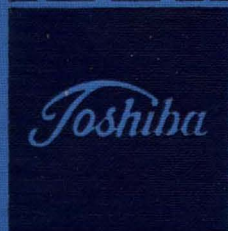


**'73 TOSHIBA
SEMICONDUCTOR
HANDBOOK**



TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO., LTD.

'73

東芝半導体

ハンドブック

序

半導体技術の発展は広範囲にわたって、かつ急速に、エレクトロニクスの内容を一変させ、電子化時代を築いてまいりました。70年代に入り通信機器、音響機器、電子応用機器ならびに産業用機器などの向上と発展を促進し、加えて情報化時代を迎えて産業界への寄与に更に前進するものと存じます。弊社もその任務の重要性を自覚し、最大の努力を傾けて期界の発展に寄与する所存であります。

さて「東芝半導体ハンドブック」は、引続き皆様の御愛用をいただき誠に有難く、感謝している次第でございます。ハンドブックの編集に当りましては、皆様の御要望におこたえすべく、常に内容の向上を心掛けておりますが、今回発行いたしました「東芝半導体ハンドブック」(73年版)は、新品種を網羅するとともに、発光素子関係の新製品を新たに加え、また製品を御理解いただく一助にと解説も豊富に収録いたしました。なお、最近半導体製品使用機器等について、諸外国との交流も活発になり、種々の面で英文も必要であるとの御要望により、重要事項には英文と併記いたしました。何卒71年度版同様、御愛用の程よろしく願いいたします。

このように編集にあたり種々心をくばりましたので、皆様のお役にたつものと存じますが、まだまだ不備の点もあろうかと存じます。お気づきの点がございましたら御遠慮なく御指摘、御指導を賜りますよう、あわせて御願い申し上げます。

なお、集積回路資料につきましては、「東芝集積回路ハンドブック」(72年版)を発行いたしておりますので、本書とあわせて御利用の程お願い申し上げます。

昭和47年9月

東京芝浦電機株式会社

電子事業部長 石 亀 進

このハンドブックに掲載してある応用回路は製品の代表的な応用を説明するためのものです。その応用回路には工業
所有権その他の諸権利に触れるものがあるかも知れません。

この場合、このハンドブックによってその実施権などを与えるものではありませんのでご注意ください。

PREFACE

Rapid and extensive progress in semiconductor technology has greatly changed the entire aspect of electronics, and is leading us to the 'Electronics Age'.

With the advent of the 1970's, solid state technology has helped in both improving and developing communications equipments, sound equipments, electronic equipments, and industrial equipments. The progress will continue to greatly contribute to the industrial world with today's modern information society as a background.

Being well aware of the importance of its role, Toshiba intends to exert its utmost efforts to contribute to further developments in this field of industry.

We take this opportunity to express our deep appreciation for your continued patronage of our "Toshiba Semiconductor Handbook". In editing the Handbook, we always endeavor to update the contents to keep up with reader requirements.

The latest issue of "Toshiba Semiconductor Handbook" (1973 edition) covers all of the new items, including light emitting solid state devices. Also, profuse commentaries are added for a better understanding and appropriate application of the products. Further, we have attached English versions of the typical and representative items. This is in response to an increasing demand for English versions, as the exchange of information and business with foreign countries is extensively increasing.

We hope that this newest edition will receive the same favorable acceptance as our 1971 edition, and welcome your comments and recommendations on this issue. It would be of a great help to us in publishing the future issue.

September 1972

Susumu Ishikame
General Manager
Tubes and Semiconductor Division
Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.

Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd. assume no responsibility for various patent problems which may arise by employing the circuit examples presented, because circuit examples illustrated herein are presented only as a guide for transistor performances.

Keep in mind that in some cases characteristics indicated in this Handbook may not be obtained because they are dependent upon the type, layout, and wiring method of the parts employed.

目 次

半導体製品の解説

半導体製品の形名	(9)
半導体製品に用いられる文字記号および略号	(13)
半導体製品の図式記号	(26)
トランジスタの最大定格	(27)
東芝通信工業用トランジスタ	(36)
トランジスタのパラメータ	(40)
トランジスタ回路の熱安定度と放熱設計	(45)
安全動作領域 (ASO)	(53)
リン化ガリウム (GaP) 発光ダイオード	(58)
中小形整流素子の使用法	(63)
半導体素子の信頼性	(75)
応用回路例	(136)
半導体製品選択早見表	(181)
半導体製品品種一覧表	(190)
半導体製品の規格特性	1
トランジスタ	
トランジスタ	3
電界効果トランジスタ	426
ユニジャンクショントランジスタ	465
フォトトランジスタ	472
ダイオード	
ダイオード	481
定電圧ダイオード	504
可変容量ダイオード	514
メータ保護用ダイオード	521
トリガダイオード	523
ミキサダイオード	524
発光素子	
発光ダイオード	527
発光表示装置	539
フォトカプラ	548
サーミスタ	550
バリスタ	552
マイクロ波半導体素子	
マイクロ波トランジスタ	554
マイクロ波ダイオード	
PINダイオード	588
ステップリカバリダイオード	593
バラクタダイオード	602
ミキサダイオード	607
インパットダイオード	609
ガンダイオード	613

マイクロ波半導体装置	
ガン発振器	617
スイッチ	629
ミキサ	630
リミタ	631
整流素子	
整流素子	632
アバランシェ整流素子	689
特殊整流素子	708
高耐圧整流素子	710
サイリスタ	
サイリスタ (SCR)	733
高速用サイリスタ	775
双方向サイリスタ (トライアック)	802
サイリスタ用ゲートユニット	814
サイリスタ用パルストランス	815
スタック	
整流スタック	817
サイリスタスタック	819
溶接用サイリスタスタック	826
電子管代替用スタック	827
放熱フィン	828
㊞規格品種一覧表	835
防衛庁認定品種一覧表	840
電々公社認定品種一覧表	845
半導体製品保守廃止品種一覧表	846
アクセサリ	849
新製品ガイド	853

CONTENTS

Illustration of Semiconductor	
Letter Symbols and Abbreviations for Semiconductor Devices	(13)
Graphical Symbols for Semiconductor Devices	(26)
Type Number of Toshiba Semiconductors	(85)
Maximum Ratings of Transistor	(87)
Toshiba Transistors for the Communications industry.....	(98)
The Thermal Stability of Transistor Circuits and the Designing of the Heat Sink.....	(103)
Area of Safe Operation (ASO)	(113)
Light-emitting Diode Made of Gallium Phosphide (Gap)	(119)
Reliability of Semiconductor	(125)
Circuit Example Collection Using Semiconductors	(136)
Quick Reference and Classification Table.....	(181)
Type Number Index	(190)
Transistor	3
Diode	479
Light Emitting Device.....	527
Thermistor	550
Varistor.....	552
Microwave Semiconductors	554
Microwave Semiconductor Device.....	617
Rectifier	632
Thyristor	733
Stack	817
Heat Sink.....	828
Mounting Kits and Purts.....	849

半導体製品の形名

1. J I S の名称を用いているもの

半導体製品のうち、トランジスタ、ダイオード、整流素子およびサイリスタ（制御整流素子）の形名はJ I S（日本工業規格）により命名法が制定されています。これは製品の極性や大略の用途がわかるようにつぎに示す文字および数字により構成されています。

1項 2項 3項 4項 5項 6項
数字 文字 文字 数字 文字 文字

1項の数字

1項の数字	種 別	例
0	フォトリンジスタ、フォリダイオード およびこれらを含んだ複合体	
1	フォトリンジスタ、 有効電氣的接続 2個を有するもの	ダイオ ード
2	フォトリンジスタ、フォリダイオ ードおよびこれら	トラン ジスタ
3	を含んだ複合体以 外の半導体素子	制御整 流素子
4		

(注) 有効電氣的接続とは、外部に引出された端子でなくともよいとされています。

ただし、シールドやゲッターは接続に含まれません。

2項の文字

S……半導体素子を表わします。

3項の文字

- A……PNP高周波用トランジスタ
- B……PNP低周波用トランジスタ
- C……NPN高周波用トランジスタ
- D……NPN低周波用トランジスタ
- F……Pゲートの制御整流素子（PゲートPNPNスイッチ）
- H……単接合トランジスタ（ユニジャンクショントランジスタ）
- J……Pチャネル電界効果トランジスタ
- K……Nチャネル電界効果トランジスタ
- M……双方向性制御整流素子

(注) 1項の数字が、0、1のものは3項の文字は用いません。

4項の数字

原則として11からはじまる追い番号

5項の文字

(1) 変更を表わすそえ字

原形あるいは原形から変更したものを区別する必要があるときに用います。原形を変更したものは、その変更した順に A, B, C, D, E, F, G, H, J, K のアルファベット大文字を用います。この場合変更したものは、その前の形に対しては置き換えられませんが、その逆は適用されません。

(2) ダイオードの逆極性に対するそえ字

外形が同じで、極性以外の電氣的特性が同じである逆特性ダイオードには、Rの文字を形名の最後につけます。

以上がJ I Sで規定されている内容ですが、東芝ではさらに6項に文字を用い、つぎに示す意味をもたせたものもあります。

6項

- Ⓝ……NHK認定規格品種
- M……防衛庁海幕認定規格品種
- Ⓞ……通信工業用グリーントランジスタ

〔例〕 1S1660R : 1S1660の逆特性ダイオード

2SA522Ⓝ : PNP高周波用トランジスタでNHK認定規格品

2SB364 : PNP低周波用トランジスタ

2SC520A : NPN高周波用トランジスタで2SC520の改良形

3SK22 : 2つのゲートを持つNチャネル電界効果トランジスタ

なお、サイリスタについては東芝独自の名称を用いることを原則としています。

2. J I S以外の名称を用いているもの

2.1. E I A名称

ダイオードおよび整流素子のうち一部E I A（米国電子工業会）名称を用いたものがあります。1N60、1N3193等がそれで、1項の数字がダイオード（整流素子を含む）を、2項の文字Nが半導体製品を表わし、以下追い番号の数字と、改良形を示すそえ字からなっています。

2.2. 東芝名称

(1) 整流素子は、一部のJ I S形名を除き、東芝独自の名称を用い、原則として、つぎに示す数字および文字により構成されています。特殊素子で回路構成を有する場合は整流スタックの命名法をそのまま適用しています。

1項 2項 3項 4項 5項
数字 文字 文字 数字 そえ字

1項の数字

50Hz 单相正弦半波整流回路の平均整流電流値を示します。ただし小数点はRの文字で表わし、0.1Aの場合は0R1、1.5Aの場合は1R5のように表わします。

2項の文字

耐逆電圧の大きさにより、次表の文字を用います。電圧値が次表にない場合は近い値の文字を用います。

2項の文字	耐逆電圧	2項の文字	耐逆電圧	2項の文字	耐逆電圧
Z	25V	U	1600V	GY	40000V
A	50%	V	1700%	HY	50000%
B	100%	W	1800%	JY	60000%
C	150%	X	1900%	KY	70000%
D	200%	Y	2000%	LY	80000%
E	250%	EX	2500%	MY	90000%
F	300%	YK	2700%	NY	100000%
G	400%	FX	3000%	PY	110000%
H	500%	GX	4000%	QY	120000%
J	600%	HX	5000%	RY	130000%
K	700%	JX	6000%	SY	140000%
L	800%	KX	7000%	TY	150000%
M	900%	LX	8000%	UY	160000%
N	1000%	MX	9000%	VY	170000%
P	1100%	NX	10000%	WY	180000%
Q	1200%	QX	12000%	XY	190000%
R	1300%	TX	15000%	YY	200000%
S	1400%	YX	20000%		
T	1500%	FY	30000%		

3項の文字

- C……………基板側がN形のシリコン整流素子
- D……………% P形の%
- E……………基板側がN形のシリコンアバランシェ整流素子
- F……………基板側がP形のシリコンアバランシェ整流素子
- Z……………基板側の区分ができない整流素子

4項の数字

10から始まる追い番号を用いますが、外囲器等により次表の区分を設けています。

4項の数字	外 囲 器 等 の 区 分
10~20	スタッド形, その他
21~30	平形
31~40	マルチセル
41~50	プラスチックシール
51~60	電子管用ベースまたはキャップの付いたもの
61~70	ガラスシール

5項の文字

そえ字のついていない原形の製品の改良形であることを示します。

【例】25GC11 : 平均整流電流25A, 耐逆電圧400Vの整流素子

300ND11A : 平均整流電流300A, 耐逆電圧1000V, 基板側がP形の整流素子の改良形

800FXD21 : 平均整流電流800A, 耐逆電圧3000V, 基板側がP形の整流素子

(2) 一般のサイリスタ, 高速用サイリスタおよび双方向サイリスタは原則としては東芝独自の名称を用い、つぎに示す文字および数字により構成されています。

1項 2項 3項 4項 5項
文字 数字 文字 数字 そえ字

1項の文字

サイリスタの種類を表わします。

SF……………一般のサイリスタ (SCR)

SH……………高速用サイリスタ

SM……………双方向サイリスタ

2項の数字

定格平均順電流値 (双方向サイリスタは定格実効電流値) (単位:A) をそのまま用います。ただし小数点はRの文字で表わします (整流素子の1項と同じ)。

3項の文字

定格せん頭阻止電圧の大きさにより次表の文字を用います。電圧値が表にない場合は近い値の文字を用います。

3項の文字	定格せん頭阻止電圧	3項の文字	定格せん頭阻止電圧	3項の文字	定格せん頭阻止電圧
Z	25V	S	1400V	FY	30000V
A	50%	T	1500%	GY	40000%
B	100%	U	1600%	HY	50000%
C	150%	V	1700%	JY	60000%
D	200%	W	1800%	KY	70000%
E	250%	X	1900%	LY	80000%
F	300%	Y	2000%	MY	90000%
G	400%	EX	2500%	NY	100000%
H	500%	FX	3000%	PY	110000%
J	600%	GX	4000%	QY	120000%
K	700%	HX	5000%	RY	130000%
L	800%	JX	6000%	SY	140000%
M	900%	KX	7000%	TY	150000%
N	1000%	LX	8000%	UY	160000%
P	1100%	MX	9000%	VY	170000%
Q	1200%	NX	10000%	WY	180000%
R	1300%	TX	15000%	XY	190000%
		YX	20000%	YY	200000%

4項の数値

10からはじまる追い番号を用いますが、外囲器等により整流素子の場合と同様な区分を設けています。

5項のそえ字

変更を表わし、アルファベット順の文字を用います。

ただしIおよびOは除きます。

【例】SF150G11：定格平均順電流150A，定格せん頭阻止電圧400Vの一般のサイリスタ

SH300G11：定格平均順電流300A，定格せん頭阻止電圧400Vの高速用サイリスタ

SM5D11：定格実効電流5A，定格せん頭阻止電圧200Vの双方向サイリスタ

(3) サーマスタの名称も、つぎに示すように東芝独自の命名法を用いています。

1項	2項	3項
文字	数字	文字

1項の文字

D……………ディスク形サーミスタを表わす

2項の数値

25°Cの抵抗値(Ω)を示します。数字は2桁とし、1桁目は有効数字の第1位を、2桁目は桁数を示す数字から1を引いた数を用います。

3項の数値

原則としてAからはじまる文字を用い、製品の区分を示します。

【例】D22A：抵抗値200Ωのディスク形サーミスタ

(4) 整流スタックもつぎの東芝独自の命名法を用いています。

1項	2項	3項	4項	5項
数字	文字	数字	文字	そえ字

1項の数値と2項の文字

使用素子の平均整流電流と耐逆電圧を整流素子の場合と同様な方法で表わします。

3項の数値

使用素子数を表わします。

4項の文字

回路構成を表わします。

5項のそえ字

1から始まる追い番号。ただし、最初のものには付けません。

【例】3G2C2：平均整流電流3A，耐逆電圧400Vの整流素子2個を用いた回路構成C(センタータップ)の整流スタック

(5) サイリスタスタックもつぎの東芝独自の命名法を用いています。

1項	2項	3項	4項	5項	6項
文字	数字	文字	数字	文字	そえ字

1項の文字

構成素子の種類によって次表の文字を用います。

1項の文字	構成素子の種類
SF	一般のサイリスタ(SCR)
SFR	整流素子と一般のサイリスタ(SCR)

2項の数値と3項の文字

使用サイリスタの定格平均順電流と定格せん頭阻止電圧を一般のサイリスタと同様な方法で表わします。

4項の数値

使用素子数(整流素子とサイリスタ)を表わします。

5項の文字

1文字または2文字のアルファベットで回路構成を表わします。

6項のそえ字

1から始まる追い番号。ただし最初のものには付けません。

【例】SF16J2HI：定格平均順電流16A，定格せん頭阻止電圧600Vの一般のサイリスタ2個を用いた回路構成H(単相逆並列)のサイリスタスタック

SFR16J4BB：整流素子と一般のサイリスタ(定格平均順電流16A，定格せん頭阻止電圧600V)の計4個を用いた回路構成BB(単相混合ブリッジ)のスタック

なお、溶接用サイリスタスタックについてはこの命名法によっていません。

(6) マイクロ波半導体装置もつぎの東芝独自の命名法を用いています。

1項 2項 3項 4項 5項
文字 — 文字 文字 数字 そえ字

1項の文字

Sを用います。

2項の文字

装置の種類により次表の文字を用います。

1項の文字	G	M	S	L	H
装置の種類	発振器	周波数変換器	スイッチ	リミタ	てい倍器

3項の文字

周波数（動作中心）を表わし次表の文字を用います。

文 字	周 波 数	
V	30以上 300未満	MHz
U	300 ≧ 1000 ≧	MHz
L	1 ≧ 2 ≧	GHz
S	2 ≧ 4 ≧	GHz
C	4 ≧ 8 ≧	GHz
X	8 ≧ 12 ≧	GHz
K	12 ≧ 36 ≧	GHz
Q	36 ≧ 100 ≧	GHz

4項の数字

追い番号を用います

5項のそえ字

変更を表わし、アルファベット順の文字を用います。

ただしIおよびOは除きます

[例] S-HX1 : 周波数468.75~9375 MHz のてい倍器

半導体製品に用いられる文字記号および略語

Letter Symbols and Abbreviations for Semiconductor Devices

1. 全 般 General

Symbol	項 目	定 義 また は 説 明	Term
NF	雑音指数		noise figure
P	許容損失		allowable power dissipation
P_I , P_{IN}	入力電力		input power
P_O , P_{OUT}	出力電力		output power
R_g	信号源抵抗		signal source resistance
R_I , R_{IN}	入力抵抗		input resistance
R_L	負荷抵抗		load resistance
R_O , R_{OUT}	出力抵抗		output resistance
R_{th}	熱抵抗	接合部の消費電力による熱流が平衡状態のとき、接合部の温度が外部の指定した点より単位電力当り何度上昇するかを示す値。	thermal resistance
r_{th}	過渡熱抵抗	ケース温度（スタッド温度）または周囲温度一定で、接合部の電力損失が階段状入力するとき、接合部温度が外部の指定点より単位電力当り何度上昇するかを示す値。	transient thermal resistance
R_{th-a}	接合部周囲間熱抵抗	一般には放熱板を必要としない小形の場合、または放熱体付きの自然空冷熱抵抗	thermal resistance, junction to ambient
R_{th-c}	接合部容器間熱抵抗	接合部から外囲器までの熱抵抗	thermal resistance, junction to case
R_{th-f}	接合部フィン間熱抵抗		thermal resistance, junction to heat sink
$R_{th(f-a)}$	放熱板周囲間熱抵抗	放熱面積、材質、表面状態、周囲条件などにより変化する。	thermal resistance, heat sink to ambient
R_{th-s}	接合部スタッド間熱抵抗	接合部からスタッドまでの熱抵抗	thermal resistance, junction to stud
$R_{th(s-f)}$	スタッド放熱板間熱抵抗	接触熱抵抗と呼ばれる。接触面積、接触圧力または締付力、材質などにより変化する。	thermal resistance, stud to heat sink
T_a	周囲温度	空気其自然の対流によってのみ冷却され、反射的および輻射的表面によっては実質上影響をうけないような、十分に一樣な温度の環境の中で、半導体素子が存在する場合に測定される空気温度。	ambient temperature
T_c	ケース温度	半導体素子のケース上の定められた一点の温度。	case temperature
T_j	接合部温度		junction temperature
T_{opr}	動作温度		operating temperature
T_{stg}	保存温度	電圧を印加しない状態で半導体素子を保存しうる温度。	storage temperature
t_d	遅れ時間	入力パルスの立上りがその最大振幅の10%に上昇する点から、出力パルスの立上りが最大振幅の10%に上昇するまでの時間。	delay time
t_f	下降時間	出力パルスが最大振幅の90%から10%まで減少するのに要する時間。	fall time
t_r	上昇時間	出力パルスが最大振幅の10%から90%まで増加するのに要する時間。	rise time
t_{rr}	逆回復時間（ダイオード）	逆方向電流が印加電圧の極性逆転時から規定の値にまで回復する時間。	reverse recovery time (diode)
t_{stg}	蓄積時間	入力パルスの下降部分の最大振幅の10%下降する点から、出力パルスの下降部分の最大振幅の10%に下降するまでの時間	storage time

t_{on}	ターンオン時間	t_d と t_r の和	turn-on time
t_{off}	ターンオフ時間	t_{stg} と t_r の和	turn-off time
V_I, V_{IN}	入力電圧		input voltage
V_O, V_{OUT}	出力電圧		output voltage
Q_s	蓄積電荷		stored charge

2. トランジスタ Transistor

2.1. トランジスタ全般 Transistor General

Symbol	項目	定義または説明	Term
BV_{CBO}	コレクタ・ベース間降伏電圧	エミッタ開放でコレクタ接合の逆方向に電圧を加えて、コレクタ電流が急激に増加し始める付近の指定のコレクタ電流におけるコレクタ・ベース間電圧。	breakdown voltage, collector to base, emitter open
BV_{CEO}	コレクタ・エミッタ間降伏電圧	ベース開放でコレクタ接合の逆方向に電圧を加えて、コレクタ電流が急激に増加し始める付近の指定のコレクタ電流におけるコレクタ・エミッタ間電圧。	breakdown voltage, Collector to emitter, base open
BV_{CER}	コレクタ・エミッタ間降伏電圧	ベース・エミッタ間に指定の抵抗 R_{BE} を接続、コレクタ接合の逆方向に電圧を加えて、コレクタ電流が急激に増加し始める付近の指定のコレクタ電流におけるコレクタ・エミッタ間電圧。	breakdown voltage, collector to emitter, with specified resistance between base and emitter
BV_{CES}	コレクタ・エミッタ間降伏電圧	ベース・エミッタ間を短絡、コレクタ接合の逆方向に電圧を加えて、コレクタ電流が急激に増加し始める付近の指定のコレクタ電流におけるコレクタ・エミッタ間電圧。	breakdown voltage, collector to emitter, base short-circuited to emitter
BV_{CEX}	コレクタ・エミッタ間降伏電圧	ベースを指定の回路条件でエミッタに接続、コレクタ接合の逆方向に電圧を加えて、コレクタ電流が急激に増加し始める付近の指定のコレクタ電流におけるコレクタ・エミッタ間電圧。	breakdown voltage, collector to emitter, with specified circuit between base and emitter
BV_{EBO}	エミッタ・ベース間降伏電圧	コレクタ開放でエミッタ接合の逆方向に電圧を加えて、エミッタ電流が急激に増加し始める付近の指定のエミッタ電流におけるエミッタ・ベース間電圧。	breakdown voltage, emitter to base, collector open
b_{fb}	順伝達サセプタンス	ベース接地	forward transfer susceptance, common base
b_{fe}	ク	エミッタ接地	forward transfer susceptance, common emitter
b_{ib}	入力サセプタンス	ベース接地	input susceptance, common base
b_{ie}	ク	エミッタ接地	input susceptance, common emitter
b_{ob}	出力サセプタンス	ベース接地	output susceptance, common base
b_{oe}	ク	エミッタ接地	output susceptance, common emitter
b_{rb}	逆伝達サセプタンス	ベース接地	reverse transfer susceptance, common base.
b_{re}	逆伝達サセプタンス	エミッタ接地	reverse transfer susceptance, common emitter
$C_c \Gamma_{bb}'$	$C_c \Gamma_{bb}'$ 積		$C_c \times \Gamma_{bb}'$ (collector to base time constant)
C_{ib}	入力容量	ベース接地	input capacitance, common base
C_{ie}	ク	エミッタ接地	input capacitance, common emitter
C_{iep}	並列エミッタ入力容量		parallel input capacitance, common emitter

C_{ob}	コレクタ出力容量		output capacitance, common base
C_{oe}	エミッタ出力容量		output capacitance, common emitter
C_{oep}	並列エミッタ出力容量		parallel output capacitance, common emitter
C_{TE}	エミッタ入力容量		emitter transition capacitance
f_{max}, f_{osc}	最大発振周波数		maximum frequency of oscillation
f_{ab}	しゃ断周波数	指定の電圧、電流におけるベース接地小信号電流増幅率が、低周波における値の0.707になる(3dB 下がったときの)周波数	small-signal short-circuit forward current transfer ratio cutoff frequency, common base
f_T	トランジション周波数	指定の電圧、電流におけるエミッタ接地小信号電流増幅率が1 (0dB) となる周波数	transition frequency (common emitter gain bandwidth product)
G_C	変換電力利得		conversion power gain
G_P	最大有能電力利得		unilateral maximum available power gain
G_{pb}	電力利得	ベース接地。指定条件のもとにおける交流出力電力と交流入力電力との比、通常dB で表わされる。	power gain, common base
G_{pe}	電力利得	エミッタ接地	power gain, common emitter
G_{ve}	電圧利得	エミッタ接地	voltage gain, common emitter
G_{MIX}	混合電力利得		mixing power gain
g_{cb}	変換コンダクタンス	ベース接地	conversion conductance, common base
g_{ce}	〃	エミッタ接地	conversion conductance, common emitter
g_{fb}	順伝達コンダクタンス	交流出力電圧が零での交流入力電圧に対する交流出力電流の比(ベース接地)	forward transfer conductance, common base
g_{fe}	〃	〃 (エミッタ接地)	forward transfer conductance, common emitter
g_{ib}	入力コンダクタンス	ベース接地	input conductance, common base
g_{ie}	〃	エミッタ接地	input conductance, common emitter
g_{ob}	出力コンダクタンス	ベース接地	output conductance, common base
g_{oe}	〃	エミッタ接地	output conductance, common emitter
g_{rb}	逆伝達コンダクタンス	ベース接地	reverse transfer conductance, common base
g_{re}	〃	エミッタ接地	reverse transfer conductance, common emitter
h_{fb}	閉路小信号順電流増幅率	交流出力電流が零の状態での、交流出力電流対交流入力電流の比(ベース接地)	small-signal short-circuit forward current transfer ratio, common base
h_{fe}	〃	〃 (エミッタ接地)	small-signal short-circuit forward current transfer ratio, common emitter
h_{FE}	直流電流増幅率	指定の試験条件のもとにおける直流出力電流対直流入力電流の比(エミッタ接地)	static forward current transfer ratio, common emitter
h_{ib}	閉路小信号入力インピーダンス	交流出力電圧が零の状態での交流入力電圧対交流入力電流の比(ベース接地)	small-signal short-circuit input impedance, common base
h_{ie}	〃	〃 (エミッタ接地)	small-signal short-circuit input impedance, common emitter
$Re(hie)$	〃 実数部	〃 (エミッタ接地) の実数部	real part of small-signal short-circuit input impedance, common emitter
$Im(hie)$	〃 虚数部	〃 (〃) の虚数部	imaginary part of small-signal short circuit input impedance, common emitter
h_{ob}	閉路小信号アドミタンス	交流入力電流が零の状態での、交流出力電流対出力端子に加えられた交流電圧の	small-signal open-circuit output admittance, common base

h_{oe}	開路小信号アドミタンス	比 (ベース接地) 交流入力電流が零の状態での、交流出力電流対出力端子に加えられた交流電圧の比 (エミッタ接地)	small-signal open-circuit output admittance, common emitter
h_{rb}	開路小信号逆電圧増幅率	交流入力電流が零の状態での、交流入力電圧対交流出力電圧の比 (ベース接地)	small-signal open-circuit reverse voltage transfer ratio, common base
h_{re}	〃	〃 (エミッタ接地)	small-signal open-circuit reverse voltage transfer ratio, common emitter
I_B	ベース電流	ベース電極に流れる電流 (直流)	base current, dc
I_{B1}	ターンオンベース電流		turn-on base current
I_{B2}	ターンオフベース電流		turn-off base current
I_C	コレクタ電流	コレクタ電極に流れる電流 (直流)	collector current, dc
I_{CBO}	コレクタシャ断電流	エミッタを開放にして、コレクタ・ベース間に指定の逆方向電圧を印加した場合のコレクタ電流。	collector cutoff current, dc, emitter open
I_{CBV}	〃	ベース・エミッタ間に指定の逆バイアスを印加、コレクタ・ベース間に指定の逆方向電圧を加えた場合のコレクタ電流。	collector cutoff current, dc, with specified reverse voltage between base and emitter
I_{CEO}	〃	ベースを開放にして、コレクタ・エミッタ間に指定の逆方向電圧を加えた場合のコレクタ電流。	collector cutoff current, dc, base open
I_{CEX}	〃	ベース・エミッタ間に指定の回路条件を接続、コレクタ・エミッタ間に指定の逆方向電圧を加えた場合のコレクタ電流。	collector current, dc, with specified circuit between base and emitter
I_E	エミッタ電流	エミッタ電極に流れる電流 (直流)	emitter current, dc
I_{EBO}	エミッタシャ断電流	コレクタを開放にして、エミッタ・ベース間に指定の逆方向電圧を加えた場合のエミッタ電流。	emitter cutoff current, dc, collector open
KF	全高調波歪		overall harmonic distortion
P_c	コレクタ損失	コレクタで消費される電力	collector power dissipation
Q_s	ベース蓄積全電荷量		stored charge
R_B	ベース外部抵抗		external base resistance
$r_{bb'}$	ベース拡がり抵抗		base spreading resistance
R_E	エミッタ外部抵抗		external emitter resistance
V_{AGC}	AGC電圧		AGC voltage
V_{BB}	ベース供給電圧		base supply voltage
V_{CC}	コレクタ供給電圧		collector supply voltage
V_{EE}	エミッタ供給電圧		emitter supply voltage
V_{OSC}	発振出力電圧		oscillation output voltage
V_{BE}	ベース・エミッタ間電圧	ベース・エミッタ間直流電圧	base to emitter voltage, dc
$V_{BE(sat)}$	ベース・エミッタ間飽和電圧	指定の飽和条件のときのエミッタ・ベース間直流電圧	base to emitter saturation voltage
V_{CB}	コレクタ・ベース間電圧	コレクタ・ベース間直流電圧	collector to base voltage, dc
V_{CBO}	〃	エミッタを開放にしたときのコレクタ・ベース間直流電圧	collector to base voltage, dc, emitter open
V_{CBV}	〃	ベース・エミッタ間に指定の電圧を印加したときのコレクタ・ベース間直流電圧	collector to base voltage, dc, with specified voltage between base and emitter
V_{CE}	コレクタ・エミッタ間電圧	コレクタ・エミッタ間直流電圧	collector to emitter voltage, dc

V_{CE0}	コレクタ・エミッタ間電圧	ベース開放のときのコレクタ・エミッタ間直流電圧	collector to emitter voltage, dc, base open
V_{CEr}	〃	ベース・エミッタ間に指定の抵抗 R_{BE} を接続したときのコレクタ・エミッタ間直流電圧	collector to emitter voltage, dc, with specified resistance between base and emitter
V_{CEs}	〃	ベース・エミッタ間を短絡した時のコレクタ・エミッタ間直流電圧	collector to emitter voltage, dc, with base short-circuited to emitter
V_{CEV}	〃	ベース・エミッタ間に指定の電圧を加えたときのコレクタ・エミッタ間直流電圧	collector to emitter voltage, dc, with specified voltage between base and emitter
V_{CEX}	〃	ベースを指定の回路条件でエミッタに接続したときのコレクタ・エミッタ間直流電圧	collector to emitter voltage, dc, with specified circuit between base and emitter
$V_{CE(sat)}$	コレクタ・エミッタ間飽和電圧	指定の飽和条件のときのコレクタ・エミッタ間直流電圧	collector to emitter saturation voltage
$V_{CEr(sus)}$	コレクタ・エミッタ間サステイニング電圧	コレクタ・エミッタ間電圧が、コレクタ電流の増加とともにピークを越して、ほぼ一定値に達した領域の指定のコレクタ電流における電圧。	collector to emitter sustaining voltage
V_{EB}	エミッタ・ベース間電圧	エミッタ・ベース間直流電圧	emitter to base voltage, dc
V_{EBO}	エミッタ・ベース間電圧	コレクタ開放のときのエミッタ・ベース間直流電圧	emitter to base voltage, dc, collector open
V_N	入力換算雑音電圧		noise voltage refer to input terminal
V_R	逆電圧		reverse voltage
Y_{fb}	閉路小信号順伝達アドミタンス	交流出力電圧が零の状態での、交流出力電流対交流入力電圧の比 (ベース接地)	forward transfer admittance, common base
Y_{fe}	〃	〃 (エミッタ接地)	forward transfer admittance, common emitter
Y_{rb}	閉路小信号逆伝達アドミタンス	交流入力電圧が零の状態での、交流入力電流対交流出力電圧の比 (ベース接地)	reverse transfer admittance, common base
Y_{re}	〃	〃 (エミッタ接地)	reverse transfer admittance, common emitter
θ_{fb}	順伝達アドミタンス位相角		phase angle of forward transfer admittance, common base
θ_{fe}	〃		phase angle of forward transfer admittance, common emitter
θ_{rb}	逆伝達アドミタンス位相角		phase angle of reverse transfer admittance, common base
θ_{re}	〃		
S_{11}	入力反射係数	入力側での反射電圧波対入射電圧波の比	scattering parameter, input reflection coefficient
S_{22}	出力反射係数	出力側での反射電圧波対入射電圧波の比	scattering parameter, output reflection coefficient
S_{21}	順方向伝達係数	順方向の出力電圧波対入力電圧波の比	scattering parameter, forward transfer coefficient
S_{12}	逆方向伝達係数	逆方向の電圧波比	scattering parameter, reverse transfer coefficient

2.2. フォトトランジスタ Photo Transistor

Symbol	項目	定義または説明	Term
I_D	暗電流	入射光のない状態で、コレクタ接合に逆電圧を印加したとき流れる逆電流。	dark current
I_L	光電流	規定の入射光状態で、コレクタ接合に逆電圧を印加したとき流れる電流。	light current
$f_{\alpha L}$	変調光しゃ断周波数	低周波変調光電流 (50Hz) に対し、光電流が3dB低下する周波数。	light modulation current cut off frequency
L	照度		illumination
H	輻射量		radiation power

2.3. ユニジャンクショントランジスタ Unijunction transistor

Symbol	項目	定義または説明	Term
I_{B2}	ベース電流	ベース電極に流れる電流 (直流)	base 2 current, dc
$I_{B2(\text{Mod})}$	ベース間変調電流	$V_{EB1(\text{sat})}$ と同一測定条件におけるベース2電流で、エミッタ・ベース2間の電流利得を示す。	modulated interbase current
I_E	エミッタ電流	エミッタ電極に流れる電流 (直流)	emitter current, dc
I_{EB2o}	エミッタ逆電流	ベース1開放状態におけるエミッタ・ベース2間逆電流。	emitter reverse current, dc, base 1 open
I_{EM}	せん頭エミッタ電流	エミッタ電流のせん頭値。	peak emitter current
I_P	ピーク点エミッタ電流	ピーク点電圧 V_P における電流で、ユニジャンクショントランジスタが放電するのに必要な最小必要エミッタ電流。	peak point emitter current
I_V	谷点電流	エミッタ電圧—エミッタ電流特性における谷点電流すなわち谷点電圧における電流。	valley point emitter current
R_{BBO}	ベース間抵抗	エミッタ開放状態におけるベース1・ベース2間の抵抗	base 1 to base 2 resistance, emitter open
V_{B1EO}	ベース1・エミッタ間電圧	ベース2開放状態におけるベース1・エミッタ間直流電圧	base 1 to emitter voltage, dc, base 2 open
V_{B2B1}	ベース2, 1間電圧		base 2 to base 1 voltage, dc
V_{B2B1o}	ク	エミッタ開放状態におけるベース2, ベース1間直流電圧	base 2 to base 1 voltage, dc, emitter open
V_{B2EO}	ベース2・エミッタ間電圧	ベース1開放状態におけるベース2・エミッタ間直流電圧	base 2 to emitter voltage, dc, base 1 open
V_{EB1}	エミッタ・ベース1間電圧		emitter to base 1 voltage, dc
$V_{EB1(\text{sat})}$	エミッタ飽和電圧	ベース1, 2間に電圧を加えた状態におけるエミッタ・ベース1間順電圧降下。	emitter to base 1 forward saturation voltage, with specified voltage between base 1 and base 2
V_{OB1}	発振出力電圧	ベース1接地	oscillation output voltage, common base 1
V_V	谷点電圧	エミッタ電圧—エミッタ電流特性における谷点電圧。	valley point emitter voltage
V_P	ピーク点エミッタ電圧	ユニジャンクショントランジスタが放電を開始するエミッタ・ベース1間電圧	peak point emitter voltage
η	スタンドオフ比	エミッタ電圧—電流特性におけるピーク点電圧 V_P を用い、つぎのように定義する。 $V_P = \eta V_{BB} + V_D$ ここに V_D : エミッタ接合部における等価シリコンダイオードの順電圧降下約0.7V (25°C)	intrinsic standoff ratio (V_D : Emitter junction forward voltage $\approx 0.7V$)

2.4. 電界効果トランジスタ Field effect transistor

Symbol	項目	定義または説明	Term
BV_{GDO}	ゲート・ドレイン間降伏電圧	ソース開放で、ドレイン・ゲート間に逆方向電圧を印加した際に電流の急増が生じる電圧。	breakdown voltage, gate to drain, source open
BV_{GDS}	ク	ドレイン・ソース間を短絡し、ドレイン・ゲート間に逆方向電圧を印加した際に電流の急増が生じる電圧。	breakdown voltage, gate to drain, source short-circuited to drain
b_{fs}	順伝達サセプタンス	ソース接地	forward transfer susceptance, common source
b_{is}	入力サセプタンス	ソース接地	input susceptance, common source
b_{rs}	逆伝達サセプタ	ク	reverse transfer susceptance,

	ンス		common source
b_{os}	出力サセプタンス	ソース接地	output susceptance, common source
C_G	ゲート容量	ゲート・ソースおよびゲート・ドレイン間に逆方向電圧を印加した際の容量.	gate to source and gate to drain capacitance
C_{iss}	入力容量	ソース接地	small-signal short-circuit input capacitance, common source
C_{rss}	帰還容量	ソース接地	small-signal short-circuit reverse transfer capacitance, common source
G_{PS}	電力利得	ソース接地	power gain, common source
g_m	相互コンダクタンス	ソース接地でドレイン電圧 V_{DS} が一定のとき, ゲート電圧 V_{GS} の変化分 ΔV_{GS} に対するドレイン電流 I_D の変化分 ΔI_D .	drain current and gate voltage mutual conductance, common source
g_{fs}	順伝達コンダクタンス	ソース接地	forward transfer conductance, common source
g_{is}	入力コンダクタンス	ソース接地	input conductance, common source
g_{rs}	逆伝達コンダクタンス	ソース接地	reverse transfer conductance, common source
g_{os}	出力コンダクタンス	ソース接地	output conductance, common source
I_D	ドレイン電流	ドレインに流れる電流 (直流)	drain current, dc
I_{DSS}	ドレイン電流	ソース接地でソース・ゲート間を短絡し, ドレイン電圧 V_{DS} を加えたときのドレイン電流.	drain current at zero gate voltage
I_G	ゲート電流	ゲートに流れる電流 (直流)	gate current, dc
I_{GSS}	ゲート漏れ電流	ソース・ドレイン間を短絡し, ゲート・ソース間に逆電圧を印加したときのソース・ゲート間逆電流.	gate to source reverse current at zero drain to source voltage
P_D	許容損失		allowable power dissipation
V_{DD}	ドレイン供給電圧		drain supply voltage
V_{DS}	ドレイン・ソース間電圧		drain to source voltage, dc
V_{GD}	ゲート・ドレイン間電圧		gate to drain voltage
V_{GDO}	ゲート・ドレイン間電圧	ソースを開放にしたときのゲート・ドレイン間直流電圧.	gate to drain voltage, dc, source open
V_{GDS}	ク	ドレインとソースを短絡したときのドレイン・ゲート間直流逆電圧.	gate to drain voltage, dc, with source short-circuit to drain.
V_{GS}	ゲート・ソース間電圧		gate to source voltage
V_{G1S}	ゲート1・ソース間電圧		gate 1 to source voltage
V_{AGC}	AGC電圧		AGC voltage
V_{emf}	熱起電力		thermal electromotive force
V_N	雑音電圧		noise voltage
V_P	ピンチオフ電圧	ソース接地で, ドレイン電圧 V_{DS} 一定条件のもとに, ドレイン電流 I_D を十分小さなある規定の値にまでシャ断するに必要なゲート・ソース間電圧.	drain to source pinch-off voltage
R_{iss}	入力インピーダンス		input impedance
R_S	ソース抵抗		source resistance
R_{on}	オン抵抗		drain to source on bulk resistance
R_{off}	オフ抵抗		drain to source off bulk resistance
y_{is}	入力アドミタンス		input admittance, common source
y_{fs}	順伝達アドミタ		forward transfer admittance, common source

Y_{os}	ンス 出力アドミタ ンス	output admittance, common source
Y_{rs}	逆伝達アドミ タンス	reverse transfer admittance, common source
α_{ID}	ドレイン電流温 度係数	temperature coefficient of drain current

3. ダイオードおよび整流素子 Diode and rectifier

3.1. ダイオードおよび整流素子全般 Diode and rectifier general

Symbol	項目	定義または説明	Term
C_D	ダイオード容量		diode capacitance
C_J	接合容量		junction capacitance
C_T	端子間容量		capacitance between terminals
I_F	順電流(直流値)	規定の条件のもとで素子を順方向に流れる電流の直流値。	forward current, dc
I_f	実効順電流	〃 実効値。	rms forward current
i_F	瞬時順電流	〃 瞬時値。	instantaneous forward current
I_{FAV}	平均順電流	〃 平均値。	average forward current
I_{FM}	せん頭順電流	〃 せん頭値。	peak forward current
$I_{FM(rep)}$	くり返しせん頭順電流	くり返して流し得る順方向電流のせん頭値。	peak forward current, repetitive
I_O	平均整流電流または出力電流	50Hz, 正弦半波の平均順電流。	average rectified output current (average forward current, 180° conduction angle, 50/60Hz, half sine wave current)
I_R	逆電流(直流値)	規定の条件のもとで素子を逆方向に流れる電流の直流値。	reverse current, dc
i_R	瞬時逆電流	〃 瞬時値。	instantaneous reverse current
I_{RAV}	平均逆電流	〃 平均値。	average reverse current
I_{RM}	せん頭逆電流	〃 せん頭値。	peak reverse current
I_{surge}	サージ電流	正弦波 50Hz の抵抗負荷で、半サイクルのくり返しのないせん頭電流値。	surge forward current (non-recurrent peak current, 50/60 Hz single-phase, resistive load)
P_{FAV}	平均順電力損失	順電流を流したときの電力損失の平均値。	average forward power dissipation
TOR	スタッドトルクまたは締付トルク		stud torque
V_F	順電圧(直流値)	素子を流れる順電流によって生ずる電圧降下の直流値。	forward voltage, dc
v_F	瞬時順電圧	〃 瞬時値。	instantaneous forward voltage
V_{FM}	せん頭順電圧	〃 せん頭値。	peak forward current
V_R	逆電圧(直流値)	素子の逆方向に加わる電圧の直流値。	reverse voltage, dc
v_R	瞬時逆電圧	〃 瞬時値。	instantaneous reverse voltage
V_{RM}	せん頭逆電圧	〃 せん頭値。	peak reverse voltage
$V_{RM(rep)}$	くり返しせん頭逆電圧	くり返し過渡電圧を含むくり返し逆電圧のせん頭値。	repetitive peak reverse voltage
$V_{RM(ron-rep)}$	くり返しなし、せん頭逆電圧	定められた時間内および条件のもとに、くり返しなしで印加される逆電圧のせん頭値。	non-repetitive peak reverse voltage
V_{surge}	サージ電圧		surge reverse voltage
η	整流能率	抵抗負荷の半波整流電流において、直流負荷電流とせん頭交流入力電圧との比	rectification efficiency

3.2. 定電圧ダイオード Zener diode

Symbol	項目	定義または説明	Term
I_Z	ツェナー電流	逆電圧を印加, 逆電流が急増した状態における逆電流値.	zener current
I_{ZM}	許容ツェナー電流		allowable maximum (peak) zener current
V_Z	ツェナー電圧	逆電圧を加えて, 逆電流が急増した状態での指定電流における逆電圧.	zener voltage
r_d	動作抵抗	規定された試験条件における応答電流の変化に対する電圧の変化の比.	dynamic impedance
T_z	ツェナー電圧の温度係数	温度1度の変動に対するツェナー電圧の変動値.	temperature coefficient of zener voltage

3.3. 可変容量ダイオード Variable capacitance diode

Symbol	項目	定義または説明	Term
γ	容量変化率		capacitance ratio
Q	Q		Quality factor
C	容量		capacitance

3.4. トリガダイオード Trigger diode

Symbol	項目	定義または説明	Term
I_M	せん頭電流		maximum (peak) current
b_V	ブレイクオーバー電圧		break-over voltage
b_I	ブレイクオーバー電流		break-over current
V_{op}	せん頭出力電圧		peak output voltage
b_{V1}/b_{V2}	ブレイクオーバー電圧対称性		break-over voltage symmetry
α	ブレイクオーバー電圧温度係数		break-over voltage temperature coefficient

3.5. アバランシェ整流素子 Avalanche rectifier

Symbol	項目	定義または説明	Term
V_Z	アバランシェ降伏電圧	逆方向に電圧を加えたとき, 逆電流が急激に増加しはじめる付近の指定の逆電流における逆電圧.	avalanche voltage
P_{RM}	サージ逆電力	逆方向に規定時間, 規定電流を流したときに生ずる電力(せん頭値)	peak reverse power dissipation

4. 発光ダイオード Light emitting diode

Symbol	項目	定義または説明	Term
P_O	光出力		radiant power
B	輝度		luminance
I_{FB}	50fL 時順電流		forward current at 50 foot-lambert
η	外部量子効率		external quantum efficiency
λ_p	ピーク発光波長		peak emission wavelength
$\Delta\lambda$	スペクトル半値幅		spectral line half width

5. バリスタ Varistor

Symbol	項目	定義または説明	Term
ΔV_F	順電圧温度係数		Temperature coefficient of forward voltage

6. マイクロ波半導体 Microwave semiconductor devices

6.1. マイクロ波トランジスタ Microwave transistor

Symbol	項目	定義または説明	Term
η_c	コレクタ効率		collector efficiency
P_{osc}	発振出力		oscillator output power
$ S_{21} ^2$	挿入電力利得		insertion gain

6.2. PINダイオード PIN diode

Symbol	項目	定義または説明	Term
ΔQ	ダイナミックQ		dynamic Q
R_s	直列抵抗		series resistance
τ	キャリア寿命時間		carrier life time

6.3. ステップリカバリダイオード Step recovery diode

Symbol	項目	定義または説明	Term
C_P	ケース容量		case temperature
Q_s	蓄積電荷		stored charge
R_s	直列抵抗		series resistance
t_t	トランジションタイム		transition time
τ	少数キャリア寿命時間		minority carrier life time
η	てい倍効率		tripler efficiency

6.4. バラクタダイオード Varactor diode

Symbol	項目	定義または説明	Term
C_P	ケース容量		case capacitance
f_c	シャ断周波数		cutoff frequency
L_c	てい倍損失		conversion loss
L_s	直列インダクタンス		series inductance

6.5. ミキサダイオード Mixer diode

Symbol	項目	定義または説明	Term
E_M	耐焼損エネルギー		Burn out energy
f_{if}	中間周波数		IF Frequency
f_{local}, f_{LO}	局発周波数		local efficiency

ΔNF	増加雑音	degradation of noise figure
NF_{if}	中間周波雑音指数	IF noise figure
NR	出力雑音比	output noise ratio
P_{Local}	局発電力	local power
R_{if}	中間周波抵抗	IF resistance
Z_{if}	中間周波インピーダンス	IF impedance

6.6. ガン・インパットダイオード Gunn diode and impat diode

Symbol	項目	定義または説明	Term
f_o	発振周波数		frequency of oscilation
I_{opr}	動作電流		operating current
R_o	直流抵抗		dc resistance
V_{BR}	降伏電圧		breakdown voltage
V_{DC}	直流電圧		dc voltage
V_{opr}	動作電圧		operating voltage
V_{TH}	スレッシュヨルド電圧		threshold voltage
ΔV_R	電圧増分		dc increment voltage
η	発振効率		oscillator efficiency

7. サイリスタ thyristor

Symbol	項目	定義または説明	Term
I_t	実効順電流	順方向に連続電流を流したときの実効電流。定格実効電流はその最大許容値をいう。	rms forward current, on state
i_F	瞬時順電流	導通状態において、陽極から陰極に流れる順方向電流の瞬時値。	instantaneous forward current, on-state
I_{FAV}	平均順電流		average forward current
I_{FM}	せん頭順電流	導通状態において、陽極から陰極に流れる順方向電流のせん頭値。	peak forward current, on state
i_{FO}	瞬時順漏れ電流	順阻止状態で、陽極と陰極間の順電圧、接合部温度、ゲート開放などの指定条件における陽極漏れ電流の瞬時値。	instantaneous off-state current
I_{FOM}	せん頭順漏れ電流	順阻止状態で、陽極と陰極間の順電圧、接合部温度、ゲート開放などの指定条件における陽極漏れ電流のせん頭値。	peak off-state current
I_o	定格平均順電流	商用周波数、正弦半波 180° 導通角のときの順電流の平均値。	average forward current, on state
I_{surge}	サージ電流	单相50また 60Hz の抵抗負荷で、規定のサイクルのくり返しのないせん頭電流値。定格サージ電流はその最大許容値。	surge forward current
I_{ROM}	せん頭逆電流	陽極と陰極間の逆電圧、接合部温度、ゲート開放などの指定条件における陽極漏れ電流のせん頭値。	peak reverse current, gate open
i_{RO}	瞬時逆電流	陽極と陰極間の逆電圧、接合部温度、ゲート開放などの指定条件における陽極漏れ電流の瞬時値。	instantaneous reverse current. gate open
I_{GFM}	せん頭順ゲート電流	ゲートと陰極端子間を流れる順方向電流のせん頭値。定格せん頭順ゲート電流はその最大許容値。	peak forward gate current
i_{GF}	瞬時順ゲート電流	ゲートと陰極端子間を流れる順方向電流の瞬時値。	instantaneous forward gate current
I_{GT}	直流トリガゲ	陽極と陰極間の順電圧、接合部温度など	gate trigger current, dc

	ト電流	の指定条件において、導通状態にするに必要なゲート電流。	
I _{GNT}	非トリガゲート電流		non-trigger gate current
I _{HO}	保持電流	ゲート開放、接合部温度、陽極負荷抵抗などの指定条件において導通状態から順阻止状態に戻る電流。	holding current, gate open
I ² t	電流 2 乗時間積		I squared t
V _{FPO}	順ブレイクオーバー電圧	ゲート開放、接合部温度、順阻止状態などの指定条件において、陽極と陰極間の順方向阻止電圧を大きくしていったとき、導通状態にスイッチする陽極電圧の値。	forward break over voltage, gate open
V _{FM}	せん頭順電圧	導通状態において、陽極から陰極に流れる順方向電流によって、陽極と陰極間に生ずる電圧のせん頭値。	peak on state voltage
v _F	瞬時順電圧	導通状態において、陽極から陰極に流れる順方向電流によって、陽極と陰極間に生ずる電圧降下の瞬時値。	instantaneous on state voltage
V _{FO}	順阻止電圧	順阻止状態で、ゲート開放における陽極と陰極間に加えられる順電圧。	forward off state voltage, gate open
V _{FOM}	せん頭順阻止電圧	ゲート開放、指定条件のもとに過渡電圧をも含む順阻止電圧の瞬時値。この電圧で素子は導通状態にならない。定格せん頭順阻止電圧はその最大許容値。	peak off-state voltage, gate open
V _{GNT}	非トリガゲート電圧		non-trigger gate current, dc
V _{ROM}	せん頭逆電圧	ゲート開放で陽極と陰極間に印加される逆電圧のせん頭値。定格せん頭逆電圧はその最大許容値。	peak reverse voltage, gate open
V _{ROM} (non-rep)	定格過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし)	ゲート開放、指定の時間のもとで、陽極陰極間にくり返しなしにかけられる逆電圧の最大許容値。	non-repetitive peak reverse voltage, gate open
V _{GFM}	せん頭順ゲート電圧	ゲートと陰極端子間の順電圧のせん頭値。定格せん頭順ゲート電圧のときはその最大許容値。	peak forward gate voltage
v _{GF}	瞬時順ゲート電圧	ゲートと陰極端子間の順電圧の瞬時値。	instantaneous forward gate voltage
V _{GRM}	せん頭逆ゲート電圧	ゲートと陰極端子間の逆電圧のせん頭値。定格せん頭逆ゲート電圧はその最大許容値。	peak reverse gate voltage
V _{GT}	直流トリガゲート電圧	直流トリガゲート電流を流したときの導通状態になる直前のゲート電圧。	gate trigger voltage, dc
P _{GM}	せん頭ゲート電力	ゲートと陰極間に順方向または逆方向の電圧を印加したときの電力損失のせん頭値。定格せん頭ゲート電力はその最大許容値。	peak gate power dissipation
P _{GA V}	平均ゲート電力	ゲートと陰極間に順方向または逆方向の電圧を印加したときの平均電力損失。定格平均ゲート電力はその最大許容値。	average gate power dissipation
P _{FA V}	平均電力損失	陽極から陰極へ順電流を流したときの電力損失の平均値。	average forward power dissipation
t _d	遅れ時間	t _{on} の項参照	delay time
t _{off}	ターンオフ時間	指定の回路と温度条件で順方向に導通したあと、導通状態の順電流がシャ断されて再び順方向阻止特性を回復し、ゲートが順阻止特性の制御能力を回復するまでの時間。	turn-off time
t _{on}	ターンオン時間	電流がその最終値の10%に到達した時点から、陽極電圧が最初の値の10%に低下するまでの時間。またゲート電流通電後陽極電圧が最初の90%に下がるに要する時間を遅れ時間 (t _d) といい、90%から10%に下がるに要する時間を立ち上り時間 (t _r) という。これらの関係は t _{on} = t _d + t _r である。	turn-on time

R_{GK}	ゲート・カソード間抵抗		resistance in circuit between gate and cathode
R_L	負荷抵抗	陽極と電源間に直列に入れる抵抗	load resistance
dv/dt	順電圧上昇率	順方向阻止電圧の上昇速度を表わし、限界値を越えるとせん頭順阻止電圧に影響することがあり、この場合の順阻止耐圧は定格値より下がってしまう。この限界 dv/dt_c は、接合部温度、ゲートインピーダンスまたはゲートバイアス条件、印加する順阻止電圧のせん頭値等により影響を受ける。	critical rate of rise of forward blocking voltage
di/dt	順電流上昇率	順方向導通電流の上昇率（立上り速度）。ターンオン時において限界値以上に達すると、制御整流素子内部の局部加熱で永久破損を起こすことがあり、限界値を越えるような場合は、適当なインピーダンスで制限する必要がある。	critical rate of rise of on-state current
dir/dt	逆電流変化率		critical rate of rise of reverse current
Q_r	逆回復電荷		reverse recovery charge
F	圧接力		mounting force

注 制御整流素子の記号中の添字で、0に替えてXが入った場合は、ゲートと陰極間に指定のバイアスまたはインピーダンスの接続された場合を示す。（例 $I_{F0M} \rightarrow I_{FXM}$, $V_{R0} \rightarrow V_{RX}$ など）

8. 双方向サイリスタ Bi-directional thyristor

Symbol	項目	定義または説明	Term
I_{DRM}	せん頭漏れ電流	規定の接合部温度で、せん頭阻止電圧を印加したときの電流値。	peak off-state current
i_G	瞬時ゲート電流		instantaneous gate current
I_{GT}	トリガ・ゲート電流	接合部温度および T-1・T-2 端子間電圧等を規定の条件とし、導通状態にするに必要な直流ゲート電流。	gate trigger current, dc
I_H	保持電流	ゲート開放で、T-1・T-2 端子間負荷抵抗および接合部温度等を規定条件とし、導通状態を保つに必要な最小直流電流値。	holding current, dc
I_{TM}	通電電流		peak on-state current
$I_{T(RMS)}$	実効通電電流	50Hz または 60Hz 正弦波 360° 通電時の最大許容実効電流値。	rms on-state current
i_T	瞬時電流		instantaneous on state current
I_{TSM}	サージ電流	50Hz または 60Hz 正弦波で、くり返しのない1サイクル電流の最大許容値。	peak one full cycle on-state surge current
P_{GAV}	平均ゲート許容損失	ゲート端子と T-1 端子間電力損失の平均許容値。	average gate power dissipation
P_{GM}	せん頭ゲート許容損失	ゲート端子と T-1 端子間電力損失のせん頭許容値。	peak gate power dissipation
P_{TAV}	平均電力損失		average power dissipation
V_D	オフ状態電圧	直流値	off-state voltage, dc
V_{DM}	せん頭値		peak off-state voltage
V_{DRM}	せん頭阻止電圧	ゲート開放で T-1・T-2 端子間にくり返しかけられる 50Hz または 60Hz 正弦波電圧の最大瞬時値。	repetitive peak off-state voltage
v_G	瞬時ゲート電圧		instantaneous gate voltage
V_{GD}	非トリガ・ゲート電圧	接合部温度および T-1・T-2 端子間電圧等を規定の条件とし、導通状態にならない T-1 端子・ゲート間最大直流電圧。	gate non-trigger voltage, dc
V_{GT}	トリガ・ゲート電圧	接合部温度および T-1・T-2 端子間電圧等を規定の条件とし、導通状態にするに必要な T-1 端子・ゲート間直流電圧	gate trigger voltage, dc
v_T	瞬時電圧降下		instantaneous on-state voltage
V_{TM}	せん頭電圧降下	導通状態において、規定の接合部温度で T-1・T-2 端子間に規定のせん頭電流を流したときの電圧降下のせん頭値。	peak on-state voltage

半導体製品の図式記号

Graphical Symbols for Semiconductor Devices

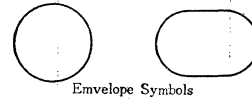
○図式記号中の文字、数字は説明のために付けたもので記号の一部ではありません。これらの文字は下記を表わしています。

In the Graphical Symbol Chart (below), Symbol letters may help to understand the definition of the function of Semiconductors. These are : —

- A : Anode C : Collector G : Gate
- K : Cathode B : Base S : Source
- E : Emitter D : Drain T : Terminal

○外囲器を表わすつぎの記号は混同を生じない場合および素子が外囲器に接続されていない場合は、省略することができます。

The Following Envelope Symbols may be omitted if no confusion would arise or if none of the elements of the device is connected to the envelope.



種類	Description	図式記号 Graphical Symbol
PNPホトトランジスタ	PNP Photo Transistor	
PNPホトトランジスタ	PNP Photo Transistor	
NPNホトトランジスタ	NPN Photo Transistor	
Pチャネル接合形電界効果トランジスタ	P channel Junction Type Field Effect Transistor	
Nチャネル接合形電界効果トランジスタ	N channel Junction Type Field Effect Transistor	
Nチャネル接合形電界効果トランジスタ	N channel Junction Type Field Effect Transistor	
PチャネルMOSエンハンスメント形電界効果トランジスタ	P channel MOS Enhancement Type Field Effect Transistor	
NチャネルMOSエンハンスメント形電界効果トランジスタ	N channel MOS Enhancement Type Field Effect Transistor	
NチャネルMOSエンハンスメント形電界効果トランジスタ	N channel MOS Enhancement Type Field Effect Transistor	
NチャネルMOSディプレッション形電界効果トランジスタ	N channel MOS Depletion Type Field Effect Transistor	
NチャネルMOSディプレッション形電界効果トランジスタ	N channel MOS Depletion Type Field Effect Transistor	
双ゲートNチャネルMOSディプレッション形電界効果トランジスタ	Dual-Gate N channel MOS Depletion Type Field Effect Transistor	

種類	Description	図式記号 Graphical Symbol
ダイオードおよび整流素子(一般)	Diode and Rectifier (General)	
定電圧ダイオードをとくに示すとき	Zener Diode (When necessary)	
可変容量ダイオードおよびバクタダイオードをとくに示すとき	Variable Capacitance Diode and Varactor Diode (When necessary)	
トリガダイオード	Trigger Diode	
発光ダイオード	Light Emitting Diode	
Pゲートサイリスタ(SCR)	P Gate Thyristor (SCR)	
Pゲートサイリスタ(SCR)	Pゲートサイリスタ(SCR)	
双方向サイリスタ	Bi-directional thyristor	
バリスタ	非対称形	asymmetrical
	対称形	Symmetrical
サーミスタ	Thermistor	
PNPトランジスタ	PNP Transistor	
NPNトランジスタ	NPN Transistor	

トランジスタの最大定格について

はじめに

トランジスタに流し得る電流や、印加可能な電圧、電力損失等の最大許容値は最大定格値として定められています。

トランジスタ回路を設計する上で最大定格をよく認識することはトランジスタを有効に働かせる上からも、目標とする稼働時間に十分な信頼度で動作させる上からも、非常に大切なことです。

トランジスタは、従来使用されていた電子管とは材料、構造、動作機構上で基本的に異なっているため、電気的特性や特に最大定格に対する考え方は、電子管とは異なった考え方をしなければなりません。

トランジスタ、ダイオードのような半導体製品の特徴ある性質の一つとして、電気的特性が非常に温度に敏感な事が、最大定格を規定する大きな因子となっています。例えば、トランジスタに一定電圧印加された状態で周囲温度が高くなった場合には、素子の導電率が高くなり電流が増大し、その結果トランジスタに消費される電力が大となり、それがさらに温度上昇の原因となって電流を増加せしめるといった悪循環が生じ遂には、トランジスタを破壊してしまうという結果となります。通常トランジスタの最大定格を規定する場合には、トランジスタの接合部に許容し得る温度と、規定の動作状態で上昇する接合部温度を常に念頭においています。

最大定格値は、トランジスタの寿命と信頼度を保証するために越えてはならない最大値であり、これらの値は構成している素材や設計、製造条件によって規制され、トランジスタの形によって値を異にしています。また最大定格としては絶対最大定格の考え方を採用しています。

絶対最大定格とは、瞬時といえども動作中に定格値を越えてはならないとするもので、また二項目以上規格が定められているとき、どの二つの規格も同時にトランジスタに供給することはできません。

最大定格値として定められるべき主な項目は、トランジスタのエミッタ、ベース、コレクタ各部の電流、各端子間電圧、電力損失、接合部温度、保存温度等です。これらの特性は相互に密接な関係があるので個々別々に考えることはできず、また外部回路条件によっても異なります。

1. 電圧 定 格

トランジスタはエミッタ、ベースおよびコレクタのうち、いずれか1端子を共通端子として入出力回路を構成します。従って電圧定格もコレクタ・ベース間電圧 V_{CB} 、コレクタ・エミッタ間電圧 V_{CE} およびエミッタ・ベース間電圧 V_{EB} について規定されます。電圧定格を決定する電圧降伏は、トランジスタ固有の特性 (BV_{CBO} , BV_{CEO} など) と入力回路条件に依存する特性 (BV_{CER} , BV_{CEX} など) に分かれ、一般には

回路とトランジスタ固有の特性の両者の関数となります。

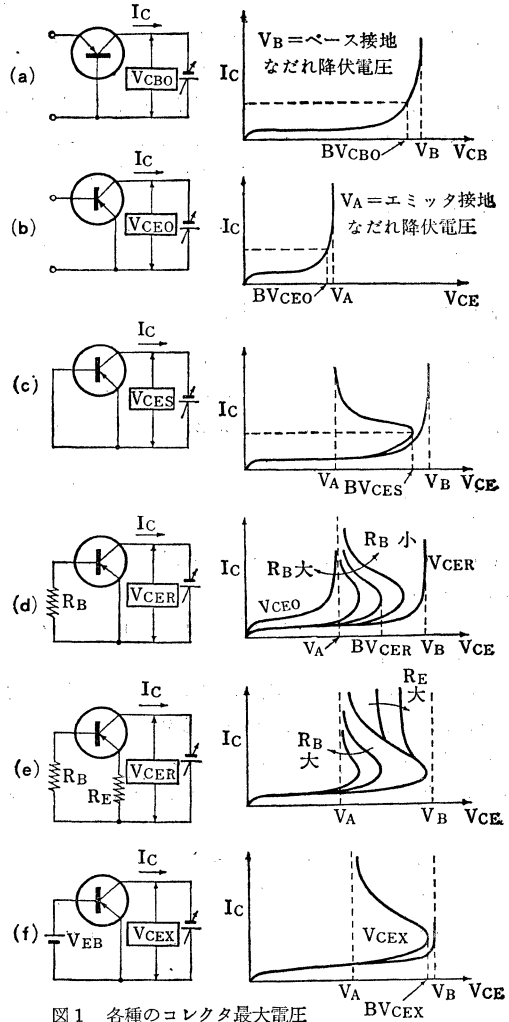


図1 各種のコレクタ最大電圧

通常、ベース接地、またはエミッタ接地でトランジスタを動作させますので、問題になるのはコレクタ電圧定格です。これらを図1に示します。また文章で説明しますと、次のようになります。

BV_{CBO} : エミッタ開放でのコレクタ・ベース間最大電圧

BV_{CES} : エミッタ・ベース間短絡でのコレクタ・エミッタ間最大電圧

BV_{CER} : エミッタ・ベース間を抵抗 R で接続した場合のコレクタ・エミッタ間最大電圧

BV_{CEO} : ベース開放でのコレクタ・エミッタ間最大電圧

BV_{CEX} : エミッタ・ベース間を逆バイアスした場合のコレクタ・エミッタ間最大電圧

これらコレクタ電圧の間の大小関係を示しますと、 $BV_{CBO} > BV_{CEX} > BV_{CES} > BV_{CER} > BV_{CEO}$ となりますが、 BV_{CBO} と BV_{CES} は大きな差異はありません。

これら電圧定格の大小，回路条件による変化，物理的の意味等について述べます。

2. ベース接地コレクタ最大電圧

2.1. エミッタ開放ベース接地コレクタ最大電圧 BV_{CBO}

—ベース接地なだれ降伏電圧 V_B —

BV_{CBO} はコレクタ・ベース間ダイオードの特性と等価です。コレクタ・ベース間に逆電圧を印加すると，コレクタ・ベース間には I_{CBO} (エミッタ・ベース間の場合には I_{EBO}) として次の電流が流れます。

$$I = I_S \left[\exp\left(\frac{qV}{kT}\right) - 1 \right] + I_L \quad (1)$$

ここに $I_S = q \left[\frac{D_p}{L_p} p_n + \frac{D_n}{L_n} n_p \right]$ は熱的に発生する自由なキャリアによる電流 (飽和電流)， I_L は PN 接合表面での漏れ電流です。 D_n, D_p = 電子，正孔の拡散定数。 L_n, L_p = 電子，正孔の拡散長。 $p_n, n_p = N$ 形領域の正孔濃度と P 形領域の電子濃度。

熱的に発生する電流は印加電圧には殆んど依存せず，温度に対しては指数関数的に増加する特性を示します。実験的には温度 T_1 における $I_{CBO}(T_1)$ に対して，温度 T_2 における $I_{CBO}(T_2)$ は

$$I_{CBO}(T_2) = I_{CBO}(T_1) \exp[a(T_2 - T_1)] \quad (2)$$

で表わされます。

ここに $a = 0.075 \sim 0.1$ で，0.09 か 0.1 を採用します。

一方漏れ電流 I_L は図 2 (a) のように温度依存性がほとんどなく，図 2 (b) のように電圧によって漸増する特性を有しています。どちらが主原因で逆方向電流が生じている

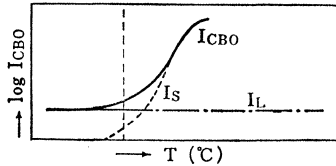


図 2 (a)

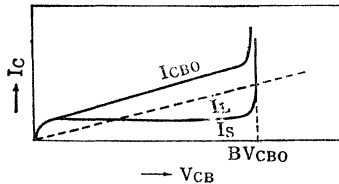


図 2 (b)

かは，温度依存性，電圧依存性を調べることによって知ることができます。 I_{CBO} の値は Ge トランジスタで数 μA ，Si トランジスタではプレーナ化によって nA オーダーとなっています。

トランジスタのコレクタ・ベース間にさらに，電圧を印加すると，コレクタ接合の空乏層がコレクタおよびベース

両方向 (主に抵抗の高い方へ) に拡大します。この空乏層にかなりの高電界が存在するようになりますと，熱的に発生した電子・正孔が高いエネルギーを得て，トランジスタ材料である Ge または Si の結晶格子点に束縛されている価電子 (Ge, Si 原子の一番外側の電子) をはじき出し，多量の自由キャリアを生じさせる「なだれ現象」が起ります，

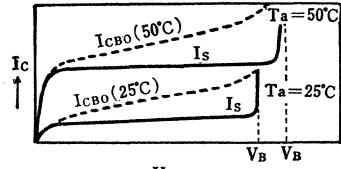


図 2 (c)

「なだれ現象」による降伏をなだれ降伏 avalanche breakdown, それによる増倍作用をなだれ増倍 avalanche multiplication といいます。

(注) このなだれ降伏は 6~7V 以上で支配的で，6V 以下で支配的となるツェナー降伏とは本質的に異なります。ツェナー状態では，伝導帯の自由電子によって電流が流れるのではないため増倍作用は起りません。ツェナー降伏のキャリアはすべて強電界中での価電子帯から伝導帯へのトンネル現象によって生じたものです。

なだれ増倍を考えた場合，接合形トランジスタ，ダイオードに対して，なだれによる増倍係数 M は実験的に次式で与えられます。

$$M = \frac{1}{1 - \left(\frac{V_{CB}}{V_B}\right)^n} \quad (3)$$

ここで， V_B = 真のなだれ降伏電圧， V_{CB} = コレクタ・ベース間印加電圧であり， n の値は Ge PNP トランジスタで 3~4，NPN で 4~7 程度の値でトランジスタの種類により決定されます。

なだれ現象はトランジスタの最大印加電圧を規定します。 V_B はトランジスタ素材の比抵抗によって決められ，Ge では比抵抗の 0.725 乗，Si ではほぼ，0.63 乗に比例することが実験的に確かめられています。

耐圧の最大値を規定するのは，上述の V_B であるが，ふつうカタログ等の中の最大定格で規定されている最大電圧 BV_{CBO} の値は，ある規定電流値に達する電圧で示されるので， V_B ではなく，一般に $BV_{CBO} < V_B$ です。

降伏電圧の温度係数は，ツェナー降伏の場合禁止帯幅に関係しますので，ツェナー降伏電圧 V_Z の温度依存性は負ですが，なだれ降伏電圧 V_B はキャリアの移動度に関係するので， V_B の温度係数は正となります。

2.2. エミッタ開放でない場合のコレクタ最大電圧， BV_{CBV} 等次にベース接地でエミッタ定電流入力の場合に

$$I_C = \alpha_0 M I_E + M I_{CBO} \quad (4)$$

ここに α_0 はベース接地の電流増幅率です。エミッタ電流 I_E もコレクタしゃ断電流 I_{CBO} も空乏層を横切るため， M で増倍されます。 I_{CBO} のうち漏れ電流 I_L 分は空乏層を横切らないため増倍されないで，今 I_L は無視します。

I_E が I_{CBO} に較べてずっと大きくなる動作点を選ぶと、(4)式は簡単になり

$$I_C \approx \alpha_0 M I_E \quad (5)$$

このとき M は次式で与えられます。

$$M \approx \frac{1}{\alpha_0} \cdot \frac{I_C}{I_E} \quad (6)$$

I_C は M に関係し、 M は V_{CB} に関係しますので、 V_{CB} のある値に対する M の値は(3)式から

$$\log \frac{M-1}{M} = n \log \frac{V_{CB}}{V_B} \quad (7)$$

全対数目盛に目盛ると $(M-1)/M$ と V_{CB} は勾配が n の直線となります。 $(M-1)/M \rightarrow 1$ か $M \rightarrow \infty$ となるとき、 V_{CB} は真のなだれ降伏電圧となります。

(5)式はベース接地では全電流増幅率が $\alpha_0 M (= I_C/I_E)$ で表わされることを示します。 M もこの全電流増幅率 α も α_0 に依存します。 α_0 は

$$\alpha_0 = \beta_0 \gamma \quad (8)$$

ここに β_0 = 伝達率、 γ = エミッタ効率で表わされます。

β_0 はトランジスタのベース領域で起る再結合で決まり、次式で与えられます。

$$\beta_0 = 1 - \frac{1}{2} \left(\frac{W}{L} \right)^2, \quad L = \sqrt{D\tau} \quad (9)$$

ここに W = 有効ベース幅、 L , D , τ = それぞれ少数キャリアの拡散長、拡散定数、寿命です。

γ はエミッタからベースへ注入されるキャリアとベースからエミッタへ注入されるキャリアとの比で、次式で与えられます。

$$\gamma = 1 - \frac{D_b W N_b}{D_e L_b N_e} \quad (10)$$

ここに D_b , D_e = ベース、エミッタ領域の少数キャリアの拡散定数

N_b , N_e = ベース、エミッタ領域のキャリア濃度

実際のトランジスタでは $L \gg W$, $N_e \gg N_b$ としていますので、伝達率 β_0 とエミッタ効率 γ は殆んど1に等しくなります。

ベース接地で、エミッタ電流 I_E = 一定で動作しているトランジスタのコレクタ特性を図3に示します。トランジスタ

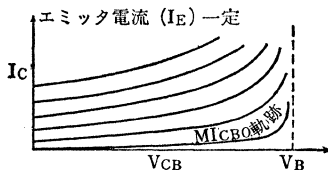


図3 ベース接地のコレクタ出力特性

の全電流増幅率 $\alpha = \alpha_0 M (= \beta_0 \gamma M)$ は、低い電圧では $\beta_0 \gamma \approx 1$ で $M \approx 1$ であるため1に近く、高い電圧では $V_{CB} = V_B$ では $M \rightarrow \infty$ となるのでとなり、 αM は $1 \sim \infty$ まで変化します。

全電流増幅率 $\alpha = \alpha_0 M$ が有限である限り安定に動作し

ますので、ベース接地では、 V_B まで安定に動作します。

3. エミッタ接地コレクタ最大電圧

エミッタ接地でのコレクタ耐圧は、エミッタ接合とコレクタ接合の2つのPN接合にまたがるためにトランジスタの増幅作用が関係し、前述の BV_{CEO} とは基本的に異なります。

この項では BV_{CEO} を規制するエミッタ接地なだれ降伏電圧 V_A :

$$BV_{CEO} \approx V_A = V_B^n \sqrt{1 - \alpha_0}$$

エミッタ・ベース間に抵抗を挿入した場合の逆耐圧 BV_{CER} :

$$BV_{CER} = V_B^n \sqrt{1 - \frac{I_{CBO}(R_B + r_b)}{V_d}}$$

エミッタ・ベース間を逆バイアスした場合の逆耐圧 BV_{CEX} :

$$BV_{CEX} = V_B^n \sqrt{1 - \frac{I_{CBO}(R_B + r_b)}{V_d + V_{EB}}}$$

そして最後にコレクタ・エミッタ間パンチ・スルー電圧 V_{PT} について説明してみましょう。(ここに、 V_B は BV_{CEO} にほぼ等しい)。

3.1. ベース開放エミッタ接地コレクタ最大電圧 BV_{CEO}

——エミッタ接地なだれ降伏電圧 V_A ——

エミッタ接地回路でのなだれ降伏は、エミッタ接地電流増幅率 β が無限大になるコレクタ電圧の点で起ります。

β は α_0 を用いて次式で表わされます。

$$\beta = \frac{\alpha_0 M}{1 - \alpha_0 M} \quad (11)$$

ここで $\alpha_0 M = 1$ になったとき、すなわち $M = 1/\alpha_0 = 1/(\beta_0 \gamma)$ となったとき、 $\beta \rightarrow \infty$ となります。

すなわち、コレクタ電圧 V_{CB} が低い場合はコレクタ電流はほとんどがベースから供給されていますが、 V_{CB} がなだれ現象が起る程度の電圧 V_A になりますと、増倍作用 M によって生ずるキャリアと、エミッタからエミッタ効率 γ で注入され、到達率 β_0 で空乏層に到達した $\gamma \beta_0 = \alpha_0$ なるキャリアの数が等しくなり、コレクタ電流を支えるベース電流が不要となります。このとき $\beta \rightarrow \infty$ となり、なだれ増倍が起ります。

このとき $M = 1/\alpha_0$ ですから(3)式より

$$\alpha_0 = 1 - \left(\frac{V_{CB}}{V_B} \right)^n \quad (12)$$

$\alpha_0 M = 1$ になるコレクタ電圧——エミッタ接地なだれ電圧 V_A ——に対して(12)式をとくと

$$V_A = V_B^n \sqrt{1 - \alpha_0} \quad (13)$$

となります。

V_A よりも小さいコレクタ電圧に対しては、ベース電流 I_B は順方向に流れ β は正です V_A より大きなコレクタ電圧に対してはベース電流は逆方向となり β は負となります。 β と全電流増幅率 α をコレクタ電圧の関数として示したものが図4です。

入力ベース電流一定で、エミッタ接地で動作しているトランジスタのコレクタ電流 I_C は次式で表わされ、この

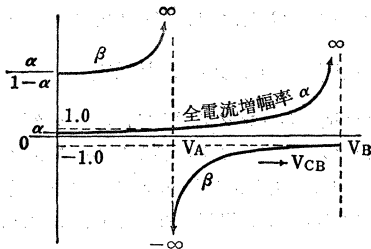


図4 コレクタ電圧の電流増幅率

ような動作状態でのコレクタ特性を図5に示します。

$$I_C = \beta I_B + (\beta + 1) MI_{CBO} \quad (14)$$

図5の曲線の横軸は V_{CB} よりも V_{CE} です。コレクタ電

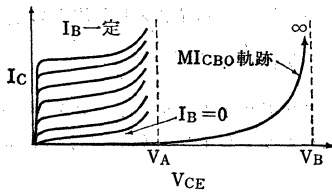


図5 エミッタ接地のコレクタ出力特性

圧が低い場合のほかは V_{CB} でも V_{CE} でも大きな差はなく、またコレクタ電圧が低い場合は、どちらの場合も増倍は無視できます。

3.2. 回路状態の関数としてのエミッタ接地電圧定格

(BV_{CER} , BV_{CES} , BV_{CEO} , BV_{CEX})

ベース接地なだれ降伏，エミッタ接地なだれ降伏につい

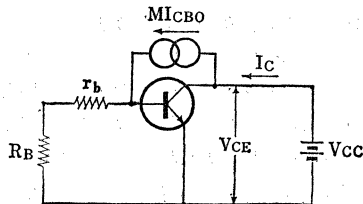


図6 エミッタ・ベース間に抵抗 R_B を挿入した場合

てみてきましたが、トランジスタの電圧降伏は回路状態によって変わってきます。

3.2.1. エミッタ・ベース間に抵抗 R_B を挿入した場合 BV_{CER} BV_{CES}

トランジスタが図6のように入力端子のエミッタ・ベース間に抵抗 R_B を挿入して動作しているとき、コレクタ電流 I_C は、

$$I_{CER} = \frac{MI_{CBO}}{1 - \alpha_N \alpha_I} \left[1 + \frac{\alpha_N (1 - \alpha_I)}{(1 - \alpha_N) + \frac{KT}{q} \cdot \frac{(1 - \alpha_N \alpha_I)}{I_{EBO} R_B}} \right]$$

$$\approx \frac{MI_{CBO} \left(1 + \frac{q}{KT} R_B I_{EBO} \right)}{1 - \alpha_N \alpha_I + \frac{q}{KT} R_B I_{EBO} (1 - \alpha_N)} \quad (15)$$

で示されます。ここに α_N は順接続のベース接地電流増幅率、 α_I は逆接続の値です。各パラメータの測定条件を決めるのが難しいため (15) 式は大体の傾向を示す程度で

す。

全コレクタ漏れ電流、 MI_{CBO} は内部のベース端子で分解され、一部分は内部ベース抵抗 r_b と外挿抵抗 R_B を通って流れ、残りの部分はトランジスタのベースを通して流れ、(15) 式のコレクタ電流 I_{CER} となります。エミッタ・ベース間が順バイアスならば ($r_b + R_B$) を通って流れる電流によって電圧が誘起されます。

エミッタ・ベース間真性ダイオードは普通指数関数的な V - I 特性を示しますが、接触電位 V_d で階段関数的な V - I 特性をもっているとすると、エミッタ順バイアスが正になったときエミッタ注入が起り、コレクタ・エミッタ間電圧降伏が起ります。すなわち、コレクタ電流 I_B が小さいときは大部分がベースから供給されていますが、更に電圧を上げるとベース電流 I_B によるベース抵抗 ($R_B + r_b$) の電圧降下がエミッタを順バイアスにするに足る電位 (V_d 以上) になった時、エミッタから注入が起り、コレクタ電流は大部分がエミッタから供給され、コレクタ・エミッタ間電圧は、エミッタ接地なだれ電圧 V_A まで低下します。このため負性抵抗を生じます。降伏条件は次式で与えられます。

$$MI_{CBO} (R_B + r_b) = V_d \quad (16)$$

M は V_{CB} , V_{CE} に関係するので (16) 式はある V_{CB} に対して、 V_{CE} の関数として求められます。この V_{CE} を BV_{CER} とかくと次式で与えられます。

$$BV_{CER} = V_B^n \sqrt{1 - \frac{I_{CBO} (R_B + r_b)}{V_d}} \quad (17)$$

V_{CER} は R_B に対数的に反比例しますので、 $R_B = 0$ のとき最も高い降伏電圧をもち、この電圧は、ベース・エミッタ間短絡降伏電圧として BV_{CES} で表わします。

ベースが開放の場合 ($R = \infty$ のとき)、トランジスタ動作は β に支配されます。このとき、全漏れ電流 MI_{CBO} はトランジスタのベースを通して流れ $(\beta + 1) \cdot MI_{CBO}$ に等しいコレクタ電流となります。

真性コレクタ電流 I_C'' は真性ベース電流 I_B'' (この場合は MI_{CBO}) の β 倍され、実際に測定される I_C は真性コレクタ電流 + 漏れ電流です。すなわち

$$I_C = I_C'' + MI_{CBO}, \quad I_C'' = \beta I_B'' = \beta MI_{CBO}$$

それゆえ

$$I_C = \beta I_B'' + MI_{CBO} = (\beta + 1) MI_{CBO}$$

降伏電圧の最低値は $\beta \rightarrow \infty$ となるコレクタ・エミッタ間電圧で起り、これは前に述べたように V_A (エミッタ接地なだれ電圧) と定義された電圧です。

そのほかの R_B に対する降伏電圧は V_A よりもすべて大きく V_B より小さく V_A と V_B の間の値をとります。すなわちエミッタ注入がはじまると全電流増幅率 $\alpha (\approx \alpha_0 M)$ は1より大となり β は負になる。図4で V_{CE} が V_A より大なとき、電圧が減少するにつれて β が負に増加することを示しています。降伏点ではエミッタ注入が起り、 I_C

は急に増加します。この増加電流は端子抵抗の存在のためコレクタ電圧を減少させ、 V_c の減少は β と I_c の増加をもたらします。この効果は累積的に起り、負性抵抗特性を示し、 $\beta \rightarrow \infty$ のとき V_A に漸近してきます。

R_B と降伏電圧の特性を図7(a)に示します。図7(b)に BV_{CER} と R_B の関係と I_{CER} と R_B の関係を示してありますがすべて同じ特性を示したものです。

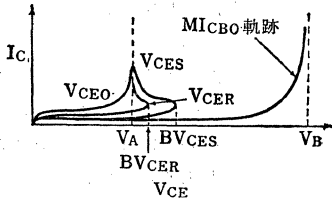


図7(a) R_B と降伏電圧の関係

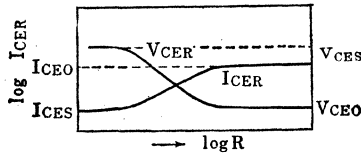


図7(b)

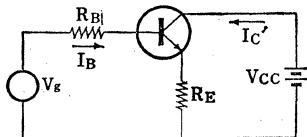


図8 ベース抵抗 R_B とエミッタ抵抗 R_E を挿入した場合

3.2.2. ベースおよびエミッタに抵抗 R_B , R_E を挿入した場合

図8のようにベース抵抗 R_B , エミッタ抵抗 R_E を接続した場合、エミッタ抵抗による負帰還のため、なだれ降伏電圧が大きくなります。

外部エミッタ抵抗 R_E がある場合のコレクタ電流 I_c' は

$$I_c' = \beta I_B' = \frac{\beta R_B}{R_B + (\beta + 1)R_E} \times I_B$$

R_E は I_c' を減少させますのでみかけの電流増幅率 β' は

$$\beta' = \frac{\alpha'}{1 - \alpha'} = \frac{\beta R_B}{R_B + (\beta + 1)R_E}$$

$$\alpha' = \frac{\alpha R}{R_B + R_E} \quad (18)$$

α' の値はベース接地の電流増幅率ではなく、エミッタ接地回路で R_E を用いた場合、例えば、電流源が純粹の定電流ではなく、 R_E 等を挿入する場合に、 R_E による帰還作用を考えた値です。

(13) 式と (18) 式から R_E を挿入した場合のなだれ電圧は、

$$V_A' = V_B^n \sqrt{1 - \frac{\alpha_0 R_B}{R_B + R_E}} \quad (19)$$

(19) 式で表わされるコレクタ特性は図5で示される特性と類似していますが、図1(e)のように R_E によって V_A'

が変化します。

3.2.3. エミッタ・ベース間を逆バイアスした場合 BV_{CEX}

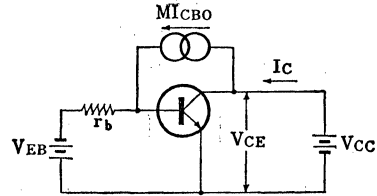


図9 エミッタ・ベース間を逆バイアスした場合

図9のようにエミッタ・ベース間を逆バイアスした場合のコレクタ降伏電圧は BV_{CES} の値以上になります。抵抗 R_B を挿入した場合と同じようにエミッタ順バイアスが接触電位 V_d 以下である限り、エミッタ注入は起りません。MICBO が流れるため、 r_b での電圧降下が、エミッタ・ベース間電圧 V_{EB} と V_d の両者を十分凌駕したとき、注入が起ります。この降伏条件は

$$MI_{CBO} r_b = V_d + V_{EB}$$

で与えられます。

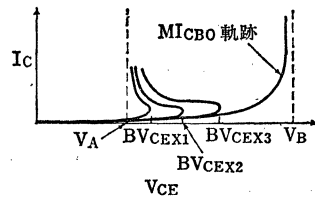


図10 エミッタ・ベース間を逆バイアスしたときのコレクタ出力特性

V_{EB} が増加すると M と V_{CE} の両者の値は増加します。図10は V_{EB} を変えて降伏特性を指示したもので、前述のように $-\beta$ の領域でトランジスタが動作しているとき、負性抵抗が起ります。各特性のピーク値は BV_{CEX} と呼ばれ、次式で与えられます。

$$BV_{CEX} = V_B^n \sqrt{1 - \frac{I_{CBO}(R_B + r_b)}{V_d + V_{EB}}} \quad (21)$$

3.3. バンチ・スルー(突抜け)電圧 V_{PT}

コレクタ接合、エミッタ接合に逆バイアスを印加すると接合部の空乏層が拡大されます。コレクタ電圧を増加し、コレクタ接合部空乏層を拡大して行くと、ついにはエミッタ側空乏層にまで到達します。この現象をコレクタ・エミッタ間突抜け(Punch Through または Reach Through)と呼び、このときのコレクタ電圧をバンチ・スルー電圧 V_{PT} といいます。

V_{PT} は理論的には、

$$V_{PT} = \frac{W^2}{2K\mu\rho_b} \quad [\text{Volt}]$$

ここに K = 誘電率

μ = 移動度

W = ベース幅

ρ_b = ベース比抵抗

実験的には図A, 図B, 図Cの回路で測定されます。

真空管電圧計VVが指示しているベース・エミッタ間電圧 V_{EB} は、 V_{CB} が V_{PT} に達するまでは、ほぼ一定の小さな値をとりますが、 V_{PT} 以上に V_{CB} を増加させると V_{EB} は、ほぼ直線的に増加します。従って、 V_{EB} が増加し始める点の V_{EB} 、 V_{CB} からパンチ・スルー電圧 V_{PT} は次式で求められます。 $V_{PT}=V_{CB}+V_{EB}$

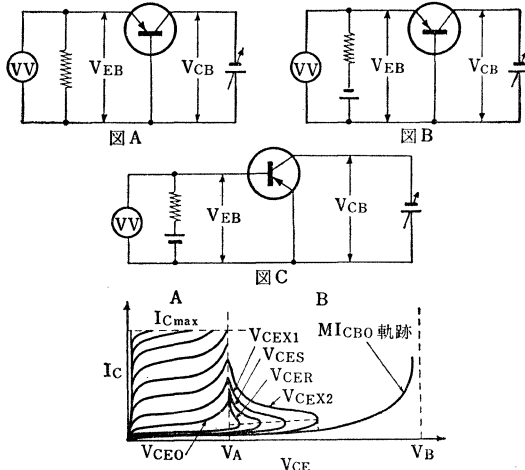


図11 トランジスタの動作領域

3.4. トランジスタの順方向動作領域

トランジスタ特性は一般に図11に示すように2つの動作領域に分けられます。順バイアス領域である領域Aの境界は、エミッタ接地なだれ降伏電圧 V_A とコレクタ最大定格電流で決定されます。

領域Bの負性抵抗の下限は V_A で決定され、上限は入力条件に応じたそれぞれの降伏電圧 BV_{CES} 、 BV_{CER} 、 BV_{CEX} 等で決定されます。なお、その他に動作領域は後に述べる2次降伏に強く規制されます。

エミッタ接地では順バイアス曲線も、逆バイアス曲線も V_A に漸近するので、この V_A の I_C につれての変化がすべての降伏特性を決定します。 BV_{CEO} でも、いくらかでも順バイアスがあると、そのトランジスタには負性抵抗の要素があることとなります。この効果は傾斜接合である大部分の拡散形トランジスタに見られます。合金形トランジスタは階段接合であるため一般には負性抵抗を示しません。が、 r_b の存在のため、 I_B による横方向電圧降下を生じ、これによって順バイアスの部分が生じ、負性抵抗を示すものがあります。

3.5 電圧定格の測定

トランジスタの最大電圧は指定の条件で指定の電極に規定の電流を流したときに指定の電極間に現われる電圧を測定しますが、通常正弦半波(たとえばカーブトレーサ)のせん頭電流値が規定の電流になるように調整して行なうもので、これらの試験を直流で行なうことは素子を熱的に破壊

させるおそれがありますので厳に差し控えて下さい。

4. 熱安定度と放熱設計

一般のカatalog技術資料に表示されている最大定格は通常、常温(室温 $25^{\circ}C$)での値です。従って周囲温度が高い状態で使用する場合とか、接合部温度が最大定格値に近い場合には、Catalogに示されている $25^{\circ}C$ の最大定格値をそのまま適用することはできません。接合部温度の高い状態では I_{CBO} 、 I_{EBO} の増加があり、さらにそれらが接合部温度を高めて I_{CBO} 、 I_{EBO} を増加させるといった悪循環を生じ、ついには熱暴走をひき起こすことがあるので回路設計に際しては熱安定度と放熱を十分考慮しなければなりません。

熱安定度と放熱設計については「トランジスタ回路の熱安定度と放熱設計」を参照してください。

5. 最大電力損失

トランジスタの最大電力損失 P_{cmax} を制限するパラメータの主なものは、熱抵抗 θ と最大許容接合温度 T_{jmax} と周囲温度 T_a です。これらの量は次のような関係にあることはよく知られています。

$$P_{cmax} = \frac{T_{jmax} - T_a}{\theta} \quad (22)$$

従って、ある定められた周囲温度 T_a で P_{cmax} を大にするには、 θ の小さな T_{jmax} の高くとれるトランジスタを使用すればよいことになります。

最大接合部温度 T_{jmax} はトランジスタを構成する材料と信頼度によって規定され単に動作するというだけでなく、劣化、寿命など信頼性との兼ね合いで考えなければなりません。

一般にトランジスタの劣化は接合部温度が高くなるにつれて加速され、平均寿命 L_m (時間)、接合部温度 $T_j(^{\circ}K)$ との間には、A、Bをトランジスタ個有の定数として、次の関係が認められています。

$$\log L_m \approx A + \frac{B}{T_j} \quad (23)$$

従って長期寿命の保証を要するトランジスタでは不良率、信頼度に見合った許容接合部温度の上限を決めており、Geトランジスタでは $75 \sim 90^{\circ}C$ 、Siトランジスタで $100 \sim 150^{\circ}C$ 、表面安定化をしたSiプレーナ形トランジスタで $150 \sim 200^{\circ}C$ の値がとられています。

熱抵抗は熱の移動を電流と同様に考えて図13に示されるような電気的等価回路で表わされます。この図から接合部・外気間の全熱抵抗 θ_{ja} は、

$$\theta_{ja} = \theta_i + \frac{\theta_b(\theta_s + \theta_c + \theta_r)}{\theta_b + \theta_s + \theta_c + \theta_r} \quad (24)$$

放熱器を使用しない場合は、

$$\theta_{ja} = \theta_i + \theta_b \quad (25)$$

図13の放熱等価回路を構成する熱抵抗個々の成分、および(24)式を用いた放熱設計については「トランジスタ回路の

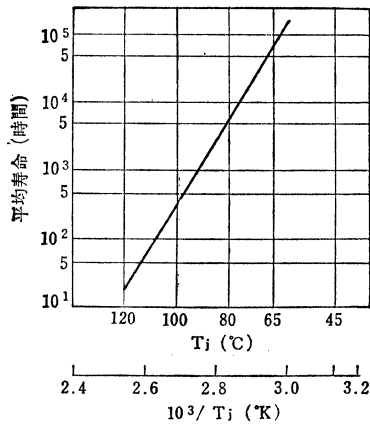
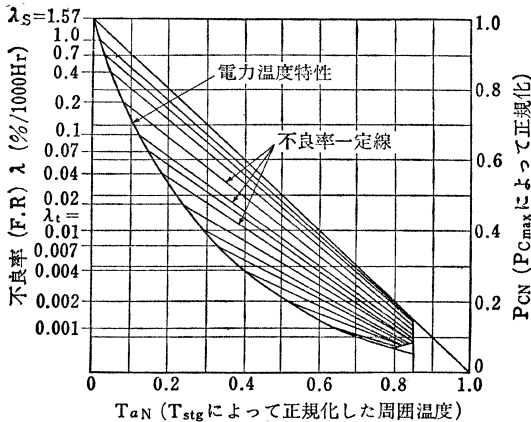


図12(a). トランジスタの寿命と温度の関係



$$(b) \quad T_{aN} = \frac{T_a - 25}{T_{stg} - 25}, \quad PCN = \frac{P_c}{P_{cmax}}$$

λ_s = 強制寿命試験による
 λ_t = 実測

図12(b) パワートランジスタの印加電力と不良率の関係

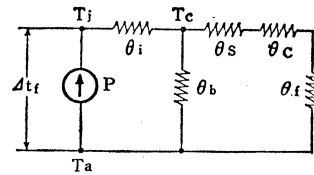
熱安定度と放熱設計」を参照してください。

6. ディレーティング (通減)

トランジスタを用いて回路設計する場合、カタログ表示の最大定格から適当な放熱条件を設定することによって、電圧、電流、電力 (接合部温度) とともに最大定格内の設計をすることができますが、信頼度を考えてディレーティング (通減) して使用するのが普通です。

ディレーティングの方法は電々公社、NHKなど使用基準として仕様書化 (規定) されているものもありますが、信頼性と経済性とのかねあいから、次のようなディレーティングが推奨されています。

- ・電圧：サージを含めた最悪時の電圧が最大定格電圧 (とくに V_{CE0}) の80%以下



θ_i : 内部熱抵抗 (接合部から外圍器まで)
 θ_b : 外部熱抵抗 (外圍器から直接外気まで)
 θ_s : 絶縁板熱抵抗
 θ_c : 接触熱抵抗 (放熱板との接触部での)
 θ_t : 放熱板熱抵抗 (放熱板の外気に対する)

図13 放熱等価回路

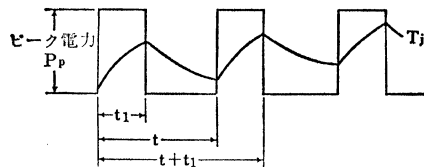


図14 図電力パルスと T_j の応答

- ・電流：サージを含めた最悪時の電流が最大定格電流の80%以下
- ・電力：サージを含めた最悪時の電力が、機器の最大周囲温度におけるディレーティングされた最大許容損失の50%以下
- ・温度：サージ、電流集中等を考慮した状態での動作最大接合部温度 $T_{j(op)max}$ が最大定格の T_{jmax} の70~80%以下

スイッチング回路に使用される場合の電力損失量はサージ等を含めたピークとしての電圧、電流、電力 (接合部温度) は最大定格を越えてはなりません信頼性を加味したディレーティングを考えると平均の損失を考えればよいことになります。トランジスタに図14に示すような短形波パルスが印加されているスイッチング状態では、接合部温度 T_j は、熱時定数だけの出力サイクルに対する遅れを生じ、接合部温度が上昇します。この効果を含めてスイッチング回路における電力損失を考える必要があります。

トランジスタ内部の熱拡散の方程式を熱拡散が一次的に起こるとモデル化して解いていくと、最大接合温度 T_{jmax} と許容電力 P_c との関係は次式で示されます。

$$T_{jmax} = P_c \theta_T \frac{1-a}{1-ab} + T_a \quad (26)$$

ここに

$$a = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{1}{n^2} \exp\left[-\frac{\tau_p}{n^2 \tau_{th}}\right] \quad (27)$$

$$b = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{1}{n^2} \exp\left[-\frac{\tau - \tau_P}{n^2 \tau_{th}}\right] \quad (28)$$

τ_P = パルス幅 [sec]

τ = パルスの繰返し時間 [sec]

$\tau_P/\tau \equiv d$ デューティ・サイクル

τ_{th} = トランジスタの熱時定数 [sec]

θ_T = 全熱抵抗 [$^{\circ}\text{C}/\text{W}$]

この解析では熱伝導のみ考えて、輻射、対流の効果は考えていませんが、これらは実験的に無視できます。

熱抵抗 θ_T と熱時定数 T_{th} を知れば (26) 式から規定される最大接合部温度に対し、トランジスタ内部に消費できる電力がわかります。図15は使用の便のため (26) 式をグラフにしたものです。

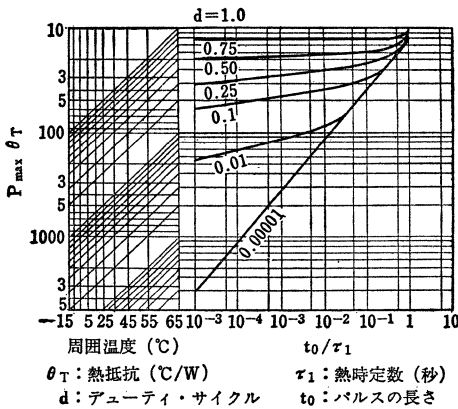


図15 最大許容電力とパルス特性との関係

以上の解析では、スイッチング時間を無視できる場合、すなわちトランジスタ動作が負荷抵抗線上を走行する間に消費

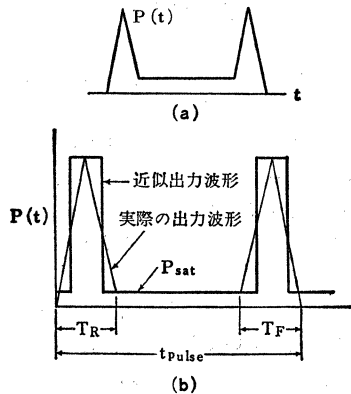


図16

する電力が非常に小さい場合を考えましたが、電力用トランジスタのスイッチング時間は $10\mu\text{sec}$ から数 $10\mu\text{sec}$ 程度あり、その間に消費される電力は無視できません。この時の電

力波形は、飽和スイッチでは図16(a)のようになる。このような場合に図15を用いて P_{cmax} を求めるには立上り、立下りで消費される三角波形の電力を図16(b)のように矩形波に近似して求めることができます。このときには

$$\tau_P = \frac{1}{2} T_R = \frac{1}{2} T_F$$

(もし $T_R \neq T_F$ の場合はどちらか大きい方を採用します)

$$d = \frac{(1/2) T_R}{t_{pulse}} \quad T_a' = P_{sat} \cdot \theta_T + T_a$$

として前述同様の手続きで図15から P_{cmax} を求めることができます。

代表的トランジスタの熱時定数をあげると次表のようになります。

	θ_i [$^{\circ}\text{C}/\text{W}$]	T_{jmax} [$^{\circ}\text{C}$]	τ_{th} [ms]
2SA538	910	75	10~20
2SC497	208	150	2~3
2SC510	188	175	2~3
2SC520A	2.5 ϕ	150	8~15

ϕ : 無限大放熱板

τ_{th} : 平均的実験値 θ_i, T_{jmax} : カタログ定格値

7. 回路上の問題とその保護対策

一般にトランジスタおよびトランジスタ機器の信頼度は、トランジスタ自身の特性による以外に使用回路によって影響を受けます。入力回路条件によってトランジスタの最大コレクタ電圧が影響されることはすでに電圧定格の項で説明しましたのでここでは負荷回路によってトランジスタ動作がどのように影響されるかについて述べ、その保護対策の例を示します。

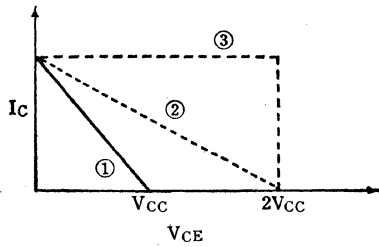
トランジスタの劣化、破壊などは負荷インピーダンスが抵抗性であるかリアクタンス性であるか、またリアクタンス性でも周波数が高いか低いか、動作条件 (A級, B級, C級, Single End, Push-Pull 等) はどうか等で大きく左右されます。

またトランジスタ自体の2次降伏 (S/B) 特性や熱暴走の問題もありますが、これらも結局は回路構成と動作条件の結びつきで発生する問題です。

図17はB級の理想的負荷線である。抵抗負荷の場合コレクタ損失の瞬時値は最大出力の20%以下ですが、リアクタンス負荷の場合最大瞬間損失は低周波の場合、全負荷の100%、高周波の場合400%以上にも達します。

さらに飽和電圧、エミッタ抵抗、負荷および電源電圧の変動、リップルなどの2次効果を考えますと、電源電圧を40~60%増に考えた上で、損失は200~250%、 V_{CB} は電源電圧の3倍程度必要とみるべきです。

A級での高周波の過渡電圧は、供給電圧の30倍にも達することがあり、 μsec 程度の短期間ですが、電力損失が平均の



- ① 理想的な抵抗負荷
- ② 最も Severe なリアクタンス負荷 (低周波)
- ③ " (高周波)

図17 B級理想的負荷曲線

40倍にも達して、トランジスタを破壊してしまうことがあるので注意を要します。

上のような過渡現象によるトランジスタの破壊を防止するため、 P_{cmax} の大きなトランジスタや、 $V_{CE(sat)}$ のよいもの、周波数特性のよいトランジスタを選んで用いることはもちろんですが、図18に示すような回路による保護が考えられます。

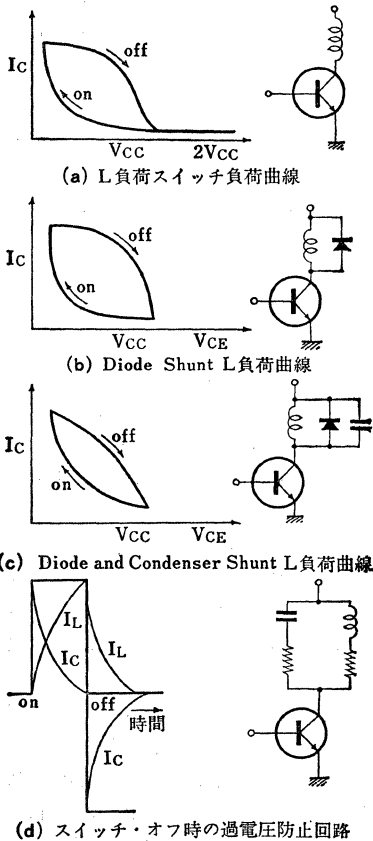


図18 リアクタンス負荷による過電圧、過電流の保護回路

東芝通信工業用トランジスタ

はじめに

通信、計測、医用電子、制御機器など通信工業用電子装置は、ラジオ受信機、テレビ受像機のような娯楽用機器とは異なり、とくに高い動作信頼度が望まれます。これは機器の故障が、ぼう大な経済的損失や社会的に重大な問題、ときに人命に関するようなことがありうるためであり、また機器が、振動、衝撃などの機械的刺激や、高、低温度、湿度などの苛酷な外的変化に対しても所期の目的どおりの動作を行なうことが要求されるためです。

このような通信工業用装置に使用される半導体素子には、おのずから、要求される環境条件において長期にわたる安定性と互換性と高い信頼度を有することが望まれます。このような要求が満足されるように設計製造されたのが、東芝通信工業用トランジスタです。

東芝通信工業用トランジスタは、部品材料の厳選、信頼度を折込んだ設計、製造技術の確立、厳重な工程管理、品質管理によって初特性がすぐれているばかりでなく、信頼度を確認する数多くの試験検査とあいまって、高い信頼度が保証されています。

1. 東芝通信工業用トランジスタの分類

東芝通信工業用トランジスタは、通信工業用専用トランジスタと通信工業用グリーン・トランジスタの2つに分類されます。

1.1. 通信工業用トランジスタ

通信工業用専用トランジスタは過酷な環境条件、使用条件に耐え得る構造に設計され、安定した製造技術により、厳重な工程管理、品質管理のもとに、効果的なデバッキング、エージングを経て信頼性が製造工程において製品につくりこまれています。米国軍用規格(MIL規格)に準拠した試験検査を実施、その品質を確認しています。

またトランジスタの基本的特性である電流増幅率 h_{FE} または h_{fe} 、FETの基本特性であるドレイン電流 I_{DSS} については回路設計の便と互換性のため細分し、分類表示をしています。

1.2. 通信工業用グリーン・トランジスタ

一般品と同一形名ですが特に通信工業用としての信頼性を維持するため、製造工程において温度サイクルおよび加熱エージングまたは電力エージングを施し、特性を安定化し、初期不良を除去、不良率を低減させてあるばかりでなく、試験検査面においても通信工業用トランジスタとほぼ同一水準で取扱われています。

通信工業用グリーン・トランジスタは形名の末尾に④をつけて呼称し、一般品と区別するとともに、現品表示にはGeトランジスタは捺印マークを緑色とし、Siトランジスタは2SC372④のように④を現品につけて表示しています。

2. 東芝通信工業用トランジスタの特色

東芝通信工業用トランジスタは、

- ・長期間の使用でも特性変動が少なく、平均寿命が長い。
- ・初期不良発生率が低い。
- ・振動、衝撃、温湿度変化など耐環境性がすぐれている。
- ・互換性が容易

などの特徴を持たせるため、部品材料の精密試験から出荷検査に至るまで特別の注意が払われています。

1) 設計、製造技術面では

A. 機械的に堅牢です。

- (a) 低重心でリークのない外囲器の採用
- (b) 小形、堅牢を目標とする内部構造
- (c) 必要な場合にはヘッダーに直接ベレットを溶着するフィックスド・ベッド方式の採用
- (d) 超音波ボンディング方式によるアルミニウム細線のボンディング

B. 動作特性の安定化を図っています。

- (a) 部品材料の適正な選択と安定化处理
- (b) 表面安定化处理工程の導入とマウント処理工程の自動完全管理化
- (c) 封入ガスの吟味
- (d) 抵抗溶接法による完全なハーメティック・シールの採用
- (e) 効果的なデバッキングとエージングの採用

2) 品質管理、工程管理面では、

高い信頼度を保証し、かつ均一な品質を維持するため、部品材料から、製造、試験検査の工程および設備まで厳重な工程管理と品質管理を適用し、とくに客観性のある管理標準に基いて管理されています。

- (a) 部品材料の指示とその細部標準
- (b) 工程の指示と、作業の細部標準
- (c) 設備の指示と、その保守管理方法：チェックおよび定期点検
- (d) 各工程における作業記録およびチェック
- (e) 各工程における検査および管理用データの記録
- (f) 各工程におけるロット経歴を明確にする記録の作成など、各工程における管理方法、記録方式、担当が明確化されています。

この管理方法も一点だけでなく、直接製造工程における第1次管理、現場の品質担当者が工程作業等第1次管理の実施を確かめるための第2次管理、さらに製品の製造工程に対して客観的な立場にある部門によって行なわれる第3次管理と3段階に重ねて管理しています。

3) 試験検査面では

通信工業用としての品質を確認、保証するために、製造

ロット毎に、ロット品質保証試験（倉入検査）、定期的に信頼度試験（精密試験）を行なっています。また開発段階においては段階に応じて設計形式試験、品質形式試験を実施し、これに合格してはじめて標準品として製造を行なうなど、きわめて厳しい試験検査を体系づけています。

A. ロット品質保証試験（倉入検査）

初特性試験、外観試験、および倉入寿命試験の3試験によって構成され、製造工程を終了したすべての製品に適用されます。品質管理部門に持込まれた製品は、品種および製造された日により一母体として「日ロット」を構成し、これより前記の3つの試験を MIL-S-19500D の LTPD 方式に従って抜き取り、合格の場合は「品質保証」のマークが貼付され、倉入されます。

なお保証方式を従来の AQL 方式から LTPD 方式に改訂したのにもない、数値的には AQL で表わした数値の約10倍程度大きくなってきますが、検査レベルはさらに厳しくなっております（解説参照）。

○ 初特性試験

個別試験規格にしたがって、倉入試験として定められた特性項目について試験し、定められた規格値内に入っていることを確認する試験です。

この検査における品質の確認は規定の LTPD (Lot Tolerance Percent Defective) に従っています。この LTPD は一般民生用と通信工業用で異なりますが、通信工業用としては原則として下記の値で保証しています。

項目	LTPD
致命不良項目（オープン、ショート等）	1.5%
重不良項目（ I_{CBO} 、 I_{EBO} 、 h_{FE} 等）	5%
軽不良項目（その他の一般特性）	10%

初特性試験の項目は、個別試験に定められ、試験方法は別にトランジスタ電気的試験法として定められています。

この試験法は、原則的に MIL-STD-202 D「電子部品および電気部品の試験法」に準拠し、詳細については MIL-STD-750 B「半導体装置試験法」に準拠しています。

○ 外観検査

マーク規格、外観寸法規格を含んだ最終製品規格にしたがって検査されます。外観試験の許容品質水準は、初特性の重不良項目と同じく、LTPD 5%でおさえられています。

○ 倉入寿命試験

連続動作寿命試験および高温放置寿命試験あるいは、高温高湿試験を実施しています。試験時間は原則として、168時間としていますが、許容品質水準は試験時間によって異なり、下記の値で、判定を行なうことを原則としています。

試験時間	LTPD
168 hrs	5%
500 hrs	15%
1000 hrs	30%

B. 信頼度試験（精密検査）

精密検査では、倉入検査で実施が困難な長期間における寿命試験や、強制劣化試験、破壊試験を行なって、長期間にわたって、外的条件の過酷な変化に耐え、安定な動作を行なう品質にあるかどうかを試験します。これらは、初特性試験、寸法外観試験、長期寿命試験、環境試験、機械的試験にわかれていて、通信工業用では原則として3～6ヶ月に1回、ファミリーごとを実施しています。

○ 初特性試験

個別カタログに定められている全項目が試験されますが、方法、条件、許容品質水準は倉入試験の初特性試験の場合と同様です。

○ 寸法、外観試験

定められたマーク規格、寸法外観規格、および最終製品規格に合うかどうかを検査されます。

○ 長期寿命試験

最小1,000時間より20,000時間程度まで、通信工業用素子の最大定格値に相当する印加条件で寿命試験が行なわれ、長期間の品質の状態が検査されています。

(a) 連続動作寿命試験

通常室温 ($T_a = 25 \pm 1.5^\circ\text{C}$) で最大許容損失 ($P_{C\max}$) の電力を印加します。

(b) 高温高湿寿命試験

通常 $T_a = 80 \pm 5^\circ\text{C}$ 、 $RH = 90 \pm 5\%$ または $T_a = 60 \pm 5^\circ\text{C}$ 、 $RH = 90 \pm 5\%$ の条件で放置されます。

(c) 常温放置寿命試験

すべての寿命試験、環境試験、機械的試験の評価基準となるもので、室温 ($T_a = 25 \pm 1.5^\circ\text{C}$) に放置されます。

(d) 高温放置寿命試験

素子の最高許容保存温度に放置しますが、温度条件は、材料、構造によって異なり、通常次の値がとられています。

シリコンプレーナ形	$175 \pm 5^\circ\text{C}$
シリコンメサ形	$150 \pm 5^\circ\text{C}$
シリコンエポキシ封止形	$125 \pm 5^\circ\text{C}$
ゲルマニウムトランジスタ全品種	$75 \sim 85 \pm 5^\circ\text{C}$

(e) 低温放置寿命試験

素子の最低許容保存温度 ($T_a = -55 \sim -65 \pm 5^\circ\text{C}$) に放置されます。

○ 環境試験、機械的試験

環境試験、機械的試験は主として下記のような試験が行なわれます。

- (a) 気密試験
ヘリウムリークディテクタまたはラジフロによって、素子の封止に異常のないことを確認します。
- (b) ハンダ浸け加熱試験
通常 $260 \pm 5^\circ\text{C}$ のハンダにリード線を素子より規定された寸法だけ間隔をとって10秒浸し、ハンダ付作業によって特性変化のないことを確認します。
- (c) 温度サイクル試験
 -65°C または -55°C と最大許容温度とを通常5回交互にくり返し、温度変化に対して素子の特性変化のないことを確認します。
- (d) 熱衝撃試験
 100°C の温水中と 0°C の冷水中の間を3秒以下の遷移時間で交互に5回くり返し、急激な温度変化に対して異常の生じないことを確認します。
- (e) 耐湿性試験
相対湿度90~95%で温度 65°C と 25°C との間を10回交互にくり返し、高温高温条件において、異常のないことを確認します。
- (f) 高温および低温動作試験
高温および低温で動作させ常温にもどった時に特性に異常なく動作することを確認します。
- (g) 塩水噴霧試験
 35°C の槽中に5%の食塩水の霧を発生させ、その中に24~48時間放置し、外囲器の被覆が完全であることを確認します。
- (h) 重量試験
重量を測定し、規定された重量で製造されていることを確認します。
- (i) 落下試験
通常75cmの高さから、木板上に3回自然落下させ、外部、内部および特性に異常のないことを確認します。
- (j) 衝撃試験
品種によって異なるが、通常最大加速度500~1500G 加速時間0.5~1msを各3方向に数回加え、電気的特性、機械的構造に異常のないことを確認します。
- (k) 一定加速度試験
品種によって異なるが、通常5000~20000Gの遠心加速度を各3方向に各1~10分印加し、電気的特性、機械的構造に異常のないことを確認します。
- (l) 振動(疲労)試験
 $60 \pm 20\text{eps}$ $10 \sim 20\text{G}$ の振動を各3方向に規定の時間印加し、規定された周波数の振動による影響のないことを確認します。
- (m) 振動(周波数変化)試験
通常せん頭加速度が20G、周波数が100から2000Hzまで変化する振動を各3方向規定時間印加し、規定周波

数領域内の振動による影響のないことを確認します。

- (n) 導入線疲労試験
導入線を正常の状態から根元より90度規定の回数折りまげ導入線の折損のないことを確認します。
- (o) 端子強度(折曲げ、荷重、トルク)試験
端子を折曲げ、または規定の荷重を印加して引張り、または端子の取付けてある面内で軸方向に規定のトルクを印加し、破損や折損のないことを確認します。
- (p) ハンダなじみ試験
素子の導入線をフラックスを使用して、 230°C のハンダの中に10秒浸し、ハンダが全体の95%以上なめらかにつくことを確認します。
- (q) 減圧試験
指定の低圧において、高空においても安定な動作を行なうことを確認します。

【解説】AQLとLTPDの違い

従来は品質保証の基準としてAQLがよく使われていましたが、最近LTPDで表わすことが多くなっています。その理由は、消費者保護という立場から発しているものと考えます。AQLは受入(可能)品質水準(Acceptable Quality Level)のことで、AQLの値程度以下の不良混入率であれば殆ど合格するがこの値以上の不良率のものは不合格になる場合が多いという検査です。従ってどの程度の不良混入率のロットが入りうるかは抜取数、合格判定個数を調べてみないと判りません。これに対してLTPDはロット許容不良率(Lot Tolerance-Percent Defective)のことで、一つ一つのロットを考へてもLTPDの値の不良率以上のロットは合格していることが殆んどないということになります。言いかえるとAQLはこの程度の不良は混入しているという値で、LTPDはこ値以上の不良の混入は先ずないという考え方の差を表わしています。以下具体的にもう少し詳しく述べると、抜取検査においてある母体ロットの不良率がPであるとき、そのロットが合格する確率L(P)は図1の如くPと関係があります。これが抜取検査の特性曲線(OC Curve)と呼ばれ、不良率0なるロットは必ず合格し、不良率1なるロットは必ず不合格となるから不良率が増すほど合格しにくくなり、グラフは右下がりとなり抜取数および合格判定個数で波形が変化してきます。OCカーブから明らかなように抜取検査を行なう以上不良率が低いときにロットが不合格となり、不良率が高いときにロットが合格となることもたまに起こることがあります。不良率の低いロットが不合格になると生産者のlossが大きくなり、不良率の高いロットが合格になると買い手のlossが大きくなります。従って生産者は特性曲線の左上の部分に、買い手は右下の部分に関心が深いと言えます。今一つのOCカーブについて、 $L(P)=0.95$ となる不良率($P_{0.95}$)、即ちロットの合格率が95%であるような不良

率および $L(P)=0.10$ となる不良率($P_{0.10}$), すなわちロットの合格率が10%であるような不良率を目やすにすることにしますと, $P_{0.95}$ 以下の不良率で生産してあれば, そのOCカーブを使った抜取検査でロットが不合格となる確率(生産者危険)は5%以下であり, $P_{0.10}$ 以上の不良率を持つロットが合格してくる確率(消費者危険)は10%以下

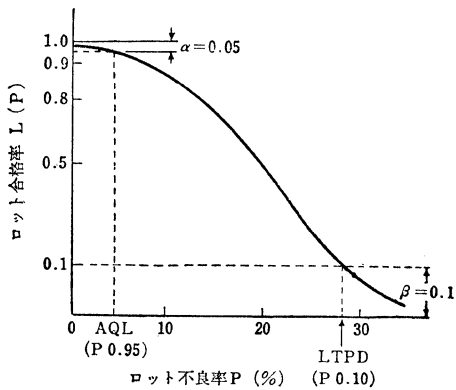


図1

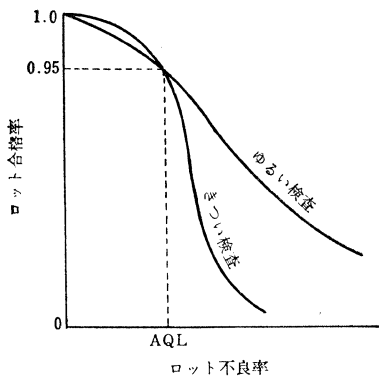


図2 AQL検査方式

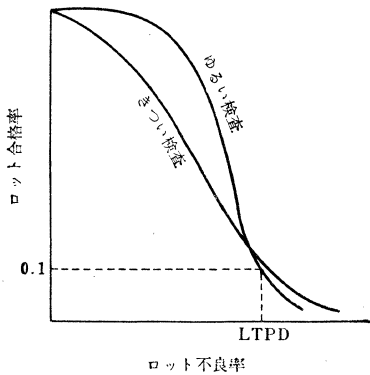


図3 LTPD検査方式

であることとなります。 $P_{0.95}$ を合格水準(AQL), $P_{0.10}$ を合格水準(LTPD)と呼びます。

OCカーブは抜取本数(n)および合格判定個数(C)で変化してきますが, AQL方式では図2のごとくAQLの点をおさえたOCカーブを用い, LTPD方式では図3のごとくLTPDの点をおさえたOCカーブを用います。従ってAQL方式では同じAQLの数値を使っても不良率の大きなロットでも合格する確率の大きくなるような抜取方式も用いることができることになり, 消費者危険が大きくなる可能性があります。

一方LTPD方式では許容不良数 C_{max} さえおさえておけば抜取方式によって不良率の大きなロットの合格する確率を大きくすることはできず, 消費者危険が増えることはありませんから安心して使うことができます。

トランジスタのパラメータ

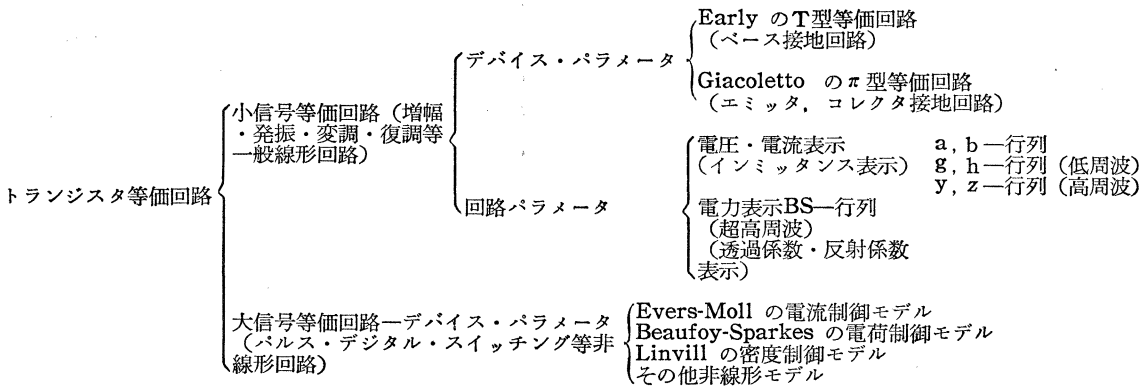
トランジスタの等価パラメータには、素子の内部動作機構と密接に対応するデバイスパラメータと、トランジスタを一つの端子回路網とみなし、マトリックスで表示された回路パラメータとがあります。

また、取り扱う信号（振幅）の大小により、小信号等価回路（アナログ回路）と大信号等価回路（デジタル回路）とに

分類されます。

このように等価回路には非常に多くのものが発表されており、回路設計者は各種等価回路の適用範囲および使用限界に充分注意して、使用することが必要です。表1に現在よく用いられている等価回路の一覧表を示しますが、ここでは一般的な小信号等価回路について説明します。

表1 トランジスタ等価回路一覧表



1. デバイス・パラメータ

1.1 Early の T型等価回路

図1にEarly のT型等価回路を示します。

図1において、

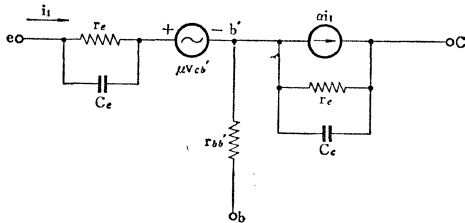


図1 Early の T型等価回路

エミッタ抵抗 r_e

エミッタベース接合の順方向抵抗で、次式によって表わされます。

$$r_e = \frac{kT}{qI_E} \dots \dots \dots (1)$$

k : ボルツマン定数 ($1.38 \times 10^{-23} \text{J}/^\circ\text{K}$)

T : 絶体温度

q : 電子の電荷量 ($1.60 \times 10^{-16} \text{C}$)

I_E : エミッタ電流

常温 (300°K)では、エミッタ電流をmAで表わすと(1)式は次のようになります。

$$r_e = \frac{26}{I_E(\text{mA})} (\Omega) \dots \dots \dots (2)$$

エミッタ容量 C_e

エミッタベース接合の空乏層容量と拡散容量との和として表わされます。一般に空乏層容量は拡散容量に比較して非常に小さく、無視できます。空乏層容量 C_{Te} 、拡散容量 C_{De} は次式で表わされます。

$$C_{Te} = A_e \sqrt{\frac{1}{2} \frac{eqn_N}{\phi_0 - V_{b'e}}} \dots \dots \dots (3)$$

A_e : エミッタ接合面積

e : 誘電率

n_N : 高比抵抗側の多数キャリア濃度 (この場合は NPN)

ϕ_0 : 接触電位差 (平衡時の電位障壁)

$V_{b'e}$: 接合の両端にかかる電位

$$C_{De} = \frac{qI_E w^2}{2kTD} \dots \dots \dots (4)$$

w : ベース幅

D : 少数キャリアのベース領域における拡散係数

電圧帰還率 (Early 定数) μ

Early 効果として知られている定数で、ベース幅変調パラメータです。

$$\mu = \frac{kT d_c}{3qw(\phi_0 - V_{b'e})} \dots \dots \dots (5)$$

d_c : コレクタ空乏層の幅

コレクタ抵抗 r_c

これも一種のベース幅変調パラメータで、次式で表わされます。

$$r_c = \frac{1}{I_E \left(\frac{\partial \alpha}{\partial V_{b'e}} \right)} \dots\dots\dots(6)$$

r_c の値は通常1~2M Ω 程度です。

コレクタ容量 C_c

エミッタ容量と同じく、コレクタベース接合の空乏層容量と拡散容量の和で表わされますが、一般に拡散容量は空乏層容量に比較して非常に小さく、無視してさしつかえない。空乏層容量は次式で表わされます。

$$C_{TC} = A_c \sqrt[3]{\frac{\epsilon^2 q a}{12(\phi_0 - V_{b'e})}} \dots\dots\dots(7)$$

A_c : コレクタ接合面積

a : 不純物濃度勾配

$V_{b'e}$: コレクタ接合にかかる電位

通常1~10PFの値を示します。

直流電流増幅率 α 。

EarlyのT型パラメータの中、周波数依存性を認めている唯一のパラメータであり、次式で表わされます。

$$\alpha = \frac{\alpha_0}{1 + j \frac{f}{f_\alpha}} \dots\dots\dots(8)$$

α_0 : 低周波における α の値

f_α : α が断周波数(α が α_0 より3ab低下する周波数)

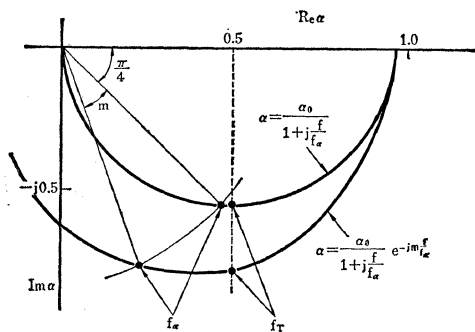


図2 α の周波数軌跡

図2に α の周波数軌跡を示します。ところが実際に α を測定すると、周波数が f_α に近づくにしたがって理論値と実測値とのずれが大きくなってきます。これはEarlyの等価回路が物理現象の第1次近似であるためです。これを補正するためThomas-Mollは余剰位相 m を導入し、次式を与えています。

$$\alpha = \frac{\alpha_0}{1 + j \frac{f}{f_\alpha}} e^{-jm \frac{f}{f_\alpha}} \dots\dots\dots(9)$$

上式は周波数が f_α よりも低いところで実測値とよく一致します。

ベース拡がり抵抗 $r_{bb'}$

実際にトランジスタ作用に寄与するベース領域の中心から外部ベース端子までの抵抗であり、トランジスタの形状寸法およびベースの比抵抗等によって決定されます。

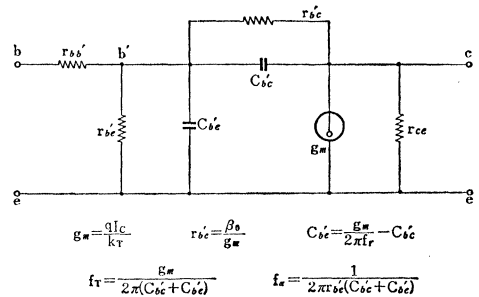


図3 π 型等価回路および主要関係式

1.2. Giacomettoの π 型等価回路

図3に π 型等価回路を示します。この等価回路は本質的には前述したEarlyのT型等価回路に等しいものです。EarlyのT型等価回路との差異は、各パラメータが原則的には、周波数特性を持たないという点です。

各パラメータの物理的意味も理解しやすく、一般的に広く用いられています。実際に回路計算に用いる場合には、周波数範囲等を考慮し、図3の基本型を多少簡略化して用いるのが便利でしょう。

2. 回路パラメータ

2.1. インミッタンス表示

トランジスタを一つの4端子回路網(2端子対回路網)とみなし、その物理的性質とは無関係に、端子の電気的特性のみによって記述する方法です。

入力の電圧、電流と出力の電圧、電流との電係を示すマトリックスには、表1に示すように、6つの型(a, b, g, h, y, z行列)があります。この中比較的良好に用いられるのがhパラメータとyパラメータです。

図4、図5にhパラメータおよびyパラメータの定義を示します。エミッタ接地およびベース接地の区別はi, r, f, oの後にeまたはbを付けて表示しています。

各パラメータの物理的意味は図4、図5の定義からも明

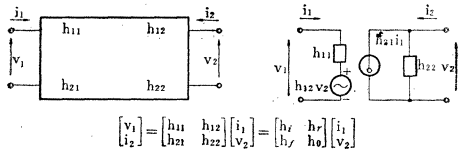


図4 hパラメータによる回路表示

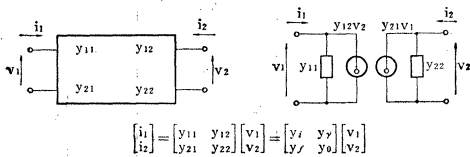


図5 yパラメータによる回路表示

らかですが、次に示すような内容もっています。

- h_i : 入力インピーダンス
- h_r : 逆方向電圧帰還率
- h_f : 順方向電流増幅率
- h_o : 出力アドミッタンス
- y_i : 入力アドミッタンス

- y_r : 逆方向伝達アドミッタンス
- y_f : 順方向伝達アドミッタンス
- y_o : 出力アドミッタンス

上記2つのパラメータ表示で、hパラメータは低周波領域において、Yパラメータは高周波領域において用いられることが多い。

2.2. 電力表示

導波管、空洞共振器等マイクロ波回路における波の反射、伝達等の現象はS行列（散乱行列）を用いて取り扱うのが一般的です。

半導体製品の周波数限界が拡大するにつれて、その回路表示にもS行列が使用されることがあります。

S行列の定義は図6に示す。各パラメータの物理的意味は次に示す内容を持っています。

- S_{11} : 入力反射係数
- S_{12} : 逆方向透過係数

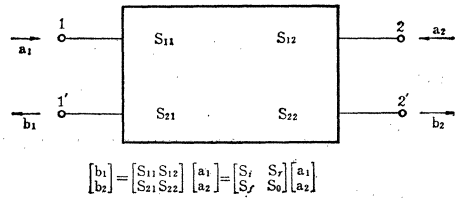


図6

表2 各パラメータの相互変換表

	[H]	[Y]	[S]
[H]	$\begin{matrix} h_i & h_r \\ h_f & h_o \end{matrix}$	$\begin{matrix} \frac{1}{y_i} & -\frac{y_r}{y_i} \\ \frac{y_f}{y_i} & \frac{y_i y_o - y_r y_f}{y_i} \end{matrix}$	$\begin{matrix} \frac{(1+S_i)(1+S_o) - S_r S_f}{(1-S_i)(1+S_o) + S_r S_f} & \frac{2S_r}{(1-S_i)(1+S_o) + S_r S_f} \\ \frac{-2S_r}{(1-S_i)(1+S_o) + S_r S_f} & \frac{(1-S_o)(1-S_i) - S_r S_f}{(1-S_i)(1+S_o) + S_r S_f} \end{matrix}$
[Y]	$\begin{matrix} \frac{1}{h_i} & -\frac{h_r}{h_i} \\ \frac{h_f}{h_i} & \frac{h_i h_o - h_r h_f}{h_i} \end{matrix}$	$\begin{matrix} y_i & y_r \\ y_f & y_o \end{matrix}$	$\begin{matrix} \frac{(1+S_o)(1-S_i) + S_r S_f}{(1+S_i)(1+S_o) - S_r S_f} & \frac{-2S_r}{(1+S_i)(1+S_o) - S_r S_f} \\ \frac{-2S_r}{(1+S_i)(1+S_o) - S_r S_f} & \frac{(1+S_i)(1-S_o) + S_r S_f}{(1+S_i)(1+S_o) - S_r S_f} \end{matrix}$
[S]	$\begin{matrix} \frac{(h_i-1)(h_o+1) - h_r h_f}{(h_i+1)(h_o+1) - h_r h_f} & \frac{2h_r}{(h_i+1)(h_o+1) - h_r h_f} \\ \frac{-2h_f}{(h_i+1)(h_o+1) - h_r h_f} & \frac{(1+h_i)(1-h_o) + h_r h_f}{(h_i+1)(h_o+1) - h_r h_f} \end{matrix}$	$\begin{matrix} \frac{(1-y_i)(1+y_o) + y_r y_f}{(1+y_i)(1+y_o) - y_r y_f} & \frac{-2y_r}{(1+y_i)(1+y_o) - y_r y_f} \\ \frac{-2y_f}{(1+y_i)(1+y_o) - y_r y_f} & \frac{(1+y_i)(1-y_o) + y_r y_f}{(1+y_i)(1+y_o) - y_r y_f} \end{matrix}$	$\begin{matrix} S_i & S_r \\ S_r & S_o \end{matrix}$

表3 hおよびyパラメータの接地変換表

ベース接地→エミッタ接地	エミッタ接地→ベース接地
$h_{te} = \frac{1}{A}(h_{tb}) \doteq h_{tb}/(1+h_{rb})$	$h_{tb} = \frac{1}{B}(h_{te}) \doteq h_{te}/(1+h_{fe})$
$h_{re} = \frac{1}{A}(\Delta_b^h - h_{rb}) \doteq \{h_{tb}h_{ob}/(1+h_{rb})\} - h_{rb}$	$h_{rb} = \frac{1}{B}(\Delta_e^h - h_{re}) \doteq \{h_{te}h_{oe}/(1+h_{fe})\} - h_{re}$
$h_{fe} = \frac{-1}{A}(h_{fb} + \Delta_b^h) \doteq -h_{fb}/(1+h_{fb})$	$h_{fb} = \frac{-1}{B}(h_{fe} + \Delta_e^h) \doteq -h_{fe}/(1+h_{fe})$
$h_{ob} = \frac{1}{A}(h_{ob}) \doteq h_{ob}/(1+h_{rb})$	$h_{ob} = \frac{1}{B}(h_{oe}) \doteq h_{oe}/(1+h_{fe})$
$Y_{te} = Y_{tb} + Y_{fb} + Y_{rb} + Y_{ob} \doteq Y_{tb} + Y_{fb}$	$Y_{tb} = Y_{te} + Y_{fe} + Y_{re} + Y_{oe} \doteq Y_{te} + Y_{fe}$
$Y_{re} = -(Y_{rb} + Y_{ob})$	$Y_{rb} = -(Y_{re} + Y_{oe})$
$Y_{fe} = -(Y_{fb} + Y_{ob}) \doteq -Y_{fb}$	$Y_{fb} = -(Y_{fe} + Y_{oe}) \doteq -Y_{fe}$
$Y_{oe} = Y_{ob}$	$Y_{ob} = Y_{oe}$

ただし $A = 1 + h_{fb} + h_{tb}h_{ob} - h_{rb}h_{fb} - h_{rb}$ $B = 1 + h_{fe} + h_{te}h_{oe} - h_{re}h_{fe} - h_{re}$ $\Delta_b^h = h_{tb}h_{ob} - h_{rb}h_{fb}$
 $\Delta_e^h = h_{te}h_{oe} - h_{re}h_{fe}$

表4 hパラメータのT型パラメータによる表示

	ベース接地		エミッタ接地
h_{tb}	$\frac{r_e + r_{bb'} \left[(1 - \alpha_o) + j \frac{f}{f_\alpha} \right]}{1 + j(f/f_\alpha)}$	h_{te}	$r_{bb'} + \frac{r_e}{(1 - \alpha_o) + j(f/f_\alpha)}$
h_{rb}	$j2\pi f C_c r_{bb'}$	h_{re}	$2\pi f_\alpha C_e r_e \frac{j \frac{f}{f_\alpha}}{(1 - \alpha_o) + j(f/f_\alpha)}$
h_{fb}	$\frac{-\alpha_o}{1 + j(f/f_\alpha)}$	h_{fe}	$\frac{\alpha_o}{(1 - \alpha_o) + j(f/f_\alpha)}$
h_{ob}	$j2\pi f C_c$	h_{oe}	$2\pi f_\alpha C_e \frac{j \frac{f}{f_\alpha} \left(1 + j \frac{f}{f_\alpha} \right)}{(1 - \alpha_o) + j(f/f_\alpha)}$

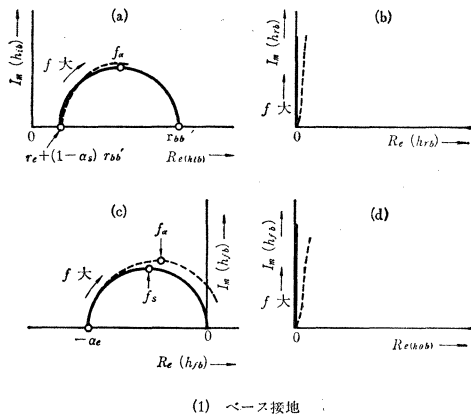
表5 yパラメータのT型パラメータによる表示

	ベース接地		エミッタ接地
y_{tb}	$\frac{1 + j \frac{f}{f_\alpha}}{r_e + j r_{bb'} \frac{f}{f_\alpha}}$	y_{te}	$\frac{(1 - \alpha_o) + j \frac{f}{f_\alpha}}{r_e + j r_{bb'} \frac{f}{f_\alpha}}$
y_{rb}	$-2\pi f_\alpha C_c \frac{j \frac{f}{f_\alpha} \left(1 + j \frac{f}{f_\alpha} \right)}{\frac{r_e}{r_{bb'}} + j \frac{f}{f_\alpha}}$	y_{re}	$-2\pi f_\alpha C_e \frac{r_e}{r_{bb'}} \frac{j \frac{f}{f_\alpha}}{\frac{r_e}{r_{bb'}} + j \frac{f}{f_\alpha}}$
y_{fb}	$-\frac{\alpha_o}{r_e + j r_{bb'} \frac{f}{f_\alpha}}$	y_{fe}	$\frac{\alpha_o}{r_e + j r_{bb'} \frac{f}{f_\alpha}}$
y_{ob}	$2\pi f_\alpha C_c \frac{j \frac{f}{f_\alpha} \left(1 + \frac{r_e}{r_{bb'}} + j \frac{f}{f_\alpha} \right)}{\frac{r_e}{r_{bb'}} + j \frac{f}{f_\alpha}}$	y_{oe}	y_{ob} に同じ

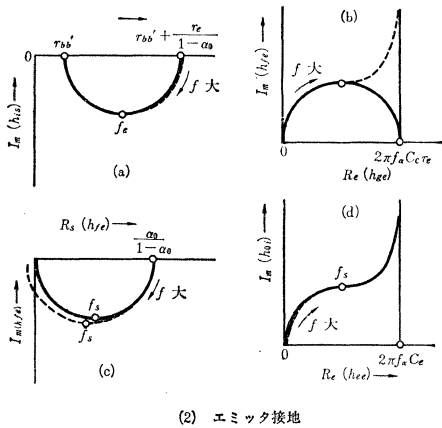
S₂₁: 順方向透過係数

S₂₂: 出力反射係数

トランジスタの接地方法により、eまたはbを付して表示するのはyパラメータ、hパラメータの時と同じです。



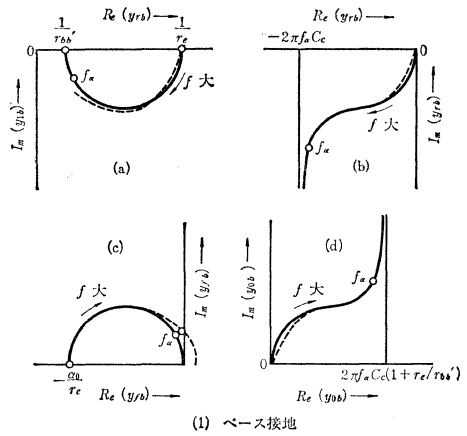
(1) ベース接地



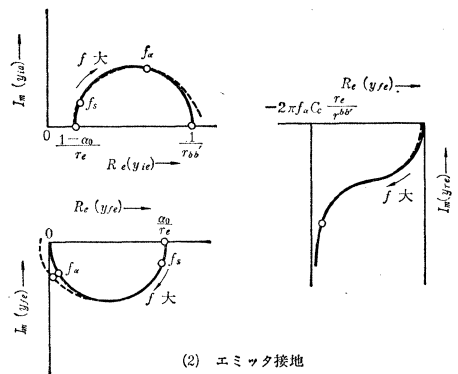
(2) エミッタ接地

図7 hパラメータの周波数軌跡

デバイスパラメータおよび回路パラメータ相互の関連、接地変換などについては表2および表3を参照されたい。図7、図8は表4、表5より得られるhパラメータおよびyパラメータの周波数軌跡を示したものです。



(1) ベース接地



(2) エミッタ接地

図8 yパラメータの周波数軌跡

上述した各パラメータは動作点、温度等によって変動するものであり、回路設計者は、その大体の傾向をつかんで設計する必要があります。

トランジスタ回路の熱安定度と放熱設計

はじめに

トランジスタを機器に応用する場合、熱暴走 (Thermal-runaway) や信頼性の点から熱的取扱いには十分注意する必要があります。特に電力損失により接合部にて発生する熱の放散については、トランジスタの機能および寿命の点から重要となります。たとえばトランジスタの寿命は、接合部の温度上昇にともない指数関数的に短くなるうえ、極端な場合には、周囲温度の上昇のみで熱暴走する危険もあります。

したがって接合部の温度上昇を定格内にとどめるため、さらには信頼性向上を目的としたディレーティングを行なうための放熱については細心の注意をはらって設計しなければなりません。

ここでは 1. で熱安定度についての考え方を、また 2. で熱抵抗と放熱器の大きさについて述べてあります。

実際の回路の設計にあたっては、1.1 のチャート図1, 図2を用いて熱安定度についての考慮をほらい、必要な安定係数 S および全体の熱抵抗 θ_{ja} を求めることができます。

つぎに 1.2 を参考にしてバイアス回路を設計します。なおパワー・トランジスタの場合は 2.1~2.3 を参照にして、放熱器を決めることができます。

(注) 放熱設計にあたっては、次の項もあわせて参照してください。

1. アクセサリについて
2. 東芝放熱フィン

1. 熱安定度

1.1. 熱安定度と最大許容コレクタ損失

トランジスタを用いて、機器を設計する場合、後章で述べる最大定格の許容コレクタ損失のみ考慮しても、バイアス回路の熱安定度が不安定な設計では、周囲温度の上昇にともない熱暴走 (Thermal-runaway) を起こし、トランジスタを破壊することがあります。したがって設計にあたっては、放熱について十分注意する必要がありますが、回路の熱安定度についても、考慮しなければなりません。

(1) 安定係数 S と最大許容コレクタ損失 $P_{c \max}$ との関係
バイアス回路の安定係数 S は

$$S = \frac{\partial I_C}{\partial I_{CBO}} \dots \dots \dots (1)$$

で定義されます。すなわち温度により、コレクタシャ断電流 I_{CBO} に変化が生じたときのコレクタ電流 I_C の変化量を示します。

トランジスタ・パラメータでもっとも温度の影響を受けるものは、コレクタシャ断電流 I_{CBO} とベース・エミッタ間電圧 V_{BE} です。これらは温度の関数として次のように表わされます。

$$I_{CBO} = I_{CBO(O)} e^{K(T-T_0)} \dots \dots \dots (2)$$

$$I_E = I_{CBO} e^{\frac{q}{kT} V_{BE}} \dots \dots \dots (3)$$

ただし、 $I_{CBO(O)}$: 基準温度 T_0 のコレクタシャ断電流
 K : 半導体物質のエネルギー・ギャップの関数で I_{CBO} の温度係数、一般に $0.07(\text{Si}) \sim 0.09/^\circ\text{C}(\text{Ge})$

q : 電荷
 k : ボルツマン定数
 T : 絶対温度

いま接合部に印加されている損失を P_c とし、なんらかの原因でこの損失分に ΔP_c だけの変動が生じたとします。このため接合部に $\Delta P_c \theta_{ja}$ の温度変化が起こります。 $(\theta_{ja}$ は後章で述べる接合部から外気までの熱抵抗)。この結果 I_{CBO} , V_{BE} に変化が起こり、この変化分 ΔI_{CBO} , ΔV_{BE} によりコレクタ電流はそれぞれ $S \Delta I_{CBO}$, $gm \Delta V_{BE}$ の

変化を生じます (トランジスタの gm は $gm = \frac{\partial I_C}{\partial V_{BE}}$ で定義されます)。この変化分による損失の変動分が先に生じた ΔP_c より大きい場合は、温度上昇が続いて起こるので、これより小さくしなければなりません。すなわち

$$\Delta P_c \geq V_C (S \Delta I_{CBO} + gm \Delta V_{BE}) \dots \dots \dots (4)$$

ただし、 V_C : コレクタ印加電圧
 であれば安定すると考えられます。

(4) 式は変形して

$$V_C \cdot S \cdot \frac{\Delta I_{CBO}}{\Delta P_c} + V_C \cdot gm \frac{\Delta V_{BE}}{\Delta P_c} \leq 1 \dots \dots \dots (5)$$

$\Delta T = \Delta P_c \cdot \theta_{ja}$ と考えられますので (2) 式を P_c で微分すれば

$$\frac{\Delta I_{CBO}}{\Delta P_c} = \frac{\Delta I_{CBO}}{\Delta T} \cdot \frac{\Delta T}{\Delta P_c} = K \cdot \theta_{ja} \cdot I_{CBO(O)} e^{K(T-T_0+P_c \theta_{ja})} \dots \dots \dots (6)$$

(3) 式をエミッタ電流 I_E が一定となるようにして V_{BE} の温度特性を求めると

$$\frac{\Delta V_{BE}}{\Delta T} \doteq -\frac{KkT}{q} \doteq -2.0 \times 10^{-3} \text{ V}/^\circ\text{C} \dots (7)$$

(トランジスタによってほとんど変わりません)

したがって

$$\frac{\Delta V_{BE}}{\Delta P_c} = \frac{\Delta V_{BE}}{\Delta T} \cdot \frac{\Delta T}{\Delta P_c} \doteq -2.0 \times 10^{-3} \times \theta_{ja} \dots (8)$$

(6) と (8) 式を (5) 式に代入して

$$V_C \cdot S \cdot K \cdot \theta_{ja} \cdot I_{CBO(O)} e^{K(T-T_0+P_c \theta_{ja})} - 2.0 \times 10^{-3} \cdot \theta_{ja} \cdot V_C \cdot gm \leq 1 \dots \dots \dots (9)$$

ただし、 $T - T_0 + \theta_{ja} P_c \leq T_{j \max} - T_0$

すなわち (9) 式が満足されれば回路は安定であると考えられます。しかし (9) 式は複雑で実用的ではありません。そこで S の定義の中で V_{BE} の変化に対する I_C の変化

分も含めて考えますと (9) 式の第2項は省略して考えても十分実用的です。すなわち (9) 式を簡略化して、

$$V_C \cdot K \cdot \theta_{ja} \cdot S \cdot I_{CBO(O)} e^{K(T - T_0 + P_C \cdot \theta_{ja})} \leq 1 \dots (10)$$

$$T - T_0 + P_C \theta_{ja} \leq T_{jmax} - T_0$$

ここで臨界電圧 V_{crit} を次のように定義します。

$$V_{crit} = \frac{1}{K \cdot \theta_{ja} \cdot S \cdot I_{CBO(O)}} \dots (11)$$

(11) 式を (10) 式に代入しますと

$$\frac{V_C}{V_{crit}} e^{K(T - T_0 + P_C \cdot \theta_{ja})} \leq 1 \dots (12)$$

変形して、 $K=0.08$ 基準温度 (周囲温度) $T_0=25^\circ\text{C}$ とすると、

$$P_C \cdot \theta_{ja} + T - 25 \leq -29 \log \frac{V_C}{V_{crit}} \dots (13)$$

即ち (11)(13) 式が回路の安定条件を与える式となります。

(11) 式 (13) 式を計算することは非常に複雑になりますので図式化したものが図1, 図2です。図1は (13) 式を、 $T_a + P_C \theta_{ja} \leq T_{jmax}$ の条件で一般化したものです。図2は (11) 式を示すものです。許容コレクタ損失と安定度係数の関係は図1, 図2を併用すれば求められます

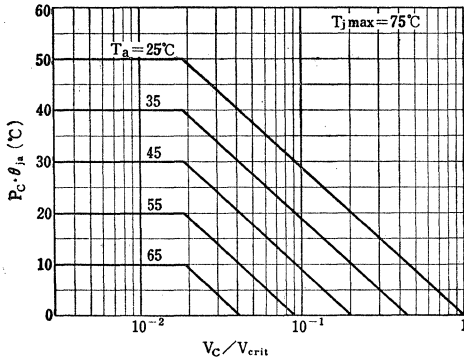


図1(a) $P_C \cdot \theta_{ja} = -29 \log \frac{V_C}{V_{crit}} - (T_a - 25)$
 $T_a + P_C \cdot \theta_{ja} \leq T_{jmax}$

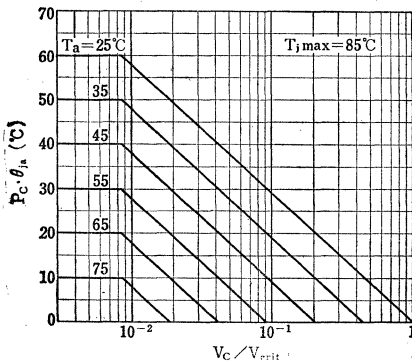


図1(b) $P_C \cdot \theta_{ja} = -29 \log \frac{V_C}{V_{crit}} - (T_a - 25)$
 $T_a + P_C \cdot \theta_{ja} \leq T_{jmax}$

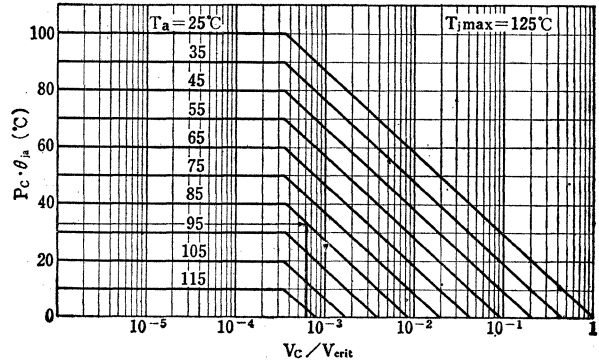


図1(c) $P_C \cdot \theta_{ja} = -29 \log \frac{V_C}{V_{crit}} - (T_a - 25)$
 $T_a + P_C \cdot \theta_{ja} \leq T_{jmax}$

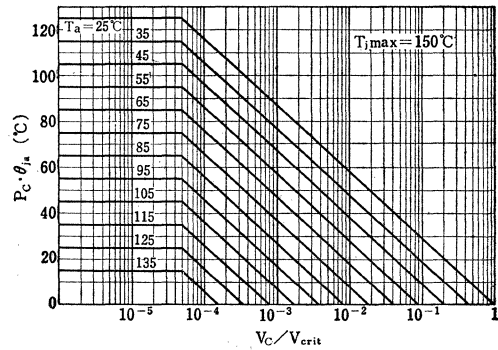


図1(d) $P_C \cdot \theta_{ja} = -29 \log \frac{V_C}{V_{crit}} - (T_a - 25)$
 $T_a + P_C \cdot \theta_{ja} \leq T_{jmax}$

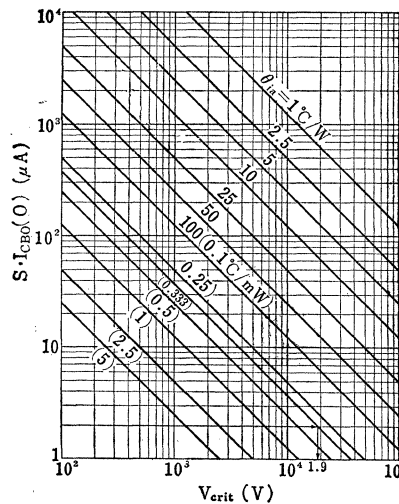


図2 $V_{crit} \cdot S \cdot I_{CBO(O)} = \frac{1}{K \cdot \theta_{ja}}$ ($K=0.08$)

(2) 計算図表

図1, 図2の使い方を次に示します。たとえば, 所要最大損失がわかっている, 安定度を求める場合, まず図1で所要最大損失と熱抵抗の積から接合部上昇温度を縦軸に求

め、その点から横線に平行に線を引き、使用周囲温度の線と交る点から垂線を下し、横軸との交点を読みます。この値は、実際に印加する電圧と臨界電圧の比ですから、実際電圧の値とこの値とから臨界電圧を求めます。臨界電圧 (V_{crit}) はこの電圧以上が印加されただけで Runaway を起こす電圧です。

つぎに図2で横軸に、臨界電圧の値をとり垂線を引き、熱抵抗線と交る点から横軸と平行線を引き、縦軸に得られた値が $S \cdot I_{CBO}$ の値です。安定係数はこの値に I_{CBO} を代入すれば得られますが、一般に I_{CBO} は最大値を考えた方が安全です。

例.1 2SB463[Ⓢ] を用い、電源電圧 $V_C=12V$ 、消費電力 $P_{dc}=1.5W$ の機器を設計した。回路の安定係数はいくらに選べばよいか。なお、放熱器は $100 \times 100 \times 2mm$ アルミニウム板を用い、周囲温度 $T_a=55^\circ C$ まで動作させた。

解 まず熱抵抗を求める。2SB463[Ⓢ] $P_C=6W$ ($T_C=25^\circ C$) $T_{jmax}=85^\circ C$ であるから後章より

$$\theta_a = \frac{T_{jmax} - T_a}{P_C} = \frac{85 - 25}{6} = 10^\circ C/W$$

また $100 \times 100 \times 2mm$ アルミニウム放熱器の熱抵抗は $\theta_f=5.5^\circ C/W$ である。マイラーを用いて絶縁するとすれば、取付熱抵抗 $\theta_c + \theta_s = 1^\circ C/W$ である。

ゆえに全熱抵抗 θ_{ja} は

$$\theta_{ja} = \theta_i + \theta_c + \theta_s + \theta_f = 10 + 1 + 5.5 = 16.4^\circ C/W$$

接合部の温度上昇は $P_{dc} \cdot \theta_{ja} = 1.5 \times 16.4 = 24.6^\circ C$

図1 (b) より $P_{dc} \cdot \theta_{ja} = 24.6^\circ C$ を縦軸にとり横軸に平行線を引き、 $T_a=55^\circ C$ の線との交点より垂線を立て、横軸の交点 V_C/V_{crit} の値を読むと 1.4×10^{-2} である。

これより $V_{crit} = \frac{V_C}{1.4 \times 10^{-2}} = \frac{12}{1.4 \times 10^{-2}} \approx 860(V)$ である。

次に図2の $V_{crit}=860(V)$ と $\theta_{ja}=16.4^\circ C/W$ より、 $S \cdot I_{CBO} \approx 900(\mu A)$ 2SB463[Ⓢ] の $I_{CBO}=70\mu A$ max であるから $S \approx 13$ すなわち回路の安定係数は13以下に選ぶ必要がある。

例.2 2SC735 を用い、電源電圧 $V_C=12V$ 、消費電力 $100mW$ 回路の安定係数 $S=20$ に設計する周囲温度は何度まで動作することができるか。

解 2SC735 のカタログより $P_C=300mW$ ($T_a=25^\circ C$) $T_{jmax}=125^\circ C$ 、 $I_{CBO}=0.1\mu A_{max}$ 、であるから

$$\theta_{ja} = \frac{125 - 25}{300} = 0.333^\circ C/mW$$

$$S \cdot I_{CBO} = 0.1 \times 20 = 2\mu A$$

図2より $\theta_{ja}=0.33^\circ C/mW$ 、 $S \cdot I_{CBO}=2\mu A$ より $V_{crit} \approx 2 \times 10^4$ である。

したがって $\frac{V_C}{V_{crit}} = \frac{12}{2 \times 10^4} = 6 \times 10^{-4}$

また $P_{dc} \cdot \theta_{ja} = 33.3^\circ C$ であるから、図1 (c)より横軸に $V_C/V_{crit} = 6 \times 10^{-4}$ をとり、縦軸に $P_C \cdot \theta_{ja} = 33.3^\circ C$ をとり、交点の周囲温度条件を $T_{jmax}=125^\circ C$ で調べると $T_a=85^\circ C$ を得る。ゆえに周囲温度 $85^\circ C$ まで動作させることができる。

1.2 バイアス回路の安定係数

回路の安定係数については、バイアス回路の設計に関する種々の文献参考書にて、算出されていますので、ここでは2, 3の具体例を上げるだけにします。

図3は各バイアス回路の安定係数がどのようになるか示しています。(a) (b) (c) は一般のバイアス回路、(d) は入力トランスの直流抵抗分を無視できないときを示したものです。

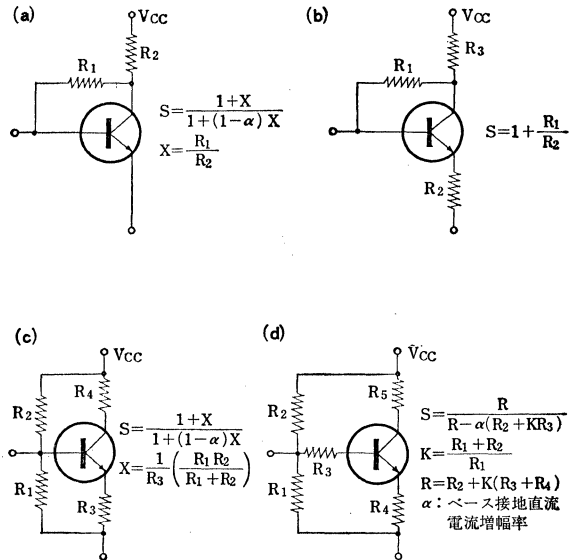


図3 バイアス回路の安定係数

一般に安定係数は小さい方が良いわけですが、小さくすると回路の直流損失分が増加し能率が悪くなります。出力段のバイアス回路では、安定係数を小さくするとこの損失分は大きくなり、非常に不経済ですので、一般には出力段のバイアス回路は、温度補償素子により熱安定度を良好にする方法がとられます。

温度補償素子を用いる場合は、素子の使い方で安定度を自由に選ぶことができます。温度補償素子としてはサーミスタ、バリスタが一般的です。使い方については素子のカタログを参照してください。

温度補償素子によって熱安定度が完全に補償されている場合には、トランジスタは最大定格の許容コレクタ損失についてのみ考慮を払えば十分です。

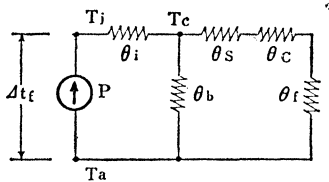
2. 放熱設計

2.1. 最大許容損失と放熱等価回路

トランジスタの最大許容損失 (P_{Cmax}) は、前節で述べたバイアス回路の熱安定度が十分安定に設計されている場合は、トランジスタが使用される周囲 (外気) 温度 (T_a) とトランジスタの最大接合部温度 (T_{jmax})、およびこれから述べる放熱条件によって決まる接合部から周囲 (外気) までの全熱抵抗 (θ_{ja}) [R_{th} という記号を用いる場合もあります] とにより (1) 式の関係が成り立ちます。

$$P_{Cmax} = \frac{T_{jmax} - T_a}{\theta_{ja}} (w) \dots \dots \dots (14)$$

トランジスタ接合部において発生する熱が外部へ伝導される経路は、熱の移動を電流と同様に考えて電気回路にアナログして熱抵抗と熱容量とにより表わされ、熱的定常状態では図4の等価回路にて表わすことができます。



- θ_i : 内部熱抵抗 (接合部から外囲器まで)
- θ_b : 外部熱抵抗 (外囲器から直接外気まで)
- θ_s : 絶縁板熱抵抗
- θ_c : 接触熱抵抗 (放熱板との接触部での)
- θ_f : 放熱板熱抵抗 (放熱板の外気に対する)

図4 放熱等価回路

接合部からみた外気までの全熱抵抗 θ_{ja} は図4の等価回路から (2) 式で与えられます。

$$\theta_{ja} = \theta_i + \frac{\theta_b(\theta_s + \theta_c + \theta_f)}{\theta_b + \theta_s + \theta_c + \theta_f} \dots \dots \dots (15)$$

中出力以下のトランジスタでは一般に放熱器を用いないので、 θ_{ja} は

$$\theta_{ja} = \theta_i + \theta_b \dots \dots \dots (16)$$

となります。

中出力以下のトランジスタのカタログ等では、 $T_a = 25^\circ C$ の最大許容損失が記載されていますが、特に指定してないかぎり、(3) 式で与えられる θ_{ja} を示します。ケースから外気への熱抵抗 θ_b はケースの材質形状により決りますが一般に表1の例からも明らかなように $\theta_i, \theta_c, \theta_s, \theta_f$ に比べて相当大きい値ですので (2) 式は簡略化して実用上次式を使うことができます。

$$\theta_{ja} = \theta_i + \theta_c + \theta_s + \theta_f \dots \dots \dots (17)$$

(17) 式を求めることにより最大定格を満足する放熱の設計ができるわけですが、これら各熱抵抗はそれぞれ放熱条件により決まる定数です。次節でこれら熱抵抗の具体的な値について説明します。

表1 外部熱抵抗の大きさ例

トランジスタ形名	ケース	接合部温度 $T_{jmax}(^\circ C)$	外部熱抵抗 $\theta_b(C^\circ/W)$	内部熱抵抗 $\theta_i(C^\circ/W)$
2SB415	TO-1	85	250	50
2SC481	TO-39	150	155	21
2SC485	TO-39	150	155	16
2SC490	TO-66	150	75	7.8
2SC793	TO-3	150	25	2.1

2.2 熱抵抗

図4の放熱等価回路における熱抵抗はそれぞれ次のように説明されます。

(1) 接合部・ケース間熱抵抗 (内部熱抵抗) θ_i

トランジスタ接合部からケースまでの内部熱抵抗 θ_i は、トランジスタの構造、材料さらにトランジスタ本体のケース (外囲器) への取付け方、ケース内の充填物により直接決まるもので、トランジスタ個々の固有の熱抵抗であります。実際にこの値を測定するためには、トランジスタのケース温度を一定に強制的に冷却した状態にすることが必要です。ケース温度を一定値 T_c に冷却して動作する場合には、トランジスタに許容される最大損失 P_{Cmax} は

$$P_{Cmax} = \frac{T_{jmax} - T_c}{\theta_i} (w) = \frac{T_{jmax} - 25}{\theta_i} (w) \dots \dots (18)$$

で与えられます。

大出力トランジスタのカタログ等では、 $T_c = 25^\circ C$ または無限の放熱板使用のときの最大許容コレクタ損失が記載されていますが、これは (18) 式より明らかなようにそのトランジスタの内部抵抗を示すものです。

(2) 接触熱抵抗 θ_c

接触熱抵抗 θ_c は、トランジスタ・ケースと放熱器との接触面の状態により決まり、接触面の平坦度、粗さ、接触面積、締め付け方に大きく影響されます。たとえば接触面にシリコン・グリースを塗布しますと、接触面のあらさ、平坦度による影響を小さくすることができます。表2は TO-66, TO-3, の θ_c を示します。

TO-3, TO-66 等のように放熱器に直接取付けられるよう設計されたケースの場合は、シリコン・グリース塗布して普通に締め付けると、接触熱抵抗は $0.2^\circ C/W$ 程度になります。しかし、中出力以下のトランジスタは、小形化およびケースの経済性から、放熱器へ直接取付けられるよう設計されていませんので、放熱器を用いるときは取付け方により接触熱抵抗も相当大きなものとなります。中出力以下のトランジスタの放熱をよくするため、これらの外径にあわせてトランジスタを放熱器に効果よく取付けられるラジェータホルダを図6に示します。このラジェータホルダを用いて放熱器に取付ける場合のもっとも効果的な方法を図7に示します。図7の方法で取付けるときは、接触熱抵抗は接触面にシリコン・グリースを塗布すれば、RH-1, RH-2, RH-8, RH-10 は $5^\circ C/W$ 程度 RH-9 は $2^\circ C/W$

表2 ケース・放熱器間 ($\theta_c + \theta_s$) 熱抵抗値

外囲器	絶縁板	$\theta_c + \theta_s$ [°C/W]	
		Silicone Oil有	Silicone Oil無
TO-3	絶縁板なし	0.10	0.20
	テフロン	0.80~0.70	1.45~1.25
	マイカ (25~75 μ)	0.40~0.30	0.80~0.60
	Al ₂ O ₃ 被膜	0.35~0.25	0.40~0.20
TO-66	絶縁なし	0.2~0.15	0.5~0.4
	マイカ (50~80 μ)	0.6~0.5	1.1~1.0
	マイラ (50~80 μ)	0.8~0.6	1.4~1.2

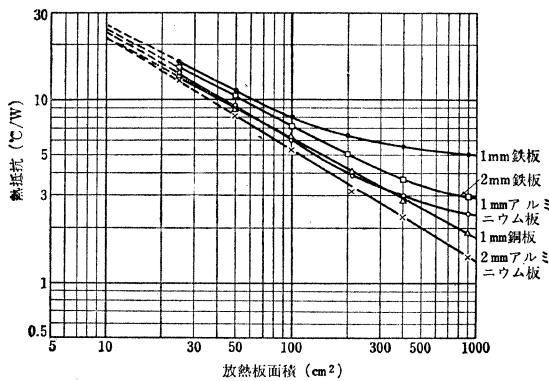


図5 放熱面積と熱抵抗 (θ_f)

程度となります。

※シリコン・グリースとしては東芝シリコンコンパウンド TSK-550 または Dow Corning 340 Silicone Heatsink が適しています。

(3) 絶縁板熱抵抗 θ_s

トランジスタを放熱器から絶縁する必要があるときは、トランジスタと放熱器との間に絶縁物を用いなければなりません。この絶縁物による熱抵抗 θ_s は絶縁物の材質と厚さ、面積により決まり、無視できない値となります。

絶縁物の熱伝導率からみるとマイカが一番よく、高温まで使える良さがありますが、一板の絶縁物を均一な厚さに作るのが難しく、もろいことが欠点です。マイラは熱伝導率はマイカに劣りますが、均一な厚さのものが得られます。一般に接合部温度は Si トランジスタが高く、Ge トランジスタは比較的低いので、Ge トランジスタではマイラ、Si トランジスタではマイカが用いられます。

最近シリコンラバーのものも出ていますが、熱伝導はよいが、薄くできないので熱伝導のよい程度迄は良くないようです。

パワートランジスタも種々の外径、フランジ厚のものがありますが、これらに使用する絶縁板、絶縁ワッシャーを総称してアクセサリといいます。

絶縁板を用いるときは熱的接触状態が金属の場合と異なりますので接触熱抵抗を切離して考えることはできません。接触熱抵抗を含めた絶縁板の熱抵抗 ($\theta_c + \theta_s$) は、表2のようにシリコン・グリースを塗布すれば厚さ 80 μ 以下のマイカでは 0.8°C/W、厚さ 80 μ 以下のマイラでは、1°C/W 程度となります。設計に際しては接触熱抵抗と絶縁板の熱抵抗を含めて取付け熱抵抗 ($\theta_c + \theta_s$) とし、シリコングリースを塗布した場合 1°C/W が妥当な値です。

(4) 放熱器熱抵抗 θ_f

放熱器の熱抵抗は放熱器表面より外気へ逃げる熱の経路の分布定数的熱抵抗と考えられます。外気の状態、放熱器と外気の温度差および放熱器の有効面積に関係してきますが、数式的に表現することはむずかしく、現状ではすべて実測により決めています。図5は放熱器の中央にトランジスタを1個取りつけ、放熱器を垂直位置にしたときの熱抵抗の実測値である。

最近では放熱器メーカーが種々の放熱器を発表していますので、実際使用する場合はこれらのデータを参考にすると便利です。

パワートランジスタ放熱器への取りつけに必要なアクセサリ、取りつけ方法は「アクセサリについて」の項を参照してください。

ラジエータホルダの種類と適用外形を図6に、その取り付け方法の例を図7に示します。

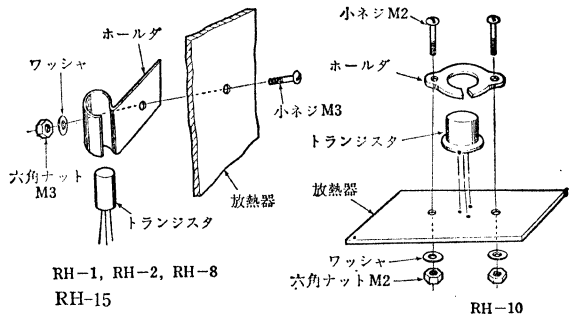


図7 ラジエータホルダ・アクセサリの取り付け方法

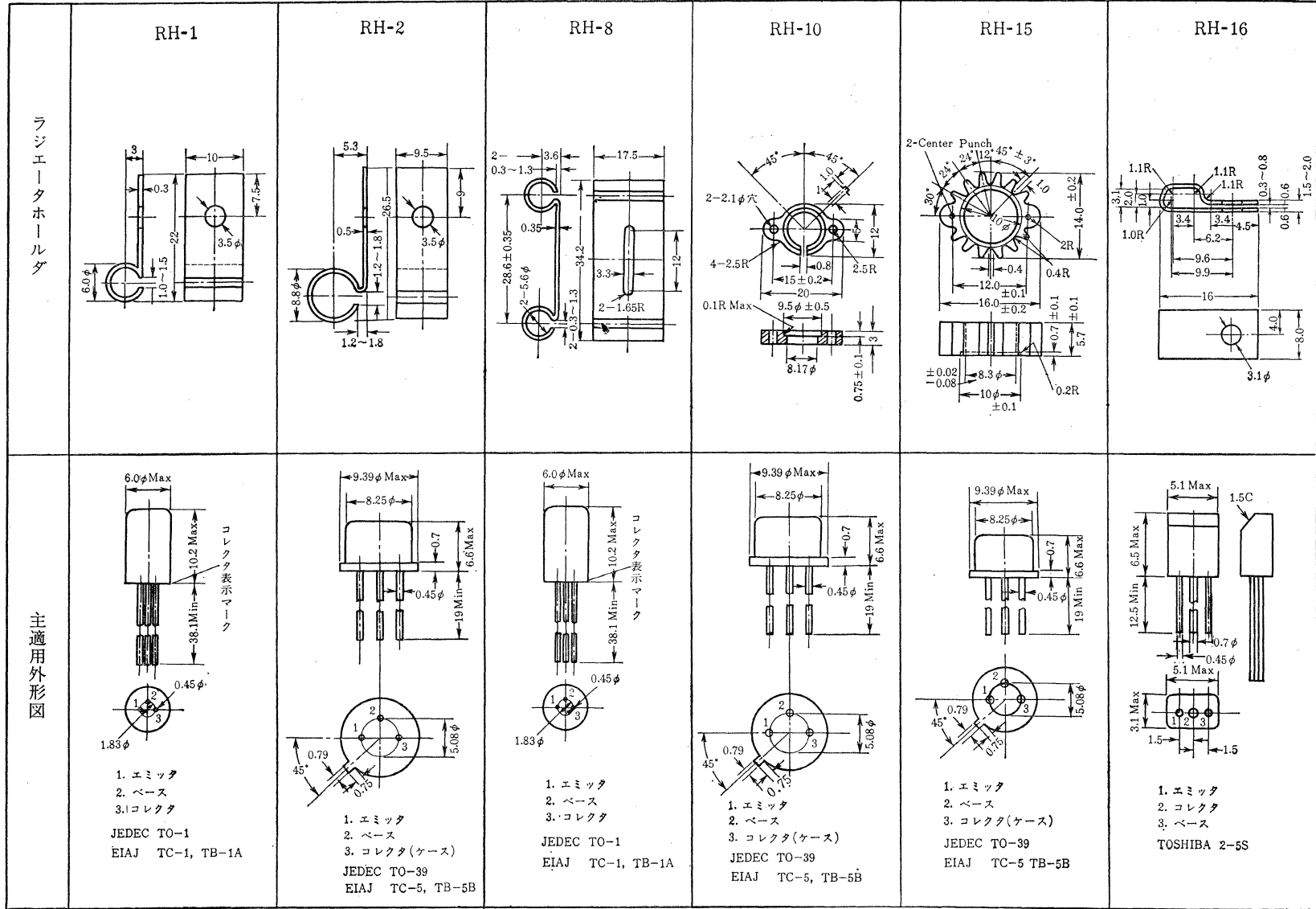
計算例

これまでに述べた資料をもとに実際の計算例を示します。計算にあたっての与えられる定数または求める定数は次の4つに分類されます。

- (1) トランジスタ (θ_i, T_{jmax})
- (2) トランジスタの消費電力 (P_{dc})
- (3) 周囲温度 (T_a)
- (4) 放熱器 (θ_f)

a. トランジスタ, 周囲温度, 消費電力が与えられて, 放

図6 ラジエータホルダと適用外形図 (単位: mm)



熱器を求める。

例.3 2SC793 に消費電力 $P_{dc}=15W$ を与えて周囲温度 $T_a=60^\circ C$, まで動作させるに必要な放熱器を求める。

与えられる条件は 2SC793 のカタログより, $P_{Cmax}=60W$ ($T_c=25^\circ C$) $T_{jmax}=150^\circ C$ および $P_{dc}=15W$, $T_a=60^\circ C$, またマイカを用いて絶縁するとすれば, $\theta_c+\theta_s=1^\circ C/W$ である。

まず (18) 式より

$$\theta_i = \frac{T_{jmax} - T_c}{P_{Cmax}} = \frac{160 - 25}{60} \doteq 2.1^\circ C/W$$

(14) 式より

$$\theta_{ja} = \frac{T_{jmax} - T_a}{P_{dc}} = \frac{150 - 60}{15} = 6^\circ C/W$$

従って (4) 式より

$$\theta_t = \theta_{ja} - (\theta_i + \theta_c + \theta_s) = 6 - (2.1 + 1) = 2.9^\circ C/W$$

放熱器は熱抵抗 $2.9^\circ C/W$ 以下のものを用いる。2mm 厚のアルミニウム板では, 図 5 より $270cm^2$ の面積が必要である。したがってアルミニウム放熱板では $170 \times 170 \times 2mm$ の大きさのものを用いる。ただしトランジスタを放熱器に取り付けるときは, シリコングリースを十分塗布するものとする。

b. トランジスタ, 周囲温度, 放熱器が与えられて, トランジスタに許される最大消費電力を求める。

例.4 2SC490 を $100 \times 100 \times 2mm$ アルミニウム放熱板にマイカで絶縁して取付け, 周囲温度 $T_a=60^\circ C$ まで動作させたいとき, トランジスタに許される最大消費電力を求める。

与えられる条件はカタログより $P_c=16W$ ($T_c=25^\circ C$) $T_{jmax}=150^\circ C$ および $T_a=25^\circ C$, 図 5 より $\theta_t=5.4^\circ C/W$ また $\theta_c+\theta_s=1^\circ C/W$ である。

まず (18) 式より

$$\theta_i = \frac{T_{jmax} - T_c}{P_{Cmax}} = \frac{150 - 25}{16} \doteq 7.8^\circ C/W$$

従って (17) 式より

$$\theta_{ja} = \theta_i + \theta_c + \theta_s + \theta_t = 7.8 + 1 + 5.4 = 14.2^\circ C/W$$

(14) 式より

$$P_{dc} = \frac{T_{jmax} - T_a}{\theta_{ja}} = \frac{150 - 60}{14.2} \doteq 6.4W$$

すなわち, 6.4W の消費電力までは許される。

例.5 2SB415 を RH-1 を用いて $100 \times 100 \times 2mm$ アルミニウム放熱板に取り付け, 周囲温度 $50^\circ C$ まで動作させたいときにトランジスタに許される最大消費電力を求める。

与えられる条件はカタログより $P_{Cmax}=1.2W$ ($T_c=25^\circ C$) $T_{jmax}=85^\circ C$ および $T_a=50^\circ C$, 図 5 より $\theta_t=5.4^\circ C/W$ また $\theta_c=5^\circ C/W$ である

まず (18) 式より

$$\theta_i = \frac{T_{jmax} - T_c}{P_{Cmax}} = \frac{85 - 25}{1.2} = 50^\circ C/W$$

したがって (17) 式より

$$\theta_{ja} = \theta_i + \theta_c + \theta_s + \theta_t = 50 + 5 + 0 + 5.4 = 60.4^\circ C/W$$

(14) 式より

$$P_{dc} = \frac{T_{jmax} - T_a}{\theta_{ja}} = \frac{85 - 50}{60.4} = 0.58W$$

すなわち, 580mW の消費電力まで許される。

c. トランジスタ, 放熱器, 消費電力が与えられて動作させる最高周囲温度を求める。

例.6 2SB463 を $100 \times 100 \times 2mm$ アルミニウム放熱板にマイラーで絶縁して取り付け (シリコン・グリースを塗布する), 消費電力 1.5W まで印加するときの動作させる最高周囲温度を求める。

与えられる条件は, カatalogより $P_{Cmax}=6W$ ($T_c=25^\circ C$), $T_{jmax}=85^\circ C$ および, 図 5 より, $\theta_t=5.4^\circ C/W$ また $P_{dc}=1.5W$, $\theta_c+\theta_s=1^\circ C/W$ である。

まず (18) 式より

$$\theta_i = \frac{T_{jmax} - T_c}{P_{Cmax}} = \frac{85 - 25}{6} = 10^\circ C/W$$

(17) 式より

$$\theta_{ja} = \theta_i + \theta_c + \theta_s + \theta_t = 10 + 1 + 5.4 = 16.4^\circ C/W$$

(14) 式より

$$T_a = T_{jmax} - \theta_{ja} \cdot P_{dc} = 85 - 16.4 \times 1.5 = 60.4^\circ C$$

すなわち動作可能な最高周囲温度は $60.4^\circ C$ である。

2.3. 信頼性を考慮した放熱設計

トランジスタ回路設計における熱安定度と放熱についての基本的な考え方, 計算方法はすでに述べた通りですが, さらに信頼性についての考えを加味する必要があります。とくに通信工業用や 1 台当りの使用部品数の多い機器に対しては信頼性を考慮して, ディレーティング (Derating 通減) する必要があります。

一般にトランジスタの劣化は接合温度に対して指数関数的な関係にあり, トランジスタ個々の品種によって差はありますが, $40 \sim 50^\circ C$ のディレーティングによって, ほぼ 1 桁 (10 倍) の信頼性向上が期待されます。そのため高い信頼度が要求される場合, 接合部温度 (印加電力による温度上昇 + 周囲温度) を極力抑える必要があります。

ディレーティングに際しては信頼性と経済性の兼ね合せとなりますが, 一般に次のようなディレーティングが推奨されます。

- ・電圧: サージを含めた最悪時の電圧が最大定格電圧 (とくに V_{CE0}) の 80% 以下
- ・電流: サージを含めた最悪時の電流が最大定格電流の 80% 以下
- ・電力: サージを含めた最悪時の電力が, 機器の最大周囲温度におけるディレーティングされた最大許

容損失の50%以下

- 温度：サージ、電流集中等を考慮した状態での動作最大接合部温度 $T_{j(\text{op})\text{max}}$ が最大定格の $T_{j\text{max}}$ の70~80%以下

例.7 2SC524 を用いて消費電力 3W, 周囲温度 55°C まで動作させる場合に必要な放熱板の大きさを求める.

条件は 2SC524 のカタログより $P_{C\text{max}}=10\text{W}$ ($T_C=25^\circ\text{C}$) $T_{j\text{max}}=175^\circ\text{C}$

まず (18) 式より

$$\theta_i = \frac{T_{j\text{max}} - T_C}{P_{C\text{max}}} = \frac{175 - 25}{10} = 15^\circ\text{C/W}$$

高信頼度設計とするため動作最大接合部温度を 50°C デイレートさせると,

動作最大接合部温度は,

$$T_{j(\text{op})\text{max}} = 175 - 50 = 125^\circ\text{C}$$

(14) 式から

$$\theta_{ja} = \frac{T_{j(\text{op})\text{max}} - T_{a\text{max}}}{P_{ac}} = \frac{125 - 55}{3} = 23.3^\circ\text{C/W}$$

従って (17) 式より

$$\begin{aligned}\theta_f &= \theta_{ja} - (\theta_i + \theta_c + \theta_s) \\ &= 23.3 - (15 + 0.5 + 0.5) \\ &= 7.3^\circ\text{C/W}\end{aligned}$$

放熱器は 7.3°C/W よりも小さな熱抵抗のものを必要とする. 図 5 より $80 \times 80 \times 2\text{mm}$ アルミニウム放熱板が適当である.

この設計の場合, 最大定格で設計した場合に比較すると周囲温度 25°C で動作させた場合, 約 2 桁 (100倍), 周囲温度が最悪の 55°C で動作させた場合でも約 1 桁 (10) 倍の信頼度の向上が期待できる.

安全動作領域 (ASO)

トランジスタを破壊させたり、劣化させることなく高い信頼度で使用できる領域を安全動作領域 (Area of Safe Operation=ASO) といいます。

通常トランジスタの使用範囲は、最大電圧、最大電流、最大コレクタ損失などの最大定格で抑えられていますが、パワー・トランジスタを大電力増幅器、あるいは誘導性負荷をもった回路で使用する場合、最大定格以下で使用しているにもかかわらず、しばしば特性の劣化とか、破壊を起こすことがあります。これはトランジスタの二次降伏 (Secondary Breakdown=S/B) 現象に起因するものです。この現象が1958年 C.G. Tharnton と C.D. Simmons らによって見出されて以来、トランジスタの使用範囲は最大定格以外に安全動作領域 (ASO) という概念を加えて考える必要が生じてきました。

従って、このASOの概念の理解なくしては、トランジスタ回路の設計において高信頼度の設計、経済的な設計は容易になし得ません。

1. 二次降伏現象 (S/B)

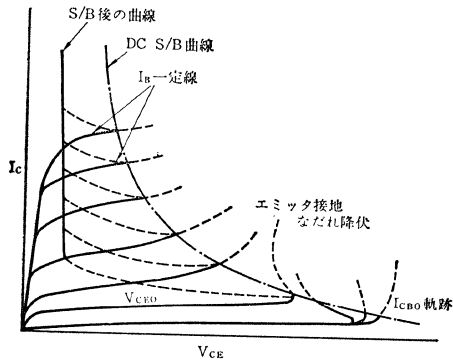


図1 コレクタ出力特性と S/B 曲線

二次降伏 (S/B) 現象は図1に示すように一次降伏ののち、さらに電流を増加させ、ある電圧、電流点 ($V_{s/b}, I_{s/b}$) に達すると、コレクタ・エミッタ間の電圧が急激に低下し、数 μ s か、それ以下の速さで低インピーダンス領域へ遷移し、しばしばトランジスタを破壊へいたらしめる現象です。

この現象はエミッタ・ベース間のバイアスが順方向、逆方向いずれの場合にも、また、 V_{ce0}, V_{cbo} でも観測されます。しかし、ベースバイアス条件が異なれば、S/B 突入点 ($V_{s/b}, I_{s/b}$) は変化し、図1の S/B 曲線に示す軌跡上に並びます。同図は直流の場合が示してありますが、S/B への突入特性はエネルギー依存性をもつため、S/B 曲線は印加パルスのパルス幅によって変化します。この曲線がパルスに対する ASO を与えます。図2は印加電力のパルス幅と S/B

の関係を示しています。パルス幅が狭くなると二次降伏電力耐量は大きくなりますが、二次降伏エネルギー (トリガリ

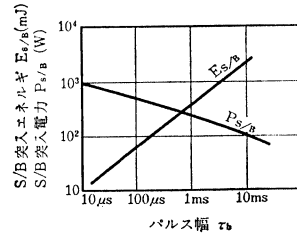


図2 パルス幅と $E_{s/b}, P_{s/b}$ の関係

ングエネルギーといい、S/B に突入するまでにトランジスタに吸収されるエネルギー) は小さくなります。

この S/B の発生原因はいろいろ説明されてきていますが、現在は電流の局部集中によって高温領域 (Hot spot) が発生し、これがさらに局部的な熱逸走 (Local Thermal Runaway) を起こすためであるということが定説化しつつあります。電流集中の原因としては、ベース領域の電位降下、横方向の温度分布の不安定さなどがあげられます。また、ベース幅の不均一、接合の欠陥、チップのヒートシンクへの不均一な取り付けなどがトリガとなって電流集中をおこすこともあります。

1.1. 順方向バイアス S/B

エミッタ・ベース間が順方向バイアス時は局部的な電流集中による Hot spot はエミッタ周辺部に生じます。

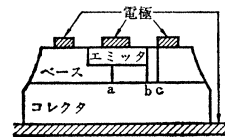


図3(a) NPNメサ型トランジスタ

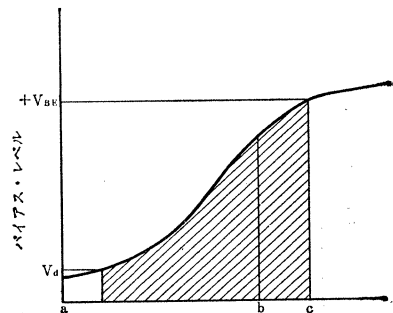


図3(b) エミッタ順方向バイアス

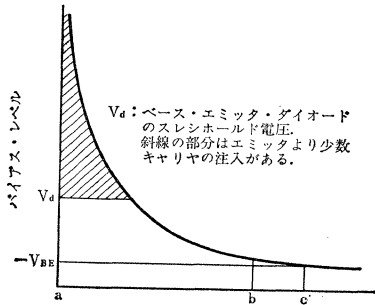


図3(c) エミッタ逆バイアス

これはエミッタ直下を横方向に流れるベース電流のため、ベース領域内に電位降下を生じ、エミッタ中央部よりエミッタ端部の方が強くバイアスされるためです。このため図3、(a)、(b)に示すようにベースへの少数キャリア注入は、エミッタ周辺部が最も多く電流密度が高くなります。このキャリアがコレクタ空乏層中を横切るとき、パワー損失となり局所的な発熱を招き、さらにこれが電流集中を招く悪循環となり Hot spot を発生し、S/B にいたらしめるのです。

S/B とトランジスタ特性の関係

順方向バイアス時の S/B 突入点の電流 $I_{S/B}$ はトランジスタの特性と密接な関係があります。エミッタからベース領域へ注入されたキャリアはコレクタ接合に達するとき、一般に円錐形の形状 (Cone-shaped pattern) に散開 (fan out) して行く。このためキャリアのベース領域走行時間 (transit time) が長ければ fan out 効果によりキャリアがコレクタ空乏層に達したとき電流密度が低くなり Hot spot が出来にくくなります。このキャリア走行時間はベース幅やベース領域内のドリフトフィールドによって決まるので $I_{S/B}$ はトランジスタの周波数特性と強い相関があり f_T と $I_{S/B}$ の間には、パルス幅にかかわらず負の相関があります。

図4にその関係を示してあります。

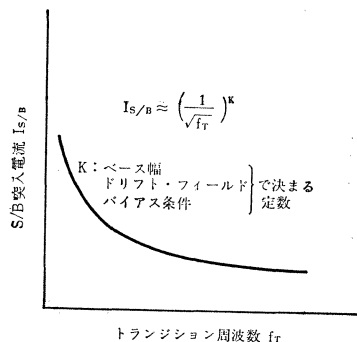


図4 $I_{S/B}$ と f_T の関係

1.2. 逆方向バイアス S/B

エミッタ・ベース間が逆バイアス時は、ベース領域内の電位降下は順バイアス時と逆方向になります。

このためエミッタより注入されるキャリアはエミッタの中央部に集中します。図3、(c)参照。(このキャリア集中の様子は、トランジスタの種類によって異なります。リング状のエミッタの場合は、エミッタ中央部の1点に、またくし形のエミッタは、エミッタ中央の線上に集中します。)

これは逆バイアスが大きければ大きい程、非常に小さな中央の領域に電流が集中します。従って、逆方向バイアス時のトリガリングエネルギー (S/B に突入するまでにトランジスタに吸収されるエネルギー) は、順方向バイアス時のそれに比べ遙かに小さくなります。エミッタより注入されたキャリアは前述の順バイアス時と同じく fan out して行くため、ベース幅やベース領域のドリフトフィールドの存在は S/B と強く相関があります。逆方向バイアス S/B が起こるのは、おもにインダクタンス負荷の場合ですが、トリガリングエネルギー $E_{S/B}$ は、図5に示されるようにインダクタンス L とベース・エミッタ間の条件に依存します。

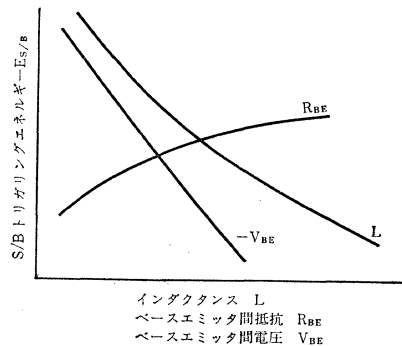


図5 S/B トリガリングエネルギー $E_{S/B}$ の負荷インダクタンスおよびベース・エミッタ間の条件による依存性

1.3. S/B 現象とトランジスタの破壊、劣化

S/B 現象を起こしても、必ずしもトランジスタは破壊したり劣化するとは限りません。印加電力が小さかったり、S/B が生じた瞬間、電源をしゃ断すれば、繰り返し S/B を起こさせても、なんら電氣的特性に変化をきたさないこともあり、また徐々に劣化していくこともあります。

もちろん、これはトランジスタの種類によって異なり、1度でも S/B を起こせば、破壊することもあります。S/B により、トランジスタが劣化したり破壊した場合の一般的な電氣的特性の様相を示すと、 V_{EBO} 、 V_{CBO} 、 V_{CEO} の波形がソフトになるか、または、それらの一つがショートになっている場合が多く、とくにエミッタ・コレクタ間のショートは S/B の特長的な劣化を示し、エミッタからコレクタに貫通した溶

融孔ができています。また、電気的特性に異常はないが、S/B 耐量が小さくなっているものもあります。これは前述の S/B トリガリングエネルギー $E_{S/B}$ が小さくなっているもので、破壊し易い状態に落ち入っていると云えます。

2. ASOの測定方法

ASO を求める方法はいろいろあり、回路構成、動作条件などにより、その目的に応じた方法が用いられます。ここに、現在主として使用されている3つの方法を掲げてみます。

(1) 図6. は印加パルス時間が比較的に長い場合や、直流に近い場合の順方向バイアス ASO を求める測定回路です。エミッタ・ベース間を順方向にバイアスし、規定の温度（ケース温度あるいは周囲温度）のもとで規定の V_{CE} , I_C を加えて動作させます。このときの I_C の変動が $\pm 10\%$ 以上あるいは規定された終止値を越えるまでの動作時間を測定します。この測定を繰り返し、多くの I_C - V_{CE} 点で動作時間を求め、 I_C - V_{CE} 上のカーブに動作時間をパラメータとしたグラフを描けば、ASO の軌跡が求まります。当社にて発表しているASOは大部分この方法により求めたものです。

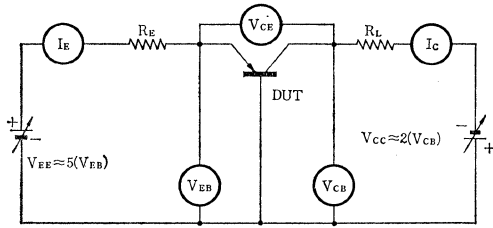


図6 順方向バイアス ASO 測定回路

(2) 図7. は連続パルスにより、トランジスタの ON, OFF を繰り返し、ASO を求めるものです。

これも I_C - V_{CE} 上にパルス幅、デューティサイクル、加えられたパルス数（あるいは時間）を規定して ASO を求めます。

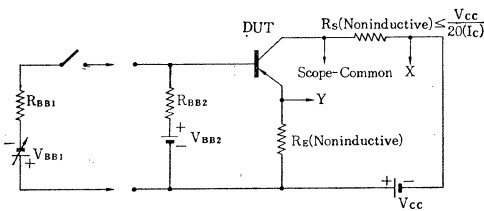


図7 パルス動作 (ON/OFF) ASO測定回路

(3) 図8. の測定回路は規定の負荷条件のもとで、トランジスタを飽和領域から遮断状態にスイッチングしたとき、動作軌跡が ASO にあるかどうかを見るものです。これは

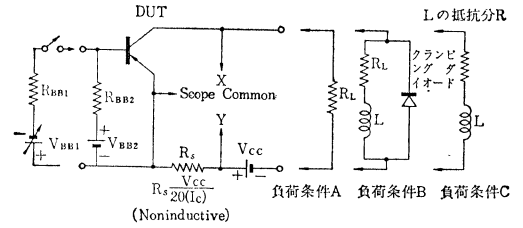


図8 逆方向バイアス ASO 測定回路

いわゆるラッチング方式と呼ばれており、逆方向バイアス ASO を求める方法です。出力負荷回路は A,B,C, などの条件に規定しておきます。この方式は波形観測に都合がよく、 V - I 特性上に発振現象やチャタキなどがある場合は不良とします。

3. 順方向バイアス ASO

順方向バイアス ASO の実例を図9, 図10に示します。この領域内で使用すれば、安全に動作することを意味しています。DC で表示された領域は直流動作可能な範囲を表わしています。パルス動作で示されている領域は直流動作に比べて許容電力損失が大きくなっていますが、規定された時間だけしか安全に動作しません。図9の場合、DC, パルス動作とも前述のS/B制限はなく熱抵抗のみによる制限になっています。

図10の場合、低電圧部分は熱抵抗制限領域ですが、高電圧部分は S/B 制限領域となっています。熱抵抗制限領域は $P_C = \text{const}$ より $I = PV^{-1}$ となり図のように両対数表にプロットすれば-1の勾配となります。しかし、S/B 制限領域は $P_C = \text{const}$ の等電力線よりはずれ、トランジスタにより-1.5から-4の勾配となり $I_{S/B} = PV^{-N}$ の関係もち許容

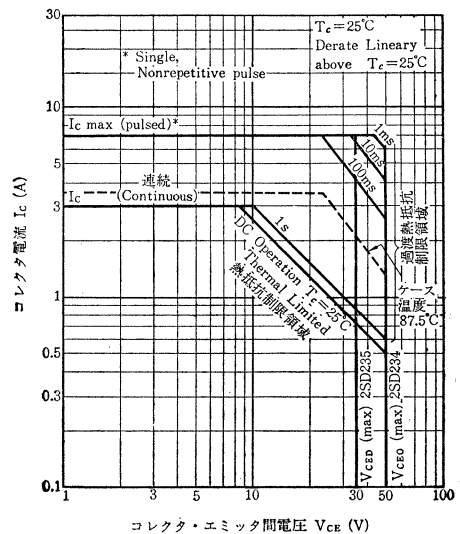


図9 2SD234, 2SD235におけるASO

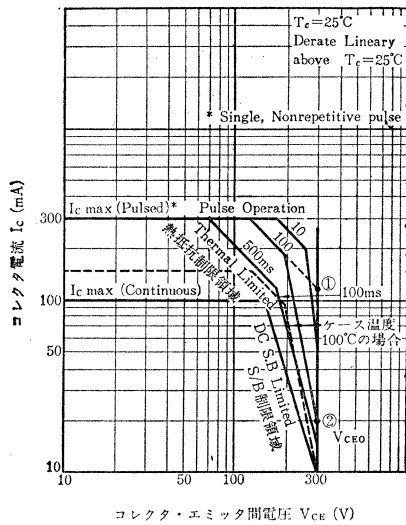


図10 2SC515AにおけるASO

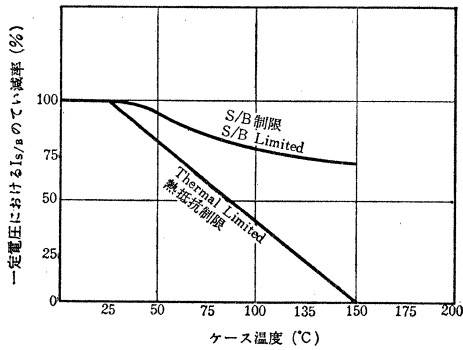


図11 ASOの温度にディレーティング・カーブ

電力が小さくなっていることに注意しなければなりません。ASOは温度が高くなれば狭くなるので図11に示すディレーティングカーブを利用しなければなりません。温度が上昇したとき、ASOはS/Bによる制限よりも熱抵抗による制限の方がはるかに影響を受けます。図11には、S/B制限領域と熱抵抗制限領域のケース温度によるディレーティングカーブの例が示してあります。図9の2SD234, 2SD235は $T_{cmax} = 150^{\circ}C$ のため、図11の熱抵抗制限のディレーティング・カーブを利用すると、 $T_c = 87.5^{\circ}C$ の場合、 I_c のディレーティングは50%となります。したがってパルス動作100msのASOは図9中の点線のように狭くなります。図10の2SC515Aの場合、 V_{CE} が低くて、ASOが熱抵抗制限領域にある場合は、熱抵抗制限によるディレーティングをすればよい。しかし V_{CE} が高電圧でASOがS/B制限領域にある場合、たとえば $V_{CE} = 300V$ のとき、パルス動作100msのASOは、熱抵抗制限領域を図の点線のように延長した①の点の I_c を熱抵抗制限によりディレーティングした値と、②の点をS/B制限によってディレーティングした値の小さい方を取る必要があります。しかし、一般にS/B制限の温度によるディレーティングを示して

ある例は少ないので、その場合は②のS/B制限領域をも熱抵抗制限によるディレーティングをすれば、間違いありません。図10中の点線は、上の方法によって求めた $T_c = 100^{\circ}C$ ($C515A$ は $T_{cmax} = 175^{\circ}C$ です。)の場合のパルス動作100msのASOです。

4. 逆方向バイアスASO

逆方向バイアスASOを規定することは、順方向バイアスのように、簡単には出来ません。しかし、L負荷のスイッチング回路やTV水平偏向出力回路、DC-DCコンバータなどでは、エミッタ・ベース間が逆バイアス状態で高電圧が印加されることが多くありますので、逆方向バイアスASOも重要となります。

この場合、最悪の負荷条件はL負荷であるため一般に図8の測定回路の負荷条件CでASOを求めます。図12(a)は規定

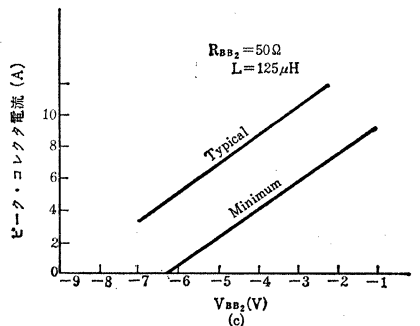
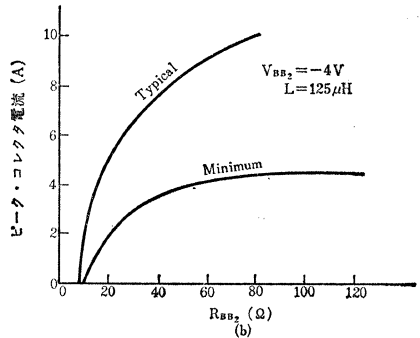
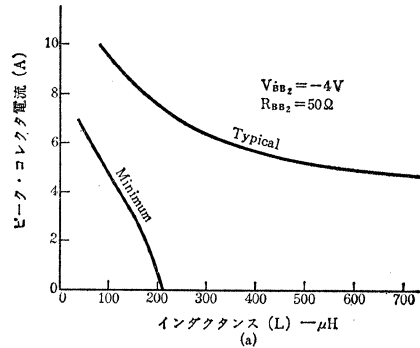


図12 逆方向バイアスASOの一例

の逆バイアス条件のもとでの I_C - L 特性を示します。図12(b)と図12(c)は、 V_{BB2} と R_{BB2} を変化させたときの I_C のディレーティングを示します。簡単な L 負荷の回路の場合は、図12を用いれば直接 ASO が求められますが、複雑な回路の場合は、実効的な L を求めてから図12を利用しなければなりません。

しかし、普通、図12に示されるような、一般的な ASO を求めることは、非常に困難であり、また使用者も実例回路より、実効的な L を求め、この図を利用して ASO を知ることは難しい。このため、当社はトランジスタの用途に応じて I_C 、 L 、 R_{BB2} 、 V_{BB2} などを規定し、図13に示されるような負荷特性を描かせ、この負荷特性が図の斜線部の外にあり、かつ、その負荷曲線上で発振やチラツキがあるものは不良とすることによって ASO を規定しています。

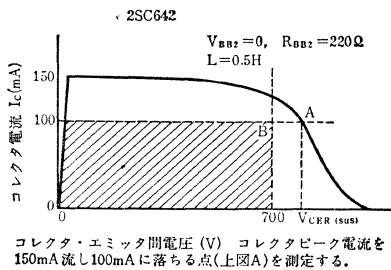


図13 逆方向バイアスASOの例

リン化ガリウム (GaP) 発光ダイオード

はじめに

トランジスタの発明以来、エレクトロニクスの分野において装置の固体化が急速に進みました。現在では集積回路(IC)、さらに大規模集積回路(LSI)の時代に入ろうとしています。

固体化により小形軽量化が達成されるとともに、高い信頼性が確保されるようになりました。

ランプや表示装置などの光源に関しても固体素子と同程度の高い信頼性を持つ部品の開発が要求されてきました。

従来のランプは真空中でのタングステン線の加熱やガス中での放電を利用しており、固体素子と同程度の高信頼性、長寿命を保証することが困難でした。固体中で電気を直接可視光に変換することが出来れば高い信頼性と長寿命を保証し、かつ小形ランプを作ることが可能なことがわかっていました。

東芝の発光ダイオードはこのような目的を持って開発されたものです。

1. 発光ダイオードの特長

発光ダイオードは電子によって電気伝導が行なわれるN形半導体と、ホールが電気伝導を行なうP形半導体よりなるP-N接合によって形成されています。順方向に電圧を印加しN形半導体中の電子をP形半導体にP形半導体中のホールをN形半導体に注入します。赤色発光はP形半導体中に注入された電子がホールと結合する時に生じます。

緑色発光は主としてN形半導体中に注入されたホールが電子と結合するときに生じ、電子とホールが結合するときに生じるエネルギーを直接光に変換します。GaP結晶中に入れる不純物原種の種類と濃度を制御することにより、赤色発光ダイオード又は緑色発光ダイオードを作ります。

このようなP-N接合の構造と動作機構はダイオード、トランジスタ、ICなどの構造、動作機構と同じです。

発光ダイオードは次のような特長を持っています。

- (1) 発光に必要な印加電圧は、P-N接合の順方向電圧程度であり、数ボルト以下で良いのでIC駆動が可能です。
- (2) 固体化されているので機械的振動に強く小形堅牢で機械的破壊の心配がありません。
- (3) 経時変化が少なく10万時間以上の寿命があり高信頼性です。
- (4) 発熱しないのでウォームアップ時間が不要で $10^{-6} \sim 10^{-9}$ 秒と早い応答速度を持っています。発光表示装置は時分割駆動が可能です。
- (5) 順方向電流と発光出力は比例関係にあり光変調が可能です。
- (6) 発光波長領域が狭くフィルターなしで単色光に近い発光

が得られます。赤色発光ダイオードはピーク波長7000Å、半値幅1000Å、緑色発光ダイオードはピーク波長5650Å、半値幅200~300Åです。

発光ダイオード用の半導体材料としてはIII-V族化合物が用いられています。

リン化ガリウム(GaP) 砒化ガリウム(GaAs)及び三元系混晶であるガリウム-砒素-リン(GaAsP) ガリウムアルミニウム砒素(GaAlAs)が実用化されています。このうち砒化ガリウムは赤外発光のため光は人間の目には見えません。

東芝では特にリン化ガリウムを用いています。それはリン化ガリウムが発光ダイオードの材料としてすぐれているからです。

リン化ガリウムは最近まで製造が困難とされていました。しかし高圧下での単結晶引上技術および液相での結晶成長技術によってこの困難を克服しました。

リン化ガリウム発光ダイオードは次のような特長を持っています。

- (1) 結晶原料としてガリウムとリンの二種類しか用いていません。ガリウムとリンは正確に1:1の割合で結晶内のいたるところに規則正しく配列されています。そのため安定した製造ラインで生産することが出来ます。従って結晶内部の機械的歪みが少なく発光波長のバラつきもありません。
- (2) リン化ガリウム結晶は、赤色光に対して透明です。このため発生した光の大部分を外部に放射させることが出来ます。従って低電流から高い輝度が得られます。
- (3) 同じ理由から無指向性光源を容易に実現出来ます。
TLR101 (S8115) TLR104 (S8125) TLR102 (S8126)
- (4) 横方向に放射される光を反射板で反射させることにより

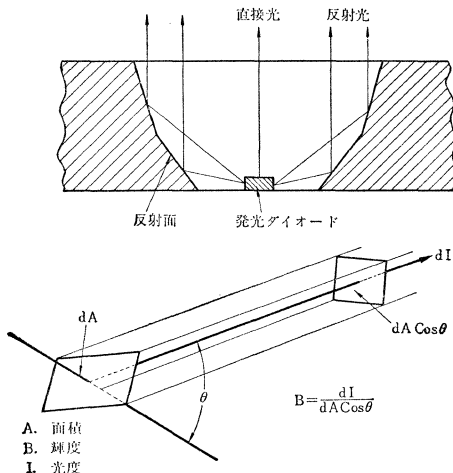


図1 数字表示装置のセグメント断面図

発光源を広げることが出来ます。この原理を利用した発光表示装置は発光面がおだやかで長時間使用しても目が疲れません(図1)。

TLR303 (S8120) TLR304 (S8121) TLR301(S8123)
TLR302 (S8124)

(5) 赤色発光ダイオードおよび緑色発光ダイオードを作ることが出来ます。

2. 発光素子の測光単位

発光ダイオードおよび発光表示装置の発光強度を測定するには、発光出力(P₀)輝度(B)および光度(I)を用いています。

2.1. 発光出力(P₀)

発光出力(P₀)は全方向に放射される光のトータル量で表わします。単位は電波と同様にワット(W)です。

発光ダイオードの発光強度は観測方向によって異なります。指向性をもたせた発光ダイオードは垂直軸方向が最も強く垂直軸となす角度が大きくなるにつれて著しく減少します。

無指向性の発光ダイオードは角度による発光強度差がありません。したがって同じ値の発光出力(P₀)を持つ指向性発光ダイオードと無指向性発光ダイオードを比べた場合垂直軸方向では指向性発光ダイオードの発光強度の方が無指向性発光ダイオードの発光強度より大きな値を示します。

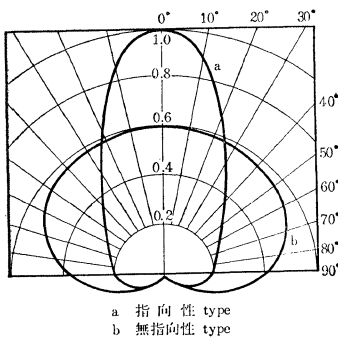


図2 発光強度の角度分布

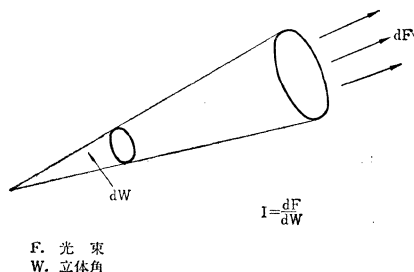


図3 輝度および光度

垂直軸となす角度が大きい方向から見る場合は逆の結果になります(図2)。

2.2. 輝度(B) Brightness または Luminance

輝度(B)は物体を一定方向から見たときその物体の観測方向に垂直な単位面積あたりの明るさをいいます(図3)。

輝度の単位は国際単位ではカンデラ毎平方メートル(cd m⁻²)を用いますが、発光ダイオードの場合にはフートランバートを用いるのが普通です。1フートランバートは、1平方フートあたり1ルーメンの光束発散度を持つ完全拡散面の輝度をいいます。普通のカラーテレビの白色部の輝度が50~100fLです。

完全拡散面とは観測方向に無関係に様な輝度を示す面を言います。ルーメンは光束の単位で1カンデラの光度を持つ光源から総ての方向に様に光が出る場合、単位立体角内に単位時間ごとに放射される光束を言います。

2.3. 光度(I) Luminous Intensity

一定方向から見た物体の全体としての明るさを定義する

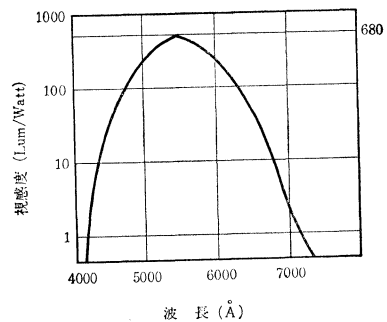


図4 視感度曲線

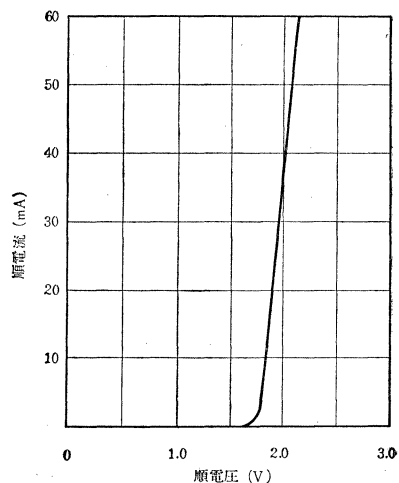


図5 順電圧—順電流特性

量です。物体を点とみなせる程度の十分遠方にある標準観測者に与える視覚の比較値です。単位はカンデラで示します。白金凝固点の温度 (1773°C) にある黒体の 1 m² の平な表面の垂直方向の光度の 1 / (6 × 10⁸) を 1 cd としています。

2.4. 光出力と明るさ

光のエネルギーと明るさの感覚との関係を視感度 (Luminosity Factor) で示します。

可視光線の人間の目に与える明るさは波長により異なります。波長をかえて同じ明るさに見える、それぞれの光の放射エネルギーの逆数で表わします (図 4)。

人間の視感度の最も高い波長は 5550Å でこの波長の視感度を 680 Lumens/Watt と定義しています。

GaP 赤色発光はピーク波長 7000Å で視感度 20 Lumens/

Watt, 緑色発光はピーク波長 5600Å で視感度は 675 Lumens/Watt です。

3. 発光ダイオードの特性

発光ダイオードの電気特性は一般のダイオードの電気特性と本質的に同じです。

順電流 I_F, 順電圧 V_F, 逆電圧 V_R, 接合容量 C_J 等で表わします。

3.1. 順電圧-順電流特性

順電圧と順電流の関係を図 5 に示します。順電流は順電圧が約 2 V を越えると急増します。

3.2. 順電流-輝度 (または出力の特性)

順電流と輝度 (または光出力) の関係を図 6 に示します。輝度 (または P₀) は順電流の増加と共に高くなります。

3.3. スペクトル分布

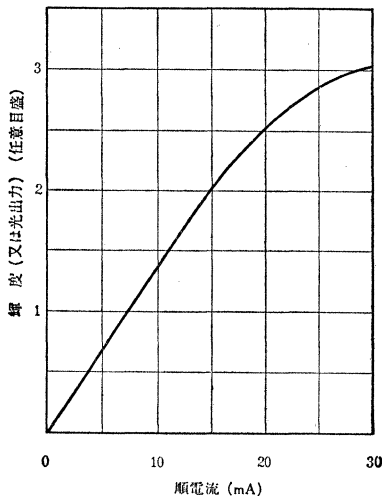


図 6 順電流輝度 (または光出力) 特性

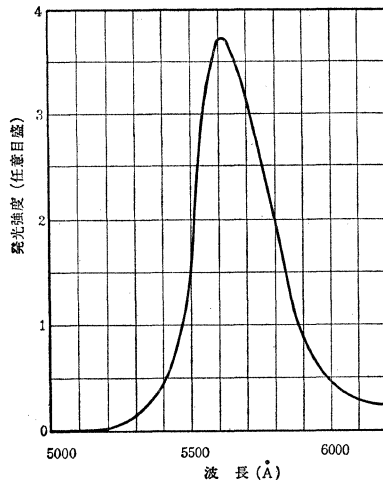


図 8 緑色発光ダイオード発光スペクトル

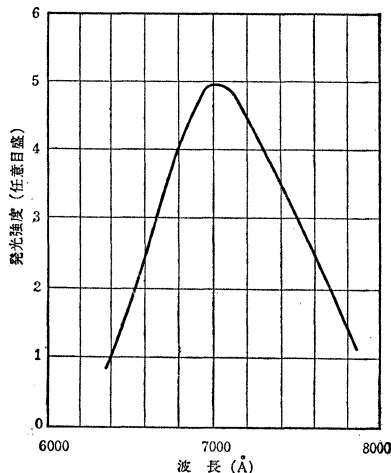


図 7 赤色発光ダイオード発光スペクトル

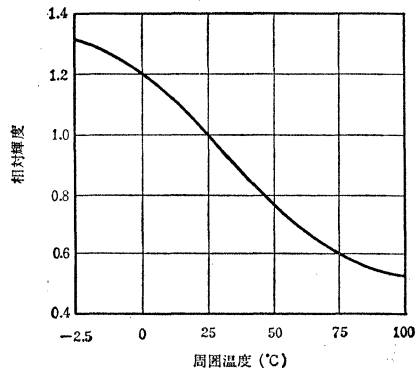


図 9 輝度の温度特性

赤色発光ダイオードのスペクトル分布を図7に示します。ピーク波長は7000Åです。

緑色発光ダイオードのスペクトル分布を図8に示します。ピーク波長は5600~5650Åです。

3.4. 輝度—温度特性

輝度の温度特性を図9に示します。

3.5. 逆電圧—接合容量

逆電圧と接合容量の関係を図10に示します。

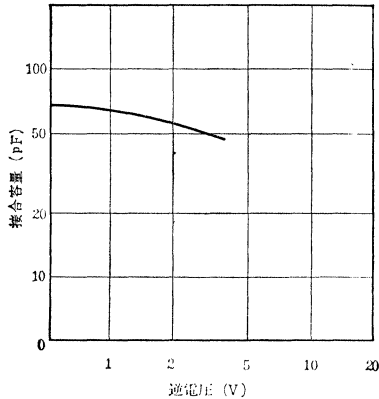


図10 逆電圧—容量特性

4. 発光ダイオードの応用

4.1. 発光ダイオードの応用

発光ダイオードの応用分野としては、大きく分けると光源として用いるものと表示用として用いるものの2つになります。前者は主として赤外発光ダイオード（勿論、近接距離間の光信号の伝達の場合は次の可視光発光ダイオードの方が光軸を合わせやすいことから有利な場合があります）が用いられることが多いのですが、後者の場合は明らかに眼に見えることが必要であるために可視光発光ダイオードの独壇場となっています。

発光ダイオードの発光機構は、白熱ランプのように熱を伴う熱輻射によるものとは異なり、接合を順方向に電流が流れる時導電帯にある電子が、電子帯のホールと再結合する過程で、光が放射されるために本質的に半導体としての性質をそのまま持ち合わせており、前述しましたがさらに次のような特徴があります。

- (1) 応答速度が速い。
- (2) 寿命が長く機械的に堅牢で、信頼性が高い。
- (3) 低インピーダンスであるために低電圧（低電力）で動作する。
- (4) 発光スペクトルが単色光に近い。
- (5) 小形、軽量である。
- (6) フィラメントやヒーターを必要としないのでウォーミング・アップ時間を要しない。

以上のようなユニークな特徴のために応用範囲としては極めて広いと言えます。

発光ダイオードの応用分野（例）

- 各種情報表示
- カウンター
- 安全装置、警告装置
- 光信号
- 検知装置
- 回路のアイソレーター
- 感光記録
- 光チョッパー
- カードリーダー、テープリーダー
- 装飾、おもちゃ

発光ダイオードの応用機器（例）

- 測定器、プリント板、家庭電気機器、電話器、カメラ、時計、オープンの受電、通電表示
- 受信機の同調表示
- 数字表示、アルファベット表示、カナ表示を利用した電卓、計算機、計測器、警報装置、緊急避難用表示、保安設備表示、自動車、航空機、電車のコントロールパネル表示、交通管制機器
- ラインプリンターの光源、カード・リーダー光源
- 光学リレー
- 装身具、娯楽用品、教育機器

表1に東芝発光素子の一覧表を示します。

なお、規格の詳細および応用例については個別規格および応用回路をご参照ください。

GaP発光ダイオード

表1 東芝発光素子一覧表

() 内試作品名

品名	発光色	外圍器		指向性	最大定格 (Ta=25°C)				特性 (Ta=25°C)												推奨動作電流 (mA)				
					I _F (mA)	V _R (V)	P (mW)	T _{stg} (°C)	V _F (@30mA*) (V)			P _o (@15mA*) (μW)			B @15mA* (fL)			λ _p (@10mA)(Å)							
									Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.					
TLR101 (S8115)	赤	つや消し	赤	中形	なし	35	3	100	30~100	—	2.0	2.8	60	210	—	—	75	—	—	—	—	—	10~15		
TLR104 (S8125)				小形		35	4	100		—	2.0	2.8	60	210	—	—	70	—	—	—	—	—	—	—	10~15
TLR102 (S8126)				あり		25	4	75		—	1.95*	2.6*	60*	180*	—	—	60*	—	—	7000	—	—	—	—	—
S8106 Δ		透明	無色	中形	あり	35	3	100		—	2.0	2.8	80	210	—	—	260	—	—	—	—	—	—	10~15	
TLR103 (S8119)		赤	35	4	100	—	2.0	2.8		80	210	—	—	150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10~15	

Δ: 保守品種

GaP 発光表示装置

品名	発光色	表示		共通端子	最大定格 (Ta=25°C)					特性 (seg)(Ta=25°C)									推奨 Decoder/ Driver					
					I _F /seg (mA)	V _R (V)	P _D (mW)	T _J (°C)	T _{stg} (°C)	V _F (@5mA) (V)			B (@5mA) (fL)			C (@1MHz) (pF)								
										Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.						
TLR301 (S8123)	赤	数字	小文字	カソード	20	3	400	100	-30~-80	—	1.85	2.3	—	60	—	—	100	—	—	—	—	T3085 / 2SA495 ©		
TLR302 (S8124)			中文字		30	3	600			—	1.85	2.3	—	60	—	—	100	—	—	—	—	—	—	T3085 / 2SA495 ©
TLR303 (S8120)			中文字		30	3	600			—	1.85	2.3	—	60	—	—	100	—	—	—	—	—	—	—
TLR304 (S8121)		符合	30	3	300	—	1.85			2.3	—	60	—	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	

中小形整流素子の使用法

1. 整流素子の最大定格

1.1. せん頭逆電圧 V_{RM}

素子に印加する逆電圧が交流せん頭値でも直流電圧でもこの値を越えて印加してはなりません。抵抗または誘導負荷の場合は、交流入力電圧せん頭値をこの値以下にしてください。しかし容量負荷の整流回路に使用の場合は、交流入力電圧せん頭値はこの V_{RM} の 1/2 以下にする必要があります。さらにサージ電圧を考慮して 1/3~1/4 程度にします。

1.2. 交流入力電圧 $V_{i(RMS)}$

正弦波交流入力電圧の実効値の最大は、抵抗または誘導負荷の場合上記 V_{RM} を基準にして表わすと、

$$V_{i(RMS)} \leq 0.707 V_{RM}$$

1.3. 順電流 I_F , I_r

順電流の最大定格は、普通カタログにはある一定温度での値を提示してありますが、これとは別に必ず温度に対するてい減曲線が示されていますので、使用温度における最大定格から余裕をとって、その上限を抑えなければなりません。

1.4. サージ電流 I_{surge}

正弦波交流 50~60Hz の 1 サイクルに対する一定温度での正弦半波せん頭値を示しており、2 サイクル以上の場合についてのてい減定格は別に示してあります。正弦波ではなく矩形パルスのせん頭電流値とパルス幅で表示するものもあります。

1.5. 動作または保存温度 T_{opt} , T_{stg}

動作時の許容最大温度はケース温度 T_c 、周囲温度 T_a または接合部温度 T_j で表わします。いずれも動作中に接合部温度が許容最大値 T_{jmax} (150°C~175°C) を越えないようにしなければなりません。

2. 電気的特性

拡散接合形整流素子の一般的な順逆方向静特性曲線を示すと図 1 の通りです。

順逆両方向の電圧-電流特性はシリコン拡散接合のみについては次式で表わされます。

$$I = I_s (e^{qV/kT} - 1) \dots \dots \dots (1)$$

I_s : 逆電圧印加時の飽和電流値

$$q/kT = 39/V (T_j = 300^\circ K)$$

しかし実際の製品は、この接合部特性のほかに接合部表面漏れ電流特性や外囲器の絶縁特性、さらにシリコン素子を外囲器内に固定するのに使用するハンダの電気抵抗、リード線の電気抵抗などの種々の特性が付加されるため、(1) 式の理論値からずれた特性を示すことになります。

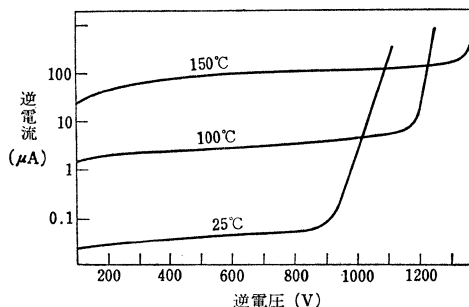
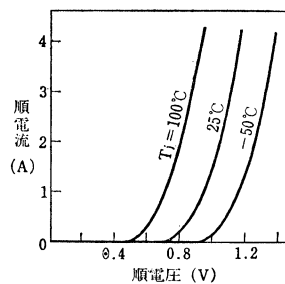


図 1 整流素子の順逆方向静特性

2.1. 順方向特性

順方向特性は上記図 1 (a) で図示されるように、ある一定電圧 (常温では約 0.7V) で急激に電流の立上りが始まり、それ以降はほぼ直線的に電流が増加します。この特性を近似式で示すと (2) 式の通りとなります。(常温の場合)。

$$V_f = r_d I_F + V_k (V) \dots \dots \dots (2)$$

r_d は動作抵抗, V_k は立上り点電圧

シリコン拡散接合素子の順電圧降下は、ほぼ 2mV/°C の負の温度係数をもっており、これを考慮して (2) 式を補正すると

$$V_f = r_d I_F + [V_{ko} - 0.002(T_j - T_o)] \dots \dots \dots (3)$$

V_{ko} は常温立上り点電圧

T_o は V_{ko} を与える常温接合部温度

となります。したがって接合部温度 T_j が上昇すれば、順電圧降下は減少し素子での電力損失は小さくなります (電力損失の項参照)。

2.2. 逆方向特性

逆方向特性は図 1 (b) で示すように、逆電流絶対値は非常に小さい値を示すが、その温度係数は正ですから、高温で使用する場合または大電流印加により自己加熱を与えた場合には、無視できない値になります。

接合部最大許容温度は一般に 150°C~175°C であり、この値は絶対越えぬよう留意する必要があります。

整流素子の保証繰返し逆電圧は、アバランシェ電圧以下にしているのが普通ですが、非繰返しサージ電圧の保証を要求される応用回路に対しては、アバランシェ電圧以上の値を瞬時逆電圧として定格化しています。

この観点から整流素子を分類すると次のようになります。

- ④ 一般の整流素子
 - ① 表面耐圧がアバランシェ電圧より低いもの
 - ② 表面耐圧がアバランシェ電圧より十分高いもの
- ⑤ CAR (コントロールド・アバランシェ・レクチファイア)

CARはアバランシェ電圧を一定範囲内に入るように製造し規格化しているもので、非繰返しサージ電圧を印加した場合の許容逆方向電力損失を一定値まで保証できます。

一般の整流素子でも、最近の製品はほとんど④-②のタイプとなっており、サージ電圧耐量が大きくなっています。

アバランシェ電圧も正の温度係数を持っており、約 0.1 %/°C の値を示します。したがって高温になれば逆電圧が増加すると考えてよく、有利な方向に変化します。ただし前記の高温逆電流の増加分は決して忘れてはなりません。

2.3. 過電流特性

図2に示すように、順方向電流を過度に流して行くと、(1)式または(3)式で表される順電圧降下より大きい順電圧降下を示すようになります。これはもはやこの領域で

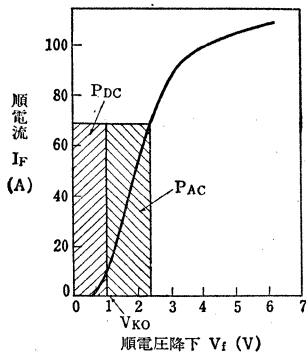


図2 順方向特性

は、シリコンのPN接合特性の電圧降下分は影をひそめ、ハンダまたはリード線などの金属の電気抵抗による電圧降下分が現れてくるからです。このような領域では、電力損失が急激に増えるため自己過熱による破壊に至ります。したがって最大定格で保証された過電流耐量を越えぬよう(特にコンデンサ入力型整流回路等への応用の際には)、十分注意する必要があります。

2.4. パルス特性

整流素子は前述のように、理想としては逆電流が0であ

ることが好ましいが、図1(b)のような逆電流が流れます。しかしこの値もホール蓄積効果による逆電流に比べると微々たる値です。ホール蓄積効果によるPN接合内の蓄積電荷量は、逆電圧印加前の順電流が大きい程多くなります。この蓄積電荷がなくなり飽和逆電流に達するまでの時間を逆回復時間 (Reverse Recovery Time) t_{rr} と呼びます。 t_{rr} が大きいと当然逆方向での電力損失が増え、場合によっては順電流による電力損失より大きくなる場合があります。したがってパルス波形交流の整流(たとえばマルチバイブレータ形トランジスタDC-DCコンバータの整流用)に使用する場合には t_{rr} の小さい素子を選ぶ必要があります。 t_{rr} の大小関係は高周波での整流能率の大小関係と一致します。したがって t_{rr} の小さい素子は高周波正弦波交流の整流にも適します。

物理的には t_{rr} は、PN接合の面積に比例するため電流容量の大きい素子は、自然 t_{rr} が大きくなります。したがって大電流パルスの整流には特に t_{rr} を小さくした素子が必要です。

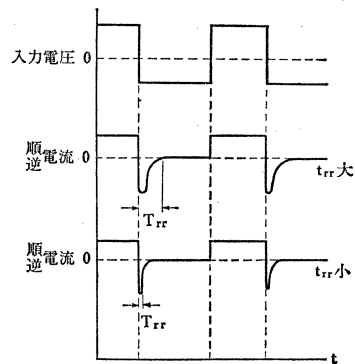


図3 パルス特性

3. 許容電力損失

順電圧降下が(3)式に示される値を取ると、素子内部には次式で示される電力損失を生じます。すなわち順電流による電力損失 P_{df} は

$$P_{df} = r_d I_F^2 + [V_{ko} - 0.002(T_j - T_o)] I_F \dots (4)$$

ある順電流 I_F が流れ、接合部温度が T_j になっているときは、この式で与えられる電力損失 P_{df} が生じています。

いまこの I_F が大きくなり、構造材料により定まっている許容最大接合部温度 T_{jmax} に達したならば、そのときの電力損失 P_{df} は許容最大限界です。

もちろんこのときの I_F も許容最大値です。

$$P_{df(max)} = r_d I_{Fmax}^2 + [V_{ko} - 0.002(T_{jmax} - T_o)] I_{Fmax} \dots (5)$$

前述のように整流素子の T_{jmax} は 150°C~175°C ですが、ここで 150°C をとり (5) 式に入れると、 $T_o = 25^\circ\text{C}$ とした場合、

$$P_{df(max)} = r_d I_F^2 \max + (V_{ko} - 0.25) I_F \max \dots (6)$$

なお(4)式の P_{df} の一般的表現によれば図2のように順方向電力損失 P_{df} は2つの成分 P_{AC} と P_{DC} に分解して考えられます。

$$\left. \begin{aligned} P_{DC} &= [V_{ko} - 0.002(T_j - T_o)] I_F \\ P_{AC} &= r_d I_F^2 \end{aligned} \right\} \dots (7)$$

P_{DC} は T_j の変動とともに変化しますが、 P_{AC} は温度に無関係に順電流により一義的に決まります。さて一方整流素子の構造により定まる熱抵抗 θ と素子の電力損失 P_d との間には次式で示す関係があります。

$$P_d = \frac{T_j - T_a}{\theta} (\text{°C/W}) \dots (8)$$

$T_{j \max}$ 、 $P_{d(max)}$ の関係を図示したのが図4で、温度 0°C で $T_{j \max}/\theta$ までの電力損失を与えてもよいこととなりますが、普通常温での最大許容損失を絶対最大定格としています。これは過大電流による熱衝撃のため破壊するのを防ぐためです。

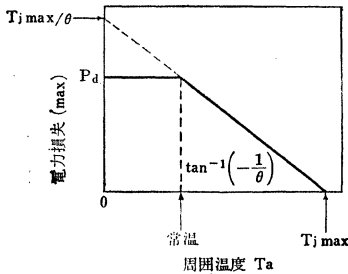


図4 電力損失—周囲温度特性

さて次に P_d の内容については、先に順電流による成分 P_{df} について説明しましたが、逆電流による損失分を見逃すわけにはゆきません。

逆方向電力損失 P_{dr} は

$$P_{dr} = V_r i_r \dots (9)$$

したがって P_d は

$$\begin{aligned} P_d &= P_{df} + P_{dr} \\ &= r_d I_F^2 + [V_{ko} - 0.002(T_j - T_o)] I_F + V_r i_r \dots (10) \end{aligned}$$

整流素子の消費する電力損失を計算し、カタログ表示の最大許容電力損失と見合った使用法をしようと考えたとき、この P_{dr} を忘れがちなことを注意してください。

P_{dr} を無視して許容最大順電流 $I_F \max$ を求めると(6)および(8)式から

$$\frac{T_{j \max} - T_a}{\theta} = r_d I_F^2 \max + (V_{ko} - 0.25) I_F \max \dots (11)$$

$$\begin{aligned} T_a &= -r_d \theta I_F^2 \max - (V_{ko} - 0.25) \theta I_F \max \\ &\quad + T_{j \max} \dots (12) \end{aligned}$$

しかし逆電圧が少しでも印加されれば

$$\begin{aligned} T_a &= -r_d \theta I_F^2 \max - (V_{ko} - 0.25) \theta I_F \max - V_r i_r \max \theta \\ &\quad + T_{j \max} \dots (13) \end{aligned}$$

P_{dr} を考えないで(12)式の T_a と $I_F \max$ の関係を図示すると図5の順電流の周囲温度に対する通減曲線 (Derating Curve) ができます。しかし(13)式の $V_r i_r \max (= P_{dr})$ は独立変数であり、これは逆方向に印加する電圧と $T_{j \max}$ により定まります。図6の例のごとき比率をとった場合は、順電流の最大値も図5点線の値以下に抑えねばならず、意外に I_F を下げて使用せねばならないことになります。

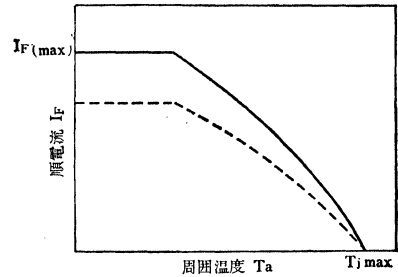


図5 順電流減定格曲線

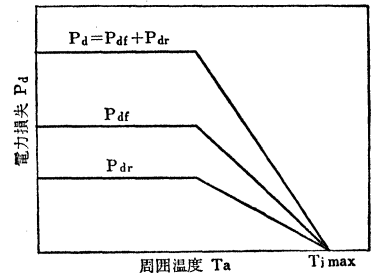


図6 P_d 分担の一例

次に順方向電力損失と順電流値との関係についてまた考えてみましょう。(3)式には、順電流を I_F なる記号で示しましたが、図7に示すような基本的半波整流回路に流れる順電

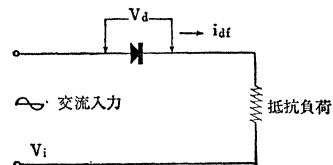


図7 半波整流回路

流は図8の i_{df} のようになります。

この i_{df} を(3)式に入れると、順電圧 V_{df} は

$$V_{df} = r_d i_{df} + [V_{ko} - 0.002(T_j - T_o)]$$

したがって順方向電力損失 P_{df} は

$$\begin{aligned} P_{df} &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} V_{df} \cdot i_{df} d\theta = r_d \left(\sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i_{df}^2 d\theta} \right)^2 + [V_{ko} - 0.002(T_j - T_o)] \cdot \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i_{df} d\theta \\ &= r_d i_{df}^2(\text{rms}) + [V_{ko} - 0.002(T_j - T_o)] i_{df}(\text{avg}) \dots (14) \end{aligned}$$

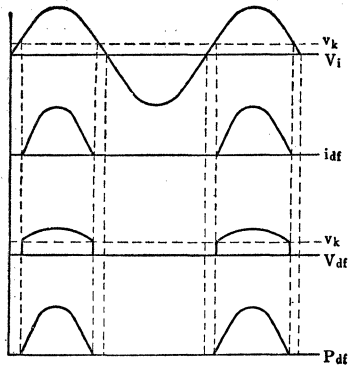


図8 半波整流回路の波形解析

となります。

この関係を考慮して (10) 式 (13) 式を書き直すと次の通りとなります。

全電力損失

$$P_d = r_d i_{df}(\text{rms})^2 + [V_{ko} - 0.002(T_j - T_o)] \times i_{df}(\text{avg}) + V_r i_r \dots (10')$$

周囲温度と許容電流との関係

$$T_a = -r_d \theta i_{df}^2(\text{rms}) - (V_{ko} - 0.25)\theta \cdot i_{df}(\text{avg}) - V_r i_r \max \theta + T_j \max \dots (13')$$

4. 直列接続法およびサージ電圧保護法

高圧を整流する場合、1個の素子の逆耐圧では不足するため、直列に2個以上の素子を接続して必要な耐圧を得ることにします。

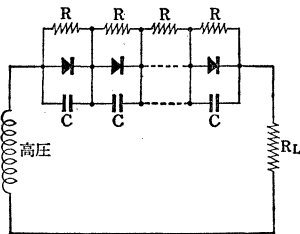


図9 直列接続回路

この場合接続された各素子の逆方向特性のバラツキを補償するためバランサー抵抗 R とバランサーコンデンサ C を並列に使用する必要があります。しかしコントロールド・アバランシェ形の素子 (CAR) は、このバランサー抵抗は不要です。CAR はそれぞれのもつ分担電圧がある一定幅にあり、各素子のアバランシェ電圧の総和以上の電圧が印加されても、逆方向電流による消費電力もほぼ均等に分担されるため、一般の SR のようにある一つの素子のみに逆電圧および逆電流が集中し、破壊に導かれるようなことはありません。

4.1. バランサー抵抗の算定法

バランサー抵抗がないと図10のように A, B 2個の素子の受持つ逆電圧が不平衡となります。

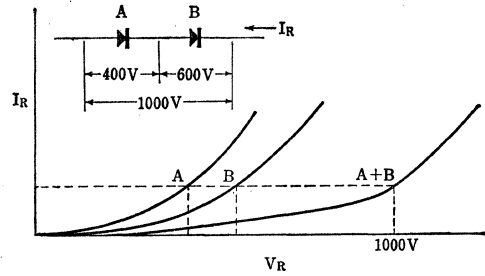


図10 バランサー抵抗のない直列接続

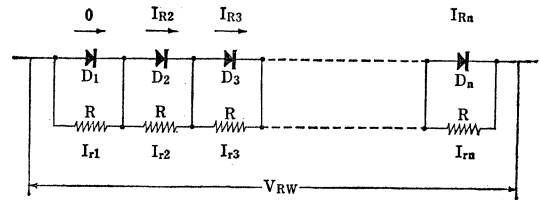


図11 バランサー抵抗を入れた直列接続

$$\begin{aligned} I_{R2} = I_{R3} \dots \dots \dots = I_{Rn} \\ I_{R1} = I_{R2} \dots \dots \dots = I_{Rn} \end{aligned} \text{と仮定}$$

そこで図11のように素子1個、1個に並列に抵抗 R を挿入します。この R は如何なる値にするのが妥当であるかを算定します。

直列接続されている素子 n 個のうち、ある1個の素子の逆電流がほとんど 0 と考え、残りの (n-1) 個の素子はすべて定格の逆電圧 \$V_{RM}\$ における逆電流 \$I_{RM(\text{max})}\$ とします。この \$I_{RM(\text{max})}\$ はカタログ発表の高温最大逆電流と考えます。このようなとき逆電流 0 の素子は、もっとも悪い条件となります。(図11 D₁)。しかしこのときでも D₁ にかかる電圧が、動作せん頭逆電圧 \$V_{RW}\$ の平均分割電圧よりも $\epsilon\%$ 大きいだけに抑えるものと仮定すると、D₁ に並列の抵抗に流れる電流 \$I_{R1}\$ は、

$$I_{R1} = \frac{(1+\epsilon)V_{RW}}{n \cdot R} \dots \dots \dots (15)$$

残りの (n-1) の素子については \$V_{RM}/I_{RM(\text{max})}\$ を等価抵抗と考えて \$I_{R2}\$, \$I_{R2}\$ を求めますと、

$$I_{R2} = \frac{V_{RW} - (1+\epsilon) \cdot \frac{V_{RW}}{n}}{(n-1) \cdot R} \dots \dots \dots (16)$$

$$I_{R2} = \frac{V_{RW} - (1+\epsilon) \cdot \frac{V_{RW}}{n}}{(n-1) \cdot \frac{V_{RM}}{I_{RM(\text{max})}}} \dots \dots \dots (17)$$

\$I_{R1} = I_{R2} + I_{R2}\$ なる故 (15), (16), (17) 式を入れて R について解けば、

$$R = \frac{n\epsilon}{(n-1-\epsilon)} \cdot \frac{V_{RM}}{I_{RM(\text{max})}} \dots \dots \dots (18)$$

4.2. バランサーコンデンサ C の算定法

定常状態における電圧分担はバランサー抵抗で行なえますが、過渡電圧 (サージ電圧) に対しては C で分担させま

す。すなわち素子の少数キャリア蓄積効果による転流時の過電圧、開閉サージ電圧などに対しては、素子と並列にコンデンサーCを挿入します。またエネルギーの大きいサージ電圧が出る回路では、トランスの両端、負荷の両端にサージ・アブソーバを挿入してサージを吸収させます。このCの算定法は、直列に接続された素子の Q_f （蓄積量）や、接合部容量、配線などの浮遊容量より決まります。 Q_f による決定は次式によります。

$$C = \frac{\Delta Q_f}{\Delta V_R} (\mu F) \dots \dots \dots (19)$$

ΔQ_f は Q_f の最大と最小の差

ΔV_R は 転流直後の分担電圧の差電圧

接合部容量 C_c および浮遊容量 C_s のバラツキに対するバランサーは一般にそれぞれの10倍以上のCを入れます。しかし $\Delta Q / \Delta V_R$ より算定されたCと $10C_c$ または $10C_s$ の値3つを比較すると、一般に $\Delta Q / \Delta V_R$ の値が一番大きいので、 C_c 、 C_s は考慮しなくてもよい場合が多い。

ついでに先述のトランスの両端または負荷の両端に入れるサージ・アブソーバは次式により決定します。

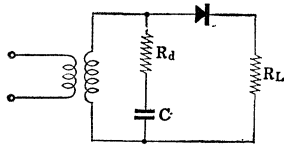


図12 トランスのサージ・アブソーバ

$$C = \frac{V \cdot A}{\sqrt{V_P^{3.5}}} \dots \dots \dots (20)$$

VA : トランスの容量

V_P : 巻線電圧の波高値

(19) 式または (20) 式によるCを入れた場合、回路のLにより振動電圧を発生するおそれがあるので、ダンピング抵抗 R_d を入れます。

$$R_d = \frac{10^{-3}}{2\pi C} (\Omega) \dots \dots \dots (21)$$

4.3. 直列接続個数の決定

素子単独の場合には、サージ電圧を考慮して交流入力電圧せん頭値は、 V_{RM} の $1/3 \sim 1/4$ に抑えるよう注意しましたが、直列に接続した場合は上記のように分担電圧の不均衡分の補正を考える必要があるため、さらに安全を見積った算定をします。一般に直列個数は次式のような算定法が用いられています。

$$\text{直列個数 } n \geq \frac{V_o \times M \times \delta \times K \times \beta}{V_{RM}} + 1 \dots \dots (22)$$

ここに、

V_o : 出力電圧

M : 直列接続された素子全体にかかる電圧のせん頭値に換算する係数

δ : 電源の電圧変動率

K : 安全係数……………一般のSRは2.5~3.0, CARは1.6~2.0

β : 直列接続された素子の分担電圧の不均衡率 (18) 式のようなバランサー抵抗を入れ $\epsilon = 0.1$ とすれば $\beta = 1.1$

5. 放熱設計

ここでは一般的な整流素子およびSCRの放熱設計について示します。なお熱抵抗についての計算式、等価回路などについては「トランジスタ回路の熱安定度と放熱の設計」を、また「東芝放熱フィン」「アクセサリについて」もあわせて参照してください。

5.1. 素子の取りつけ方

a) 中出力以下の小形素子

普通放熱板を使用しないため、冷却はケースの表面からの放射と対流およびリード線からの熱伝導によります。素子の放熱を良くすることは、接合部温度の上昇を少なくすることで、次のような点に注意することが必要です。

- リード線の長さはできるだけ短くして、熱放散のよい端子、ソケットまたは基板に接続します。
- 大電力抵抗のような熱を発生する回路素子を素子のリード線にハンダづけすることをさけます。
- 素子に直接放射熱を伝えるような回路素子、たとえば電力トランス、大電力抵抗などは熱をしゃ断する必要があります。
- 小形素子でラジエータ・ホルダーが使用できるものはこれを使用し、放熱板に取りつけることができます。

b) 電力用素子

(1) 放熱板材料の選択

銅は高い熱伝導率をもっているため、冷却効果を得るのにもっとも適しています。しかし価格を考えると鉄が代用品になることもあり、ある場合には重量の点で、押出し容易という点でアルミニウムが有望になることもあります。アルミニウムを放熱板として使う場合には次の2つの点を特に注意しなければなりません。

湿気または腐食性ガスのある場合では、アルミと素子の外囲器の材料である銅（たとえばTO-3外囲器のトランジスタあるいはスタッドタイプの整流素子SCR）の間で電蝕が生じ、次第に接触部分がおかされ熱抵抗の増加がおこります。この場合銅の表面に良好なニッケルまたは銀めっきを施すか、ペネトレックスAのような腐蝕防止剤を使用すれば、この接触面での腐蝕が非常に減少します。

銅スタッドの場合、アルミニウムのフィンに穴をあけた穴を通して裏側からナットで取り付けられているので、温度限界までを周期的に変化させると熱膨張、収縮によるゆるみ作用が起り、しだいに取り付けをゆるめることとなります。これはアルミと銅との熱膨張係数が

等しくないために起こります。素子とフィンがあたためられるとアルミは銅よりも速く膨張しますが、銅のスタッドおよびナットでサンドイッチ状にはさまれているために、アルミと銅の応力はそれぞれの弾性限界をこえて、材料は永久ひずみを生じます。これらが再び冷却されると接触面の接触圧力は減少します。フィンの裏側にスプリングワッシャを使えば、アルミが膨張するとき銅でなく、このワッシャを、圧縮するのでこのことはほとんどさげられます。1000時間の実動試験においてスプリングワッシャがないとき、接触熱抵抗は初期値の3倍にもなりますが、スプリングワッシャ使用により10%増におさえることができます。

(2) 放熱板に取りつける際の穴と表面処理

薄い平らな放熱板にあけられた穴を通して取り付けられる場合、2表面の接触が非常に大きな影響を与えます。放熱板が平滑であること、特に穴の周囲のしわ、突起点のないことに特に注意する必要があります。穴を打抜いたときには、そのあとで放熱板の手直しすることが必要です。また穴をドリルであけるとときには、バリ、カエリを注意深くとりのぞかなければなりません。スタッドの場合スタッド自身の六角ベースのネジの根元に円形のふちがあるときには、これが放熱板にあたって浮き上がったことのないように、放熱板の穴は面取りしなければなりません。最終組立ての前に素子あるいは放熱板の接触面上にバリまたは角のメクレ（輸送中あるいはそのあとの取扱い中に生じることがある）が取ってあるかどうか調べてください。これが残っていると表面からの熱伝達を悪くする原因になります。

(3) 取り付け時のトルク

半導体と放熱板との接触を熱的に良好なものとするには、2表面間に適当な圧力が必要です。とはいえ、ある値以上のトルクでは熱的接触状態は飽和し、逆に機械的に素子の接合部とか外囲器内部にハンダ付けされている材料とかに応力を与え、素子の特性の永久破壊の原因と

もなります。したがってカタログ等に最大締付トルクの値が示してあるものは、この値を正しく守ることが必要であり、この種の素子の取り付けには必ずトルクレンチを使ってください。

(4) 接合点の潤滑

どのような熱接合点でも、実際にはその表面間にくぼみおよび空隙が存在することはさげられません。そのような場所には空気が閉じこめられており、空気はどちらかといえば熱的不良導体なので、2表面を接触させる前に表面上に薄くシリコングリースを塗っておくと、空気はいらなくなり熱伝導が改善されます。

(5) 素子と放熱板の電気絶縁

ある種の応用では素子と放熱板が電気的に絶縁されていることが必要になります。

電力用整流素子、SCR にはアクセサリがありますので「アクセサリについて」の項を参照してください。これらの中のマイカあるいはマイラにより2表面間の電気的絶縁を行ないますが、熱的通路は残されています。接触部の熱抵抗はこの絶縁のためにかかなり増加します。直接金属と金属とを接触させた場合に行なったように、シリコングリースをマイカのそれぞれの面にぬると多少熱抵抗は改善されます。

(6) 接触熱抵抗と絶縁板熱抵抗の具体例（表1参照）

5.2. 放熱板の設計

電力用素子のもっとも一般的な冷却方法は金属製の放熱板に取り付ける方法です。半導体の接合部で発生した熱はケースから放熱板へと流れ、放射および自然または強制対流による熱伝達で周囲の空气中に救出されます。放射と対流とは完全に区別されるべきものですから、それぞれに対してのいわゆる熱伝達率 (h) は、別個に計算しなければなりません。理論的な設計をある程度の精密度をもって行なう場合には、前後の計算と放熱板効率(η)とを組合せて全熱伝達率を決定します。放熱板から周囲空気への熱の流れの量 P はつぎのように表わされます。

表1 スタッド形整流素子 SCR

スタッド直径 (mm)	六角ベース 対辺距離 (mm)	締付 推奨トルク (cm-kg)	絶 縁 物	接 触 熱 抵 抗 + 絶 縁 板 熱 抵 抗 (°C/W)			
				直 接 取 付 の 場 合		絶 縁 物 使 用 の 場 合	
				無 処 理	シリコング グリース塗布	無 処 理	シリコング グリース塗布
5	11	20	マイカ (0.15~0.20 mm)	0.75	0.60	6.5	6.0
6	14	35	マイカ (0.10~0.15 mm)	0.45	0.36	4.0	3.0
14	38	170	—	0.10	0.09	—	—
24	41	600	—	—	—	—	—

$$P = hA\eta \Delta T \dots\dots\dots(23)$$

ここでは h : 放熱板の全熱伝達率

A : 放熱板の表面積

η : 放熱板効率

ΔT : 放熱板の最高温度と周囲温度との温度差

また放熱板の熱抵抗 θ_f は

$$\theta_f = \frac{1}{h \cdot A \cdot \eta} \dots\dots\dots(24)$$

で与えられます。

表2には以下の説明の場合に用いられる記号をその次元と一緒に掲げてあります。

表2 熱の基本単位

記号	定義	次元
A	放熱板の面積	cm ²
C	熱容量	W・S/g°C
h	熱伝達係数	W/cm ² °C
k	熱伝達率	W/cm°C
L	放熱板長さ (指定された方向)	cm
P	熱量	W
θ	熱抵抗	°C/W
T	温度	°C
T _s	放熱板の表面温度	°C
T _a	周囲温度	°C
V	空気速度	m/s
ϵ	表面放射率	—
η	放熱板効率	—
ΔT	温度差	°C

まず (23) 式のおもなファクタおよび関連する変数について説明します。ここに引用する例は、種々の熱伝達機構を定量的に比較が行なえるように、すべて同じ寸法の放熱板を使い、同じ温度条件の場合の例をあげてあります。おのおのの式は基礎的な仮定条件が完全に満足されていれば正確ですが、実際の放熱板の設計では多かれ少なかれその仮定条件をはずれています。たとえば取り付けられた付属品と導線のための空気の流れの局部的乱れとか、放熱板への取り付け部分の熱伝導、近くの上または下にある他の熱源による煙突効果などで影響を受けます。幸いこれらの付加的効果のほとんどは熱伝達をよくするように働きます。したがって非常に高精度での紙上設計をする場合以外には、これらの付加的効果は無視してもかまいません。紙上の設計で得られた正確と考えられる値でも、実際に試作品で試験してみると、相当な補正をしなければならないことがあります。放熱板の効果の確認のため、ケース温度やス

タッド温度を測定してみる必要があります。その温度は与えられた負荷条件でカタログなどに指示してある定格を絶対にこえてはなりません。

5.3. 放射 (輻射)

スタック形の放熱板が表面放射率 0.9 またはそれ以上であって、200°C 以下で使用される場合には、放射熱伝達率 (h_r) はほぼ次の式で近似されます。

$$h_r = 2.28 \times 10^{-11} \cdot \epsilon \cdot (1-F) \left(\frac{T_s + T_a}{2} + 273 \right)^3 \quad (\text{W/cm}^2 \cdot \text{°C}) \dots\dots\dots(25)$$

ここに ϵ : 表面放射率 (表3参照)

F : スタックのしゃへい効果係数 (スタックになっていない1枚放熱板では F=0)

T_s : 放熱板の表面温度 (°C)

T_a : 周囲温度 (°C)

表3には種々の表面処理に対する放射率を示してあります。自然対流の場合には、全熱伝達のうちで放射による分が重要です。したがって放射熱伝達を最大にするように、放熱板表面に塗料をぬったり、陽極酸化を施すのが望ましい方法です。

油性ペイントはどんな色のものでも表面放射率を実際理想値1にまで改善できるほどの効果があります。

表3 普通の表面放射率

表面	表面放射率
陽極酸化したアルミニウム	0.7~0.9
市販のアルミニウム (みがいたもの)	0.05
アルミニウム入塗料	0.27~0.67
市販の銅 (みがいたもの)	0.07
酸化銅	0.70
圧延銅板	0.66
自然乾燥エナメル (色はなんでもよい)	0.85~0.91
油性ペイント (色はなんでもよい)	0.92~0.96
セラックと油煙の混合物	0.95
ワニス	0.89~0.93

図13は(25)式をノモグラムで表わしたもので、スタック形放熱板では効果が悪くなることもわかります。放熱板の間隔が狭くなるとしゃへい効果が目立ってきて放射熱伝達は減少します。

例1 放射ノモグラムの使用例

- 与えられた条件 : 7.5cm × 7.5cm の正方形放熱板からなるスタック
 : 放熱板間隔 2.5cm
 : 周囲温度 = 40°C
 : 放熱板表面温度 = 100°C

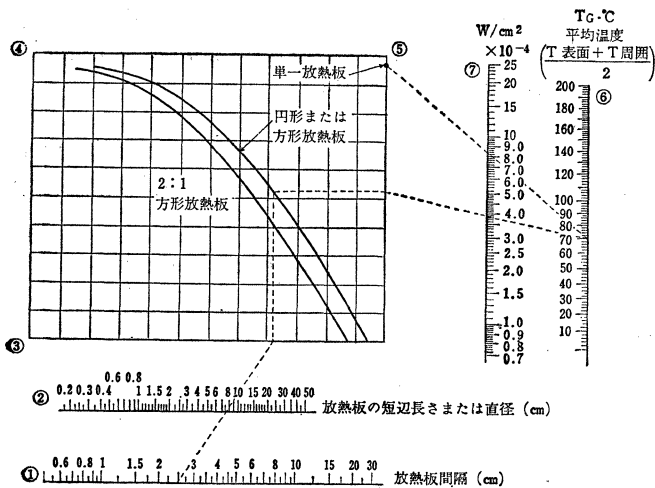


図13 放射ノモグラム (放射率=0.9)

問題 放射熱伝達率 (h_r) を求め、全放射熱伝達量 (P_r) を求めよ。放射板効率は1と仮定する (〔7〕参照)

解答 $T_G = \frac{T_s + T_A}{2} = \frac{100 + 40}{2} = 70 [^{\circ}\text{C}]$

上の条件に従って、①よりノモグラムの順序に従っていくと点線のようになり、

$$h_r = 3.7 \times 10^{-4} [\text{W}/\text{cm}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}] \text{ が得られる}$$

$$P_r = h_r \cdot A \cdot \Delta T = (3.7 \times 10^{-4} \text{ W}/\text{cm}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}) \times (7.5 \times 7.5 \text{ cm}^2) (2 \text{ 面}) \times (100^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}) = 2.5 (\text{W}/\text{放射板})$$

スタックになっていない1枚の放射板で、周囲温度 40°C の場合には、ノモグラムに示された線で見られるように、 $h_r = 8.4 \times 10^{-4} [\text{W}/\text{cm}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}]$ が得られる。このときの P_r は、

$$P_r = h_r \cdot A \cdot \Delta T = (8.4 \times 10^{-4}) (7.5 \times 7.5 \times 2) (100 - 40) = 5.7 (\text{W}/\text{放射板})$$

5.4. 自然対流法

海拔 0m の空気中で垂直におかれ、かつ表面温度が 800°C 以下の放射板については、自然対流による熱伝達率 (h_c) は、次式で近似されます。この式では、冷却媒体の層流が仮定されています。

$$h_c = 4.33 \times 10^{-4} \left(\frac{\Delta T}{L} \right)^{0.25} [\text{W}/\text{cm}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}] \dots (26)$$

ここに ΔT : 表面と周囲との温度差 [$^{\circ}\text{C}$]

L : 放射板の垂直方向の長さ [cm]

この式は放射板の間隔が約 $\sqrt[4]{L}$ (cm) まで成り立ちます。

図14は (26) 式を取り扱いに便利ようにノモグラムに表わしたものです。放射板が方形でなく、また垂直方向においてないときには、表4の値を L として図14により熱伝

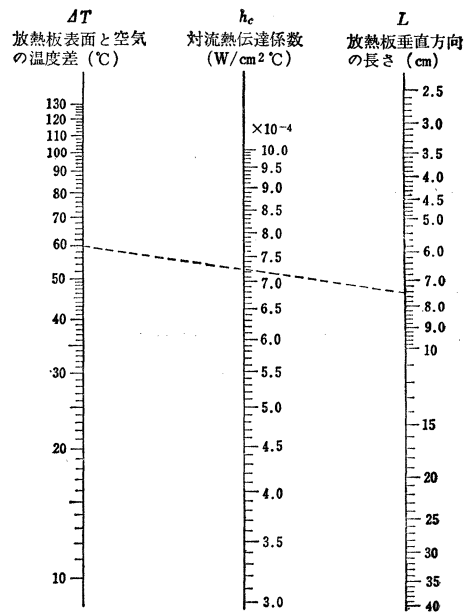


図14 自然対流ノモグラム垂直放射板 (海板 0m)

達率を求めます。

表4 Lの値

放射板形状	位置	L
矩形	垂直方向	垂直方向の長さ
	水平方向	長さ×幅 長さ+幅
円形	垂直方向	$\pi/4$ ×直径
	水平方向	直径
円柱	垂直方向	垂直方向の長さ

放射板が水平方向にある場合、上向きのとときと下向のとときで熱伝達率を補正する必要があります。補正係数 F を表5に示してあります。

表5 補正係数 F

形状	位置	補正係数 F
水平方向の放射板 (矩形または円形)	上向き	1.29
	下向き	0.63
円柱	水平方向	0.82
	垂直方向	0.82~1.0

例2. 自然対流ノモグラムの使用例

与えられた条件: 7.5cm×7.5cm 正方形放射板
: 周囲温度 = 40°C
: 放射板の表面温度 = 100°C

問題 放熱板効率を1として、自然対流熱伝達率 (h_c) と、全自然対流熱伝達量 (P_c) を求めよ

解答 $\Delta T = T_s - T_A = 100 - 40 = 60(^{\circ}\text{C})$

$$L = 7.5(\text{cm})$$

ノモグラム上の点線に示されたように、 $h_c = 7.28 \times 10^{-4} [\text{W}/\text{cm}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}]$

$$P_c = h_c \cdot A \cdot \Delta T = (7.28 \times 10^{-4}) [\text{W}/\text{cm}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}] \times (7.5 \times 7.5 \text{cm}^2) (2 \text{面}) \times (100 - 40^{\circ}\text{C}) = 4.90 [\text{W}]$$

高度によって自然対流熱伝達率が減少するが、その係数を図15に示す。ただし放熱板は側面1.25cmから60cmまでのものとする。

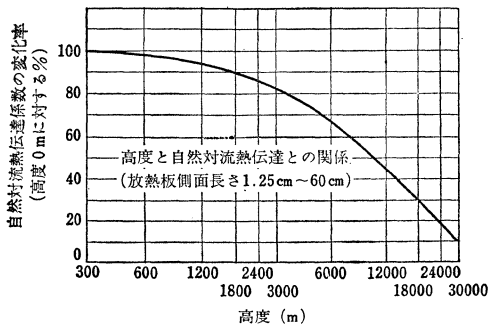


図15 高度と自然対流、熱伝達との関係 (放熱板側面長さ1.25~60cm)

5.5. 強制対流法

放熱板上を空気が、外部の機械的な方法、たとえばファンとかコンプレッサとかで動かされている動合には、熱伝達は改善されます。このときの対流伝達率は次式で近似されます。

$$h_c = 3.89 \sqrt{\frac{V}{L}} \times 10^{-2} [\text{W}/\text{cm}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}] \dots\dots\dots (27)$$

ここに V : 放熱板表面上の自由で一樣な空気流の速度 (m/s)

L : 空気の流れに平行方向の放熱板の長さ [cm]

この式は平らな放熱板で、その長さ L が $L \geq C/V$ 以下の場合に存在する層流(乱流でない)での空気の流の場合に成立します。ここで C は空気温度により変化する常数で、表6に示してあります。 $L > C/V$ では気流は乱流となり、熱伝達は改善されます。この値よりも短い L の場合でも、放熱板から配線または素子自身が突出しているために乱流となり、したがって熱伝達が改善されますが、乱流になると空気の流通系の損失は増大します。上の式に対する最小放熱板間隔は $B\sqrt{L/V}$ [cm] で与えられます。 B は表6に示される常数です。第16図は強制対流の式〔上の(27)式〕を計算するのに便利なためのノモグラムです。

表6 層流の限界

空気温度 (°C)	B	C
25	1.21	478
55	1.36	581
85	1.46	672
125	1.60	814
150	1.67	904

例3. 強制風冷による対流ノモグラム使用例
与えられた条件: 7.5cm x 7.5cm 正方形放熱板

: 風速 = 1.5m/s (一様)

: 周囲温度 = 40°C

: 放熱板表面温度 = 100°C

問題 放熱板効率を1とした場合の強制空冷対流熱伝達率 (h_c) と全熱伝達量 (P_c) を求めよ。

解答 $L = 7.5[\text{cm}]$, $V = 1.5[\text{m/s}]$

ノモグラム上の点線で示されるように

$$h_c = 1.74 \times 10^{-3} [\text{W}/\text{cm}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}]$$

$$P_c = h_c \cdot A \cdot \Delta T = (1.74 \times 10^{-3} \text{ W}/\text{cm}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}) \times (7.5 \times 7.5 \text{cm}^2) (2 \text{面}) \times (100^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}) = 11.7 [\text{W}]$$

5.6. 放熱板効率

薄い材料の放熱板では、熱源から離れるに従って、表面冷却効果のためにその温度が低くなります。したがって、前述の熱伝達の計算は、放熱板は一樣に高温にあるという仮定のもとに行なっていましたが、放熱板の末端でのより少ない熱伝達に対する補正をしなければなりません。このときに使用される係数がいわゆる放熱板効率 (η) です。

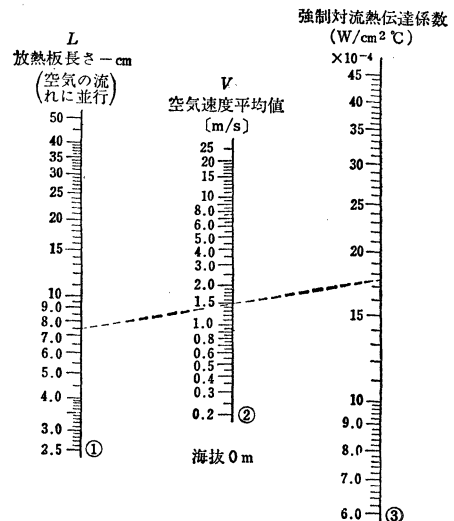


図16 強制対流ノモグラム

η は、現実に放熱板から伝達する熱量と、放熱板全体が一樣にその最高温度にあると考えたときに伝達する熱量との比として定義されます。

最高温度の点は、いうまでもなく素子の中心近辺です。放熱板効率には、長さ、厚さ、放熱板の形状、全表面の熱伝達率 h 、放熱板の材料の熱伝導率 K が影響します。(23) 式で定義したように現実の全熱伝達量は、全表面熱伝達量に放熱板効率を乗じて計算されます(全表面熱伝達量は、前述の例で計算した放射と対流による熱伝達量を加えたものです)。

放熱板効率は図17に示されたノモグラムによって計算することができます。ノモグラムの見方の順序は、おのこの

のスケールの近くに円形の中の数字で示してあります。

例4. 放熱板効率ノモグラムの使用例

- 与えられた条件：7.5cm×7.5cm 正方形のペイント塗布アルミ放熱板のスタック、放熱板の厚さはおのこの 0.4mm
 : スタッド六角ベースの実効直径 $d=15\text{mm}$
 : 放熱板間間隔=2.5cm
 : 風速=1.5m/s (一樣)
 : 放熱板温度=スタッドの点において 100°C
 : 周囲温度= 40°C

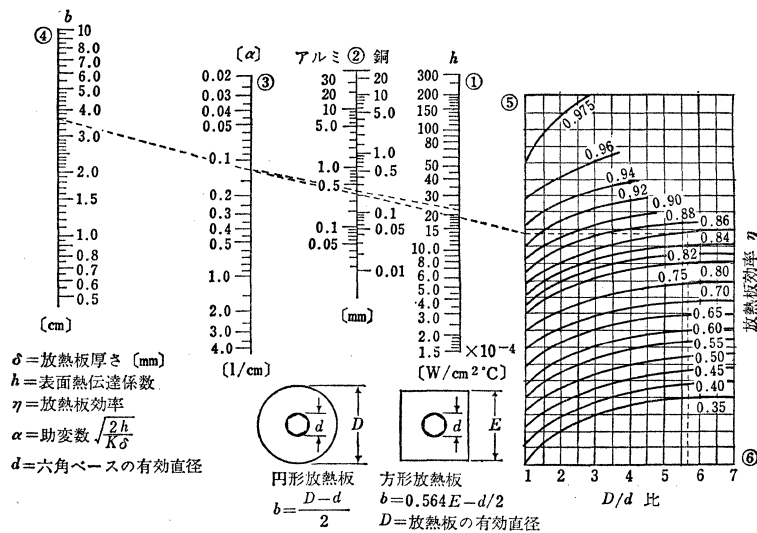


図17 放熱板効率ノモグラム (一樣な厚さで平らな放熱板)

問題 おのこの放熱板の全熱伝達量を求めよ。

解答 1. 全熱伝達率を求める。放射熱伝達率 $h_r = 3.7 \times 10^{-4} [\text{W}/\text{cm}^2 \cdot ^\circ\text{C}]$ である。(例4による)

対流熱伝達率 $h_c = 1.74 \times 10^{-3} [\text{W}/\text{cm}^2 \cdot ^\circ\text{C}]$ である全熱伝達係数は、 $h_r + h_c = 0.37 \times 10^{-3} + 1.74 \times 10^{-3}$ である。すなわち $h = 2.11 \times 10^{-3} [\text{W}/\text{cm}^2 \cdot ^\circ\text{C}]$

2. ノモグラムから放熱板効率を求める。

$$b = 0.564E - \frac{d}{2} = (0.564)(7.5) - \frac{1.5}{2} = 3.48(\text{cm})$$

$$\frac{D}{d} = \frac{1.128 \times 7.5}{1.5} = 5.64$$

ここで $h = 2.11 \times 10^{-3} [\text{W}/\text{cm}^2 \cdot ^\circ\text{C}]$ 、厚さ $\delta = 0.4\text{mm}$ という値から、ノモグラムに示されたように $\alpha = 0.32$ となる。 $b = 3.48$ と $\alpha = 0.32$ とから、直線をグラフのところ

まで延長して $D/d = 1.0$ と交わせ、ついでグラフ上で水平に $D/d = 5.64$ の点まで移動すると、 $\eta = 0.86$ が求められる。

3. 全熱伝達量を求める。

$$\text{全熱伝達量 } P = hA\eta\Delta T$$

$$P = (2.11 \times 10^{-3} \text{ W}/\text{cm}^2 \cdot ^\circ\text{C}) \times (112.5\text{cm}^2) \times (0.85) \times (100 - 40)^\circ\text{C} = 12.2(\text{W}/\text{放熱板})$$

銅あるいはアルミ以外の材質の放熱板については、銅の熱伝導度と、いま考えている材質の熱伝導度との比に、実際の放熱板の厚みを乗ずるという換算を行ない、この値をノモグラム上の銅のスケールに対応させればよい。たとえば 3.2mm の銅の放熱板では、 $3.2(\text{mm}) \times 0.46/3.85 = 0.383(\text{mm})$ の値で、銅のスケールの目盛を使用します。数種の普通使用される放熱板材質について、熱伝導率の値を表7に示します。

表7 放熱板材料の熱特性

材 料	密 度 [g/cm ³]	熱 容 量 [W・S/g・C°]	熱伝導率 [W/cm・°C]
アルミニウム	2.71	0.898	2.12
黄 銅 (70銅, 30亜鉛)	8.29	0.395	1.06
銅	8.84	0.386	3.85
鋼	7.74	0.450	0.46

一般に放熱板効率を一定するためには、放熱板の厚みを放熱板の長さのほぼ2乗に比例して変えればよろしい。また数枚の放熱板を組立てたものでは一般に放熱板効率はよくなり、1枚の平板放熱板に比して、材料と重量の点で良好な使用ができます。

例5. 完備した放熱板の代表的設計例

与えられた条件：4個のSCRが単相ブリッジ回路で、おのおのは最高10A平均値で使用される。SCRは14.3mm六角ベースで6mmのスタッドである。この素子の特性表によれば、この電流ではそれぞれのSCRはその接合部で13Wの熱損失を生じ、またこの電流で満足に使用されるためにはスタッド温度は92°C以下に保たなければならないものとする。最高周囲温度は40°Cで、自然冷却で使用される。

問題 このブリッジ回路の4個のSCRを冷却するに適する放熱板のスタックを設計せよ。

解答 1. 六角スタッドの半径範囲の点における最高許容放熱板温度を決定する。表2によるとスタッドより放熱板までの接合点における熱抵抗は、シリコングリースを使ったとき最高0.36°C/Wである。最高放熱板温度は、したがって92°C - (0.35°C/W × 13W) = 87°Cをこえてはならない。

2. 利用できるスペースをもとにして、放熱板を見積りしてみる。15cm × 15cmでペイント塗布、垂直配置の放熱板で、間隔2.5cmとしてみる。材料は2mm厚の銅板とする。素子の損失は全部放熱板から放散するものと仮定する。

3. 見積った放熱板の表面熱伝達率と、放熱板効率を求める。放射(図13のノモグラムにより)

$$T_G = \frac{87 + 40}{2} = 64[^\circ\text{C}], h_r = 2.25 \times 10^{-4}$$

$$[\text{W}/\text{cm}^2 \cdot ^\circ\text{C}]$$

自然対流(図14のノモグラムにより)

$$\theta = 87 - 40 = 47[^\circ\text{C}], h_c = 5.74 \times 10^{-4}$$

$$[\text{W}/\text{cm}^2 \cdot ^\circ\text{C}]$$

$$h_{\text{total}} = 7.99 \times 10^{-4} [\text{W}/\text{cm}^2 \cdot ^\circ\text{C}]$$

放熱板効率(図17のノモグラムより)

$$D = 1.128E = 1.128 \times 15 = 16.93$$

$$d = 1.5$$

$$b = 0.564E - \frac{d}{2} = 0.564 \times 15 - \frac{1.5}{2} = 7.71$$

$$\frac{D}{d} = \frac{16.93}{1.5} = 11.3$$

$$\delta_{\text{cu}} = 2.0 \times \frac{0.46}{3.85} = 0.24[\text{mm}]$$

これらのパラメータを使ってノモグラムより

$$\eta = 92\%$$

4. 見積った放熱板の全熱伝達量を求める。

$$P = hA_s \Delta T = (7.99 \times 10^{-4}) \times (15 \times 15 \text{ cm}^2) \times (2 \text{ 面}) \times (0.92) \times (87 - 40^\circ\text{C}) = 15.6[\text{W}]$$

5. 見積りの誤差を求め、放熱板をもう一度見積り直して全熱伝達量を再計算する。この例では始め見積った放熱板の設計では、13Wの要求に対し、大きすぎている。熱伝達量をちょうどの値に減らすには、放熱板の寸法を14cm × 14cm正方形に減少せねばならない。別の方法としては、放熱板の厚みを変えるか放熱板の間隔をさらにせまくするかしてもよい。

5.7. ケース温度、スタッド温度の測定

放熱板の設計を試作品でチェックしてみます。温度測定には0.25~0.30mmの銅コンスタンタンの熱電対線を使用します。

熱電対の接合点は図18に示すようにトランジスタのフランジの表面やスタッドの上側の平らな表面によく注意してハンダ付けします。

この点の温度は素子の接合部のすぐ下のケース温度やスタッド温度とほとんど一致します。測定点は局部的冷却の

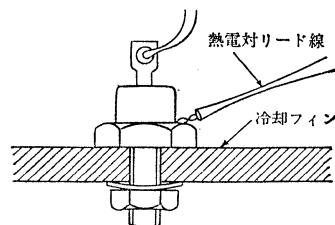


図18 スタッド温度測定のための熱電対取り付け位置

原因となるので、強制空冷の空気からしゃへいする必要があります。また導線も冷却空気の流れから離しておかなければなりません。そうでないとこの線を伝わって熱が流れるため、熱電対の点の温度が低めに出ます。

よく注意して校正された導線と測定器が利用できないときは、高温計を使うよりは熱電対のブリッジを使います。熱電対の導線はその線の中に誤った電圧を誘起することがあるので、電場から離すように注意が必要です。

熱電対を使う以外の方法として、温度指示ワックスあるいはペイントを使って、スタッド温度が規定値をこえているかどうかを知ることができます。この種の温度指示品は、適用を誤ったり誤差を生じたりすることを防ぐために、製作者の取扱い指示を注意深く守らなければなりません。温度指示ペイントないしワックスは高電界中で、電気

的な器具ではどうしても誤差がはいってしまうときとか、たとえば回転機の回転子のように試験中熱電対のリードが取り付けられないときとかに、特に有効です。ただこれらのペイントがあるために放熱板の放射が材料的に影響されないように注意しなければなりません。半導体素子に対して、技術的にすぐれた冷却放熱板の設計を行なうため上述の方法を用いれば、高信頼性の運転、材料費の節減、最小のスペースおよび重量の各要求に対して、大きな利益をもたらすことができます。

半導体素子の信頼性について

はじめに

最近のエレクトロニクスの急速な進歩に伴い、半導体素子の使用範囲も各種工業計器から電子計算機、さらにはスペース・エレクトロニクスの領域にまでひろがり、製品や機器の高性能化とともに複雑さの増大により、高信頼度化をはかろうとする考えが急速に台頭し、素子の信頼度すなわち品質水準をより正確に把握しておくことが機器設計上不可欠となってきています。ともに電子計算機、電子交換機などのように1台あたりの使用数量が数万～数10万個に上るもの、通信機器、交通信号、医用機器など1つの故障もおそろかにできないような通信工業用機器に使用される素子は、特性のパラッキ、使用中の特性変動などの限界はきわめて厳しく、また使用条件とくに広範囲に変化する環境条件のもとでも目的の動作が得られるよう高い信頼性が要求されます。

ここでは半導体素子の信頼度の考え方、さらに機器設計上考慮すべき問題点を述べます。

1. 信頼性の概念

『信頼度とは、素子が与えられた時間的、空間的条件において、その素子に期待されている性能を実現する確率』として定義され、①時間の要素、②使用条件、環境条件などの空間的条件、および③期待されている性能を維持しているかどうかの判定限界すなわち故障の定義の3つの独立な概念を含んだ確率関数でとりあつかわれます。空間的条件、故障の定義は1つの機器に限れば変化するものではないので、一般に信頼性は時間 t の関数として取扱われます。

通常、一般の電子部品に発生する故障はその割合を時間的にみると、ある一つの定まった傾向を示します。図1(a)のように故障の性質上、これを3つの期間に分けて、

- ・初期故障期 (Burn-in Failure)
- ・偶発故障期 (Inherent Failure)
- ・摩耗故障期 (Wear-out Failure)

とっています。

ランダムに故障が発生する偶発故障期——現地で発生する故障には、この偶発故障が多い——には故障発生率の時間経

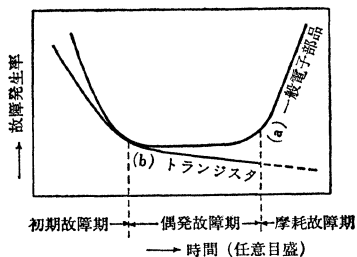


図1 故障発生率の時間経過

過が時間によらず一定値を保ち指数分布で近似されます。従来米軍用規格 (MIL 規格) はじめ、多くの電子部品の寿命判定用取扱表に採用されていた分布関数は、この指数分布です。

初期故障はいわゆる Burn-in あるいは Aging (枯化) によって除去することができ、摩耗故障は部品の寿命として故障の発生を予知することができるので予防保守できますが、ランダムに発生する偶発故障は予知できず、したがってこの故障率を極力小さくすることが当面の目標となります。

半導体では上記電子部品と若干異なり、これまで経験された範囲では図1(b)のように、偶発故障期に故障率の漸減現象がみられ、またいまのところ摩耗故障期は観測されていません。

1.1. 信頼性の尺度

信頼度を定量的に表わすのに普通次のような尺度を用いますが、対象が部品かシステムか、また時と場合によって適当な尺度を選ばなければなりません。

(1) 信頼度または信頼度関数 $R(t)$ (Reliability Function)

使用開始時の全数量と t 時間後の良品数との比——残存率——として定義され、故障形態によっていろいろな分布——指数、正規、対数正規、ワイブル等の分布関数として表わされます。半導体素子の場合、ワイブル分布または指数分布がよく用いられます。

(2) 累積故障率または累積故障関数 $F(t)$ (Cumulative Failure Rate)

使用開始から t 時間後までの累積故障率で $R(t)$ の相補形分布。

$$F(t) = C(t)/N_0 = 1 - R(t) \dots\dots\dots(1)$$

(3) 故障密度関数 $f(t)$ (Failure Density Function)

累積故障率の時間微分で定義され、故障増加の割合を示します。

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = -\frac{dR(t)}{dt} \dots\dots\dots(2)$$

(4) (瞬間) 故障率 $\lambda(t)$ (Hazard Rate)

時間 t における単位時間当りの故障発生率を示します。

$$\lambda(t) = f(t)/R(t) = -\frac{d \log R(t)}{dt} \dots\dots\dots(3)$$

(5) 信頼度指数または故障率 FR (Failure Rate)

使用開始から時間 t までの単位時間あたりの故障率で表わします。

$$FR = \frac{C(t)}{N_0 t} \dots\dots\dots(4)$$

MIL 規格などでは $t=1000$ 時間を取り、(%/1000時間) で表わし、さらに最近は

10^{-9} (故障/時間) $= 10^{-4}$ (%/1000時間) $= 1\text{Fit}$ なる単位で表わすこともあります。

1.2. 分布関数

寿命, 信頼性の問題を取扱う場合には, 当然統計的处理が特性評価の基本の一つとなります。すでに述べたように半導体素子は指数分布, ワイブル分布, 対数正規分布による近似がよく用いられます。

(1) ワイブル分布 (Weibull Distribution)

ワイブル分布の場合, ワイブル分布故障密度関数 $f(t)$ および時間 t までに寿命の尽きる確率すなわち寿命分布関数 $F(t)$ は次式で表わされます。(ただし Location parameter は省略する)

$$f(t) = \frac{m t^{m-1}}{t_0^m} \exp\left(-\frac{t^m}{t_0^m}\right), \quad (t \geq 0) \quad (5)$$

$$F(t) = 1 - \exp\left(-\frac{t^m}{t_0^m}\right) \quad (6)$$

また瞬間故障率 $\lambda(t)$, 平均寿命 μ および信頼度 $R(t)$ すなわち時間 t における残存率はそれぞれ次のように表わされます。

$$\lambda(t) = \frac{m t^{m-1}}{t_0} \quad (7)$$

$$\mu = t_0 \frac{1}{m} \Gamma\left(1 + \frac{1}{m}\right), \quad (\Gamma = \text{ガンマ関数}) \quad (8)$$

$$R(t) = \exp\left(-\frac{t^m}{t_0^m}\right) \quad (9)$$

上式において m および t_0 は分布のパラメータであり, m は分布の形状を定めるもので「形状パラメータ」

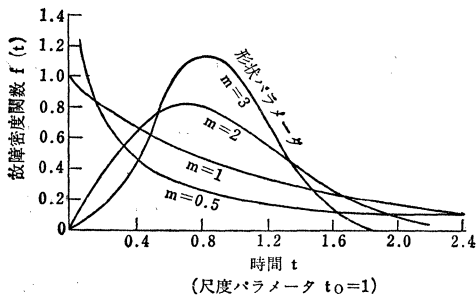


図2 ワイブル分布曲線と形状パラメータ

(Shape Parameter) と呼び, この m の値によって分布の形は図2のように変化します。 $m=1$ のときは (5) 式は指数分布を示すことになり, ワイブル分布はその特別な場合として指数分布をも包含します。 $m>1$ のときは故障率が時間とともに増加する傾向の分布, $m<1$ のときは故障率が時間の減少関数となり, m が3以上では正規分布とよく似た分布となります。一方 t_0 は尺度を定めるためのパラメータで「尺度パラメータ」(Scale Parameter) と呼んでいます。

(6) 式において, 時間 $t = \eta = t_0 \frac{1}{m}$ ととれば, $F(t)$ は m, t_0 に独立な一定値 0.632 となりますので, とくにこ

の η を「特性寿命」(Characteristic Life) と呼んでいます。

(2) 指数分布 (Exponential Distribution)

指数分布の場合, 信頼度関数 $R(t)$ は次式で表わされます。

$$R(t) = \exp(-\lambda t) \quad (10)$$

また瞬間故障率 $\lambda(t)$, 平均寿命 μ はそれぞれ次のように表わされます。

$$\lambda(t) = \lambda \quad (\text{時間的に変化せず一定}) \quad (11)$$

$$\mu = 1/\lambda = \text{MTBF} \quad (12)$$

(3) 対数正規分布 (Lognormal Distribution)

対数正規分布の場合, 故障密度関数 $f(t)$, 平均寿命 μ は (13) (14) 式のように表わされます。また $\lambda(t)$ は平均寿命の関数として図3のように表わされます。

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma t} \exp\left[-\frac{(\log t - a)^2}{2\sigma^2}\right] \quad (13)$$

$$\mu = \exp\left(\sigma + \frac{\sigma^2}{2}\right) \quad (14)$$

σ はバラツキを示すパラメータ, a は中心値を示すパラメータ (Median) をあらわします。

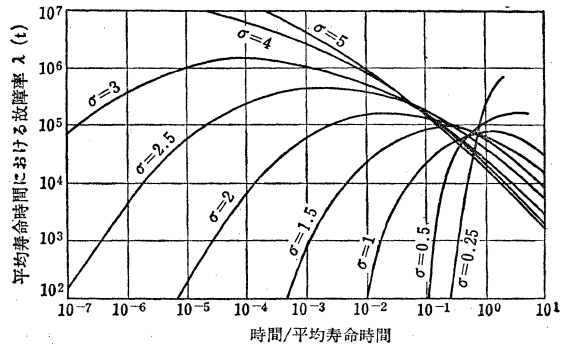


図3 対数正規分布における平均寿命-故障率曲線

1.3. 信頼度の推定

1.3.1. 素子の信頼度

(1) 指数分布

n 個のサンプルを t 時間試験して, t_1, t_2, \dots, t_r 時間にそれぞれ1個ずつ計 r 個の故障が発生したとき, 故障率および平均寿命は, (15) (16) 式で表わされます。

$$\bar{\lambda} = \frac{r}{\sum_{i=1}^r t_i + (n-r)t} \quad (15)$$

$$\bar{\mu} = 1/\bar{\lambda} \quad (16)$$

(2) ワイブル分布

パラメータが m, t_0 の2項であるためワイブル分布確率紙によって求めます。(6) 式を自然対数で表わすと

$$\ln \ln \frac{1}{1-F(t)} = m \ln t - \ln t_0 \quad (17)$$

となり, $\ln \ln$ (縦軸) 対 \ln (横軸) のグラフ上でデータ

がほぼ直線上にあればワイブル分布への適合を認めることができ、 m , t_0 , μ が推定されます。

尺度パラメータ t_0 が変化し、形状パラメータ m が不変のときには、劣化の物理的原因に差はなく、劣化現象の起こる速度のみ変化したと考え、 m が変化している場合には劣化の物理的原因に差異があるものと考えられます。

1.3.2. 機器の信頼度

n 個の部品から成立つ機器において、そのいずれかの部品が故障すれば、その機器が故障する場合の機器の信頼度 $R_s(t)$ は、個々の部品の信頼度を $R_i(t)$ として (18) 式で表わされます。

$$R_s(t) = \prod_{i=1}^n R_i(t) \dots\dots\dots(18)$$

一方 n' 個の部品を並列動作させ、そのいずれかが動作していれば、機器としての機能を満す場合には次式で表わされます。

$$R'_s(t) = 1 - \prod_{i=1}^{n'} (1 - R_i(t)) \dots\dots\dots(19)$$

この場合の信頼度は部品 1 個の場合の信頼度より向上します。しかし 1 個が故障したことによる他の部品への過負荷等の影響は無視できませんが、 $R_i(t)$ より低くなることはありません。

半導体素子のようにワイブル分布近似ができるものは次式で表わされます。

$$R_s(t) = \exp\left(-\sum_{i=1}^n \frac{t^{m_i}}{t_{0i}}\right) \dots\dots\dots(20)$$

$$R'_s(t) = 1 - \prod_{i=1}^{n'} \left\{1 - \exp\left(-\frac{t^{m_i}}{t_{0i}}\right)\right\} \dots\dots\dots(21)$$

簡略計算の場合には、むしろ指数分布近似が便利であり、(20) (21) 式は次式のように近似されます。

$$R_s(t) = \exp\left\{-\left(\sum_{i=1}^n \lambda_i\right)t\right\} = \exp(-\lambda t) \dots\dots\dots(22)$$

$$R'_s(t) = \exp\left\{-\left(\sum_{i=1}^{n'} \frac{1}{\lambda_i}\right)t\right\} = \exp(-\lambda' t) \dots\dots\dots(23)$$

したがって機器の故障率は、直列系の場合

$$\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i \dots\dots\dots(24)$$

並列系の場合は

$$\lambda' = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n'} \frac{1}{\lambda_i}} \dots\dots\dots(25)$$

で表わされます。

実際の算出例を紹介すると、

基本的な算出式は、

$$FR = (1 + \alpha) \sum K_i n_i \lambda_i \times 10^{-6} (1/\text{hrs})$$

で

FR : 機器の故障率

n_i : 各部品の数

λ_i : n_i に対する個々の部品の故障率 (単位 10^{-6})

K_i : 機器の設置場所による各部品の

Severity Factor (環境ファクター表 1 参照)

α : 補正量で計上されなかった雑部品および雑構成部品に対する補正

一般に C , R も計算ずみのときは 0.2

これらを卓上計算機に仮定して計算してみると、周囲温度 55°C で半導体に印加させる電力は、最大定格の 10 分の 1 程度と考えます。

使用データは東芝半導体技術資料「東芝通信工業用シリコントランジスタの信頼性」第 2 部のデータを使用しそれ以外は、MIL-HDBK-217A を準用します。これらを表 2 に示します。

この場合受動部品を考えないでよくと、

$$FR = 48.83 \times 10^{-6}$$

であるので $MTBF = 1/FR \approx 25,000 \text{ hrs}$ 程度になります。実際には、各部品、品種毎に若干データは異なってくるので詳しい計算が必要になります。

表 1 K フ ァ ク タ ー

品 種		設置場所				
		地上固定	地上車輛	船 舶	航 空 機	ミ サ イ ル
ダイオード	Ge	0.75	3.5	2.1	3.5	10
	Si	1.5	3.5	4.33	3.5	10
	Power	1	12	3.26	12	18
	ZeNer	1	3	2.75	3	10
	Varactor	1	5	—	5	50
	Microwave Mixer	1	5	—	5	50
	Microwave Detector	1	5	—	5	50
	トランジスタ	Ge	1.5	8	1.0	8
	Si	1.5	8	1.03	8	25
	Power	1	8	1.51	8	75

表 2

使用部品	使用個数	K	単体 FR	算出 FR
パワートランジスタ	4	1	0.58	2.32
小形トランジスタ	70	1.5	0.03	3.15
ダイオード	600	1.5	0.002	18.00
IC	60	1	0.40	24.00
整流素子	4	1	0.34	1.36

1.4. ディレーティングと信頼度予測

一般に半導体素子を用いて回路設計をするとき、信頼度を考えて最大定格に比し使用条件をディレーティングして設計します。

たとえば、NHK、電々公社、米軍用規格などでそれぞれ基準を設定して、使用範囲の限定をしている例があります。

NHK の場合、

許容接合部温度

$$Ge \leq 65^{\circ}C$$

$$Si \leq 110^{\circ}C$$

(ただし金属封止の場合)

許容電圧

定常状態

$$(V_c - V_{bias}) + V_{ac} < 0.8 \times \text{最大定格}$$

過渡状態

$$V_c + V_{surge} < \text{最大定格}$$

V_c : 直流供給電圧

V_{bias} : バイアス電圧

V_{ac} : 交流信号電圧振幅

V_{surge} : 予想されるサージ電圧

許容電流 流度最大定格以下

電々公社の場合、

動作接合部温度

$$Ge \leq 70^{\circ}C$$

$$Si \leq 120^{\circ}C \text{ (金属封止の場合)}$$

電圧 定格の80%以下

電流 定格の80%以下

以上の通り Ge トランジスタの場合は最大値の $85^{\circ}C$ に対して $65^{\circ}C \sim 70^{\circ}C$ 、Si トランジスタの場合で $150^{\circ}C \sim 175^{\circ}C$ に対して $110^{\circ}C \sim 120^{\circ}C$ となっており、最大定格動作の場合に比べて、1~2桁程度よいデータが得られるような使用方法を推奨しています。

半導体素子はきわめて温度に敏感であり、温度上昇とともに劣化速度が加速されます。個々のトランジスタで温度による加速係数は若干異なりますが、 $40 \sim 50^{\circ}C$ の温度上昇で故障率が約10倍となります。電力の場合はこれよりやや厳しくなりますが、(26)式により温度に変換することにより、信頼度を予測することができます。

$$T_j = P_{ac} \cdot \theta + T_a \quad \left(\begin{array}{l} P_{ac} = \text{印加電力} \\ \theta = \text{熱抵抗} \end{array} \right) \dots\dots\dots (26)$$

【例】 $P_{Cmax} = 250\text{mW}$ 、 $T_{jmax} = 175^{\circ}C$ のトランジスタを周囲温度 $-10 \sim 55^{\circ}C$ 、 $P_{ac} = 30\text{mW}$ で使用したとき、故障率はいくらが期待できるか。ただし、最大定格における故障率は $0.3\%/1000$ 時間とする。

$$\theta = \frac{T_{jmax} - T_a}{P_{Cmax}} = \frac{175 - 25}{250} = 0.6^{\circ}C/mW$$

・使用状態での最大 T_j は、

$$T_{j(op)max} = P_{ac} \cdot \theta + T_a = 30 \times 0.6 + 55 = 73^{\circ}C$$

$$\cdot T_{jmax} - T_{j(op)max} = 175 - 73 = 102^{\circ}C$$

・ $40^{\circ}C$ で10倍の加速係数として $102 \div 40 \approx 2.5$

・したがって故障率は約 $0.001\%/1000$ 時間が期待される。

(実際の装置では外来サージ等があれば、この値より若干悪くなる)

2. 半導体素子の信頼度の要因

2.1. 信頼度の要因

半導体素子の信頼度は素子自身の問題だけでなく、それ以上に動作条件や環境などの使用条件にきわめて敏感です。

われわれの集計したトランジスタのフィールドでの故障のデータ(図4)でも、トランジスタそれ自身は規格にはいっているながら機器に使用した場合、その装置が十分な性能が得られなかったという故障もあります。当然のことながら、電気的なものには特に複雑な様相を示しているものが多い。また電気的ストレスのほか、熱的なストレスおよび機械的なストレスによる故障も発生しています。

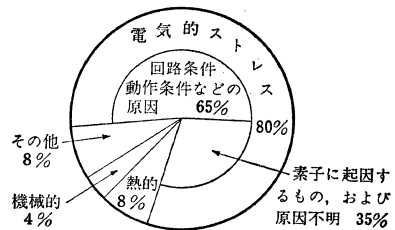


図4 ストレスの種類による故障発生

これら半導体素子の信頼度を左右する要因には次のようなものが考えられます。

- ・素子自身の問題(内的要因)
 - ・トランジスタ素子の欠陥、不安定性
 - ・特性のバラツキ
 - ・動作条件の不適合
- ・環境ならびに使用上の問題(外的要因)
 - ・使用目的と回路条件
 - ・温度、湿度
 - ・振動、衝撃など機械的条件
 - ・外的サージ(雷、サージ、チャッタなど)

これらについて、よりくわしく述べてみましょう。

(1) トランジスタ素子の欠陥、不安定

接合部など素子内部の欠陥、表面への水、イオンなど不適性イオンの付着、チャンネルの生成などによる特性不安定、マウント、ボンディング部分などの機械的不完全性等の工程あるいは作業管理の不十分、不行届によるものであり、最近この種の故障は皆無近くなっています。

(2) 特性のバラツキ, 温度特性

トランジスタ素子は、その形状、寸法がきわめて小さく、固体中の少数キャリアの移動を利用しているため、結晶内のきわめて微量の不純物や微細な形状、寸法の違いでも、その特性に及ぼす影響が大きく、その諸特性を均一に保ち量産することは難かしいものです。そのため最近の技術の進歩によって、そのバラツキは少なくなってきていますが、なおかなりの特性のバラツキをもっています。また半導体素子は Ge, Si など半導体材料に起因する温度特性をもっており、 $I_B, V_F, I_{CBO}, h_{FE}, V_{BE}$ などの温度変化が回路に与えられる影響は無視できません。したがって回路設計上、バラツキや温度特性があまり問題にならないよう設計することが、機器の信頼性を高める上で重要です。

(3) 動作条件

トランジスタを使用する際、その環境条件とともに使用する電圧、電流、電力など動作条件は、素子の寿命ならびに信頼度を規制する重要な要因です。

トランジスタは、その動作条件を規定するのに絶対最大定格を用いていますが、これは素子の特性および寿命を保証するためのもので、瞬時といえども越えてはならない規格値です。

またトランジスタは、その使用電力に応じて故障率あるいは平均寿命が定まりますので、高い信頼度を得るためには、使用回路に応じて適切な電圧、電流値を選ばなければなりません。高い信頼度とよりよい回路効率を得るためにも、最大定格に対して電圧電流はそれぞれ約50%、許容電力は約30%の範囲内で使用することが望ましいのです。

また、とくにパワートランジスタなどに対しては二次降伏 (S/B) を考えた安全動作領域 (ASO) 内で使用しなければなりません。

(4) 回路的条件

使用回路によってトランジスタの信頼度が左右されることには、大きく分けて2つの理由があります。1つは回路的にトランジスタに無理な負荷がかからないようにすること。たとえば、コイルやトランスなど誘導性負荷の場合のように、開閉時に大きな誘起電圧やサージを発生しやすいとき、あるいは用途によって外来サージを蒙りやすいときには、適当な保護回路を設けてトランジスタを適正に動作せしめる必要があります。

今1つは回路によって要求される特性値の限界値 (寿命終止点値) と信頼度との関係です。トランジスタの特性劣化はおよそ時間の対数に比例するとみてよい。したがって回路として寿命終止点値を少しでも緩めることができれば、トランジスタの寿命、ひいては機器の寿命は大幅に増加することになります。たとえば、直流電流増幅率 h_{FE} が初期値の $\pm 20\%$ 変動までしか許せない回路

では、平均寿命が 2×10^6 時間であったものでも、これを $\pm 50\%$ 変動まで許すならば、平均寿命 3×10^7 時間と15倍にも増加することもあるわけで、この点からも機器の信頼度が大きく改善されることになります。

(5) 温度

半導体素子の電気的特性は温度にきわめて敏感であり、さらにその寿命も PN 接合部の温度に著しく影響をうけることは、多くのデータから知られています。

トランジスタの最大定格とくに接合部温度および許容損失は、そのトランジスタの寿命保証の観点から定められており、トランジスタ製造者が、通常行なう寿命試験は、そのトランジスタに規定されている最大許容接合部温度 T_{jmax} あるいは最大許容損失 P_{Cmax} 値で行ないます。これらは一種の破壊試験であり、発表もその条件の下での寿命、信頼度に関するデータであることが多い。一方使用者の立場から考えれば、実際に使用する場合は必ず、この値より小さい値に動作点を選ぶわけで使用状態での寿命推定が必要になり、温度と寿命との関係を定量的に結びつけることが望まれます。

物理化学での比反応速度と温度の関係を示すアレニウス (Arrhenius) の関係式が定性的にトランジスタにもあてはまり、トランジスタの寿命 L (時間) と接合部温度 T_j ($^{\circ}K$) の間には、次の関係があります。

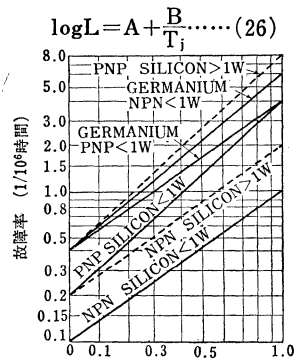


図5 MIL-HDBK-217Aに記載されたトランジスタの故障率

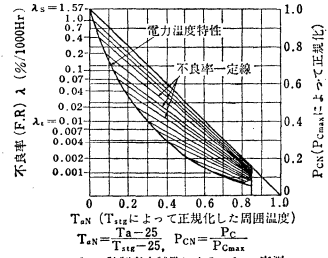


図6 故障率と接合部温度 (RCA パワートランジスタ)
A, Bは材料によって決まる定数で特にBは活性化エネルギーを表わします。

これを図示したものが図5で印加電力、周囲温度と故障

率の間には図6の関係が例示されています。

(6) 湿度

湿度は温度とともにトランジスタの劣化を促進する大きな要素です。従来のゲルマニウム・トランジスタやシリコン・メサ形トランジスタでは表面が保護されていないため、湿度にきわめて敏感で、しゃ断電流の劣化増大、クリープ現象の発生、直流電流増幅率の低下、耐圧劣化など表面に起因する幾多の劣化の主原因となっていました。

しかし近年プレーナ形トランジスタが出現してからは、表面が酸化膜で被われ、表面が完全に不活性化されているため、この影響もきわめて少なくなり、このためエポキシ封止トランジスタが可能になったわけです。

(7) 機械的条件

車両、航空機などに搭載する機器の場合はもちろんのこと、通常の機器の輸送を考えた場合にも、振動、衝撃などに対するトランジスタの機械的強度が問題になります。

トランジスタは比較的機械的ストレスに対しては強く、トランジスタ開発初期のごく一部の繊細な構造のもの

を除けば、動力単位 20G、10~2000 Hz 程度の振動や、10,000G程度の衝撃にも十分耐えられるものが多いなっています。

(8) 放射線損傷

トランジスタは結晶中の不純物濃度に敏感で、その動作が少数キャリアによって影響されますので、放射線の照射によっては、その量が多いとしゃ断電流の増加、雑音の増大、電流増幅率の低下などの悪影響が考えられますので十分注意する必要があります。定量的には、 $10^6 \sim 10^7$ レントゲンを境にして劣化現象が顕著になります。

(9) 外的サージ

リアクタンス負荷による開閉時のピーク電圧発生のような回路的サージのほかに、電源の開閉時のサージ、外雷や他の機器、電源からの外来サージに関しては十分注意し、これら外的サージからトランジスタを保護する配慮が必要です。

以上の要因を故障発生メカニズムとストレスの関係として表示したものが表3です。

表3 ストレスと故障発生機構との関係

故障発生メカニズム		機 械 的			熱 的			電 気 的			そ の 他							
		静的機械力(一定加速)	機械的衝撃	振動	圧力(加減圧)気密	熱衝撃	温度サイクル	高温放置	高温高湿放置	高温動作	連続動作	断続動作	電圧	電流	耐湿性	腐食(塩水噴霧)	摩耗	放射線
構 造 的	構 造 的 欠 陥	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
	接 触 ・ 接 続 部	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
	部 品 間 相 互		○	○			○					○	○					
封 止	熱 的 疲 勞				○	○					○							
	外 囲 器 封 封				○	○	○	○	○	○					○	○	○	○
内 部 的	接 合 部 内 部 欠 陥										○	○	○					
	表 面 チ ャ ン ネ ル							○			○		○	○				
	ガ ス ・ イ オ ン 付 着							○					○	○				
	イ オ ン 伝 導							○			○		○	○				
	ベース少数キャリアのトラップ							○	○					○				
	封入ガス、雰囲気							○	○									
	封入フィルター							○	○			○						
材 料 ・ 接 合 不 完 全 性	内 部 侵 食							○			○		○	○				
	金 属 拡 散							○			○		○	○				
放 射 線 損 傷																		○

2.2. 故障モードと故障メカニズム

故障品を調査してみると、その故障の形態は大きくオープン、ショートおよび劣化に分類されます。

(1) オープン不良

機械的に規格で保証している以上のストレスがトランジスタに加わった場合、あるいは過電流などによって、リードが溶断してしまったもの、規定の温度以上にトランジスタを温度上昇させ、アルミニウムおよび金線の電極接続部に熱的な破壊を起こして断線または断線に近い状態になる場合（シリコン、アルミニウム、金の合金ができる場合を一般にパープルブレイグという）ボンディングの不十分などの原因による接続不良によるものなどが考えられます。

(2) ショート不良

トランジスタのコレクタ・エミッタ間、コレクタ・ベース間あるいはエミッタ・ベース間が直接ショート状態となっているもので、多くの場合過電圧が印加されて不良になるものが多い。この場合、ペレット内部の接合面が破壊されるが、その破壊部分が異常に発熱して、アルミニウム電極を溶融させてしまっている場合もあります。

(3) 劣化

トランジスタの劣化は電気特性的にみると耐圧が規格値以下に落ちたり、飽和電流が異常に増加する、電流増幅率が規格値を越えてしまう、あるいは特性値がドリフトするなどいろいろの場合があります。

トランジスタは物理的、化学的な技術を基にして作られているので、温度、湿度あるいは電流、電圧の印加によって、ペレット表面あるいは内部における熱力学的な変化によって特性値が多少変動を起こすものと考えられますが、この変動が漸次増加していつには規格値を越えてしまうような場合を劣化と考えてよいでしょう。劣化の要因はショート不良と同様なストレスによってショート不良に至る前段階のものほかに、前述したようにトランジスタ自身の製造上の問題、すなわちペレット表面の汚れによるもの、接合形成時の欠陥によるもの、また外囲器封止の不完全によるもの、また特殊な例としては、放射線損傷、外囲器の極度の汚染などが劣化の原因となります。

表4は故障モードと前述の故障メカニズムとに関係づけたものです。

表4 故障モードと故障メカニズムとの関係

故障モード	故障メカニズム	構造的			封止		内部					サージ		放射線損傷		
		構造的欠陥	接触・接続部	部品間相互	熱的疲労	外囲器欠陥	封止	接内部欠陥	表面チャンネル	付ガスイオン着	イオン伝導	封入ガス	内部侵食		過電流	過電圧
オープン	リードオープン（溶断）															
	リードオープン（機械的）	○														
	アルミニウム蒸着異常	○	○									○				
	ボンディング異常											○				
	ペレットはがれ		○	○	○											
	リード接続不良	○	○			○						○				
ショート	接合内部ショート						○						○	○	○	
	アーク													○	○	
	電極溶着												○	○	○	
	アルミニウム蒸着異常	○	○									○	○	○	○	
	ボンディング異常	○										○	○	○	○	
	ペレットクラック	○														
	マスクずれ	○	○													
	リード間の接触	○	○	○		○						○				
劣（表面）化	管内雰囲気汚						○					○				
	表面酸化膜の影響						○					○				
	封止	○					○	○	○			○				
劣（内部）化	接合内部アーク															○
	アルミニウム蒸着異常	○										○	○	○		
	ボンディング異常	○		○								○	○	○		
	ペレットクラック	○														
	マスクずれ	○														
その他	外部リード折れ						○									
	外囲器表面リーク															
	サビ						○									

3. 信頼度試験

半導体素子の信頼度を知する方法としては、実際の機器に使用中の事故状況による方法、素子ならびに機器の設計と予測する方法、および実用回路動作をシミュレートして推定する方法などがあります。通常6表のようなシミュレーションによる信頼度試験が行なわれます。

3.1. 試験方法および試験条件

試験方法および試験条件はMIL規格、EIAJ規格、JIS規格ならびにJEM規格に準拠または参照して、これと同等かあるいはより過酷な条件の下に行なわれます。

- ・米軍用規格 (MIL規格)

MIL-STD-202D「電子部品および電気部品の試験方法」

MIL-STD-750B「半導体装置試験法」

- ・日本 電子機械工業会標準規格 (EIAJ規格)

EIAJ SD-11 3極双方向サイリスタ試験方法

EIAJ SD-21 3極逆阻止サイリスタ試験方法

EIAJ SD-31 電界効果トランジスタ試験方法

EIAJ SD-41 整流ダイオード試験方法

EIAJ SD-51 小信号ダイオード試験方法

EIAJ SD-71 トランジスタ試験方法

- ・日本工業規格 (JIS規格)

JIS C-7030「トランジスタ試験方法」

JIS C-7031「小信号用半導体ダイオード試験方法」

- ・日本電気機械工業会規格 (JEM規格)

JEM 1179「電力用(単結晶)半導体整流素子」

表5 信頼度試験と試験項目

試験の種類および区分				
信頼度試験	(破壊試験)	寿命試験	動作寿命試験	連続動作寿命試験 断続動作寿命試験 高温動作寿命試験
			放置寿命試験	高温放置寿命試験 常温放置寿命試験 低温放置寿命試験 高温高湿放置寿命試験
	(破壊試験)	対環境性 並びに 限界試験	環境試験	半田浸け加熱試験 温度サイクル試験 熱衝撃試験 耐湿性試験 塩水噴霧試験
			機械的試験	振動試験 衝撃試験 加速度試験 落下試験 リード線疲労試験 半田なじみ試験
	(非破壊試験)	加速寿命試験	ステップ・ストレス試験 強制劣化試験 実働試験 フィールド試験	
		実用試験	動作試験 放置試験 環境試験	
精密試験		初特性試験 外観寸法構造試験		

表6 信頼度試験の種類と内容

分類	種類	内 容
精密検査	初特性試験	カタログあるいは定格に定められた電気的特性項目について試験し、定められた規格値内に入っていることを確認する。
	外観、寸法、構造試験	素子の材料、極性、構造、外形、寸法、マーク、外観等が定められた正規の状態に、あるいは所定の許容差内にあることを検査確認する。
動作寿命試験	連続動作寿命試験	素子の動作状態での寿命・信頼度をみるため、通常、室温で電圧、電流または電力を連続的に印加して試験する。
	断続動作寿命試験	断続的に電圧、電流または電力を印加して電気的呼吸作用させて寿命信頼度を試験する。 電気的条件ならびに時間的条件（通電時間間隔、しゃ断時間間隔）を指定する。
	高温動作寿命試験	温度と電圧、電流または電力との交互作用によってトランジスタの寿命信頼度を試験する。 電気的条件ならびに温度条件を指定する。
放置寿命試験	高温放置寿命試験	半導体素子は温度に敏感であるため高温状態に放置して劣化を調べる。 温度条件は材料構造によって異なる。
	常温放置寿命試験	すべての寿命試験、環境試験、機械的試験の評価基準となるもので、室温に放置される。また在庫中の特性変動の目安にもなる。
	低温放置寿命試験	素子の最小保存温度を保証するために低温に放置する。温度条件は材料構造によって異なる。
	高温高湿放置寿命試験	温度と湿度の交互作用によって素子の寿命、信頼度を試験する。 湿度の影響をさらに severe にしたものとして耐湿性試験もある。
環境試験	半田づけ加熱試験	半田づけのときのようなリード部分の短時間の急激な温度上昇による素子の劣化具合をしらべる。 通常試験条件は、 $260 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 10 sec リードつけ根より約 2mm まで浸漬。
	温度サイクル試験	素子に使用した材料ならびに構造が温度サイクルのとき、熱膨張、収縮による機械的の不良あるいは特性の不安定不良の発生をしらべる。 通常、高低の温度条件と移行時間を含めた時間的条件を指定する。
	塩水噴霧試験	外囲器、リードなど金属部分の腐食と電極間の表面絶縁の変化を試験するもので通常、5%食塩水噴霧状態で24時間以上放置する。
機械的試験	振動試験	素子および機器輸送中の各種振動ならびに船舶、車両航空機などの使用目的に応じて動作中に加わる各種振動に対する素子の特性変動を試験する。 試験目的に応じて雑音特性を試験する振動（雑音）試験、疲労度合をみる振動（疲労）試験、また振動周波数を変化させる振動（周波数変化）試験などがあり、それぞれ試験条件、判定条件が異なる。
	衝撃試験	素子および機器の運搬中、あるいは機器に装填されてからその使用条件として受ける機械的衝撃に対する強度を試験する。また素子を落下せしめた場合をシミュレートして行なうこともある。 それぞれ試験条件、判定条件が異なる。
機械的試験	加速度試験	遠心加速度的なストレスに対する機械的強さを試験するもので、通常20、00G以下の一定加速度 $\pm X$ 、 $\pm Y$ 、 $\pm Z$ 6方向に各1分間以上印加される。
	落下試験	素子および機器の取扱中の落下衝撃に対する機械的強度を試験する。 通常75cmの高さから所定の大きさ厚みのかえて板上に素子頭部から落下せしめる。
	リード線疲労試験	導入リード線が取扱い中ならびに取付け中、および取りつけ後に所要の引張り、曲げ、振りなどの強度を有しているかどうかを試験する。 主として重錘 225g をつるした上、 90° の曲げに3回以上耐えることを目安としている。
		素子を回路あるいは機器へ取付けるとき素子のリード線の半田なじみが十

験	半田なじみ試験	分であるかどうかを試験する。 通常、鉛（37%）、錫（63%）半田中に所定のフラックスを用いて浸したとき導入線全面の95%以上になめらかに半田が付着していることを判定条件とする。
加 速 寿 命 試 験	ステップストレス	一般に寿命信頼度試験は時間がかかる。特に最近の素子は寿命が格段に向上しているため、これの解析には極めて長時間と多くのサンプルを必要とする。加速寿命試験は素子の寿命を短期間にある程度推定する目的で行なわれる。 ステップストレス法はストレスを時間的に変化させ、その変化が果加的で過渡効果や履歴効果がないようにストレスが加えられる。その際、前記過渡、履歴効果や、ストレス上昇に伴うエージング効果劣化モードの変化、または回復現象などの影響には注意を要する。
	強制劣化試験	信頼性が向上してくるにしたがって、普通の寿命試験ではなかなか結果がはっきりしなくて、試験期間やサンプル数が増大する。そのため強制劣化試験が行なわれるが、故障発生機構の差異により強制劣化因子が種々異なってくるためそれに応じた強制劣化因子をえらぶことが大切であるが、さらに大切なことは、強制劣化試験と普通の寿命試験との相関関係を十分把握しておく必要がある。強制劣化試験と普通の寿命試験の間の相関を調べるには直交配列法を使用したものワイブル確率紙の形状パラメータmによるもの、加速係数を考えたものなどがある。

4. 品質保証

品質の保証は設計における信頼度の折込み方とそのレベルの明確化、製造工程の安定化、製品の品質確認の3段階を経

てはじめて可能になります。したがって、半導体素子においては設計、製造の管理とともに製品の品質保証がきわめて重大であり、図7のような品質保証確認工程を通常採用します。

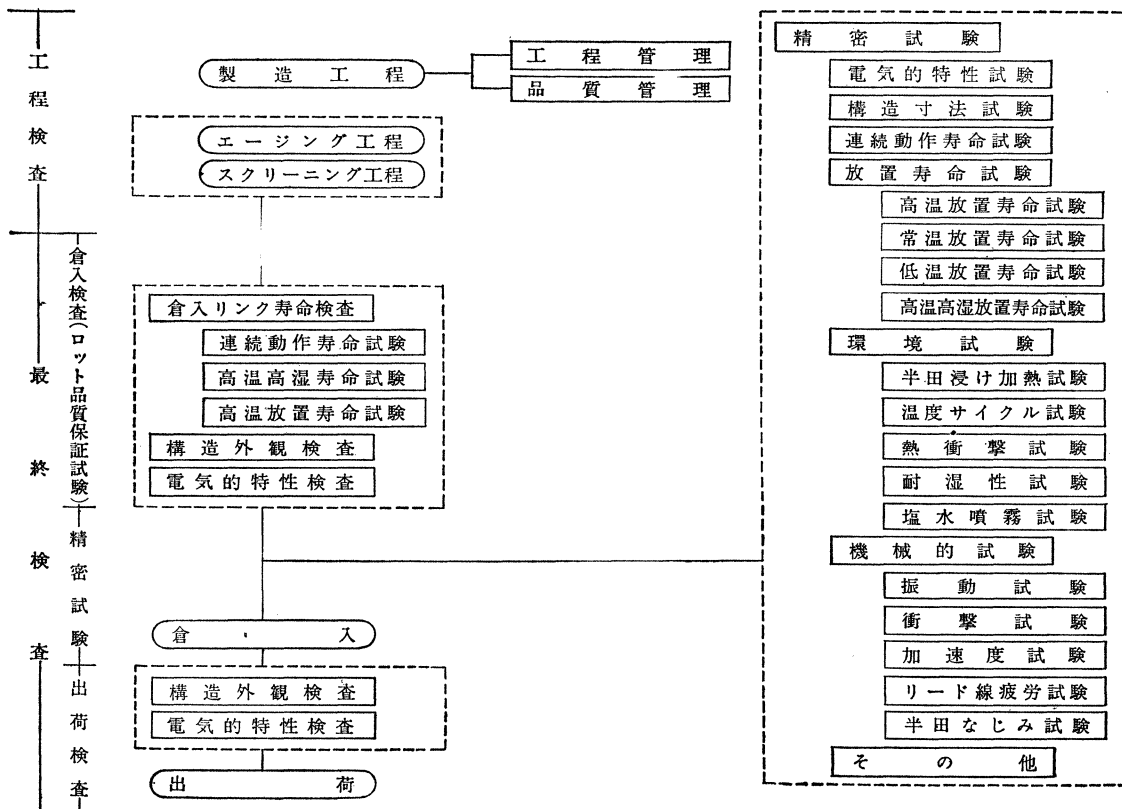


図7 品質保証確認工程

Type Number of Toshiba Semiconductors

Toshiba is adopting following naming system to its products.

1. Transistors

(a) All of the Toshiba Transistors are classified into 9 groups according to the JIS nomenclature. These are:

- 1) OS group—Photo Transistor, Photo Diode and its compound products.
- 2) 2SA group—PNP Transistor, fundamentally high frequency use.
- 3) 2SB group—PNP Transistor, fundamentally low frequency use.
- 4) 2SC group—NPN Transistor, fundamentally high frequency use.
- 5) 2SD group—NPN Transistor, fundamentally low frequency use.
- 6) 2SJ group—P-channel Field Effect Transistor.
- 7) 2SH group—Unijunction Transistor.
- 8) 2SK group—N-channel Field Effect Transistor.
- 9) 3SK group—Dual gates N-channel Field Effect Transistor.

(b) Figures, following to the above mentioned group symbol (2SA, 2SB, etc.), are the serial numbers registered in EIA-Japan.

(c) Some types of Toshiba Transistor have suffix letter A, B, C, D, and mark Ⓒ, Ⓓ, M

A, B, C, D, indicates it has some improvement than original type. In this case original transistor can be replaced by this suffix type, however, there not be assured vice versa.

Mark Ⓒ indicates industrial transistor which is specially treated in reliability and stability procedure for the industrial use of the family of the consumer use products.

Mark Ⓓ or Mark M indicates special approved products for NHK (Japan Broadcasting Corporation) or Japan Defence Department.

(d) Further more, when h_{FE} classification is required for suitable application, color symbol is hyphenated at the end of the type name. The color symbols are:

BN	Brown
R	Red
O	Orange
Y	Yellow
GR	Green
BL	Blue
W	White

2. Diode

Most of the type number of Toshiba diodes are consisted of 1S and Serial numbers. 1S means it is semiconductor products having one P-N junction. Serial numbers following to 1S are registered in EIA-Japan.

On the other hand Toshiba produces EIA number diodes. Such products (1N60, 1N3193) perform exact same characteristics to EIA registered products.

3. Rectifier

Newly designed Toshiba rectifiers are numbered by Toshiba functional nomenclature system. These type numbers are consisted of five parts.

1st part is figure which means rated average forward current in ampere, however, when to indicate 0.1 A, character R is placed instead of decimal point. In this case 0.1 A is expressed as 0R1.

2nd part is character which means permissible peak reverse voltage classified as following table.

3rd part is character which indicates polarity concerning with the case. They are:—

C.....Anode insulated from the case (Case —cathode)

D.....Cathode insulated from the case (Case —anode)

E.....Anode insulated from the case (Case —anode, avalanche type)

F.....Cathode insulated from the case (Case —anode, avalanche type)

Z.....Both anode and cathode insulated from mounting part.

4th part is serial number starting from 11.

5th part is suffix character which indicates certain improvement has been added to the original type.

Letters	Voltage	Letters	Voltage	Letters	Voltage	Letters	Voltage
Z	25(V)	Q	1200(V)	KX	7000(V)	PY	110k(V)
A	50	R	1300	LX	8000	QY	120k
B	100	S	1400	MX	9000	RY	130k
C	150	T	1500	NX	10k	SY	140k
D	200	U	1600	OX	12k	TY	150k
E	250	V	1700	TX	15k	UY	160k
F	300	W	1800	YX	20k	VY	170k
G	400	X	1900	FY	30k	WY	180k
H	500	Y	2000	GY	40k	XY	190k
J	600	EX	2500	HY	50k	YY	200k
K	700	YK	2700	JY	60k		
L	800	FX	3000	KY	70k		
M	900	GX	4000	LY	80k		
N	1000	HX	5000	MY	90k		
P	1100	JX	6000	NY	100k		

4. Thyristor

To make easy choice in the application, Toshiba Thyristors are numbered by similar system as Rectifiers. The type name is consisted of 5 parts.

1st part is characters which indicates the sort of Thyristors.

- SF General use thyristor
- SH High speed response thyristor
- SM Bi-directional thyristor.

2nd part is figure which means rated average forward current in ampere and same decimal system is applied as Silicon Rectifier.

3rd part is characters which indicates permissible peak reverse voltage. The classifications are same as Silicon Rectifier.

4th part is serial number starting from 11.

5th part is suffix character which indicates certain improvement has been added to the original type

Maximum Ratings of Transistors

Maximum allowable limits of currents, supplyable voltage, power dissipation, etc. are defined as the maximum ratings for each transistor type.

Maximum ratings of transistors are one of the most important factors in determining effective transistor drive and in expecting sufficiently high reliability of transistor circuits over their intended period of operation.

Materials, structure, and the operation theory of transistors are substantially different from those of conventional vacuum tubes. Thus, their electrical properties—particularly the maximum ratings of transistors—must be viewed from a different angle than those for vacuum tubes. The most typical characteristic inherent in transistors, diodes, and other semiconductors is the temperature dependency of their electrical properties. Maximum ratings for semiconductors are mostly determined based on a thermal variation of electrical properties. For example, if ambient temperature is increased while supplying constant voltage to a transistor, an increase of ambient temperature will cause conductivity of the transistor to increase, or will increase current flow of the element. Increased power dissipation of the transistor element further raises the element temperature, and increases the current. This endless circulation of temperature rise and current increase finally results in thermal runaway and eventual damage to the element. Transistor maximum ratings are normally determined from the allowable temperature range for the transistor junctions, and from the thermal effect of operational currents to the junctions.

Transistor maximum ratings constitute those strict limits which must not be exceeded, in any phase, to assure long service life and reliability of the transistor. Ratings are dependent on materials, structure, design, and fabricating conditions, and they differ with the type of transistor. As a basic idea, maximum ratings are regarded as absolute maximum ratings.

The term absolute maximum rating, refers to a value which operating conditions

must not exceed at any phase, not even momentarily. If two or more items are determined as absolute maximum ratings, neither of the two conditions should be simultaneously applied to the transistor.

Major items for which maximum ratings must be determined are the emitter, base, and collector currents, voltages between electrodes, power dissipation, junction temperature, storage temperature, etc. Because of close correlation between these properties, none of the ratings can be considered independently, the ratings being largely dependent on external connections.

1. Voltage Ratings

Transistors are composed of input and output circuits using one of the electrodes, emitter, base, and collector as the common terminal. Consequently, voltage ratings for transistors must be rated as collector-to-base voltage (V_{CB}), collector-to-emitter voltage (V_{CE}), and emitter-to-base voltage (V_{EB}). Breakdown voltages which determine voltage ratings are classified into those inherent in individual transistors (BV_{CBO} , BV_{CEO} , etc.) and those dependent of input circuit conditions (BV_{CER} , BV_{CES} , etc.). Generally, the breakdown voltage is a function of the circuit and transistor individual characteristics.

Normally, transistors are used in a common base or a common emitter mode, and ratings for collector voltages are the largest concern of these operation modes. A breakdown of collector voltages in various operation modes are shown in Fig. 1.

Breakdown voltages may be defined as follows.

BV_{CBO} : Maximum collector-to-base voltage with the emitter opened.

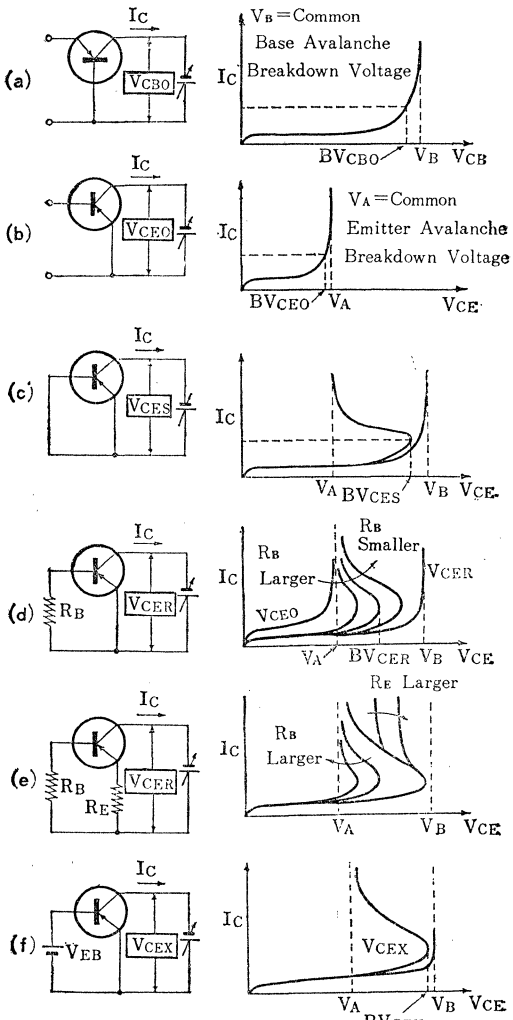
BV_{CES} : Maximum collector-to-emitter voltage with the emitter base shorted.

BV_{CER} : Maximum collector-to-emitter voltage with a resistor R between the emitter and base.

BV_{CEO} : Maximum collector-to-emitter voltage with the base opened.

BV_{CEX} : Maximum collector-to-emitter voltage

Fig. 1. Maximum Collector Voltages



with reversed bias voltage between the emitter and base.

Comparing magnitudes of these breakdown voltages, they may be arranged in the following order.

$$BV_{CBO} > BV_{CEX} > BV_{CES} > BV_{CER} > BV_{CEO}$$

whereas no significant difference is present between BV_{CBO} and BV_{CES} .

2. Maximum Collector Voltage in Common Base Connection

2.1. Maximum Collector Voltage in Open Emitter Common Base Connection — BV_{CBO} — Avalanche Breakdown Voltage in Common Base Connection V_B —

The maximum collector voltage in open emitter common base connection BV_{CBO} is equivalent to diode characteristics between

the collector and base.

The following current, I_{CBO} (or I_{EBO} between emitter and base), flows between the reverse biased collector and base:

$$I = I_s \left[\exp\left(\frac{qV}{kT}\right) - 1 \right] + I_L \dots \dots \dots (1)$$

where $I_s = q \left[\frac{D_p}{L_p} p_n + \frac{D_n}{L_n} n_p \right]$: Diode saturation current, or a current thermally produced free carrier,

- I_L : Leakage current at PN junction surface
- D_n : Electron diffusion constant
- D_p : Hole diffusion constant
- L_n : Electron diffusion length
- L_p : Hole diffusion length
- p_n : Hole density in N-region
- n_p : Electron density in P-region

The thermally produced current is nearly independent of the bias voltage, but it increases with temperature exponentially. Assuming I_{CBO} at temperature T_1 as $I_{CBO}(T_1)$, the current at temperature T_2 is experimentally expressed as:

$$I_{CBO}(T_2) = I_{CBO}(T_1) \exp [a(T_2 - T_1)] \dots \dots \dots (2)$$

where "a" takes a value between 0.075 and 0.1—in most cases, 0.09 or 0.1.

Leakage current is barely temperature-dependent (shown in Fig. 2 (a)), and gradually increases with bias voltage (shown in Fig. 2 (b)). The major cause of I_{CBO} can be discriminated by checking the dependency (temperature or voltage) of the current. I_{CBO} of the Ge transistor is the order of several μA , whereas that of the Si transistors is as few as the nA order, due to planer structure.

An increase of bias voltage between the collector and base causes the collector deple-

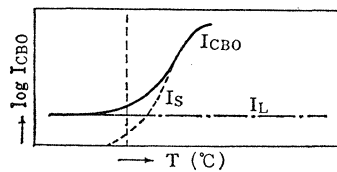


Fig.2 (a)

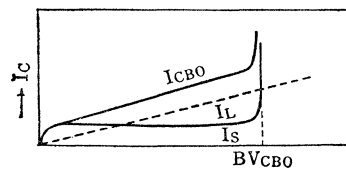


Fig.2 (b)

tion layer to expand on both the collector and base sides (mainly towards the higher resistivity side). As a comparatively high electrical field yields in the depletion layer, the thermally produced electron and holes are highly energized, and finally excite valence electrons (outer electrons of Ge or Si atoms) bonded to the crystal lattice, causing them to move freely. Thus, a large amount of free carrier is caused, a phenomenon referred to as avalanche.

Voltage breakdown caused by an avalanche is termed avalanche breakdown, and the multiplication derived from it is called avalanche multiplication.

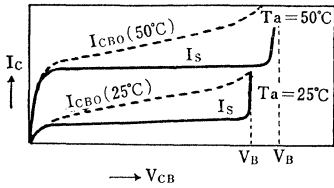


Fig.2 (c)

NOTE) Avalanche breakdown, dominant at higher bias voltages above 6 to 7V, is substantially different from zener breakdown which is dominant at voltages lower than 6V.

When avalanche multiplication is present, multiplication factor M of the multiplication in junction type transistors and diodes is experimentally expressed as:

$$M = \frac{1}{1 - \left(\frac{V_{CB}}{V_B}\right)^n} \dots\dots\dots(3)$$

where V_B : True avalanche breakdown voltage
 V_{CB} : Voltage supplied across collector and base, and

n : Figure determined by the type of transistor; 3 to 4 in Ge PNP transistors, 4 to 7 in NPN transistors.

Breakdown voltage definitely determines maximum magnitude of applicable voltage to a transistor. V_B is determined by specific resistance of transistor material, and it is known from experiments that V_B is proportionate to the 0.725th power of specific resistance in Ge transistors and approximately to the 0.63rd power in Si transistors.

True avalanche breakdown voltage, V_B limits the withstand voltage of a transistor; however, in manufacturers' catalogs, maximum ratings for transistors are usually described by BV_{CBO} to represent a voltage

at which collector current reaches a pre-determined value. In general, the stated value BV_{CBO} is smaller than BV of the transistor.

2.2. Maximum Collector Voltage When Emitter is Not Open, BV_{CBV} , etc.

When constant input current is supplied to the emitter of a common Base transistor:

$$I_C = \alpha_o M I_E + M I_{CBO} \dots\dots\dots(4)$$

where α_o : Current amplification factor of a common base transistor

In this operation, both the emitter and collector cut off current pass the depletion layer; therefore, these currents are multiplied by factor M . If the leakage current component I_L in I_{CBO} , it does not pass the depletion layer, the influence of I_L in the following discussion is disregarded. By selecting an operating point where I_E becomes sufficiently larger than I_{CBO} , equation (4) is simplified to:

$$I_C \simeq \alpha_o M I_E \dots\dots\dots(5)$$

M is given from the following equation:

$$M \simeq \frac{1}{\alpha_o} \cdot \frac{I_C}{I_E} \dots\dots\dots(6)$$

I_C correlates with M , and M further correlates with V_{CB} . Therefore, the value of M for a certain value of V_{CB} is derived from equation (3), expressed as:

$$\log \frac{M-1}{M} = n \log \frac{V_{CB}}{V_B} \dots\dots\dots(7)$$

When plotted on logarithmic graph paper, the relation between $(M-1)/M$ and V_{CB} forms a straight line at inclination n ; and when $(M-1)/M \rightarrow 1$ or $M \rightarrow \infty$, V_{CB} indicates true avalanche breakdown voltage.

Equation (5) indicates that the total current amplification factor of a common base connection transistor is represented by $\alpha_o M (= I_C/I_E)$. Both multiplication factor M and amplification factor α are dependent on common base current amplifier factor α_o , expressed as:

$$\alpha_o = \beta_o \gamma \dots\dots\dots(8)$$

where β_o =Conductivity ratio, and

γ =Emitter efficiency.

Conductivity ratio β_o , determined by the amount of recoupling of the carrier in the base region, is expressed by the following equation:

$$\beta_o = 1 - \frac{1}{2} \left(\frac{W}{L}\right)^2, L = \sqrt{D\tau} \dots\dots\dots(9)$$

where, W : Base effective width
 L : Minor carrier diffusion length
 D : Minor carrier diffusion constant
 τ : Minor carrier service life

Emitter efficiency γ is a ratio of the carrier injected from emitter to base to the carrier injected from base to emitter, expressed by the following equation:

$$\gamma = 1 - \frac{D_b W N_b}{D_e L_b N_e} \dots\dots\dots(10)$$

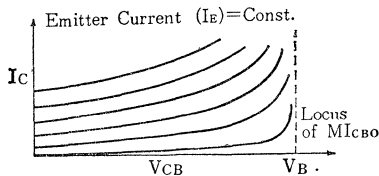
Where D_b and D_e : Diffusion factor of minor carrier in base and emitter, respectively

N_b and N_e : Carrier density of base and emitter region, respectively

In practical transistors, L and N_e are determined to be sufficiently larger than W and N_b respectively; therefore, conduction ratio β_0 and emitter efficiency γ are approximately equal to 1.

Collector characteristics of a common base transistor operating in a constant emitter current I_E is shown in Fig. 3.

Fig. 3 Collector Output Characteristics of Common Base Transistor



The total current amplification factor $\alpha = \alpha_0 M (= \beta \cdot \gamma M)$ in a low-voltage region is approximately 1, since $\beta_0 \approx 1$ and $M \approx 1$; and in a higher voltage region, M becomes approximately infinite when $V_{CB} = V_B$, and αM varies between 1 and ∞ .

As long as the total current amplification factor $\alpha = \alpha_0 M$ takes a finite value, a common base transistor stably operates up to a collector voltage equal to V_B .

3. Maximum Collector Voltage of Common Emitter Connection

Since collector withstand voltage of a common emitter-connection transistor relates to two PN junctions—the emitter junction and the collector junction— withstand voltage becomes a function of the transistors current

amplifying operation, and breakdown voltage is quite different from the aforementioned $V_{B_{CEO}}$.

In this chapter, breakdown voltage is discussed in accordance with factors directly related to $V_{B_{CEO}}$, or —

Avalanche breakdown voltage V_A of common emitter connection:

$$BV_{CEO} \approx V_A = V_B^n \sqrt{1 - \alpha_0}$$

Reverse withstand voltage when emitter to base is shunted by resistor R , BV_{CER} :

$$BV_{CER} = V_B^n \sqrt{1 - \frac{I_{CBO}(R_B + r_b)}{V_d}}$$

Reverse withstand voltage when emitter to base is reverse-biased, BV_{CEX} :

$$BV_{CEX} = V_B^n \sqrt{1 - \frac{I_{CBO}(R_B + r_b)}{V_d + V_{EB}}}$$

Also punch-through voltage V_{PT} between the collector to emitter is discussed in this chapter. (In this discussion, V_B is approximately equal to BV_{CBO} .)

3.1. Maximum Collector Voltage in Open Base Common Emitter Connection, BV_{CEO} — Avalanche Breakdown Voltage in Common Emitter Connection V_A —

Avalanche breakdown of a common emitter transistor occurs at collector voltage in which the common emitter current amplifier factor β becomes infinite. The factor β can be represented as a function of α_0 , expressed as follows:

$$\beta = \frac{\alpha_0 M}{1 - \alpha_0 M} \dots\dots\dots(11)$$

The factor β becomes infinite when $\alpha_0 M = 1$, or $M = 1/\alpha_0 = 1/(\beta_0 \cdot \gamma)$. That is, as long as collector voltage V_{CB} is low, collector current is mostly supplied from the base. But at a certain collector voltage V_A — sufficiently high to cause an avalanche phenomenon — the amount of carrier caused by electron multiplication becomes equal to $(\gamma \beta_0 = \alpha_0)$ that injected from the emitter, due to emitter efficiency γ , reaching the depletion layer with the conductivity rate β_0 . Then, base current to support the collector current becomes unnecessary, or $\beta \rightarrow \infty$, and avalanche multiplication occurs. At this point, $M = 1/\alpha_0$, and from equation (3)

$$\alpha_0 = 1 - \left(\frac{V_{CB}}{V_B} \right)^n \dots\dots\dots(12)$$

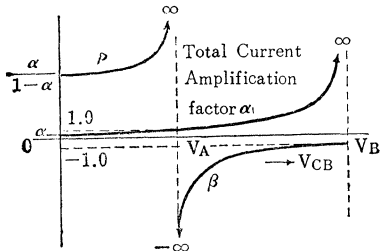
Developing equation (12) for the collector voltage at which $\alpha_0 M = 1$, or the common

emitter avalanche breakdown voltage V_A :

$$V_A = V_B^n \sqrt{1 - \alpha_o} \dots \dots \dots (13)$$

For collector voltages smaller than V_A , base current flows forward, and the polarity of β is positive. For voltages larger than V_A , base current flows in reverse, and the polarity turns to negative. Relationship between β and α can be shown (as in Fig. 4) as functions of the collector voltage.

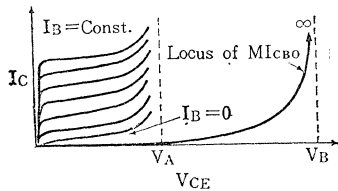
Fig. 4 Current Amplification Factor and Collector Voltage



When the input base current is retained constant, collector current of a common emitter transistor is represented by the following equation, and collector characteristics there of are shown in Fig. 5.

$$I_C = \beta I_B + (\beta + 1) MI_{CBO} \dots \dots \dots (14)$$

Fig. 5 Collector Output Characteristics of Common Emitter Transistor



Except for lower values of the collector voltage, collector characteristics reveal no significant difference between V_{CB} and V_{CE} . When the collector voltage is low, the influence of avalanche multiplication on either V_{CB} or V_{CEO} is negligible.

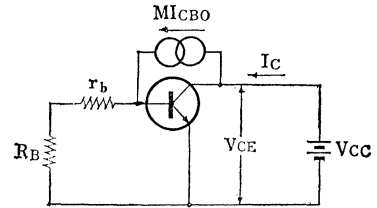
3.2. Common Emitter Voltage Rating as a Function of Circuit Configuration

(BV_{CER} , BV_{CES} , BV_{CEO} , and BV_{CEX})

In the preceding chapters, common base and common emitter avalanche breakdown voltages were discussed; however, transistor breakdown voltage differs with the circuit configuration to which the transistor is connected.

3.2.1. When a Base Resistor R_B is Connected, BV_{CER} or BV_{CES}

Fig. 6 Transistor Circuit with Base Resistor R_B



When a resistor R_B is inserted between the base and emitter, collector current I_C is expressed as.

$$I_{CER} = \frac{MI_{CBO}}{1 - \alpha_N \alpha_I} \left[1 + \frac{\alpha_N (1 - \alpha_I)}{(1 - \alpha_N) + \frac{KT}{q} \cdot \frac{(1 - \alpha_N \alpha_I)}{I_{EBO} R_B}} \right]$$

$$\approx \frac{MI_{CBO} \left(1 + \frac{q}{KT} R_B I_{EBO} \right)}{1 - \alpha_N \alpha_I + \frac{q}{KT} R_B I_{EBO} (1 - \alpha_N)} \dots \dots \dots (15)$$

where α_N : Forward-biased common emitter current amplification factor, and α_I : Reverse-biased common emitter current amplification factor.

Strictly speaking, it is difficult to determine the measuring conditions for parameters, and equation (15) is used to locate a trend of collector current. Total collector leakage current MI_{CBO} is divided at the internal base terminal. A portion of the current flows through internal base resistance r_b and external resistor R_B , and the balance flows through the base, forming the collector current I_{CER} in equation (15). When the emitter and base is forward-biased, voltage is induced by current flowing through ($r_b + R$).

V - I characteristics of a true diode between the base and emitter reveal an exponential curve. Provided that contact potential V_d causes the V - I characteristics to change in a stepped shape, emitter injection occurs when forward bias of the emitter becomes positive, and a voltage breakdown occurs between the collector and emitter. In other words, as long as the collector current I_C is small, most of the current is supplied from the base; but when increased collector voltage causes a voltage drop across the base resistance ($r_b + R$) — due to base current I_B — to the bias emitter in a forward direction, emitter injection occurs, and most of the collector current is supplied from the emitter. Collector-to-

emitter voltage drops to the common emitter avalanche breakdown voltage V_A , causing a negative resistance in the transistor. This breakdown condition is expressed as:

$$MI_{CBO}(R_B+r_b)=V_d \dots\dots\dots(16)$$

Since M correlates with both V_{CB} and V_{CE} ; equation (16) can be developed for a certain value of V_{CB} , as a function of V_{CE} . Assuming V_{CE} as BV_{CER} , the value of BV_{CER} is expressed as:

$$BV_{CER}=V_B^n \sqrt{1-\frac{I_{CBO}(R_B+r_b)}{V_d}} \dots\dots\dots(17)$$

The logarithm of V_{CER} is in inverse proportion to R_B , and the breakdown voltage takes the largest value when $R_B=0$. When R_B is zero, voltage is expressed as base-to-emitter short breakdown voltage — or BV_{CES} .

When the base is opened ($R=\infty$), operation of the transistor is controlled by β . All of the leakage current MI_{CBO} flows through the base and forms a collector current equal to $(\beta+1)MI_{CBO}$.

True collector current I_C'' is β times true base current I_B'' (in this case, MI_{CBO}), and actually measured collector current I_C is a sum of the true collector current and the leakage current, expressed as:

$$I_C = I_C'' + MI_{CBO},$$

$$I_C'' = \beta I_B'' = \beta MI_{CBO}$$

therefore, $I_C = \beta I_B'' + MI_{CBO}$
 $= (\beta + 1)MI_{CBO}$

Breakdown voltage takes the lowest value at a collector-to-emitter voltage where $\beta \rightarrow \infty$, and is equal to V_A (common emitter avalanche voltage).

Breakdown voltage corresponding to other values of R_B is larger than V_A and smaller than V_B . That is, after emitter injection starts, total current amplification factor α ($=\alpha_0 M$) becomes larger than 1, causing β to change to negative. Fig. 4 shows that β increases to negative with a reduction of V_{CB} , in the region where V_{CE} is larger than V_A . At the breakdown point, emitter injection is caused and I_C increases suddenly. This increase of I_C reduces collector voltage V_C due to a voltage drop across terminal resistance. The decrease of V_C increases β and I_C . The variation is accelerated accumulatively, and the transistor represents a negative resistance. V_C is approximate to V_A when $\beta \rightarrow \infty$.

Fig. 7(a) illustrates R_B and breakdown

voltage, and Fig. 7(b) shows the relation between BV_{CER} and R_B , and relation between I_{CER} and R_B . These figures represent the same characteristics.

Fig. 7(a) R_B and Breakdown Voltage

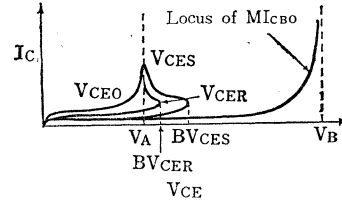


Fig. 7(b) Relation Between BV_{CER} and R_B and Relation between I_{CER} and R_B

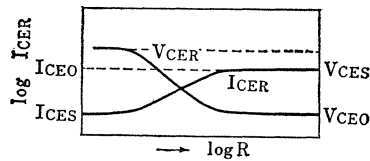
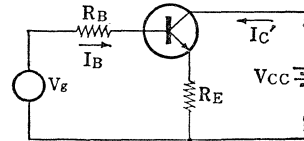


Fig. 8 Transistor Circuit with Emitter Resistor R_E and Base Resistor R_B



3.2.2. When base and emitter resistors R_B and R_E are connected

When base resistor R_B and emitter resistor R_E are connected as shown in Fig. 8, negative feedback by emitter resistor R_E increases the value of the avalanche breakdown voltage.

Collector current I_C' of a transistor having external emitter resistance R_E is expressed as:

$$I_C' = \beta I_B' = \frac{\beta R_B}{R_B + (\beta + 1)R_E} \times I_B$$

Emitter resistor R_E operates to reduce collector current I_C' and nominal current amplification factor β' is expressed as:

$$\beta' = \frac{\alpha'}{1 - \alpha'} = \frac{\beta R_B}{R_B + (\beta + 1)R_E}$$

$$\alpha' = \frac{\alpha R}{R_B + R_E} \dots\dots\dots(18)$$

where α' , rather than being the current amplification factor in a common base connection, is the factor in a common emitter transistor having a resistor R_E , presence of the emitter

resistor causes negative feedback and a reduction of gain when current supplied is not from a pure constant current source.

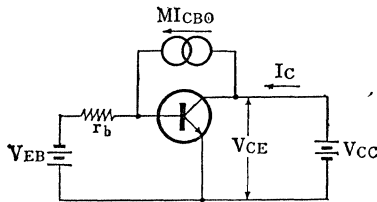
From equations (13) and (18), the avalanche breakdown voltage of a transistor having an emitter resistance R_E is expressed as:

$$V_{A'} = V_B^n \sqrt{1 - \frac{\alpha_o R_B}{R_B + R_E}} \dots\dots\dots (19)$$

Collector characteristics represented by equation (19) are similar to those shown in Fig. 5; however, as shown in Fig. 1(e), $V_{A'}$ varies with the value of resistor R_E .

3.2.3. Breakdown voltage when emitter and base are biased in reverse direction, BV_{CEX} .

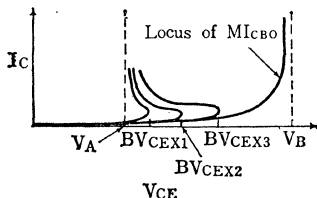
Fig. 9 Reverse-Biased Transistor



When the emitter and base are biased in reverse, collector breakdown voltage becomes higher than BV_{CES} . Similar to a case where the base resistor is connected, emitter injection does not occur until forward bias voltage of the emitter exceeds the contact potential V_d . Because of the current MI_{CBO} , injection occurs when a voltage drop across r_b becomes sufficiently larger than emitter-to-base voltage V_{EB} and contact potential V_d . This breakdown condition is expressed as:

$$MI_{CBO}r_b = V_d + V_{EB} \dots\dots\dots (20)$$

Fig.10 Collector Output Characteristics when Emitter to Base are Reverse-Biased



If the magnitude of V_{EB} increases, both M and V_{CE} increase. Fig. 10 shows breakdown characteristics using V_{EB} as a parameter. The figure indicates negative resistance in the region of $-\beta$.

The peak value of each curve, termed BV_{CEX} , is calculated by the following equation:

$$BV_{CEX} = V_B^n \sqrt{1 - \frac{I_{CBO}(R_B + r_b)}{V_d + V_{EB}}} \dots\dots\dots (21)$$

3.3. Punch-through Voltage V_{PT}

Reverse bias voltage supplied to the collector junction or the emitter junction causes thickness of the junction depletion layer to expand. By increasing collector voltage, the collector junction depletion layer continues to expand, finally reaching the emitter side depletion layer. This phenomenon is known as collector-emitter punch through (or reach through). Collector voltage at which punch through occurs is termed punch-through voltage V_{PT} . Theoretically, punch-through voltage V_{PT} is expressed as:

$$V_{PT} = \frac{W^2}{2K\mu\rho_b} [\text{Volt}]$$

where K =Di-electric constant

μ =Electron mobility

W =Base width

ρ_b =Specific resistivity of base

Experimentally, punch-through voltage is measured by using the circuits in Figs. A, B, and C.

Voltage across the base and emitter V_{EB} , measured by a vacuum tube volt meter VV , is small and approximately equal until V_{CB} reaches V_{PT} . Subsequently meter indication increases approximately linearly with the increase of V_{CB} . Punch-through voltage V_{PT} is determined by reading voltages V_{EB} and

Fig. A

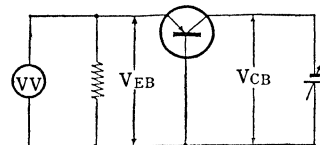


Fig. B

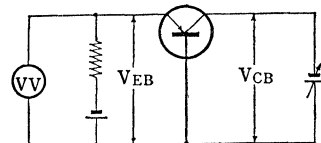


Fig. C

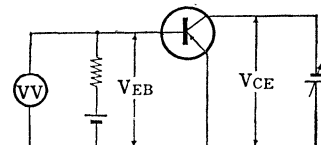
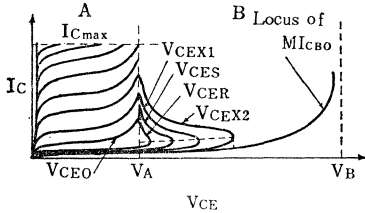


Fig. 11 Operating Region of Transistors



V_{CB} , at which point V_{EB} starts to increase, expressed as:

$$V_{PT} = V_{CB} + V_{EB}$$

3.4. Forward Operating Region of Transistors

As shown in Fig. 11, operating characteristics of transistors are classified into two regions. Border of the A region in which the transistor is forward-biased is determined by common collector avalanche breakdown voltage V_A and maximum ratings of the collector current. Lower limit of negative resistance of transistor characteristics in the B region also is determined by avalanche breakdown voltage V_A , and the upper limits restricted by breakdown voltage corresponding to the transistor connection (i.e. BV_{CES} , BV_{CEr} , BV_{CEX} , etc.). In addition, the operation range also is determined by the secondary breakdown, subsequently described.

Among common emitter-connected transistors, both the forward-biased and reverse-biased curves approach V_A ; therefore, breakdown characteristics are entirely determined by a variation of V_A caused by an increase or decrease of I_C . Even in BV_{CEO} characteristics, transistors more or less involve, an element of negative resistance, provided they are forward-biased in any respect. This effect is evident in most diffusion type transistors. Because of their step-shaped junction, alloy type transistors barely disclose negative resistance; however, presence of internal base resistance r_b causes a transverse voltage drop in accordance with base current I_B , forming forward bias. This forward bias often causes negative resistivity of alloy type transistors.

4. Thermal Stability and Heat Radiation Design

Maximum rating stated in manufacturers' catalogs or other materials generally represent those at normal ambient temperature (room temperature 25°C). Therefore, if tran-

sistors are used at a higher environmental temperature, or the junction temperature approaches the rated maximum value, maximum ratings at 25°C cannot be applied directly to such design. High junction temperature increases I_{CBO} and I_{EBO} , and increasing these currents causes junction temperature to rise, starting an endless circulation which may result in thermal runaway and transistor breakdown. Thermal stability and heat radiation must be thoroughly determined when designing a transistor circuit. For details of transistor thermal treatment, refer to The Thermal Stability of Transistor Circuits and the Designing of the Heat Sink.

5. Maximum Power Dissipation

Major parameters limiting maximum power dissipation P_{cmax} of transistors are thermal resistance θ , maximum allowable junction temperature T_{jmax} , and ambient temperature T_a . It is commonly known that these parameters are related as follows:

$$P_{cmax} = \frac{T_{jmax} - T_a}{\theta} \dots\dots\dots(22)$$

This implies that a larger P_{cmax} is obtainable in a determined ambient temperature T_a by selecting a transistor having a smaller θ and a higher T_{jmax} . Maximum junction temperature T_{jmax} must be selected in accordance with transistor material and reliability required for the transistor circuit.

In general, transistor deterioration is accelerated with junction temperature rise. The following relationship between mean life L_m (hours) and junction temperature T_j (°K) is commonly known:

$$\log L_m \doteq A + \frac{B}{T_j} \dots\dots\dots(23)$$

where A and B are inherent constants of a transistor. Therefore, the junction temperature upper limit is selected for industrial-use transistors which require guaranteed long service life, taking failure rate and reliability into consideration. The normal upper limit of T_j is 70° to 90°C for Ge transistors, 100° to 150°C for Si transistors and 150° to 200°C for surface-stabilized Si planer transistors.

Treating heat transfer as that of electric current, thermal resistance is represented

by the following electrical equivalent circuit (shown in Fig. 13). From that figure, total heat resistance θ_{ja} between the junction and external air is expressed as:

$$\theta_{ja} = \theta_i + \frac{\theta_b(\theta_s + \theta_c + \theta_f)}{\theta_b + \theta_s + \theta_c + \theta_f} \dots\dots\dots(24)$$

and if heat sink is not used:

$$\theta_{ja} = \theta_i + \theta_b \dots\dots\dots(25)$$

Fig. 12 (a) Junction Temperature and Service Life

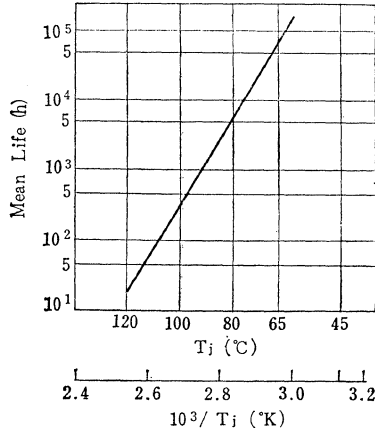
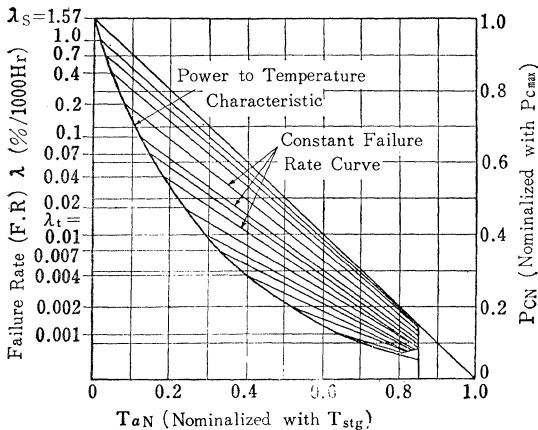
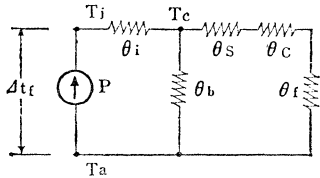


Fig. 12 (b) Power Dissipation and Failure Rate of Power Transistors



(b) $T_{stg} = \frac{T_a - 25}{T_{stg} - 25}, PCN = \frac{P_C}{P_{Cmax}}$
 $\lambda_S =$ By Forced Durability Test
 $\lambda_t =$ Actually measured

Fig. 13 Equivalent Circuit of Heat Radiation



- θ_i : Internal thermal resistance (from junction to outer case)
- θ_b : External thermal resistance (from external case to ambient air)
- θ_s : Thermal resistance of insulator sheet
- θ_c : Contact thermal resistance (between case and heat sink)
- θ_f : Thermal resistance of heat sink (to ambient air)

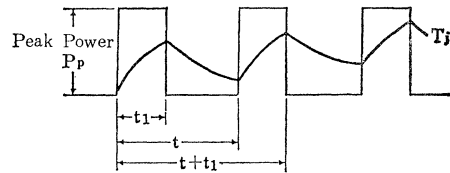
For individual elements composing the equivalent circuit of heat radiation and thermal design using equation (24), refer to The Thermal Stability of Transistor Circuits and the Designing of the Heat Sink.

6. Derating

Transistor circuits may be designed by using maximum ratings, voltage, current, and power (junction temperature) stated in manufacturers' catalogs and appropriate heat radiation devices. However, it is a common practice to derate the operating conditions of high reliability circuits to a considerable extent.

To balance system reliability and economy, the following derating is recommended:

FIG. 14 POWER PULSE AND RESPONSE OF T_j



- Voltage: Voltages at worst operating condition including surge voltage; 80 % or less of maximum rated voltage (especially V_{CE0}).
- Current: Currents at worst operating condition, including surge current; 80 % or less of rated value.
- Power: Power dissipation at worst condition including surge and at maximum ambient temperature; 50 % or less of derated power calculated based on derated voltage and current.
- Temperature: Operating maximum junction temperature $T_{j(op)max}$, considering surge and power concentration; 70 to 80 % or less of rated maximum junction temperature T_{jmax} .

To calculate the power dissipation of transistors for switching use, peak values of voltage, current, and power (junction temperature)—including surge condition—must not exceed maximum ratings. However, the

average power dissipation will sufficiently support system reliability provided these values are derated based on standards.

When square pulses are fed to a switching transistor, junction temperature rises with a certain time delay, determined by the junction thermal time constant. — See Fig. 14. The effect must be considered in determining power dissipation in the switching circuit.

In solving an equation for the diffusion of internal heat of a transistor, assuming that the heat diffuses dimensionally, the relations between maximum junction temperature T_{jmax} and allowable power dissipation P_C is expressed by the following equation:

$$T_{jmax} = P_C \theta_T \frac{1-a}{1-ab} + T_a \dots\dots\dots(26)$$

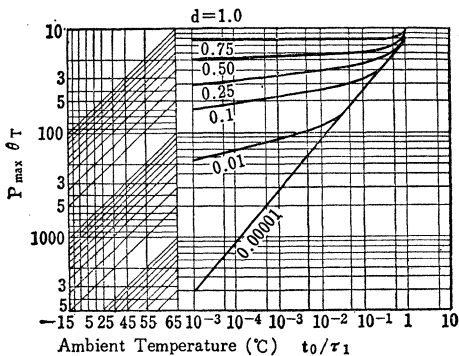
$$a = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=1,3,5\dots}^{\infty} \frac{1}{n^2} \exp\left[-\frac{\tau p}{n^2 \tau_{th}}\right] \dots\dots\dots(27)$$

$$b = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=1,3,5\dots}^{\infty} \frac{1}{n^2} \exp\left[-\frac{\tau - \tau p}{n^2 \tau_{th}}\right] \dots\dots\dots(28)$$

- τp : Pulse width (sec)
- τ : Pulse repetition time (sec)
- $\tau p / \tau$: Duty cycle
- τ_{th} : Transistor thermal time constant (sec)
- θ_T : Total thermal resistance ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$)

In this analysis, only heat conduction is considered because heat radiation and convection are experimentally negligible. If thermal resistance θ_T and thermal time constant T_{th} are known, the amount of power

Fig. 15 Maximum Allowable Power and Pulse Characteristics

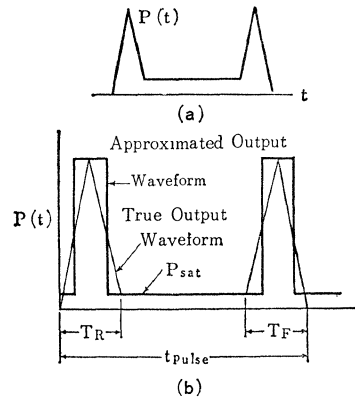


- θ_T : Thermal resistance ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$)
- d : Duty cycle
- τ_1 : Thermal time constant (sec)
- t_0 : Pulse duration

dissipation in a transistor at the specified maximum junction temperature can be calculated by using equation (26). To ease use of the equation, calculated values are tabulated on a graph (Fig. 15).

Transistor operation switching time also was neglected in the analysis; that is, the analysis based on an assumption that heat dissipates in the transistor while it traverses the load lines is negligibly small. In practical power switching, however, transistor switching time ranges between 10μ sec to some tens μ sec, and is not always negligible. Power waveform in saturation type switching is shown in Fig. 16(a). P_{cmax} of a switching transistor in such cases can be determined from Fig. 15, by approximating the power consumed in rise time and fall time triangles into a square wave, as shown in Fig. 16(b).

Fig. 16



For this calculation, τ_p , d , and T_a' are respectively:

$$\tau_p = \frac{1}{2} T_R = \frac{1}{2} T_F$$

(If $T_R \neq T_F$, employ whichever value is larger)

$$d = \frac{(1/2) T_R}{t_{pulse}} T_a' = P_{sat} \cdot \theta_T + T_a$$

The value of P_{cmax} can be determined from Fig. 15 as the above mentioned formula.

Thermal time constants of typical transistors are:

	$\theta_i [^{\circ}\text{C}/\text{W}]$	$T_{jmax} [^{\circ}\text{C}]$	$\tau_{th} [\text{ms}]$
2 SA 538	910	75	10~20
2 SC 497	208	150	2~3
2 SC 510	188	175	2~3
2 SC 520 A	2.5 ϕ	150	8~15

ϕ : Infinite heat sink

τ_{th} : Experimental mean value
 θ_i, T_{jmax} : Values stated in manufacturers' catalogs

7. Circuitry Problems and Protective Measures

Reliability of transistors and transistorized devices is largely influenced by circuit configuration in general, as well as the transistor element itself. The influence of input circuit configuration on maximum collector voltage was discussed in the chapter on voltage ratings. In this chapter, the influence of load circuit on transistor operation and examples of protective measures are described.

Transistor deterioration or breakdown is largely influenced by the type of load impedance (resistive or reactive), operating frequency if load impedance is reactive, and the type of operation (class A, B, or C; single-ended push-pull, etc.). Transistor secondary breakdown (S/B) characteristics and thermal runaway also adversely affect its operation; but substantially, these factors are also problems derived from circuit configuration and operating conditions.

Fig. 17 Ideal Load Line of Class B Amplifier

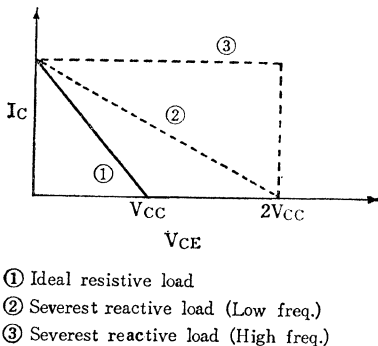


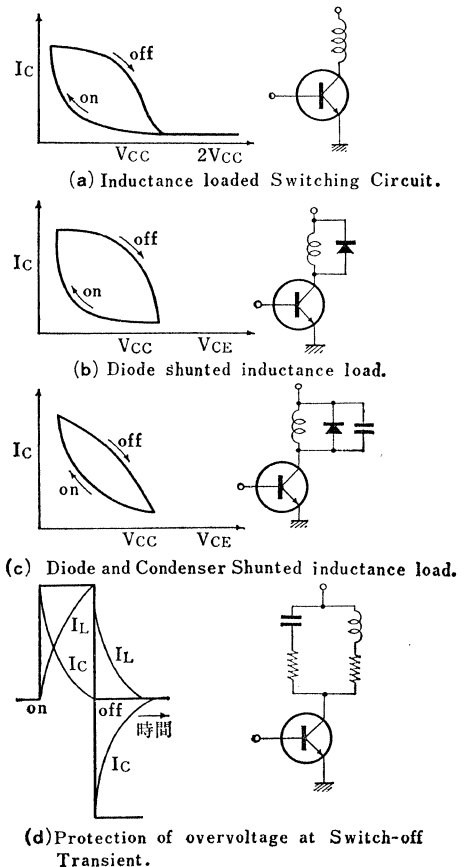
Fig. 17 shows an ideal load line for a class B amplifier transistor. For a resistive load, instantaneous value of the collector loss is only 20% or less of maximum power output. Maximum instantaneous loss in a reactive loaded circuit totals 100% of the full load at low frequencies, and 400% or more at high frequencies.

Considering secondary effects—such as saturation voltage, emitter resistor, load re-

sistor, power supply variation, or ripple—power supply voltage should be increased by 40% to 60% of the transistor voltage to obtain the required power output. Therefore it is necessary to consider the collector power dissipation needs 200% to 250% of the required power output and V_{CB} needs about three times the power supply voltage. Transient voltage in a class A high-frequency amplifier often exceeds 30 times the supply voltage, power dissipation increase (even in a short period in the order of μ sec) 40 times over the mean power dissipation, and occasionally causes transistor damage.

To protect transistors from damage caused by a transient phenomenon, transistors must be selected for large P_{cmax} , good $V_{CE(sat)}$ characteristic, and a wide frequency range. Also, protective devices shown in Fig. 18 are effective.

Fig. 18 Protection Devices against Overvoltage and Current by Reactive Load



Toshiba Transistors for the Communications Industry

Toshiba transistors for application to the communications industry feature strictly selected parts materials, reliability-stressed design, unique production techniques, strict process control, excellent initial performance based on quality control, and various tests and inspections for confirming their reliability. As a result, their high reliability is complete guaranteed.

1. Classification of Toshiba Transistors for the Communications Industry

Toshiba communications industry transistors are classified into the following two categories:

Transistors to be used exclusively for the communications industry, and "green transistors" applicable to the communications industry.

1.1. Transistors to be used exclusively for the communications industry (communications industry transistor)

Those transistors to be used exclusively for the communications industry are designed with a structure capable of withstanding harsh environmental and application conditions. Through strict process control and quality control, as well as effective debugging and aging tests—every procedure based on Toshiba's established production techniques—reliability is integrally woven into each item during the production process. Tests and inspections based on U. S. Military Standards (MIL standards) are enforced to further confirm product quality.

The current amplification factor h_{FE} or h_{FE} , used to determine the fundamental performance of a transistor, is classified in detail for the convenience of the circuit design and interchangeability, and a color code indication system is adopted for the factors.

1.2. "Green transistors" applicable to the communications industry

Although the type numbers of these transistors are the same as those of general transistors, during the production process they are subjected to a temperature cycle test, a heat aging test, and an electric power aging test

in order to stabilize their performance, to eliminate their initial defective rate, and to reduce their rate of defectiveness so that they maintain their integral reliability when applied to communications industrial purposes. Moreover, in the field of tests and inspections, they are treated almost on the same level as communications industry transistor.

A ©-mark is suffixed to the type number of "green transistors" to distinguish them from general transistors. Regarding identification of the actual products, ©-mark is suffixed to the type number (2SC372© for example).

2. Features of Toshiba Communications Industry Transistors

To endow Toshiba Communications Industry Transistors with the features listed below, special care is exercised throughout their entire production process, ranging from precision testing of parts materials to delivery inspection.

- Variations in performance are very slight even after long usage, and mean life time is long.
 - Rate of occurrence of initial-failure is low.
 - Excellent resistivity to environmental conditions such as vibration, shock, temperature, and humidity.
 - Easy interchangeability.
- 1) In the field of design and production techniques
 - A. They are mechanically rugged
 - (a) Leakless and low specific gravity peripheral casing.
 - (b) Compact and strong internal structure.
 - (c) Fixed bed system whereby pellet can be deposited directly on the header when required.
 - (d) Bonding of fine aluminum wires by supersonic bonding system.
 - B. Plans adopted to stabilize operation characteristics
 - (a) Appropriate selection and stabilizing treatment of parts material.
 - (b) Introduction of surface stabilizing treatment process, and complete automatic

control of mount treatment process.

- (c) Careful selection of gases to be sealed in
 - (d) Complete hermetic seal by resistance welding system
 - (e) Adoption of effective debugging and aging process
- 2) In the field of quality control and process control

To ensure high reliability and to maintain uniform quality, strict process control and quality control systems are adopted over the entire range covering the parts materials, production, tests and inspection processes as well as the equipment used for them.

- (a) Designation of the parts materials and their detailed standards
- (b) Designation of production process, and detailed standards for work
- (c) Designation of equipment to be employed and method of its maintenance and custody: Checking and periodic inspection
- (d) Compilation and checking of work record for each process
- (e) Recording of inspection and control data for each process
- (f) Compilation of records for clarifying the lot history of each process

As a result of the above-listed procedures, the control system, recording system, as well as these persons in charge are recorded.

Rather than this control system covering any one particular phase, control is divided into three phases. Primary control constitutes a direct control of all production processes. Secondary control is performed by field personnel supervising quality who confirm whether or not the primary control has been properly executed. Tertiary control is performed by personnel of the departments which hold objective (or indirect) positions to the production processes.

3) In the field of tests and inspections

To confirm and ensure quality as being applicable to the communications industry, a lot quality assurance test and a reliability assurance test are conducted in parallel for each production lot. Also, at each stage of development, a design approval test and a quality approval test are conducted, and only after being approved through these tests as standard item is production started. A series of highly rigid test and inspection procedures are

established in this manner.

A. Lot quality assurance test

This test, consisting of an initial performance test, an visual inspection test, and a storage life test, is applied to all types of products for which all production processes have been completed. The products forwarded to the Quality Assurance Department are grouped depending on their types and date of production, which forms the "day lot" from which sampling is made in accordance with the LTPD (Lot Tolerance Percent Defective) system of MIL-S-19500D, and the three tests mentioned above are applied. Products which have passed these tests are stored after the "Quality Assurance" mark has been affixed.

Since the quality assurance system has been changed from the AQL system to the LTPD system, the numerical values became approximately, ten times larger than those expressed by the AQL system; however, the inspection level became increasingly strict in comparison with the AQL system. (In this respect, refer to the subsequent appendix

○ Initial performance test

This is a test applied to specified characteristics under the lot quality assurance test in accordance with individual test specifications to confirm that the tested product meets to the specified limits.

In this test, quality is confirmed according to LTPD ratings. Although LTPD ratings differ depending on application for the entertainment use or for the communications industry use. The quality of transistors applicable to the communications industry is basically assured in accordance with the following rated values.

Item	LTPD rate
Fatal defective item (Open, short, and so on)	1.5%
Serious defective item (I_{CBO} , I_{EBO} , h_{FE} , and so on)	5%
Slight defective item (Other general performance)	10%

Initial performance test items are specified under the individual specification, and the test method is prescribed separately under Transistors Electrical Test Methods.

The fundamental principles of these test methods are based on MIL-STD-202C, Test

Methods for Electronic Parts and Electrical Parts; its detailed provisions are based on MIL-STD-75OA, Semiconductor Equipment Test Methods.

○ Physical appearance Inspection Test

This test is conducted in accordance with final product specifications—including marking—and external physical dimensional specifications. The tolerance quality level in this visual inspection, like a serious defective item in the initial performance test, is limited to LTPD 5%.

○ Production sampling life test

This is a steady state life test, a high temperature storage life test, or a high temperature and high humidity life test. The test period is basically 168 hours. Although tolerance quality level vary according to the test period, the decision of the quality level is generally rendered in accordance with the following rated values.

Test period	LTPD rate
168 hrs	5%
500 hrs	15%
1000 hrs	30%

B. Reliability assurance Test

A long-term life test, a forced deterioration test, and a destructive test—all of which are difficult under the production sampling life test—are conducted under this precision test to establish whether, or not the product has quality sufficient to withstand serious variations in ambient conditions and to perform stabilized function. This test is divided into an initial performance, a physical appearance inspection, a long-term life test, an environmental test, and a mechanical test. The test is applied once every three months to each type of communications industry transistor.

○ Initial Performance Test

Applied to all items prescribed in the individual product catalog, the test method, conditions, and the tolerance quality levels are the same as those in the initial performance test under the lot quality assurance test.

○ Physical appearance Inspection Test

This test is applied to determine whether or not the product conforms to specified marking, dimensions and external appearance specifications, and to final product specification.

○ Long-term Life Test

This life test is applied over a period

ranging from a 1,000-hour minimum to approximately 20,000 hours under impress conditions equivalent to maximum values rated for communications industrial devices to inspect product long-term quality status.

(a) Steady state life test

In this test, electric power with a maximum collector dissipation Power ($P_{c\ max}$) is usually impressed under room temperature ($T_a=25 \pm 1.5^\circ\text{C}$).

(b) High temperature and high humidity life test

In this test a product is left standing, usually under such conditions as

$$T_a=80 \pm 5^\circ\text{C}, \text{ RH}=90 \pm 10\%$$

or $T_a=75 \pm 5^\circ\text{C}, \text{ RH}=60 \pm 5\%$.

(c) Reference (storage) life test

Since values obtained by this test serve as evaluation standards for all life tests, environmental tests, and mechanical tests, each product is left standing under room temperature ($T_a=25 \pm 1.5^\circ\text{C}$).

(d) High temperature storage life test

Each product is left standing under the maximum tolerance storage temperature rated for the device. Although temperature conditions vary according to the material and structure, the following rated values are usually adopted for this test.

Silicon planer type $175 \pm 5^\circ\text{C}$

Silicon mesa type $150 \pm 5^\circ\text{C}$

Silicon epoxy sealed type $125 \pm 5^\circ\text{C}$

All types of germanium transistors

$$75 \sim 85 \pm 5^\circ\text{C}$$

(e) Low temperature storage life test

Each product is left standing under the minimum tolerance storage temperature rated for the device ($T_a=-55 \sim -65 \pm 5^\circ\text{C}$).

○ Environmental and Mechanical Test

The tests listed below are mostly applied as an environmental test or a mechanical test.

(a) Seal test

A helium leak detector or a radio isotope leakage detector (RADIFRO) is employed in this test to confirm that there are not irregularities concerning the device seals.

(b) Soldering heat test

The part of the lead wires or terminals of the device, specified by the individual specifications, are usually immersed to a solder bath at a temperature of $230 \pm 5^\circ\text{C}$ for 10 Second to con-

firm that no change in characteristics occurs.

(c) Temperature cycling test

Alternate application of -65°C or -55°C temperature as the lowest and the maximum tolerance storage temperature is usually repeated five times to confirm that characteristics of the device reveals no change against temperature variations.

(d) Thermal shock test

Alternate dipping in 100°C hot water and 0°C cold water at short intervals is repeated five times to confirm that no irregularities occur against drastic temperature fluctuations.

(e) Moisture resistance test

Temperatures of 65°C and 25°C , where the relative humidity range is 90–95%, is alternately applied ten times to confirm that no irregularities occur under high-temperature and high-humidity conditions.

(f) Immersion test

The devices is alternately immersed in 65°C hot water and cold water or a saturated common salt solution for 15 minutes each; this is repeated two to five times to confirm that no irregularities occur concerning the seals.

(g) Functioning test at high-temperature and low-temperature

The device is actuated under high temperature and low temperature, and is then restored to normal temperature to confirm that it is capable of functioning smoothly without developing irregularities.

(h) Salt spray test

A 5% common salt solution is atomized in a 35°C tank into which the device is left standing for 24 to 48 hours to confirm that coating on the envelope is completely resistant.

(i) Weight test

Weight is measured to confirm that the weight of each product conforms to the specified values.

(j) Drop test

Each element is dropped solely by gravitational force three times upon a wooden plank, usually from a height of 75cm, to confirm that no irregularities occur regarding the exterior, interior, and performance.

(k) Mechanical shock test

Although this test varies depending on the type of device, usually a maximum acceleration of 500 to 1500 G, at an accelerating rate

of 0.5 to 1 ms, is applied several times, in three different directions, to confirm that no irregularities occur in electrical performance and mechanical structure.

(l) Constant acceleration test

Although this test varies depending on the type of device, usually a centrifugal acceleration of 5000 to 20000G is applied for 1 to 10 minutes—in three different directions—to confirm that no irregularities occur in electrical performance and mechanical structure.

(m) Vibration (fatigue) test

Vibrations of $60 \pm 20\text{Hz}$, 10–20G are impressed in three different directions over a specified period to confirm that the device is free from the influence of vibrations of the specified frequency.

(n) Vibration (frequency variation) test

Usually, vibrations where the peak accelerating rate is 20G and the frequency varies from 100 to 2000 Hz are impressed in three different directions for a specified period to confirm that the element is free from the influence of vibrations within the specified frequency zone.

(o) Vibration (noise) test

Usually, vibrations where the peak accelerating rate is 20G and the frequency varies from 10 to 50 Hz are impressed in three different directions for a rated period of time on an device which is undergoing noise voltage measurement to confirm that there occurs no noise increase due to vibrations within the specified frequency zone.

(p) Lead wire fatigue test

Bending is applied several times as specified to a lead wire, by bending it 90 degrees from its root, to confirm that no wire rupture occurs.

(q) Terminal strength (bending, load, torque) test

Each terminal is bent, or pulled by impressing a specified load, or a specified torque is impressed in the axial direction within the plane where the terminal is mounted, to confirm that neither damage nor rupture occurs.

(r) Solderability test

By employing a soldering flux, the lead wire of the element is soaked in 230°C solder for 10 seconds to confirm that the solder smoothly deposits over 95% of the entire wire surface.

(s) Barometric pressure reduction test

The element is placed under a specified low pressure to confirm that it is capable of performing stabilized functioning even at high altitudes.

[Appendix] Regarding the Difference Between AQL System and LTPD System

The AQL system has been frequently adopted in the past as a standard for quality assurance. However, in recent years the LTPD system has come to be employed more frequently than the AQL system. This may be because consumer protection is emphasized above all else today. AQL is the abbreviation for Acceptable Quality Level. According to the inspection based on this system, the products whose rate of the percent defective is less than the AQL value are mostly approved,

and those whose rate of the percent defective exceeds the AQL value are mostly disapproved. Consequently, unless the number of sampled products and the number of approved products are investigated, what lots of what percent defective will be approved are unknown. On the other hand, LTPD stands for Lot Tolerance Percent Defective. According to inspections based on this system, there is almost no possibility that even a single lot whose rate of percent defective exceeds the LTPD value is included among the approved lots. In other words, the AQL system indicates that the defectives of this extent are included among the approved products, whereas the LTPD system indicates that the defectives exceeding this value are virtually not included among the approved products.

The Thermal Stability of Transistor Circuits and the Designing of the Heat Sink

Thermal design, including media against thermal runaway, is one of the important factors in reliable application of transistors to electronic devices. Particularly, heat radiation in junctions of the transistor due to power dissipation largely influences transistor function and operating service life. For example, transistor operating service life is shortened exponentially as junction temperature rises, and in an extreme case, a transistor may cause thermal runaway merely by an ambient temperature rise.

To maintain a transistor's temperature rise within its rated region, and to establish proper derating aimed at improved reliability, the designing of the heat sink must be thoroughly planned.

Chapter 1 describes the basic approach to thermal stability, and Chapter 2 is concerned with thermal resistance and size of the heat sink.

For practical circuit design, by using Figure 1 and 2 in Article 1.1, the required stability factor S and entire thermal resistance θ_{ja} , with regard to thermal stability of a transistor circuit, is obtainable.

Further, the bias circuit can be designed by referring to Article 1.2. For power transistors, the proper size of heat sink is determinable by referring to Article 2.1 through 2.3.

NOTE: The following manuals will aid in properly designing heat sink.

1. Transistor Accessories
2. Toshiba Heat Sink

1. Thermal stability

1.1. Thermal stability and maximum allowable collector power dissipation

Maximum allowable collector power dissipation is not the only condition for thermal design of transistorized electronic devices. Improper thermal stability of a bias circuit may often cause thermal runaway when ambient temperature rises, destroying the transistors. Caution must be exercised in designing circuits for both transistor heat sink and circuit

thermal stability.

- (1) Stability factors S and allowable maximum collector dissipation $P_{c \max}$.

The thermal stability S of a bias circuit is defined by the following equation:

$$S = \frac{\partial I_C}{\partial I_{CBO}} \dots \dots \dots (1)$$

This equation determines the amount of change in collector current I_C against the change in collector cut-off current I_{CBO} .

One of the most thermally sensitive transistor parameters is the collector cut-off current I_{CBO} and base-to-emitter voltage V_{BE} .

These parameters can be represented, as a function of temperature, as shown below:

$$I_{CBO} = I_{CBO(T_0)} e^{K(T-T_0)} \dots \dots \dots (2)$$

$$I_E = I_{CBO} e^{qV_{BE}/kT} \dots \dots \dots (3)$$

where $I_{CBO(T_0)}$: Collector cut-off current at reference temperature T_0 .

K : Thermal coefficient of I_{CBO} which is a function of a semiconductor's energy gap. Generally, $0.07^\circ/\text{C}$ (Si) to $0.08^\circ/\text{C}$ (Ge)

q : Electronic charge

k : Boltzmann constant

T : Absolute temperature

Assuming the collector loss as P_C , a variation ΔP_C occurred in the collector loss owing to a certain condition. The variation caused a thermal variation equivalent to $\Delta P_C \theta_{ja}$ in the junction (where θ_{ja} is the junction to ambient thermal resistance described later).

As a result, I_{CBO} and V_{BE} are caused to change by ΔI_{CBO} and ΔV_{BE} which, accordingly, change the collector current respectively by $S \cdot I_{CBO}$ and $g_m \cdot \Delta V_{BE}$ (g_m of a transistor is defined by equation $g_m = \frac{\partial I_C}{\partial V_{BE}}$).

If the amount of loss variation due to the change of these values exceeds the loss ΔP_C , the junction temperature continues to rise. Thus, these values must be curtailed to smaller than ΔP_C . In other words, transistor operation will be stabilized as long as the following equation is maintained:

$$\Delta P_C \geq V_C (S \Delta I_{CBO} + g_m \Delta V_{BE}) \dots \dots \dots (4)$$

where V_C : Voltage applied to collector.
The equation (4) can be developed as—

$$V_C \cdot S \cdot \frac{\Delta I_{CBO}}{\Delta P_C} + V_C \cdot gm \frac{\Delta V_{BE}}{\Delta P_C} \leq 1 \dots\dots\dots(5)$$

Temperature variation in the junction may be defined as $P_C \cdot \theta_{ja}$. Thus, differentiating equation (2) by P_C , obtained is;

$$\frac{\Delta I_{CBO}}{\Delta P_C} = \frac{\Delta I_{CBO}}{\Delta T} \cdot \frac{\Delta T}{\Delta P_C} = K \cdot \theta_{ja} \cdot I_{CBO(O)} e^{K(T-T_o+P_C \cdot \theta_{ja})} \dots\dots\dots(6)$$

Setting the emitter current I_E constant, the thermal characteristics of V_{BE} can be obtained from equation (3) as:

$$\frac{\Delta V_{BE}}{\Delta T} \doteq \frac{K \cdot kT}{q} \doteq -2.0 \times 10^{-3} \text{V}/^\circ\text{C} \dots\dots\dots(7)$$

(This value is approximately equal in every transistor)

Therefore:

$$\frac{\Delta V_{BE}}{\Delta P_C} = \frac{\Delta V_{BE}}{\Delta T} \cdot \frac{\Delta T}{\Delta P_C} \doteq -2.0 \times 10^{-3} \cdot \theta_{ja} \dots\dots\dots(8)$$

Combining equations (6), (8) and (5), obtained is:

$$V_C \cdot S \cdot K \cdot \theta_{ja} \cdot I_{CBO(O)} e^{K(T-T_o+P_C \cdot \theta_{ja})} - 2.0 \times 10^{-3} \theta_{ja} \cdot V_C \cdot gm \leq 1 \dots\dots\dots(9)$$

where $T - T_o + \theta_{ja} \cdot P_C \leq T_{j \max}$

This equation (9) gives conditions for a thermally stable circuit; however, it is much too complicated for practical circuit design. We can consider the definition for thermal stability S , letting the effect of change of V_{BE} . be included in the change of I_C . In this way, the second term of equation (9) can be omitted to simplify the equation as:

$$V_C \cdot K \cdot \theta_{ja} \cdot S \cdot I_{CBO(O)} e^{K(T-T_o+P_C \cdot \theta_{ja})} \leq 1 \dots\dots\dots(10)$$

where $T - T_o + P_C \cdot \theta_{ja} \leq T_{j \max}$

Assuming critical voltage V_{crit} as:

$$V_{crit} = \frac{1}{K \cdot \theta_{ja} \cdot S \cdot I_{CBO(O)}} \dots\dots\dots(11)$$

By combining equation (11) and (10), obtained is:

$$\frac{V_C}{V_{crit}} e^{K(T-T_o+P_C \cdot \theta_{ja})} \leq 1 \dots\dots\dots(12)$$

Letting $K=0.08$ and reference (ambient) temperature $T_o=25^\circ\text{C}$:

$$P_C \cdot \theta_{ja} + T - 25 \leq -20 \log \frac{V_C}{V_{crit}} \dots\dots\dots(13)$$

Equations (11) and (13) give the conditions for stable operation of a circuit.

Calculations of these equations are still quite complicated. The equations are graphically displayed in Figs. 1 and 2. In Fig. 1, equation (13) is generalized under the condition $T - 25 + P_C \cdot \theta_{ja} \leq T_{j \max}$, Fig. 2 directly represents

Fig. 1 (a) $P_C \cdot \theta_{ja} = -29 \log \frac{V_C}{V_{crit}} - (T_a - 25)$
 $T_a + P_C \cdot \theta_{ja} \leq T_{j \max}$

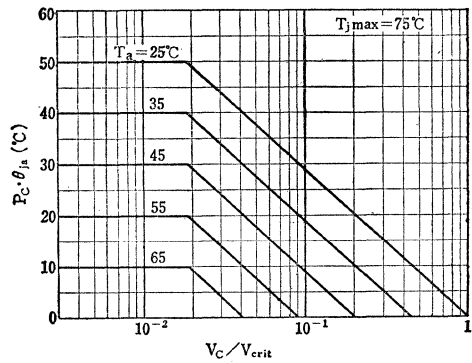
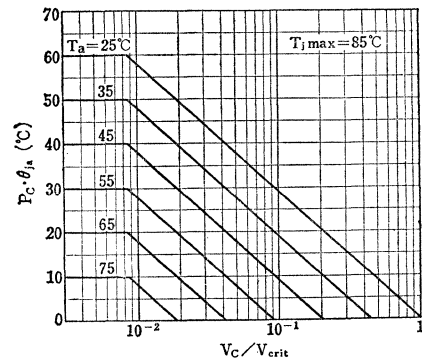


Fig. 1 (b) $P_C \cdot \theta_{ja} = -29 \log \frac{V_C}{V_{crit}} - (T_a - 25)$
 $T_a + P_C \cdot \theta_{ja} \leq T_{j \max}$



equation (11). Relationship between the allowable maximum collector dissipation and stability factor can be simply obtained from these figures.

(2) Calculation charts

Figs. 1 and 2 can be used in the following manner. For example, the stability factor S can be obtained from a known value of maximum collector loss. The junction temperature (product of required maximum power loss and thermal resistance, $P_C \cdot \theta_{ja}$) is shown in the vertical axis of Fig. 1. By drawing a line from a point on vertical axis ($P_C \cdot \theta_{ja}$) in parallel to the horizontal axis, until it meets an inclined line representing the operating ambient temperature, the ratio of actually applied collector voltage to the critical voltage (V_C/V_{crit}) can be determined in the scale of the bottom line corresponding to the crosspoint. The critical voltage can be obtained from this value of voltage ratio and actual applied voltage. The

Fig. 1 (c) $P_C \cdot \theta_{ja} = -29 \log \frac{V_C}{V_{crit}} - (T_a - 25)$
 $T_a + P_C \cdot \theta_{ja} \leq T_{jmax}$

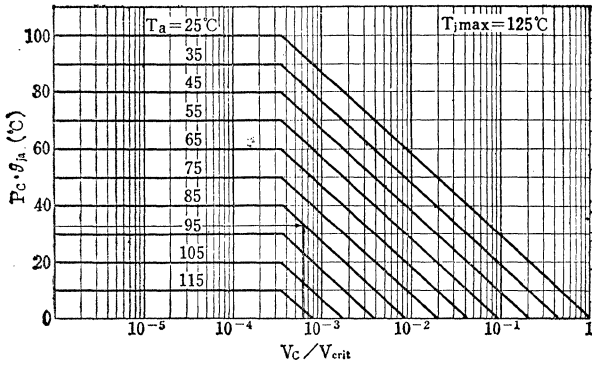


Fig. 1 (d) $P_C \cdot \theta_{ja} = -29 \log \frac{V_C}{V_{crit}} - (T_a - 25)$
 $T_a + P_C \cdot \theta_{ja} \leq T_{jmax}$

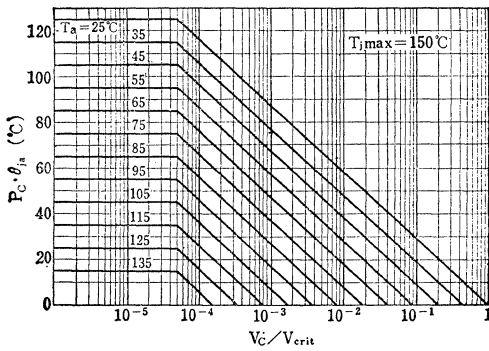
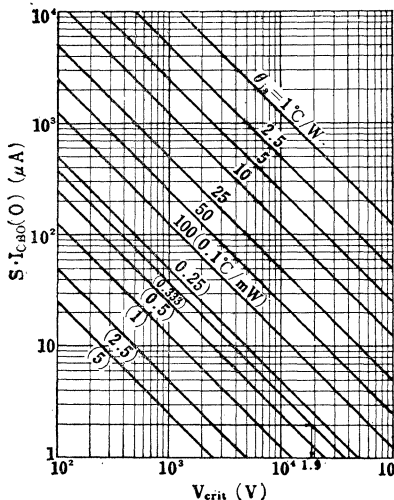


Fig. 2 $V_{crit} \cdot S \cdot I_{CBO(O)} = \frac{1}{K \cdot \theta_{ja}}$
 $(K=0.08)$



term critical voltage (V_{crit}) refers to a voltage value at which thermal runaway is caused, when supplied collector voltage exceeds the value.

In Fig. 2, the product of thermal stability and I_{CBO} ($S \cdot I_{CBO}$) can be obtained by drawing a normal line from a point corresponding to the obtained critical voltage (on the horizontal axis), and extending the line to the left from the crosspoint of the normal and the given thermal resistance line. The actual thermal stability S is obtained by substituting the value of I_{CBO} for the $S \cdot I_{CBO}$. Practically, it is advisable to use the maximum value of I_{CBO} for this substitution.

Example 1

In a circuit, the transistor is 2SB463 ©, power supply voltage (V_C) is 12V, and power dissipation $P_{dc}=1.5$ watts. Determine the stability factor of the circuit. The heat sink is an aluminium plate $100 \times 100 \times 2$ (mm), and required maximum ambient temperature is 55°C .

Solution

Thermal resistance is obtained. In 2SB463 ©, the $P_C=6\text{W}$ (at $T_C=25^\circ\text{C}$) and T_{jmax} is 85°C . Using the equation in the following chapter:

$$\theta_i = \frac{T_{jmax} - T_a}{P_C} = \frac{85 - 25}{6} = 10^\circ\text{C/W}$$

Thermal resistance θ_f of a heat sink $100 \times 100 \times 2$ (mm, aluminum) is 5.5°C/W . Assuming that the transistor is insulated by a Mylar sheet, the mounting thermal resistance is $\theta_c + \theta_s = 1^\circ\text{C/W}$. Thus, the total thermal resistance θ_{ja} is obtained as:

$$\theta_{ja} = \theta_i + \theta_c + \theta_s + \theta_f = 10 + 1 + 5.5 = 16.5^\circ\text{C/W}$$

The temperature rise in junction $P_{dc} \cdot \theta_{ja}$ is:

$$P_{dc} \cdot \theta_{ja} = 1.5 \times 16.5^\circ\text{C}$$

From Fig. 1 (b), $P_C \cdot \theta_{ja} = 24.8^\circ\text{C}$ and $T_a = 55^\circ\text{C}$, the V_C/V_{crit} can be read as 1.4×10^{-2} .

The critical voltage V_{crit} is thus obtained as:

$$V_{crit} = \frac{V_C}{1.4 \times 10^{-2}} = \frac{12}{1.4 \times 10^{-2}} \approx 860\text{V}$$

By using the V_{crit} (860V) and θ_{ja} (16.4°C/W) by the product of $S \cdot I_{CBO}$ can be obtained from Fig. 2 as $S \cdot I_{CBO} \approx 900(\mu\text{A})$. The I_{CBO} of 2SB463 © is $70\mu\text{A}$ max, and the stability factor S becomes approximately 13; i.e. stability factor of the circuit must be determined smaller than 13.

Example 2

Calculate the allowable maximum ambient temperature of a circuit using transistor 2SC

735, power supply voltage $V_C=12V$, power dissipation 100mW, and stability factor 20.

Solution

The maximum allowable collector dissipation P_C (at $T_a=25^\circ C$), maximum junction temperature $T_{j\max}$, and collector cut-off current I_{CBO} of transistor 2SC735 can be obtained from the catalog as 300mW, $125^\circ C$, and $0.1\mu A$ max. respectively; therefore:

$$\theta_{ja} = \frac{125 - 25}{300} = 0.333^\circ C/mW$$

$$S \cdot I_{CBO} = 0.1 \times 20 = 2\mu A$$

Using these values, $\theta_{ja}=0.333^\circ C/mW$ and $S \cdot I_{CBO}=2\mu A$, the critical voltage V_{crit} is obtained from Fig. 2

$$V_{crit} \doteq 2 \times 10^4$$

The ratio V_C/V_{crit} is obtained:

$$\frac{V_C}{V_{crit}} = \frac{12}{2 \times 10^4} = 6 \times 10^{-4}$$

With regard to the maximum junction temperature $T_{j\max}=125^\circ C$, substituting ratio 6×10^{-4} for V_C/V_{crit} on the horizontal axis of Fig. 1 (C) and $P_{ac} \cdot \theta_{ja}$ (which is $33.3^\circ C$) for the vertical axis, the allowable ambient temperature is obtained, as $85^\circ C$. Thus, the circuit can operate up to ambient temperature of $85^\circ C$.

1.2. Stability factor of bias circuit

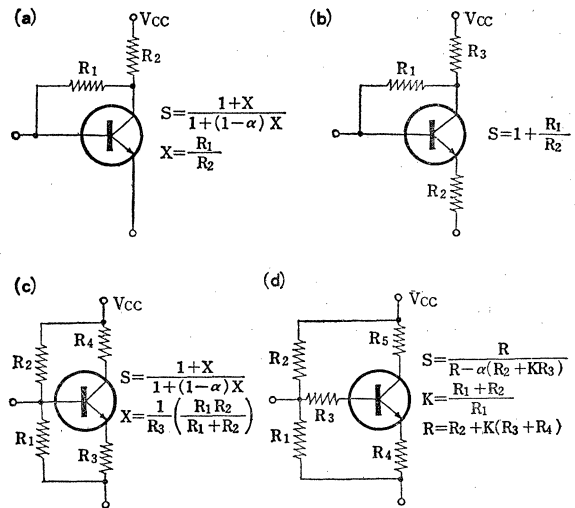
Since the stability factor of bias circuit has frequently been described in various references, it will not be mentioned in detail in this report. Shown herein are a few typical examples.

Fig. 3 illustrates various bias voltage circuits and their stability factors. In the figure, (a), (b) and (c) show the conventional bias circuit, and (d) shows a case in which DC resistance component of the input transformer is considerably large.

In general, a smaller stability factor value is preferable; however, the smaller the value, the larger the DC loss becomes, thereby reducing circuit efficiency. Particularly, in power amplifiers, a large loss resulting from an excessively small stability factor makes the circuit expensive. Generally, thermal compensation elements are used to improve the thermal stability of power amplifiers without sacrificing operating efficiency.

When using a thermal compensation element, desired thermal stability can be obtained by selecting the compensation element and circuitry values. Thermistors and varistors

FIG. 3 Bias circuit and stability factor α : Common base DC current transfer ratio



are commonly used for the thermal compensator. Refer to individual manuals for details on these elements and their usage.

When thermal stability is properly compensated by using the compensation element, designers are requested to pay consideration only to the allowable maximum collector power dissipation.

2. Designing of heat sink

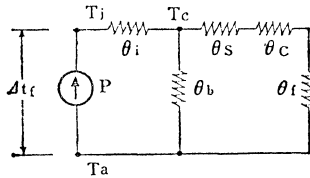
2.1. Allowable maximum collector power dissipation and thermal equivalent circuit

Provided that thermal stability is sufficiently established as prescribed in Chapter 1, the allowable maximum collector power dissipation ($P_{C\max}$) of a transistor is determined by ambient temperature (T_a), maximum allowable junction temperature ($T_{j\max}$) of the transistor, and by total thermal resistance (θ_{ja}) between the junction and ambient air. Total thermal resistance is dependent on conditions to sink heat which are described in this Chapter, sometimes represented by the symbol R_{th} . The following formula is formed between these values:

$$P_{C\max} = \frac{T_{j\max} - T_a}{\theta_{ja}} (W) \dots\dots\dots(14)$$

The heat conduction pass which transmits the heat produced in the junctions to external circumference can be represented by an equivalent circuit in Fig. 4, by considering the thermal flow similar to the electric current flow and analoging the flow by means of ther-

Fig. 4 Thermal equivalent circuit



- θ_i : Internal thermal resistance (from junction to outer case)
- θ_b : External thermal resistance (from external case to ambient air)
- θ_s : Thermal resistance of insulator sheet
- θ_c : Contact thermal resistance (between case and heat sink)
- θ_f : Thermal resistance of heat sink (to ambient air)

mal resistance and thermal capacitance. This Figure 4 shows the thermally steady state of the circuit.

When viewed from the junction side, the total thermal resistance to external air θ_{ja} is given from the equivalent circuit (Fig. 4) as :

$$\theta_{ja} = \theta_i + \frac{\theta_b(\theta_s + \theta_c + \theta_f)}{\theta_b + \theta_s + \theta_c + \theta_f} \dots\dots\dots(15)$$

The heat sink is normally eliminated in transistors of medium or smaller power output. For these transistors, equation (15) is simplified as :

$$\theta_{ja} = \theta_i + \theta_b \dots\dots\dots(16)$$

Catalogs for medium or smaller power output transistors show the allowable maximum collector power dissipation as $T_a = 25^\circ\text{C}$. These values represent the total thermal resistance θ_{ja} calculated based on equation (16). The external thermal resistance θ_b (between the case and ambient air) is determined by the material and shape of the case. In general, the θ_b takes a considerably larger value than θ_i , θ_s , θ_c , and θ_f , as significantly shown in Table 1. Equation (15) can be practically simplified as :

$$\theta_{ja} = \theta_i + \theta_c + \theta_s + \theta_f \dots\dots\dots(17)$$

Conditions to sink heat which satisfy the maximum rating can be determined from equa-

Table 1 Example of external heat resistance

Transistor type	Case	Junction temperature $T_{j\text{max}}$ ($^\circ\text{C}$)	External thermal resistance θ_b ($^\circ\text{C/W}$)	Internal thermal resistance θ_i ($^\circ\text{C/W}$)
2 SB 415	TO-1	85	250	50
2 SC 481	TO-39	150	155	21
2 SC 485	TO-39	150	155	16
2 SC 106	TO-8	150	100	8.3
2 SC 490	TO-66	150	75	7.8
2 SC 793	TO-3	150	25	2.1

tion (17). Terms of this equation are the functions of given condition to sink heat. Actual values of these terms are described in the following Article.

2.2. Thermal resistance

Thermal resistances shown in Fig. 4 are explained as follows.

- (1) Thermal resistance between junctions and case (internal thermal resistance) θ_i

The internal thermal resistance θ_i is directly determined by transistor structure, material, mounting method of the transistor body to the case, and the compound in the case. These elements are inherent in individual transistors. To measure the internal thermal resistance of a transistor, the case temperature must be forcecooled to maintain a constant value. When a transistor is forced to cool at temperature T_c , the allowable maximum power dissipation $P_{c\text{max}}$ of the transistor is given by the following equation:

$$P_{c\text{max}} = \frac{T_{j\text{max}} - T_c}{\theta_i} \text{ (W)}$$

$$= \frac{T_{j\text{max}} - 25}{\theta_i} \text{ (W)} \dots\dots\dots(18)$$

In catalogs illustrating high-power output transistors, the maximum allowable collector power dissipation at $T_c = 25^\circ\text{C}$ or a heat sink of infinite size are described. As clearly seen from equation (18), these values represent the transistors' internal thermal resistance.

- (2) Contact thermal resistance θ_s

Contact thermal resistance θ_s , determined by the contact surface condition between the transistor case and heat sink, is largely influenced by flatness, roughness, contact area, and tightening pressure of the contact surfaces. For example, the influence of flatness and roughness of the contact surface can be reduced by applying silicon grease to the contact surfaces. Table 2 shows the θ_s values of transistor cases TO-66, TO-3, and TO-36. The contact thermal resistance of TO-3, TO-66, or other types which are designed for direct mounting to radiators can be reduced to approximately 0.2°C/W by applying silicon grease and moderately tightening. However, from an economical viewpoint, since medium or smaller output transistors are not designed for mounting directly on the heat sink, the contact thermal resistance may often become

Table 2 Thermal Resistance Between Case and Radiator ($\theta_c + \theta_s$)

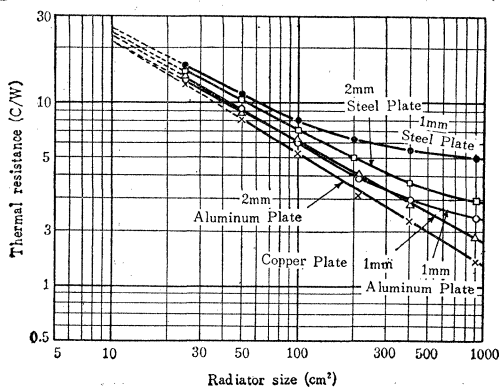
Case type	Insulator	$\theta_c + \theta_s (^{\circ}\text{C}/\text{W})$	
		With silicon oil	Without silicon oil
TO-3	No insulator	0.10	0.20
	Teflon	0.80~0.70	1.45~1.25
	Mica (25 to 75 μ)	0.40~0.30	0.80~0.60
	Al ₂ O ₃ coating	0.35~0.25	0.40~0.20
TO-36	No insulator	0.1 ~0.08	0.15~0.1
	Mica (25 to 75 μ)	0.4 ~0.3	0.6 ~0.5
	Mylar	0.4 ~0.3	0.6 ~0.5
TO-66	No insulator	0.2 ~0.15	0.5 ~0.4
	Mica (25 to 75 μ)	0.6 ~0.5	1.1 ~1.0
	Mylar(50 to 80 μ)	0.8 ~0.6	1.4 ~1.2

considerably large depending on the mounting method. When properly used, the holders shown in Fig. 6 improve the effect to sink heat of medium or smaller power output transistors. Fig. 7 shows the most effective way to mount transistors of this type to the heat sink. When the transistors are properly mounted as shown in Fig. 7 and treated with the silicon grease, the contact thermal resistance becomes approximately 5°C/W for RH-1, RH-2, RH-8, and RH-10.

* Toshiba Silicon Compound TSK-550 or Dow Corning 340 Silicon Heat Sink is recommended for heat sink use.

(3) When it is necessary to mount and insulate the transistor from the heat sink, an insulation material must be inserted between the transistor and the heat sink. Thermal resistance of the insulator θ_s —determined by material, thickness, and size of the insulator—often assumes a considerably large value.

Fig. 5 Heat sink size and thermal resistance (θ_f)



Among the above-listed insulating materials, mica offers the best thermal conductivity, and is highly reliable for use at high temperatures, although it is hard to finish to a uniform thickness and is fragile. On the other hand, Mylar is less conductive but easily processed to form a uniform thickness.

In general, Mylar is used for insulating Germanium transistors which are comparatively low in junction temperature. Mica is mainly used for Silicon transistors which are comparatively high in junction temperature.

External size and flange thickness differ with the type of power transistors, and various types of accessories (insulation sheets, insulation washers, etc.) are available.

Contact thermal resistance becomes more influential when using an insulating sheet, since its contact condition largely differs from that of metal. The thermal resistance of insulation sheets, including contact thermal resistance ($\theta_c + \theta_s$), can be reduced by employing silicon grease. The total thermal resistance of a mica sheet 80 μ thick is approximately 0.8°C/W, while the resistance of a Mylar sheet of the same thickness is approximately 1°C/W. The mounting thermal resistance (the sum of contact resistance and the insulation material resistance ($\theta_c + \theta_s$)) is used for practical design. When silicon grease is used, mounting thermal resistance must be estimated to be at least 1°C/W.

(4) Thermal resistance of heat sink θ_f

Heat sink thermal resistance may be considered as a distributed constant in the thermal pass between the heat sink surface and ambient air. The thermal resistance of heat sink θ_f is largely dependent on ambient air condition, temperature difference between the heat sink and the air, and effective surface area of the heat sink.

At present, heat sink thermal resistance is mostly determined experimentally. Fig. 5 shows the measured value of thermal resistance of a heat sink held vertically with a transistor mounted at the heat sink center.

Recently, various types of heat sink have been supplied by manufacturers. Data presented by these manufacturers will aid in the thermal design of transistorized devices.

Accessories required for mounting of power transistors to the heat sink and mount-

Fig. 6 Holder and Applicable transistor type

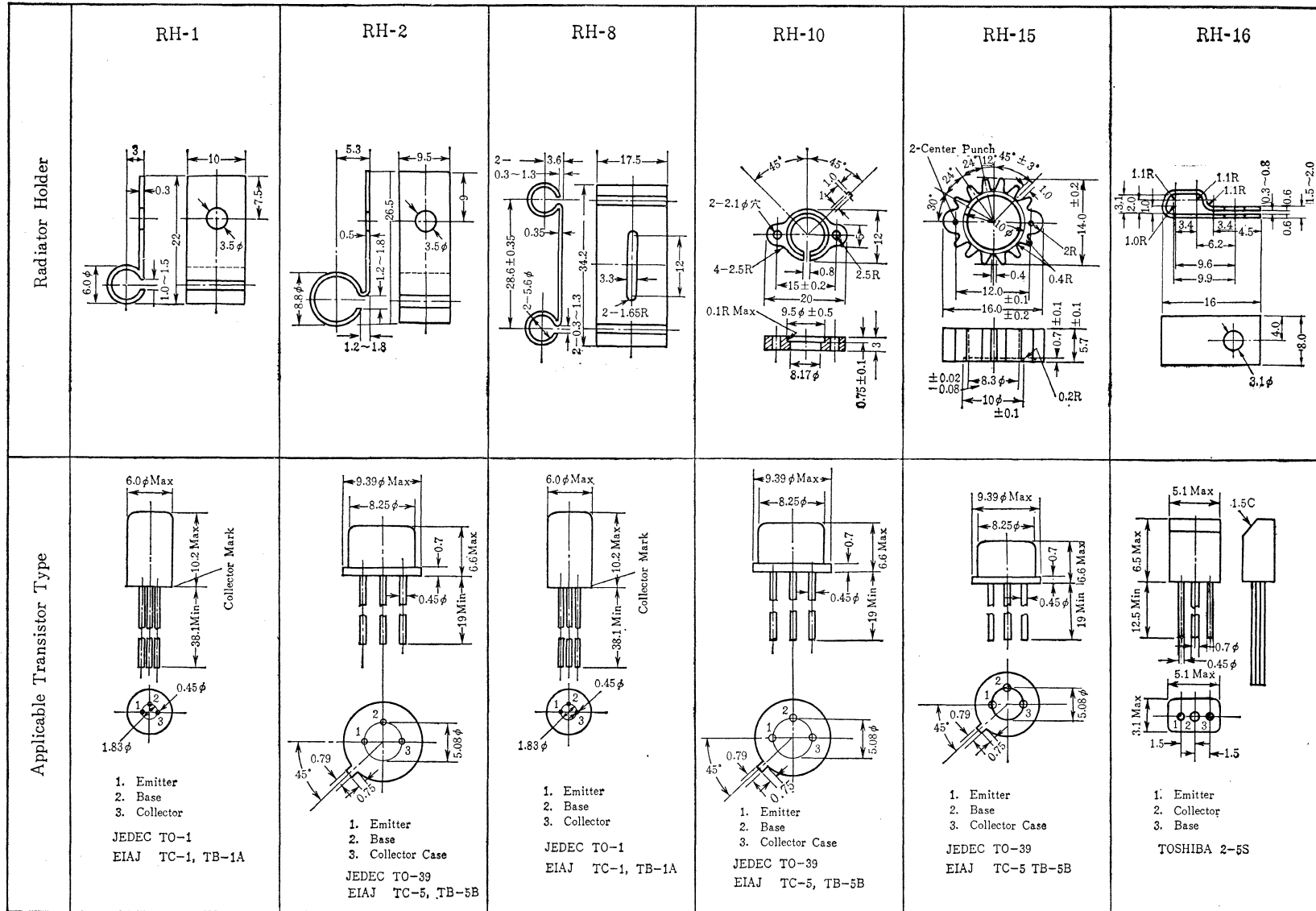
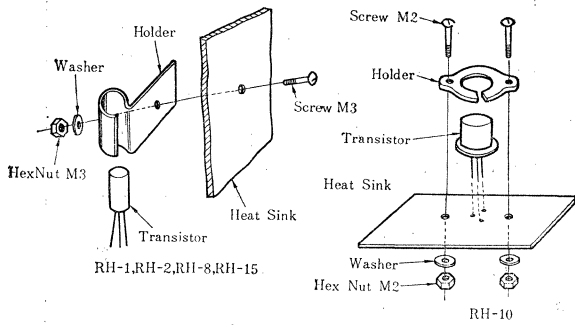


Fig. 7 Mounting holder and accessories



ing methods are described in this manual regarding Accessories. Types of heat sink and applicable transistors are shown in Fig. 6, and an example of mounting is shown in Fig. 7.

Examples of calculation

Examples of practical calculation are presented herein, based on the prescribed materials. The constants to be given or to be obtained are classified into the following four:

- (1) Transistor (θ_i, T_{jmax})
- (2) Transistor power dissipation (P_{dc})
- (3) Ambient temperature (T_a)
- (4) Heat sink (θ_f)

a. Calculation of heat sink size and material when the transistor, ambient temperature and power dissipation are known.

Example 3

The transistor is 2SC793, and required power dissipation P_{dc} is 15W. Calculate heat sink size required to operate the transistor in ambient temperature up to 60°C.

The given conditions are: $P_{cmax}=60$ W ($T_c=25^\circ\text{C}$), $T_{jmax}=150^\circ\text{C}$ (from catalog of 2SC793), $P_{dc}=15$ W, $T_a=60^\circ\text{C}$, and $\theta_c+\theta_s=1^\circ\text{C/W}$ (assuming use of mica sheet).

From equation (13):

$$\theta_i = \frac{T_{jmax} - T_c}{P_{cmax}} = \frac{150 - 25}{60} = 2.1^\circ\text{C/W}$$

From equation (14):

$$\theta_{ja} = \frac{T_{jmax} - T_a}{P_{dc}} = \frac{150 - 60}{15} = 6^\circ\text{C/W}$$

Thus, from equation (4):

$$\theta_f = \theta_{ja} - (\theta_i + \theta_c + \theta_s) = 6 - (2.1 + 1) = 2.9^\circ\text{C/W}$$

Heat sink thermal resistance must be 2.9°C/W or less. From Fig. 5, surface area of the aluminum heat sink — assuming its thickness as 2 mm — must be 270 cm^2 in order

to obtain a thermal resistance of 2.9°C/W or less. Therefore, an aluminum sheet $170 \times 170 \times 2$ (mm) is adequate. The transistor must be mounted on the heat sink while using a sufficient amount of silicon grease.

Example 4

The transistor is 2SC502, and power dissipation is 2 W. Calculate a heatsink size which operates the transistors normally in ambient temperature up to 60°C.

From the catalog of 2SC502, and $P_{cmax}=10$ W ($T_c=25^\circ\text{C}$) $T_{jmax}=150^\circ\text{C}$, $P_{dc}=2$ W, $T_a=60^\circ\text{C}$, and assuming use of holder RH-10, θ_c becomes 5°C/W .

From equation (13):

$$\theta_i = \frac{T_{jmax} - T_c}{P_{cmax}} = \frac{150 - 25}{10} = 12.5^\circ\text{C/W}$$

From equation (14):

$$\theta_{ja} = \frac{T_{jmax} - T_a}{P_{dc}} = \frac{150 - 60}{2} = 45^\circ\text{C/W}$$

From equation (17):

$$\begin{aligned} \theta_f &= \theta_{ja} - (\theta_i + \theta_c + \theta_s) \\ &= 45 - (12.5 + 5 + 0) = 27.5^\circ\text{C/W} \end{aligned}$$

Heat sink thermal resistance becomes 27.5°C/W or less. Assuming the heat sink thickness to be 1 mm, From, Fig. 5 an aluminum heat sink of minimum size is obtained as 9 cm^2 . Size of the heat sink (aluminum) becomes $30 \times 30 \times 1$ (mm). The transistor must be mounted on the heat sink by using the holder RH-10, shown in Fig. 7.

b. Calculation of maximum allowable power dissipation when the transistor, ambient temperature, and the heat sink are known.

Example 5

Transistor 2SC490 is mounted on an aluminum heat sink $100 \times 100 \times 2$ (mm), insulated with a mica sheet. Calculate the maximum allowable power dissipation at 60°C ambient temperature.

From the catalog, $P_c=16$ W ($T_c=25^\circ\text{C}$) and $T_{jmax}=150^\circ\text{C}$. $T_a=25^\circ\text{C}$, $\theta_f=5.4^\circ\text{C/W}$ and $\theta_c+\theta_s=1^\circ\text{C/W}$ (from Fig. 5).

From equation (13):

$$\theta_i = \frac{T_{jmax} - T_c}{P_{cmax}} = \frac{150 - 25}{16} = 7.8^\circ\text{C/W}$$

From equation (17):

$$\begin{aligned} \theta_{ja} &= \theta_i + \theta_c + \theta_s + \theta_f = 7.8 + 1 + 5.4 \\ &= 14.2^\circ\text{C/W} \end{aligned}$$

From equation (14):

$$P_{dc} = \frac{T_{jmax} - T_a}{\theta_{ja}} = \frac{150 - 60}{14.2} = 6.4\text{ W}$$

Thus, the allowable power dissipation is 6.4 W.

Example 6

Transistor 2SB415 is mounted on an aluminum heat sink $100 \times 100 \times 2$ (mm), using holder RH-1. Calculate the maximum power dissipation at 50°C ambient temperature.

The given conditions are: from the catalog, $P_{c\max}=1.2\text{ W}$ ($T_c=25^\circ\text{C}$) and $T_{j\max}=85^\circ\text{C}$, and $T_a=50^\circ\text{C}$, $\theta_f=5.4^\circ\text{C/W}$ (from Fig. 5) and $\theta_c=5^\circ\text{C/W}$.

From equation (13):

$$\theta_j = \frac{T_{j\max} - T_c}{P_{c\max}} = \frac{85 - 25}{1.2} = 50^\circ\text{C/W}$$

therefore, from equation (17):

$$\theta_{ja} = \theta_i + \theta_c + \theta_s + \theta_f = 50 + 5 + 0 + 5.4 = 60.4^\circ\text{C/W}$$

From equation (14):

$$P_{dc} = \frac{T_{j\max} - T_a}{\theta_{ja}} = \frac{85 - 50}{60.4} = 0.58\text{ W}$$

Thus, the allowable maximum power dissipation is 0.58 W.

c. Calculation of maximum allowable ambient temperature, when transistor, heat sink and power dissipation are known.

Example 7

Transistor 2SB463 is mounted on an aluminum heat sink $100 \times 100 \times 2$ (mm) through a Mylar insulation sheet (silicon grease used). Calculate the maximum allowable ambient temperature when power dissipation is 1.5 W.

The given conditions are $P_{c\max}=6\text{ W}$ ($T_c=25^\circ\text{C}$), $T_{j\max}=85^\circ\text{C}$ (from catalog), $\theta_f=5.4^\circ\text{C/W}$ (from Fig. 5), $P_{dc}=1.5\text{ W}$ and $\theta_c + \theta_s = 1^\circ\text{C/W}$.

From equation (13):

$$\theta_i = \frac{T_{j\max} - T_c}{P_{c\max}} = \frac{85 - 25}{6} = 10^\circ\text{C/W}$$

From equation (17):

$$\theta_{ja} = \theta_i + \theta_c + \theta_s + \theta_f = 10 + 1 + 5.4 = 16.4^\circ\text{C/W}$$

From equation (14):

$$T_a = T_{j\max} - \theta_{ja} \cdot P_{dc} = 85 - 16.4 \times 1.5 = 60.4^\circ\text{C/W}$$

The allowable maximum ambient temperature is 60.4°C .

Example 8

Transistor 2SC106 is mounted on an aluminum heat sink $50 \times 50 \times 2$ (mm), using a holder RH-9, and power dissipation is 3 W. Determine if the transistor is operatable up to 60°C ambient temperature.

The given condition are: $P_{c\max}=15\text{ W}$ ($T_c=25^\circ\text{C}$), $T_{j\max}=150^\circ\text{C}$ (from catalog), $\theta_f=13^\circ\text{C/W}$ (from Fig. 5), $P_{dc}=3\text{ W}$, and $\theta_c=2^\circ\text{C/W}$.

From equation (13):

$$\theta_i = \frac{T_{j\max} - T_c}{P_{c\max}} = \frac{150 - 25}{15} = 8.4^\circ\text{C/W}$$

From equation (17):

$$\theta_{ja} = \theta_i + \theta_c + \theta_s + \theta_f = 8.4 + 2 + 13 = 23.4^\circ\text{C/W}$$

From equation (14):

$$T_a = T_{j\max} - \theta_{ja} \cdot P_{dc} = 150 - 23.4 \times 3 = 79.4^\circ\text{C/W}$$

The transistor is sufficiently operatable at 60°C ambient temperature.

d. Determine if the given transistor is operatable in its ratings when power dissipation, heat sink, and ambient temperature are known.

Example 9

Required power dissipation is 3 W, and ambient temperature T_a is 55°C . Equipment space restricts size of the aluminium heat sink to $100 \times 100 \times 2$ (mm). Determine if transistor 2SB426 is operatable under these conditions.

The given conditions are: $P_{dc}=3\text{ W}$, $T_a=55^\circ\text{C}$, assuming use of a Mylar insulation sheet. $\theta_c + \theta_s$ becomes 1°C/W , and $\theta_f=5.4^\circ\text{C/W}$ (from Fig. 5). From the catalog, $P_{c\max}=30\text{ W}$ ($T_c=25^\circ\text{C}$) and $T_{j\max}=85^\circ\text{C}$.

From equation (13):

$$\theta_i = \frac{T_{j\max} - T_c}{P_{c\max}} = \frac{85 - 25}{30} = 2^\circ\text{C/W}$$

The transistor is operatable if the allowable internal thermal resistance θ_i obtained from equations (14) and (17) is larger than 2°C/W .

$$\begin{aligned} \theta_i &= \frac{T_{j\max} - T_a}{P_{dc}} - (\theta_f + \theta_c + \theta_s) \\ &= \frac{85 - 55}{3} - (5.4 + 1) = 3.6^\circ\text{C/W} \end{aligned}$$

Thus, 2SB426 is operatable.

2.3. Design of heat sink considering reliability

Basic ideas and calculation methods for determining thermal stability and to sink heat of transistor circuits are described in the preceding articles. For practical design, however, reliability of the circuit must be considered in the circuit design.

Particularly, the declining of factors must be practiced to improve reliability of devices for communications or industrial use or those composed of many parts and components.

In general, transistor deterioration is exponentially proportional to their junction temperature. When declining the junction temperature by 40 to 50°C, transistor reliability can be improved by one digit (10 times), although the extent of improvement differs with the individual transistor type. In this respect, the junction temperature (ambient temperature plus temperature rise due to power dissipation) must be minimized to effect high reliability of the system.

The extent of declining must be determined based on two incompatible conditions — reliability and economy. In general, the following declining is recommended for communications or industrial use transistors.

- Voltages: The worst case voltage (including surge voltage) shall be within 80% of the maximum ratings (particularly, V_{CE0}).
- Current: The worst case current (including surge current) shall be within 80% of the rated maximum current.
- Power: The worst case power dissipation including surge shall be within 50% of the derate maximum allowable loss at the maximum ambient temperature of the equipment.
- Temperature: The maximum operating junction temperature, considering the surge and or current concentration, shall be within 70 to 80% of the T_{jmax} of maximum rating.

Example 10

The transistor is 2SC524, and power dissipation is 3W. Calculate size of the heat sink required to operate the transistor up to 55°C ambient temperature.

Conditions obtained from the catalog are: $P_{cmax} = 10\text{ W}$ ($T_c = 25^\circ\text{C}$) and $T_{jmax} = 175^\circ\text{C}$.

From equation (18):

$$\theta_i = \frac{T_{jmax} - T_c}{P_{cmax}} = \frac{175 - 25}{10} = 15^\circ\text{C/W}$$

To improve reliability, the maximum operating temperature is declined by 50°C. The operating maximum temperature $T_{j(op)max}$ becomes $175 - 50 = 125^\circ\text{C}$.

From equation (14):

$$\begin{aligned} \theta_{ja} &= \frac{T_{j(op)max} - T_{amax}}{P_{dc}} \\ &= \frac{125 - 55}{3} = 23.3^\circ\text{C/W} \end{aligned}$$

Thus, from equation (17):

$$\begin{aligned} \theta_f &= \theta_{ja} - (\theta_i + \theta_c + \theta_s) \\ &= 23.3 - (15 + 0.5 + 0.5) = 7.3^\circ\text{C/W} \end{aligned}$$

Thermal resistance of the heat sink must be smaller than 7.3°C/W. The adequate heat sink size is obtained from Fig. 5 as 80×80×2 mm (aluminum).

Comparing this high reliability design with that based on maximum ratings, reliability is improved by approximately two digits (100 times) at an ambient temperature of 25°C, and by approximately one digit (10 times) at the worst ambient temperature of 55°C.

Area of Safe Operation (ASO)

The Area of Safe Operation represents that area where a transistor retaining high reliability can be used without suffering destruction or deterioration.

Usually, the operating limit of a transistor is determined by its maximum ratings such as maximum voltage, current, and collector loss. However, for power transistors used with a high-power amplifier or a circuit having an inductive load, characteristic deterioration or destruction may sometimes result even when the transistors are being used within their maximum ratings. This is due to Secondary Breakdown (S/B) of a transistor.

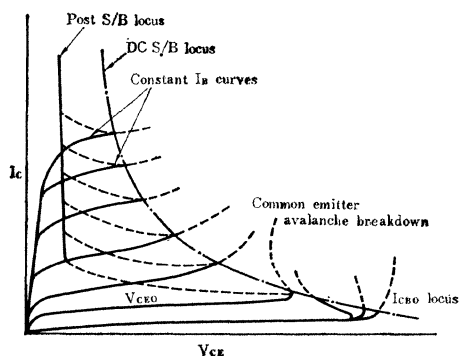
Since this phenomenon was discovered by C. G. Thornton and C. D. Simmons in 1958, additional considerations have been required for the concept of ASO as well as for maximum ratings when determining the operating limit of transistors.

Without a proper comprehension of the ASO concept, it would be very difficult to design highly reliable, economical transistor circuits.

1. Secondary Breakdown (S/B) Phenomenon

The S/B phenomenon, as shown in Fig. 1, causes a further increase of current following primary breakdown, when the current reaches a certain volt-ampere point ($V_{s/b} \cdot I_{s/b}$), the voltage between the collector and the emitter rapidly drops, and then transists to a low-impedance area at a speed of several microseconds or higher speeds, frequently

Fig. 1 Collector characteristics and S/B locus



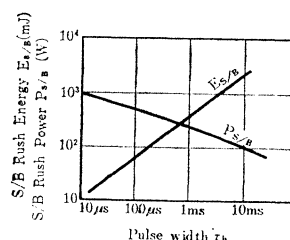
causing destruction of the transistor.

Such a phenomenon may be observed when the emitter-base bias is in a forward or reverse direction, as well as at V_{CE0} and V_{CBO} . However, if the base bias condition differs, the S/B inrush point ($V_{s/b} \cdot I_{s/b}$) varies, aligning on the locus of the S/B curve (Fig. 1). Fig. 1 applies to the case of DC.

Since the inrush characteristic to the S/B possesses an energy dependency, the S/B curve varies according to width of an impressed pulse. This curve provides an ASO for impressed pulses.

Fig. 2 shows the relation between the pulse width of impressed power and the S/B. As the pulse width becomes narrower, the power of S/B level increases while the S/B energy decreases. (S/B energy is called trigger energy, which implies energy absorbed by a transistor before it rushes into the S/B.)

Fig. 2 Pulse width, $E_{S/B}$ and $P_{S/B}$



Although various explanations have been given regarding the causes of this S/B, it is generally accepted as an established theory at present that a hot spot is created by a local concentration of current, which further leads to local thermal runaway.

The conceivable causes of current concentration are a potential drop or instability of lateral temperature distribution in the base area. Concentration of current also occurs when a lack of uniformity of the base width, faulty junction, or unbalanced mounting of the tip on the heat sink serves as a trigger.

1.1. Forward bias S/B

When forward bias exists between the emitter and the base, a hot spot due to local current concentration is created on the emitter periphery.

This is because a potential drop due to

Fig. 3 (a) NPN Mesa type transistor

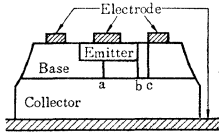


Fig. 3 (b) Emitter voltage (Forward Bias)

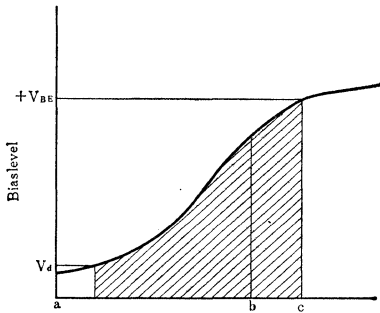
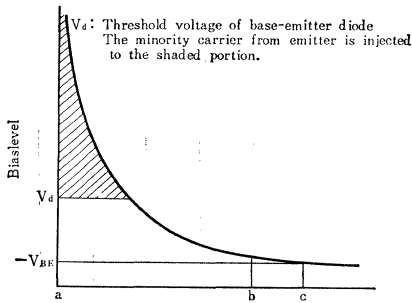


Fig. 3 (c) Emitter voltage (Backward Bias)



the base current flowing laterally directly beneath the emitter occurs in the base area and the emitter periphery is strongly biased than emitter center. As a result, as shown in Figs. 3.a and 3.b, the minority carrier supply to the base becomes largest in the emitter periphery, and the current density rises higher. A vicious cycle originates here. When this carrier passes through the depletion layer of the collector, it causes a power loss, which leads to local heating, and then leads to a concentration of current, creation of a hot spot, and to S/B .

Relation between S/B and Transistor

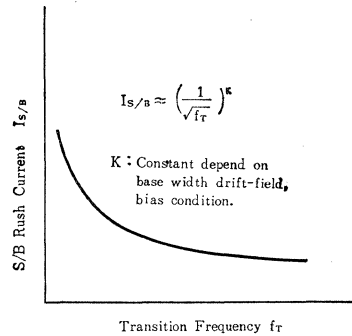
The current at the inrush point ($I_{S/B}$) during forward bias is closely related to the transistor characteristic.

When the carrier supplied from the emitter to the base region arrives at the collector junction, it is usually fanned out in a cone-

shaped pattern. Consequently, when the transit time of the carrier in the base region becomes longer, the current density becomes low when it arrives at the collector depletion layer due to this fan-out effect, rendering creation of the hot spot difficult. This carrier transit time depends on the base width and the electric field in the base region. Consequently, $I_{S/B}$ has a strong correlation with the frequency characteristic, and a negative correlation exists between f_T and $I_{S/B}$ independently of the pulse width.

These relations are shown in Fig. 4.

Fig. 4 Relation between $I_{S/B}$ and f_T



1.2. Reverse bias S/B

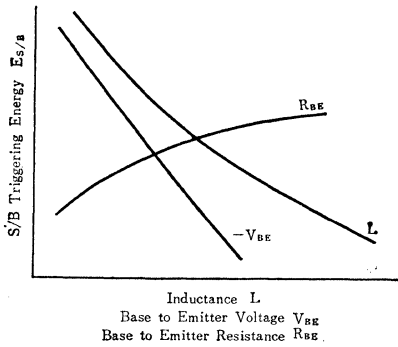
When reverse bias exists between the emitter and the base, direction of the potential drop in the base region becomes contrary to that during forward bias; consequently, the carries supplied from the emitter is concentrated at the center of the emitter. See Fig. 3-c.

(The extent of this carrier concentration varies according to the type of transistor. When it is a ring-shaped emitter, it concentrates on one point of the emitter center; when it is a comb-shaped emitter, it concentrates on one line of the emitter center.)

When the reverse bias is higher, the area of concentration at the emitter center become smaller; consequently, the trigger energy (energy absorbed into the transistor until the inrush to S/B) during reverse bias becomes for smaller than that during forward bias.

The carrier supplied from the emitter, similar to the instance of forward bias mentioned above, is also fanned out; thus, the base width and existence of electric field in the base region have a strong correlation with S/B . Reverse bias S/B occurs mostly in the case of of an inductance load: how-

Fig. 5 Dependency of S/B triggering energy $E_{S/B}$ on load inductance and base-to-emitter condition



ever, as shown in Fig. 5, the trigger energy $E_{S/B}$ depends on the conditions lying between base and emitter and the inductance L .

1.3. S/B phenomenon and destruction or deterioration of transistors

Occurrence of the S/B phenomenon does not necessarily lead to the destruction or deterioration of transistors.

If the impressed power is small, or if the power supply is eliminated by some means at the moment S/B occurs, no unusual change occurs in the electrical characteristic, or it deteriorates very slowly even when S/B is caused to occur repeatedly.

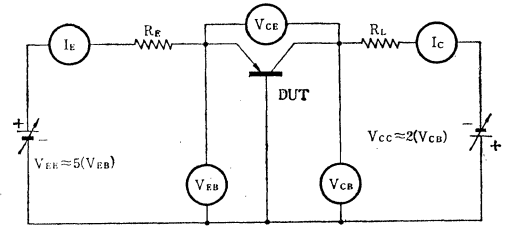
Naturally, this varies according to the type of transistor. Certain transistors are destroyed when they are subjected to S/B only once.

Electrical characteristics at transistor deterioration or destruction due to S/B generally reveal the following aspect: maximum values of V_{EBO} , V_{CBO} , and V_{CEO} usually become lower or else one of them has often been a short circuit. Especially, a short circuit between the emitter and the collector indicates a characteristic deterioration of S/B , where a molten hole is formed running from the emitter to the collector; or durability against S/B sometimes becomes smaller even though the electrical characteristic is normal. This is due to smaller S/B trigger energy $E_{s/a}$, indicating that the transistor may be easily destroyed.

2. Measurement of ASO

Various methods have been proposed for ASO measurement. Parameters in selecting

Fig. 6 Forward base ASO measuring circuit



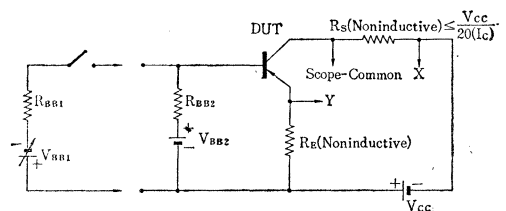
suitable method are circuit configuration, transistor operating condition, and so on. We shall discuss the three measurement methods most commonly used.

(1) Figure 6 shows a circuit for measuring forward bias ASO when the duration of input pulse is comparatively long or the pulse frequency is very low. A forward bias voltage is supplied across the emitter and the base, and the transistor is operated at a predetermined V_{CE} and I_C . Temperature of the transistor case or ambient temperature must be within the rated operating temperature. Serviceable operating time of the transistor is measured until the I_C variation exceeds $\pm 10\%$ or exceeds a predetermined limit value. This measurement is repeated for various I_C - V_{CE} points, and the locus of ASO can be obtained on the I_C - V_{CE} graph as a parameter of serviceable operating time.

Most ASO data supplied from Toshiba are measured by using this method.

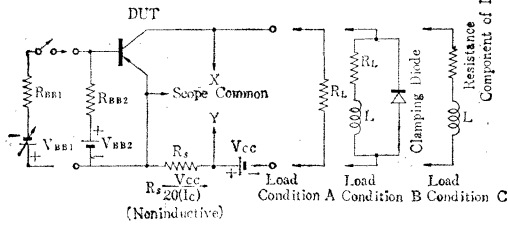
(2) As shown in Fig. 7, transistor ASO may be plotted by repeating ON and OFF of the transistor supplying pulse train. The ASO obtained by this method is a function of I_C , V_{CE} , input pulse width, duty cycle, and number of pulses (or supplying time).

Fig. 7 Pulse operation (ON-OFF) ASO measuring circuit



(3) The circuit shown in Fig. 8 is a test for examining if the operation locus is in the ASO region when the transistor is switch-

Fig. 8 Reverse Bias ASO measuring circuit



ed from the saturation region to the cut-off region under a predetermined load condition.

This method, known as the Latching Method, tests ASO at biasing in the reverse direction.

The load condition must be either A, B, or C in the figure. This method is a tracing of the operating curve. If oscillation or partial flickering is observed on the $V-I$ curve, the transistor is operating beyond ASO at the test load.

3. ASO of Forward-biased Transistor

Figures 10 and 11 show examples of ASO of forward-biased transistors. Safety operation of a transistor is guaranteed when it is used within the indicated range. The DC region of these figures is applied to transistors operating in a DC circuit. A pulse-driven transistor may be used at a larger collector loss shown in the pulse region of these figures, but safe operation of the transistor is guaranteed only within the given pulse duration.

Fig. 9, rather than including the limita-

Fig. 9 2 SD 234, 2 SD 235 ASO

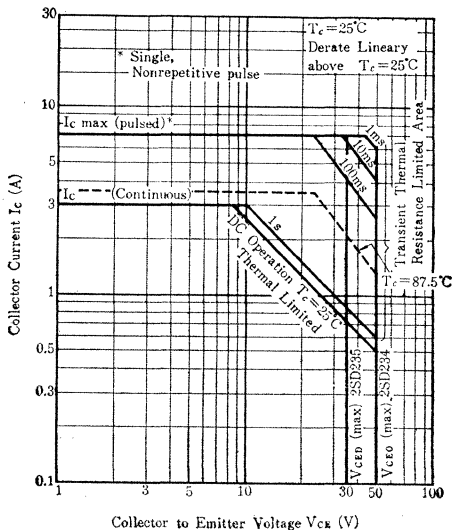
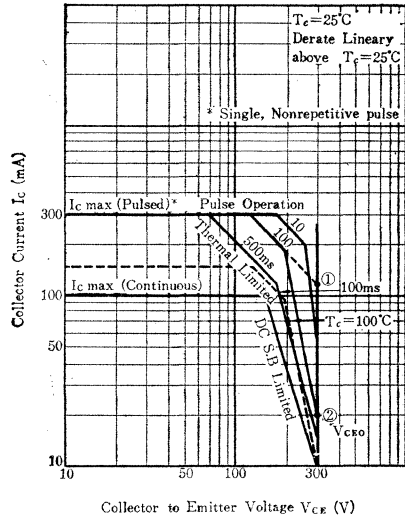


Fig. 10 2 SC 515 A ASO



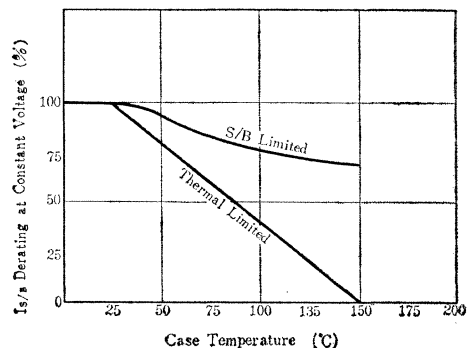
tion by S/B , shows only the thermal limitation for both DC and pulse operations.

The lower voltage region of Fig. 10 shows the ASO thermal limitation, while ASO in the higher voltage region is limited by S/B . In the thermal limited region, the collector loss P_c is constant and the collector current is proportional to PV^{-1} ; thus the thermal limitation gradient becomes -1 when it is plotted on a logarithmic graph. On the other hand, collector loss in the S/B limited region deviates from the isopower line ($P_c = \text{const.}$). The limitation line drops at a gradient ranging between -1.5 to -4 according to the type of transistor. Note that the relation $I_{S/B} = PV^{-N}$ reduces the allowable collector loss.

Since transistor ASO is reduced with a temperature rise, a derating curve must be applied as shown in Fig. 11.

At higher temperatures, ASO is much more influenced by thermal limitation than

Fig. 11 Recommended ASO Derating against temperature



that by S/B . Fig. 11 shows an example of a derating curve for the S/B limitation region and the thermal limitation region, as a parameter of case temperature. Transistors 2SD234 and 2SD235 used in Fig. 9 show a T_j max at 150°C ; thus, the collector current I_C must be derated to 50% at 87.5°C when the thermal-limited derating curve in Fig. 11 is applied. For example, ASO for this transistor to be driven by a 100 ms pulse must be reduced at 87.5°C as shown by the dotted line in Fig. 9.

In the case of 2SC515A, shown in Fig. 10, only the derating due to thermal resistance limitation may be applied as long as the transistor operates at a low V_{CE} which will set the ASO within the thermal-limited region. If it is driven at a high V_{CE} , which sets the ASO in the S/B limited region (for example at $V_{CE}=300\text{V}$), ASO for 100 ms pulse operation is limited by either of the following, whichever is smaller:

I_C at point ① (extension of thermal limited region, shown by the dotted lines in the figure) considering thermal derating.

I_C at point ② considering S/B derating.

However, little data for thermal derating of S/B limitation has been reported; thus, the S/B limited region shown by point ② in Fig. 10 will have to be further derated unless otherwise specified by an ordinary thermal-limited derating method.

The dotted lines in Fig. 10 show the ASO for a pulse-driven (100 ms) 2SC515A at $T_j = 100^\circ\text{C}$ obtained by using the above-mentioned procedures. (T_j max of 2SC515A is 175°C)

4. ASO of Reverse Biased Transistor

The ASO of a reverse-biased transistor cannot be determined as simple as that of a forward biased transistor, although the ASO in this direction is very important because high-collector voltage is frequently supplied to a transistor in an inductance-loaded switching circuit, horizontal output circuit of TV receiver, or DC-DC convertor while the emitter to base voltage is biased in the reverse direction.

In such operations, the worst load condition is given by an inductive load. Thus, the ASO of a reverse-biased transistor is ordina-

rily obtained by using load condition C in Fig. 8.

Fig. 12 (a) shows I_C-L curves of a transistor biased in the reverse direction. Figs. 12 (b) and (c) show derating of a collector cur-

Fig. 12 (a)(b)(c) Reverse Bias ASO

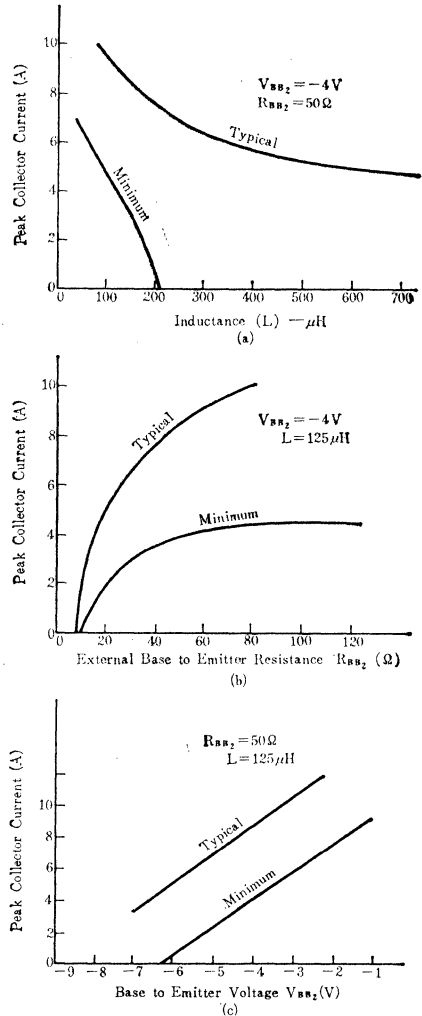
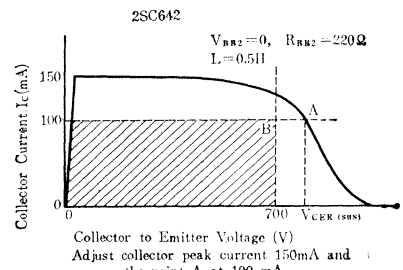


Fig. 13 A Example of Reverse Bias ASO



rent I_C against V_{BB2} or R_{BB2} respectively. Fig. 12 may be directly used to obtain ASO of a simple L -loaded transistor. If the circuit configuration is complicated, an effective L of the load circuit must be obtained before applying Fig. 12 to the circuit.

However, plotting a typical ASO for a reverse-biased transistor is quite difficult for the maker; also it is comparatively hard to obtain an effective L accurately from an

actual load circuit for the user. At Toshiba, the load characteristics are plotted as shown in Fig. 13 by selecting an adequate I_C , L , R_{BB2} , V_{BB2} , and other data for the specified transistor application.

ASO of these transistors should be determined so that the load curve will be out of the diagonal-lined area of the figure, and so that no oscillation or partial flickering will be observed on the load line.

Light-emitting Diode Made of Gallium Phosphide (GaP)

Since the advent of the transistor, solid-state devices in the field of electronics have made rapid progress. Today, an era of the IC (integrated circuit) and LSI (large-scale integrated circuit) is dawning. The development of solid-state materials has made it possible to produce small-scaled, lightweight electronic devices and to ensure the high reliability of such devices.

In the field of light sources for lamps and displays, the needs of our times demands the development of component parts which are as reliable as solid-state elements.

In the past, conventional lamps have depended on tungsten filaments heated in a vacuum or on electric discharges passed through a gas or vapor. For this reason, so far it has been impossible to ensure their reliability and service life compared with those of solid-state elements. On the other hand, it was widely known that if electricity in solids could be directly converted into visible rays, such an illuminant would exhibit high reliability and long service life, enabling the production of small-scaled lamps. Toshiba's light-emitting diode has been developed to meet these requirements.

1. Features of Light-Emitting Diode

The light-emitting diode consists of two opposite types of semiconductors in contact; that is, a *PN* junction in which certain electrons in the *N* semiconductor move through the junction to the *P* semiconductor, while at the same time certain hole charges move in the opposite direction, thus producing current. When forward voltage is applied across the junction, the electrons in the *N* zone are moved into the *P* zone, and the holes in the *P* zone are moved into the *N* zone. When the electrons moved to the *P* zone, unite with the holes there, the diode emits red rays.

Green rays are emitted when the holes, which have moved to the *N* zone, unite with the electrons there. The energy generated when electrons combine with holes is directly converted into rays. By controlling the amount and sort of impurities added to the GaP

crystal, either a red-light-emitting diode or a green-light-emitting diode can be produced.

The structure and working mechanism of such light-emitting diodes are the same as those of general-type diodes, IC's, transistors, and similar solid-state devices.

Features of the light-emitting diode are as follows:

- (1) The level of the externally applied voltage for causing light emission is about the same as that for forward bias on the *PN* junction. Since only a few volts are required, the diode may be driven by an IC piece.
 - (2) Its solid-state construction renders it highly resistant to mechanical vibrations. Small-scaled and rugged, it is hard to break down mechanically.
 - (3) Little affected by ageing, its service life is rated at more than 100,000 hours. In other words, it exhibits superb reliability.
 - (4) Since no heat is released, its operation is instantaneous without required warm-up time; its response time is as short as 10^{-6} to 10^{-7} seconds. The luminous display may be driven on the basis of a time shearing system.
 - (5) Forward current is proportionate to the radiant power, making it possible to modulate light emission.
 - (6) The wavelength range is so narrow that a beam of radiation which approximates a homogeneous light can be obtained without the need of a filter. The red-light-emitting diode provides a peak wavelength of 7000Å and a half of the peak bandwidth of 1000Å; the green-light-emitting diode has a peak wavelength of 5600 to 5650Å and a half of the peak bandwidth of 200 to 300Å.
- Semiconductor materials for producing the light-emitting diode consist of the compounds of elements listed in Groups *III* to *V* of the periodic table.
- The compounds which have come into practical use are gallium phosphide (GaP), gallium arsenide (GaAs), and ternary crystals of gallium-Arsenic-phosphor (GaAsP) and gallium-aluminum-Arsenic

(GaAlAs). Of these compounds, gallium arsenide emits invisible infrared rays.

Toshiba gives priority to gallium phosphide because of its excellent properties for use in producing light-emitting diodes.

Until quite recently, the manufacture of gallium phosphide has been difficult; however, this has been overcome by the development of a technique for pull up a single crystal under high pressure and for growing a single crystal in liquid phase.

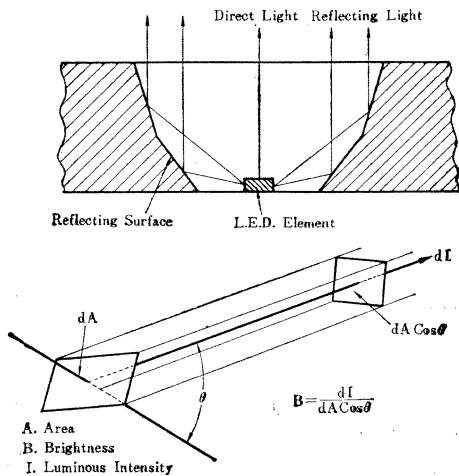
The light-emitting diode made of gallium phosphide offers the following merits:

- (1) It uses only two crystal-forming materials: gallium and phosphor. The two elements, whose mixing ratio is precisely 1 to 1, are arranged orderly in any part of the crystalline structure, making it possible to manufacture it on a stable production line. There is little mechanical strain within the crystalline solid and no dispersion in wavelength of the emitted light.
- (2) The crystal of gallium phosphide is a transparent body for the passage of red rays, which makes it possible to outwardly radiate the greater part of the light given off. For this reason, even a low current can provide high brightness.
- (3) Due to the same reason, a nondirectional light source can be readily realized.

TLR101 (S8115), TLR104 (S8125), and TLR 102 (S8126)

- (4) By reflecting rays radiated horizontally with a reflector, the light source can be widened. The radiant surface of a luminous

Fig.1 Section of a luminescent display segment



display which makes use of this principle shines softly and will not tire the eyes despite application over a long period (Fig. 1).

TLR303 (S8120), TLR304 (S8121), TLR 301 (S9123), and TLR302 (S8124)

- (5) It can be used to produce both red-light-emitting diodes and the green-light-emitting diode.

2. Units of Photometry for Light-Emitting Element

Photometric units employed for the light-emitting element consist of the radiant power (P_0), brightness (B) and luminous intensity (I).

2.1 Radiant power (P_0)

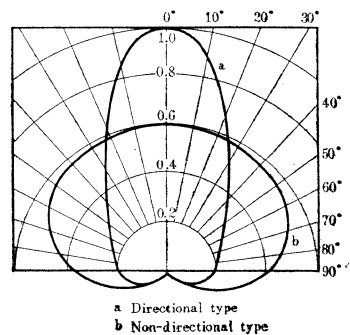
Radiant power (P_0), referring to the total quantity of light propagated in all directions from the source, is represented in watts (W) as are radiowaves.

The luminous intensity of a light-emitting diode differs according to the direction of observation; that of a directional light-emitting diode is strongest along the direction of the vertical axis. The larger the angle the emitted light rays make with the vertical axis, the lower the luminous intensity.

A nondirectional, light-emitting diode shows no difference in its luminous intensity according to the angle. Accordingly, when a directional diode provides the same radiant power as a nondirectional one, the luminous intensity along its vertical axis of the former is higher than that of the latter.

The luminous intensity of a diode viewed from the direction which makes a large angle

Fig. 2 Light intensity distribution to the direction of observation

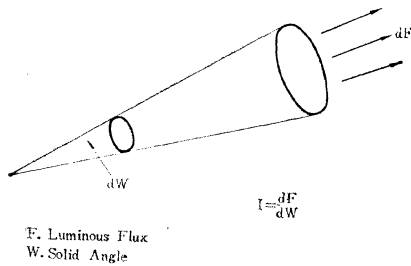


with the vertical axis is opposite that of the above description (Fig. 2).

2.2. Brightness (B) or Luminance

Brightness represents the luminous intensity per unit area perpendicular to the direction of observation of a body when the body is viewed from a given direction (Fig. 3). Although the international unit of brightness is the candela per square meter (cd. m^{-2}), the unit in the case of the light-emitting diode is the foot-lambert (fL). The foot-lambert is equal to the uniform luminance of a perfect diffusing surface emitting light at the rate of one lumen per square foot. The brightness of the white part of the picture of an ordinary color TV set is 50 to 100 fL .

Fig. 3 Luminous Brightness and Intensity



A perfect diffusing surface is one which displays uniform brightness independently of the direction of observation. The lumen is a unit of luminous flux representing the amount of light emitted uniformly in a unit solid angle per second from the source of one candela intensity.

2.3. Luminous Intensity (I)

Luminous intensity is a quantity used to define the brightness of a body as a whole when the body is viewed from a given direction. It is a comparative value of vision given to an observer whose distance from the body is so great that he regards the body as a point.

The unit of luminous intensity is the candela which equals $1/6 \times 10^8$ the brightness of a 1-square-meter flat surface of a black body at the temperature of solidification of platinum (1773°C), when the radiation source is viewed at right angles to the surface of the black body.

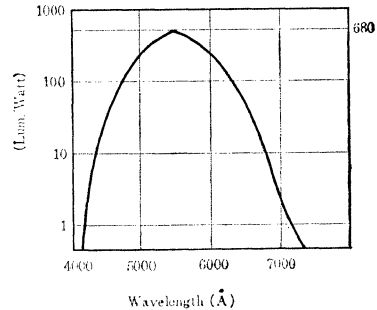
3.4. Radiant Power and Luminous Intensity

The luminosity factor represents the relation between the energy of radiation and the

sense of brightness.

The brightness which visible rays impart to the human eye differs according to their wavelength. When different wavelengths give an identical brightness, the reciprocal of the energy radiated by a particular wavelength represents the luminosity factor (Fig. 4).

Fig. 4 Luminosity Factor



The wavelength which imparts the largest luminosity factor is 5550 Å, and the luminous factor at this wavelength is defined as 680 lumens per watt.

For the red-ray-emitting GaP, the peak wavelength is 7000 Å with a luminosity factor of 20 lumens/watt; for the green-ray-emitting GaP, the peak wavelength is 5600 Å with a luminosity factor of 675 lumens/watt.

3. Characteristics of Light-Emitting Diode

Characteristics of the light-emitting diode are the same as those of the general type diode. Their symbols are as follows:

I_F —forward current; V_F —forward voltage; V_R —reverse voltage; C_J —capacity of junction.

3.1. Forward Voltage—Forward Current Characteristic

Fig. 5 shows the relation between the forward voltage and the forward current. When the forward voltage exceeds a level of about two volts, the forward current suddenly increases.

3.2. Forward Current—Brightness (or Radiant Power) Characteristic

Fig. 6 shows the relation between forward current and brightness (or the radiant power). The latter (or P_0) becomes high as the former increases.

3.3. Emission Spectrum

Fig. 5

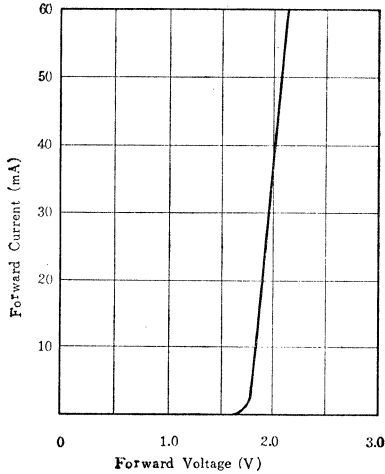


Fig. 7

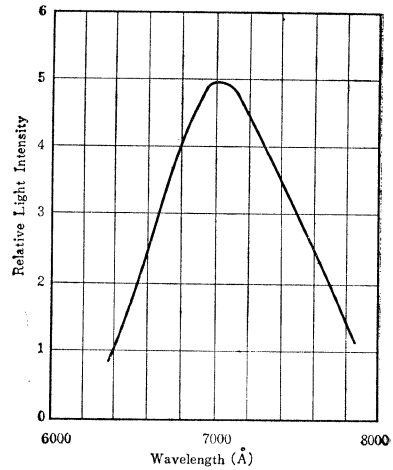


Fig. 6

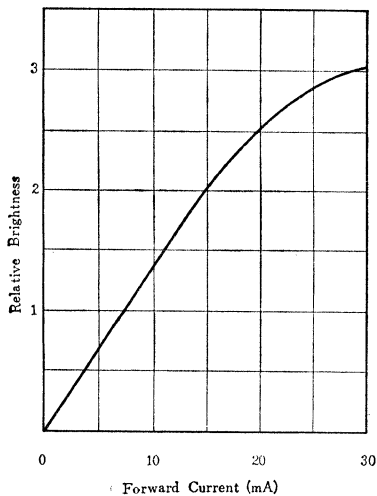


Fig. 8

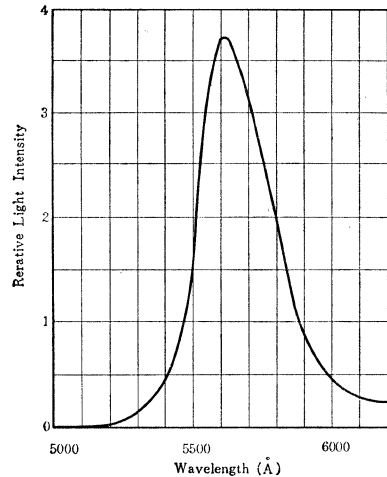


Fig. 7 shows the emission spectrum of the red-ray-emitting diode in which the peak wavelength is 7000 Å.

Fig. 8 shows the emission spectrum of the green-ray-emitting diode in which the peak wavelength is 5600 to 5650 Å.

3.4. Brightness—Temperature Characteristic

Fig. 9 shows the temperature characteristic of the brightness.

3.5. Reverse Voltage—Junction Capacity Characteristic

Fig. 10 shows the relation between the reverse voltage and the junction capacity.

4. Applications of Light-Emitting Diode

4.1. Applications of Light-emitting Diode

The application field of the light-emitting diode is broadly divided into two categories; one is for use in light source devices and the other is for use in display devices. For the former, an infrared ray-emitting-diode is often employed (for the transmission of light signals between points which are in close proximity to each other, the visible ray emitting diode is—as a matter of course—more advantageous because less time is required to adjust its optical axis); for the latter, the visible-ray-emit-

Fig. 9

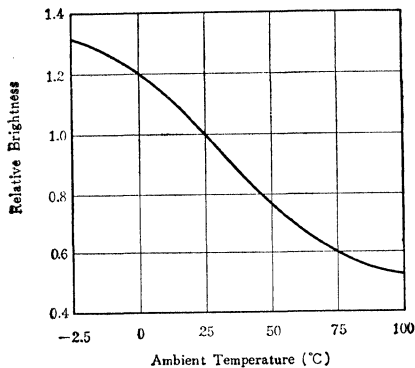
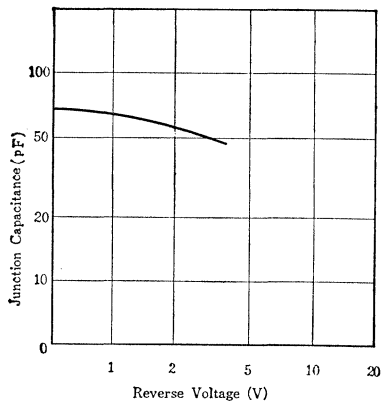


Fig. 10



ting diode is best suited because the display must be visible to the naked eye.

In contrast to the incandescent lamp whose emission of light depends on heat radiation, the light-emitting diode emits light by a re-union of its electrons in the conductive band with the holes in the electron band. Therefore, it retains the properties of a semiconductor in its entirety and has, as already mentioned, the following features:

- (1) Quick response
- (2) Services life is long, construction is mechanically rugged, and reliability is high.
- (3) Its low impedance permits it to work on a low voltage (small power).
- (4) Its emission spectrum approximates a monochromatic light.
- (5) Lightweight and small scaled.
- (6) Requiring neither filament nor heater, there is no warm-up period.

Such distinctive features gives it an extensive field of application.

Field of Application of Light-emitting Diode (Examples)

- Variety of displays
- Safety devices and alarms
- Detecting devices
- Light-sensing devices
- Card readers and tape readers
- Ornaments and toys
- Counters
- Circuit isolators
- Light choppers

Equipment Utilizing Light-emitting Diode (Examples)

- Measuring instruments, electrical home appliances, telephone handsets, cameras, clocks and watches, incoming and energized panels
- Indicators for tuning-in receivers
- Displays making use of numerics and letters for desk-top calculators, computers, measuring instruments, alarms, emergency shelters, safety and maintenance devices, control panels for aircraft and electric trains, and traffic control devices.
- Light source for line printers and card readers
- Optical relays
- Personal ornaments, recreation facilities, educational facilities, and so on.

Table 1 lists Toshiba's light-emitting elements.

Light Emitting Diode

Table 1 Characteristics of Toshiba Light Emitting Diode

Type number	Light Color	Envelope			Propagate Direction	Maximum Rating (Ta=25°C)				Characteristics (Ta=25°C)												Operation Current Recommended (mA)
		Lens	Lens color	Size		I _F (mA)	V _R (V)	P (mW)	Tstg (°C)	V _F (@ 30mA / 20mA *) (V)			P _O (@ 15mA / 10mA *) (μW)			B (@ 15mA / 10mA *) (fL)			λ _p (@ 10mA) (Å)			
										Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
TLR101 (S 8115)	Red	Diffuse	Red	Medium	Omni	35	3	100	30~100	—	2.0	2.8	60	210	—	—	75	—	7000	—	10~15	
TLR104 (S 8125)				Medium		35	4	100		—	2.0	2.8	60	210	—	—	70	—			10~15	
TLR102 (S 8126)				Mini		25	4	75		—	1.95	2.6	60	180	—	—	60	—			5~15	
S 8106 *		Clear	None	Medium	Uni	35	3	100		—	2.0	2.8	80	210	—	—	260	—			10~15	
TLR103 (S 8119)			Red			35	4	100		—	2.0	2.8	80	210	—	—	150	—			10~15	

* Renewal Purpose Only.
Light Emitting Display

Type number	Light Color	Type of Display		Common Terminal	Maximum Ratings (Ta=25°C)					Characteristics (seg) (Ta=25°C)									Decoder/Driver	
		Numerics	Size		Cathode	I _F /seg (mA)	V _R (V)	P _D (mW)	T _J (°C)	Tstg (°C)	V _F (@ 5mA) (V)			B (@ 5mA) (fL)			C (@ 0V / 1MHz) (pF)			
											Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.		Max.
TLR301 (S 8123)	Red	Numerics	Small size	Cathode	20	3	400	100	-30~80	—	1.85	2.3	—	60	—	—	100	—	T3085 / 2SA495 ©	
TLR302 (S 8124)			Medium size		30	3	600			—	1.85	2.3	—	60	—	—	100	—	T3085 / 2SA495 ©	
TLR303 (S 8120)		Code	Medium size	Anode	30	3	600			—	1.85	2.3	—	60	—	—	100	—	TD 3447AP	
TLR304 (S 8121)					30	3	300			—	1.85	2.3	—	60	—	—	100	—		

Reliability of Semiconductor

While development of the semiconductor industry in Japan initiated with the production of entertainment equipment such as radio and television sets, the scope of application of semiconductors such as transistors and diodes widened with the recent rapid progress of electronic products from various industrial instruments to electronic computers, and further, to the domain of space electronics. There emerged the target of improving the reliability as well as the efficiency of electronic products and equipment, thus becoming important in the actual design of electronic equipment to attain a more precise grasp of reliability or quality level of the elements.

Particularly, regarding electronic computers and electronic switchboards where tens of thousands to hundreds of thousands of elements are employed in one unit, and in industrial equipment such as communications equipment and traffic control equipment where even one failure cannot be neglected it is only reasonable to impose more exacting demands upon the deviation and operating characteristic variation of devices themselves compared with devices employed for entertainment equipment.

Furthermore, regarding most equipment for industrial and communication use, there are many cases where using conditions (especially environmental stress) vary widely, thereby requiring high reliability.

1. Analysis of Transistor Failures

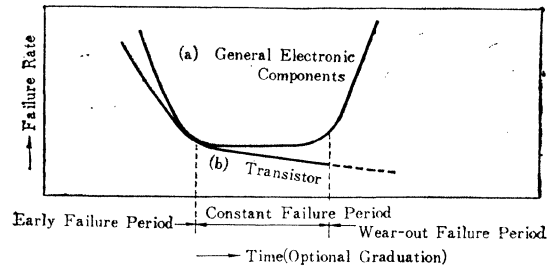
Analysis of failure data

When observed in relation to time, a definite tendency is noticeable in the failures of general electronic components. From the standpoint of the nature of failures, these are divided into the three periods shown in Fig. 1 (a):

- Early Failure Period
- Constant Failure Period
- Wear-out Failure Period

In the constant failure period where failures take place at random—failures occurring at the site which are mostly constant failures—the failure rate is maintained at a constant

Fig. 1 Variation of failure rate regarding elapsed time



value regardless of a time lapse and is approximated by the exponential distribution. The distribution function for merely applied to U. S. Military Standards (MIL Standards) and sampling tables for determining the life of many electronic components is this exponential distribution.

Early failures can be eliminated by what is called burn-in or aging; regarding wearout failures, preventive maintenance can be performed since failure occurrence can be discerned beforehand in terms of component life. However, those constant failures which take place at random cannot be determined beforehand; thus, the tentative objective is to minimize this failure rate as far as possible.

Different from the electronic components mentioned above, as far as previous experience is concerned, transistors undergo a gradual decrease in failure rate during the constant failure period as shown in Fig. 1 (b). Also, a wear-out failure period has yet to be observed on the transistor except in a few examples.

While Weibull distribution, logarithmic normal distribution, and gamma distribution, etc. are employed for more closely approximating the decreasing function of failure rate with respect to time, Weibull distribution is mostly applied particularly to transistors: Kao Sampling System and Sampling Standard of NHK (Japan Broadcasting Association) Semiconductor Standards (N Standards) are practical examples of sampling systems determined according to this distribution.

1-1 Expression of reliability

According to IEC (International Electric Committee), reliability is defined as follows.

“Reliability is the ability of an item to perform a required function under stated conditions for a stated period of time.” Concerning transistors, the following quantities are usually employed to express this reliability quantitatively.

- (1) Life distribution function or cumulative failure rate $F(t)$ (Cumulative Failure Rate)
- Cumulative Failure Rate from the beginning to the end of lapse of t hours:

$$F(t) = \frac{C(t)}{N_0} \dots\dots\dots(1)$$

Where, N_0 =Quantity at the beginning of use
 $C(t)$ =Total number of failures at the end of lapse of t hours

- (2) Reliability function $R(t)$ or survival rate $S(t)$

This is defined as the ratio between the number of nondefective t hours after operation starting time and the total number at operation starting time—Survival Rate.

- (3) Failure density function $f(t)$

This is defined as the differential of cumulative failure rate with respect to time, and indicates a ratio of failure increase.

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = -\frac{dR(t)}{dt} \dots\dots\dots(2)$$

- (4) Failure rate (FR)

This is the rate of failure within a unit of time definable in many ways. In this case, the Hazard Rate and Reliability Index are defined as follows:

- (a) Hazard rate $\lambda(t)$

This is an instantaneous failure rate, indicated by a ratio of failure increase rate to survival rate.

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{d \log R(t)}{dt} \dots\dots\dots(3)$$

1-2 Analysis by distribution function and distribution probability paper

In treating the problems of lifetime and reliability, statistical treatment is naturally employed as a means of fundamental evaluation of characteristics. As stated previously, exponential distribution, Weibull distribution, and logarithmic normal distribution are well applied to the treatment of transistors.

- (1) Weibull distribution

In the case of Weibull Distribution, the Weibull Distribution Failure Density Function $f(t)$ and the probability that life ends at time t , or life distribution function $F(t)$, are res-

pectively indicated as follows (provided that the location parameter is omitted):

$$f(t) = \frac{mt^{m-1}}{t_0} \exp\left(-\frac{t^m}{t_0}\right), (t \geq 0) \dots\dots\dots(5)$$

$$F(t) = 1 - \exp\left(-\frac{t^m}{t_0}\right) \dots\dots\dots(6)$$

Hazard Rate $\lambda(t)$, Average Lifetime μ , and Reliability Function $R(t)$, or Survival Rate at time t are respectively given by the following equations.

$$\lambda(t) = \frac{mt^{m-1}}{t_0} \dots\dots\dots(7)$$

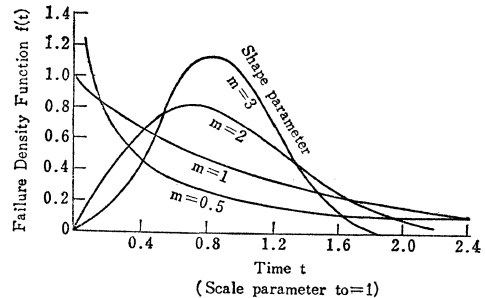
$$\mu = t_0^{\frac{1}{m}} \Gamma\left(1 + \frac{1}{m}\right),$$

(Γ =gamma function).....(8)

$$R(t) = \exp\left(-\frac{t^m}{t_0}\right) \dots\dots\dots(9)$$

Regarding the above equations, m and t_0 are the parameters of distribution, and m is referred to as the Shape Parameter, the distribution thus assuming shapes as shown in Fig. 2 according to the value of m .

Fig. 2 Weibull distribution curves and shape parameter



When $m=1$, the equation (5) indicates exponential distribution, therefore the Weibull distribution includes exponential distribution as a special case. When $m>1$, the equation indicates distribution with a tendency that the hazard rate increases as time elapses; and when $m<1$, the hazard rate decreases as time elapses. When m is above 3, the equation assumes a distribution shape quite similar to normal distribution. On the other hand, it is a parameter for determining the scale, referred to as the Scale Parameter.

Assuming $t = \eta = t_0^{\frac{1}{m}}$, the function $F(t) = 0.632$, and η is referred to as Characteristic Life.

- (3) Exponential distribution

Concerning exponential distribution.

The hazard rate $\lambda(t)$, average lifetime μ , and reliability function $R(t)$ are respectively expressed as follows:

$$\lambda(t) = \lambda(\text{const}) \dots\dots\dots(10)$$

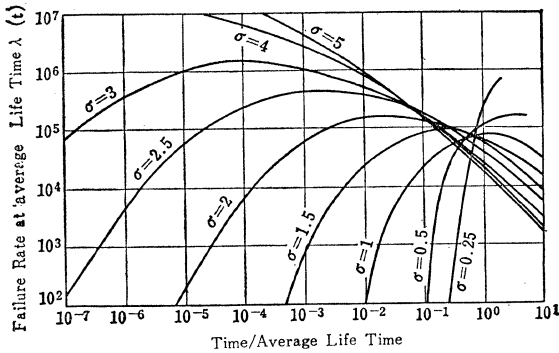
$$\mu = 1/\lambda = \text{MTBF} \dots\dots\dots(11)$$

$$R(t) = \exp(-\lambda t) \dots\dots\dots(12)$$

(4) Log-normal distribution

In log-normal distribution the failure density function $f(t)$ and the life distribution function $F(t)$ are indicated by the following equations:

Fig. 3 Average lifetime-failure rate curves on log-normal distribution



$$f(t) = \frac{1}{\sigma t \sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{1}{2} \left(\frac{\log t - a}{\sigma}\right)^2\right\} \dots\dots(13)$$

$$\mu = \exp\left(\sigma + \frac{\sigma^2}{2}\right) \dots\dots\dots(14)$$

In this case also, distribution is determined by two parameters: median a and standard deviation σ .

1.3. Reliability Prediction

1.3.1. Element reliability

(1) Exponential distribution

When ' n ' samples are tested for ' t ' hours, and when a total of ' r ' samples break down at a rate of one sample per t_1, t_2, \dots, t_r hours, the failure rate and the average life are given by the following equations:

$$\bar{\lambda} = \frac{r}{\sum_{i=1}^r t_i + (n-r)t} \dots\dots\dots(15)$$

$$\bar{\mu} = 1/\bar{\lambda} \dots\dots\dots(16)$$

(2) Weibull distribution

Since it has two parameters, m and t_0 , the weibull distribution is obtained from the weibull distribution probability paper. When expressed in a natural logarithm, Eq. (6) becomes:

$$\ln \ln \frac{1}{1-F(t)} = m \ln t - \ln t_0 \dots\dots\dots(17)$$

If data are positioned almost on a straight line on a graph of $\ln \ln$ (vertical axis) vs \ln (horizontal axis), compatibility with the weibull distribution can be recognized, and m, t_0 , and μ can be deduced.

When the scale parameter varies and the shape parameter m does not vary, it is believed that there are no changes in physical causes for decline, and that only the aging process speed has changed; when m varies, it is believed that there are some changes in physical causes for decline.

1.3.2. Equipment reliability

When equipment composed of ' n ' components breaks down due to the failure of any one of the components, its reliability $R_s(t)$ is given by the following equation, with $R_i(t)$ indicating each component's reliability:

$$R_s(t) = \prod_{i=1}^n R_i(t) \dots\dots\dots(18)$$

When any of the ' n ' components, operated in parallel, is operating and when the equipment fulfills its function, $R'_s(t)$ is given by:

$$R'_s(t) = 1 - \prod_{i=1}^{n'} (1 - R_i(t)) \dots\dots\dots(19)$$

In this case, the reliability is greater than that given when only one component is employed. Although influences (such as overcurrent) that one defective component may have on other components cannot be neglected, $R'_s(t)$ cannot be less than $R_i(t)$.

When the weibull distribution approximation can be applied as is the case with a semiconductor element, $R_s(t)$ and $R'_s(t)$ are substituted as:

$$R_s(t) = \exp\left(-\sum_{i=1}^n \frac{t_{mi}}{t_{oi}}\right) \dots\dots\dots(20)$$

$$R'_s(t) = 1 - \prod_{i=1}^{n'} \left\{1 - \exp\left(-\frac{t_{mi}}{t_{oi}}\right)\right\} \dots\dots\dots(21)$$

When approximate calculations are preferred, however, exponential distribution approximation is more convenient and Eq. (20), (21) are approximated:

$$R_s(t) = \exp\left\{-\left(\sum_{i=1}^n \lambda_i\right)t\right\} = \exp(-\lambda t) \dots\dots\dots(22)$$

$$R'_s(t) = \exp\left\{-\left(\sum_{i=1}^n \frac{1}{\lambda_i}\right)t\right\} = \exp(-\lambda't) \dots\dots(23)$$

Thus, the equipment failure rate is given as:

for a series system $\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i \dots\dots\dots(24)$

for a parallel system $\lambda' = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\lambda_i}}$(25)

1.4. Derating and Reliability Prediction

In general, when designing circuits with semiconductor devices, application conditions are derated below the maximum ratings from a reliability standpoint. To obtain high reliability, voltage and current should be below 50-80%, while power should be 30-50%.

The semiconductor device is extremely sensitive to temperature and its declining speed accelerates with a temperature rise. Although its acceleration coefficient by temperature slightly varies with each transistor, the failure rate is about 10 times as much at a temperature rise of 40-50°C. In the case of handling power, these values increase a little, and reliability can be predicted by changing power to temperature according to the following equation:

$$T_j = R_{ac} \cdot \theta + T_a \quad \left(\begin{array}{l} P_{ac} = \text{impressed voltage} \\ \theta = \text{thermal resistance} \end{array} \right) \dots\dots(26)$$

(Example)

When using a transistor—whose $P_{c \max} = 250$ mW and $T_{j \max} = 175^\circ\text{C}$ —at an ambient temperature of -10 – 55°C and with $P_{ac} = 30$ mW, what failure rate is expected?

Provided, the failure rate at a maximum rating is 0.3%/1000 hours:

- $\theta = \frac{T_{j \max} - T_a}{P_{c \max}} = \frac{175 - 25}{250} = 0.6^\circ\text{C/mW}$
- Maximum T_j in actual use is
 $T_{j(\text{cop}) \max} = P_{ac} \cdot \theta + T_a = 30 \times 0.6 + 55 = 73^\circ\text{C}$
- $T_{j \max} - T_{j(\text{cop}) \max} = 175 - 73 = 102^\circ\text{C}$
- Using an acceleration coefficient of 10 at 40°C , $102 \div 40 = 2.5$
- As a result, a failure rate of about 0.001 %/1000 hours is expected. (With actual equipment, external surge—if any—slightly lower this expected value.)

2. Semiconductor Reliability Factors

Transistor reliability, not only a problem related to the devices itself, is also closely affiliated with using conditions such as operating conditions and environment. The following factors are conceivable as affecting this reliability.

- Devices own problems (intrinsic factors)
 - Defects of transistor devices, instability
 - Characteristics dispersion

Unsuitable operating conditions

- Problems of environment and application (external factors)

Purpose of application, circuit conditions, temperature and humidity

Mechanical conditions such as vibration and shock

Outer surge (thunder, surge, chattering, etc.)

Descriptive details on the above factors are as follows:

- (1) Defects and instability of transistor devices

These are defects concerning the device interior such as junctions; characteristic instability due to the migration of undesirable ions such as water and ions to surfaces, and to the channel formation; incompleteness of mounts and bonding states due to incomplete and unsatisfactory process or operational control. Recently these failures are becoming negligible small order.

- (2) Dispersion of characteristics

As the transistor die is of small dimensions and utilizes the movement of a minority carrier in a solid body, even an extremely small amount of impurities in the crystal exerts a strong influence on its characteristics. This makes it difficult to control mass production of transistors with uniform characteristics. Such being the case, while dispersion has been appreciably reduced due to recent advanced technology, there still remains some degree of dispersion. Consequently, from the standpoint of improving equipment reliability, it is important not to effect designed circuit characteristics by such dispersion.

- (3) Operating conditions

When using transistors, operating conditions such as voltage, current, and power including environment conditions—are important factors in determining the life and reliability of the device.

The transistor employs absolute maximum rating system for limiting its operational guarantee of reliability and characteristics. For above reason specified value should not be exceeded for a moment.

Since the Failure Rate (FR) or Mean Time To Failure (MTTF) of a transistor is determined according to the dissipated power it consumes, it is necessary to select a volt-ampere

suitable to the circuit employed in an effort to achieve higher reliability. It is desirable to operate a transistor at approximately 50% of maximum ratings of volt-ampere respectively, and at approximately 30% below allowable electric power to achieve higher reliability and better circuit efficiency.

Particularly, regarding power transistors, it is necessary to operate within the area of safety operation (ASO), taking secondary breakdown (S/B) into consideration.

(4) Circuit conditions

There are two general reasons why transistor reliability is affected by the circuit used. One reason is to prevent the transistor from being excessively loaded in terms of the circuit (for example, in the case of inductive loads such as coils and transformers which easily generate a greatly induced voltage or surge during opening or closing the circuit, or in case there is a strong possibility of being subjected to external surge according to application, it is necessary to operate the transistor in a proper manner by providing an appropriate protective circuit).

The other reason is the relation between a characteristic value limit (life end point value) required by a circuit and reliability. Degradation of the transistor characteristic can be assumed to be approximately proportional to the logarithm of time. Consequently, if even slight leniency is allowed in extending the life end point value in a circuit, the transistor life—the equipment life may be greatly prolonged. For example, in a circuit where a deviation equal to or $\pm 20\%$ of its initial value is allowed as a DC amplification factor h_{FE} , the average life is 1×10^6 hours; if a deviation equal to $\pm 50\%$ thereof is allowed, the average life may be prolonged to 3×10^8 hours—300 times as long as the former.

(5) Temperature

Various data makes it obvious that the semiconductor life is greatly affected by temperature at the PN junction.

The maximum rating of a transistor, particularly its junction temperature and allowable Power dissipation, are determined from the transistor life guarantee. The ordinary life test condition used by the transistor manufacturer is a type of accelerated test to its maximum allowable junction temperature (T_j

^{max}) or maximum permissible Power dissipation ($P_{c,max}$) specified for the transistor. On the other hand, from the user's viewpoint, it is necessary to assume transistor life under operating conditions where an operating point equal to a value below this maximum value is always selected for practical use; thus, it is necessary to know the quantitative relationship between the temperature and life.

Arrhenius' equation showing the relation between the reaction velocity and temperature in chemical physics is applicable qualitatively to the transistor; thus, there is the following relation between the transistor life L (time) and the junction temperature T_j ($^{\circ}K$)

$$\log L = A + \frac{B}{T_j} \dots\dots\dots(28)$$

(6) Humidity

Like temperature, humidity is an important factor in quickening the degradation of transistor.

Regarding conventional germanium transistors and silicon mesa type transistors, because of non surface protection, the surfaces were the former principal cause of degradation failure due to oversensitiveness to humidity, increased deterioration of leakage current, development of creep phenomena, decrease in DC amplification factor, and degradation of breakdown voltage characteristic.

However, since the recent development of planer type transistors, their surfaces completely passivated by a covering of oxidized silicon film, surface influence has been considerably minimized, making possible the incorporation of epoxy-encapsulated transistors.

(7) Mechanical condition

Even in the transportation of ordinary equipment, not to mention equipment mounted on vehicles and aircraft, the mechanical strength of transistors against vibration and shock presents a problem.

Except for a very few delicate constructed ones developed at the early stage, transistors are relatively resistive to mechanical stress. Today there are many transistors fully resistive even to vibrations of 20 G gravity units, 10 to 2,000 Hz, shocks of approximately 1,500 G and acceralation of 10,000 G.

(8) Radiation damage

Since the transistor is sensitive to a concentration of impurities in the crystal, and

its performance is affected by minority carriers, the utmost care is required to prevent excessive irradiation; otherwise, there is a conceivable risk of unfavorable effects such as an increase in leakage current and noise, and a decrease in the current amplification factor.

Quantitatively speaking, degradation is remarkably enhanced when irradiation exceeds a value of 10^6 to 10^7 Röntgen.

(9) External surge

Extreme care must be exercised concerning external surge generated while on or off operation of the power source circuit and regarding external surge due to outside thunder, other equipment, and the power source. These are in addition to circuit surge such as peak voltage generated while on or off operating a circuit due to reactance load and to exercising great care in protecting the transistor against external surge.

3. Reliability Test Method

There are several methods of determining transistor reliability, such as a method due to the information of failures on equipment under practical operation, a method where reliability is estimated on the design of elements and equipment, and another method where reliability is estimated through simulation of practical circuit operation. Reliability tests through simulation as shown in Table 2 are generally conceivable, their purposes and descriptions shown in Table 3.

Regarding equipment design, due attention should be paid to the fact that regarding the reliability of parts and materials such as transistors, their characteristic values and other information can be obtained substantially only

through destructive tests.

Test methods and test conditions

Test methods and test conditions are based on MIL Standards, EIAJ Standards, NDS standards, and JIS Standards shown in the following; consequently, tests are performed under conditions equal to or strict than those specified by these standards.

- U. S. Military Standards (MIL Standards)
 - MIL-STD-202D Test Methods of Electronic Parts and Electric Parts
 - MIL-STD-750B Test Methods of Semiconductor Equipment
- NIPPON-DENSI-KIKAI KOGYOKAI (Electronic Industry Association of Japan) Standards (EIAJ Standards)
 - SD-71 Transistor Test Methods
 - SD-51 Minor Signal Diode Test Methods

(Note) Regarding silicon diodes, these are being examined at CES.

- SD-31 Field-effect Transistor Test Methods
- SD-21 Three terminal reverse blocking Thyristor Test Methods
- Japanese Industrial Standards (JIS standards)
 - JIS C-7030 Transistor Test Methods
 - JIS C-7031 Minor Signal Use Semiconductor Diode Test Methods
 - JIS 5003 General Test Methods of failure rate for Electronic Parts
- Conditions of Judgment

Analysis is performed mainly through I_{CBO} , h_{EF} , h_{fe} , and NF ; regarding the failure definitions, shown in the following table are examples of the definitions employed.

Table 1 Relation Between Stress and Failure Mechanisms

Failure mechanism		Stress																
		Mechanical				Temperature				Electrical				Miscellaneous				
		Static mechanical force (constant acceleration)	Mechanical shock	Vibration	Pressurized (regulated pressure) airtight	Thermal shock	Temperature cycle	High temperature storage	High temperature and high humidity storage	High-temperature operation	Continuous operation	Intermittent operation	Voltage	Current	Moisture resistance	Corrosion (salt spray)	Wear	Radiation
Structural flaws	Structural defect weak parts	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	Weak connections	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	Loose particles		○	○			○					○	○	○				
	Thermal fatigue					○	○					○						
Seal	Encapsulant		○		○	○	○		○						○	○	○	○
	Sealing				○	○	○		○		○				○	○		
Internal	Junction imperfection										○		○	○				
	Surface channel							○			○		○	○				
	Entrapped foreign gas ions							○					○	○				
	Ionic conduction							○			○		○	○				
	Base minor carrier trapping						○	○						○				
	Sealing gas, atmosphere						○	○										
	Filler						○	○				○						
Corrosion							○				○		○	○				
Incomplete material and connections							○				○		○	○				
Metal diffusion								○			○							
Radiation damage																		○

(Note 7) Forced degradation factors are shown in Table 1

Table 2 Reliability Tests and Test Items

Test type and classification					Remarks (Note 1)
Reliability test	Destructive test	Life test	Operation life test	Steady state life test Intermittent operation life test High-temperature operation life test	MA1026, NX118 MA1036, NX119 MA1036
			Storage life test	High-temperature storage life test Room temperature storage life test Low-temperature storage life test High-temperature high-humidity storage life test	MA1031, NX117
		Environmental and mechanical test	Environmental test	Soldering heat test Temperature cycling test Thermal shock test Moisture resistance test Salt spray test	MA2031, NX103 MA1051, NX105 MA1021, NX107 MA1046, NX105
			Mechanical test	Vibration test Mechanical shock test Constant acceleration test Drop test Lead fatigue test Solderability test	MA2046, 2061 NX109 MA2016, NX108 MA2006, NX111 MA2016 MA2036, NX112 MA2026, NX104
			Accelerated life test	Step stress test Forced degradation test	
	Non-destructive test		Actual system Application test	Actual working test Field test Operation test Storage test Environmental test	
			Special test	Initial characteristic test Appearance, dimensions, and construction test	MA2066, NX102 MA2071, NX107

Table 3 Types and Contents of Reliability Test

Classification	Type	Contents
Special test	Initial characteristic test	Perform test on electric characteristic items specified by catalogue or rating and confirm that test result conforms to specifications concerned. Confirmation shall be made in accordance with AQL. (Note 2)
	Appearance, dimensions, construction test	Inspect and confirm materials, polarity, construction, outline, dimensions, and appearance of device concerned are in state or under specified tolerance.
Operation life test	Steady state life test	For determining the service life and reliability of a transistor under operating state and for obtaining basic data required to determine transistor maximum collector loss, usually performed by impressing continuously power equal to maximum permissible loss (P_{cmax}) or less under room temperature.

	Intermittent operation life test	Life test by causing electric breathing through intermittent application of power. Electric conditions (impressed power) and time conditions (time lapse of power impression and time lapse of interruption) are specified.
	High-temperature operation life test	Life test through interaction of temperature and power. Electric conditions (impressed power) and temperature conditions are specified.
Storage life test	Hingh-temperature storage life test	With transistors sensitive to temperature, this test is for determining maximum storage temperature allowable for transistors and for determining a change in state of failure occurrence in case preservation temperature changes. Test piece is to be left subjected to high temperature; temperature condition varies depending on its material and construction.
	Room temperature storage life test	This test, for establishing assessment standards for life test, environment test, and mechanical test, is performed by leaving test piece under room temperature.
	Low-temperature storage life test	It also is to establish an assessment standard for characteristic fluctuation during storage. Performed with test pieces left under low temperature for guaranteeing minimum storage temperature of transistors. Temperature conditions vary according to transistor's material and construction.
	High-temperature and high-humidity storage life test	Tests the transistor's service life and reliability though interaction of temperature and humidity. Moisture resistance test is also performed whereby test piece is subjected to more severe effects of humidity than that above.
Environ-mental test	Soldering heat test	Inspects degradation of transistors due to sudden temperature rise of lead wire portion in a short time such as when soldering. Ordinary test conditions are as follows: Temperature..... $260 \pm 5^{\circ} \text{C}$ Time period 10^{+2}_{-0}sec Soldering shall be done on the transistor element proper approximately 2 mm from lead wire connection joint.
	Temperature cycling test	To determine probability of transistor failure due to change in equipment temperature. Inspection is made for occurrence of mechanical defects or characteristic instability defects due to thermal expansion and contraction developed while material and construction employed to the element are subjected to temperature cycle. Ordinarily, temperature condition of higher and lower limits and time condition (including transition period) are specified.
	Salt spray test	To determine state of corrosion of metallic portions such as transistor cans and wires, and changes in surface insulation between electrodes. Performed bx exposing test piece to 5% salt water spray for over 48 hours.
Mechanical	Vibration test	To examine characteristic fluctuations caused by, and reliability of

test		<p>transistors affected by, various vibrations during transportation of transistors and equipment.</p> <p>Also, to ascertain various vibration effects during operation in different manners according to application as in ships, vehicles, and aircrafts. There are several tests according to test purpose such as vibration (noise) test to examine noise characteristic; vibration (fatigue) test to examine fatigue state; another vibration (frequency variation) test to change vibration frequency—each subjected to different test condition and judgment condition respectively.</p>
	Shock test	<p>To examine intensity of resistance to mechanical shock received during transportation of transistors and equipment, or shock received under working conditions after mounting onto the equipment. The test is also performed through simulation of dropping elements. Ordinarily, test is performed by applying a shock (1,500 G. 0.5ms) in the directions of X₁, Y₁, Y₂, Z₁.</p>
	Constant acceleration test	<p>To examine mechanical strength against stress due to centrifugal acceleration, ordinarily, performed by applying a given acceleration less than 10,000 G for over one minute to each of six directions of $\pm X$, $\pm Y$, $\pm Z$.</p>
	Drop test	<p>To examine mechanical strength against shock due to dropping while handling transistors and equipment.</p> <p>Ordinarily performed by dropping an element top foremost from height of 75 cm on maple board of specified dimensions.</p>
	Lead fatigue test	<p>To examine strength required of lead wire against tension, bending, and twisting while handling and mounting and after mounting. Standard requirement is withstand test by suspending weight of 227 g and bending 90° three or more times.</p>
	Solderability test	<p>To inspect for satisfactory adhesion of solder to element lead wires done when installing transistors on a circuit or piece of equipment. Ordinary test conditions and criteria are as follows:</p> <p>When test lead wire coated with a specified flux is dipped into melted solder consisting of lead (37%) and tin (63%), even adhesion of solder covering over 95% of total surface of lead wire shall be achieved.</p>
Acceleration life test	Step stress test	<p>Generally it takes a long time to conduct life tests. Particularly, the service life of latest transistors are remarkably improved; therefore, considerable manhours and many samples are required for this analysis.</p> <p>Acceleration life test is conducted for presuming transistor life in a short time within a certain degree of accuracy.</p> <p>In Step Stress Method, stress is made to develop by causing stress to change with respect to time so that change becomes cumulative; thus, neither transient effect nor hysteresis effect is produced. In this case, it is necessary to be careful about transient and hysteresis effects stated above, aging effect and change in degradation mode accompanying increase in stress of effect of recovery phenomenon.</p>
	Overstress test	<p>With improved reliability, clear test results are very difficult to achieve; thus, prolonged test periods and increased number of samples are required to perform ordinary life test, requiring a overstress test. However, forced degradation factors differ according to difference in</p>

failure mechanism. It is important to select forced degradation factors corresponding to the test concerned in accordance with Table 1; also, it is necessary to have a thorough knowledge of interrelation between overstress test and ordinary life test.

Regarding methods of examining interrelation between overstress test and ordinary life test, there is an orthogonal matrix method, another by means of Shape parameter m of Weibull probability paper, and still another where acceleration coefficient is considered.

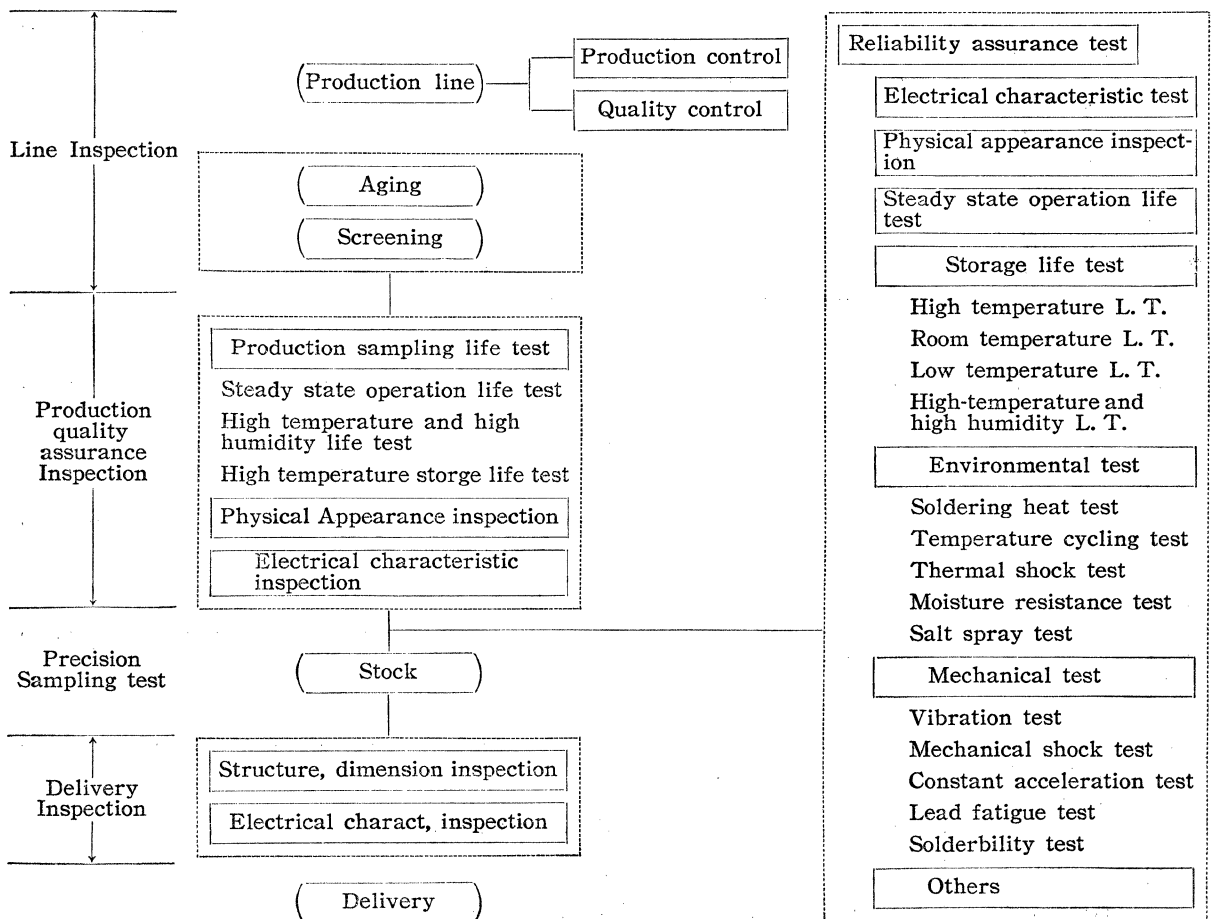
(Note 1) Regarding classification number of reliability test by MIL-STD-750B and NDS-XC 0161, MA1026 and Nx-118 indicate classification numbers 1026 of MIL-STD-750A and 118 of NDX-XC 0169 respectively.

4. Quality Assurance Program

Quality Assurance is only achieved after complete procedure have done along three stage, these are:

- ① The clear demand of the reliability should be defined in the desiging stage
- ② The stability of the production line is required
- ③ Quality check system

Quality Assurance Process



応 用 回 路 例

- 1. ラジオ / Radio** (139)
- 1- 1 9石FM/AMラジオ回路 / 9 Transistor, FM/AM Radio Circuit.
 1- 2 10石FM/AMラジオ回路 / 10 Transistor, FM/AM Radio Circuit.
 1- 3 6石カーラジオ回路 / 6 Transistor, Car Radio Circuit.
 1- 4 5石ラインオペレートラジオ回路 / 5 Transistor, Line Operate Radio Circuit.
- 2. FMステレオ / FM Stereo** (143)
- 2- 1 FMチューナ回路(1) / FM Tuner Circuit(1).
 2- 2 " (2) / " (2).
 2- 3 FMマルチステレオ復調回路 / FM Multi-Stereo Demodulator Circuit.
 2- 4 FM, IF増幅回路 / FM, IF Amplifier Circuit.
 2- 5 プリアンプ回路(1)(セラミック, クリスタルカートリッジ用) / Preamplifier Circuit (1) (ceramic or crystal Cartridge).
 2- 6 プリアンプ回路(2)(2段構成イコライザ) / Preamplifier Circuit (2) (2-Stage Equalizer).
- 3. オーディオアンプ / Audio Amplifier** (146)
- 3- 1 出力1.5Wオーディオアンプ回路 / Output 1.5W Audio-Amplifier Circuit.
 3- 2 " 2W " / " 2W "
 3- 3 " 5W " / " 5W "
 3- 4 " 10W " / " 10W "
 3- 5 " 20W " / " 20W "
 3- 6 " 25W " / " 25W "
 3- 7 " 40W " / " 40W "
 3- 8 " 60W " / " 60W "
 3- 9 " 80W " / " 80W "
- 4. トランシーバ / Tranceiver** (151)
- 4- 1 27MHz入力1Wトランシーバ回路 / 27MHz, CB Tranceiver Circuit (Input power 1W).
 4- 2 " 5W " " (Input power 5W).
- 5. インターホン / Interphone** (152)
- 5- 1 多局インターホン親機 / Interphone, Master Station for Multi branch.
 5- 2 標準形1局用インターホン / Standard Type Interphone for one branch.
 5- 3 ビジタホン1局用(親機) / Visitorphone, Master Station for one branch.
 5- 4 ビジタホン(子機) / Visitorphone, Substation.
- 6. テレビ / TV** (154)
- 6- 1 12形白黒テレビ回路 / 12 Inch Black and White Television Circuit.
 6- 2 14形白黒テレビ回路 / 14 Inch Black and White Television Circuit.
 6- 3 20形カラーテレビ回路 / 20 Inch Color Television Circuit.
- 7. 家庭電気 / Home Electric** (156)
- 7- 1 小形直巻モータ速度制御回路 / Series Motor Speed Control Circuit.
 7- 2 温度制御回路 / Temperature Control Circuit.
 7- 3 遅延スイッチ回路 / Time Delay Switch Circuit.
- 8. スイッチング回路 / Switching Circuit.** (157)
- 8- 1 インバータ回路(1) / Inverter Circuit(1).
 8- 2 インバータ回路(2) / Inverter Circuit(2).
 8- 3 単安定マルチバイブレーション回路 / Monostable Multivibrator Circuit.
 8- 4 無安定マルチバイブレーション回路 / Astable Multivibrator Circuit.
 8- 5 固定バイアス形フリップ・フロップ回路 / Fixed-bias type flip-flop Circuit.
 8- 6 自己バイアス形フリップ・フロップ回路 / Self-bias type flip-flop Circuit.
 8- 7 シュミット回路 / Schmidt Circuit.
 8- 8 正パルス増幅回路 / Positive Pulse Amplifier Circuit.
 8- 9 負パルス増幅回路 / Negative Pulse Amplifier Circuit.
 8-10 表示管点灯回路 / Indication tube driving Circuit.

- (a) ニクシ管点灯回路/Nixie tube driving Circuit.
- (b) 表示管点灯回路(ディジットロン管)/Indication tube driving Circuit.
- (c) ネオン管点灯回路/Neon tube driving Circuit.
- (d) パイロットランプ点灯回路/Pilot Lamp driving Circuit.

9 電源回路/Power Supply Circuit...... (162)

- 9- 1 定電圧電源回路(1)12V50mA/Constant-Voltage Power Circuit (1) 12V50mA.
- 9- 2 " (2)12V 1 A " (2) 12V 1 A.
- 9- 3 " (3)24V1.5A " (3) 24V1.5A.
- 9- 4 " (4)24V 2 A " (4) 24V 2 A.
- 9- 5 " (5) 0 ~30V1.5A " (5) 0 ~30V1.5A.
- 9- 6 " (6) 1 ~30V 5 A " (6) 1 ~30V 5 A.
- 9- 7 マルチバイブレータ形DC-DCコンバータ回路(1)50V 3 W ($V_i=12V$) /
Multivibrator type DC-DC Converter Circuit (1) 50V 3 W ($V_i=12V$).
- 9- 8 " (2)300V40W ($V_i=12V$) " (2) 300V40W ($V_i=12V$).
- 9- 9 " (3)300V40W ($V_i=24V$) " (3) 300V40W ($V_i=24V$).
- 9-10 " (4)300V80W ($V_i=24V$) " (4) 300V80W ($V_i=24V$).
- 9-11 " (5)300V130W ($V_i=24V$) " (5) 300V130W ($V_i=24V$).

10.低雑音増幅回路/Low-Noise Amplifier Circuit...... (165)

- 10- 1 低雑音増幅回路, 電圧利得80dB/Low Noise Amplifier Circuit (Voltage gain 80 dB).
- 10- 2 高入力抵抗低雑音増幅回路, 電圧利得26dB/High input resistance low-noise Amplifier (Voltage gain 26dB).

11.FETを用いた回路/Circuit Using FET..... (166)

- 11- 1 FET直結増幅回路, 電力利得62dB, 最小検出信号~1mV/
FET Direct-coupling Amplifier Circuit Power gain 62dB, minimum detecting signal ~1mV.
- 11- 2 FET差動増幅回路(1), 電圧利得26dB/FET Differential Amplifier Circuit (1) (Voltage gain 26dB).
- 11- 3 " (2) " 16dB " (2) (Voltage gain 16dB).
- 11- 4 " (3) " 26dB " (3) (Voltage gain 26dB).
- 11- 5 FET 2 段差動増幅回路, 電圧利得34dB (オープンループ利得53dB) /
FET 2-Stage Differential Amplifier Circuit Voltage gain 34dB (Open Loop gain 53dB).
- 11- 6 FET 3 段差動増幅回路 (オープンループ利得98dB) /
FET 3-Stage Differential Amplifier Circuit (Open Loop gain 98dB).
- 11- 7 FET チョッパー増幅回路/FET Chopper Amplifier Circuit.
- 11- 8 FET フリップ・フロップ回路/FET flip-flop Circuit.
- 11- 9 FET タイマー回路(1)/FET Timer Circuit. (1).
- 11-10 FET タイマー回路(2)動作時間10分/FET Timer Circuit (2) (Operating Time 10 min.).

12.低周波増幅回路/Low-Frequency Amplifier Circuit...... (168)

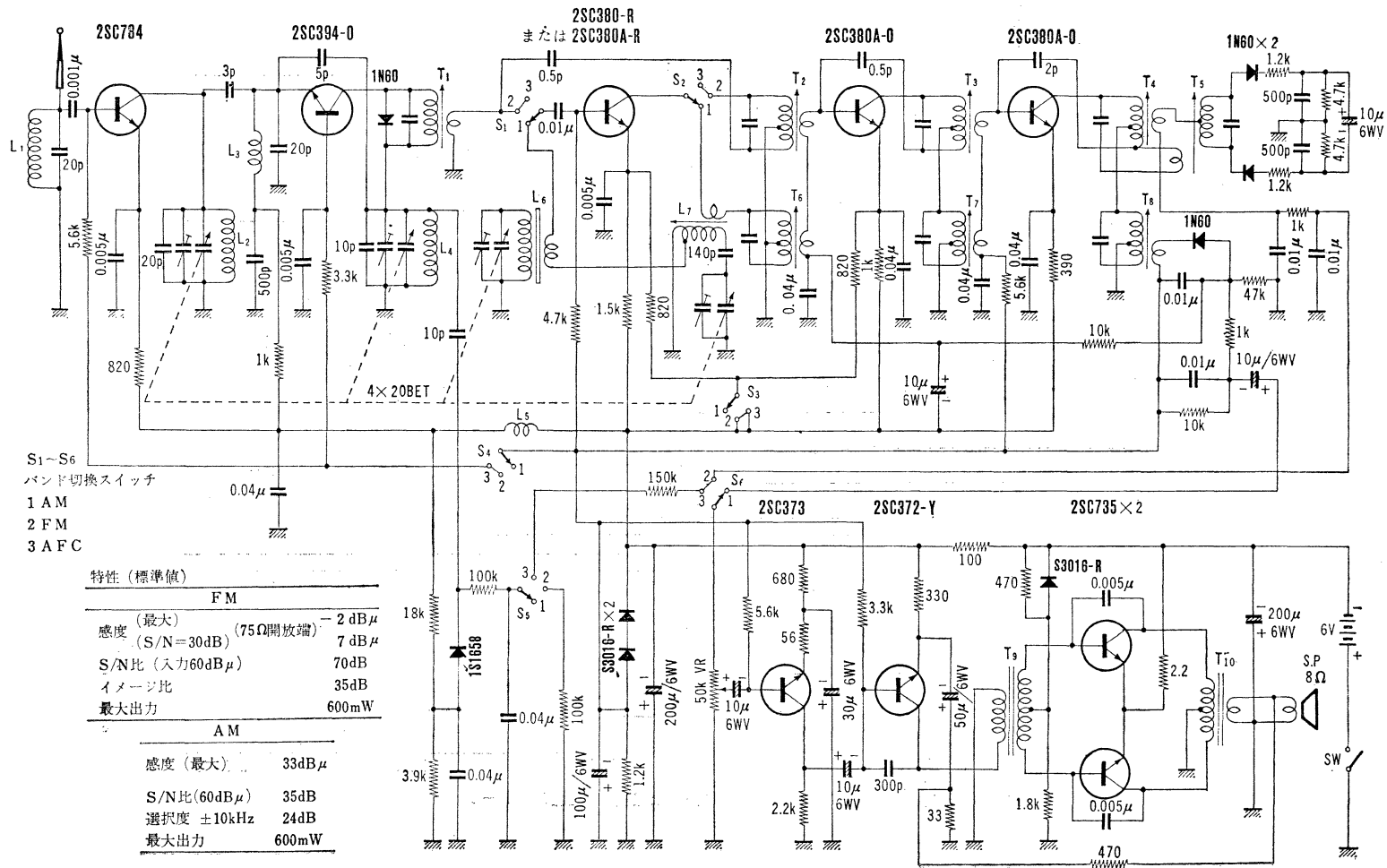
- 12- 1 RC結合増幅回路/RC Coupling Amplifier Circuit.
- 12- 2 A級シングル電力増幅回路(1) $P_o=55mW$ /
Class A, Single-Power Amplifier Circuit(1) $P_o=55mW$.
- 12- 3 A級シングル電力増幅回路(2) $P_o=75mW$ /
Class A, Single-Power Amplifier Circuit(2) $P_o=75mW$.
- 12- 4 B級プッシュプル電力増幅回路(1) $P_o=200mW$ /
Class B, Push-pull Power Amplifier Circuit(1) $P_o=200mW$.
- 12- 5 B級プッシュプル電力増幅回路(2) $P_o=400mW$ /
Class B, Push-pull Power Amplifier Circuit(2) $P_o=400mW$.
- 12- 6 トランス結合A級電力増幅回路 $P_o=5mW$ ($V_i=0.4V$) /
Transformer-coupling, Class A Power Amplifier Circuit. $P_o=5mW$ ($V_i=0.4V$).
- 12- 7 トランス結合B級電力増幅回路 $P_o=7W$ ($V_i=0.6V$) /
Transformer-coupling, Class B Power Amplifier Circuit. $P_o=7W$ ($V_i=0.6V$).
- 12- 8 入力トランス付SEPP電力増幅回路/SEPP Power Amplifier Circuit with input transformer

13.高周波電力増幅回路/High Frequency Power Amplifier Circuit...... (170)

- 13- 1 50MHz AM/FM10W 電力増幅回路/50MHz AM/FM10W Power Amplifier Circuit.
- 13- 2 175MHz FM10W 電力増幅回路/175MHz FM 10W Power Amplifier Circuit.
- 13- 3 " 20~25W " / " 20~25W "
- 13- 4 175MHz FM35~40W出力用電力増幅回路/175MHz FM35~40W Power Amplifier Circuit.
- 13- 5 175MHz FM50~60W出力用電力増幅回路/175MHz FM50~60W Power Amplifier Circuit.
- 13- 6 テレビVHF帯(220MHz帯)リニアアンプ/VHF (220MHz) TV Linear Power Amplifier Circuit.

- 13- 7 470MHz FM 5 W 電力増幅回路 / 470MHz FM 5 W Power Amplifier Circuit.
- 13- 8 " 10W " " 10W "
- 13- 9 " 25W " " 25W "
- 13-10 700MHzテレビUHF帯送信用リニアアンプ (3W映像尖頭値) 出力用 /
700MHz Linear Power Amplifier Circuit for UHF TV Transmitter (3W Video Peak Power).
- 13-11 700MHzストリップライン出力回路 / 700MHz Strip-Line Power Amplifier Circuit.
- 14. 発光ダイオード / Light Emitting Diode. (179)
- 14- 1 TTLによる点灯例 / Driving Circuit by TTL IC.
- 14- 2 OP.AMP.とGATEを用いた分類表示 / Classification indicator with OP.AMP. and gate combination.
- 14- 3 TLR303(S8120)表示回路 / Display Circuit of TLR303(S8120).
- 14- 4 TLR301(S8123), TLR302(8124)表示回路 / Display Circuit of TLR301(S8123), TLR302(S8124).

1-1 9石FM/AMラジオ回路/9 Transistor, FM/AM Radio Circuit



S1~S6
バンド切換スイッチ
1 AM
2 FM
3 AFC

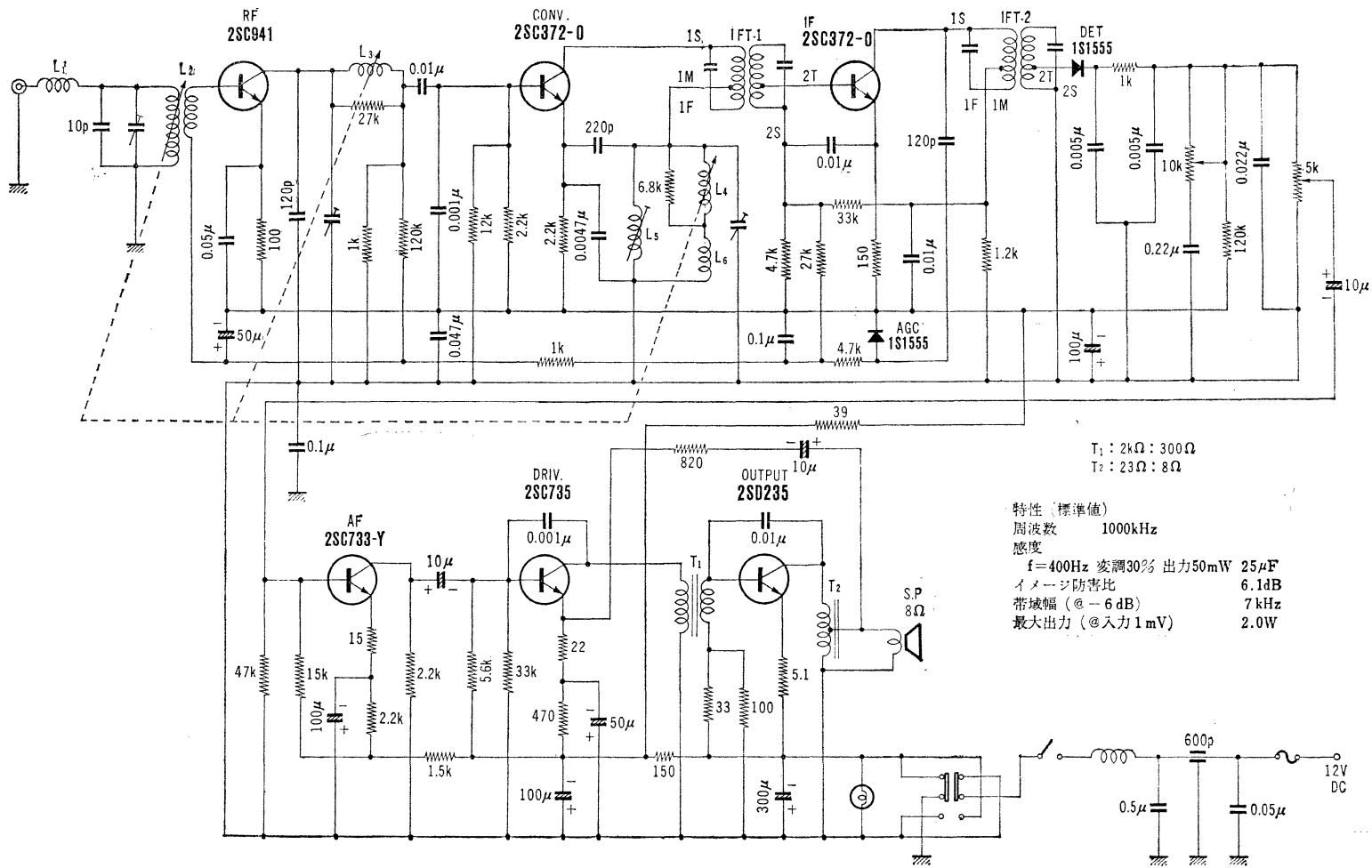
特性 (標準値)

FM	
感度 (最大)	- 2 dB μ
感度 (S/N=30dB) (75 Ω 開放端)	7 dB μ
S/N比 (入力60dB μ)	70dB
イメージ比	35dB
最大出力	600mW

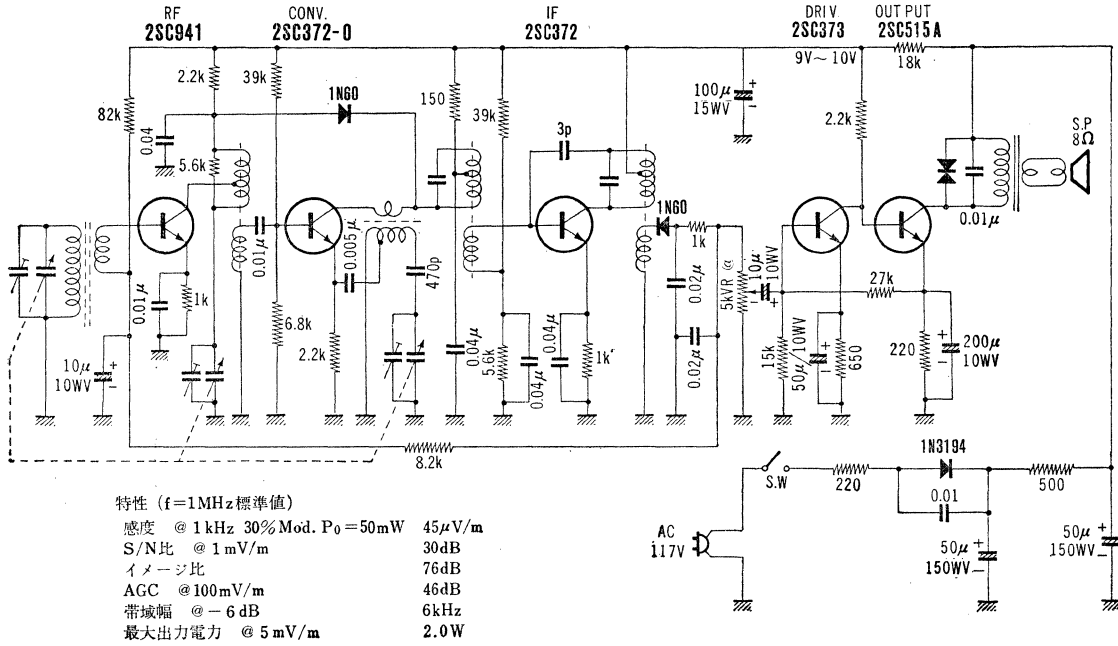
AM	
感度 (最大)	33dB μ
S/N比 (60dB μ)	35dB
選択度 ± 10 kHz	24dB
最大出力	600mW

1 ラジオ/Radio

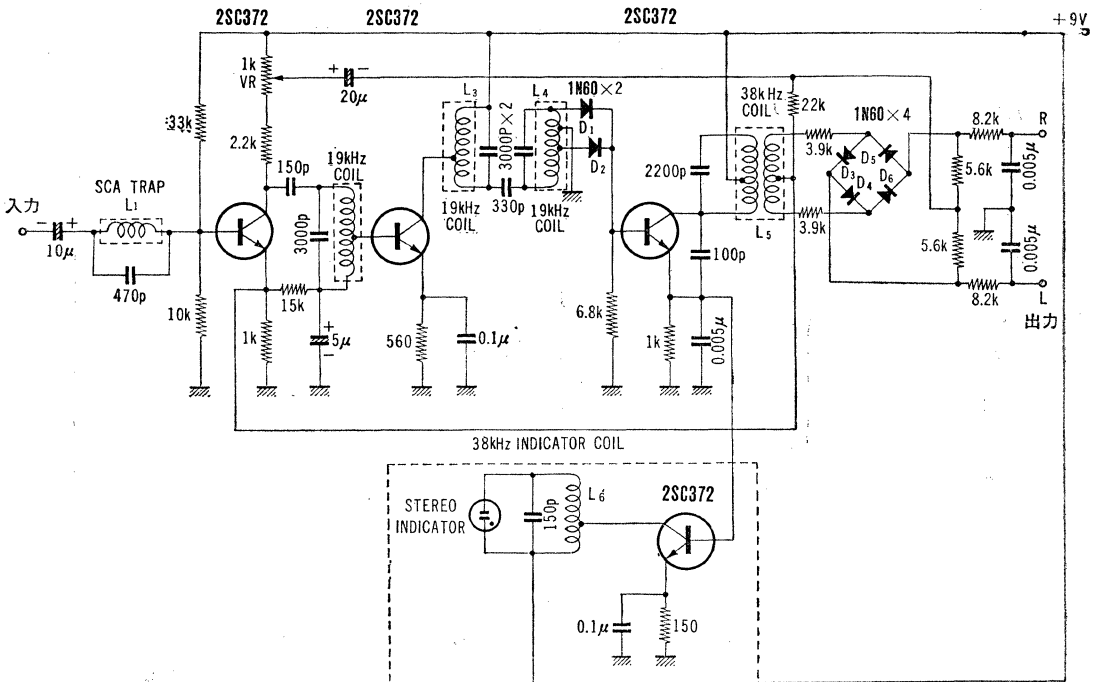
1-3 6石カーラジオ回路/6 Transistor, Car Radio Circuit



1-4 5石ラインオペートラジオ回路/5 Transistor, Line Operate Radio Circuit



2-3 FMマルチステレオ復調回路/FM Multi-Stereo Demodulator Circuit



入力信号分離度特性 (標準値) (@ 1kHz @ 45% @ pilot 10%)

入力電圧 分離度

30mV 32dB

100mV 38dB

200mV 33dB

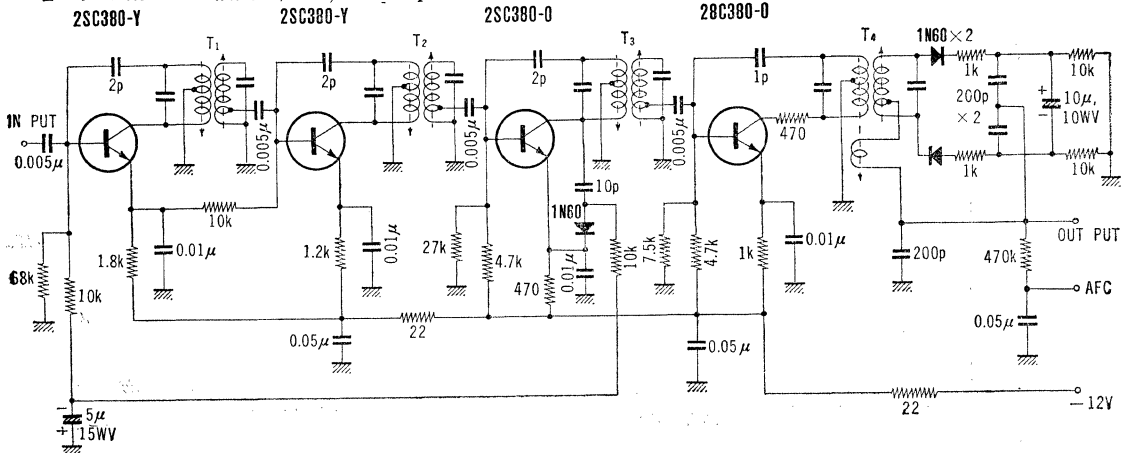
周波数 分離度特性 (標準値) @ 100mV入力 @ 45% @ pilot 10%

100Hz 38dB

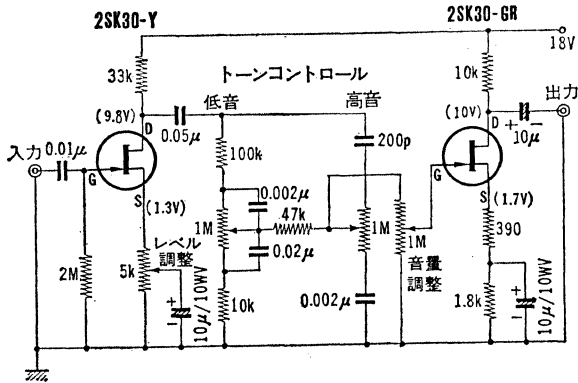
1kHz 38dB

10kHz 24dB

2-4 FM IF増幅回路/FM IF Amplifier Circuit



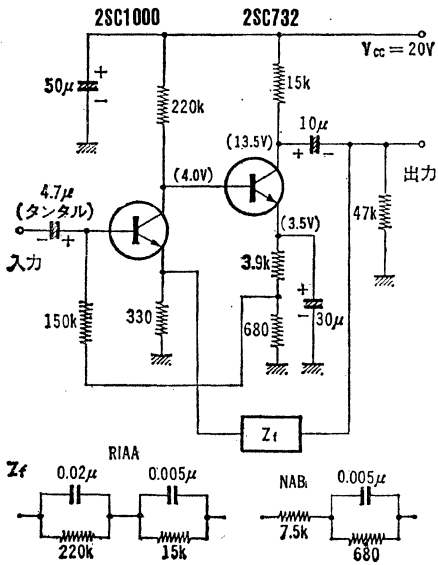
2-5 プリアンプ回路(1) セラミック・クリスタルカートリッジ用/Preamplifier Circuit (1) (ceramic or crystal cartridge)



項目	レベル調整		条件
	最小	最大	
利得	14dB	28dB	周波数特性平坦, 音量最大
S/N	70dB以上	80dB以上	周波数特性平坦, 音量最大 1kHz, 100mV, 入力開放時
歪率	0.5%以下	3%以下	1kHz, 1V出力, 音量中

トーンコントロール特性
 Bass ±12dB @100Hz
 Treble ±12dB @10kHz

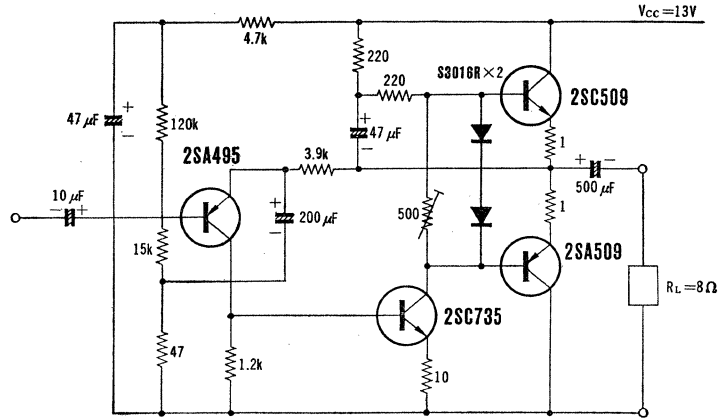
2-6 プリアンプ回路(2) 2段構成イコライザー/Preamplifier Circuit (2) (2-stage equalizer)



項目	記号	条件	RIAA	NAB	単位
周波数特性	100Hz	f	+12.5	+19	dB
	10kHz	f	-15	-10	
最大出力	V_{oMax}	f=1kHz $R_L=47k\Omega$	2.3	2.8	V
全高調波歪率	KF	f=1kHz $R_L=47k\Omega$ $V_o=V_{oMax}$	0.02(Max)	0.02(Max)	%
電圧利得	G_V	f=1kHz	34.6	39.7	dB
入力抵抗	R_i	f=1kHz	140(Min)	140(Min)	kΩ
入力換算雑音電圧	V_N	f=10~20kHz $R_g=5k\Omega$	6.4	11.3	μV

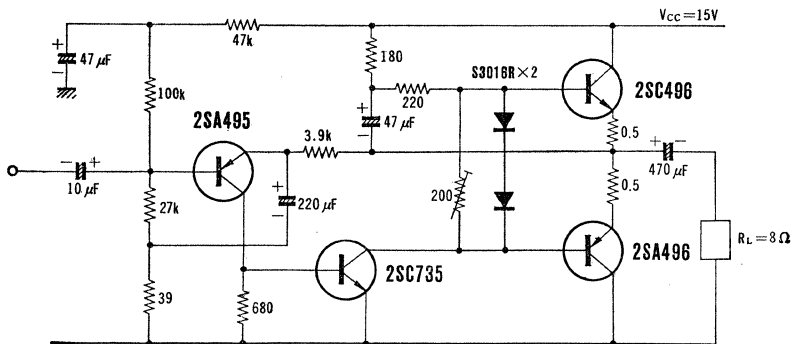
3. オーディオアンプ / Audio Amplifier

3-1 出力1.5Wオーディオアンプ回路 / Output 1.5W Audio-Amplifier Circuit



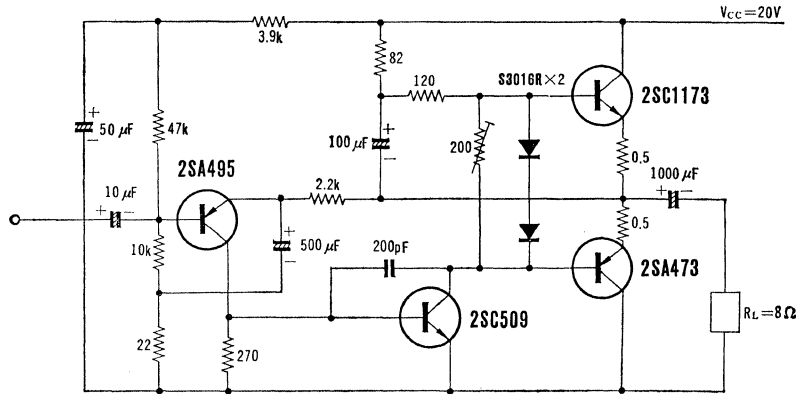
電源電圧 / Power supply voltage	13V
負荷インピーダンス / Load impedance	8 Ω
入力インピーダンス / Input impedance	17kΩ $f=1\text{kHz}$
電圧利得 / Voltage gain	38dB $f=1\text{kHz}$
負帰還量 / Negative feedback	20dB $f=1\text{kHz}$
出力電力 / Power output	1.5W $f=1\text{kHz}$ 3%
無信号時電流 / Idle current	13mA. Distortion
周波数特性 / Frequency response	20Hz ~ 50kHz -3dB
歪率 / Harmonic distortion	0.1W 0.5% $f=1\text{kHz}$ 1.0W 1.5% $f=1\text{kHz}$

3-2 出力2Wオーディオアンプ回路 / Output 2W Audio-Amplifier Circuit



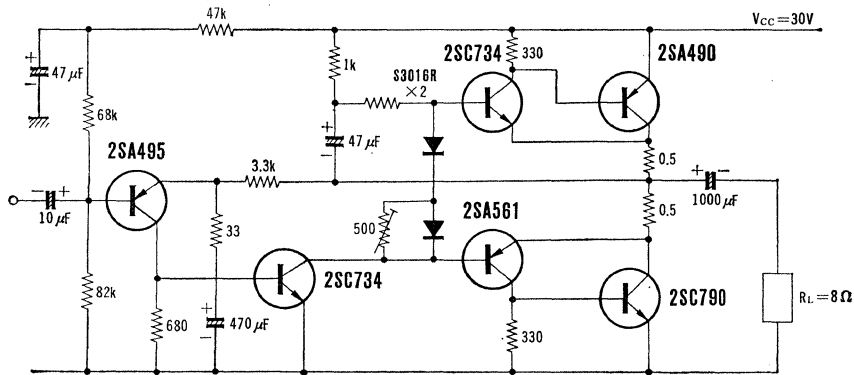
電源電圧 / Power supply voltage	15V
負荷インピーダンス / Load impedance	8 Ω
入力インピーダンス / Input impedance	57kΩ $f=1\text{kHz}$
電圧利得 / Voltage gain	40dB
負帰還量 / Negative feedback	26dB
出力電力 / Power output	2W $f=1\text{kHz}$ 5%
無信号時電流 / Idle current	10mA. Distortion
周波数特性 / Frequency response	40Hz ~ 70kHz -3dB
歪率 / Harmonic distortion	0.1W 0.33% $f=1\text{kHz}$ 0.5W 0.4% $f=1\text{kHz}$ 1.5W 1.6% $f=1\text{kHz}$

3-3 出力5Wオーディオアンプ回路/Output 5W Audio-Amplifier Circuit



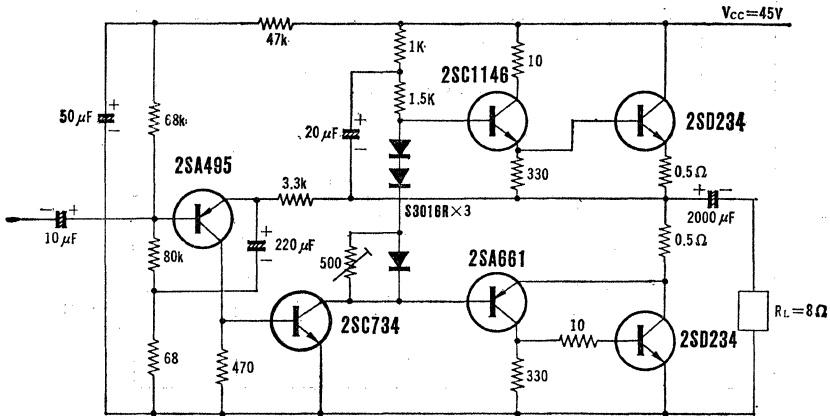
電源電圧/Power supply voltage	20V
負荷インピーダンス/Load impedance	8Ω
入力インピーダンス/Input impedance	15kΩ $f=1\text{kHz}$
電圧利得/Voltage gain	40dB $f=1\text{kHz}$
負帰還量/Negative feedback	27.5dB $f=1\text{kHz}$
出力電力/Power output	5W $f=1\text{kHz}$ 3% Distortion
無信号時電流/Idle current	7mA
周波数特性/Frequency response	20Hz~50kHz -3dB
歪率/Harmonic distortion	0.1W 0.3% $f=1\text{kHz}$ 1.0W 0.2% $f=1\text{kHz}$ 4.0W 0.5% $f=1\text{kHz}$

3-4 出力10Wオーディオアンプ回路/Output 10W Audio-Amplifier Circuit



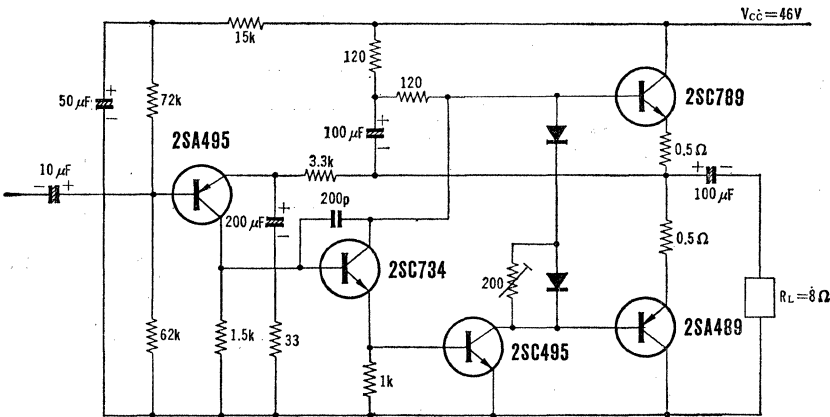
電源電圧/Power supply voltage	30V
負荷インピーダンス/Load impedance	8Ω
入力インピーダンス/Input impedance	35kΩ $f=1\text{kHz}$
電圧利得/Voltage gain	39dB $f=1\text{kHz}$
負帰還量/Negative feedback	40dB $f=1\text{kHz}$
出力電力/Power output	12W $f=1\text{kHz}$ 5% Distortion
無信号時電流/Idle current	15mA
周波数特性/Frequency response	40Hz~70kHz -1dB
歪率/Harmonic distortion	1W 0.06% $f=1\text{kHz}$ 5W 0.05% $f=1\text{kHz}$ 10W 0.2% $f=1\text{kHz}$

3-5 出力20Wオーディオアンプ回路/Output 20W Audio-Amplifier Circuit



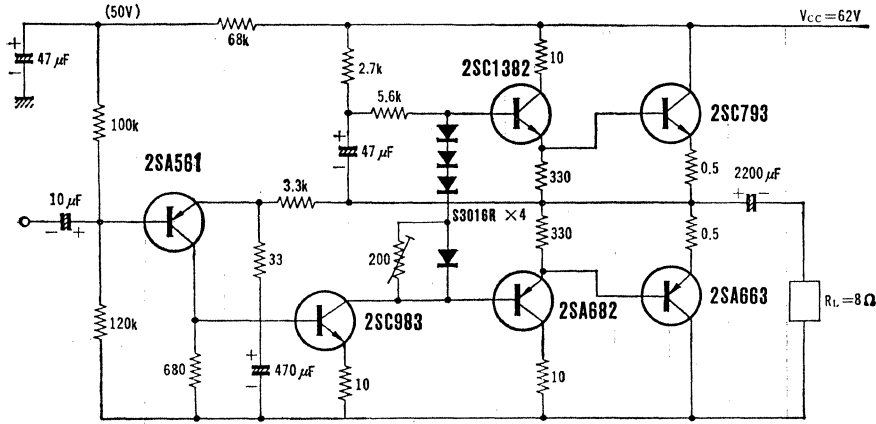
電源電圧/Power supply voltage	45V
負荷インピーダンス/Load impedance	8 Ω
入力インピーダンス/Input impedance	60kΩ f=1kHz
電圧利得/Voltage gain	33dB f=1kHz
負帰還量/Negative feedback	45dB f=1kHz
出力電力/Power output	20W f=1kHz 0.1% Distortion
無信号時電流/Idle current	50mA
周波数特性/Frequency response	40Hz~20kHz -1dB
歪率/Harmonic distortion	1W 0.04% f=1kHz
	10W 0.05% f=1kHz
	20W 0.1% f=1kHz

3-6 出力25Wオーディオアンプ回路/Output 25W Audio-Amplifier Circuit



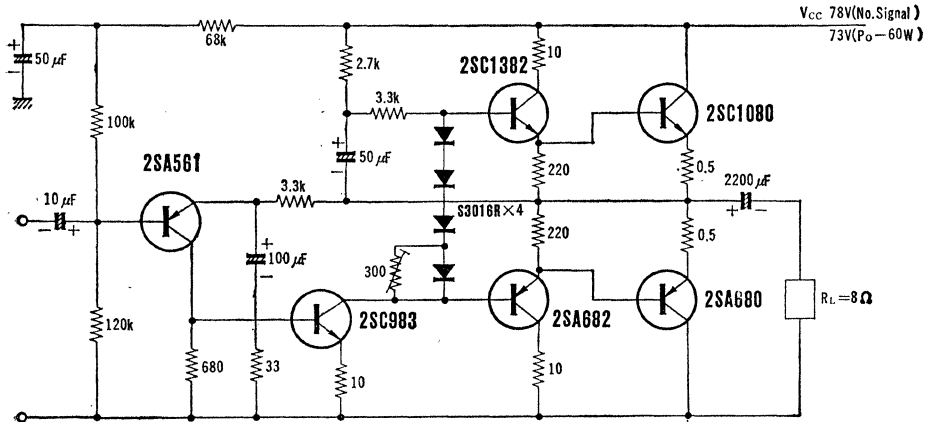
電源電圧/Power supply voltage	46V
負荷インピーダンス/Load impedance	8 Ω
入力インピーダンス/Input impedance	33kΩ f=1kHz
電圧利得/Voltage gain	40dB f=1kHz
負帰還量/Negative feedback	40dB f=1kHz
出力電力/Power output	25W f=1kHz 6% Distortion
無信号時電流/Idle current	30mA
周波数特性/Frequency response	20Hz~60kHz -1dB
歪率/Harmonic distortion	1W 0.2% f=1kHz
	10W 0.2% f=1kHz
	20W 0.3% f=1kHz

3-7 出力40Wオーディオアンプ回路/Output 40W Audio Amplifier Circuit



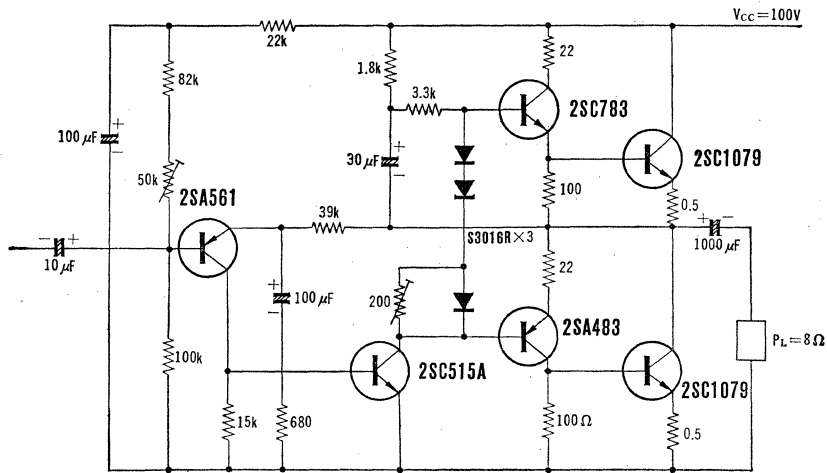
電源電圧/Power supply voltage	62V
負荷インピーダンス/Load impedance	8Ω
入力インピーダンス/Input impedance	50kΩ
電圧利得/Voltage gain	40dB $f=1\text{kHz}$
負帰還量/Negative feedback	40dB $f=1\text{kHz}$
出力電力/Power output	45W $f=1\text{kHz}$ 10% Distortion
無信号時電流/Idle current	30mA
周波数特性/Frequency response	30Hz~70kHz -dB
歪率/Harmonic distortion	0.1W 0.1% $f=1\text{kHz}$
	1W 0.06% $f=1\text{kHz}$
	5W 0.06% $f=1\text{kHz}$
	10W 0.07% $f=1\text{kHz}$
	40W 0.15% $f=1\text{kHz}$

3-8 出力60Wオーディオアンプ回路/Output 60W Audio Amplifier Circuit



電源電圧/Power supply voltage	73V
負荷インピーダンス/Load impedance	8Ω
入力インピーダンス/Input impedance	47kΩ $f=1\text{kHz}$
電圧利得/Voltage gain	40dB
負帰還量/Negative feedback	40dB
出力電力/Power output	60W $f=1\text{kHz}$ 0.15% Distortion
無信号時電流/Idle current	50mA
周波数特性/Frequency response	20Hz~100kHz -1dB
歪率/Harmonic distortion	1W 0.04% $f=1\text{kHz}$
	10W 0.03% $f=1\text{kHz}$
	40W 0.07% $f=1\text{kHz}$

3-9 出力80Wオーディオアンプ回路/Output 80W Audio-Amplifier Circuit

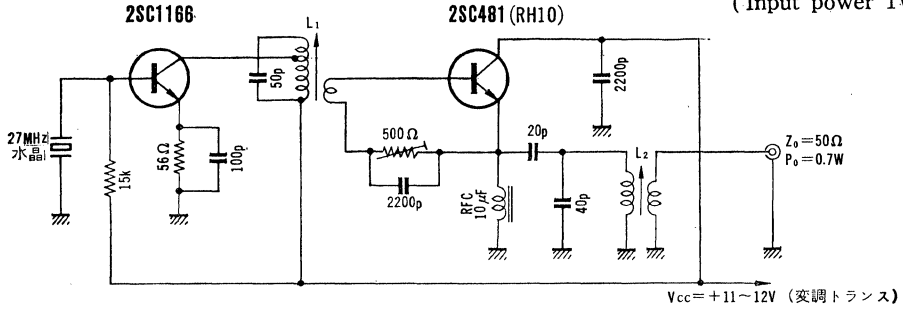


電源電圧/Power supply voltage	100 V
負荷インピーダンス/Load impedance	8 Ω
入力インピーダンス/Input impedance	50 kΩ $f=1\text{kHz}$
電圧利得/Voltage gain	33.5dB $f=1\text{kHz}$
負帰還量/Negative feedback	44dB $f=1\text{kHz}$
出力電力/Power output	80W $f=1\text{kHz}$ 0.26% Distortion
無信号時電流/Idle current	70mA
周波数特性/Frequency response	20Hz~50kHz -1dB
歪率/Harmonic distortion	1W 0.2% 1kHz
	10W 0.15% 1kHz
	50W 0.18% 1kHz

4 トランシーバー / Transiever

4-1 27MHz入力1Wトランシーバ回路 / 27MHz CB. Tranceiver Circuit

(Input power 1W)



L_1 : 8φ コア入りホビン0.32φ ホルマル線一次7¼T, タップ4.5T, 二次2¼T

L_2 : 8φ コア入りホビン0.5φ ホルマル線一次8¼T, 二次2¼T

RFCは Q_0 の低いものを使用する

特性 (標準値)

電源電圧 $V_{cc} = 11V$

能率 $\eta = 70\%$

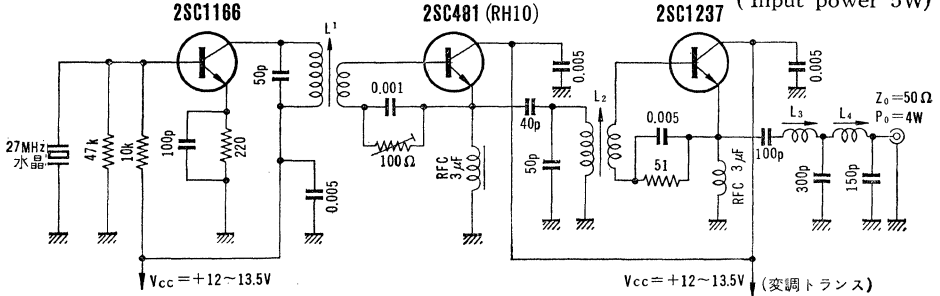
終段コレクタ電流 $I_c = 91mA$

発振段電流 $I_c = 34mA$

出力電力 $P_o = 0.7W$

4-2 27MHz入力5Wトランシーバ回路 / 27MHz CB. Tranceiver Circuit

(Input power 5W)



L_1 : 8φ コア入りホビン0.32φ ホルマル線一次6¾T, 二次1¾T

L_2 : 8φ コア入りホビン0.5φ ホルマル線一次7¼T, 二次1¾T

L_3 : 8φ コア入りホビン0.5φ ホルマル線7¾T (0.35~0.6μH) $Q_0 > 100$

L_4 : 8φ コア入りホビン0.5φ ホルマル線4¾T (0.25~0.36μH) $Q_0 > 100$

RFCは Q_0 の低いものを使用する

特性 (標準値)

電源電圧 $V_{cc} = 13V$

能率 $\eta = 80\%$

終段コレクタ電流 $I_c = 385mA$

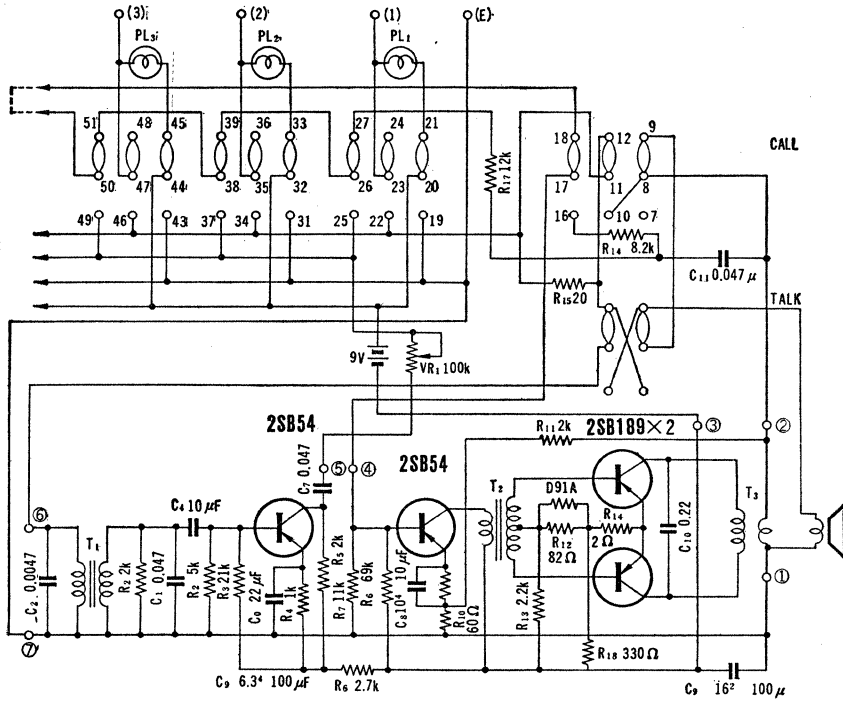
発振段コレクタ電流18mA

出力電力 $P_o = 4W$

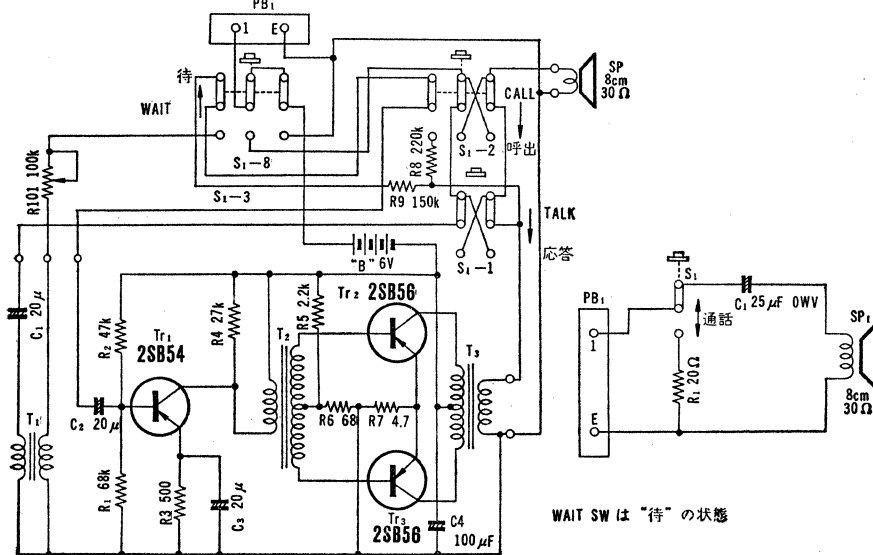
励振段コレクタ電流100mA

5 インターホン/Interphone:

5-1 多局インターホン親機/Interphone, Master Station for Multi Branch

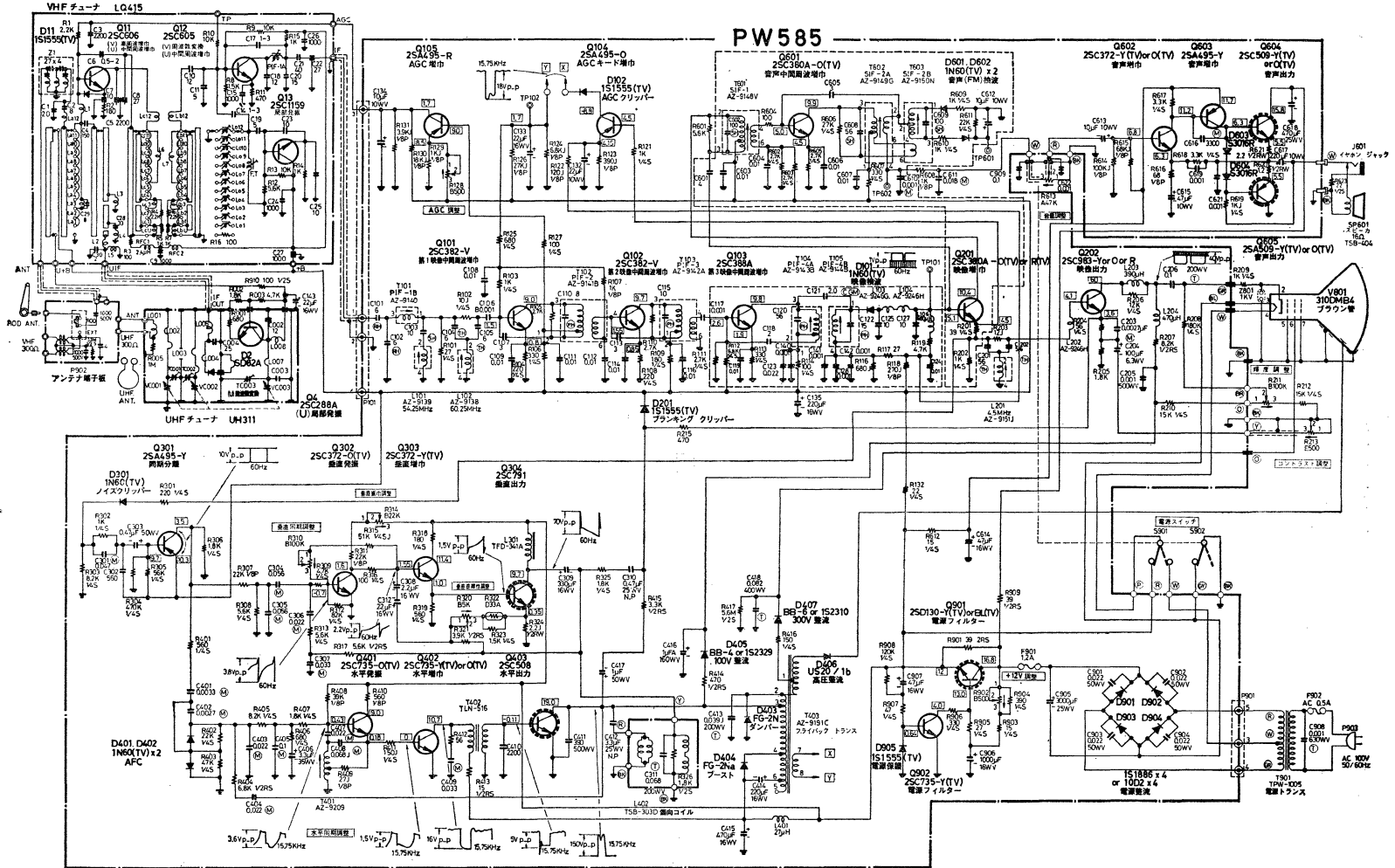


5-2 標準形1局用インターホン/Standard Type Interphone for One Branch

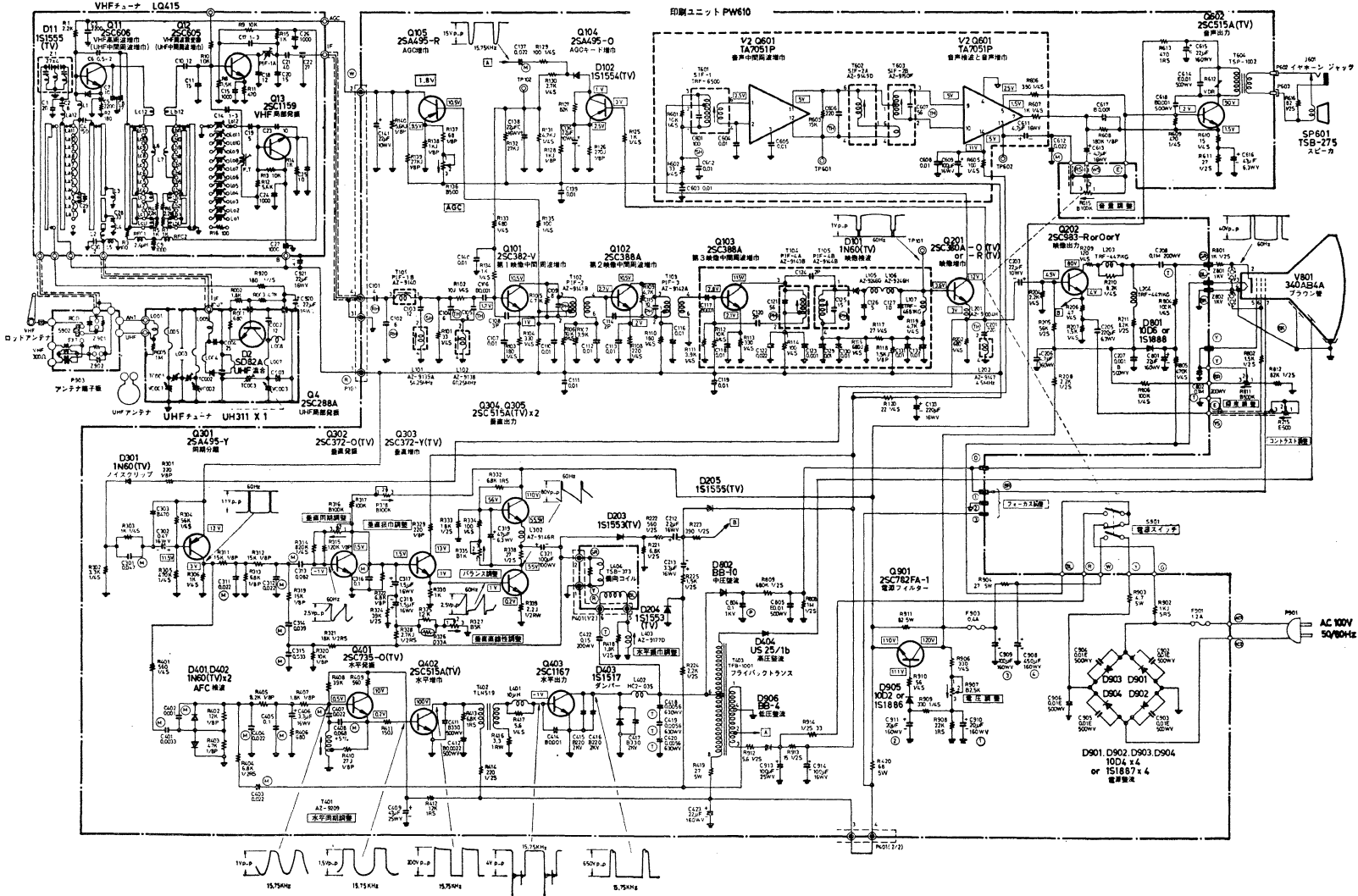


6. テレビ Television

6-1 12形白黒テレビ回路/12 Inch Black and White Television Circuit

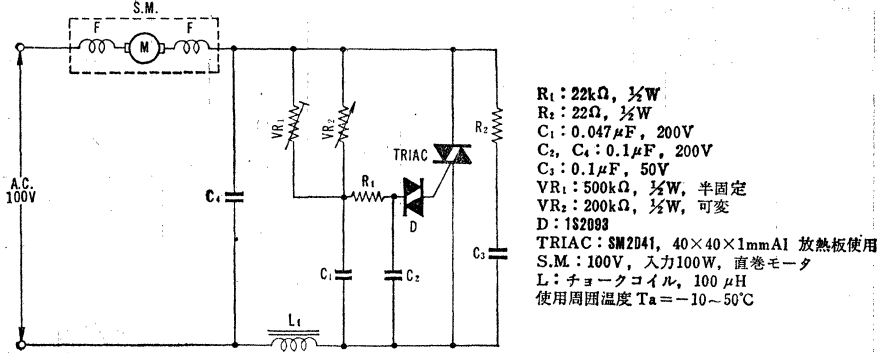


6-2 14形白黒テレビ/14 Inch Black and White Television Circuit

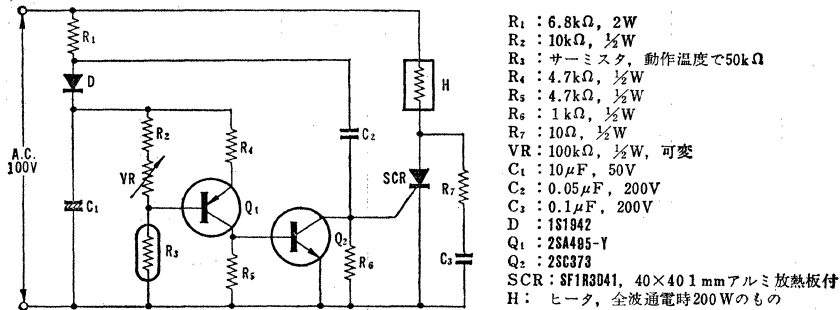


7. 家庭電気/Home Electric

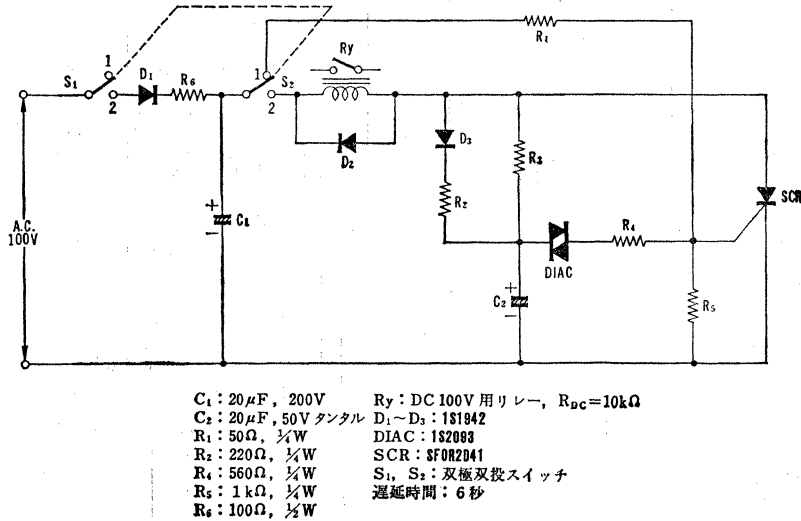
7-1 小形直巻モータ速度制御回路/ Series Moter Speed Control Circuit



7-2 温度制御回路/ Temperature Control Circuit

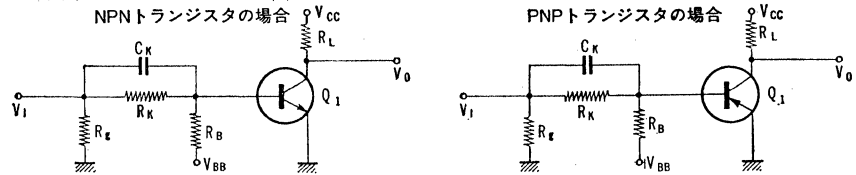


7-3 遅延スイッチ回路/ Time Delay Switch Circuit



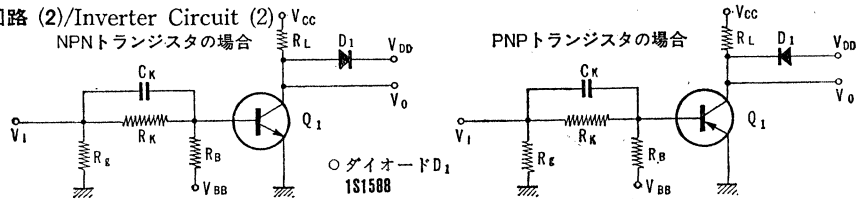
8. スイッチング回路/Switching Circuit

8-1 インバータ回路 (1)/Inverter Circuit (1)



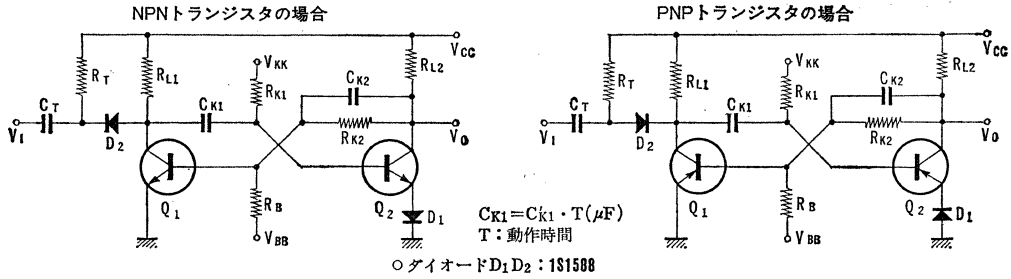
トランジスタ Q ₁	回路定数								スイッチング時間			
	V _{CC} (V)	V _{BB} (V)	V _I (V)	R _L (Ω)	R _B (kΩ)	R _K (kΩ)	R _g (Ω)	C _K (pF)	t _d (ns)	t _r (ns)	t _{stg} (ns)	t _f (ns)
2SA495Ⓞ -R -O -Y	-12	3	-6	1k	4.7 8.2 15	3.3 5.6 10	50	100	4	4	20	35
2SA499 -R -O -Y	-12	3	-6	1k	3.9 6.8 12	2.7 5.1 8.2	50	100	4	4	20	35
2SC395A -R -O -Y	12	-3	6	390	1.2 2.2 3.9	0.82 1.5 2.7	50	30	3	3	4	10
2SC400 -R -O -Y -GR	12	-3	6	1k	3.9 6.8 12 18	2.7 5.1 8.2 12	50	100	4	4	20	35
2SC752Ⓞ -R -O -Y	12	-3	6	1k	3.9 6.8 12	2.7 5.1 8.2	50	15	3	3	4	30
2SC752Ⓞ -R -O -Y	12	-3	6	390	1.5 2.7 4.7	1.0 1.8 3.3	50	20	3	3	3	10
2SC503 -O -Y	15	-3	6	100	2.2 3.9	0.39 0.68	50	470	20	10	25	30
2SC504 -GR					7.5	1.5		680				
2SC372Ⓞ -O -Y	12	-3	6	1k	8.2 15 22	5.6 10 15	50	100	4	4	20	35
2SC372Ⓞ -O -Y												
2SC373Ⓞ												

8-2 インバータ回路 (2)/Inverter Circuit (2)



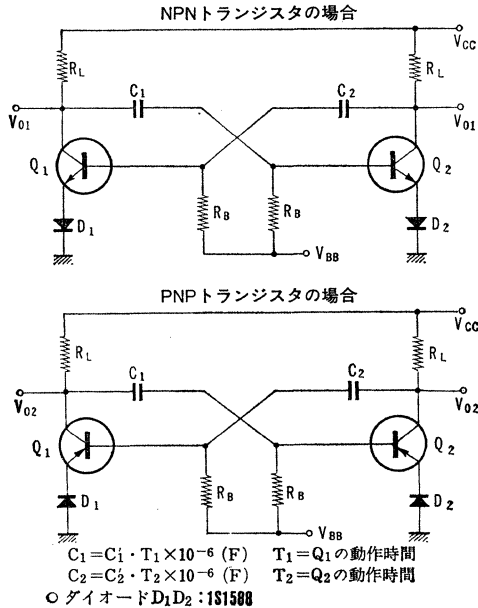
トランジスタ Q ₁	回路定数								スイッチング特性				
	V _{CC} (V)	V _{BB} (V)	V _{DD} (V)	R _L (Ω)	R _B (kΩ)	R _K (kΩ)	R _g (Ω)	C _K (pF)	V _I (V)	t _d (ns)	t _r (ns)	t _{stg} (ns)	t _f (ns)
2SA495Ⓞ -R -O -Y	-12	3	-6	1k	4.7 8.2 15	3.3 5.6 10	50	100	-6	4	4	15	10
2SA499 -R -O -Y	-12	3	-6	1k	3.9 6.8 12	2.7 5.1 8.2	50	100	-6	4	4	15	10
2SC395A -R -O -Y	12	-3	6	390	1.2 2.2 3.9	0.82 1.5 2.7	50	30	6	3	3	4	4
2SC752Ⓞ -R -O -Y	12	-3	6	390	1.5 2.7 4.7	1.0 1.8 3.3	50	20	6	3	4	3	4
2SC372Ⓞ -O -Y	12	-3	6	1k	8.2 15 22	5.6 10 15	50	100	6	4	4	15	10
2SC372Ⓞ -O -Y													
2SC373Ⓞ													
2SC400 -R -O -Y -GR	12	-3	6	1k	3.9 6.8 12 18	2.7 5.1 8.2 12	50	100	6	4	4	15	10

8-3 単安定マルチバイブレータ回路/Monostable Multivibrator Circuit



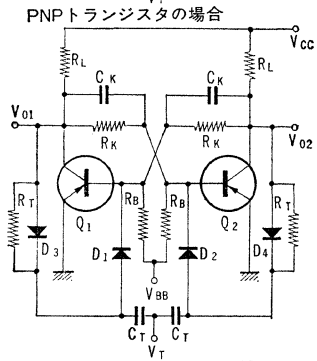
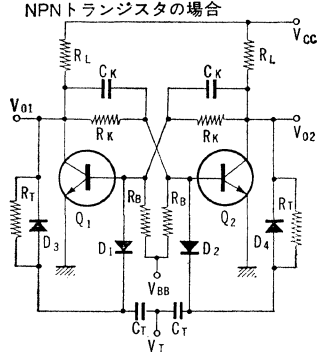
トランジスタ Q ₁ , Q ₂	回路定数												
	V _{CC} (V)	V _{KK} (V)	V _{BB} (V)	V ₁ (V)	R _{L1} (Ω)	R _{L2} (Ω)	R _{K1} (kΩ)	R _{K2} (kΩ)	R _B (kΩ)	R _T (kΩ)	C _{K1} (pF)	C _{K2} (pF)	C _T (pF)
2SA495⑤ -R -O -Y	-12	-12	12	6	1k	1k	12 22 33	12 22 33	39 66 120	10	120 66 44	50	200
2SA499 2SA500	-12	-12	12	6	1k	1k	8.2 15 27	8.2 15 27	27 56 100	10	177 97 54	50	200
2SC372⑤ 2SC372⑥ 2SC373⑤	12	12	-12	-6	1k	1k	22 33 56	22 33 56	68 120 180	10	66 44 26	50	200
2SC395A	12	12	-12	-6	390	390	3.9 6.8 12	3.9 6.8 12	39 68 120	3.9	372 214 121	20	50
2SC400	12	12	-12	-6	1k	1k	8.2 15 27 42	8.2 15 27 42	27 56 100 156	10	177 97 54 35	50	200
2SC752⑤	12	12	-12	-6	390	390	5.1 8.2 15	5.1 8.2 15	51 82 150	3.9	284 179 97	20	50

8-4 無安定マルチバイブレータ/Astable Multivibrator Circuit



トランジスタ Q ₁ , Q ₂	回路定数					
	V _{CC} (V)	V _{BB} (V)	R _L (Ω)	R _B (kΩ)	C ₁	C ₂
2SA495⑤ -R -O -Y	-12	-12	1k	15 27 47	97 54 31	97 54 31
2SA499 2SA500	-12	-12	1k	12 22 39	121 66 37	121 66 37
2SC395A	12	12	390	3.9 6.8 12	372 214 121	372 214 121
2SC752⑤	12	12	390	5.1 8.2 15	284 177 97	284 177 97
2SC372⑤ 2SC372⑥ 2SC373⑤	12	12	1k	27 47 68	54 31 21	54 31 21
2SC400	12	12	1k	12 22 39 56	121 66 37 26	121 66 37 26

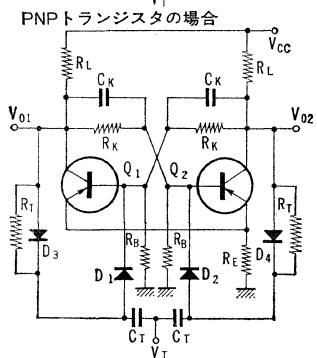
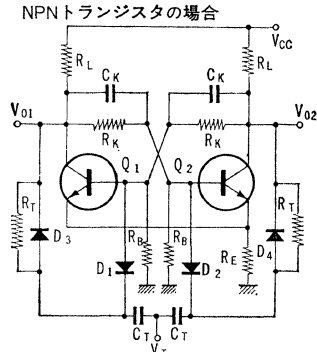
8-5 固定バイアス形フリップ・フロップ回路/Fixed-bias Type Flip-Flop Circuit



○ダイオード D₁D₂D₃D₄ : 1S1588

トランジスタ Q ₁ , Q ₂	回路定数								
	V _{CC} (V)	V _{BB} (V)	V _T (V)	R _L (Ω)	R _K (kΩ)	R _B (kΩ)	R _T (kΩ)	C _K (pF)	C _T (pF)
2SA495 ㊟ -R -O -Y	-12 〃 〃	12 〃 〃	6 〃 〃	1k 〃 〃	12 22 39	56 100 180	10 〃 〃	50 〃 〃	200 〃 〃
2SA499 -R -O -Y	-12 〃 〃	12 〃 〃	6 〃 〃	1k 〃 〃	8.2 18 33	39 82 150	10 〃 〃	50 〃 〃	200 〃 〃
2SC395A -R -O -Y	12 〃 〃	-12 〃 〃	-6 〃 〃	390 〃 〃	3.9 6.8 12	39 68 120	10 〃 〃	15 〃 〃	50 〃 〃
2SC752 ㊟ -R -O -Y	12 〃 〃	-12 〃 〃	-6 〃 〃	390 〃 〃	5.1 8.2 15	56 82 150	10 〃 〃	15 〃 〃	50 〃 〃
2SC372 ㊟ -O -Y	12 〃 〃	-12 〃 〃	-6 〃 〃	1k 〃 〃	22 39 68	100 180 270	10 〃 〃	50 〃 〃	200 〃 〃
2SC400 -R -O -Y -GR	12 〃 〃 〃	-12 〃 〃 〃	-6 〃 〃 〃	1k 〃 〃 〃	8.2 18 33 56	39 82 150 220	10 〃 〃 〃	50 〃 〃 〃	200 〃 〃 〃

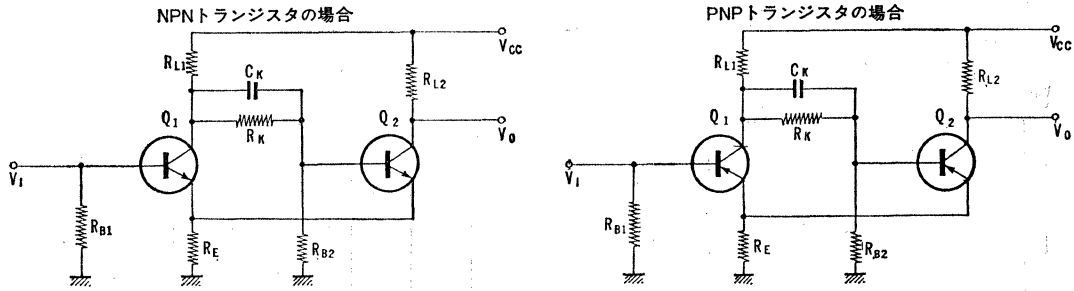
8-6 自己バイアス形フリップ・フロップ回路/Self-bias Type Flip-Flop Circuit



○ダイオード D₁D₂D₃D₄ : 1S1588

トランジスタ Q ₁ , Q ₂	回路定数									
	R _L (Ω)	R _K (kΩ)	R _B (kΩ)	R _E (Ω)	R _T (kΩ)	C _K (pF)	C _T (pF)	V _{CC} (V)	V _T (V)	
2SA495 ㊟ -R -O -Y	1k 〃 〃	10 15 27	5.6 8.2 18	100 120 150	10 〃 〃	50 〃 〃	200 〃 〃	-12 〃 〃	6 〃 〃	
2SA499 -R -O -Y	1k 〃 〃	6.8 12 18	2.7 5.6 10	56 120 150	10 〃 〃	50 〃 〃	200 〃 〃	-12 〃 〃	6 〃 〃	
2SC395A -R -O -Y	330 〃 〃	2.7 4.7 8.2	1.5 2.7 5.6	27 47 56	10 〃 〃	20 〃 〃	50 〃 〃	12 〃 〃	-6 〃 〃	
2SC752 ㊟ -R -O -Y	330 〃 〃	3.3 6.8 10	1.8 5.6 6.8	33 51 56	10 〃 〃	20 〃 〃	50 〃 〃	12 〃 〃	-6 〃 〃	
2SC372 ㊟ -O -Y	1k 〃 〃	15 27 47	8.2 18 27	120 150 180	10 〃 〃	50 〃 〃	200 〃 〃	12 〃 〃	-6 〃 〃	
2SC400 -R -O -Y -GR	1k 〃 〃 〃	6.8 12 18 33	2.7 5.6 10 18	56 120 150 180	10 〃 〃 〃	50 〃 〃 〃	200 〃 〃 〃	12 〃 〃 〃	-6 〃 〃 〃	

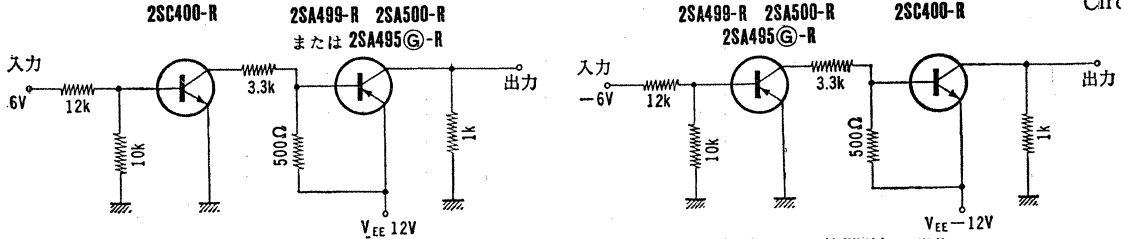
8-7 シュミット回路/Schmidt Circuit



トランジスタ Q ₁ , Q ₂	回路定数										スイッチング時間		
	V _{CC} (V)	V _I (V)	R _{L1} (Ω)	R _{L2} (Ω)	R _K (kΩ)	R _E (Ω)	R _{B1} (kΩ)	R _{B2} (kΩ)	C _K (pF)	t _{on} (ns)	t _{off} (ns)	V _H * (V)	
2SA495Ⓞ	-R	-12	-3	1k	1k	10	180	8.2	8.2	50	60	120	~1.0
	-O	⋆	⋆	⋆	⋆	15	⋆	10	10	⋆	⋆	⋆	⋆
	-Y	⋆	⋆	⋆	⋆	27	⋆	18	18	⋆	⋆	⋆	⋆
2SA499	-R	-12	-3	1k	1k	6.8	180	5.6	5.6	50	60	120	~1.0
	-O	⋆	⋆	⋆	⋆	15	⋆	12	12	⋆	⋆	⋆	⋆
	-Y	⋆	⋆	⋆	⋆	22	⋆	15	15	⋆	⋆	⋆	⋆
2SC372Ⓞ	-O	12	3	1k	1k	15	180	10	10	50	60	120	~1.0
	-Y	⋆	⋆	⋆	⋆	27	⋆	18	18	⋆	⋆	⋆	⋆
	-Y	⋆	⋆	⋆	⋆	47	⋆	33	33	⋆	⋆	⋆	⋆
2SC395A	-R	12	3	330	330	2.2	68	2.2	2.2	20	20	20	~0.5
	-O	⋆	⋆	⋆	⋆	4.7	⋆	3.9	3.9	⋆	⋆	⋆	⋆
	-Y	⋆	⋆	⋆	⋆	6.8	⋆	5.6	5.6	⋆	⋆	⋆	⋆
2SC400	-R	12	3	1k	1k	6.8	180	5.6	5.6	50	60	120	~1.0
	-O	⋆	⋆	⋆	⋆	15	⋆	12	12	⋆	⋆	⋆	⋆
	-Y	⋆	⋆	⋆	⋆	22	⋆	15	15	⋆	⋆	⋆	⋆
	-GR	⋆	⋆	⋆	⋆	39	⋆	22	22	⋆	⋆	⋆	⋆
2SC752Ⓞ	-R	12	3	330	330	3.3	68	3.3	3.3	20	20	25	~0.5
	-O	⋆	⋆	⋆	⋆	5.1	⋆	3.9	3.9	⋆	⋆	⋆	⋆
	-Y	⋆	⋆	⋆	⋆	8.2	⋆	5.6	5.6	⋆	⋆	⋆	⋆

*ヒステリシス電圧

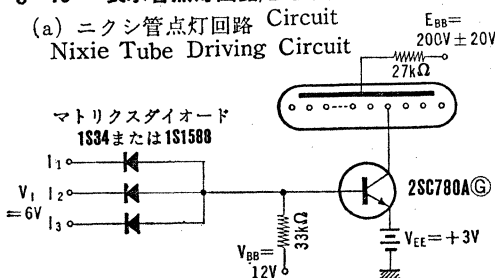
8-8 正パルス増幅回路/Positive Pulse Amplifier Circuit 8-9 負パルス増幅回路/Negative Pulse Amplifier Circuit



入出力パルス伝達時間(標準値) 単位 ns.

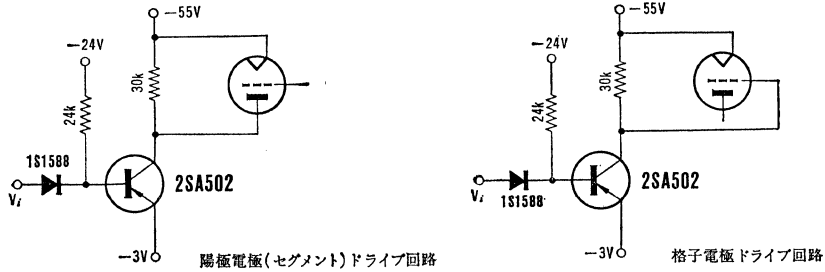
	t _d	t _r	t _{stg}	t _f
正パルス	110	50	600	45
負パルス	125	70	600	45

8-10 表示管点灯回路/Indication Tube Driving Circuit



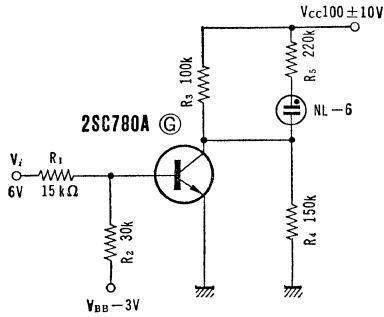
動作温度範囲	-10℃~+55℃			
点灯最小入力電圧	4V			
消滅最大入力電圧	2.5V			
表示管特性	表示器	CD 28	CD 43	CD 60
		CD 61	CD 65	CD 66
放電維持電圧	~140V			
許容平均陰極直流電流	数字極	1.5~3.0 mA		
	小数点極	0.6~1.5 mA		

(b) 表示管点灯回路 (ディジットロン等) / Indication Tube Driving Circuit



動作温度範囲	-10°C ~ 60°C		
点灯最小入力電圧	-4 V		
消滅最大入力電圧	-2.5 V		
表示管性	最大, 最小けい光セグメント電圧	±20 ~ ±30 Vdc	
	けい光セグメント	数字	1 ~ 3 mA
	電流平均値	記号	0.1 ~ 0.2 mA

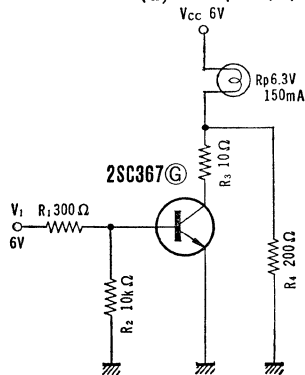
(c) ネオン管点灯回路 / Neon Tube Driving Circuit



使用トランジスタ 2SC780A ㊄
 電源電圧 $V_{CC}=100 \pm 10V$
 入力駆動電圧 $V_i=6V$
 ベースバイアス電圧 $V_{BB}=-3V$

ネオン管点灯特性
 定格電圧 $V_P=100V$
 定格電流 $I_P=0.3A$
 放電開始電圧 $V_N=85V$
 放電停止電圧 $V_F=55V$
 外部直列抵抗 $R_S=220k\Omega$

(d) パイロットランプ点灯回路 / Pilot Lamp Driving Circuit

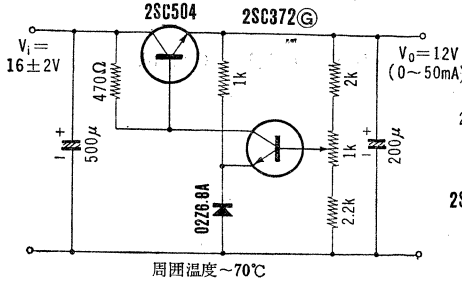


使用トランジスタ 2SC367 ㊄
 電源電圧 $V_{CC}=6V$
 入力駆動電圧 $V_i=6V$

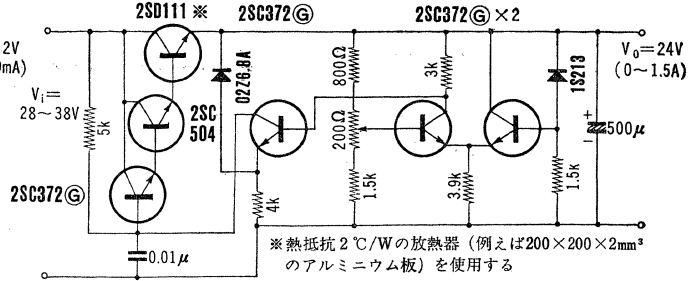
ランプ特性
 定格電圧 $V_P=6.3V$
 定格電流 $I_P=150mA$

9. 電源回路 / Power Supply Circuit

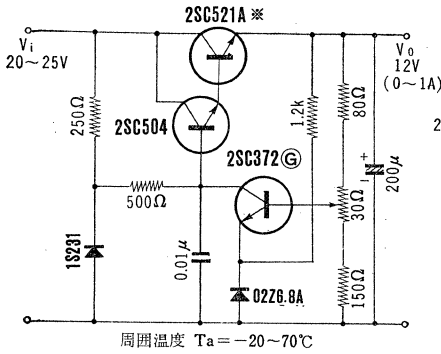
9-1 定電圧電源回路 (1) 12V 50mA
Constant Voltage Power Circuit (1) (12V, 50mA)



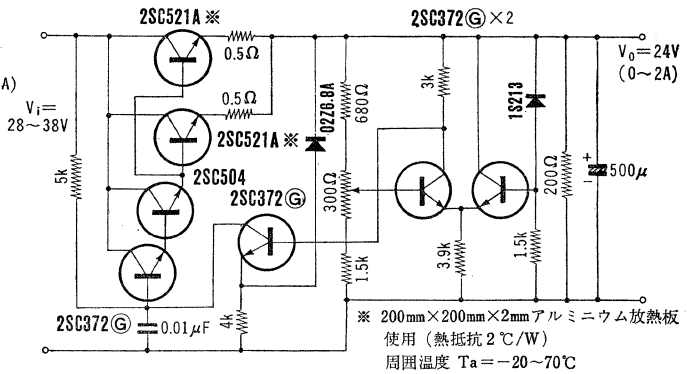
9-3 定電圧電源回路 (3) 24V 1.5A
Constant Voltage Power Circuit (3) (24V, 1.5A)



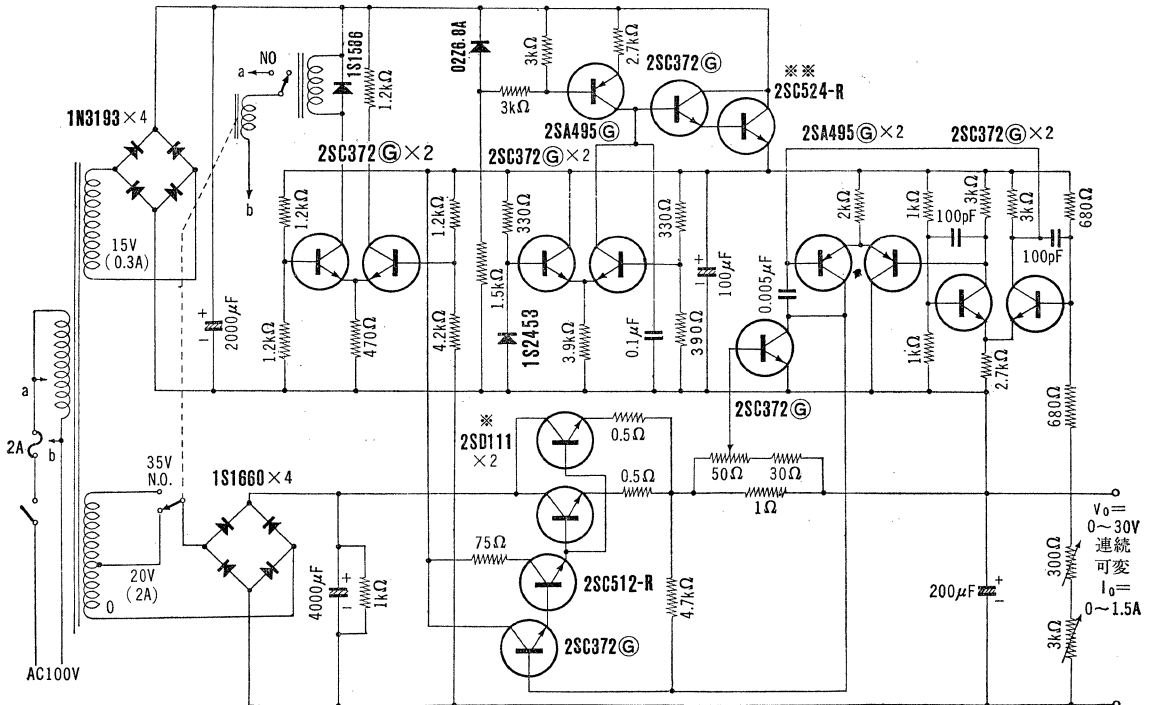
9-2 定電圧電源回路 (2) 12V 1A
Constant Voltage Power Circuit (2) (12V, 1A)



9-4 定電圧電源回路 (4) 24V 2A
Constant Voltage Power Circuit (4) (2V, 2A)

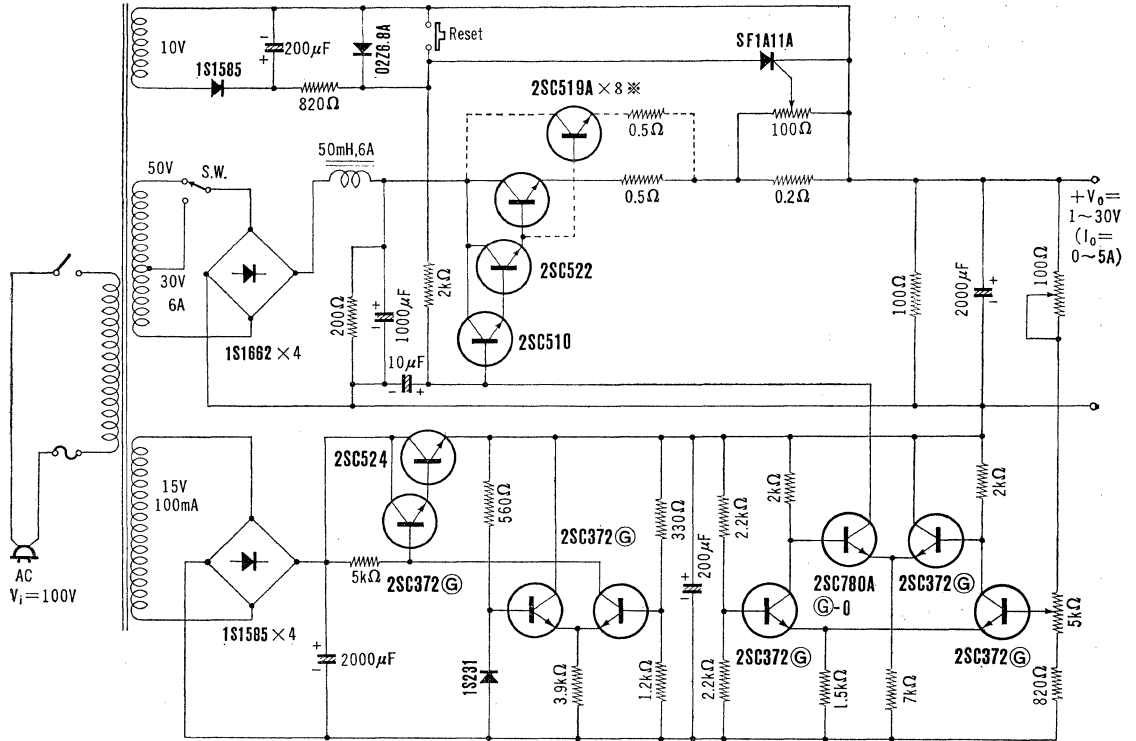


9-5 定電圧電源回路 (5) 0~30V 1.5A Constant Voltage Power Circuit (5) (0~30V, 1.5A)



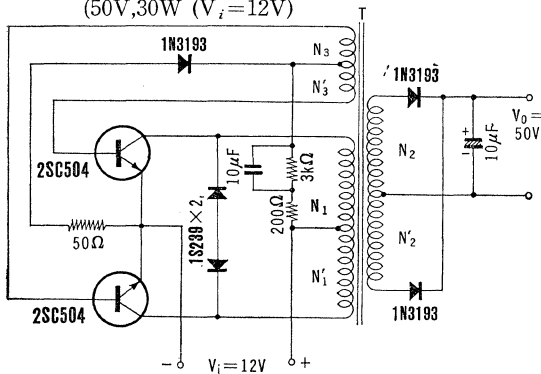
リップル電圧 $V_{or} < 1.5mV$ (p-p)
電源電圧変動 ($\pm 10\%$) による出力電圧変動 $\Delta V_o < 2.5mV$
周囲温度 $T_a = -20 \sim 70^{\circ}C$

9-6 定電圧電源回路 (6) 1~30V 5A Constant Voltage Power Circuit (6) (1~30V; 5A)



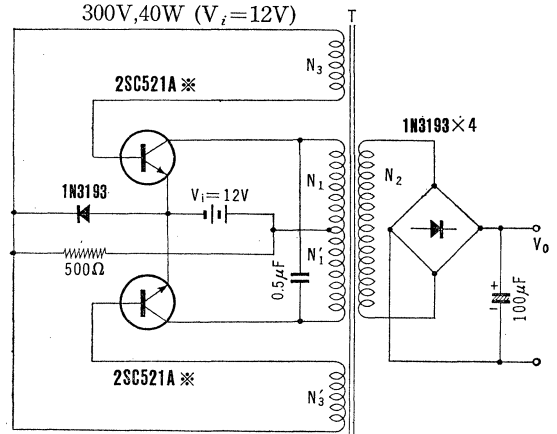
※ : 200mm×200mm×2mmアルミニウム放熱板使用 (熱抵抗 2℃/W)
 注) 出力電圧が 0~17V の場合には S.W は 30V タップを使用し、17~30V の場合には 50V タップを使用します

9-7 マルチバイブレータ形 DC-DC コンバータ回路 (1)
 50V 3W ($V_i=12V$)
 Multivibrator Type DC-DC Converter Circuit (1)
 (50V, 3W ($V_i=12V$))



T : TDK製H₅A P_{30/19} フェライトコア 発振周波数 $f=10kHz$
 能率 $\eta=80\%$
 周囲温度 $T_a=-20\sim70^\circ C$
 N_1, N_1' : 10T 0.32mm ϕ
 N_2, N_2' : 43T 0.28mm ϕ
 N_3, N_3' : 2T 0.25mm ϕ

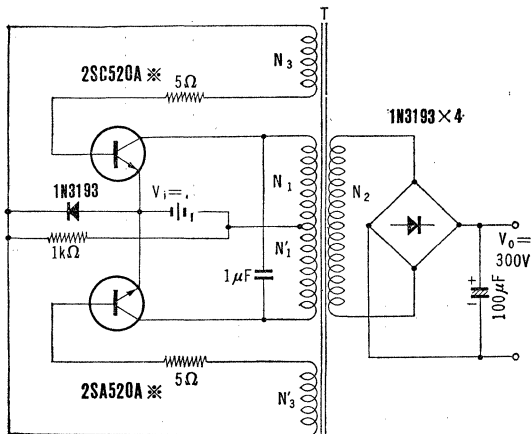
9-8 マルチバイブレータ形 DC-DC コンバータ回路 (2)
 300V 40W ($V_i=12V$)
 Multivibrator Type DC-DC Converter Circuit (2)
 (300V, 40W ($V_i=12V$))



T : 東芝RNE(レクタロイ)コアR-60 発振周波数 $f=1kHz$
 能率 $\eta=70\%$
 周囲温度 $T_a=-20\sim70^\circ C$
 N_1, N_1' : 20T 1.0mm ϕ
 N_2, N_2' : 550T 0.32mm ϕ
 N_3, N_3' : 6T 0.32mm ϕ
 ※ : 100mm×100mm×2mmアルミニウム放熱板

9-9 マルチバイブレータ形
DC-DC コンバータ回路 (3)
300V 40W ($V_i=24V$)

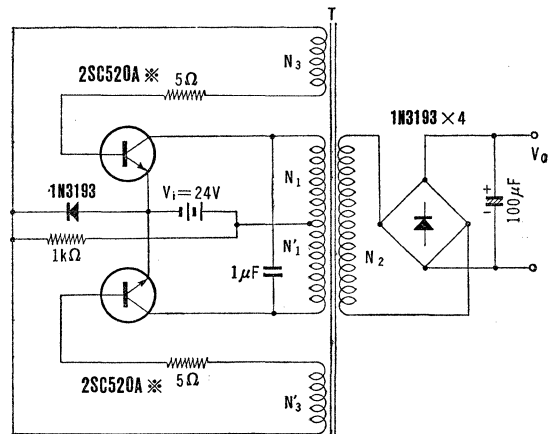
Multivibrator Type
DC-DC Converter Circuit (3)
300V, 40W ($V_i=24V$) 53dB



T: 東芝 RNE (レクタロイ) コア R-45 発振周波数 $f=1\text{kHz}$
 N_1, N_1' : 52T 0.8mm ϕ 能率 $\eta=80\%$
 N_2 : 715T 0.32mm ϕ 周囲温度 $T_a=-20\sim 70^\circ\text{C}$
 N_3, N_3' : 5T 0.32mm ϕ
 ※: 100mm \times 100mm \times 2mm アルミニウム放熱板使用

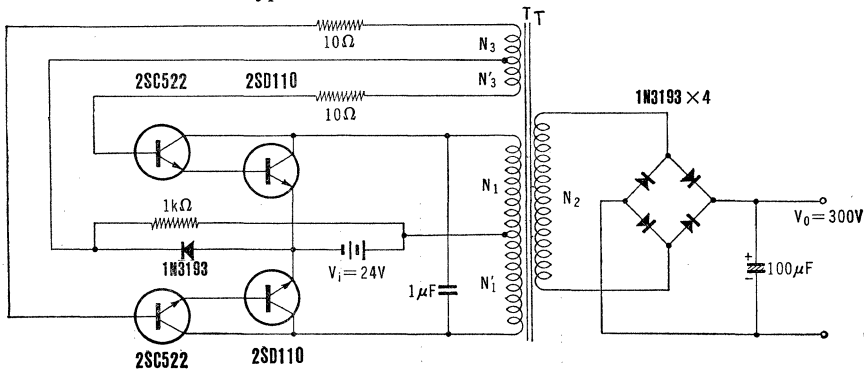
9-10 マルチバイブレータ形
DC-DC コンバータ回路 (4)
300V 80W ($V_i=24V$)

Multivibrator Type
DC-DC Converter Circuit (4)
300V, 80W ($V_i=24V$)



T: 東芝 RNE (レクタロイ) コア R-60 発振周波数 $f=1\text{kHz}$
 N_1, N_1' : 39T 1.0mm ϕ 能率 $\eta=80\%$
 N_2 : 550T 0.5mm ϕ 周囲温度 $T_a=-20\sim 70^\circ\text{C}$
 N_3, N_3' : 5T 0.32mm ϕ
 ※: 10mm \times 100mm \times 2mm アルミニウム放熱板使用

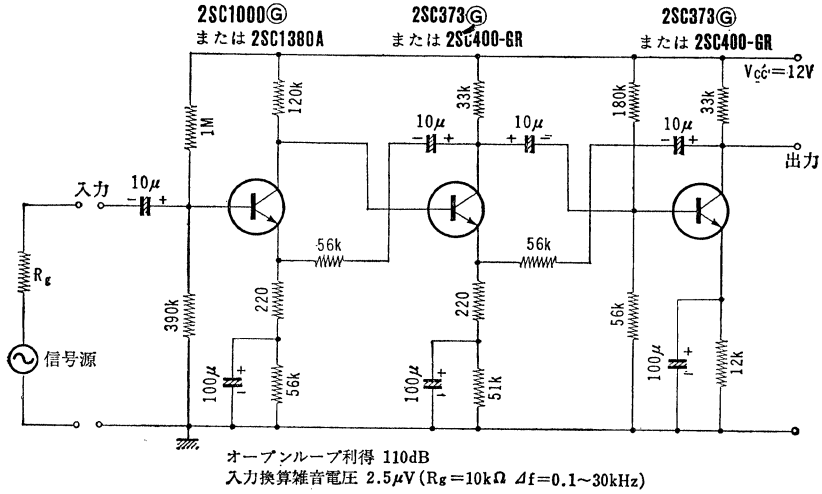
9-11 マルチバイブレータ形 DC-DC コンバータ回路 (5) 300V 130W ($V_i=24V$)
 Multivibrator Type DC-DC Converter Circuit (5) 300V 130W ($V_i=24V$)



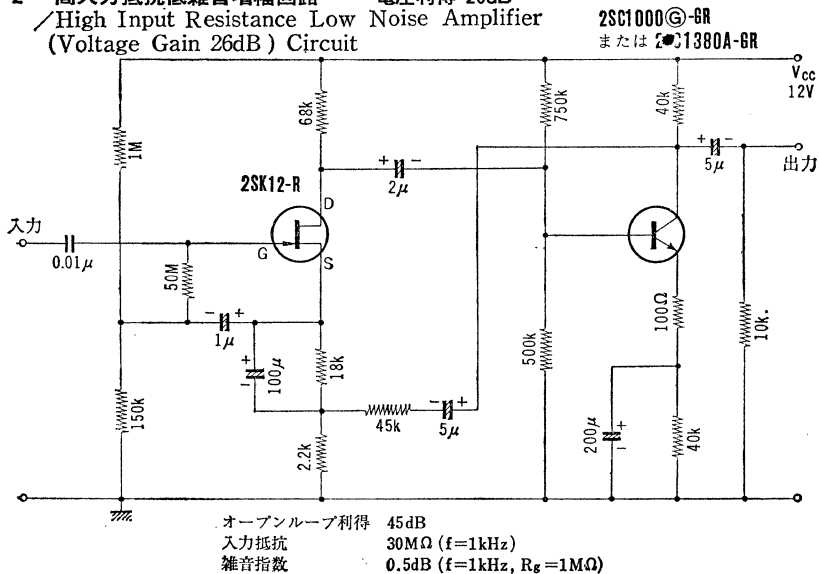
2SD110: 熱抵抗 $2^\circ\text{C}/\text{W}$ の放熱器使用
 2SC523: 熱抵抗 $6^\circ\text{C}/\text{W}$ の放熱器使用
 T: 東芝 RNE (レクタロイ) コア R-60
 N_1, N_1' : 39T 1.0mm ϕ
 N_2 : 550T 0.5mm ϕ
 N_3, N_3' : 5T 0.32mm ϕ
 発振周波数 $f=1\text{kHz}$
 能率 $\eta=80\%$
 周囲温度 $T_a=-20\sim 70^\circ\text{C}$

10. 低雑音増幅回路 / Low-Noise Amplifier Circuit

10-1 低雑音増幅回路 電圧利得80dB / Low Noise Amplifier Circuit (Voltage Gain 80dB)

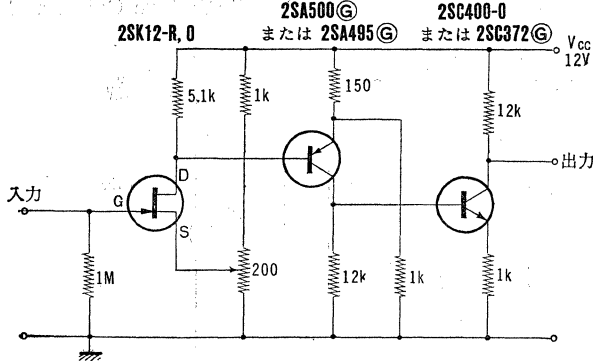


10-2 高入力抵抗低雑音増幅回路 電圧利得 26dB / High Input Resistance Low Noise Amplifier (Voltage Gain 26dB) Circuit



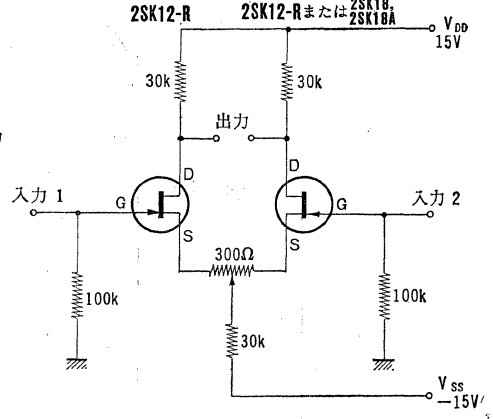
11. FETを用いた回路 / Circuit Using FET

11-1 FET直結増幅回路 電力利得 62dB 最小検出信号 ~1mV
FET Direct-Coupling Amplifier Circuit Power Gain 62dB,
Minimum Detecting Signal ~1mV

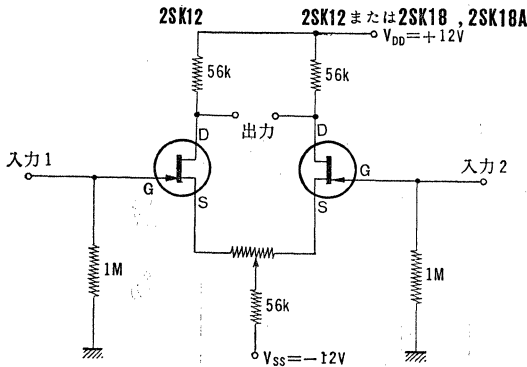


2SK12のバイアスドレイン電流値をドレイン電流の温度係数が零となる値以上に選び、ドレイン電流に負の温度係数を持たせ、次段V_{BE}の温度係数と相殺するようにして、温度補償し、出力の温度ドリフトを軽減します

11-2 FET差動増幅回路 (1)
電圧利得 26dB
FET Differential Amplifier
Circuit (1) (Voltage gain 26dB)



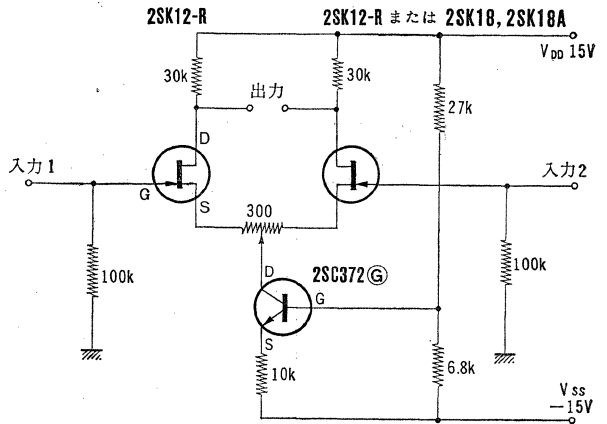
11-3 FET差動増幅回路 (2) 電圧利得 16dB
FET Differential Amplifier Circuit (2)
(Voltage Gain 16dB)



入力換算温度ドリフト電圧
($V_D/4T$) 40μV/°C
電圧ドリフト
(V_D/V_{DD}) 0.04%

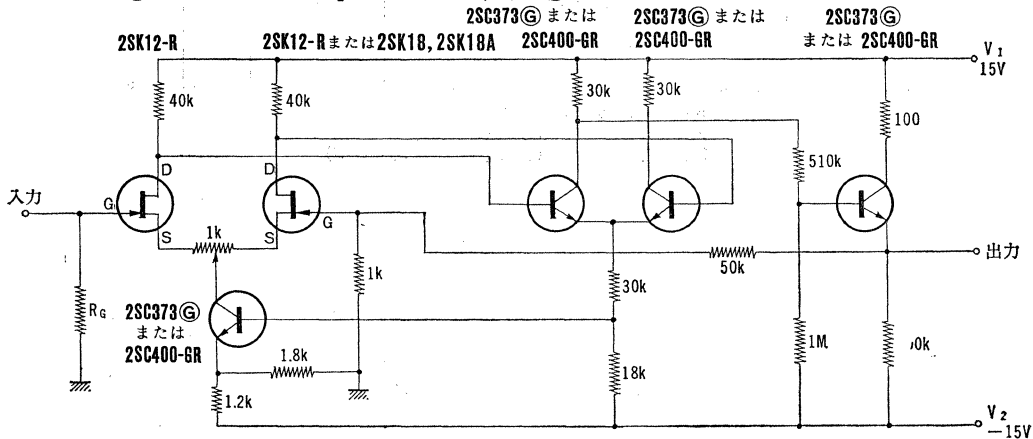
電圧ドリフト
(V_D/V_{SS}) 0.9%
 V_D : 入力換算ドリフト電圧 (V)

11-4 FET差動増幅回路 (3) 電圧利得 26dB
FET Differential Amplifier Circuit (3)
(Voltage Gain 26dB)



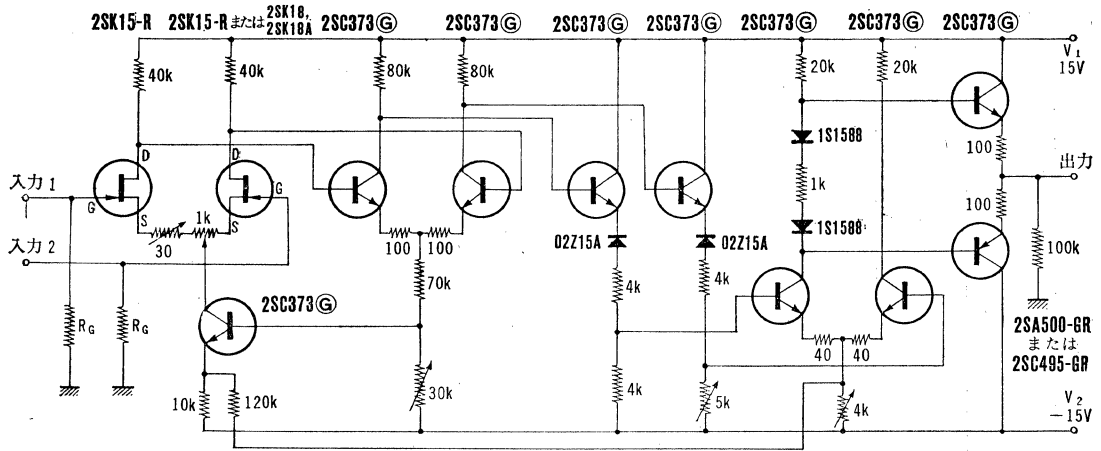
使用FETのペア規格 I_{DSS}の差10%以内とします
弁別比 CMR=76dB ($\Delta I_{DSS}/I_{DSS}=10\%$)

11-5 FET二段差動増幅回路 電圧利得 34dB (オープンループ利得 53dB)
FET 2-Stage Differential Amplifier Circuit, Voltage Gain 34dB (Open Loop Gain 53dB)



11-6 FET三段差動増幅回路 オープンループ利得 98dB

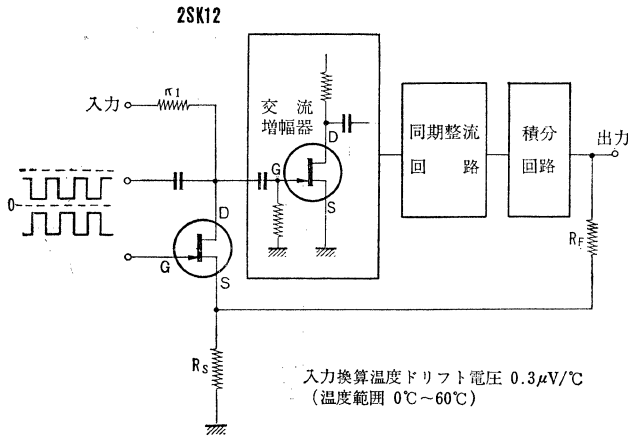
FET 3-Stage Differential Amplifier Circuit (Open Loop Gain 98dB)



トランジスタ 2SC373Ⓞの代りに 2SC400-GR を使用できます

11-7 FETチョッパー増幅回路

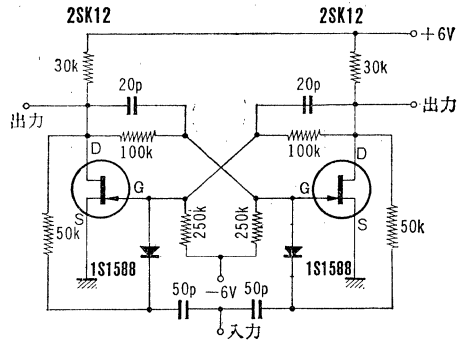
FET Chopper Amplifier Circuit



入力換算温度ドリフト電圧 $0.3\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
(温度範囲 $0^\circ\text{C}\sim 60^\circ\text{C}$)

11-8 FETフリップフロップ回路

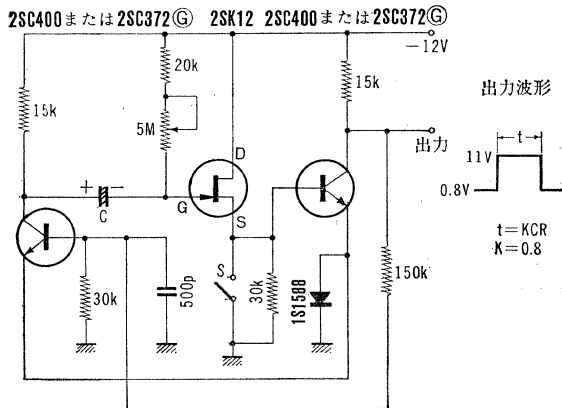
FET Flip-Flop Circuit



$V_T(\text{max}) = 20\text{V}$
 $V_T(\text{min}) = 4.5\text{V}$ V_T : トリガ電圧
(トリガ周波数 $f = 0.5\sim 100\text{kHz}$)

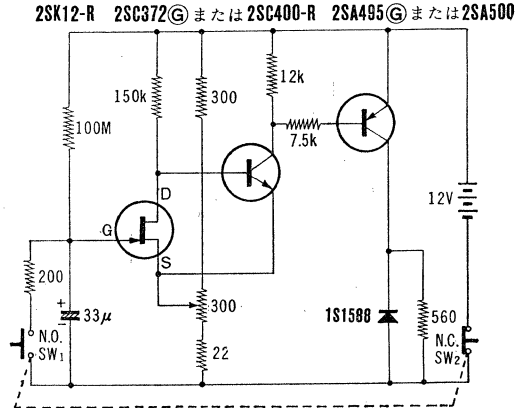
11-9 FETタイマー回路 (1)

FET Timer Circuit (1)



11-10 FETタイマー回路 (2) 動作時間10分

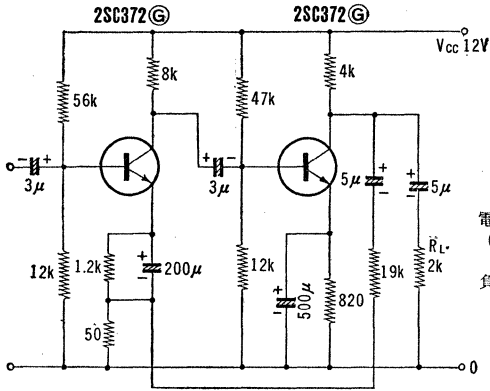
FET Timer Circuit (2) (Operating Time 10 min.)



12. 低周波増幅回路 / Low Frequency Amplifier Circuit

12-1 RC結合増幅回路

RC Coupling Amplifier Circuit

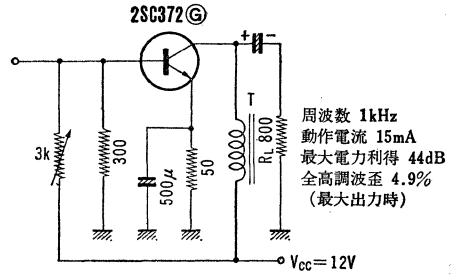


電圧利得 48dB
($f=8\text{Hz}\sim 2\text{MHz}$)
 $R_g=1\text{k}\Omega$
負帰還 15dB

12-2 A級シングル電力増幅回路 (1)

$P_o=55\text{mW}$

Class A, Single-Power Amplifier
Circuit (1) $P_o=55\text{mW}$



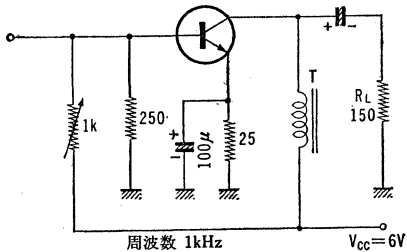
周波数 1kHz
動作電流 15mA
最大電力利得 44dB
全高調波歪 4.9%
(最大出力時)

12-3 A級シングル電力増幅回路 (2)

$P_o=75\text{mW}$

Class A, Single-Power Amplifier
Circuit (2) $P_o=75\text{mW}$

2SC366Ⓞ-Rまたは2SC367Ⓞ-R



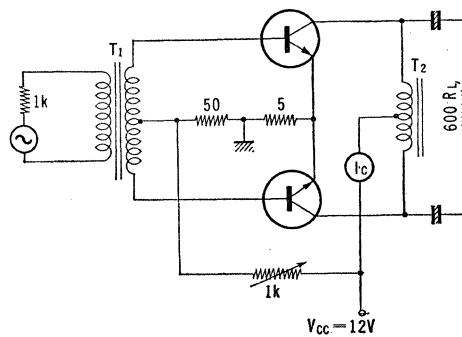
周波数 1kHz
動作電流 22mA
最大電力利得 31dB
全高調波歪 5.1%
(最大出力時)

12-4 B級プッシュプル電力増幅回路 (1)

$P_o=200\text{mW}$

Class B, Push-Pull Power Amplifier
Circuit (1) $P_o=200\text{mW}$

2SC372Ⓞ



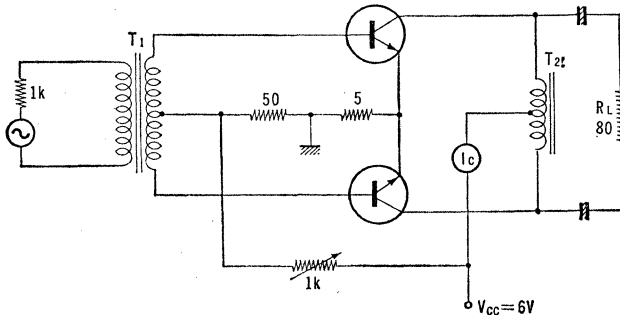
周波数 1kHz
動作電流 20mA
(2個の平均値)
最大電力利得 30.1dB
全高調波歪 2.8%
(最大出力時)

12-5 B級プッシュプル電力増幅回路 (2)

$P_o=400\text{mW}$

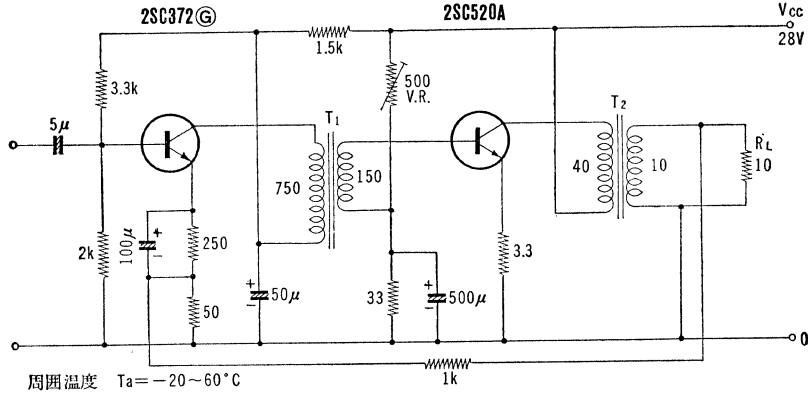
Class B, Push-Pull Power Amplifier Circuit (2) $P_o=400\text{mW}$

2SC367Ⓞ-Rまたは2SC366Ⓞ-R

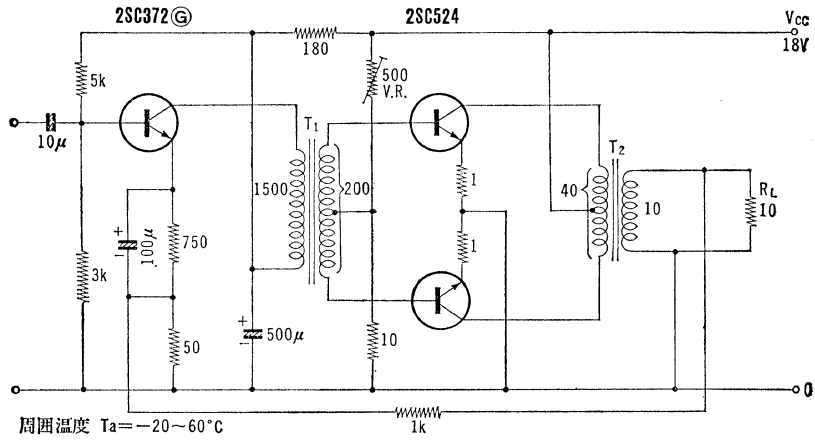


周波数 1kHz
動作電流 140mA
(2個の平均値)
最大電力利得 21dB
全高調波歪 4.7%
(最大出力時)

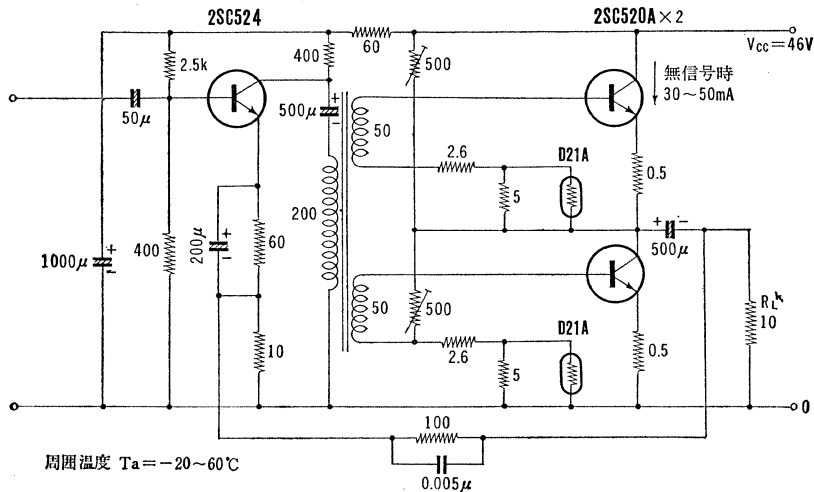
12-6 トランス結合A級電力増幅回路 $P_o = 5W (V_i = 0.4V)$
Transformer-Coupling, Class A Power Amplifier Circuit



12-7 トランス結合B級電力増幅回路 $P_o = 7W (V_i = 0.6V)$
Transformer-Coupling, Class B Power Amplifier Circuit



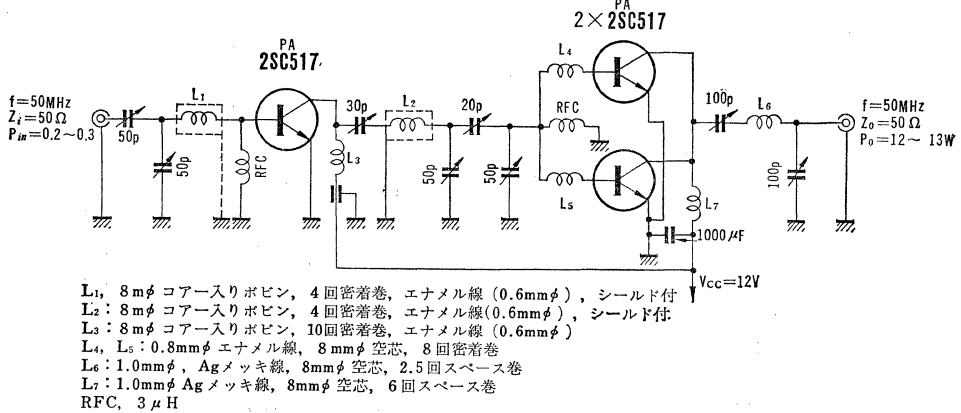
12-8 入力トランス付SEPP電力増幅回路 $P_o = 20W (V_i = 1.5V)$
SEPP Power Amplifier Circuit with Input Transformer



13 高周波電力増幅回路/HF Power Amplifier Circuit

13-1 50MHz AM/FM 10W 電力増幅回路

50MHz AM/FM 10W power Amplifier Circuit

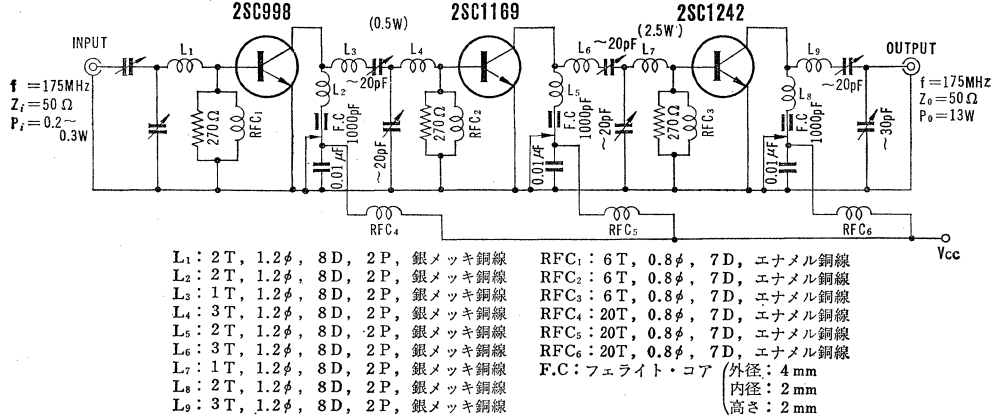


13-2 175MHz FM 10W 電力増幅回路

175MHz FM 10W Power Amplifier Circuit

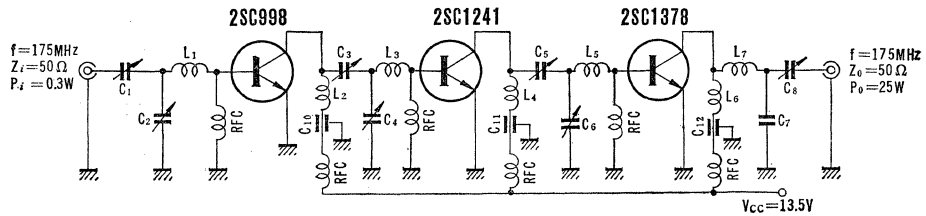
2SC998-2SC1169-2SC1242

$f=175\text{MHz}$ ストレート3段電力増幅回路



13-3 175MHz FM 20~25W 電力増幅回路

175MHz FM 20~25W Power Amplifier Circuit



$C_1\sim C_6$: 20pF MAX セラミックスバリコン

C_7, C_8 : 20pF MAX エアバリコン

$C_{10}\sim C_{12}$: 1000pF 貫通コンデンサ, 0.01μF 並列

L_1 : 2T, 1.2φ, 8D, 2P, 銀メッキ銅線

L_2 : 2T, 1.2φ, 8D, 2P, 銀メッキ銅線

L_3 : 1T, 1.2φ, 8D, 2P, 銀メッキ銅線

L_4 : 1T, 1.2φ, 8D, 2P, 銀メッキ銅線

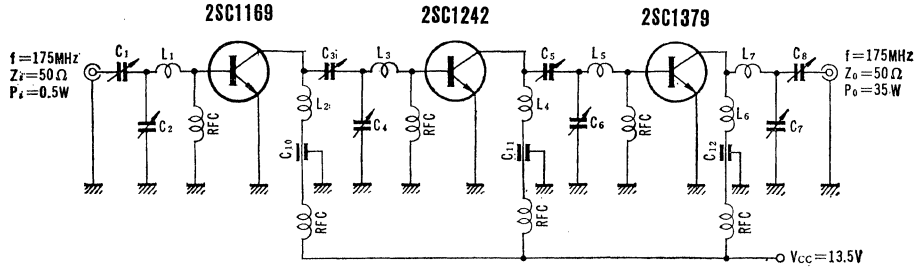
L_5 : 1T, 1.2φ, 8D, 2P, 銀メッキ銅線

L_6 : 3T, 1.2φ, 8D, 2P, 銀メッキ銅線

L_7 : 1T, 1.2φ, 8D, 2P, 銀メッキ銅線

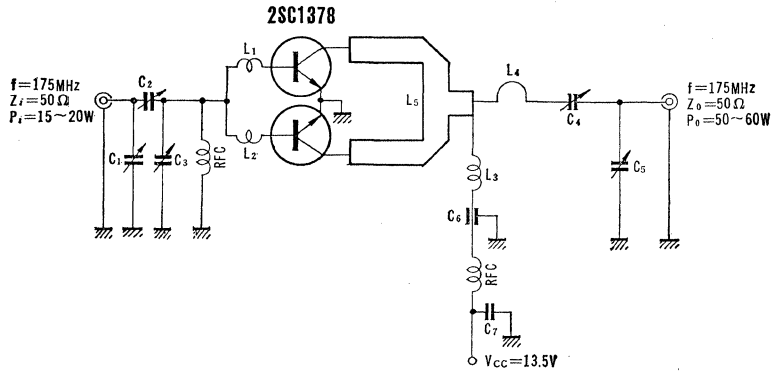
RFC: 1/2W, 500Ω ソリッド抵抗に 0.5mmφ エナメル線 10T 密巻

13-4 175MHz FM 35~40W出力用電力増幅回路
175MHz FM 35~40W Power Amplifier Circuit




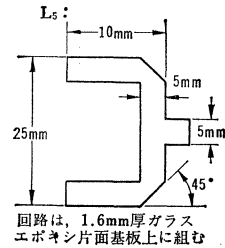
- $C_1 \sim C_4$: 30pF MAX セラミックバリコン
 $C_5 \sim C_7$: 30pF MAX エアバリコン
 $C_{10} \sim C_{12}$: 1000pF 貫通コンデンサ, 0.01 μ F 並列
 L_1 : 3 T, 1.2 ϕ , 8 D, 2 P, 銀メッキ銅線
 L_2 : 2 T, 1.2 ϕ , 8 D, 2 P, 銀メッキ銅線
 L_3 : 1 T, 1.2 ϕ , 8 D, 2 P, 銀メッキ銅線
 L_4 : 2 T, 1.2 ϕ , 8 D, 2 P, 銀メッキ銅線
 L_5 : 1 T, 1.2 ϕ , 8 D, 2 P, 銀メッキ銅線
 L_6 : 2 T, 1.2 ϕ , 8 D, 2 P, 銀メッキ銅線
 L_7 : 1 T, 1.2 ϕ , 8 D, 2 P, 銀メッキ銅線
 RFC: 1/2W, 500 Ω ソリッド抵抗に0.5mm ϕ エナメル線20T 密巻

13-5 175MHz FM 50~60W出力用電力増幅
175MHz FM 50~60W Power Amplifier

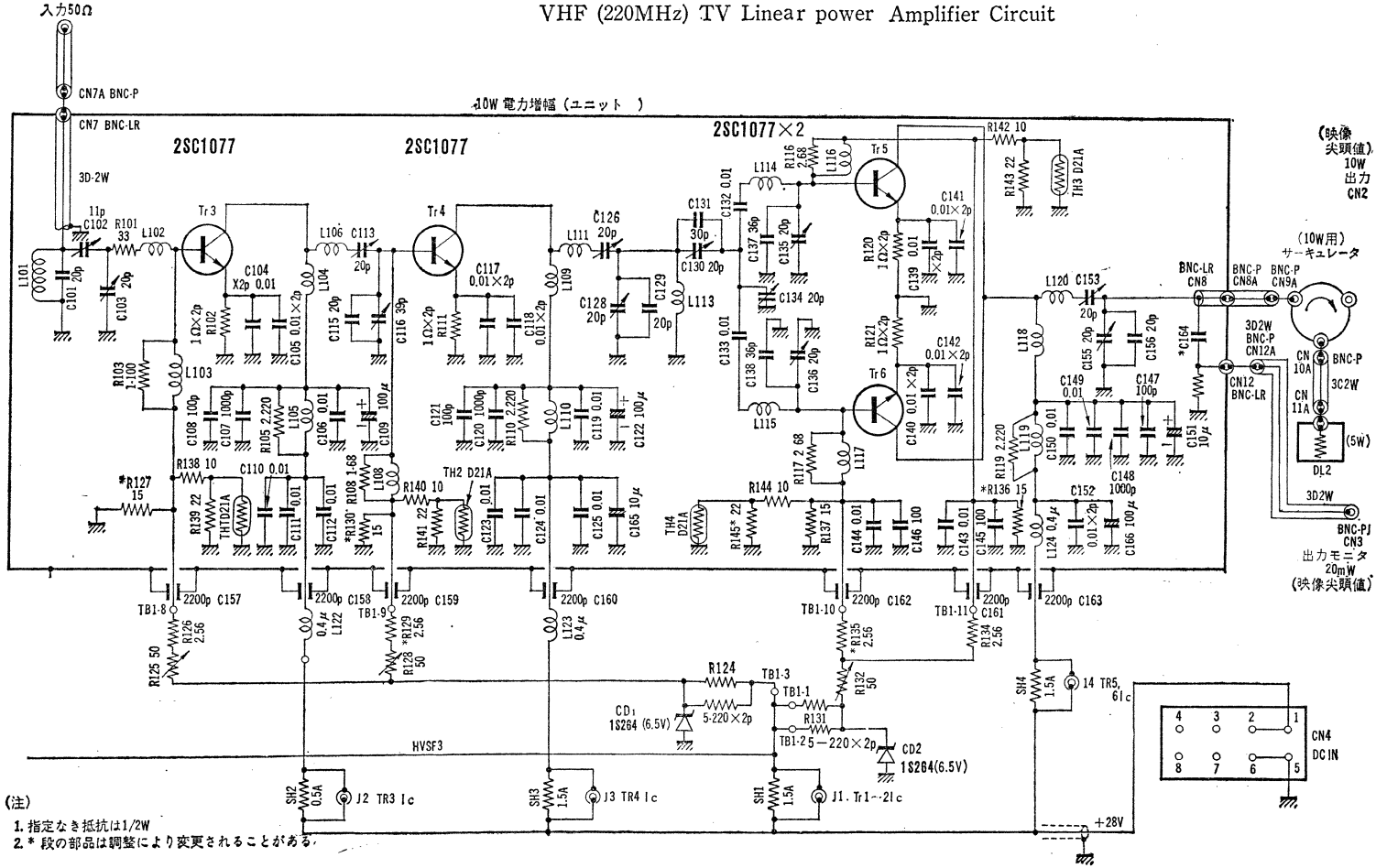


- C_1 : 30pF エアバリコン, 30p セラミックコン並列
 C_2 : 20pF エアバリコン
 C_3 : 40pF エアバリコン
 C_4 : 40pF エアバリコン
 C_5 : 50pF エアバリコン
 L_1, L_2 : 2 T, 1.0 ϕ , 8 D, 3 P, 銀メッキ銅線
 L_3 : 2 T, 1.0 ϕ , 8 D, 5 P, Ag メッキ銅線

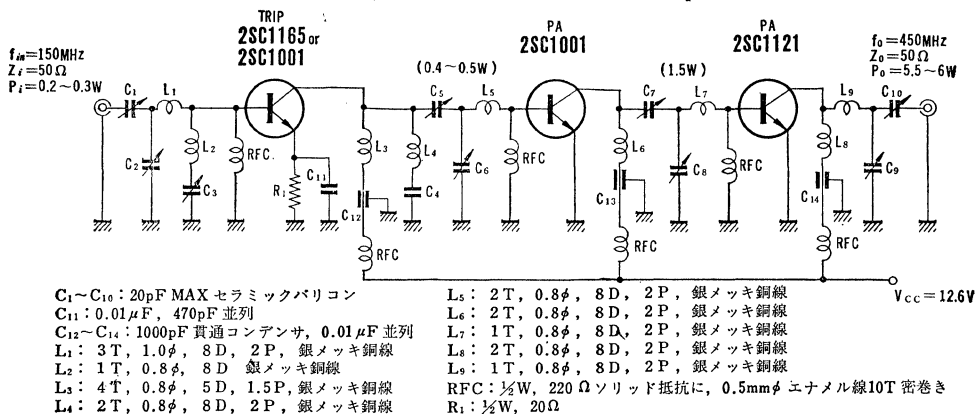
- L_4 :  1.2mm 銀メッキ銅線
 RFC: 1/2W, 500 Ω に0.5mm ϕ エナメル線20T 密巻
 C_6 : 1000pF ボタンコンデンサ, 0.01 μ F セラミック並列
 C_7 : 0.01 μ F 並列



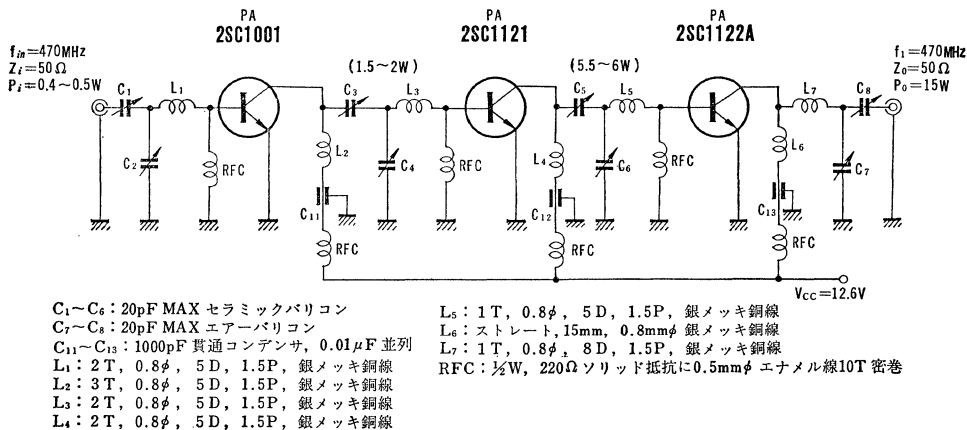
13-6 テレビVHF帯 (220MHz帯) リニアアンプ
VHF (220MHz) TV Linear power Amplifier Circuit



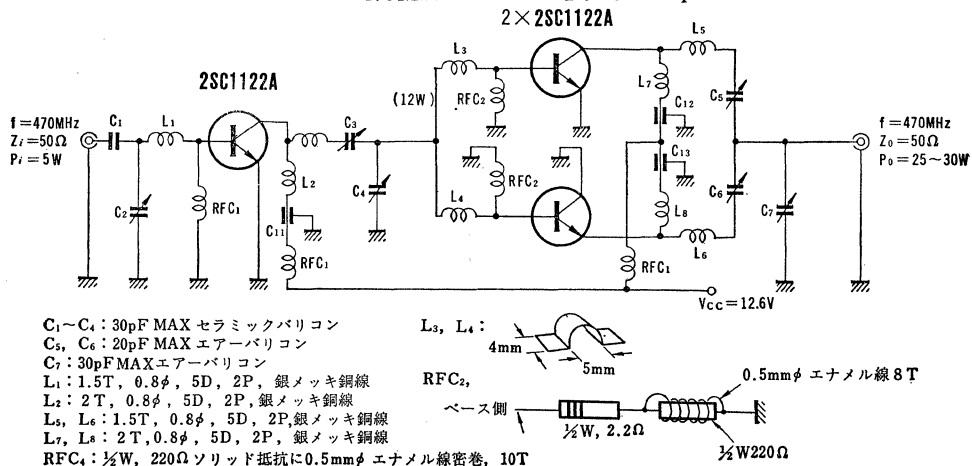
13-7 470MHz FM 5W電力増幅回路
470MHz FM 5W Power Amplifier Circuit



13-8 470MHz 10W電力増幅回路
470MHz FM 10W Power Amplifier Circuit

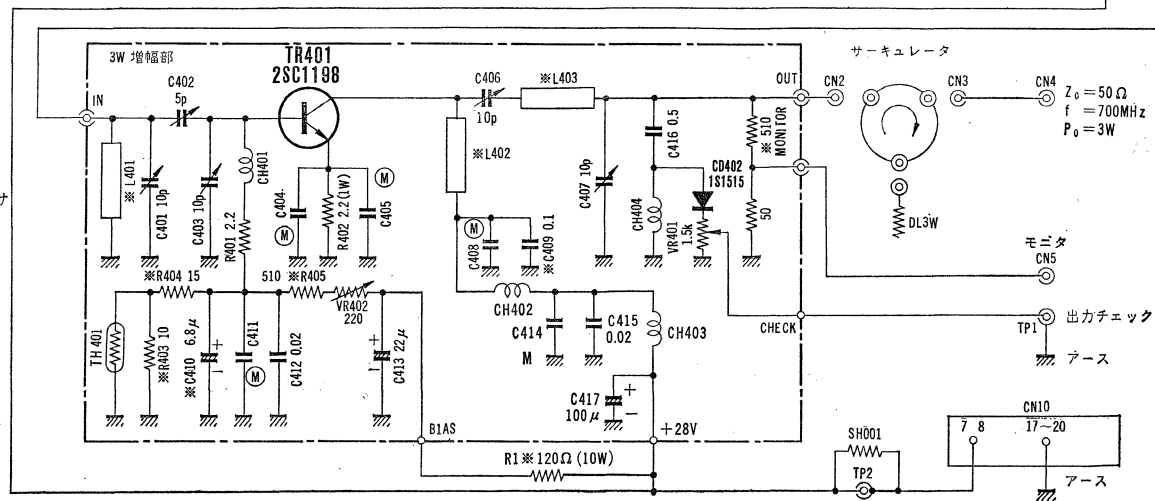
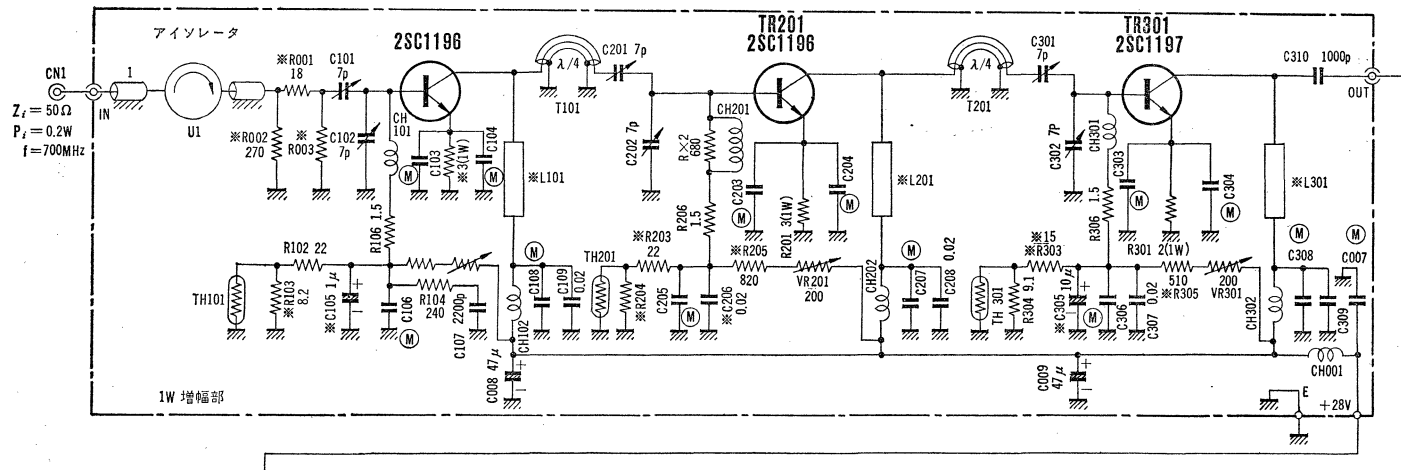


13-9 470MHz FM 25W電力増幅回路
470MHz FM 25W Power Amplifier Circuit



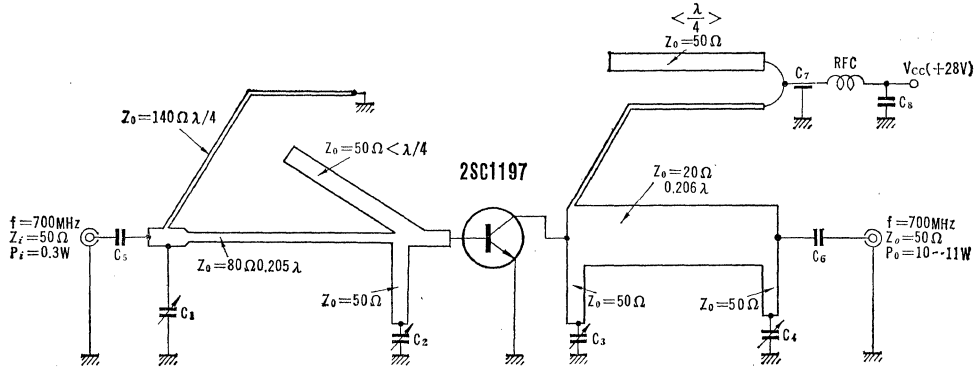
13-10 700MHz テレビUHF帯送信用リニアアンプ(3W映像尖頭値)出力用

700MHz Linear Power Amplifier Circuit for UHF TV Transmitter (3W Video Peak Power)



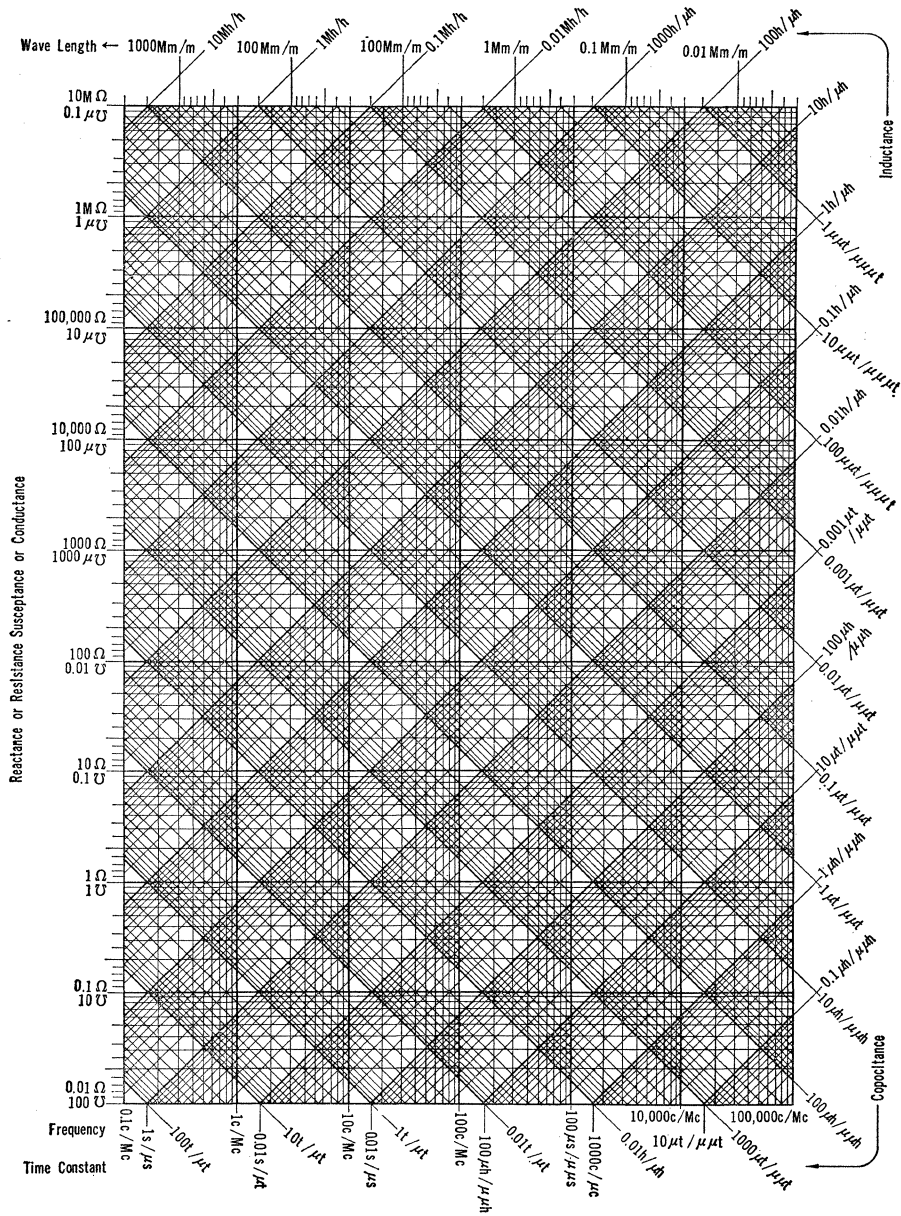
- (注)
- (1) ※印は調整による
 - (2) ⊕は4700pFの接地コンデンサ指定なき抵抗は1/2W
 - (3) 電源チョーク(CH102, CH202, CH302, CH402, CH473)は220Ωにエナメル線を巻く

13-11 700MHzストリップライン出力回路
700MHz Strip Line Power Amplifier Circuit

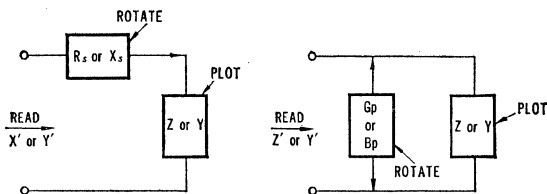


- $C_1 \sim C_4$: ピストン形エアーバリコン 14pF Johanson
 $C_5 \sim C_6$: チップコンデンサ 1000pF ムラタ
 C_7 : 貫通コンデンサ 1000pF ムラタ
 C_8 : 電解コンデンサ 10 μ F
 回路はフッロガラス銅張り基板 ($\epsilon = 2.7$) に作成

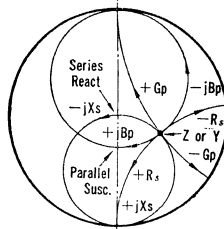
リアクタンスチャート / Reactance Chart



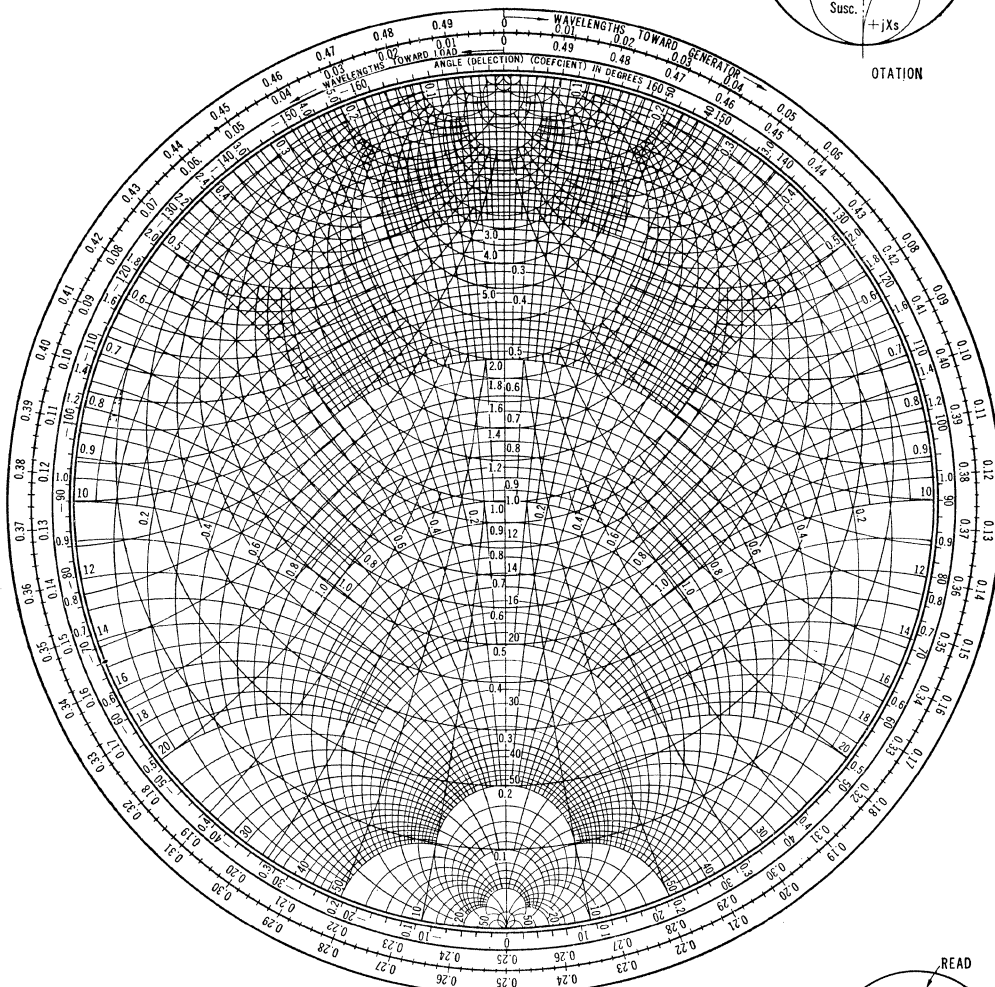
イミタンスチャート / Immittance Chart



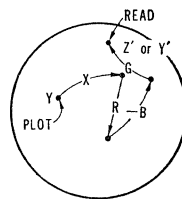
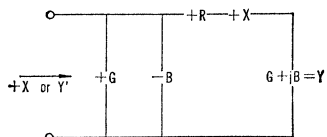
PLOT or READ $-X_s + B$ PLOT or READ $+X_s - B$



ROTATION

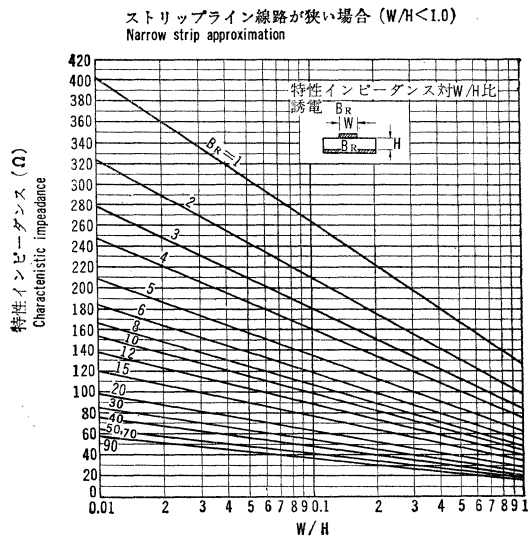
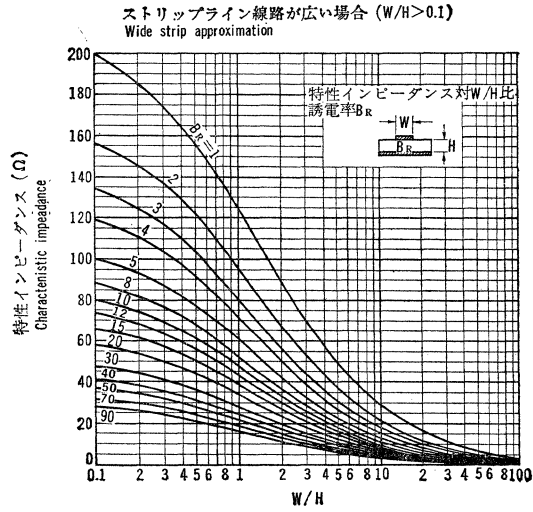


Example :
(ALL VALUES NORMALIZED)



(資料提供 RCA社)

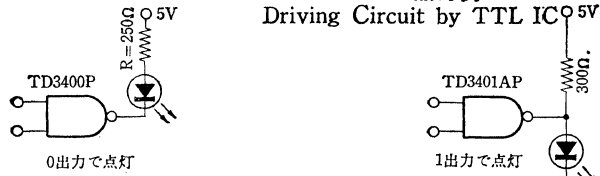
ストリップラインの特性インピーダンス (ウェラー) Microstrip characteristic impedance (Calculated from work of Wheeler)



14 発光ダイオード/Light Emitting Diode

14-1 TTLによる点灯例

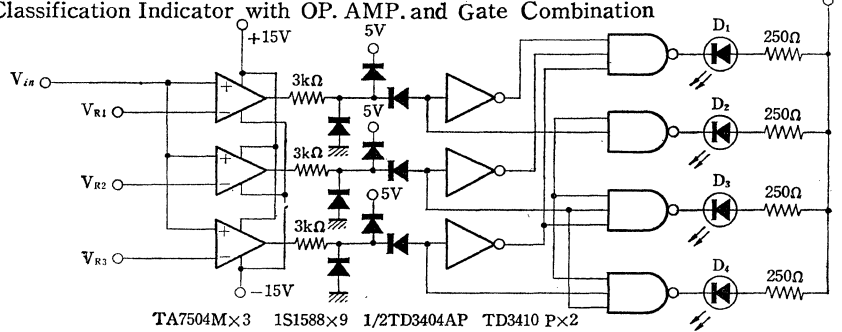
Driving Circuit by TTL IC 5V



14-2 OP AMPとGATEを用いた分類表示

/Classification Indicator with OP. AMP. and Gate Combination

(OPEN COLLECTOR OUTPUTのみ可能)



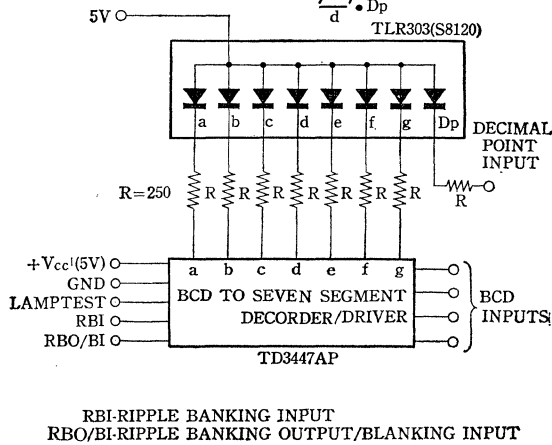
TA7504M×3 1S1588×9 1/2TD3404AP TD3410 P×2

入	レ	ベ	ル	点灯
V_{R3}	,	V_{R2}	, $V_{R1} > V_{in}$	D1
V_{R3}	,	$V_{R2} > V_{in}$	$> V_{R1}$	D2
$V_{R3} > V_{in}$	$> V_{R2}$,	V_{R1}	D3
$V_{in} > V_{R3}$,	V_{R2}	, V_{R1}	D4

ただし入力レベルは $13V > V_{in}$, V_{R1} , V_{R2} , $V_{R3} > -13V$ です。

14-3 TLR303 (S 8120) 表示回路/Display Circuit of TLR 303 (S8120)

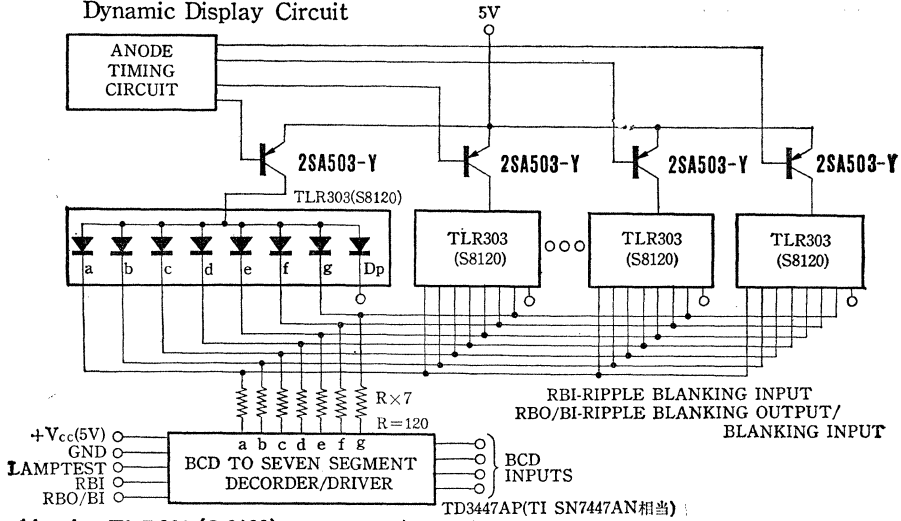
1) スタティック表示回路例および真理値表
Static Display Circuit and Truth Table



真理値表 TRUTH TABLE

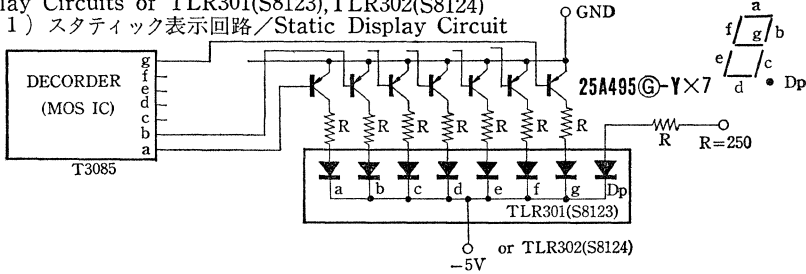
BCD INPUT				DISPLAY INPUT OR DECODER OUTPUT							DISPLAY
A	B	C	D	a	b	c	d	e	f	g	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2
1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3
0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	4
1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	5
0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	6
1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	7
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8
1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	9

2) ダイナミック表示回路例
Dynamic Display Circuit

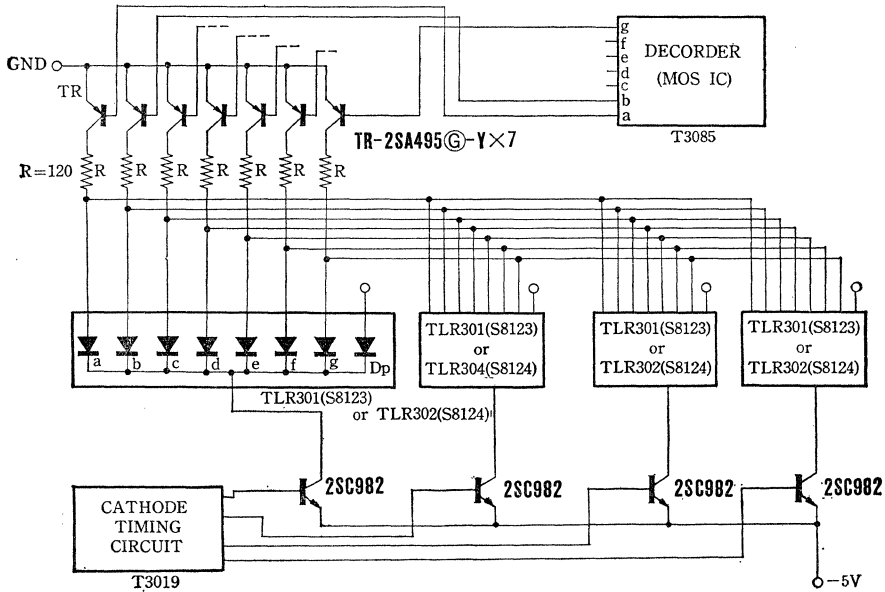


14-4 TLR301 (S 8123) , TLR302 (S 8124) 表示回路
Display Circuits of TLR301(S8123), TLR302(S8124)

1) スタティック表示回路/Static Display Circuit



2) ダイナミック表示回路例/Dynamic Display Circuit



半 導 体 素 子 選 択 早 見 表
Quick Reference and Classification Table

トランジスタ

一般用 高周波トランジスタ

Consumer Use High Frequency Transistor

用途 Frequ. 周波数 MHz	機種 Apparatus Description	小 信 号 / Si-Small Signal		大 信 号 Si-Large Signal
		増 幅 用 / Amplifier	発 振 用 OSC	
0.55	TV AGC同期	2SC372F, 2SA495		
1.0	→ BC Band Radio	2SA49(IF), 2SA52(Conv.), 2SA53(IF) 2SC372F(RF, Conv, IF) 2SC941(RF増幅低雑音, Conv.)		
2.0	→ TV Video 増幅	2SC372F		2SC983 2SC788 (12形出力) (19形出力) 2SC995, 2SC996 2SC1168 (カラー-TV出力) (カラー-TV出力)
5.0	■ TV SIF	2SC380 TV, 2SC380A TV		
10	短波 Radio	2SC372F, 2SC394		
20	■ FM IF	2SC380, 2SC380A, 2SC381(ステレオ用)		
30	■ TV PIF(日本現) → トランジスタ	2SC394(RF MIX), 2SC372F(IF)	2SC372F, 2SC482	
50	■ TV PIF(ヨーロッパ) ■ TV PIF(USA) → トランジスタ ■ TV PIF(日本新)	2SC382, 2SC383, C388A, (1st.) (3rd) (3rd) 2SC785 (MIX) (RF) 2SC784 2SC786 2SK19 2SC481 3SK22 (RF) (RF) (FET)	2SC481 2SC394, 2SC785	
100	FM			2SC994 (てい倍用)
200	VHF TV	2SC398(RF) 2SC399(Conv.) 3SK35(FET, RF) ☆3SK44	2SC385A	2SC1164 (共聴増幅器用)
500	↑			
1000	UHF TV	2SC787(RF) 2S101b 2S1230	2SC387A S1230	S1003A
5000		2SC1193 2SC1200 S1166 2SC1236 S1229 S1182 S1201	S1166	S1071 S1151 S1200

☆印品種については別途お問合わせください。
 形名右上のFはファミリーを表わします。/ Suffix F indicate its family

一般用 低周波トランジスタ / Consumer Use Low Frequency Transistor

分類 Classification	コレクタ損失 Collector Dissipation P _c	シリコン・トランジスタ / Silicon Transistor						ゲルマニウム トランジスタ Germanium Transistor
		V _{CEO} (V _{CEr})						
		<30V	50V	80V	110V	120~300V	>1000V	
小電力低雑音 Voltage Amp. Low Noise	~200mA	2SC378 2SC732 2SA494	2SK30A 2SC1000 2SA493 ☆2SC1416A					2SB439 2SB440
小電力増幅用 Pre Driver Small Power	~300mW	2SC372F 2SC733 2SA495 (2SC735 2SA509	(2SC734 2SA561					2SB54 2SB56 2SA562 2SB364, 365 2SB415
中出力用 Medium Power	0.31~1W	(2SC509 2SA509 2SC496 2SA496 2SC482	(2SC495 2SA605 2SC498 2SA498 2SC486 2SA486 2SC1166 2SA661	(2SC497 2SA497 2SC485 2SA485 2SC1382 2SA682	(2SC484 2SA484	2SC983 2SC995・ 2SC788・		
	1.1~10W (T _c =25°C)	(2SC1173 2SA473				2SC515A 2SC996・		2SB461 2SB463
大出力用 High Power	11~30W (T _c =25°C)	(2SD235 2SB435	2SD130 (2SD234 2SB434 2SC789 (60V) 2SA489 (60V) 2SA490 (40V) 2SC790 (40V)	2SC791 2SD129		2SC782 (2SC783☆ 2SA483☆ 2SC508・ 2SC1168		
	31~60W (T _c =25°C)		2SC494 2SC789	☆(2SD371 2SB531 2SC793 2SA663		2SC558・ 2SC792・	2SC642・ 2SC642A・ 2SC643・ 2SC643A・ 2SC1004・ 2SC1004A・ 2SC1167・ 2SC1171・ 2SC1170B・ 2SC1172・ 2SC1172A・ 2SC1172B・	
	61~200W (T _c =25°C)			☆(2SD370 2SB530 2SD119 2SC1080 2SA680	2SD118 (2SC1079 2SA679	2SC1195		

・TV用品種 / TV Deflection Use.
(はコンプリメンタリ・ペアを示す。PNP/NPN Compliment.)

通信工業用トランジスタ(分類表) / Communication and Industrial Application Transistor (Classification Table)

分類/Classification		シリコン・トランジスタ(NPN) / Silicon NPN Transistor							
IcMAX	PcMAX	基幹製品 Basic Products		高周波 High Frequency	高速度 High Speed	高耐圧 High Voltage	低雑音 Low Noise	官 NHK規格	
		代表品名 Main Types	同分類 Subclassification						
小電力用 Small Power	~100mA	~200mW	2SC372ⒸF	2SC372Ⓒ 2SC373Ⓒ 2SC980Ⓒ 2SC980AⒸ	2SC387AⒸ	2SC752Ⓒ	2SC780AⒸ	2SC1000Ⓒ	
	~100mA	~250mW	2SC400	2SC400 2SC979 2SC979A 2SC1380	2SC390 2SC392 2SC392A	2SC395A		2SC1380A	2SC587Ⓒ 2SC587Ⓒ 2SC595Ⓒ
	~400mA	~300mW	2SC367ⒸF 2SC982	2SC366Ⓒ 2SC367Ⓒ 2SC982					
中電力用 Medium Power	100 ~300mA	~750mW	2SC594	2SC507 2SC594	2SC1199		2SC505 2SC506 2SC507		2SC594Ⓒ
	600 ~800mA	~800mW	2SC503F	2SC503 2SC504					2SC560Ⓒ
	~1.5A	~800mW	2SC509Ⓒ 2SC510F	2SC509Ⓒ 2SC510 2SC512					2SC516Ⓒ 2SC516AⒸ
大電力用 High Power	1.5~5A	10~30W (Tc=25°C)	2SC522F	2SC522 2SC524 2SD102 2SD103			2SC779		2SC833Ⓒ
	~7A	~50W (Tc=25°C)	2SC519AF	2SC519A 2SC520A 2SC521A					2SD51Ⓒ 2SD51AⒸ
	~10A	~100W (Tc=25°C)	2SD110F	2SD110 2SD111					2SD52Ⓒ 2SD52AⒸ 2SD53Ⓒ 2SD53AⒸ
	20~30A	~200W (Tc=25°C)	2SD113F	2SD113 2SD114					2SD55Ⓒ 2SD55AⒸ
高周波高出力用 High Frequency High-Power		27MHz帯 (イ)低電圧電源用 (イ)低電圧電源用 Low Voltage Use Low Voltage Use		150MHz帯 (ロ)高電圧電源用 High Voltage Use	470MHz帯 (イ)低電圧電源用 (イ)低電圧電源用 Low Voltage Use Low Voltage Use	700MHz帯 (イ)高電圧電源用 High Voltage Use			2SC597Ⓒ 2SC598Ⓒ 2SC600Ⓒ
電界効果トランジスタ Field Effect Transistor (FET)		2SK15F	2SK11 2SK12 2SK15 2SK48	3SK28			2SK15	2SK12Ⓒ	
マイクロ波用 Microwave		2SC1236 S1201 S1010 S1166 2SC1200 S1003A	S1200 S1201 S1010 S1166 2SC1200 S1003A S1182 S1229		S1182		2SC1193 2SC1236 S1200 S1201 S1229 S1010		

シリコン・トランジスタ (PNP) / Silicon Transistor						
公 庁 向	基 幹 製 品 / Basic Products		高 耐 圧	官 公 庁 向		低 雑 音
防衛庁認定品	代 表 品 名 Main Type	同 分 類 Subclassification	High Voltage	N H K 規 格	防衛庁認定品	Low Noise
	2SA495Ⓒ	2SA495Ⓒ	2SA429Ⓒ 2SA502			2SA493Ⓒ
2SC390-M 2SC400-M	2SA500F	2SA499 2SA500		2SA522Ⓔ 2SA522AⒺ	2SA499-M 2SA500-M	
	2SA467Ⓒ	2SA467Ⓒ				
2SC594-M	2SA594	2SA594			2SA594-M	
2SC503-M	2SA503F 2SA509Ⓒ	2SA503 2SA504 2SA509Ⓒ		2SA560Ⓔ	2SA503-M	
2SC510-M 2SC512-M	2SA510F	2SA510 2SA512		2SA516Ⓔ 2SA516AⒺ	2SA510-M	
2SC522-M 2SC524-M 2SD103-M	2SB502F	2SB502 2SB503				
2SC519A-M 2SC520A-M	2SA656F	2SA656 2SA657 2SA658				
2SD110-M 2SD111-M	(注) 1. 2SK11, 12, 15, 18, 18A, 48はNチャネル/N Channel FET 2. Ⓒ: 通信工業用グリーントランジスタ, エボキシ封止 (2-5B) Ⓔ: NHK半導体仮規格トランジスタ 3. コンプリメンタリ用トランジスタ / Compliment. 2SC372Ⓒ-2SA495Ⓒ, 2SC367Ⓒ-2SA467Ⓒ, 2SC400-2SA500, 2SC503F-2SA503F, 2SC510F-2SA510F 2SC595Ⓔ-2SA522Ⓔ, 2SC560Ⓔ-2SA560Ⓔ, 2SC516Ⓔ-2SA516Ⓔ, 2SC516AⒺ-2SA516AⒺ 2SB502F-2SD102F, 2SC519AF-2SA656F 4. 形名右上のFはファミリーを表わします。 / Suffix F indicate its family					
2SD113-M 2SD114-M						

通信工業用トランジスタ

用途 Application	使用周波数 Frequency Range	使用電力 Power Range	シリコントランジスタ/Silicon Transistor						備考 Remarks
			P		N		P		
			V _{CEO} <40V	V _{CEO} >40V	V _{CEO} <40V	V _{CEO} >40V	V _{CEO} <40V	V _{CEO} >40V	
低雑音増幅器 Low Noise Amplifier	A F (オーディオ周波数)	~100mW		2SA493◎☆	2SK12 2SK12N 2SK18 2SK18A 2SK15	2SC1380A 2SC1000◎		注1.2SK12, 3SK28: 2SK18, 2SK18A, 2SK15 NチャンネルFET N channel FET 2.◎:通信工業用グリーン トランジスタ 3.Ⓝ:NHK半導体仮規 格 Ⓝトランジスタ 4.形名右上のFはファミ リを表わします。 Suffix F indicate its Family shown below 2SC505F: 2SC505, 2SC506 2SA510F: 2SA510, 2SA512 2SC510F: 2SC510, 2SC512 2SC522F: 2SC522, 2SC524 2SC519AF: 2SC519A, 2SC520A 2SC521A 2SD110F: 2SD110, 2SD111 2SD113F: 2SD113, 2SD114 2SA656F: 2SA656, 2SA657 2SA658 5.☆印の品種については別 途お問合わせください。	
低周波増幅 発振用 Amplifier Oscillator	A F (オーディオ周波数)	~100mW	2SA485◎ 2SA500 2SA522N	2SA499 2SA522AN	2SC400 2SC595N 2SC105☆ 2SC372◎ 2SC373◎	2SC980◎ 2SC980A◎ 2SC979 2SC979A			
		100mW ~300mW	2SA495◎ 2SA500 2SA522N 2SA467◎	2SA499 2SA522AN	2SC400 2SC367◎	2SC366◎ 2SC505F 2SC507			
	300mW ~3W	2SA504 2SA509◎	2SA503 2SA560N 2SA510F 2SA516N 2SA516AN 2SA594	2SC504 2SC509◎	2SC503 2SC560N 2SC510F 2SC516N 2SC516AN 2SC507 2SC594 2SC594 N				
	L F (低周波)	3W~10W				2SC522F 2SD102 2SD103 2SC519AF 2SD110F 2SD113F 2SD51N 2SD52N 2SD53N 2SD55N 2SD234◎			
高周波増幅 発振用 Amplifier Oscillator	H F (高周波)	~100mW	2SA495◎ 2SA500 2SA522N	2SA499 2SA522AN	2SC372◎ 2SC373◎ 2SC400 2SC595N 3SK28	2SC980◎ 2SC980A◎ 2SC979 2SC979A			
		100mW ~300mW	2SA495◎ 2SA500 2SA522N 2SA467◎	2SA499 2SA522AN 2SA594	2SC367◎ 2SC400 2SC595N	2SC366◎ 2SC507 2SC594 2SC594N			
		300mW ~3W	2SA504	2SA503 2SA560N 2SA510F 2SA516N 2SA516AN 2SA594	2SC504	2SC503 2SC560N 2SC510F 2SC516N 2SC516AN 2SC507 2SC594			
		3W~		2SA656F		2SC522F 2SC519AF 2SD51N			
VHF増幅 発振用 Amplifier Oscillator ★ UHF増幅 発振用 Amplifier Oscillator	VHF ★ UHF	~100mW			2SC387A◎ 3SK28				
		100mW ~300mW	2SA594		2SC390 2SC392 S1010	2SC547 2SC555			
		300mW ~3W			2SC998 2SC1001★ 2SC1165★ 2SC1199 S1230★ S1003★	2SC547 2SC549 2SC597N 2SC555			
		3W~			2SC1120★ 2SC1121★ 2SC1122A★	2SC549 2SC551 2SC598N 2SC600N 2SC1077			
マイクロ波 増幅用 Microwave Use	L・S バンド	~200mW			2SC1193 2SC1236 S1200 S1201 S1229 S1182				
		200mW~			S1166 2SC1200 S1071 S1151				

電界効果トランジスタ (FET) / Field Effect Transistor

一般用 / General Use

形名 Type	用途 Application	構造 Construction
2SK19	FMチューナー, RF増幅	Nチャネル接合形
2SK30A	低雑音プリアンプ	
3SK22	FMチューナー, RF増幅	
3SK35	RF, MIX, VHF増幅	NチャネルMOS形

通信工業用 / Industrial Use

形名 Type	用途 Application	構造 Construction
2SK11	チョッパ, スイッチング	Nチャネル接合形
2SK12	"	"
2SK15	低周波低雑音増幅	"
2SK18	差動増幅回路用	Nチャネル接合形 (デュアル)完全分離形
2SK18A	"	
2SK48	低周波低雑音増幅	Nチャネル接合形
3SK28	VHF増幅	"
3SK38A	チョッパ回路用	NチャネルMOS形

ユニジャンクション トランジスタ / Unijunction Transistor

形名 Type	構造 Construction	用途 Application
2SH13	Si Pエミッタ形	サイリスタ・ゲート点弧用
2SH14	Si Pエミッタ形	サイリスタ・ゲート点弧用
2SH20	Si Pエミッタ・プレーナ形	サイリスタ・ゲート点弧用 タイマー用
2SH21	Si Pエミッタ・プレーナ形	サイリスタ・ゲート点弧用 タイマー用

フォト トランジスタ / Photo Transistor

形名 Type	構造 Construction	用途 Application
OS14	Ge PNP 合金接合形	一般光電変換
OS18	Si NPN 拡散形	一般光電変換
M8825	Si NPN Epi-PI	光電変換用, 光電式計数装置

M8825をアレイに組込んだものも販売しております。

ダイオード

検波，スイッチング用ダイオード / Detection Switching Diode

逆電圧 V _{RM} (V)	構造用途 Construction Application	Ge 点接触 Point Contact	Ge ゴールドボンド Gold Bond	Si	官公庁向 防衛庁認定品
	1~20			1S73	1S1314 ☆1S2186
21~35			1S73A	1S1588 1S1555 1S1580	1S1973-M
36~45		1N60			
46~55				1S1586 1S1587 1S2460 1S1554	
56~75		1S32 1S34		1S1553 1S1579	1S1972-M
76~100				1S2095A 1S1585	
101~200		1S33		1S2461 1S2091 1S2092	
201~300				1S2462	
301~400				1S2463	

定電圧ダイオード / Zener Diode

V _v 標準値 Typical (V)	250mW Type	1W Type	10W Type	防衛庁 (海幕) 認定品			NHK規格 35W形
				250mW形	1W形	10W形	
4~4.8		1S220	1S262		1Z4.7-M	10Z4.7-M	
4.8~5.8	1S135 02Z5.6A 02Z6.2A 02Z6.8A	1S221	1S263		1Z5.6-M	10Z5.6-M	
5.8~7.0	1S2452-1S2454* 02Z7.5A 02Z8.2A	1S222	1S264	02Z6.2A-M 02Z6.8A-M	1Z6.2-M 1Z6.8-M	10Z6.2-M 10Z6.8-M	
7.0~8.4	02Z7.5A 02Z8.2A	1S223	1S265	02Z7.5A-M 02Z8.2A-M	1Z7.5-M 1Z8.2-M	10Z7.5-M 10Z8.2-M	
8.4~10	02Z9.1A 02Z10A	1S214 1S225	1S266 1S267	02Z10A-M 02Z9.1A-M	1Z9.1-M 1Z10-M	10Z9.1-M 10Z10-M	
10~12	02Z11A 02Z12A	☆1Z12 1S226 1S227	1S268 1S269	02Z12A-M 02Z11A-M	1Z11-M 1Z12-M	10Z11-M 10Z12-M	
12~14	02Z13A 02Z14A	☆1Z12 1S228 1S229	1S270 1S271	02Z13A-M	1Z13-M	10Z13-M	
14~17	02Z15A 02Z16A	1S230~232	1S272~274	02Z15A-M	1Z15-M 1Z16-M	10Z15-M 10Z16-M	
17~20	02Z18A	1S223~235	1S275~277		1Z18-M 1Z20-M	10Z18-M 10Z20-M	
20~24	☆02Z24A	☆1Z24 1S236 1S237	1S278 1S279	20A-M 22A-M 24A-M	1Z22-M 1Z24-M	10Z22-M 10Z24-M	
24~29		1S238 1S239	1S280 1S281		1Z27-M	10Z27-M	
29~35		1S240 1S241	1S282 1S283		1Z30-M 1Z33-M	10Z30-M 10Z33-M	
35~42		1S242 1S243	1S284 1S285		1Z36-M 1Z39-M	10Z36-M 10Z39-M	
42~50		1S244~247	1S286~289		1Z43-M 1Z47-M	10Z43-M 10Z47-M	
50~60		1S248 1S249	1S290 1S291		1Z51-M 1Z56-M	10Z51-M 10Z56-M	
60~72		1S250 1S251	1S292 1S293		1Z62-M 1Z68-M	10Z62-M 10Z68-M	
72~86		1S252 1S253	1S294 1S295		1Z75-M 1Z82-M	10Z75-M 10Z82-M	1S1540(N)
86~100		1S254 1S255	1S296 1S297		1Z91-M 1Z100-M	10Z91-M 10Z100-M	
100~120		1S256~258	1S298~300		1Z110-M 1Z120-M	10Z110-M 10Z120-M	1S1542(N)
120~140		1S259 1S260	1S301 1S302		1Z130-M	10Z130-M	
140~170		1S261	1S303		1Z150-M	10Z150-M	1S1543(N)

*印は温度補償形

☆印品種については別途お問合せください

可変容量 ダイオード / Variable Capacitance Diode

容量 Capacity (PF)	Q(50MHz)		
	1~50	51~100	101~200
1~20		1S2236	1S2094
21~50	1S1658		
51~100	1S1650, 1S1651		

特殊 ダイオード / Special Diode

形名 / Type	構造及び用途 / Construction and Application
I S 144	メータ保護用ダイオード
I S 2093	トリガダイオード・トライアック点弧用

ミキサ ダイオード / Mixer Diode

形名 / Type	構造 / Construction	用途 / Application
I S 1549	Si, Epi-pl, ショットキバリヤ	UHFミキサ, 高周波検波
I S 2187	Si, Epi-pl, ショットキバリヤ	UHFバンドミキサ
S 3006シリーズ	GaAs, Epi, ショットキバリヤ	L~Xバンドミキサ

発光素子 Light Emitting Device

発光ダイオード / Light Emitting Diode

形名 / Type	構造 / Construction	用途 / Application
T L R 101(S 8115)	GaP.LPE	表示
T L R 102	"	"
T L R 103(S 8119)	"	"
T L R 104	"	"

発光表示装置 / Solid State Display

形名 / Type	構造 / Construction	用途 / Application
T L R 301	GaP.LPE	数字表示
T L R 302	"	"
T L R 303	"	"
T L R 304	"	"

フォトカプラー / Photo Coupler

形名 / Type	構造 / Construction	用途 / Application
T L R 501	GaAs, Sipl	フォトカプラー

サーミスタ Thermister

形名 Type	用途 Application	構造 Construction	東芝マーク色 Toshiba Mark	備考 Remarks
D21A	Tr 温度補償	直熱ディスク形	黄	2SB426 B級プッシュプル回路温度補償用
D22A	Tr 温度補償	直熱ディスク形	黄	2SB56 B級プッシュプル回路温度補償用
D33A	Tr 温度補償	直熱ディスク形	白	A級増幅回路温度補償用
D41A	Tr 温度補償	直熱ディスク形	赤	2SB463 B級プッシュプル回路温度補償用
D61A	Tr 温度補償	直熱ディスク形	赤	B級プッシュプル回路温度補償用
D91A	Tr 温度補償	直熱ディスク形	黒	2SB189 B級プッシュプル回路温度補償用

バリスタダイオード Varistor Diode

形名/Type	構造/Construction	用途/Application
M8513A-O	Si, Epi-pl	V = 0.63~0.68V 温度補償用
S 3016-R	Si, Epi-pl	V = 0.595~0.645V 温度補償用

マイクロ波半導体 Microwave Semiconductor

バラクタ ダイオード, ステップリカバリ ダイオード, PIN ダイオード
Varactor Diode, Step Recovery Diode, Pin Diode

主たる用途 Application	使用周波数 Frequency Band	VHF・UHF	マイクロ波/Microwave	準ミリ波・ミリ波/mm wave
周波数てい倍用 バラクタ ダイオード Frequency Multiplier Varactor Diode		IS 1551	IS 1561	S 3041 S 3041A
		IS 1552	IS 1562	
		IS 1556		
		IS 1557	IS 1571	
		IS 1558	IS 1572	
周波数てい倍用 ステップリカバリ ダイオード Frequency Multiplier Step Recovery Diode			S 3015A	
			S 3015B	
			S 3046	
			S 3053	
チューニング用 バラクタ ダイオード Tuning Varactor Diode			S 3028	
S W., リミッタ用 S W., PIN ダイオード Limiter pin Diode			S 3023	
			S 3005	

インパット ダイオード, ガン ダイオード/Impatt Diode, Gunn Diode

形名/Type	構造/Construction	用途/Application
S 3019シリーズ	Si Epi-Mesa インパット ダイオード	X-Band 発振用
S 3020, A	GaAs Epi-Mesa ガン ダイオード	X-Band 発振用
S 8201	GaAs Epi-Mesa ガン ダイオード	X-Band 発振用
S 8202	" "	"
M8250, A, B	" "	"

マイクロ波装置 Microwave Device

ガン発振器/Gunn Oscillator

形名/Type	構造/Construction	用途/Application
S-GX 1	導波管空洞形	Xバンド 受信局発振用, トランスポンダ用発振器, スピードメータ, 衝突防止装置および盗難警報器等の発振器
S-GX 2	導波管空洞形 電圧同調付	
S-GX 2 A	導波管空洞形 電圧同調付	
S-GX 3 A	導波管空洞形 電圧同調付	
S-GX 4	導波管空洞形	
S-GX 4 A	導波管空洞形	
S-GX 5	導波管空洞形	
S-GX 7	導波管空洞形 電圧同調付	

整流素子 Rectifier

せん頭逆電圧 (V_{RM})

平均整流電流 (I _o)	100V	150V	200V		300V	400V	500V	600V	800V	1000V	1.2kV	1.5kV	1.6kV	1.8kV	2kV
	2mA														
10mA					*2 1S1237		*2 1S1238								
60mA															
100mA															
150mA												1S1831			
500mA	1S1941		1S1942			1S1943		1S1944	1N3196						
600mA															
700mA												*1 1S1832			
750mA			1N3193			1N3194		1N3195 1S2307*2 1S1835*1							
1 A	1S1885 1BZ61		1S1833*1 1S1886 1DZ61			1S1834*1 1S1887 1GZ61 1S2306*2		1S1888 1S2615*1 1S2616*1 1S2617*1 1JZ61 1S1890	1S1829 1LE11 1LZ61	1S1830 1NE11 1NZ61 1S2308*2		*1QE11			
1.2A									1S1891	1S1892					
1.5 A								1S2233	1S2234	1S2235					
3 A	3BZ61	3CC13 3CD13	3DZ61		3FC13 3FD13	3GC12 3GZ61		3JC12 3JZ61	3LC12 3LF11 3LZ61	3NC12 3NF11		*3QF11			
6 A		6CC13 6CD13			6FC13 6FD13	6GC12		6JC12	6LC12 6LF11	6NC12 6NF11		*6QF11			
12 A		12CC13 12CD13			12FC13 12FD13	12GC11		12JC11	12LC11 12LF11	12NC11 12NF11		*12QF11			
15 A		15CC11*3 15CD11			15FC11*3 15FD11										
25 A		25CC13 25CD13			25FC13 25FD13	25GC12		25JC12	25LC12 25LF11	25NC12 25NF11		*25QF11			
50 A		1S1643 1S1643R			1S1644 1S1644R				*50LF11	*50NF11		*50QF11			
100A		1S1645 1S1645R			1S1646 1S1646R										
150A									150LD11	150ND11	150QD11	150TD11	150UC11		
200A		1S1647 1S1647R			1S1648 1S1648R										
250A													250UC11		
350A									300LD11	300ND11	300QD11	300TD11		300WD11	300YD11
400A															
500A															
800A													800UD21 800UD22		800YD21 800YD22
1600A					1600FD21										

放
熱
板
使
用
Heat Sink Used

※ 1. 高速用ダイオード ※ 2. テレビ用 • アバランシェ整流素子 ※ 3. オルタネータ・ダイオード
 ※ 1. High Speed Diode ※ 2. for TV use • Avalanche Rectifier ※ 3. Alternator Diode

せん頭逆電圧 (V_{RM})

2.5kV	2.7kV	3kV	5kV	6kV	8kV	10kV	12kV	15kV	16kV	20kV	45kV	100kV	125kV	150kV	
										※2 1S1836	※2 1S1838				2mA
															10mA
						OR06NXZ31				OR06YXZ31					60mA
												OR1NYZ41	OR1QYZ41	OR1TYZ41	100mA
															450mA
						M9242 -10kV		M9202 -15kV							500mA
					OR6JXZ33	OR6LXZ33		OR6QXZ33		OR6UXZ31					600mA
										※4 (1N44A122kV) (1N52A126kV) (1N61A130kV)					750mA
															1 A
															1.2A
															3 A
						*6FXF11									6 A
															12 A
						*12FXF11									15 A
															25 A
						*25FXF11									50 A
															100A
															150A
															200A
															350A
															400A
															500A
															800A
															800A
															1600A
															1600A

平均整流電流 (I_o)

Heat Sink Used
放熱板使用

注 ① 規格品種はこの表に掲載していません。 ※4 センタータップ付
※4 Center tap

サイリスタ (SCR) Thyristor

せん頭順阻止電圧およびせん頭逆電圧 (V_{FOM} and V_{ROM})

	100V	200V	300V	400V		600V	800V	1000V	1.2kV	1.3kV	1.4kV	1.6kV	2.0kV	2.5kV	
平均順電流 (I_o)	0.2A	SFOR2B41	SFOR2D41		SFOR2G41										0.2A
1 A ($T_j=100^\circ\text{C}$)	SF1B11A SF1B12	SF1D11A SF1D12	SF1F11A	SF1G11A											1 A ($T_j=100^\circ\text{C}$)
1 A ($T_j=125^\circ\text{C}$)	SF1B11	SF1D11	SF1F11	SF1G11											1 A ($T_j=125^\circ\text{C}$)
1.3A	SF1R3B41	SF1R3D41		SF1R3G41											1.3A
3 A	SF3B14	SF3D14		SF3G14											3 A
5 A	SF5B12	SF5D12	SF5F12	SF5G12		SF5J12									5 A
10 A	SF10B12	SF10D12	SF10F12	SF10G12		SF10J12	SF10L12	SF10N12							10 A
16 A	SF16B12	SF16D12	SF16F12	SF16G12		SF16J12	SF16L12	SF16N12	SF16Q12						16 A
30 A		SF30D11	SF30F11	SF30G11		SF30J11	SF30L11	SF30N11		SF30R11					30 A
50 A		SF50D12		SF50G12		SF50J12	SF50L12	SF50N12		SF50R12					50 A
80 A		SF80D11		SF80G11		SF80J11	SF80L11	SF80N11		SF80R11		SF80U11			80 A
150A				SF150G11		SF150J11	SF150L11	SF150N11		SF150R11		SF150U11			150A
300A				SF300G11		SF300J11	SF300L11	SF300N11		SF300R11		SF300U11			300A
500A												SF500U23 SF500U24	SF500Y23 SF500Y24	SF500EX23 SF500EX24	500A
800A						SF800J23	SF800L23	SF800N23		SF800R23					800A
1000A														SF1000EX22	1000A

平均順電流
(I_o)

平均順電流
(I_o)

放熱板使用
Heat Sink Used

放熱板使用
Heat Sink Used

高速用サイリスタ High Speed Thyristor

せん頭順阻止電圧・せん頭逆電圧 (V_{FOM} and V_{ROM})

		ターンオフ 時間	100V	200V	300V	400V	500V	600V	800V	1000V	1300V	1600V	
平均 順電 流 (I_A)	3 A	3 μ s	SH3B14	SH 3 D14		SH 3 G14							
	5 A	15 μ s	SH 5 B12	SH 5 D12	SH 5 F12	SH 5 G12	SH 5 H12	SH5J12					
	16 A	10 μ s	SH16B12	SH16D12	SH16F12	SH16G12	SH16H12	SH16J12					
	30 A	15 μ s		SH30D11	SH30F11	SH30G11		SH30J11	SH30L11				
	50 A	20 μ s		SH50D11	SH50F11	SH50G11	SH50H11	SH50J11	SH50L11				
	80 A	20 μ s		SH80D11	SH80F11	SH80G11	SH80H11	SH80J11	SH80L11				
		50 μ s								SH80N12	SH80R12	SH80U12	
	150 A	30 μ s		SH150D11	SH150F11	SH150G11	SH150H11	SH150J11	SH150L11				
	250 A	60 μ s							SH250L11	SH250N11	SH250R11		
	300 A	30 μ s		SH300D11	SH300F11	SH300G11	SH300H11	SH300J11	SH300L11				
	400 A	50 μ s							SH400L24 SH400L23	SH400N24 SH400N23	SH400R24 SH400R23		

双方向サイリスタ (トライアック) Bi-Directional Thyristor (Triac)

せん頭阻止電圧 (V_{DRM})

		100V	200V	400V	450V	
実効 通電 電流 (I_{RMS})	2 A	SM 2 B41	SM 2 D41			
	6 A	SM 6 B14	SM 6 D14	SM 6 G14		
	10 A		SM10D14	SM10G14		
	16 A		SM16D12	SM16G12		
	30 A			SM30D11		SM30G11
				SM30D12		SM30G12

品種一覧表 / Type Number Index

- このハンドブックに掲載されている全品種を形名順にならべ、その掲載頁を示してあります。
- トランジスタについては、つぎの区分をあらわします。
 I : 通信工業用トランジスタ G : 通信工業用グリーントランジスタ
 記号なし : 一般用トランジスタ
- 新製品ガイドに記載されている品種および保守、廃止品種一覧表に記載されている品種についてはそれぞれの項をご参照ください。

To assist in locating desired types, all the various Toshiba semi-conductors described in this Handbook are listed in the following table, together with the page numbers.

Regarding transistors, their application types are designed as follows—

I : Transistor for communication and industrial use.

No designation : Transistors for Consumer Products use.

Classi- fication	Type	Page	Classi- fication	Type	Page	Classi- fication	Type	Page	Classi- fication	Type	Page
G G	OR06NXZ31	710		02Z16A-M	849		1S34	482		1S241	504
	OR06YXZ31	710		02Z18A	508		1S73	483		1S242	504
	OR1MYZ41	712		02Z18A-M	849		1S73A	483		1S243	504
	OR1QYZ41	712		02Z20A-M	849		1S105-M	848		1S244	504
	OR1TYZ41	712		02Z22A-M	849		1S105	845		1S245	504
	OR6JXZ33	716		02Z24A	508		1S107-M	848		1S246	504
	OR6LXZ33	716		02Z24A-M	849		1S107	845		1S247	504
	OR6QXZ33	716		1B2C1	708		1S109-M	848		1S248	504
	OR6UXZ31	714		1B2Z1	708		1S109	845		1S249	504
	OS14	472		1BZ61	654		1S144	521		1S250	504
	OS18	474		1D2C1	708		1S180-M	849		1S251	504
	02Z5.6A	508		1D2Z1	708		1S181-M	849		1S252	504
	02Z5.6A-M	849		1DZ61	654		1S182-M	849		1S253	504
	02Z6.2A	508		1FZ61	654		1S183-M	849		1S254	504
	02Z6.2A-M	849		1G2C1	708		1S220	504		1S255	504
	02Z6.8A	508		1G2Z1	708		1S221	504		1S256	504
	02Z6.8A-M	849		1GZ61	654		1S222	504		1S257	504
	02Z7.5A	508		1J2C1	708		1S223	504		1S258	504
	02Z7.5A-M	849		1J2Z1	708		1S224	504		1S259	504
	02Z8.2A	508		1JZ61	654		1S225	504		1S260	504
	02Z8.2A-M	849		1LE11	689		1S226	504		1S261	504
	02Z9.1A	508		1LZ61	654		1S227	504		1S262	506
	02Z9.1A-M	849		1N44A1	718		1S228	504		1S263	506
	02Z10A	508		1N52A1	718		1S229	504		1S264	506
	02Z10A-M	849		1N60	481		1S230	504		1S265	506
	02Z11A	508		1N61A1	718		1S231	504		1S266	506
	02Z11A-M	849		1N3193	632		1S232	504		1S267	506
	02Z12A	508		1N3194	632		1S233	504		1S268	506
	02Z12A-M	849		1N3195	632		1S234	504		1S269	506
	02Z13A	508		1N3196	632		1S235	504		1S270	506
	02Z13A-M	849		1NE11	689		1S236	504		1S271	506
	02Z14A	508		1NZ61	654		1S237	504		1S272	506
	02Z15A	508		1QE11	689		1S238	504		1S273	506
	02Z15A-M	849		1S32	482		1S239	504		1S274	506
	02Z16A	508		1S33	482		1S240	504		1S275	506

Classification	Type	Page	Classification	Type	Page	Classification	Type	Page	Classification	Type	Page
	1S276	506		1S1644R	633		1S2617	652	I	2SA500-M	847
	1S277	506		1S1645	635		1Z6.8-M	850	I	2SA502	45
	1S278	506		1S1645R	635		1Z7.5-M	850	I	2SA503	49
	1S279	506		1S1646	635		1Z8.2-M	850	I	2SA503-M	847
	1S280	506		1S1646R	635		1Z9.1-M	850	I	2SA504	49
	1S281	506		1S1647	637		1Z10-M	850		2SA505	38
	1S282	506		1S1647R	637		1Z11	511		2SA509	53
	1S283	506		1S1648	637		1Z11-M	850	G	2SA509 ©	55
	1S284	506		1S1648R	637		1Z12	511	I	2SA510	58
	1S285	506		1S1650	514		1Z12-M	850	I	2SA510-M	847
	1S286	506		1S1651	514		1Z13-M	850	I	2SA512	58
	1S287	506		1S1658	516		1Z15-M	850	I	2SA512-M	847
	1S288	506		1S1829	639		1Z16-M	850	I	2SA516 (N)	844
	1S289	506		1S1830	639		1Z18-M	850	I	2SA516A (N)	844
	1S290	506		1S1834	640		1Z20-M	850	I	2SA522 (N)	844
	1S291	506		1S1835	640		1Z22-M	850	I	2SA522A (N)	844
	1S292	506		1S1837	642		1Z24	511	I	2SA560 (N)	844
	1S293	506		1S1838	644		1Z24-M	850		2SA561	61
	1S294	506		1S1885	646		1Z27-M	850		2SA562	63
	1S295	506		1S1886	646		1Z30-M	850	I	2SA594	65
	1S296	506		1S1887	646		1Z33-M	850	I	2SA594-M	847
	1S297	506		1S1888	646		1Z36-M	850	I	2SA656	68
	1S298	506		1S1890	647		1Z39-M	850	I	2SA657	68
	1S299	506		1S1890-2C2	817		1Z43-M	850	I	2SA658	68
	1S300	506		1S1890-3A2	817		1Z47-M	850		2SA661	71
	1S301	506		1S1890-4B2	817		1Z51-M	850		2SA663	73
	1S302	506		1S1890-6A2	817		1Z56-M	850		2SA679	76
	1S303	506		1S1891	647		1Z62-M	850		2SA680	76
	1S1263-M	849		1S1892	647		1Z68-M	850		2SA682	78
	1S1265-M	849		1S1892-2C2	817		1Z75-M	850	I	2SA739	80
	1S1267-M	849		1S1892-3A2	817		1Z82-M	850		2SB54	83
	1S1314	485		1S1892-4B2	817		1Z91-M	850		2SB56	84
	1S1514-M	849		1S1892-6A2	817		1Z100-M	850		2SB189	85
	1S1515-M	849		1S1941	648		1Z110-M	850		2SB364	86
	1S1516-M	849		1S1942	648		1Z120-M	850		2SB365	86
	1S1540 (N)	845		1S1943	648		1Z130-M	850		2SB415	87
	1S1542 (N)	845		1S1944	648		1Z150-M	850		2SB434	88
	1S1543 (N)	845		1S1972-M	849		2SA49	3		2SB435	88
	1S1549	524		1S1973-M	849		2SA52	3	G	2SB434 ©	90
	1S1551	602		1S2091	493		2SA53	4	G	2SB435 ©	90
	1S1552	602		1S2092	495	G	2SA429 ©	5		2SB439	92
	1S1553	486		1S2093	523	G	2SA467 ©	9		2SB440	92
	1S1554	486		1S2094	517		2SA473	14		2SB461	93
	1S1555	486		1S2095A	497		2SA483	16		2SB502	95
	1S1556	602		1S2186	502		2SA484	19		2SB503	95
	1S1557	602		1S2187	525		2SA485	19	G	2SC366 ©	96
	1S1558	602		1S2233	649		2SA486	19	G	2SC367 ©	96
	1S1561	602		1S2234	649		2SA489	21		2SC372	100
	1S1562	602		1S2235	649		2SA490	23		2SC373	100
	1S1571	602		1S2236	519		2SA493	26	G	2SC372 ©	104
	1S1572	602		1S2237	650	G	2SA493 ©	28	G	2SC373 ©	104
	1S1579	488		1S2452	512		2SA494	30		2SC378	109
	1S1580	488		1S2453	512		2SA495	32		2SC380	111
	1S1585	490		1S2454	512	G	2SA495 ©	35		2SC380A	111
	1S1586	490		1S2460	499		2SA496	38		2SC381	116
	1S1587	490		1S2461	499		2SA497	40		2SC382	119
	1S1588	490		1S2462	999		2SA498	40		2SC383	122
	1S1643	633		1S2463	499	I	2SA499	42		2SC385A	126
	1S1643R	633		1S2615	652	I	2SA499-M	847		2SC387A	128
	1S1644	633		1S2616	652	I	2SA500	42	G	2SC387A ©	131

Classification	Type	Page	Classification	Type	Page	Classification	Type	Page	Classification	Type	Page
I	2SC388A	135	I	2SC598 (N)	844		2SC1193	554		2SK30A	440
I	2SC390	139	I	2SC600 (N)	844		2SC1195	370	I	2SK48	444
I	2SC390-M	847		2SC642	226	I	2SC1196	371	I	2SK48-M	444
I	2SC392	143		2SC642A	226	I	2SC1197	372		3BZ61	659
I	2SC392A	148		2SC643	228	I	2SC1198	373		3CC13	657
	2SC394	152		2SC643A	230	I	2SC1199	374		3CD13	657
I	2SC395A	158		2SC732	232		2SC1200	558		3DZ61	659
	2SC398	163		2SC733	235		2SC1200 (D)	852		3FC13	657
	2SC399	163		2SC734	237		2SC1236	554		3FD13	657
I	2SC400	166		2SC735	239	I	2SC1241	380		3G2C2	818
I	2SC400-M	847	G	2SC752 (C)	242	I	2SC1242	383		3G3A2	818
	2SC481	171	I	2SC779	247	I	2SC1377	386		3G4B2	818
	2SC482	174	G	2SC780A (C)	249	I	2SC1378	388		3G6A2	818
	2SC484	175		2SC782	253	I	2SC1379	390		3GC12	657
	2SC485	175		2SC783	253	I	2SC1380	392		3GZ61	659
	2SC486	175		2SC784	255	I	2SC1380A	392		3J2C2	818
	2SC495	177		2SC785	255		2SC1382	396		3J3A2	818
	2SC496	177		2SC786	262		2SC1433	398		3J4B2	818
	2SC497	179		2SC787	265		2SC1434	401		3J6A2	818
	2SC498	179		2SC788	268		2SC1435	404		3JC12	657
I	2SC503	180		2SC789	272	I	2SD51 (N)	845		3JZ61	659
I	2SC503-M	847		2SC790	274	I	2SD51A (N)	845		3LF11	691
I	2SC504	180		2SC791	276	I	2SD52 (N)	845		3LZ61	659
I	2SC505	184		2SC792	278	I	2SD52A (N)	845		3LC12	657
I	2SC506	184		2SC793	280	I	2SD53 (N)	845		3N2C2	818
I	2SC507	187	I	2SC833 (N)	844	I	2SD53A (N)	845		3N3A2	818
	2SC508	191		2SC941	282	I	2SD55 (N)	845		3N4B2	818
	2SC509	193	I	2SC979	285	I	2SD55A (N)	845		3N6A2	818
G	2SC509 (C)	196	I	2SC979A	285	I	2SD102	407		3NC12	657
I	2SC510	199	G	2SC980 (C)	291	I	2SD103	407		3NF11	691
I	2SC510-M	847	G	2SC980A (C)	291	I	2SD103-M	848		3SK22	448
I	2SC512	199	I	2SC982	297	I	2SD110	411	I	3SK28	452
I	2SC512-M	847		2SC983	300	I	2SD110 (D)	852	I	3SK28-M	848
	2SC515A	202		2SC994	302	I	2SD110-M	848		3SK35	457
I	2SC516 (N)	844		2SC995	305	I	2SD111	411	I	3SK38A	462
I	2SC516A (N)	844		2SC996	305	I	2SD111-M	848		3QF11	691
I	2SC519A	204	I	2SC998	309	I	2SD113	415		6CC13	662
I	2SC519A-M	847		2SC1000	314	I	2SD113-M	848		6CD13	662
I	2SC520A	204	G	2SC1000 (C)	318	I	2SD114	415		6FC13	662
I	2SC520A-M	847	I	2SC1001	322	I	2SD114-M	848		6FD13	662
I	2SC521A	204		2SC1004	325		2SD118	419		6FXF11	695
I	2SC522	208		2SC1004A	325		2SD119	419		6G2C2	818
I	2SC522-M	847	I	2SC1077	327		2SD129	421		6G3A2	818
I	2SC524	208		2SC1079	330		2SD130	421		6G4B2	818
I	2SC524-M	847		2SC1080	330		2SD234	422		6G6A2	818
I	2SC547	211	I	2SC1120	332		2SD235	422		6GC12	662
I	2SC549	214	I	2SC1121	336	G	2SD234 (C)	424		6J2C2	818
I	2SC551	217	I	2SC1122A	340	G	2SD235 (C)	424		6J3A2	818
I	2SC555	220		2SC1164	343	I	2SH13	465		6J4B2	818
	2SC558	221	I	2SC1165	348	I	2SH14	465		6J6A2	818
I	2SC560 (N)	844		2SC1166	352	I	2SH20	468		6JC12	662
I	2SC587 (N)	844		2SC1167	354	I	2SH21	468		6LC12	662
I	2SC587A (N)	844		2SC1168	355	I	2SK11	426		6LF11	693
I	2SC587-M	847	I	2SC1169	357	I	2SK12	426		6N2C2	818
I	2SC587A-M	847		2SC1170B	360	I	2SK12 (N)	845		6N3A2	818
I	2SC594	223		2SC1171	362	I	2SK15	426		6N4B2	818
I	2SC594-M	847		2SC1172	364	I	2SK15-M	848		6N6A2	818
I	2SC594 (N)	844		2SC1172A	364	I	2SK18	435		6NC12	662
I	2SC595 (N)	844		2SC1172B	366	I	2SK18A	435		6NF11	693
I	2SC597 (N)	844		2SC1173	367	I	2SK19	436		6QF11	693

Classification	Type	Page	Classification	Type	Page	Classification	Type	Page	Classification	Type	Page
	1026.8-M	851		15FD11	666		BW2-2Z4	826		S5092-4B	723
	1027.5-M	851		22CC11	669		BW2-2Z10A	826		S5092-6A	724
	1028.2-M	851		22CD11	669		BW2-2Z11	826		S5102	725
	1029.1-M	851		22FC11	669		BW4-2Z4	826		S5103	727
	10210-M	851		22FD11	669		BW4-2Z10A	826		S5104	729
	10211-M	851		25CC13	672		BW4-2Z11	826		S5105	731
	10212-M	851		25CD13	672		CW2-2Z4	826		S5106	732
	10213-M	851		25FC13	672		CW2-2Z10A	826		S8201	613
	10215-M	851		25FD13	672		CW2-2Z11	826		S8202	615
	10216-M	851		25FXF11	704		CW4-2Z4	826		S8250	611
	10218-M	851		25G2C2	818		CW4-2Z10A	826		S8250A	611
	10220-M	851		25G3A2	818		CW4-2Z11	826		S8250B	611
	10222-M	851		25G4B2	818		D21A	550		SFOR2B41	733
	10224-M	851		25G6A2	818		D22A	550		SFOR2D41	733
	10227-M	851		25GC12	672		D33A	550		SE1A11	735
	10230-M	851		25J2C2	818		D41A	550		SF1A11A	738
	10233-M	851		25J3A2	818		D61A	550		SF1B11	735
	10236-M	851		25J4B2	818		D91A	550		SF1B11A	738
	10239-M	851		25J6A2	818		EW4-2Z2	826		SF1B12	741
	10243-M	851		25JC12	672		EW4-2Z4	826		SF1D11	735
	10247-M	851		25LC12	672		FW2-2Z4	826		SF1D11A	738
	10251-M	851		25LF11	702		FW4-2Z4	826		SF1D12	741
	10256-M	851		25N2C2	818		FW2-2Z2	826		SF1F11	735
	10262-M	851		25N3A2	818		FW4-2Z2	826		SF1F11A	738
	10268-M	851		25N4B2	818		GU-3A	814		SF1G11	735
	10275-M	851		25N6A2	818		GU-4A	814		SF1G11A	738
	10282-M	851		25NC12	672		GU-5	814		SF1R3B41	744
	10291-M	851		25NF11	702		GU-6	814		SF1R3D41	744
	102100-M	851		25QF11	702		M8513A-0	552		SF3B14	747
	102110-M	851		50LF11	706	I	M8825	476		SF3D14	747
	102120-M	851		50NF11	706		M9202-15KV	719		SF3G14	747
	102130-M	851		50QF11	706		M9242-10KV	721		SF5B12	750
	102150-M	851		150LD11	674		S1003A	561		SF5D12	750
	12CC12	664		150ND11	674		S1010	563		SF5F12	750
	12CD12	664		150QD11	674		S1071	567		SF5G12	750
	12FC12	664		150TD11	674		S1151	569		SF5J12	750
	12FD12	664		150UC11	676		S1166	572		SF10B12	753
	12FXF11	699		250UC11	678		S1182	575		SF10D12	753
	12G2C2	818		300EXD11	680		S1200	573		SF10F12	753
	12G3A2	818		300FXD11	680		S1201	578		SF10G12	753
	12G4B2	818		300LD11	682		S1229	581		SF10J12	753
	12G6A2	818		300ND11	682		S1230	585		SF10L12	753
	12GC11	664		300QD11	682		S1253, S1254	588		SF10N12	753
	12J2C2	818		300TD11	682		S3006C	607		SF16B12	756
	12J3A2	818		300WD11	682		S3006D	607		SF16D12	756
	12J4B2	818		300YD11	682		S3006E	607		SF16F12	756
	12J6A2	818		500HXD22	684		S3015A	593		SF16G12	756
	12JC11	664		800UD21	685		S3015B	593		SF16J2H1	819
	12LC11	664		800YD21	685		S3016-R	553		SF16J4B1	820
	12LF11	697		800EXD21	685		S3019	609		SF16J6A1	824
	12N2C2	818		800YKD21	685		S3019A	609		SF16J6S1	821
	12N3A2	818		800FXD21	685		S3019B	609		SF16J12	756
	12N4B2	818		800UD22	686		S3020	613		SF16L12	756
	12N6A2	818		800YD22	686		S3020A	613		SF16N12	756
	12NC11	664		800EXD22	686		S3023	590		SF16Q2H1	819
	12NF11	697		800YKD22	686		S3028	603		SF16Q6S1	821
	12QF11	697		800FXD22	686		S3041	605		SF16Q12	756
	15CC11	666		1600EXD22	687		S3041A	605		SF16R12-1Z1	827
	15CD11	666		1600FD21	688		S3046	598		SF30D11	759
	15FC11	666		1600FXD22	688		S3053	600		SF30F11	759

Classification	Type	Page	Classification	Type	Page	Classification	Type	Page	Classification	Type	Page
	SF30G11	759		SF300J6S1	821		SH80F11	789		VG-238	828
	SF30J2H1	819		SF300J6S3	825		SH80G11	789		VG-239	828
	SF30J4B1	820		SF300J11	770		SH80H11	789			
	SF30J6A1	824		SF300L11	770		SH80J11	789			
	SF30J6S1	821		SF300N11	770		SH80L11	789			
	SF30J11	759		SF300Q2H1	819		SR150D11	793			
	SF30L11	759		SF300U4B1	820		SH150F11	793			
	SF30N11	759		SF300U6A1	824		SH150G11	793			
	SF30Q2H1	819		SF300Q6S1	821		SH150H11	793			
	SF30Q6S1	821		SF300Q11	770		SH150J11	793			
	SF30R11	759		SF300R11	770		SH150L11	793			
	SF50D12	761		SF300S11	770		SH300D11	797			
	SF50G12	761		SF300U11	770		SH300F11	797			
	SF50J2H1	819		SF500EX23	773		SH300G11	797			
	SF50J4B1	820		SF500U23	773		SH300H11	797			
	SF50J6A1	824		SF500Y23	773		SH300J11	797			
	SF50J6S1	821		SF1000EX22	774		SH300L11	797			
	SF50J12	761		SFR16J4BB	822		SH400L23	801			
	SF50L12	761		SFR16J6P1	823		SH400N23	801			
	SF50N12	761		SFR30J4BB	822		SH400R23	801			
	SF50Q2H1	819		SFR30J6P1	823		SM2B41	802			
	SF50Q6S1	820		SFR50J4BB	822		SM2D41	802			
	SF50R12	761		SFR50J6P1	823		SM6B14	805			
	SF80D11	764		SFR50Q6P1	823		SM6D14	805			
	SF80G11	764		SFR80J4BB	822		SM6G14	805			
	SF80J2H1	819		SFR80J6P1	823		SM10D14	808			
	SF80J4B1	820		SFR80U4BB	822		SM10G14	808			
	SF80J6A1	824		SFR80U6P1	823		SM30D12	811			
	SF80J6S1	821		SFR150J4BB	822		SM30G12	811			
	SF80J6S3	825		SFR150J6P1	823		S-GX1	617			
	SF80J11	764		SFR150U4BB	822		S-GX2	617			
	SF80L11	764		SFR150U6P1	823		S-GX2A	617			
	SF80N11	764		SFR300J4BB	822		S-GX3A	622			
	SF80Q2H1	819		SFR300J6P1	823		S-GX4	625			
	SF80U4B1	820		SFR300U4BB	822		S-GX4A	625			
	SF80U6A1	824		SFR300U6P1	823		S-GX4B	625			
	SF80Q6S1	821		SH5B12	775		S-GX5	625			
	SF80R11	764		SH5D12	775		S-GX7	627			
	SF80U11	764		SH5F12	775		S-LX2	631			
	SF150G11	767		SH5G12	775		S-MX2	630			
	SF150J6A1	824		SH5J12	775		S-SX1	629			
	SF150J6S1	821		SH5J12-4Z1	827		TLR101	527			
	SF150Q6S1	821		SH16B12	778		TLR102	530			
	SF150J2H1	819		SH16D12	778		TLR103	533			
	SF150J4B1	820		SH16F12	778		TLR104	536			
	SF150J6S3	825		SH16G12	778		TLR301	539			
	SF150J11	767		SH16H12	778		TLR302	542			
	SF150L11	767		SH16J12	778		TLR303	544			
	SF150N11	767		SH30D11	782		TLR304	546			
	SF150Q2H1	819		SH30F11	782		TLP501	548			
	SF150U4B1	820		SH30G11	782		TP-1	815			
	SF150U6A1	824		SH30J11	782		VG-204	828			
	SF150Q11	767		SH30L11	782		VG-205B	828			
	SF150R11	767		SH50D11	785		VG-206B	828			
	SF150S11	767		SH50F11	785		VG-207B	828			
	SF150U11	767		SH50G11	785		VG-211B	828			
	SF300G11	770		SH50H11	785		VG-216	828			
	SF300J2H1	819		SH50J11	785		VG-221	828			
	SF300J4B1	820		SH50L11	785		VG-236	828			
	SF300J6A1	824		SH80D11	789		VG-237	828			

トランジスタ
Transistor

2SA49, 2SA53	3
2SA52	4
2SA429 ㊟	5
2SA467 ㊟	9
2SA473	14
2SA483	16
2SA484~2SA486	19
2SA489	21
2SA490	23
2SA493	26
2SA493 ㊟	28
2SA494	30
2SA495	32
2SA495 ㊟	35
2SA496, 2SA505	38
2SA497, 2SA498	40
2SA499, 2SA500	42
2SA502	45
2SA503, 2SA504	49
2SA509	53
2SA509 ㊟	55
2SA510, 2SA512	58
2SA561	61
2SA562	63
2SA594	65
2SA656~2SA658	68
2SA661	71
2SA663	73
2SA679, 2SA680	76
2SA682	78
2SA739	80
2SB54	83
2SB56	84
2SB189	85
2SB364, 2SB365	86
2SB415	87
2SB434, 2SB435	88
2SB434 ㊟, 2SB435 ㊟	90
2SB439, 2SB440	92
2SB461	93
2SB502, 2SB503	95
2SC366 ㊟, 2SC367 ㊟	96
2SC372, 2SC373	100
2SC372 ㊟, 2SC373 ㊟	104
2SC378	109
2SC380, 2SC380A	111
2SC381	116
2SC382	119
2SC383	122
2SC385A	126
2SC387A	128
2SC387A ㊟	131
2SC388A	135
2SC390	139
2SC392	143
2SC392A	148
2SC394	152
2SC395A	158
2SC398, 2SC399	163
2SC400	166
2SC481	171
2SC482	174
2SC484~2SC486	175
2SC495, 2SC496	177
2SC497, 2SC498	179
2SC503, 2SC504	180
2SC505, 2SC506	184
2SC507	187
2SC508	191
2SC509	193
2SC509 ㊟	196
2SC510, 2SC512	199
2SC515A	202
2SC519A~2SC521A	204
2SC522, 2SC524	208
2SC547	211
2SC549	214
2SC551	217
2SC555	220
2SC558	221
2SC594	223
2SC642, 2SC642A	226
2SC643	228
2SC643A	230
2SC732	232
2SC733	235
2SC734	237
2SC735	239
2SC752 ㊟	242
2SC779	247
2SC780A ㊟	249
2SC782, 2SC783	253
2SC784, 2SC785	255
2SC786	262
2SC787	265
2SC788	268
2SC789	272
2SC790	274
2SC791	276
2SC792	278
2SC793	280
2SC941	282
2SC979, 2SC979A	285
2SC980 ㊟, 2SC980A ㊟	291
2SC982	297
2SC983	300
2SC994	302
2SC995, 2SC996	305
2SC998	309
2SC1000	314
2SC1000 ㊟	318
2SC1001	322

2SC1004, 2SC10004A	325
2SC1077	327
2SC1079, 2SC1080	330
2SC1120	332
2SC1121	336
2SC1122A	340
2SC1164	343
2SC1165	348
2SC1166	352
2SC1167	354
2SC1168	355
2SC1169	357
2SC1170B	360
2SC1171	362
2SC1172, 2SC1172A	364
2SC1172B	366
2SC1173	367
2SC1195	370
2SC1196	371
2SC1197	372
2SC1198	373
2SC1199	374
2SC1241	380
2SC1242	383
2SC1377	386
2SC1378	388
2SC1379	390
2SC1380, 2SC1380A	392
2SC1382	396
2SC1433	398
2SC1434	401
2SC1435	404
2SD102, 2SD103	407
2SD110, 2SD111	411
2SD113, 2SD114	415
2SD118, 2SD119	419
2SD129, 2SD130	421
2SD234, 2SD235	422
2SD234 ㊟, 2SD235 ㊟	424
電界効果トランジスタ	
Field Effect Transistor	
2SK11, 2SK12, 2SK15	426
2SK18, 2SK18A	435
2SK19	436
2SK30A	440
2SK48	444
3SK22	448
3SK28	452
3SK35	457
3SK38A	462

ユニジャンクション
トランジスタ
Unijunction
Transistor

2SH13, 2SH14	465
2SH20, 2SH21	468

フォトリソトランジスタ
Photo Transistor

OS14	472
OS18	474
M8825	476



○AM中間周波増幅用

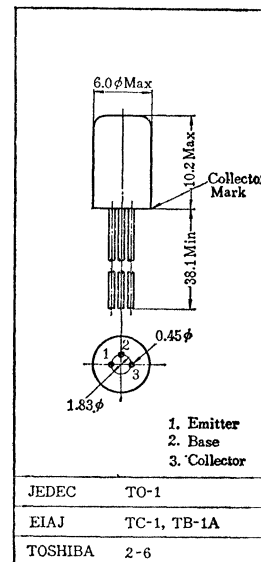
○AM. IF. Amplifier Applications

- 455kHz の最大有能電力利得 (UMAPG) が大きい。 / Unilateralized Maximum Available Power Gain=42dB(Typ.) (f=455kHz)
- 2SA49 は初段に, 2SA53 は次段に適します。 / The 2SA49 is intended for 1st IF amplifier and the 2SA53 is intended for 2nd IF amplifier use.

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	-18	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-12	V
コレクタ電流	I_C	-5	mA
エミッタ電流	I_E	5	mA
コレクタ損失	P_C	60	mW
接合部温度	T_J	75	°C
保存温度	T_{stg}	-55~85	°C

Unit in mm



電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = -18V, I_E = 0$	—	—	-10	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = -12V, I_C = 0$	—	—	-10	μA
小信号電流増幅率	h_{re}	$V_{CE} = -6V, I_E = 1mA, f = 270Hz$	30	—	200	
		$V_{CE} = -6V, I_E = 1mA, f = 455kHz$	20	—	140	
		$V_{CE} = -6V, I_E = 1mA, f = 455kHz$	11	16	40	
		$V_{CE} = -6V, I_E = 1mA, f = 455kHz$	5	9	17	
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = -6V, I_E = 0, f = 1MHz$	7.5	10.5	12.5	pF
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CE} = -6V, I_E = 1mA, f = 6MHz$	—	90	160	Ω

y定数 y Parameters (Typ.) (エミッタ接地, $V_{CB} = -6V, I_E = 0.5mA, f = 455kHz, Ta = 25°C$)

Characteristic	Symbol	2SA49	2SA53	Unit
入力コンダクタンス	g_{ie}	0.4	0.65	$m\Omega$
入力容量	C_{ie}	350	650	pF
逆伝達アドミタンス	$ y_{re} $	27.5	29.5	$\mu\Omega$
逆伝達アドミタンス位相角	θ_{re}	-95	-97	°
順伝達アドミタンス	$ y_{fe} $	17	16.5	$m\Omega$
順伝達アドミタンス位相角	θ_{fe}	-6	-10	°
出力コンダクタンス	g_{oe}	12	11	$\mu\Omega$
出力容量	C_{oe}	20	20	pF
最大有能電力利得	UMAPG	42	40	dB

Common Emitter

2SA52

GERMANIUM PNP ALLOY JUNCTION TRANSISTOR

○ AM 周波数変換用

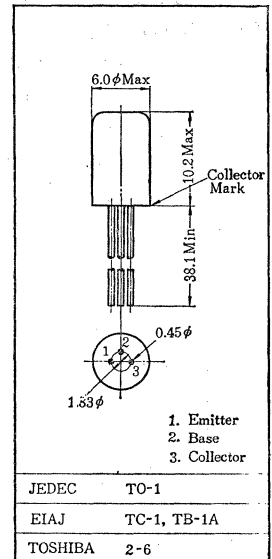
○ AM Frequency Converter Applications

・変換利得が大きい: $G_c = 32\text{dB}$ (Typ.) ($f = 1\text{MHz}$)

Unit in mm

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	-18	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EB0}	-12	V
コレクタ電流	I_C	-5	mA
エミッタ電流	I_E	5	mA
コレクタ損失	P_C	60	mW
接合部温度	T_j	75	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~85	$^\circ\text{C}$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CB0}	$V_{CB} = -18\text{V}, I_E = 0$	—	—	-10	μA
エミッタシャ断電流	I_{EB0}	$V_{EB} = -12\text{V}, I_C = 0$	—	—	-10	μA
小信号電流増幅率	h_{fe}	$V_{CE} = -6\text{V}, I_E = 1\text{mA}, f = 270\text{Hz}$	25	—	180	
		$V_{CE} = -6\text{V}, I_E = 1\text{mA}, f = 455\text{kHz}$	8	—	22	
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = -6\text{V}, I_E = 0, f = 1\text{MHz}$	—	10.5	—	pF
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CE} = -6\text{V}, I_E = 1\text{mA}, f = 6\text{MHz}$	—	80	160	Ω

y 定数 y Parameters (Typical) (エミッタ接地, $V_{CE} = -6\text{V}, I_E = 0.5\text{mA}, T_a = 25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	$f = 455\text{kHz}$	$f = 1.5\text{MHz}$	Unit
入力コンダクタンス	g_{ie}	0.45	1.8	$\text{m}\Omega$
入力容量	C_{ie}	470	390	pF
逆伝達アドミタンス	$ y_{re} $	29	83.4	$\mu\Omega$
逆伝達アドミタンス位相角	θ_{re}	-95	-104	$^\circ$
順伝達アドミタンス	$ y_{fe} $	17	15.7	$\text{m}\Omega$
順伝達アドミタンス位相角	θ_{fe}	-7.5	-27	$^\circ$
出力コンダクタンス	g_{oe}	11	42	$\mu\Omega$
出力容量	C_{oe}	20	20	pF

Common Emitter

(エミッタ接地, $V_{CE} = -6\text{V}, I_E = 1\text{mA}, T_a = 25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	$f = 455\text{kHz}$	$f = 1.5\text{MHz}$	Unit
入力コンダクタンス	g_{ie}	1.0	4.0	$\text{m}\Omega$
入力容量	C_{ie}	800	530	pF
逆伝達アドミタンス	$ y_{re} $	29	80.5	$\mu\Omega$
逆伝達アドミタンス位相角	θ_{re}	-99	-112	$^\circ$
順伝達アドミタンス	$ y_{fe} $	32.5	27	$\text{m}\Omega$
順伝達アドミタンス位相角	θ_{fe}	-13	-40	$^\circ$
出力コンダクタンス	g_{oe}	28	105	$\mu\Omega$
出力容量	C_{oe}	30	25	pF

Common Emitter

シリコンPNP三重拡散プレーナ形トランジスタ
SILICON PNP TRIPLE DIFFUSED PLANAR TRANSISTOR

2SA429[®]

- ニクシ管点灯用 ○高電圧スイッチング用
- Nixie Tube Driver Applications
- High Voltage Switching Applications

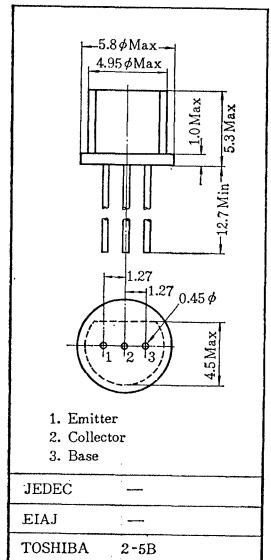
通信工業用グリーン
Industrial Applications

Unit in mm

- 高耐圧です： $V_{CBO} = -150V$
 $V_{CEO} = -150V$
- 2SC780A[®]とコンプリメンタリになります。 / Complementary to 2SC780A[®]

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	-150	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	-150	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-5	V
コレクタ電流	I_C	-30	mA
エミッタ電流	I_E	30	mA
コレクタ損失	P_C	150	mW
接合部温度	T_j	125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ C$



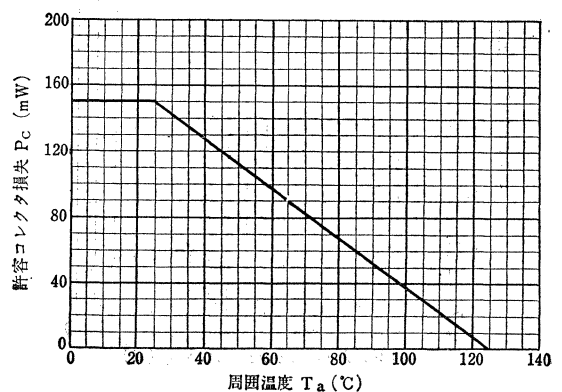
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしゃ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = -150V, I_E = 0$	—	—	-0.1	μA
エミッタしゃ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = -5V, I_C = 0$	—	—	-1.0	μA
コレクタ・ベース間降伏電圧	BV_{CBO}	$I_C = -0.1mA, I_E = 0$	-150	—	—	V
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{CEO}	$I_C = -1mA, I_B = 0$	-150	—	—	V
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV_{EBO}	$I_E = -1mA, I_C = 0$	-5	—	—	V
直流電流増幅率	$h_{FE(1)*}$	$V_{CE} = -3V, I_C = -10mA$	40	—	240	—
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE} = -3V, I_C = -15mA$	40	—	—	—
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = -10mA, I_B = -1mA$	—	-0.5	-1.0	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C = -10mA, I_B = -1mA$	—	-0.75	-1.5	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = -10V, I_E = 2mA$	50	100	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = -10V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	4	7	pF

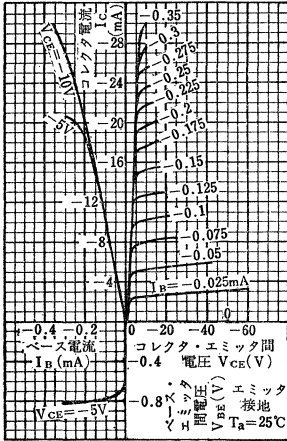
* $h_{FE(1)}$ により下表のように分類し、現品表示してあります。
According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SA429[®] is classified as follows.

Classification	$h_{FE(1)}$	
	Min.	Max.
2SA429 [®] -R	40	80
2SA429 [®] -O	70	140
2SA429 [®] -Y	120	240

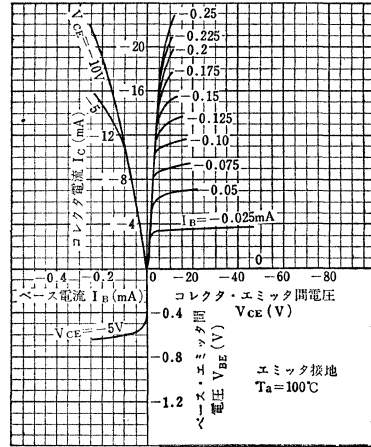
$P_C - T_a$



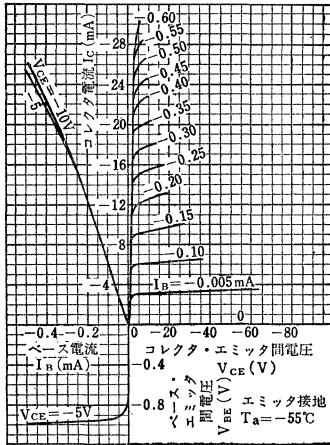
Static Characteristics



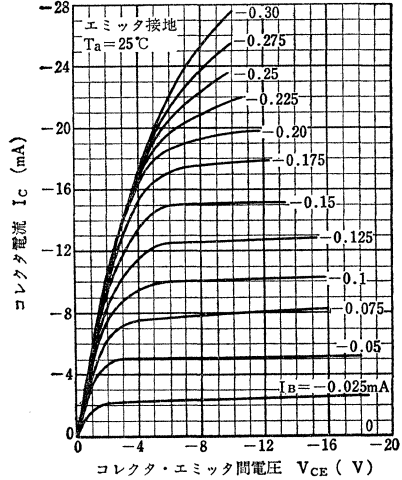
Static Characteristics



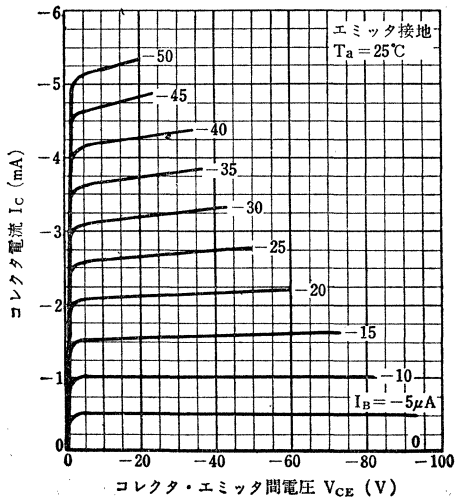
Static Characteristics



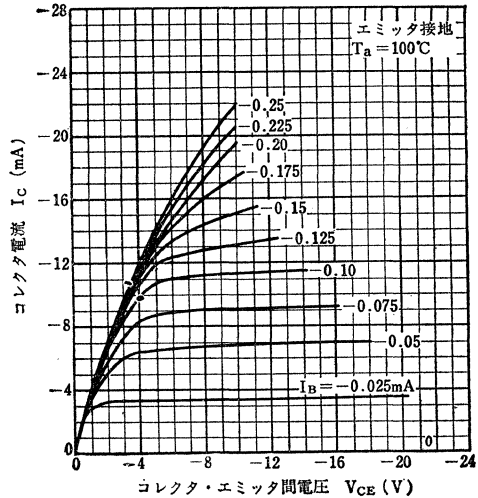
Ic-Vce (Low Voltage Region)



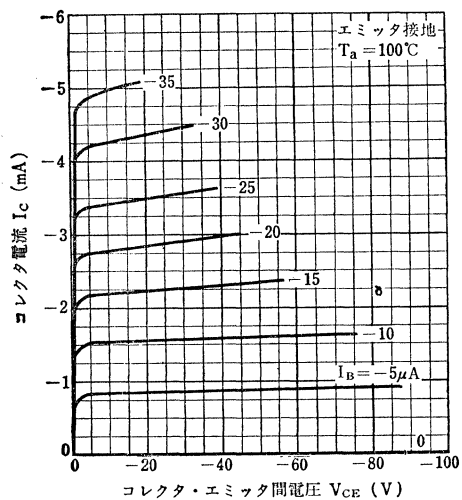
Ic-Vce (Low Current Region)



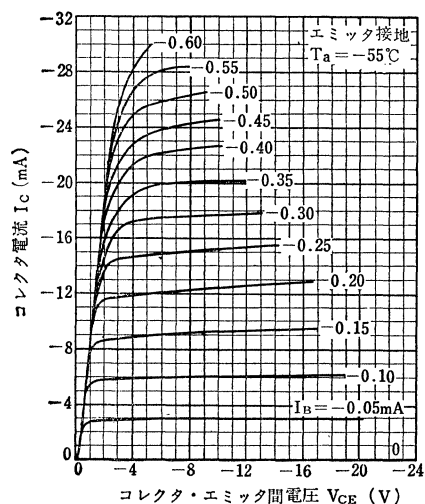
Ic-Vce (Low Voltage Region)



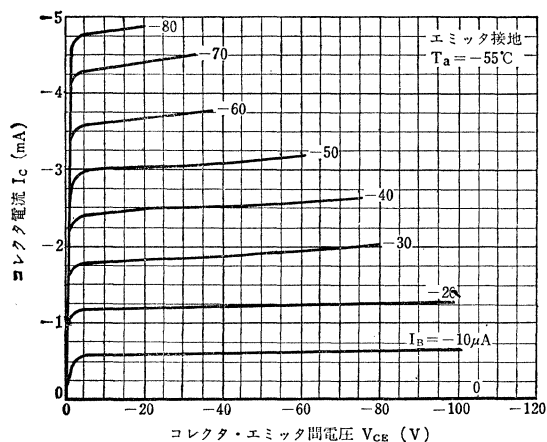
I_C - V_{CE} (Low Current Region)



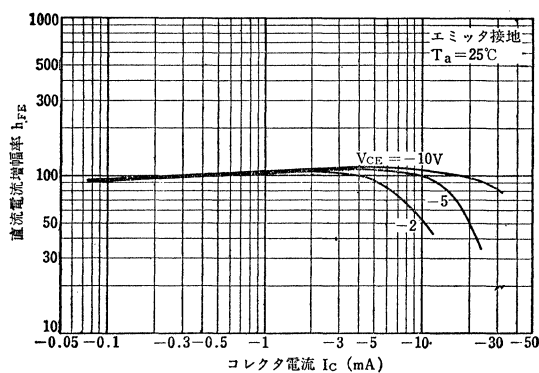
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



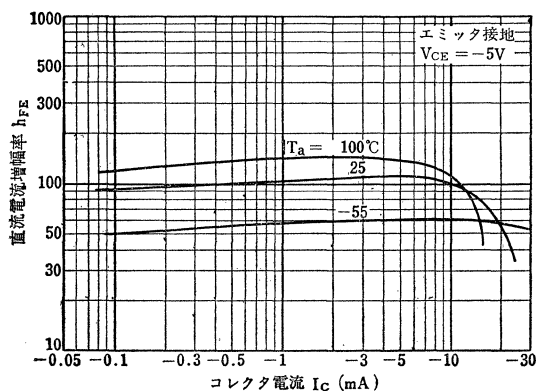
I_C - V_{CE} (Low Current Region)



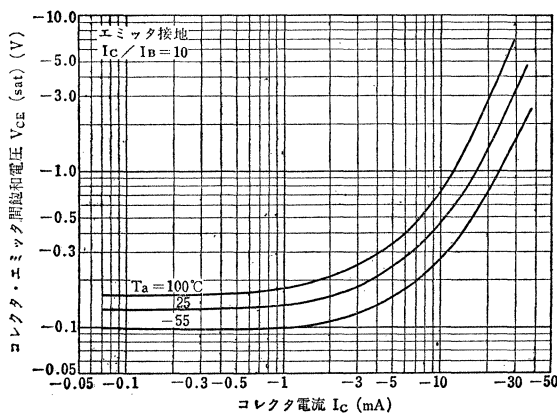
h_{FE} - I_C



h_{FE} - I_C

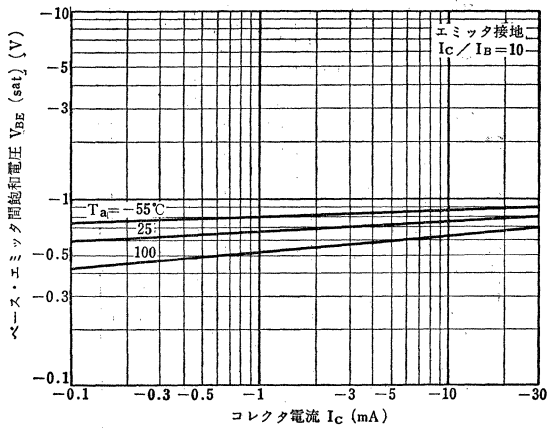


$V_{CE(sat)}$ - I_C

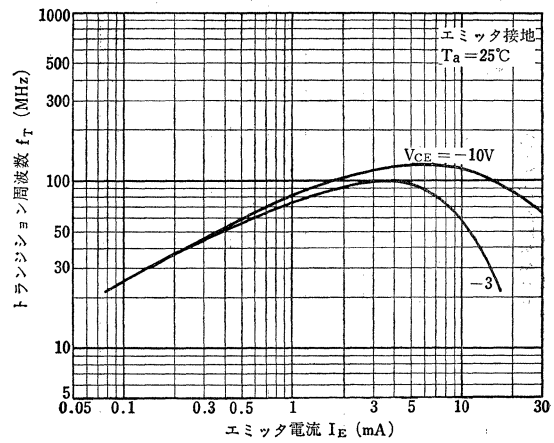


2SA429Ⓞ

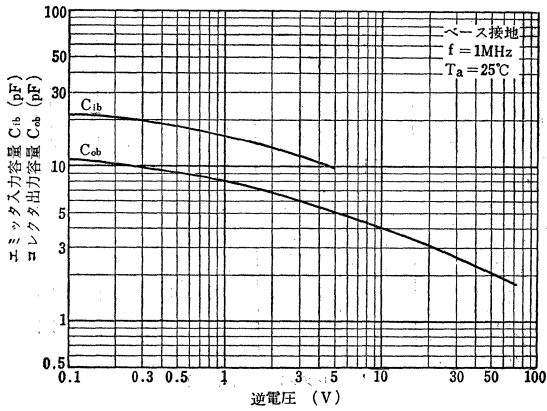
$V_{BE(sat)}-I_C$



f_T-I_E



$C_{ib}, C_{ob}-V_R$

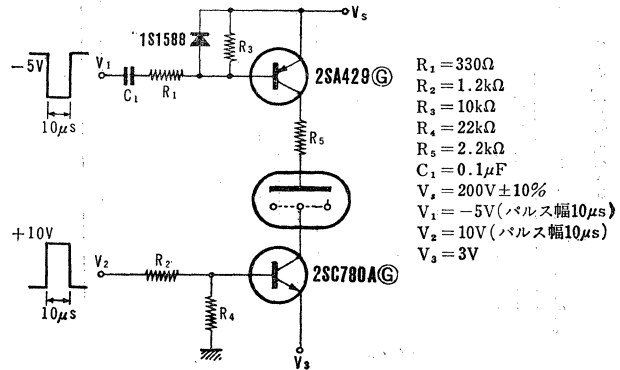


表示管点灯回路
Indication tube driving circuit

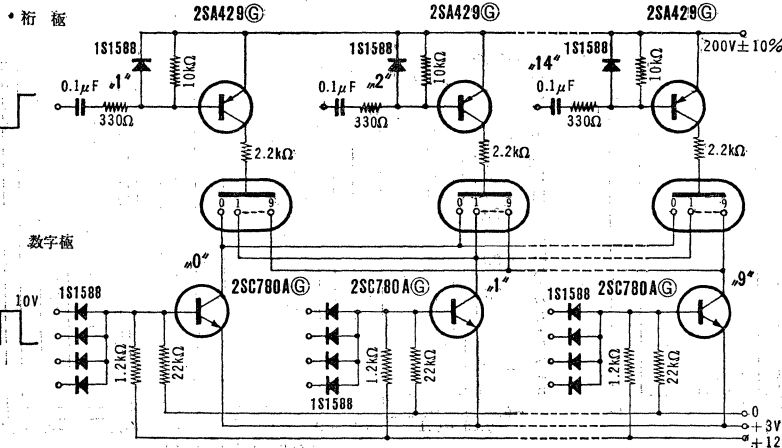
应用回路例

2SA429Ⓞは、2SC780AⓄと組み合わせてニクシ管、ネオン管など表示管点灯回路に使用してすぐれた特性が得られます。

表示管点灯回路 (ダイナミック式)
Indication Tube Driver Circuit (Dynamic)



- $R_1 = 330\Omega$
- $R_2 = 1.2k\Omega$
- $R_3 = 10k\Omega$
- $R_4 = 22k\Omega$
- $R_5 = 2.2k\Omega$
- $C_1 = 0.1\mu F$
- $V_s = 200V \pm 10\%$
- $V_1 = -5V$ (パルス幅 $10\mu s$)
- $V_2 = 10V$ (パルス幅 $10\mu s$)
- $V_3 = 3V$



動作温度範囲	-10°C ~ 55°C	
点灯最小 入力電圧	桁数 極側	-4V
	数字 極側	+4V
消灯最大 入力電圧	桁数 極側	-1V
	数字 極側	+3V
使用可能表示管	CD28 CD43 CD60 CD61 CD65 CD66	

シリコンPNPエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON PNP EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

2SA467[Ⓔ]

- 高周波中電力増幅用 ○中電力パルス増幅用
○ High Frequency Medium Power Amplifier Applications
○ Medium Power Switching Applications

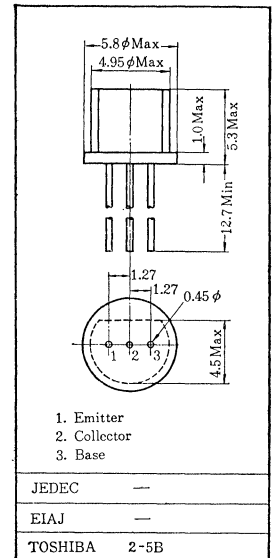
通信工業用グリーン
Industrial Applications

Unit in mm

- 電流容量が大きい: $I_C = -400\text{mA}$ (Max.)
- コレクタ・エミッタ間飽和電圧が小さい: $V_{CE(sat)} = -0.25\text{V}$ (Max.)
- 2SC367[Ⓔ]とコンプリメンタリになります。 / Complementary to 2SC367[Ⓔ].

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	-40	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	-30	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-5	V
コレクタ電流	I_C	-400	mA
エミッタ電流	I_E	400	mA
コレクタ損失	P_C	300	mW
接合部温度	T_j	125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ\text{C}$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

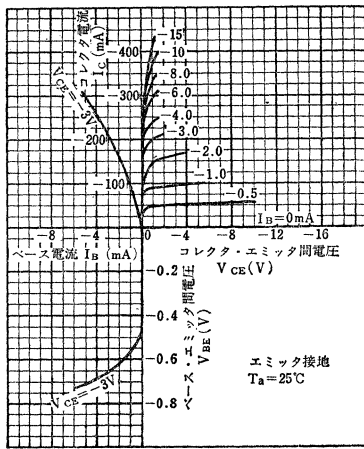
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = -20\text{V}, I_E = 0$	—	—	-0.1	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = -5\text{V}, I_C = 0$	—	—	-0.5	μA
直流電流増幅率	$h_{FE(1)*}$	$V_{CE} = -1\text{V}, I_C = -100\text{mA}$	70	—	240	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE} = -3\text{V}, I_C = -400\text{mA}$	15	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = -100\text{mA}, I_B = -10\text{mA}$	—	—	-0.25	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C = -100\text{mA}, I_B = -10\text{mA}$	—	—	-1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = -10\text{V}, I_E = 10\text{mA}$	100	—	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = -10\text{V}, I_E = 0, f = 1\text{MHz}$	—	—	15	pF
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CE} = -10\text{V}, I_E = 10\text{mA}, f = 30\text{MHz}$	—	—	60	Ω

* $h_{FE(1)}$ により下表のように分類し、現品表示してあります。

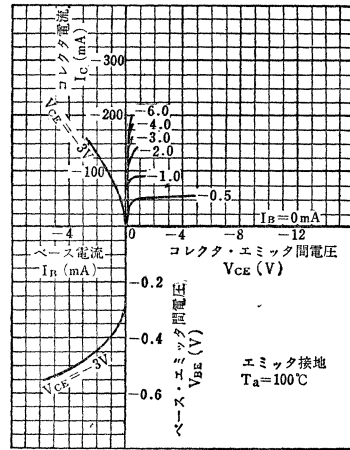
According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SA467[Ⓔ] is classified as follows.

Classification	$h_{FE(1)}$	
	Min.	Max.
2SA467 [Ⓔ] -O	70	140
2SA467 [Ⓔ] -Y	120	240

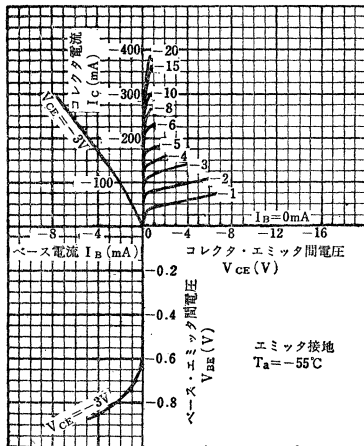
Static Characteristics



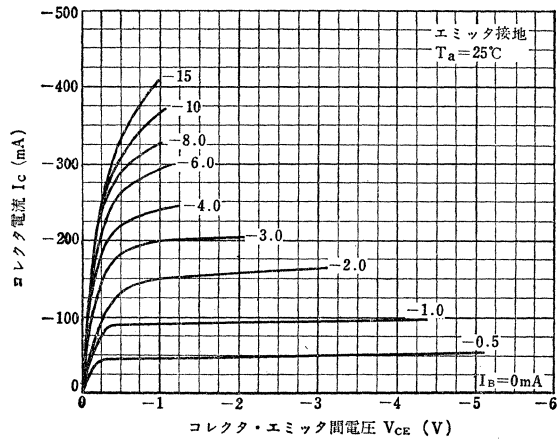
Static Characteristics



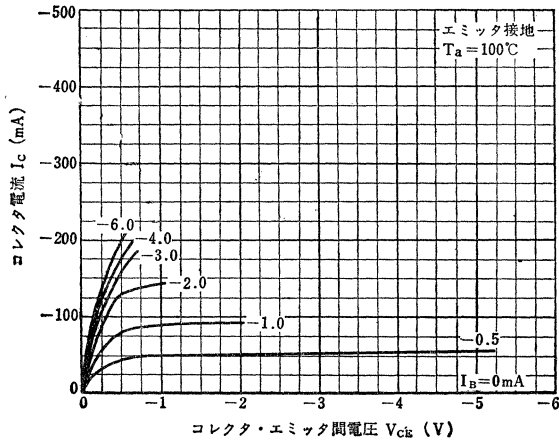
Static Characteristics



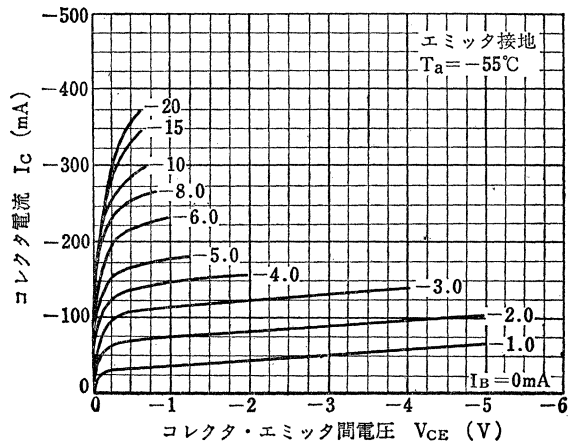
Ic-Vce (Low Voltage Region)



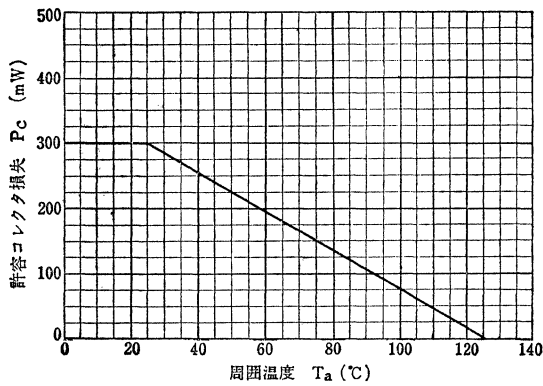
Ic-Vce (Low Voltage Region)



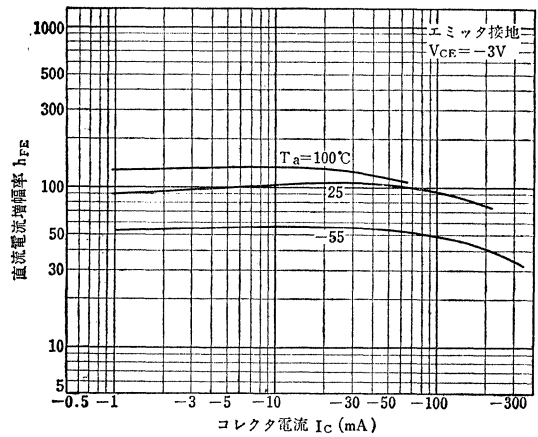
Ic-Vce (Low Voltage Region)



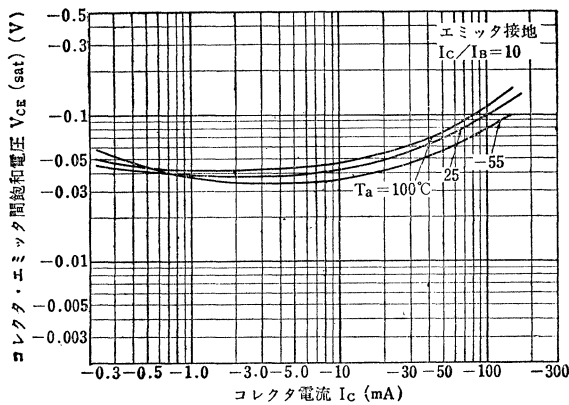
P_C-T_a



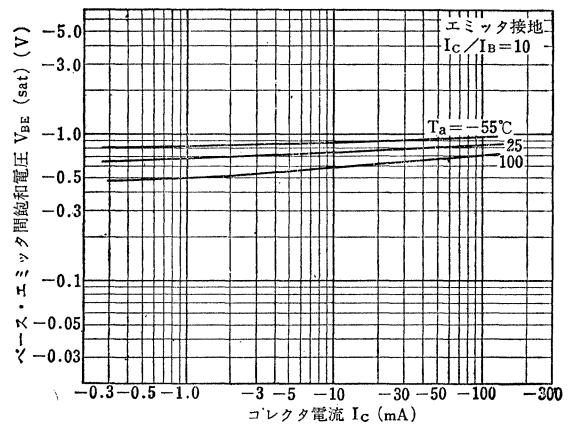
$h_{FE}-I_C$



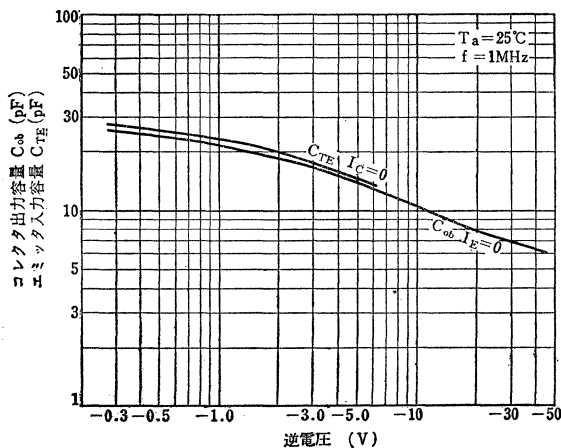
$V_{CE(sat)}-I_C$



$V_{BE(sat)}-I_C$

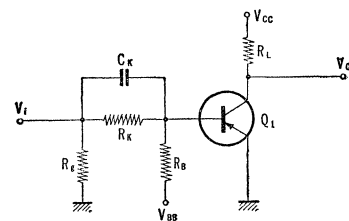


$C_{ob}, C_{TE}-V_R$



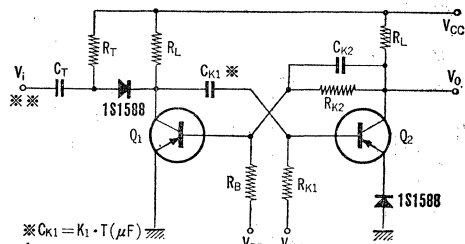
応用回路例 1. インバータ回路

Inverter Circuit



トランジスタ	回路定数							スイッチング時間				
Q_c	V_{CC} (V)	V_{BB} (V)	V_i (V)	R_i (Ω)	R_B (k Ω)	R_C (k Ω)	R_L (Ω)	C_c (pF)	t_s (ns)	t_r (ns)	t_{on} (ns)	t_f (ns)
2SA467G-O	-12	3	-6	220	3.9	1.50	50	300	5	10	40	40
2SA467G-Y	-12	3	-6	220	5.6	2.70	50	300	5	10	40	40

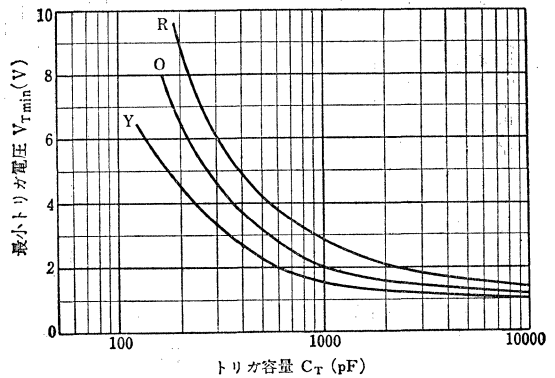
応用回路例 2. 単安定マルチバイブレータ回路
Monostable Multivibrator Circuit



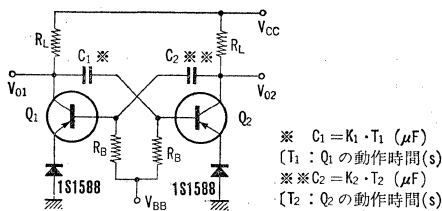
※ $C_{K1} = K_1 \cdot T$ (μF)
【ただし T : 動作時間 (s)】
※立下り時間 100ns 以下

トランジスタ Q_1, Q_2	回路定数											
	V_{CC} (V)	V_{BE} (V)	V_{BB} (V)	V_1 (V)	R_L (Ω)	R_{K1} (k Ω)	R_{K2} (k Ω)	R_B (k Ω)	R_T (k Ω)	K	C_{K1} (pF)	C_T (pF)
2SA467®-O	-12	-12	12	6	220	5.6	3.3	22	2.2	260	150	750
2SA467®-Y	-12	-12	12	6	220	10.0	6.8	39	2.2	150	150	750

$V_{Tmin} - C_T$



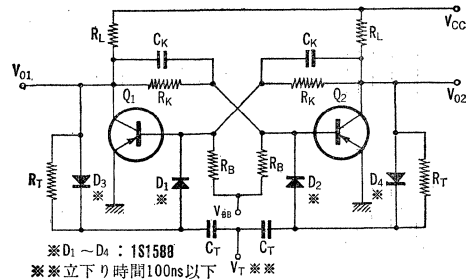
応用回路例 3. 無安定マルチバイブレータ回路
Astable Multivibrator Circuit



※ $C_1 = K_1 \cdot T_1$ (μF)
【 T_1 : Q_1 の動作時間 (s)】
※ $C_2 = K_2 \cdot T_2$ (μF)
【 T_2 : Q_2 の動作時間 (s)】

トランジスタ Q_1, Q_2	回路定数					
	V_{CC} (V)	V_{BE} (V)	R_L (Ω)	R_B (k Ω)	K_1	K_2
2SA467®-O	-12	12	220	5.6	260	260
2SA467®-Y	-12	12	220	10.0	150	150

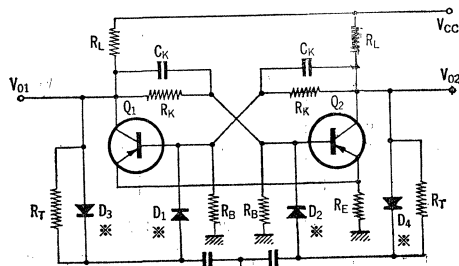
応用回路例 4. 固定バイアス型フリップフロップ回路
Fixed Bias Flip-Flop Circuit



※ $D_1 \sim D_4$: 1S1588
※立下り時間 100ns 以下 V_T ※

トランジスタ Q_1, Q_2	回路定数									
	V_{CC} (V)	V_{BE} (V)	V_T (V)	R_L (Ω)	R_{K1} (k Ω)	R_{K2} (k Ω)	R_B (k Ω)	R_T (k Ω)	C_K (pF)	C_T (pF)
2SA467®-O	-12	12	6	220	3.3	22	2.2	150	680	
2SA467®-Y	-12	12	6	220	6.8	39	2.2	150	680	

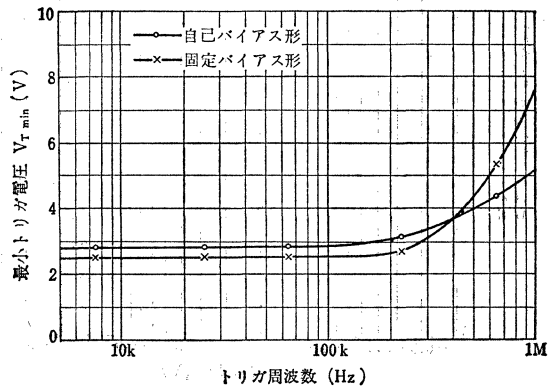
応用回路例 5. 自己バイアス型フリップフロップ回路
Self Bias Flip-Flop Circuit



※ $D_1 \sim D_4$: 1S1588
※立下り時間 100ns 以下 V_T ※

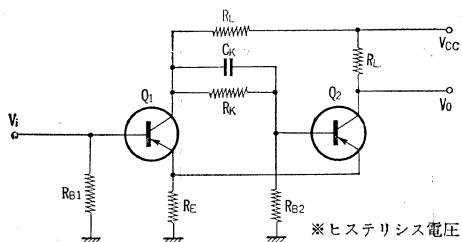
トランジスタ Q_1, Q_2	回路定数									
	V_{CC} (V)	V_T (V)	R_L (Ω)	R_{K1} (k Ω)	R_{K2} (k Ω)	R_B (k Ω)	R_T (k Ω)	C_K (pF)	C_T (pF)	
2SA467®-O	-12	6	220	3.3	5.1	30	2.2	150	680	
2SA467®-Y	-12	6	220	5.6	10	30	2.2	150	680	

$V_{Tmin} - \text{Trigger Frequency}$



応用回路例 6 . シュミット回路

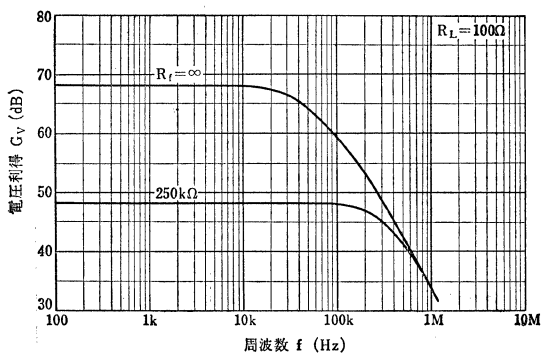
Schmitt Circuit



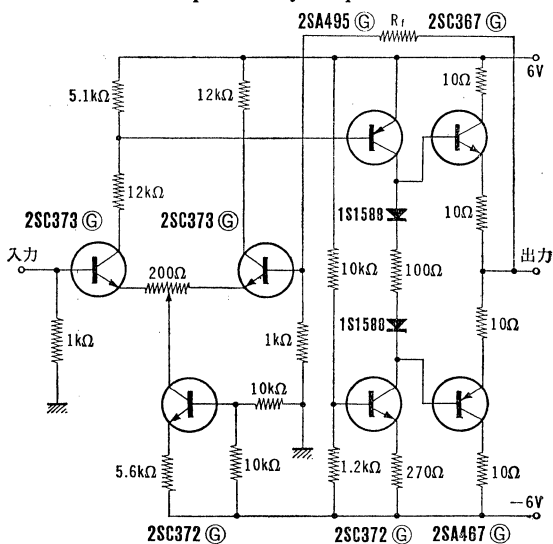
※ヒステリシス電圧

トランジスタ	回	路	定	数	スイッチング時間						
Q, Q _r	V _{cc} (V)	V _i (V)	R _{L1} (Ω)	R _k (kΩ)	R _E (Ω)	R _{B1} (kΩ)	R _{B2} (kΩ)	C _k (pF)	t _{on} (ns)	t _{off} (ns)	V _{CE} (V)
2SA467Ⓒ-O	-12	-3	220	3.3	30	5.1	5.1	150	80	240	1
2SA467Ⓒ-Y	-12	-3	220	5.6	30	10	10	150	80	240	1

G_v-f

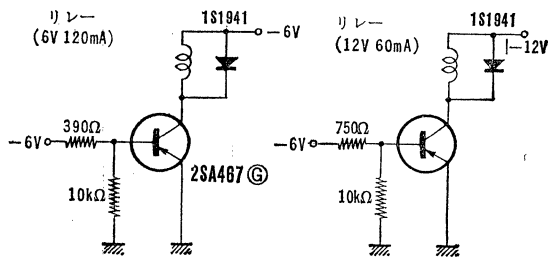


応用回路例 7 . 48dB コンプリメンタリ増幅回路
48dB Complementary Amplifier circuit



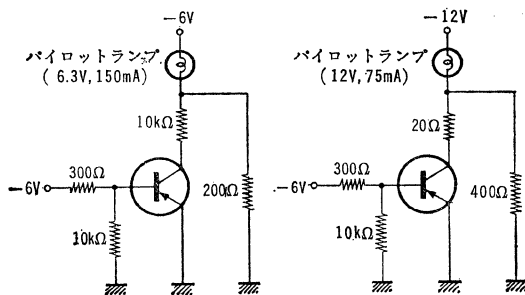
最大出力電圧 9V (ピーク・ピーク値, オープンポール利得 68dB)

応用回路例 8 . リレードライブ回路
Relay Driver Circuit



応用回路例 9 . パイロットランプ点灯回路

Pilot Lamp Driver Circuit



2SA473

シリコンPNPエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON PNP EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

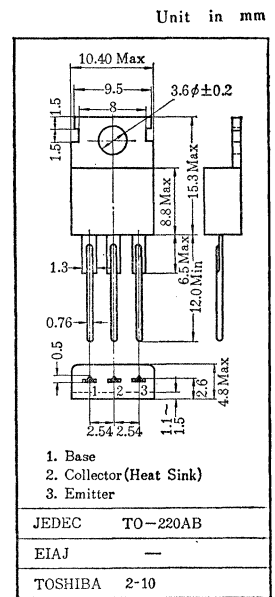
○電力増幅用 ○カーラジオ, カーステレオ出力段用

○ Audio Power Amplifier Applications ○ Output Stage Application of Car Radio and Car Stereo

- 電流増幅率の直線性がよい。 / Good Lineality of h_{FE}
- 2SC1173 とコンプリメンタリで出力 5 W が得られます。 / Complementary to 2SC1173.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	-30	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CE0}	-30	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EB0}	-5	V
コレクタ電流	I_C	-3	A
エミッタ電流	I_E	3	A
コレクタ損失 ($T_c=25^\circ\text{C}$)	P_C	10	W
接合部温度	T_J	150	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~150	$^\circ\text{C}$



アクセサリは AC55C を適用
Mounting Kit No. AC55C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

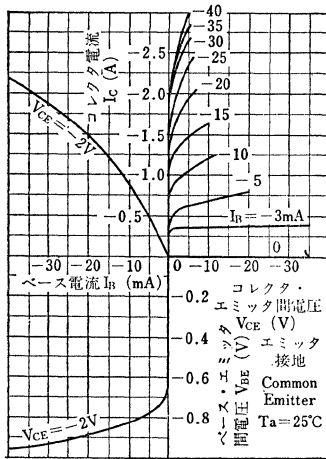
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしや断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=-20\text{V}, I_E=0$	—	—	-1.0	μA
エミッタしや断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=-5\text{V}, I_C=0$	—	—	-1.0	μA
直流電流増幅率	$h_{FE(1)*}$	$V_{CE}=-2\text{V}, I_C=-0.5\text{A}$	40	—	400	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE}=-2\text{V}, I_C=-2.5$	25	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=-2\text{A}, I_E=0.2\text{A}$	—	-0.3	-0.8	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE}=-2\text{V}, I_C=0.5\text{A}$	—	-0.75	1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=2, I_E=0.5\text{A}$	—	100	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=-10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	—	40	—	pF

* h_{FE} (1)により下表のように分類し, 現品表示してあります。

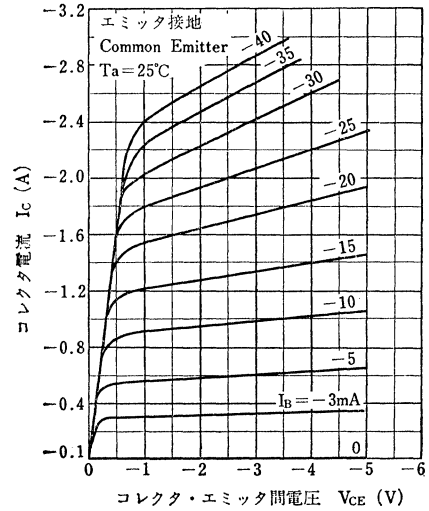
According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SA473 is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SA473-R	40	80
2SA473-O	70	140
2SA473-Y	120	240
2SA473-GR	200	400

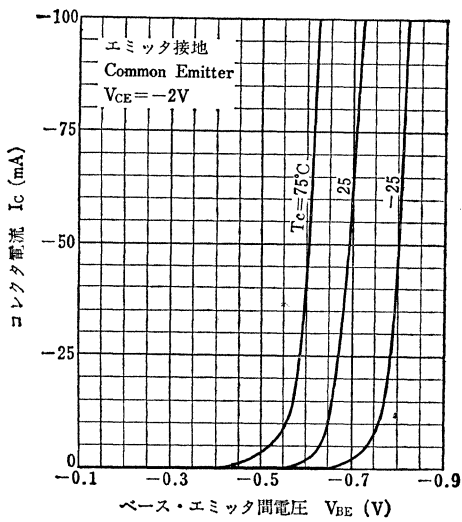
Static Characteristics



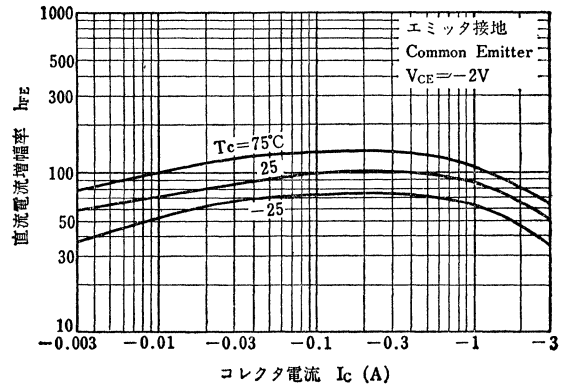
I_c - V_{CE} (Low Voltage Region)



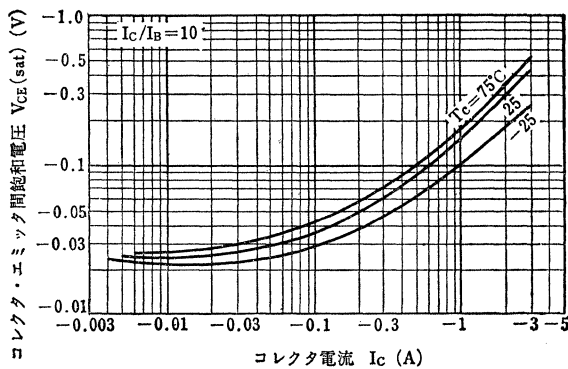
I_c - V_{BE} (Low Current Region)



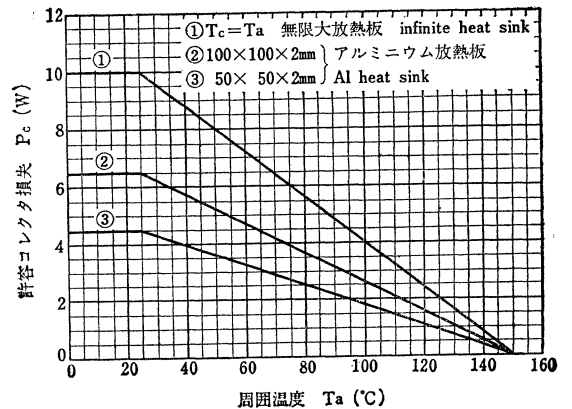
h_{FE} - I_c



$V_{CE(sat)}$ - I_c



P_c - T_a



2SA483

シリコンPNP三重拡散メサ形トランジスタ SILICON PNP TRIPLE DIFFUSED MESA TRANSISTOR

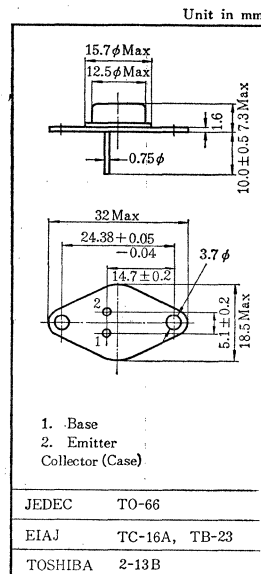
○電力増幅用

○ Audio Power Amplifier Applications

- 耐圧が高い: $V_{CE0} = -150V$
- 2SC783と組合せて高出力 Hi-Fi アンプ(100W, 200Wクラス)の励振段に適しています。 / Suitable for the Driver Amplifier of 100~200W high power system with 2SC783 as a complement.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	-150	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	-150	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-5	V
コレクタ電流	I_C	-1.5	A
エミッタ電流	I_E	1.5	A
コレクタ損失($T_C = 25^\circ C$)	P_C	20	W
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$



アクセサリはAC20Cを適用
Mounting Kit No AC20C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

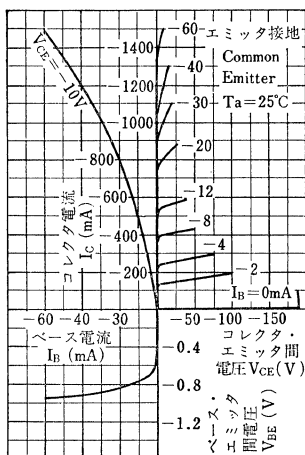
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = -150V, I_E = 0$	—	—	-100	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = -5V, I_C = 0$	—	—	-100	μA
直流電流増幅率 *	h_{FE}	$V_{CE} = -10V, I_C = -0.1A$	30	—	240	
コレクタ・エミッタ間サステイニング電圧	$V_{CEO(sus)}$	$I_C = -0.2A$	-150	—	—	V
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = -0.5A, I_B = -0.05A$	—	—	-1.8	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE} = -10V, I_C = -0.5A$	—	—	-1.8	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = -10V, I_C = -0.1A$	—	10	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CE} = -10V, f = 1MHz$	—	50	—	pF

* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。

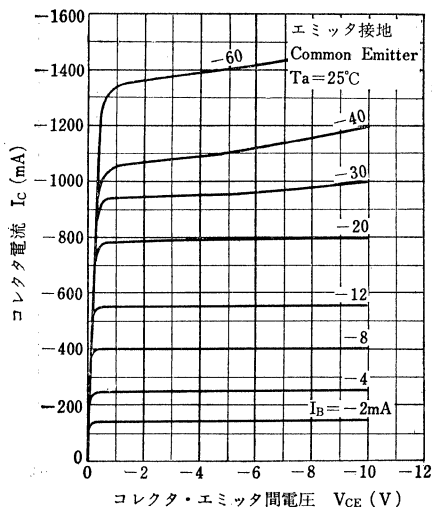
According to the value of h_{FE} , the 2SA483 is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SA483—R	30	80
2SA483—O	70	140
2SA483—Y	120	240

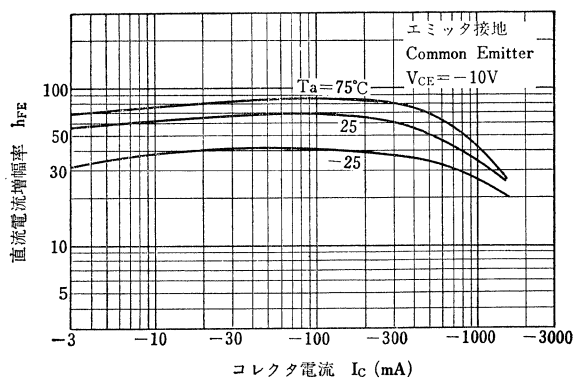
Static Characteristics



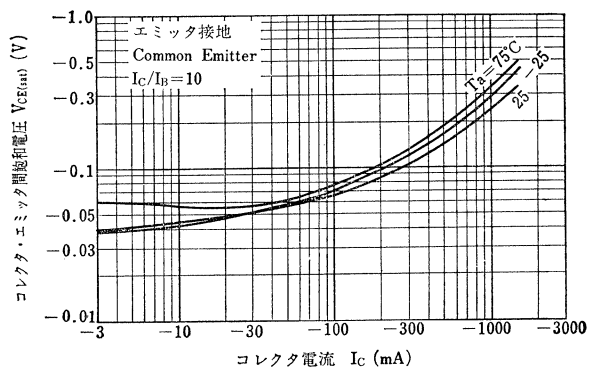
I_C-V_{CE} (Low Voltage Region)



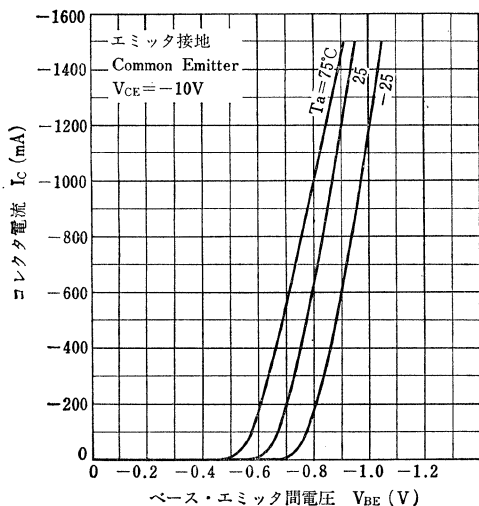
$h_{FE}-I_C$



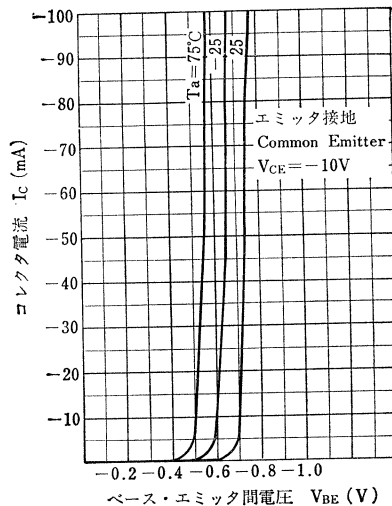
$V_{CE(sat)}-I_C$



I_C-V_{BE}

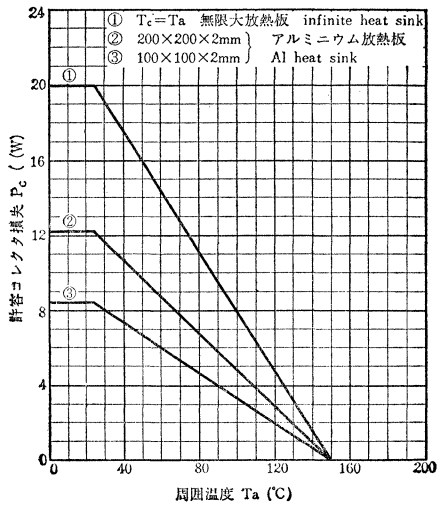


I_C-V_{BE}



2SA483

$P_c - T_a$



○電力増幅用

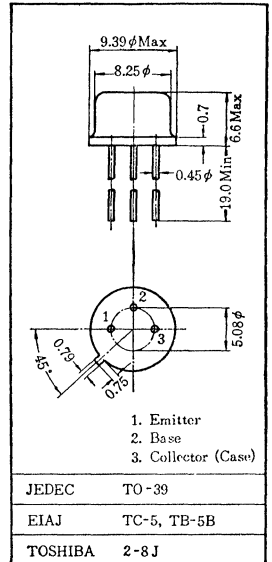
○ Medium Power Amplifier Applications

- 耐圧が高い: $V_{CE0} = -110V$ (2SA484), $V_{CFO} = -80V$ (2SA485)
- 2SC484, 2SC485, 2SC486 とコンプリメンタリで高出力 Hi-Fi アンプの励振段に適します。/Complementary to 2SC484. 2SC485 and 2SC486 Suitable for Driver Amplifier of high power Hi-Fi system.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	-110 -80 -50	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	-110 -80 -50	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-5	V
コレクタ電流	I_C	-1.5	A
エミッタ電流	I_E	1.5	A
コレクタ損失	P_C	800	mW
接合部温度	T_J	175	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$

Unit in mm



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = -30V, I_E = 0$	—	—	-10	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = -5V, I_C = 0$	—	—	-100	μA
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE} = -2V, I_C = -200mA$	30	80	300	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = -1A, I_B = -0.1A$	—	—	-2.2 -1.8	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE} = -2V, I_C = -500mA$	—	—	-1.6 -1.4	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = -10V, I_E = 30mA$	—	20	—	MHz

* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。

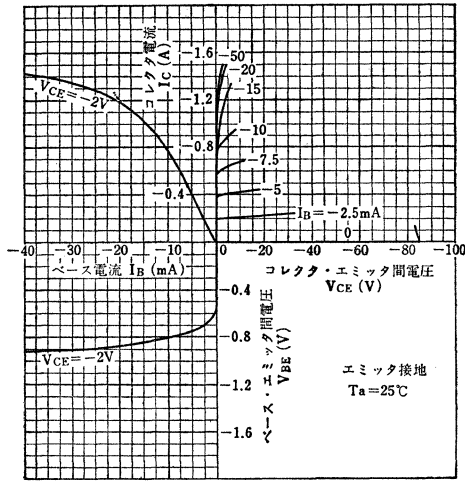
Accrding to the value of h_{FE} , the 2SA484, 2SA485 and 2SA486 are classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SA484-R 2SA485-R 2SA486-R	30	85
2SA484-Y 2SA485-Y 2SA486-Y	50	140
2SA485-BL 2SA486-BL	100	300

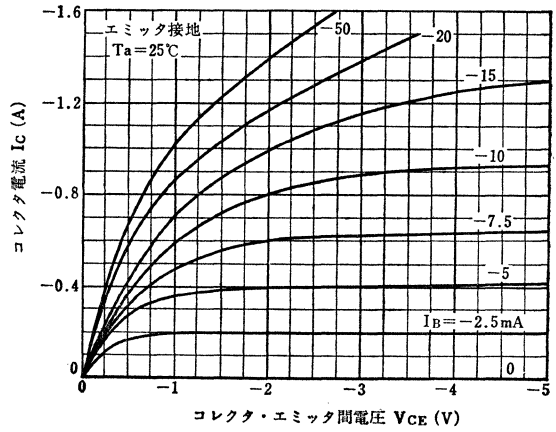
2SA484 は $h_{FE} 30 \sim 140$

2SA484, 2SA485, 2SA486

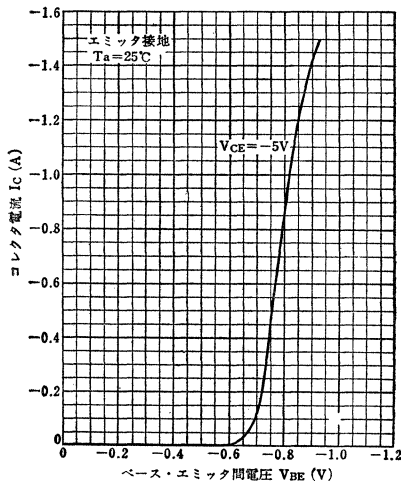
Static Characteristics



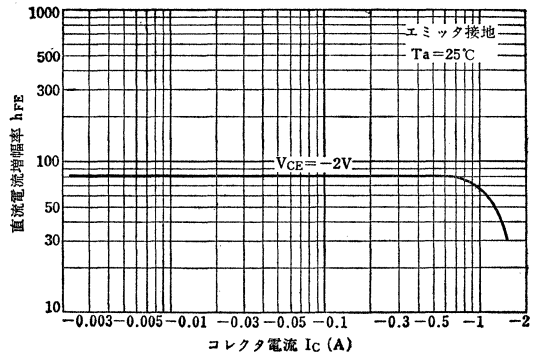
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



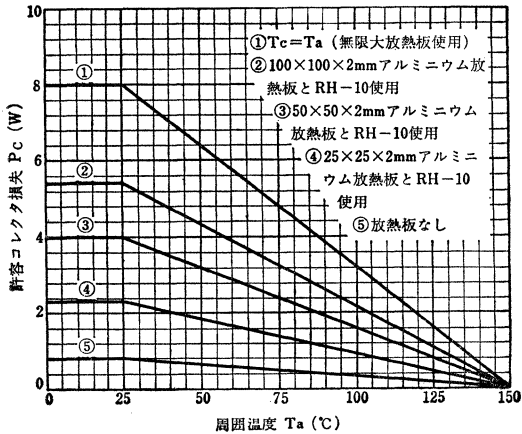
I_C - V_{BE}



h_{FE} - I_C



P_C - T_a



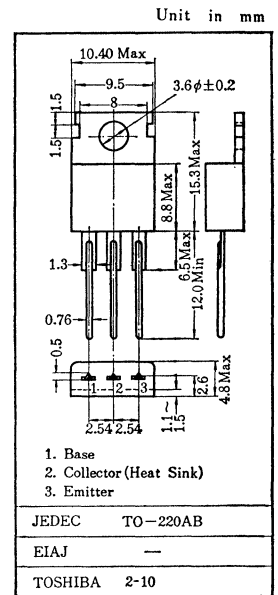
○電力増幅用

○ Power Amplifier Applications

- h_{FE} の直線性が良い。
- 飽和電圧が低い: $V_{CE(sat)} = -0.7V$ (Typ.)
- コレクタ損失が大きい: $P_C = 30W$ ($T_C = 25^\circ C$)
- 2SC789 とコンプリメンタリで出力20~25Wクラスの Hi-Fi OTL アンプに最適です。 / 20~25 W Out Put Application with 2SC789 as a complement.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	-70	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	-60	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-5	V
コレクタ電流	I_C	-4	A
エミッタ電流	I_E	4	A
ベース電流	I_B	-3	A
コレクタ損失 ($T_C = 25^\circ C$)	P_C	30	W
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~150	$^\circ C$



アクセサリは AC55Cを適用。
Mounting kit No. AC55C.

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = -50V, I_E = 0$	—	—	-30	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = -5V, I_C = 0$	—	—	-100	μA
直流電流増幅率	$h_{FE(1)*}$	$V_{CE} = -5V, I_C = -0.5A$	40	—	240	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE} = -5V, I_C = -3A$	15	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = -3A, I_B = -0.3A$	—	-0.7	-1.5	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE} = -5V, I_C = -2.5A$	—	-0.9	-1.5	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = -5V, I_E = 0.5A$	3	—	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = -10V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	230	—	pF

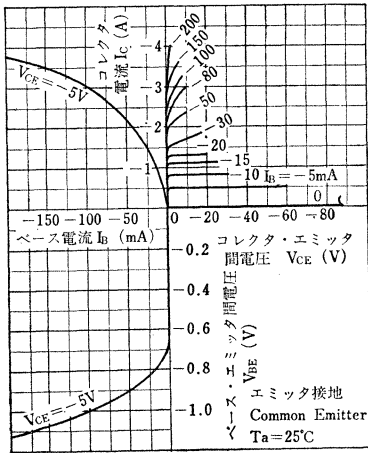
* $h_{FE(1)}$ により下表のように分類し現品表示してあります。

According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SA489 is classified as follows.

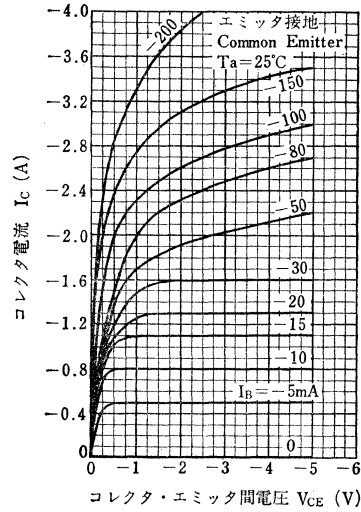
Classification	Min.	Max.
2SA489—R	40	80
2SA489—O	70	140
2SA489—Y	120	240

2SA489

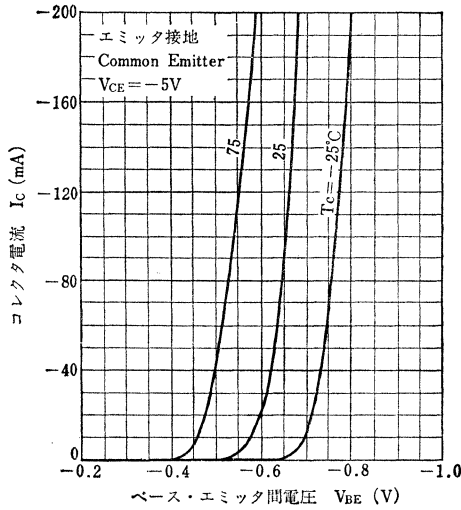
Static Characteristics



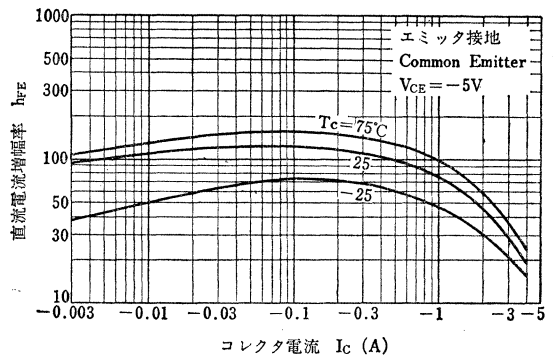
I_c - V_{ce} (Low Voltage Region)



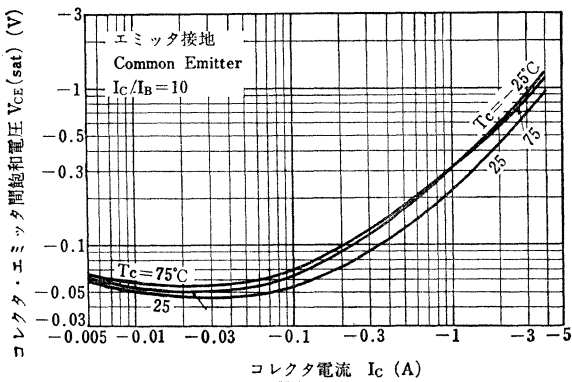
I_c - V_{be} (Low Current Region)



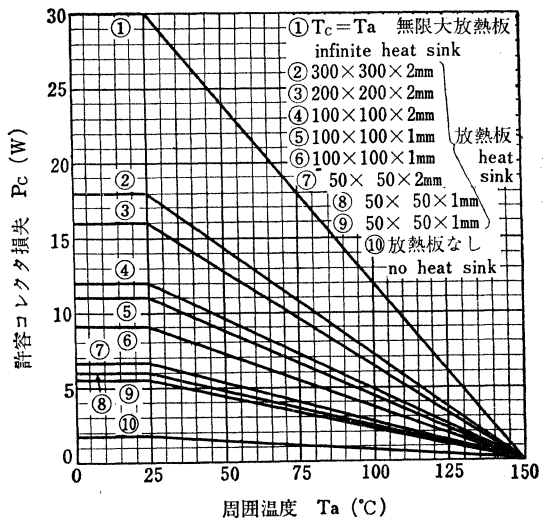
h_{FE} - I_c



$V_{ce(sat)}$ - I_c



P_c - T_a



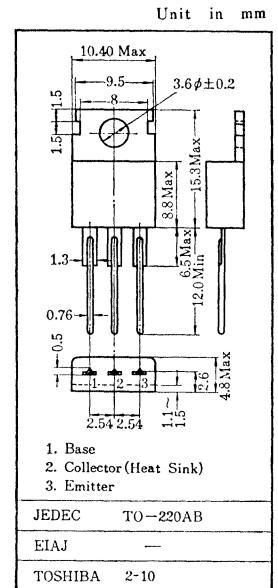
○電力増幅用

○ Power Amplifier Applications

- 2SC790 のコンプリメンタリで出力10Wクラスの Hi-Fi OTL アンプに最適です。 / Complementary to 2SC790, 10 W Output Applications

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V _{CB0}	-50	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V _{CEO}	-40	V
エミッタ・ベース間電圧	V _{EBO}	-5	V
コレクタ電流	I _C	-3	A
エミッタ電流	I _E	3	A
コレクタ損失 (T _C =25°C)	P _C	25	W
接合部温度	T _J	150	°C
保存温度	T _{stg}	-55~150	°C



アクセサリは AC55Cを適用
Mounting Kit No. AC55C

電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

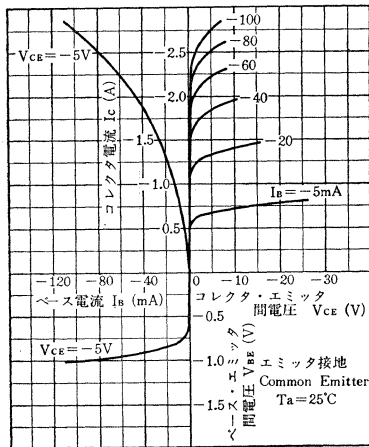
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしゃ断電流	I _{CB0}	V _{CB} = -30V, I _E = 0	—	—	-20	μA
エミッタしゃ断電流	I _{EBO}	V _{EB} = -5V, I _C = 0	—	—	-100	μA
直流電流増幅率	h _{FE(1)} *	V _{CE} = -2V, I _C = -0.5A	40	—	240	
	h _{FE(2)}	V _{CE} = -2V, I _C = -2A	13	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	V _{CE(sat)}	I _C = -2A, I _B = -0.2A	—	—	-1.2	V
ベース・エミッタ間電圧	V _{BE}	V _{CE} = -2V, I _C = -2A	—	—	-1.8	V
トランジション周波数	f _T	V _{CE} = -2V, I _C = -0.5A	3	—	—	MHz
コレクタ出力容量	C _{ob}	V _{CB} = -10V, I _E = 0 f = 1MHz	—	150	—	pF

* h_{FE(1)}により, 下表のように分類し現品表示してあります。

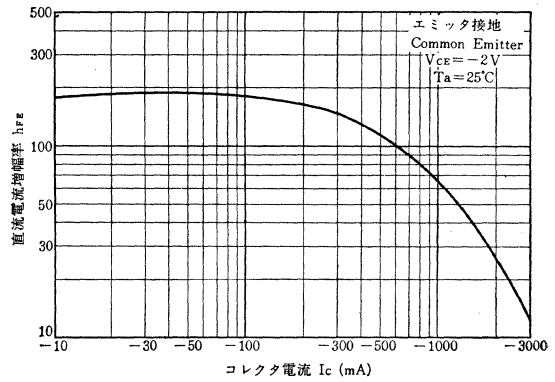
According to the value of h_{FE(1)}, 2SA490 is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SA490-R	40	80
2SA490-O	70	140
2SA490-Y	120	240

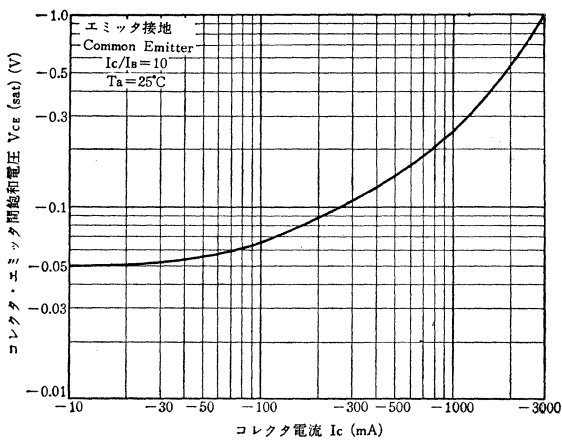
Static Characteristics



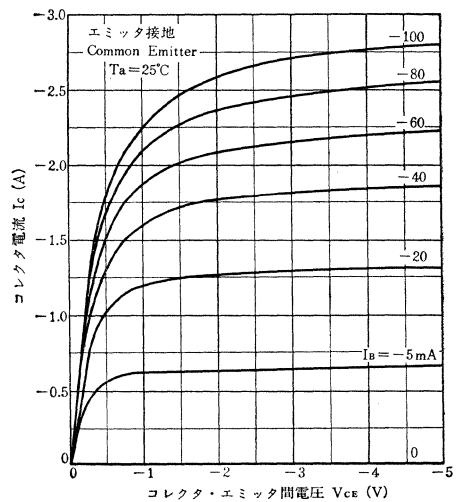
$h_{FE}-I_c$



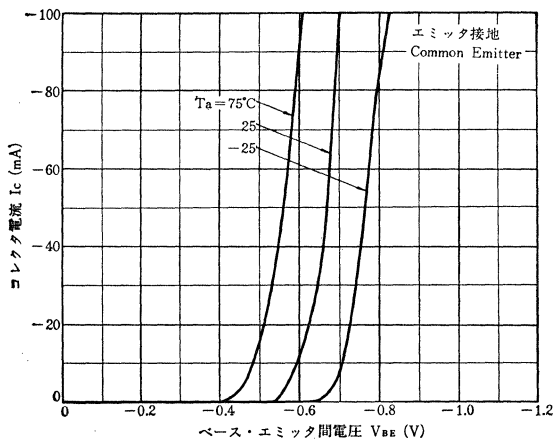
$V_{CE(sat)}-I_c$



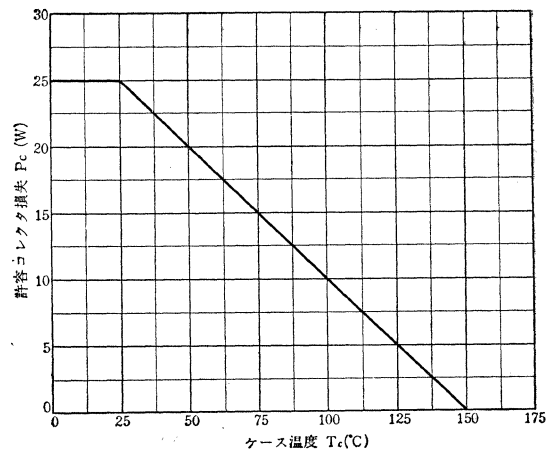
I_c-V_{CE} (Low Voltage Region)



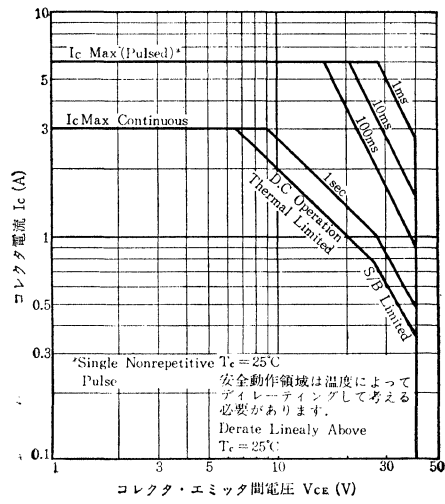
I_c-V_{BE}



P_C-T_c



安全動作領域 ASO



2SA493

シリコンPNPエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON PNP EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

○低周波低雑音増幅用

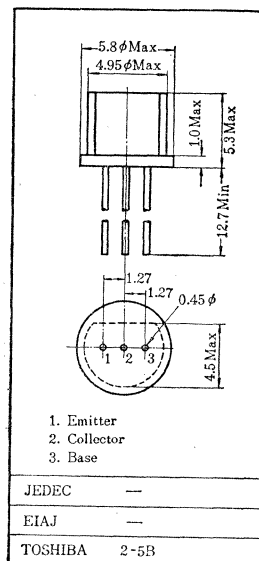
○ Low Noise Audio Amplifier Applications

- 高耐圧です； $V_{CE0} = -50V$
- 低雑音です； $NF = 2dB$ (Max.) ($f = 120Hz$, $R_g = 10k\Omega$)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	-50	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	-50	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-5	V
コレクタ電流	I_C	-50	mA
エミッタ電流	I_E	50	mA
コレクタ損失	P_C	200	mW
接合部温度	T_J	125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ C$

Unit in mm



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

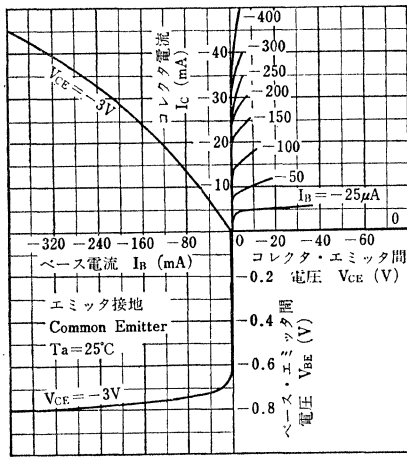
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = -30V, I_E = 0$	—	—	-100	nA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = -5V, I_C = 0$	—	—	-100	nA
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE} = -6V, I_C = -2mA$	70	—	400	
雑音指数	NF(1)	$V_{CE} = -6V, I_E = 100\mu A$ $f = 10Hz, R_g = 10k\Omega$	—	—	10	dB
	NF(2)	$V_{CE} = -6V, I_E = 100\mu A$ $f = 120Hz, R_g = 10k\Omega$	—	—	2	dB

* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。

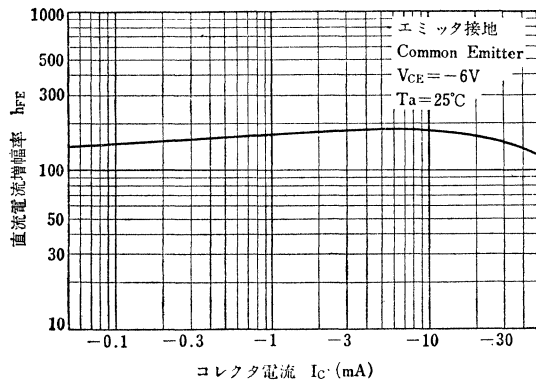
According to the value of h_{FE} , the 2SA493 is Classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SA493—O	70	140
2SA493—Y	120	240
2SA493—GR	200	400

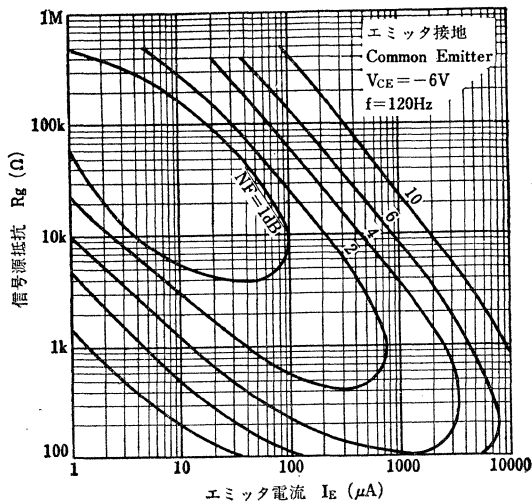
Static Characteristics



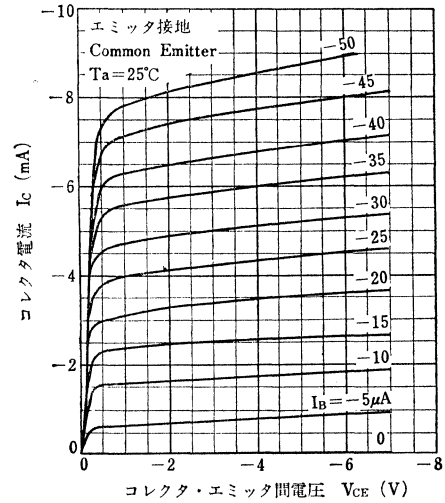
$h_{FE}-I_C$



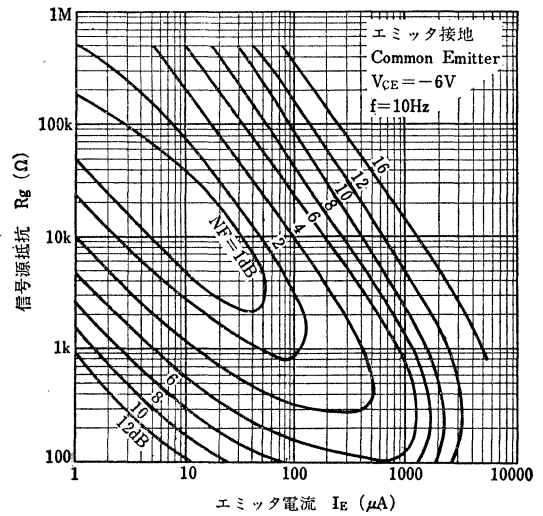
$NF-R_g, I_E$



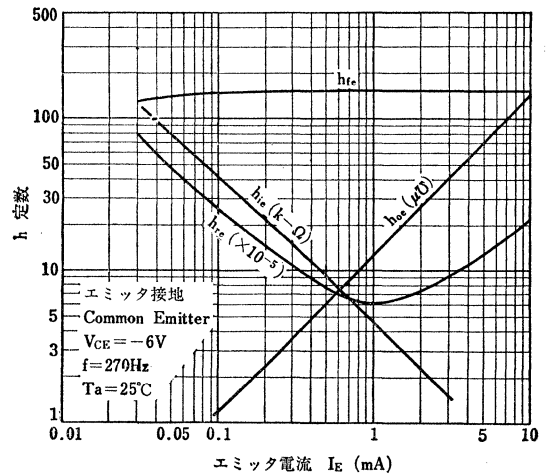
I_C-V_{CE} (Low Voltage Region)



$NF-R_g, I_E$



h Parameter- I_E



2SA493[Ⓒ]

シリコンPNPエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON PNP EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

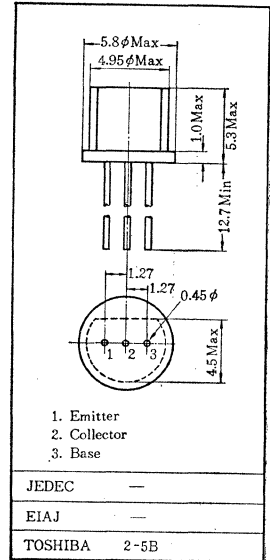
○低周波低雑音増幅用

○ Low Noise Audio Amplifier Applications

- 高耐圧です: $V_{CE0} = -50V$
- 雑音指数が小さい: $NF = 2dB$ (Max.)
($R_g = 10k\Omega$, $f = 120Hz$)
- 2SC1000[Ⓒ]とコンプリメンタリになります。 / Complementary to 2SC1000[Ⓒ]

通信工業用グリーン
Industrial Application

Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	-50	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CE0}	-50	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EB0}	-5	V
コレクタ電流	I_C	-50	mA
エミッタ電流	I_E	50	mA
コレクタ損失	P_C	200	mW
接合部温度	T_j	125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ C$

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

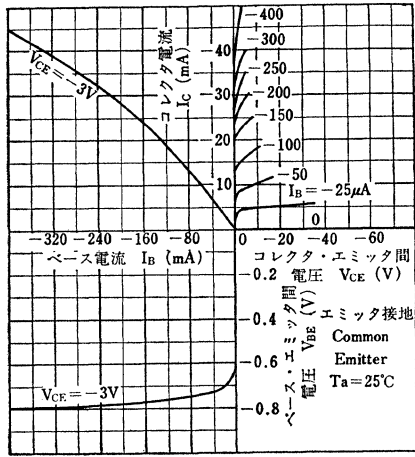
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = -30V, I_E = 0$	—	—	-100	nA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = -5V, I_C = 0$	—	—	-100	nA
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE} = -6V, I_C = -2mA$	70	—	400	
雑音指数	NF(1)	$V_{CE} = -6V, I_E = 100\mu A$ $f = 10Hz, R_g = 10k\Omega$	—	—	10	dB
	NF(2)	$V_{CE} = -6V, I_E = 100\mu A$ $f = 120Hz, R_g = 10k\Omega$	—	—	2	dB

* h_{FE} により下表のように分類し現品表示してあります。

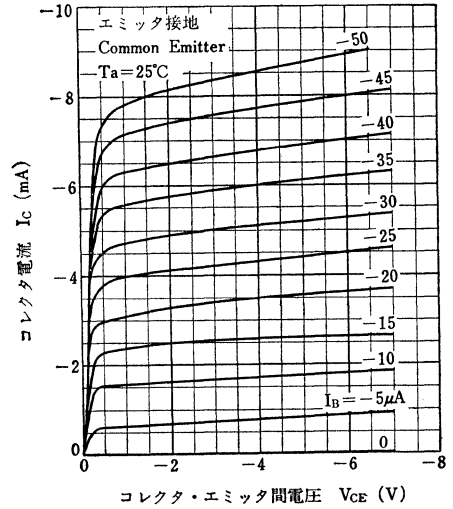
According to the value of h_{FE} , the 2SA493 [Ⓒ] is classified as follows.

Classification	h_{FE}	
	Min.	Max.
2SA493 [Ⓒ] -Y	120	240
2SA493 [Ⓒ] -GR	200	400

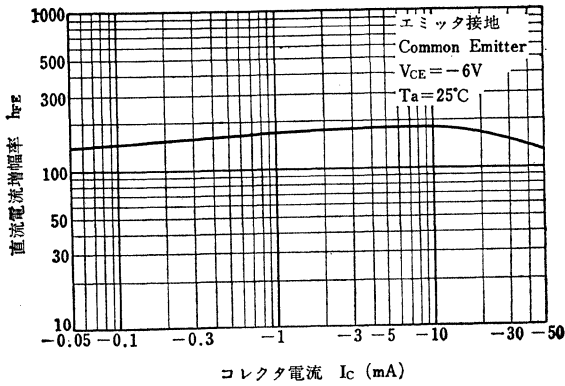
Static characteristics



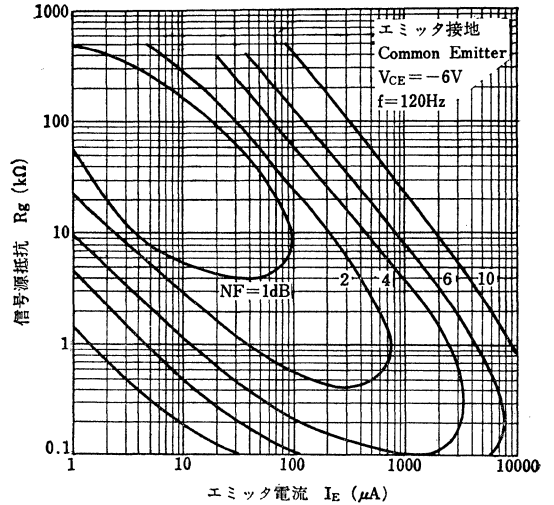
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



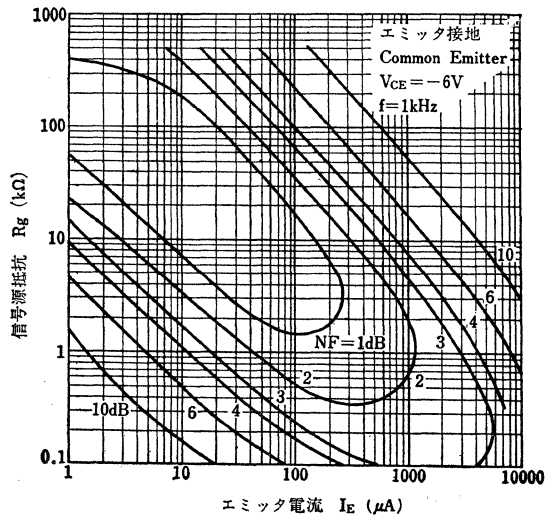
h_{FE} - I_C



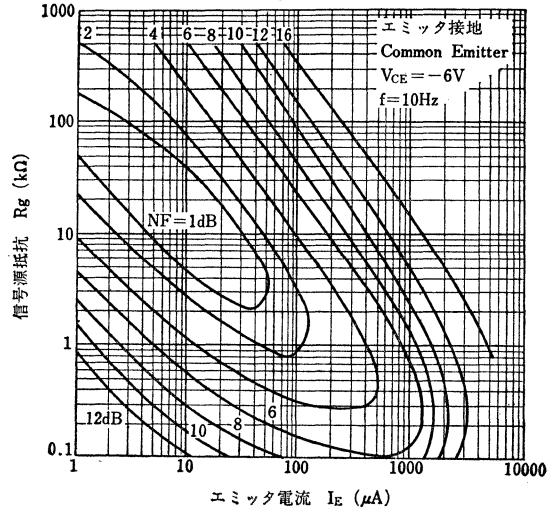
NF- R_g , I_E



NF- R_g , I_E



NF- R_g , I_E



2SA494

シリコンPNPエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON PNP EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

○低雑音増幅用

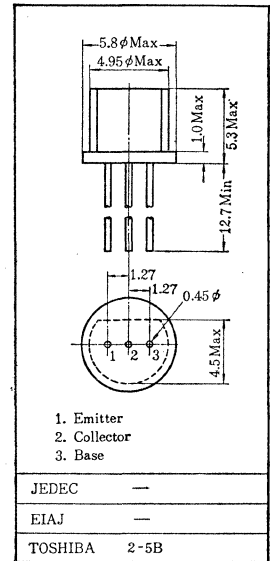
○ Low Noise Amplifier Applications

- 低雑音 : NF=2.5dB (Typ.)
- 直流電流増幅率が高い : $h_{FE}=70\sim 400$

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	-35	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	-30	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-5	V
コレクタ電流	I_C	-30	mA
エミッタ電流	I_E	30	mA
コレクタ損失	P_C	200	mW
接合部温度	T_J	125	°C
保存温度	T_{stg}	-55~125	°C

Unit in mm



電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしゃ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=-15V, I_E=0$	—	—	-0.5	μA
エミッタしゃ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=-2V, I_C=0$	—	—	-1.0	μA
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE}=-6V, I_C=-100\mu A$	70	—	400	
トランジション周流数	f_T	$V_{CE}=-10V, I_E=10mA$	100	—	—	MHz
雑音指数	NF(1)	$V_{CE}=-6V, I_E=20\mu A$ $R_g=10k\Omega, f=120Hz$	—	1	—	dB
	NF(2)	$V_{CE}=-6V, I_E=100\mu A$ $R_g=10k\Omega, f=120Hz$	—	2.5	4	dB
	NF(3)	$V_{CE}=-6V, I_E=100\mu A$ $R_g=10k\Omega, f=1kHz$	—	1	2	dB

* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。

According to the value of h_{FE} , the 2SA494 is classified as follows.

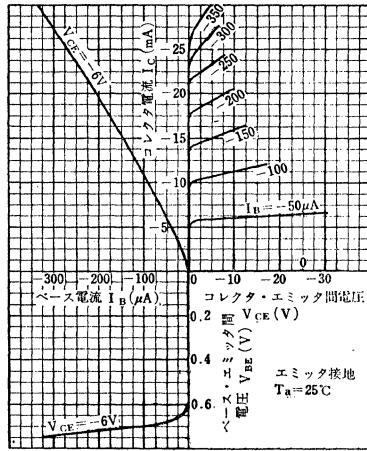
Classification	Min.	Max.
2SA494—O	70	140
2SA494—Y	120	240
2SA494—GR	200	400

h定数 h Parameters (Typ.) (エミッタ接地, $V_{CE}=-6V, I_E=100\mu A, f=270Hz$)

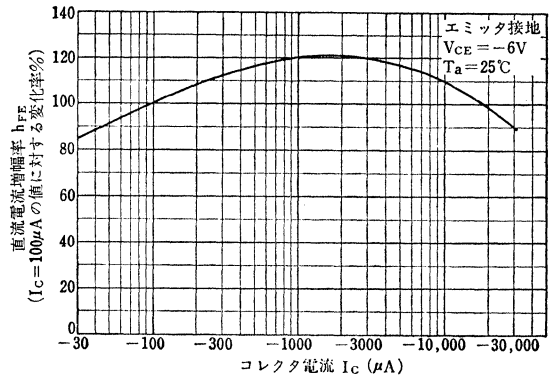
Common Emitter

Characteristic	Symbol	2SA494—O	2SA494—Y	2SA494—GR	Unit
入力インピーダンス (出力短絡)	h_{ie}	8	11	14.5	k Ω
電圧帰還 (入力開放)	h_{re}	0.9	0.95	1.0	$\times 10^{-4}$
電流増幅率 (出力短絡)	h_{fe}	90	140	220	
出力アドミタンス (入力開放)	h_{oe}	1.1	1.6	2.8	μS

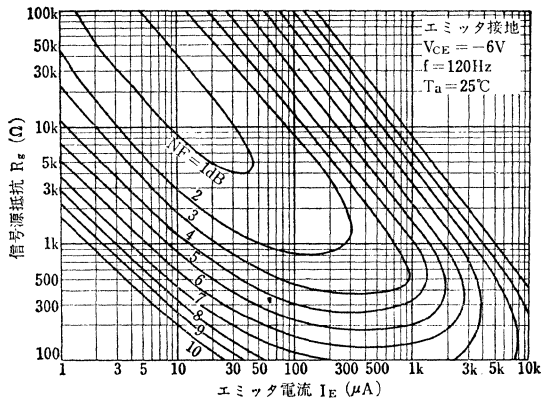
Static Characteristics



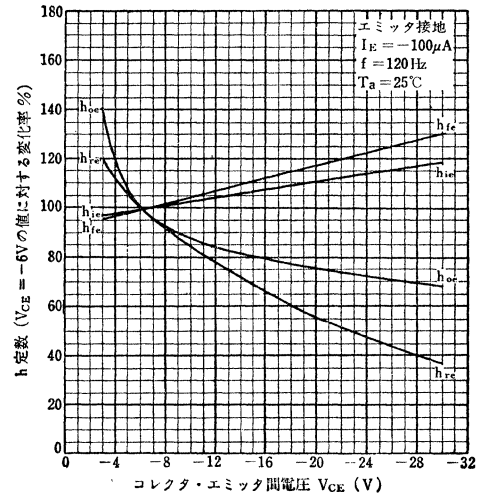
$h_{FE}-I_C$



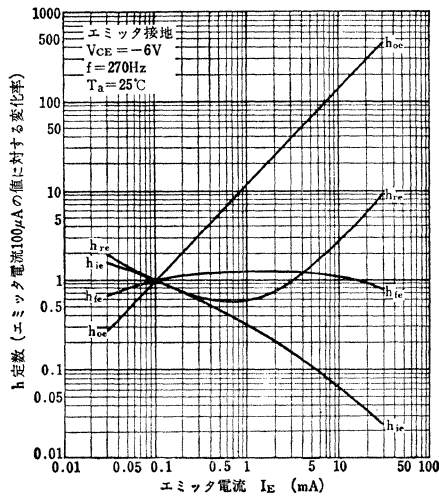
NF- R_g, I_E



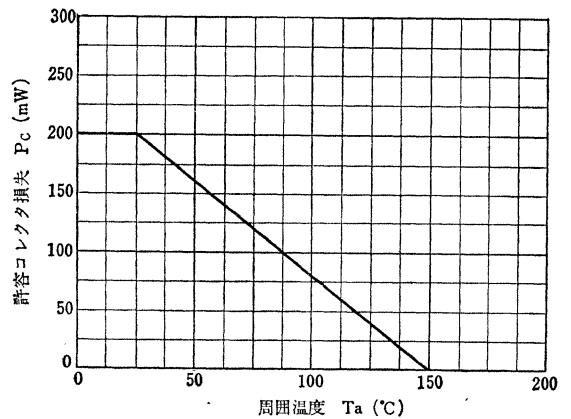
h Parameter- V_{CE}



h Parameter- I_E



P_C-T_a



2SA495

シリコンPNPエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON PNP EPTAXIAL PLANAR TRANSISTOR

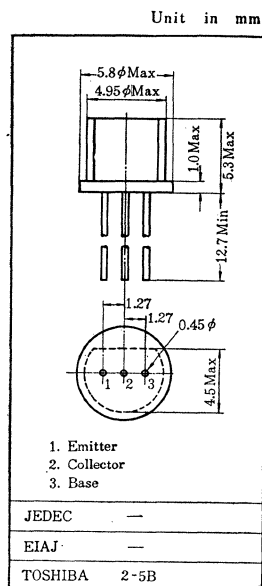
○一般増幅用

○ General Amplifier Applications

- エポキシ封止です。
- トランジション周波数が高い： $f_T=200\text{MHz}$ (Typ.)
- 飽和電圧が小さい： $V_{CE}(\text{sat})=-0.2\text{V}$ (Typ.)
- 2SC372 とコンプリメンタリになります， /Complementary to 2SC372

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	-35	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	-30	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-5	V
コレクタ電流	I_C	-100	mA
エミッタ電流	I_E	100	mA
コレクタ損失	P_C	200	mW
接合部温度	T_j	125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ\text{C}$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=-15\text{V}, I_E=0$	—	—	-0.5	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=-2\text{V}, I_C=0$	—	—	-1.0	μA
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE}=-1\text{V}, I_C=-10\text{mA}$	70	—	240	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE}(\text{sat})$	$I_C=-10\text{mA}$	—	-0.2	-0.5	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE}(\text{sat})$	$I_B=-1\text{mA}$	—	-0.8	-1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=-10\text{V}, I_E=10\text{mA}$	100	200	—	MHz
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CE}=-6\text{V}, I_E=1\text{mA}, f=30\text{MHz}$	—	30	70	Ω
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=-10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	—	4	7	pF

* h_{FE} により下表のように分類し現品表示してあります。

According to the value of h_{FE} , the 2SA495 is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SA495—O	70	140
2SA495—Y	120	240

h 定数 h parameters (エミッタ接地, $f=270\text{Hz}$, $T_a=25^\circ\text{C}$)

Common Emitter

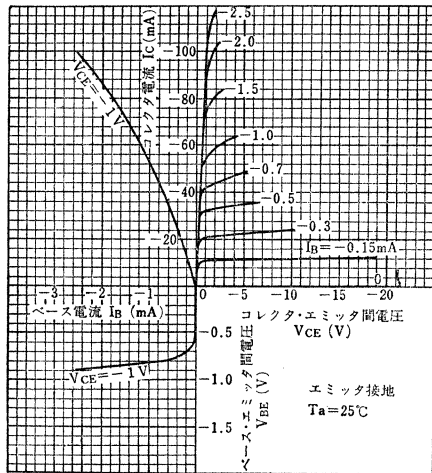
Characteristic	Symbol	Typical				Unit
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CE}	-6	-6	-10	-10	V
エミッタ電流	I_E	1	2	1	2	mA
入力インピーダンス (出力短絡)	h_{ie}	3.0	1.6	3.2	1.6	$k\Omega$
電圧帰還率 (入力開放)	h_{re}	54	58	56	69	$\times 10^{-6}$
電流増幅率 (出力短絡)	h_{fe}	102	106	108	110	
出力アドミタンス (入力開放)	h_{oe}	12	23	11	20	$\mu\Omega$

y 定数 y Parameters (エミッタ接地, $f=455\text{kHz}$, $T_a=25^\circ\text{C}$)

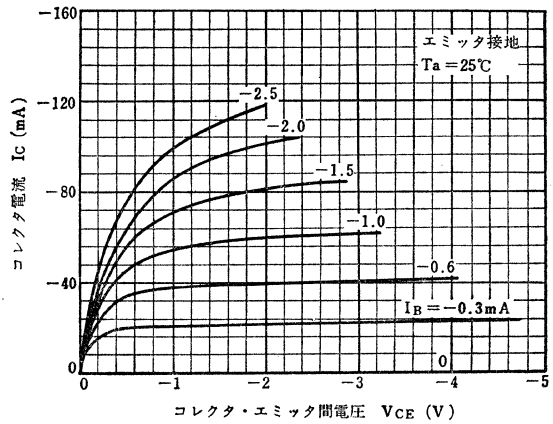
Common Emitter

Characteristic	Symbol	Typical				Unit
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CE}	-6	-6	-10	-10	V
エミッタ電流	I_E	1	2	1	2	mA
入力コンダクタンス	g_{ie}	0.3	0.57	0.28	0.54	$m\Omega$
入力容量	C_{ie}	47	65	45	62	pF
逆伝達アドミタンス	$ y_{re} $	12.2	12.2	9.6	9.6	$\mu\Omega$
逆伝達アドミタンス位相角	θ_{re}	-90	-90	-90	-90	$^\circ$
順伝達アドミタンス	$ y_{fe} $	34	65.5	34	65.5	$m\Omega$
順伝達アドミタンス位相角	θ_{fe}	2	2.5	2	2.5	$^\circ$
出力コンダクタンス	g_{oe}	10	19	8.5	16.5	$\mu\Omega$
出力容量	C_{oe}	6.0	8.5	5.5	7.0	pF

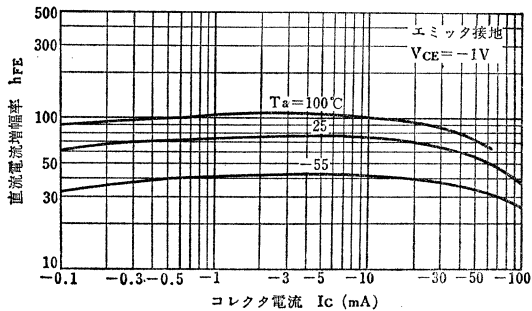
Static Characteristics



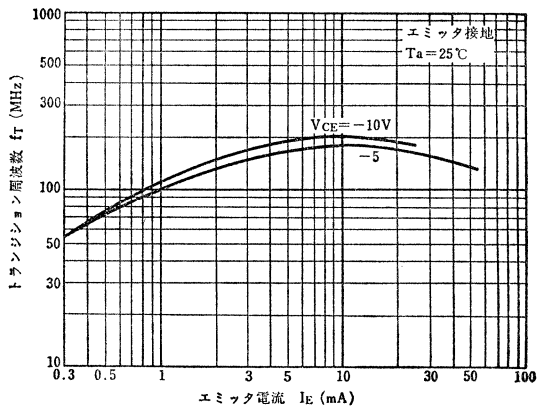
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



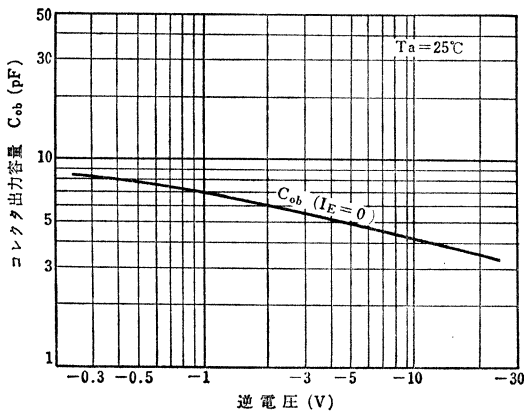
h_{FE} - I_C



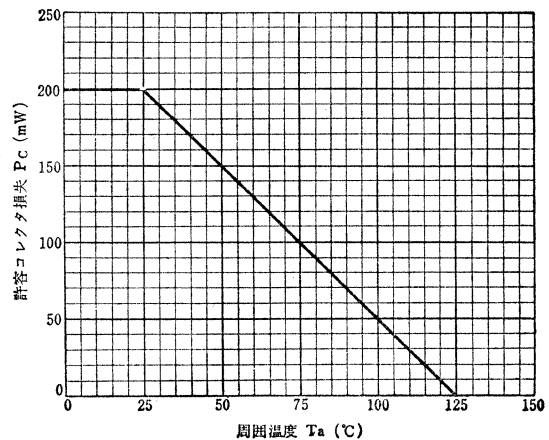
f_T - I_E



C_{ob} - V_R



P_C - T_a



- 高周波増幅用 ○高速度スイッチング用
- High Frequency Amplifier Applications
- High Speed Switching Applications

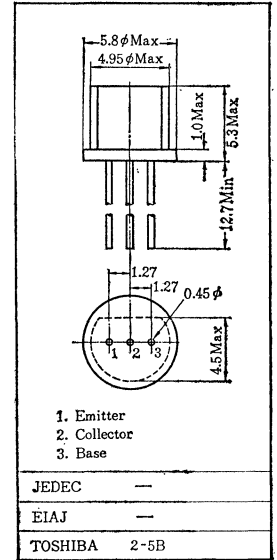
通信工業用グリーン
Industrial Applications

Unit in mm

- エポキシ封止です。 / Epoxy Encapsulated.
- トランジション周波数が高い: $f_T=200\text{MHz}$ (Typ.)
- 飽和電圧が小さい: $V_{CE}(\text{sat})=-0.2\text{V}$ (Typ.)
- スwitching時間が速い: $t_{\text{stg}}=0.3\mu\text{s}$ (Typ.)
- 2SC372®, 2SC373®とコンプリメンタリになります。 / Complementary to 2SC372® and 2SC373®.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	-35	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	-30	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-5	V
コレクタ電流	I_C	-100	mA
エミッタ電流	I_E	100	mA
コレクタ損失	P_C	200	mW
接合部温度	T_j	125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ\text{C}$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

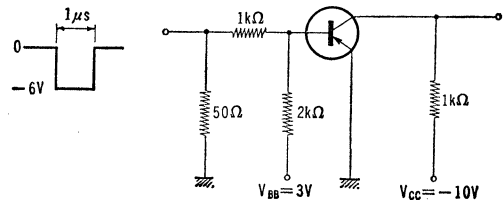
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=-15\text{V}, I_E=0$	—	—	-0.5	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=-2\text{V}, I_C=0$	—	—	-1.0	μA
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE}=-1\text{V}, I_C=-10\text{mA}$	70	—	240	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE}(\text{sat})$	$I_C=-10\text{mA}$	—	-0.2	-0.4	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE}(\text{sat})$	$I_B=-1\text{mA}$	—	-0.8	-1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=-10\text{V}, I_E=10\text{mA}$	100	200	—	MHz
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CE}=-6\text{V}, I_E=1\text{mA}, f=30\text{MHz}$	—	30	70	Ω
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=-10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	—	5	7	pF
スイッチング時間	ターンオン時間	t_{on}	—	25	—	ns
	蓄積時間	t_{stg}	—	300	—	ns
	下降時間	t_r	—	35	—	ns

* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。

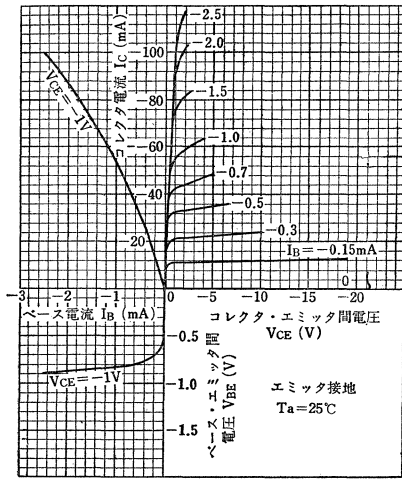
According to the value of h_{FE} , the 2SA495® is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SA495®—O	70	140
2SA495®—Y	120	240

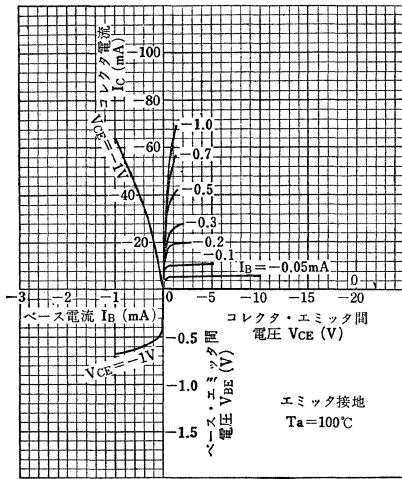
Fig. 1 スイッチング時間測定回路
Switching Time Test Circuit



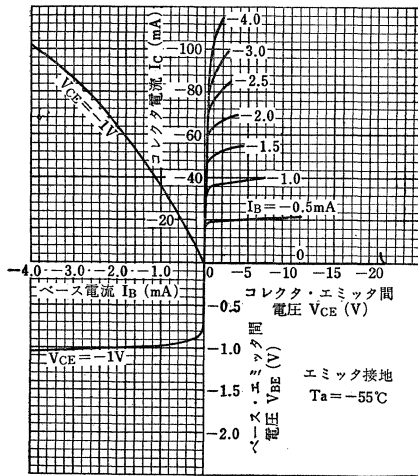
Static Characteristics



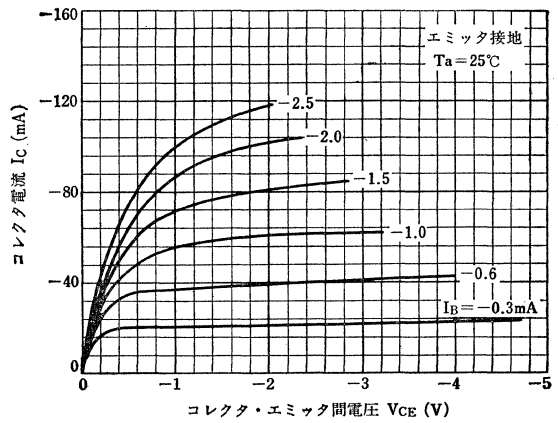
Static Characteristics



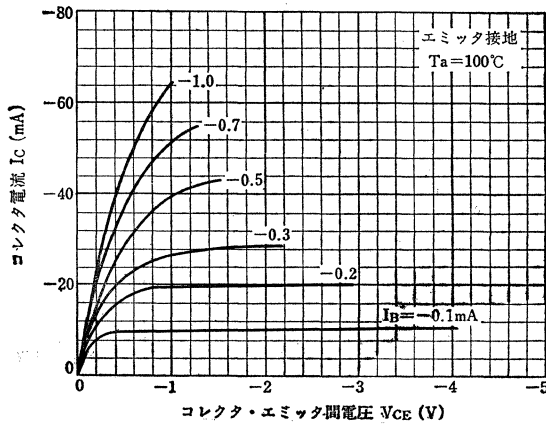
Static Characteristics



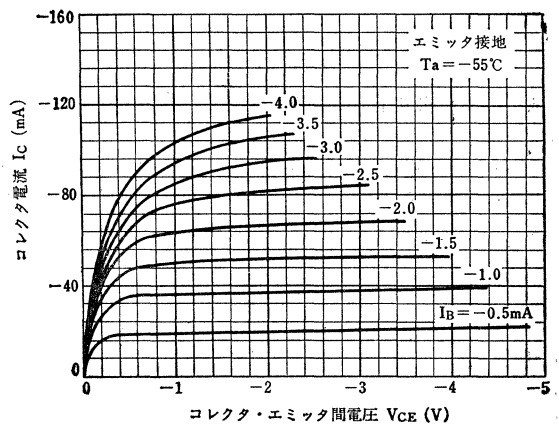
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)

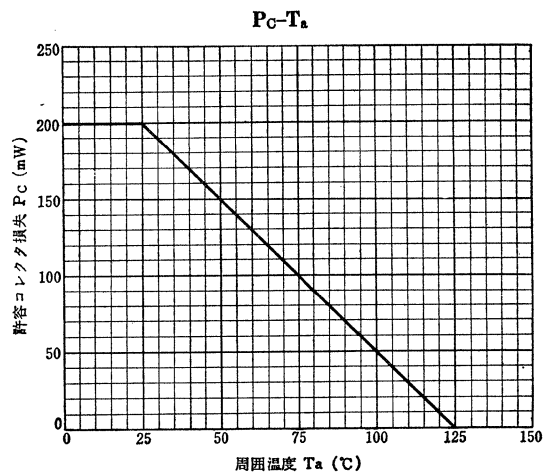
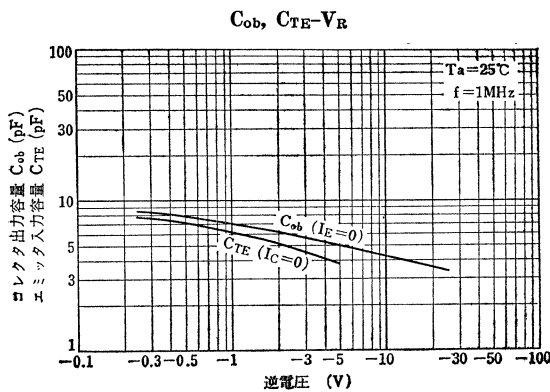
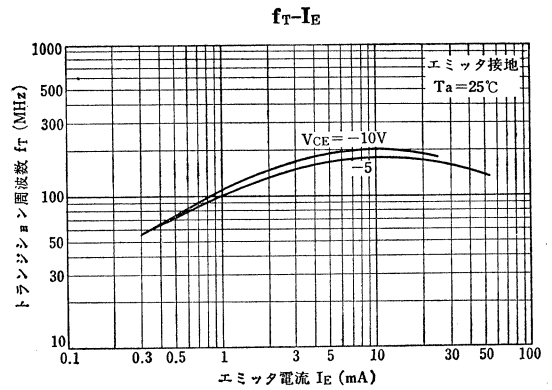
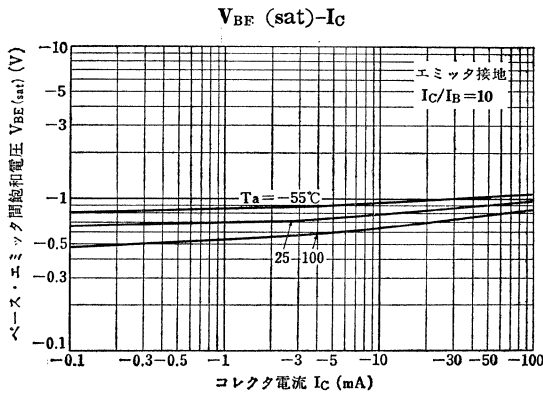
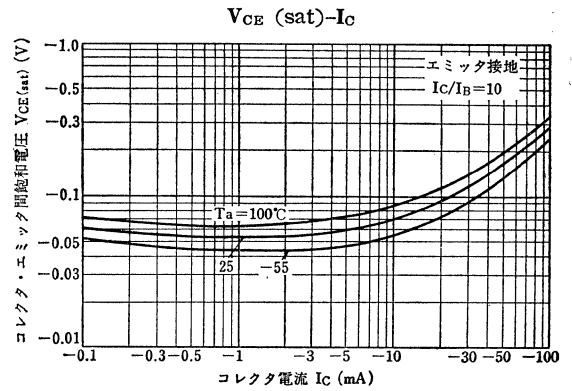
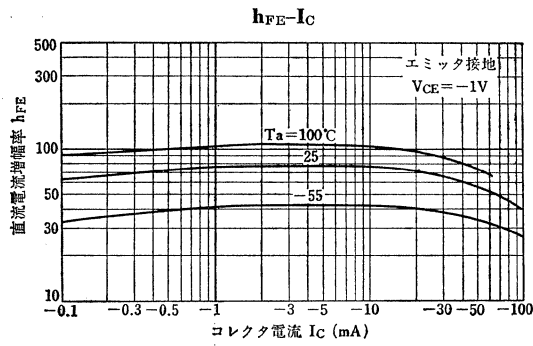


I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)





2SA496, 2SA505

シリコンPNPエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON PNP EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

○中電力増幅用

○ Medium Power Amplifier Applications

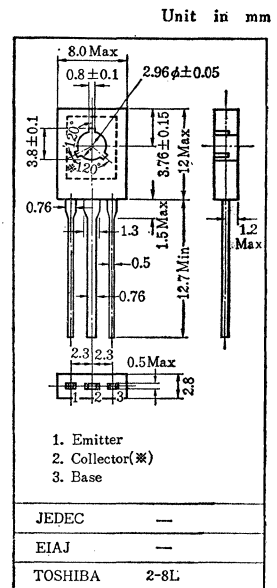
- ・飽和電圧が低い: $V_{CE(sat)} = -0.32V$ (Typ.)
- ・2SC495, 2SC496とコンプリメンタリになります/Complementary to 2SC495 and 2SC496

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	-60	V
2SA505		-40	
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	-50	V
2SA496		-30	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-5	V
コレクタ電流	I_C	-800	mA
エミッタ電流	I_E	800	mA
コレクタ損失	P_C	600	mW
接合部温度	T_J	125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ C$

※ 点線内のメタルはコレクタに接続されています。

The inside metal of dotted line is connected to collector lead.



アクセサリはAC46Cを適用
Mounting kit No. AC46C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

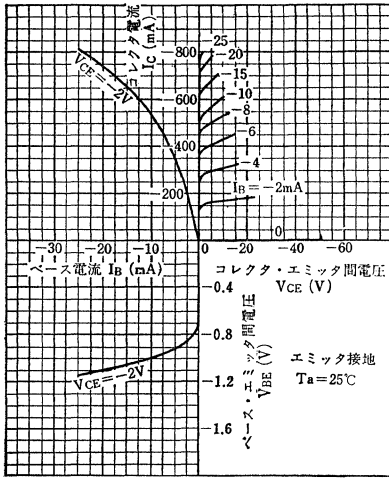
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = -30V, I_E = 0$	—	—	1	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = -5V, I_C = 0$	—	—	1	μA
直流電流増幅率	$h_{FE(1)*}$	$V_{CE} = -2V, I_C = -50mA$	40	—	240	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE} = -2V, I_C = -800mA$	13	—	—	
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = -10V, I_E = 10mA$	50	100	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = -10V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	20	—	pF
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = -500mA, I_B = -50mA$	—	-0.32	-0.8	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE} = -2V, I_C = -500mA$	—	—	-1.3	V

* $h_{FE(1)}$ により下表のように分類し現品表示してあります。

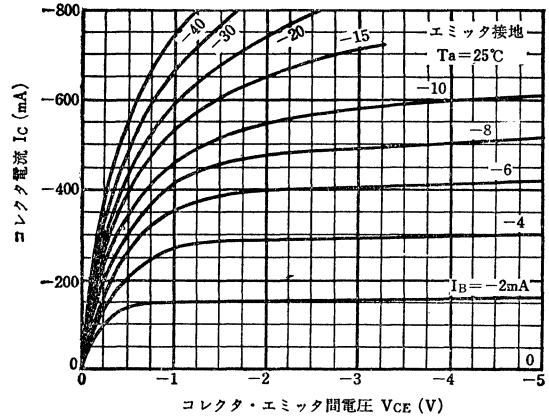
According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SA496 and 2SA505 are classified as follows.

Classification	Symbol	Min.	Max.
2SA496—R	R	40	80
2SA505—R			
2SA496—O	O	70	140
2SA505—O			
2SA496—Y	Y	120	240
2SA505—Y			

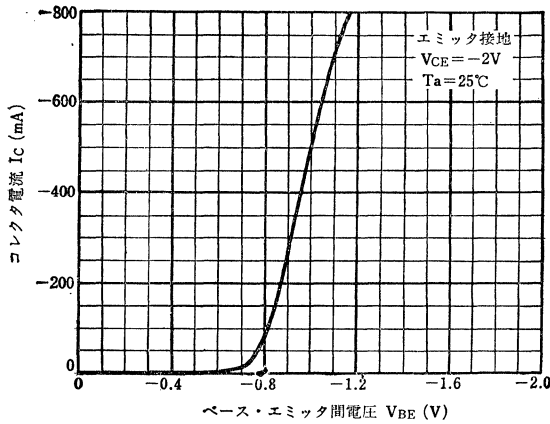
Static Characteristics



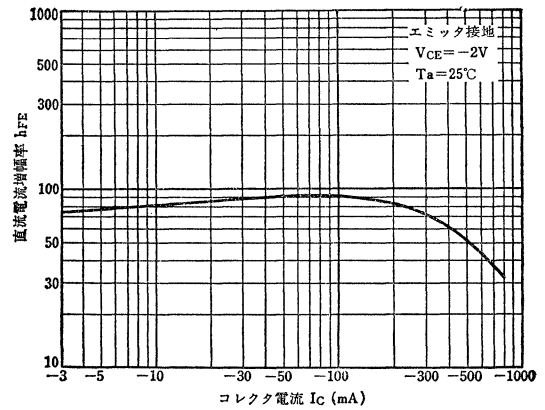
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



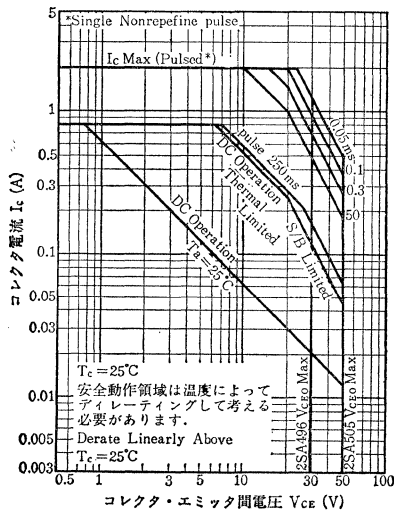
I_C - V_{BE}



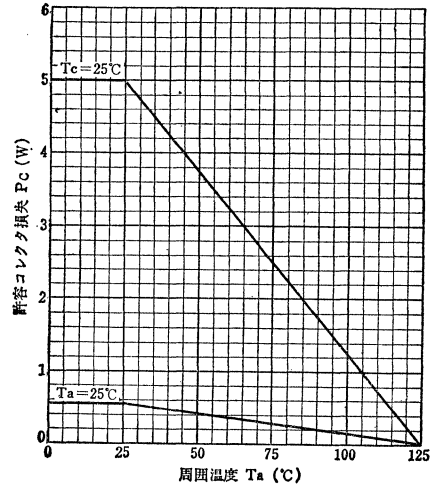
h_{FE} - I_C



安全動作領域 ASO



P_C - T_a



2SA497, 2SA498

シリコンPNPエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON PNP EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

○中電力増幅用

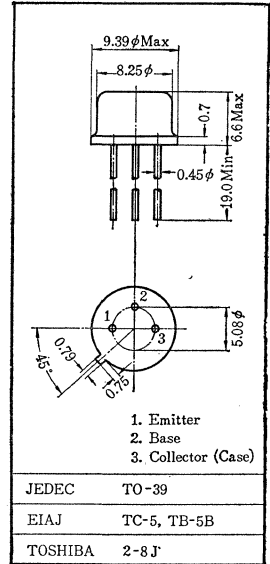
○ Medium Power Amplifier Applications

- 高耐圧です: $V_{CBO} = -80V$ (2SA497)
- 飽和電圧が低い: $V_{CE(sat)} = -0.12V$ (Typ.)
- 2SC497, 2SC498 とコンプリメンタリになります。 /Complementary to 2SC497 and 2SC498.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	2SA497	-80	V
	2SA498	-50	
コレクタ・エミッタ間電圧	2SA497	-80	V
	2SA498	-50	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-5	V
コレクタ電流	I_C	-800	mA
エミッタ電流	I_E	800	mA
コレクタ損失	P_C	600	mW
接合部温度	T_j	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$

Unit in mm



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

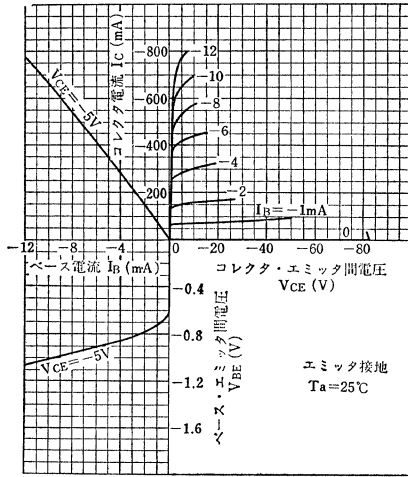
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = -30V, I_E = 0$	—	—	-1.0	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = -5V, I_C = 0$	—	—	-1.0	μA
直流電流増幅率	$h_{FE(1)*}$	$V_{CE} = -2V, I_C = -200mA$	40	—	240	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE} = -2V, I_C = -800mA$	13	—	—	
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = -10V, I_E = 10mA$	—	70	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = -10V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	33	—	pF
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = -200mA, I_B = -20mA$	—	-0.12	-0.8	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C = -200mA, I_B = -20mA$	—	-0.9	-1.2	V

* $h_{FE(1)}$ により、下表のように分類し現品表示してあります。

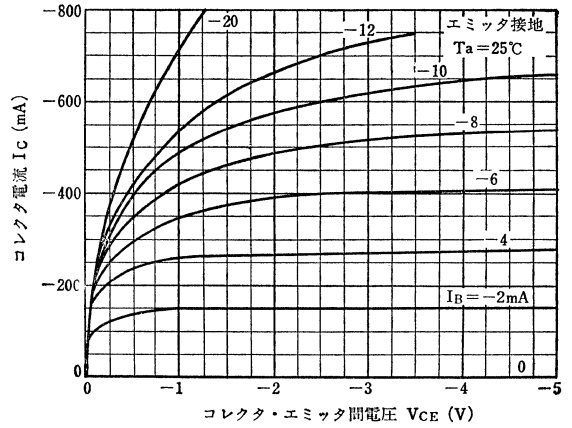
According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SA497 and 2SA498 are classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SA497-R 2SA498-R	40	80
2SA497-O 2SA498-O	70	140
2SA497-Y 2SA498-Y	120	240

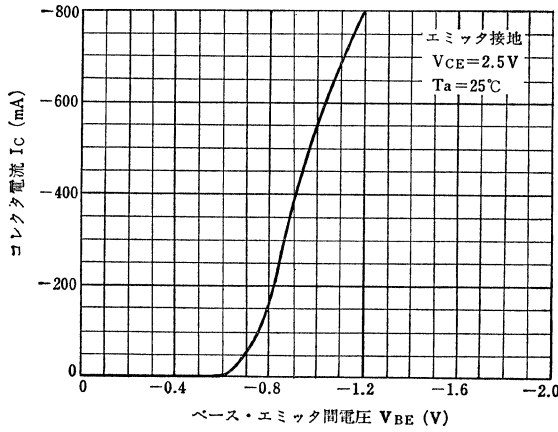
Static Characteristics



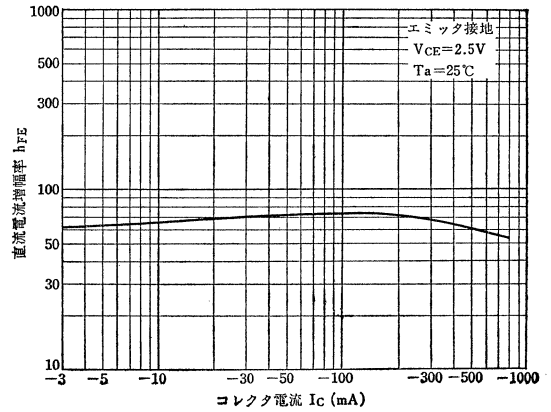
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



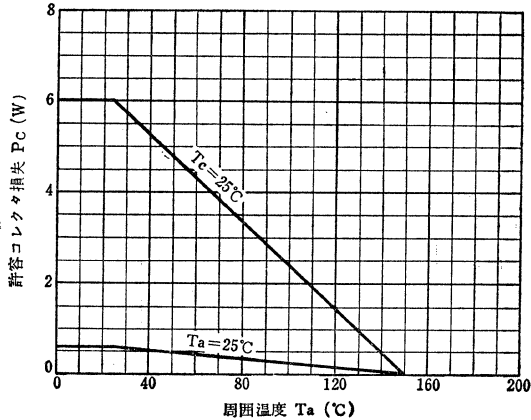
I_C - V_{BE}



h_{FE} - I_C



P_C - T_a



2SA499, 2SA500

シリコンPNPエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON PNP EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

- 高周波増幅用 ○高速度スイッチング用
- High Frequency Amplifier Applications
- High Speed Switching Applications

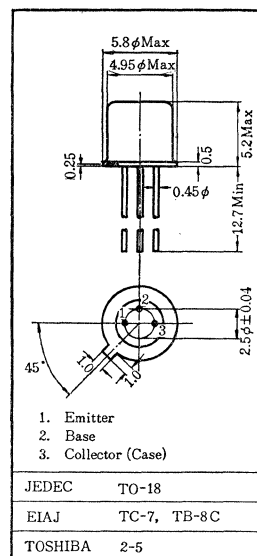
通信工業用
Industrial Applications

Unit in mm

- 高耐圧です: $V_{CBO} = -50V$ (2SA499)
 $V_{CBO} = -30V$ (2SA500)
- トランジション周波数が高い: $f_T = 250MHz$ (Typ.)
- スwitching時間が速い: $t_{stg} = 300ns$ (Typ.)
- 2SC979, 2SC400 とコンプリメンタリになります。 / Complementary to 2SC979 and 2SC400.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	-50	V
2SA499		-30	
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	-40	V
2SA499		-20	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-5	V
コレクタ電流	I_C	-100	mA
エミッタ電流	I_E	100	mA
コレクタ損失	P_C	250	mW
接合部温度	T_J	175	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ C$



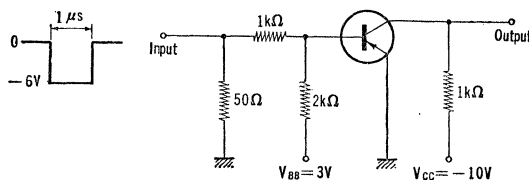
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしゃ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = -15V, I_E = 0$	—	—	-0.5	μA
エミッタしゃ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = -5V, I_C = 0$	—	—	-1.0	μA
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE} = -1V, I_C = -10mA$	60	—	200	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = -10mA, I_B = -1mA$	—	-0.1	-0.4	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C = -10mA, I_B = -1mA$	—	-0.8	-1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = -10V, I_E = 10mA$	100	250	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = -10V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	5	7	pF
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CB} = -6V, I_E = 1mA, f = 30MHz$	—	30	70	Ω
スイッチング時間	ターンオン時間	Fig. 1	—	25	—	ns
	蓄積時間		—	300	—	
	下降時間		—	35	—	

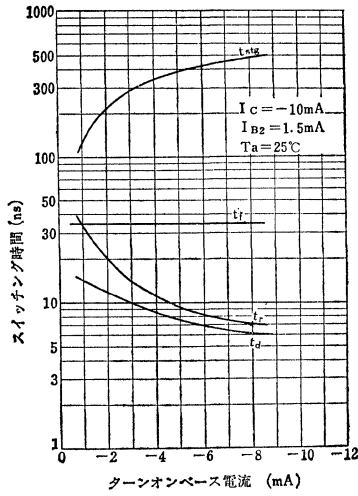
* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。
According to the value of h_{FE} , the 2SA499 and 2SA500 are classified as follows.

Classification	Symbol or (Color Dot)	Min.	Max.
2SA499—O	O (Orange)	60	120
2SA499—Y	Y (Yellow)	100	200

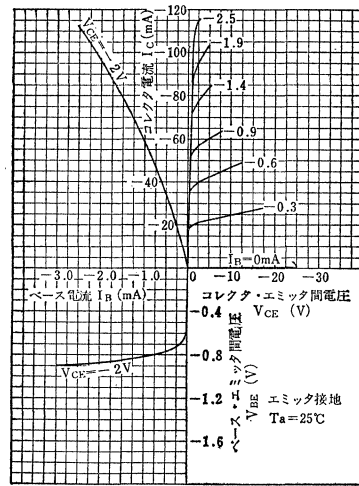
Fig. 1 スイッチング時間測定回路
Switching Time Test Circuit



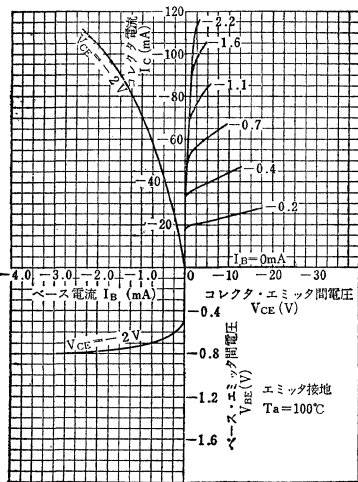
Switching Characteristics



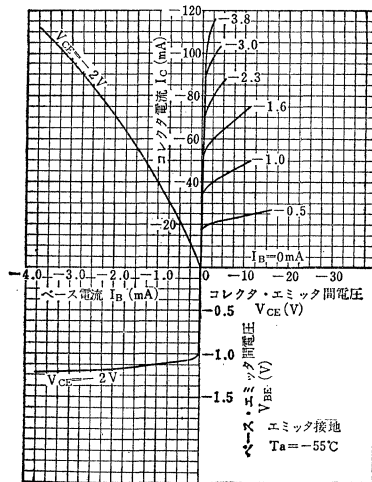
Static Characteristics



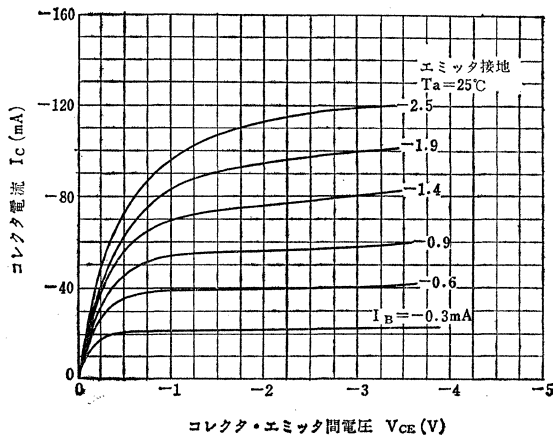
Static Characteristics



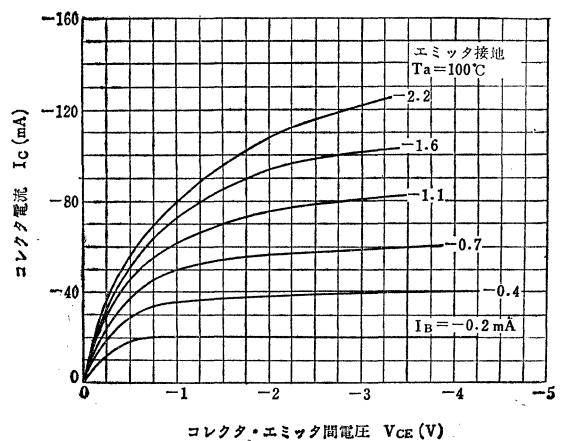
Static Characteristics



I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)

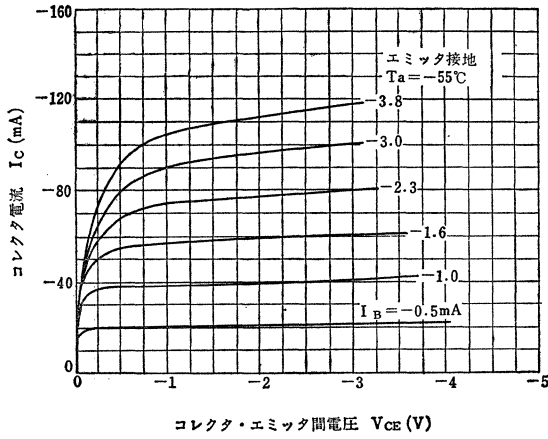


I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)

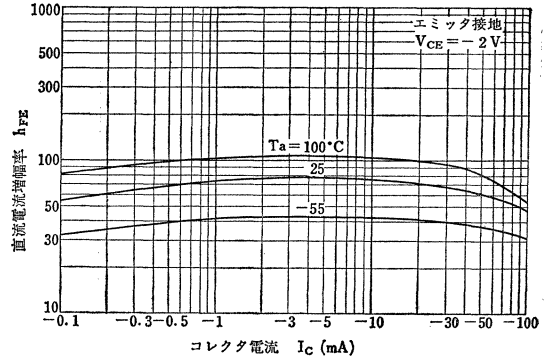


2SA499, 2SA500

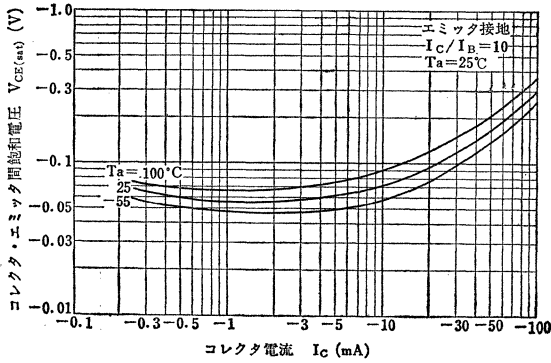
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



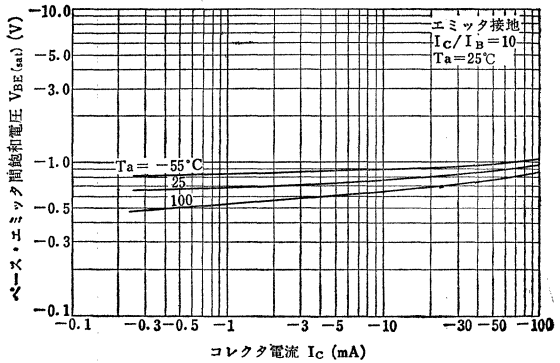
h_{FE} - I_C



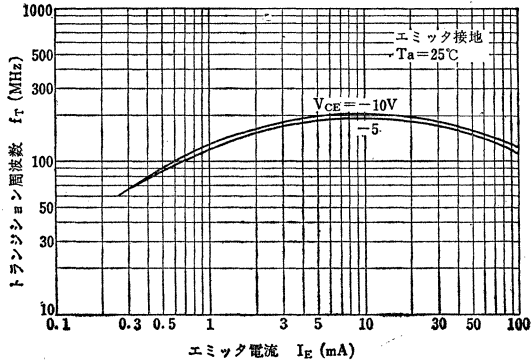
$V_{CE}(\text{sat})$ - I_C



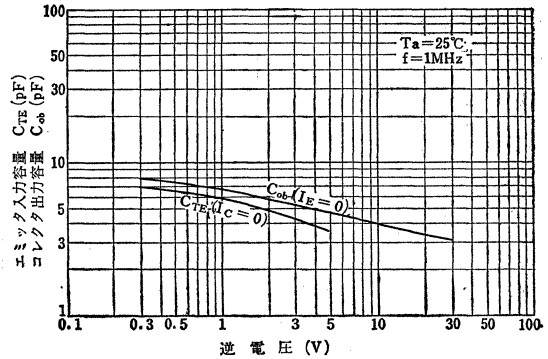
$V_{BE}(\text{sat})$ - I_C



f_T - I_E



C_{TE}, C_{ob} - V_R



○テジトロン（蛍光表示管）点灯用
○ Fluorescent Numerical Indicator Tube Drive Applications

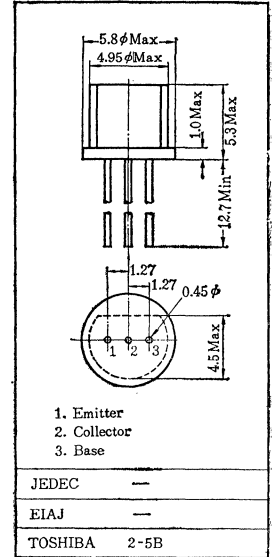
通信工業用
Industrial Applications

- 高耐圧です : $V_{CBO} = -90V$
: $V_{CEO} = -80V$
- 飽和電圧が小さい : $V_{CE(sat)} = -0.3V$ (Max.)

Unit in mm

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	-90	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	-80	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-5	V
コレクタ電流	I_C	-100	mA
エミッタ電流	I_E	100	mA
コレクタ損失	P_C	300	mW
接合部温度	T_J	125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ C$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

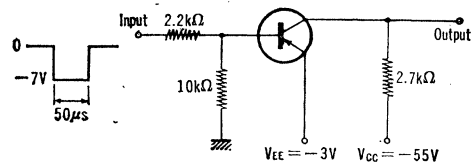
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = -70V, I_E = 0$	—	—	-100	nA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = -5V, I_C = 0$	—	—	-1.0	μA
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE} = -1V, I_C = -20mA$	40	—	240	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = -20mA, I_B = -2mA$	—	—	-0.3	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C = -20mA, I_B = -2mA$	—	—	-0.9	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = -10V, I_E = 10mA$	50	—	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = -10V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	8	15	pF
スイッチング時間	ターンオン時間	t_{on}	—	0.4	—	μs
	ターンオフ時間	t_{off}	—	0.4	—	

* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。

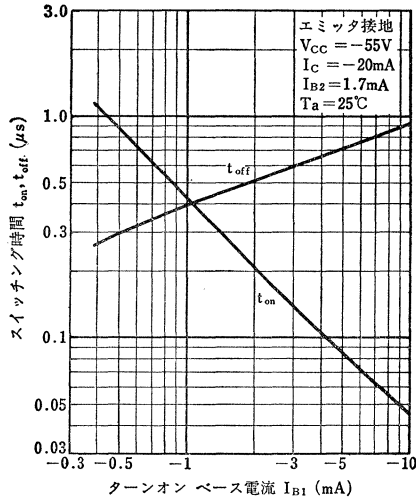
According to the value of h_{FE} , the 2SA502 is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SA502-R	40	80
2SA502-O	70	140
2SA502-Y	120	240

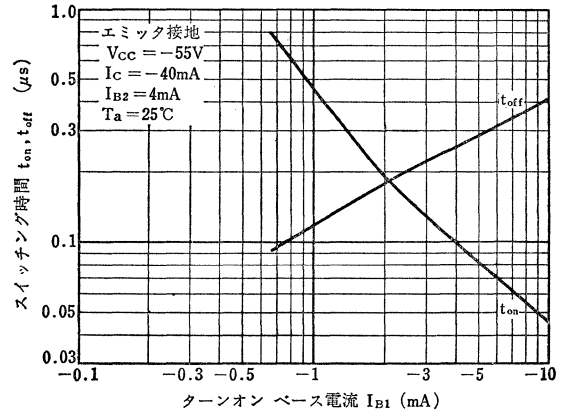
Fig. 1 スイッチング時間測定回路
Switching Time Test Circuit



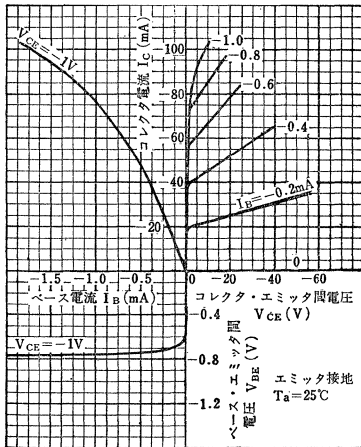
Switching characteristics



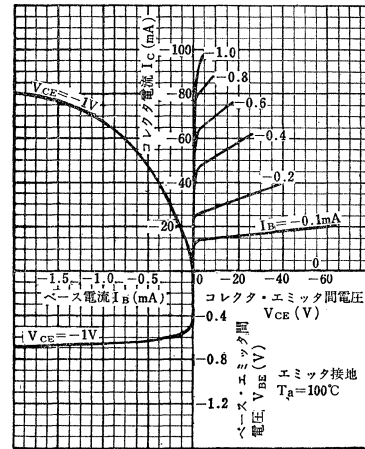
Switching characteristics



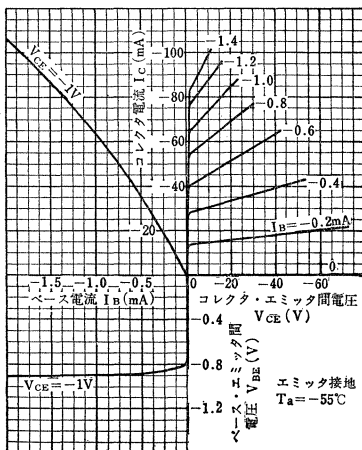
Static Characteristics



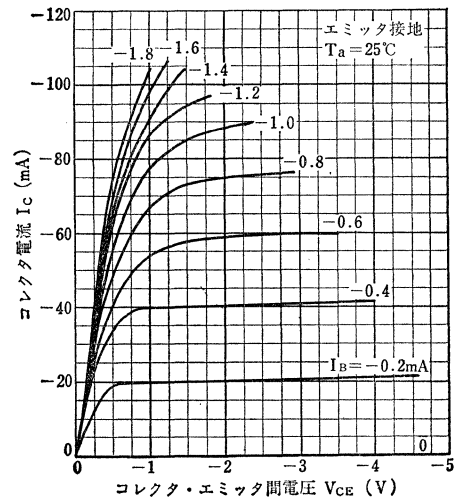
Static Characteristics



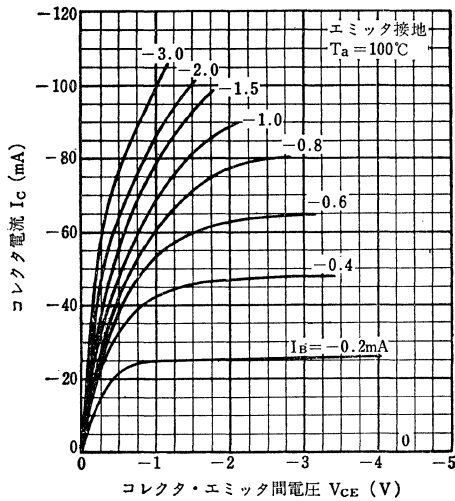
Static Characteristics



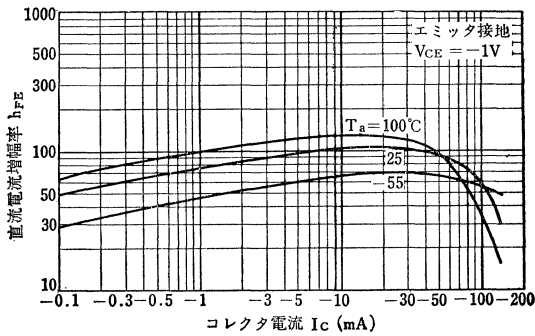
$I_C - V_{CE}$ (Low Voltage Region)



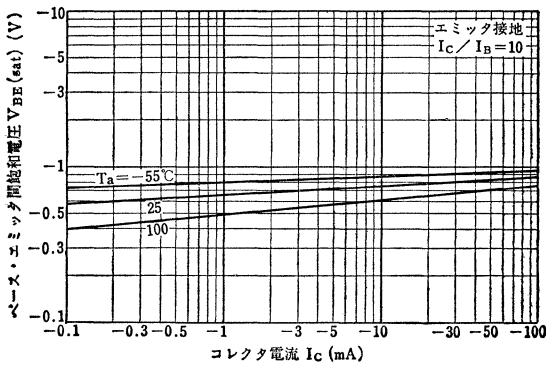
I_C-V_{CE} (Low Voltage Region)



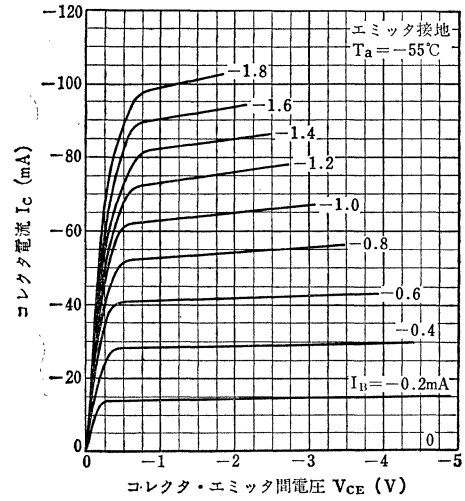
$h_{FE}-I_C$



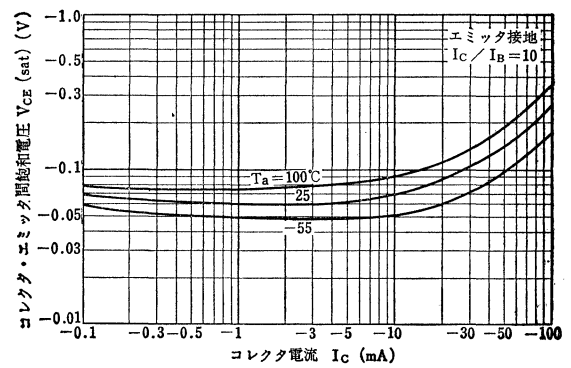
$V_{BE}-I_C$



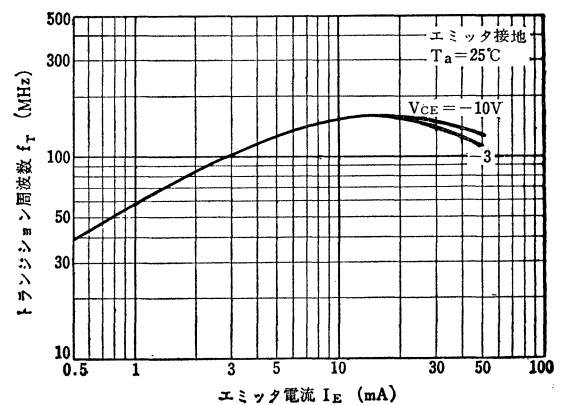
I_C-V_{CE} (Low Voltage Region)



$V_{CE}(sat)-I_C$

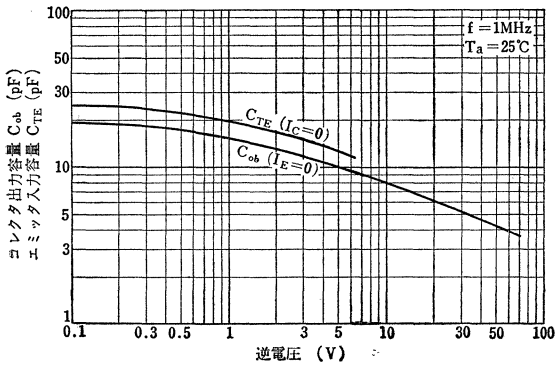


f_T-I_E

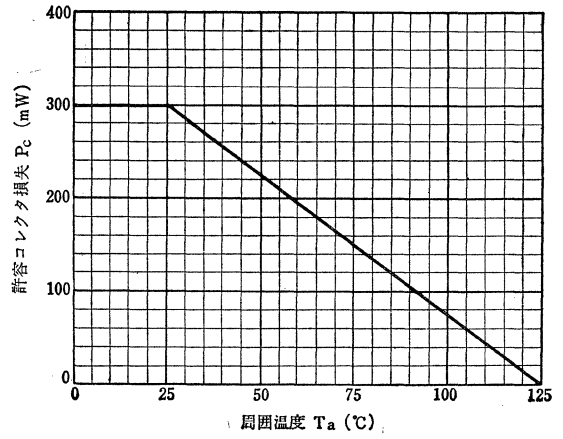


2SA502

$C_{ob}, C_{TE}-V_R$



P_C-T_a



シリコンPNPエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON PNP EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

2SA503, 2SA504

通信工業用

Industrial Applications

Unit in mm

○高周波増幅用 ○高速度スイッチング用

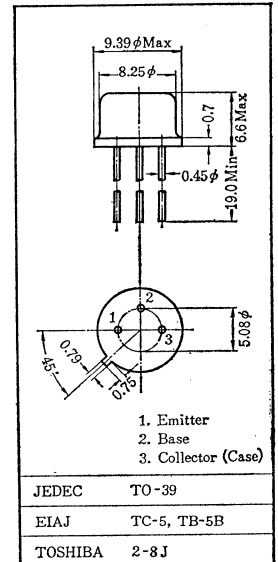
○ High Frequency Amplifier Applications

○ High Speed Switching Applications

- トランジション周波数が高い: $f_T=130\text{MHz}$ (Typ.)
- 高耐圧です: $V_{CBO}=-50\text{V}$ (2SA503)
- 中電力用として広い用途に適します
: $P_C=800\text{mW}$ (Max.), $I_C=-600\text{mA}$ (Max.)
- 2SC503, 2SC504とコンプリメンタリになります。 / Complementary to 2SC503 and 2SC504.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	2SA503	-60	V
	2SA504	-40	
コレクタ・エミッタ間電圧	2SA503	-50	V
	2SA504	-30	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-5	V
コレクタ電流	I_C	-600	mA
エミッタ電流	I_E	600	mA
コレクタ損失	P_C	$T_a=25^\circ\text{C}$	800
		$T_c=25^\circ\text{C}$	6
接合部温度	T_j	175	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ\text{C}$



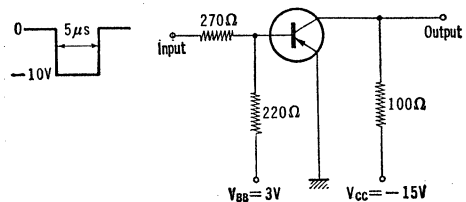
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=-30\text{V}, I_E=0$	—	—	-0.5	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=-5\text{V}, I_C=0$	—	—	-1	μA
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE}=-2\text{V}, I_C=-150\text{mA}$	30	—	300	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=-150\text{mA}, I_B=-15\text{mA}$	—	-0.2	-0.5	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=-150\text{mA}, I_B=-15\text{mA}$	—	-0.8	-1.5	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CB}=-10\text{V}, I_E=10\text{mA}$	50	130	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=-10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	—	18	30	pF
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CE}=-10\text{V}, I_E=1\text{mA}, f=30\text{MHz}$	—	10	30	Ω
スイッチング時間	ターンオン時間	t_{on}	—	25	—	ns
	蓄積時間	t_{stg}	—	500	—	ns
	下降時間	t_r	—	80	—	ns

* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。
According to the value of h_{FE} , the 2SA503 and 2SA504 are classified as follows.

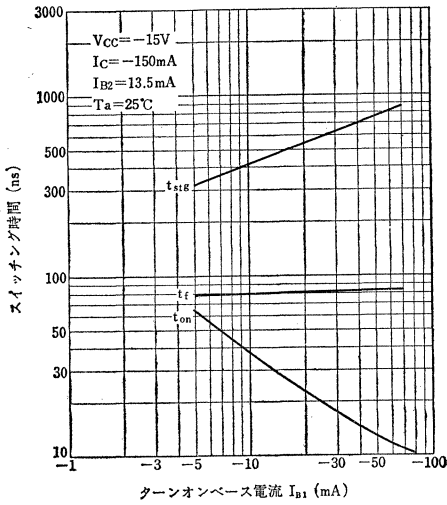
Classification	Symbol or (ColorDot)	Min.	Max.
2SA503—O	O	30	90
2SA504—O	(Orange)		
2SA503—Y	Y	50	150
2SA504—Y	(Yellow)		
2SA503—GR	GR	100	300
2SA504—GR	(Green)		

Fig. 1 スイッチング時間測定回路
Switching Time Test Circuit

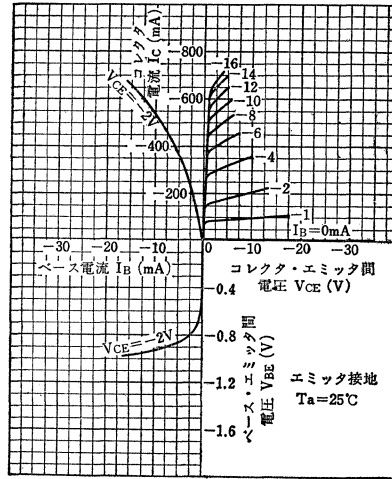


2SA503, 2SA504

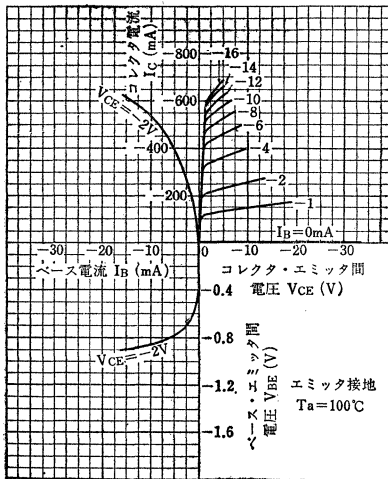
Switching Characteristics



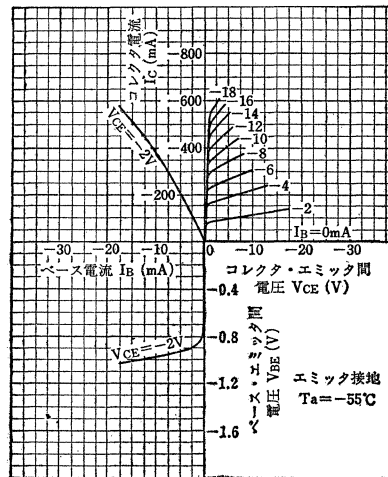
Static Characteristics



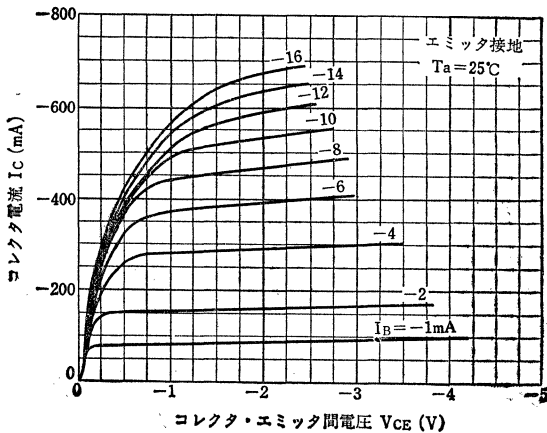
Static Characteristics



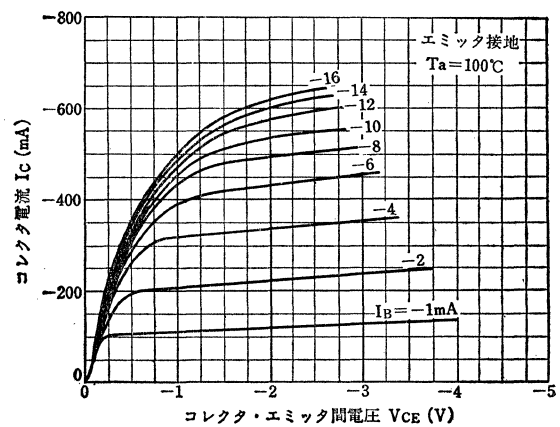
Static Characteristics



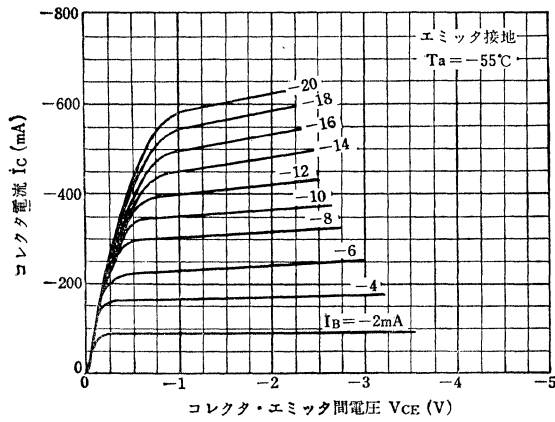
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



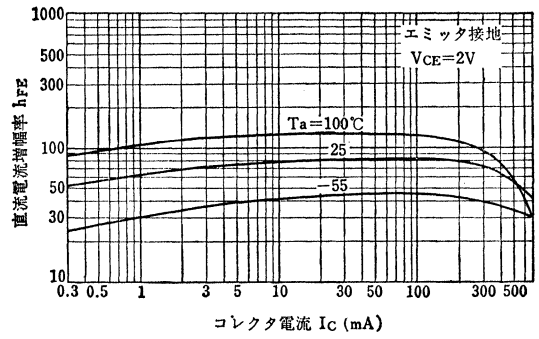
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



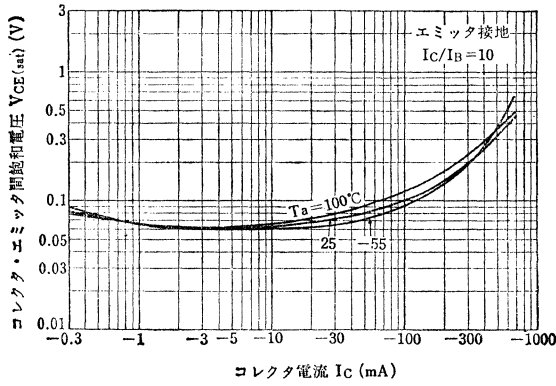
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



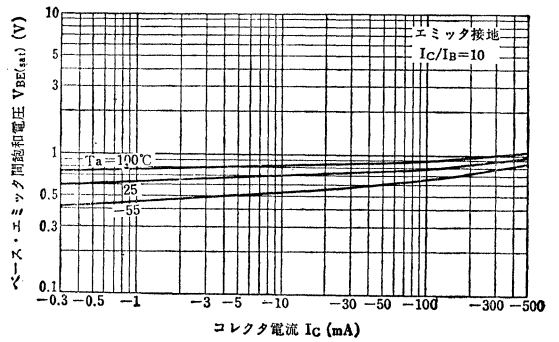
h_{FE} - I_C



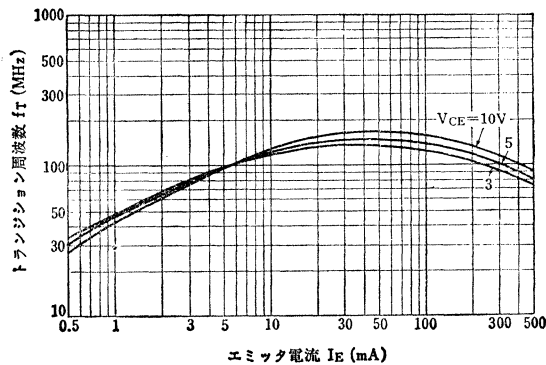
$V_{CE(sat)}$ - I_C



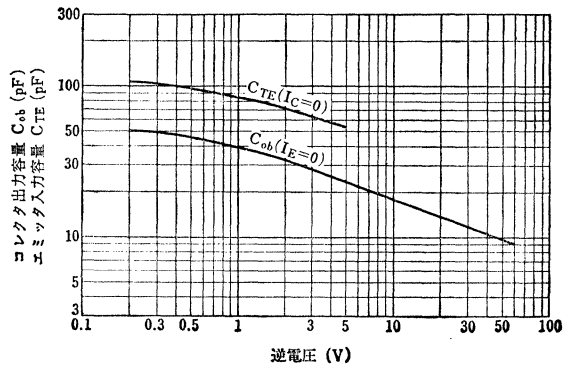
$V_{BE(sat)}$ - I_C



f_T - I_E

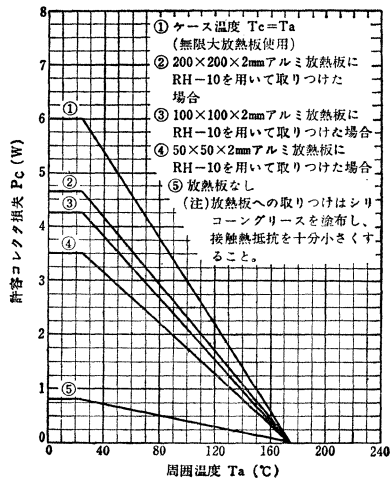


C_{ob} , C_{TE} - V_R



2SA503, 2SA504

$P_C - T_a$



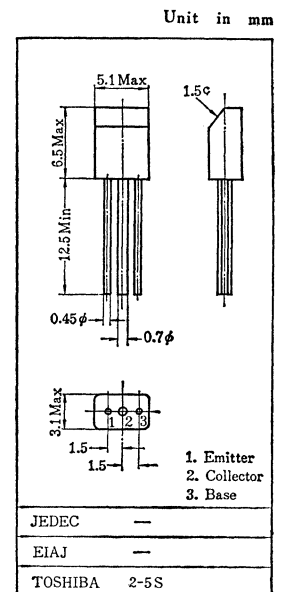
○低周波電力増幅用

○ Medium Power Amplifier Application

- B級プッシュプルで1Wの出力が得られます。 / 1 Watt Amplifier Application.
- 2SC509 とコンプリメンタリになります。 / Complementary to 2SC509.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	-35	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CE0}	-30	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EB0}	-5	V
コレクタ電流	I_C	-500	mA
エミッタ電流	I_E	500	mA
許容コレクタ損失	P_C	600	mW
接合部温度	T_J	150	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~150	$^\circ\text{C}$



アクセサリはRH-16を適用
Radiator holder RH-16

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

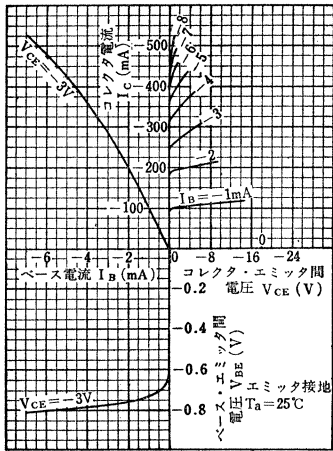
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしや断電流	I_{CB0}	$V_{CB}=-20\text{V}, I_E=0$	—	—	-100	nA
エミッタしや断電流	I_{EB0}	$V_{EB}=-5\text{V}, I_C=0$	—	—	-100	nA
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE}=-2\text{V}, I_C=-50\text{mA}$	70	100	240	—
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=-500\text{mA}, I_B=-20\text{mA}$	—	-0.3	-0.8	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=-10\text{V}, I_E=10\text{mA}$	—	140	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=-10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	—	22	30	pF

* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。

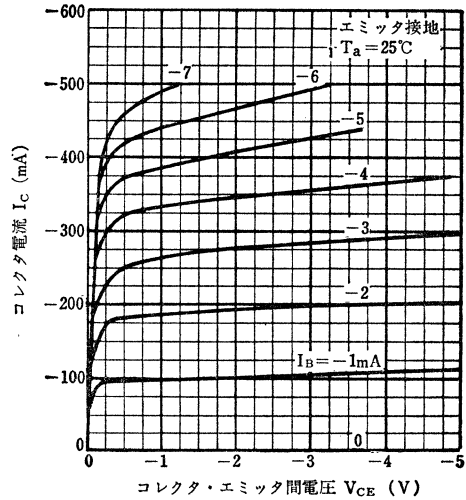
According to the value of h_{FE} , the 2SA509 is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SA509—O	70	140
2SA509—Y	120	240

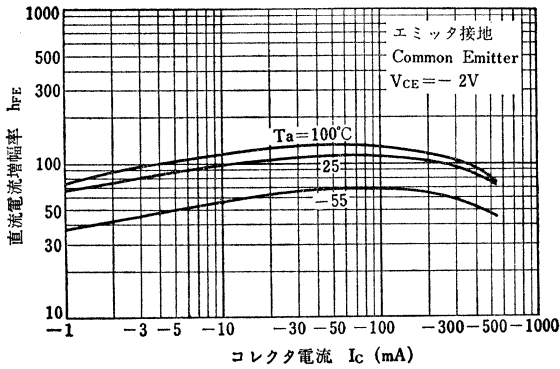
Static Characteristics



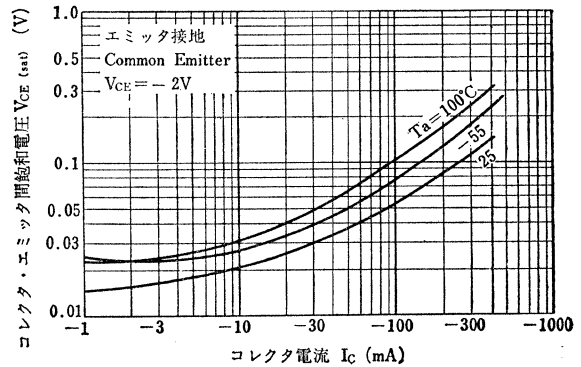
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



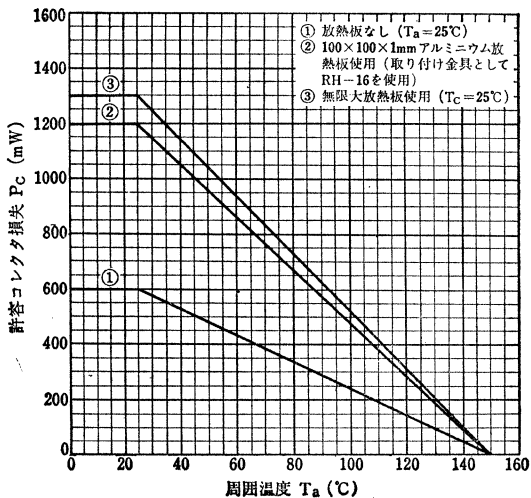
h_{FE} - I_C



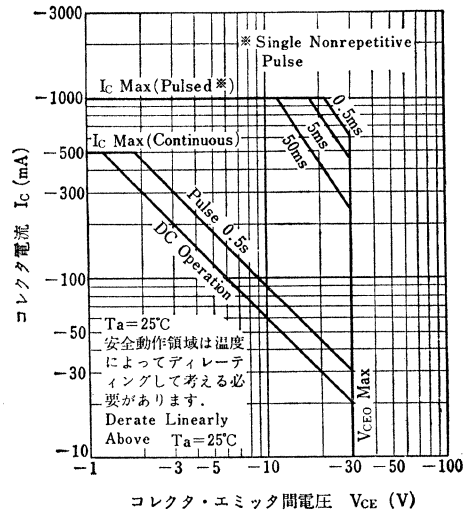
$V_{CE(sat)}$ - I_C



P_C - T_a



安全動作領域 ASO



シリコンPNPエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON PNP EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

2SA509Ⓞ

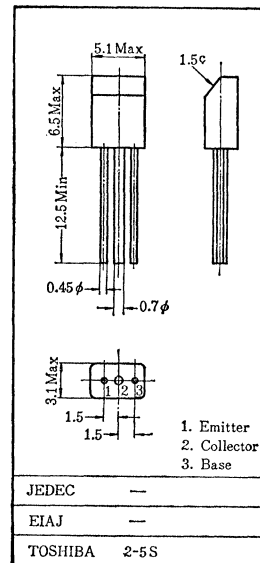
○低周波電力増幅用

○ Medium Power Amplifier Applications

- B級プッシュプルで1Wの出力が得られます。 / I watt Amplifier Application
- 2SC509Ⓞとコンプリメンタリになります。 / Complementary to 2SC509Ⓞ

通信工業用グリーン
Industrial Applications

Unit in mm



アクセサリはRH-16を適用
Radiator Holder RH-16

最大定格 Maximum Rating (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V _{CB0}	-35	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V _{CEO}	-30	V
エミッタ・ベース間電圧	V _{EBO}	-5	V
コレクタ電流	I _C	-500	mA
エミッタ電流	I _E	500	mA
許容コレクタ損失	P _C	600	mW
接合部温度	T _J	150	°C
保存温度	T _{stg}	-55~150	°C

電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

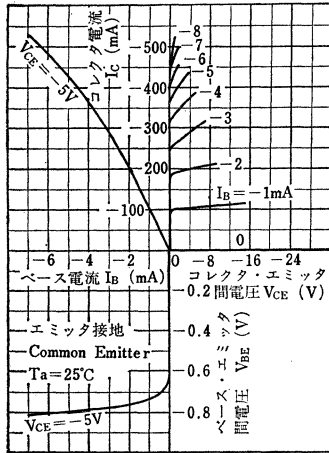
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしゃ断電流	I _{CB0}	V _{CB} =-20V, I _R =0	—	—	-100	nA
エミッタしゃ断電流	I _{EBO}	V _{EB} =-5V, I _C =0	—	—	-100	nA
直流電流増幅率*	h _{FE}	V _{CE} =-2V, I _C =-50mA	70	100	240	—
トランジション周波数	f _T	V _{CE} =-10V, I _E =10mA	—	140	—	MHz
コレクタ出力容量	C _{ob}	V _{CB} =-10V, I _E =0, f=1MHz	—	22	30	pF
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	V _{CE(sat)}	I _C =-500mA, I _B =-20mA	—	-0.3	-0.8	V

* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。

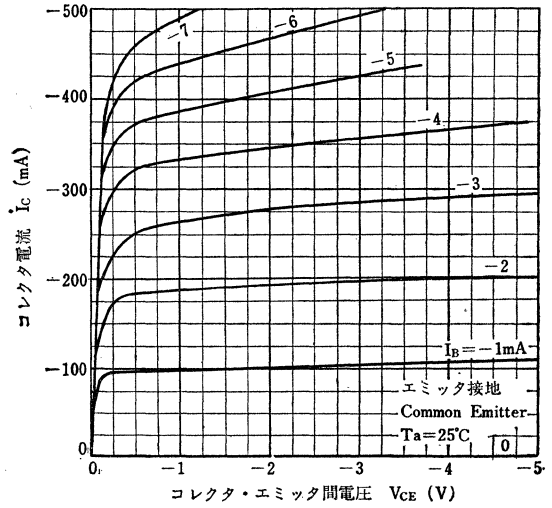
According to the value of h_{FE}, the 2SA509Ⓞ is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SA509Ⓞ—O	70	140
2SA509Ⓞ—Y	120	240

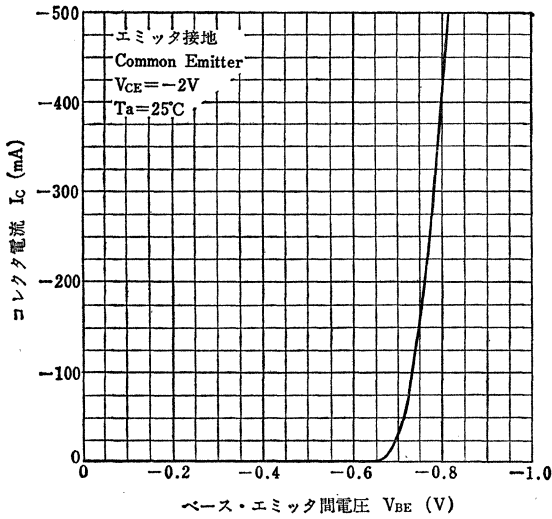
Static Characteristics



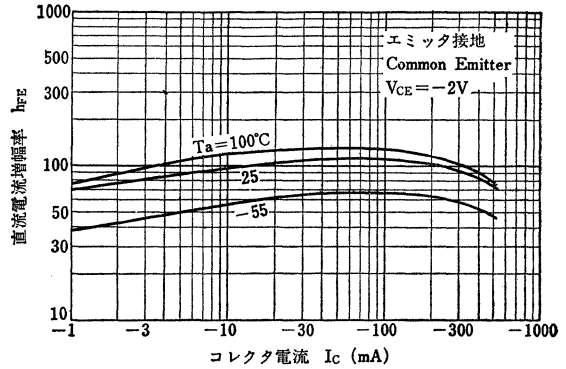
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



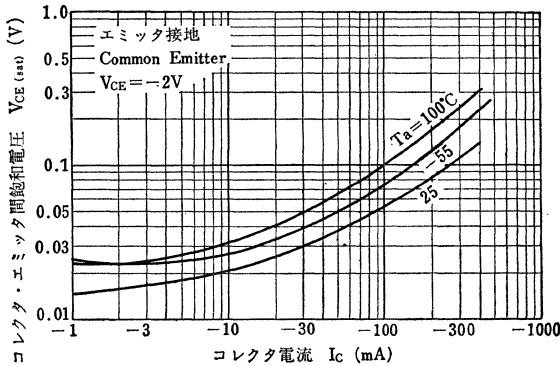
I_C - V_{BE}



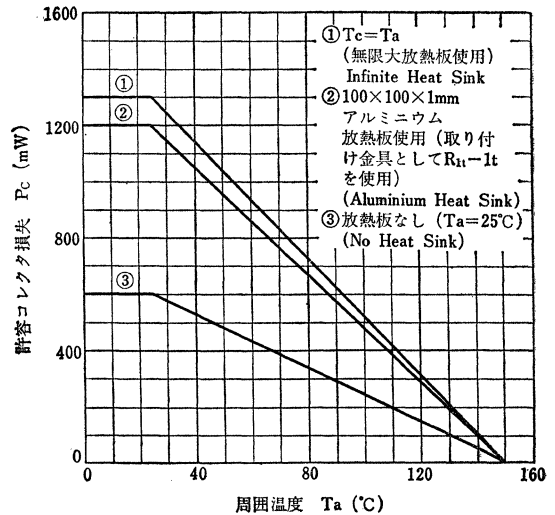
h_{FE} - I_C



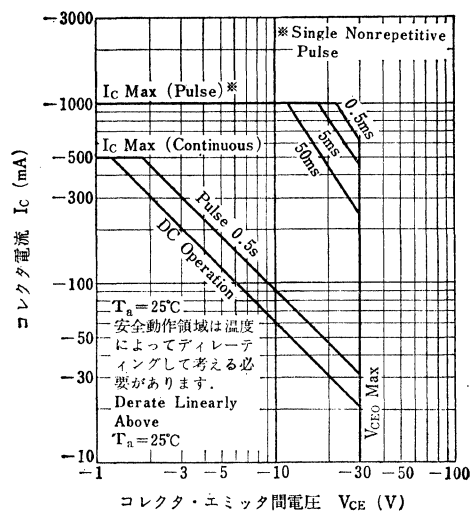
$V_{CE(sat)}$ - I_C



P_C - T_a



安全動作領域 ASO



2SA510, 2SA512

シリコンPNPエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON PNP EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

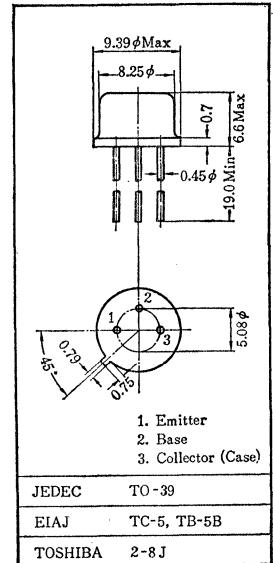
○高周波電力増幅用 ○高電圧スイッチング用 ○定電圧電源用
○ High Frequency Power Amplifier, High Voltage Switching and Regulator Applications.

通信工業用
Industrial Applications
Unit in mm

- 高電圧です: $V_{CE0} = -100V$ (2SA510)
- 中電力用として広い用途に適します: $I_C = -1.5A$ (Max.)
 $P_C = 800mW$ (Max.)
- 2SC510, 2SC512 とコンプリメンタリで使用できます。 / Complementary to 2SC510 and 2SC512.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
コレクタ・ベース間電圧	2SA510	-120	V	
	2SA512	-80		
コレクタ・エミッタ間電圧	2SA510	-100	V	
	2SA512	-60		
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-5	V	
コレクタ電流	I_C	-1.5	A	
エミッタ電流	I_E	1.5	A	
コレクタ損失	$T_a = 25^\circ C$ $T_c = 25^\circ C$	P_C	800	mW
			8	W
接合部温度	T_J	175	$^\circ C$	
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ C$	



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

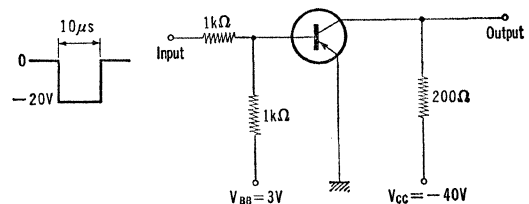
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = -30V, I_E = 0$	—	—	-1	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = -5V, I_C = 0$	—	—	-5	μA
直流電流増幅率	$h_{FE(1)*}$	$V_{CE} = -2V, I_C = -200mA$	30	—	150	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE} = -5V, I_C = -1A$	15	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = -200mA, I_B = -20mA$	—	-0.3	-0.6	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C = -200mA, I_B = -20mA$	—	-0.85	-1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = -10V, I_E = 30mA$	20	60	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = -10V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	43	50	pF
スイッチング時間	ターンオン時間	t_{on}	—	0.12	—	μs
	蓄積時間	t_{stg}	—	2.0	—	μs
	下降時間	t_f	—	0.2	—	μs

* $h_{FE(1)}$ により下表のように分類し、現品表示してあります。

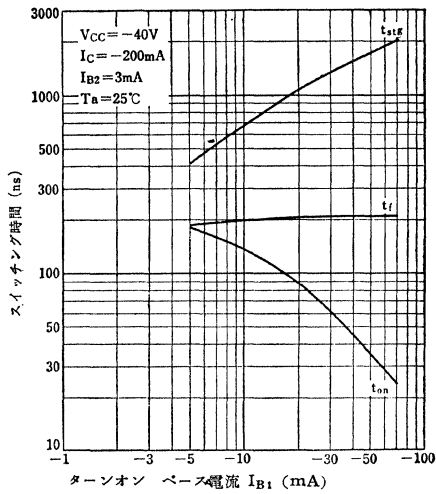
According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SA510 and 2SA512 are classified as follows.

Classification	Symbol or (Color Dot)	$h_{FE(1)}$	
		Min.	Max.
2SA510-R	R (Red)	30	90
2SA510-O	O (Orange)	50	150

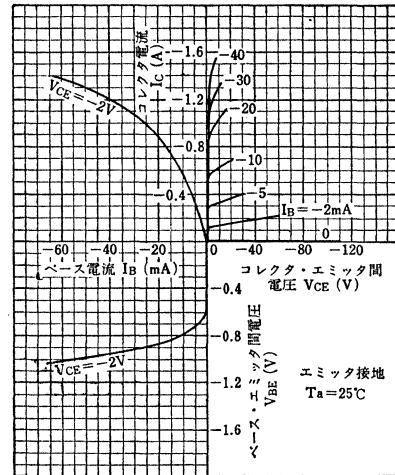
Fig.1 スイッチング時間測定回路
Switching Time Test Circuit



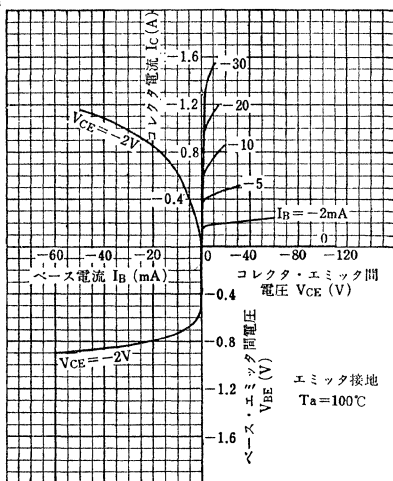
Switching Characteristics



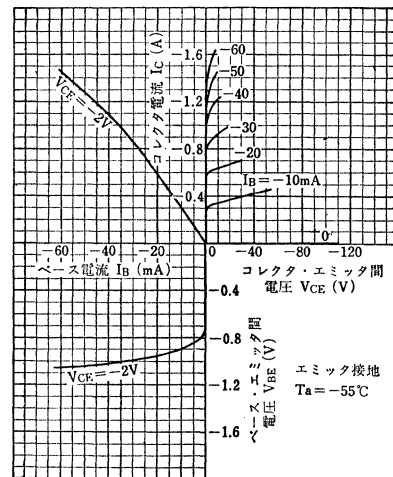
Static Characteristics



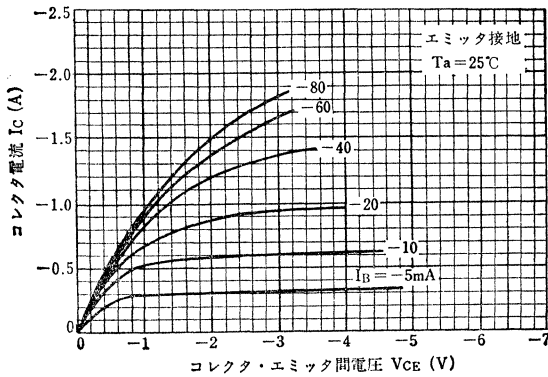
Static Characteristics



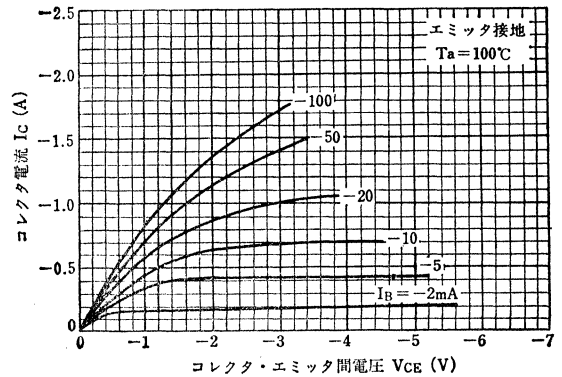
Static Characteristics



I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)

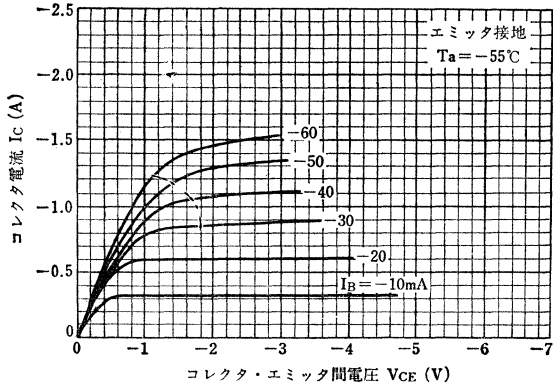


I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)

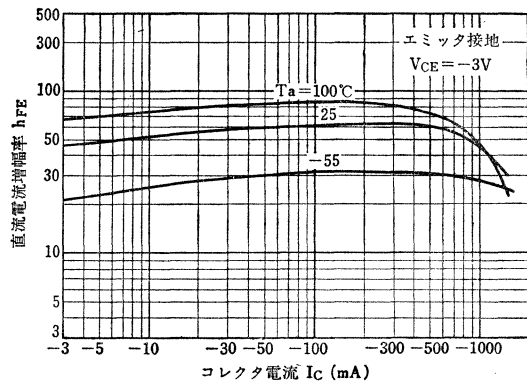


2SA510, 2SA512

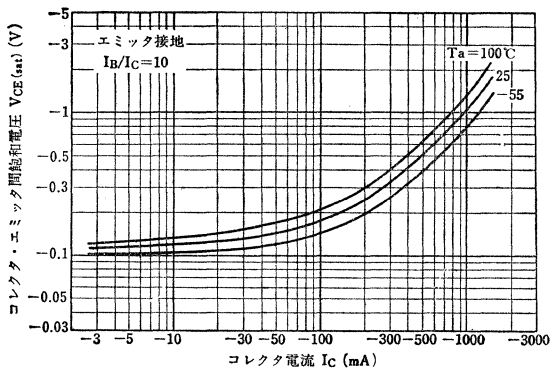
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



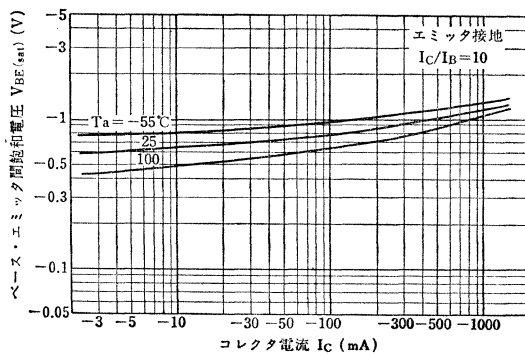
h_{FE} - I_C



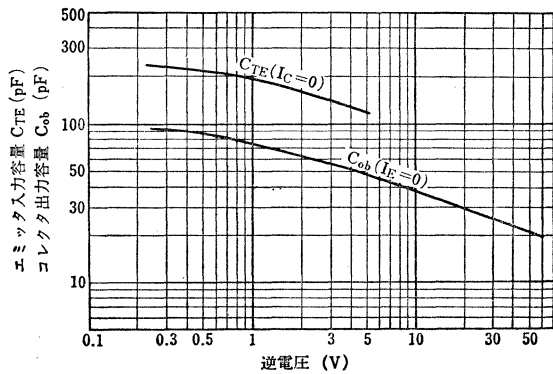
$V_{CE(sat)}$ - I_C



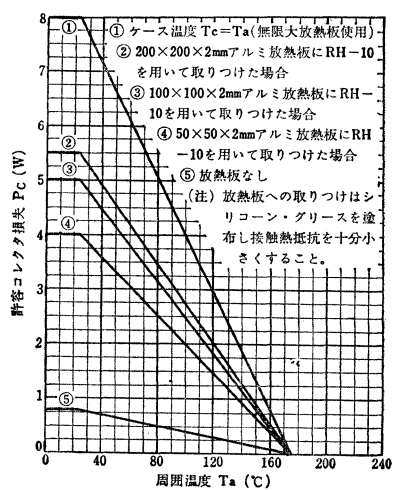
$V_{BE(sat)}$ - I_C



C_{TE}, C_{ob} - V_R



P_C - T_s



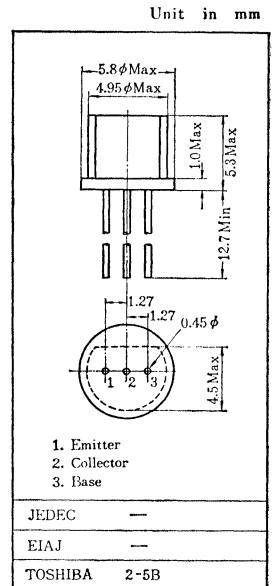
○ 励振段増幅用

○ Driver Stage Amplifier Applications

- 高耐圧です: $V_{CE0} = -50V$ (Min.)
- 飽和電圧が低い: $V_{CE(sat)} = -0.3V$ (Max.)
- 2SC734 とコンプリメンタリになります。 / Complementary to 2SC734

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	-50	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	-50	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-5	V
コレクタ電流	I_C	-150	mA
エミッタ電流	I_E	150	mA
コレクタ損失	P_C	300	mW
接合部温度	T_j	125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ C$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

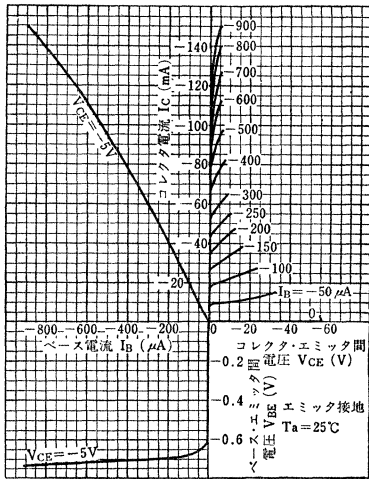
Characteristic	Symbol	Test condition	Min	Typ.	Max.	Unit
コレクタしゃ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = -18V, I_E = 0$	—	—	-0.1	μA
エミッタしゃ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = -5V, I_C = 0$	—	—	-0.1	μA
直流電流増幅率*	$h_{FE(1)}$	$V_{CE} = -1V, I_C = -20mA$	70	—	400	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE} = -5V, I_C = -150mA$	23	—	—	
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = -6V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	13	—	pF
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = -100mA, I_B = -10mA$	—	—	-0.3	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE} = -1V, I_C = -100mA$	—	-0.7	—	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = 6V, I_E = 1mA$	—	70	—	MHz

* $h_{FE(1)}$ および $h_{FE(2)}$ により下表のように分類し、現品表示してあります。

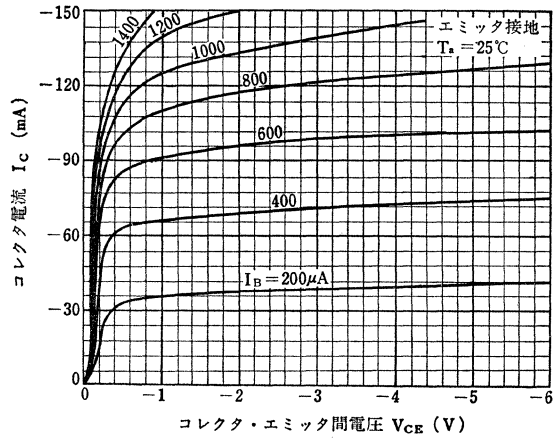
According to the value of $h_{FE(1)}$ and $h_{FE(2)}$, the 2SA561 is classified as follows.

Classification	$h_{FE(1)}$		$h_{FE(2)}$
	Min.	Max.	Min.
2SA561—O	70	140	23
2SA561—Y	120	240	40
2SA561—GR	200	400	67

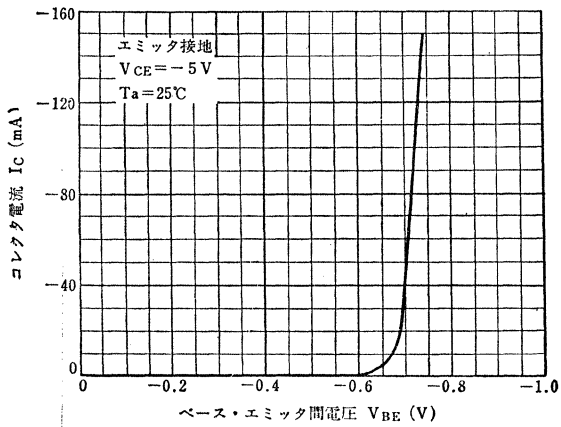
Static Characteristics



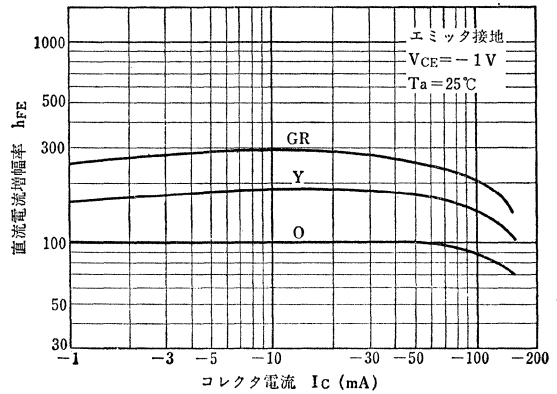
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



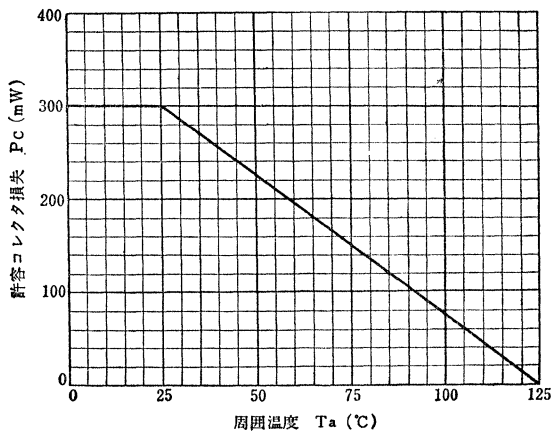
I_C - V_{BE}



h_{FE} - I_C



P_C - T_a



シリコン PNP エピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON PNP EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

2SA562

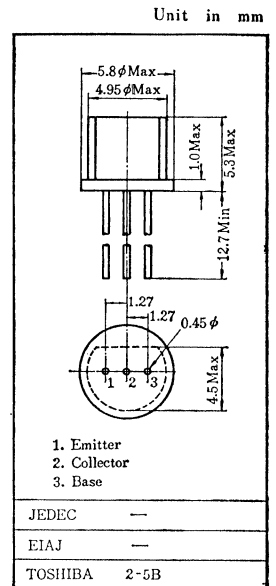
○小電力増幅用

○ Small Power Amplifier Applications

- ・飽和電圧が低い: $V_{CE(sat)} = -0.25V(\text{Max})$
- ・2SC735 とコンプリメンタリになります。 / Complementary to 2SC735.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	-30	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CE0}	-30	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EB0}	-5	V
コレクタ電流	I_C	-400	mA
エミッタ電流	I_E	400	mA
コレクタ損失	P_C	300	mW
接合部温度	T_J	125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ\text{C}$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = -18V, I_E = 0$	—	—	-0.1	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = -5V, I_C = 0$	—	—	-0.1	μA
直流電流増幅率*	$h_{FE(1)}$	$V_{CE} = -1V, I_C = -100\text{mA}$	70	—	400	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE} = -5V, I_C = -400\text{mA}$	23	—	—	
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = -6V, I_E = 0, f = 1\text{MHz}$	—	13	—	pF
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = -100\text{mA}, I_B = -10\text{mA}$	—	—	-0.25	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CB} = -1V, I_C = -100\text{mA}$	—	—	-1.0	V

* $h_{FE(1)}$ および $h_{FE(2)}$ により, 下表のように分類し現品表示してあります。

According to the value of $h_{FE(1)}$ and $h_{FE(2)}$, the 2SA562 is classified as follows.

Classification	$h_{FE(1)}$		$h_{FE(2)}$
	Min.	Max.	Min.
2SA562—O	70	140	23
2SA562—Y	120	240	40
2SA562—GR	200	400	67

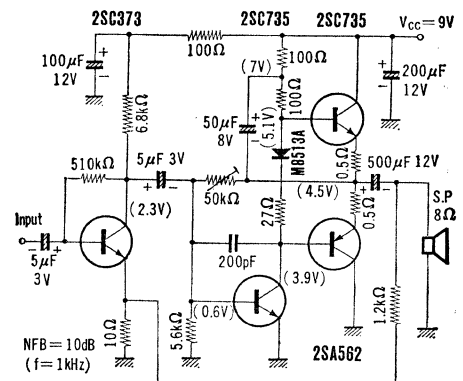
動作特性 Performance Data

高調波歪率 (1kHz, 8Ω負荷)	出力 10mW で	0.53	%
	50mW	0.38	%
	100mW	0.55	%
	500mW	5.40	%
周波数特性		0.08~40	kHz
入力電圧	500mW, 8Ω負荷で	27	mV
電圧利得	1kHz で	38.3	dB
最大出力時消費電流		135	mA
入力インピーダンス	1kHz で	37.5	kΩ

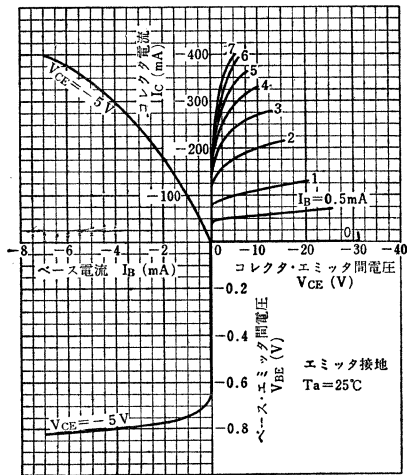
(この回路例は周囲温度 60°C まで使えます。)

出力 500W 回路

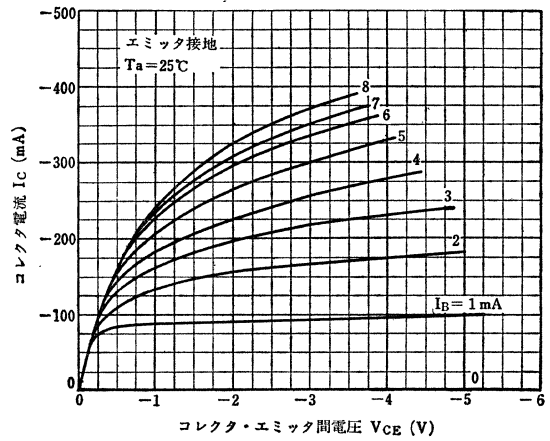
Application Circuit of 500mW Output Audio Amplifier.



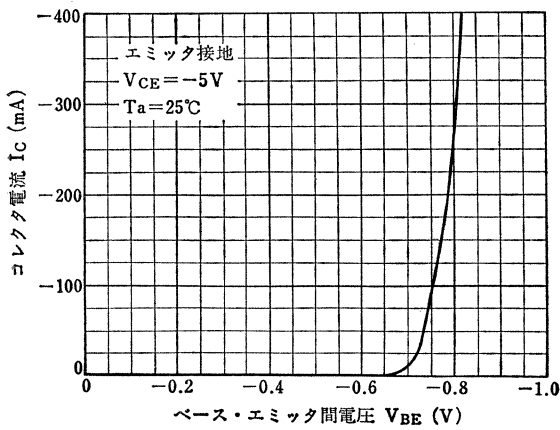
Static Characteristics



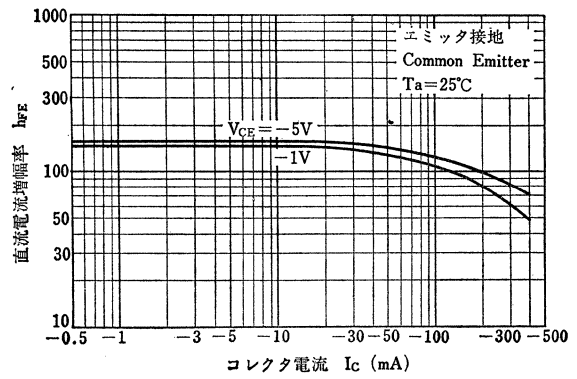
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



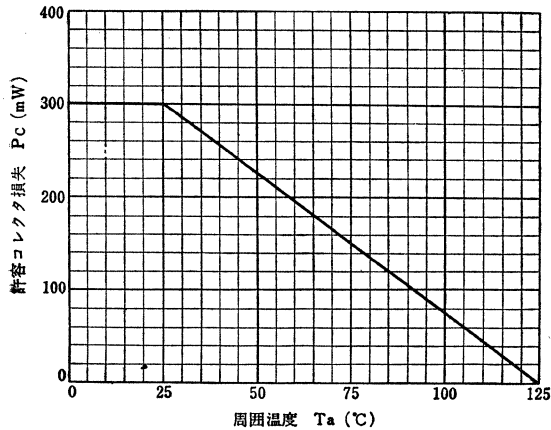
I_C - V_{BE}



h_{FE} - I_C



P_C - T_a



シリコン PNP エピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON PNP EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

2SA594

- 高周波増幅および映像増幅用 ○高速度スイッチング用
- High Frequency Amplifier, Video Amplifier Applications
- High Speed Switching Applications

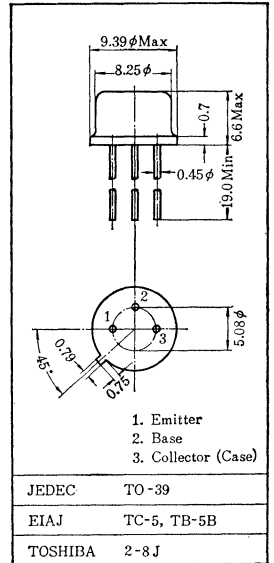
通信工業用
Industrial Applications

Unit in mm

- トランジション周波数が高い: $f_T=400\text{MHz}$ (Typ.)
- コレクタ容量が小さい: $C_{ob}=3\text{pF}$ (Typ.)
- 2SC594 とコンプリメンタリになります/Complementary to 2SC594

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	-60	V	
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	-45	V	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-5	V	
コレクタ電流	I_C	-200	mA	
エミッタ電流	I_E	200	mA	
コレクタ損失	P_C	$T_a=25^\circ\text{C}$	750	mW
		$T_C=25^\circ\text{C}$	5	W
接合部温度	T_J	175	$^\circ\text{C}$	
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ\text{C}$	



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

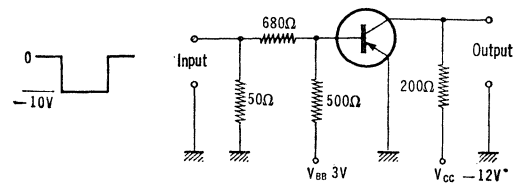
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=-30\text{V}, I_E=0$	—	—	-0.1	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=-5\text{V}, I_C=0$	—	—	-0.1	μA
直流電流増幅率	$h_{FE(1)*}$	$V_{CE}=-1\text{V}, I_C=-10\text{mA}$	40	—	240	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE}=-3\text{V}, I_C=-200\text{mA}$	20	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=-100\text{mA}, I_B=-10\text{mA}$	—	—	-0.3	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=-100\text{mA}, I_B=-10\text{mA}$	—	—	-1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=-10\text{V}, I_E=10\text{mA}$	100	400	—	MHz
入力インピーダンス (実数部)	$R_e(h_{ie})$	$V_{CE}=-10\text{V}, I_E=10\text{mA}$ $f=200\text{MHz}$	—	—	120	Ω
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=-10\text{V}, I_E=0$ $f=1\text{MHz}$	—	3	5	pF
スイッチング時間	ターンオン時間	t_{on}	—	40	—	ns
	蓄積時間	t_{stg}	—	250	—	
	下降時間	t_f	—	30	—	

* $h_{FE(1)}$ により下表のように分類し現品表示してあります。

According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SA594 is classified as follows.

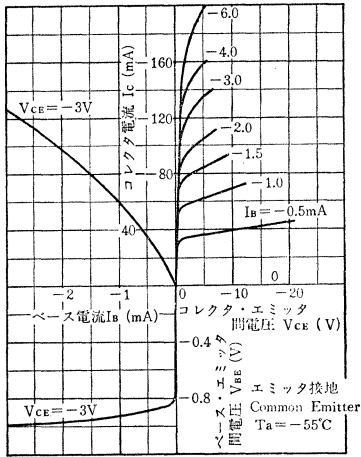
Classification	Min.	Max.
2SA594-R	40	80
2SA594-O	70	140
2SA594-Y	120	240
2SA594	40	240

Fig.1 スイッチング時間測定回路
Switching Time Test Circuit

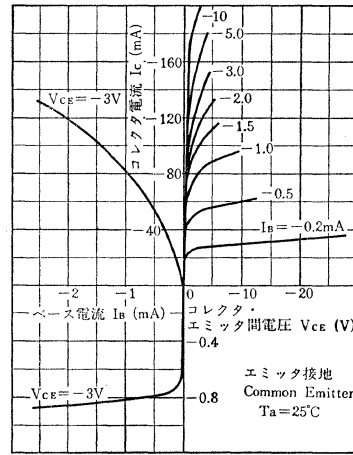


入力パルスは パルス幅 $t_w=5 \pm 1 \mu\text{s}$
 上昇時間 $t_r \leq 5 \text{ ns}$, 下降時間 $t_f \leq 5 \text{ ns}$
 デューティサイクル $\leq 2.0\%$ を使用する。

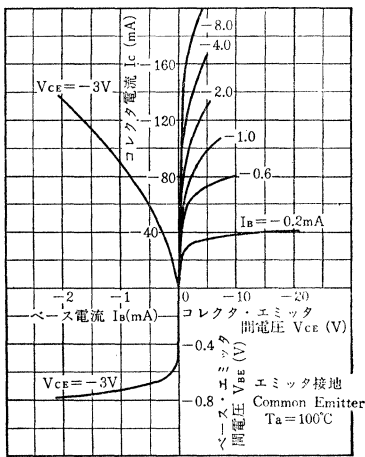
Static Characteristics



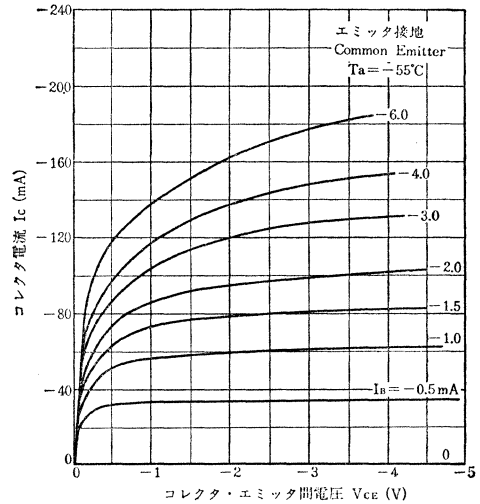
Static Characteristics



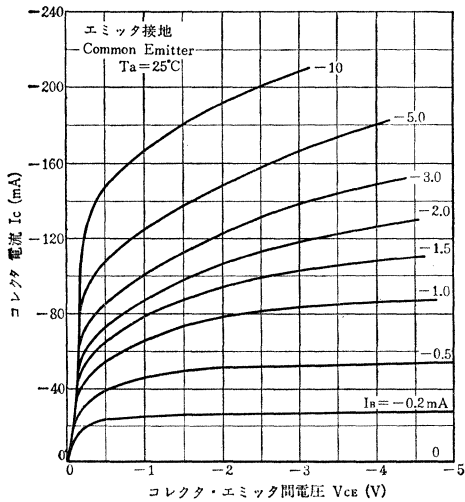
Static Characteristics



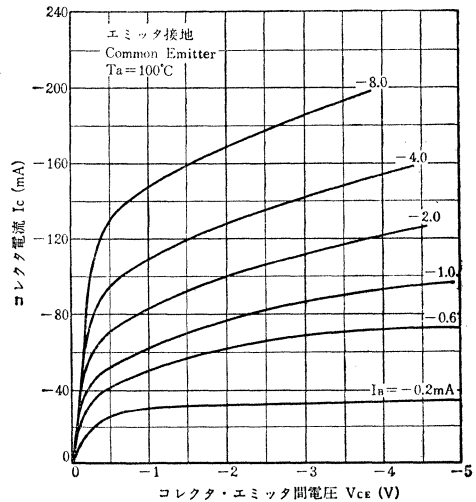
I_c - V_{ce} (Low Voltage Region)



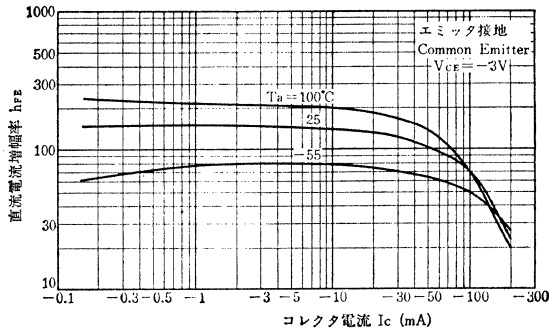
I_c - V_{ce} (Low Voltage Region)



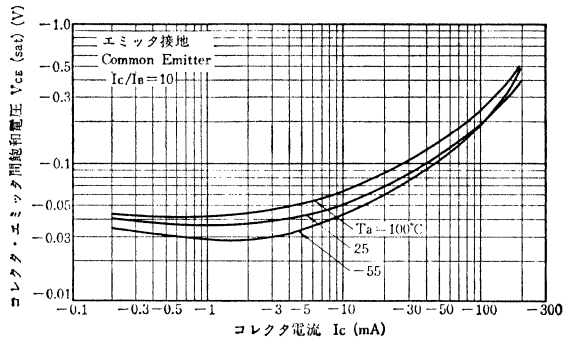
I_c - V_{ce} (Low Voltage Region)



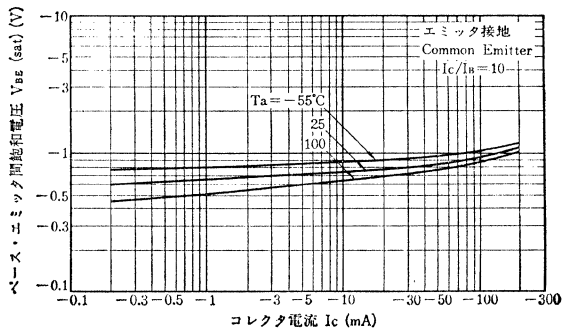
$h_{FE}-I_C$



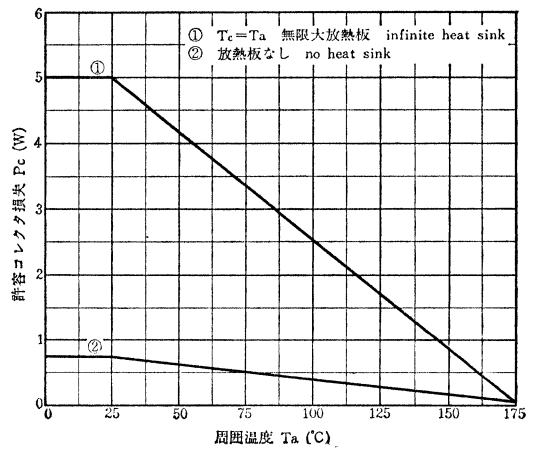
$V_{CE(sat)}-I_C$



$V_{BE(sat)}-I_C$



P_C-T_a



2SA656~2SA658

シリコンPNPエピタキシャルメサ形トランジスタ
SILICON PNP EPITAXIAL MESA TRANSISTOR

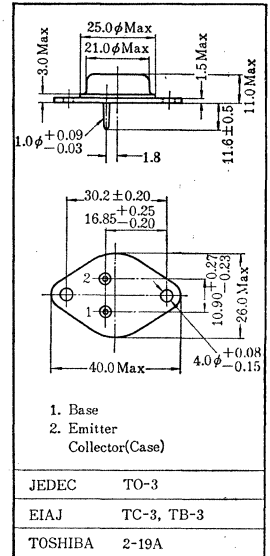
- 大電力増幅用 ○大電力スイッチング用 ○DC-DCコンバータ用
- 電源レギュレータ用
- Power Amplifier, Power Switching, DC-DC Converter and Regulator Applications

通信工業用
Industrial Applications
Unit in mm

- ・高耐圧です。: $V_{CBO} = -130V$, $V_{CEO} = -110V$ (2SA656)
- ・コレクタ損失が大きい。: $P_C = 50W$ (Max.) ($T_C = 25^\circ C$)
- ・大電流です。: $I_C = -7A$ (Max.)
- ・2SC519A~2SC521A とコンプリメンタリになります。/Complementary to 2SC519A, 2SC520A and 2SC521A

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
コレクタ・ベース間電圧	2SA656	-130	V	
	2SA657	-100		
	2SA658	-70		
コレクタ・エミッタ間電圧	2SA656	-110	V	
	2SA657	-80		
	2SA658	-50		
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-5	V	
コレクタ電流	I_C	-7	A	
エミッタ電流	I_E	7	A	
ベース電流	I_B	-2	A	
コレクタ損失	$T_C = 25^\circ C$ *	P_C	50	W
			25	
接合部温度	T_j	150	$^\circ C$	
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$	



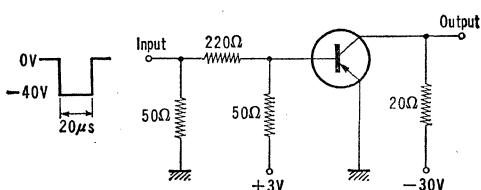
アクセサリは AC6C を適用
Mounting Kit No. AC6C

* シリコン・グリースを塗布し、マイカ絶縁板を介して300×300×2mmアルミニウム放熱板を取りつけたとき。
Unit mounted on a 300×300×2mm Al Heat Sink inserting Silicone Grease painted mica insulation plate.

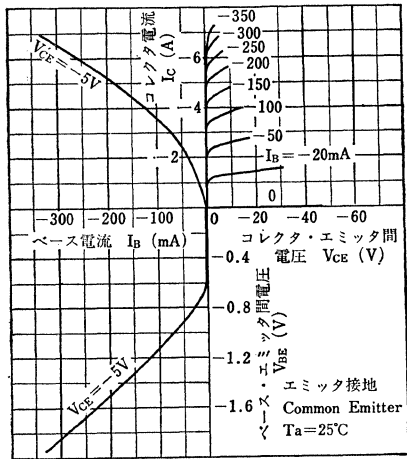
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = -50V, I_E = 0$	—	—	-100	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = -5V, I_C = 0$	—	—	-5	mA
直流電流増幅率	$h_{FE}(1)$	$V_{CE} = -5V, I_C = -1A$	30	—	300	
	$h_{FE}(2)$	$V_{CE} = -5V, I_C = -5A$	15	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE}(sat)$	$I_C = -5A, I_B = -1A$	—	-1	-2	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE}(sat)$		—	-1.7	-2.5	
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = -10V, I_E = 1A$	—	5	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = -50V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	250	—	pF
スイッチング時間	ターンオン時間	t_{on}	—	0.4	—	μS
	蓄積時間	t_{stg}	—	3.0	—	
	下降時間	t_f	—	0.3	—	

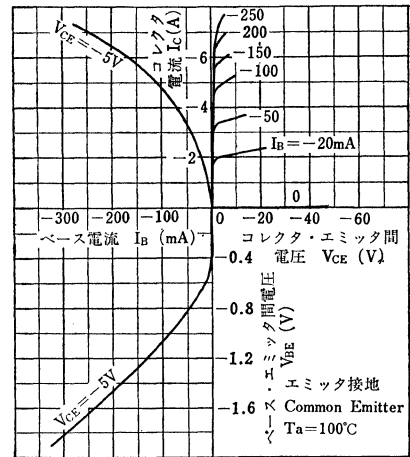
Fig.1 スイッチング時間測定回路
Switching Time Test Circuit



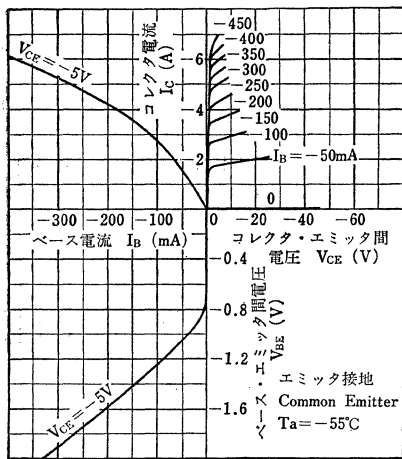
Static Characteristics



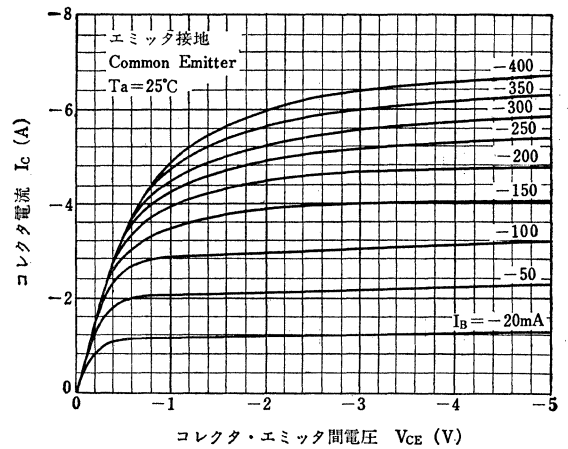
Static Characteristics



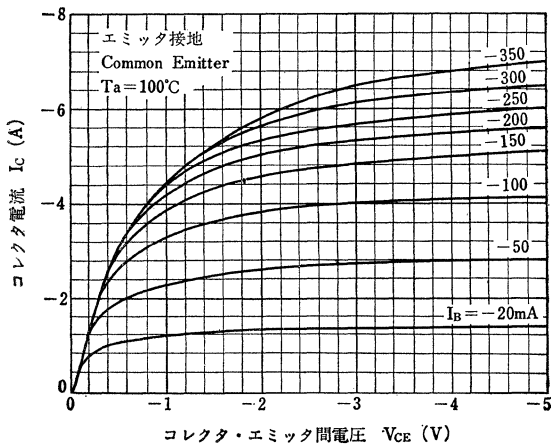
Static Characteristics



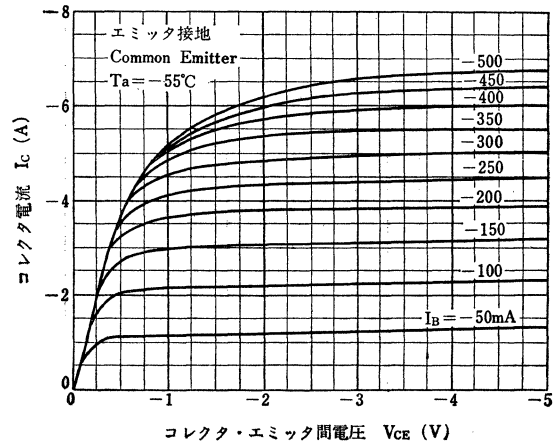
Ic-Vce (Low Voltage Region)



Ic-Vce (Low Voltage Region)

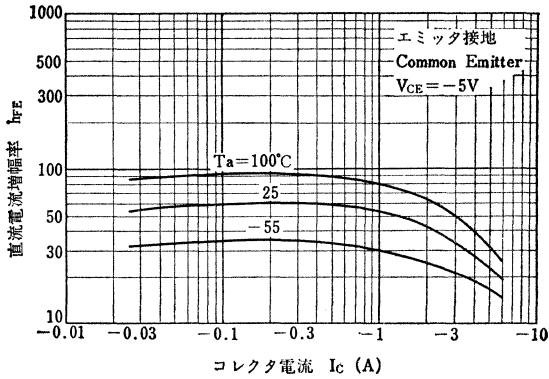


Ic-Vce (Low Voltage Region)

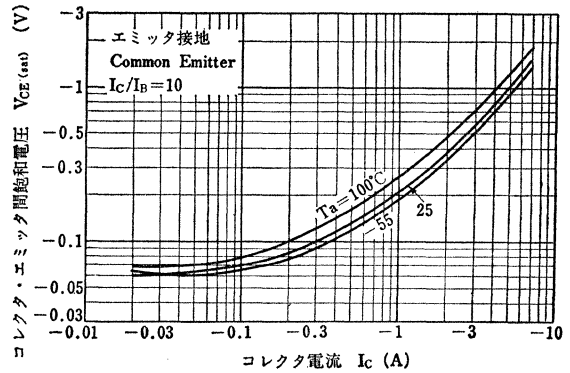


2SA656~2SA658

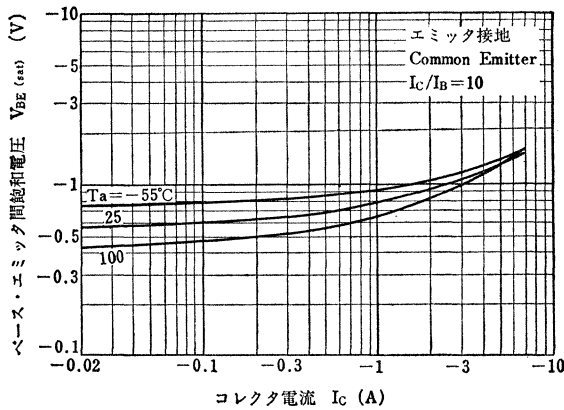
$h_{FE}-I_C$



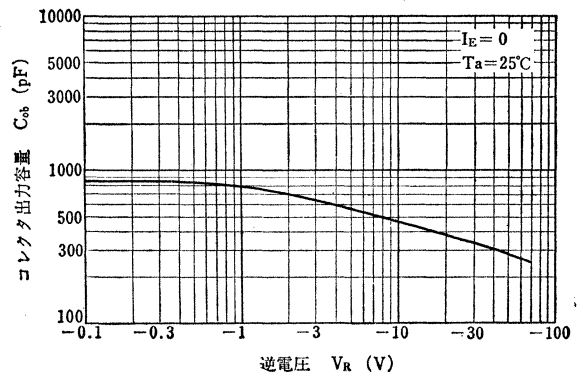
$V_{CE(sat)}-I_C$



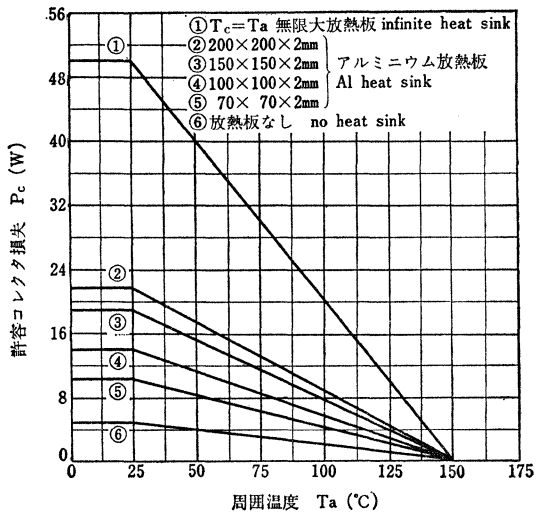
$V_{BE(sat)}-I_C$



$C_{ob}-V_R$



P_c-T_a



シリコンPNPエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON PNP EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

2SA661

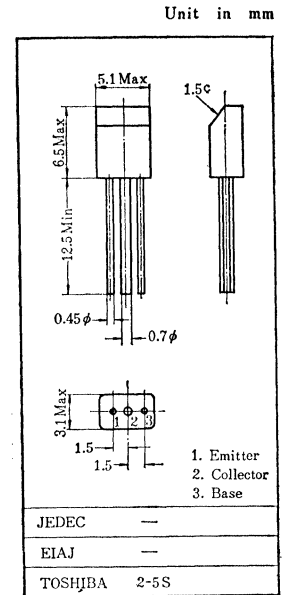
○ 励振段増幅用 ○ 電圧増幅用

○ Driver Stage and High Voltage Amplifier Applications

- 高耐圧です； $V_{CE0} \geq -50V$
- 許容コレクタ損失が大きい； $P_C = 600mW (T_a = 25^\circ C)$
- 2SC1166 とコンプリメンタリになります / Complementary to 2SC1166.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	-70	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CE0}	-50	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EB0}	-5	V
コレクタ電流	I_C	-200	mA
エミッタ電流	I_E	200	mA
コレクタ損失	P_C	600	mW
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~150	$^\circ C$



アクセサリはRH-16を適用
Radiator Holder RH-16

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

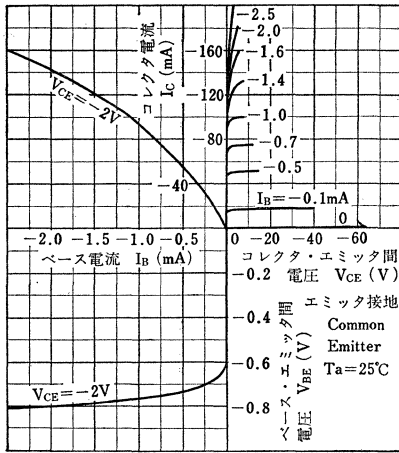
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = -20V, I_E = 0$	—	—	-100	nA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = -5V, I_C = 0$	—	—	-100	nA
直流電流増幅率	$h_{FE(1)}^*$	$V_{CE} = -2V, I_C = -50mA$	40	100	400	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE} = -2V, I_C = -200mA$	20	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = -100mA, I_B = -10mA$	—	—	-0.5	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE} = -2V, I_C = -200mA$	—	—	-1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = -10V, I_E = 10mA$	70	100	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = -10V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	9	—	pF

* $h_{FE(1)}$ により下表のように分類し、現品表示してあります。

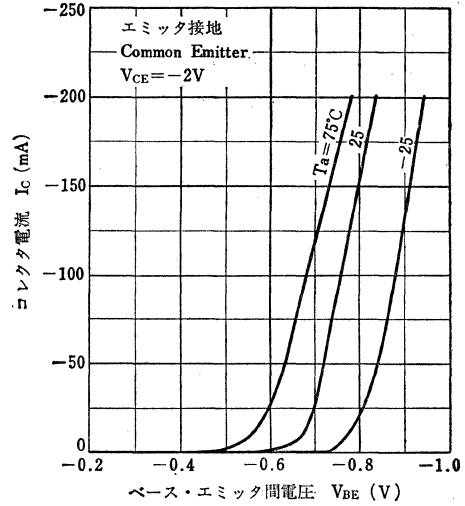
According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SA661 is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SA661-R	40	80
2SA661-O	70	140
2SA661-Y	120	240
2SA661-GR	200	400

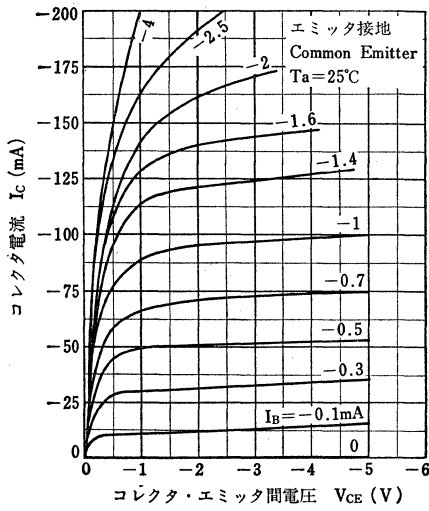
Static Characteristics



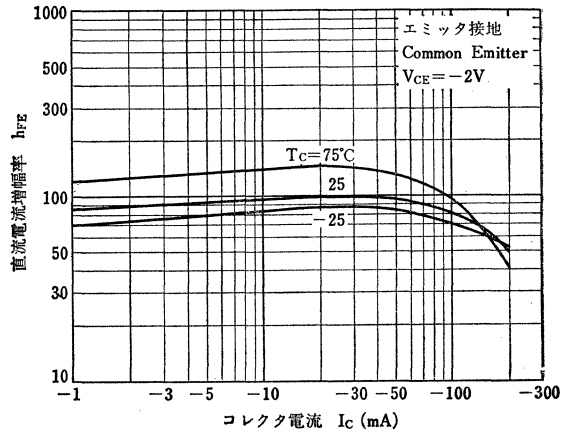
I_C-V_{BE}



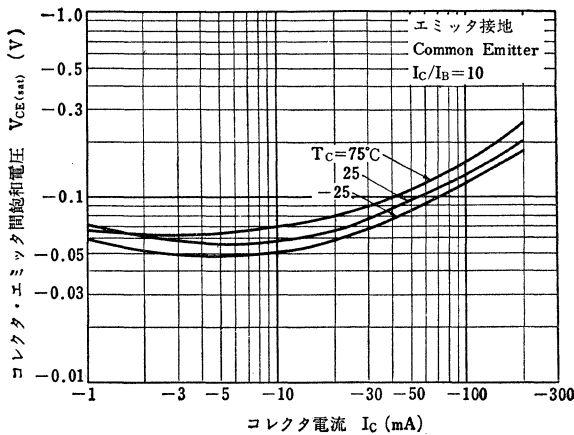
I_C-V_{CE} (Low Voltage Region)



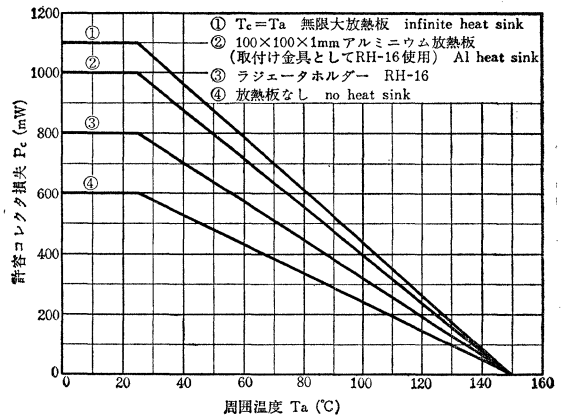
$h_{FE}-I_C$



$V_{CE(Sat)}-I_C$



P_C-T_a



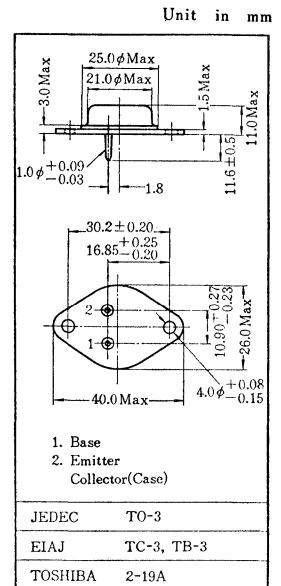
○電力増幅用

○ Medium Power Amplifier Applications

- 大電力Hi-Fiアンプ出力段に適します; $P_C=60W$ ($T_C=25^\circ C$)
- 直流電流増幅率の直線性が良い; $h_{FE}=30\sim 200$
- 高耐圧です; $V_{CEO}=-80V$
- 飽和電圧が小さい; $V_{CE(sat)}=-2.3V$ (Max.), $I_C=-5A$, $I_B=-1A$
- 2SC793 とコンプリメンタリで出力50Wが得られます / Complementary to 2SC793.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	-100	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	-80	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-5	V
コレクタ電流	I_C	-7	A
エミッタ電流	I_E	7	A
コレクタ損失($T_C=25^\circ C$)	P_C	60	W
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stk}	-65~150	$^\circ C$



アクセサリはAC6Cを適用
Mounting Kit No AC6C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

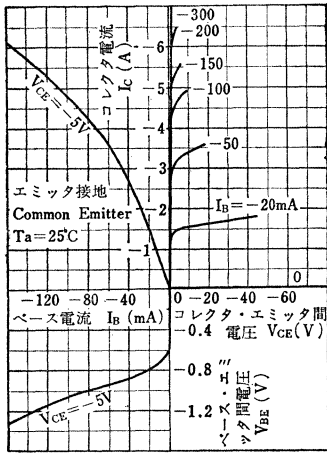
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしや断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=-50V$, $I_E=0$	—	—	-1	mA
エミッタしや断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=-5V$, $I_C=0$	—	—	-1	mA
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE}=-5V$, $I_C=-1A$	30	80	200	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=-5A$, $I_B=-1A$	—	—	-2.3	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE}=-5V$, $I_C=-2A$	—	—	-1.2	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=-5V$, $I_E=1A$	—	6	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=-10V$, $I_E=0$, $f=1MHz$	—	600	—	pF

* h_{FE} により下表のように分類し現品表示してあります。

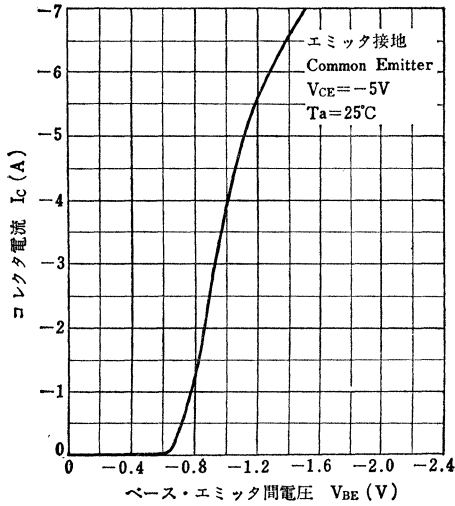
According to the value of h_{FE} , the 2SA663 is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SA663-R	30	70
2SA663-Y	50	120
2SA663-BL	85	200

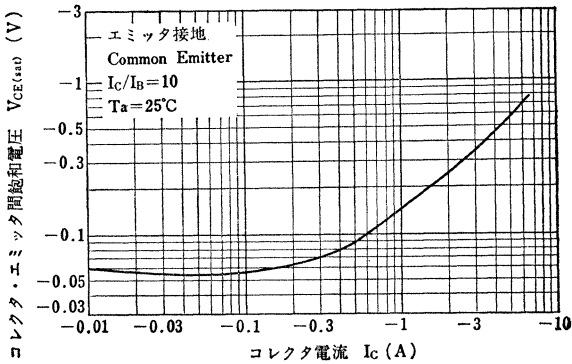
Static Characteristics



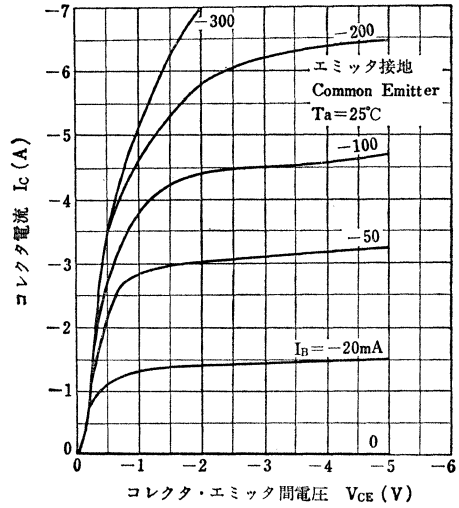
Ic-VBE



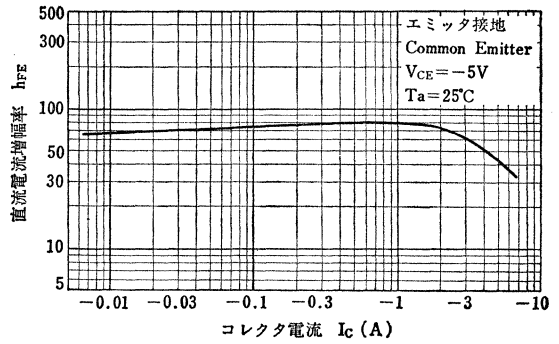
VCE(sat)-Ic



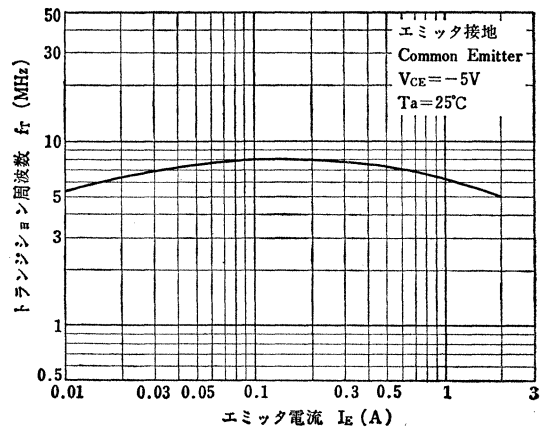
Ic-VCE (Low Voltage Region)



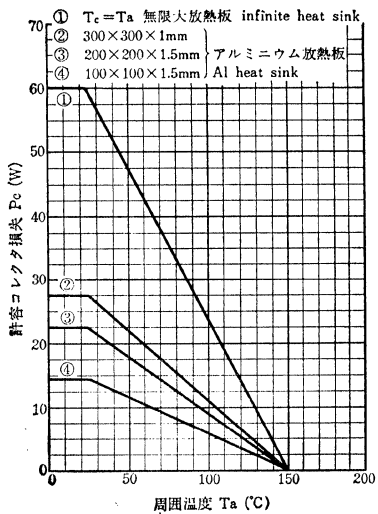
hFE-Ic



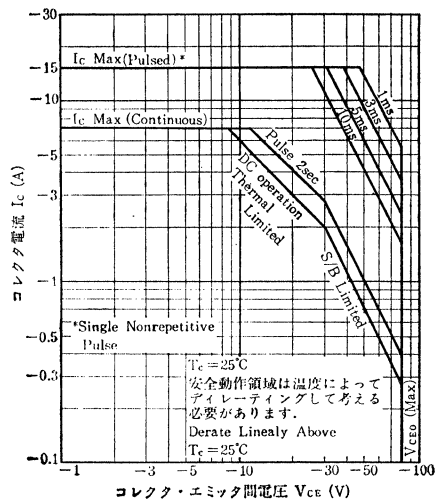
fT-IE



P_C-T_a



安全動作領域 ASO



2SA679, 2SA680

シリコンPNPエピタキシャルメサ形トランジスタ
SILICON PNP EPITAXIAL MESA TRANSISTOR (TENTATIVE)

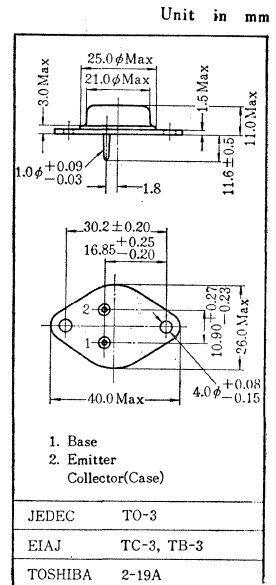
○低周波電力増幅用

○ High Power Amplifier Applications

- コレクタ損失が大きい: $P_C=100\text{W}$ ($T_C=25^\circ\text{C}$)
- 高耐圧です. : $V_{CE0}=-120\text{V}$ (2SA679)
 $V_{CE0}=-100\text{V}$ (2SA680)
- 2SC1079, 2SC1080とコンプリメンタリになります. / Complementary to 2SC1079 and 2SC1080

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	2SA679	-120	V
	2SA680	-80	
コレクタ・エミッタ間電圧	2SA679	-120	V
	2SA680	-100	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-5	V
コレクタ電流	I_C	-12	A
エミッタ電流	I_E	12	A
コレクタ損失 ($T_C=25^\circ\text{C}$)	P_C	100	W
接合部温度	T_J	150	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ\text{C}$



アクセサリは AC6C を適用
Mounting Kit No. AC6C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

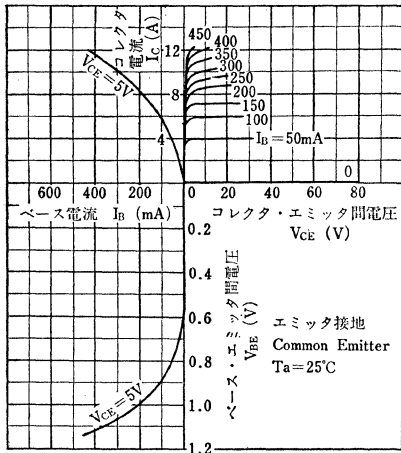
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=-50\text{V}, I_E=0$	—	—	-100	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=-5\text{V}, I_C=0$	—	—	-100	μA
直流電流増幅率	$h_{FE(1)*}$	$V_{CE}=-5\text{V}, I_C=-2\text{A}$	40	—	140	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE}=-5\text{V}, I_C=-7\text{A}$	15	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=-10\text{A}, I_B=-1\text{A}$	—	—	-3.0	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE}=-5\text{V}, I_C=-10\text{A}$	—	—	-2.5	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=-5\text{V}, I_C=-2\text{A}$	—	6	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	—	900	—	pF

* $h_{FE(1)}$ により下表のように分類し現品表示してあります。

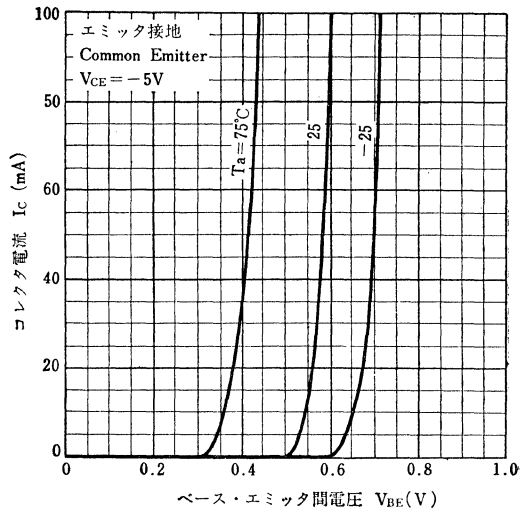
According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SA679 and 2SA680 are classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SA679—R 2SA680—R	40	80
2SA679—Y 2SA680—Y	70	140

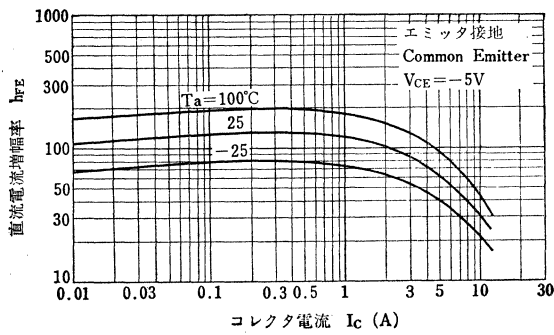
Static Characteristics



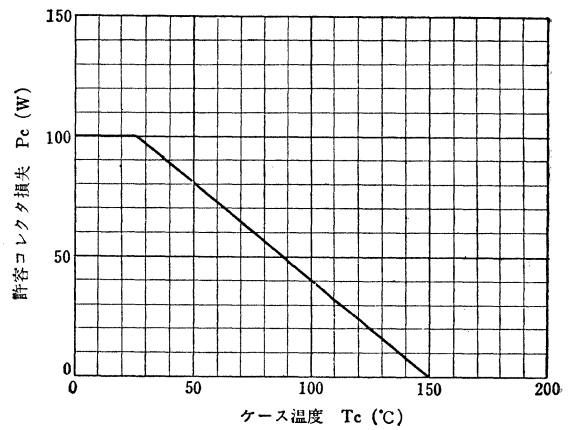
I_C - V_{BE} (Low Current Region)



h_{FE} - I_C



P_C - T_C



2SA682

シリコンPNPエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON PNP EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

○中電力増幅用 ○励振段増幅用

○ Medium Power Amplifier Applications ○ Driver Stage Amplifier Applications

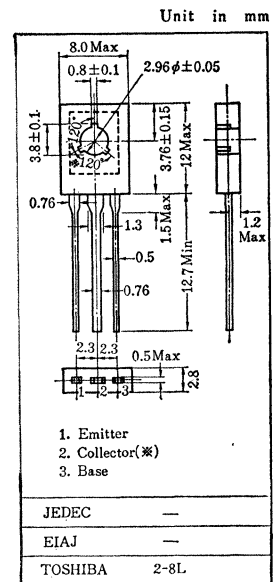
- 高耐圧です： $V_{CE0} = -80V$
- 高出力 Hi-Fi Amp. の励振段に適します。
- 2SC1382 とコンプリメンタリになります。/Complementary to 2SC1382.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	-80	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	-80	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-5	V
コレクタ電流	I_C	-750	mA
エミッタ電流	I_E	750	mA
コレクタ損失	P_C	800	mW
接合部温度	T_j	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$

※ 点線内のメタルはコレクタに接続されています。

The inside metal of dotted line is connected to collector lead.



アクセサリは AC46C を適用
Mounting Kit No. AC46C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

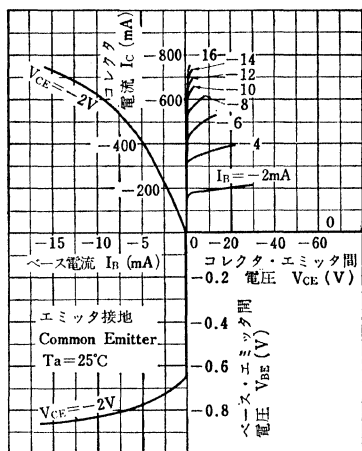
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしや断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = -30V, I_E = 0$	—	—	-0.5	μA
	I_{CEO}	$V_{CE} = -80V, I_B = 0$	—	—	10	μA
エミッタしや断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = -5V, I_C = 0$	—	—	-1.0	μA
直流電流増幅率	$h_{FE(1)}$ *	$V_{CE} = -2V, I_C = -150mA$	70	—	240	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE} = -2V, I_C = -500mA$	40	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = -500mA, I_B = -50mA$	—	—	-0.5	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE} = -2V, I_C = -500mA$	—	—	-1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = -2V, I_C = -150mA$	50	100	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = -10V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	15	—	pF

* $h_{FE(1)}$ により、下表のように分類し、現品表示してあります。

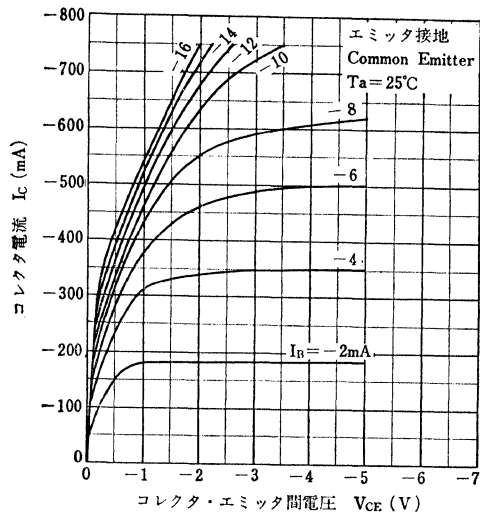
According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SA682 is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SA682—O	70	140
2SA682—Y	120	240

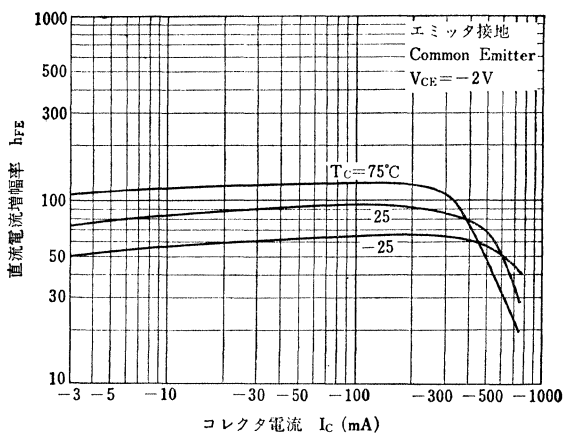
Static Characteristics



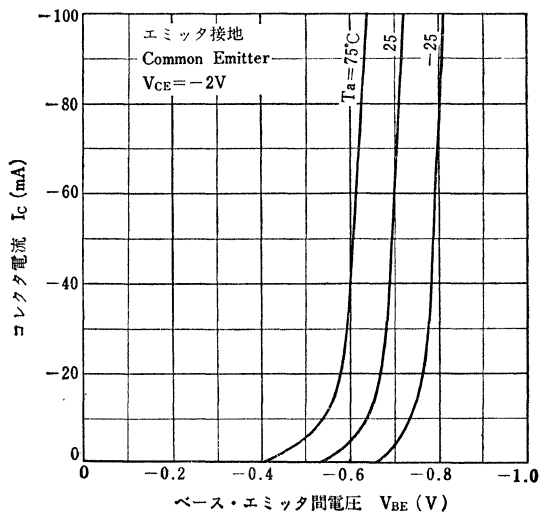
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



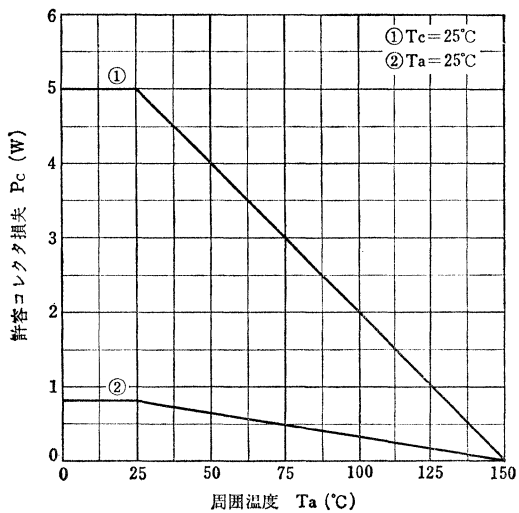
h_{FE} - I_C



I_C - V_{BE} (Low Voltage Region)



P_C - T_a



2SA739

シリコンPNP三重拡散メサ形トランジスタ SILICON PNP TRIPLE DIFFUSED MESA TRANSISTOR(TENTATIVE)

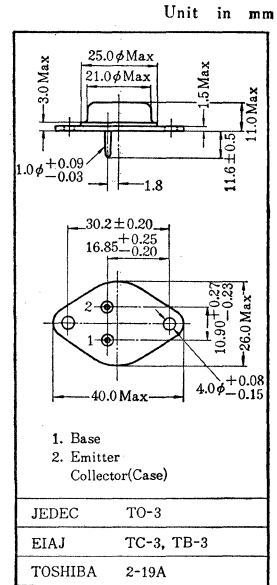
- 高電圧スイッチング用
○ High Voltage Switching Application

通信工業用
Industrial Application

- 高耐圧です: $V_{CBO} = -400V$
- 飽和電圧が小さい: $V_{CE(sat)} = -1.5V(Max.)$
($I_C = -1A, I_B = -0.2A$)

最大定格 Maximum Ratings ($T_c = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	-400	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	-400	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-5	V
コレクタ電流	I_C	-3	A
エミッタ電流	I_E	3	A
ベース電流	I_B	-1	A
コレクタ損失	P_C	50	W
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$



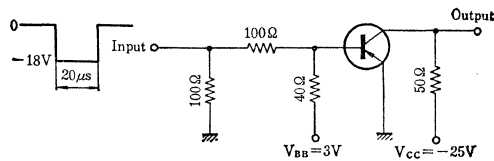
アクセサリはAC6Cを適用
Mounting Kit No. AC6C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

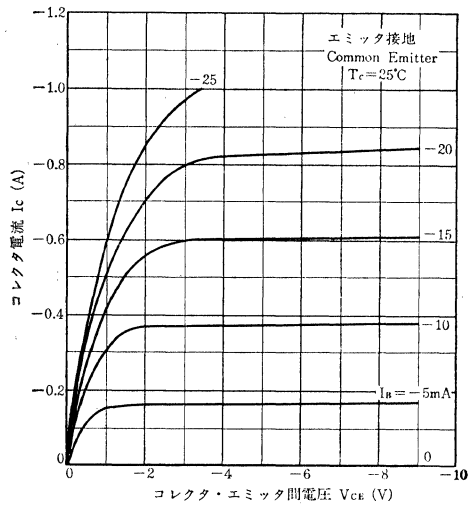
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = -300V, I_E = 0$	—	—	-100	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = -5V, I_C = 0$	—	—	-1	mA
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{CEO}	$I_C = -10mA, I_B = 0$	-400	—	—	V
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE} = -5V, I_C = -0.5A$	20	—	300	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧*	$V_{CE(sat)}$	$I_C = -1A, I_B = -0.2A$	—	—	-1.5	V
ベース・エミッタ間飽和電圧*	$V_{BE(sat)}$	$I_C = -1A, I_B = -0.2A$	—	—	-2.0	V
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = -50V, I_E = 0$ $f = 1MHz$	—	100	—	pF
スイッチング時間	ターンオン時間	t_{on}	—	1.0	—	μS
	蓄積時間	t_{stg}	—	2.0	—	
	下降時間	t_r	—	1.0	—	

* Pulse Test : Pulse Width $\leq 300\mu s$, Duty Cycle $\leq 2\%$

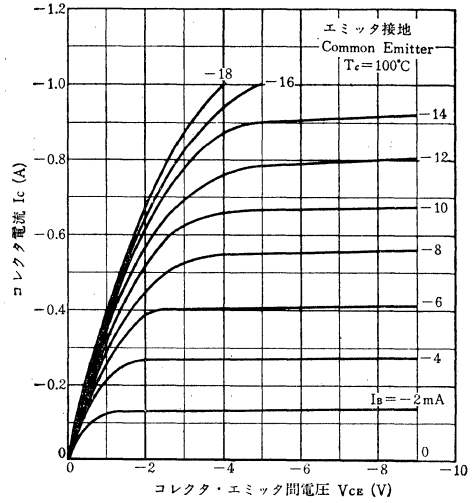
Fig. 1 スイッチング時間測定回路
Switching Time Test Circuit



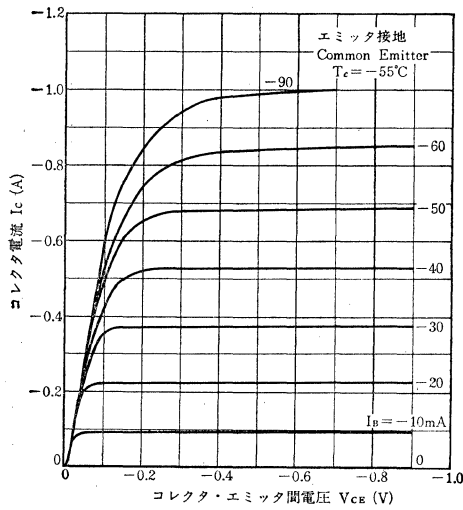
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



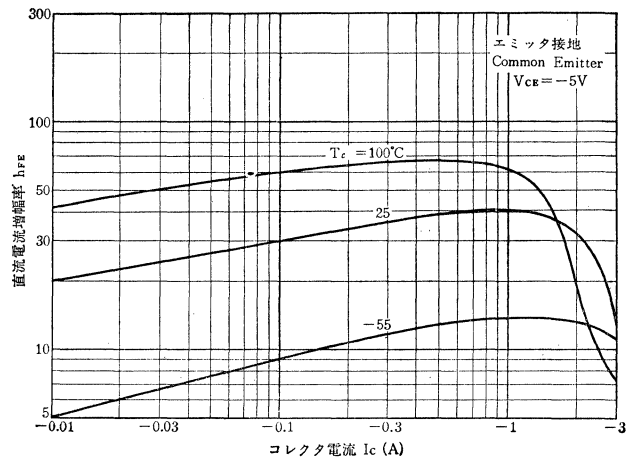
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



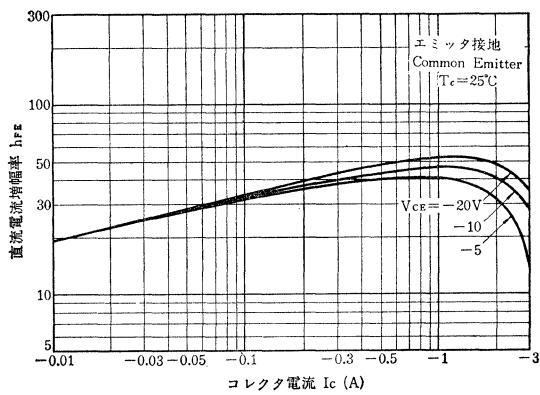
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



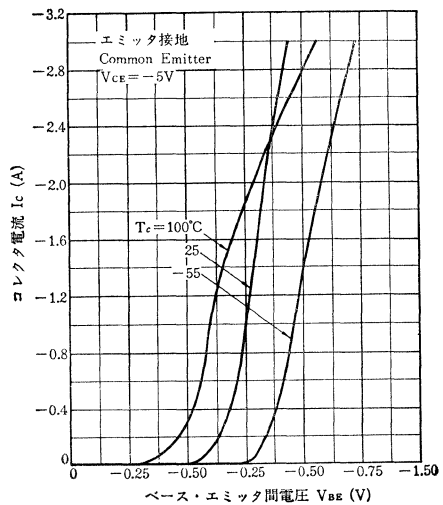
h_{FE} - I_C



h_{FE} - I_C

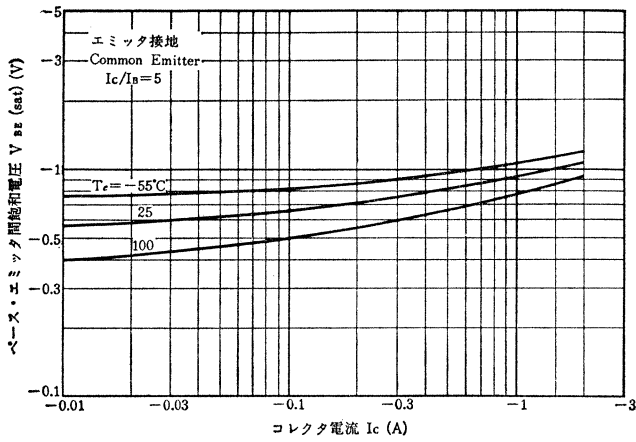


V_{BE} - I_C

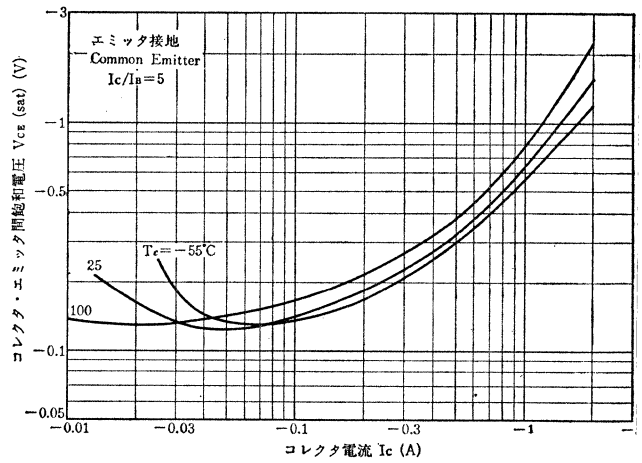


2SA739

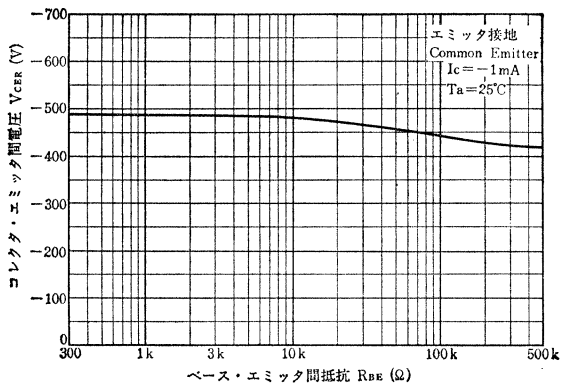
$V_{BE(sat)}-I_C$



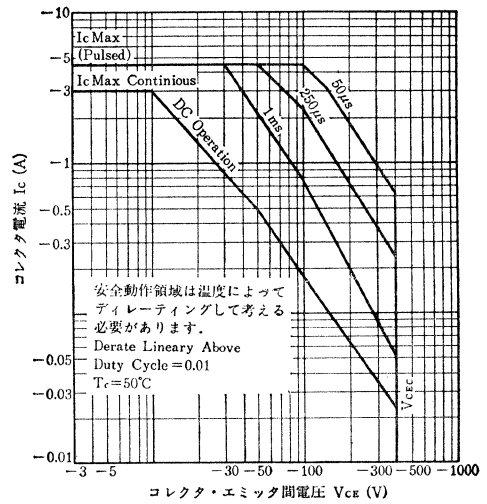
$V_{CE(sat)}-I_C$



$V_{CER}-R_{BE}$



安全動作領域 ASO



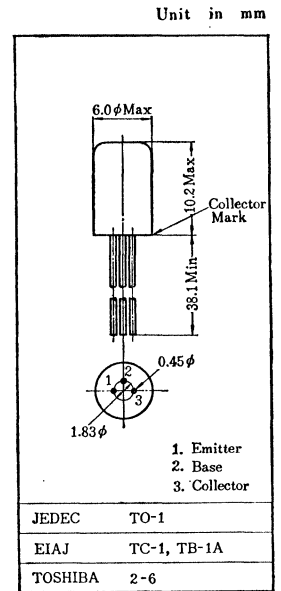
○低周波電圧増幅用

○ Audio Voltage Amplifier Applications

- 1kHz の電力利得が 45dB (Min.) 得られます。
- 2SB56 B 級プッシュプル回路の励振用に適します。/ Recommended for Driver Stage of 2SB56 Class B Push-Pull Amplifier.

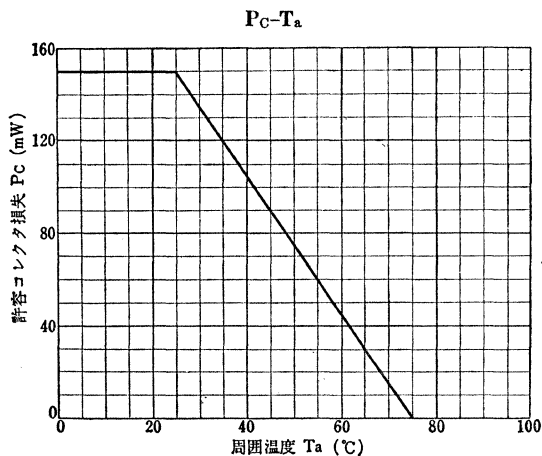
最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	-30	V
コレクタ・エミッタ間電圧 ($R_{BE}=10k\Omega$)	V_{CER}	-20	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-12	V
コレクタ電流	I_C	-150	mA
エミッタ電流	I_E	150	mA
コレクタ損失	P_C	150	mW
接合部温度	T_J	75	°C
保存温度	T_{stg}	-55~85	°C



電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = -30V, I_E = 0$	—	—	-14	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = -12V, I_C = 0$	—	—	-14	μA
小信号電流増幅率	h_{fe}	$V_{CE} = -6V, I_E = 1mA, f = 270Hz$	80	140	300	
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = -6V, I_E = 1mA$	—	1	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = -6V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	35	—	pF
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CE} = -6V, I_E = 1mA, f = 6MHz$	—	120	—	Ω
入力インピーダンス (出力短絡)	h_{ie}	$V_{CE} = -6V$ $I_E = 1.0mA$ $f = 270Hz$	—	4.2	—	k Ω
電圧帰還率 (入力開放)	h_{re}		—	6	—	$\times 10^{-4}$
小信号電流増幅率 (出力短絡)	h_{fe}		—	140	—	
出力アドミタンス (入力開放)	h_{oe}		—	30	—	μS



2SB56

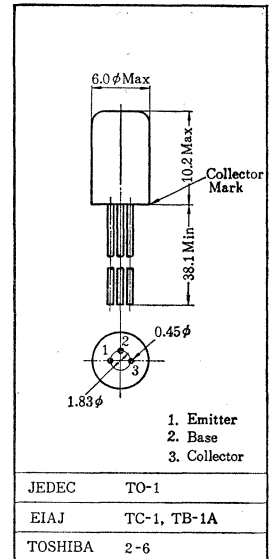
ゲルマニウムPNP合金接合形トランジスタ GERMANIUM PNP ALLOY JUNCTION TRANSISTOR

○低周波小電力増幅用

○ Audio Low Power Amplifier Applications

- B級プッシュプル動作で300mW得られます。/300mW Output in Class B Push-Pull Operation.
- ラジオの出力段に適します。/Recommended for Output Stage of Radio Receiver.

Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

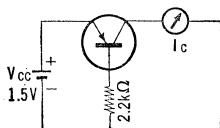
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	-30	V
コレクタ・エミッタ間電圧 ($R_{BE}=5k\Omega$)	V_{CER}	-25	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-12	V
コレクタ電流	I_C	-150	mA
エミッタ電流	I_E	150	mA
コレクタ損失	P_C	150	mW
接合部温度	T_j	75	°C
保存温度	T_{stg}	-55~85	°C

電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

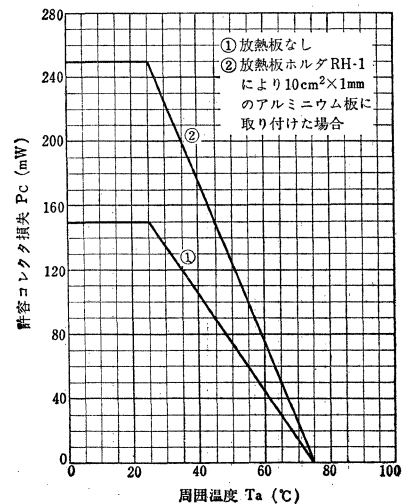
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=-30V, I_E=0$	—	—	-14	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=-12V, I_C=0$	—	—	-14	μA
コレクタ電流 (Fig.1)	I_C	$V_{CC}=-1.5V$	27	50	70	mA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=-1V, I_C=-50mA$	—	80	—	
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CB}=-6V, I_C=-1mA$	-120	-135	-155	mV
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=-6V, I_E=1mA$	—	1	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=-6V, I_E=0, f=1MHz$	—	35	—	pF
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CE}=-6V, I_E=1mA, f=6MHz$	—	120	—	Ω

Fig.1 コレクタ電流 I_C 測定回路

I_C Test Circuit



P_C-T_a



ゲルマニウムPNP合金接合形トランジスタ
GERMANIUM PNP ALLOY JUNCTION TRANSISTOR

2SB189

○低周波中電力増幅用

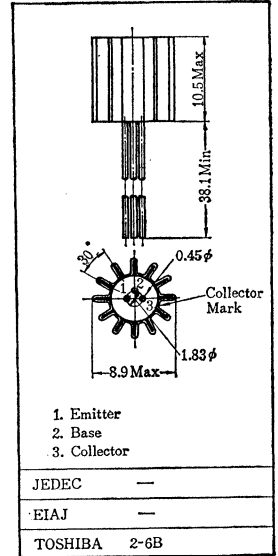
○ Audio Medium Power Amplifier Applications

- B級プッシュプル動作で出力 400mW 得られます。/400mW Output in Class B Push-Pull Operation.
- ラジオの出力段に適します。Recommended for Output Stage of Radio Receiver

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V _{CB0}	-25	V
エミッタ・ベース間電圧	V _{EB0}	-12	V
コレクタ電流	I _C	-250	mA
エミッタ電流	I _E	250	mA
コレクタ損失	P _C	250	mW
接合部温度	T _J	75	°C
保存温度	T _{stg}	-55~85	°C

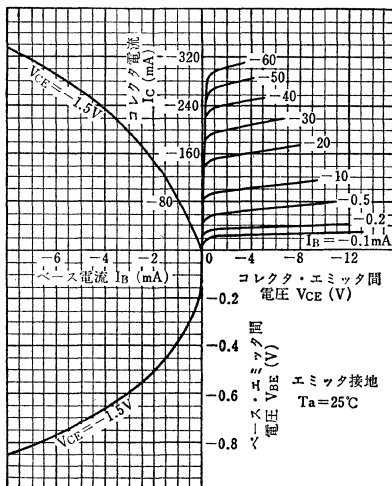
Unit in mm



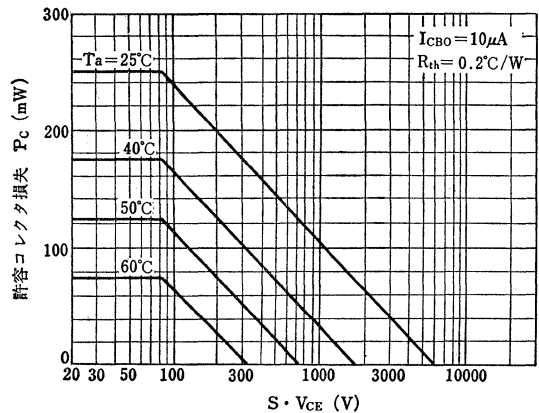
電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしや断電流	I _{CB0}	V _{CB} =-25V, I _E =0	—	—	-14	μA
エミッタしや断電流	I _{EB0}	V _{EB} =-12V, I _C =0	—	—	-14	μA
直流電流増幅率	h _{FE}	V _{CE} =-1V, I _C =-100mA	40	75	145	
しや断周波数	f _{αb}	V _{CB} =-6V, I _E =1mA	—	1	—	MHz
ベース・エミッタ間電圧	V _{BE}	V _{CB} =-6V, I _C =-2mA	-0.130	-0.155	-0.180	V

Static Characteristics



P_C-S-V_{ce}



2SB364, 2SB365

ゲルマニウムPNP合金接合形トランジスタ
GERMANIUM PNP ALLOY JUNCTION TRANSISTOR

○低周波電力増幅用

○ Audio Power Amplifier Applications

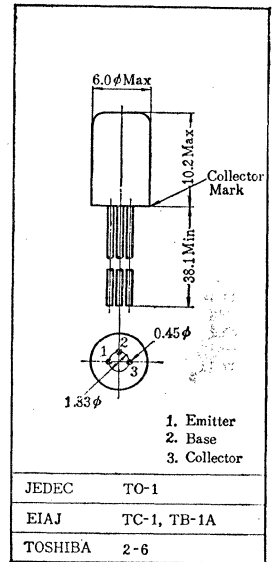
- ・ B級プッシュプル動作で出力 800mW 得られます。/ 800mW Output in Class B Push-Pull Operation
- ・ 低電圧大電流特性が優れています。/ Excellent Collector Current Capability in Low Voltage Region.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	-20	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EB0}	-12	V
コレクタ電流	I_C	-400	mA
エミッタ電流	I_E	400	mA
コレクタ損失	$T_a=25^\circ\text{C}$ *	P_C	150
			500
接合部温度	T_J	75	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~85	$^\circ\text{C}$

* $100 \times 100 \times 1\text{mm}$ アルミニウム放熱板の上にラジエータホルダ RH-1 を用いたとき。
Unit mounted on $100 \times 100 \times 1\text{mm}$ Al Heat Sink with Toshiba RH-1 Holder.

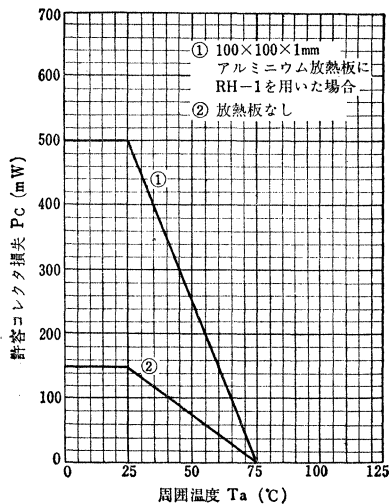
Unit in mm



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBV}	$V_{CB}=-20\text{V}, V_{EB}=-5\text{V}$	—	—	-14	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=-12\text{V}, I_C=0$	—	—	-14	μA
直流電流増幅率	2SB364 2SB365	$V_{CE}=-0.5\text{V}, I_C=-100\text{mA}$	60	—	150	
			35	—	90	
シャ断周波数	$f_{\alpha b}$	$V_{CB}=-6\text{V}, I_E=1\text{mA}$	—	1	—	MHz
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE}=-3\text{V}, I_C=-2\text{mA}$	-0.140	—	-0.200	V

P_C-T_a



ゲルマニウムPNP合金接合形トランジスタ
GERMANIUM PNP ALLOY JUNCTION TRANSISTOR

2SB415

○低周波中電力増幅用

○ Medium Power Amplifier Applications

- 直流電流増幅率の直線性が良い。/ Good Linearity in DC Current Transfer Ratio.
- 放熱器付でB級プッシュプル動作で出力2Wまで得られます。/ 2W Output in Class B Push-Pull with Heat Sink.
- 電流容量が大きい: $I_C = -1A$ (Max.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

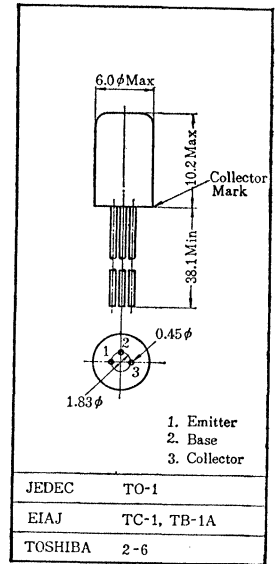
Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	-32	V	
コレクタ・エミッタ間電圧 ($R_{BE} = 1k\Omega$)	V_{CER}	-32	V	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-6	V	
コレクタ電流	I_C	-1	A	
エミッタ電流	I_E	1	A	
コレクタ損失	$T_a = 25^\circ C$ *	P_C	200	mW
			1	W
接合部温度	T_J	85	$^\circ C$	
保存温度	T_{stg}	-55~85	$^\circ C$	

* 100×100×2mmアルミニウム放熱板にラジエータホルダRH-1を用いて取り付けたとき。Unit mounted on 100×100×2mm Al Heat Sink with Toshiba RH-1 Holder.

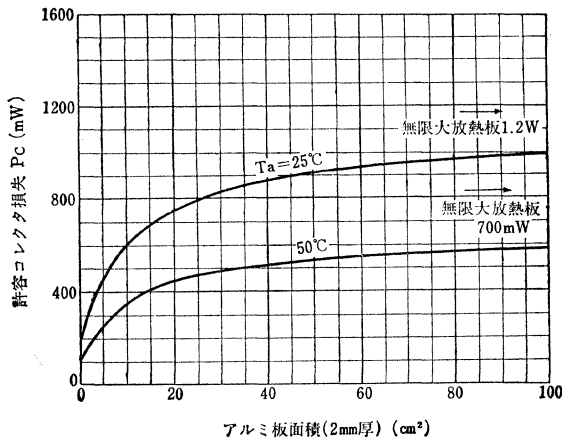
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = -12V, I_E = 0$	—	—	-14	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = -6V, I_C = 0$	—	—	-14	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CB} = 0, I_C = -300mA$	40	70	180	
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE} = -6V, I_E = 5mA$	—	-0.13	—	V
シャ断周波数	f_{ab}	$V_{CB} = -1V, I_E = 100mA$	—	1	—	MHz

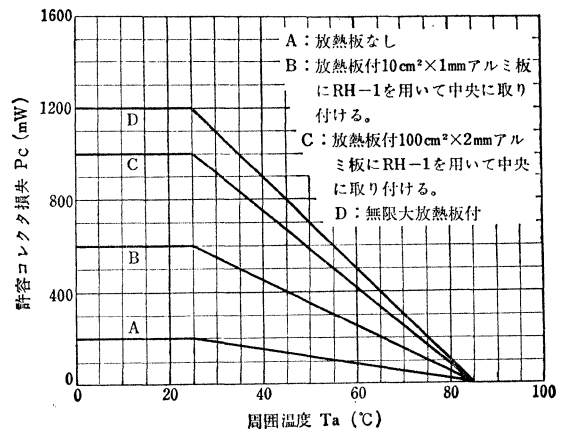
Unit in mm



P_C -Heat Sink Size



P_C - T_a



2SB434, 2SB435

シリコンPNPエピタキシャルメサ形トランジスタ
SILICON PNP EPITAXIAL MESA TRANSISTOR

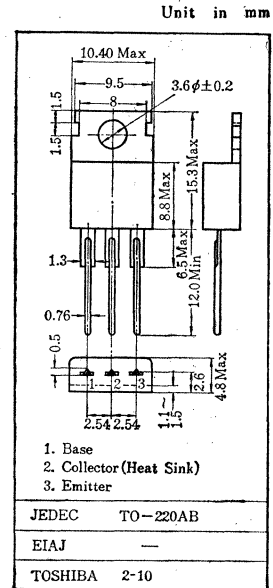
○低周波電力増幅用

○ Power Amplifier Applications

- プラスチック・モールド化により小形です。
- 飽和電圧が低い。 $V_{CE(sat)} = -1.2V(\text{Max.})$ at $I_C = -3A$ (2SB434)
 $V_{CE(sat)} = -1.0V(\text{Max.})$ at $I_C = -1A$ (2SB435)
- 許容コレクタ損失が大きい: $P_C = 25W$ ($T_C = 25^\circ C$)
- 2SD234, 2SD235 とコンプリメンタリになります。/ Complementary to 2SD234 and 2SD235.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
コレクタ・ベース間電圧	2SB434 2SB435	V_{CBO}	-50 -40	V
コレクタ・エミッタ間電圧	2SB434 2SB435	V_{CEO}	-50 -40	V
エミッタ・ベース間電圧		V_{EBO}	-5	V
コレクタ電流		I_C	-3	A
エミッタ電流		I_E	3	A
コレクタ損失	$T_a = 25^\circ C$	P_C	1.5	W
	$T_C = 25^\circ C$		25	
接合部温度		T_j	150	$^\circ C$
保存温度		T_{stg}	-55~175	$^\circ C$



アクセサリは AC55C を適用
Mounting Kit No. AC55C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

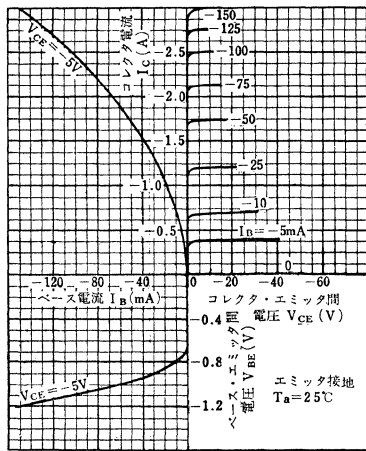
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit	
コレクタしや断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = -30V, I_E = 0$	—	—	-10	μA	
直流電流増幅率	$h_{FE}(1)*$	$V_{CE} = -5V, I_C = -0.5A$	40	80	240		
直流電流増幅率	2SB434	$h_{FE}(2)$	$V_{CE} = -5V, I_C = -2.5A$	15	25	—	
	2SB435			$V_{CE} = -5V, I_C = -1A$	20	55	—
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	2SB434	$V_{CE(sat)}$	$I_C = -3A, I_B = -0.3A$	—	-0.4	-1.2	V
	2SB435			$I_C = -1A, I_B = -0.05A$	—	-0.2	-1.0
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE} = -5V, I_C = -0.5A$	—	-0.75	-0.9	V	
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = -5V, I_E = 0.5A$	—	3	—	MHz	
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = -10V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	200	—	pF	

* $h_{FE}(1)$ により下表のように分類し、現品表示してあります。

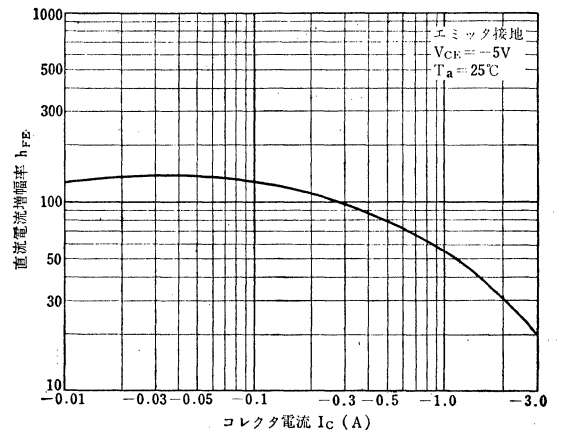
According to the value of h_{FE} , the 2SB434 and 2SB435 are classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SB434-R 2SB435-R	40	80
2SB434-O 2SB435-O	70	140
2SB434-Y 2SB435-Y	120	240

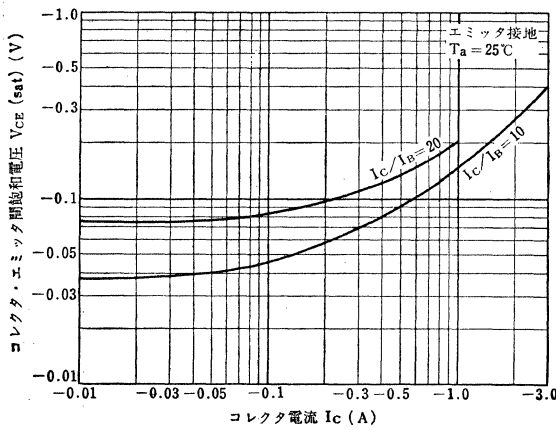
Static Characteristics



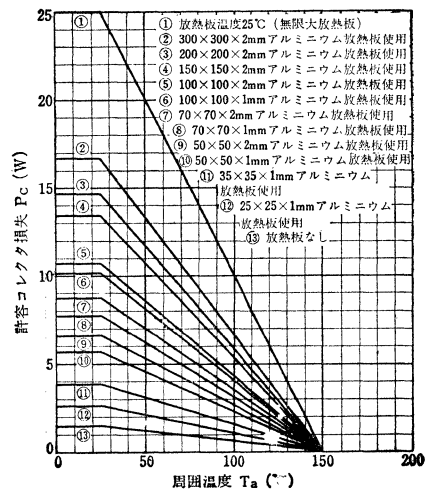
$h_{FE}-I_C$



$V_{CE(sat)}-I_C$



P_C-T_a



2SB434Ⓞ, 2SB435Ⓞ

シリコンPNPエピタキシャルメサ形トランジスタ
SILICON PNP EPITAXIAL MESA TRANSISTOR

○低周波電力増幅用

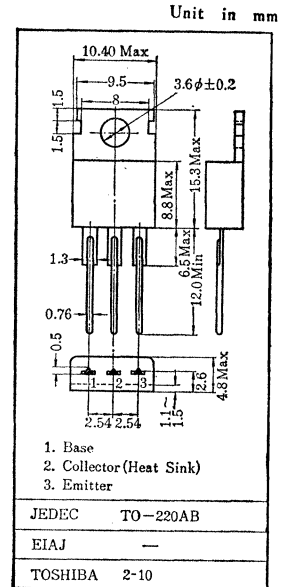
○ Power Amplifier Applications

通信工業用グリーン
Industrial Applications

- 飽和電圧が小さい: $V_{CE(sat)} = -1.2V$ (2SB434Ⓞ)
 $V_{CE(sat)} = -1.0V$ (2SB435Ⓞ)
- 許容コレクタ損失が大きい: $P_C = 25W$ ($T_C = 25^\circ C$)
- 2SD234Ⓞ, 2SD235Ⓞ とコンプリメンタリになります。 / Complementary to 2SD234Ⓞ and 2SD235Ⓞ.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	-50	V
		-40	
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	-50	V
		-40	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-5	V
コレクタ電流	I_C	-3	A
エミッタ電流	I_E	3	A
コレクタ損失	P_C	1.5	W
		25	
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~175	$^\circ C$



アクセサリは AC55C を適用
Mounting Kit No. AC55C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

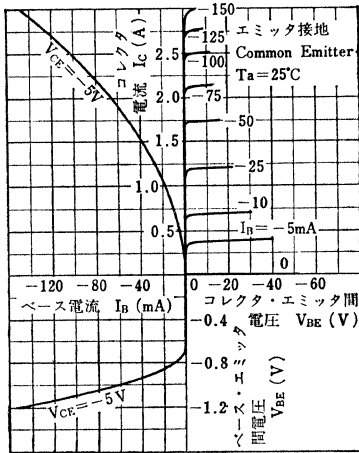
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしや断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = -30, I_E = 0$	—	—	-10	μA
エミッタしや断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = -5V, I_C = 0$	—	—	-100	μA
コレクタ・ベース間降伏電圧	BV_{CBO}	$I_C = -10mA, I_E = 0$	-50	—	—	V
			-40			
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{CEO}	$I_C = -100mA, I_B = 0$	-50	—	—	V
			-40			
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV_{EBO}	$I_E = -10mA, I_C = 0$	-5	—	—	V
直流電流増幅率	$h_{FE(1)*}$	$V_{CE} = -5V, I_C = -0.5A$	40	80	140	
直流電流増幅率	$h_{FE(2)}$	$V_{CE} = -5V, I_C = -2.5A$	15	25	—	
			20	55	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = -3A, I_B = -0.3A$	—	—	-1.2	V
			$I_C = -1A, I_B = -0.05A$	—	—	
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE} = -5V, I_C = -0.5A$	—	—	-0.9	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = -10V, I_E = 0.5A$	—	3	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = -10V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	200	—	pF

* $h_{FE(1)}$ により下表のように分類し、現品表示してあります。

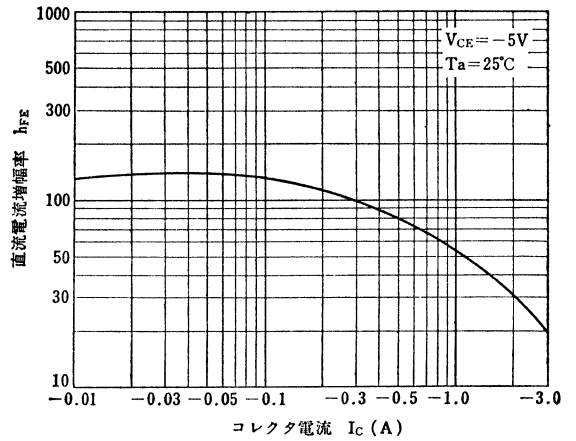
According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SB434Ⓞ and 2SB435Ⓞ are classified as follows.

Classifications	Min.	Max.
2SB434Ⓞ-R 2SB435Ⓞ-R	40	80
2SB434Ⓞ-O 2SB435Ⓞ-O	70	140

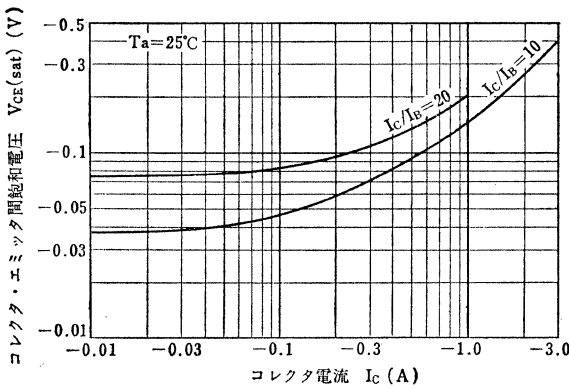
Static Characteristics



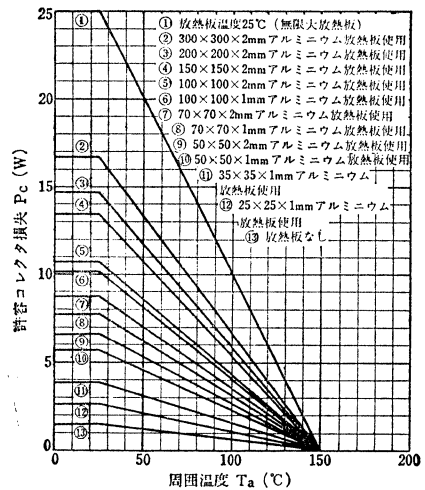
$h_{FE}-I_C$



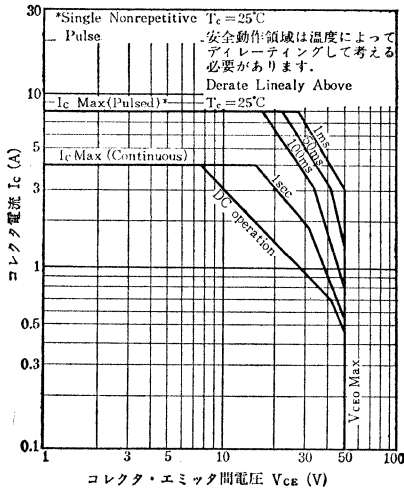
$V_{CE(sat)}-I_C$



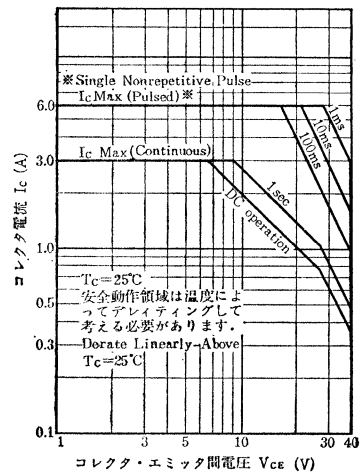
P_C-T_a



2SB434® 安全動作領域 ASO



2SB435® 安全動作領域 ASO



2SB439, 2SB440

ゲルマニウムPNP合金接合形トランジスタ
GERMANIUM PNP ALLOY JUNCTION TRANSISTOR

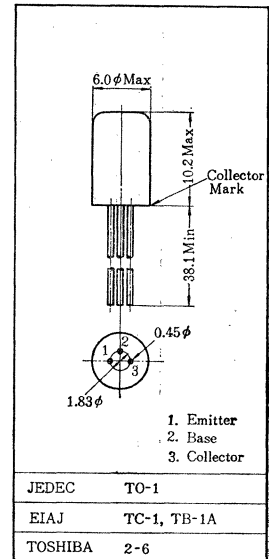
- 低周波低雑音増幅用
- Low Noise Amplifier Applications

・雑音指数が小さい: $NF=5dB(Max.)$ (2SB440)

Unit in mm

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	-30	V
コレクタ・エミッタ間電圧 ($R_{BE}=5k\Omega$)	V_{CER}	-20	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-12	V
コレクタ電流	I_C	-150	mA
エミッタ電流	I_E	150	mA
コレクタ損失	P_C	150	mW
接合部温度	T_J	75	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~85	$^\circ C$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=-12V, I_E=0$	—	—	-14	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=-12V, I_C=0$	—	—	-12	μA
小信号電流増幅率	h_{fe}	$V_{CE}=-6V, I_E=1mA, f=270Hz$	70	130	270	
雑音指数	2SB439	$V_{CE}=-6V, I_E=1mA$ $f=1kHz, R_g=500\Omega$	—	—	7	dB
	2SB440		—	—	5	
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=-6V, I_E=0, f=1MHz$	—	30	—	pF
シャ断周波数	$f_{\alpha b}$	$V_{CB}=-6V, I_E=1mA$	—	2	—	MHz
逆電圧増幅率	h_{re}	$V_{CE}=-6V$ $I_E=1mA$ $f=270Hz$	—	8	—	$\times 10^{-4}$
出力アドミタンス	h_{oe}		—	45	—	$\mu\Omega$
入力インピーダンス	h_{ie}		—	4	—	$k\Omega$

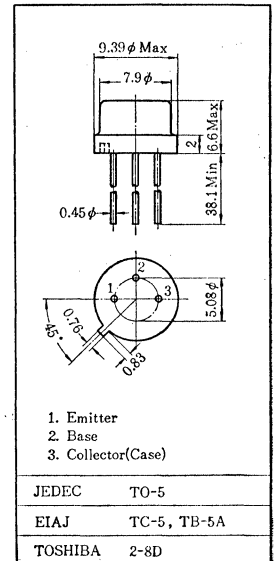
Unit in mm

- 低周波増幅用 ○ストロボフラッシュ用
- Audio Medium Power Amplifier Applications
- Strobe Flash Applications.

- コレクタ損失が大きい, $P_C=5W$ ($T_C=25^\circ C$)
- B級プッシュプルで出力3W得られます.
- 3W Output in Class B Push-Pull Application with Heat Sink.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

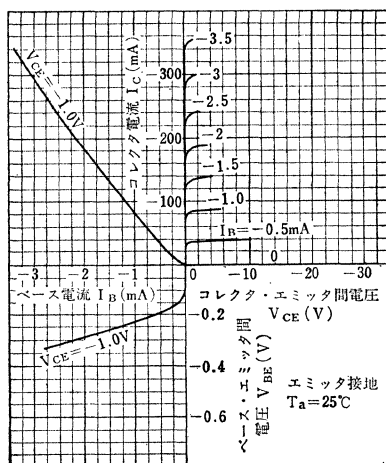
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	-35	V
コレクタ・エミッタ間電圧 ($R_{BE}=100\Omega$)	V_{CEr}	-30	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EB0}	-12	V
コレクタ電流	I_C	-1	A
エミッタ電流	I_E	1	A
コレクタ損失	P_C	$T_a=25^\circ C$	0.25
		$T_C=25^\circ C$	5
接合部温度	T_J	85	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~85	$^\circ C$



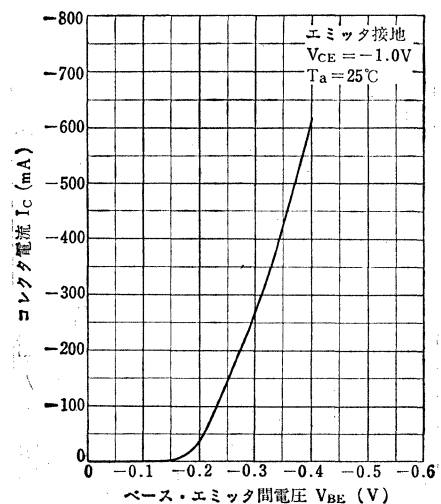
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CB0}	$V_{CB}=-12V, I_E=0$	—	—	-14	μA
エミッタシャ断電流	I_{EB0}	$V_{EB}=-12V, I_C=0$	—	—	-70	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=-0.5V, I_C=-500mA$	50	—	180	
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=-500mA, I_B=-50mA$	—	—	-0.8	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE}=-6V, I_E=5mA$	0.11	—	0.17	V
シャ断周波数	f_{ab}	$V_{CB}=-1V, I_E=100mA$	0.6	1.2	—	MHz

Static Characteristics

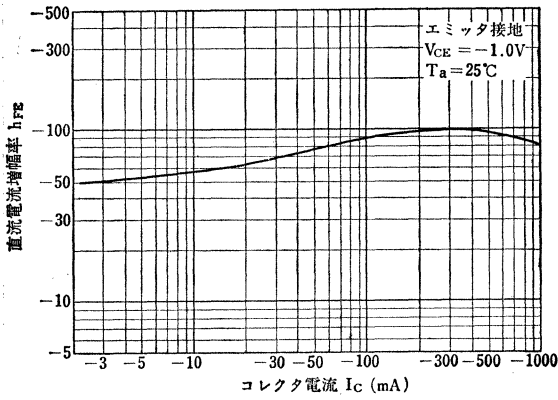


I_C-V_{BE}

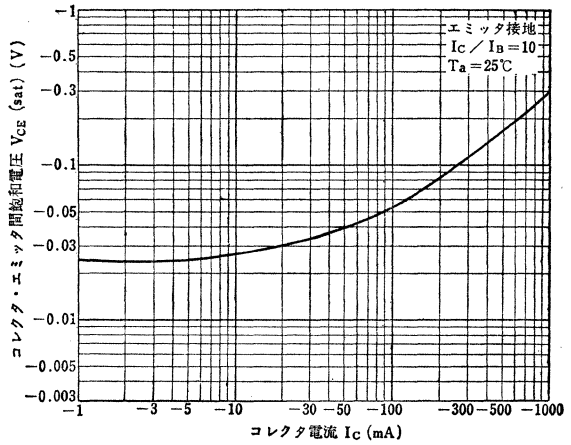


2SB461

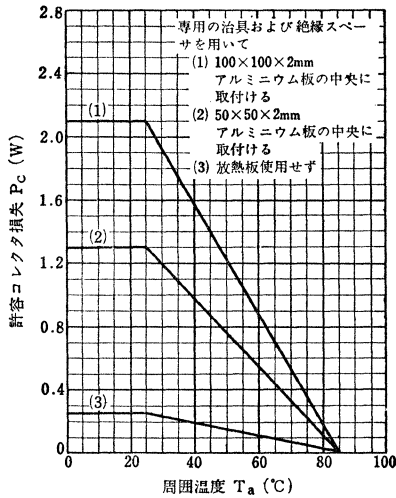
$h_{FE}-I_C$



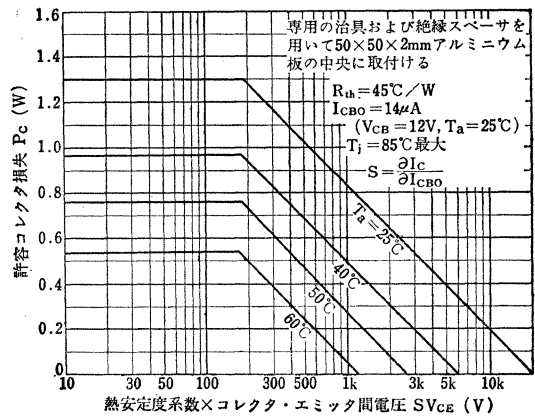
$V_{CE(sat)}-I_C$



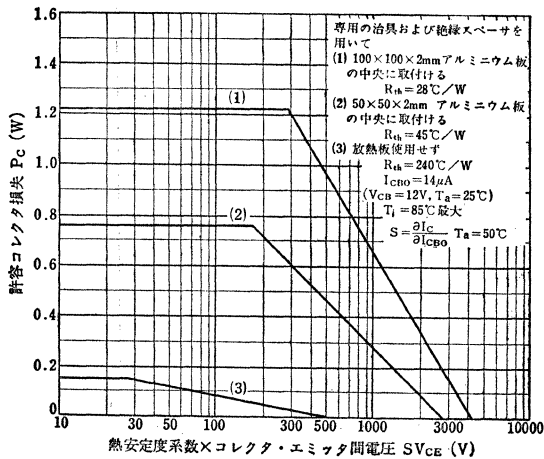
P_C-T_a



$P_C-SV_{CE(1)}$



$P_C-SV_{CE(2)}$



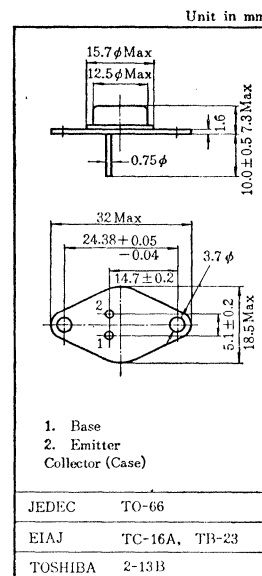
○低周波電力増幅用 ○定電圧電源用

○ Audio Power Amplifier Applications ○ Regulator Applications

- ・コレクタ損失が 20W 得られます: $P_C=25W$ ($T_C=25^\circ C$)
- ・飽和電圧が低い: $V_{CE(sat)}=-1.5V(Max.)$
- ・エミッタ耐圧が高い: $V_{EBO}=-8V$
- ・2SD102, 2SD103 とコンプリメンタリになります。/Complementary to 2SD102 and 2SD103.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	2SB502	-110	V
	2SB503	-70	
コレクタ・エミッタ間電圧	2SB502	-80	V
	2SB503	-50	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-8	V
コレクタ電流	I_C	-3	A
エミッタ電流	I_E	3	A
コレクタ損失	$T_a=25^\circ C$ $T_C=25^\circ C$	1.5	W
		25	
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~150	$^\circ C$



アクセサリは AC20C を適用
Mounting Kit No. AC20C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=-50V, I_E=0$	—	—	-10	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=-10V, I_C=0$	—	—	-100	μA
コレクタ・ベース間降伏電圧	2SB502 2SB503	BV_{CBO} $I_C=-10mA, I_E=0$	-110	—	—	V
			-70	—	—	
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	2SB502 2SB503	BV_{CEO} $I_C=-100mA, I_B=0$	-80	—	—	V
			-50	—	—	
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV_{CBO}	$I_E=-10mA, I_C=0$	-10	—	—	V
直流電流増幅率	$h_{FE(1)}$ * $h_{FE(2)}$	$V_{CE}=-5V, I_C=-0.5A$ $V_{CE}=-5V, I_C=-2.5A$	30	80	280	—
			15	25	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=-3A, I_B=-0.3A$	—	—	-1.5	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=-3A, I_B=-0.3A$	—	—	-1.8	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CB}=-10V, I_E=0.5A$	—	1	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=-10V, I_E=0, f=1MHz$	—	200	—	pF

* $h_{FE(1)}$ により下表のように分類し、現品表示してあります。

According to the value of h_{FE} , the 2SB502 and 2SB503 are classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SB502—R 2SB503—R	30	70
2SB502—O 2SB503—O	50	140
2SB502—Y 2SB503—Y	100	280

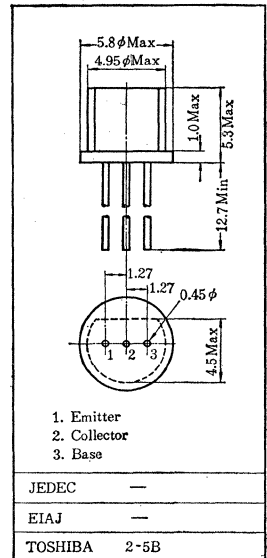
2SC366[Ⓒ], 2SC367[Ⓒ]

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

- 高周波中電力増幅用 ○中電力パルス増幅用 ○パイロット・ランプ点灯用
- メモリコア・ドライブ用
- High Frequency Medium Power Amplifier, Medium Power Pulse Amplifier, Pilot Lamp Driver and Memory Core Driver Applications

通信工業用グリーン
Industrial Applications

Unit in mm



- 電流量が大きい: $I_C=400\text{mA}$ (Max.)
- トランジション周波数が高い: $f_T=150\text{MHz}$ (Typ.)
- スイッチング時間が速い: $t_{stg}=95\text{ns}$ (Typ.)
- 高耐圧です: $V_{CBO}=60\text{V}$ (Max.) (2SC366[Ⓒ])
- 2SA467[Ⓒ]とコンプリメンタリになります。/Complementary to 2SA467[Ⓒ]

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	2SC366 [Ⓒ] 2SC367 [Ⓒ] V_{CBO}	60	V
コレクタ・エミッタ間電圧		40	
	2SC366 [Ⓒ] 2SC367 [Ⓒ] V_{CEO}	40	V
		30	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	400	mA
エミッタ電流	I_E	-400	mA
コレクタ損失	P_C	300	mW
接合部温度	T_j	125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ\text{C}$

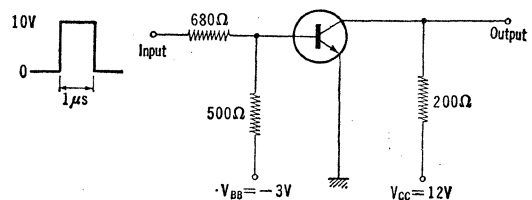
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=18\text{V}, I_E=0$	—	—	0.1	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5\text{V}, I_C=0$	—	—	0.5	μA
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE}=1\text{V}, I_C=100\text{mA}$	70	—	240	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=100\text{mA}, I_B=10\text{mA}$	—	—	0.25	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=100\text{mA}, I_B=10\text{mA}$	—	—	1.2	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-10\text{mA}$	100	150	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0; f=1\text{MHz}$	—	10	15	pF
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-1\text{mA}, f=30\text{MHz}$	—	—	60	Ω
スイッチング時間	ターンオン時間	Fig. 1	—	40	—	ns
	蓄積時間		—	95	—	ns
	下降時間		—	30	—	ns

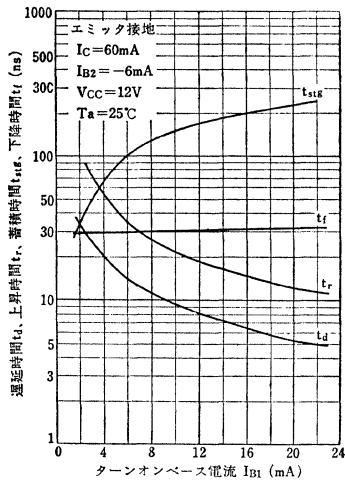
* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。
According to the value of h_{FE} , the 2SC366[Ⓒ] and 2SC367[Ⓒ] are classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SC366 [Ⓒ] -O 2SC367 [Ⓒ] -O	70	140
2SC366 [Ⓒ] -Y 2SC367 [Ⓒ] -Y	120	240
2SC366 [Ⓒ] 2SC367 [Ⓒ]	40	240

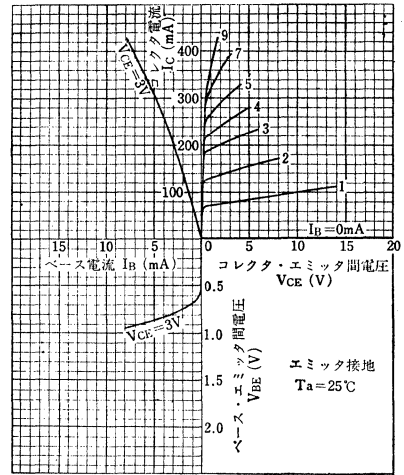
Fig. 1 スイッチング時間測定回路
Switching Time Test Circuit



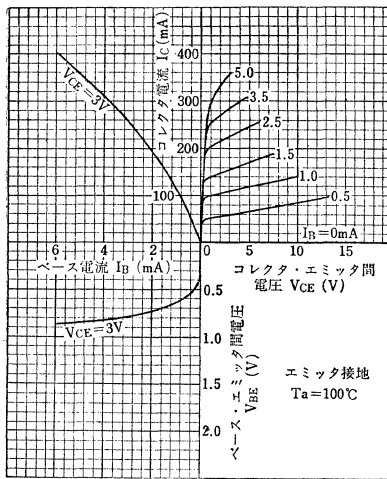
Switching Characteristics



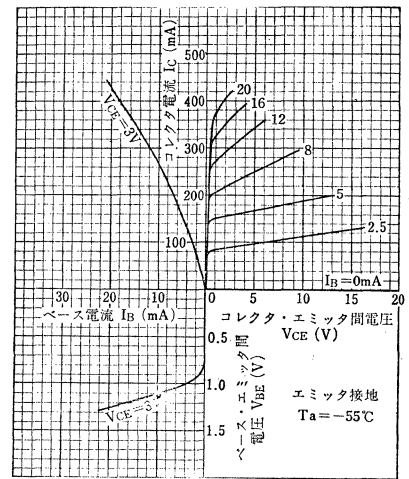
Static Characteristics



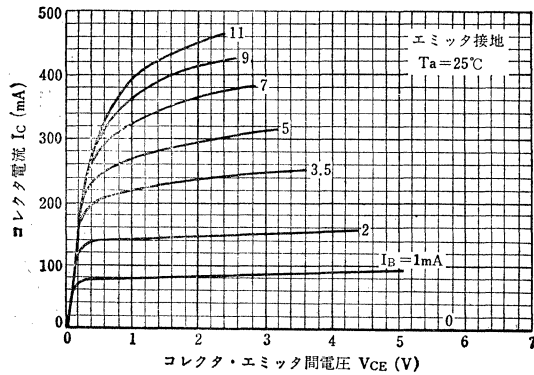
Static Characteristics



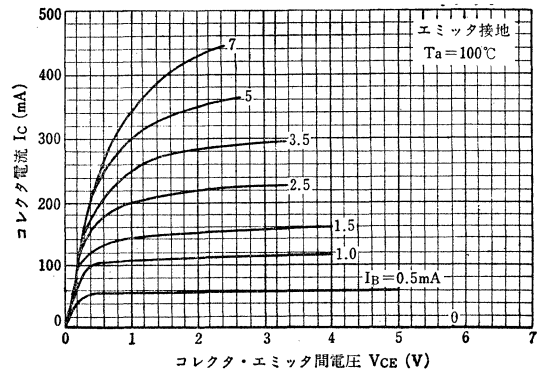
Static Characteristics



I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)

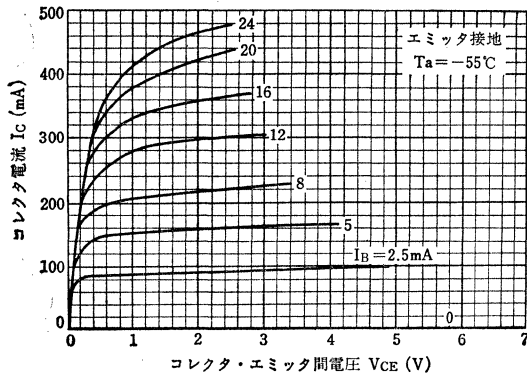


I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)

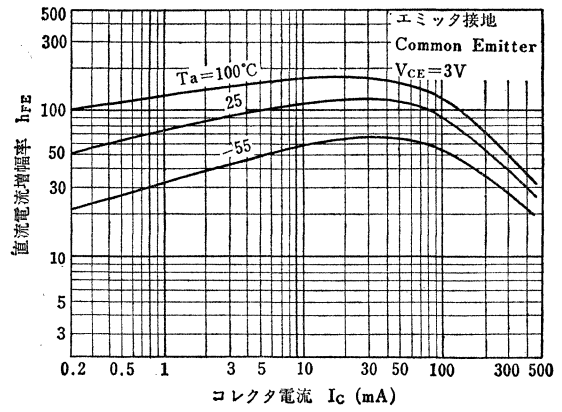


2SC366@, 2SC367@

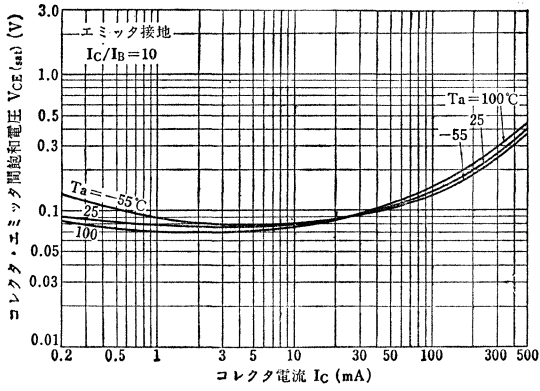
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



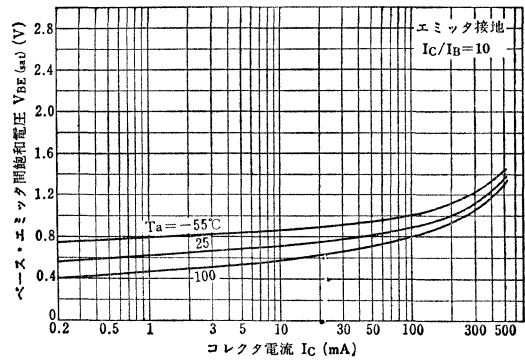
h_{FE} - I_C



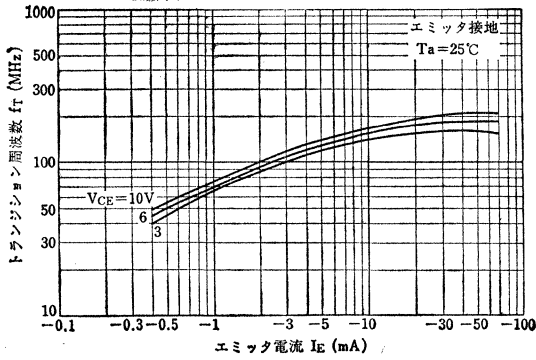
$V_{CE}(\text{sat})$ - I_C



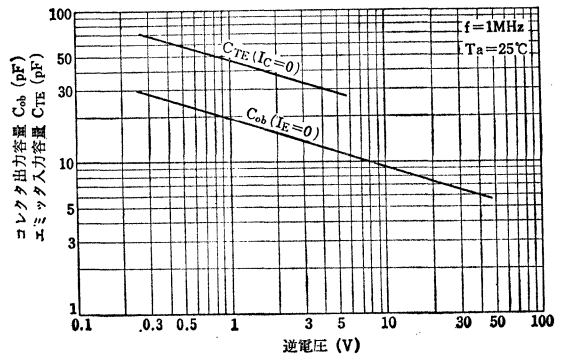
$V_{BE}(\text{sat})$ - I_C

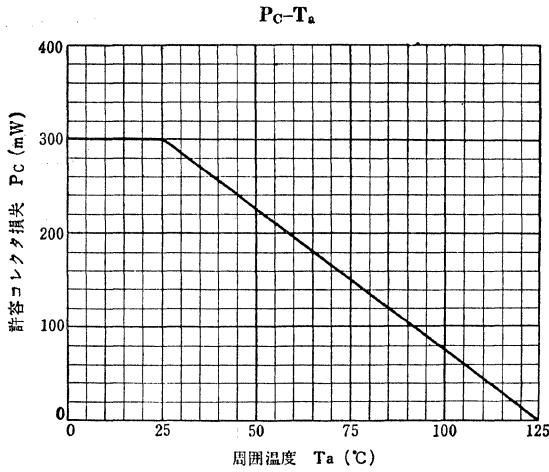


f_T - I_E

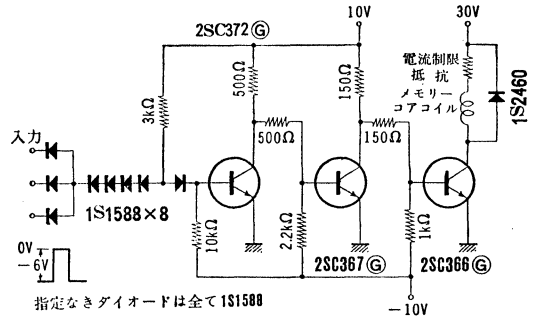


C_{ob} , C_{TE} - V_R



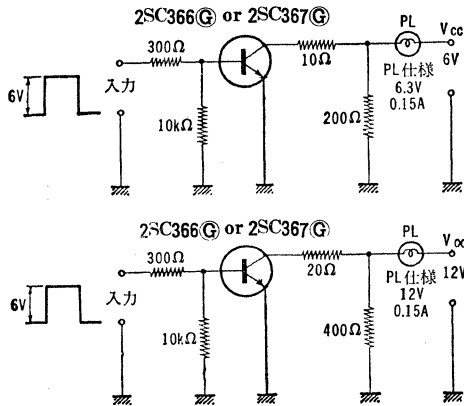


メモリーコア駆動回路例 Memory Core Driving Circuit

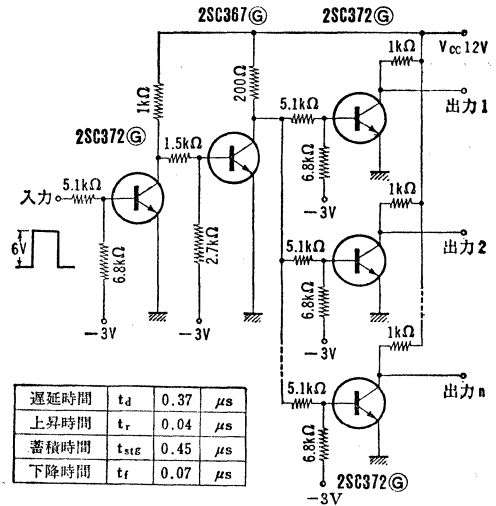


上記回路では電流制限抵抗を調整することによりメモリーコアに 200mA までの電流を流すことができます

パイロットランプ点灯回路例 Lamp Driver Circuit



インバータ組合せ回路例 Inverter Circuit Application



上記回路では負荷としてインバータを14個程度まで接続できます。その場合の入力パルス、出力パルス間のスイッチング時間は上記の通りです。

2SC372, 2SC373

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

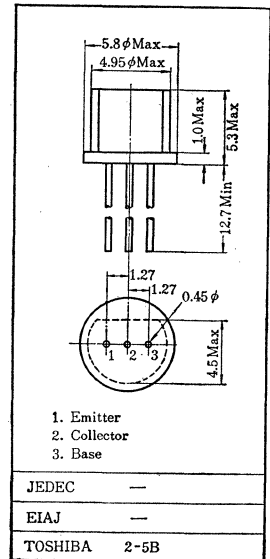
○高周波増幅用 ○低周波増幅用

○ General Purpose Transistor, Versatile Utility in both RF, AF Applications.

Unit in mm

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V _{CB0}	35	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V _{CEO}	30	V
エミッタ・ベース間電圧	V _{EBO}	4	V
コレクタ電流	I _C	100	mA
エミッタ電流	I _E	-100	mA
コレクタ損失	P _C	200	mW
接合部温度	T _J	125	°C
保存温度	T _{stg}	-55~125	°C



電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I _{CB0}	V _{CB} =18V, I _E =0	—	—	0.5	μA
エミッタシャ断電流	I _{EBO}	V _{EB} =2V, I _C =0	—	—	1.0	μA
直流電流増幅率*	h _{FE}	V _{CE} =12V, I _C =2mA	70	—	400	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	V _{CE(sat)}	I _C =10mA, I _B =1mA	—	—	0.4	V
トランジション周波数	f _T	V _{CE} =10V, I _E =-1mA	80	200	—	MHz
コレクタ出力容量	C _{ob}	V _{CB} =10V, I _E =0, f=1MHz	—	2.0	3.5	pF
ベース拡がり抵抗	r _{bb'}	V _{CB} =10V, I _E =-1mA, f=30MHz	—	50	—	Ω

* h_{FE}により下表のように分類し、現品表示してあります。

According to the value of h_{FE}, the 2SC372 and 2SC373 are classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SC372—O	70	140
2SC372—Y	120	240
2SC373	200	400

2SC372, 2SC373

h 定数 h Parameter (Typ.)

(エミッタ接地 Common Emitter, $V_{CE}=12V$, $I_C=2mA$, $f=270Hz$, $T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	2SC372—O	2SC372—Y	2SC373	Unit
入力インピーダンス	h_{ie}	1.6	2.5	4.0	$k\Omega$
電圧帰還率	h_{re}	50	60	75	$\times 10^{-6}$
電流増幅率	h_{fe}	115	180	300	
出力アドミタンス	h_{oe}	10	18	23	$\mu\Omega$

y 定数 y Parameter (Typ.)

(1) (エミッタ接地 Common Emitter, $V_{CE}=6V$, $I_C=1mA$, $f=455kHz$, $T_a=25^\circ C$)

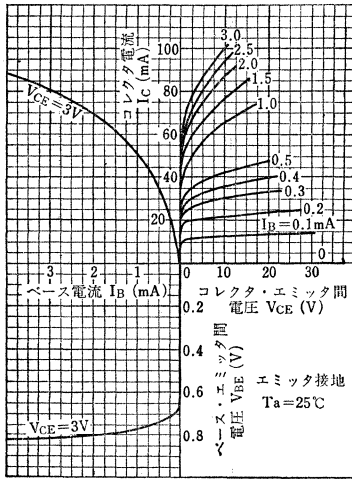
Characteristic	Symbol	2SC372—O	2SC372—Y	2SC373	Unit
入力コンダクタンス	g_{ie}	0.35	0.20	0.14	$m\Omega$
入力容量	C_{ie}	25	22	17	pF
逆伝達アドミタンス	$ y_{re} $	6.5	6.5	6.5	$\mu\Omega$
逆伝達アドミタンス位相角	θ_{re}	-90	-90	-90	$^\circ$
順伝達アドミタンス	$ y_{fe} $	36	36	36	$m\Omega$
順伝達アドミタンス位相角	θ_{fe}	-0.8	-1	-1.2	$^\circ$
出力コンダクタンス	g_{oe}	4.5	7.7	10	$\mu\Omega$
出力容量	C_{oe}	5.6	7.0	8.4	pF

(2) (エミッタ接地 Common Emitter, $V_{CE}=6V$, $I_C=1mA$, $f=1MHz$, $T_a=25^\circ C$)

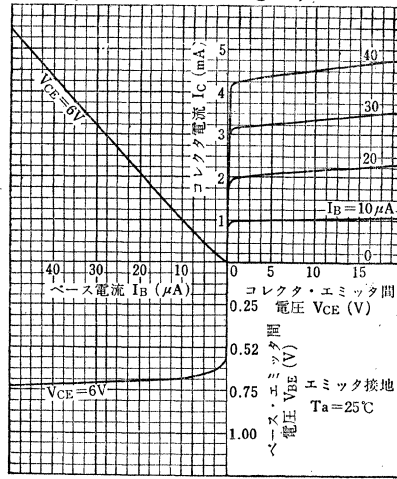
Characteristic	Symbol	2SC372—O	2SC372—Y	2SC373	Unit
入力コンダクタンス	g_{ie}	0.40	0.22	0.13	$m\Omega$
入力容量	C_{ie}	28	23	19	pF
逆伝達アドミタンス	$ y_{re} $	13.5	13.5	13.5	$\mu\Omega$
逆伝達アドミタンス位相角	θ_{re}	-90	-90	-90	$^\circ$
順伝達アドミタンス	$ y_{fe} $	36.5	36.5	36.5	$m\Omega$
順伝達アドミタンス位相角	θ_{fe}	-2	-2.5	-2.8	$^\circ$
出力コンダクタンス	g_{oe}	6.6	9.1	12	$\mu\Omega$
出力容量	C_{oe}	5.8	7.0	8.3	pF

2SC372, 2SC373

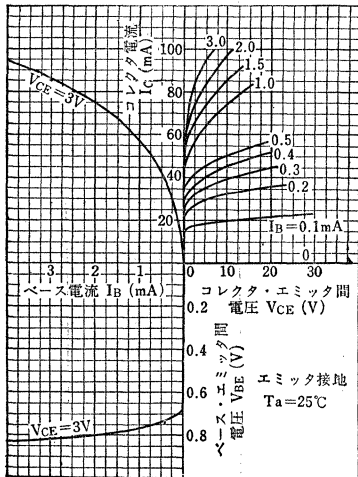
2SC372-O Static Characteristics



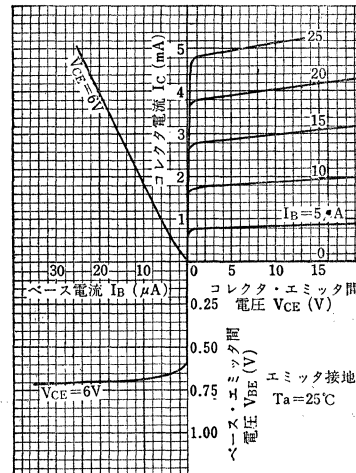
2SC732-O Static Characteristics (Low Current Region)



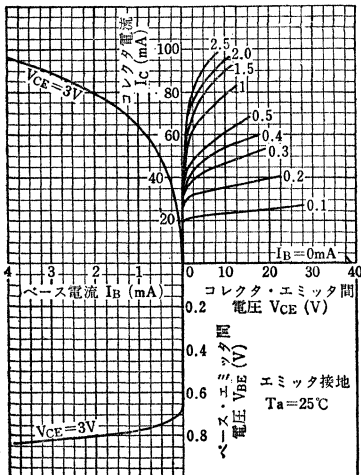
2SC372-Y Static Characteristics



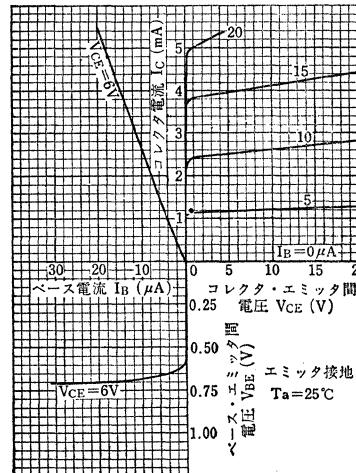
2SC372-Y Static Characteristics (Low Current Region)



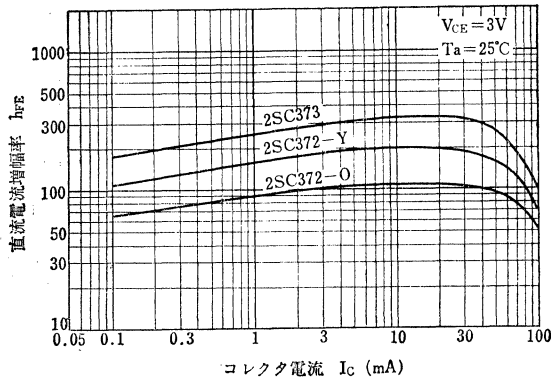
2SC373 Static Characteristics



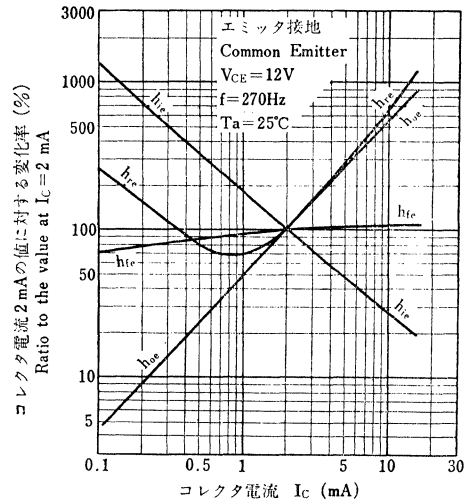
2SC373 Static Characteristics (Low Current Region)



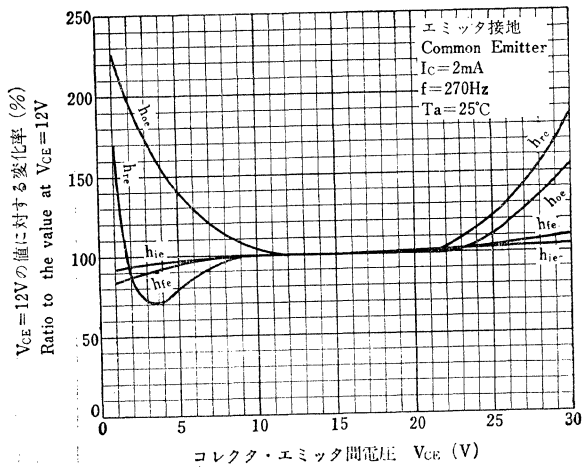
$h_{FE}-I_C$



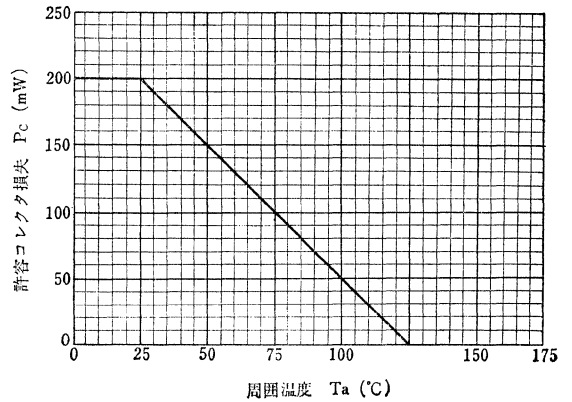
h Parameter- I_C



h Parameter- V_{CE}



P_C-T_a



2SC372 $\text{\textcircled{G}}$, 2SC373 $\text{\textcircled{G}}$

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

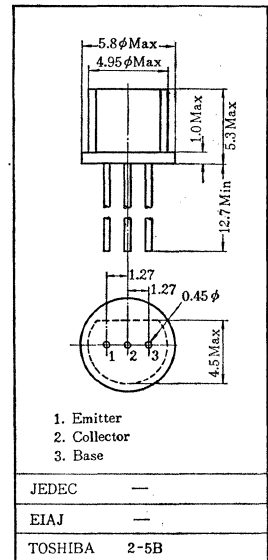
- 高周波増幅用 ○高速度スイッチング用
- High Frequency Amplifier Applications
- High Speed Switching Applications

通信工業用グリーン
Industrial Applications
Unit in mm

- トランジション周波数が高い: $f_T=200\text{MHz}$ (Typ.)
- 飽和電圧が小さい: $V_{CE(sat)}=0.4\text{V}$ (Max.)
- コレクタ出力容量が小さい: $C_{ob}=3.5\text{pF}$ (Max.)
- スwitching時間が速い, /High Speed Switching.
- 2SA495 $\text{\textcircled{G}}$ とコンプリメンタリになります, /Complementary to 2SA495 $\text{\textcircled{G}}$

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	35	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	30	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	100	mA
エミッタ電流	I_E	-100	mA
コレクタ損失	P_C	200	mW
接合部温度	T_j	125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ\text{C}$



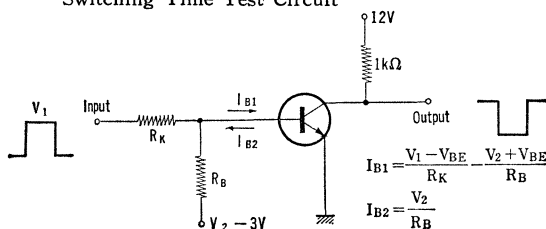
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=18\text{V}, I_E=0$	—	—	0.5	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=4\text{V}, I_C=0$	—	—	0.5	μA
直流電流増幅率	2SC372 $\text{\textcircled{G}}$ -O	$V_{CE}=1\text{V}$ $I_C=10\text{mA}$	70	—	140	
	2SC372 $\text{\textcircled{G}}$ -Y		120	—	240	
	2SC373 $\text{\textcircled{G}}$		200	—	400	
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0$	—	2	3.5	pF
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-1\text{mA}$	80	200	—	MHz
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=10\text{mA}, I_B=1\text{mA}$	—	—	0.4	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=10\text{mA}, I_B=1\text{mA}$	—	—	1	V
スイッチング時間	蓄積時間	t_{stg}	—	200	—	ns
	上昇時間	T_r	—	57	—	ns
	下降時間	t_f	—	70	—	ns

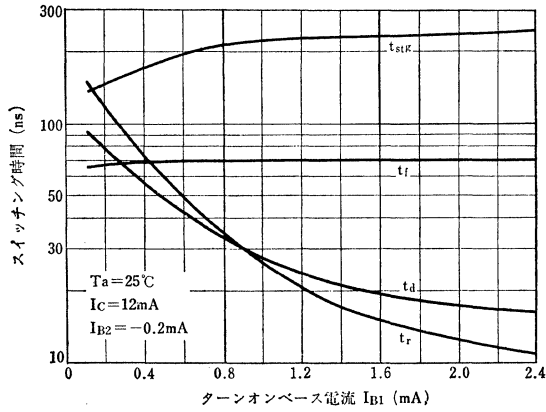
h定数 h Parameter (Typ.) (エミッタ接地 Common Emitter, $V_{CE}=6\text{V}, I_C=1\text{mA}, f=270\text{Hz}$)

Characteristic	Symbol	2SC372 $\text{\textcircled{G}}$	2SC373 $\text{\textcircled{G}}$	Unit
入力インピーダンス (出力短絡)	h_{ie}	3.7	7.4	k Ω
電圧帰還率 (入力開放)	h_{re}	130	350	$\times 10^{-6}$
小信号電流増幅率 (出力短絡)	h_{fe}	140	280	
出力アドミタンス (入力開放)	h_{oe}	9	16	μS

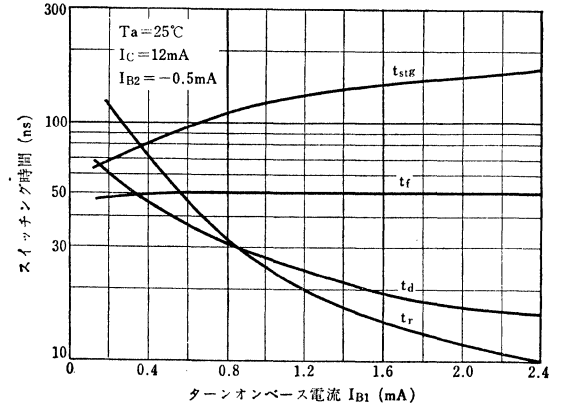
Fig. 1 スwitching時間測定回路
Switching Time Test Circuit



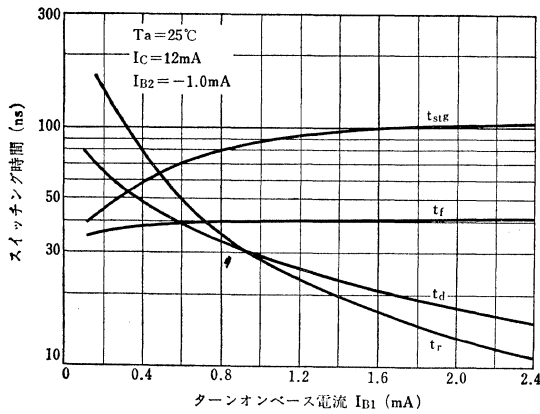
Switching Characteristics



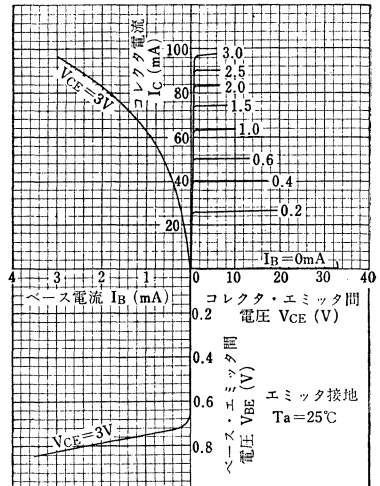
Switching Characteristics



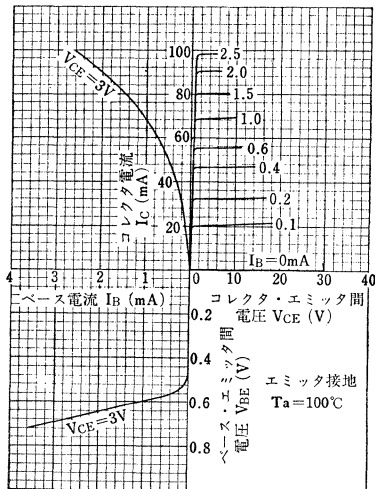
Switching Characteristics



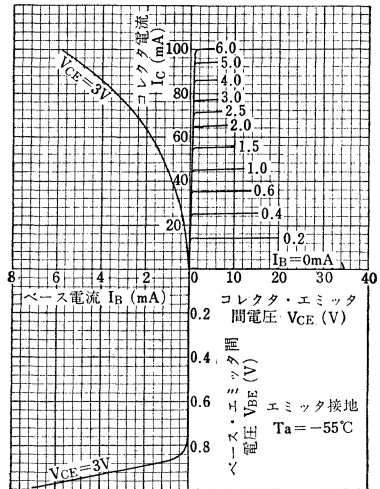
2SC372[Ⓒ] Static Characteristics



2SC372[Ⓒ] Static Characteristics

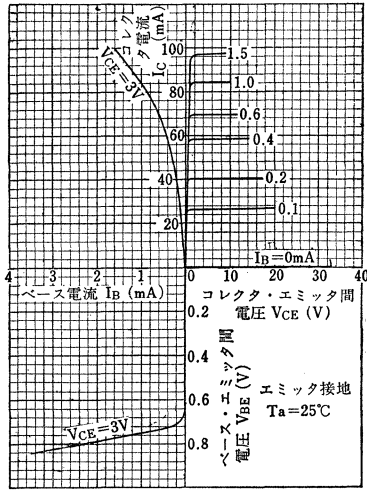


2SC372[Ⓒ] Static Characteristics

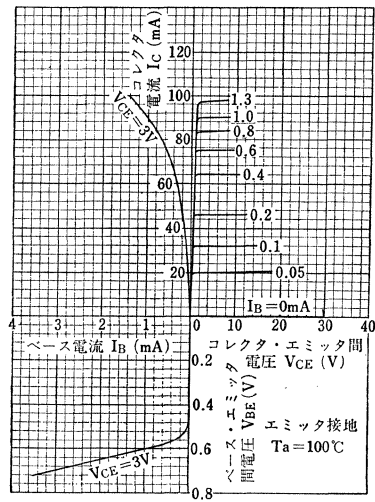


2SC372Ⓞ, 2SC373Ⓞ

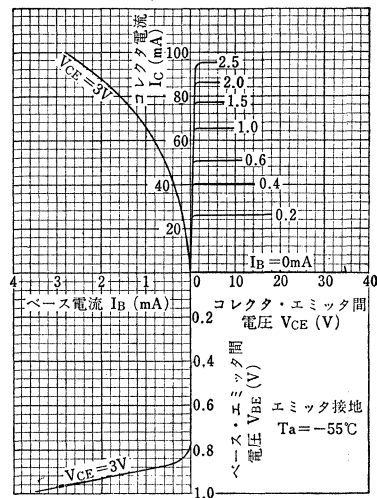
2SC373Ⓞ Static Characteristics



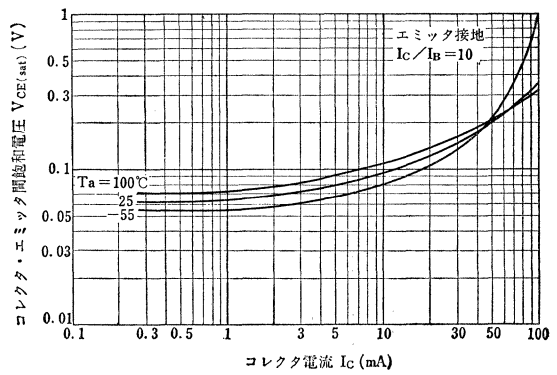
2SC373Ⓞ Static Characteristics



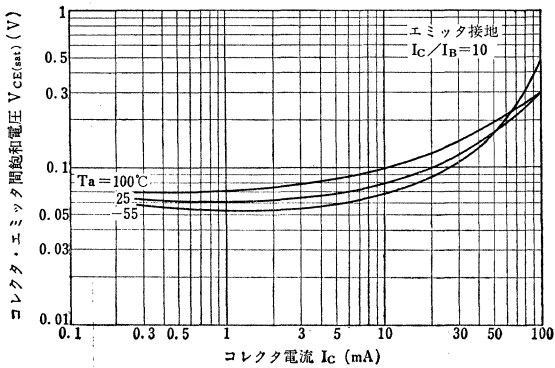
2SC373Ⓞ Static Characteristics



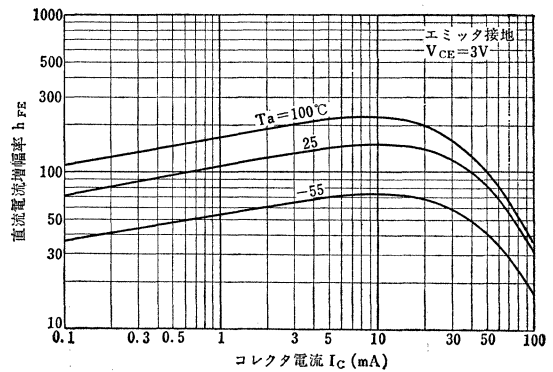
2SC372Ⓞ Vce(sat)-Ic



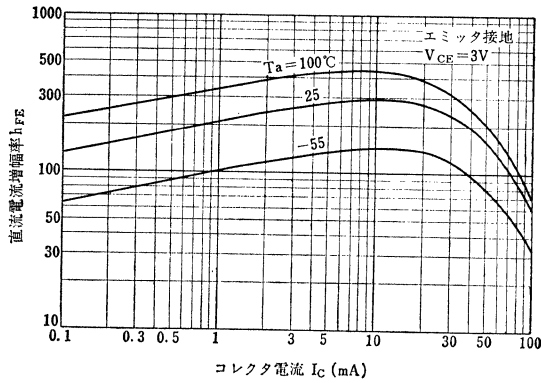
2SC373Ⓞ Vce(sat)-Ic



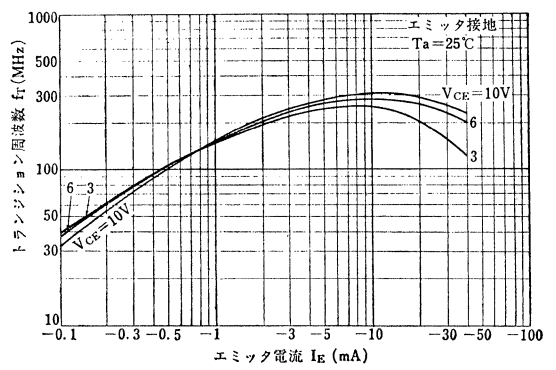
2SC372Ⓞ hFE-Ic



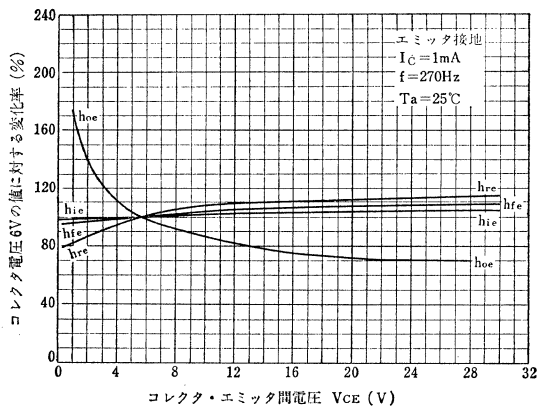
2SC373® $h_{FE}-I_C$



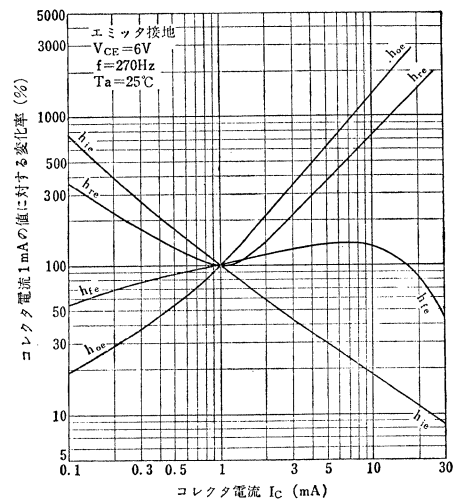
f_T-I_E



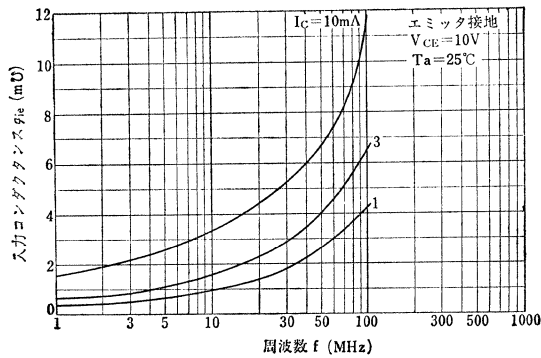
h Parameters- V_{CE}



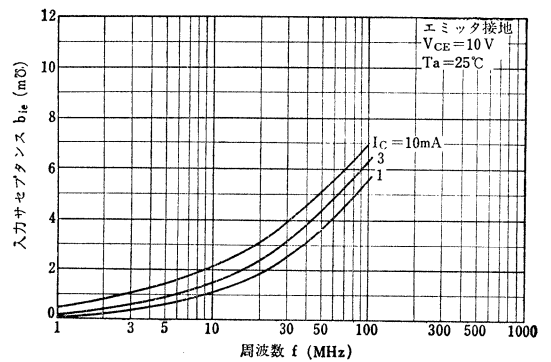
h Parameters- I_C



$g_{ie}-f$

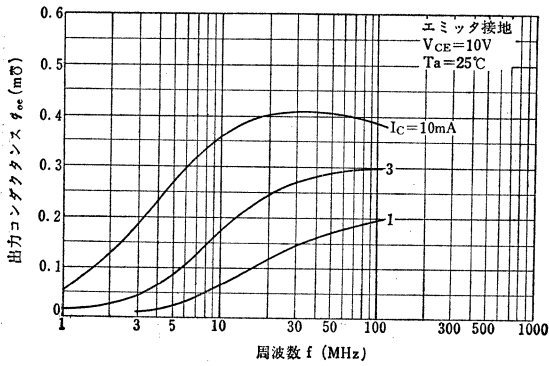


$b_{ie}-f$

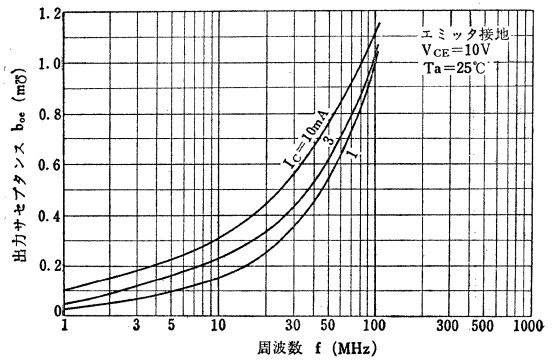


2SC372[Ⓒ], 2SC373[Ⓒ]

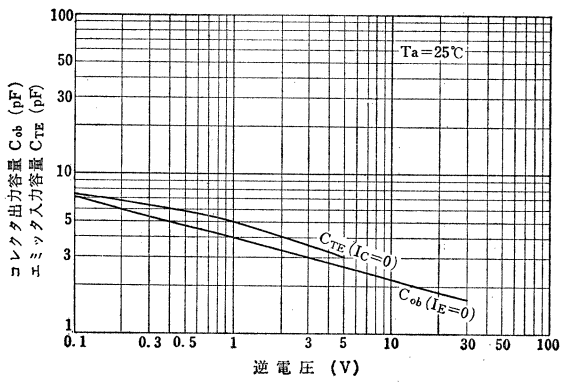
$g_{oe}-f$



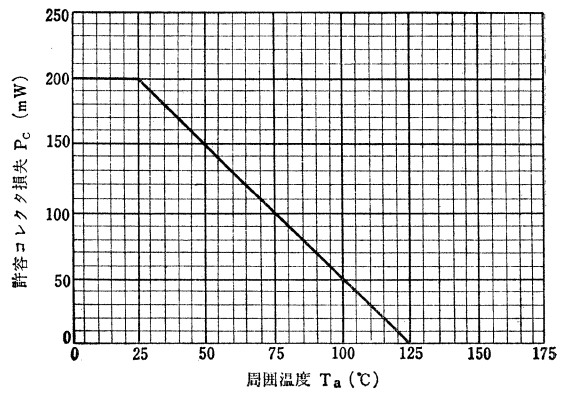
$b_{oe}-f$



$C_{ob}, C_{TE}-V_R$



P_C-T_a



○高周波増幅用 ○AM周波数変換用 ○AM周波数混合用

○ High Frequency Amplifier Applications

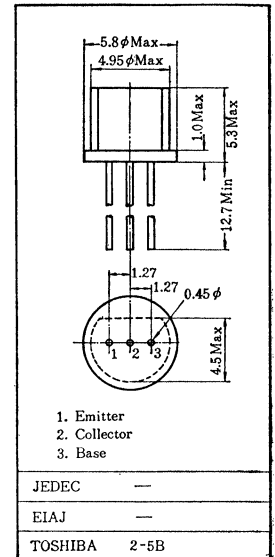
○ AM Frequency Converter and AM Frequency Mixer Applications

- ・トランジション周波数が高い: $f_T=150\text{MHz}$ (Typ.)
- ・雑音指数が小さい: $NF=7.5\text{dB}$ (Max.) ($f=1\text{MHz}$)
- ・変換コンダクタンスが大きい. ・High Conversion Conductance

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	35	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CE0}	30	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EB0}	4	V
コレクタ電流	I_C	30	mA
エミッタ電流	I_E	-30	mA
コレクタ損失	P_C	200	mW
接合部温度	T_J	125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ\text{C}$

Unit in mm



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

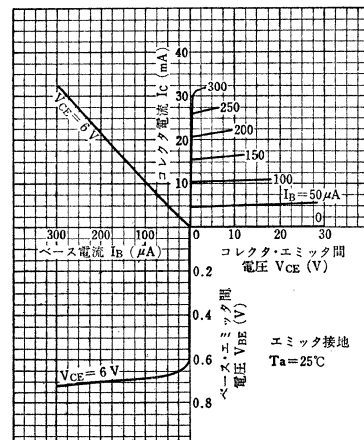
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=18\text{V}, I_E=0$	—	—	0.5	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=2\text{V}, I_C=0$	—	—	1.0	μA
直流電流増幅率 *	h_{FE}	$V_{CE}=12\text{V}, I_C=2\text{mA}$	40	—	240	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=10\text{mA}, I_B=1\text{mA}$	—	—	1.3	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=10\text{mA}, I_B=1\text{mA}$	—	—	1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-1\text{mA}$	80	150	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	—	2.0	3.5	pF
$C_C \times r_{bb}'$	$C_C r_{bb}'$	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-1\text{mA}, f=30\text{MHz}$	—	40	70	ps
雑音指数	NF	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-1\text{mA}, f=1\text{MHz}, R_g=50\Omega$	—	—	7.5	dB

* h_{FE} により下表のように分類し, 現品表示してあります.

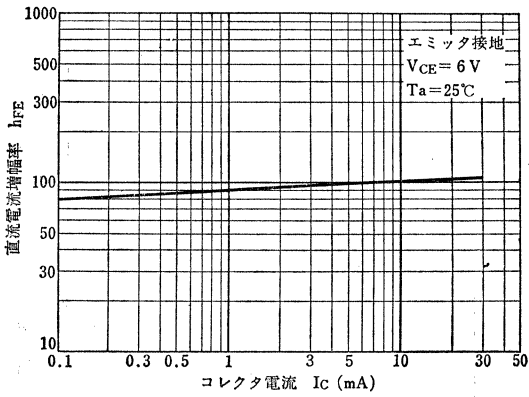
According to the value of h_{FE} , the 2SC378 is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SC378-R	40	80
2SC378-O	70	140
2SC378-Y	120	240

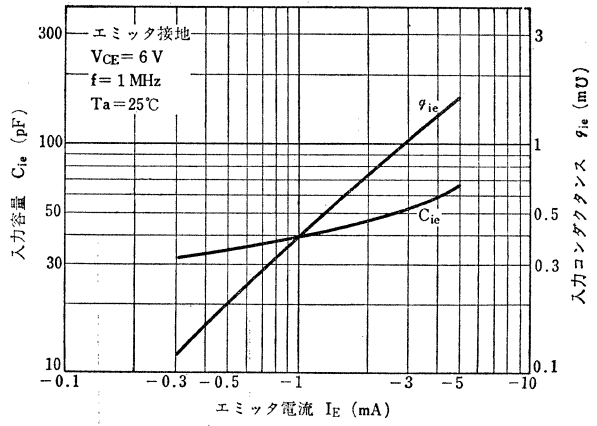
Static Characteristics



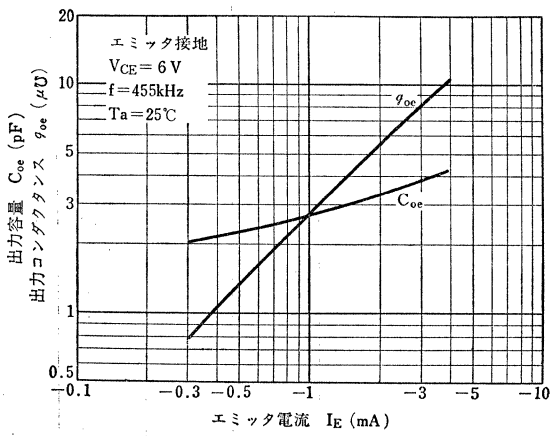
$h_{FE}-I_C$



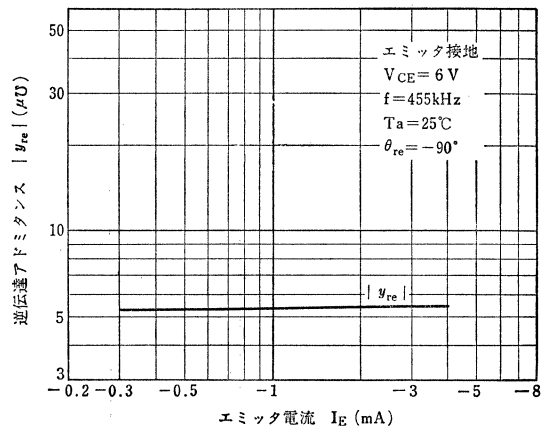
$C_{ie}, g_{ie}-I_E$



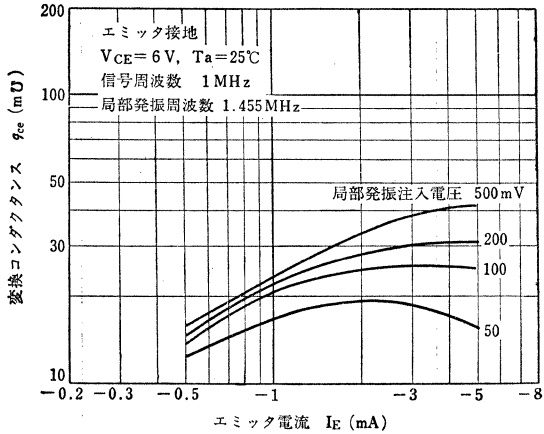
$C_{oe}, g_{oe}-I_E$



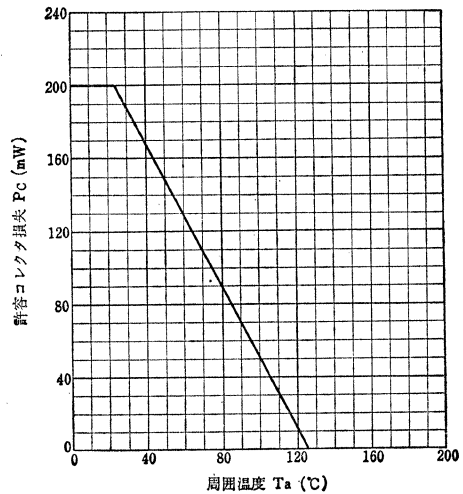
$|y_{re}|-I_E$



$g_{ce}-I_E$



P_C-T_a



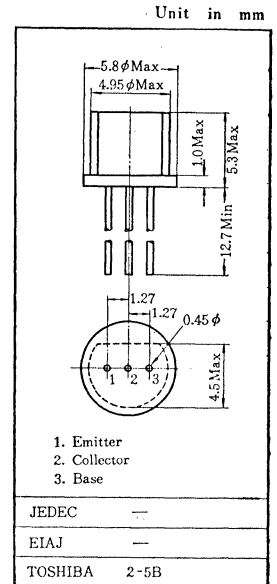
○FM 中間周波 (10.7MHz) 増幅用

○ FM IF Amplifier Applications

• 高電力利得です : $G_{pe}=29\text{dB}$ (Typ.) ($f=10.7\text{MHz}$)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	35	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	30	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	4	V
コレクタ電流	I_C	30	mA
エミッタ電流	I_E	-30	mA
コレクタ損失	P_C	200	mW
接合部温度	T_j	125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ\text{C}$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

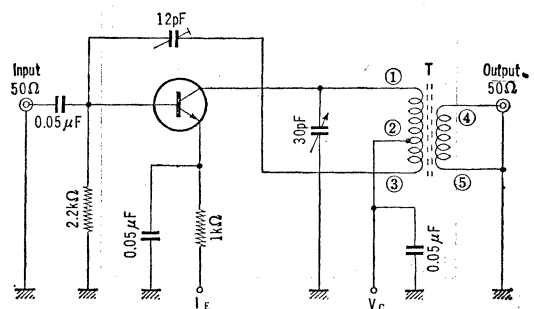
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=18\text{V}, I_E=0$	—	—	0.5	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=2\text{V}, I_C=0$	—	—	1.0	μA
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CB}=12\text{V}, I_C=2\text{mA}$	40	—	240	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=10\text{mA}, I_B=1\text{mA}$	—	0.4	1.3	V
			0.5	0.7	1.3	
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=10\text{mA}, I_B=1\text{mA}$	—	—	1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=-1\text{mA}$	100	250	400	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	1.4	2.0	3.2	pF
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=-1\text{mA}, f=30\text{MHz}$	—	20	—	Ω
電力利得 Fig. 1	G_{pe}	$V_{CC}=6\text{V}, I_E=-1\text{mA}, f=10.7\text{MHz}$	27	29	33	dB

* h_{FE} により下表のように分類し現品表示してあります。

According to the value of h_{FE} , the 2SC380 and 2SC380A are classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SC380-R		
2SC380A-R	40	80
2SC380-O		
2SC380A-O	70	140
2SC380-Y		
2SC380A-Y	120	240

Fig. 1 電力利得測定回路
G_{pe} Test Circuit



T : ①-② 0.1mmφ UEW 20T
②-③ 0.1mmφ UEW 8T
④-⑤ 0.1mmφ UEW 2T

2SC380, 2SC380A

y 定数 y Parameter (Typ.)

(1) (エミッタ接地, $V_{CE}=6V$, $I_E=-1mA$, $f=455kHz$, $T_a=25^\circ C$)

Common Emitter

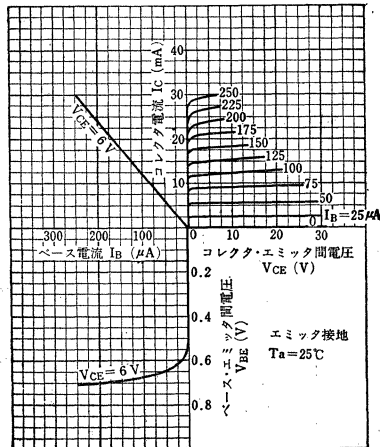
Characteristic	Symbol	2SC380-R 2SC380A-R	2SC380-O 2SC380A-O	2SC380-Y 2SC380A-Y	Unit
入力コンダクタンス	g_{ie}	0.58	0.41	0.26	m Ω
入力容量	C_{ie}	53	46	38	pF
出力コンダクタンス	g_{oe}	1.9	2.7	4.8	$\mu\Omega$
出力容量	C_{oe}	2.6	2.8	3.6	pF
順伝達アドミタンス	$ y_{fe} $	38	38	38	m Ω
順伝達アドミタンス位相角	θ_{fe}	-0.79	-0.83	-0.92	°
逆伝達アドミタンス	$ y_{re} $	5.7	5.7	6.2	$\mu\Omega$
逆伝達アドミタンス位相角	θ_{re}	-90	-90	-90	°
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CE}	6	6	6	V
エミッタ電流	I_E	-1	-1	-1	mA

(2) (エミッタ接地, $V_{CE}=6V$, $I_E=-1mA$, $f=10.7MHz$, $T_a=25^\circ C$)

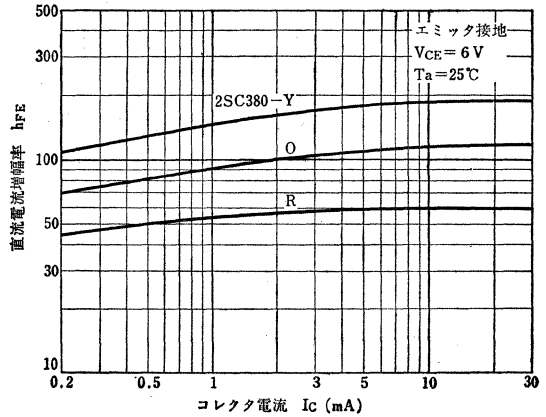
Common Emitter

Characteristic	Symbol	2SC380-R 2SC380A-R	2SC380-O 2SC380A-O	2SC380-Y 2SC380A-Y	Unit
入力コンダクタンス	g_{ie}	1.04	0.85	0.65	m Ω
入力容量	C_{ie}	49	43	36	pF
出力コンダクタンス	g_{oe}	10	15	28	$\mu\Omega$
出力容量	C_{oe}	2.7	2.9	3.6	pF
順伝達アドミタンス	$ y_{fe} $	37	37	37	m Ω
順伝達アドミタンス位相角	θ_{fe}	-9.6	-10.4	-11.5	°
逆伝達アドミタンス	$ y_{re} $	120	120	140	$\mu\Omega$
逆伝達アドミタンス位相角	θ_{re}	-90	-90	-90	°
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CE}	6	6	6	V
エミッタ電流	I_E	-1	-1	-1	mA

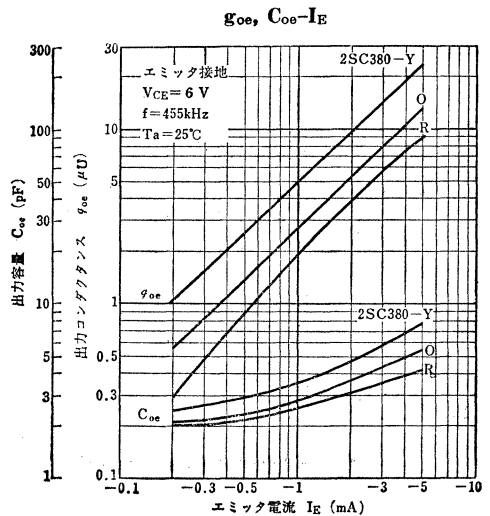
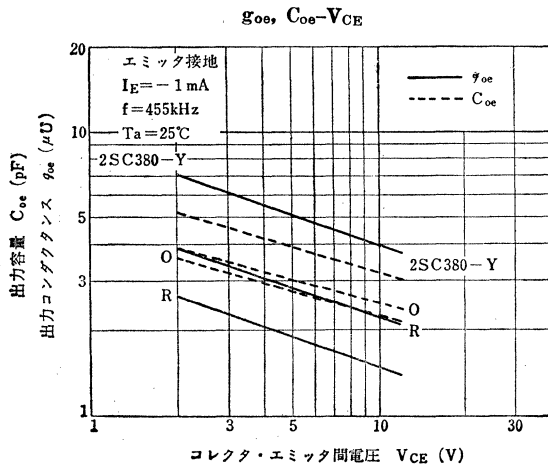
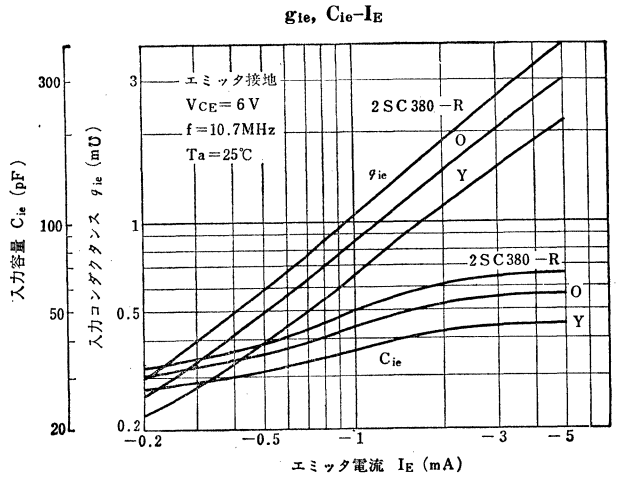
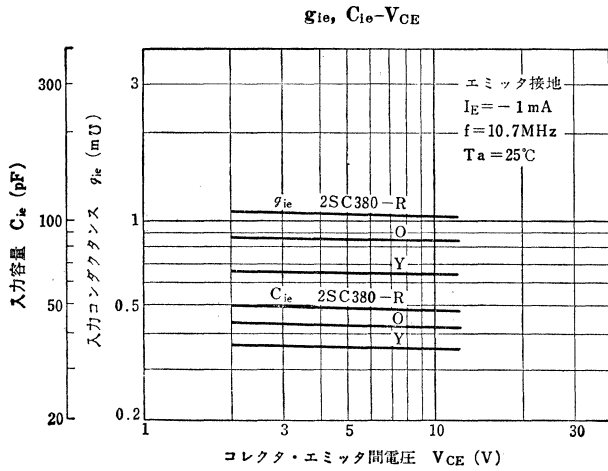
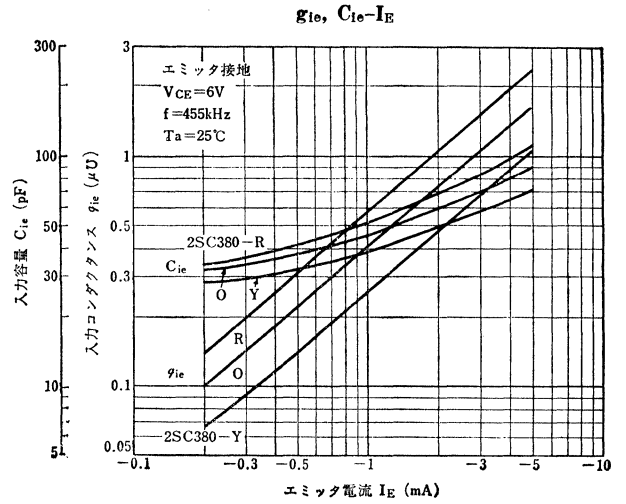
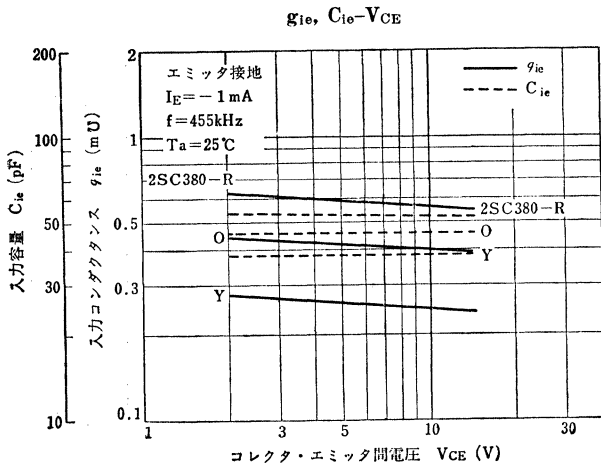
Static Characteristics



$h_{FE}-I_C$

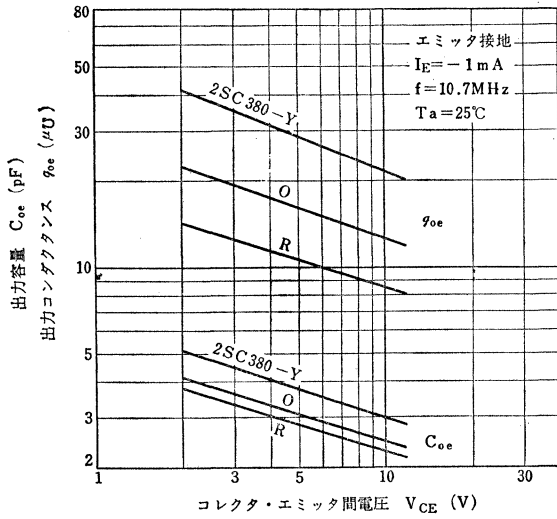


2SC380, 2SC380A

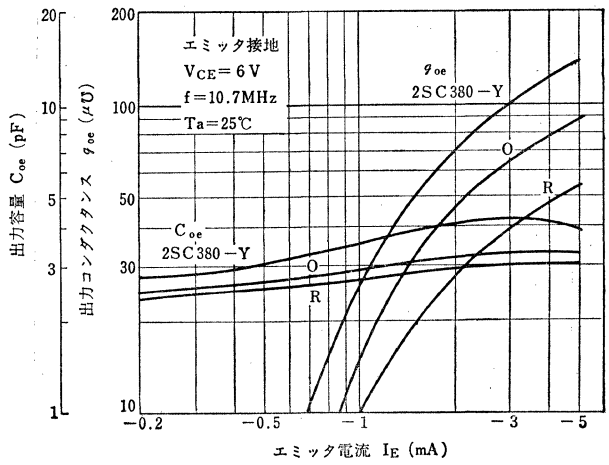


2SC380, 2SC380A

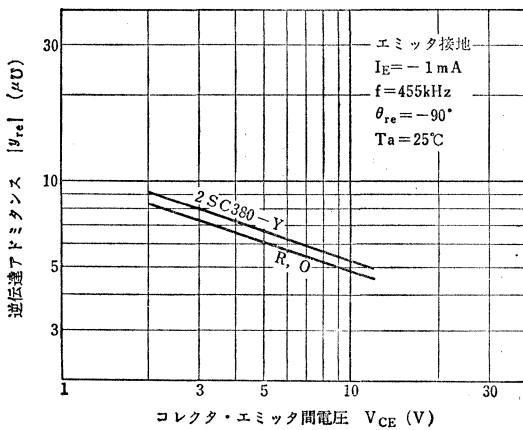
$g_{oe}, C_{oe}-V_{CE}$



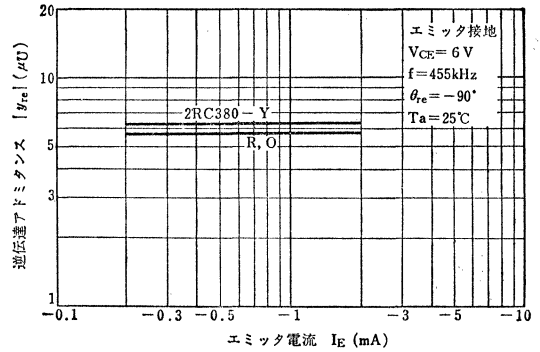
$g_{oe}, C_{oe}-I_E$



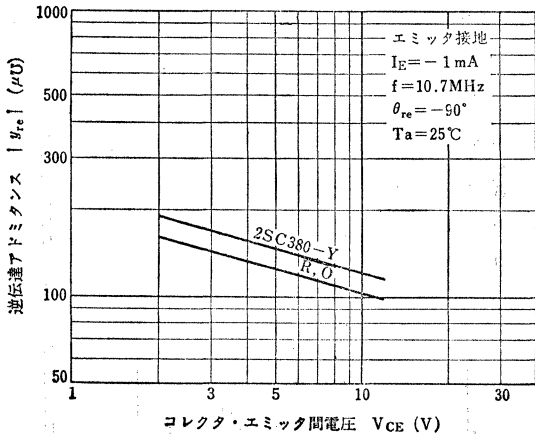
$|y_{re}|-V_{CE}$



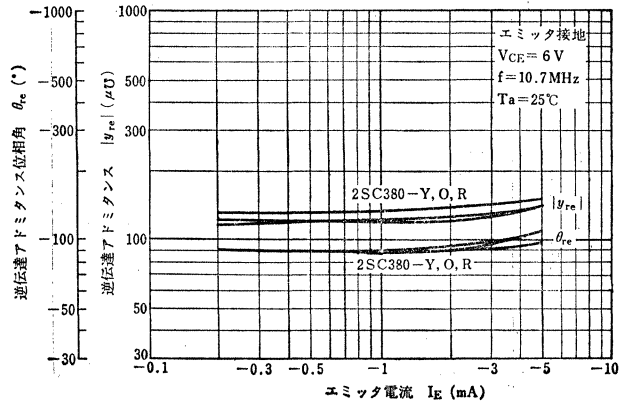
$|y_{re}|-I_E$



$|y_{re}|-V_{CE}$

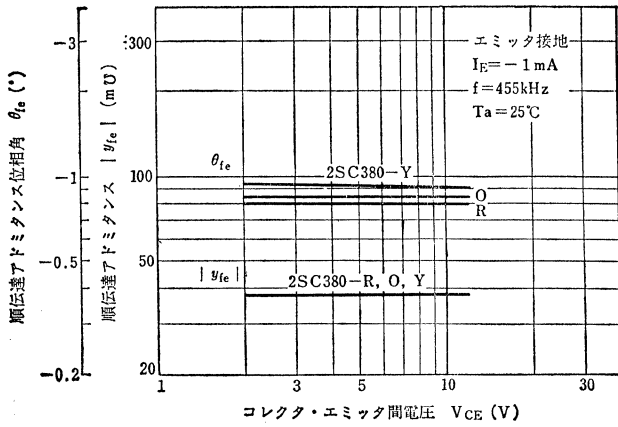


$|y_{re}|, \theta_{re}-I_E$

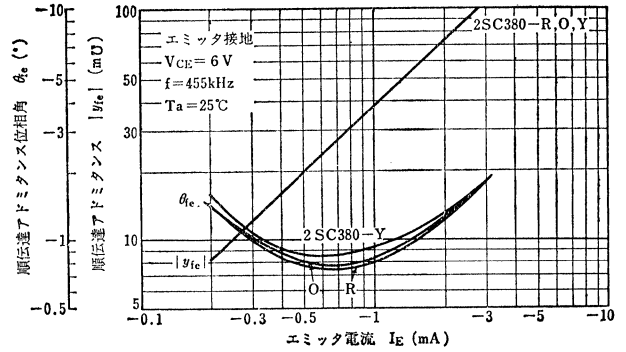


2SC380, 2SC380A

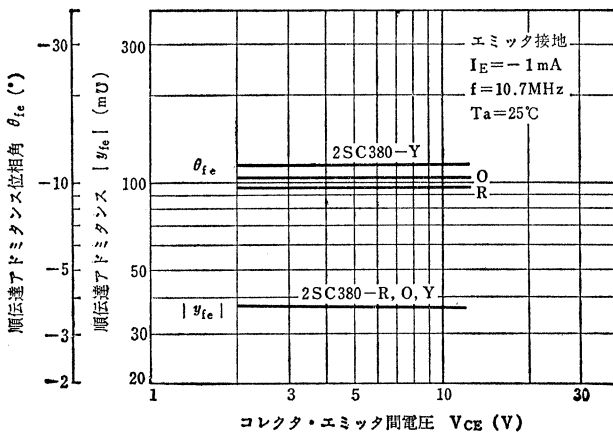
$|y_{fe}|, \theta_{fe}-V_{CE}$



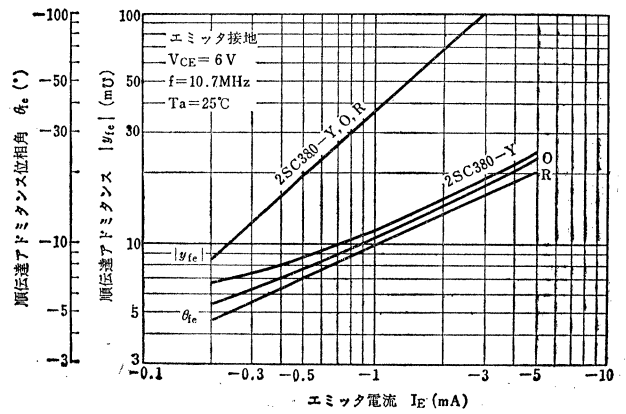
$|y_{fe}|, \theta_{fe}-I_E$



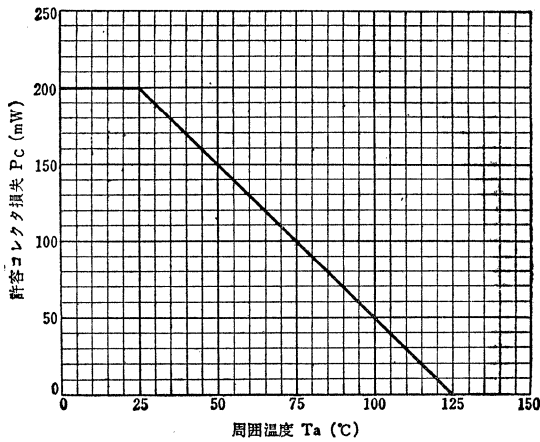
$|y_{fe}|, \theta_{fe}-V_{CE}$



$|y_{fe}|, \theta_{fe}-I_E$



P_C-T_a



2SC381

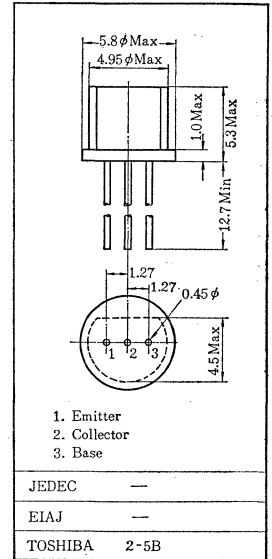
シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

○ FM 中間周波増幅用

○ FM IF Amplifier Application

- C_{re} が小さい: $C_{re}=0.65\text{pF}$ (Typ.)
- $C_{e}r_{bb'}$ が小さい: $C_{e}r_{bb'}=10\text{ps}$ (Typ.)
- 高電力利得です: $G_{pe}=29\text{dB}$ ($f=10.7\text{MHz}$) (Typ.)/Low Feedback Capacity and High Power Gain.

Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	40	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CE0}	30	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EB0}	4	V
コレクタ電流	I_C	20	mA
エミッタ電流	I_E	-20	mA
コレクタ損失	P_C	100	mW
接合部温度	T_J	125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ\text{C}$

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

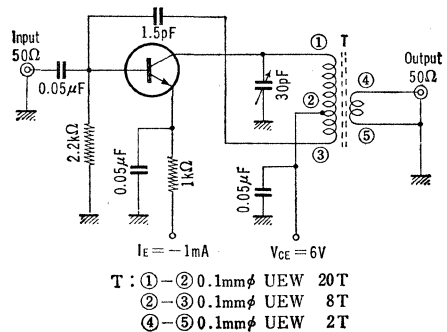
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしゃ断電流	I_{CB0}	$V_{CB}=18\text{V}, I_E=0$	—	—	0.5	μA
エミッタしゃ断電流	I_{EB0}	$V_{EB}=2\text{V}, I_C=0$	—	—	0.5	μA
直流電流増幅率 *	h_{FE}	$V_{CE}=6\text{V}, I_C=1\text{mA}$	25	—	140	
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=6\text{V}, I_E=-1\text{mA}$	250	—	—	MHz
帰還容量	C_{re}	$V_{CE}=6\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	0.3	0.65	0.9	pF
$C_c \times r_{bb'}$	$C_c r_{bb'}$	$V_{CE}=6\text{V}, I_E=-1\text{mA}, f=30\text{MHz}$	—	10	30	ps
電力利得 Fig. 1	G_{pe}	$V_{CE}=6\text{V}, I_E=-1\text{mA}, f=10.7\text{MHz}$	27	29	32	dB

* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。

According to the value of h_{FE} , the 2SC381 is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SC381—BN	25	50
2SC381—R	40	80
2SC381—O	70	140

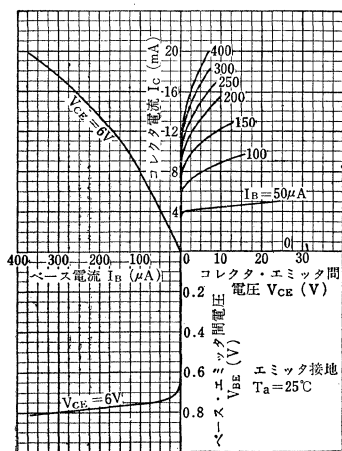
Fig. 1 電力利得測定回路
 G_{pe} Test Circuit



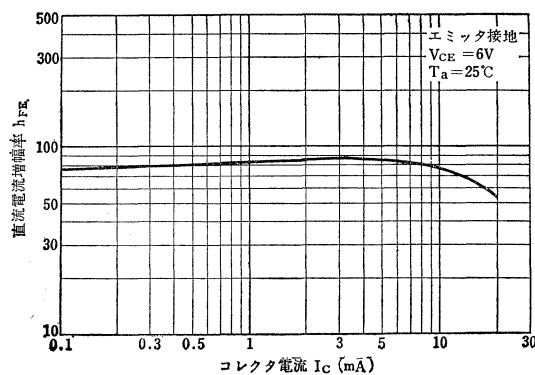
y 定数 y Parameter (Typ.) (エミッタ接地, $V_{CE}=6V$, $I_E=-1mA$, $f=10.7MHz$, $T_a=25^\circ C$) Common Emitter

Characteristics	Symbol	2SC381-BN	2SC381-R	2SC381-O	Unit
入力コンダクタンス	g_{ie}	0.70	0.41	0.27	m Ω
入力容量	C_{ie}	11.5	8.2	7.0	pF
出力コンダクタンス	g_{oe}	10	13	19	$\mu\Omega$
出力容量	C_{oe}	1.1	1.1	1.1	pF
順伝達アドミタンス	$ y_{fe} $	35	35	35	m Ω
順伝達アドミタンス位相角	θ_{fe}	-4.3	-4.3	-4.3	°
逆伝達アドミタンス	$ y_{re} $	53	53	53	$\mu\Omega$
逆伝達アドミタンス位相角	θ_{re}	-90	-90	-90	°

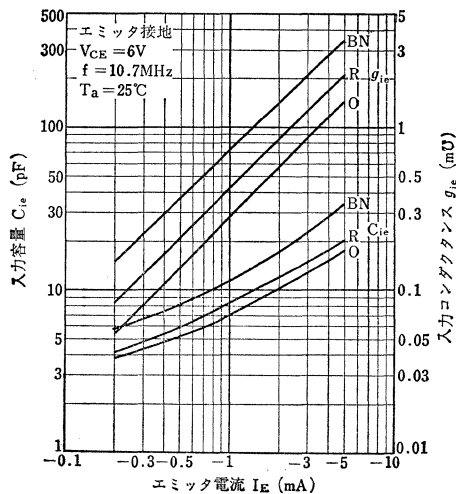
Static Characteristics



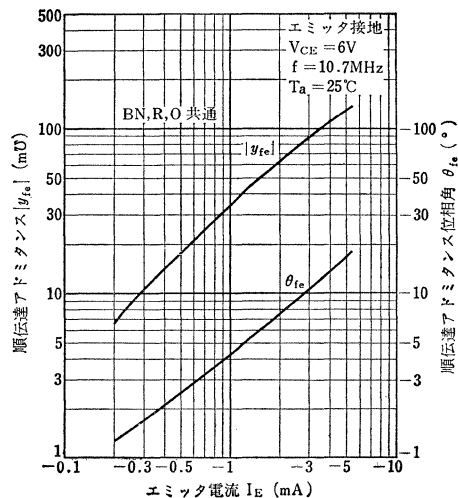
$h_{FE}-I_C$



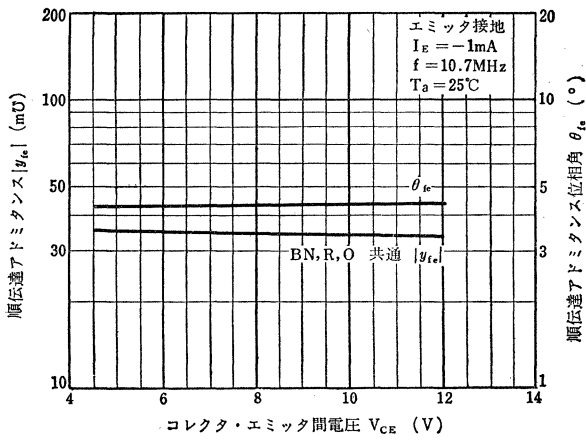
$C_{ie}-I_E$



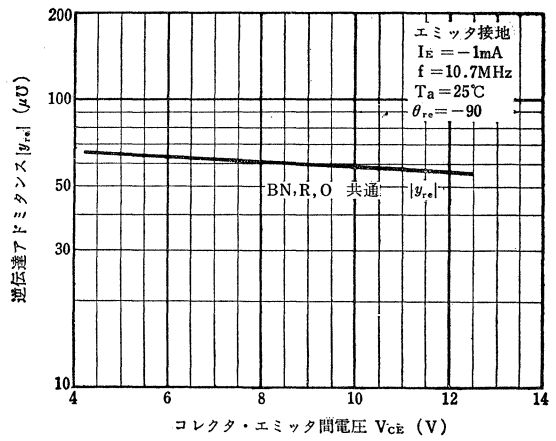
$|y_{fe}|, \theta_{fe}-I_E$



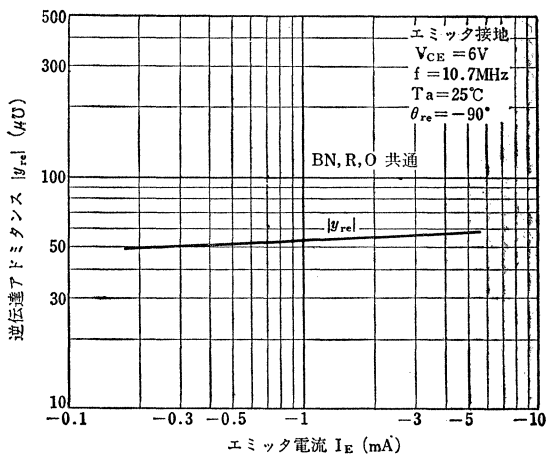
$|y_{re}|, \theta_{re}-V_{CE}$



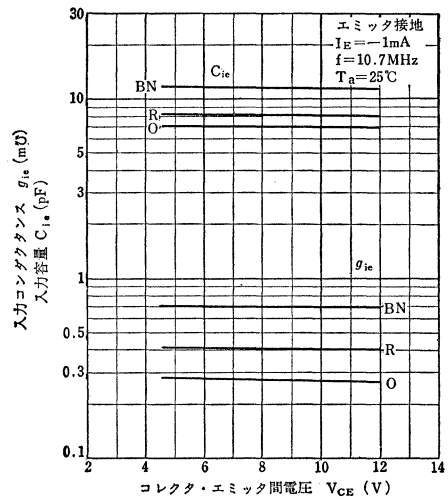
$|y_{re}| - V_{CE}$



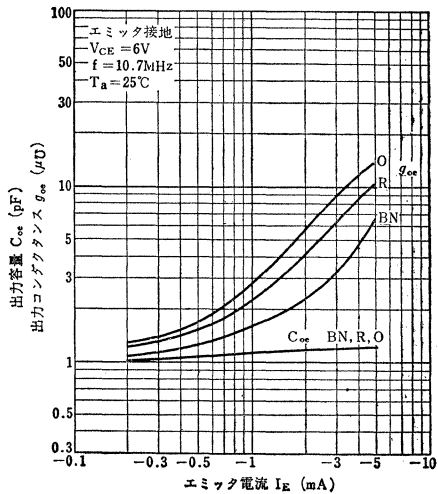
$|y_{re}| - I_E$



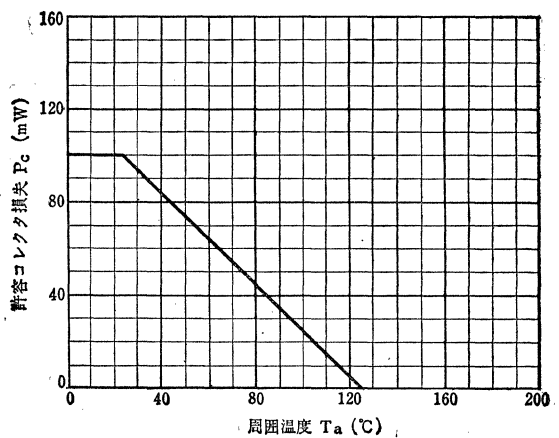
$g_{ie}, C_{ie}-V_{CE}$



$C_{oe}, g_{oe}-I_E$



$P_C - T_a$



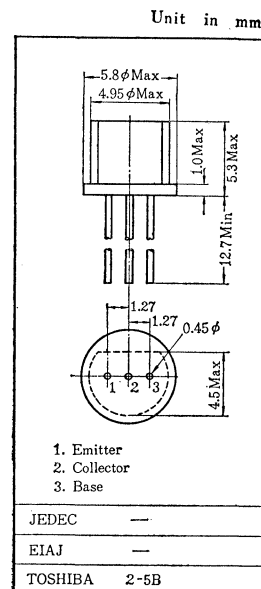
○テレビ PIF 1, 2 段増幅用

○TV 1st, 2nd Picture IF Amplifire Applications

- 高利得です : $G_{p0} = 33\text{dB}$ (Typ.) ($f = 45\text{MHz}$)
- 順方向 AGC 特性が良い。 / Excellent forward AGC characteristic.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	40	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	2	V
コレクタ電流	I_C	50	mA
エミッタ電流	I_E	-50	mA
コレクタ損失	P_C	200	mW
接合部温度	T_J	125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ\text{C}$



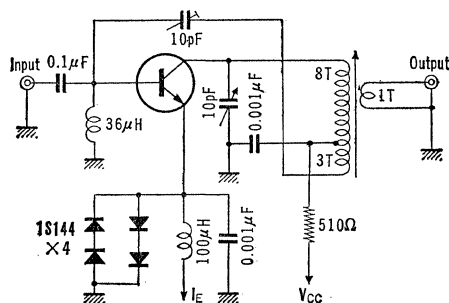
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = 18\text{V}, I_E = 0$	—	—	0.5	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = 2\text{V}, I_C = 0$	—	—	10	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE} = 10\text{V}, I_C = 4\text{mA}$	30	—	—	
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = 10\text{V}, I_C = 4\text{mA}$	400	600	—	MHz
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CE} = 6\text{V}, I_E = -2\text{mA}, f = 30\text{MHz}$	—	18	30	Ω
帰還容量	C_{re}	$V_{CE} = 10\text{V}, I_E = 0, f = 1\text{MHz}$	—	1.0	1.2	pF
電力利得 Fig. 1	G_{p0}	$V_{CE} = 10\text{V}, I_C = 4\text{mA}, f = 45\text{MHz}$	32	—	40	dB
AGC 電流 *	I_{AGC}	$V_{CC} = 12\text{V}, f = 45\text{MHz}$	8.2	—	10.8	mA

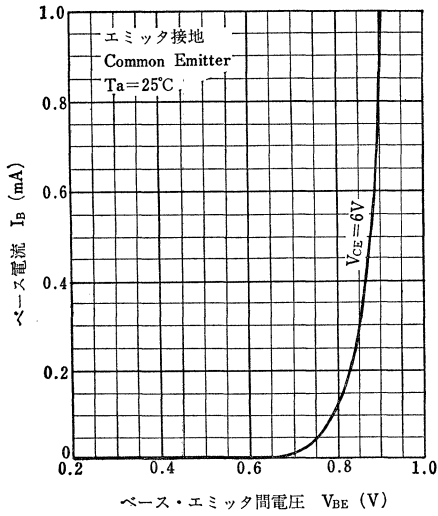
* 電力利得が $I_C = 4\text{mA}$ の時の値から 30dB 下がる点における I_C の値
 I_C measured by circuit shown in Fig. 1, when power gain, reduced 30dB compared with that of I_C at 4mA.

Fig. 1 電力利得および AGC 特性測定回路 ($f = 45\text{MHz}$).

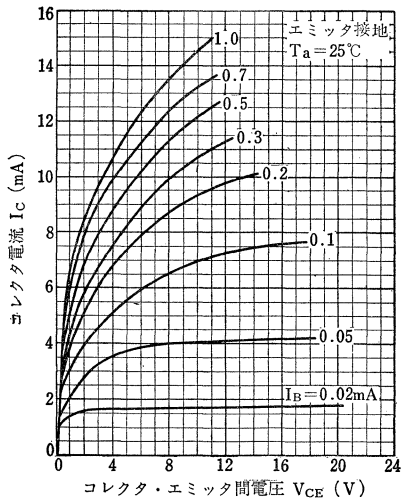
Power Gain and AGC Characteristics Test Circuits ($f = 45\text{MHz}$)



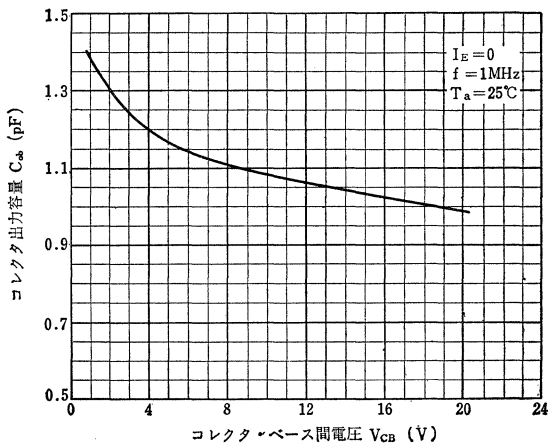
$I_B - V_{BE}$



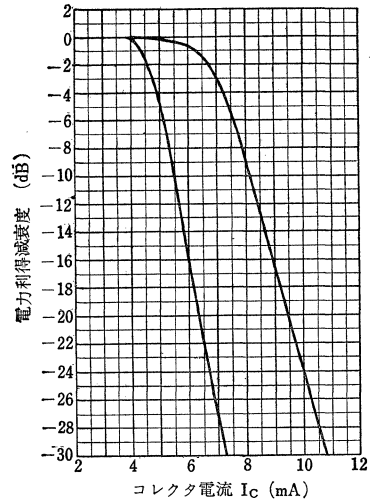
$I_C - V_{CE}$



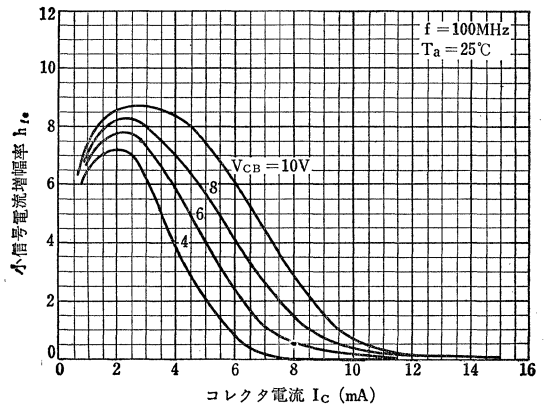
$C_{ob} - V_{CB}$



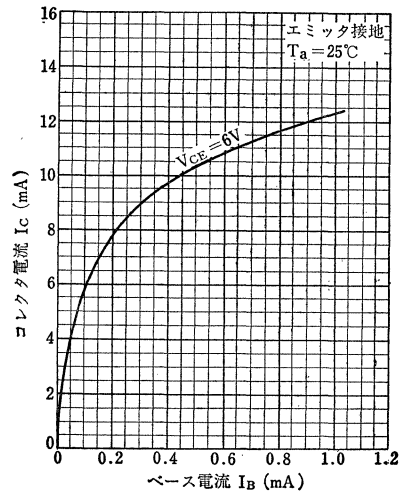
AGC Characteristics (see Fig. 1)



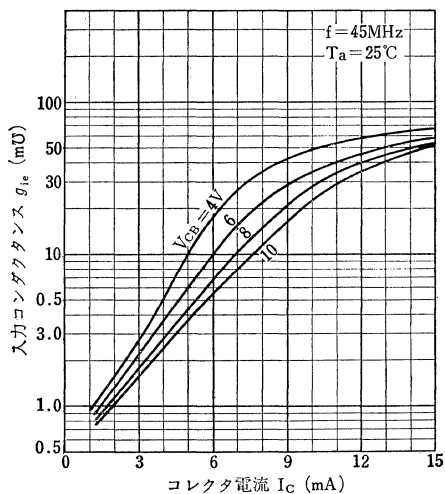
$h_{fe} - I_C$



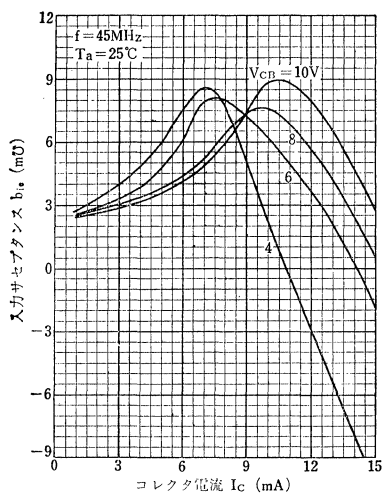
$I_C - I_B$



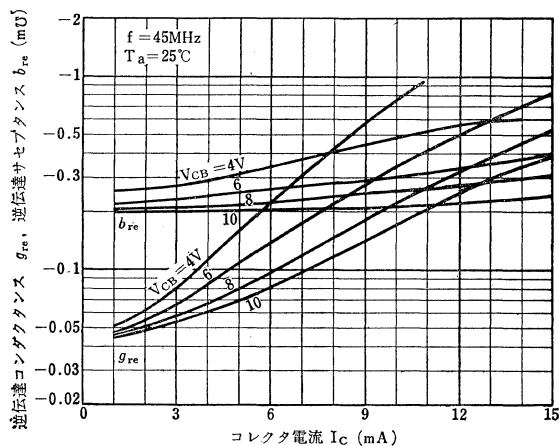
$g_{ie}-I_C$



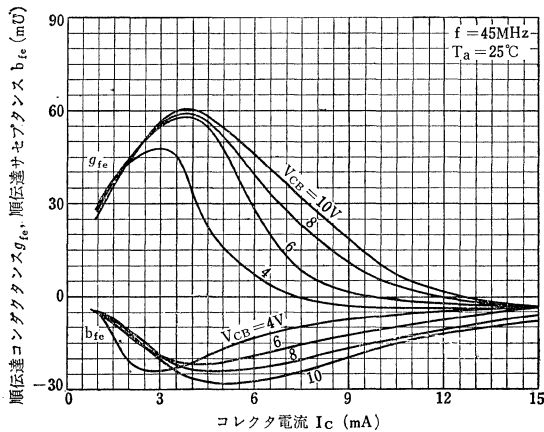
$b_{ie}-I_C$



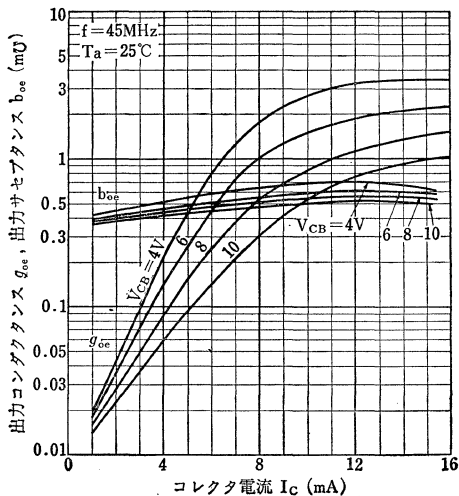
$g_{re}, b_{re}-I_C$



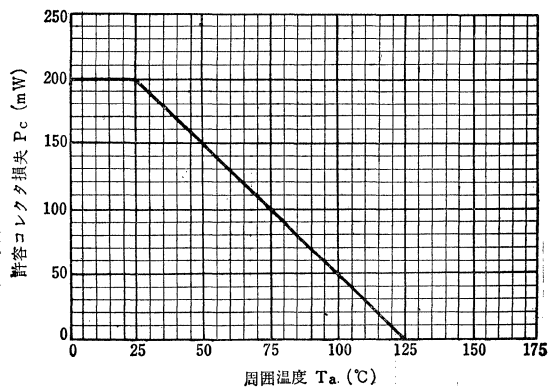
$g_{fe}, b_{fe}-I_C$



$g_{oe}, b_{oe}-I_C$



P_C-T_a



2SC383

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

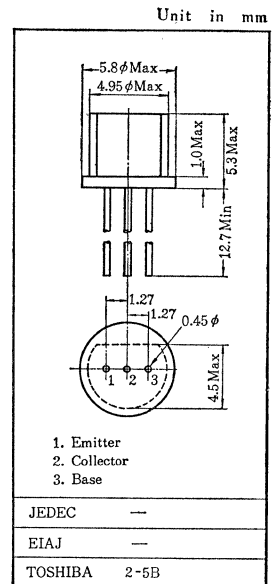
○テレビPIF最終段増幅用

○ TV Picture Final IF Amplifier Applications

- 高利得です: $G_{pe}=33\text{dB}$ (Typ.) ($f=45\text{MHz}$)
- 小信号電流増幅率の直線性が良い ($f=100\text{MHz}$)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

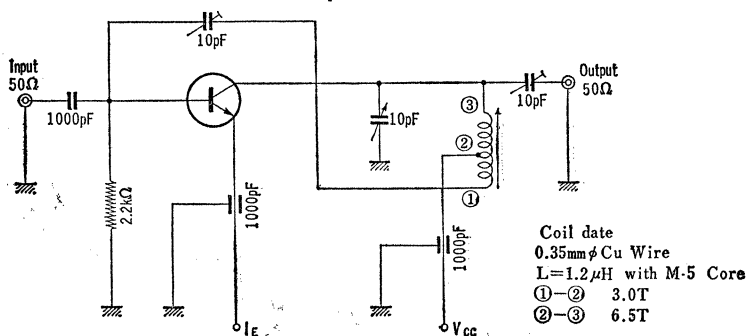
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	75	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	40	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	3	V
コレクタ電流	I_C	50	mA
エミッタ電流	I_E	-50	mA
コレクタ損失	P_C	300	mW
接合部温度	T_J	125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ\text{C}$



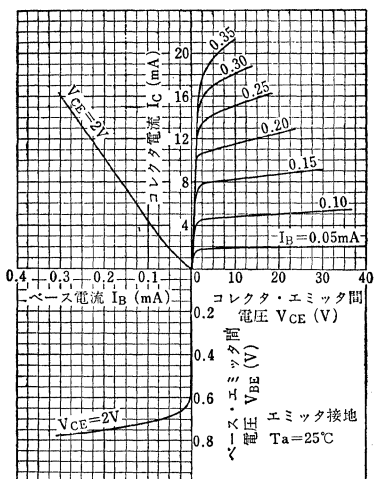
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0$	—	—	25	nA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=3\text{V}, I_C=0$	—	—	10	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=12.5\text{V}, I_C=12.5\text{mA}$	20	—	100	
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	0.8	—	2.0	pF
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CB}=6\text{V}, I_E=-2\text{mA}, f=30\text{MHz}$	—	—	25	Ω
トランジション周波数	f_T	$V_{CB}=12\text{V}, I_E=-12.5\text{mA}, f=100\text{MHz}$	300	—	—	MHz
電力利得 Fig. 1	G_{pe}	$V_{CE}=12.5\text{V}, I_E=-12.5\text{mA}, f=45\text{MHz}$	29	—	36	dB
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CB(sat)}$	$I_C=15\text{mA}, I_B=1.5\text{mA}$	—	—	0.2	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=15\text{mA}, I_B=1.5\text{mA}$	—	—	1.5	V

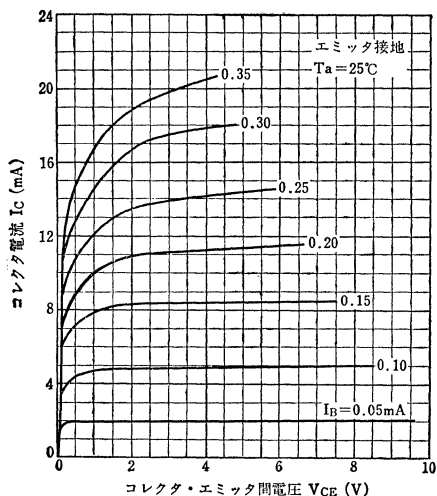
Fig. 1 45MHz 電力利得測定回路
45MHz G_{pe} Test Circuit



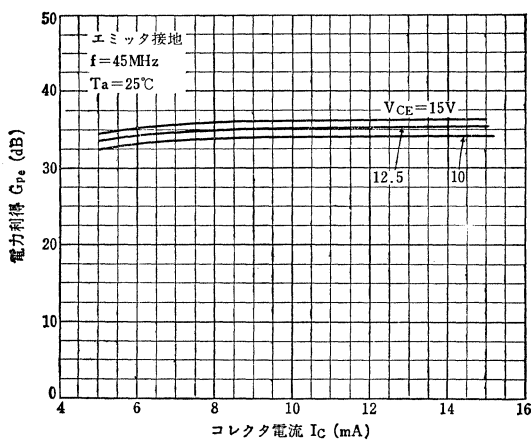
Static Characteristics



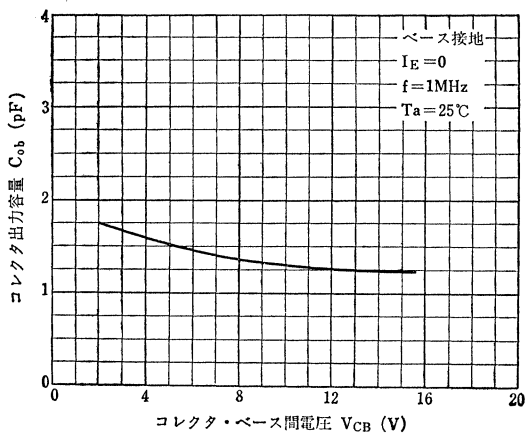
$I_C - V_{CE}$



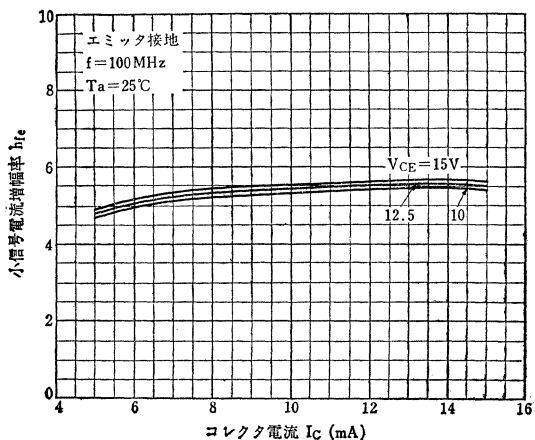
$G_{ps} - I_C$



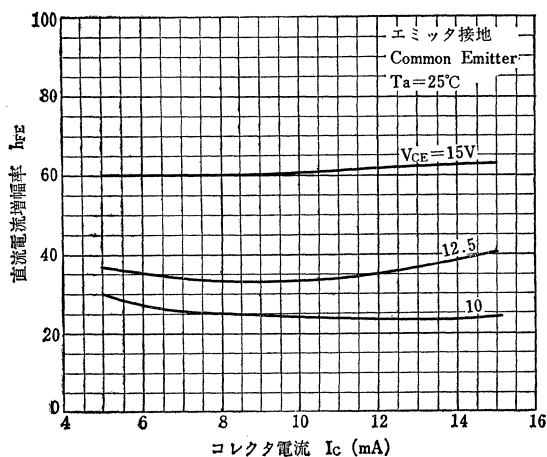
$C_{ob} - V_{CB}$



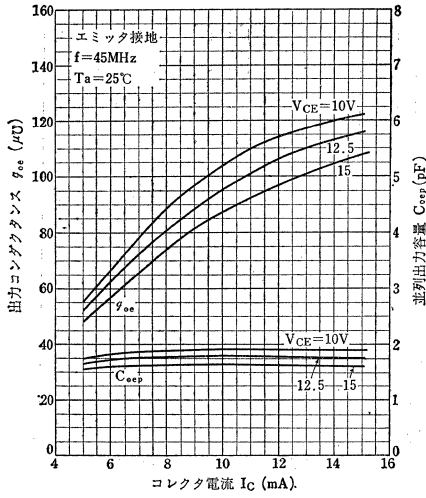
$h_{fe} - I_C$



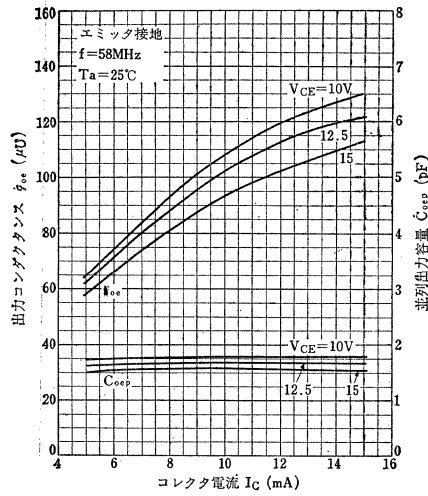
$h_{FE} - I_C$



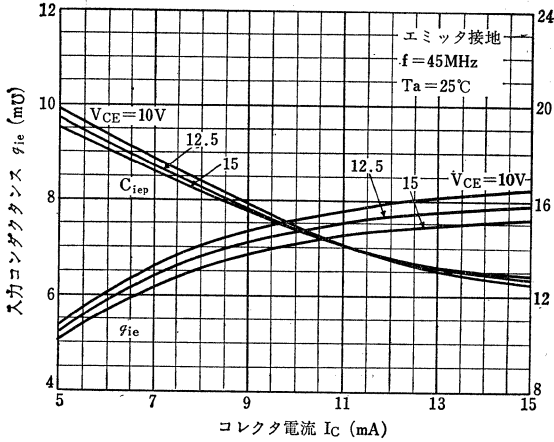
$g_{oe}, C_{oep}-I_C$



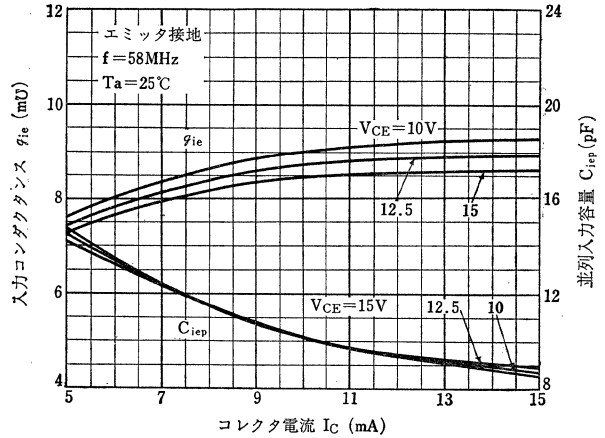
$g_{oe}, C_{oep}-I_C$



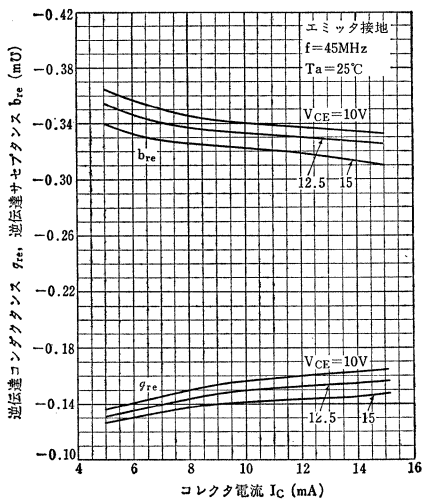
$g_{ie}, C_{iep}-I_C$



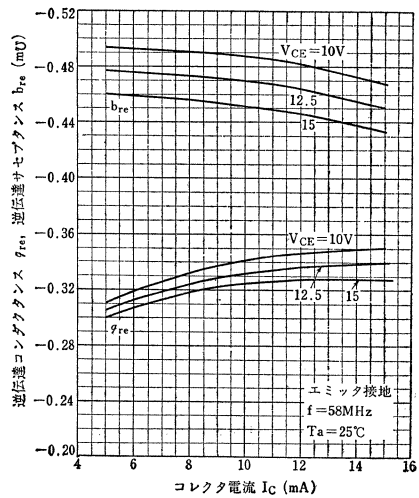
$g_{ie}, C_{iep}-I_C$



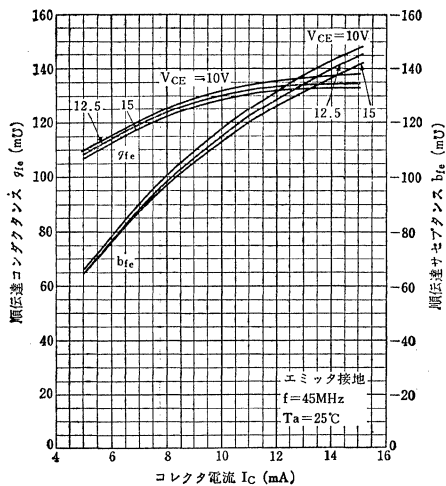
$g_{re}, b_{re}-I_C$



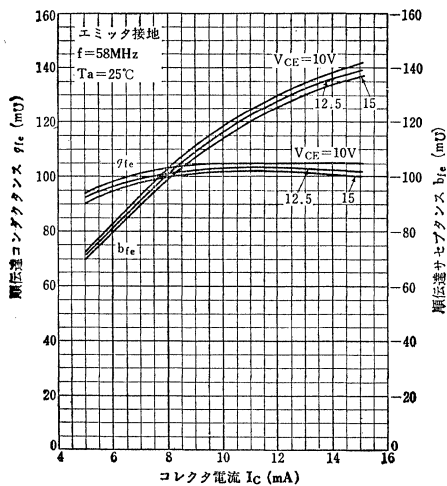
$g_{re}, b_{re}-I_C$



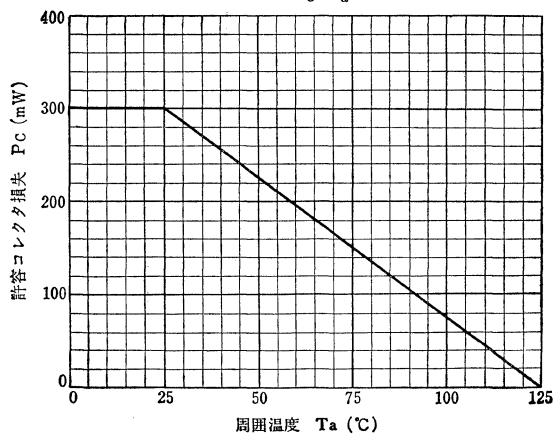
$g_{fe}, b_{fe}-I_C$



$g_{fe}, b_{fe}-I_C$



P_C-T_a



2SC385A

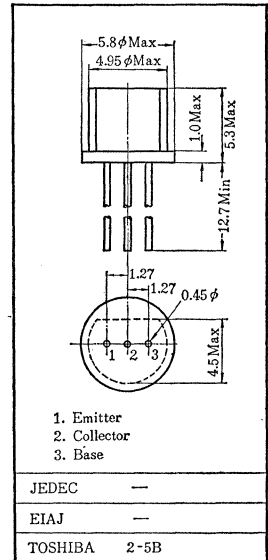
シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

○テレビ VHF チューナ発振用

○ TV VHF Oscillator Applications

- ・高出力です： $V_{osc}=55\text{mV}$ (Min.) ($f=244\text{MHz}$)
- ・トランジション周波数が高い： $f_T=600\text{MHz}$ (Min.)

Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

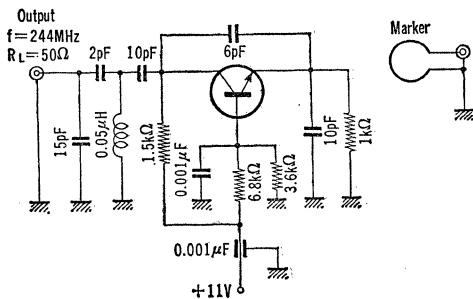
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	30	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	15	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	3	V
コレクタ電流	I_C	20	mA
エミッタ電流	I_E	-20	mA
コレクタ損失	P_C	200	mW
接合部温度	T_j	125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ\text{C}$

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

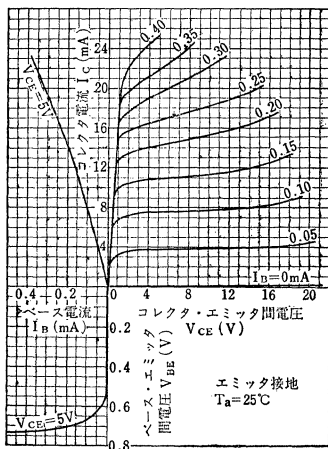
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=15\text{V}, I_E=0$	—	—	0.5	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=3\text{V}, I_C=8\text{mA}$	20	—	—	
小信号電流増幅率	h_{re}	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-8\text{mA}, f=100\text{MHz}$	6.0	—	—	
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	—	—	1.5	pF
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CE}=6\text{V}, I_E=-2\text{mA}, f=30\text{MHz}$	—	—	35	Ω
発振出力電圧 Fig. 1	V_{osc}	$f=244\text{MHz}$	55	—	—	mV

Fig. 1 発振出力電圧測定回路

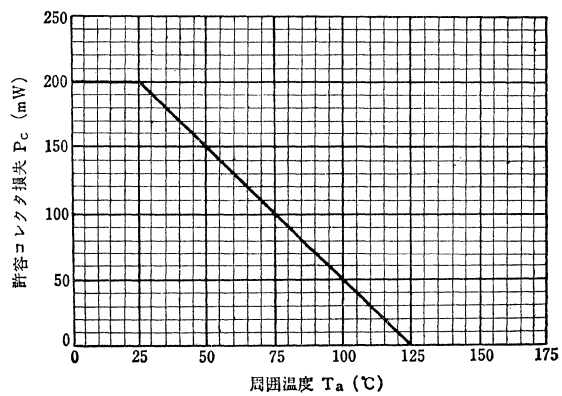
V_{osc} Test Circuit.



Static Characteristics



P_C-T_a



2SC387A

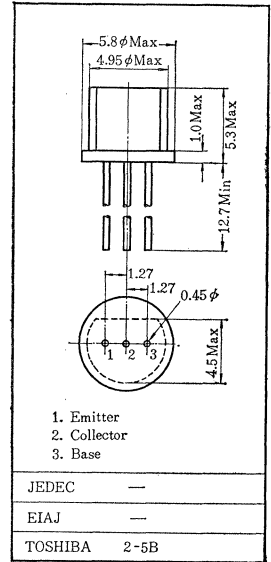
シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

○テレビUHFチューナ発振用

○ TV UHF Oscillator Applications

- トランジション周波数が高い: $f_T=1200\text{MHz}$ (Typ.)
- 930MHz で十分な発振出力が得られます: $P_o=8\text{mW}$ (Typ.)
($f=930\text{MHz}$)

Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

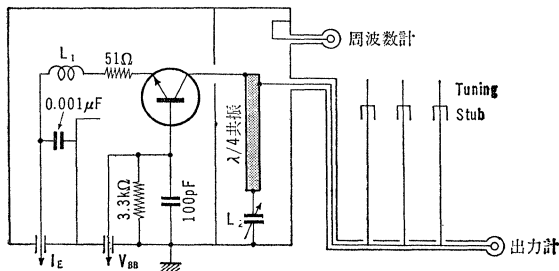
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	30	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	15	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	3	V
コレクタ電流	I_C	50	mA
エミッタ電流	I_E	-50	mA
コレクタ損失	P_C	200	mW
接合部温度	T_j	125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ\text{C}$

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

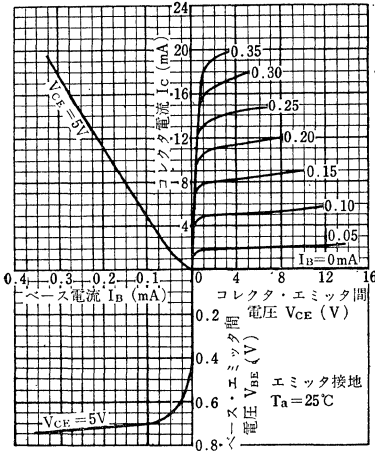
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=15\text{V}, I_E=0$	—	—	0.5	μA
		$V_{CB}=30\text{V}, I_E=0$	—	—	100	
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=3\text{V}, I_C=0$	—	—	10	μA
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	$I_C=100\mu\text{A}, I_E=0$	30	—	—	V
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=3\text{V}, I_C=8.0\text{mA}$	20	—	—	
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-8\text{mA}$	650	1200	—	MHz
ベース広がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CE}=6\text{V}, I_E=-2\text{mA}, f=30\text{MHz}$	—	—	25	Ω
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	—	—	1.5	pF
発振出力電力 Fig.1	P_o	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=-10\text{mA}, f=930\text{MHz}$	—	8.0	—	mW

Fig.1 発振出力電力測定回路

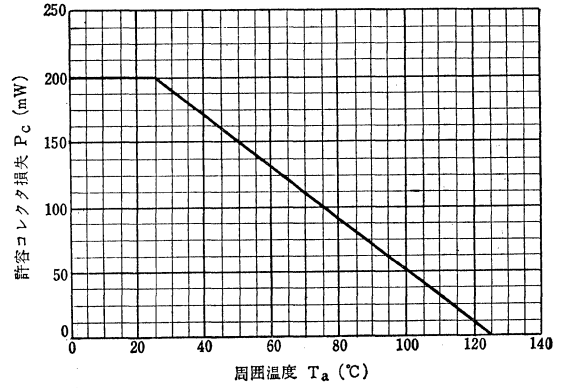
Oscillation Power Output Test Circuit.



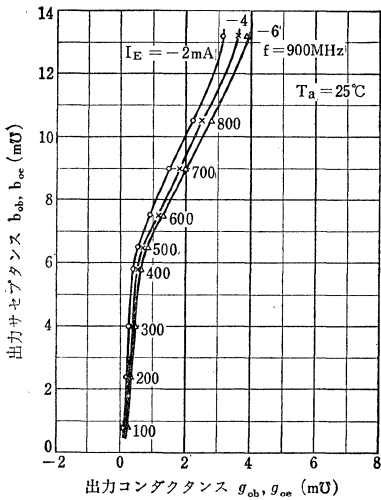
Static Characteristics



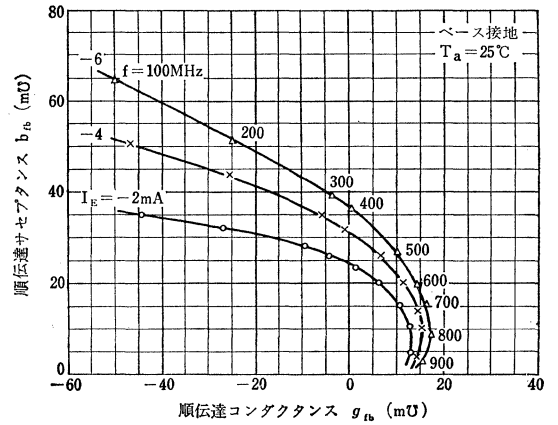
P_C-T_a



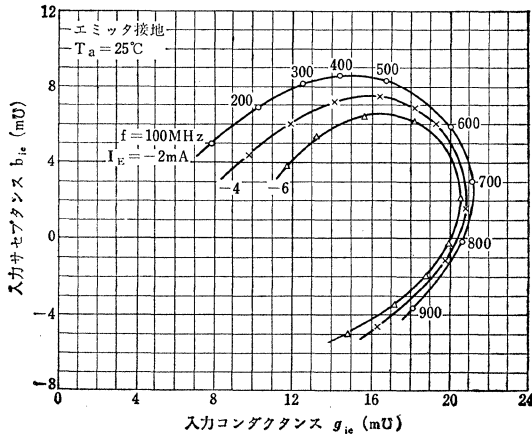
$y_{ob}, y_{oe}-f$



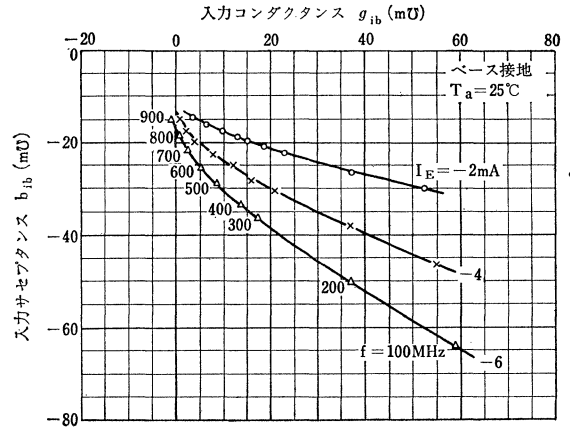
$y_{fb}-f$

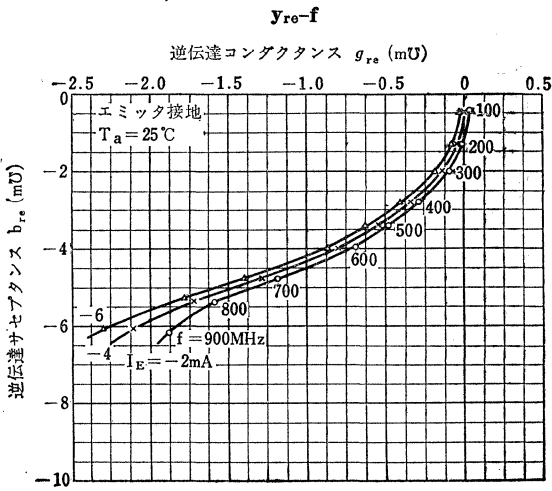
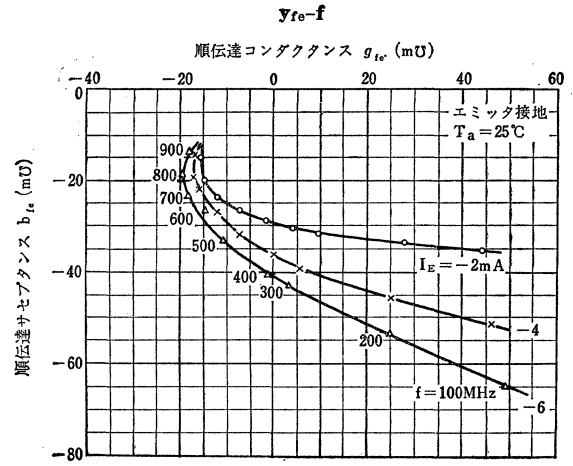
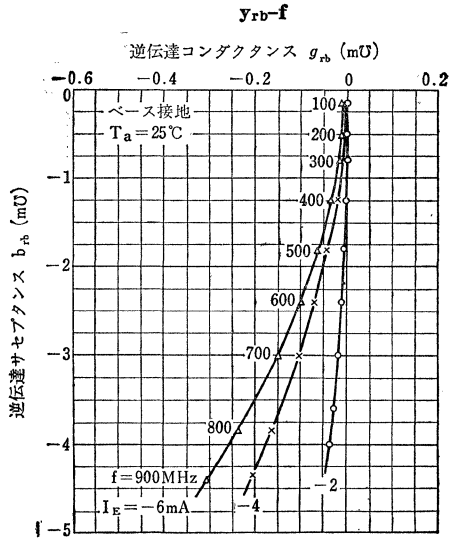


$y_{ie}-f$



$y_{ib}-f$





シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

2SC387A®

- VHF 帯増幅用 ○ UHF 帯発振用
○ VHF Amplifier Applications ○ UHF Oscillator Applications

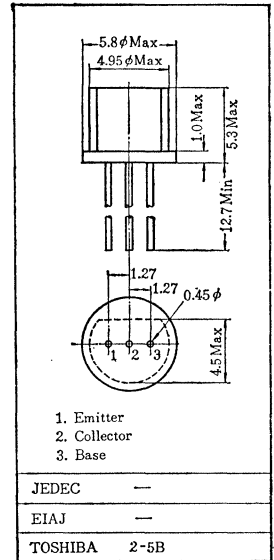
通信工業用グリーン
Industrial Applications

Unit in mm

- トランジション周波数が高い。
 $f_T = 1000\text{MHz}$ (Typ.)
- 出力容量が小さい。
 $C_{ob} = 1.5\text{pF}$ (Max.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

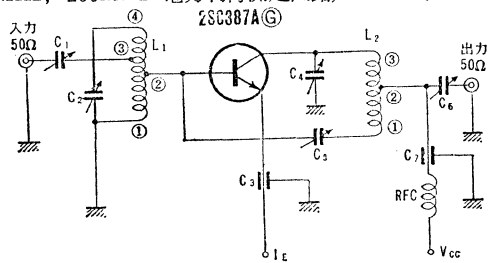
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	30	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	15	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	3	V
コレクタ電流	I_C	50	mA
エミッタ電流	I_E	-50	mA
コレクタ損失	P_C	200	mW
接合部温度	T_J	125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ\text{C}$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

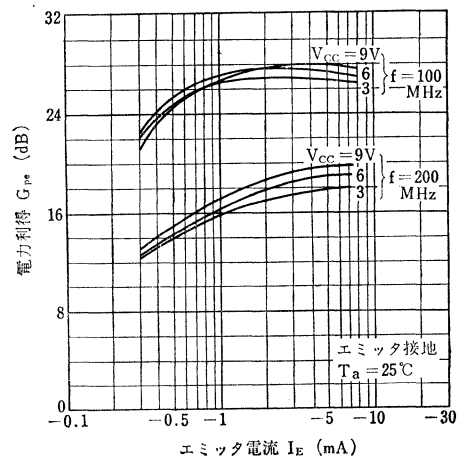
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = 15\text{V}, I_E = 0$	—	—	0.5	μA
		$V_{CB} = 15\text{V}, I_E = 0, T_a = 65^\circ\text{C}$	—	—	5.0	
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = 3\text{V}, I_C = 0$	—	—	10	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE} = 3\text{V}, I_C = 8\text{mA}$	20	50	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 10\text{mA}, I_B = 1\text{mA}$	—	—	0.6	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C = 10\text{mA}, I_B = 1\text{mA}$	—	—	1.2	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = 10\text{V}, I_E = -8\text{mA}$	650	1000	—	MHz
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CE} = 6\text{V}, I_E = -2\text{mA}, f = 30\text{MHz}$	—	—	25	Ω
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = 10\text{V}, I_E = 0, f = 1\text{MHz}$	—	—	1.5	pF

100MHz, 200MHz 電力利得測定回路 / 100MHz, 200MHz Power Gain Test Circuit.

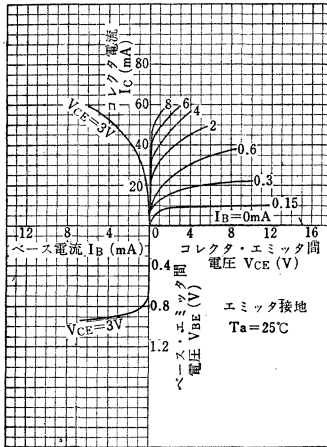


100MHz 動作		200MHz 動作		100MHz 動作		200MHz 動作	
C_1	30pF	20pF	1-2間	2T	1/2 T		
C_2	10pF	10pF	2-3間	2T	2T		
C_3	4000pF	2000pF	3-4間	2T	1/2 T		
C_4	10pF	20pF	1-4間長さ	9mm	10mm		
C_5	5pF	5pF	L_2	0.8mmφ	0.8mmφ		
C_6	30pF	20pF		銀メッキ銅線	銀メッキ銅線		
C_7	4000pF	2000pF		8mmφ 空心	6mmφ 空心		
L_1	0.8mmφ	0.8mmφ	1-2間	3T	2T		
	銀メッキ銅線	銀メッキ銅線	2-3間	1 3/4T	1T		
	8mmφ 空心	6mmφ 空心	3-4間	4 1/4T	2T		
			1-4間長さ	12mm	10mm		

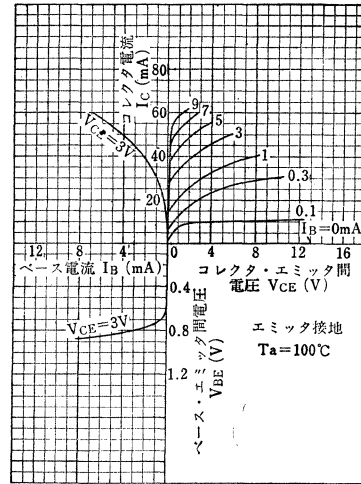
$G_{pe}-I_E$



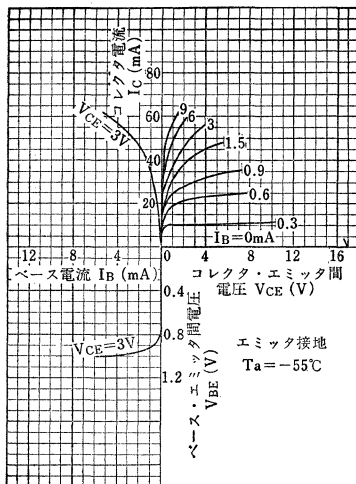
Static Characteristics



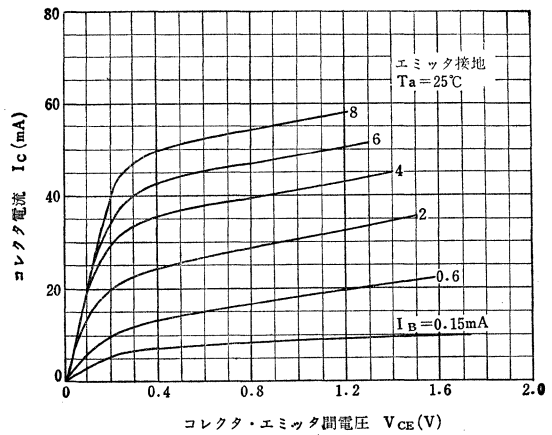
Static Characteristics



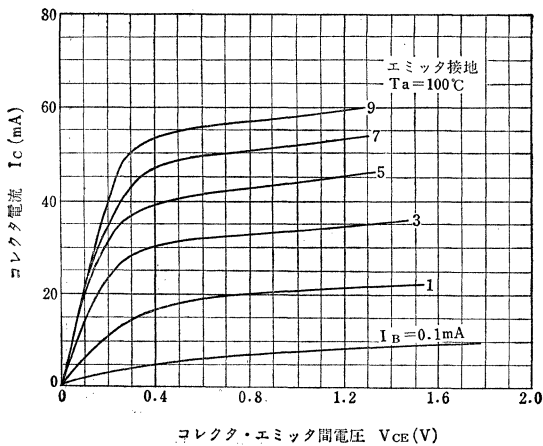
Static Characteristics



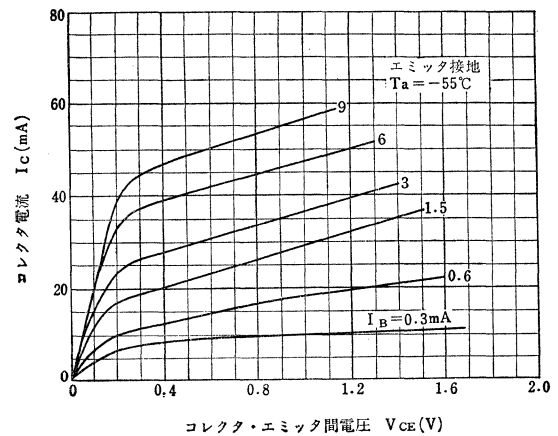
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



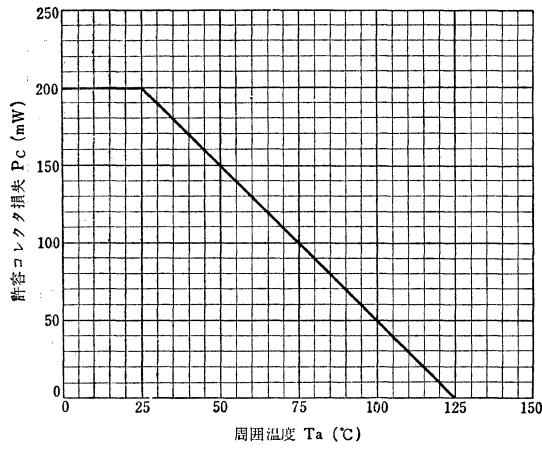
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



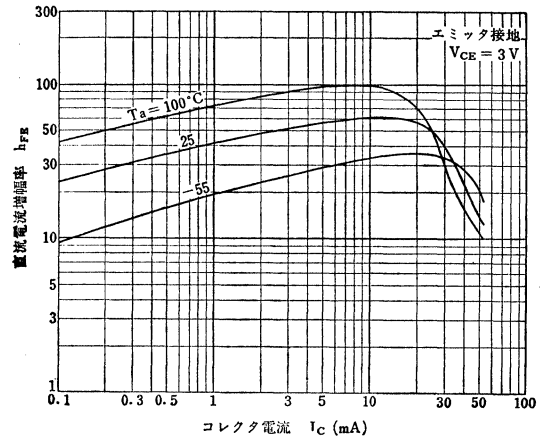
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



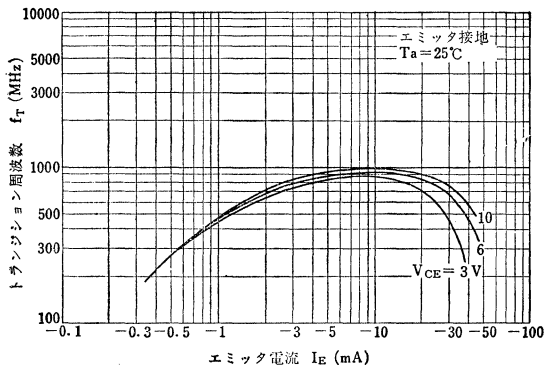
P_C-T_a



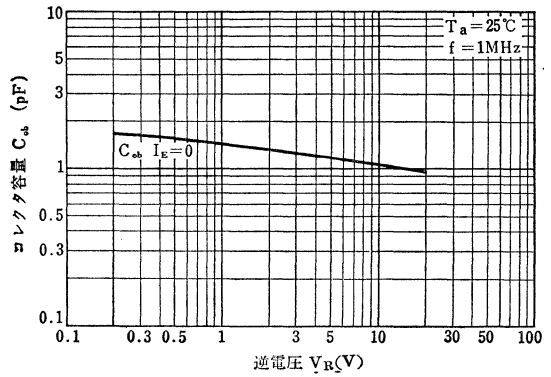
$h_{FE}-I_C$



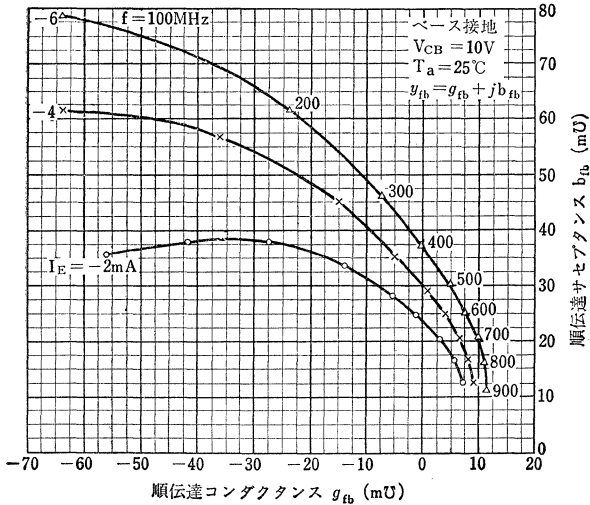
f_T-I_E



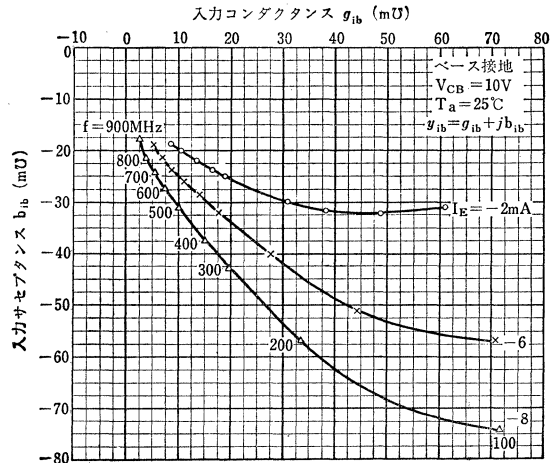
$C_{ob}-V_R$



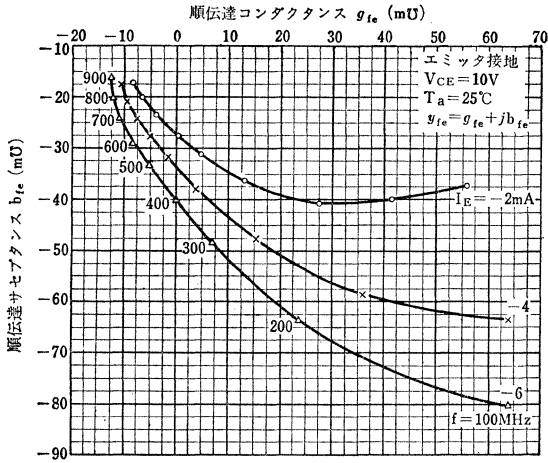
$y_{fb}-f$



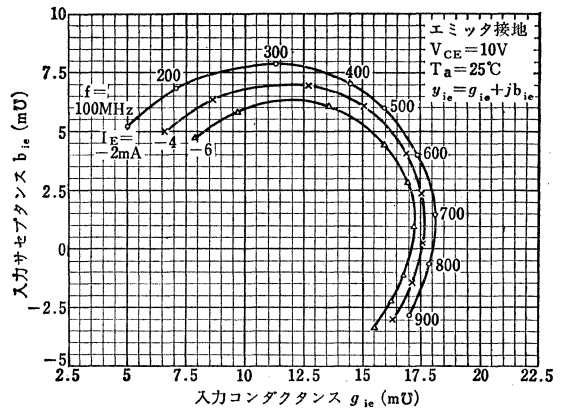
$y_{ib}-f$



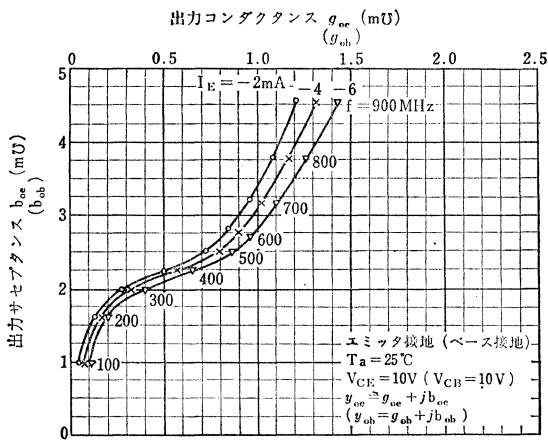
$Y_{fe}-f$



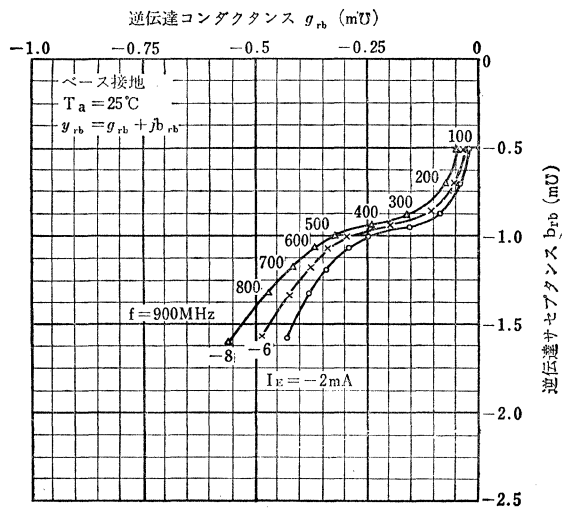
$Y_{ie}-f$



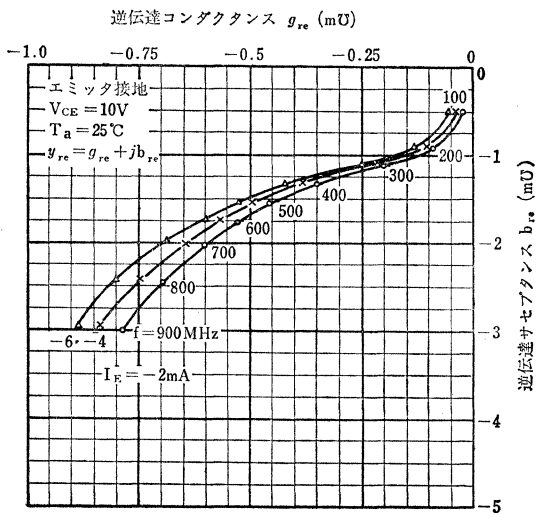
$Y_{oe}-f$



$y_{rb}-f$



$y_{re}-f$



Unit in mm

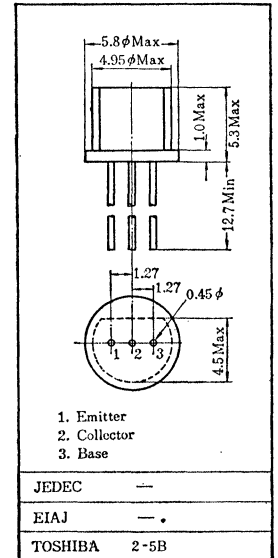
○テレビPIF 最終段増幅用

○ TV Picture IF Final stage Amplifier Applications

- 高利得です: $G_{po}=33\text{dB}$ (Typ.) ($f=45\text{MHz}$)
- 小信号電流増幅率の直線性が良い: $I_c=4\sim 16\text{mA}$ ($f=100\text{MHz}$)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	25	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	25	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	3	V
コレクタ電流	I_c	50	mA
エミッタ電流	I_E	-50	mA
コレクタ損失	P_C	300	mW
接合部温度	T_J	125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ\text{C}$

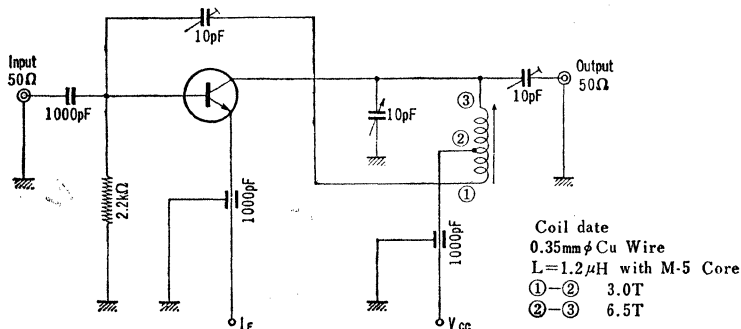


電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

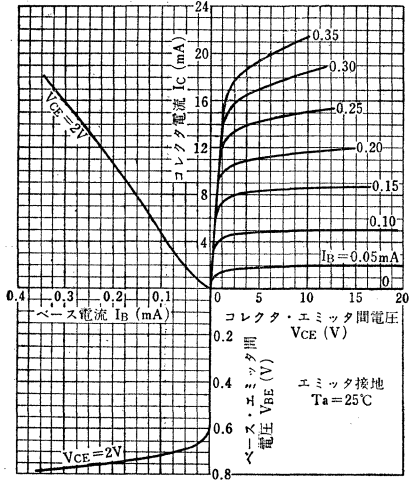
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0$	—	—	25	nA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=3\text{V}, I_C=0$	—	—	10	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=12.5\text{V}, I_C=12.5\text{mA}$	20	—	200	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=15\text{mA}, I_B=1.5\text{mA}$	—	—	0.2	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=15\text{mA}, I_B=1.5\text{mA}$	—	—	1.5	V
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0, f=4\text{MHz}$	0.8	—	2.0	pF
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CB}=6\text{V}, I_E=-2\text{mA}, f=30\text{MHz}$	—	—	25	Ω
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=12.5\text{V}, I_E=-12.5\text{mA}$	300	—	—	MHz
電力利得 Fig. 1	G_{po}	$V_{CC}=12.5\text{V}, I_E=-12.5\text{mA}$ $f=45\text{MHz}$	28	—	34	dB

Fig. 1 45MHz 電力利得測定回路

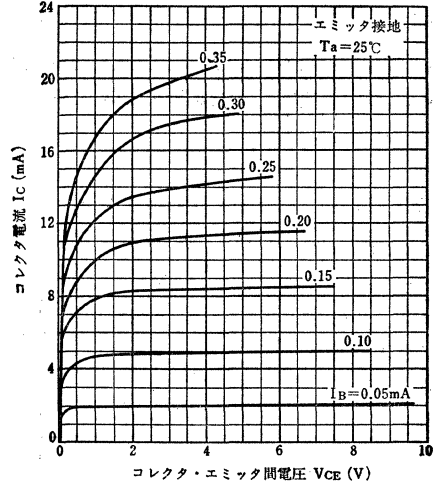
45MHz G_{po} Test Circuit



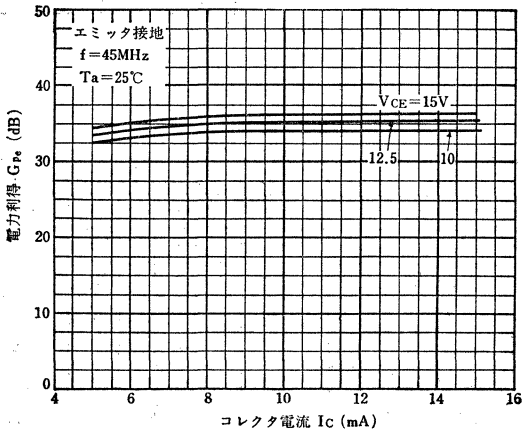
Static Characteristics



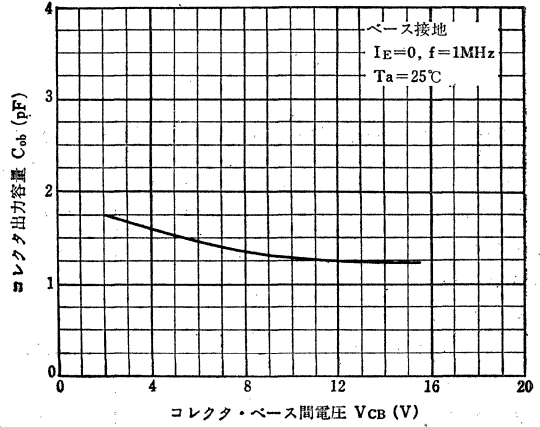
$I_C - V_{CE}$



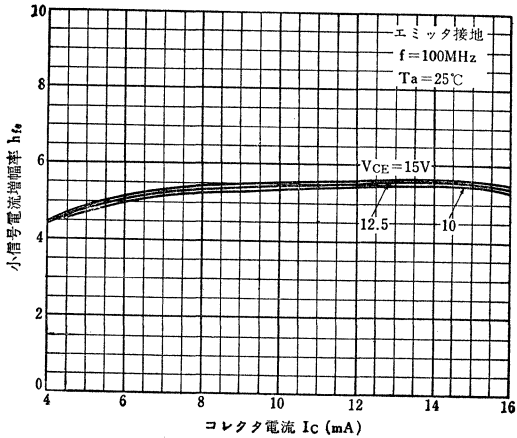
$G_{pe} - I_C$ (see Fig. 1)



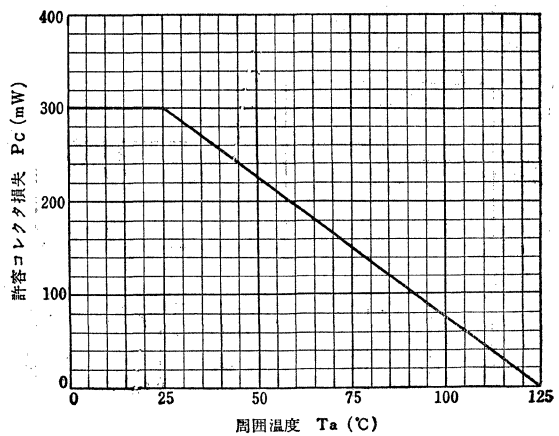
$C_{ob} - V_{CB}$

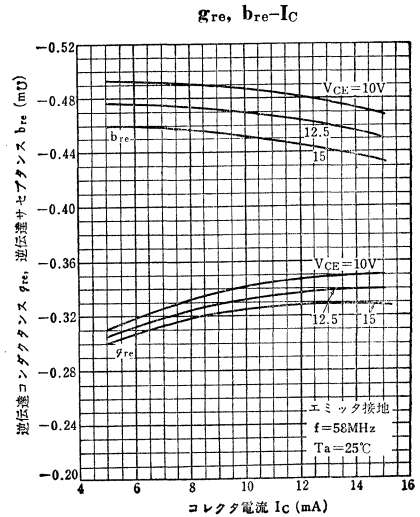
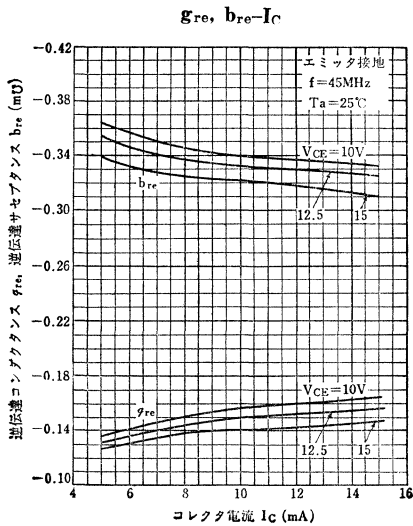
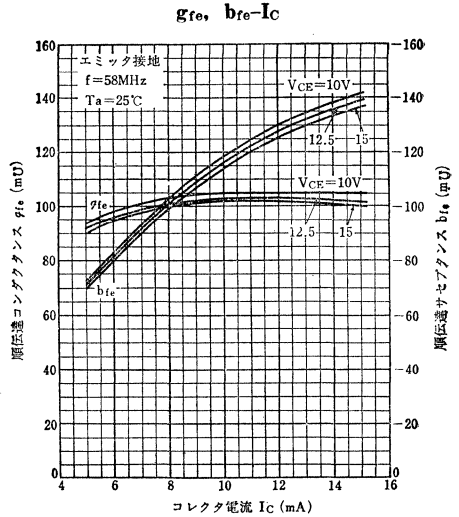
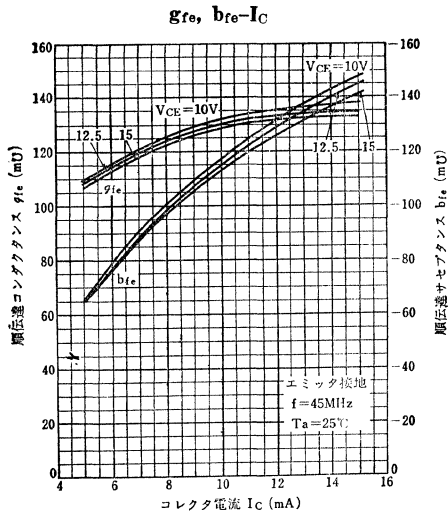
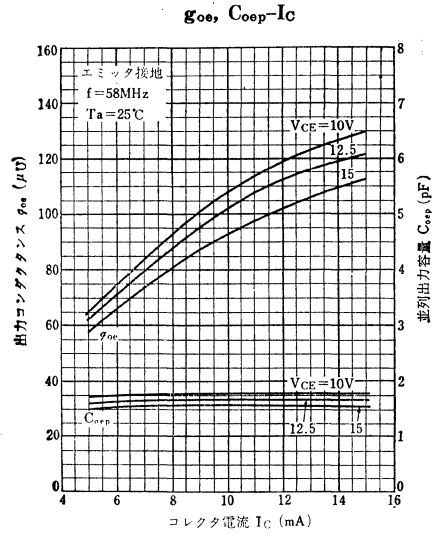
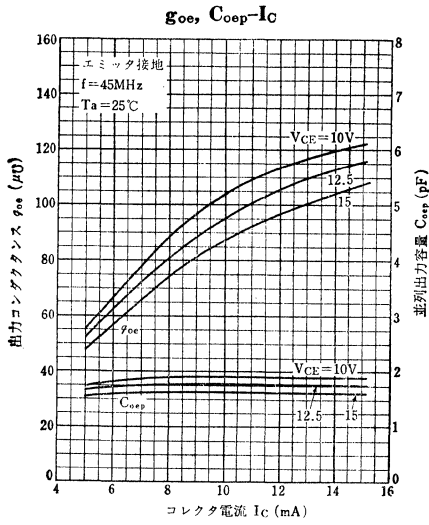


$h_{re} - I_C$

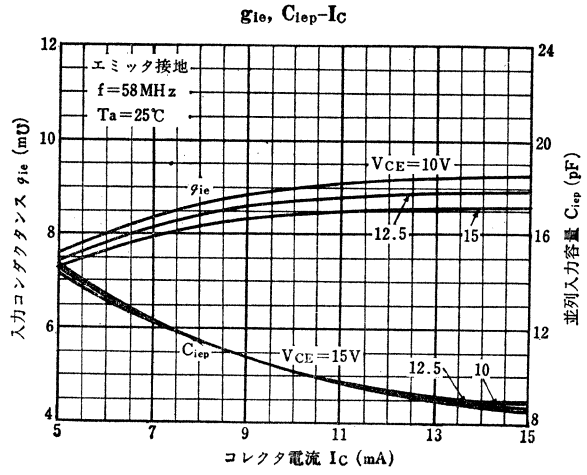
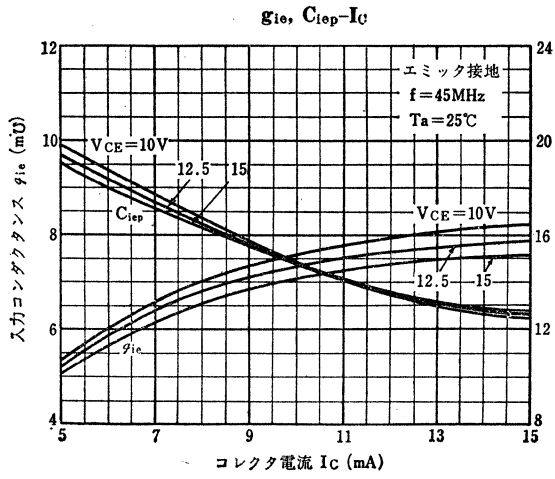


$P_C - T_a$





2SC388A



○VHF帯増幅用

○VHF Small Signal Amplifier Applications

- ・トランジション周波数が高い： $f_T=1000\text{MHz}$ (Typ.)
- ・雑音指数が小さい： $NF=3.0\text{dB}$ (Max.)($f=100\text{MHz}$)
- ・ $C_c \times r_{bb'}$ が小さい： $C_c r_{bb'}=6\text{ps}$ (Max.)

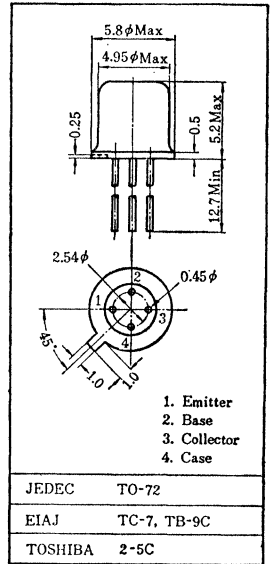
通信工業用

Industrial Applications

Unit in mm

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	30	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	20	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	3	V
コレクタ電流	I_C	20	mA
エミッタ電流	I_E	-20	mA
コレクタ損失	P_C	150	mW
接合部温度	T_J	150	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ\text{C}$

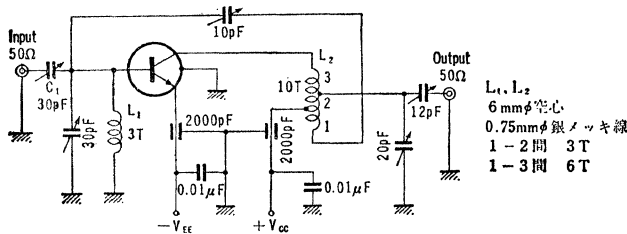


電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしゃ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=20\text{V}, I_E=0$	—	—	0.1	μA
エミッタしゃ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=3\text{V}, I_C=0$	—	—	1.0	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=10\text{V}, I_C=2\text{mA}$	40	—	200	—
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=10\text{mA}, I_B=1\text{mA}$	—	—	0.6	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=10\text{mA}, I_B=1\text{mA}$	—	—	1.1	V
トランジション周波数	$f_T(1)$	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-2\text{mA}$	600	1000	—	MHz
	$f_T(2)$	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-10\text{mA}$	—	1500	—	
$C_c \times r_{bb'}$	$C_c r_{bb'}$	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=-2\text{mA}, f=80\text{MHz}$	—	—	6	ps
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	—	0.5	1.0	pF
電力利得	G_{P_o} (Fig. 1)	$V_{CC}=10\text{V}, I_E=-5\text{mA}, f=100\text{MHz}$	25	30	—	dB
雑音指数	NF (Fig. 1)	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-2\text{mA}, f=100\text{MHz}, R_g=150\Omega$	—	2.0	3.0	dB

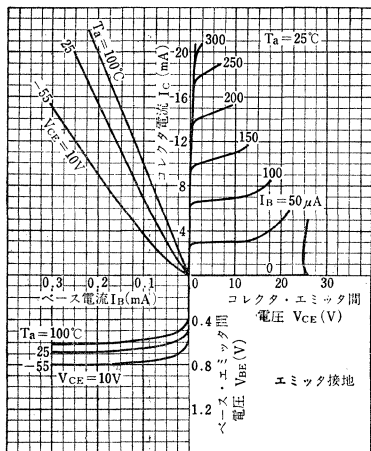
Fig. 1 電力利得, 雑音指数測定回路.

G_{pe}, NF Test Circuit

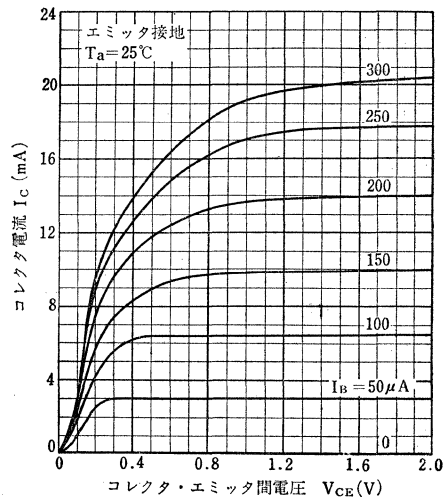


雑音指数測定の際は $C_1=22\text{pF}$ 固定とする

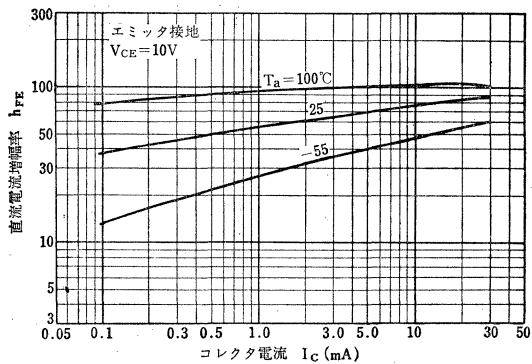
Static Characteristics



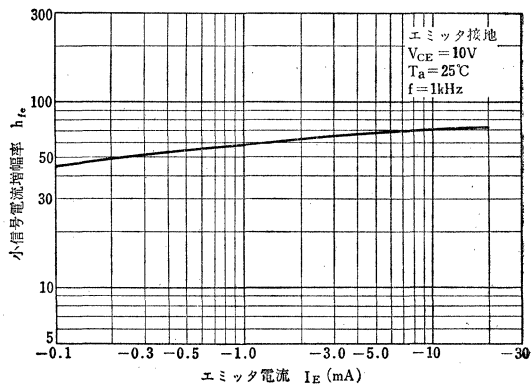
$I_C - V_{CE}$ (Low Voltage Region)



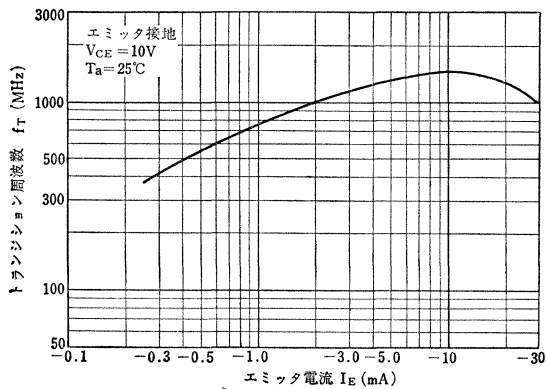
$h_{FE} - I_C$



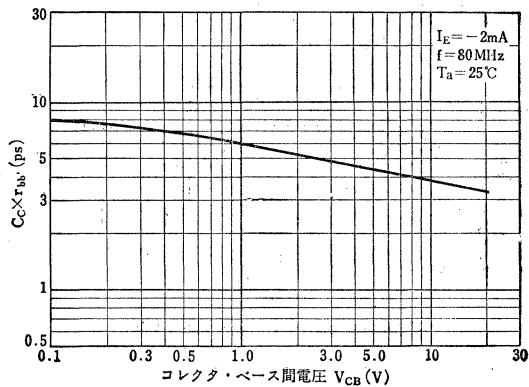
$h_{fe} - I_E$



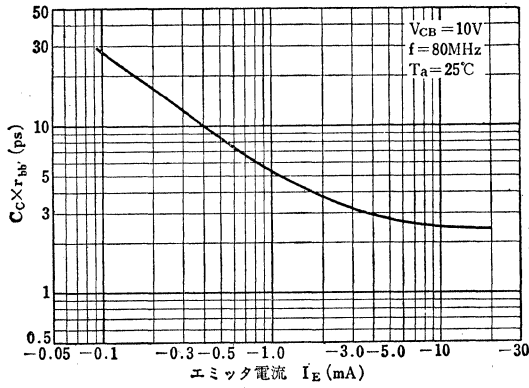
$f_T - I_E$



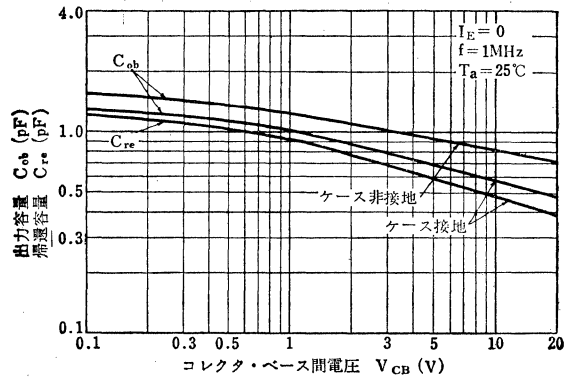
$C_c \times r_{bb'} - V_{CB}$



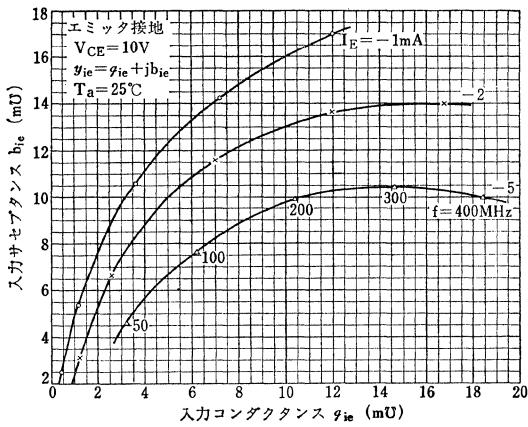
$C_e \times r_{bb'} - I_E$



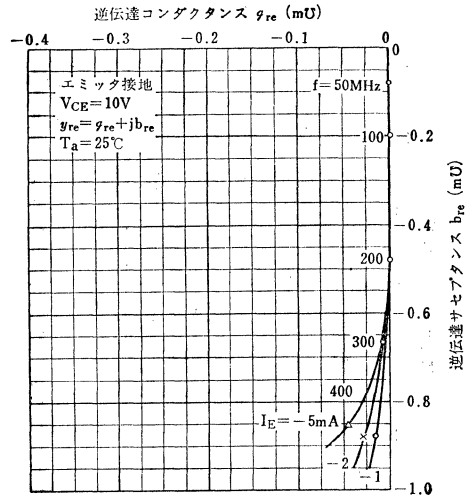
$C_{ob}, C_{re} - V_{CB}$



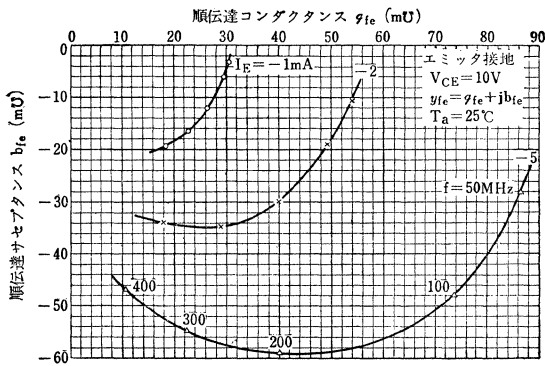
$y_{ie} - f$



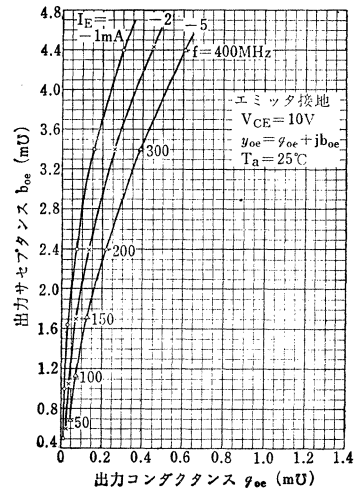
$y_{re} - f$



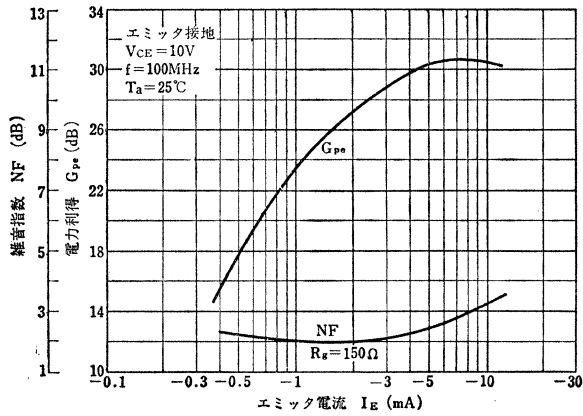
$y_{fe} - f$



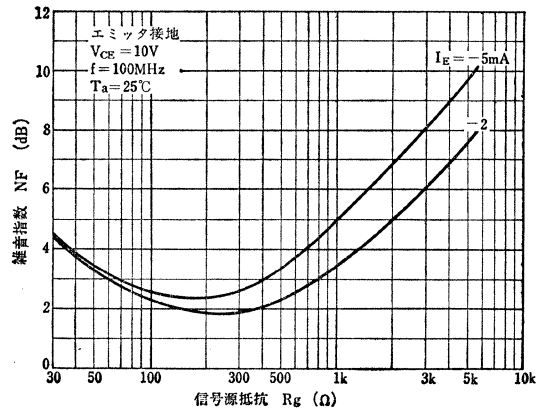
$y_{oe} - f$



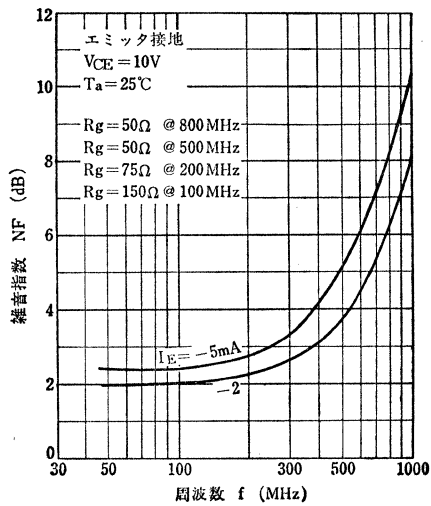
G_{ps} , NF- I_E



NF- R_g



NF-f



シリコンNPNプレーナ形トランジスタ
SILICON NPN PLANAR TRANSISTOR

2SC392

OVHF, UHF帯RF増幅用

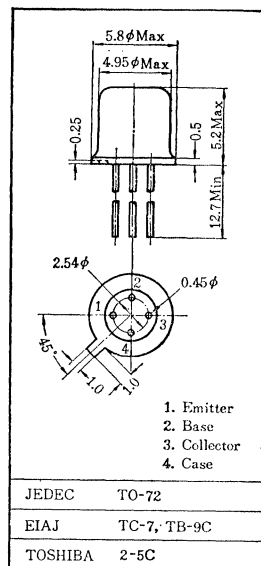
通信工業用

○ VHF and UHF RF Amplifier Applications.

Industrial Applications

- 低雑音指数です : $NF=4.5\text{dB}$ (Typ.) ($f=800\text{MHz}$)
- 高電力利得です : $G_{pb}=10\text{dB}$ (Min.) ($f=800\text{MHz}$)
- $C_c \times r_{bb'}$ が小さい : $C_e r_{bb'}=3\text{ps}$ (Typ.)
- 順伝達AGC特性が優れている : $V_{AGC}=7.0\text{V}$ (Typ.)

Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	30	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	20	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	3	V
コレクタ電流	I_C	20	mA
エミッタ電流	I_E	-20	mA
コレクタ損失	P_C	150	mW
接合部温度	T_J	150	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ\text{C}$

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=15\text{V}, I_E=0$	—	—	0.1	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=2\text{V}, I_C=0$	—	—	1.0	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=10\text{V}, I_C=2\text{mA}$	40	—	300	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=10\text{mA}, I_B=1\text{mA}$	—	—	3.5	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=10\text{mA}, I_B=1\text{mA}$	—	—	1.1	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-2\text{mA}$	600	800	—	MHz
$C_c \times r_{bb}$	$C_e r_{bb'}$	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-2\text{mA}, f=80\text{MHz}$	—	3	5	ps
帰還容量	C_{re}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	—	0.30	0.40	pF
電力利得	G_{pb} Fig1	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=-2\text{mA}, f=800\text{MHz}$	10	12	—	dB
雑音指数	NF Fig1	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=-2\text{mA}, f=800\text{MHz}, R_g=50\Omega$	—	4.5	6.0	dB
AGC電圧*	V_{AGC}	$f=800\text{MHz}, R_g=50\Omega$	6.0	7.0	8.70	V

* AGC電圧 V_{AGC} =電力利得が 20dB 減少する電圧

V_{AGC} : Power gain decrease 20dB from the peak value.

Fig.1 800MHz ベース接地・電力利得・雑音指数測定回路
G_{pe}, NF Test Circuit (800MHz Common Base)

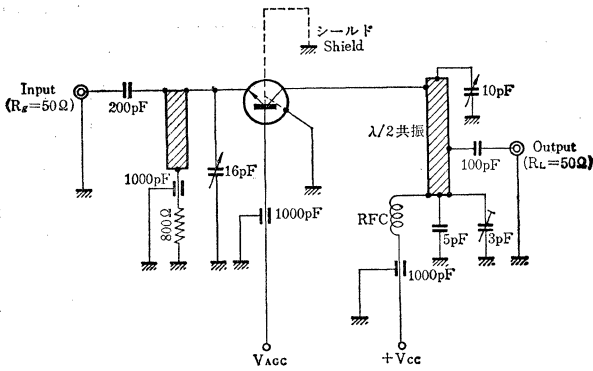


Fig.2 800MHz エミッタ接地・電力利得・雑音指数測定回路
G_{pe}, NF Test Circuit (800MHz Common Emitter)

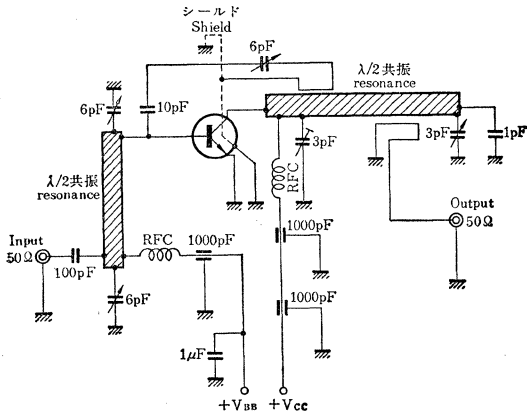
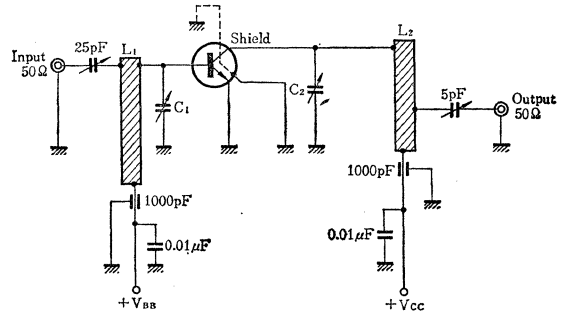
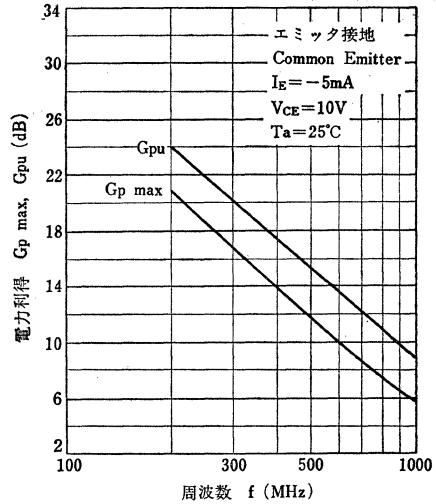


Fig.3 500MHz エミッタ接地・電力利得・雑音指数測定回路
G_{pe}, NF Test Circuits (500MHz Common Emitter)

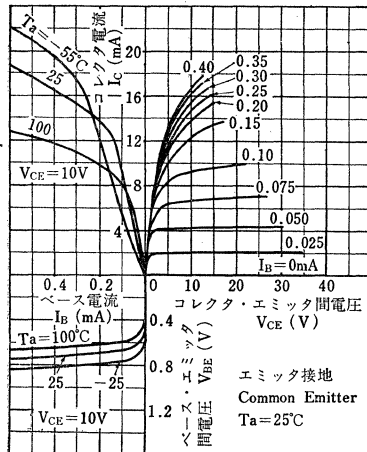


L₁ ; 5mmφ×22mm 銀メッキ銅棒 / Silver Plated Copper Bar
L₂ ; 4.5×27×1mm 銀メッキ銅板 / Silver Plated Copper
C₁, C₂ ; 1~16pF ピストンコンデンサ / Piston Condenser

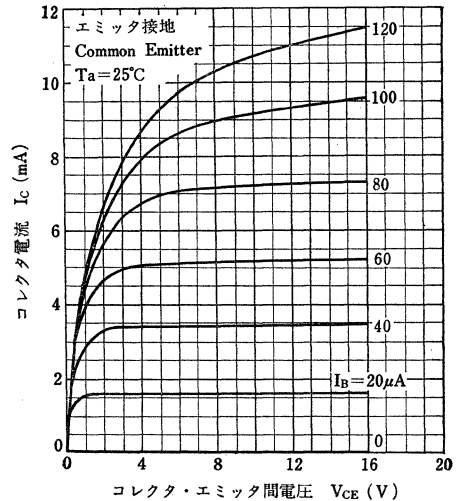
G_{pMAX}, G_{pu-f}



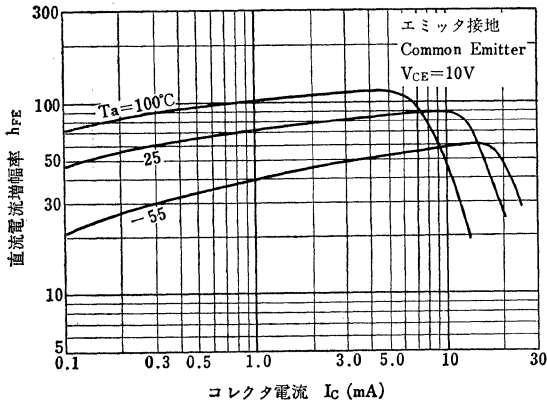
Static Characteristics



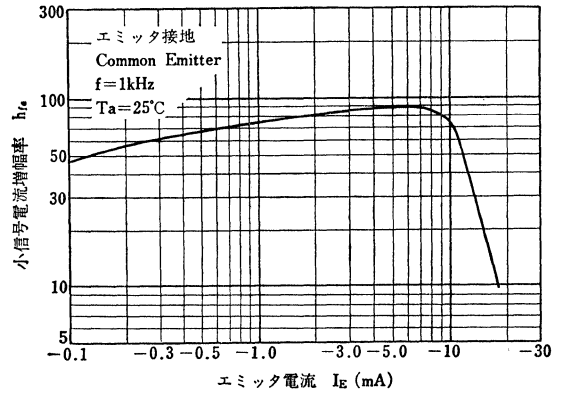
I_c-V_{CE}



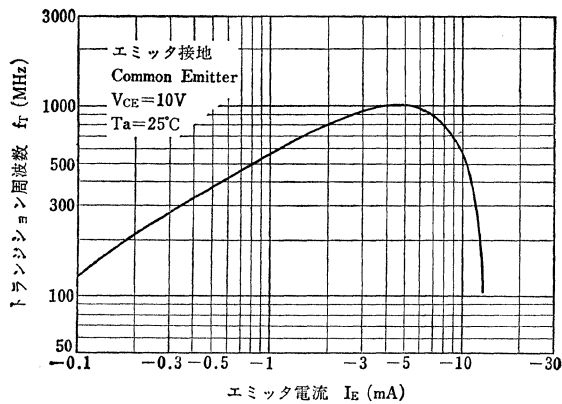
$h_{FE}-I_C$



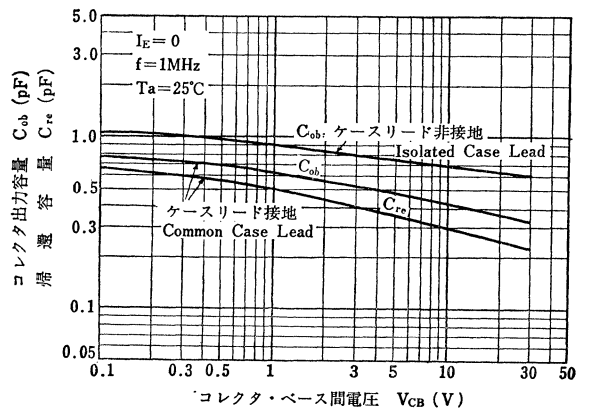
$h_{fe}-I_E$



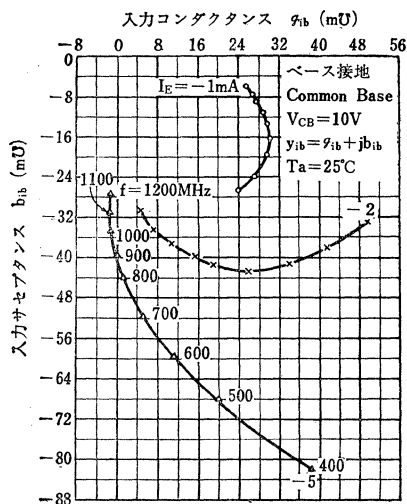
f_T-I_E



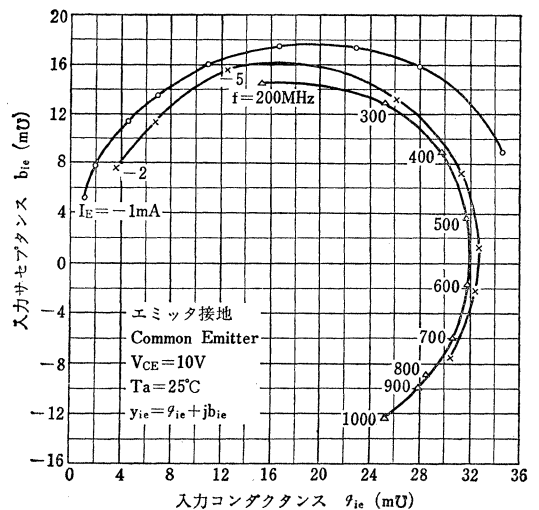
$C_{ob}, C_{re}-V_{CB}$

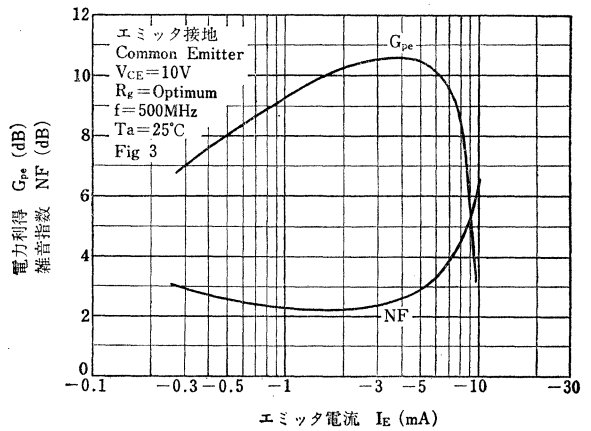
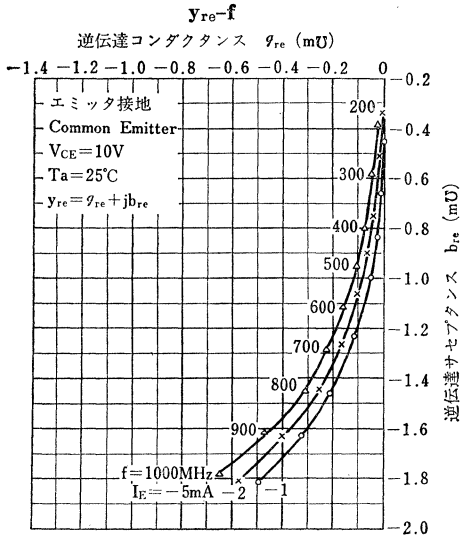
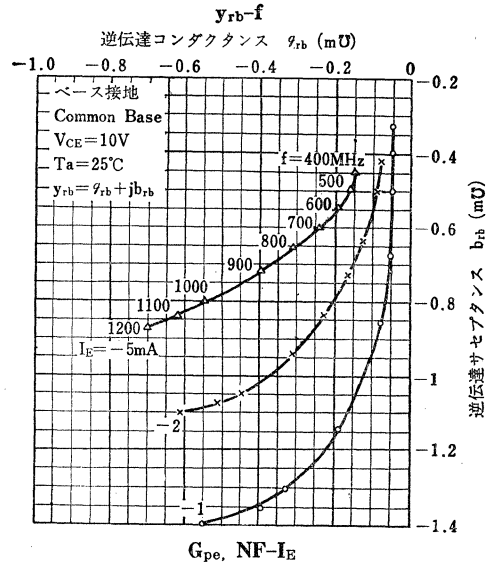
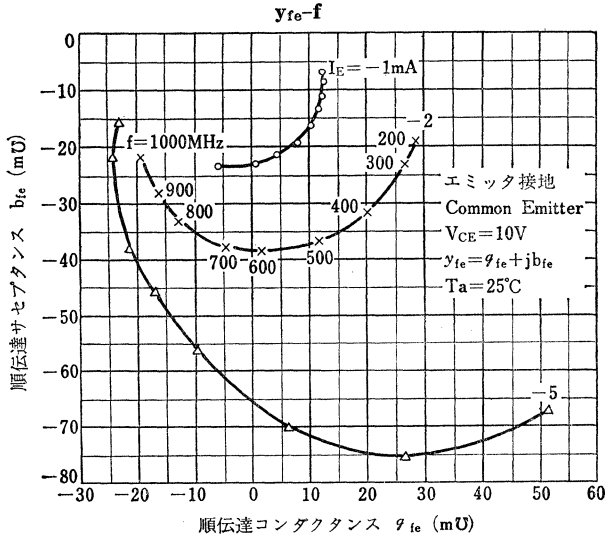
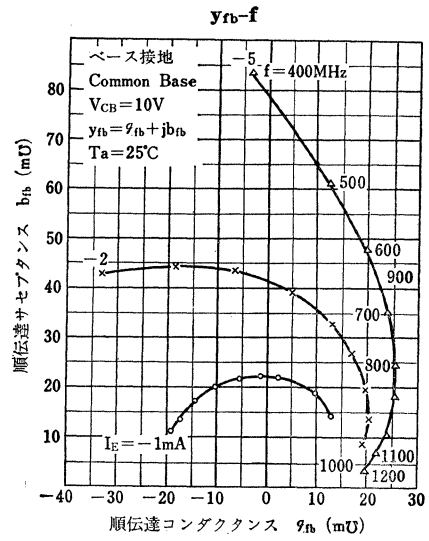
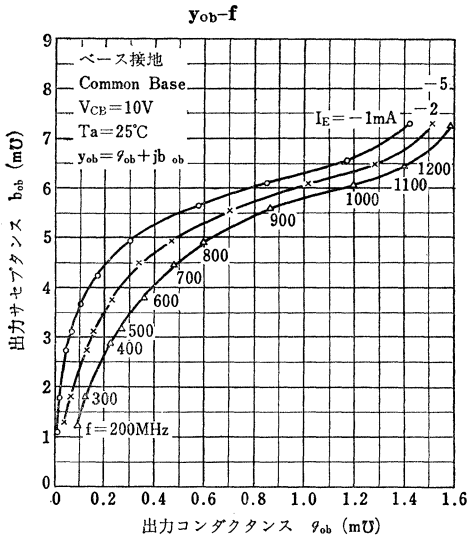


$y_{ib}-f$

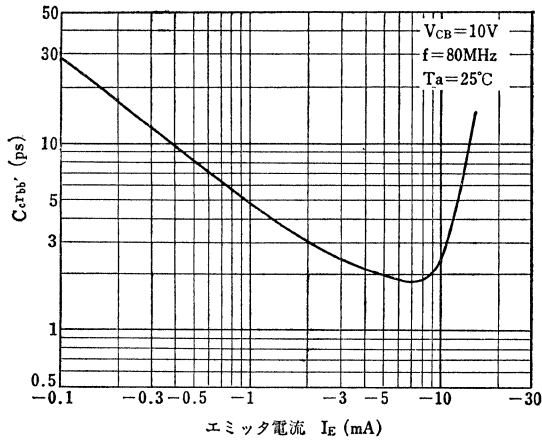


$y_{ie}-f$

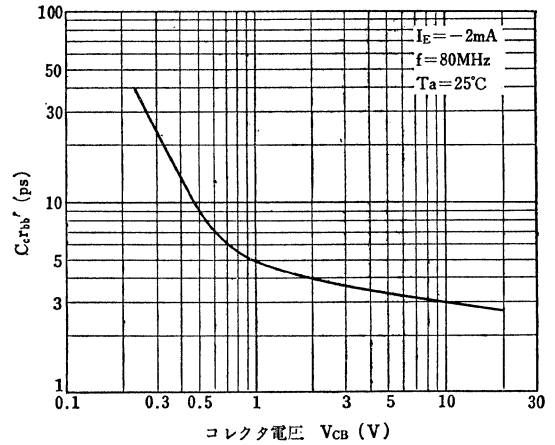




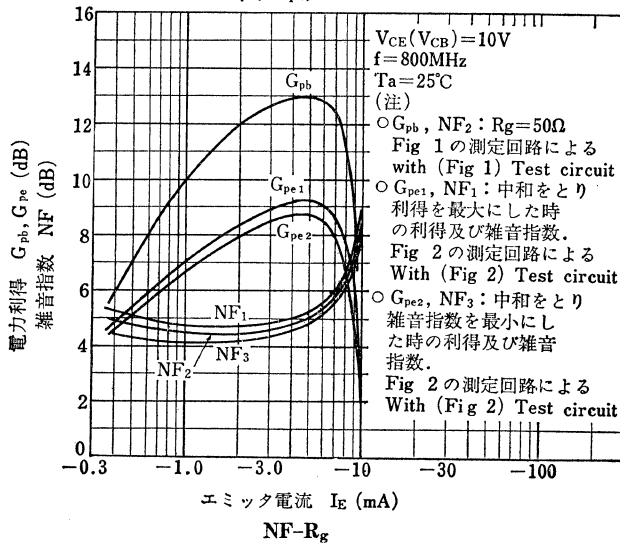
$C_c \times r_{bb} - I_E$



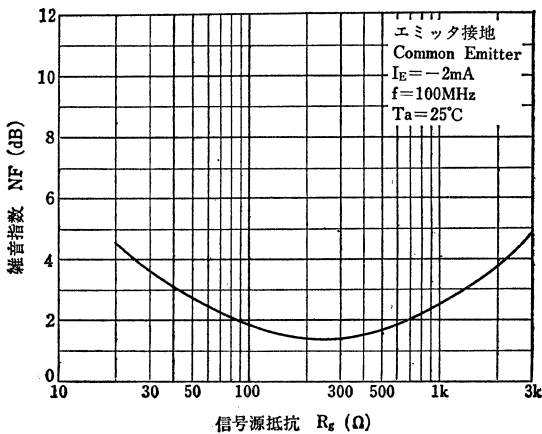
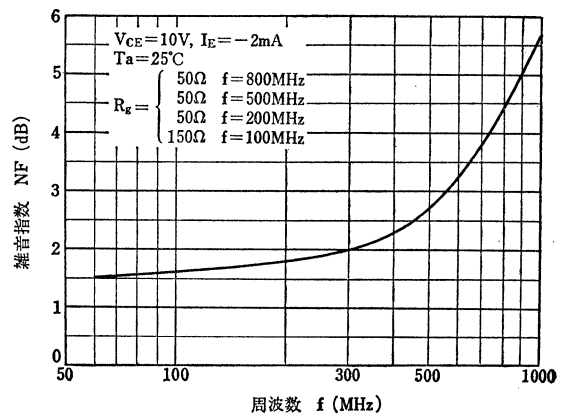
$C_c \times r_{bb} - V_{CB}$



$G_{pb}, G_{pe}, NF - I_E$



NF-f



2SC392A

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR (TENTATIVE)

○UHF帯増幅用

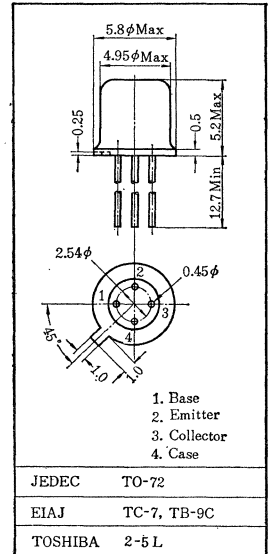
○ UHF Small Signal Amplifier Applications

- 電力利得が大きい : $G_{pe}=10\text{dB}$ (Typ.) ($f=800\text{MHz}$)
- トランジション周波数が高い : $f_T=1600\text{MHz}$ (Typ.)
- 帰還容量が小さい : $C_{re}=0.15\text{pF}$ (Typ.)
- 雑音指数が小さい : $NF=4.5\text{dB}$ (Typ.) ($f=800\text{MHz}$)

通信工業用

Industrial Applications

Unit in mm



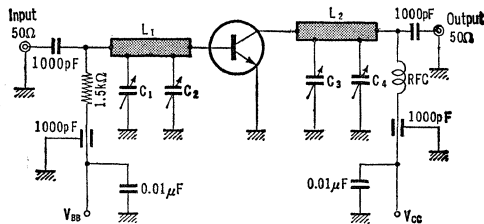
最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	30	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	20	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	3	V
コレクタ電流	I_C	20	mA
エミッタ電流	I_E	-20	mA
コレクタ損失	P_C	100	mW
接合部温度	T_J	150	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ\text{C}$

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

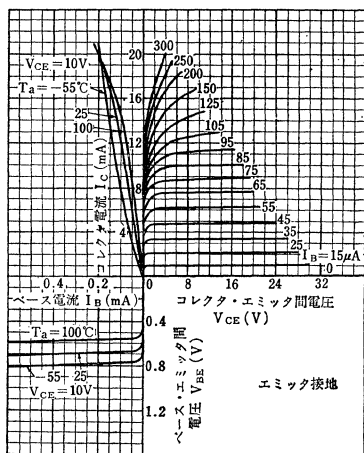
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=15\text{V}, I_E=0$	—	—	0.1	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=2\text{V}, I_C=0$	—	—	1.0	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=10\text{V}, I_C=2\text{mA}$	40	—	300	—
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=10\text{mA}, I_B=1\text{mA}$	—	—	0.6	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=10\text{mA}, I_B=1\text{mA}$	—	—	1.1	V
トランジション周波数	f_{T1}	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-2\text{mA}$	800	1200	—	MHz
	f_{T2}	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-5\text{mA}$	—	1600	—	
帰還容量	C_{re}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	—	0.15	0.25	pF
電力利得 (Fig. 1)	G_{pe}	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-2\text{mA}, f=800\text{MHz}$	8.0	10	—	dB
雑音指数 (Fig. 1)	NF	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-2\text{mA}, f=800\text{MHz}$	—	4.5	6.0	dB

Fig.1 800MHz 電力利得, 雑音指数測定回路
800MHz G_{pe} , NF Test Circuit

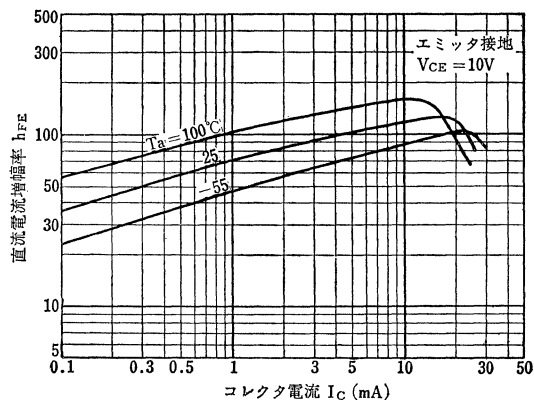


C_1, C_2, C_3, C_4 : 1~16pF ヒストンコンデンサー
 L_1, L_2 : 4×10×0.1mm 銀メッキ銅板

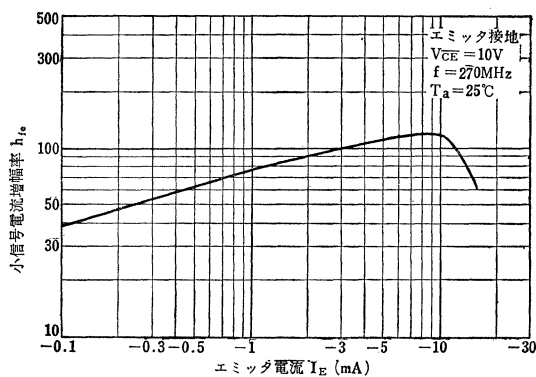
Static Characteristics



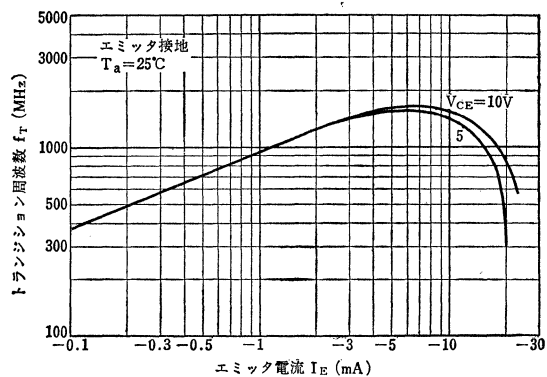
$h_{FE}-I_C$



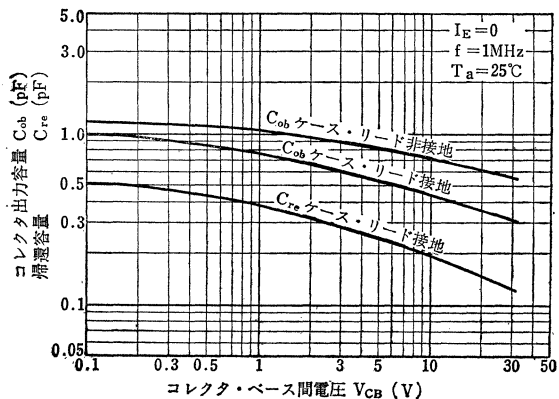
$h_{fe}-I_E$



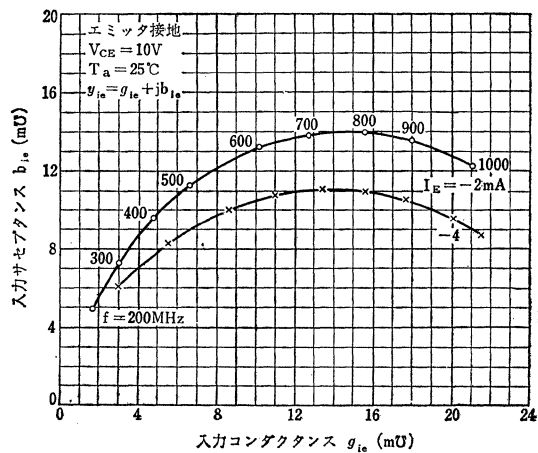
f_T-I_E

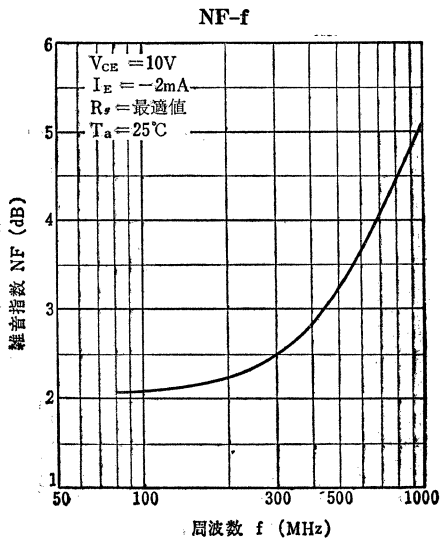
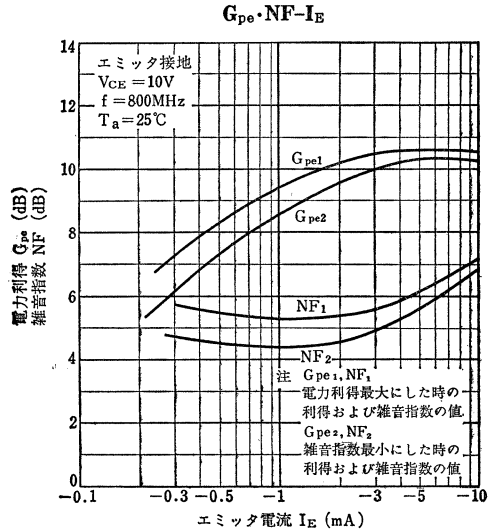
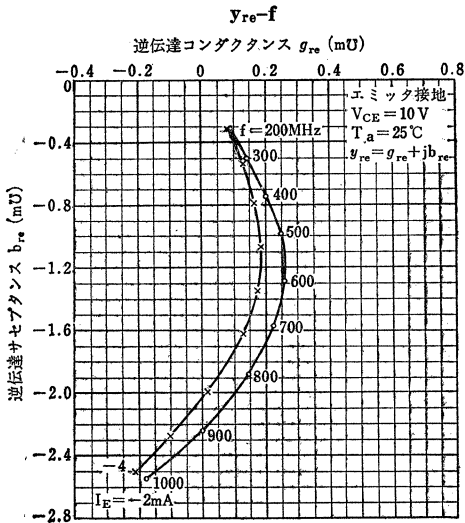
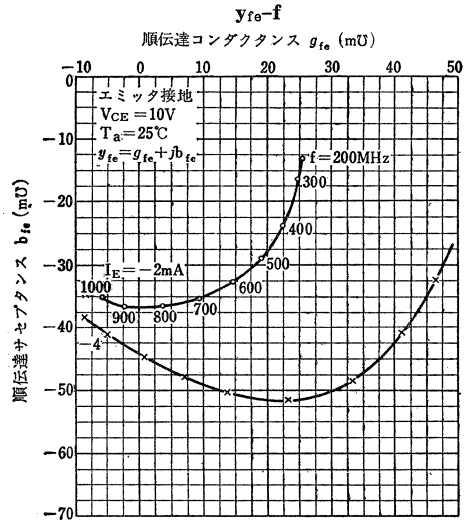
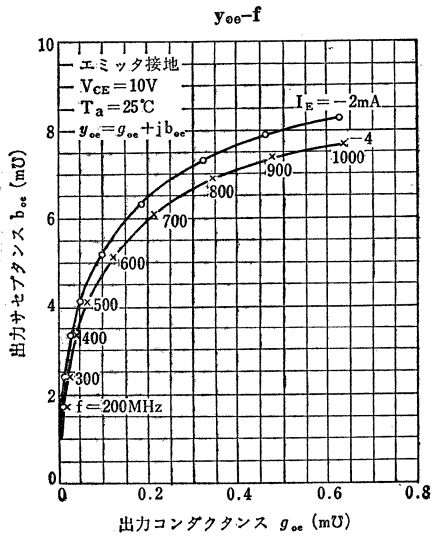


$C_{ob}, C_{re}-V_{CB}$

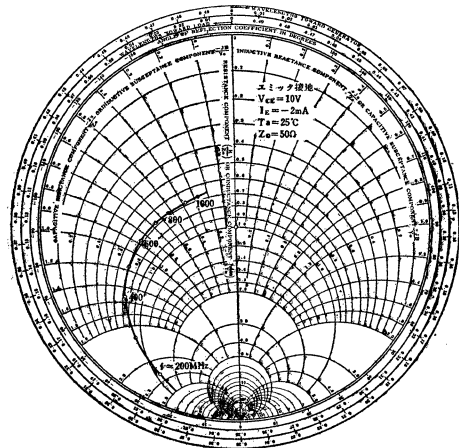


$y_{ie}-f$

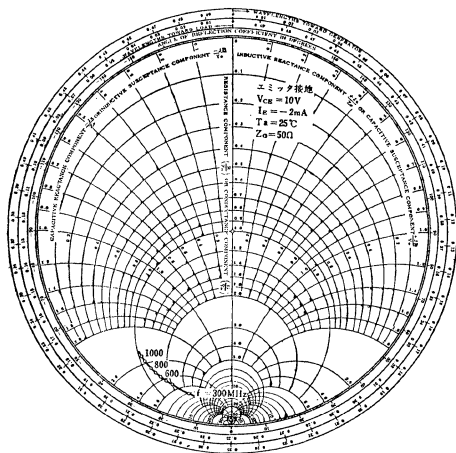




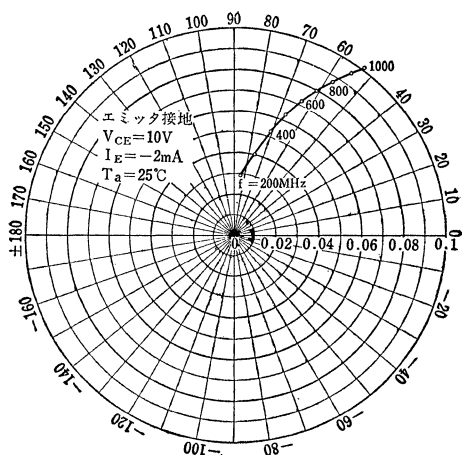
入力反射係数 S_{ie} (Inpedance Chart)



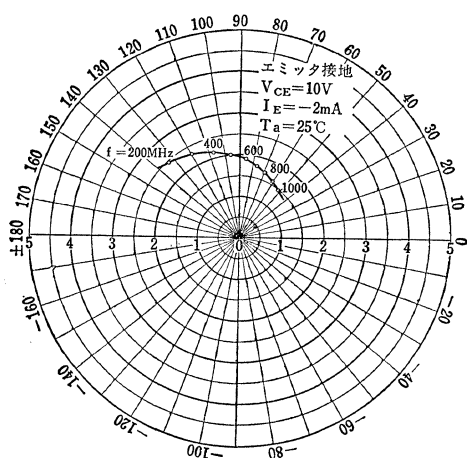
出力反射係数 S_{oe} (Impedance-Chart)



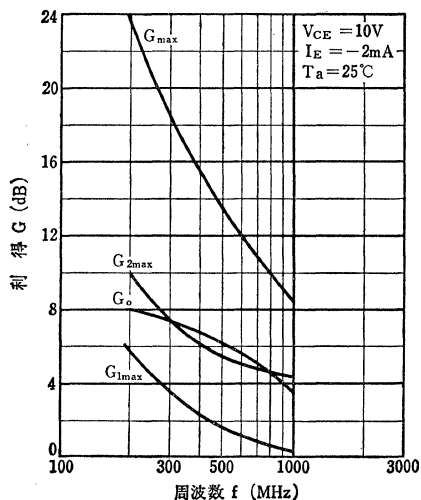
逆伝達係数 S_{re}



順伝達係数 S_{fe}



$G_{max} - f$



(注)

G_{max} は G_0 , G_{1max} , G_{2max} の和に等しくトランジスタの入力および出力をそれぞれ複素共役整合をとった時に得られる利得で (S) パラメータを用いて次の様に表わされる。

$$G_{max} = 10 \log \frac{|S_{fe}|^2}{(1 - |S_{ie}|^2)(1 - |S_{oe}|^2)}$$

G_0 は入力と出力を 50Ω で終端した時に得られる順方向電力利得で次式により与えられる。

$$G_0 = 10 \log |S_{fe}|^2$$

G_{1max} は電源側を複素共役整合を取った時に得られる電力利得で次式により与えられる。但し S_{ie} は入力反射係数である。

$$G_{1max} = 10 \log \frac{1}{1 - |S_{ie}|^2}$$

G_{2max} は負荷側を複素共役整合を取った時に得られる電力利得で次式により与えられる。但し S_{oe} は出力反射係数である。

$$G_{2max} = 10 \log \frac{1}{1 - |S_{oe}|^2}$$

なお逆方向電力利得 S_{ro} は小さいのでこれを無視する。

2SC394

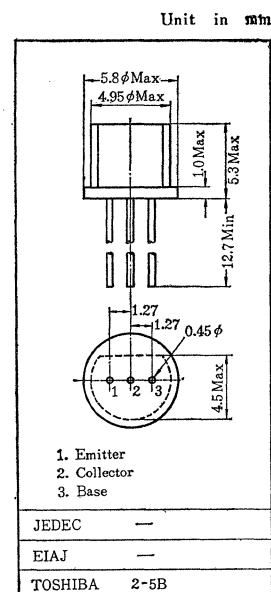
シリコンNPNプレーナ形トランジスタ SILICON NPN PLANAR TRANSISTOR

- 高周波増幅用 ○FM周波数変換用
- High Frequency Amplifier Applications
- FM Frequency converter Applications

- 低電流特性がよい。
- 変換コンダクタンスが大きい： $g_{cb}=9\text{m}\Omega$ (Typ.) ($f=100\text{MHz}$)
- トランジション周波数が高い： $f_T=200\text{MHz}$ (Typ.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	35	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CE0}	30	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EB0}	4	V
コレクタ電流	I_C	100	mA
エミッタ電流	I_E	-100	mA
コレクタ損失	P_C	200	mW
接合部温度	T_J	125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ\text{C}$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=18\text{V}, I_E=0$	—	—	0.5	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=2\text{V}, I_C=0$	—	—	1.0	μA
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-1\text{mA}$	100	200	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0$	—	2.0	3.5	pF
直流電流増幅率*	$h_{FE(1)}$	$V_{CE}=12\text{V}, I_C=2\text{mA}$	40	—	240	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE}=10\text{V}, I_C=0.1\text{mA}$	16	—	—	
$C_c \times r_{bb}'$	$C_c r_{bb}'$	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=-1\text{mA}, f=30\text{MHz}$	—	45	75	ps

* $h_{FE(1)}, (2)$ により下表のように分類し、現品表示してあります。

According to the value of $h_{FE(1)}$ and $h_{FE(2)}$, 2SC394 is classified as follows.

Classification	$h_{FE(1)}$		$h_{FE(2)}$
	Min.	Max.	Min.
2SC394—O	40	80	16
2SC394—Y	70	140	28
2SC394—GR	120	240	48

y 定数 y-Parameter (Typical)

(A) (エミッタ接地, $f=27\text{MHz}$, $V_{CE}=6\text{V}$, $I_E=-1\text{mA}$, $T_a=25^\circ\text{C}$)

Common Emitter

Characteristic	Symbol	Typical	Unit
入力コンダクタンス	g_{ie}	1.8	m Ω
入力容量	C_{ie}	25	pF
逆伝達アドミタンス	$ y_{re} $	0.34	m Ω
逆伝達アドミタンス位相角	θ_{re}	-90	°
順伝達アドミタンス	$ y_{fe} $	29	m Ω
順伝達アドミタンス位相角	θ_{fe}	-28	°
出力コンダクタンス	g_{oe}	100	$\mu\Omega$
出力容量	C_{oe}	3.2	pF

(B) (エミッタ接地, $f=50\text{MHz}$, $V_{CE}=6\text{V}$, $I_E=-1\text{mA}$, $T_a=25^\circ\text{C}$)

Common Emitter

Characteristic	Symbol	Typical	Unit
入力コンダクタンス	g_{ie}	3.1	m Ω
入力容量	C_{ie}	20	pF
逆伝達アドミタンス	$ y_{re} $	0.69	m Ω
逆伝達アドミタンス位相角	θ_{re}	-90	°
順伝達アドミタンス	$ y_{fe} $	27	m Ω
順伝達アドミタンス位相角	θ_{fe}	-40	°
出力コンダクタンス	g_{oe}	180	$\mu\Omega$
出力容量	C_{oe}	2.8	pF

(C) (ベース接地, $f=27\text{MHz}$, $V_{CB}=6\text{V}$, $I_E=-1\text{mA}$, $T_a=25^\circ\text{C}$)

Common Base

Characteristic	Symbol	Typical	Unit
入力コンダクタンス	g_{ib}	26	m Ω
入力容量	C_{ib}	-70	pF
逆伝達アドミタンス	$ y_{rb} $	0.18	m Ω
逆伝達アドミタンス位相角	θ_{rb}	-120	°
順伝達アドミタンス	$ y_{fb} $	29	m Ω
順伝達アドミタンス位相角	θ_{fb}	152	°
出力コンダクタンス	g_{ob}	100	$\mu\Omega$
出力容量	C_{ob}	3.2	pF

(D) (ベース接地, $f=50\text{MHz}$, $V_{CB}=6\text{V}$, $I_E=-1\text{mA}$, $T_a=25^\circ\text{C}$)

Common Base

Characteristic	Symbol	Typical	Unit
入力コンダクタンス	g_{ib}	19	m Ω
入力容量	C_{ib}	-33	pF
逆伝達アドミタンス	$ y_{rb} $	0.23	m Ω
逆伝達アドミタンス位相角	θ_{rb}	-120	°
順伝達アドミタンス	$ y_{fb} $	27	m Ω
順伝達アドミタンス位相角	θ_{fb}	140	°
出力コンダクタンス	g_{ob}	180	$\mu\Omega$
出力容量	C_{ob}	2.8	pF

2SC394

(E) (ベース接地, $f=100\text{MHz}$, $V_{CB}=6\text{V}$, $I_E=-1\text{mA}$, $T_a=25^\circ\text{C}$)

Common Base

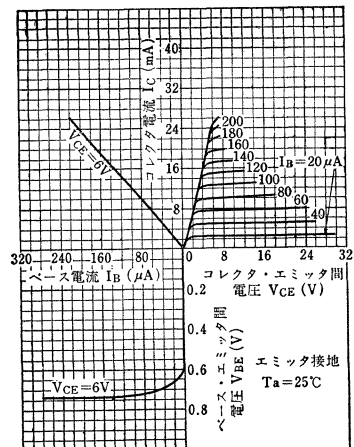
Characteristic	Symbol	Typical	Unit
入力コンダクタンス	g_{ib}	17	m Ω
入力容量	C_{ib}	-11.5	pF
逆伝達アドミタンス	$ y_{rb} $	0.32	m Ω
逆伝達アドミタンス位相角	θ_{rb}	-115	$^\circ$
順伝達アドミタンス	$ y_{fb} $	26	m Ω
順伝達アドミタンス位相角	θ_{fb}	135	$^\circ$
出力コンダクタンス	g_{ob}	250	$\mu\Omega$
出力容量	C_{ob}	2.7	pF

(F) (ベース接地, $V_{CB}=6\text{V}$, $I_E=-1\text{mA}$, $T_a=25^\circ\text{C}$)

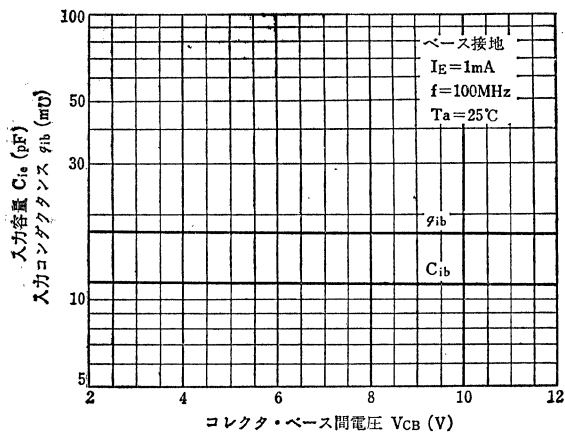
Common Base

Characteristic	Symbol	Test condition	Typical	Unit
入力コンダクタンス	g_{ib}	$f=100\text{MHz}$	17	m Ω
入力容量	C_{ib}	$f=100\text{MHz}$	-11.5	pF
逆伝達アドミタンス	$ y_{rb} $	$f=10.7\text{MHz}$	0.12	m Ω
逆伝達アドミタンス位相角	θ_{rb}	$f=10.7\text{MHz}$	-120	$^\circ$
変換コンダクタンス	g_{cb}	$f=100\text{MHz}$ $f_o=110.7\text{MHz}$ $v_o=100\text{mV}$	9	m Ω
出力コンダクタンス	g_{ob}	$f=10.7\text{MHz}$	27	$\mu\Omega$
出力容量	C_{ob}	$f=10.7\text{MHz}$	3.6	pF

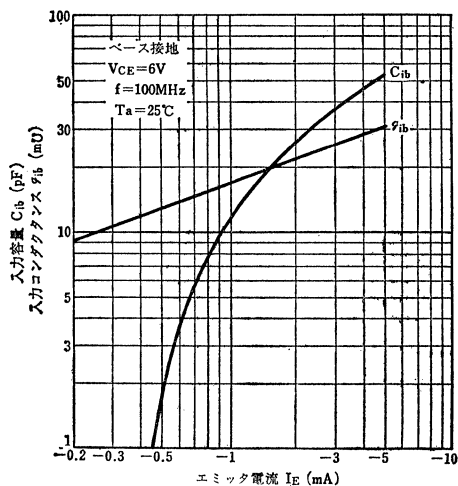
Static Characteristics



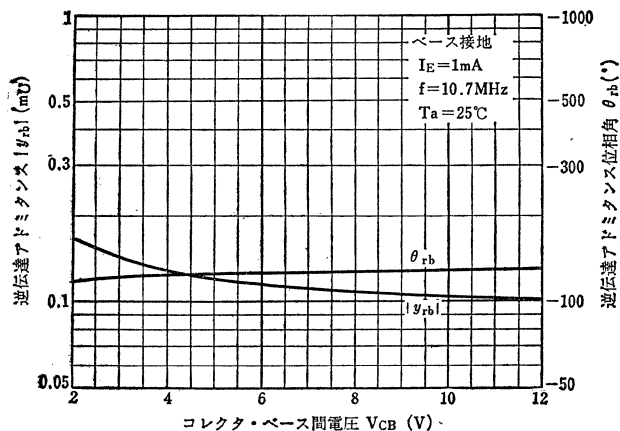
$C_{ib}, g_{ib}-V_{CB}$



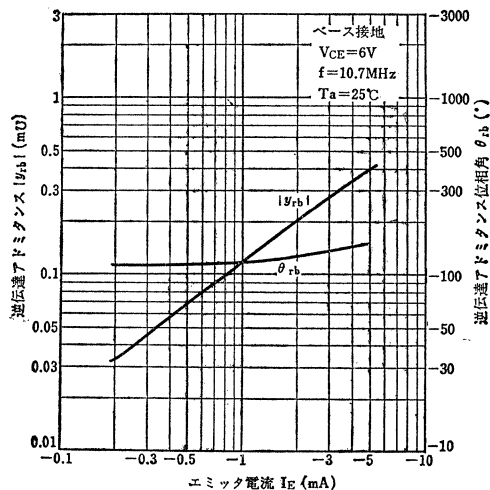
$C_{ib}, g_{ib}-I_E$



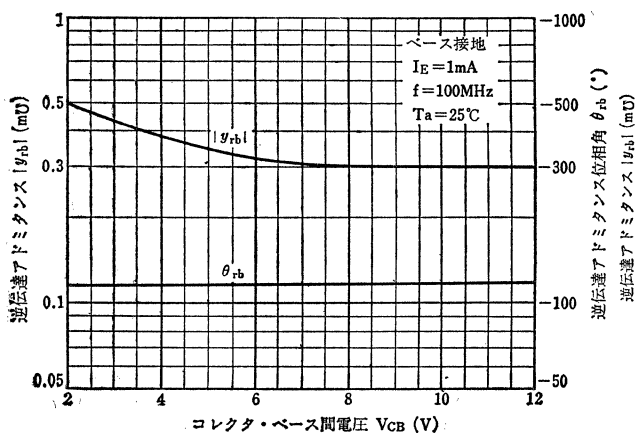
$|y_{rb}|, \theta_{rb}-V_{CB}$



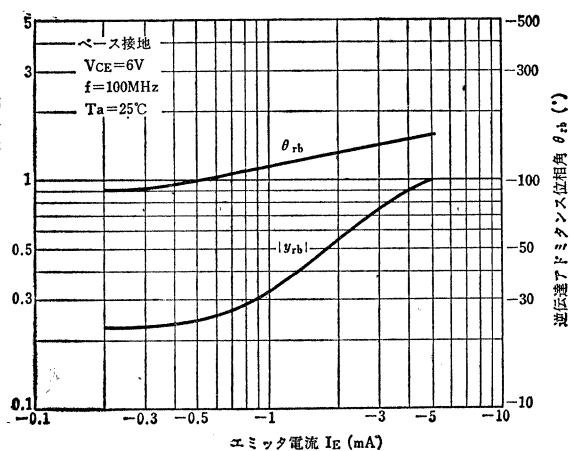
$|y_{rb}|, \theta_{rb}-I_E$



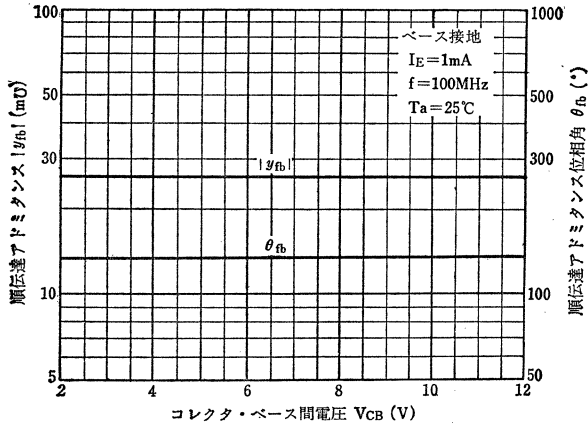
$|y_{rb}|, \theta_{rb}-V_{CB}$



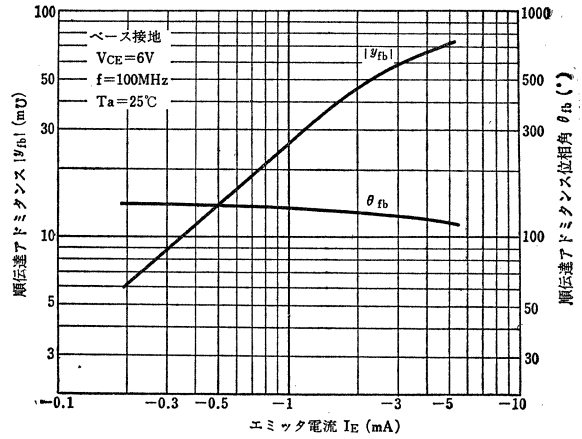
$|y_{rb}|, \theta_{rb}-I_E$



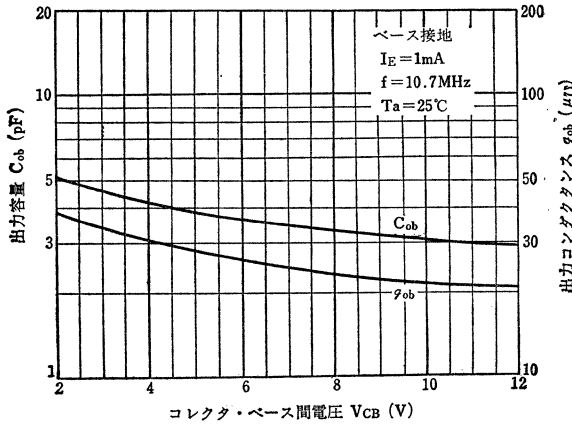
$|y_{fb}|, \theta_{fb}-V_{CB}$



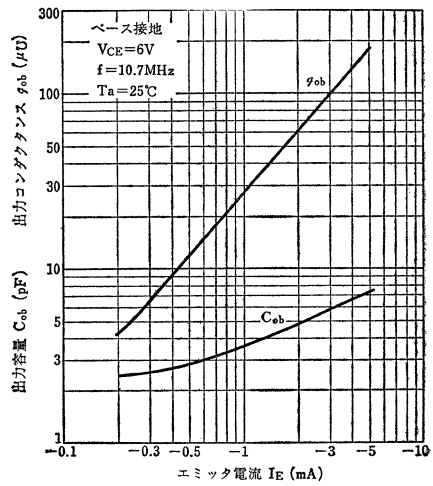
$|y_{fb}|, \theta_{fb}-I_E$



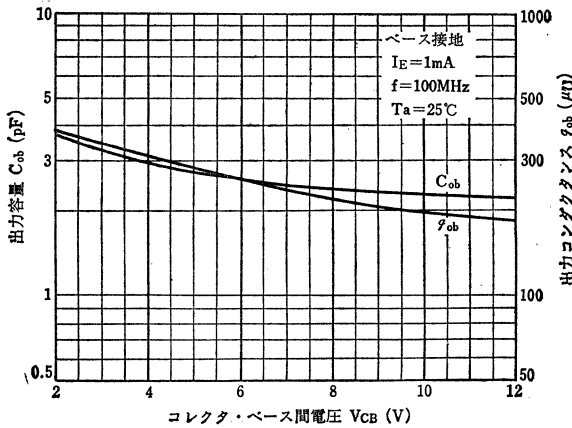
$C_{ob}, g_{ob}-V_{CB}$



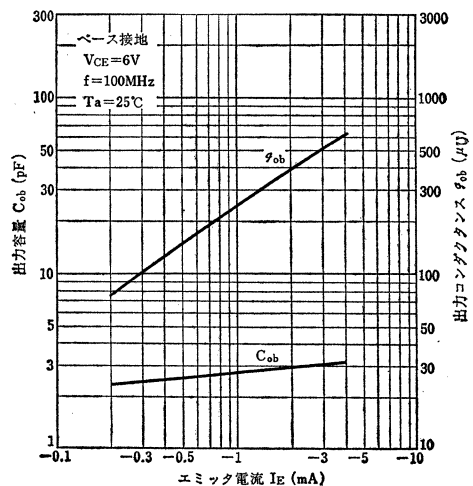
$C_{ob}, g_{ob}-I_E$

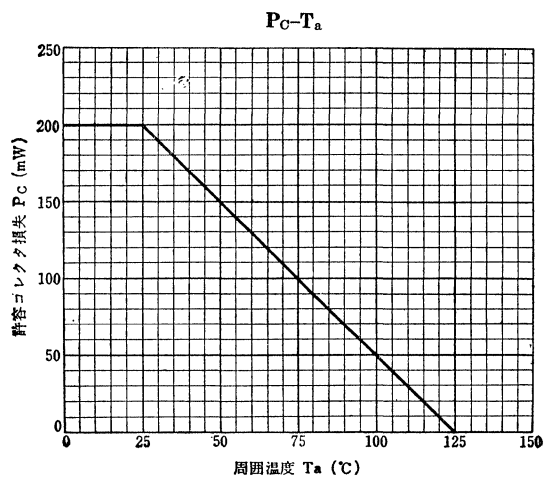
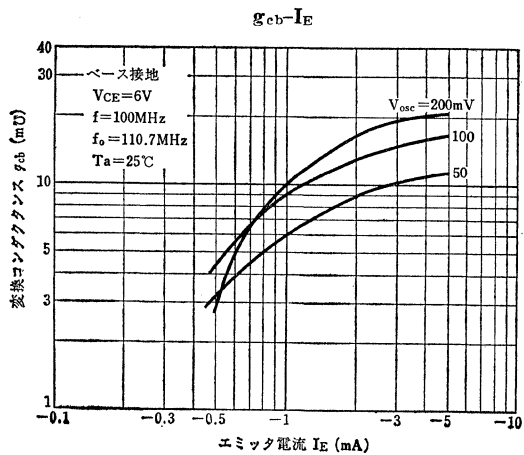


$C_{ob}, g_{ob}-V_{CB}$



$C_{ob}, g_{ob}-I_E$





2SC395A

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

○超高速スイッチング用 ○電子計算機用、カウンタ用

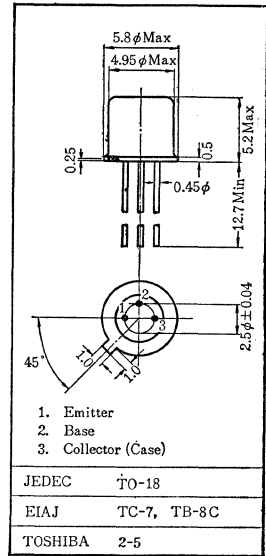
○ Ultra High Speed Switching Applications

○ Computer Applications

- トランジション周波数が高い： $f_T=200\text{MHz}$ (Min.)
- 飽和電圧が小さい： $V_{CE}(\text{sat})=0.25\text{V}$ (Max.)
- スイッチング速度が速い： $t_{stg}=25\text{ns}$ (Typ.)

通信工業用
Industrial Applications

Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	20	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	12	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	500	mA
エミッタ電流	I_E	-500	mA
コレクタ損失	P_C	300	mW
接合部温度	T_J	175	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ\text{C}$

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

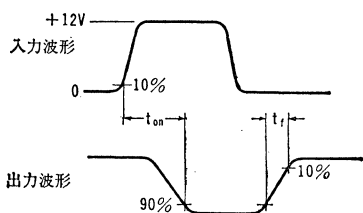
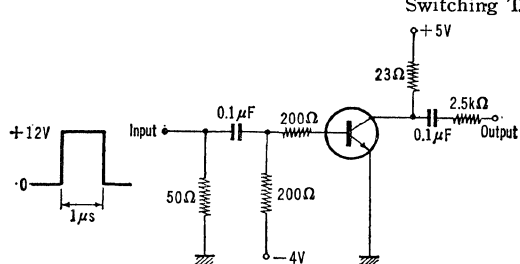
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=20\text{V}, I_E=0$	—	—	0.1	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=4\text{V}, I_C=0$	—	—	1.0	μA
直流電流増幅率	$h_{FE(1)*}$	$V_{CE}=1\text{V}, I_C=10\text{mA}$	30	—	200	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE}=5\text{V}, I_C=500\text{mA}$	10	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(\text{sat})(1)}$	$I_C=10\text{mA}, I_B=1\text{mA}$	—	—	0.25	V
	$V_{CE(\text{sat})(2)}$	$I_C=200\text{mA}, I_B=20\text{mA}$	—	—	0.7	
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(\text{sat})}$	$I_C=10\text{mA}, I_B=1\text{mA}$	—	—	1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-10\text{mA}$	200	400	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	—	4	6	pF
スイッチング時間	ターンオン時間	t_{on}	—	20	40	ns
	蓄積時間	t_{stg}	—	25	50	
	下降時間	t_f	—	15	30	

* $h_{FE(1)}$ により下表のように分類し、現品表示してあります。

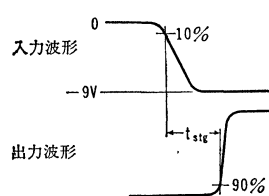
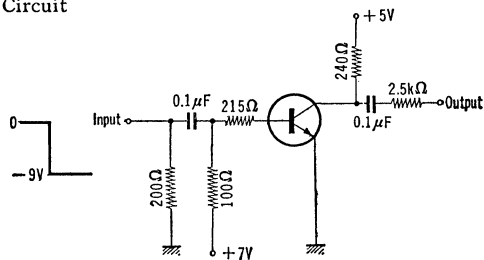
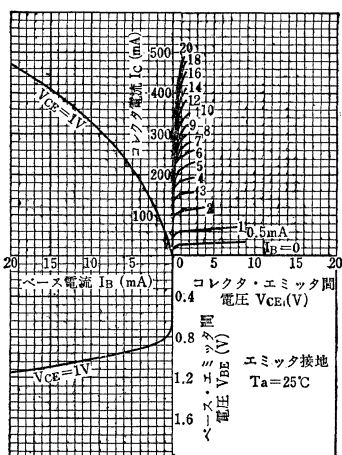
According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SC395A is classified as follows.

Classification	Symbol or (Color Dot)	$h_{FE(1)}$	
		Min.	Max.
2SC395A—R	R(Red)	30	70
2SC395A—O	O(Orange)	60	120
2SC395A—Y	Y(Yellow)	100	200
2SC395A	—	30	200

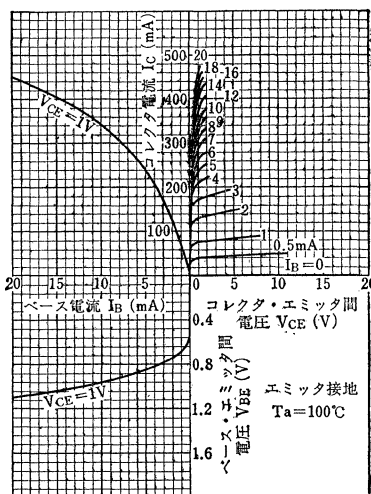
Fig. 1 スイッチング時間測定回路
Switching Time Test Circuit



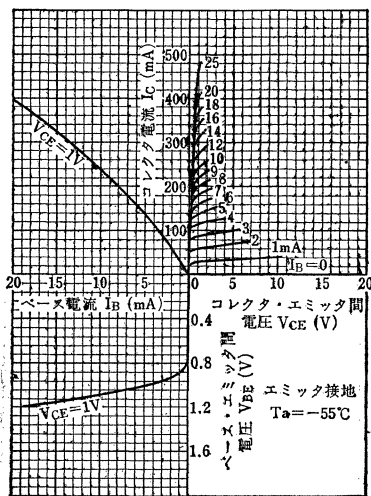
Static Characteristics



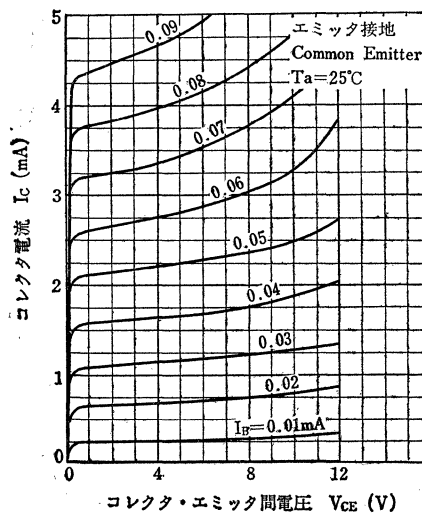
Static Characteristics



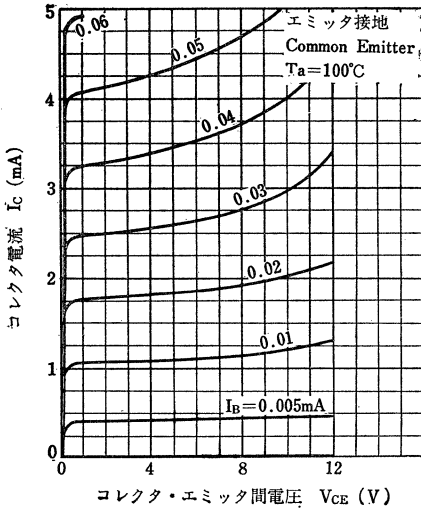
Static Characteristics



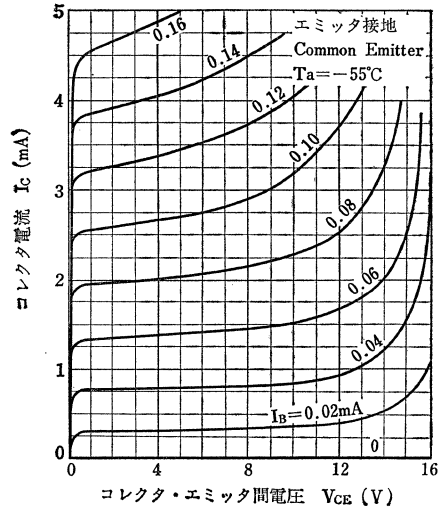
Ic-Vce (Low Current Region)



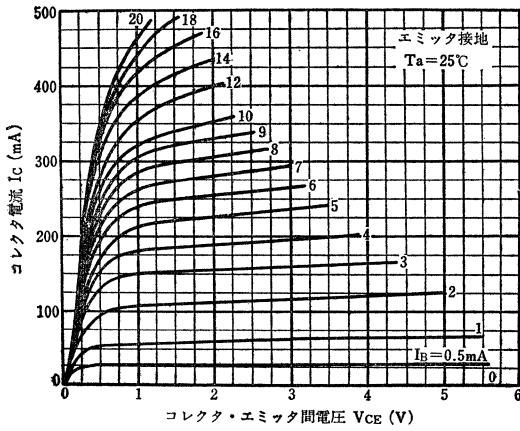
I_C - V_{CE} (Low Current Region)



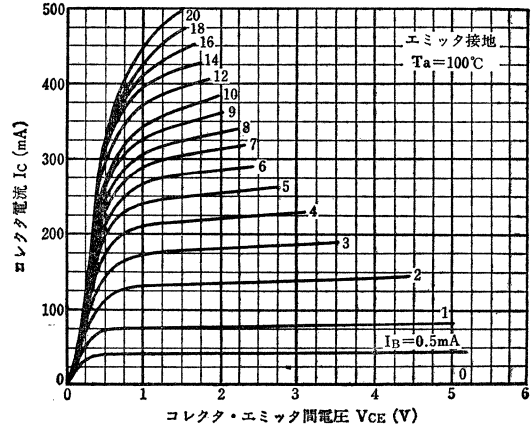
I_C - V_{CE} (Low Current Region)



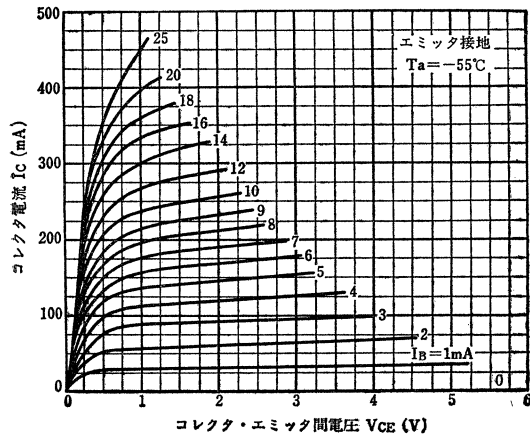
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



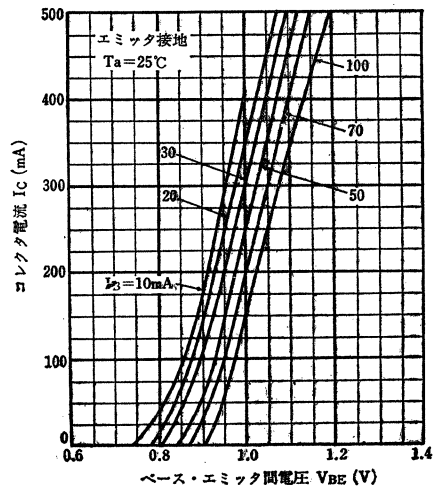
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)

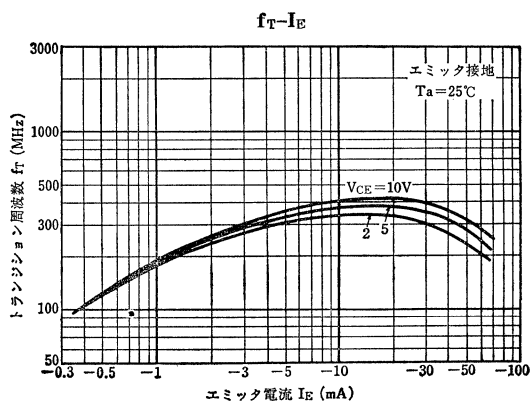
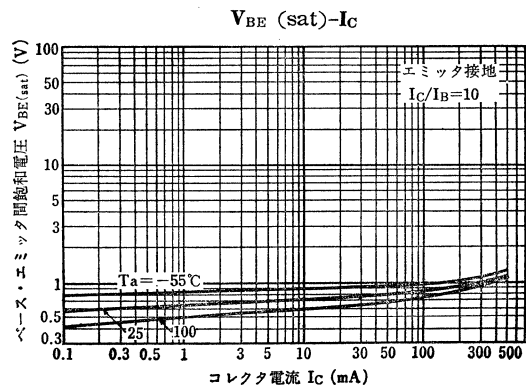
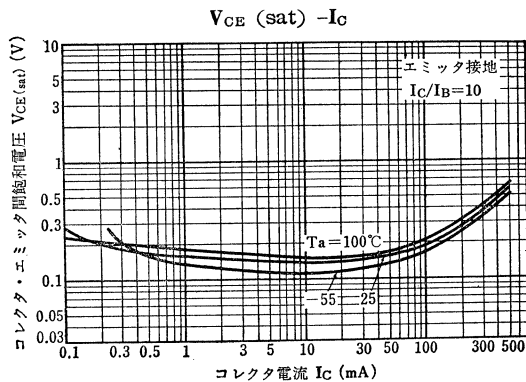
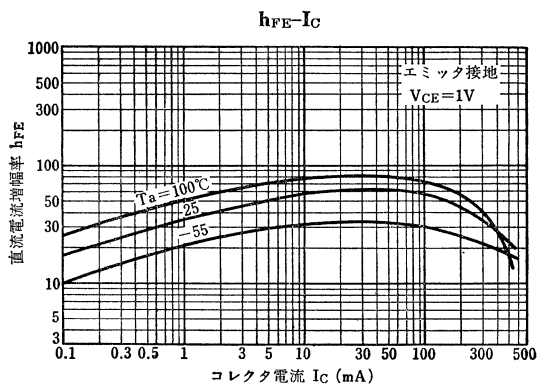
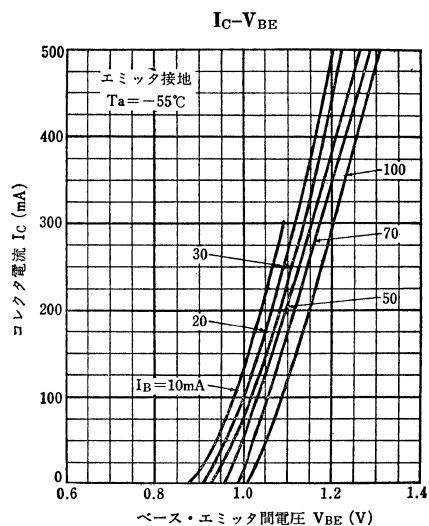
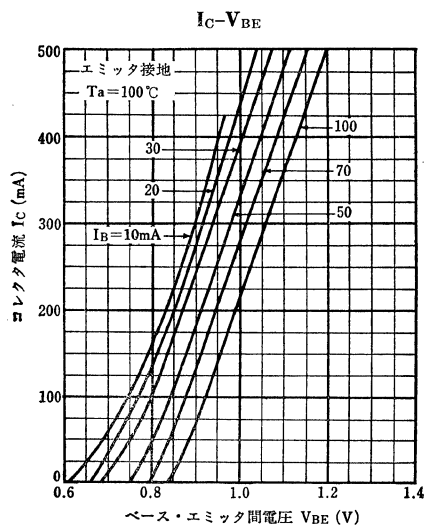


I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



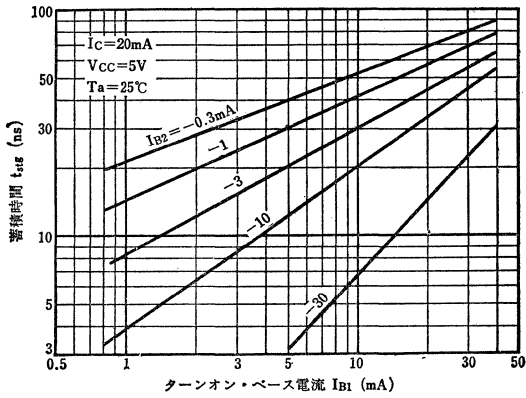
I_C - V_{BE}



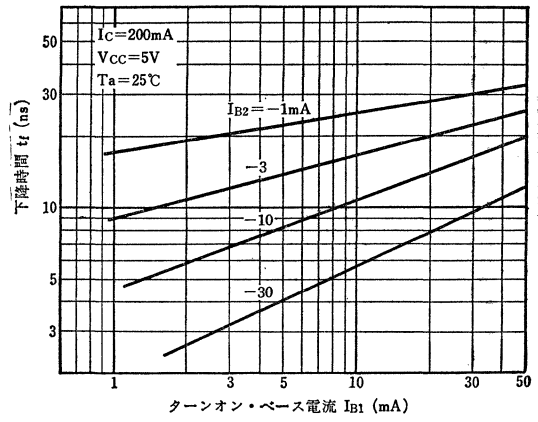


2SC395A

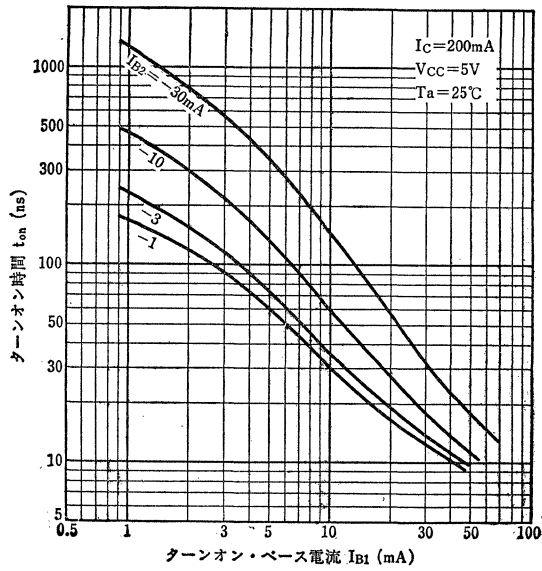
$t_{stg}-I_{B1}$



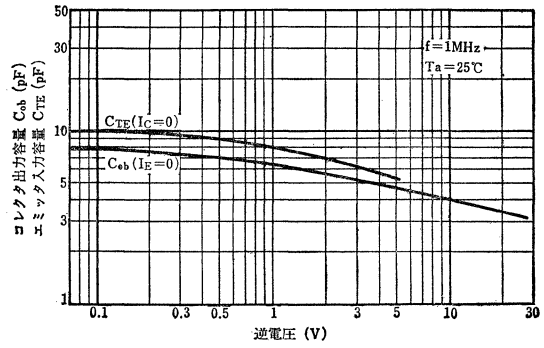
t_f-I_{B1}



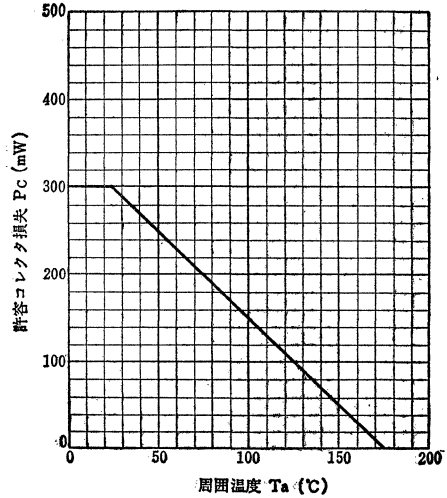
$t_{on}-I_{B1}$



$C_{ob}, C_{TE}-V_R$



P_C-T_a

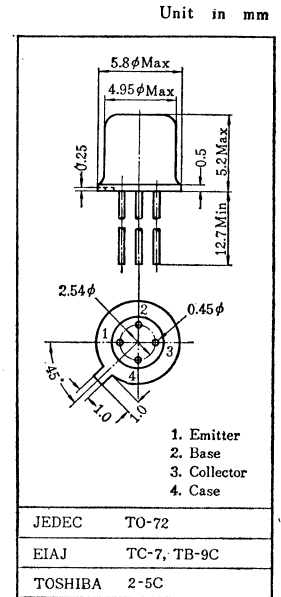


- テレビVHFチューナ用 RF増幅用：2SC398, 混合用：2SC399
○ TV VHF Tuner Applications, RF Amplifier : 2SC398, Mixer Amplifier : 2SC399.

- 高利得です： $G_{pe}=20\text{dB}$ (Typ.) ($f=200\text{MHz}$) 2SC398
 $G_{MIX}=18\text{dB}$ (Typ.) ($f=200\text{MHz}$) 2SC399
- 低雑音です： $NF=2.8\text{dB}$ (Typ.) ($f=200\text{MHz}$) 2SC398
 $NF=3.5\text{dB}$ (Typ.) ($f=200\text{MHz}$) 2SC399
- 順方向 AGC 特性が優れております。/Excellent forward AGC Characteristics.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

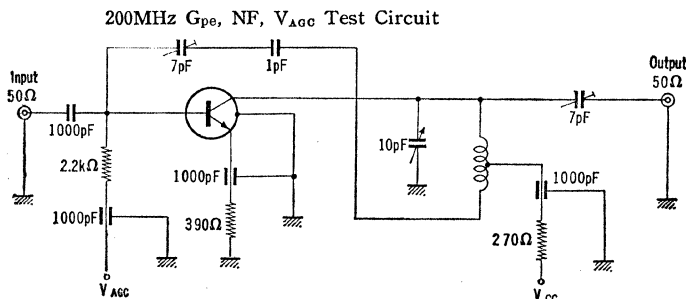
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	20	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	20	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	3	V
コレクタ電流	I_C	20	mA
エミッタ電流	I_E	-20	mA
コレクタ損失	P_C	200	mW
接合部温度	T_J	150	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ\text{C}$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0$	—	—	50	nA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=2\text{V}, I_C=0$	—	—	10	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=5\text{V}, I_C=4\text{mA}$	20	—	200	
電力利得 (Fig. 1)	2SC398 G_{pe}	$V_{AGC}=1.4\text{V}, V_{CC}=12\text{V}, f=200\text{MHz}$	17.0	20	25	dB
混合利得 (Fig. 2)	2SC399 G_{MIX}	$V_{CC}=11\text{V}, f_i=213\text{MHz}, f_{osc}=256.5\text{MHz}$	15	18	20	dB
雑音指数	2SC398 NF	$V_{AGC}=1.4\text{V}, V_{CC}=12\text{V}, f=200\text{MHz}$	—	2.8	4.5	dB
	2SC399 NF		—	3.5	5.0	
AGC 電圧*	V_{AGC}	$V_{CC}=12\text{V}, f=200\text{MHz}$	4.4	4.9	5.4	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10\text{V}, I_C=4\text{mA}$	250	—	—	MHz
ベース拡がり抵抗	r_{bb}'	$V_{CE}=6\text{V}, I_E=-2\text{mA}, f=30\text{MHz}$	—	—	25	Ω
帰還容量	C_{re}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	0.25	—	0.50	pF

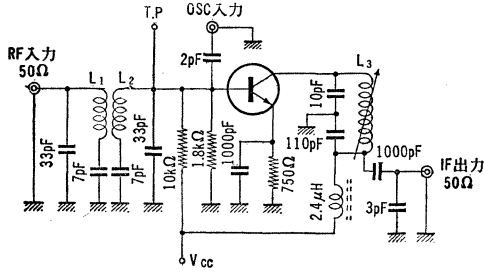
- * Fig. 1 の回路で電力利得 ($V_{AGC}=1.4\text{V}$ 時) が 30dB 低下するときの AGC 電圧。
AGC Voltage measured by shown in Fig. 1, when Power gain is reduced to 30dB compared with that of V_{AGC} at 1.4V
Fig. 1 200MHz 電力利得, 雑音指数, AGC測定回路



2SC398, 2SC399

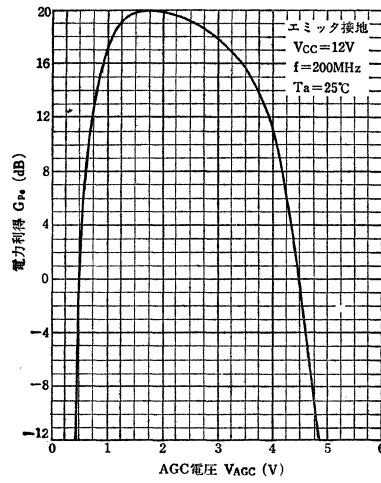
Fig.2 混合利得測定回路

Mixer Gain Test Circuit

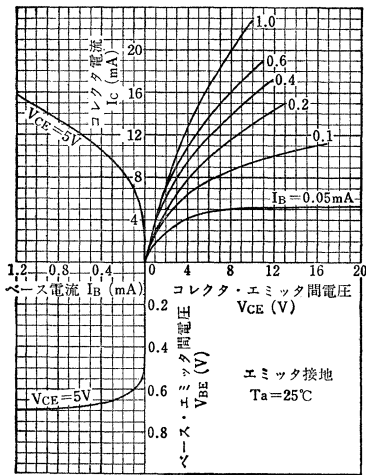


RF入力: 213MHz
 OSC入力: 256.5MHz
 IF出力: 43.5MHz
 L1: 0.7mm 5φ 5T
 L2: 0.7mm 5φ 5T
 L3: 0.3mm 6φ 11.5T TDK M5材
 T. P端子にて250mVになるようOSC出力を調整する

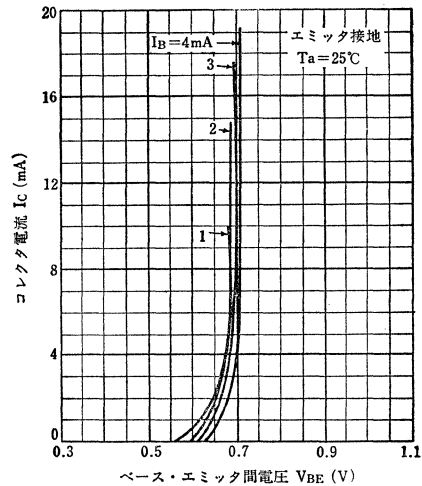
$G_{p0}-V_{AGC}$



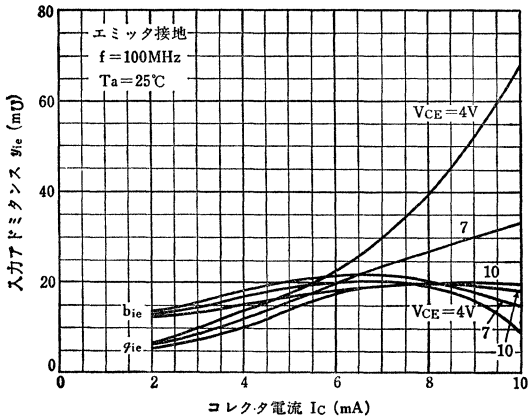
Static Characteristics



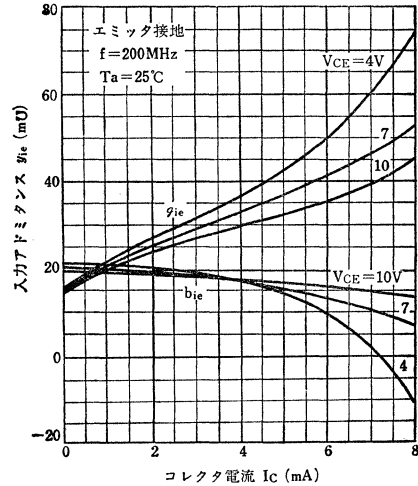
I_C-V_{BE}

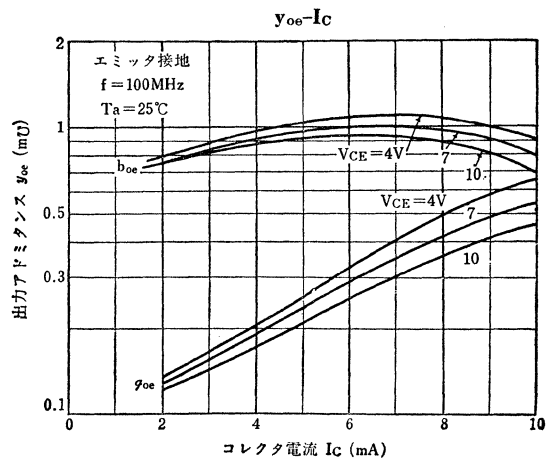
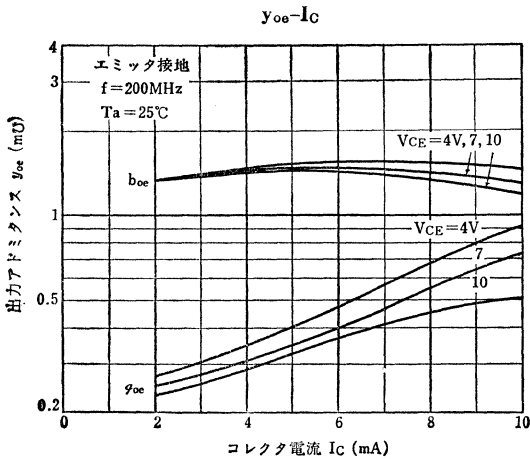
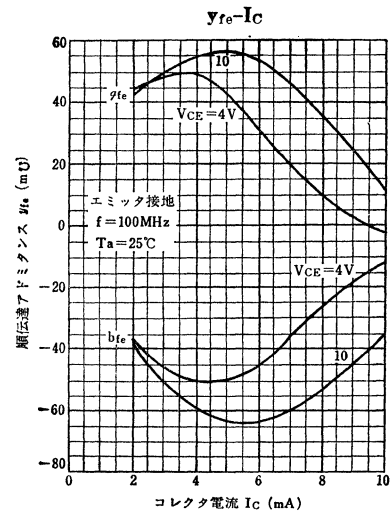
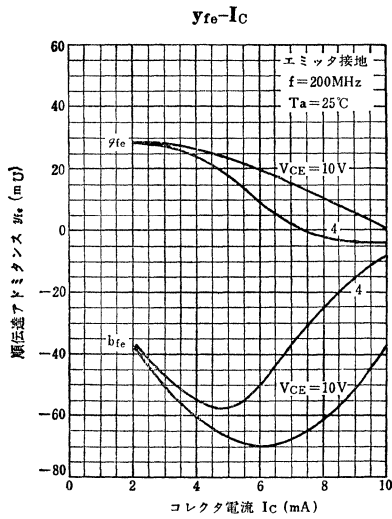
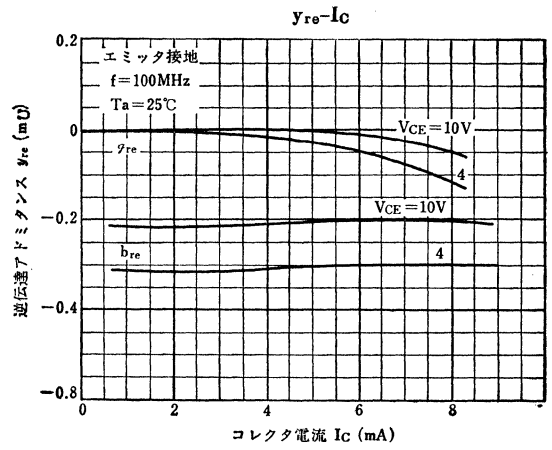
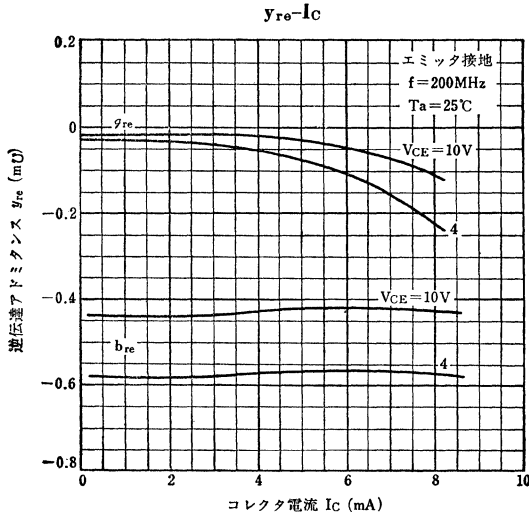


$y_{ie}-I_C$



$y_{ie}-I_C$





2SC400

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

- 高周波増幅用 ○高速度スイッチング用
- High Frequency Amplifier Applications
- High Speed Switching Applications

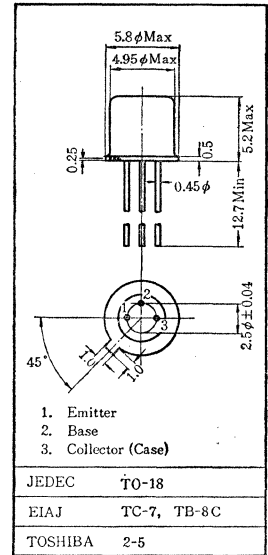
通信工業用
Industrial Applications

Unit in mm

- トランジション周波数が高い: $f_T=300\text{MHz}$ (Typ.)
- コレクタ出力容量が小さい: $C_{ob}=4\text{pF}$ (Typ.)
- スwitching時間が速い: $t_{stg}=400\text{ns}$ (Typ.)
- 2SA500 とコンプリメンタリになります。 / Complementary to 2SA500.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	30	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	20	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	100	mA
エミッタ電流	I_E	-100	mA
コレクタ損失	P_C	250	mW
接合部温度	T_j	175	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ\text{C}$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

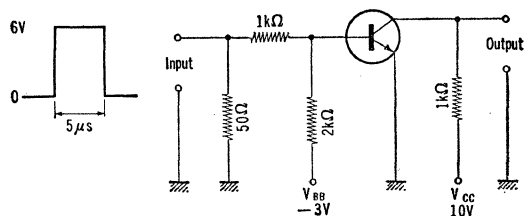
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしや断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=15\text{V}, I_E=0$	—	—	0.5	μA
エミッタしや断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5\text{V}, I_C=0$	—	—	1.0	μA
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE}=1\text{V}, I_C=10\text{mA}$	30	—	350	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=10\text{mA}$	—	0.15	0.4	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_B=1\text{mA}$	—	0.8	0.95	
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-10\text{mA}$	100	300	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	—	4	6	pF
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CB}=6\text{V}, I_E=-1\text{mA}, f=30\text{MHz}$	—	40	150	Ω
入力インピーダンス (出力短絡)	h_{ie}	$V_{CE}=10\text{V}$ $I_E=-10\text{mA}$ $f=270\text{Hz}$	—	0.3	—	k Ω
電圧帰還率 (入力開放)	h_{re}		—	2	—	$\times 10^{-4}$
電流増幅率 (出力短絡)	h_{fe}		—	80	—	
出力アドミタンス (入力開放)	h_{oe}		—	150	—	μS
スイッチング時間	ターンオン時間	t_{on}	—	25	—	ns
	蓄積時間	t_{stg}	—	400	—	ns
	下降時間	t_f	—	35	—	ns

* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。

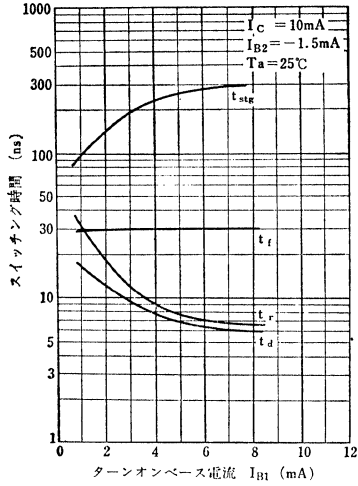
According to the value of h_{FE} , the 2SC400 is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SC400-R	30	70
2SC400-O	60	120
2SC400-Y	100	200
2SC400-GR	170	350
2SC400	30	350

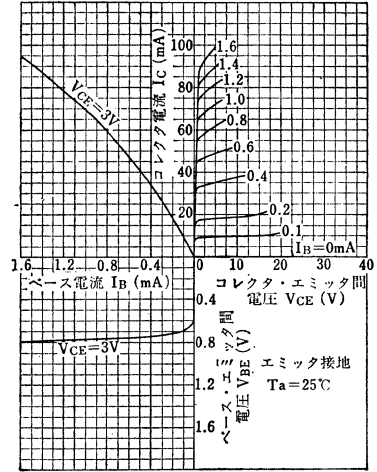
Fig. 1 スwitching時間測定回路
Switching Time Test Circuit



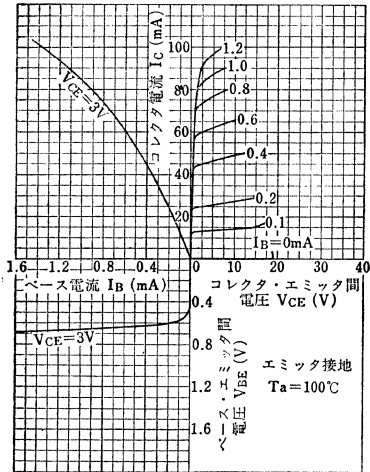
Switching Characteristics



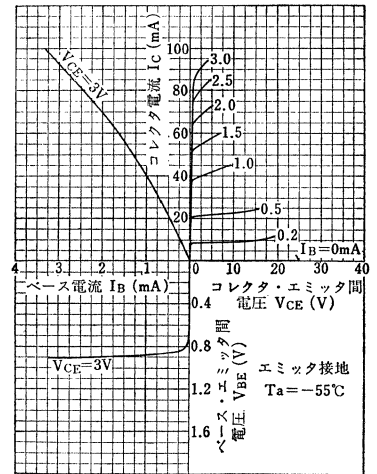
Static Characteristics



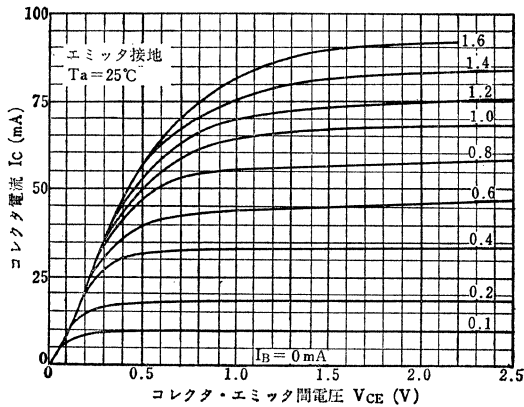
Static Characteristics



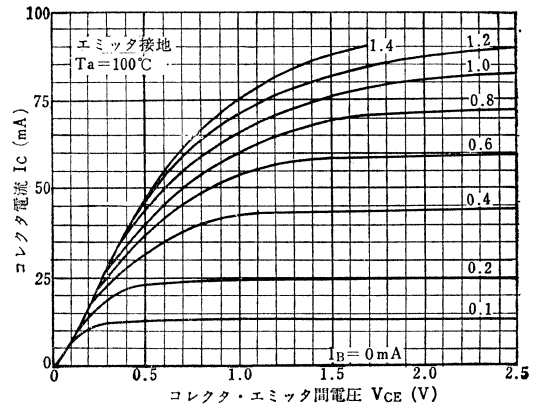
Static Characteristics



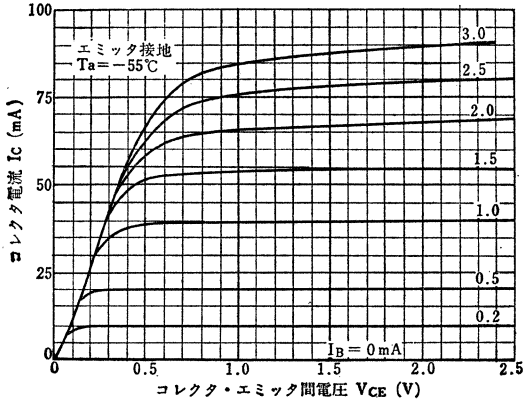
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



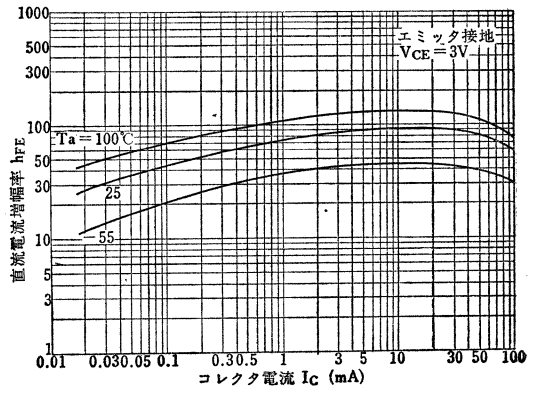
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



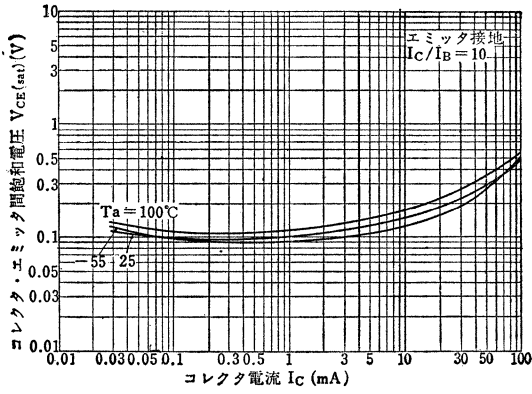
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



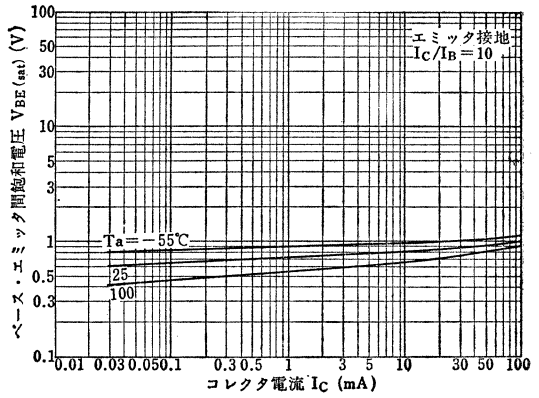
h_{FE} - I_C



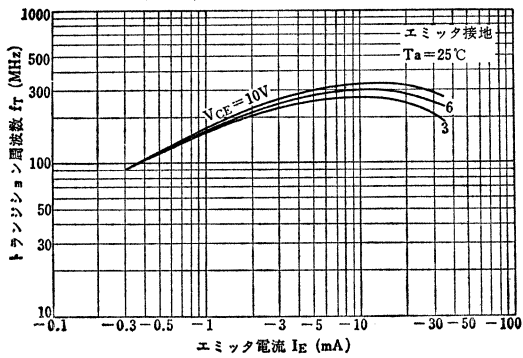
$V_{CE}(\text{sat})$ - I_C



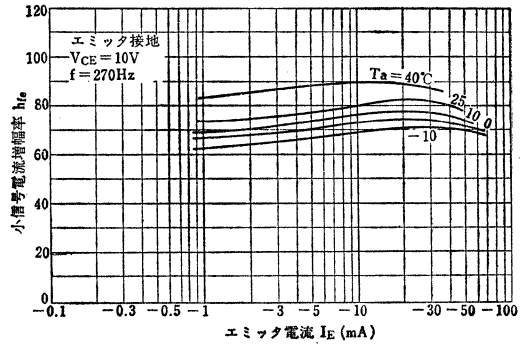
$V_{BE}(\text{sat})$ - I_C



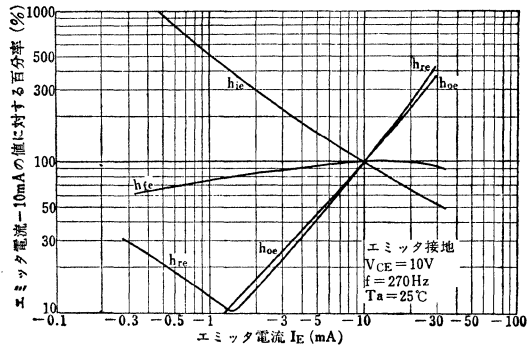
f_T - I_E



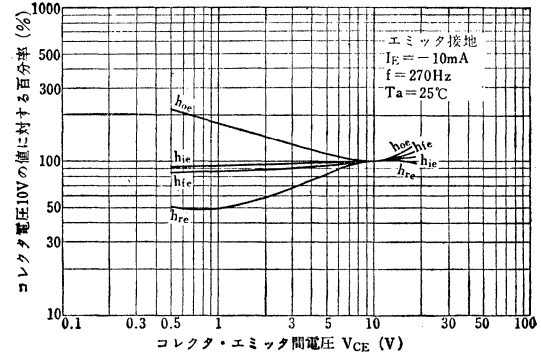
h_{fe} - I_E



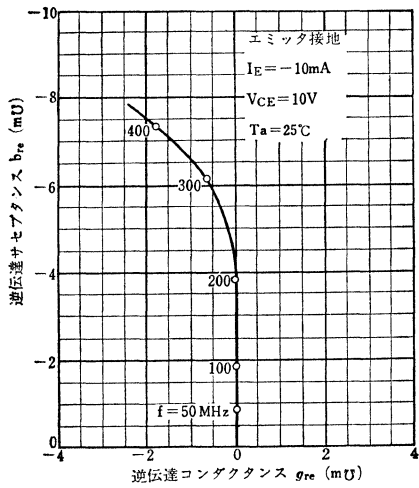
h Parameter- I_E



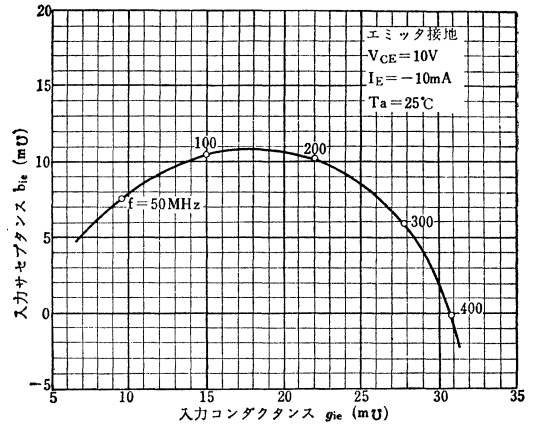
h Parameter- V_{CE}



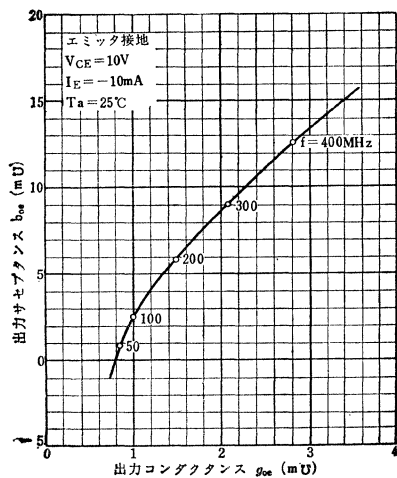
$y_{re}-f$



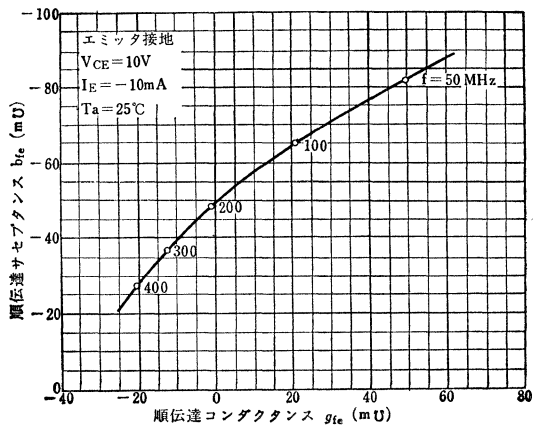
$y_{ie}-f$



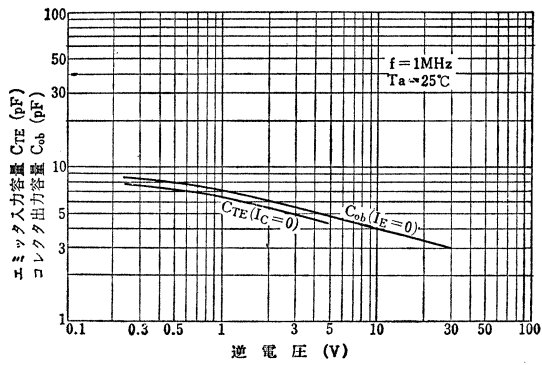
$y_{oe}-f$



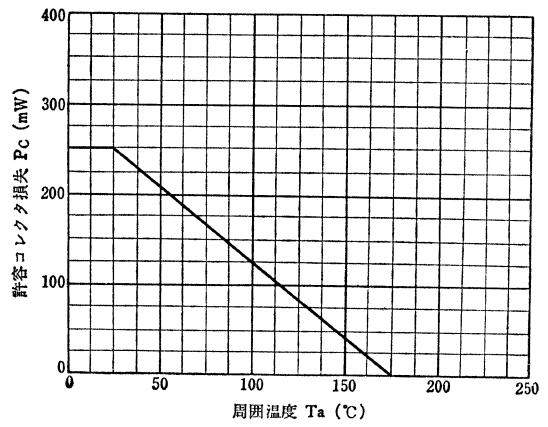
$y_{fe}-f$



$C_{TE}, C_{ob}-V_R$



P_C-T_a



シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

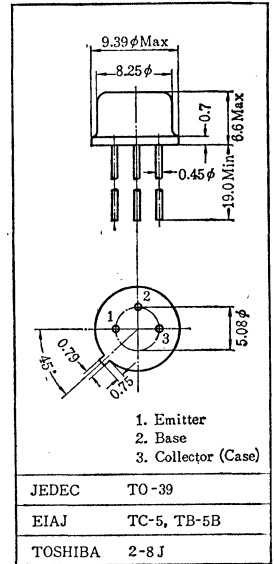
2SC481

- VHF 帯高周波電力増幅用 ○ 27MHz—50MHz トランシーバ出力用
○ VHF Power Amplifier Applications ○ 27MHz—50MHz Tranceiver Power Output Amplifier Applications

- 高耐圧です: $V_{CEr} = 60V$
- トランジション周波数が高い: $f_T = 100MHz$ (Min.)
- 出力容量が小さい: $C_{ob} = 30pF$ (Max.)
- 飽和電圧が低い: $V_{CE(sat)} = 0.8V$ (Max.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	60	V
コレクタ・エミッタ間電圧 ($R_{BE} = 10\Omega$)	V_{CER}	60	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	1	A
エミッタ電流	I_E	-1	A
コレクタ損失	P_C	600	mW
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

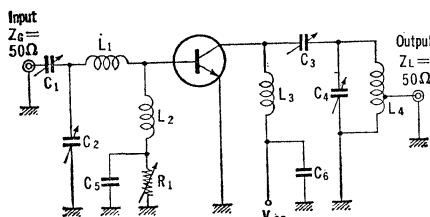
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = 30V, I_E = 0$	—	—	10	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE} = 2V, I_C = 150mA$	20	35	100	
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = 6V, I_E = -100mA$	100	—	—	MHz
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 150mA, I_B = 15mA$	—	—	0.8	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C = 150mA, I_B = 15mA$	—	—	1.5	V
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = 10V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	—	30	pF
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CE} = 10V, I_E = -1mA, f = 50MHz$	—	—	25	Ω

動作特性 Operating Characteristics ($T_a = 25^\circ C$) (See Fig.1)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Unit
出力電力	P_o	$f = 50MHz, V_{CC} = 24V$ $P_i = 0.1W, R_i = 0$	1.0	—	W
能率	η		—	65	%

100×100×2mm のアルミニウム放熱板にラジエータホルダ (RH-10) を用いて取付ける。
100×100×2mm Al Heat Sink (RH-10 Use)

Fig.1 27MHz および 50MHz 出力電力測定回路
27MHz and 50MHz Output Power Test Circuit



回路定数

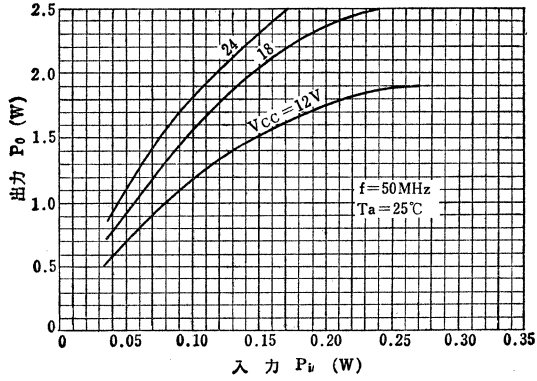
27MHz 用

- $C_1, C_2, C_3, C_4 : 100pF$
- $C_5, C_6 : 0.005\mu F$ (貫通形コンデンサ) と $0.05\mu F$ (ディスク形セラミックコンデンサ) を並列にして使用
- $L_1 : 10T, 0.8mm\phi$ 銀メッキ銅線, 直径10mm, 長さ12mm
- $L_2 : \text{フェライトコア入りチョーク} 10\mu H$
- $L_3 : 3\mu H$ (空心チョーク)
- $L_4 : 8.5T, 2mm\phi$ 銀メッキ銅線, 直径15mm, 長さ25mm
- タップアース側から1.5T
- $R_1 : 200\Omega$ 可変抵抗

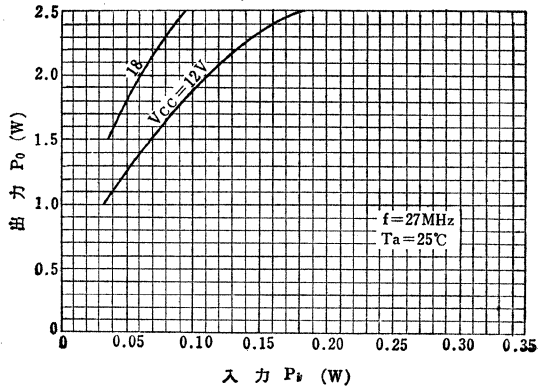
50MHz 用

- $C_1, C_2, C_3, C_4 : 50pF$
- $C_5, C_6 : 0.005\mu F$ (貫通形コンデンサ) と $0.05\mu F$ (ディスク形セラミックコンデンサ) を並列にして使用
- $L_1 : 6T, 1mm\phi$ 銀メッキ銅線, 直径10mm, 長さ10mm
- $L_2 : \text{フェライトコア入りチョーク} 10\mu H$
- $L_3 : 1.0\mu H$ (空心チョーク)
- $L_4 : 8T, 2mm\phi$ 銀メッキ銅線, 直径12.5mm, 長さ25mm
- タップアース側から1.5T
- $R_1 : 100\Omega$ 可変抵抗

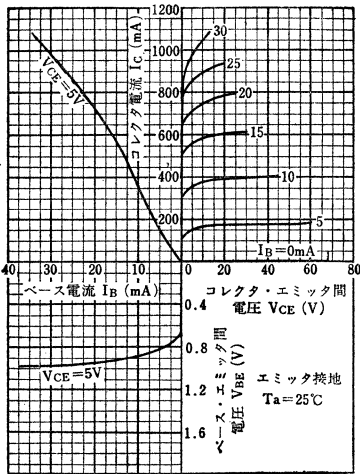
P_o-P_i (See Fig.1)



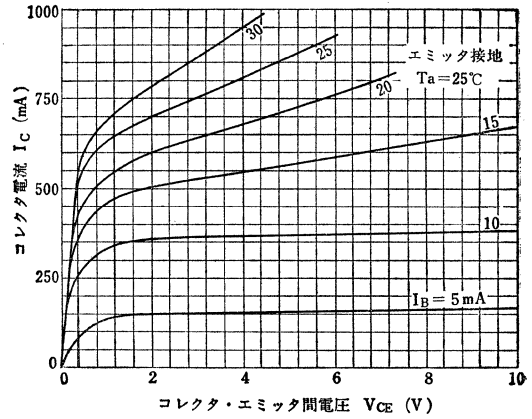
P_o-P_i (See Fig.1)



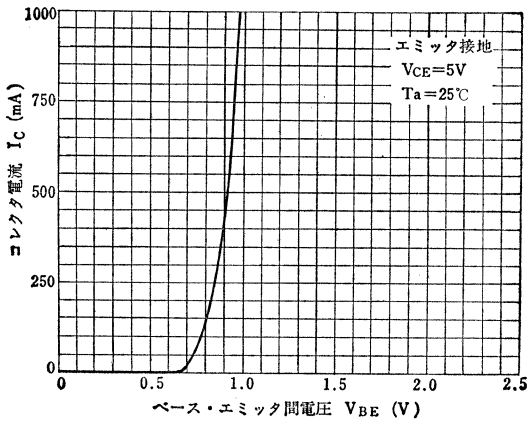
Static Characteristics



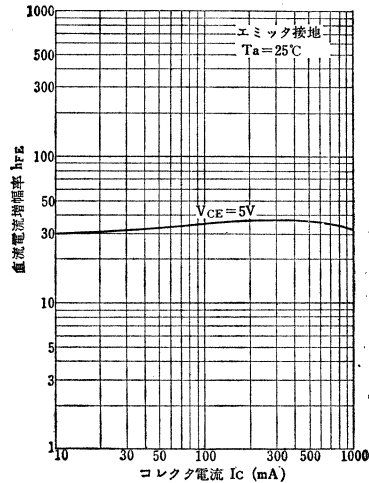
I_c-V_{CE}

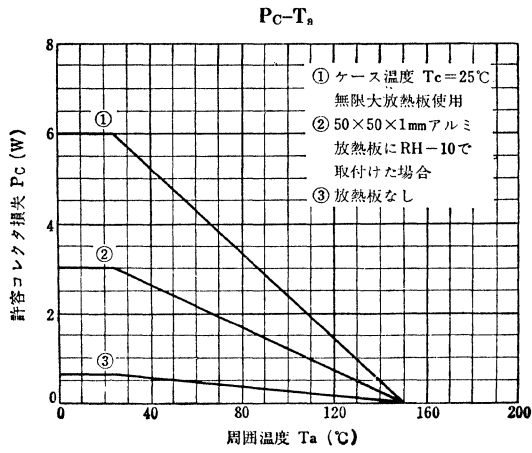


I_c-V_{BE}



$h_{FE}-I_c$





2SC482

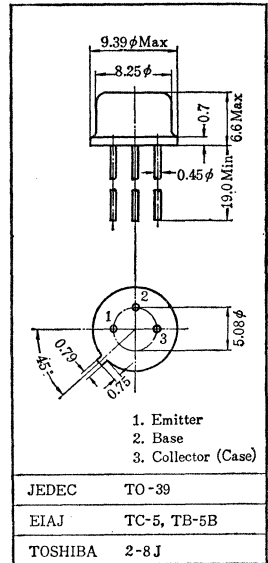
シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

○高周波電力増幅用 ○低周波電力増幅用

○ RF Power Amplifier Applications ○ Audio Power Amplifier Applications

- ・飽和電圧が低い: $V_{CE(sat)}=0.8V(\text{Max.})$
- ・トランジション周波数が高い: $f_T=50\text{MHz}(\text{Min.})$
- ・コレクタ出力容量が小さい: $C_{ob}=15\text{pF}(\text{Typ.})$

Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	40	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	32	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	600	mA
エミッタ電流	I_E	-600	mA
コレクタ損失 ($T_a=50^\circ\text{C}$)	P_C	600	mW
接合部温度	T_j	175	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ\text{C}$

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

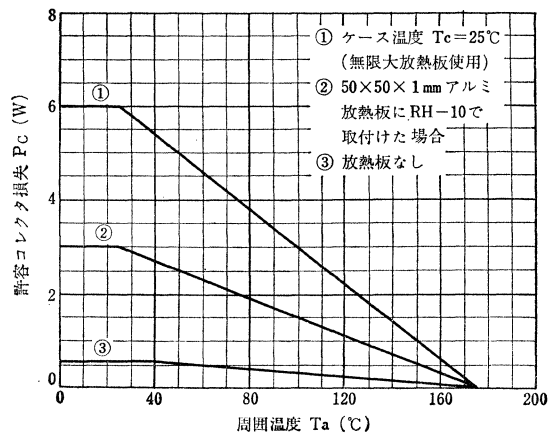
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=30V, I_E=0$	—	—	1	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	1	μA
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE}=2V, I_C=150\text{mA}$	30	—	300	
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1\text{MHz}$	—	15	30	pF
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CE}=6V, I_E=-1\text{mA}, f=50\text{MHz}$	—	7	25	Ω
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10V, I_E=-10\text{mA}$	50	—	—	MHz
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=150\text{mA}, I_B=15\text{mA}$	—	—	0.8	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=150\text{mA}, I_B=15\text{mA}$	—	—	1.5	V

* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。

According to the Value of h_{FE} , the 2SC482 is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SC482—O	30	90
2SC482—Y	50	150
2SC482—GR	100	300

P_C-T_a

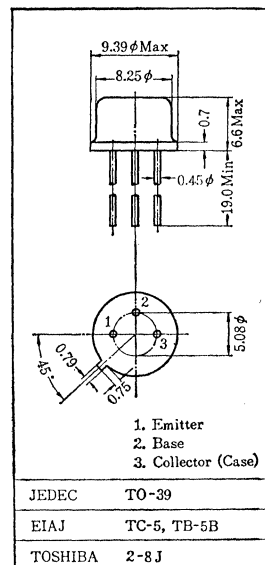


○電力増幅用

○ Medium Power Amplifier Applications

- 耐圧が高い: $V_{CE0}=110V$ 2SC484
 $V_{CE0}=80V$ 2SC485
 $V_{CE0}=50V$ 2SC486
- SEPPにて出力5Wが得られます。
- 高出力 Hi-Fi アンプの励振段に適しています。
- 2SC484, 2SC485, 2SC486 は耐圧が異なる他は同じ特性です。
- 2SA484, 2SA485, 2SA486 とコンプリメンタリになります/
 Complementary to 2SA484, 2SA485 and 2SA486.

Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	2SC484	150	V
		2SC485	100	
		2SC486	70	
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	2SC484	110	V
		2SC485	80	
		2SC486	50	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V	
コレクタ電流	I_C	1.5	A	
エミッタ電流	I_E	-1.5	A	
コレクタ損失	P_C	0.8	W	
接合部温度	T_j	175	$^\circ C$	
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$	

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=30V, I_E=0$	—	—	10	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	100	μA
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE}=2V, I_C=200mA$	30	—	300	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=200mA, I_B=20mA$	—	0.15	0.7	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=200mA, I_B=20mA$	—	0.9	1.1	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10V, I_E=-30mA$	—	20	—	MHz

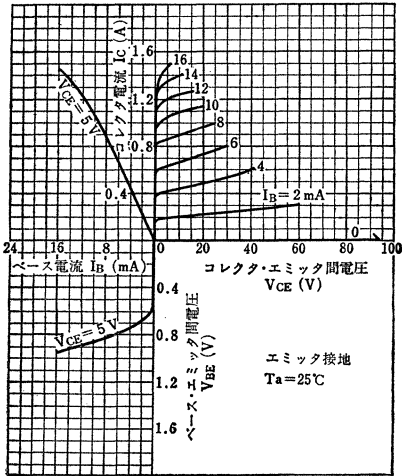
* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。

According to the value of h_{FE} , the 2SC484, 2SC485 and 2SC486 are classified as follows.

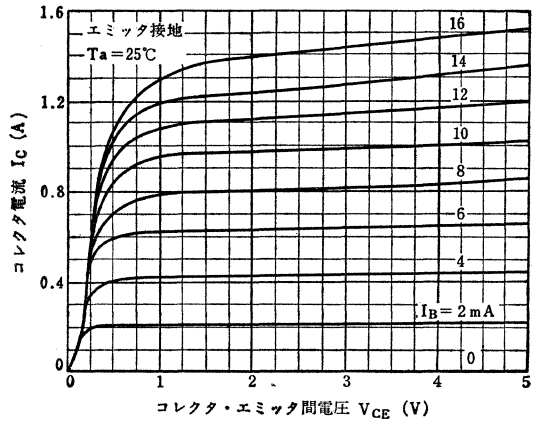
Classification	Min.	Max.
2SC484—R 2SC485—R 2SC486—R	30	85
2SC484—Y 2SC485—Y 2SC486—Y	50	140
2SC484—BL 2SC485—BL 2SC486—BL	100	300

2SC484, 2SC485, 2SC486

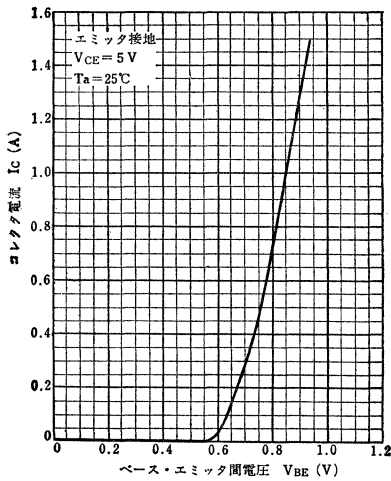
Static Characteristics



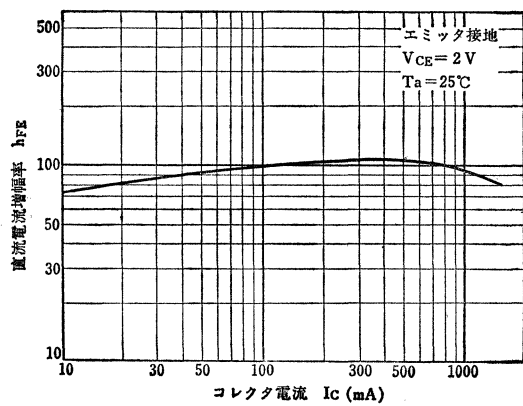
$I_C - V_{CE}$ (Low Voltage Region)



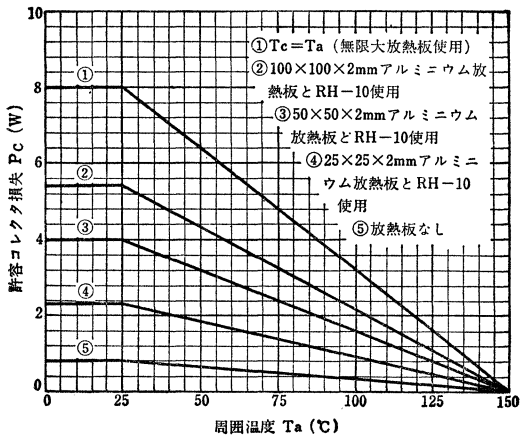
$I_C - V_{BE}$



$h_{FE} - I_C$



$P_C - T_a$



○中電力増幅用

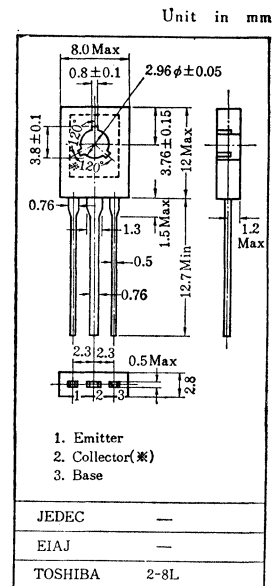
○ Medium Power Amplifier Applications

- ・飽和電圧が低い： $V_{CE(sat)}=0.25V(Typ.)$
- ・B級プッシュプルで0.5W~2Wの出力が得られます。/0.5~2W Output Application
- ・2SA505, 2SA496 とコンプリメンタリになります。/Complementary to 2SA505 and 2SA496

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	70	V
		40	
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	50	V
		30	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	800	mA
エミッタ電流	I_E	-800	mA
コレクタ損失	P_C	550	mW
接合部温度	T_j	125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ C$

※ 点線内のメタルはコレクタに接続されています。
The inside metal of dotted line is connected to collector lead.



アクセサリは AC46C を適用
Mounting Kit No. AC46C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=30V, I_E=0$	—	—	1.0	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	1.0	μA
直流電流増幅率	$h_{FE(1)*}$	$V_{CE}=2V, I_C=50mA$	40	—	240	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE}=2V, I_C=800mA$	13	—	—	
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10V, I_E=-10mA$	50	100	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10V, I_F=0, f=1MHz$	—	10	—	pF
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=500mA, I_B=50mA$	—	0.25	0.8	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE}=2V, I_C=500mA$	—	0.9	1.1	V

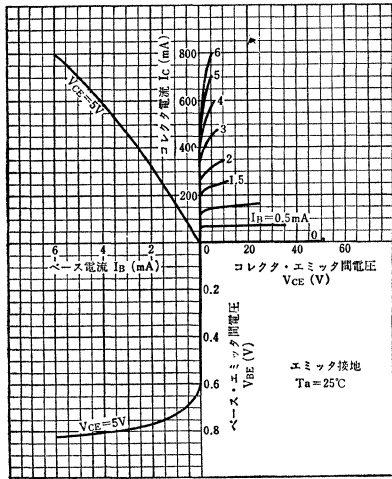
* $h_{FE(1)}$ により下表のように分類し、現品に表示してあります。

According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SC495 and 2SC496 are classified as follows.

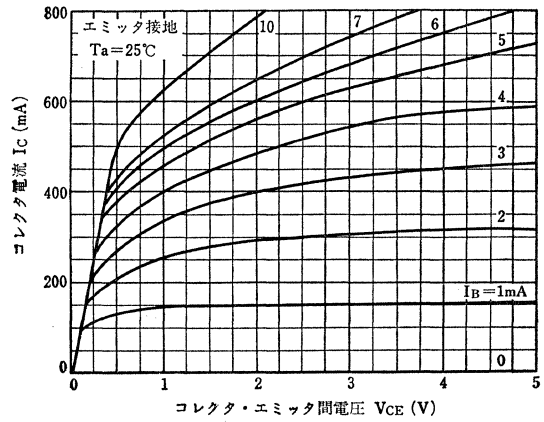
Classification	Min.	Max.
2SC495-R 2SC496-R	40	80
2SC495-O 2SC496-O	70	140
2SC495-Y 2SC496-Y	120	240

2SC495, 2SC496

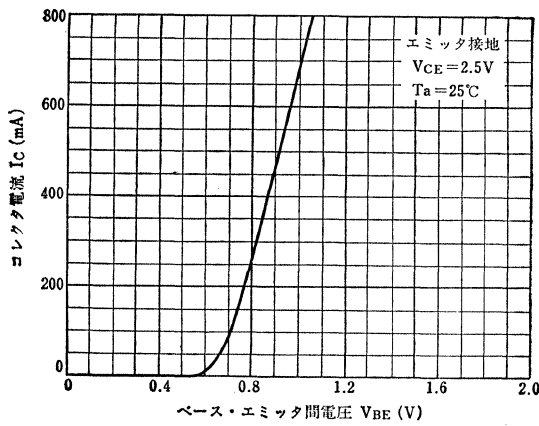
Static Characteristics



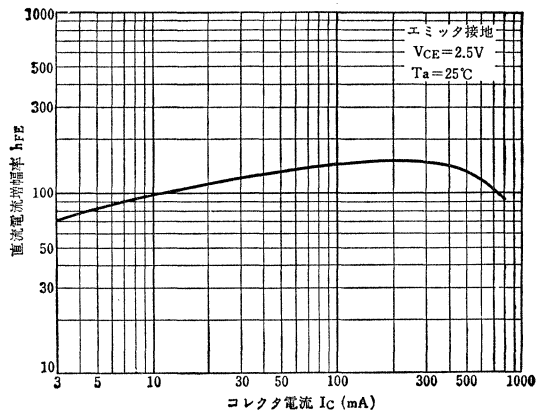
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



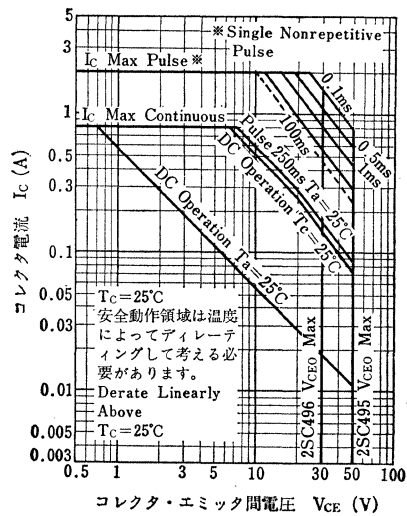
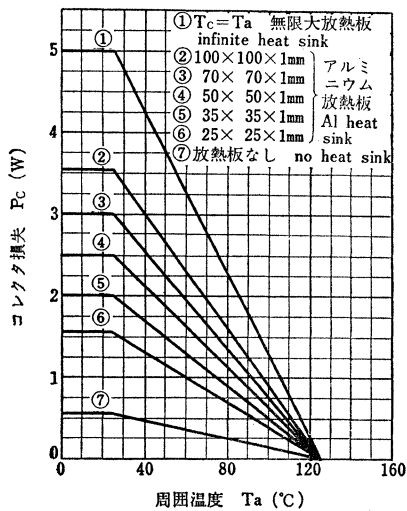
I_C - V_{BE}



h_{FE} - I_C



P_C - T_a



シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

2SC497, 2SC498

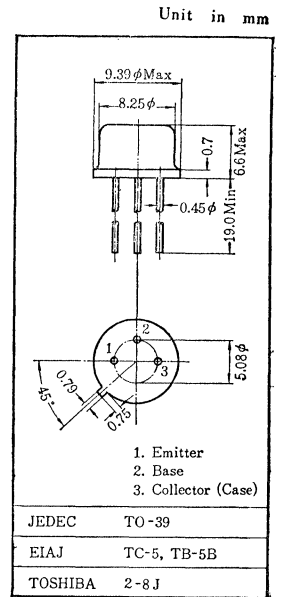
○中電力増幅用

○ Medium Power Amplifier Applications

- 高耐圧です: $V_{CB0} = 80V$ 2SC497
- 飽和電圧が低い: $V_{CE(sat)} = 0.2V$ (Typ.)
- 2SA497, 2SA498 とコンプリメンタリになります。 / Complementary to 2SA497, 2SA498.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	2SC497	100	V
	2SC498	80	
コレクタ・エミッタ間電圧	2SC497	80	V
	2SC498	50	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	800	mA
エミッタ電流	I_E	-800	mA
コレクタ損失	P_C	600	mW
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CB0}	$V_{CB} = 30V, I_E = 0$	—	—	1.0	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = 5V, I_C = 0$	—	—	1.0	μA
直流電流増幅率	$h_{FE(1)*}$	$V_{CE} = 2V, I_C = 200mA$	40	—	240	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE} = 2V, I_C = 800mA$	13	—	—	
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = 10V, I_E = -10mA$	—	80	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = 10V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	15	—	pF
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 200mA, I_B = 20mA$	—	0.2	0.8	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C = 200mA, I_B = 20mA$	—	0.8	1.2	V

* $h_{FE(1)}$ により下表のように分類し、現品表示してあります。

According to the Value of $h_{FE(1)}$, the 2SC497 and 2SC498 are classified as follows.

Classification	$h_{FE(1)}$	
	Min.	Max.
2SC497—R	40	80
2SC498—R		
2SC497—O	70	140
2SC498—O		
2SC497—Y	120	240
2SC498—Y		

2SC503, 2SC504

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

- 高周波増幅用 ○高速度スイッチング用
- High Frequency Amplifier Applications
- High Speed Switching Applications

通信工業用
Industrial Applications
Unit in mm

- トランジション周波数が高い: $f_T=150\text{MHz}$ (Typ.)
- 高耐圧です: $V_{CE0}=50\text{V}$ 2SC503
- 中電力用として広い用途に適します: $P_C=800\text{mW}$ (Max.)
 $I_C=600\text{mA}$ (Max.)
- 2SA503, 2SA504 とコンプリメンタリになります。 / Complementary to
2SA503 and 2SA504

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	2SC503	60	V
	2SC504	40	
コレクタ・エミッタ間電圧	2SC503	50	V
	2SC504	30	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	600	mA
エミッタ電流	I_E	-600	mA
コレクタ損失	P_C	800	mW
コレクタ損失 ($T_c=25^\circ\text{C}$) *	P_C	6	W
接合部温度	T_J	175	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ\text{C}$

* 放熱板への取り付けはシリコン・グリースを塗布し、接触熱抵抗を十分小さくする。
Unit mounted on Al Heat Sink with silicone grease to keep contact thermal resistance small.

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit	
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=30\text{V}, I_E=0$	—	—	0.5	μA	
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5\text{V}, I_C=0$	—	—	1.0	μA	
直流電流増幅率**	h_{FE}	$V_{CE}=2\text{V}, I_C=150\text{mA}$	30	—	300		
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=150\text{mA}, I_B=15\text{mA}$	—	0.2	0.8	V	
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=150\text{mA}, I_B=15\text{mA}$	—	0.8	1.5	V	
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-10\text{mA}$	50	150	—	MHz	
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	—	13	30	pF	
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-1\text{mA}, f=30\text{MHz}$	—	8	25	Ω	
スイッチング時間	ターンオン時間	t_{on}	Fig. 1	—	25	—	ns
	蓄積時間	t_{stg}		—	400	—	ns
	下降時間	t_f		—	70	—	ns

** h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。
According to the value of h_{FE} , the 2SC503 and 2SC504 are classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SC503—O 2SC504—O	30	90
2SC503—Y 2SC504—Y	50	150
2SC503—GR 2SC504—GR	100	300

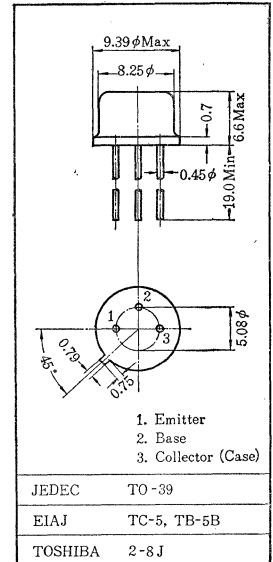
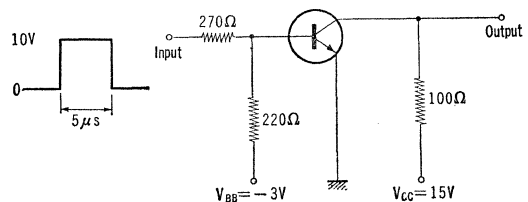
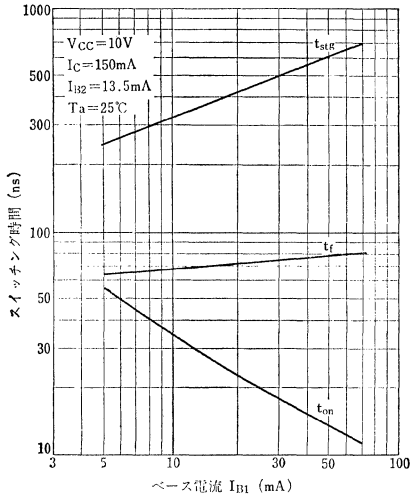


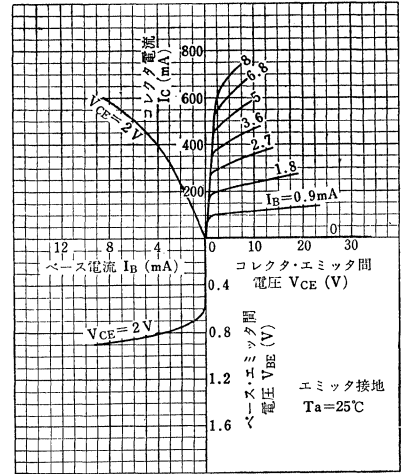
Fig. 1 スイッチング時間測定回路
Switching Time Test Circuit



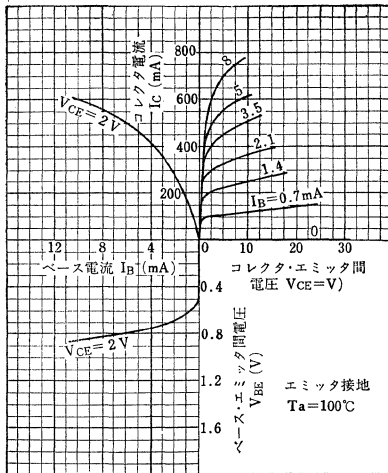
Switching Characteristics



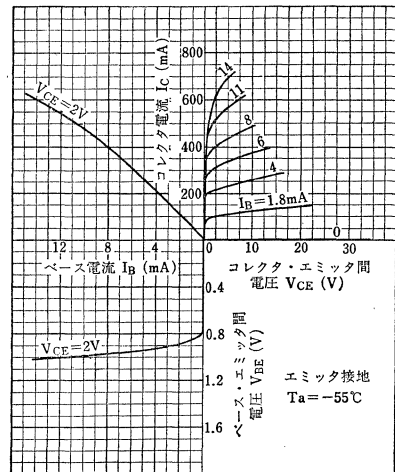
Static Characteristics



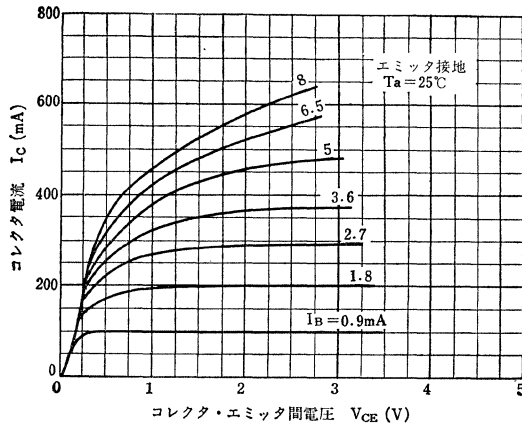
Static Characteristics



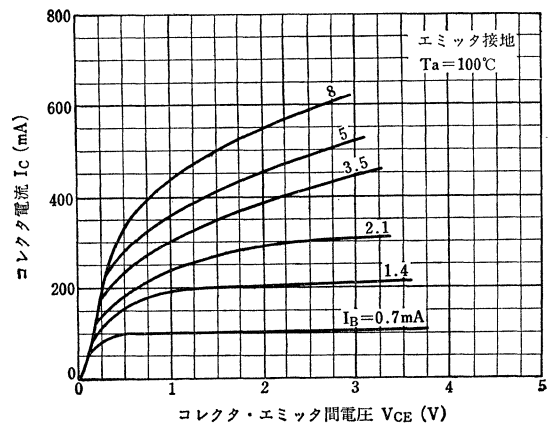
Static Characteristics



IC-VCE (Low Voltage Region)

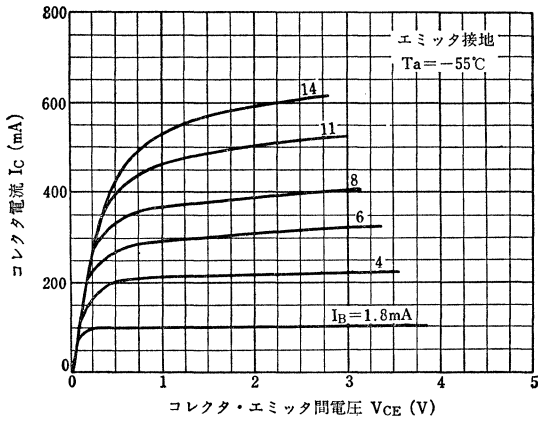


IC-VCE (Low Voltage Region)

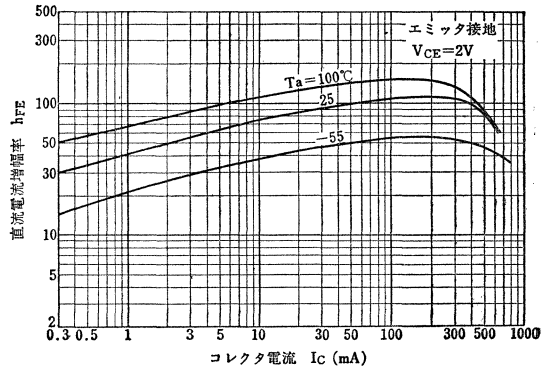


2SC503, 2SC504

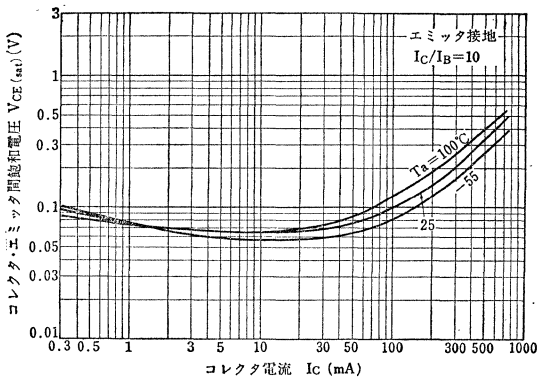
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



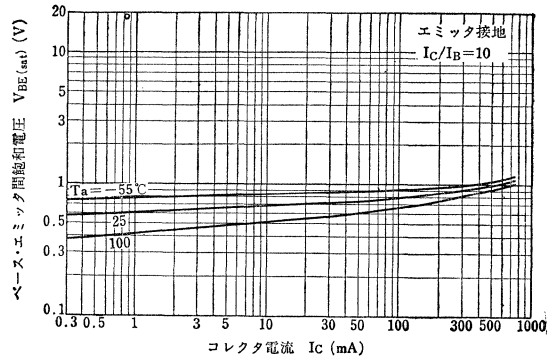
h_{FE} - I_C



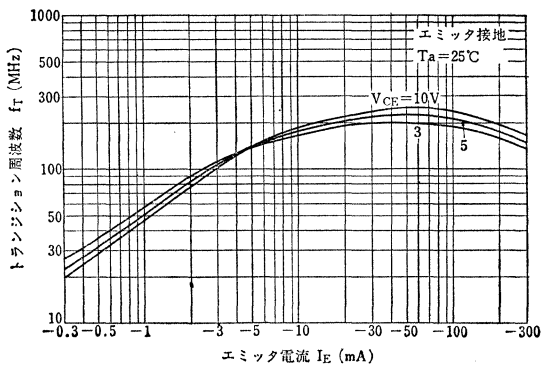
$V_{CE(sat)}$ - I_C



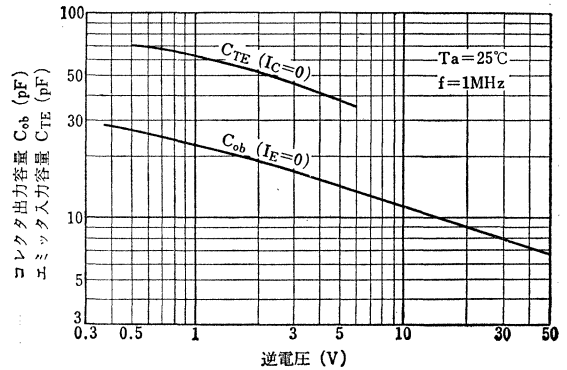
$V_{BE(sat)}$ - I_C

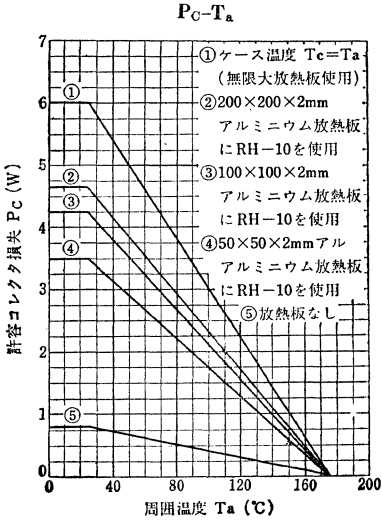


f_T - I_E



C_{ob} , C_{TE} - V_R





2SC505, 2SC506

シリコンNPN三重拡散プレーナ形トランジスタ
SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED PLANAR TRANSISTOR

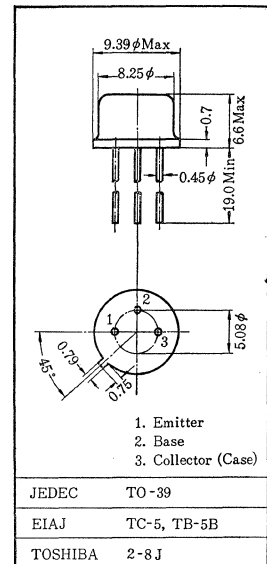
○高電圧増幅用 ○高耐圧スイッチング用 ○ネオン管点灯用
○ High Voltage Amplifier, High Voltage Switching and Neon Tube Driver Applications

通信工業用
Industrial Applications
Unit in mm

- 高耐圧です: 2SC505 $V_{CE0}=300V$
2SC506 $V_{CE0}=200V$

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	2SC505	300	V
	2SC506	200	
コレクタ・エミッタ間電圧	2SC505	300	V
	2SC506	200	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	3	V
コレクタ電流	I_C	100	mA
エミッタ電流	I_E	-100	mA
コレクタ損失	P_C	600	mW
接合部温度	T_J	175	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ C$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

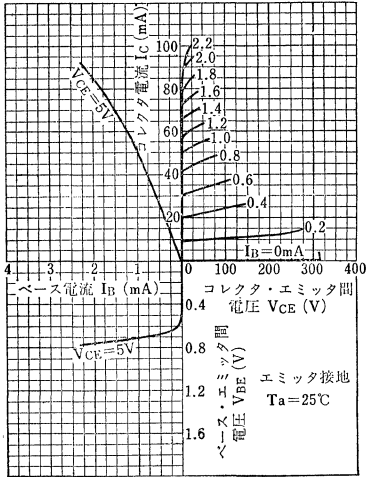
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=100V, I_E=0$	—	—	1	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=3V, I_C=0$	—	—	1	μA
コレクタ・ベース間降伏電圧	2SC505 2SC506	$I_C=0.1mA$	300	—	—	V
			200	—	—	
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	2SC505 2SC506	$I_C=2mA$	300	—	—	V
			200	—	—	
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV_{EBO}	$I_E=0.1mA$	3	—	—	V
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE}=5V, I_C=50mA$	40	—	140	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=50mA, I_B=5mA$	—	—	1.0	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=50mA, I_B=5mA$	—	—	1.5	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10V, I_E=-10mA$	30	60	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1MHz$	—	—	20	pF
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CE}=10V, I_E=-3mA, f=30MHz$	—	—	20	Ω

* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。

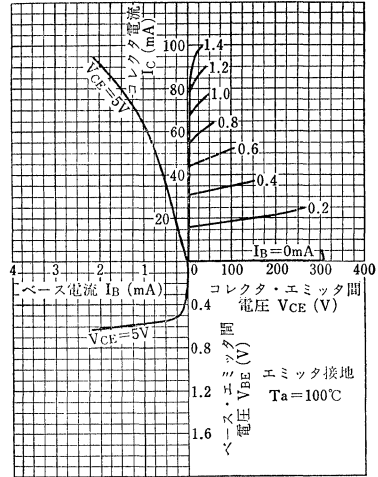
According to the value of h_{FE} , the 2SC505 and 2SC506 are classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SC505-R 2SC506-R	40	80
2SC505-O 2SC506-O	70	140

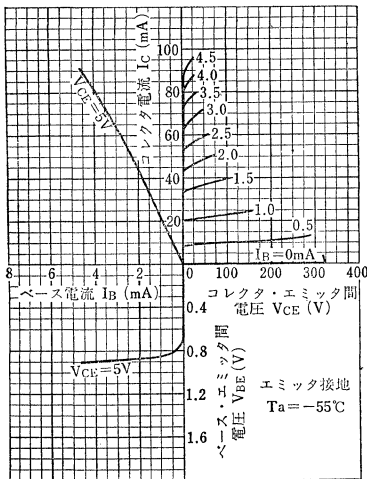
Static Characteristics



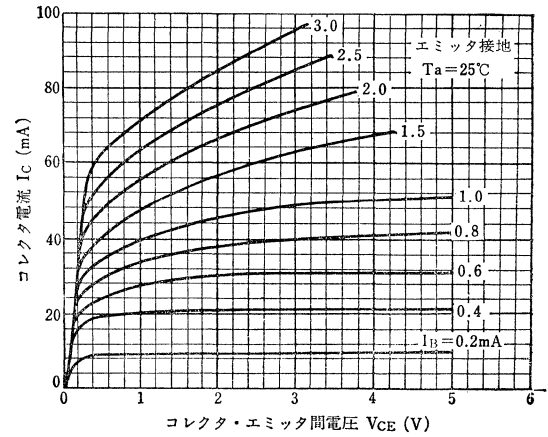
Static Characteristics



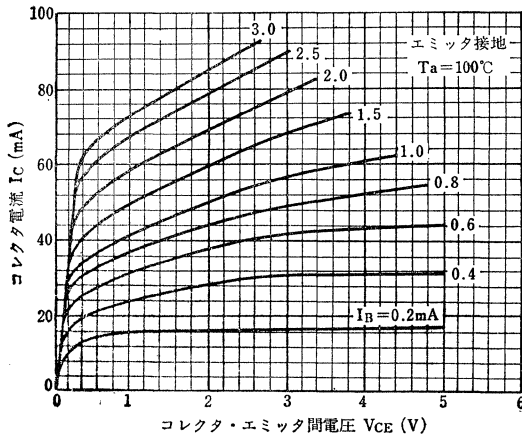
Static Characteristics



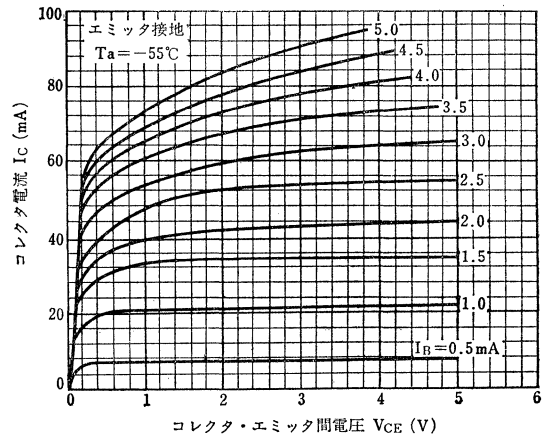
I_C-V_{CE} (Low Voltage Region)



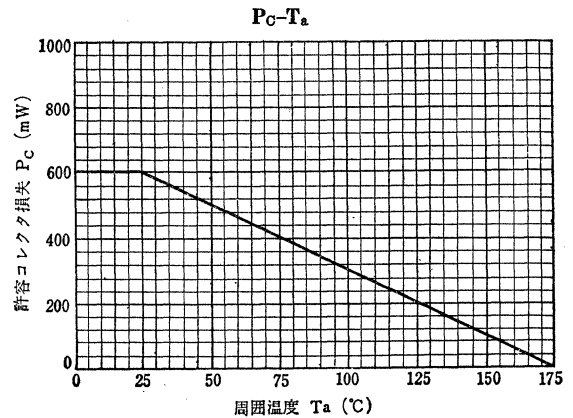
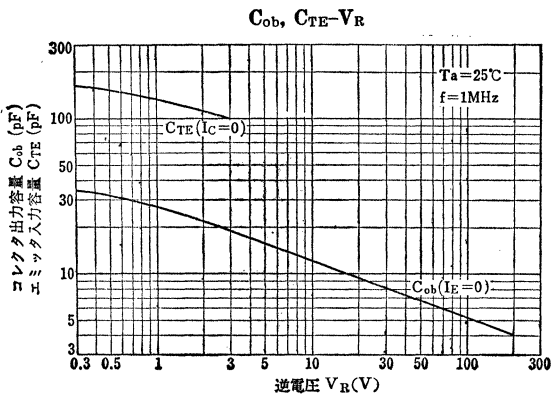
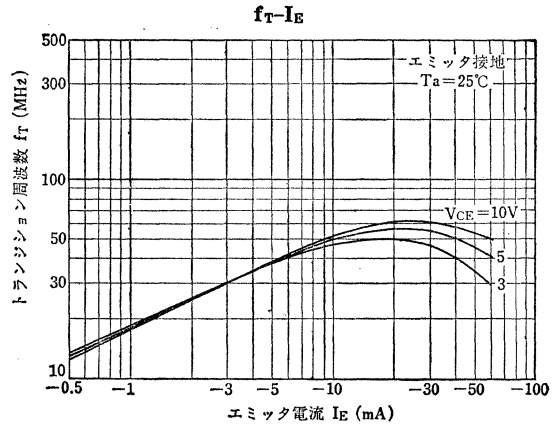
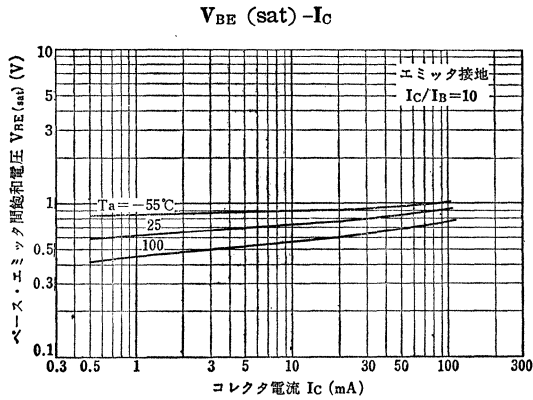
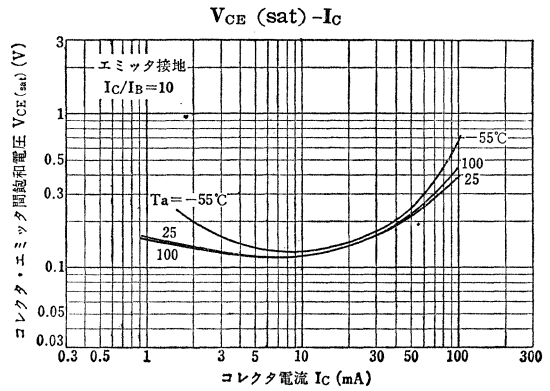
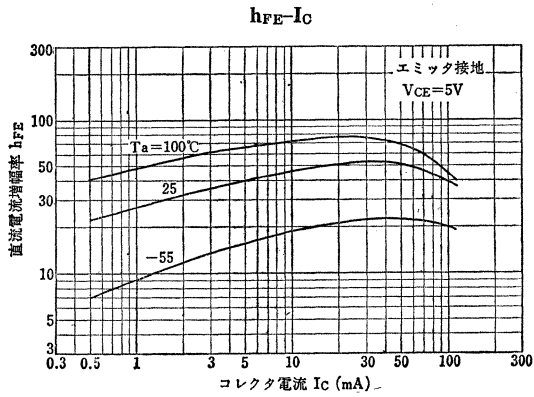
I_C-V_{CE} (Low Voltage Region)



I_C-V_{CE} (Low Voltage Region)



2SC505, 2SC506



シリコンNPN三重拡散プレーナ形トランジスタ
SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED PLANAR TRANSISTOR (TENTATIVE)

2SC507

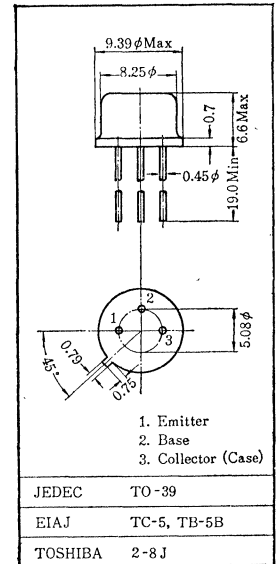
- 映像増幅用 ○高周波電力増幅用 ○高電圧スイッチング用
○ Video Amplifier, High Frequency Amplifier and High Voltage Switching Applications

通信工業用
Industrial Applications
Unit in mm

- 高耐圧です: $V_{CBO}=170V$
 $V_{CEO}=120V$
- 電流の伸びがよい: $I_C=100mA$ (Max.)
- トランジション周波数が高い: $f_T=250MHz$ (Typ.)
- C_{ob} が小さい: $C_{ob}=2.8pF$ (Typ.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	170	V	
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	120	V	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V	
コレクタ電流	I_C	100	mA	
エミッタ電流	I_E	-100	mA	
コレクタ損失	$T_a=25^\circ C$ $T_c=25^\circ C$	P_C	750	mW
			2.3	W
接合部温度	T_J	175	$^\circ C$	
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ C$	



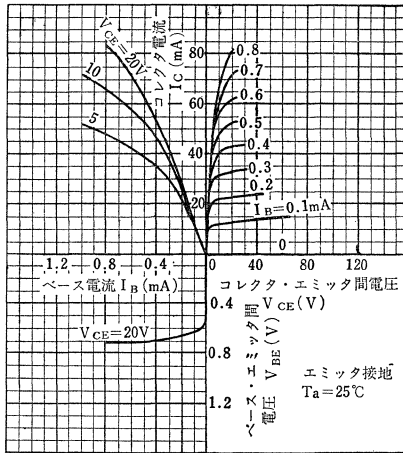
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=100V, I_E=0$	—	—	0.5	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	1.0	μA
コレクタ・ベース間降伏電圧	BV_{CBO}	$I_C=0.1mA$	170	—	—	V
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{CEO}	$I_C=1mA$	120	—	—	V
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV_{EBO}	$I_E=0.1mA$	5	—	—	V
直流電流増幅率 *	h_{FE}	$V_{CE}=5V, I_C=10mA$	40	70	240	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=10mA, I_B=1mA$	—	0.4	0.8	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=10mA, I_B=1mA$	—	0.85	1.2	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=20V, I_E=-10mA$	100	250	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=20V, I_E=0, f=1MHz$	—	2.8	4.0	pF

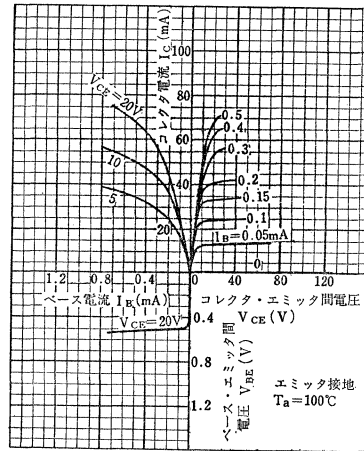
* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。
According to the value of h_{FE} , the 2SC507 is classified as follows.

Classification	Symbol or (Color Dot)	Min.	Max.
2SC507—R	R(Red)	40	80
2SC507—O	O(Orange)	70	140
2SC507—Y	Y(Yellow)	120	240

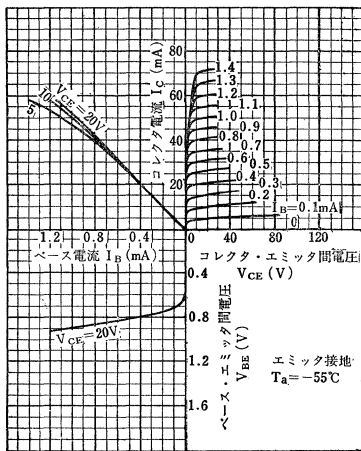
Static Characteristics



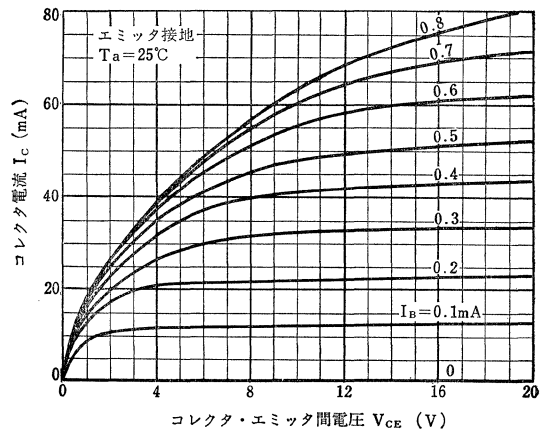
Static Characteristics



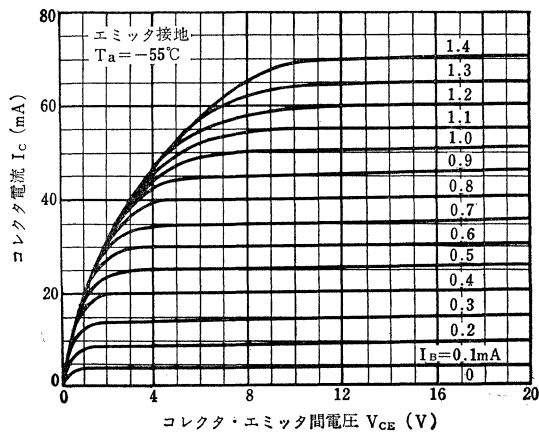
Static Characteristics



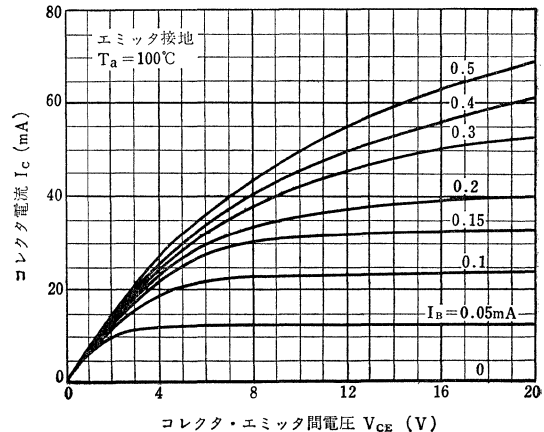
Ic-Vce (Low Voltage Region)



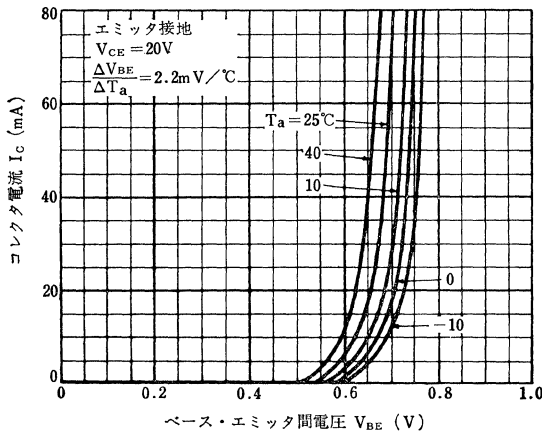
Ic-Vce (Low Voltage Region)



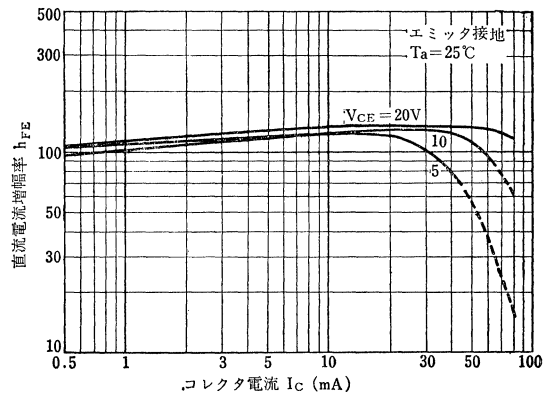
Ic-Vce (Low Voltage Region)



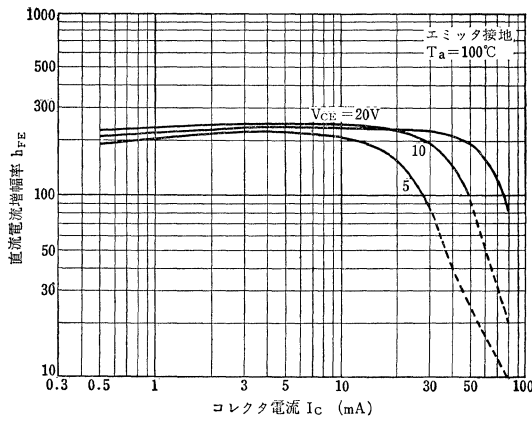
I_C - V_{BE} (Low Voltage Region)



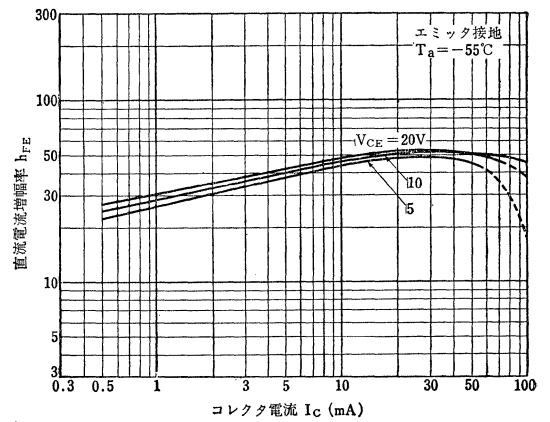
h_{FE} - I_C



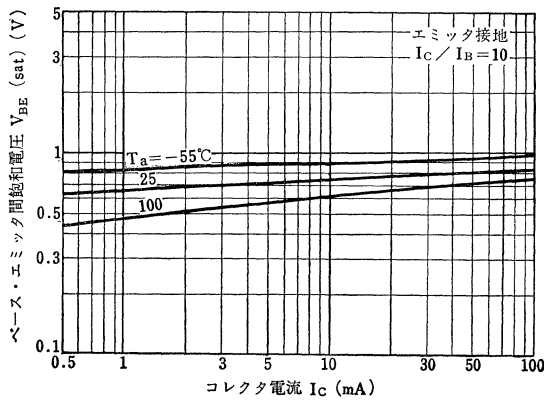
h_{FE} - I_C



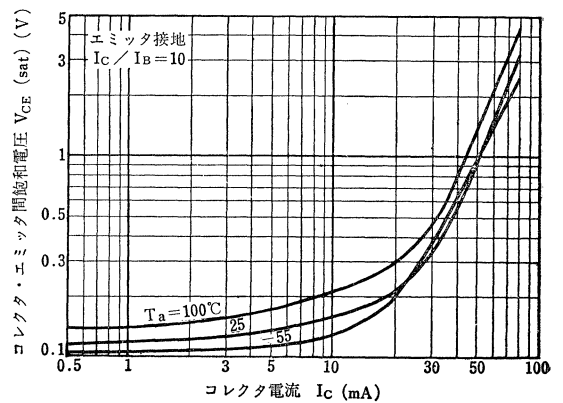
h_{FE} - I_C



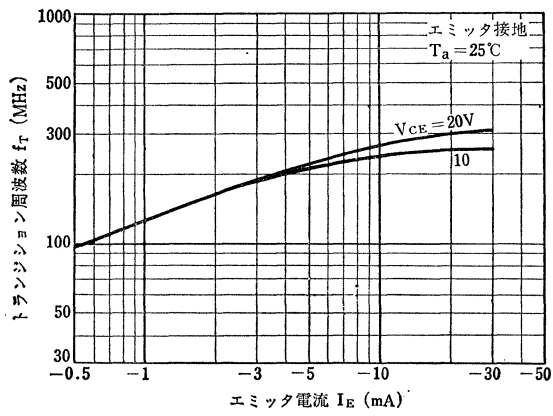
$V_{BE}(\text{sat})$ - I_C



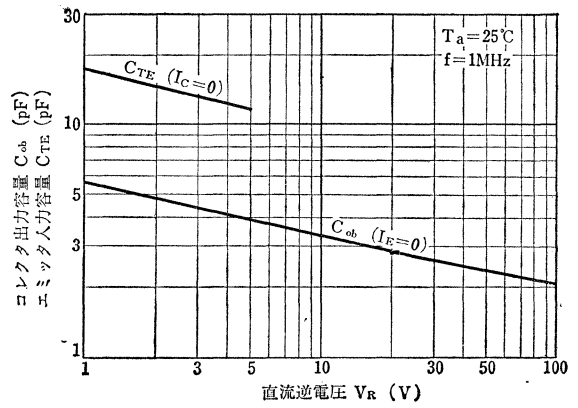
$V_{CE}(\text{sat})$ - I_C



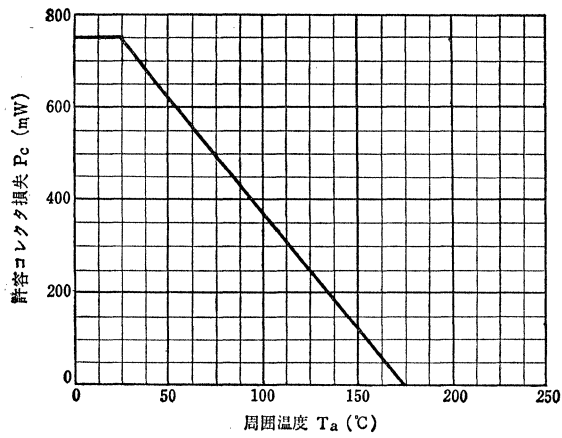
$f_T - I_E$



$C_{ob}, C_{TE} - V_R$



$P_C - T_a$



シリコンNPN三重拡散メサ形トランジスタ
SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED MESA TRANSISTOR

2SC508

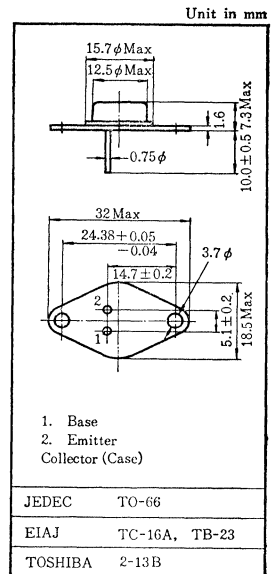
○ 9~12形水平偏向出力用

○ 9~12" B and W TV Horizontal Output Applications

- 高耐圧です: $V_{CBO}=180V$
- 飽和電圧が低い: $V_{CE(sat)}=1.3V$ (Typ.) ($I_C=4A$)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	180	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CES}	180	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	4	A
エミッタ電流	I_E	-4	A
コレクタ損失 ($T_C=25^\circ C$)	P_C	20	W
接合部温度	T_j	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$

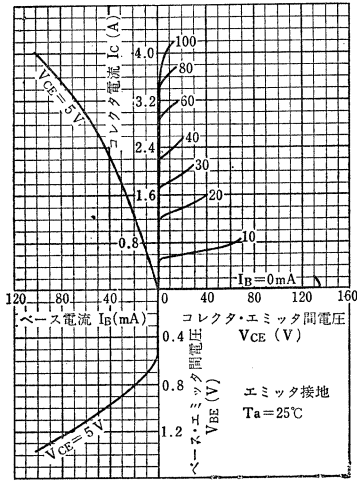


アクセサリは AC20C を適用
Mounting Kit No. AC20C

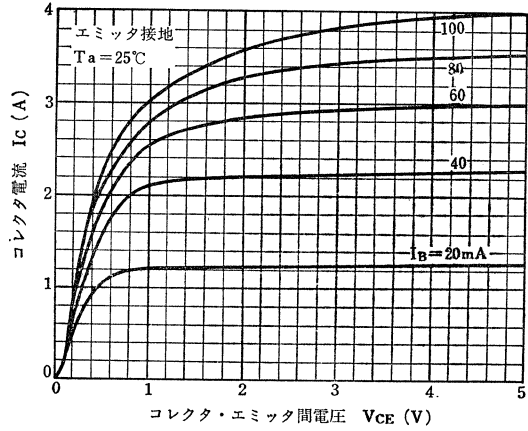
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=50V, I_E=0$	—	—	120	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	0.5	mA
シャ断周波数	$f_{\alpha b}$	$V_{CB}=5V, I_E=-0.5A$	—	25	—	MHz
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=5V, I_C=4A$	20	40	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=4A, I_B=0.8A$	—	1.3	2.0	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=4A, I_B=0.8A$	—	2.0	3.0	V

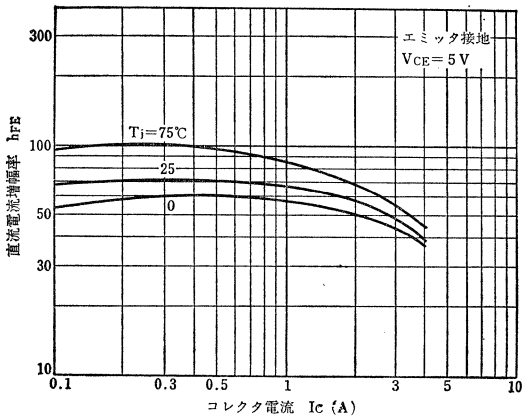
Static Characteristics



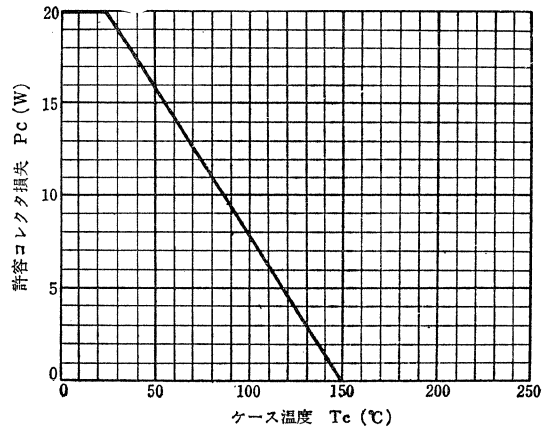
IC-VCE (Low Voltage Region)



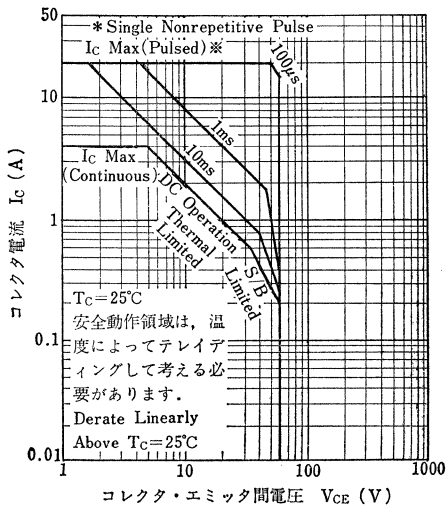
hFE-IC



PC-Tc



安全動作領域 ASO



シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

2SC509

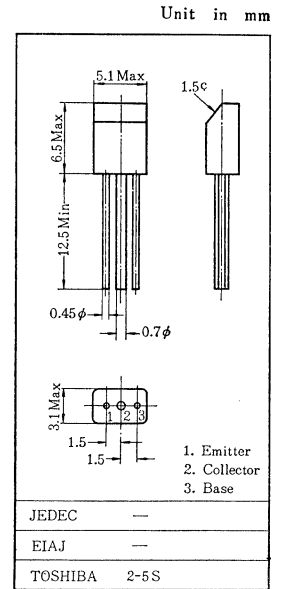
○低周波電力増幅用

○ Medium Power Amplifier Applications

- ・飽和電圧が低い： $V_{CE(sat)}=0.5V$ (Max.)
- ・電流増幅率が高い： $h_{FE}=70\sim 240$
- ・B級プッシュプルで1Wの出力が得られます。 / 1W Output Applications
- ・2SA509とコンプリメンタリになります。 / Complementary to 2SA509.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	35	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	30	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	500	mA
エミッタ電流	I_E	-500	mA
コレクタ損失	P_C	600	mW
接合部温度	T_j	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~150	$^\circ C$



アクセサリは RH-16 を適用
Radiator Holder No. RH-16

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

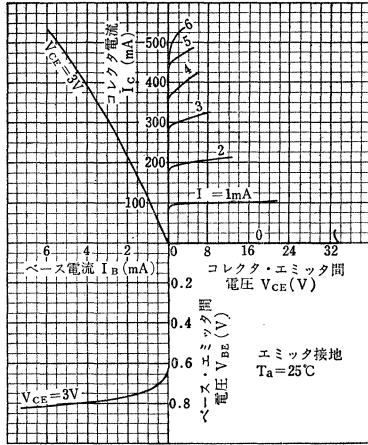
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしゃ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=20V, I_E=0$	—	—	100	nA
エミッタしゃ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	100	nA
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE}=2V, I_C=50mA$	70	100	240	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=500mA, I_B=20mA$	—	0.2	0.5	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10V, I_B=-10mA$	—	100	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1MHz$	—	11	30	pF

* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。

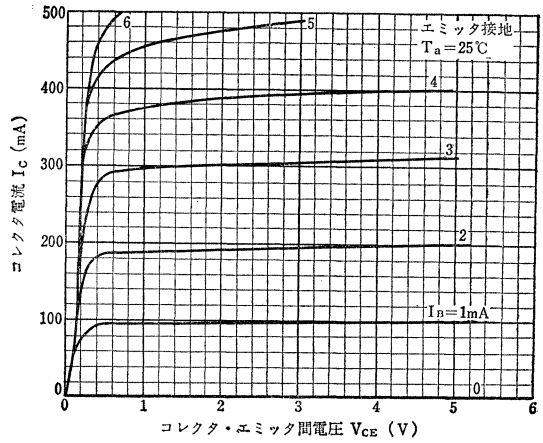
According to the value of h_{FE} , the 2SC509 is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SC509—O	70	140
2SC509—Y	120	240

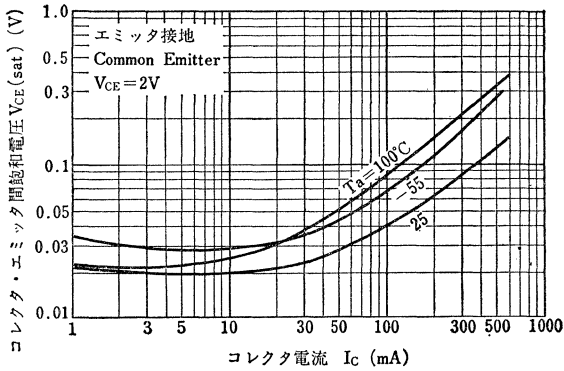
Static Characteristics



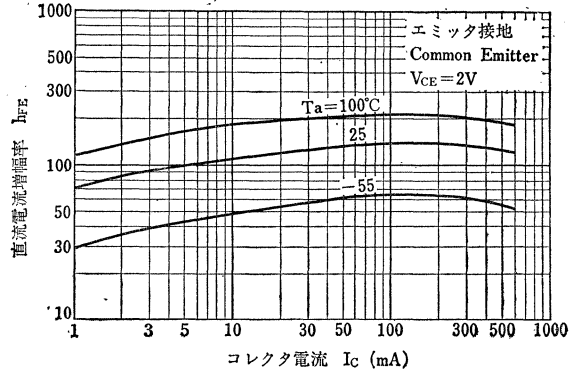
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



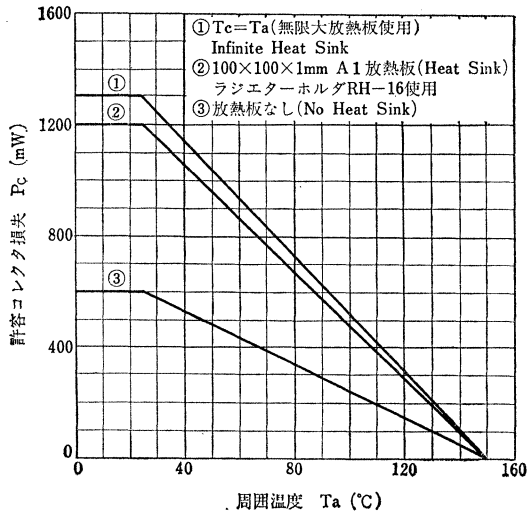
$V_{CE(sat)}$ - I_C



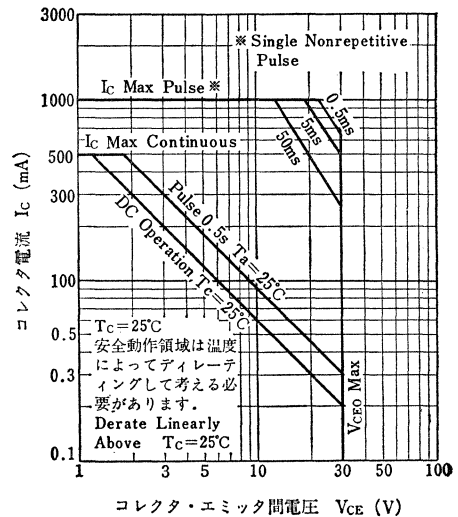
h_{FE} - I_C

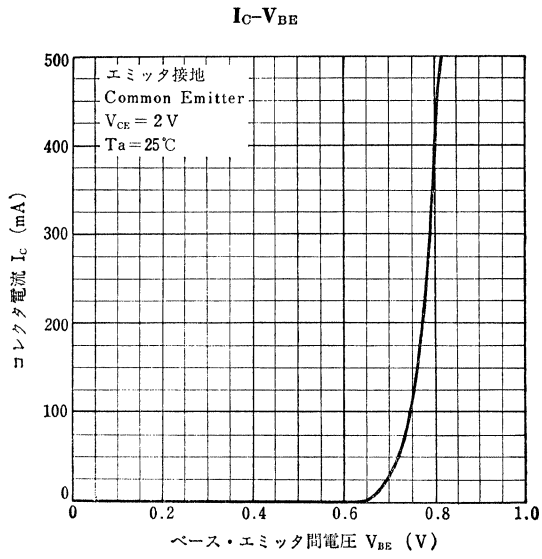


P_C - T_a



安全動作領域 ASO





2SC509[Ⓒ]

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

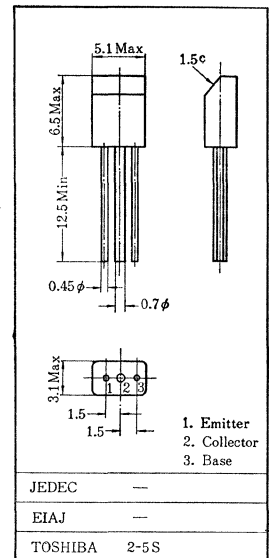
○低周波電力増幅用

○ Medium Power Amplifier Applications

- ・飽和電圧が低い： $V_{CE(sat)}=0.5V$ (Max.)
- ・電流増幅率が高い： $h_{FE}=70\sim 240$
- ・B級プッシュプルで1Wの出力が得られます。 / 1 W Output Applications.
- ・2SA509[Ⓒ] とコンプリメンタリになります。 / Complementary to 2SA509[Ⓒ]

通信工業用グリーン
Industrial Applications

Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	35	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	30	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	500	mA
エミッタ電流	I_E	-500	mA
コレクタ損失	P_C	600	mW
接合部温度	T_j	150	°C
保存温度	T_{stg}	-55~150	°C

アクセサリは RH-16 を適用
Radiator Holder No. RH-16

電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

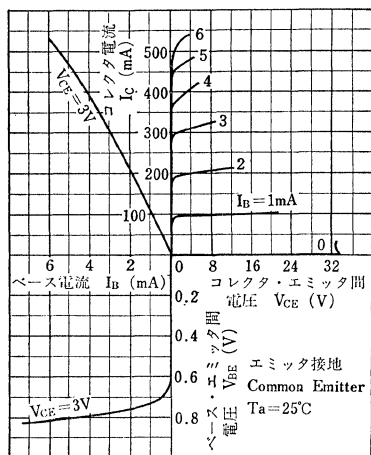
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=20V, I_E=0$	—	—	100	nA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	100	nA
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE}=2V, I_C=50mA$	70	100	240	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=500mA, I_B=20mA$	—	0.2	0.5	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10V, I_E=-10mA$	—	100	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1MHz$	—	11	30	pF

* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。

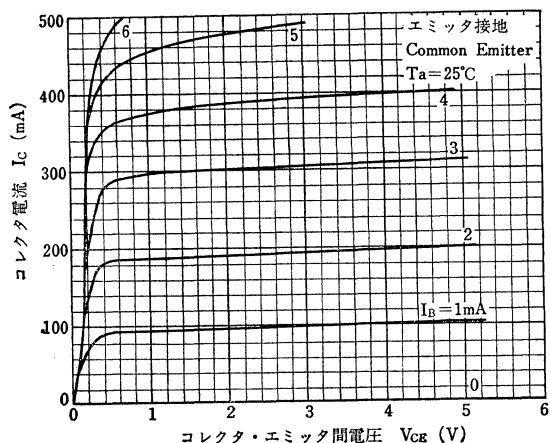
According to the value of h_{FE} , the 2SC509[Ⓒ] is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SC509 [Ⓒ] -O	70	140
2SC509 [Ⓒ] -Y	120	240

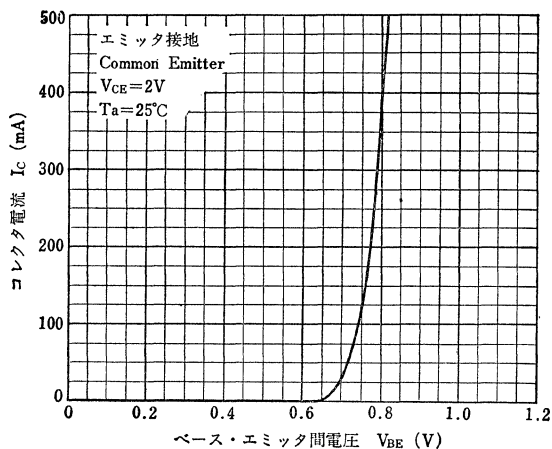
Static Characteristics



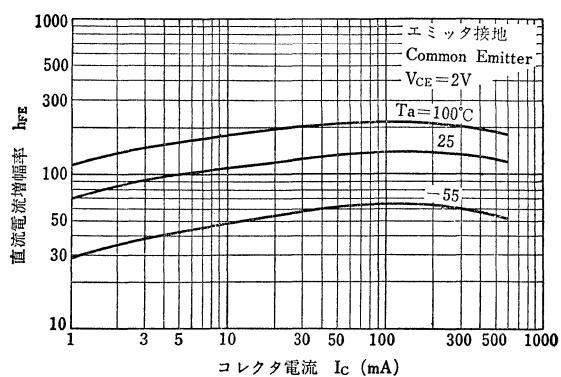
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



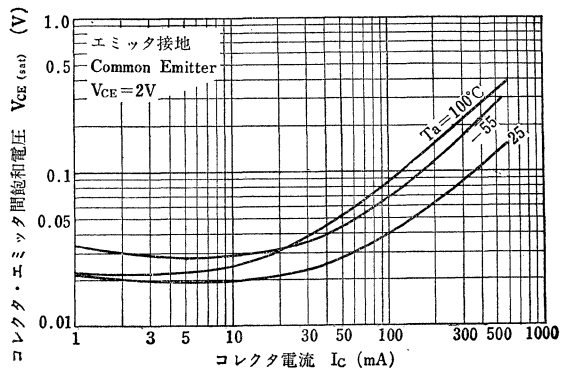
I_C - V_{BE}



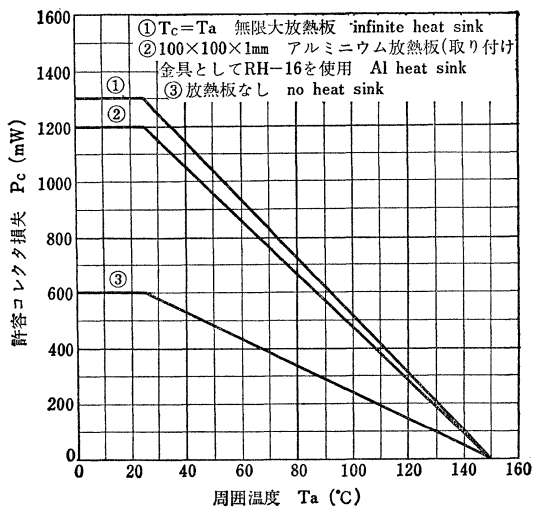
h_{FE} - I_C



$V_{CE(sat)}$ - I_C

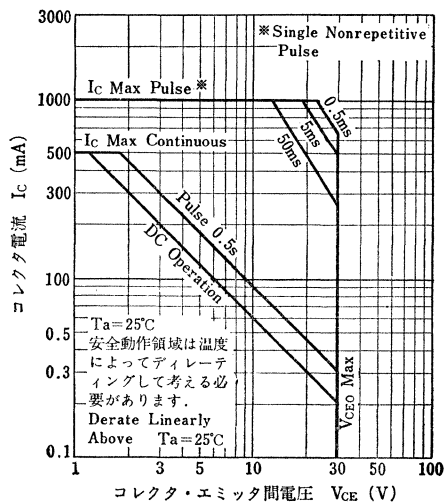


P_C - T_a



2SC509⑥

安全動作領域 ASO



シリコンNPN三重拡散プレーナ形トランジスタ
SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED PLANAR TRANSISTOR

2SC510, 2SC512

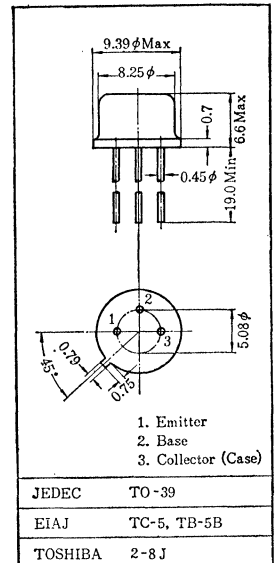
○高周波電力増幅用 ○高電圧スイッチング用 ○定電圧電源用
○ High Frequency Power Amplifier, High Voltage Switching and Regulator Applications

通信工業用
Industrial Applications
Unit in mm

- 高耐圧です： $V_{CBO}=140V$ 2SC510
 $V_{CEO}=100V$ 2SC512
- 中電力用として広い用途に適します： $I_C=1.5A(Max.)$, $P_C=800mW(Max.)$
- 2SA510, 2SA512 とコンプリメンタリになります。 / Complementary to 2SA510 and 2SA512.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	2SC510	140	V
	2SC512	100	
コレクタ・エミッタ間電圧	2SC510	100	V
	2SC512	60	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	1.5	A
エミッタ電流	I_E	-1.5	A
コレクタ損失	$T_a=25^\circ C$	800	mW
	$T_c=25^\circ C$	8	
接合部温度	T_J	175	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ C$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタレキ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=30V, I_E=0$	—	—	1	μA
エミッタレキ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	5	μA
直流電流増幅率	$h_{FE(1)}$ *	$V_{CE}=2V, I_C=200mA$	30	—	150	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE}=5V, I_C=1A$	15	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=200mA, I_B=20mA$	—	0.2	0.6	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=200mA, I_B=20mA$	—	0.8	1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10V, I_E=-30mA$	20	60	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1MHz$	—	25	40	pF
スイッチング時間	ターンオン時間	t_{on}	—	0.13	—	μS
	蓄積時間	t_{stg}	—	3.0	—	μS
	下降時間	t_f	—	0.2	—	μS

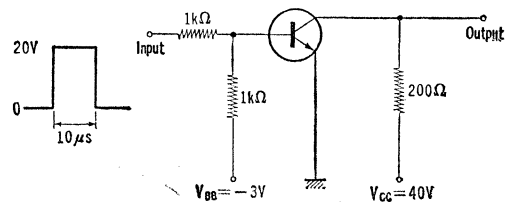
* $h_{FE(1)}$ により下表のように分類し、現品表示してあります。

According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SC510 and 2SC512 are classified as follows.

Classification	Symbol or (Color Dot)	$h_{FE(1)}$	
		Min.	Max.
2SC510-R	R (Red)	30	90
2SC510-O	O (Orange)	50	150

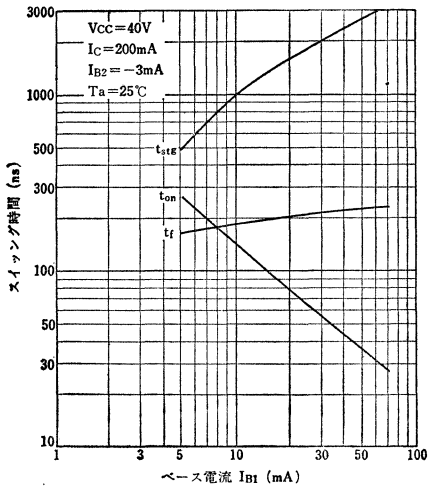
Fig. 1 スイッチング時間測定回路

Switching Time Test Circuit

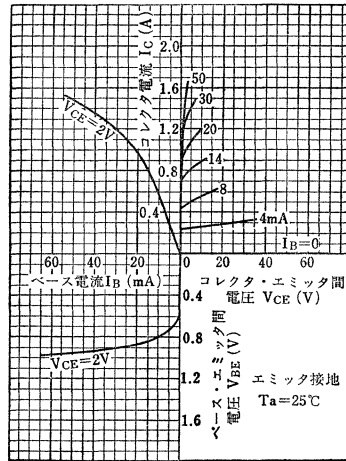


2SC510, 2SC512

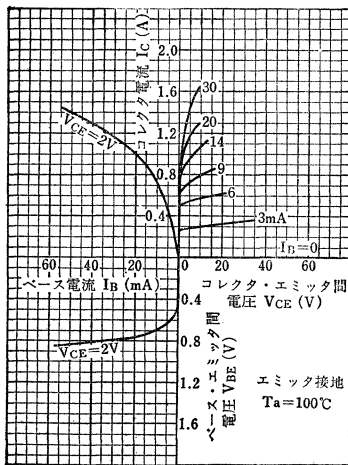
Switching Characteristics



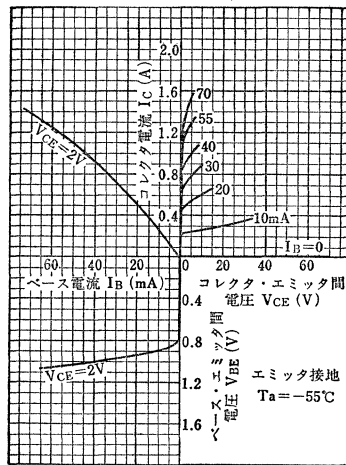
Static Characteristics



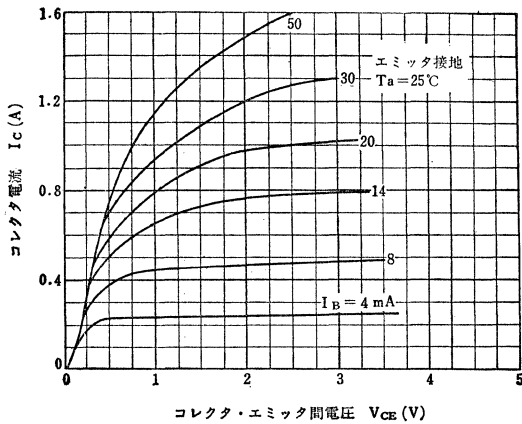
Static Characteristics



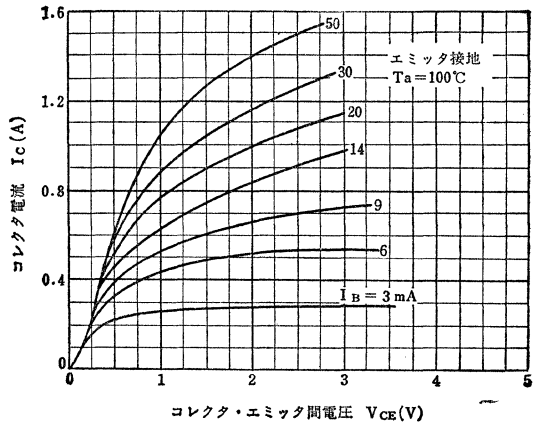
Static Characteristics



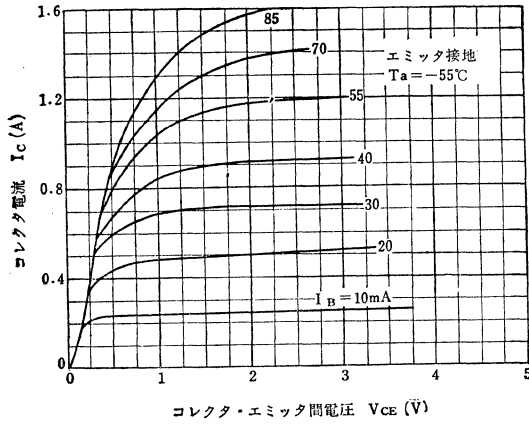
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



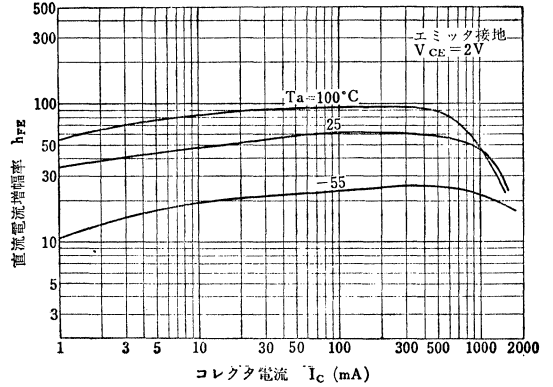
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



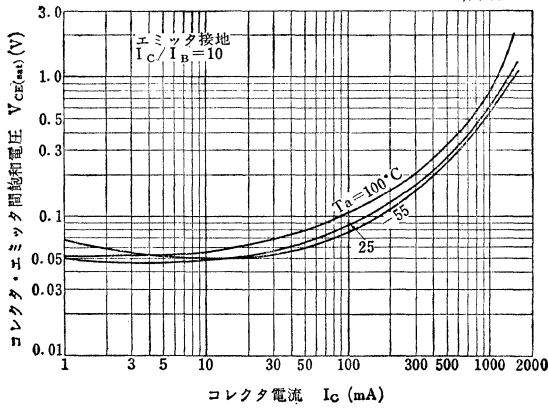
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



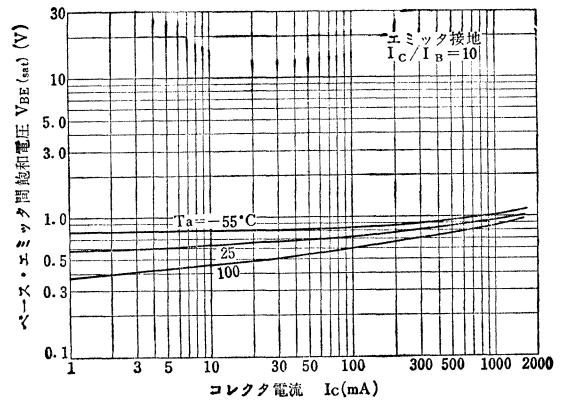
h_{FE} - I_C



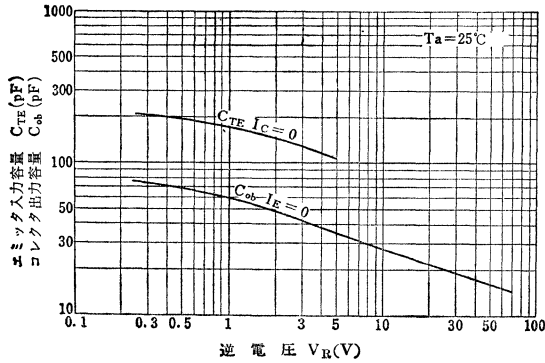
$V_{CE(sat)}$ - I_C



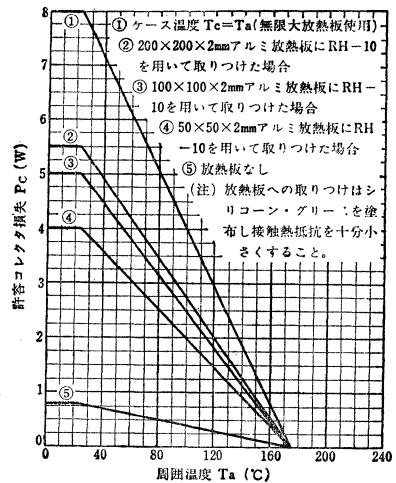
$V_{BE(sat)}$ - I_C



C_{TE}, C_{ob} - V_R



P_C - T_a



2SC515A

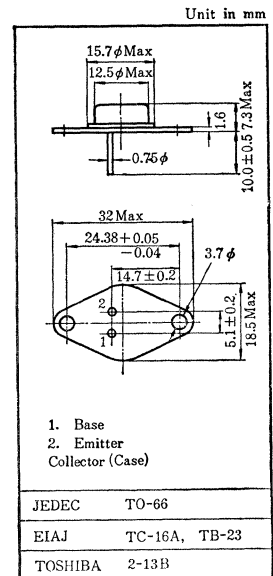
シリコンNPN三重拡散プレーナ形トランジスタ SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED PLANAR TRANSISTOR

- 電力増幅用 ○高耐圧スイッチング用
○ Power Amplifier and High Voltage Switching Applications

- 高耐圧です: $V_{CEX}=300V$
- ラインオペレートラジオの出力段に適しています。/ Suitable for Sound Output in Line Operated Radio

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	300	V
コレクタ・エミッタ間電圧 ($I_B=5\mu A$)	V_{CEX}	300	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	100	mA
エミッタ電流	I_E	-100	mA
コレクタ損失	P_C	$T_C=25^\circ C$	20
		$T_C=70^\circ C$	14
接合部温度	T_J	175	$^\circ C$
周囲温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ C$

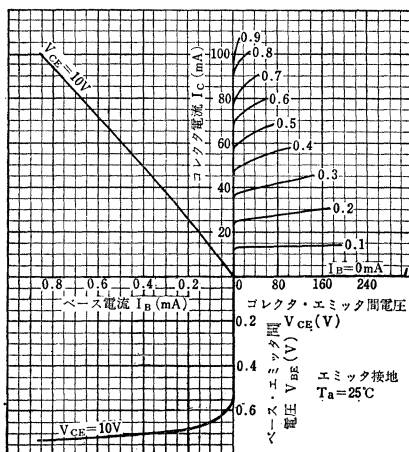


アクセサリはAC20Cを適用
Mounting Kit No. AC20C

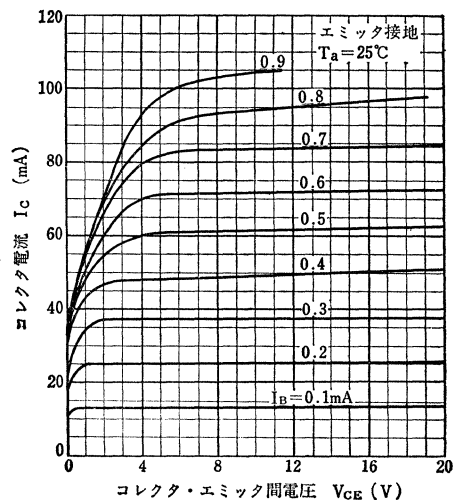
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=300V, I_E=0$	—	—	10	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	1.0	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=10V, I_C=50mA$	40	100	170	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=100mA, I_B=10mA$	—	0.4	—	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=50V, I_E=-20mA$	—	25	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=50V, I_E=0, f=1MHz$	—	5	—	pF

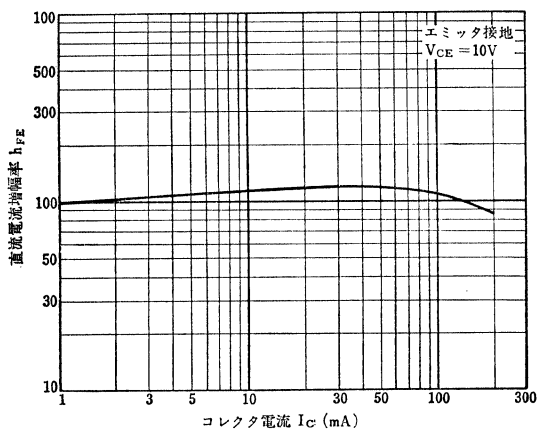
Static Characteristics



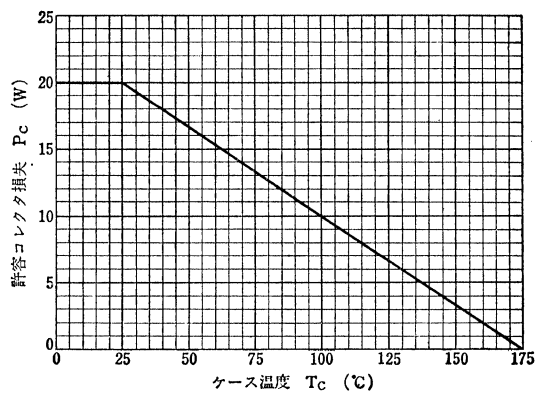
I_C-V_{CE} (Low Voltage Region)



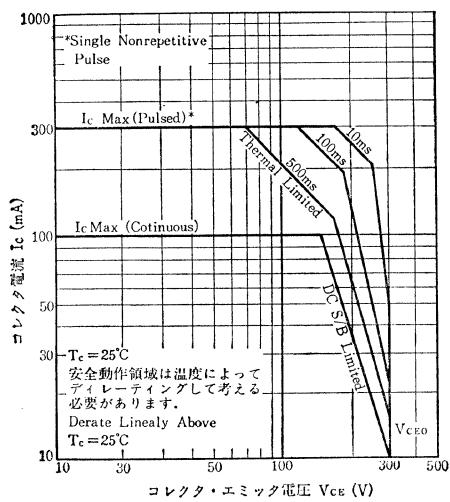
$h_{FE}-I_C$



P_C-T_C



安全動作領域 ASO



2SC519A, 2SC520A, 2SC521A

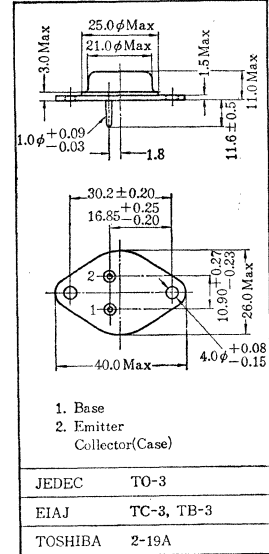
シリコンNPN三重拡散メサ形トランジスタ
SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED MESA TRANSISTOR

- 大電力増幅用 ○大電力スイッチング用 ○DC-DCコンバータ用
- 電源レギュレータ用
- Power Amplifier, Power Switching Applications
- DC-DC Converter, Regulator Applications

通信工業用

Industrial Applications

Unit in mm



アクセサリは AC6Cを適用
Mounting Kit No. AC6C

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	2SC519A	130	V
	2SC520A	100	
	2SC521A	70	
コレクタ・エミッタ間電圧	2SC519A	110	V
	2SC520A	80	
	2SC521A	50	
エミッタ・ベース間電圧	V _{EBO}	5	V
コレクタ電流	I _C	7	A
エミッタ電流	I _E	-7	A
ベース電流	I _B	2	A
コレクタ損失	P _C	50	W
		25	
接合部温度	T _J	150	°C
保存温度	T _{stg}	-65~150	°C

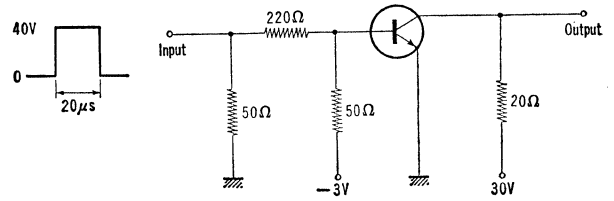
* シリコン・グリースを塗布し、マイカ絶縁板を介して300×300×2mmアルミニウム放熱板を取り付けたとき、Unit mounted on a 300×300×2mm Al Heat Sink with Silicone greased mica insulator.

電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

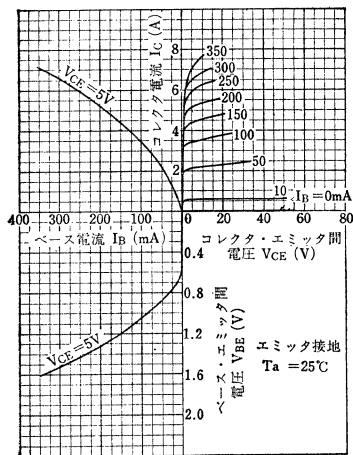
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I _{CBO}	V _{CB} =50V, I _E =0	—	—	100	μA
エミッタシャ断電流	I _{EBO}	V _{EB} =5V, I _C =0	—	—	5	mA
コレクタ・ベース間降伏電圧	BV _{CBC}	I _C =30mA	130	—	—	V
			100			
			70			
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV _{CEO}	I _C =20mA	110	—	—	V
			80			
			50			
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV _{EBO}	I _E =10mA	5	—	—	V
直流電流増幅率	h _{FE(1)**}	V _{CB} =5V, I _C =1A	30	—	300	
直流電流増幅率	h _{FE(2)}	V _{CE} =5V, I _C =5A	15	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	V _{CE(sat)}	I _C =5A, I _B =1A	—	1.0	2.0	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	V _{BE(sat)}		—	1.7	2.5	V
トランジション周波数	f _T	V _{CE} =10V, I _E =-1A	—	20	—	MHz
コレクタ出力容量	C _{ob}	V _{CB} =50V, I _E =0, f=1MHz	—	150	250	pF
スイッチング時間	ターンオン時間	Fig. 1	—	0.4	—	μs
	蓄積時間		—	3.0	—	μs
	下降時間		—	0.3	—	μs

2SC519A, 2SC520A, 2SC521A

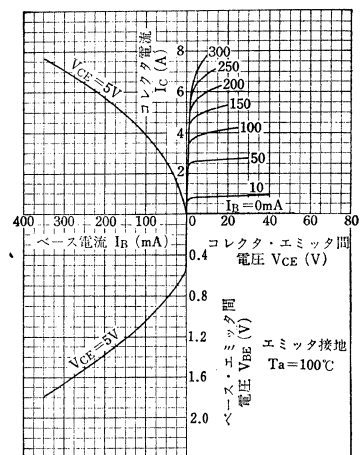
Fig.1 スイッチング時間測定回路
Switching Time Test Circuit



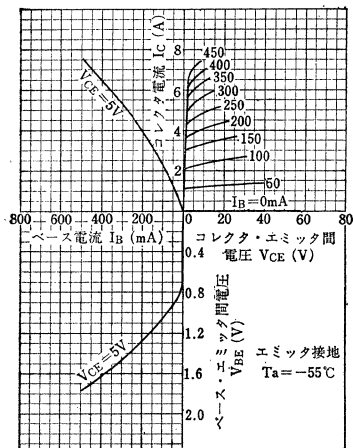
Static Characteristics



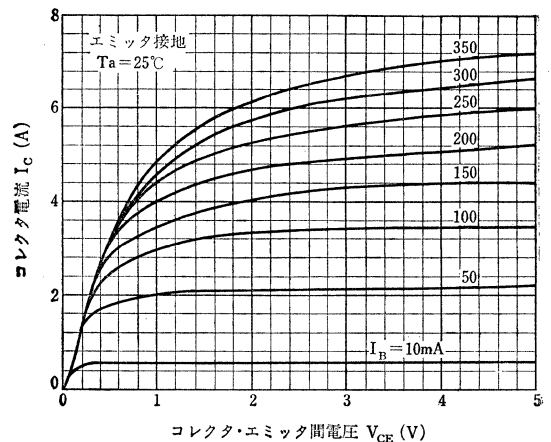
Static Characteristics



Static Characteristics

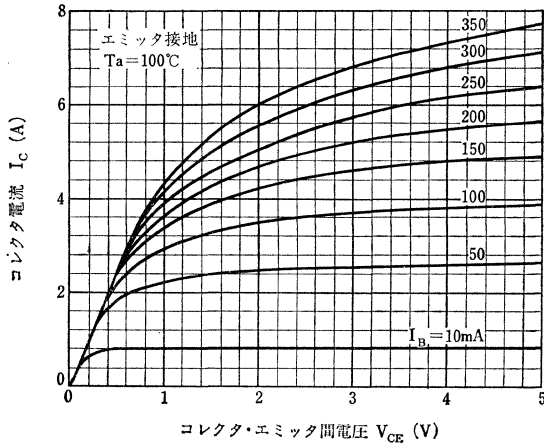


IC-VCe (Low Voltage Region)

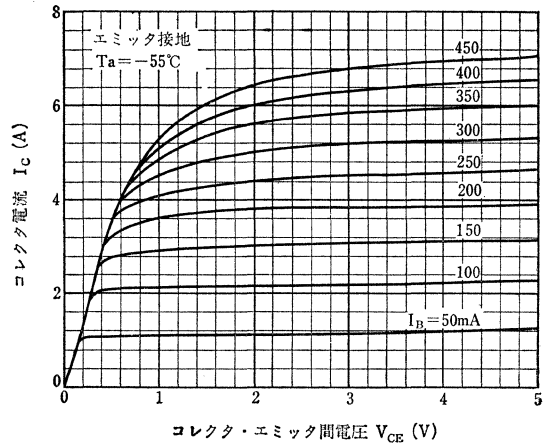


2SC519A, 2SC520A, 2SC521A

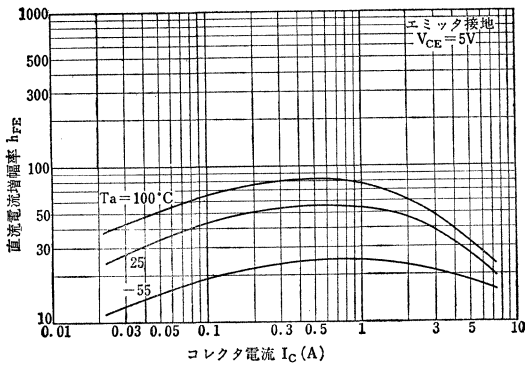
I_C-V_{CE} (Low Voltage Region)



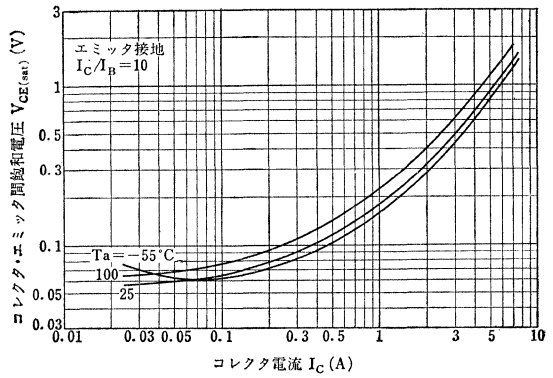
I_C-V_{CE} (Low Voltage Region)



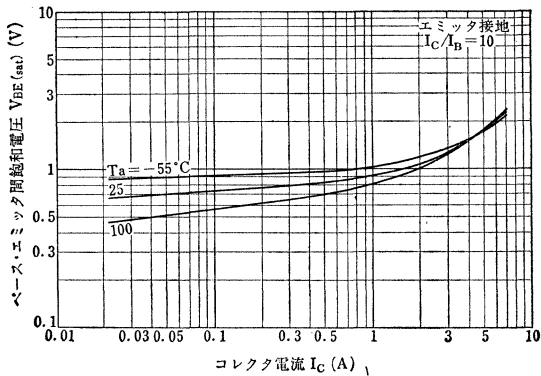
$h_{FE}-I_C$



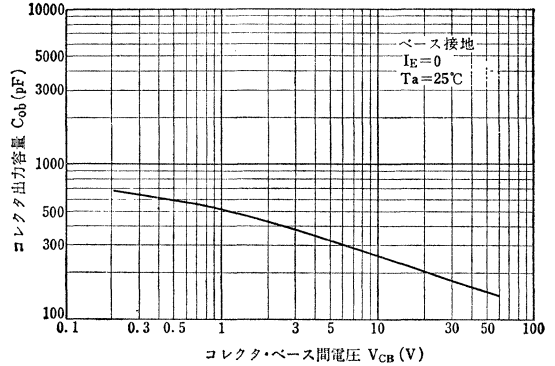
$V_{CE(sat)}-I_C$



$V_{BE(sat)}-I_C$

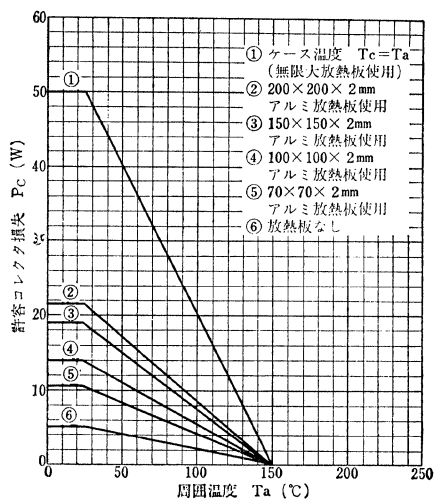


$C_{ob}-V_{CB}$

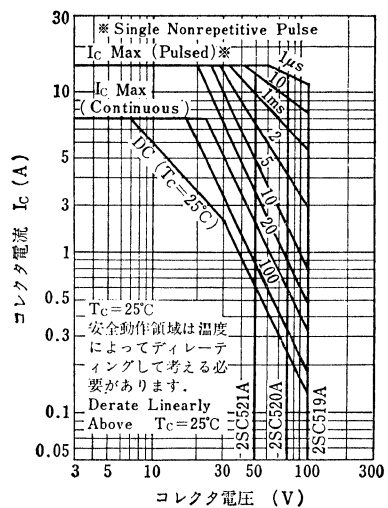


2SC519A, 2SC520A, 2SC521A

P_C-T_a



安全動作領域 ASO



2SC522, 2SC524

シリコンNPN三重拡散プレーナ形トランジスタ SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED PLANAR TRANSISTOR

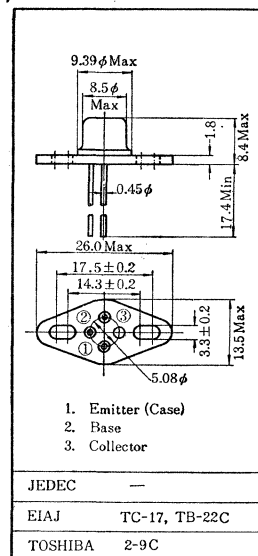
○高周波電力増幅用 ○高電圧スイッチング用 ○定電圧電源用
○ High Frequency Power Amplifier, High Voltage Switching and Regulator Applications

通信工業用
Industrial Applications
Unit in mm

- 2SA510, 2SA512 とコンプリメンタリになります。 / Complementary to 2SA510 and 2SA512.
- 高耐圧です: $V_{CBO}=140V$ 2SC522
 $V_{CBO}=100V$ 2SC524
- 放熱板に取り付けやすく中電力用として広い用途に適します。
: $I_C=1.5A$ (Max.), $P_C=10W$ (Max.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	2SC522	140	V
	2SC524	100	
コレクタ・エミッタ間電圧	2SC522	100	V
	2SC524	60	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	1.5	A
エミッタ電流	I_E	-1.5	A
コレクタ損失 ($T_c=25^\circ C$)	P_C	10	W
接合部温度	T_j	175	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ C$



アクセサリは AC26C を適用
Mounting Kit No. AC26C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

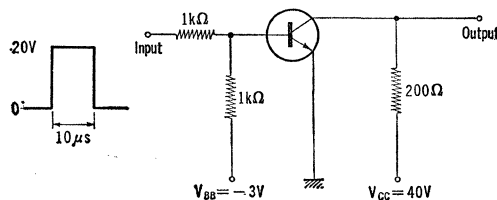
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=30V, I_E=0$	—	—	1	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	10	μA
直流電流増幅率	$h_{FE}(1) *$	$V_{CE}=2V, I_C=200mA$	30	—	150	
	$h_{FE}(2)$	$V_{CE}=5V, I_C=1A$	15	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE}(sat)$	$I_C=200mA, I_B=20mA$	—	0.2	0.6	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE}(sat)$	$I_C=200mA, I_B=20mA$	—	0.8	1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10V, I_E=-30mA$	20	60	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1MHz$	—	25	40	pF
スイッチング時間	ターンオン時間	t_{on}	—	0.13	—	μS
	蓄積時間	t_{stg}	—	3	—	μS
	下降時間	t_f	—	0.2	—	μS

* $h_{FE}(1)$ により下表のように分類し、現品表示してあります。

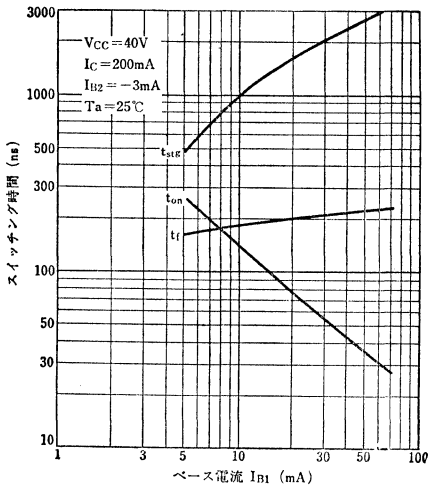
According to the value of $h_{FE}(1)$, the 2SC522 and 2SC524 are classified as follows.

Classification	Symbol or Color Dot	$h_{FE}(1)$	
		Min.	Max.
2SC522-R	R	30	90
2SC524-R	(Red)		
2SC522-O	O	50	150
2SC524-O	(Orange)		

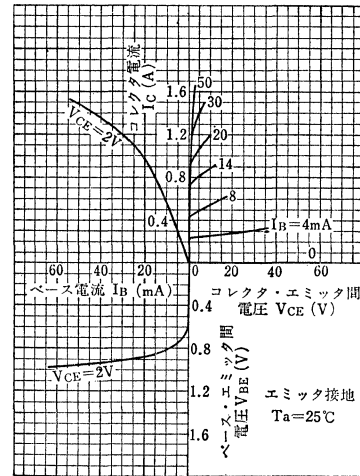
Fig. 1 スイッチング時間測定回路
Switching Time Test Circuit



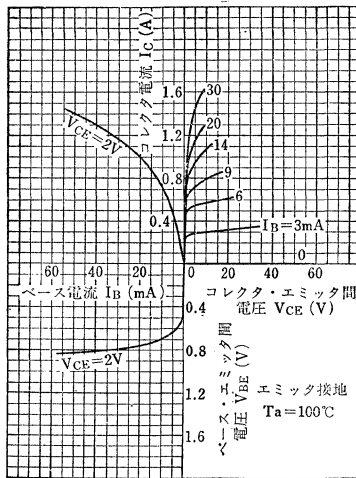
Switching Characteristics



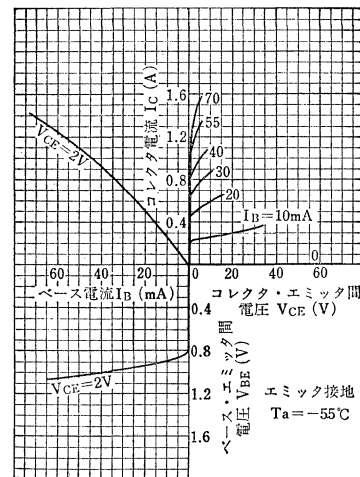
Static Characteristics



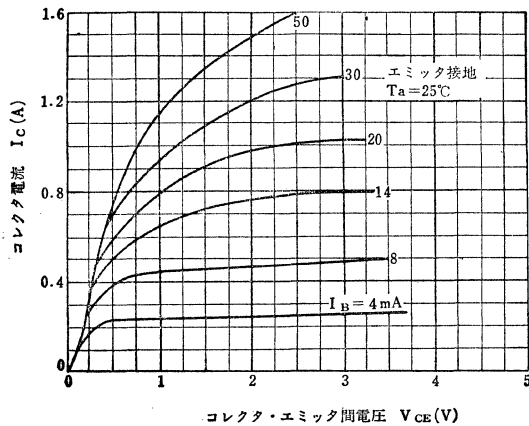
Static Characteristics



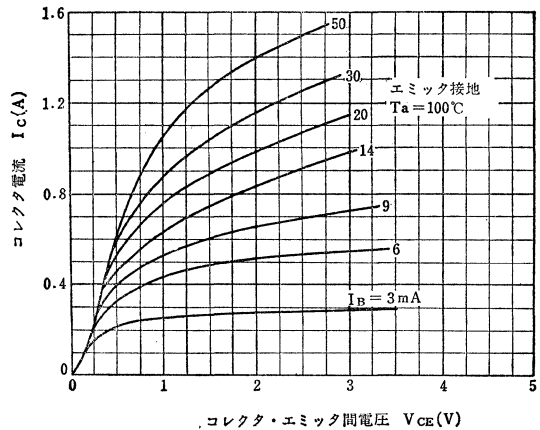
Static Characteristics



I_C-V_{CE} (Low Voltage Region)

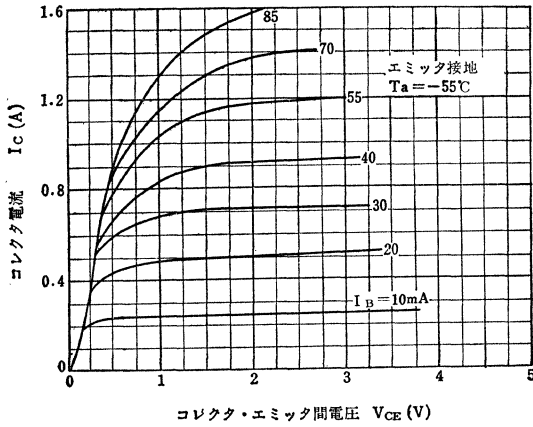


I_C-V_{CE} (Low Voltage Region)

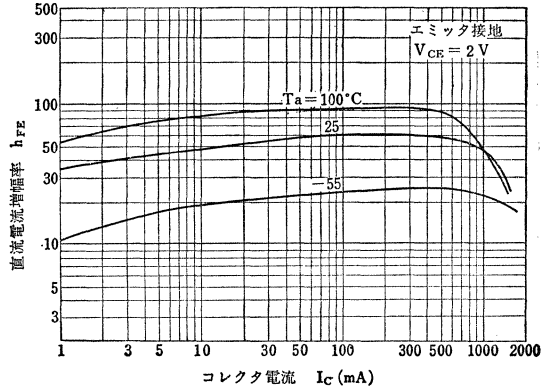


2SC522, 2SC524

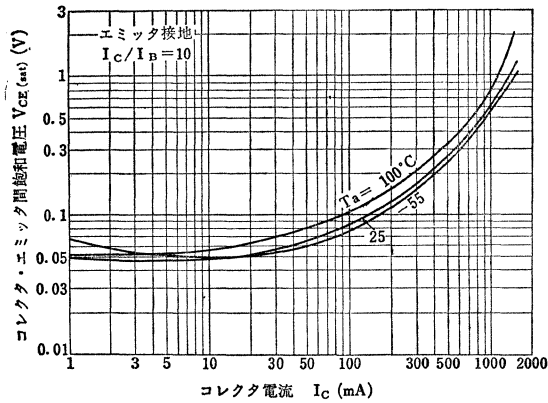
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



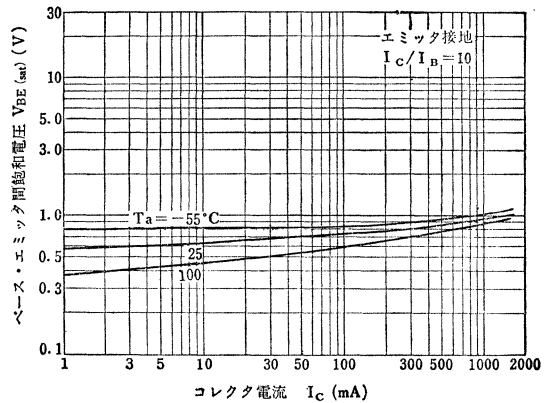
h_{FE} - I_C



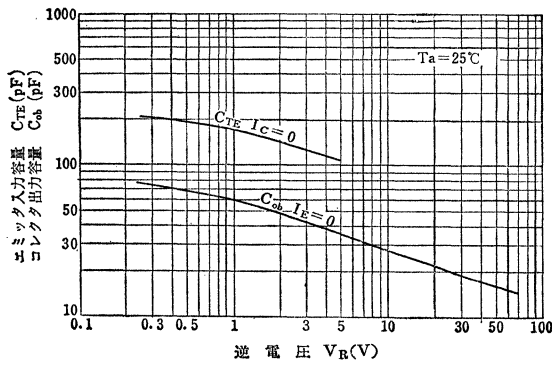
$V_{CE}(\text{sat})$ - I_C



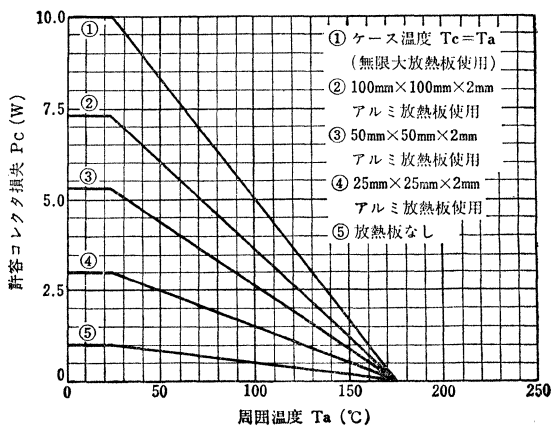
$V_{BE}(\text{sat})$ - I_C



C_{TE}, C_{ob} - V_R



P_C - T_a



シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

2SC547

- VHF電力増幅用 ○周波数てい倍用 ○高周波大電力駆動回路用
○VHF Power Amplifier, Frequency Multiplier and RF Power Driver Applications.

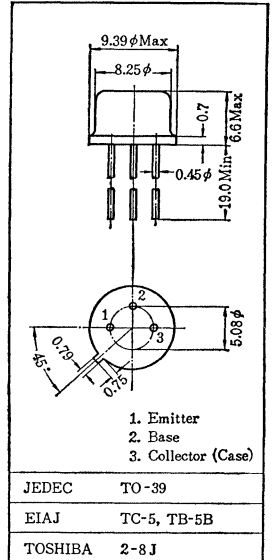
通信工業用
Industrial Applications

Unit in mm

- ・高利得C級電力増幅回路に適します。
- ・175MHzで出力電力2.5W (Min.) 得られます ($P_i=0.25W, V_{CC}=28V$)
- ・トランジション周波数が高い: $f_T=500MHz$ (Typ.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	65	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CE0}	40	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EB0}	4	V
コレクタ電流	I_C	1.0	A
エミッタ電流	I_E	-1.0	A
コレクタ損失 ($T_C=25^\circ C$)	P_C	6	W
接合部温度	T_J	175	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	65~175	$^\circ C$

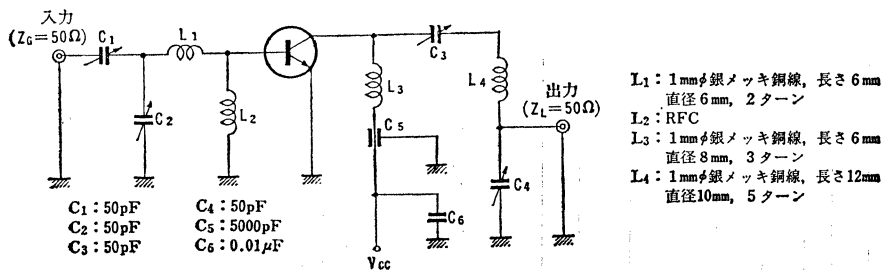


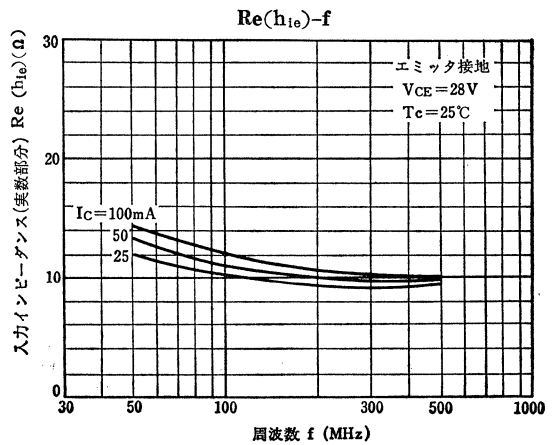
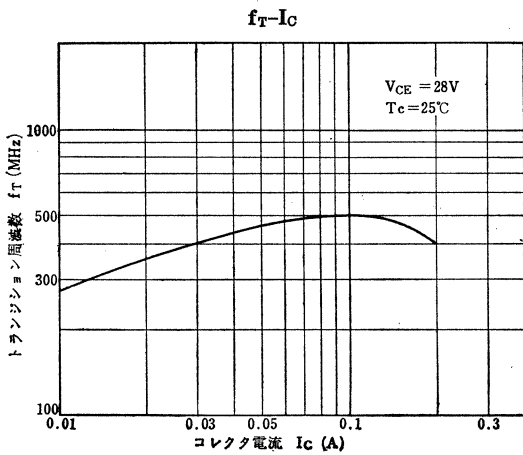
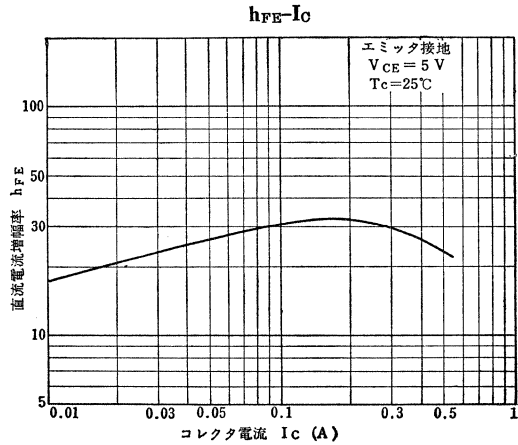
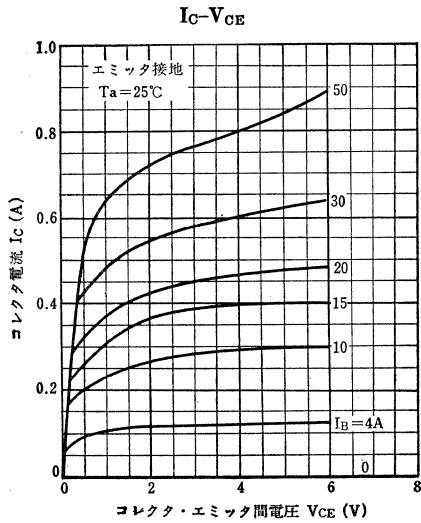
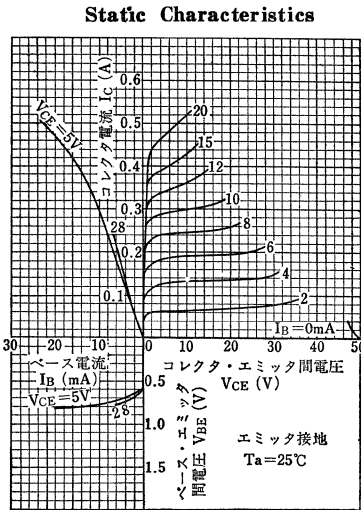
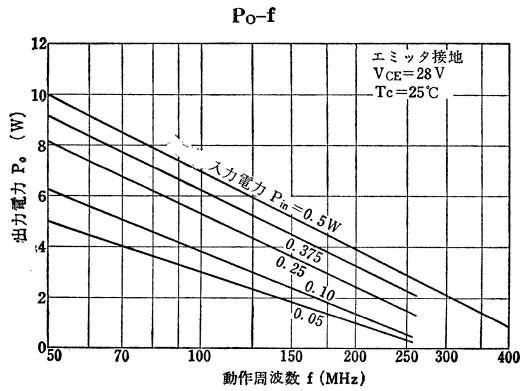
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CEO}	$V_{CE}=30V, I_B=0$	—	—	0.1	mA
コレクタ・ベース間降伏電圧	BV_{CB0}	$I_C=0.3mA, I_E=0$	65	—	—	V
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{CE0}	$I_C=10mA, I_B=0$	40	—	—	V
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV_{EB0}	$I_E=0.1mA, I_C=0$	4	—	—	V
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=250mA, I_B=50mA$	—	—	1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=28V, I_C=100mA$	—	500	—	MHz
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CE}=28V, I_C=100mA, f=100MHz$	—	12	—	Ω
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=30V, I_E=0, f=1MHz$	—	—	10	pF
動特性 出力電力	P_o (Fig.1)	$V_{CC}=28V, f=175MHz,$ $P_i=0.25W$ $\eta=50\%$ (Min.)	2.5	—	—	W

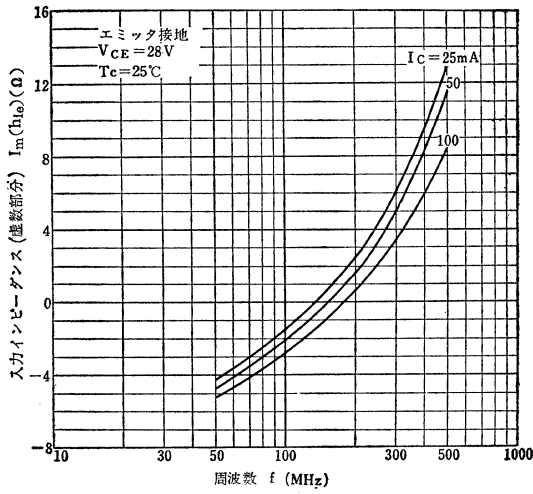
Fig. 1 出力電力測定回路

P_o Test Circuit.

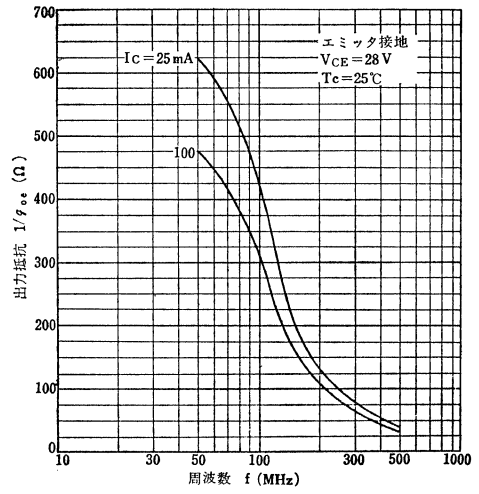




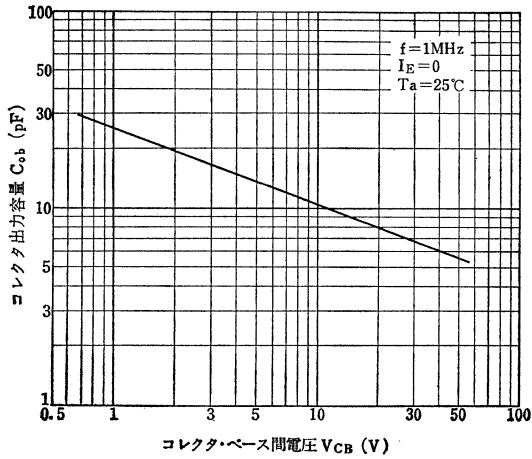
$I_m(h_{ie})-f$



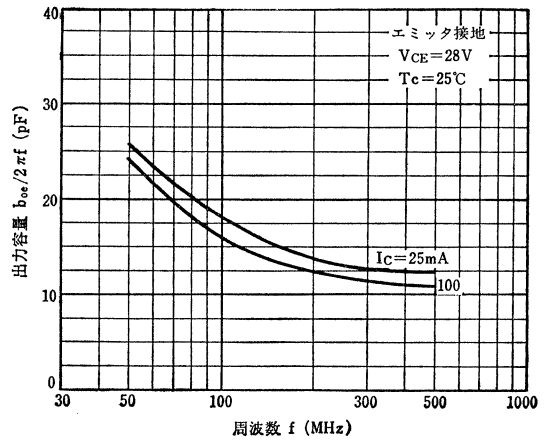
$1/g_{oe}-f$



$C_{ob}-V_{CB}$



$b_{oe}/2\pi f-f$



2SC549

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

○VHF電力増幅用 ○周波数てい倍用 ○高周波大電力駆動回路用
○ VHF Power Amplifier, Frequency Multiplier and RF Power Driver Applications

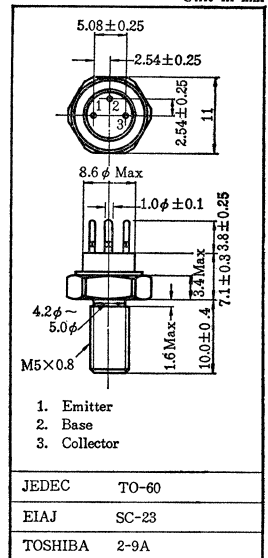
通信工業用

Industrial Applications

- ・高利得C級電力増幅回路に適します。
100MHzで $P_o=7.5W$ (Min.) ($P_i=1.0W$, $V_{CC}=28V$)
400MHzで $P_o=3.0W$ (Min.) ($P_i=1.0W$, $V_{CC}=28V$)
- ・トランジション周波数が高い: $f_T=500MHz$ (Typ.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	65	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	40	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	4	V
コレクタ電流	I_C	1.5	A
エミッタ電流	I_E	-1.5	A
ベース電流	I_B	1.5	A
コレクタ損失 ($T_C=25^\circ C$)	P_C	10	W
接合部温度	T_J	175	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ C$



アクセサリはAC27Aを適用
Mounting Kit No. AC27A

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CEO}	$V_{CE}=30V, I_B=0$	—	—	0.1	mA
コレクタ・ベース間降伏電圧	BV_{CBO}	$I_C=0.1mA, I_E=0$	65	—	—	V
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{CEO}	$I_C=10mA, I_B=0$	40	—	—	V
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV_{EBO}	$I_E=0.1mA, I_C=0$	4	—	—	V
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=500mA, I_B=100mA$	—	—	1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=28V, I_C=150mA$	—	500	—	MHz
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CE}=28V, I_C=250mA, f=400MHz$	—	10	—	Ω
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=30V, I_E=0, f=1MHz$	—	—	10	pF

動作特性 Operating Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
出力電力 (Fig.1)	$P_o(1)$	$V_{CC}=28V, f=100MHz$ $P_i=1W, \eta=65\%$ (Min.)	7.5	—	—	W
出力電力 (Fig.2)	$P_o(2)$	$V_{CC}=28V, f=400MHz$ $P_i=1W, \eta=40\%$ (Min.)	3.0	—	—	W

Fig.1 100MHz 出力電力測定回路

100MHz $P_o(1)$ Test Circuit

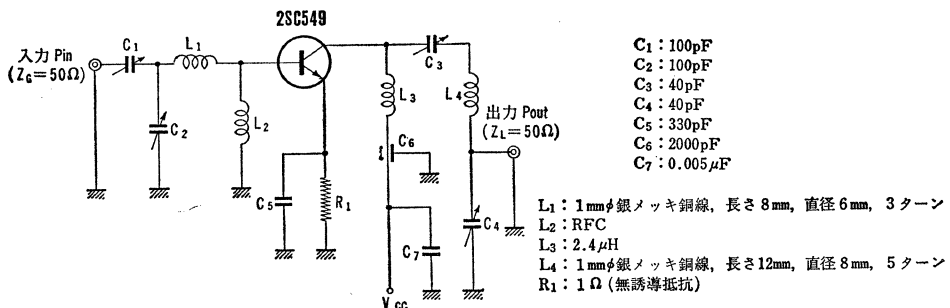
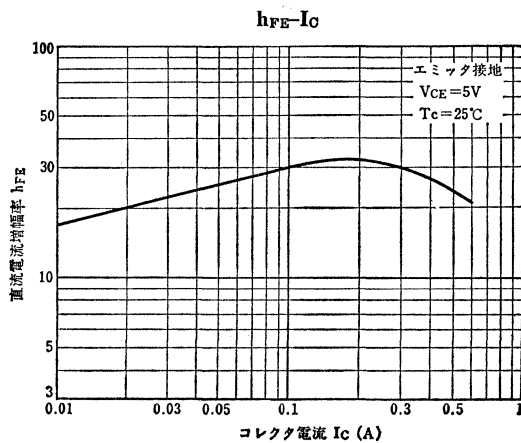
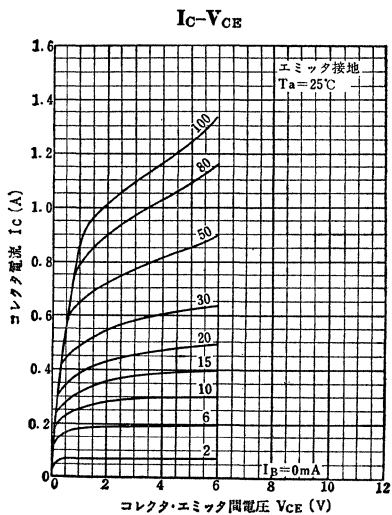
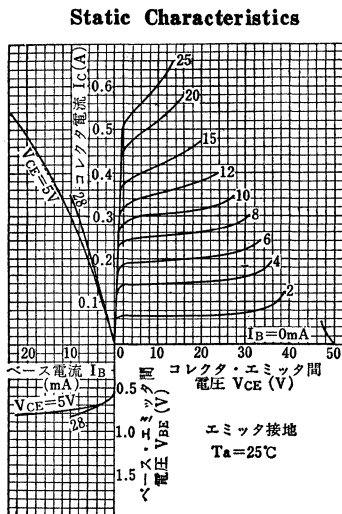
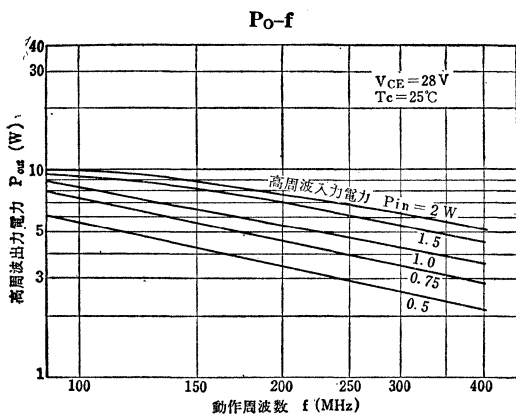
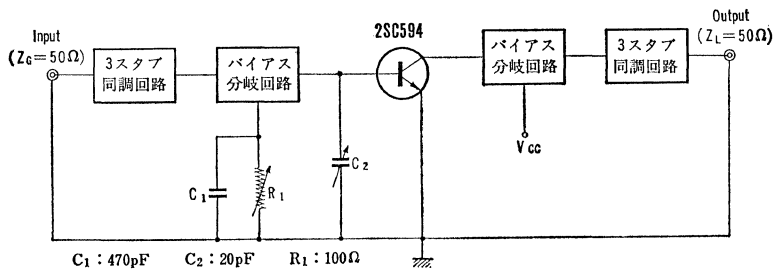
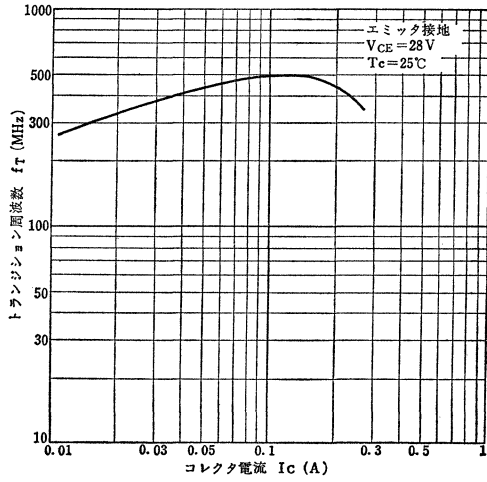


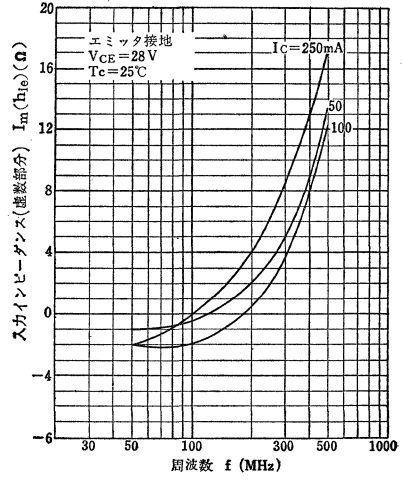
Fig. 2 400MHz 出力電力測定回路
400 MHz P_{o(2)} Test Circuit



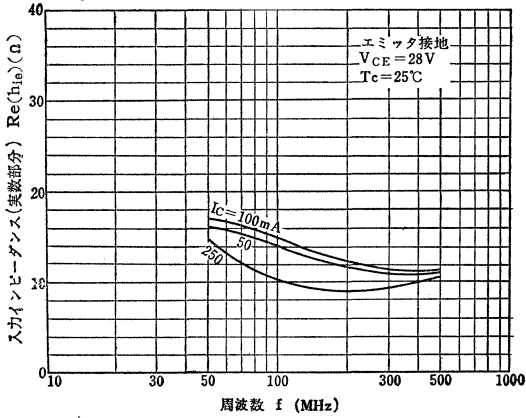
$f_T - I_C$



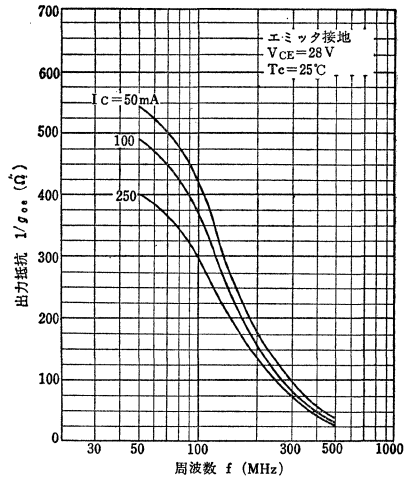
$I_m(h_{ie}) - f$



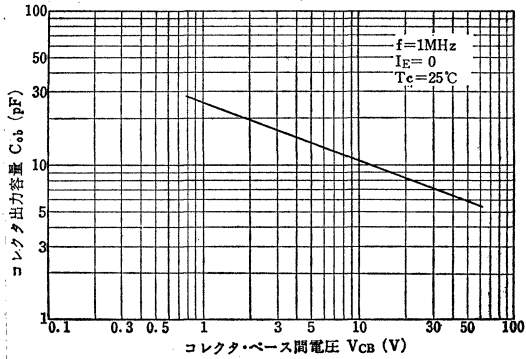
$Re(h_{ie}) - f$



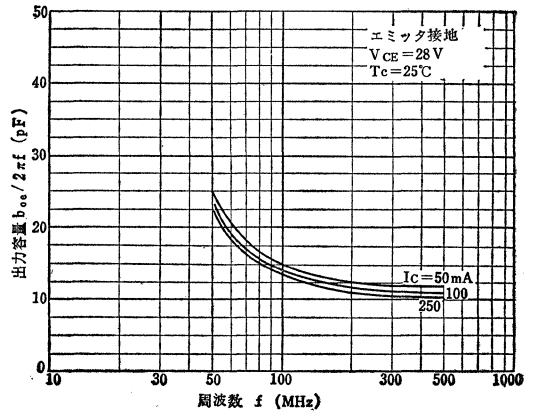
$1/g_{oe} - f$



$C_{ob} - V_{CB}$



$b_{oe}/2\pi f - f$



○VHF電力増幅用 ○周波数てい倍用

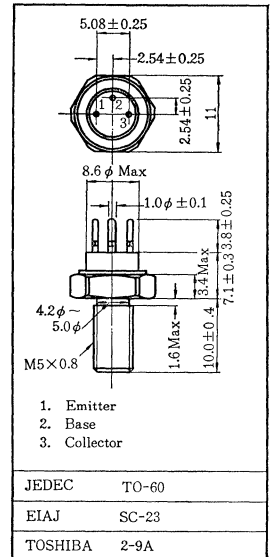
○ VHF Power Amplifier Applications ○ Frequency Multiplier Applications

- 高利得C級電力増幅回路に適します。
 - 175MHzで $P_o=13.5W$ (Min.) ($P_i=3.5W$, $V_{CC}=28V$)
 - 260MHzで $P_o=10W$ (Typ.) ($P_i=3W$, $V_{CC}=28V$)
- トランジション周波数が高い: $f_T=400MHz$ (Typ.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	65	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	40	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	4	V
コレクタ電流	I_C	3	A
エミッタ電流	I_E	-3	A
コレクタ損失 ($T_C=25^\circ C$)	P_C	20	W
接合部温度	T_J	175	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ C$

通信工業用
Industrial Applications
Unit in mm

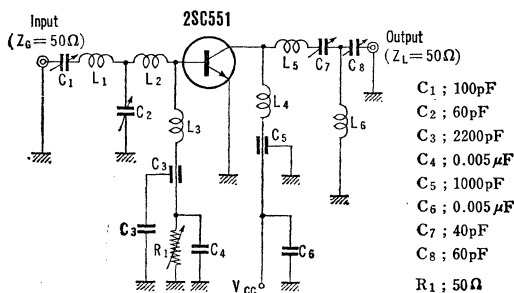


アクセサリは AC27A を適用
Mounting Kit No. AC27A

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

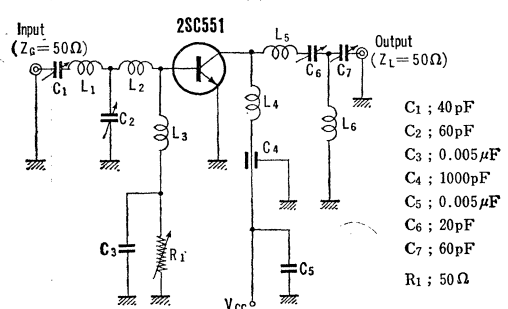
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit	
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CE}=30V, I_B=0$	—	—	0.25	mA	
コレクタ・ベース間降伏電圧	BV_{CBO}	$I_C=0.5mA, I_E=0$	65	—	—	V	
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{CEO}	$I_C=20mA, I_B=0$	40	—	—	V	
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV_{EBO}	$I_E=0.25mA, I_C=0$	4	—	—	V	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=500mA, I_B=100mA$	—	—	1.0	V	
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=28V, I_C=150mA$	—	400	—	MHz	
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CE}=28V, I_C=250mA, f=200MHz$	—	6.5	—	Ω	
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=30V, I_E=0, f=1MHz$	—	—	20	pF	
動作特性	出力電力	$P_{o(1)}$ (Fig.1)	$V_{CC}=28V, f=175MHz$ $P_i=3.5W, \eta=70\%$ (Min.)	13.5	—	—	W
		$P_{o(2)}$ (Fig.2)	$V_{CC}=28V, f=260MHz$ $P_i=3W, \eta=60\%$ (Min.)	—	10	—	W

Fig. 1 175MHz 出力電力測定回路
175MHz $P_o(1)$ Test Circuit



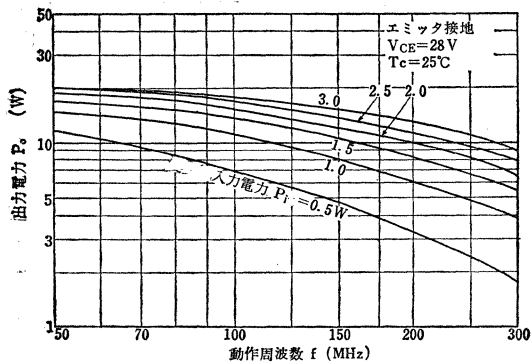
- L_1 : 1mmφ銀メッキ銅線, 長さ10mm, 直径10mm, 4ターン
- L_2 : 1.2mmφエナメル被覆銅線, 長さ4mm, 直径8mm, 1ターン
- L_3 : RFC
- L_4 : 1mmφ銀メッキ銅線, 長さ6mm, 直径8mm, 3ターン
- L_5 : 1mmφエナメル被覆銅線, 長さ6mm, 直径8mm, 2ターン
- L_6 : 1.2mmφエナメル被覆銅線, 長さ8mm, 直径8mm, 2.5ターン

Fig. 2 260MHz 出力電力測定回路
260MHz $P_o(2)$ Test Circuit

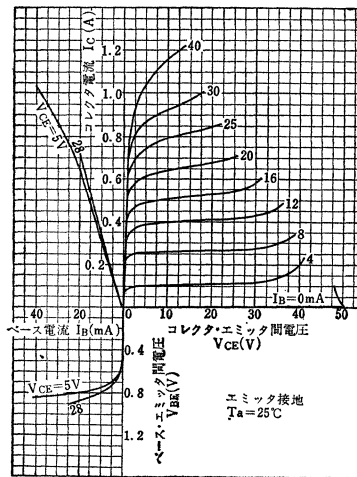


- L_1 : 1.2mmφ銀メッキ銅線, 長さ6mm, 直径6mm, 3ターン
- L_2 : 長さ9.5mm, 幅4.75mm, 銅ストリップライン
- L_3 : RFC
- L_4 : 0.47μH, Choke
- L_5 : 1.2mmφ銀メッキ銅線, 長さ12mm, 直径6mm, 3.5ターン
- L_6 : 1.2mmφ銀メッキ銅線, 長さ5mm, 直径6mm, 1ターン

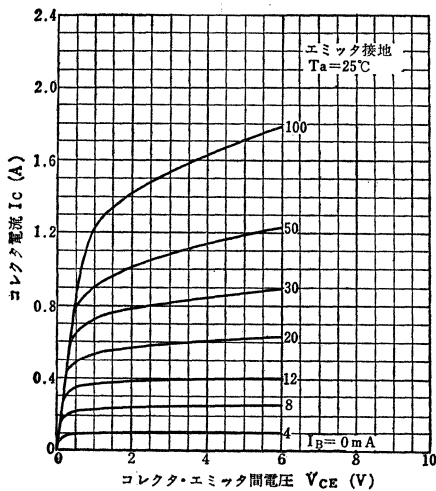
P_o-f



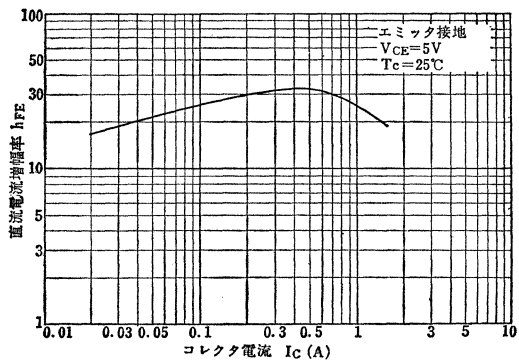
Static Characteristics



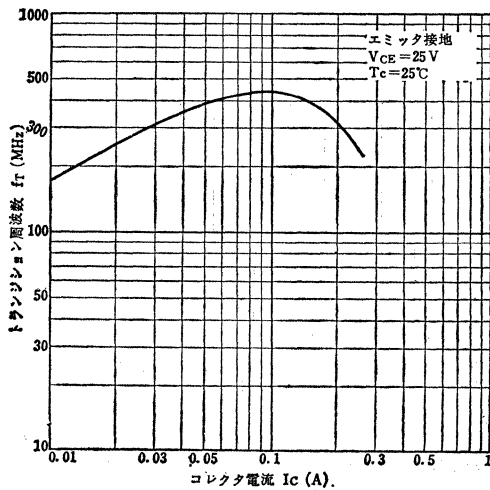
I_c-V_{CE}



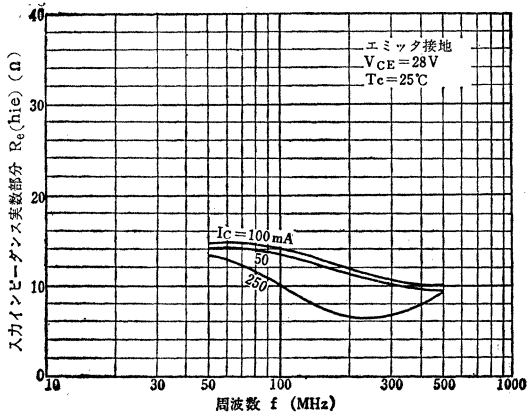
h_{FE}-I_c



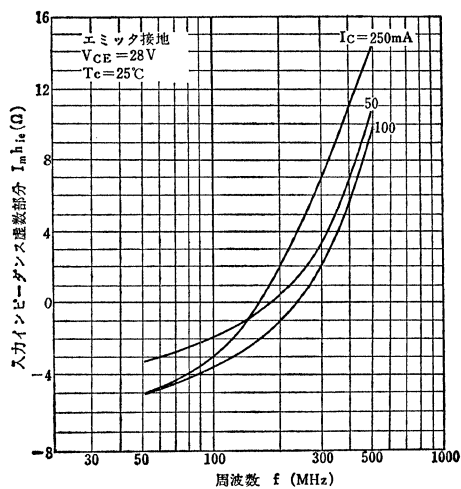
f_T-I_c



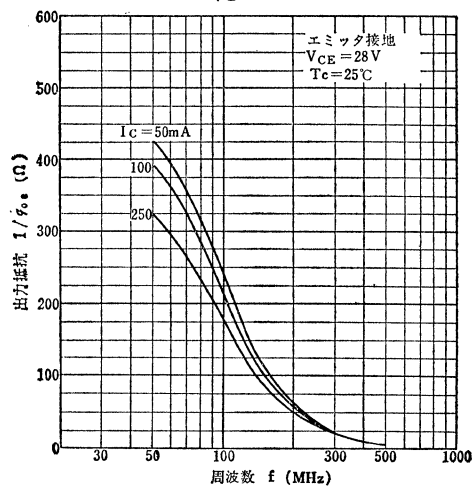
R_e(h_{ie})-f



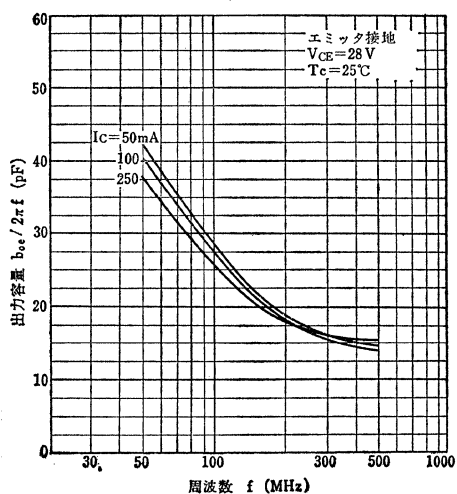
$I_m(h_{ie})-f$



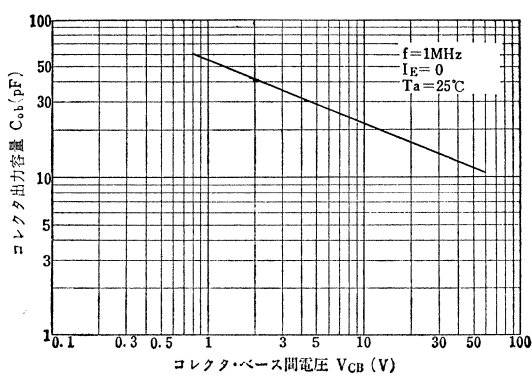
$1/g_{oe}-f$



$b_{oe}/2\pi f-f$



$C_{ob}-V_{CB}$



2SC555

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

○UHF-VHF帯電力増幅用 ○高周波てい倍および高周波発振用

○高周波大電力増幅駆動回路用

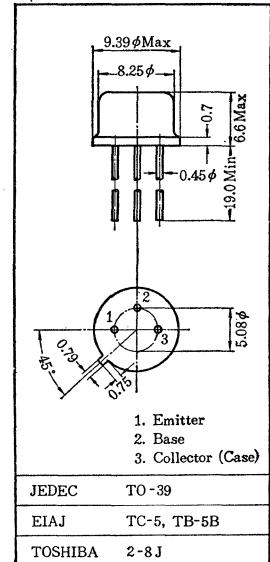
○ UHF-VHF Power Amplifier, Frequency Multiplier, Oscillator and RF Power Driver Applications.

通信工業用

Industrial Applications

Unit in mm.

- 高利得C級電力増幅回路に適します。
 $f=400\text{MHz}$ で G_{pe} 10dB (Min.) [Output Power 1W]
 $f=250\text{MHz}$ で G_{pe} 15dB (Typ.) [Output Power 1W]
 $f=175\text{MHz}$ で G_{pe} 17dB (Typ.) [Output Power 1W]
 $f=100\text{MHz}$ で G_{pe} 20dB (Typ.) [Output Power 1W]
- トランジション周波数が高い: $f_T=800\text{MHz}$ (Typ.)
- 出力容量が小さい: $C_{ob}=3\text{pF}$ (Max.)
- 高耐圧です: $V_{CBO}=55\text{V}$, $V_{CEO}=30\text{V}$ (Min.)



最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	55	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	30	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	3.5	V
コレクタ電流	I_C	0.4	A
エミッタ電流	I_E	-0.4	A
コレクタ損失 ($T_C=25^\circ\text{C}$)	P_C	4.2	W
接合部温度	T_J	175	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ\text{C}$

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CEO}	$V_{CE}=28\text{V}$, $I_B=0$	—	—	20	μA
コレクタ・ベース間降伏電圧	BV_{CBO}	$I_C=0.1\text{mA}$, $I_E=0$	55	—	—	V
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{CEO}	$I_C=5\text{mA}$, $I_B=0$	30	—	—	V
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV_{EBO}	$I_E=0.1\text{mA}$, $I_C=0$	3.5	—	—	V
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=100\text{mA}$, $I_B=20\text{mA}$	—	—	1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=15\text{V}$, $I_C=25\text{mA}$	600	800	—	MHz
入力インピーダンス (実数部)	$R_e(h_{ie})$	$V_{CE}=28\text{V}$, $I_C=25\text{mA}$, $f=200\text{MHz}$	—	25	—	Ω
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=30\text{V}$, $I_E=0$, $f=1\text{MHz}$	—	—	3.0	pF
出力電力	P_o	$V_{CC}=28\text{V}$, $f=400\text{MHz}$ $P_i=0.1\text{W}$, $\eta=45\%$ (Min.)	1.0	—	—	W

シリコンNPN三重拡散メサ形トランジスタ
SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED MESA TRANSISTOR

2SC558

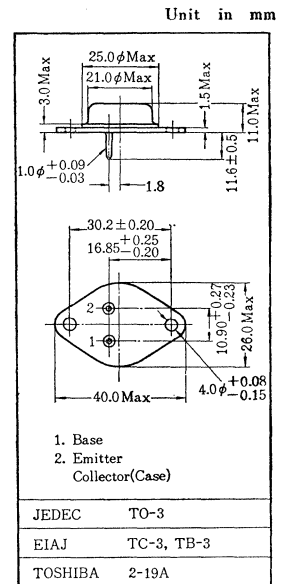
○白黒テレビ水平偏向出力用

○ Black and White TV Horizontal Output Applications

- ・高耐圧です： $V_{CES}=250V$
- ・高圧スパーク等の過負荷に強い。 / Resist Over Load.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	250	V
コレクタ・エミッタ間電圧 ($R_{BE}=0$)	V_{CES}	250	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	5	A
エミッタ電流	I_E	-5	A
コレクタ損失($T_c=25^\circ C$)	P_C	50	W
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$

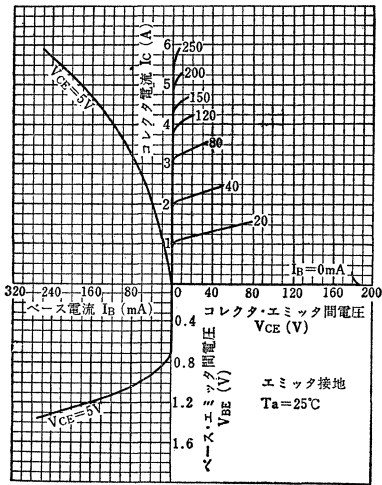


アクセサリは AC6C を適用
Mounting Kit No. AC6C

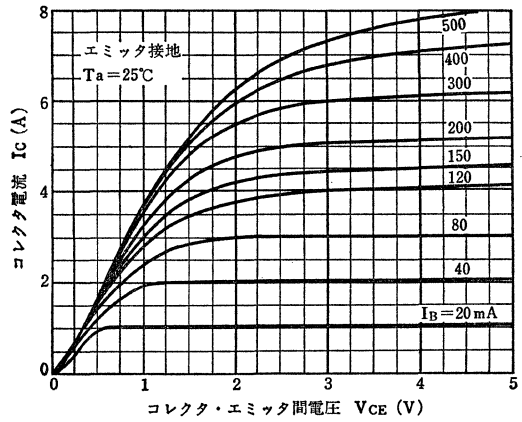
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=50V, I_E=0$	—	—	1.0	mA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	10	mA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=5V, I_C=5A$	20	40	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=5A, I_B=1A$	—	1.3	2.0	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=5A, I_B=1A$	—	2.0	3.0	V
シャ断周波数	f_{ab}	$V_{CB}=5V, I_E=-0.5A$	—	20	—	MHz

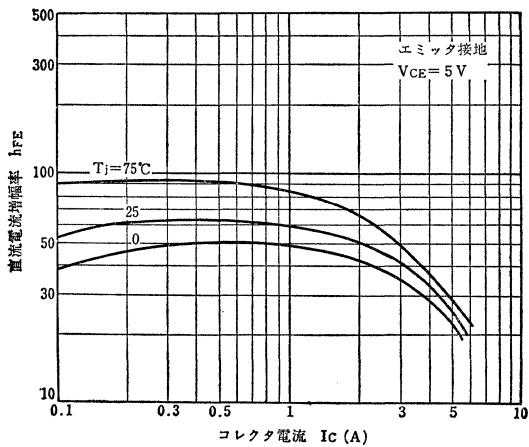
Static Characteristics



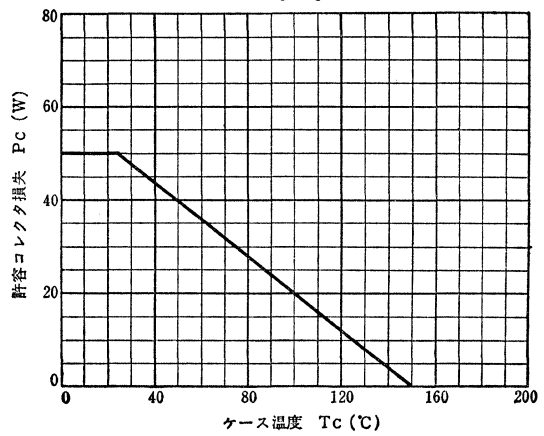
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



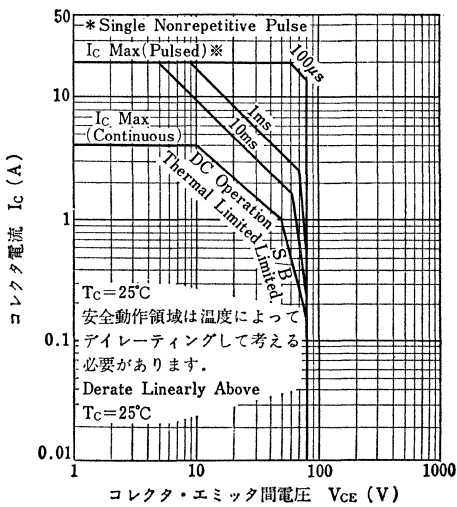
h_{FE} - I_C



P_C - T_c



安全動作領域 ASO



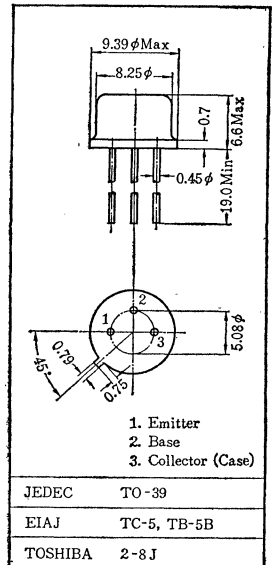
- 高周波増幅用, 映像増幅用 ○高速度スイッチング用
- High Frequency Amplifier and Video Amplifier Applications
- High Speed Switching Applications

通信工業用
Industrial Applications
Unit in mm

- トランジション周波数が高い: $f_T=400\text{MHz}$ (Typ.)
- コレクタ容量が小さい: $C_{ob}=3\text{pF}$ (Typ.)
- 2SA594とコンプリメンタリになります/Complementary to 2SA594

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	60	V	
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	45	V	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V	
コレクタ電流	I_C	200	mA	
エミッタ電流	I_E	-200	mA	
コレクタ損失	P_C	$T_a=25^\circ\text{C}$	750	mW
		$T_C=25^\circ\text{C}$	5	W
接合部温度	T_J	175	$^\circ\text{C}$	
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ\text{C}$	



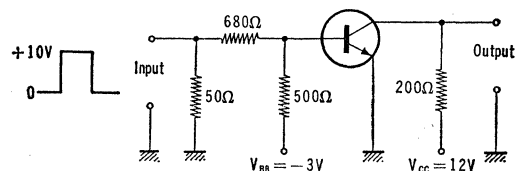
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit			
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=45\text{V}, I_E=0$	—	—	0.1	μA			
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5\text{V}, I_C=0$	—	—	0.1	μA			
直流電流増幅率	$h_{FE(1)*}$	$V_{CE}=1\text{V}, I_C=10\text{mA}$	40	—	240	—			
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE}=3\text{V}, I_C=200\text{mA}$	20	—	—	—			
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=100\text{mA}, I_B=10\text{mA}$	—	—	0.3	V			
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=100\text{mA}, I_B=10\text{mA}$	—	—	1.0	V			
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-10\text{mA}$	100	400	—	MHz			
入力インピーダンス (実数部)	$Re(h_{ie})$	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-10\text{mA}$ $f=200\text{MHz}$	—	—	120	Ω			
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	—	3.0	5.0	pF			
スイッチング時間	ターンオン時間	t_{on}	Fig. 1			—	ns		
	蓄積時間	t_{stg}				—		250	—
	下降時間	t_f				—		30	—

* $h_{FE(1)}$ により下表のように分類し, 現品表示してあります。
According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SC594 is classified as follows.

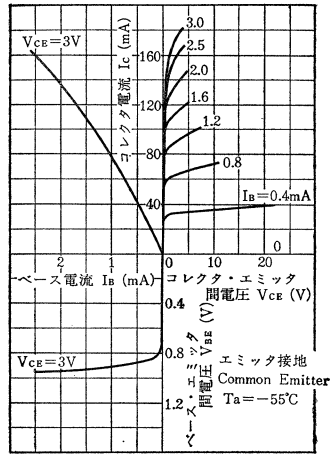
Classification	Min.	Max.
2SC594-R	40	80
2SC594-O	70	140
2SC594-Y	120	240
2SC594	40	240

Fig. 1 スイッチング時間測定回路
Switching Time Test Circuit

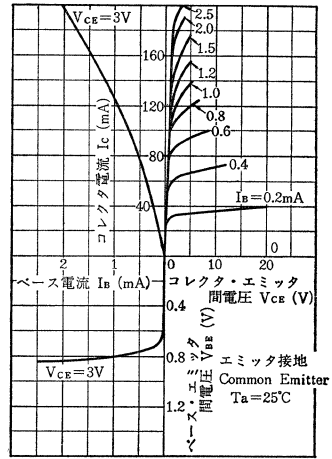


入力パルスは, パルス幅 $t_w=5\pm 1\mu\text{s}$ 上昇時間 $t_r\leq 5\text{ns}$,
下降時間 $t_f\leq 5\text{ns}$ デューティサイクル $\leq 2.0\%$ を使用する。

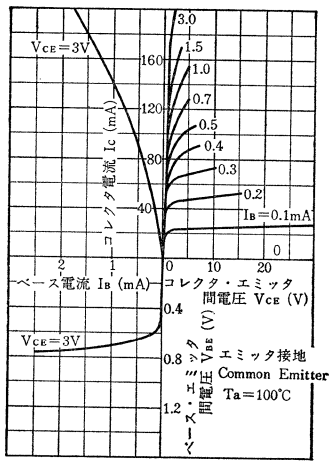
Static Characteristics



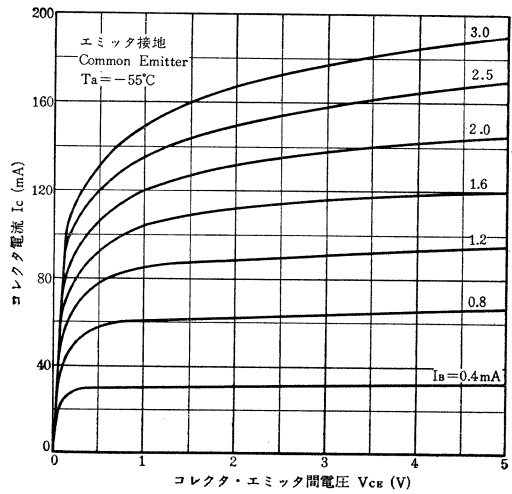
Static Characteristics



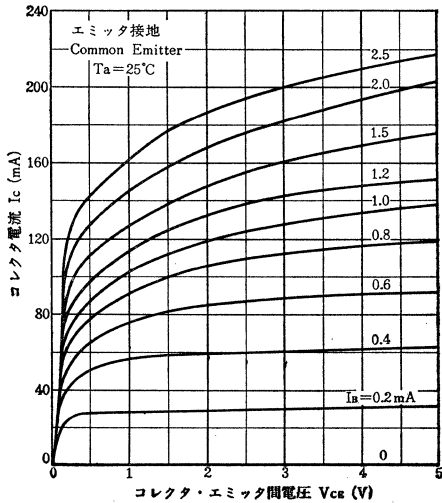
Static Characteristics



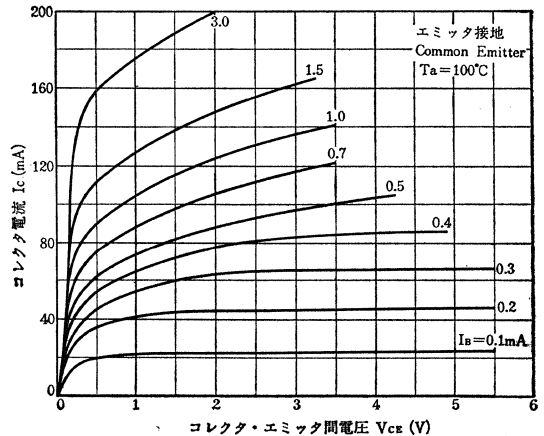
I_c - V_{ce} (Low Voltage Region)



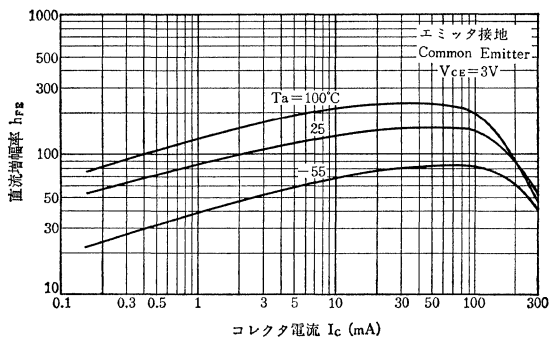
I_c - V_{ce} (Low Voltage Region)



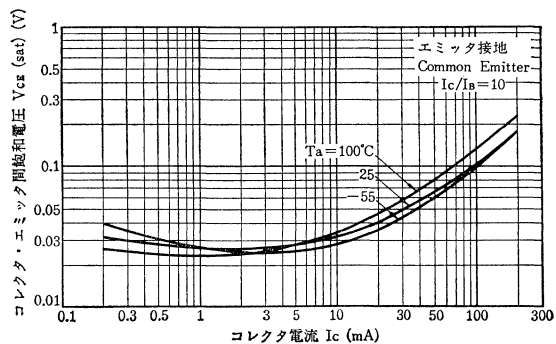
I_c - V_{ce} (Low Voltage Region)



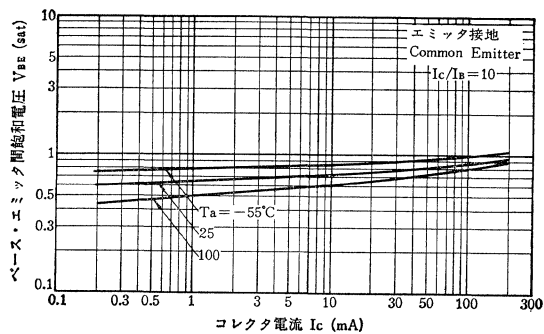
$h_{FE}-I_C$



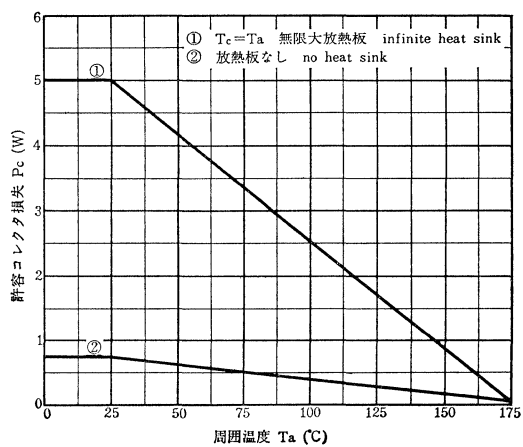
$V_{CE} (sat)-I_C$



$V_{BE} (sat)-I_C$



P_C-T_a



2SC642, 2SC642A

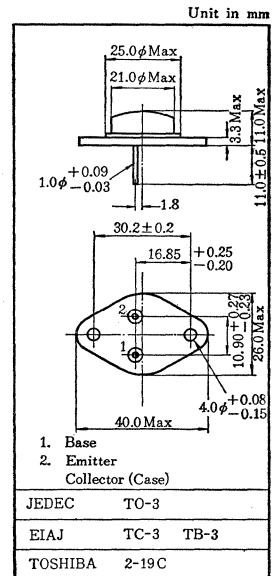
シリコンNPN三重拡散メサ形トランジスタ
SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED MESA TRANSISTOR

○カラーテレビ垂直偏向出力用
○ Color TV Vertical Output Applications

- 超高耐圧です: $V_{CB0}=1100V$ (2SC642)
=1500V (2SC642A)
 $V_{CER(sus)}=700V$ (2SC642)
=800V (2SC642A)
- 飽和電圧が低い: $V_{CE(sat)}=2V$ (Max.)
- 直線性が良い. /Excellent Linearity.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	2SC642	1100	V
	2SC642A	1500	
コレクタ・エミッタ間 サステイニング電圧 $R_{BE}=220\Omega$ Fig. 1	2SC642	700	V
	2SC642A	800	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	1	A
エミッタ電流	I_E	-1	A
コレクタ損失 ($T_C=25^\circ C$)	P_C	50	W
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$



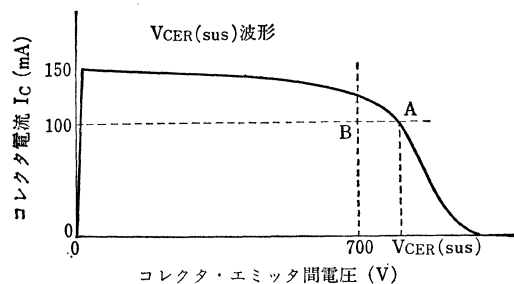
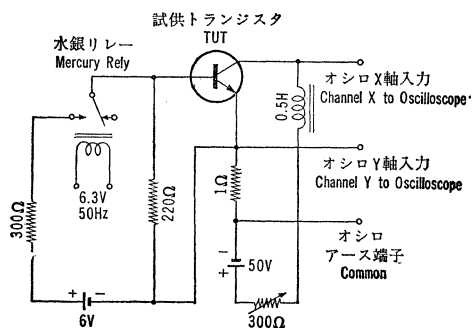
アクセサリは AC42C を適用
Mounting Kit No. AC42C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=500V, I_E=0$	—	—	10	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	5.0	mA
直流電流増幅率	$h_{FE(1)}$	$V_{CE}=15V, I_C=150mA$	30	—	160	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE}=15V, I_C=50mA$	20	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=150mA, I_B=15mA$	—	—	2.0	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$I_C=150mA, I_B=15mA$	—	—	2.5	V
シャ断周波数	$f_{\alpha b}$	$V_{CB}=15V, I_E=-0.2A$	0.5	—	—	MHz

Fig. 1 コレクタ・エミッタサステイニング電圧測定回路

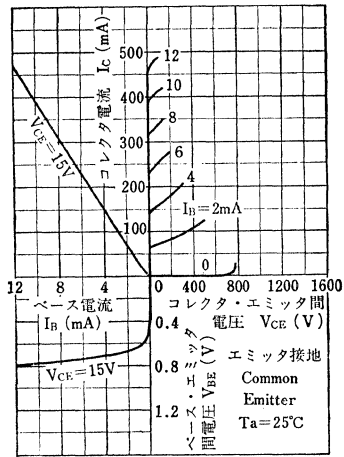
$V_{CER(sus)}$ Test Circuit



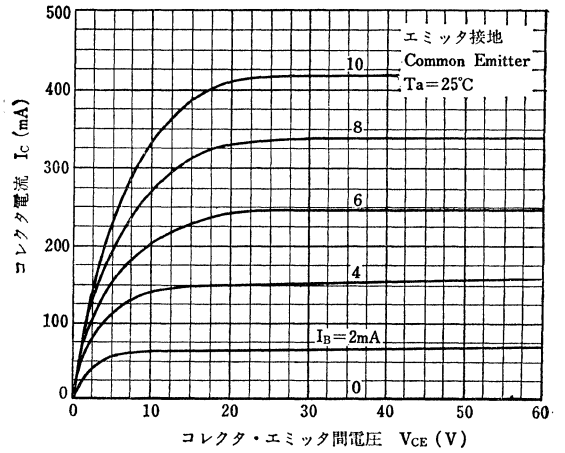
コレクタピーク電流を150 mA流し100mAに落ちる点(上図A)を測定する

The sustaining Voltage $V_{CER(sus)}$ is acceptable when the trace falls to the right and above point B.

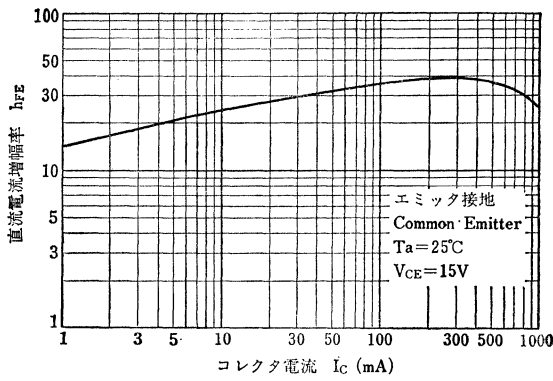
Static Characteristics



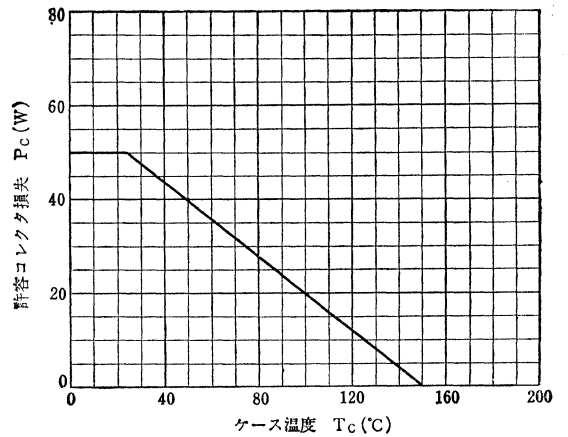
$I_c - V_{ce}$ (Low Voltage Region)



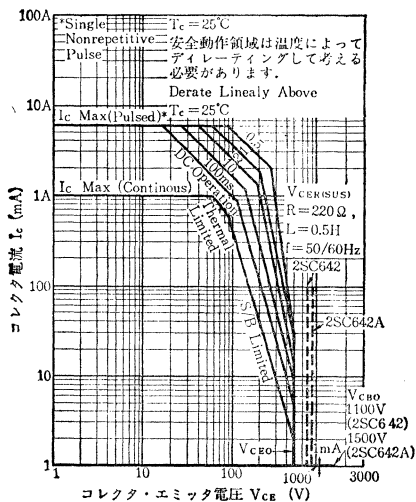
$h_{FE} - I_c$



$P_c - T_c$



安全動作領域 ASO



2SC643

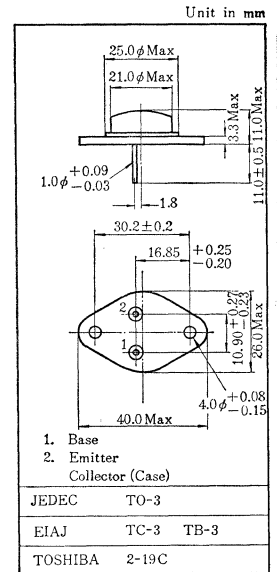
シリコンNPN三重拡散メサ形トランジスタ SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED MESA TRANSISTOR

- 白黒テレビ水平偏向出力用
- Black and White TV Horizontal Output Applications

- 超高耐圧です: $V_{CB0}=1100V$
- 飽和電圧が低い: $V_{CE(sat)}=5V$ (Typ.)
- スイッチング時間が速い: $t_f=0.5\mu s$ (Typ.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	1100	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CBS}	1100	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	2.5	A
エミッタ電流	I_E	-2.5	A
コレクタ損失 ($T_C=25^\circ C$)	P_C	50	W
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$

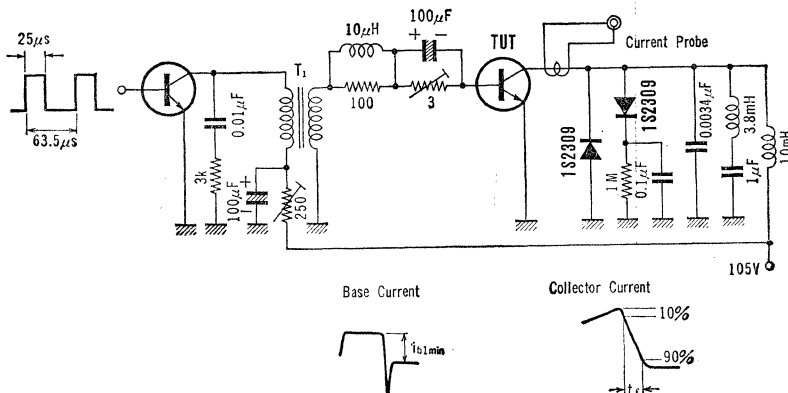


アクセサリはAC42Cを適用
Mounting Kit No. AC42C

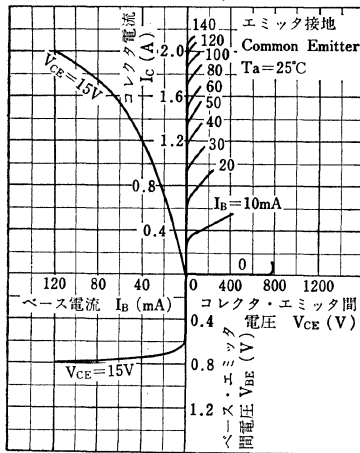
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=500V, I_E=0$	—	—	10	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	5.0	mA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=15V, I_C=2.0A$	7.0	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=2.0A, I_B=0.4A$	1.0	5	11	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=2.0A, I_B=0.4A$	—	—	1.5	V
シャ断周波数	f_{ab}	$V_{CB}=15V, I_E=-0.2A$	2.0	—	—	MHz
下降時間 Fig.1	t_f	$I_{cp}=2.0A, I_{B1}=0.4A$	—	0.5	1.0	μs

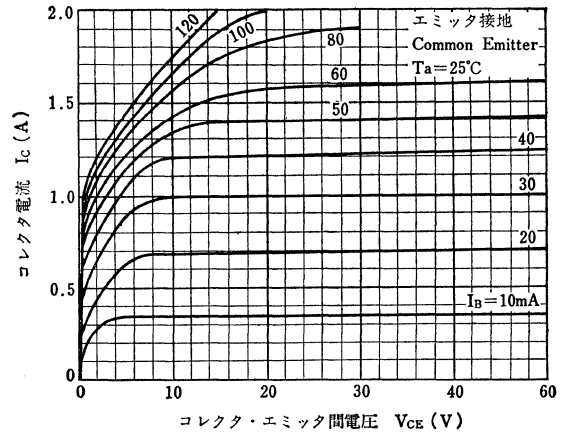
Fig.1 下降時間測定回路
 t_f Test Circuit



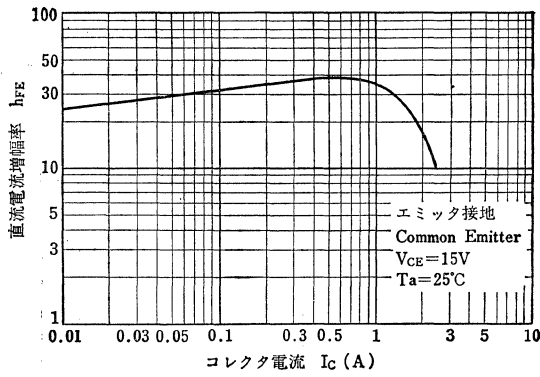
Static Characteristics



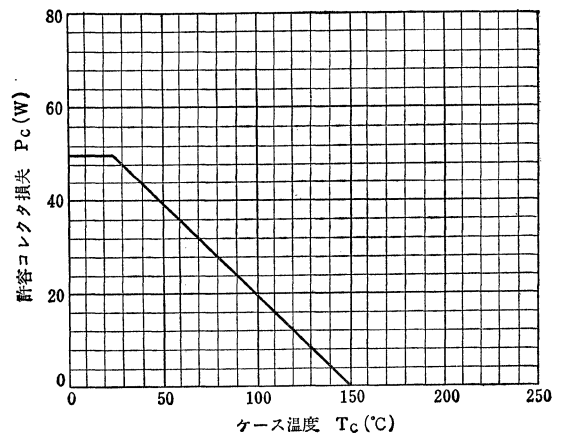
I_C-V_{CE} (Low Voltage Region)



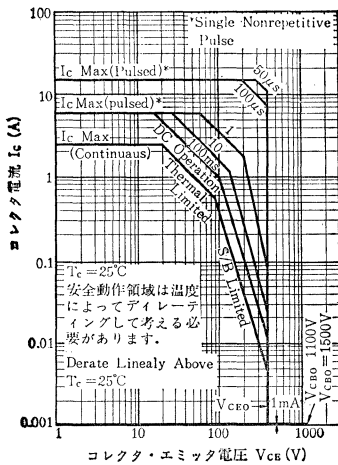
h_{FE}-I_C



P_C-T_C



安全動作領域 ASO



2SC643A

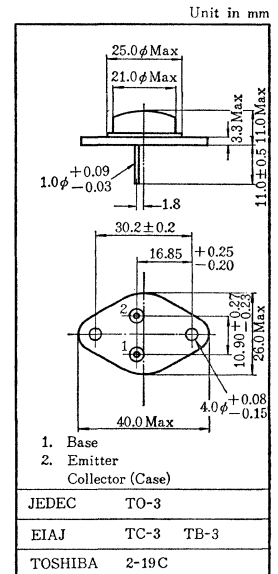
シリコンNPN三重拡散メサ形トランジスタ SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED MESA TRANSISTOR

- カラーテレビ水平偏向出力用
- Color TV Horizontal Output Applications

- 超高耐圧です： $V_{CBO}=1500V$
- 飽和電圧が低い： $V_{CE(sat)}=5V$ (Typ.)
- スイッチング時間が速い： $t_f=0.5\mu s$ (Typ.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	1500	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CES}	1500	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	2.5	A
エミッタ電流	I_E	-2.5	A
コレクタ損失 ($T_C=25^\circ C$)	P_C	50	W
接合部温度	T_j	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$

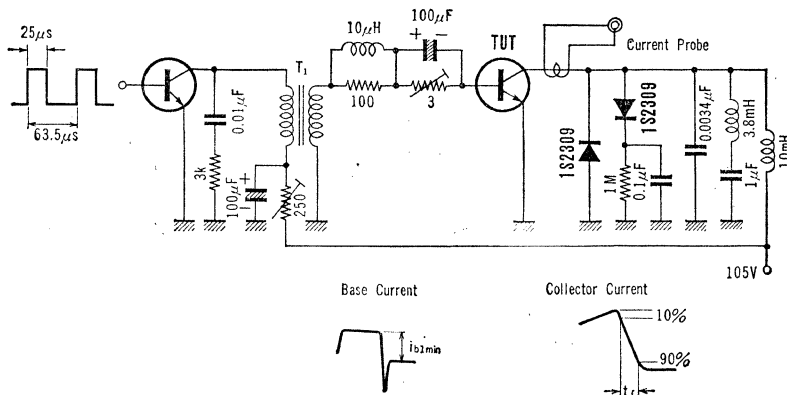


アクセサリは AC42C を適用
Mounting Kit No. AC42C

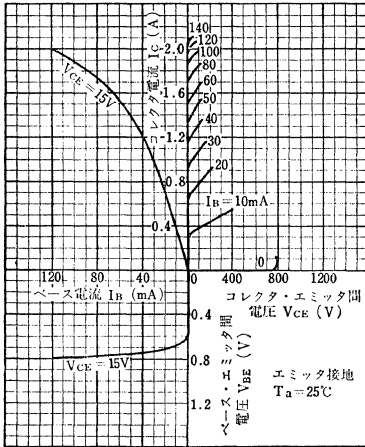
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=500V, I_E=0$	—	—	10	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	5.0	mA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=15V, I_C=2.0A$	5	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=2.0A, I_B=0.6A$	—	5	8.5	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=2.0A, I_B=0.6A$	—	—	1.5	V
シャ断周波数	f_{ab}	$V_{CB}=15V, I_E=-0.2A$	2.0	—	—	MHz
下降時間 Fig.1	t_f	$I_{CP}=2.0A, I_{B1}=0.4A$	—	0.5	1.0	μs

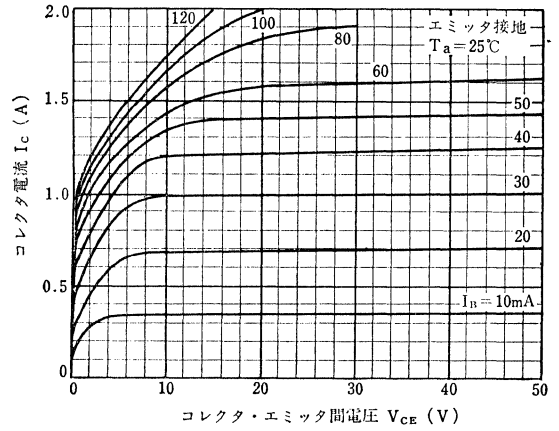
Fig.1 下降時間測定回路
 t_f Test Circuit



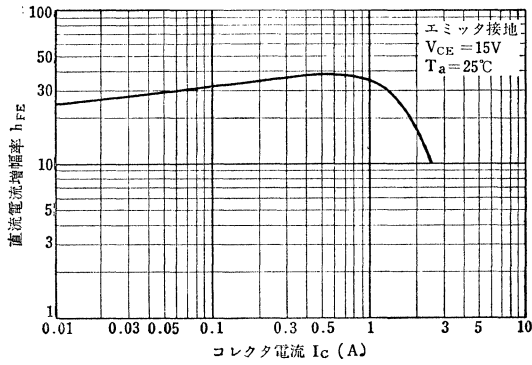
Static Characteristics



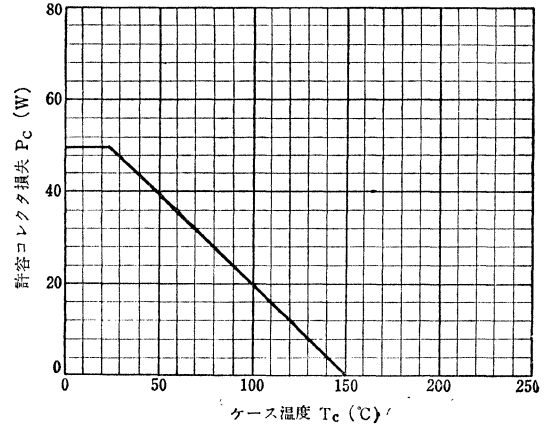
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



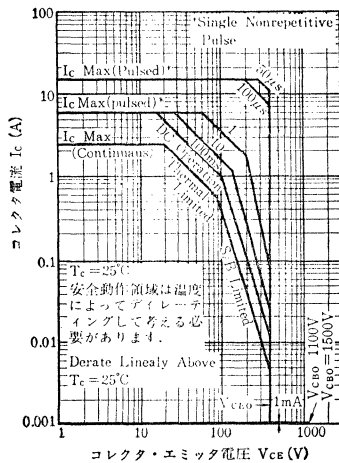
h_{FE} - I_C



P_C - T_C



安全動作領域 ASO



2SC732

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

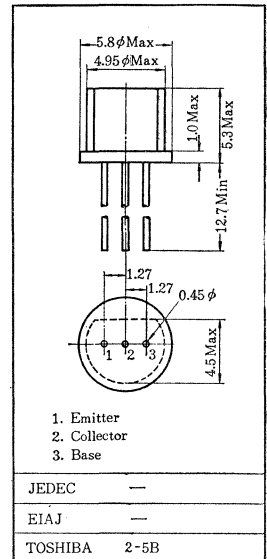
○低雑音増幅用

○ Low Noise Amplifier Applications

・雑音指数が小さい: $NF=5dB(Typ.)$ ($f=120Hz$)

・高電流増幅率です: $h_{FE}=200\sim700$

Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	35	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	30	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	100	mA
エミッタ電流	I_E	-100	mA
コレクタ損失	P_C	300	mW
接合部温度	T_j	125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ C$

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=18V, I_E=0$	—	—	0.1	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	0.1	μA
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE}=6V, I_C=2mA$	200	—	700	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=100mA, I_B=10mA$	—	0.10	0.35	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE}=1V, I_C=100mA$	—	0.7	1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=6V, I_E=-1mA$	—	80	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=6V, I_E=0, f=1MHz$	—	6	10	pF
雑音指数	NF(1)	$V_{CE}=6V, I_E=-1mA$ $f=1kHz, R_g=500\Omega$	—	2.7	4	dB
	NF(2)	$V_{CE}=6V, I_E=-1mA$ $f=120Hz, R_g=500\Omega$	—	5.0	10	dB

* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。

According to the value of h_{FE} , the 2SC732 is classified as follows.

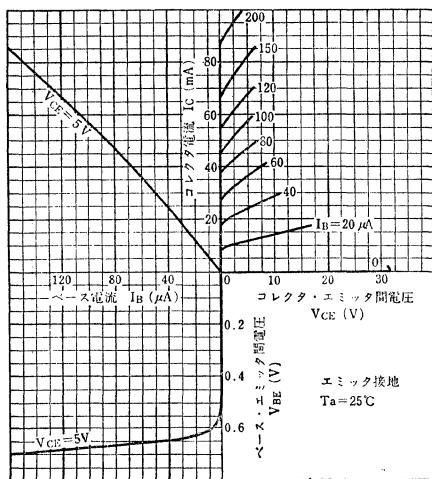
Classification	Min.	Max.
2SC732—GR	200	400
2SC732—BL	350	700

h 定数 h Parameter (Typ.) (エミッタ接地, $V_{CE}=6V, I_E=-1mA, f=270Hz, T_a=25^\circ C$)

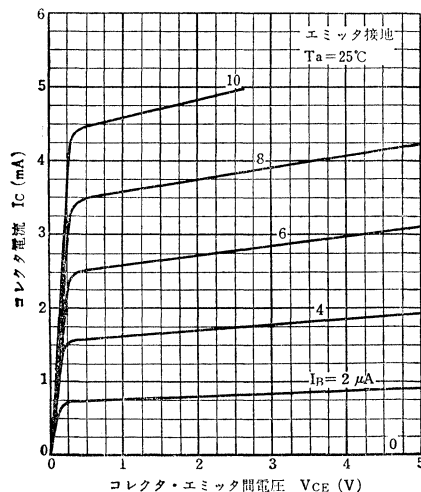
Characteristic	Symbol	2SC732—GR	2SC732—BL	Unit
入力インピーダンス (出力短絡)	h_{ie}	8.5	12.5	k Ω
電圧帰還率 (入力開放)	h_{re}	16	25	$\times 10^{-5}$
電流増幅率 (出力短絡)	h_{fe}	320	500	
出力アドミタンス (入力開放)	h_{oe}	14	21	μS

Common Emitter

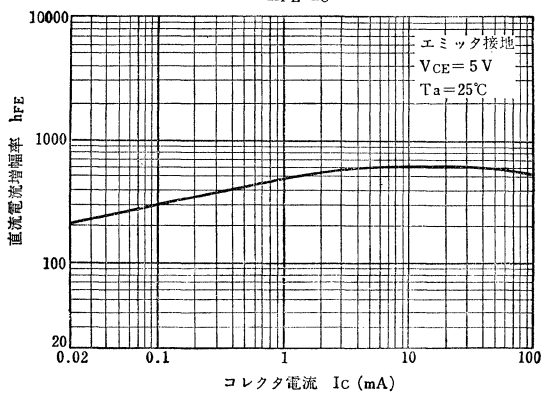
Static Characteristics



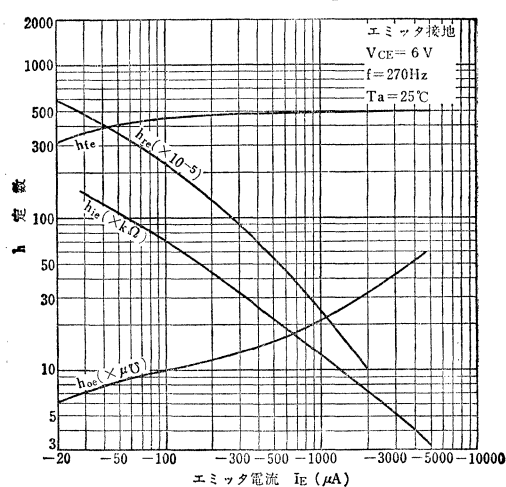
I_C - V_{CE} (Low Current and Low Voltage Region)



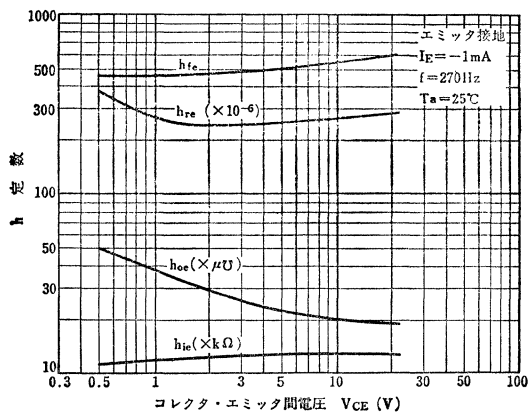
h_{FE} - I_C



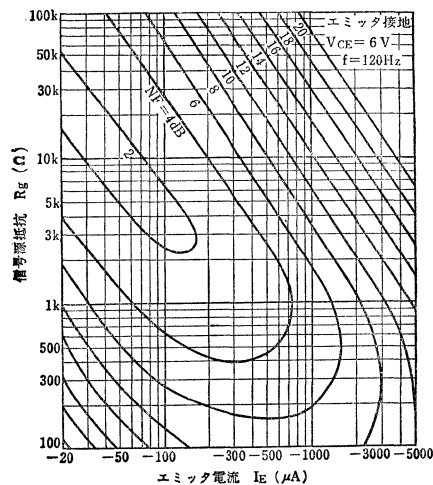
h Parameter- I_E



h Parameter- V_{CE}

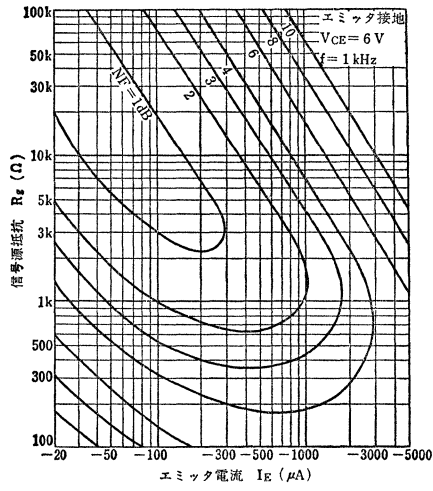


NF- R_g , I_E

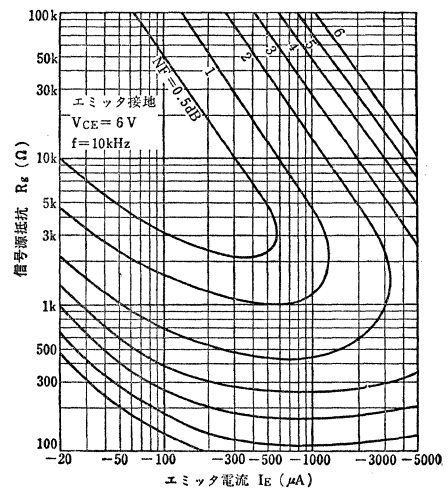


2SC732

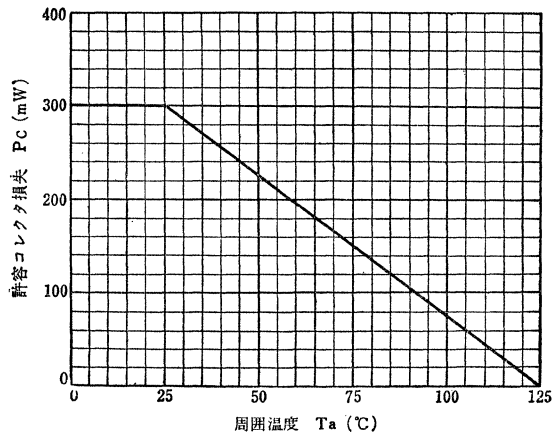
NF-R_g, I_E



NF-R_g, I_E



P_C-T_a



○低周波増幅用

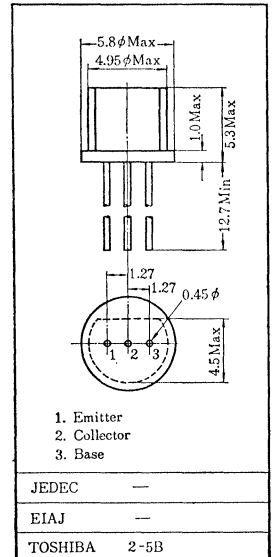
○ Audio Amplifier Applications

- 飽和電圧が小さい: $V_{CE(sat)}=0.11V(Typ.)$
- 2SC735 B級プッシュプル増幅器の励振段に適しています。/ Recommended for Driver Stage in Class B Push-Pull Amplifier with 2SC735 as a complement.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	35	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	30	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	100	mA
エミッタ電流	I_E	-100	mA
コレクタ損失	P_C	300	mW
接合部温度	T_j	125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ C$

Unit in mm



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=18V, I_E=0$	—	—	0.1	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	0.1	μA
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE}=6V, I_C=2mA$	70	—	700	
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=6V, I_E=-1mA$	80	—	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=6V, I_E=0, f=1MHz$	—	7	—	pF
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=100mA, I_B=10mA$	—	0.11	0.35	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE}=1V, I_C=100mA$	—	0.7	1.0	V
雑音指数	NF	$V_{CE}=6V, I_E=-1mA, R_g=500\Omega, f=1kHz$	—	6	10	dB

* h_{FE} の値により下表のように分類し、現品表示してあります。

According to the value of h_{FE} , the 2SC733 is Classified as follows.

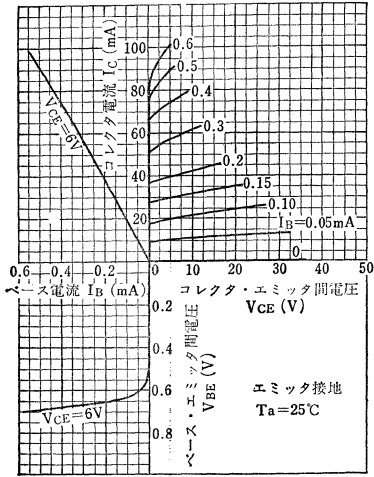
Classification	Min.	Max.
2SC733—O	70	140
2SC733—Y	120	240
2SC733—GR	200	400
2SC733—BL	350	700

h 定数 h Parameter (Typ.) (エミッタ接地, $V_{CE}=5V, I_E=-1mA, f=270Hz, T_a=25^\circ C$)

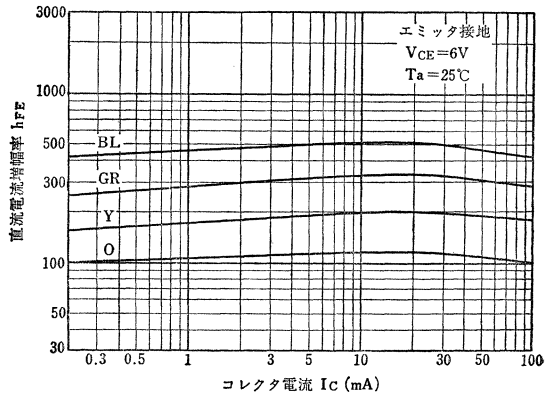
Characteristic	Symbol	2SC733—O	2SC733—Y	2SC733—GR	2SC733—BL	Unit
入力インピーダンス (出力短絡)	h_{ie}	3.2	5.3	9.0	17	$k\Omega$
電圧帰還率 (入力開放)	h_{re}	0.4	0.5	0.7	1.1	$\times 10^{-4}$
小信号電流増幅率 (出力短絡)	h_{fe}	95	170	280	480	
出力アドミタンス (入力開放)	h_{oe}	4.0	6.5	10	17	$\mu\Omega$

Common Emitter

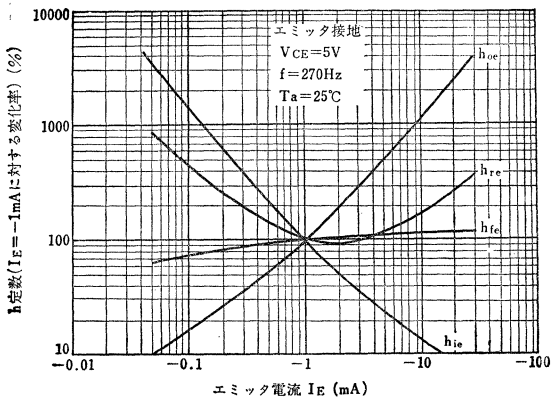
Static Characteristics



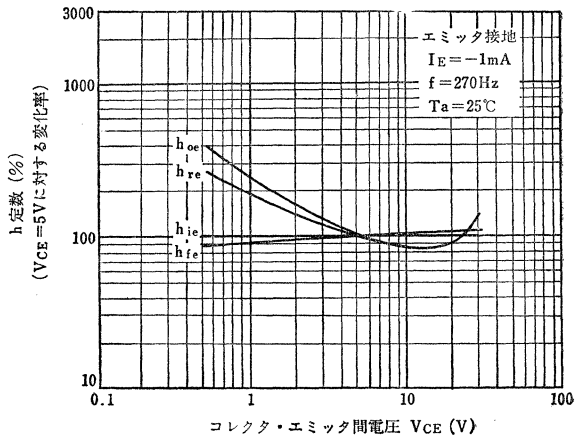
$h_{FE}-I_C$



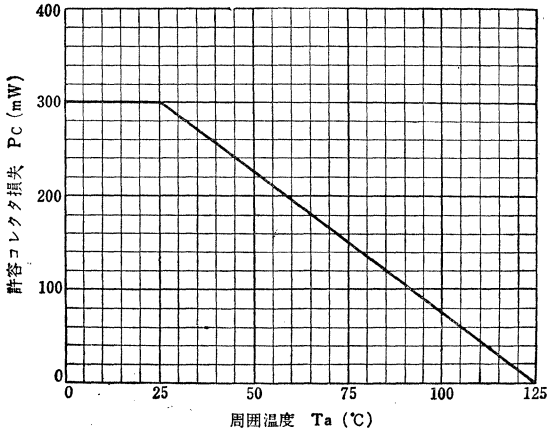
h Parameter- I_E



h Parameter- V_{CE}



P_C-T_a



シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

2SC734

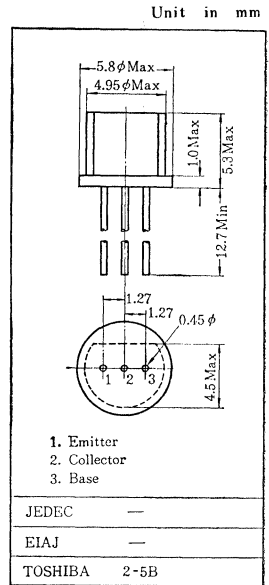
○ 励振段増幅用 ○ 電圧増幅用

○ Driver Stage Amplifier Applications ○ Voltage Amplifier Applications

- 高耐圧です: $V_{CE0} = 50V$
- 飽和電圧が低い: $V_{CE(sat)} = 0.25V(Max.)$
- 2SA561とコンプリメンタリになります。 / Complimentary to 2SA561

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	70	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	50	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	150	mA
エミッタ電流	I_E	-150	mA
コレクタ損失	P_C	300	mW
接合部温度	T_J	125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ C$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

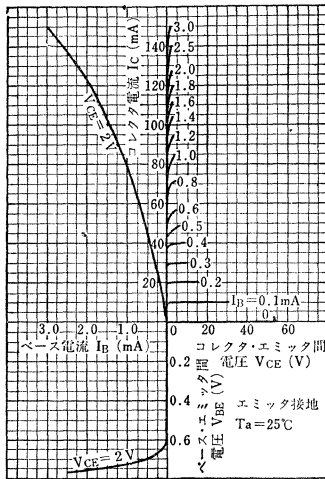
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = 18V, I_E = 0$	—	—	0.1	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = 5V, I_C = 0$	—	—	0.1	μA
直流電流増幅率*	$h_{FE(1)}$	$V_{CE} = 1V, I_C = 20mA$	70	—	400	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE} = 5V, I_C = 150mA$	23	—	—	
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = 6V, I_E = -10mA$	—	150	—	MHz
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 100mA, I_B = 10mA$	—	—	0.25	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE} = 1V, I_C = 100mA$	—	0.75	1.0	V
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = 6V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	5	—	pF

* $h_{FE(1)}$ および $h_{FE(2)}$ により下表のように分類し、現品表示してあります。

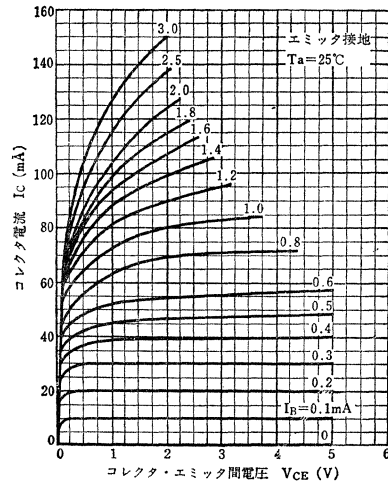
According to the value of $h_{FE(1)}$ and $h_{FE(2)}$, the 2SC734 is classified as follows.

Classification	$h_{FE(1)}$		$h_{FE(2)}$
	Min.	Max.	Min.
2SC734—O	70	140	23
2SC734—Y	120	240	40
2SC734—GR	200	400	67

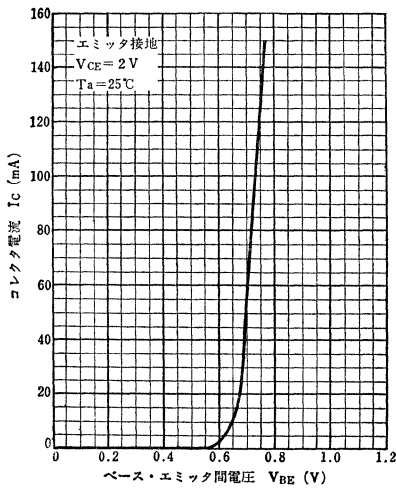
Static Characteristics



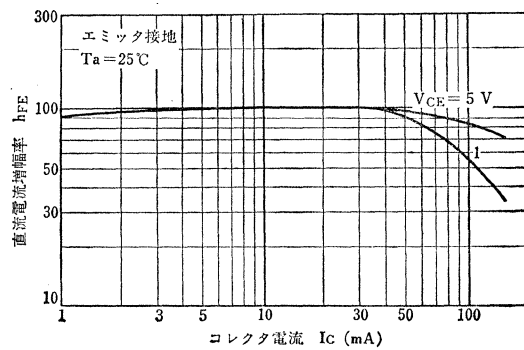
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



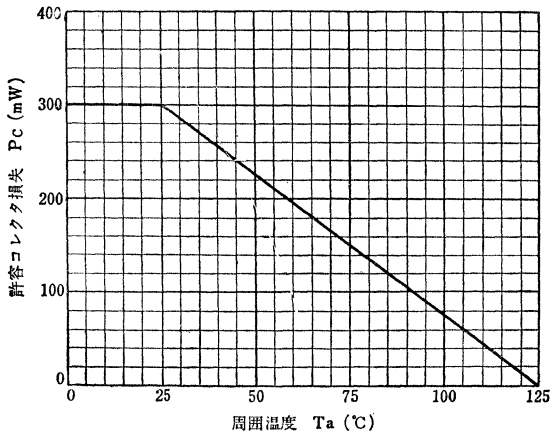
I_C - V_{BE}



h_{FE} - I_C



P_C - T_a



シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

2SC735

○ 励振段増幅用 ○ 電力増幅用 ○ スイッチング用

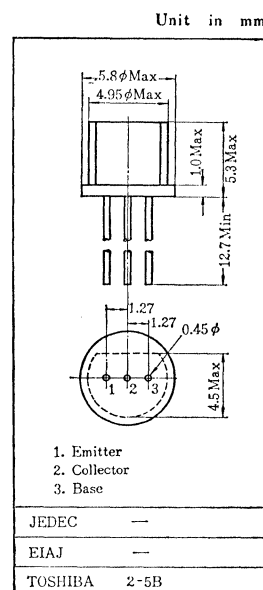
○ Driver Stage Amplifier Applications ○ Power Amplifier Applications

○ Switching Applications

- A級励振段増幅器に用いて 90mW が得られます。 / 90mW Output in Class A Amplifier for Driver stage.
- B級プッシュプル電力増幅器に用いて 0.6W の出力が得られます。 / 0.6W Output in Class B Push-Pull Operation.
- 飽和電圧が低い: $V_{CE(sat)} = 0.25V$ (Max.)
- 2SA562 とコンプリメンタリで使用できます。 / Complementary to 2SA562.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	35	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	30	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	400	mA
エミッタ電流	I_E	-400	mA
コレクタ損失	P_C	300	mW
接合部温度	T_j	125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ C$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしゃ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = 18V, I_E = 0$	—	—	0.1	μA
エミッタしゃ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = 5V, I_C = 0$	—	—	1.0	μA
直流電流増幅率*	$h_{FE(1)}$	$V_{CE} = 1V, I_C = 100mA$	70	—	400	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE} = 5V, I_C = 400mA$	25	—	—	
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = 6V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	7	—	pF
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = 5V, I_E = -50mA$	—	300	—	MHz
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 100mA, I_B = 10mA$	—	—	0.25	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C = 100mA, I_B = 10mA$	—	0.8	—	V

* $h_{FE(1)}$ および $h_{FE(2)}$ の値により下表のように分類し、現品表示してあります。

According to the value of $h_{FE(1)}$ and $h_{FE(2)}$, the 2SC735 is classified as follows.

Classification	$h_{FE(1)}$		$h_{FE(2)}$
	Min.	Max.	Min.
2SC735—O	70	140	25
2SC735—Y	120	240	40
2SC735—GR	200	400	70

2SC735

動作例1 A級シングル Typical Operation 1 Class A Single Operation (Ta=25°C, f=1kHz)

Characteristic	Symbol	Typical			Unit
		6	9	12	
電源電圧	V _{CC}	6	9	12	V
コレクタ電流	I _C	40	25	20	mA
負荷抵抗	R _L	200	300	800	Ω
エミッタ抵抗	R _E	5	25	50	Ω
バイアス抵抗	R ₁	250	500	1000	Ω
最大出力電力	P _O	80	90	85	mW
最大出力時の入力電圧	v _i	53	50	35.5	mV
最大出力時の入力抵抗*	r _i	140	230	350	Ω
最大出力時の電力利得**	G _{pe}	35	38	43	dB
最大出力時の全高調波歪	KF	4.2	5.4	4.0	%

* 入力抵抗 r_i は R₁ を挿入した状態の値。

** 電力利得は T の挿入損失の無視できるものを使用した場合の値。

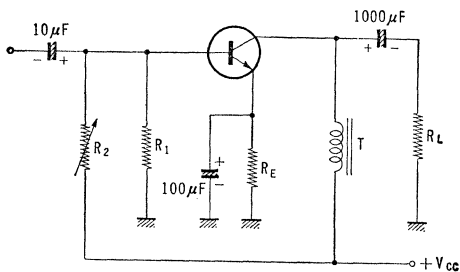
動作例2 B級プッシュプル (Typical Operation 2 Class B Push-Pull Operation (Ta=25°C, f=1kHz))

Characteristic	Symbol	Typical			Unit
		6	9	12	
電源電圧	V _{CC}	6	9	12	V
負荷抵抗	R _L	100	200	400	Ω
エミッタ抵抗	R _E	1	2	5	Ω
バイアス抵抗	R ₁	50	50	100	Ω
最大出力電力	P _O	400	500	600	mW
最大出力時のコレクタ電流 (2個の平均値)	I _C	124	105	94	mA
最大出力時の入力電圧 (両ベース間)	v _i	0.83	0.90	1.50	V
最大出力時の入力抵抗 (両ベース間)*	r _i	1380	1900	3200	Ω
最大出力時の電力利得**	G _{pe}	29	30	29	dB
最大出力時の全高調波歪	KF	4.8	3.8	3.7	%
最大出力時の信号源抵抗 (両ベース間より見た値)	R _g	2000	2000	2000	Ω

* 入力抵抗 r_i は R₁ を挿入した状態の値。

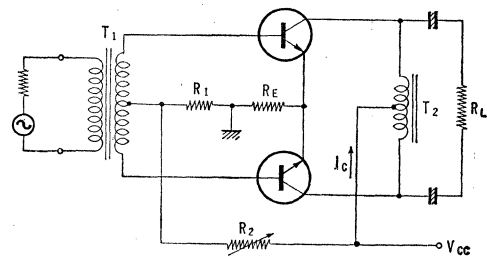
** 電力利得は T₁, T₂ の挿入損失の無視できるものを使用した場合の値。

A級シングル動作例
Class A Single Operation



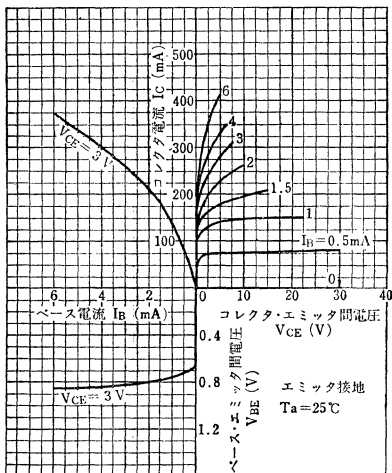
- ① R₂はコレクタ電流が動作例記載のコレクタ電流値になるように調整します
- ② 本回路例は周囲温度50°C以下の場合に使用できます

B級プッシュプル動作例
Class B Push-Pull Operation

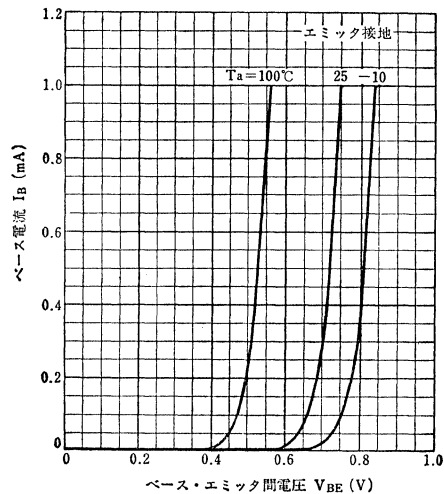


- ① R₂はコレクタ電流 (無信号時2個の値) が1mAになるように調整します
- ② 本回路例は周囲温度50°C以下の場合に使用できます

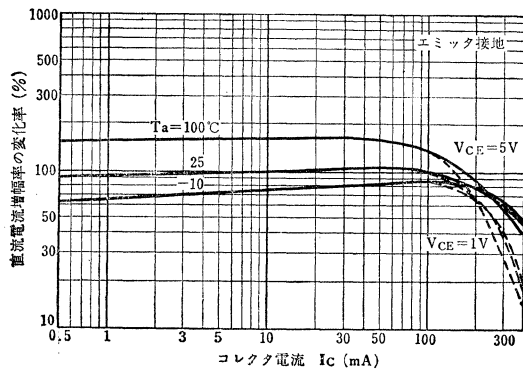
Static Characteristics



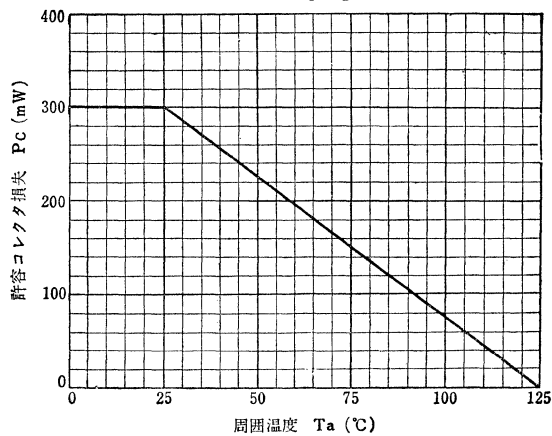
$I_B - V_{BE}$



$h_{FE} - I_C$



$P_C - T_a$



2SC752G

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

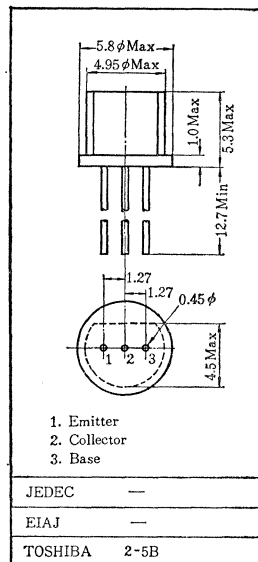
- 超高速スイッチング用 ○電子計算機用, 卓上計算機用, カウンタ用
- Ultra High Speed Switching Applications
- Computer, Countor Applications

通信工業用グリーン
Industrial Applications
Unit in mm

- トランジション周波数が高い: $f_T=400\text{MHz}$ (Typ.)
- 飽和電圧が小さい: $V_{CE(sat)}=0.30\text{V}$ (Max.)
- スwitching時間が速い: $t_{stg}=15\text{ns}$ (Typ.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	40	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	15	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	200	mA
エミッタ電流	I_E	-200	mA
コレクタ損失	P_C	200	mW
接合部温度	T_J	125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ\text{C}$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

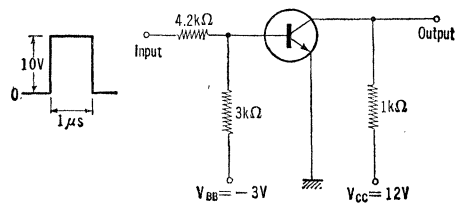
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=20\text{V}, I_E=0$	—	—	0.25	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=4\text{V}, I_C=0$	—	—	1.0	μA
直流電流増幅率	$h_{FE(1)*}$	$V_{CE}=1\text{V}, I_C=10\text{mA}$	40	—	240	—
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE}=2\text{V}, I_C=100\text{mA}$	20	—	—	—
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=20\text{mA}, I_B=1\text{mA}$	—	—	0.30	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=20\text{mA}, I_B=1\text{mA}$	—	—	1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-10\text{mA}$	200	400	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	—	4	6	pF
スイッチング時間	ターンオン時間	t_{on}	—	70	100	ns
	蓄積時間	t_{stg}	—	15	30	ns
	下降時間	t_r	—	30	70	ns

* $h_{FE(1)}$ により下記のように分類し現品表示してあります。

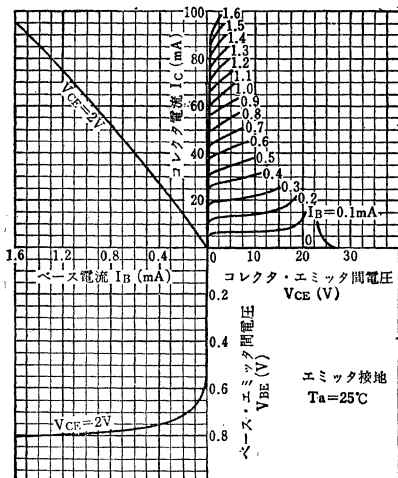
According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SC752G is classified as follows.

Classification	$h_{FE(1)}$	
	Min.	Max.
2SC752G-R	40	80
2SC752G-O	70	140
2SC752G-Y	120	240
2SC752G	40	240

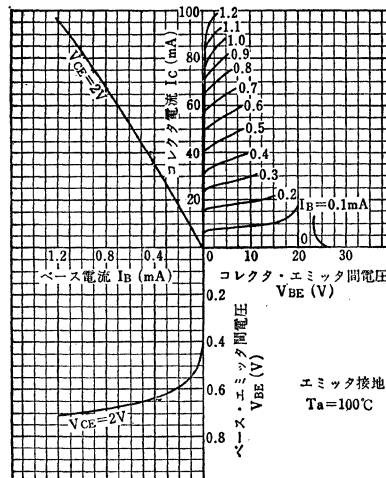
Fig.1 スイッチング時間測定回路
Switching Time Test Circuit



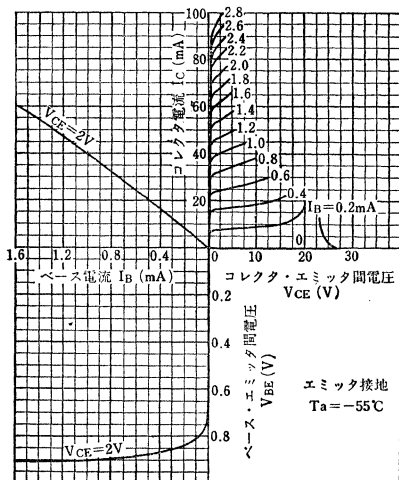
Static Characteristics



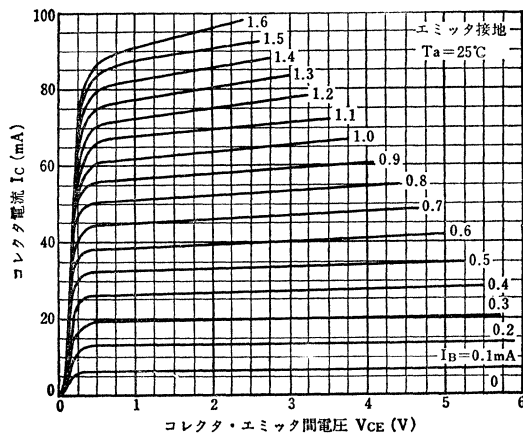
Static Characteristics



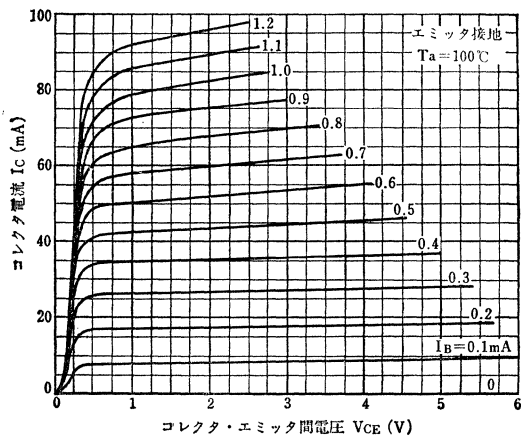
Static Characteristics



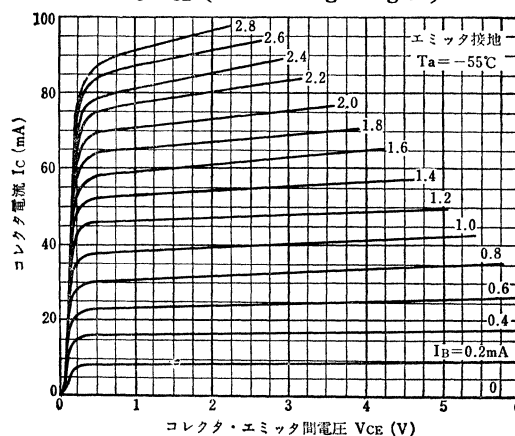
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)

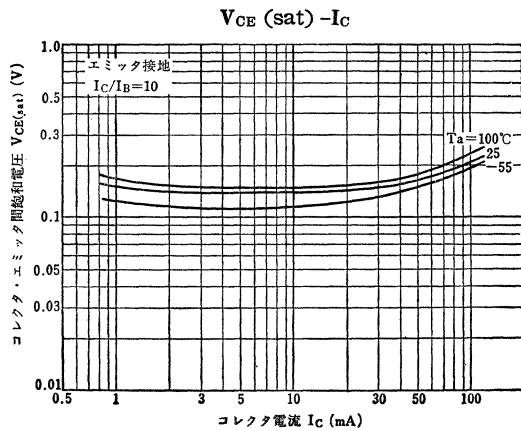
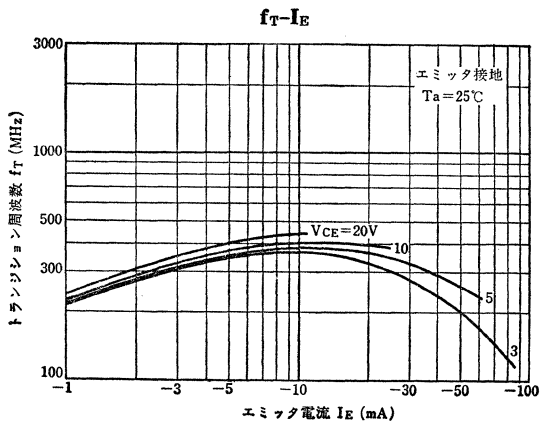
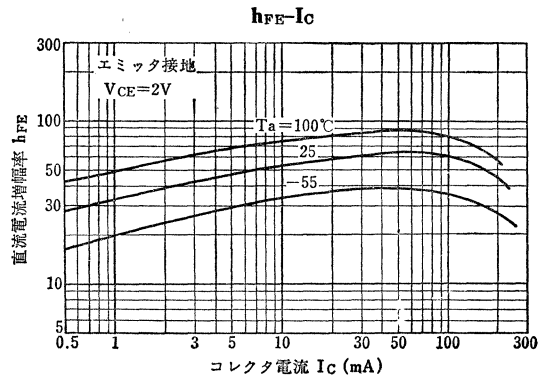
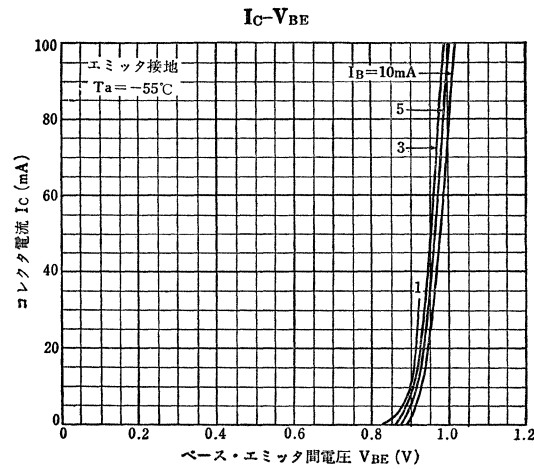
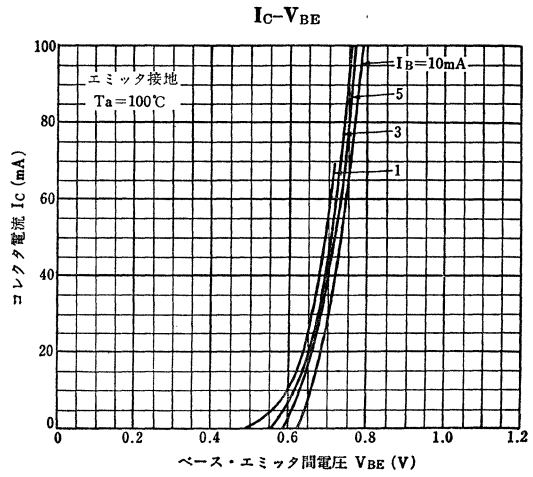
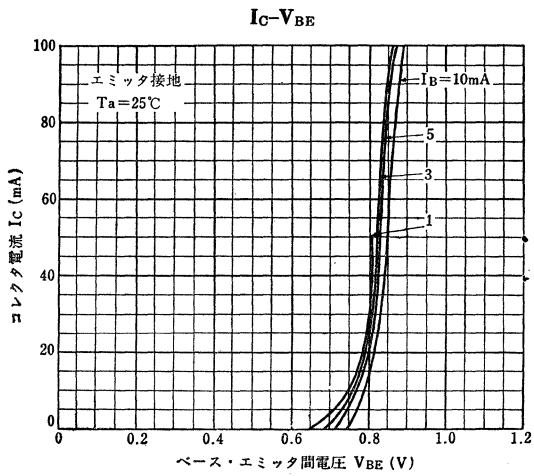


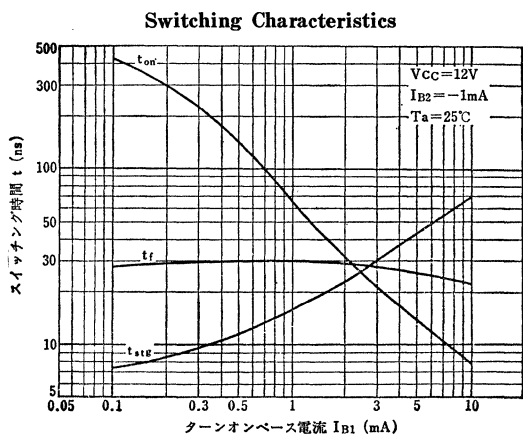
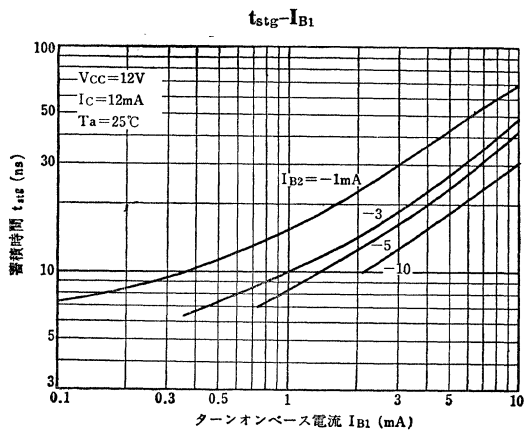
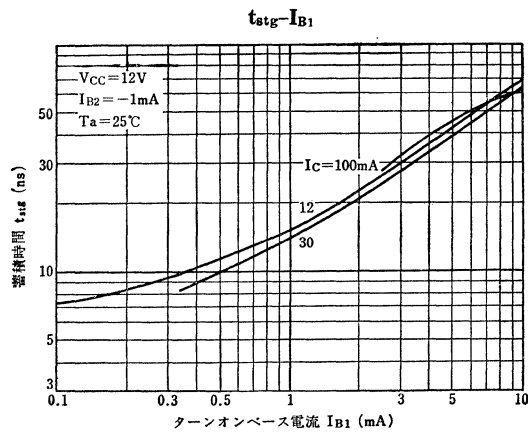
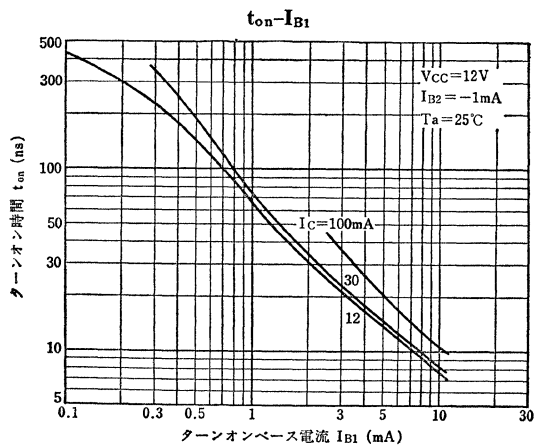
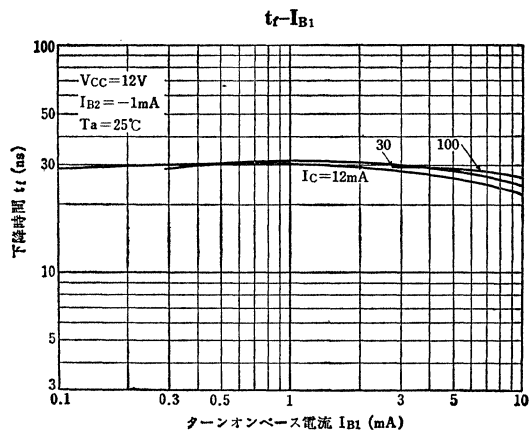
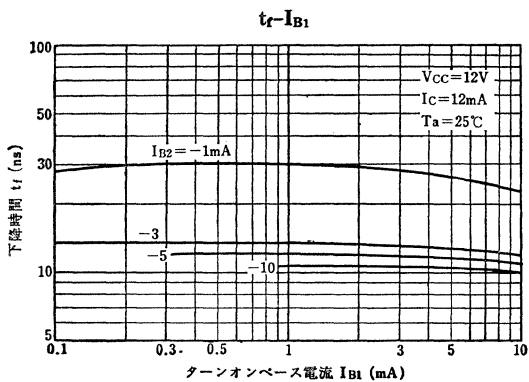
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



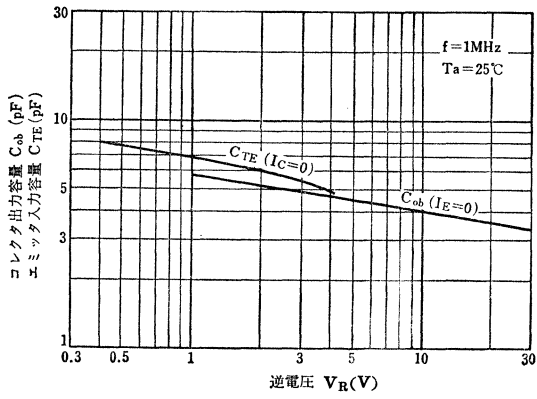
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



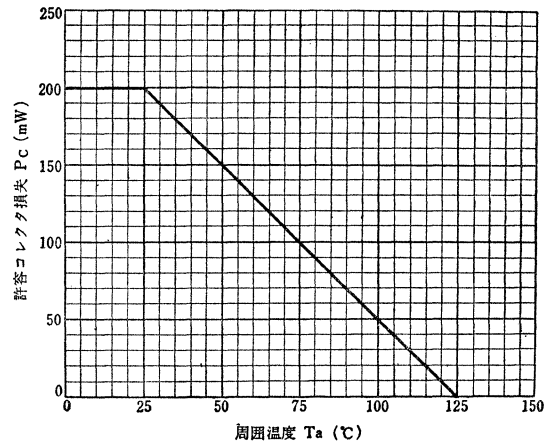




$C_{ob}, C_{TE}-V_R$



P_C-T_a



シリコンNPN三重拡散メサ形トランジスタ
SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED MESA TRANSISTOR

2SC779

○高電圧電力増幅用 ○高電圧スイッチング用 ○水平偏向出力用
○ High Voltage Power Amplifier, High Voltage Switching and TV Horizontal Output Applications

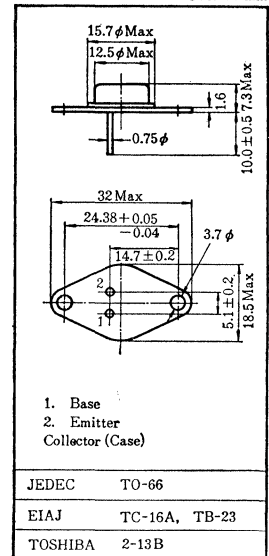
通信工業用
Industrial Applications
Unit in mm

- 高耐圧です: $V_{CBO}=300V(\text{Min.})$
 $V_{CEO}=250V(\text{Min.})$

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	300	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	250	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	6	V
コレクタ電流	I_C	2	A
エミッタ電流	I_E	-2	A
コレクタ損失	P_C	25 16.7	W
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$

* シリコン・グリースを塗布し、マイカ絶縁板を介して $300 \times 300 \times 2\text{mm}$ アルミニウム放熱板を取り付けたとき。 Unit mounted on a $300 \times 300\text{mm}$ Al Heat Sink with silicone greased mica insulator.



アクセサリは AC20C を適用
Mounting Kit No. AC20C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

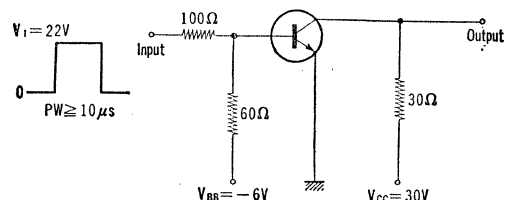
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしゃ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=200V, I_E=0$	—	—	0.1	mA
エミッタしゃ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=6V, I_C=0$	—	—	0.1	mA
コレクタ・ベース間降伏電圧	BV_{CBO}	$I_C=0.5\text{mA}, I_E=0$	300	—	—	V
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{CEO}	$I_C=10\text{mA}, I_B=0$	250	—	—	V
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV_{EBO}	$I_E=0.5\text{mA}, I_C=0$	6	—	—	V
直流電流増幅率	$h_{FE(1)**}$	$V_{CE}=10V, I_C=0.1A$	30	—	200	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE}=10V, I_C=1A$	15	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=1A, I_B=0.2A$	—	1.0	2.0	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$		—	1.0	2.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10V, I_C=0.1A$	10	20	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1\text{MHz}$	—	40	80	pF
スイッチング時間	ターンオン時間	t_{on}	—	—	2	μs
	蓄積時間	t_{stg}	—	—	4	μs
	下降時間	t_f	—	—	3	μs

** $h_{FE(1)}$ によって下表のように分類し、色別表示してあります。

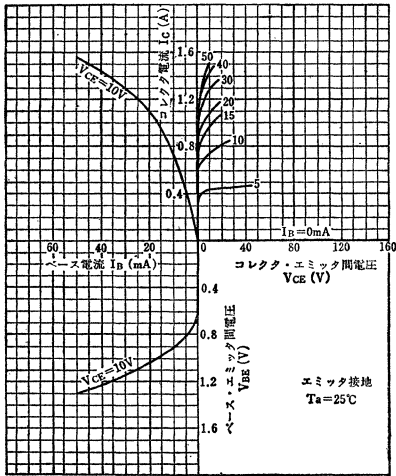
According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SC779 is classified as follows.

Classification	$h_{FE(1)}$	
	Min.	Max.
2SC779—R	30	70
2SC779—O	60	120
2SC779—Y	100	200

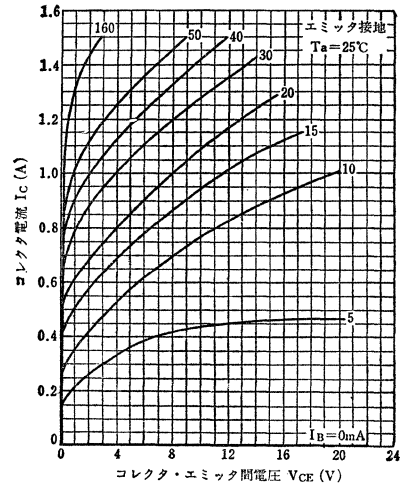
Fig.1 スイッチング時間測定回路
Switching Time Test Circuit



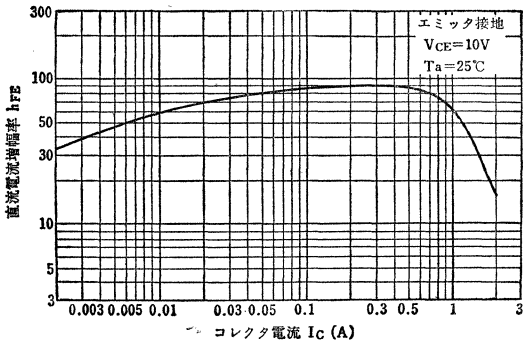
Static Characteristics



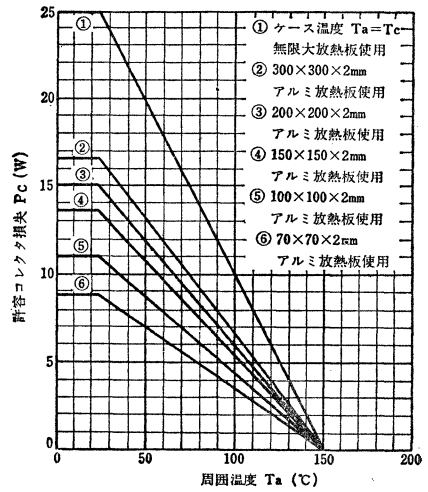
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



h_{FE} - I_C



P_C - T_a



シリコンNPN三重拡散プレーナ形トランジスタ
SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED PLANAR TRANSISTOR

2SC780A[Ⓒ]

○ニクシ管点灯用 ○高電圧スイッチング用

- Nixie Tube Driver Applications
- High Voltage Switching Applications

通信工業用グリーン

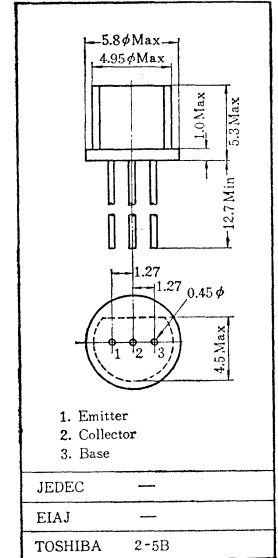
Industrial Applications

Unit in mm

- 高耐圧です： $V_{CB0} = 150V$
 $V_{CEO} = 150V$
- コレクタ・エミッタ間飽和電圧が小さい： $V_{CE(sat)} = 0.5V(Max.)$
- 2SA429[Ⓒ] と組み合わせ、ダイナミック方式ニクシ管点灯用に適します。
Recommended for dynamic Nixie Tube driver, combined with 2SA429[Ⓒ].

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	150	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	150	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	30	mA
エミッタ電流	I_E	-30	mA
コレクタ損失	P_C	150	mW
接合部温度	T_J	125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ C$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

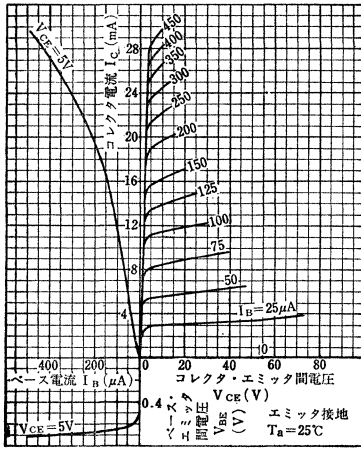
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CB0}	$V_{CB} = -150V, I_E = 0$	—	—	1.0	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = 5V, I_C = 0$	—	—	1.0	μA
コレクタ・ベース間降伏電圧	BV_{CB0}	$I_C = 0.1mA, I_E = 0$	150	—	—	V
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{CEO}	$I_C = 1mA, I_B = 0$	150	—	—	V
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV_{EBO}	$I_E = 1mA, I_C = 0$	5	—	—	V
直流電流増幅率	$h_{FE(1)*}$	$V_{CE} = 3V, I_C = 10mA$	40	—	240	—
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE} = 3V, I_C = 15mA$	40	—	—	—
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 10mA, I_B = 1mA$	—	—	0.5	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C = 10mA, I_B = 1mA$	—	0.75	1.5	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = 10V, I_E = -2mA$	50	100	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = 10V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	2	4	pF

* $h_{FE(1)}$ により、下表のように分類し、現品表示してあります。

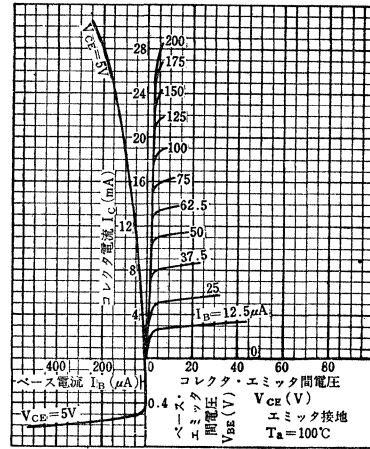
According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SC780A[Ⓒ] is classified as follows.

Classification	$h_{FE(1)}$	
	Min.	Max.
2SC780A [Ⓒ] -R	40	80
2SC780A [Ⓒ] -O	70	140
2SC780A [Ⓒ] -Y	120	240

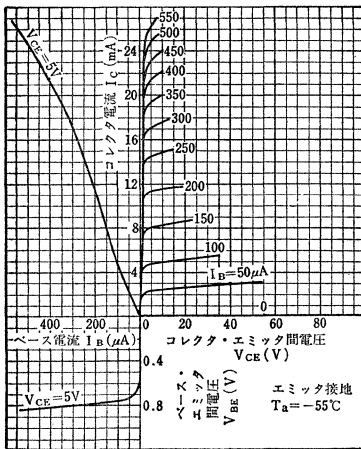
Static Characteristics



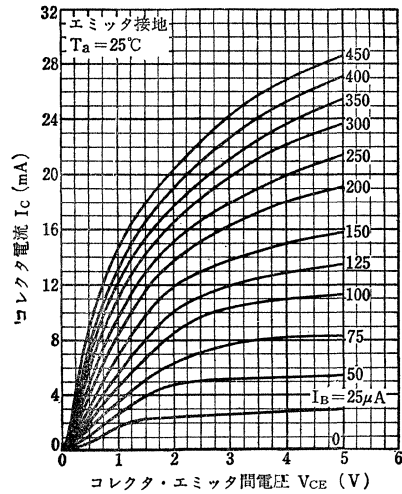
Static Characteristics



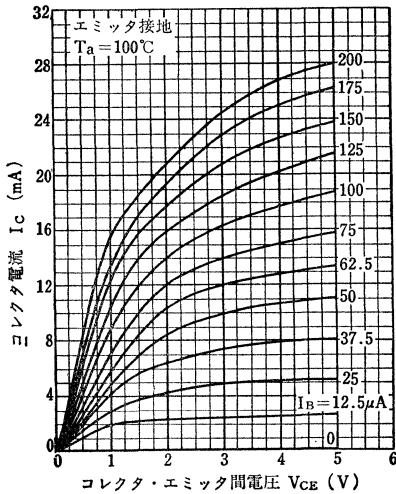
Static Characteristics



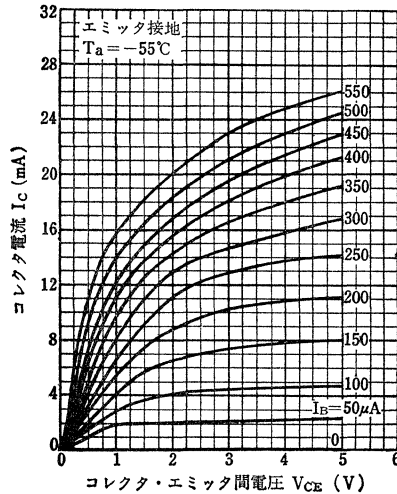
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



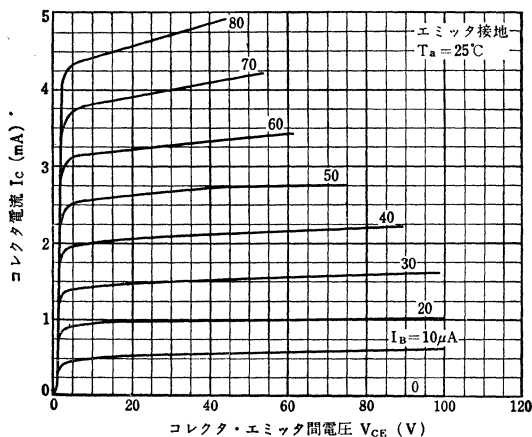
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



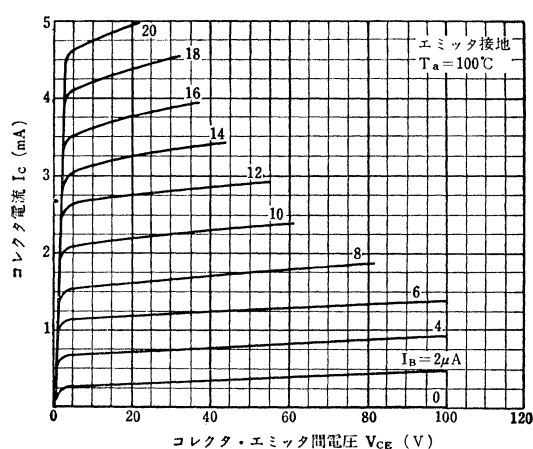
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



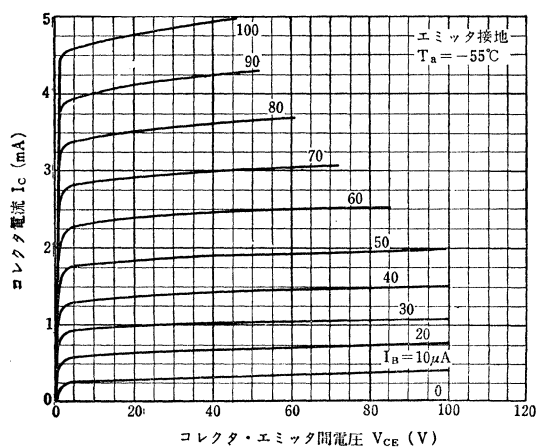
I_C - V_{CE} (Low Current Region)



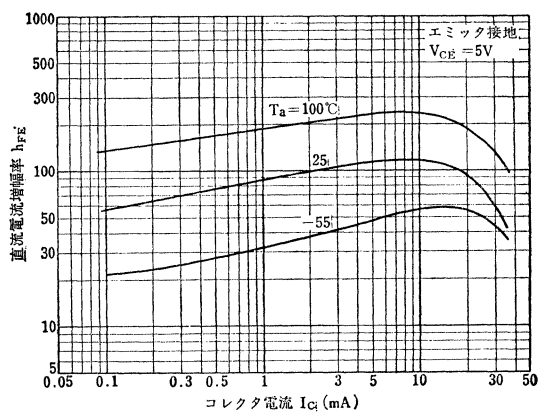
I_C - V_{CE} (Low Current Region)



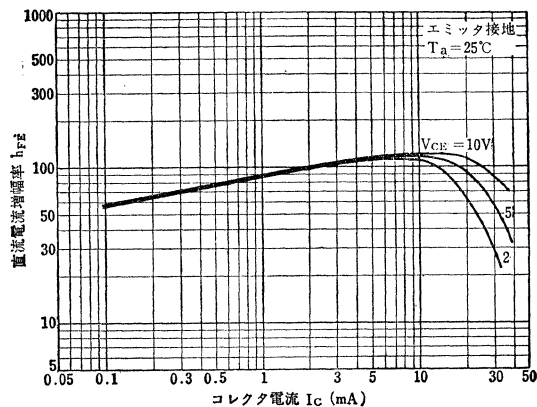
I_C - V_{CE} (Low Current Region)



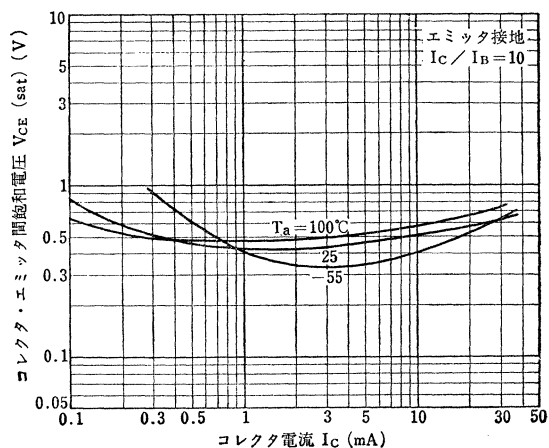
h_{FE} - I_C



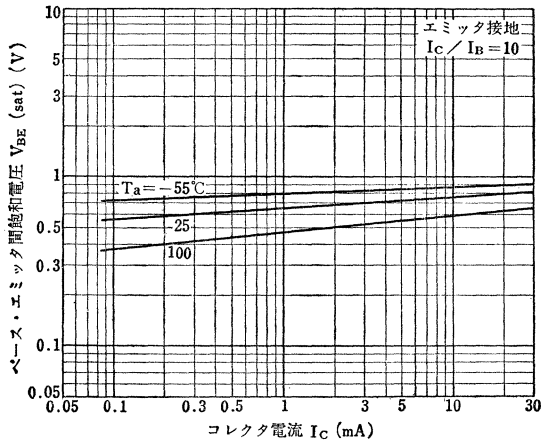
h_{FE} - I_C



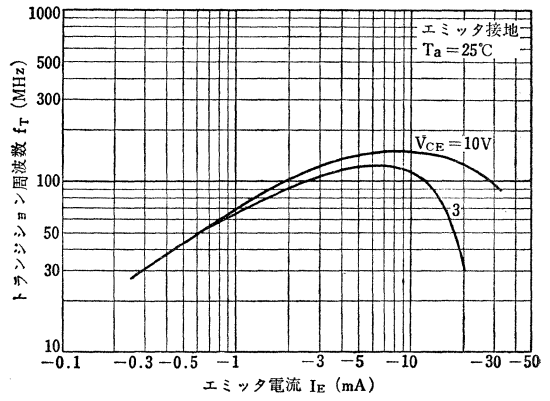
$V_{CE(sat)}$ - I_C



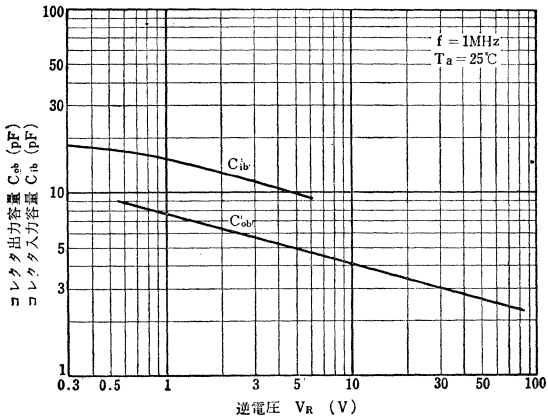
$V_{BE(sat)} - I_C$



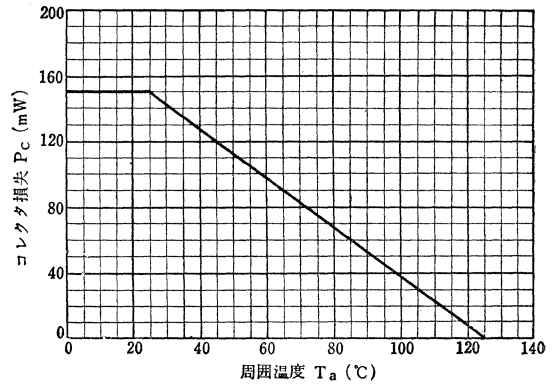
$f_T - I_E$



$C_{ob}, C_{ib} - V_R$



$P_C - T_a$



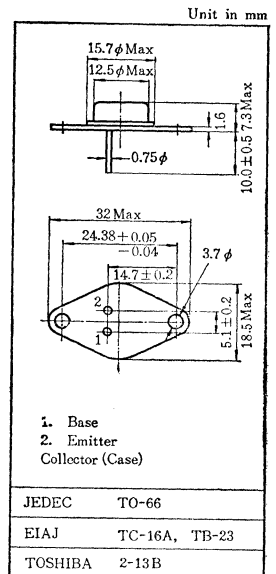
○高耐圧電力増幅用

○ Audio frequency Power Amplifier Application

- 高耐圧です： $V_{CE0} = 300V$ 2SC782
 $V_{CE0} = 200V$ 2SC783
- AC100V 電源トランスレスラジオに使用できます。 / Suitable for Line operat Radio (AC100~120V)
- B級プッシュプル動作で出力15W得られます。 / 15W out-put is available in class B push pull amplifier.
- A級シングル動作で出力4W得られます。 / 4W out-put from class A operation.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	2SC782	300	V
	2SC783	200	
コレクタ・エミッタ間電圧	2SC782	300	V
	2SC783	200	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	1.5	A
エミッタ電流	I_E	-1.5	A
コレクタ損失 ($T_C = 25^\circ C$)	P_C	20	W
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$



アクセサリは AC20C を適用
Mounting Kit No. AC20C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = 200V, I_E = 0$	—	—	100	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = 5V, I_C = 0$	—	—	100	μA
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE} = 10V, I_C = 0.1A$	30	—	240	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 1A, I_B = 0.1A$	—	—	1.8	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE} = 10V, I_C = 0.5A$	—	—	1.8	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = 10V, I_C = 0.1A$	—	10	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = 10V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	50	—	pF

* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。
According to the value of h_{FE} , the 2SC782, 2SC783 are classified as follows.

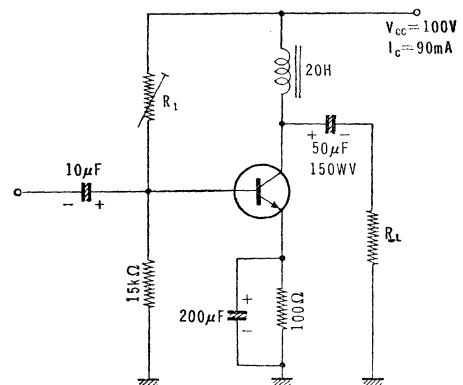
Classification	Min.	Max.
2SC783—R	30	80
2SC782—R		
2SC783—O	70	140
2SC782—O		
2SC783—Y	120	240
2SC782—Y		

(1) 2SC782 A級シングル動作例

Operation Example : Class A Single Amplifier

最大出力時の特性 ($T_a = 25^\circ C, f = 1kHz$)

出力電力	P_o	4	W
入力電圧	v_i	120	mV
入力抵抗	R_i	150	Ω
電力利得	G_{pe}	52.6	dB
全高調波歪	KF	3.0	%



R_1 はコレクタ電流が90mAになるように調整します
200×200×2mm アルミニウム放熱板使用

2SC782, 2SC783

(2) 2SC783 シングルエンドプッシュプル動作例

Operation Example : Single ended Pushpull Amplifier

最大出力時の特性 (Ta=25°C, f=1kHz)

Characteristics at maximum Power Output

Characteristics	Symbol	Rating	Unit
出力電力	P _O	14.5	W
コレクタ電流	I _C	210	mA
入力電圧	V _i	10	V
入力抵抗	R _i	10.5	kΩ
電力利得	G _{Fe}	31.8	dB
全高調波歪	KF	1.8	%

○R_iはコレクタ電流(無信号時2個の値)が7.5mAになるように調整する。

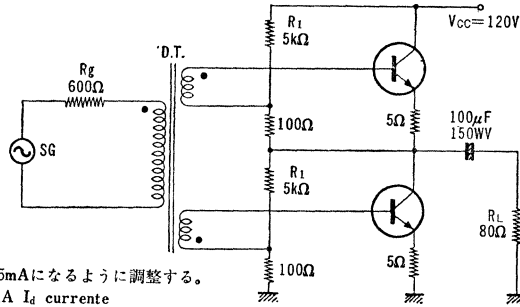
Value for R_i vary 7.5mA I_d currente

○V_i, R_iはドライバートランス(D.T.)の一次側にて測定する。

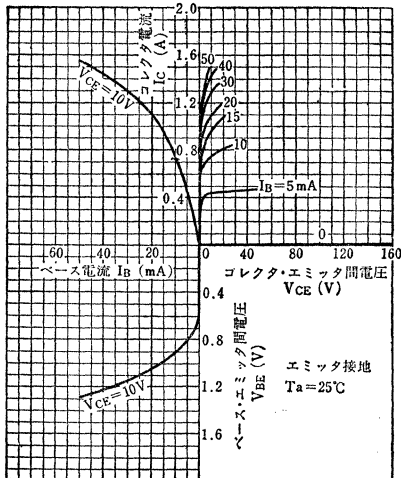
V_i and R_i are measured primary side of the driver transformation

○100×100×2mmアルミニウム放熱板使用。Aluminium Heat Sink

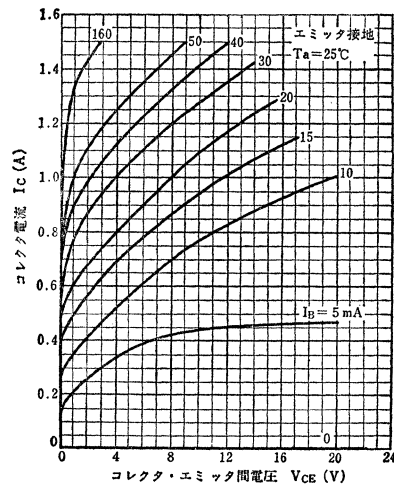
○D.T. 10kΩ : 1kΩ×2



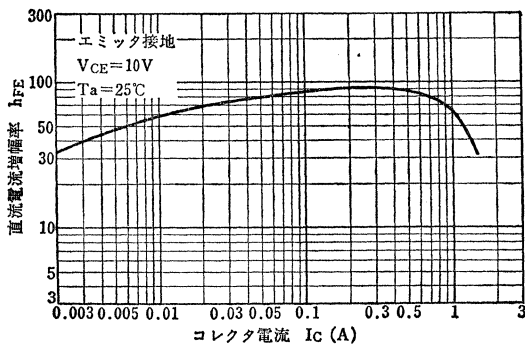
Static Characteristics



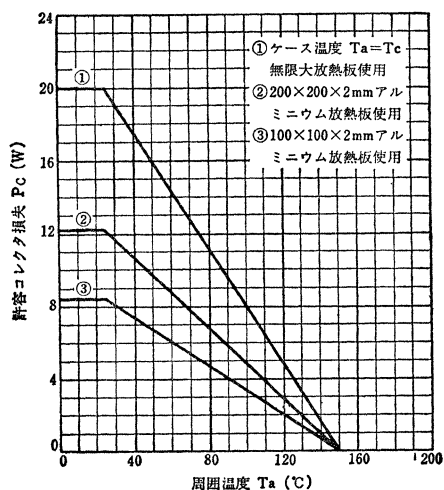
I_C-V_{CE}(Saturation Region)



h_{FE}-I_C



P_c-T_a



シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

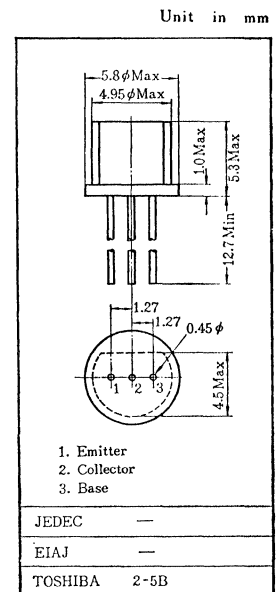
2SC784, 2SC785

- 高周波増幅用 ○FM RF増幅用
○FM Tuner and High Frequency Amplifier Applications

- 雑音指数が小さい: $NF=4dB(Typ.)$ ($f=100MHz$)
- 帰還容量が小さい: $C_{re}=0.65pF(Typ.)$
- 高電力利得です: $G_{pe}=20dB(Typ.)$ ($f=100MHz$)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	40	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	30	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	4	V
コレクタ電流	I_C	20	mA
エミッタ電流	I_E	-20	mA
コレクタ損失	P_C	100	mW
接合部温度	T_J	125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ C$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

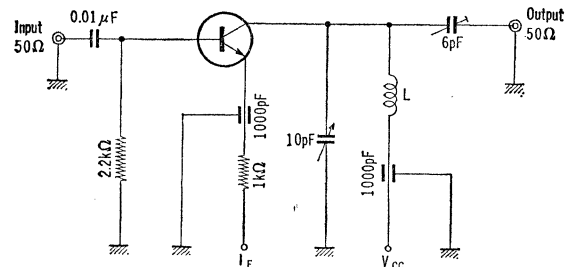
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit	
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=18V, I_E=0$	—	—	0.5	μA	
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=2V, I_C=0$	—	—	0.5	μA	
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE}=6V, I_C=1mA$	25	—	140		
帰還容量	C_{re}	$V_{CE}=6V, f=1MHz$	0.30	0.65	0.90	pF	
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=6V, I_E=-1mA$	250	500	—	MHz	
$C_C \times r_{bb}'$	2SC784	$C_C r_{bb}'$	$V_{CE}=6V, I_E=-1mA, f=30MHz$	—	10	—	ps
	2SC785			—	10	25	
雑音指数	2SC784	NF	$V_{CE}=6V, I_E=-1mA, f=100MHz$	—	4	6	dB
	2SC785			—	5	—	
電力利得 Fig.1	2SC784	G _{pe}	$V_{CC}=6V, I_E=-1mA, f=100MHz$	18	20	22	dB
	2SC785			—	20	—	

* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。

According to the value of h_{FE} , the 2SC784 and 2SC785 are classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SC784—BN	25	50
2SC784—R	40	80
2SC784—O	70	140

Fig.1 電力利得測定回路
G_{pe} Test Circuit



L: 0.8mmφ銀メッキ銅線 4T 直径10mm 長さ8mm
0.8mmφAg Plated Cu Wire, 4 Turnes,
10mmφ I.D., 8mm Long

2SC784, 2SC785

y 定数 y Parameter (Typ.)

(1) (エミッタ接地, $V_{CE}=6V$, $I_E=-1mA$, $f=100MHz$)

Common Emitter

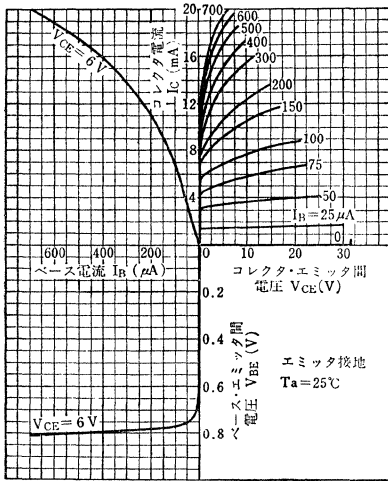
Characteristics	Symbol	Typ.	Unit
入力コンダクタンス	g_{ie}	3	m Ω
入力容量	C_{ie}	8	pF
逆伝達アドミタンス	$ y_{re} $	0.36	m Ω
逆伝達アドミタンス位相角	θ_{re}	-90	°
順伝達アドミタンス	$ y_{fe} $	33	m Ω
順伝達アドミタンス位相角	θ_{fe}	-15.5	°
出力コンダクタンス	g_{oe}	37	$\mu\Omega$
出力容量	C_{oe}	1.2	pF

(2) (ベース接地, $V_{CB}=6V$, $I_E=-1mA$, $f=100MHz$)

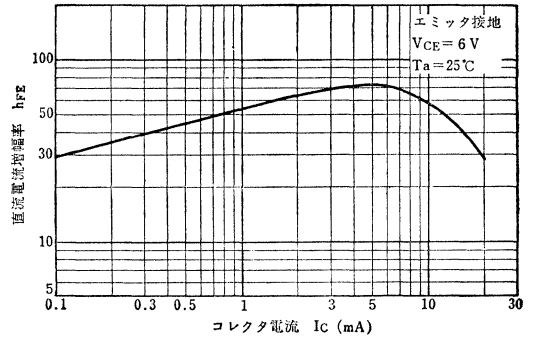
Common Base

Characteristics	Symbol	Typ.	Unit
入力コンダクタンス	g_{ib}	37	m Ω
入力容量	C_{ib}	-8.2	pF
逆伝達アドミタンス	$ y_{rb} $	0.23	m Ω
逆伝達アドミタンス位相角	θ_{rb}	-111	°
順伝達アドミタンス	$ y_{fb} $	33	m Ω
順伝達アドミタンス位相角	θ_{fb}	165	°
出力コンダクタンス	g_{ob}	37	$\mu\Omega$
出力容量	C_{ob}	1.2	pF

Static Characteristics

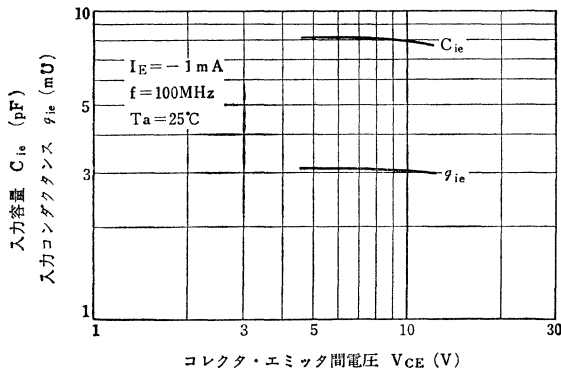


hFE-Ic

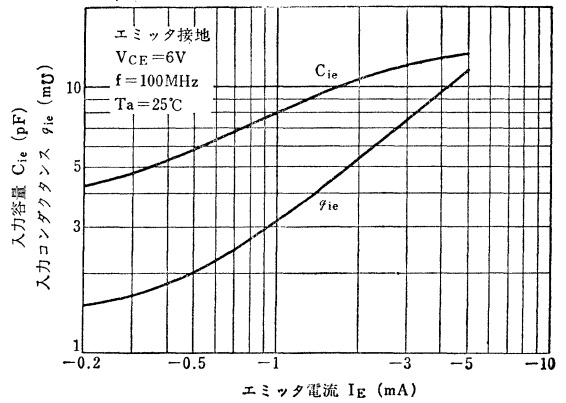


Cie, gie-Vce

(エミッタ接地)

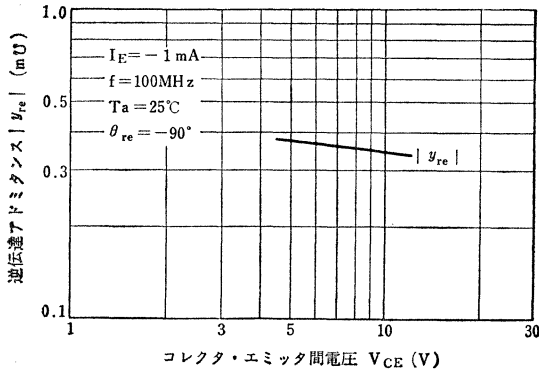


Cie, gie-IE

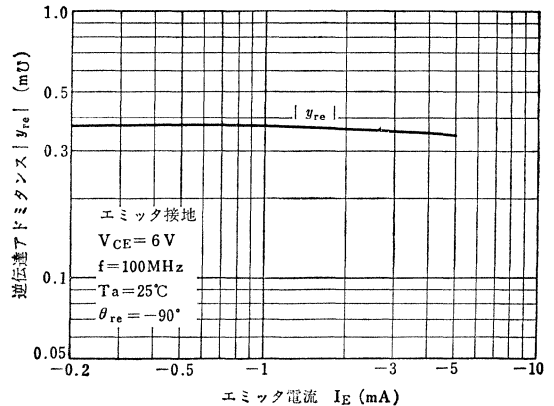


|yre|-Vce

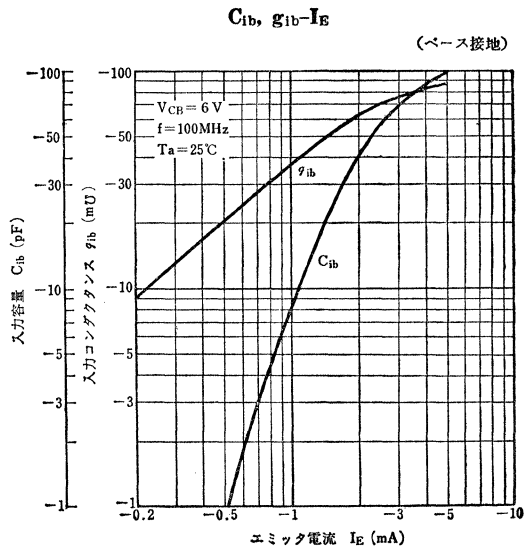
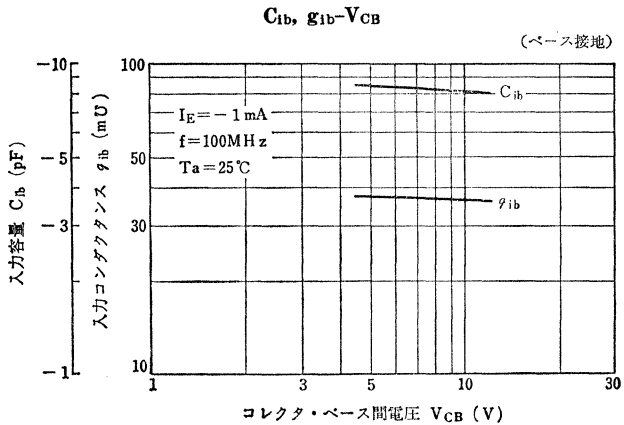
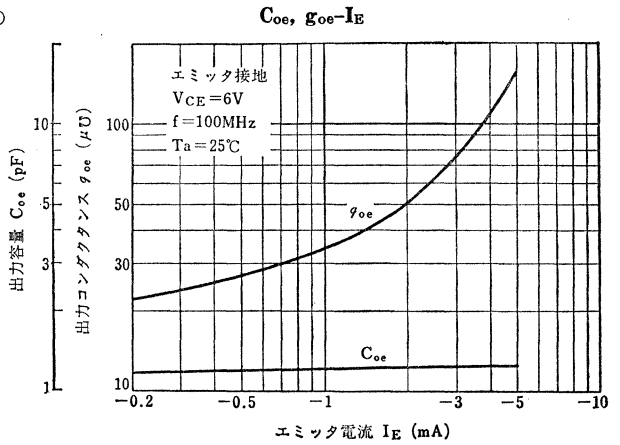
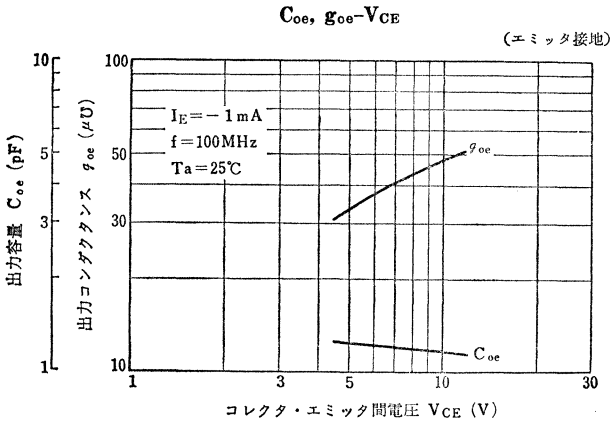
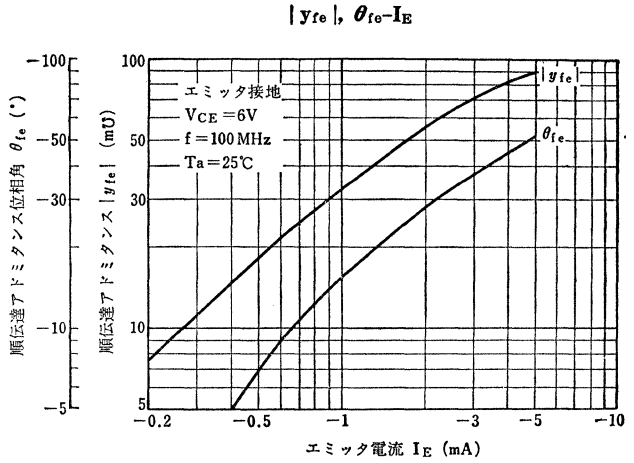
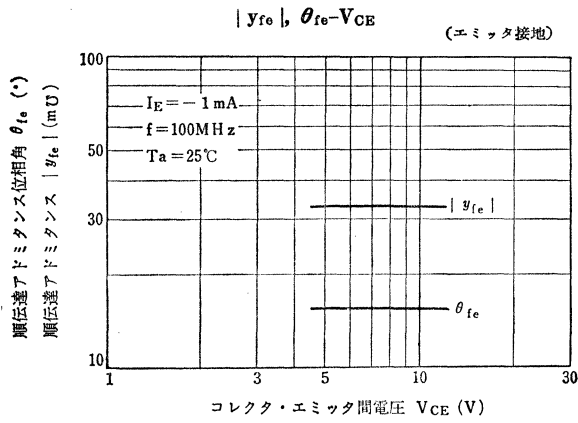
(エミッタ接地)

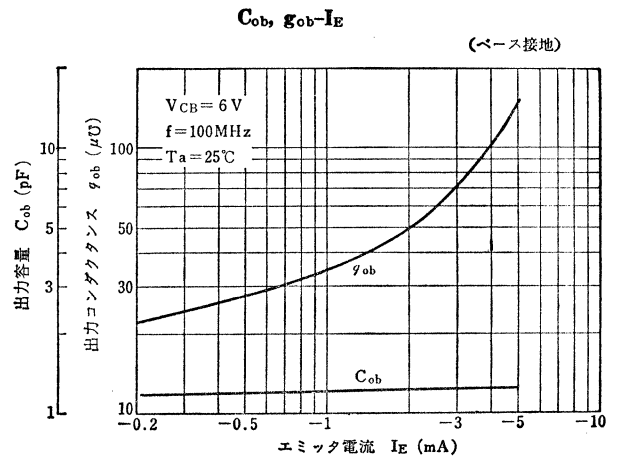
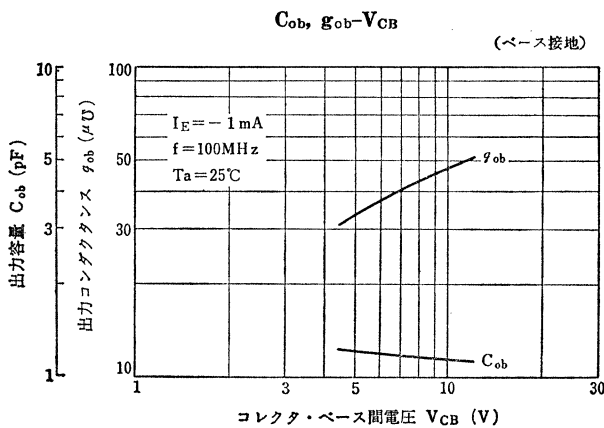
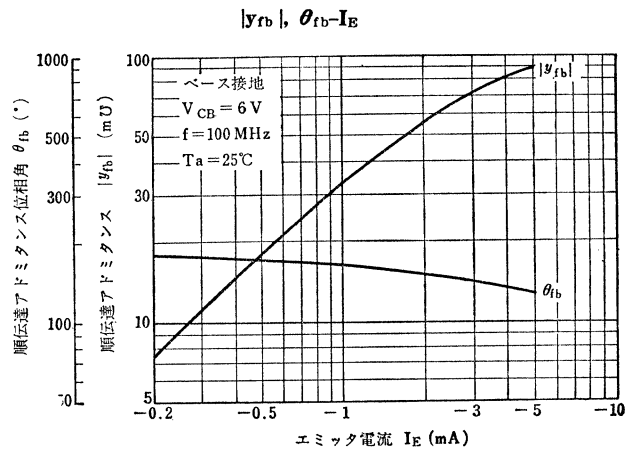
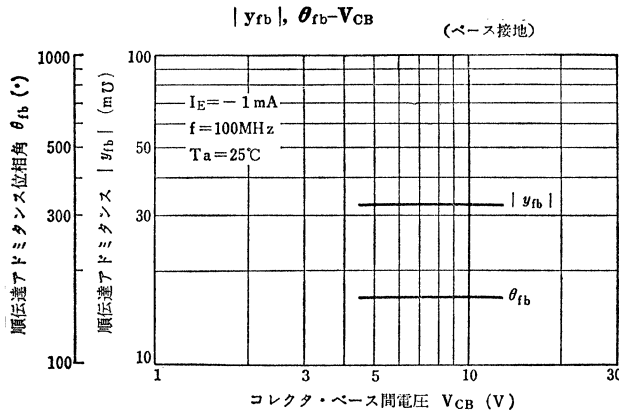
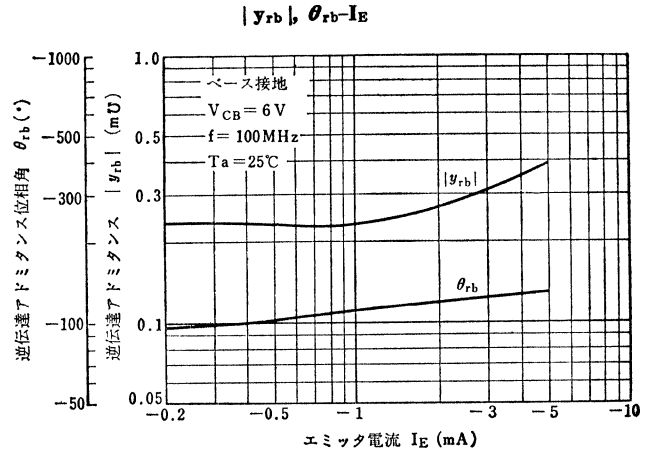
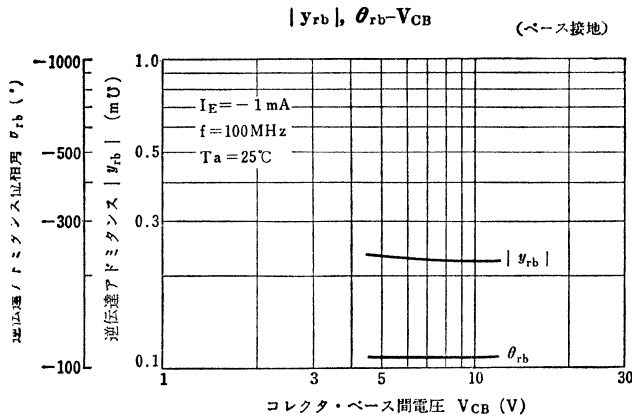


|yre|-IE

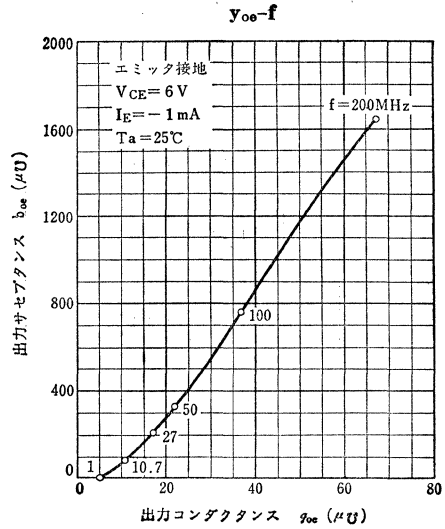
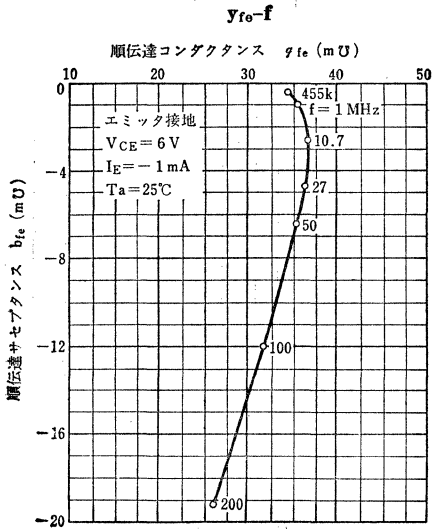
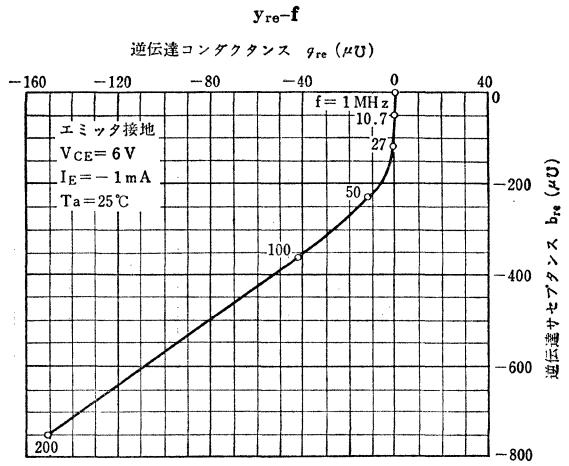
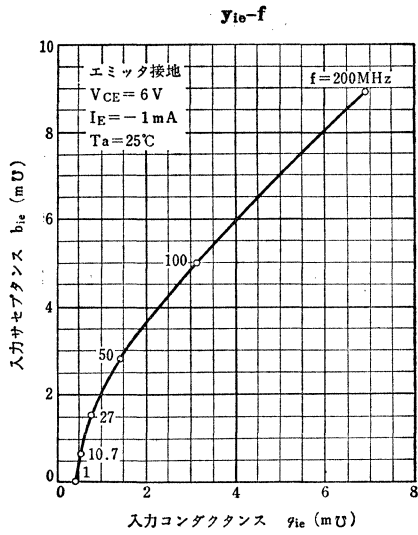


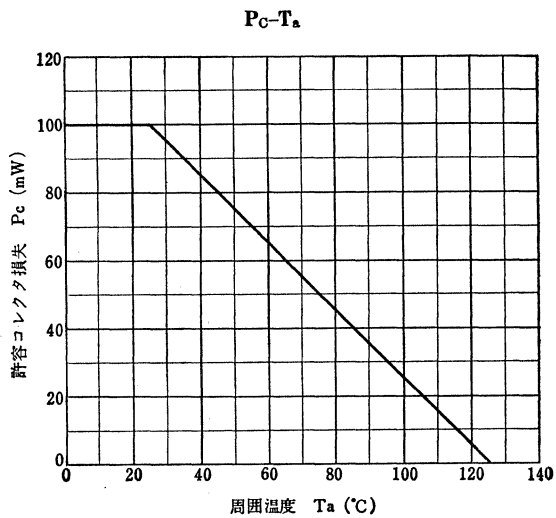
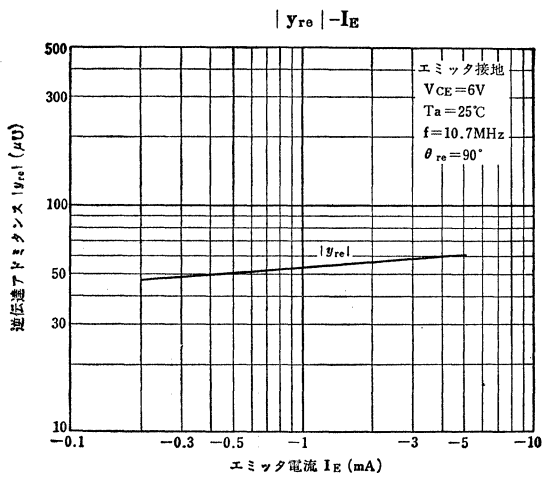
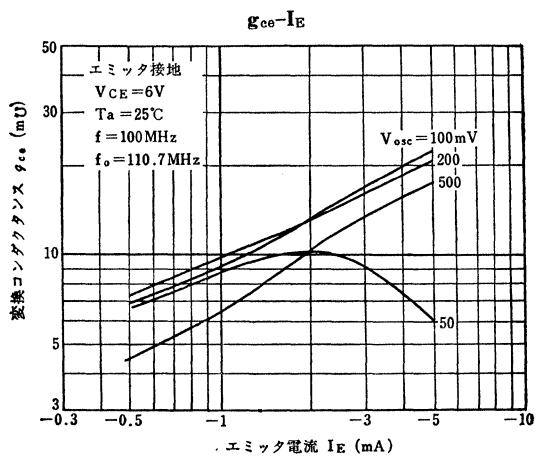
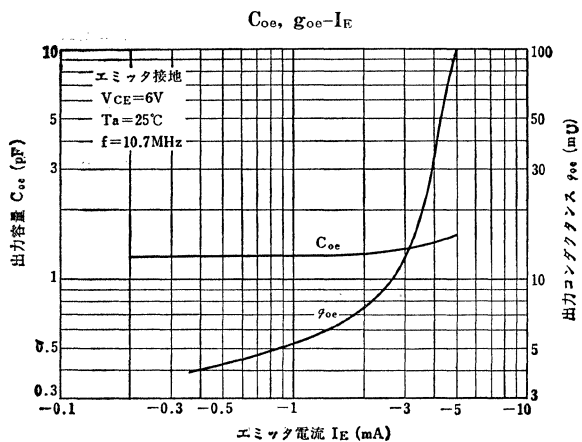
2SC784, 2SC785





2SC784, 2SC785





2SC786

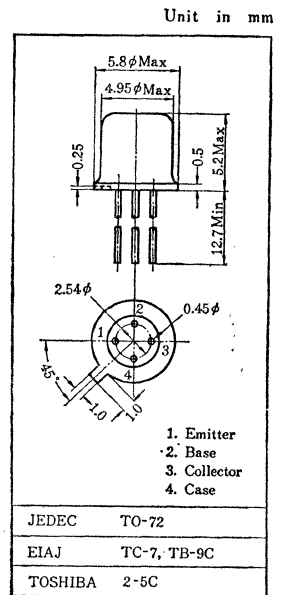
シリコンNPNプレーナ形トランジスタ SILICON NPN PLANAR TRANSISTOR

- 高周波増幅用 ○順方向AGC, FM, RF増幅用
- High Frequency Amplifier Applications
- FM, RF Amplifier Applications applying Forward AGC.

- 雑音指数が小さい: $NF=3.5\text{dB(Typ.)}$ ($f=100\text{MHz}$)
- 帰還容量が小さい: $C_{re}=0.37\text{pF(Typ.)}$
- 高電力利得です: $G_{pe}=21\text{dB(Typ.)}$ ($f=100\text{MHz}$)
- 順方向AGCをかけられます。

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	20	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	20	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	3	V
コレクタ電流	I_C	20	mA
エミッタ電流	I_E	-20	mA
コレクタ損失	P_C	200	mW
接合部温度	T_J	150	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ\text{C}$

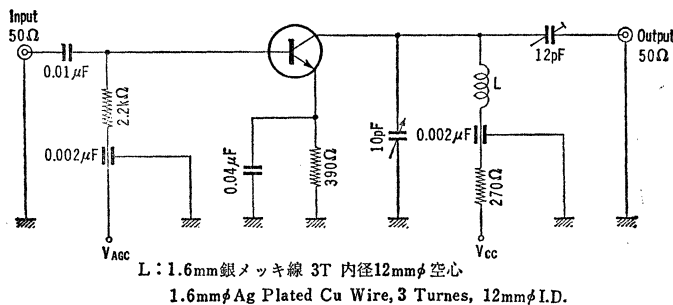


電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

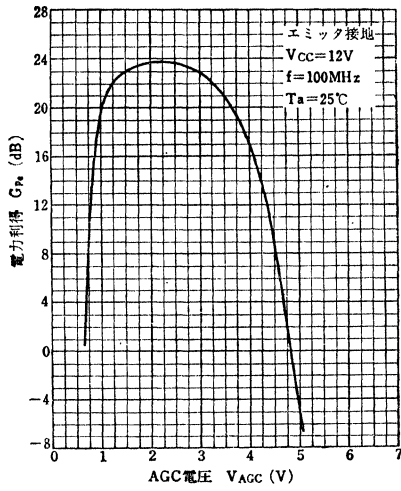
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしり断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0$	—	—	50	nA
エミッタしり断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=2\text{V}, I_C=0$	—	—	10	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=5\text{V}, I_C=4\text{mA}$	20	—	200	
帰還容量	C_{re}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	0.25	—	0.55	pF
電力利得	G_{pe}	$V_{AGC}=1.8\text{V}, V_{CC}=12\text{V}$ $R_G=50\Omega, f=100\text{MHz (Fig. 1)}$	18	21	24	dB
雑音指数	NF	$V_{CC}=12\text{V}, V_{AGC}=1.8\text{V}$ $R_G=50\Omega, f=100\text{MHz (Fig. 1)}$	—	3.5	5.0	dB
AGC電圧*	V_{AGC}	$V_{CC}=12\text{V}, R_G=50\Omega, f=100\text{MHz}$	4.0	—	7.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10\text{V}, I_C=4\text{mA}$	250	—	—	MHz
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CE}=6\text{V}, I_E=-2\text{mA}, f=30\text{MHz}$	—	—	25	Ω

- * Fig. 1 の回路で電力利得 ($V_{AGC}=1.8\text{V}$ 時) が30dB減少するときのAGC電圧
AGC Voltage measured by circuit in shown Fig 1, when G_{pe} is reduced 30dB Compared with that of V_{AGC} at 1.8V.

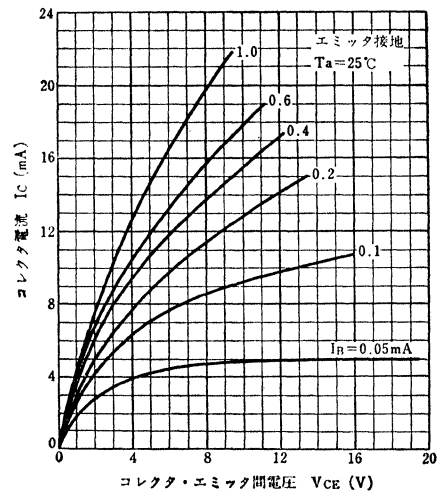
Fig. 1 100MHz, G_{pe} , V_{AGC} 測定回路
100MHz G_{pe} , V_{AGC} Measuring Circuit



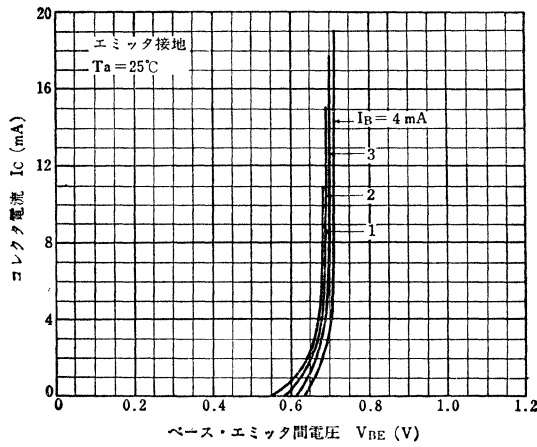
$G_{po}-V_{AGC}$ (Fig.1)



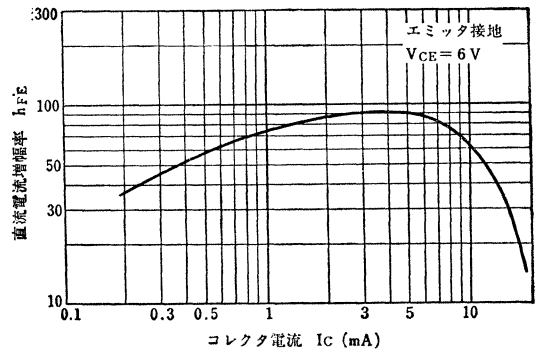
I_C-V_{CE}



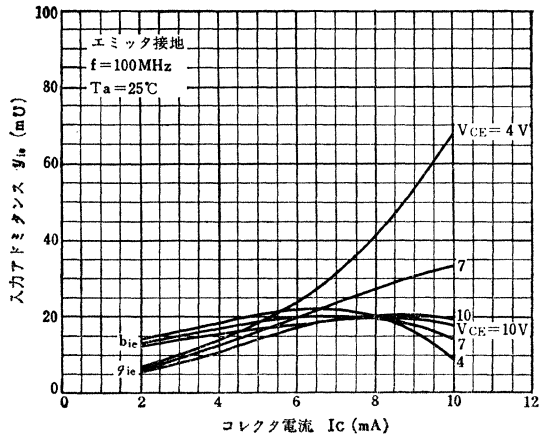
I_C-V_{BE}



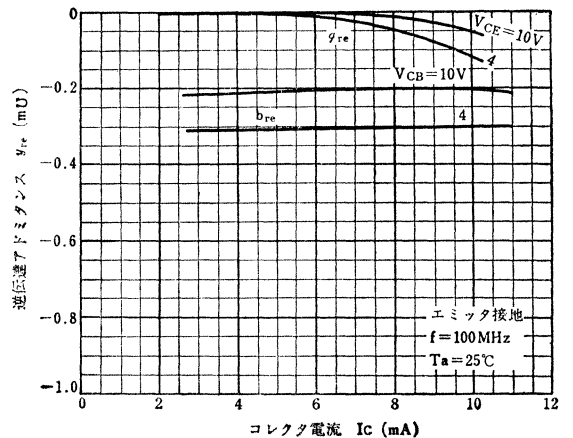
$h_{FE}-I_C$



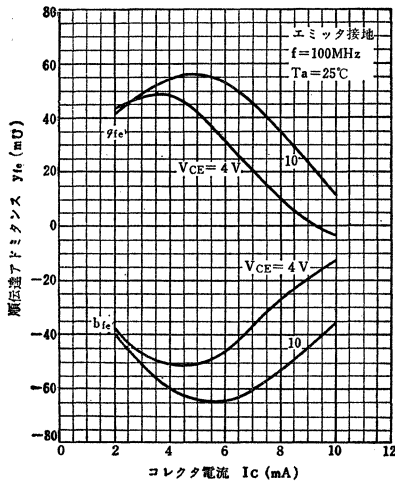
$y_{ie}-I_C$



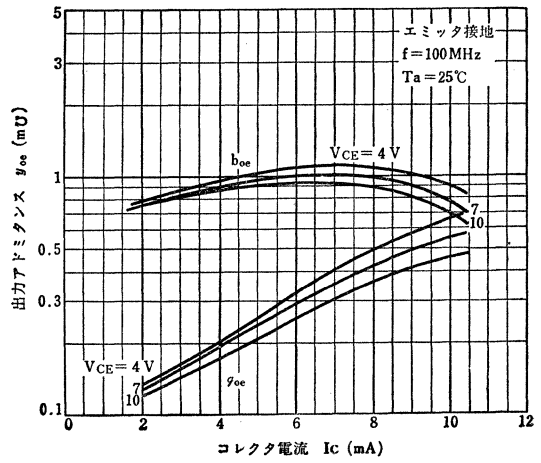
$y_{re}-I_C$



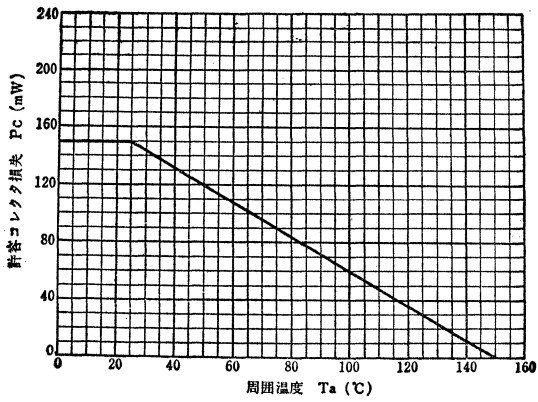
$y_{fe}-I_C$



$y_{oe}-I_C$



P_C-T_a



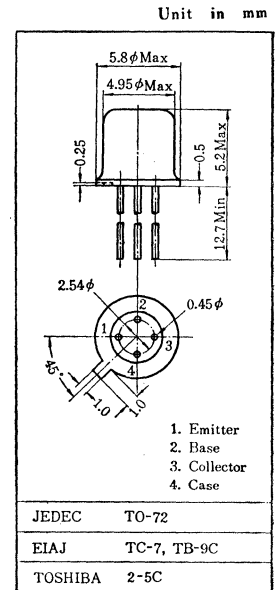
OUHF帯RF増幅用

○ TV UHF Amplifier Applications

- 雑音特性が極めて優れています：NF=5.0dB(Typ.) (f=800MHz)
- 電力利得が大きい：G_{pb}=11dB(Typ.) (f=800MHz)
- 順方向AGC特性が良好です。/Excellent Forward AGC Characteristics.

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

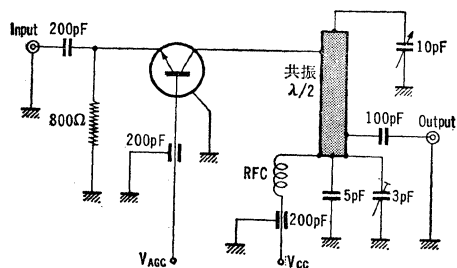
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V _{CB0}	25	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V _{CEO}	20	V
エミッタ・ベース間電圧	V _{EBO}	3	V
コレクタ電流	I _C	20	mA
エミッタ電流	I _E	-20	mA
コレクタ損失	P _C	150	mW
接合部温度	T _j	150	°C
保存温度	T _{stg}	-65~150	°C



電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

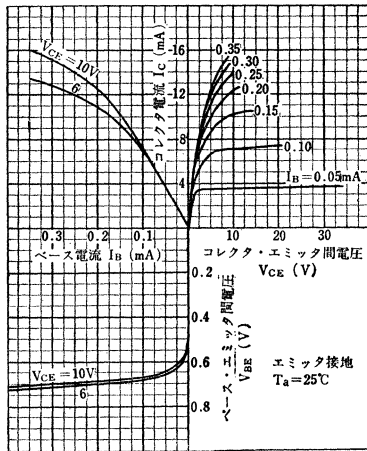
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I _{CB0}	V _{CB} =10V, I _E =0	—	—	25	nA
エミッタシャ断電流	I _{EBO}	V _{EB} =3V, I _C =0	—	—	10	μA
直流電流増幅率	h _{FE}	V _{CE} =10V, I _C =2mA	25	—	—	
トランジション周波数	f _T	V _{CE} =10V, I _E =-2mA	400	1000	1500	MHz
帰還容量	C _{re}	V _{CB} =10V, I _E =0, f=1MHz	—	0.30	0.42	pF
電力利得 Fig.1	G _{pb}	V _{CC} =12V, I _E =-2mA, f=800MHz	8.5	11	—	dB
雑音指数 Fig.1	NF	V _{CB} =10V, I _E =-2mA, f=800MHz, R _g =50Ω	—	5.0	7.0	dB
AGC電圧*	V _{AGC}	V _{CC} =12V, f=800MHz	6.60	7.50	8.70	V

Fig.1 800MHz 電力利得, 雑音指数測定回路
800MHz G_{pb} and NF Test Circuit.

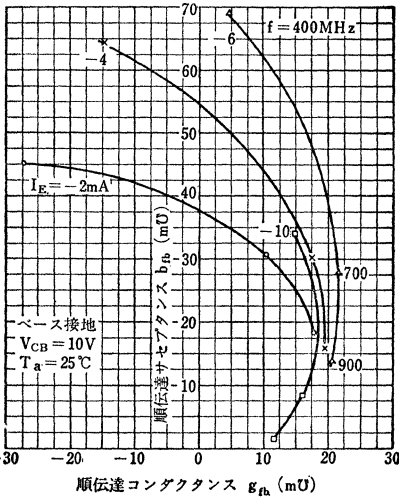


* AGC電圧 V_{AGC}=電力利得が 20dB 減少する電圧 (Fig.1の回路参照)
AGC Voltage V_{AGC} measured by shown in Fig.1 where power gain is reduced to 20dB from peak value.

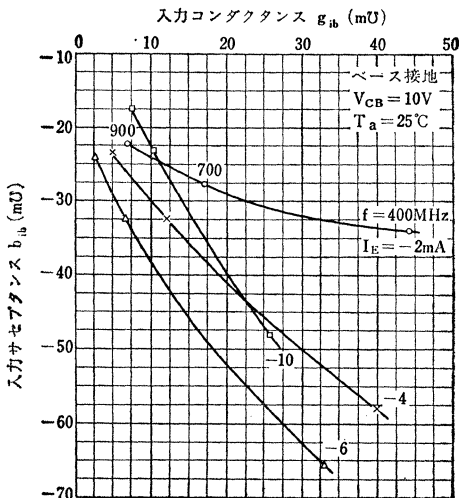
Static Characteristics



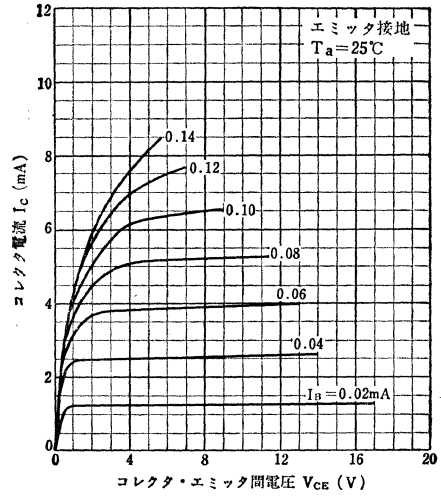
y_{rb-f}



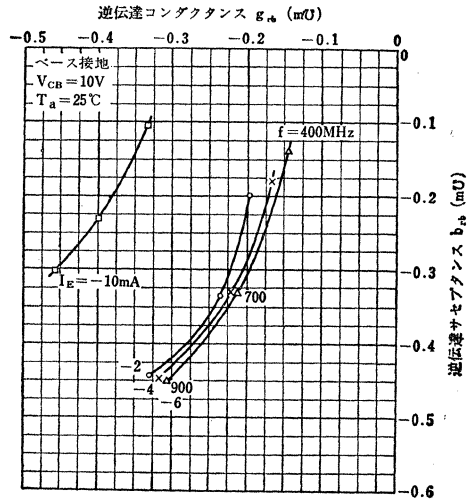
y_{ib-f}



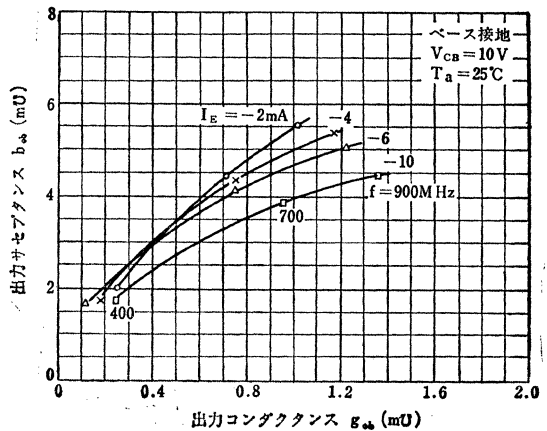
I_C-V_{CE}

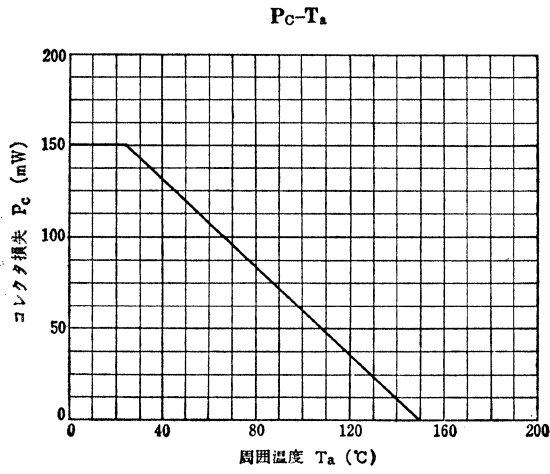


y_{rb-f}



y_{ob-f}





2SC788

シリコンNPN三重拡散プレーナ形トランジスタ SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED PLANAR TRANSISTOR

- 高耐圧スイッチング用、白黒テレビ映像出力用
○ Black and White TV Video Output and High Voltage Switching

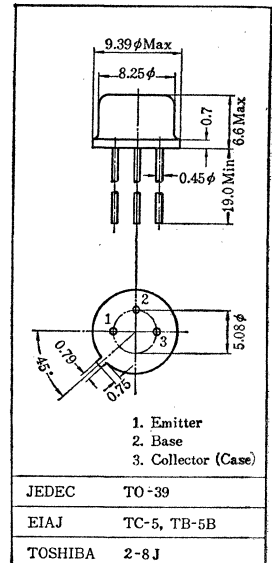
Applications

- 高耐圧です： $V_{CE0} = 150V$
- コレクタ出力容量が小さい： $C_{ob} = 5.0pF$ (Max.)
- トランジション周波数が高い： $f_T = 120MHz$ (Typ.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	250	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	150	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	50	mA
エミッタ電流	I_E	-50	mA
コレクタ損失	P_C	800	mW
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$

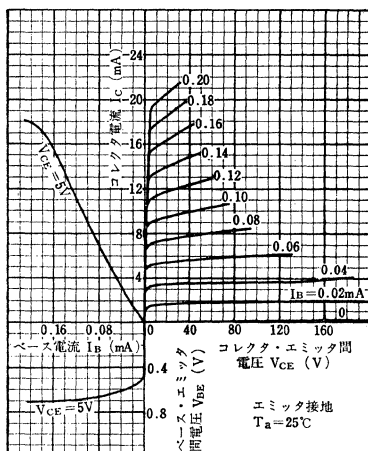
Unit in mm



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

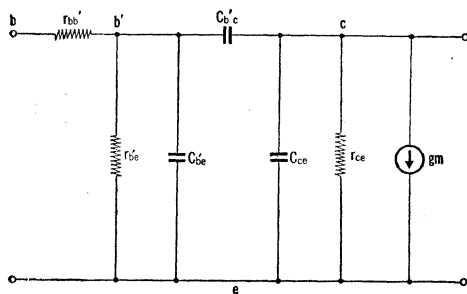
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = 30V, I_E = 0$	—	—	0.1	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = 5V, I_C = 0$	—	—	50	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE} = 5V, I_C = 10mA$	25	100	240	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 10mA, I_B = 1mA$	—	—	0.5	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C = 10mA, I_B = 1mA$	—	—	1.2	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = 30V, I_E = -10mA$	40	120	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = 10V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	4.0	5.0	pF
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CE} = 6V, I_E = -1mA, f = 30MHz$	—	25	60	Ω

Static Characteristics



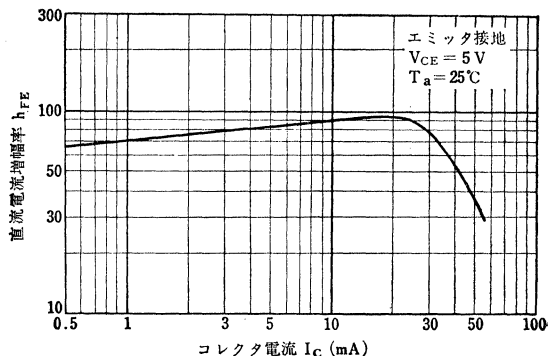
π 形等価回路

π Type Equivalent Circuit

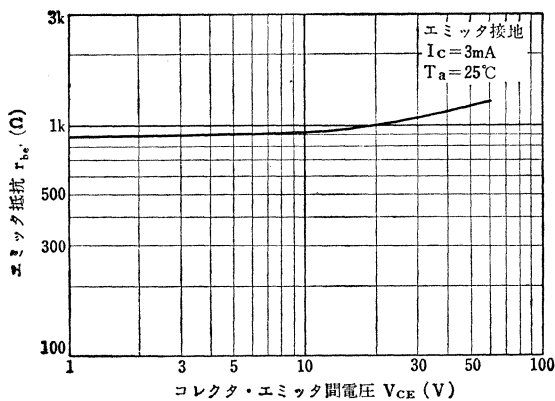


- $r_{bb'}$: ベース拡がり抵抗 25Ω
- r_{be} : エミッタ抵抗
- C_{be} : エミッタ容量
- C_{bc} : 逆遷容量 $2.7pF$ ($V_{CE}=10V, I_C=3mA$)
- C_{ce} : コレクタ容量 (I_C に対する依存性なし)
- r_{ce} : コレクタ抵抗
- g_m : 順方向伝達コンダクタンス $100m\Omega$ ($V_{CE}=10V, I_C=3mA, V_{CE}$ に対する依存性なし)
- $r_{bb'}$: Base Spreading Resistance
- r_{be} : Emitter Resistance
- C_{be} : Emitter Capacitance
- C_{bc} : Reverse Transfer Capacitance $2.7pF$ ($V_{CE}=10V, I_C=3mA$ Almostly eomtant with out dependency on I_C)
- C_{ce} : Collector Capacitance
- r_{ce} : Collector Resistance
- g_m : Forward Transfer Conductance $100m\Omega$ ($V_{CE}=10V, I_C=3mA$ Almostly constant with out dependency on V_{CE})

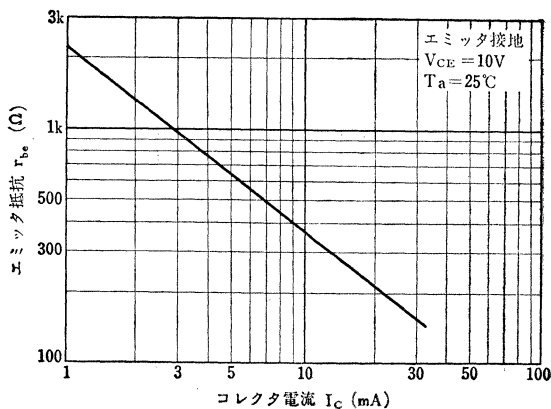
$h_{FE}-I_C$



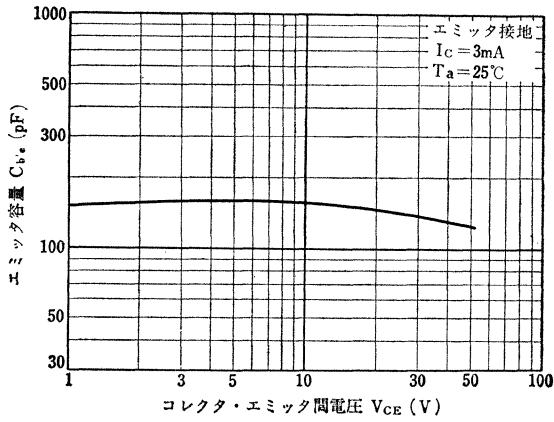
$r_{be}-V_{CE}$



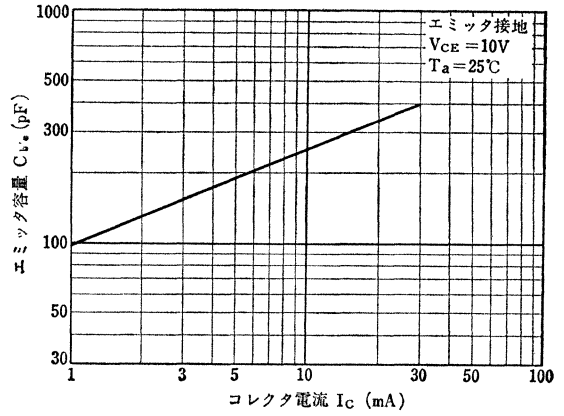
$r_{be}-I_C$



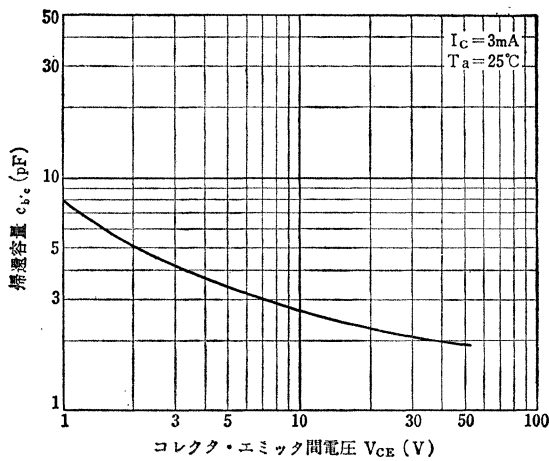
$C_{b'e}-V_{CE}$



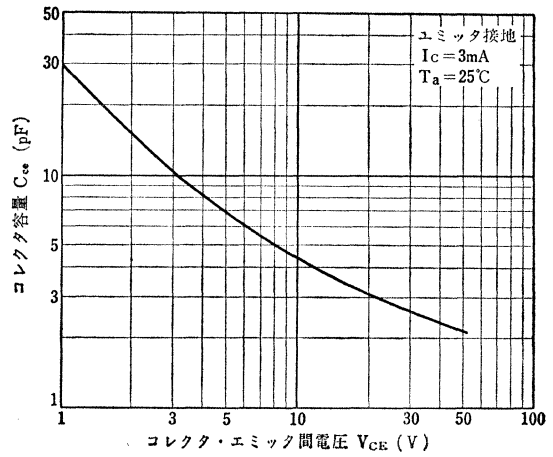
$C_{b'e}-I_c$



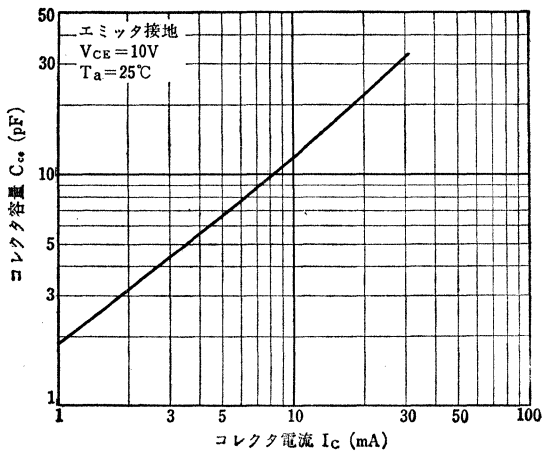
$C_{b'e}-V_{CE}$



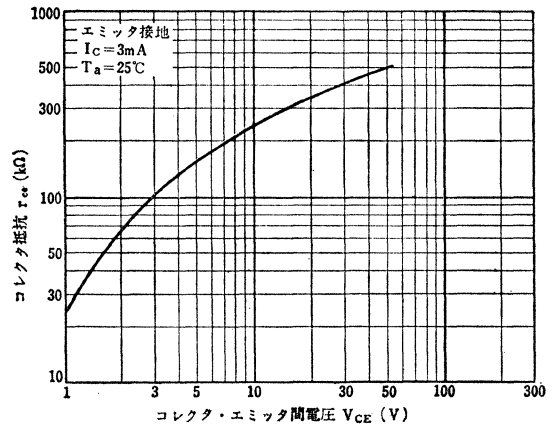
$C_{ce}-V_{CE}$

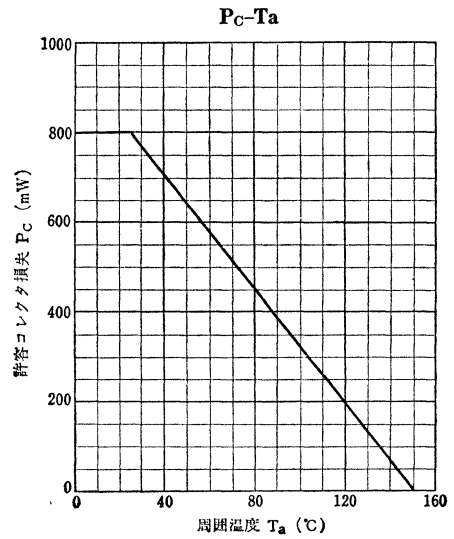
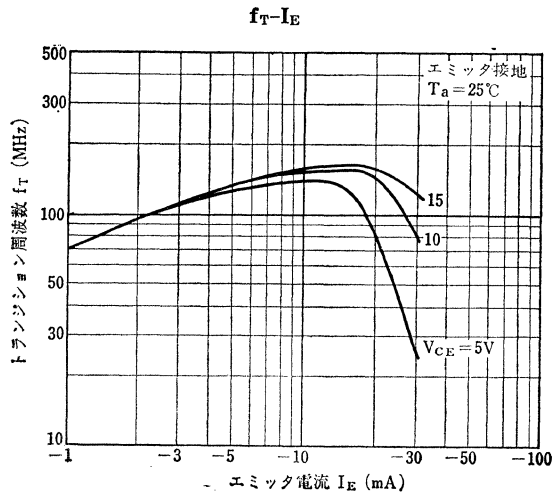
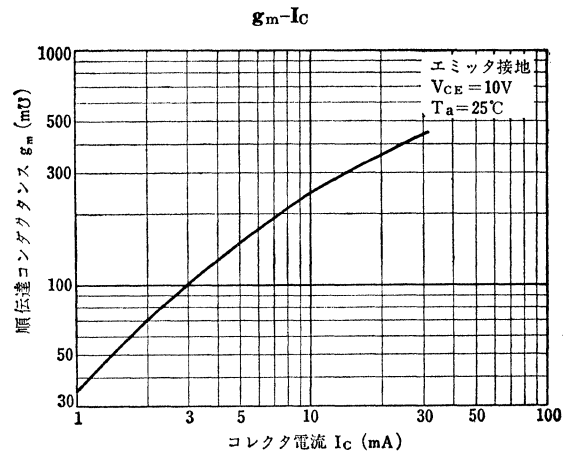
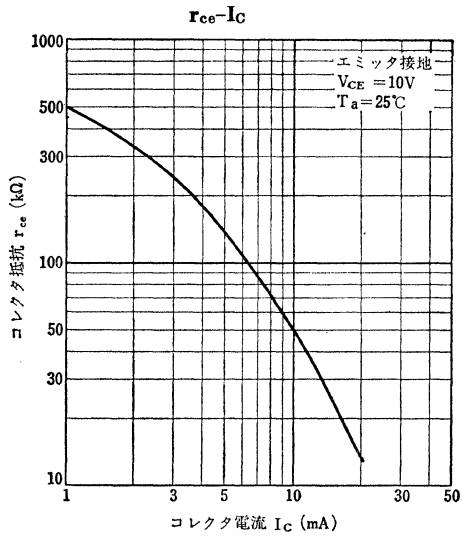


$C_{ce}-I_c$



$r_{ce}-V_{CE}$





2SC789

シリコンNPN三重拡散メサ形トランジスタ
SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED MESA TRANSISTOR (TENTATIVE)

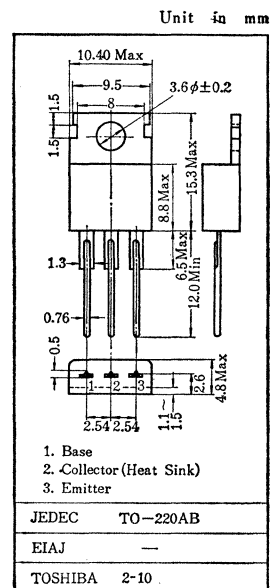
○電力増幅用

○ Power Amplifier Applications

- h_{FE} の直線性が良い。
- 飽和電圧が低い、 $V_{CE(sat)}=0.8V(Typ.)$
- コレクタ損失が大きい、 $P_C=30W(T_C=25^\circ C)$
- 2SA489 とコンプリメンタリで出力20~25Wクラスの Hi-Fi OTL アンプに最適です。 / Complementary to 2SA489. 20~25Watts Output Application.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	70	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	60	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	4	A
エミッタ電流	I_E	-4	A
ベース電流	I_B	3	A
コレクタ損失 ($T_C=25^\circ C$)	P_C	30	W
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~150	$^\circ C$



アクセサリは AC55Cを適用
Mounting Kit No. AC55C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

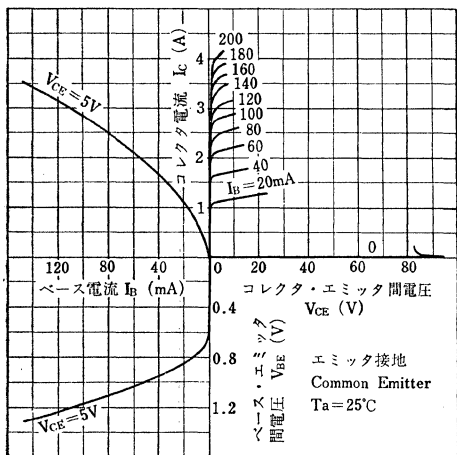
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしゅ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=50V, I_E=0$	—	—	30	μA
エミッタしゅ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	100	μA
直流電流増幅率	$h_{FE(1)*}$	$V_{CE}=5V, I_C=0.5A$	40	—	240	—
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE}=5V, I_C=3A$	15	—	—	—
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=3A, I_B=0.3A$	—	0.8	1.5	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE}=5V, I_C=2.5A$	—	1.1	1.5	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=5V, I_E=-0.5A$	3	—	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1MHz$	—	150	—	pF

* $h_{FE(1)}$ により下表のように分類し、現品表示してあります。

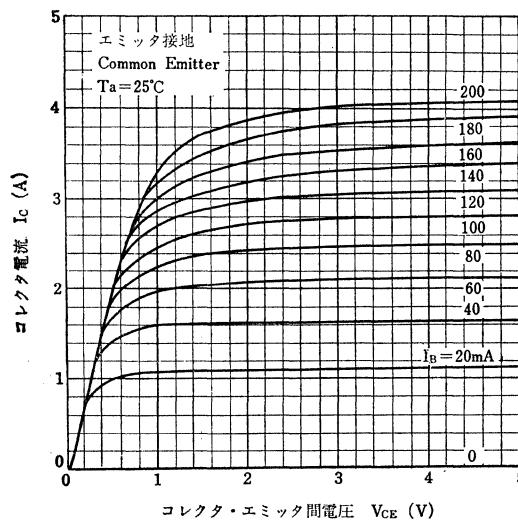
According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SC789 is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SC789-R	40	80
2SC789-O	70	140
2SC789-Y	120	240

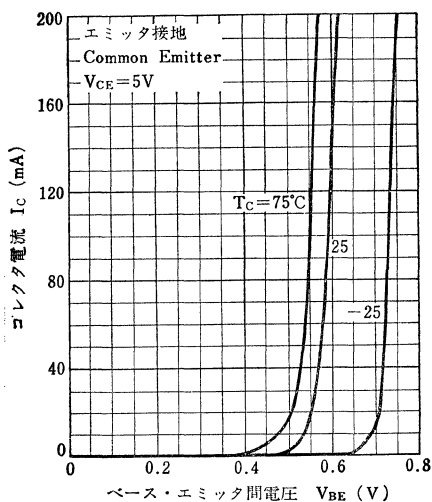
Static Characteristics



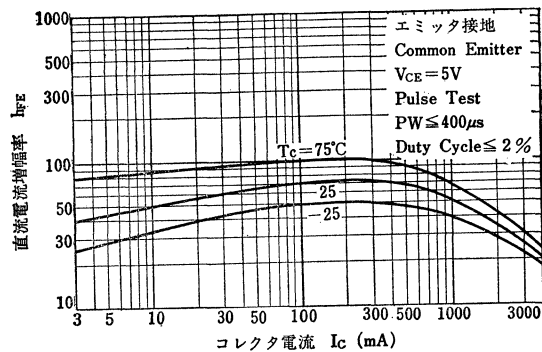
I_c - V_{CE} (Low Voltage Region)



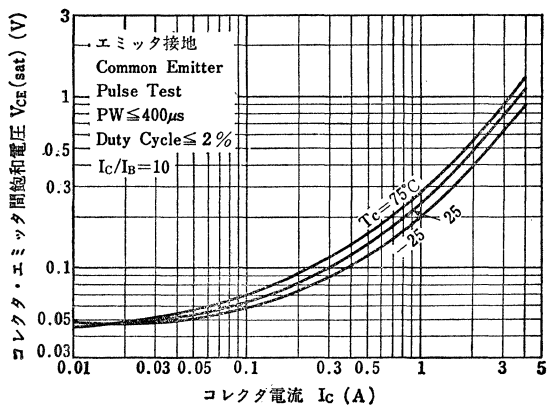
I_c - V_{BE} (Low Current Region)



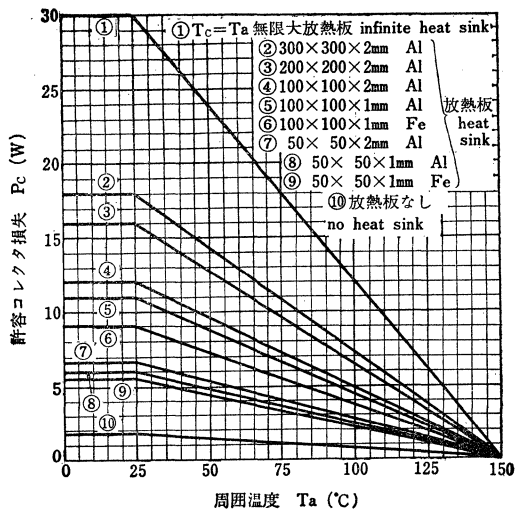
h_{FE} - I_c



$V_{CE(sat)}$ - I_c



P_c - T_a



2SC790

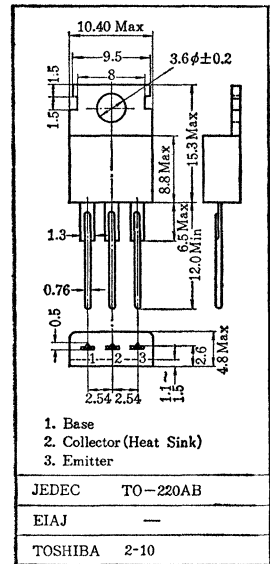
シリコンNPN三重拡散メサ形トランジスタ SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED MESA TRANSISTOR(TENTATIVE)

○電力増幅用

○ Power Amplifier Applications

- 2SA490 とコンプリメンタリで出力10Wクラスの Hi-Fi OTL アンプに最適です。 / Complementary to 2SA490. 10 Watts Output is Available.

Unit in mm



アクセサリはAC55Cを適旺
Mounting Kit No. AC55C

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V _{CB0}	50	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V _{CE0}	40	V
エミッタ・ベース間電圧	V _{EB0}	5	V
コレクタ電流	I _C	3	A
エミッタ電流	I _E	-3	A
コレクタ損失 (T _C =25°C)	P _C	25	W
接合部温度	T _J	150	°C
保存温度	T _{stg}	-55~150	°C

電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

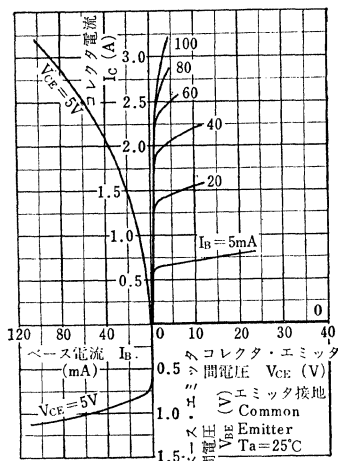
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I _{CBO}	V _{CB} =30V, I _E =0	—	—	10	μA
エミッタシャ断電流	I _{EBO}	V _{EB} =5V, I _C =0	—	—	100	μA
直流電流増幅率	h _{FE} (1)*	V _{CE} =2V, I _C =0.5A	40	—	240	
	h _{FE} (2)	V _{CE} =2V, I _C =2A	13	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	V _{CE(sat)}	I _C =2A, I _B =0.2A	—	—	1.4	V
ベース・エミッタ間電圧	V _{BE}	V _{CE} =2V, I _C =2A	—	—	1.8	V
トランジション周波数	f _T	V _{CE} =2V, I _C =0.5A	3	—	—	MHz
コレクタ出力容量	C _{ob}	V _{CB} =10V, I _E =0, f=1MHz	—	70	—	pF

* h_{FE}(1) により下表のように分類し、現品表示してあります。

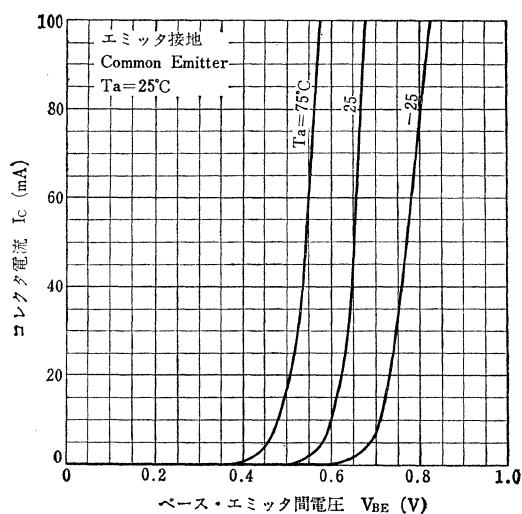
According to the value of h_{FE}(1), the 2SC790 is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SC790—R	40	80
2SC790—O	70	140
2SC790—Y	120	240

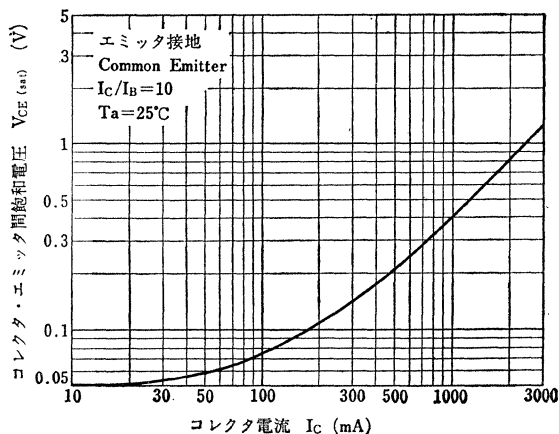
Static Characteristics



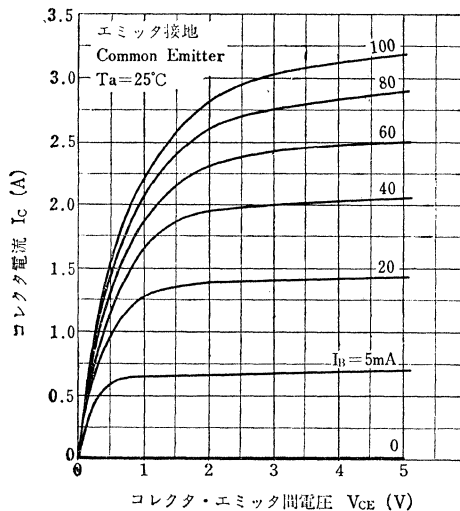
$I_c - V_{BE}$



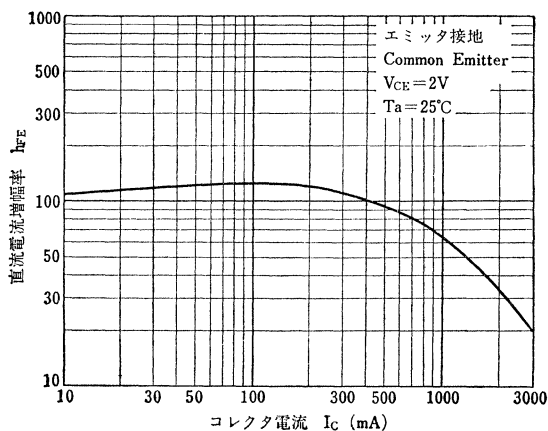
$V_{CE(sat)} - I_c$



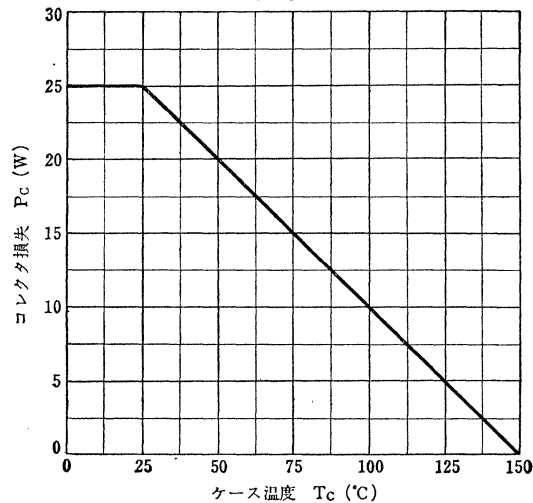
$I_c - V_{CE}$ (Low Voltage Region)



$h_{FE} - I_c$



$P_c - T_c$



2SC791

シリコンNPN三重拡散メサ形トランジスタ
SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED MESA TRANSISTOR

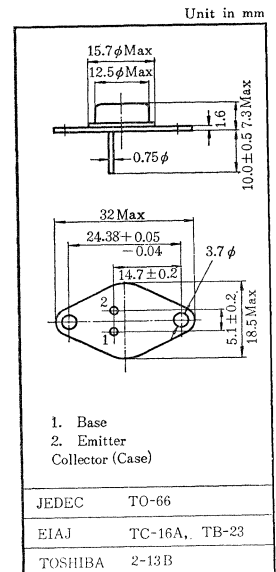
○9~12"白黒テレビ垂直偏向出力用

○9~12"Black and White TV Vertical Output Applications

- 電流増幅率の直線性が良い。
- コレクタ・エミッタ間サステイニング電圧が高い： $V_{CER(sus)}=80V$
- Excellent Linearity.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	90	V
コレクタ・エミッタ間電圧 ($R_{BE}=500\Omega$)	V_{CER}	90	V
コレクタ・エミッタ間サステイニング電圧 (Fig. 1) ($R_{BE}=220\Omega$)	$V_{CER(sus)}$	80	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	1.5	A
エミッタ電流	I_E	-1.5	A
コレクタ損失 ($T_C=25^\circ C$)	P_C	15	W
接合部温度	T_j	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$



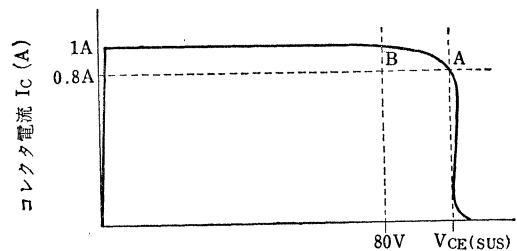
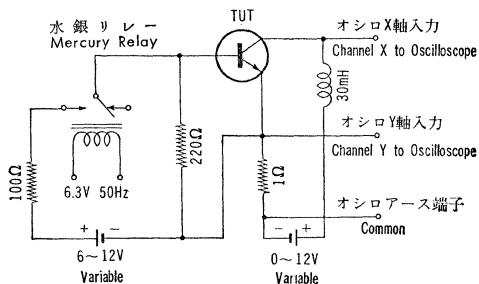
アクセサリは AC20C を適用
Mounting Kit No. AC20C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=30V, I_E=0$	—	—	10	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	100	μA
シャ断周波数	f_{ab}	$V_{CB}=5V, I_E=-0.5A$	—	20	—	MHz
直流電流増幅率	$h_{FE(1)}$	$V_{CE}=2V, I_C=0.2A$	40	—	250	
直流電流増幅率	$h_{FE(2)}$	$V_{CE}=2V, I_C=1A$	30	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=500mA, I_B=50mA$	—	—	0.7	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=500mA, I_B=50mA$	—	—	1.8	V

Fig.1 コレクタ・エミッタ間サステイニング電圧測定回路

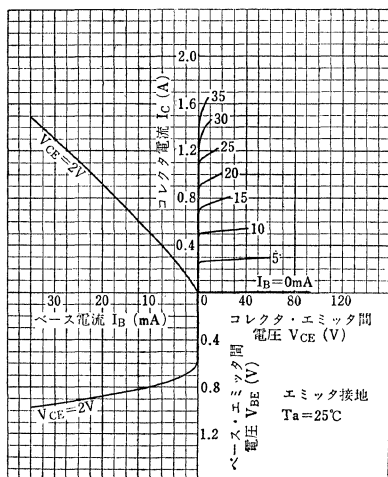
$V_{CER(sus)}$ Test Circuit



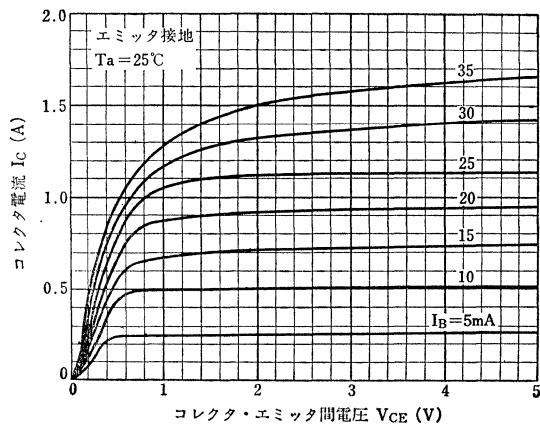
コレクタピーク電流を1A流し、0.8Aに落ちる
点の電圧 (上図A点) を測定する

The sustaining voltage $V_{CER(sus)}$ is acceptable
when the trace falls to the right and above
point B.

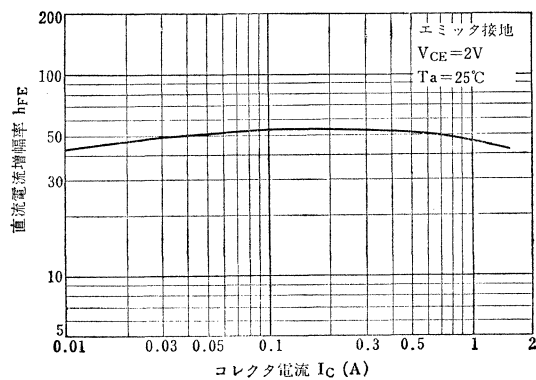
Static Characteristics



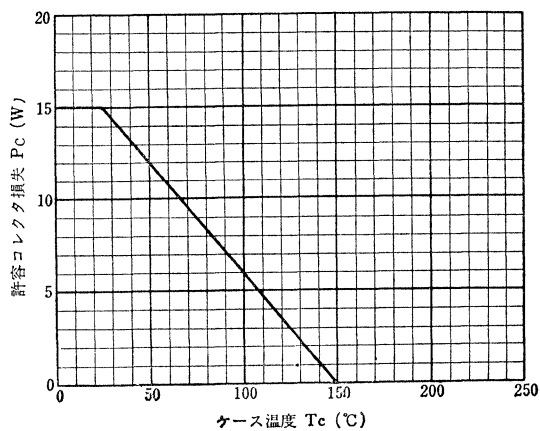
$I_C - V_{CE}$ (Low Voltage Region)



$h_{FE} - I_C$



$P_C - T_C$



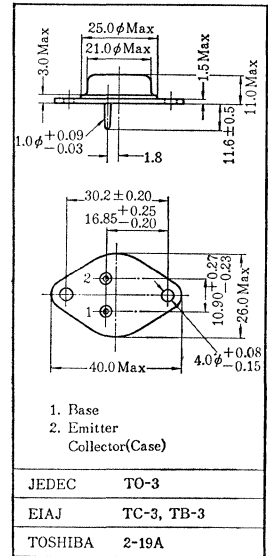
2SC792

シリコンNPN三重拡散メサ形トランジスタ SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED MESA TRANSISTOR

- 電源レギュレータ用 ○高電圧スイッチング用
○ Power Regulator and High Voltage Switching Applications

- 高耐圧です: $V_{CEO}=300V$
- 電流容量が大きい: $I_C=1.5A$

Unit in mm



アクセサリは AC6C を適用
Mounting Kit No. AC6C

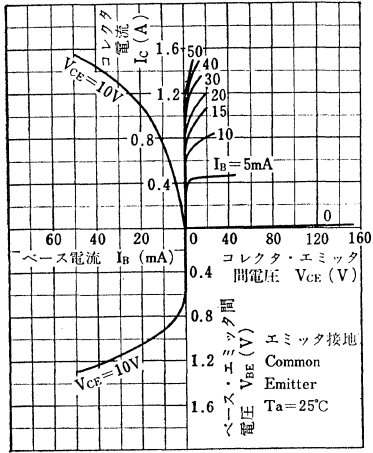
最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	300	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	300	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	1.5	A
エミッタ電流	I_E	-1.5	A
コレクタ損失 ($T_C=25^\circ C$)	P_C	50	W
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

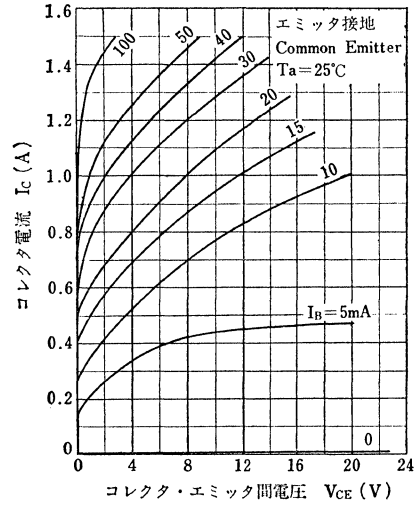
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=300V, I_E=0$	—	—	50	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	100	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=10V, I_C=0.3A$	30	90	250	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=500mA, I_B=50mA$	—	—	1.5	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE}=10V, I_C=0.5A$	—	—	1.5	V

Static Characteristics

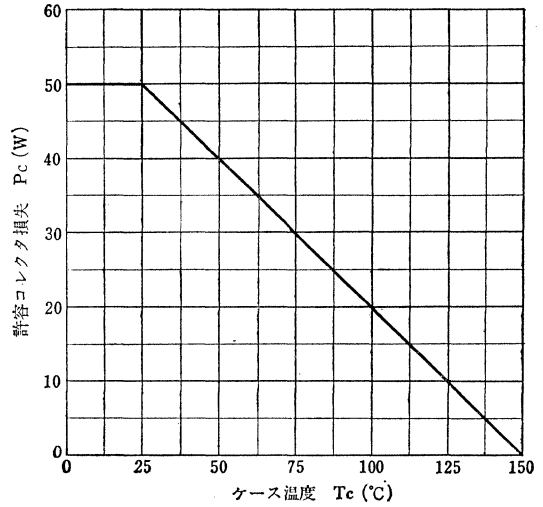
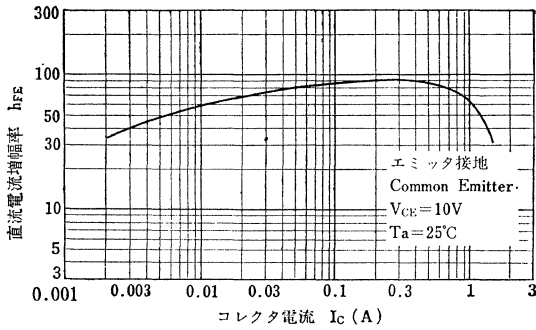


$h_{FE}-I_c$

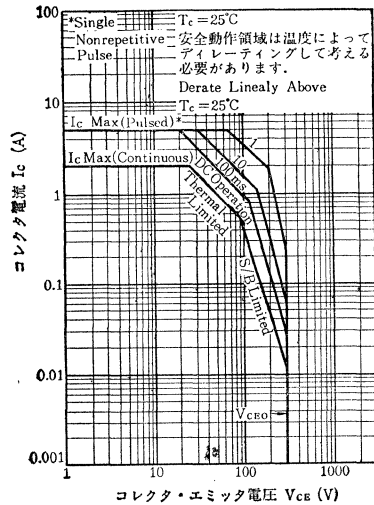
I_c-V_{CE} (Low Voltage Region)



P_c-T_c



安全動作領域 ASO



2SC793

シリコンNPN三重拡散メサ形トランジスタ SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED MESA TRANSISTOR

○電力増幅用

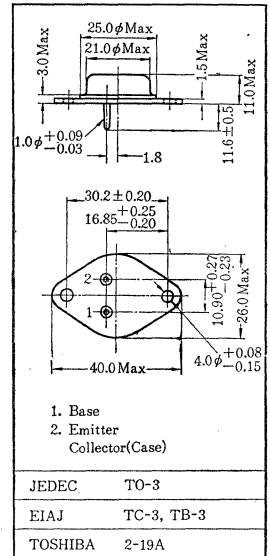
○ Power Amplifier Applications

- 大電力 Hi-Fi アンプ出力段に適します: $P_C=60W$ ($T_C=25^\circ C$)
- h_{FE} の直線性が良い、/ Good Lineality of h_{FE} .
- f_T が高い: $f_T=9MHz$ (Typ.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	100	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	80	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	7	A
エミッタ電流	I_E	-7	A
コレクタ損失 ($T_C=25^\circ C$)	P_C	60	W
接合部温度	T_j	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$

Unit in mm



アクセサリは AC6C を適用
Mounting Kit No. AC6C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

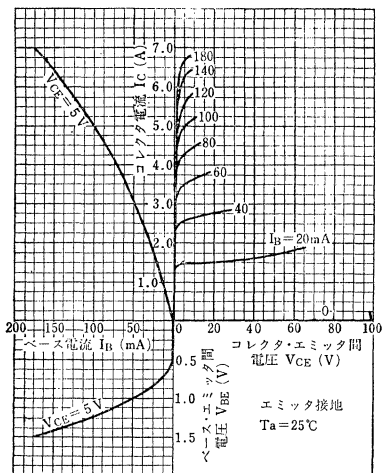
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=50V, I_E=0$	—	—	100	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	1.0	mA
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE}=5V, I_C=1A$	30	80	200	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=5A, I_B=1A$	—	0.8	2.5	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE}=5V, I_C=2A$	—	0.8	1.2	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CB}=5V, I_E=-1A$	—	9	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10V, I_E=0$	—	220	—	pF

* h_{FE} により下表のように分類し、現品に表示してあります。

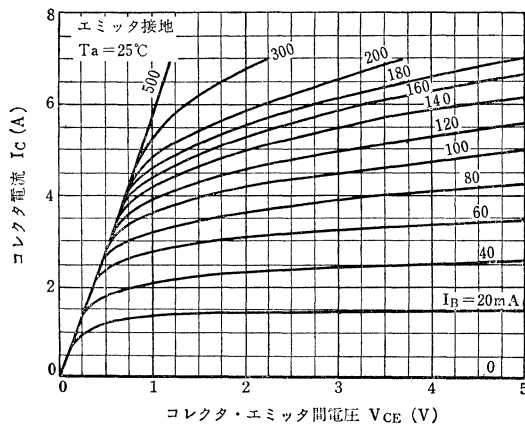
According to the value of h_{FE} , the 2SC793 is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SC793—R	30	70
2SC793—Y	50	120
2SC793—BL	85	200

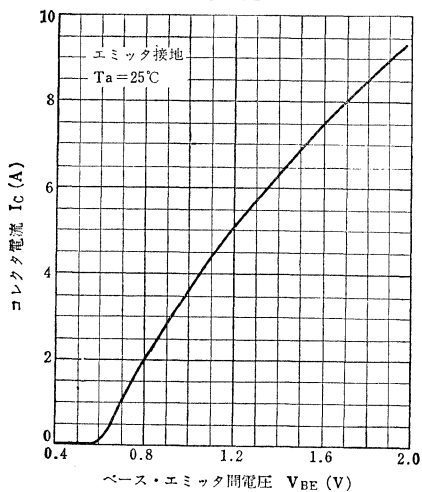
Static Characteristics



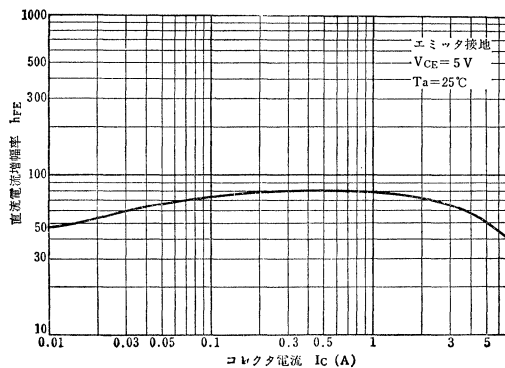
$I_C - V_{CE}$



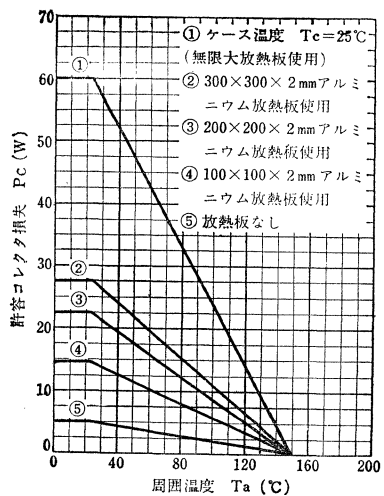
$I_C - V_{BE}$



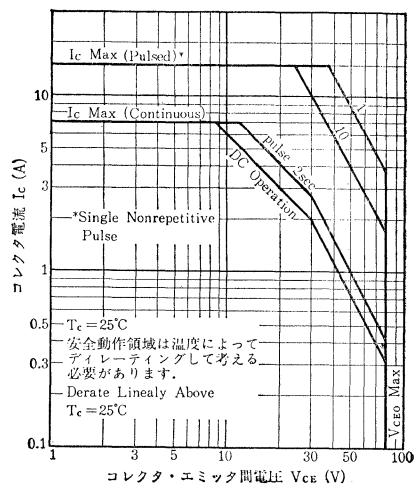
$h_{FE} - I_C$



$P_C - T_a$



安全動作領域 ASO



2SC941

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

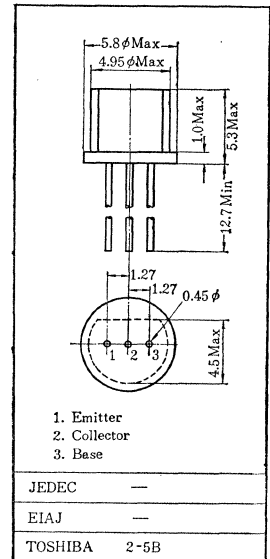
- 高周波増幅用 ○AM高周波増幅用 ○AM周波数変換用
○ High Frequency Amplifier ○ AM RF Amplifier
○ AM Frequency Converter Applications

Unit in mm

• 雑音指数が小さい: $NF=3.5\text{dB (Max.) (}f=1\text{MHz)}$

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	35	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	30	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	4	V
コレクタ電流	I_C	20	mA
エミッタ電流	I_E	-20	mA
コレクタ損失	P_C	200	mW
接合部温度	T_J	125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ\text{C}$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=20\text{V}, I_E=0$	—	—	0.1	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=2\text{V}, I_C=0$	—	—	1.0	μA
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE}=12\text{V}, I_C=2\text{mA}$	40	—	240	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=10\text{mA}, I_B=1\text{mA}$	—	—	0.4	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=10\text{mA}, I_B=1\text{mA}$	—	—	1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-2\text{mA}$	80	120	—	MHz
帰還容量	C_{re}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	—	2.2	3.0	pF
$C_c \times r_{bb}'$	$C_c r_{bb}'$	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-1\text{mA}, f=30\text{MHz}$	—	30	50	ps
雑音指数	NF	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-1\text{mA}, f=1\text{MHz}$ $R_g=50\Omega$	—	2.0	3.5	dB

* h_{FE} により下表のように分類し、現品に表示してあります。

According to the value of h_{FE} , the 2SC 941 is classified as follows.

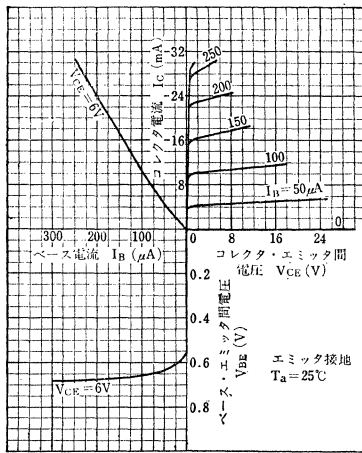
Classification	Min.	Max.
2SC941-R	40	80
2SC941-O	70	140
2SC941-Y	120	240

y 定数 y Parameter (Typ.) (エミッタ接地, $V_{CE}=6V$, $I_E=-1mA$, $f=1MHz$)

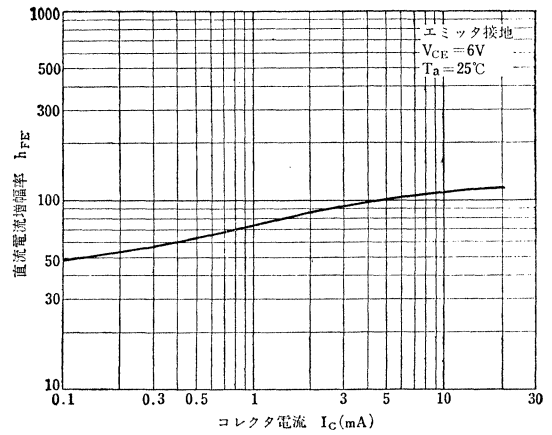
Characteristic	Symbol	2SC941-R	2SC941-O	2SC941-Y	Unit
入力コンダクタンス	g_{ie}	0.5	0.35	0.22	m Ω
入力容量	C_{ie}	50	48	46	pF
出力コンダクタンス	g_{oe}	4	5	6.5	$\mu\Omega$
出力容量	C_{oe}	3.7	3.4	3.2	pF
順伝達アドミタンス	$ y_{re} $	36	36	36	m Ω
順伝達アドミタンス位相角	θ_{re}	-1.6	-1.6	-1.6	°
逆伝達アドミタンス	$ y_{ro} $	14	14	14	$\mu\Omega$
逆伝達アドミタンス位相角	θ_{ro}	-90	-90	-90	°

Common Emitter

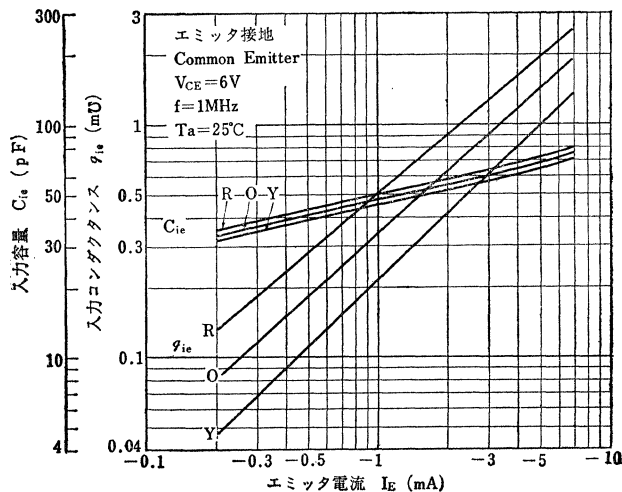
Static Characteristics



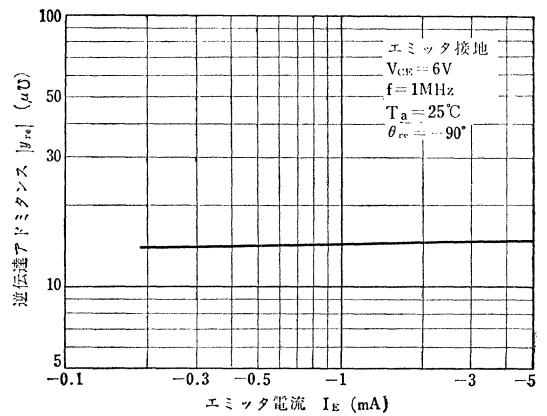
$h_{FE}-I_C$



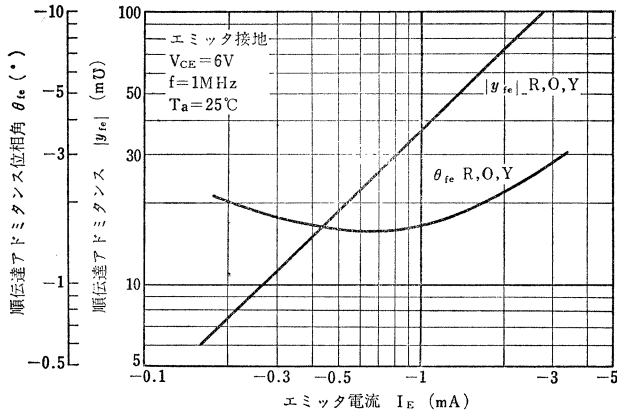
$g_{ie}, C_{ie}-I_E$



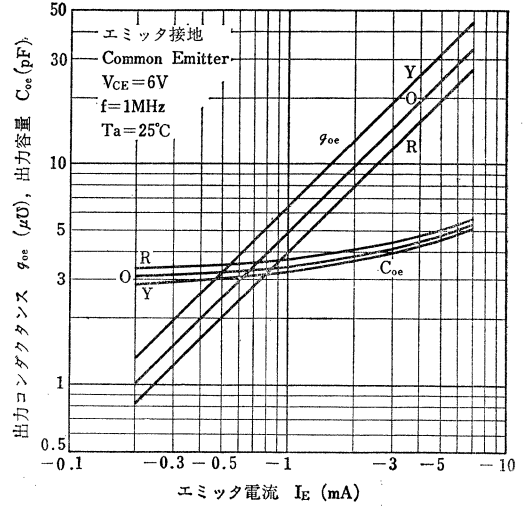
$|y_{re}|-I_E$



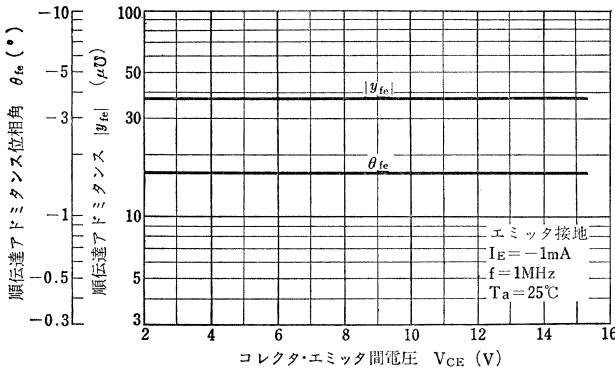
$|y_{fe}|, \theta_{fe}-I_E$



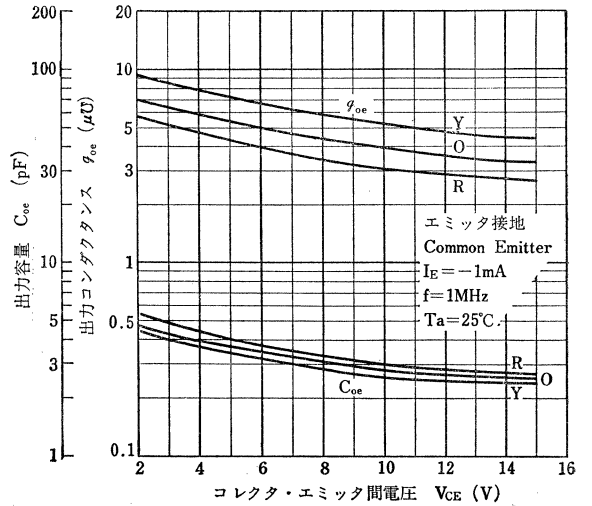
$g_{oe}, C_{oe}-I_E$



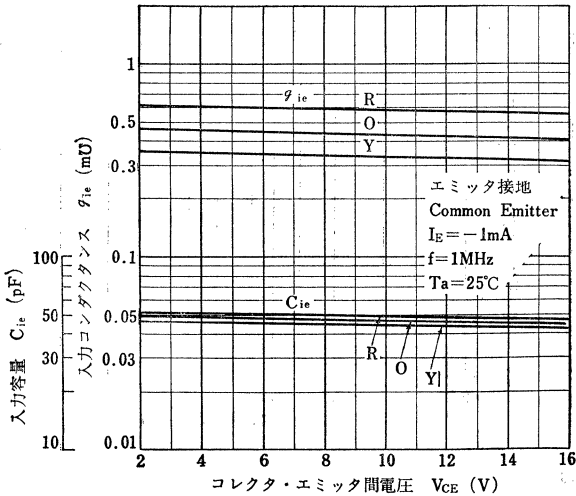
$|y_{fe}|, \theta_{fe}-V_{CE}$



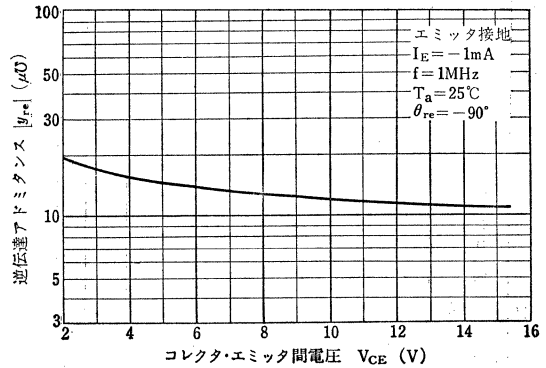
$g_{oe}, C_{oe}-V_{CE}$



$g_{ie}, C_{ie}-V_{CE}$



$|y_{re}|-V_{CE}$



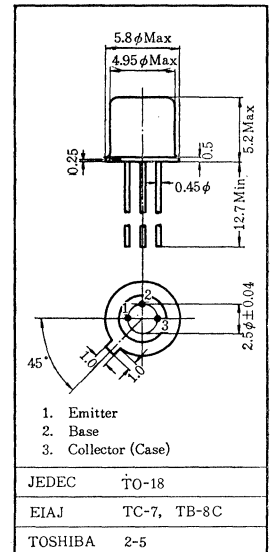
- 高周波増幅用 ○高速度スイッチング用
- High Frequency Amplifier Applications
- High Speed Switching Applications

通信工業用
Industrial Applications
Unit in mm

- コレクタ耐圧が高い: $V_{CE0}=70V$ (2SC979A)
- トランジション周波数が高い: $f_T=250MHz$ (Typ.)
- コレクタ出力容量が小さい: $C_{ob}=3pF$ (Typ.)
- 2SA499 とコンプリメンタリになります。 / Complementary to 2SA499.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	2SC979	70	V
	2SC979A	100	
コレクタ・エミッタ間電圧	2SC979	50	V
	2SC979A	70	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	100	mA
エミッタ電流	I_E	-100	mA
コレクタ損失	P_C	300	mW
接合部温度	T_j	175	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ C$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

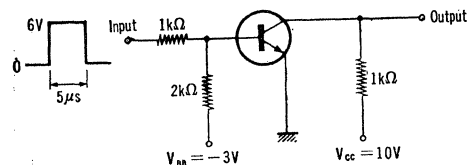
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしや断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=50V, I_E=0$	—	—	0.1	μA
エミッタしや断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	1.0	μA
直流電流増幅率*	2SC979	$V_{CE}=1V, I_C=10mA$	40	—	240	
	2SC979A		40	—	140	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=10mA, I_B=1mA$	—	0.05	0.3	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=10mA, I_B=1mA$	—	0.75	1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10V, I_E=-10mA$	150	250	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1MHz$	—	3	5	pF
スイッチング特性	ターンオン時間	Fig. 1	—	25	—	ns
	蓄積時間		—	600	—	ns
	下降時間		—	30	—	ns

* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。

According to value of h_{FE} , the 2SC979 and 2SC979A are classified as follows.

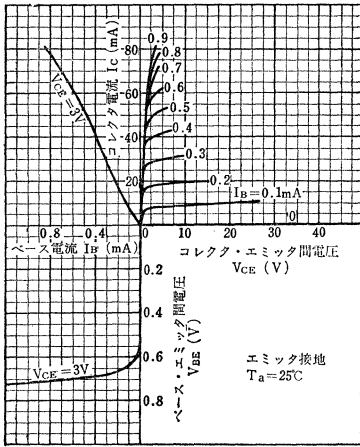
Classification	Symbol or (color Dot)	Min.	Max.
2SC979-R	R (Red)	40	80
2SC979A-R			
2SC979-O	O (Orange)	70	140
2SC979A-O			
2SC979-Y	Y (Yellow)	120	240

Fig.1 スイッチング特性測定回路
Switching Time Test Circuit

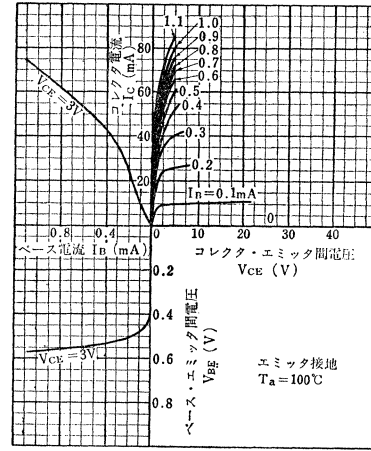


2SC979, 2SC979A

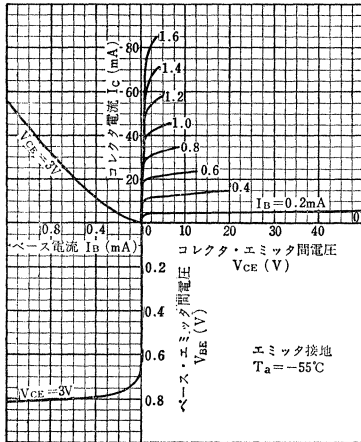
Static Characteristics



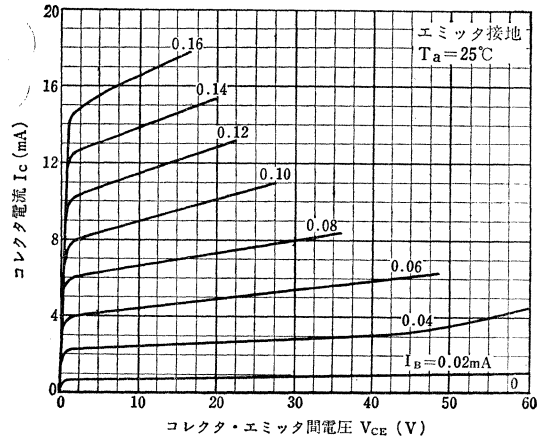
Static Characteristics



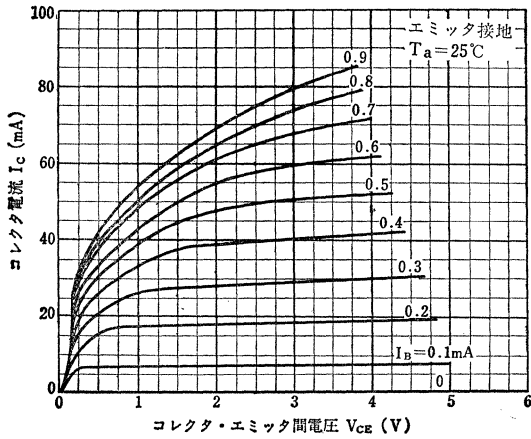
Static Characteristics



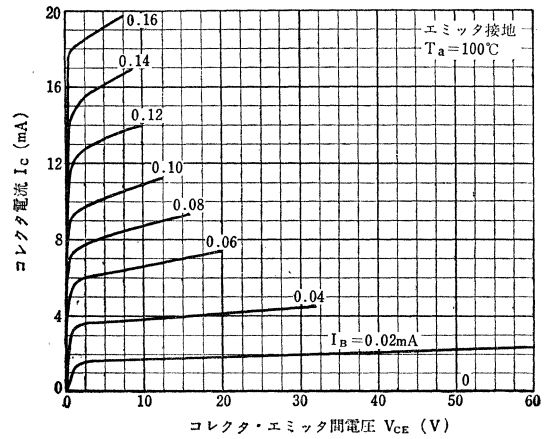
I_C - V_{CE} (Low Current Region)



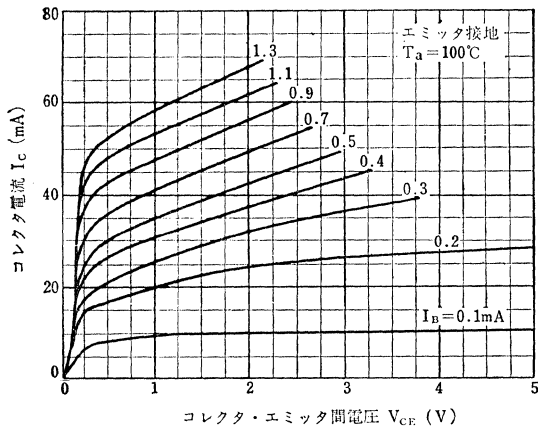
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



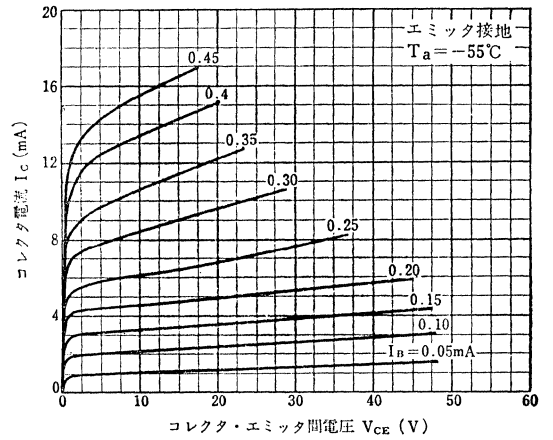
I_C - V_{CE} (Low Current Region)



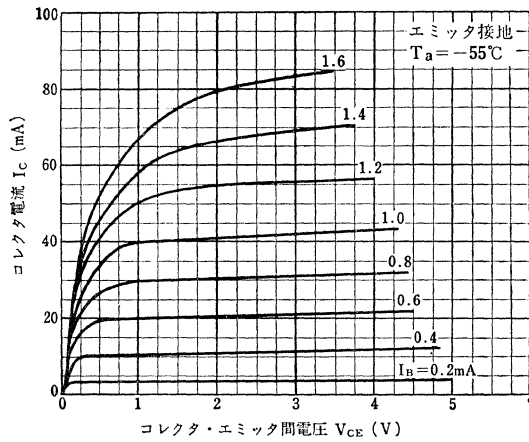
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



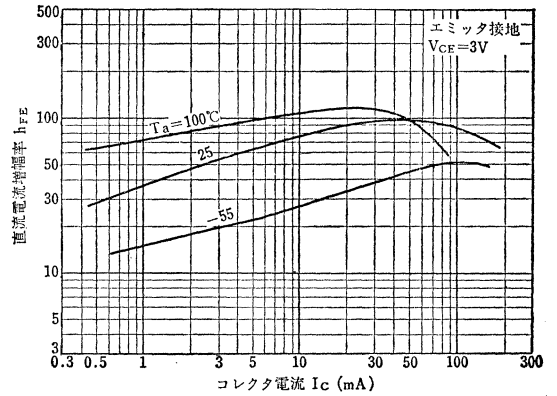
I_C - V_{CE} (Low Current Region)



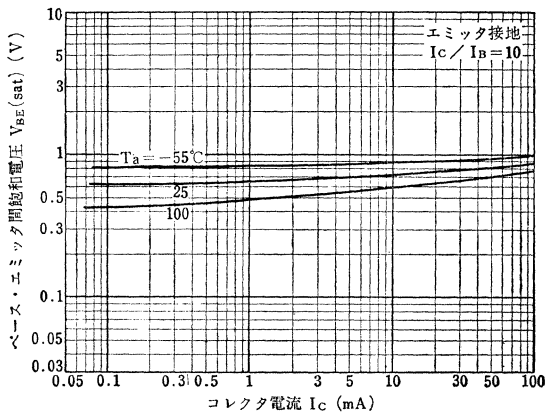
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



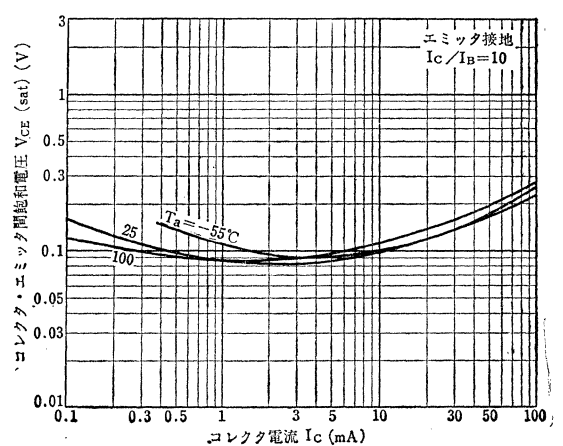
h_{FE} - I_C



$V_{BE}(\text{sat})$ - I_C

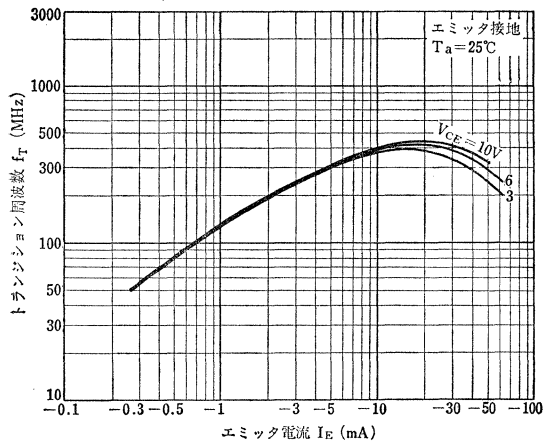


$V_{CE}(\text{sat})$ - I_C

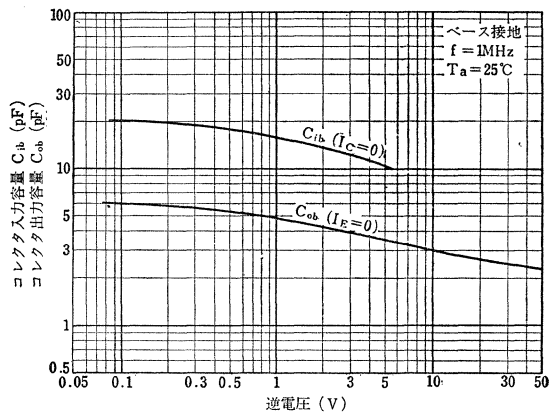


2SC979, 2SC979A

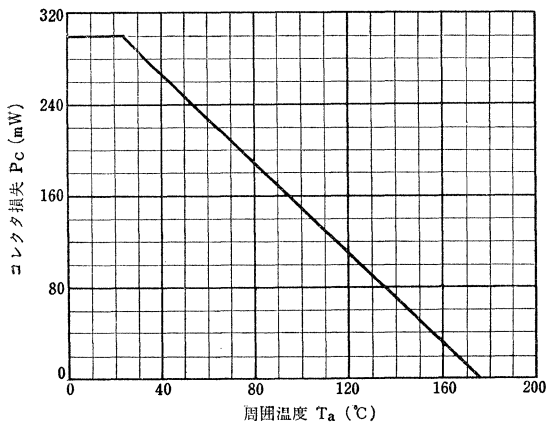
f_T - I_E



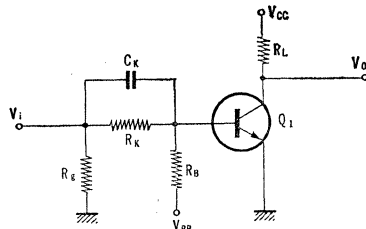
C_{ib}, C_{ob} - V_R



P_C - T_a

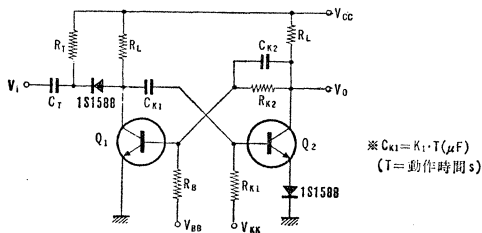


応用回路例 1. インバータ回路
Inverter Circuit



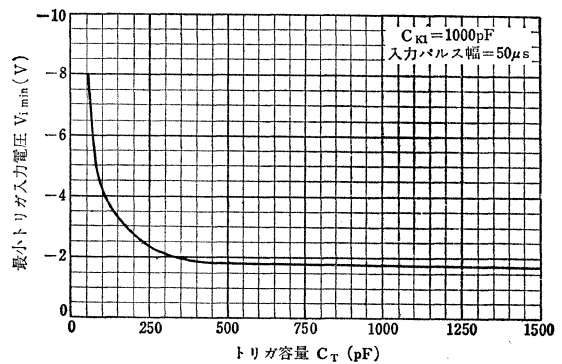
トランジスタ	回路定数									スイッチング時間			
Q_1	V_{CC} (V)	V_{BB} (V)	V_i (V)	R_L (k Ω)	R_B (k Ω)	R_C (k Ω)	R_E (Ω)	C_K (pF)	t_d (ns)	t_r (ns)	t_{fall} (ns)	t_f (ns)	
2SC979, A-R	24	-3	6	2.2	6.8	3.9	50	100	5	10	40	70	
2SC979, A-O	24	-3	6	2.2	12.0	6.8	50	100	5	10	40	70	
2SC979 -Y	24	-3	6	2.2	22.0	12.0	50	100	5	10	40	70	

応用回路例 2. 単安定マルチ・バイブレータ回路
Monostable Multivibrator Circuit

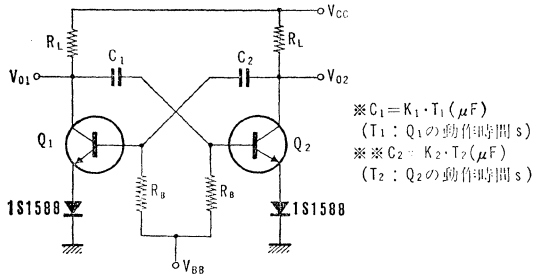


トランジスタ	回路定数											
Q_1, Q_2	V_{CC} (V)	V_{EK} (V)	V_{BB} (V)	V_i (V)	R_1 (k Ω)	R_{K1} (k Ω)	R_{K2} (k Ω)	R_B (k Ω)	R_T (k Ω)	K_1	C_{K2} (pF)	C_T (pF)
2SC979, A-R	24	24	-12	-6	2.2	33	27	68	22	43	30	300
2SC979, A-O	24	24	-12	-6	2.2	56	39	100	22	26	30	300
2SC979 -Y	24	24	-12	-6	2.2	100	75	180	22	15	30	300

$V_{imin.}$ - C_T



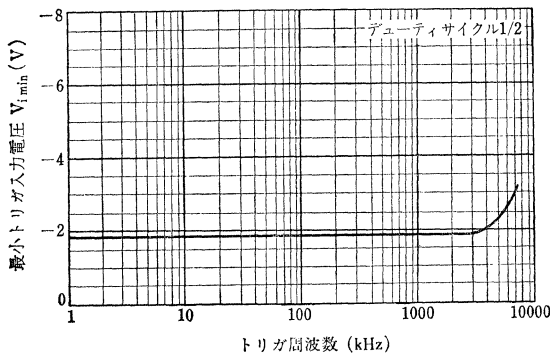
応用回路例 3. 無安定マルチ・バイブレータ回路
Astable Multivibrator Circuit



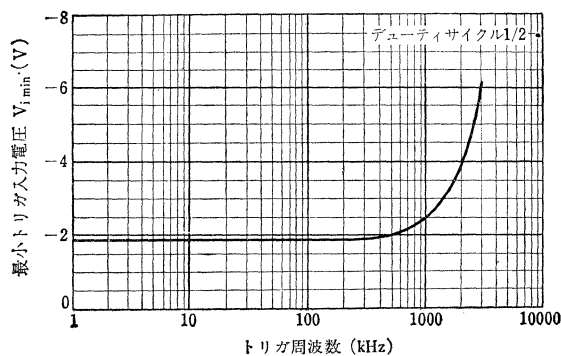
※ $C_1 = K_1 \cdot T_1 (\mu F)$
(T_1 : Q_1 の動作時間 s)
※ $C_2 = K_2 \cdot T_2 (\mu F)$
(T_2 : Q_2 の動作時間 s)

トランジスタ Q_1, Q_2	回路定数					
	V_{CC} (V)	V_{BB} (V)	R_1 (k Ω)	R_2 (k Ω)	K_1	K_2
2SC979, A-R	24	24	2.2	33	44	44
2SC979, A-O	24	24	2.2	56	26	26
2SC979, -Y	24	24	2.2	100	15	15

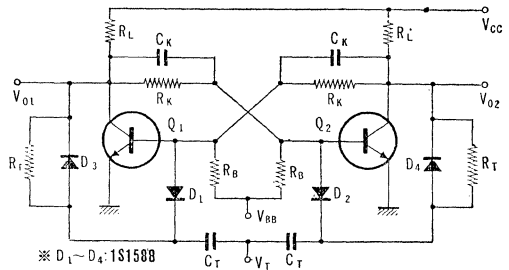
V_{Imin} - Trigger Frequency



V_{Imin} - Trigger Frequency



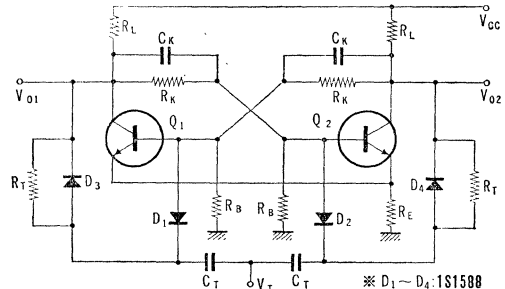
応用回路例 4.
固定バイアス形フリップ・フロップ回路
Fixed Bias Flip-Flop Circuit



※ $D_1 \sim D_2$: 1S1588

トランジスタ Q_1, Q_2	回路定数								
	V_{CC} (V)	V_{BB} (V)	V_T (V)	R_1 (k Ω)	R_2 (k Ω)	R_B (k Ω)	R_T (k Ω)	C_K (pF)	C_T (pF)
2SC979, A-R	24	-12	-6	2.2	27	68	22	30	250
2SC979, A-O	24	-12	-6	2.2	39	100	22	30	250
2SC979, -Y	24	-12	-6	2.2	75	180	22	30	250

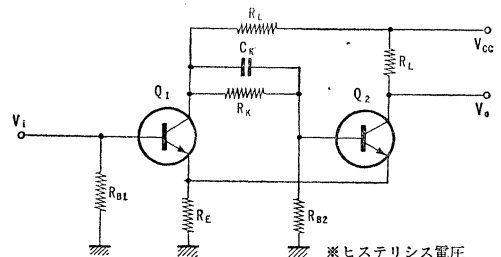
応用回路例 5.
自己バイアス形フリップ・フロップ回路
Self Bias Flip-Flop Circuit



※ $D_1 \sim D_2$: 1S1588

トランジスタ Q_1, Q_2	回路定数								
	V_{CC} (V)	V_T (V)	R_1 (k Ω)	R_2 (k Ω)	R_B (k Ω)	R_K (k Ω)	R_T (k Ω)	C_K (pF)	C_T (pF)
2SC979, A-R	24	-6	2.2	27	18	220	22	30	300
2SC979, A-O	24	-6	2.2	39	33	220	22	30	300
2SC979, -Y	24	-6	2.2	68	56	220	22	30	300

応用回路例 6. シュミット回路
Schmitt Circuit

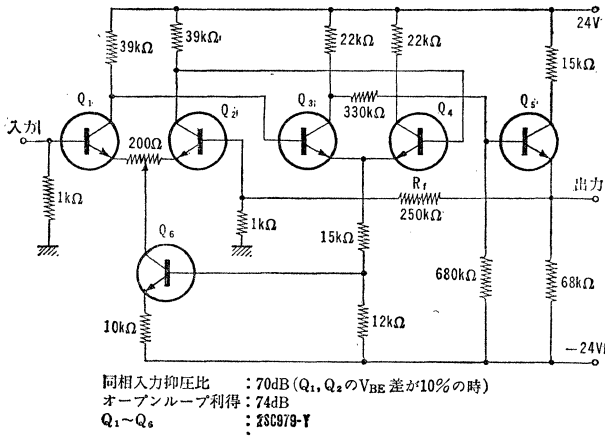


※ ヒステリシス電圧

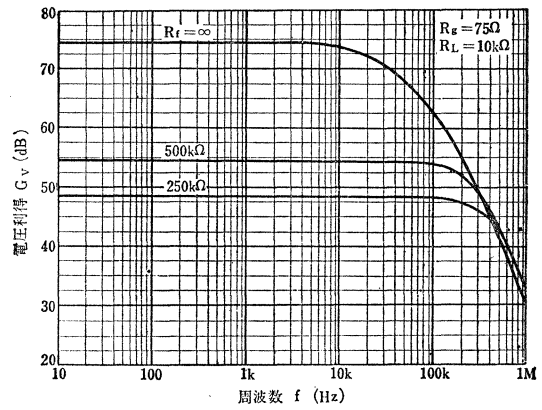
トランジスタ Q_1, Q_2	回路定数							スイッチング時間			
	V_{CC} (V)	V_i (V)	R_1 (k Ω)	R_2 (k Ω)	R_B (k Ω)	R_{B1} (k Ω)	R_{B2} (k Ω)	C_K (pF)	t_{on} (ns)	t_{off} (ns)	V_{IH} (V)
2SC979, A-R	24	4	2.2	27	220	18	18	30	70	200	1
2SC979, A-O	24	4	2.2	39	220	33	33	30	70	200	1
2SC979, -Y	24	4	2.2	68	220	56	56	30	70	200	1

2SC979, 2SC979A

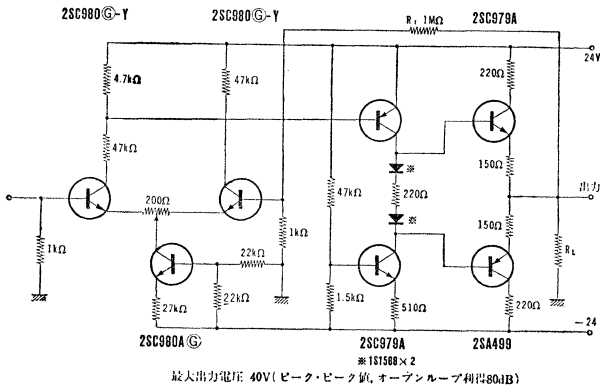
7. 48dB差動増幅回路 48dB Differential Amplifier Circuit



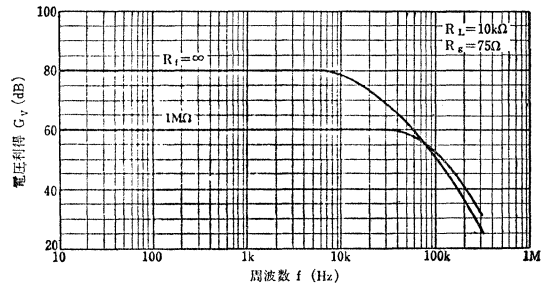
Gv-f



応用回路例 8. 60dBコンプリメンタリ増幅回路 60dB Amplifier employing complementary Circuit



Gv-f



シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

2SC980 $\text{\textcircled{G}}$, 2SC980A $\text{\textcircled{G}}$

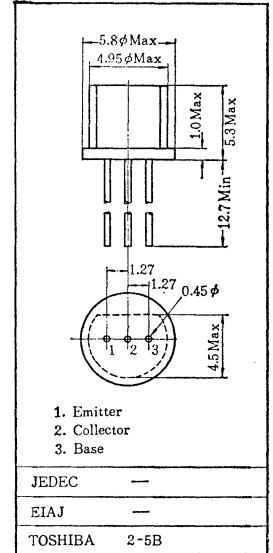
- 高周波増幅用 ○高速度スイッチング用
- High Frequency Amplifier Applications
- High Speed Switching Applications

通信工業用グリーン
Industrial Applications
Unit in mm

- コレクタ耐圧が高い: $V_{CE0} \geq 70V$ (2SC980A $\text{\textcircled{G}}$)
- トランジション周波数が高い: $f_T = 250MHz$ (Typ.)
- コレクタ出力容量が小さい: $C_{ob} = 3pF$ (Typ.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース 間電圧	2SC980 $\text{\textcircled{G}}$	70	V
	2SC980A $\text{\textcircled{G}}$	90	
コレクタ・エミッタ 間電圧	2SC980 $\text{\textcircled{G}}$	50	V
	2SC980A $\text{\textcircled{G}}$	70	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	100	mA
エミッタ電流	I_E	-100	mA
コレクタ損失	P_C	200	mW
接合部温度	T_j	125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ C$



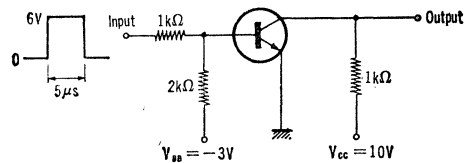
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = 50, I_E = 0$	—	—	0.1	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = 2V, I_C = 0$	—	—	0.5	μA
直流電流増幅率*	2SC980 $\text{\textcircled{G}}$	$V_{CE} = 1V, I_C = 10mA$	40	—	240	
	2SC980A $\text{\textcircled{G}}$		40	—	140	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 10mA, I_B = 1mA$	—	0.05	0.3	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C = 10mA, I_B = 1mA$	—	0.75	1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = 10V, I_E = -10mA$	150	250	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = 10V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	3	5	pF
スイッチング時間	ターンオン時間	t_{on}	—	25	—	ns
	蓄積時間	t_{stg}	—	600	—	ns
	下降時間	t_f	—	30	—	ns

* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。
According to the value of $h_{FE(I)}$, the 2SC 980 $\text{\textcircled{G}}$ and 2SC980A $\text{\textcircled{G}}$ are classified as follows.

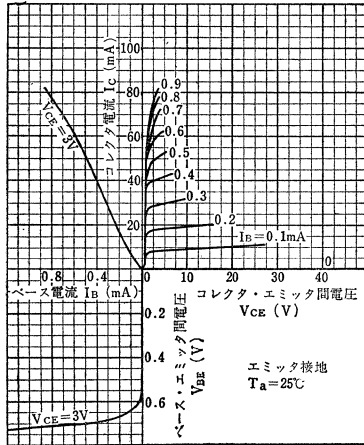
Classification	Min.	Max.
2SC980 $\text{\textcircled{G}}$ -R 2SC980A $\text{\textcircled{G}}$ -R	40	80
2SC980 $\text{\textcircled{G}}$ -O 2SC980A $\text{\textcircled{G}}$ -O	70	140
2SC980 $\text{\textcircled{G}}$ -Y	120	240

Fig.1 スイッチング特性測定回路
Switching Time Test Circuit

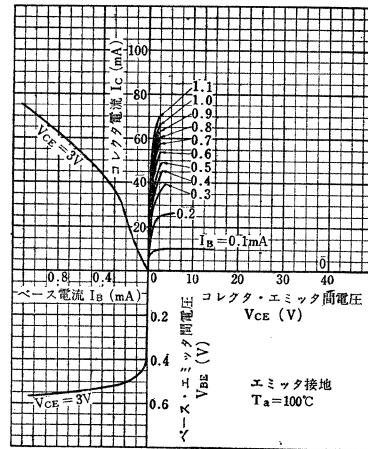


2SC980®, 2SC980A®

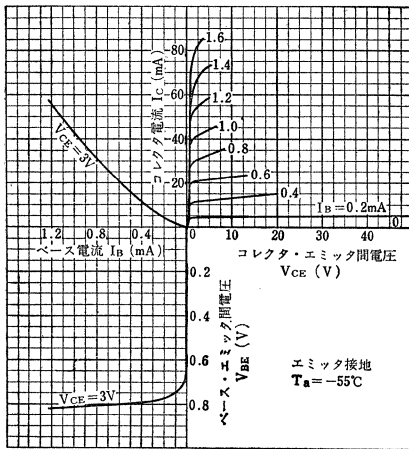
Static Characteristics



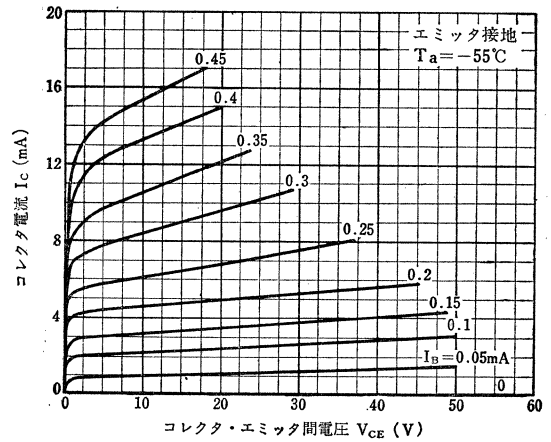
Static Characteristics



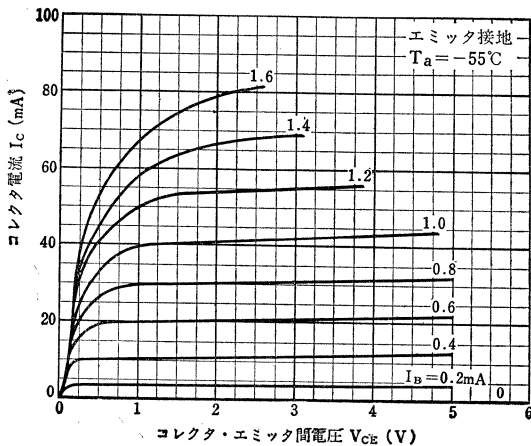
Static Characteristics



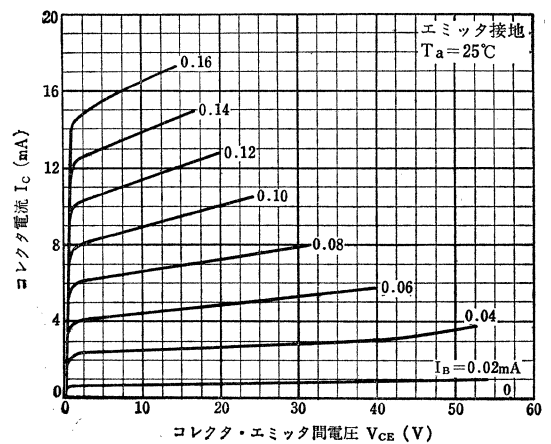
Ic-Vce (Low Current Region)



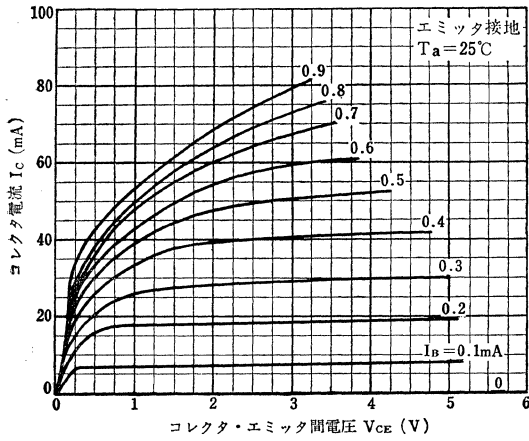
Ic-Vce (Low Voltage Region)



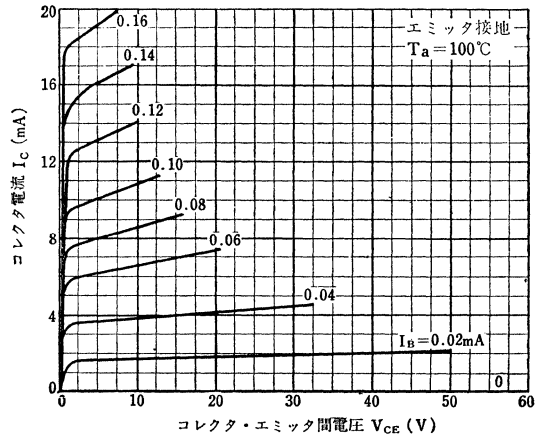
Ic-Vce (Low Voltage Region)



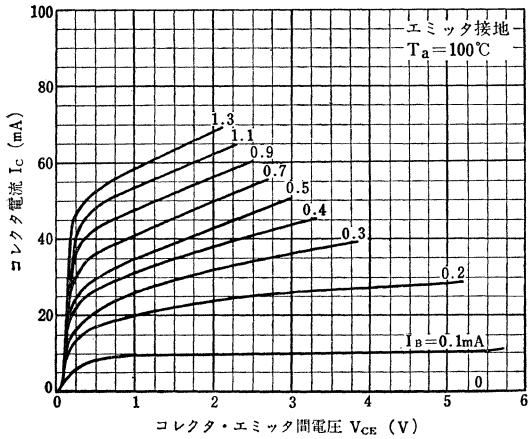
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



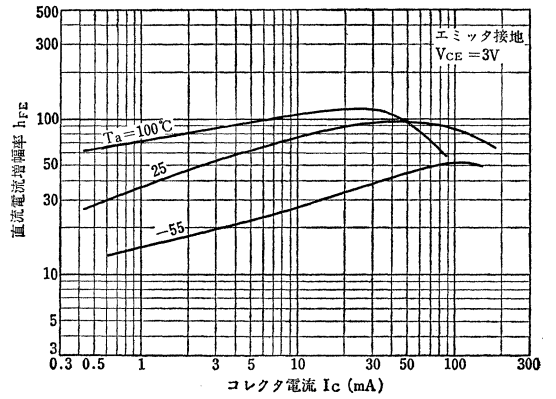
I_C - V_{CE} (Low Current Region)



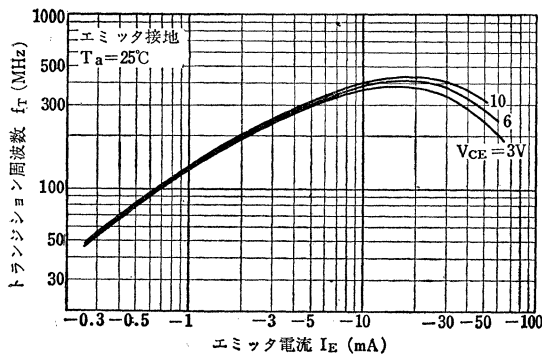
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



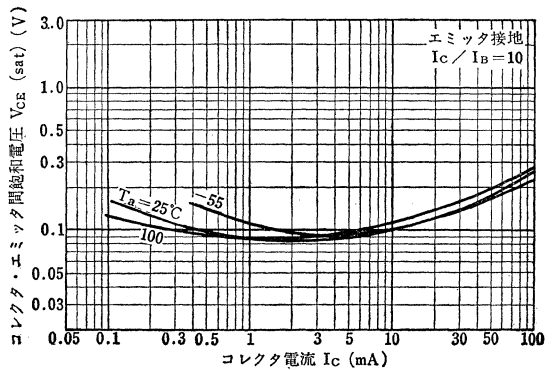
h_{FE} - I_C



f_T - I_B

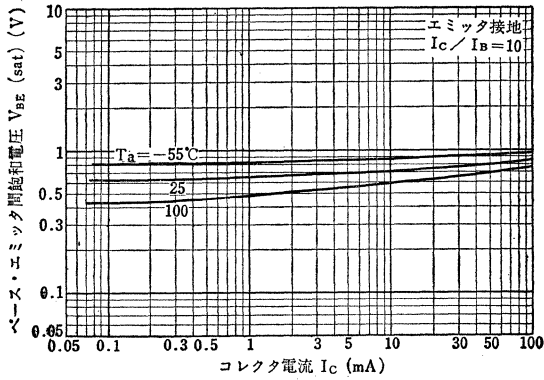


$V_{CE}(\text{sat})$ - I_C

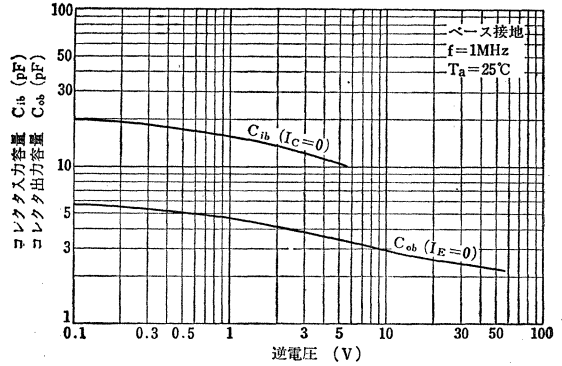


2SC980@, 2SC980A@

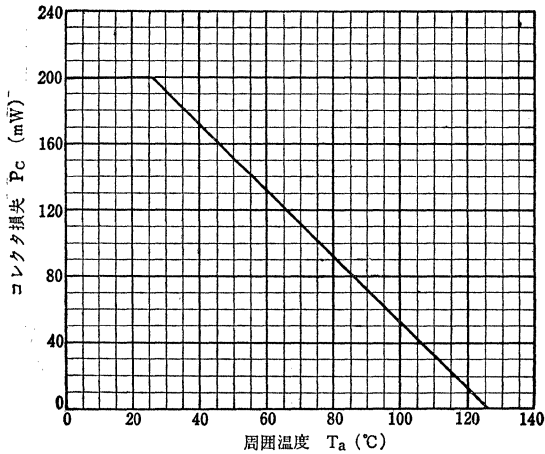
$V_{BE(sat)} - I_C$



$C_{ib}, C_{ob} - V_R$

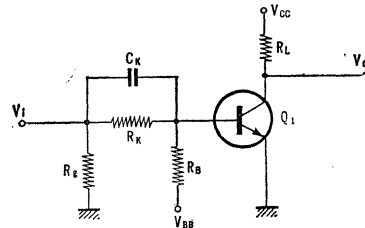


$P_C - T_A$



応用回路例 1. インバータ回路

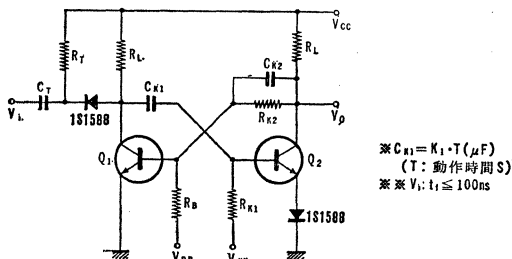
Inverter Circuit



トランジスタ Q ₁	回路定数										スイッチング時間			
	V _{CC} (V)	V _{BB} (V)	V _i (V)	R _L (kΩ)	R _C (kΩ)	R _E (kΩ)	R _B (kΩ)	R _E (kΩ)	C _K (pF)	t _d (ns)	t _r (ns)	t _{fall} (ns)	t _f (ns)	
2SC980@, A@-R	24	-3	6	2.2	6.8	3.9	50	100	100	5	10	40	70	
2SC980@, A@-O	24	-3	6	2.2	12.0	6.8	50	100	5	10	40	70		
2SC980@, -Y	24	-3	6	2.2	22.0	12.0	50	100	5	10	40	70		

応用回路例 2. 単安定マルチバイブレータ回路

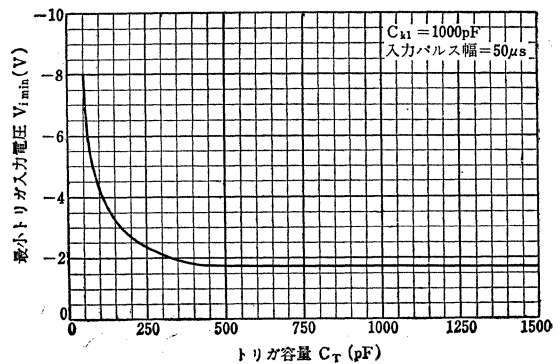
Monostable Multivibrator Circuit



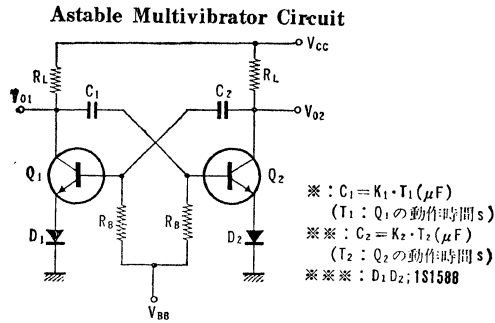
※ $C_{k1} = K_1 \cdot T (\mu F)$
(T: 動作時間 S)
※ 兼 $V_i: t_i \leq 100ns$

トランジスタ Q ₁ , Q ₂	回路定数										K ₁	C _{k1} (μF)	C _T (pF)
	V _{CC} (V)	V _{BE} (V)	V _{BB} (V)	V _i (V)	R _L (kΩ)	R _{C1} (kΩ)	R _{C2} (kΩ)	R _B (kΩ)	R _{B1} (kΩ)	R _E (kΩ)			
2SC980@, A@-R	24	24	-12	-6	2.2	33	27	68	22	43	30	300	
2SC980@, A@-O	24	24	-12	-6	2.2	56	39	100	22	26	30	300	
2SC980@, -Y	24	24	-12	-6	2.2	100	75	180	22	15	30	300	

$V_{imin} - C_T$

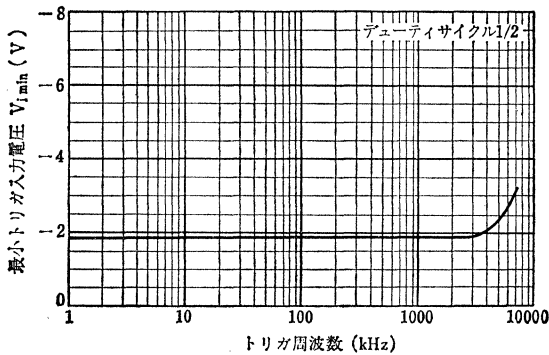


応用回路例 3. 無安定マルチバイブレータ回路

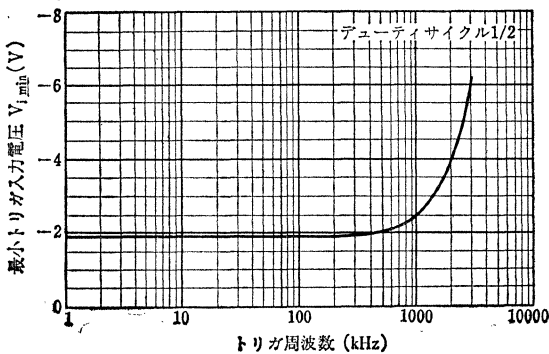


トランジスタ Q_1, Q_2	回路定数					
	V_{CC} (V)	V_{BB} (V)	R_L (k Ω)	R_B (k Ω)	K_1	K_2
2SC980 \odot , A \odot -R	24	24	2.2	33	44	44
2SC980 \odot , A \odot -O	24	24	2.2	56	26	26
2SC980 \odot , -Y	24	24	2.2	100	15	15

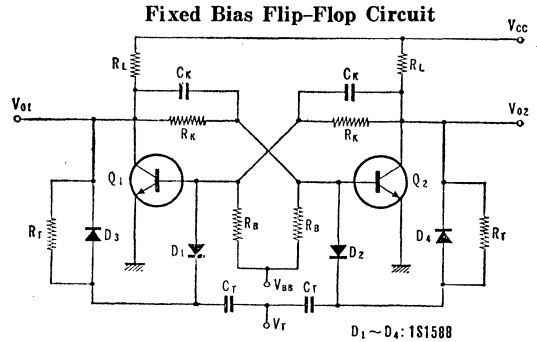
$V_{i \text{ Min}}$ -Trigger Frequency



$V_{i \text{ Min}}$ -Trigger Frequency

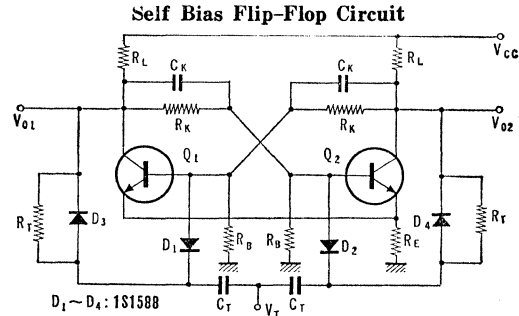


応用回路例 4. 固定バイアス形フリップフロップ回路



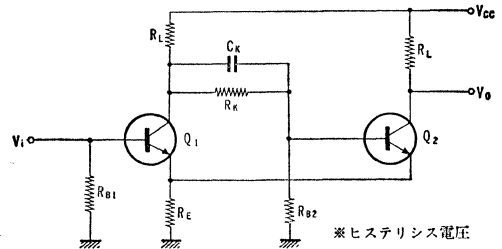
トランジスタ Q_1, Q_2	回路定数								
	V_{CC} (V)	V_{BB} (V)	V_T (V)	R_L (k Ω)	R_K (k Ω)	R_B (k Ω)	R_T (k Ω)	C_K (pF)	C_T (pF)
2SC980 \odot , A \odot -R	24	-12	-6	2.2	27	68	22	30	250
2SC980 \odot , A \odot -O	24	-12	-6	2.2	39	100	22	30	250
2SC980 \odot , A -Y	24	-12	-6	2.2	75	180	22	30	250

応用回路例 5. 自己バイアス形フリップフロップ回路



トランジスタ Q_1, Q_2	回路定数								
	V_{CC} (V)	V_T (V)	R_L (k Ω)	R_K (k Ω)	R_B (k Ω)	R_T (k Ω)	C_K (pF)	C_T (pF)	
2SC980 \odot , A \odot -R	24	-6	2.2	27	18	220	22	30	
2SC980 \odot , A \odot -O	24	-6	2.2	39	33	220	22	300	
2SC980 \odot , -Y	24	-6	2.2	68	56	220	22	300	

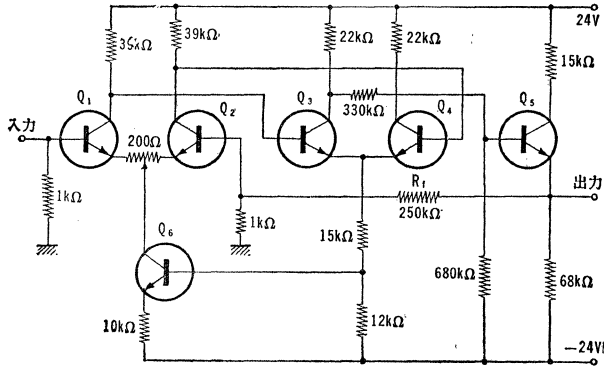
応用回路例 6. シュミット回路
Schmitt Circuit Application



トランジスタ Q_1, Q_2	回路定数								スイッチング時間		
	V_{CC} (V)	V_i (V)	R_L (k Ω)	R_K (k Ω)	R_B (k Ω)	R_{B1} (k Ω)	R_{B2} (k Ω)	C_K (pF)	t_{on} (ns)	t_{off} (ns)	R_{th}^* (V)
2SC980 \odot , A \odot -R	24	4	2.2	27	220	18	18	30	70	200	1
2SC980 \odot , A \odot -O	24	4	2.2	39	220	33	33	30	70	200	1
2SC980 \odot , -Y	24	4	2.2	68	220	56	56	30	70	200	1

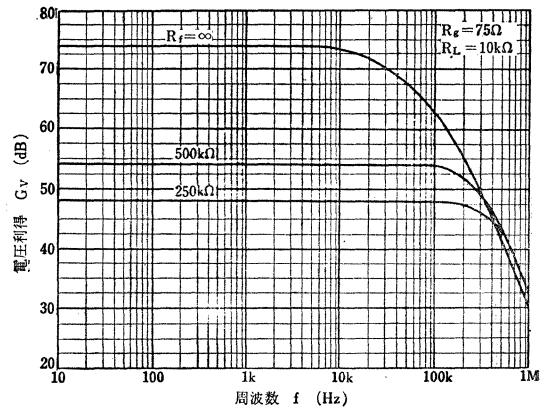
2SC980[Ⓒ], 2SC980[Ⓒ]

応用回路例 7. 48dB 差動増幅回路
48dB Differential Amplifier Circuit



- $Q_1 - Q_6$: 2SC980[Ⓒ] または 2SC980A[Ⓒ]
- オープン・ループ利得: 74dB (250kΩで負帰還をかけないとき)
- 同相入力抑圧比 (CMR): 70dB (Q_1, Q_2 の V_{BE} 差が10%の場合)

$G_v - f$



シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
 SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR (TENTATIVE)

2SC982

- プリンタードライブ, コアドライブ, LEDドライブ用 ○低周波増幅用
 ○ Printer Drive, Core Drive and LED Drive Applications
 ○ Low Frequency Amplifier Application

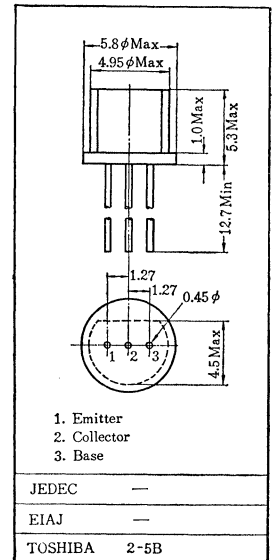
通信工業用
 Industrial Applications

Unit in mm

- 直流電流増幅率が高い: $h_{FE(1)}=5000(\text{Min.}) (I_C=10\text{mA})$
 $h_{FE(2)}=10000(\text{Min.}) (I_C=100\text{mA})$

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

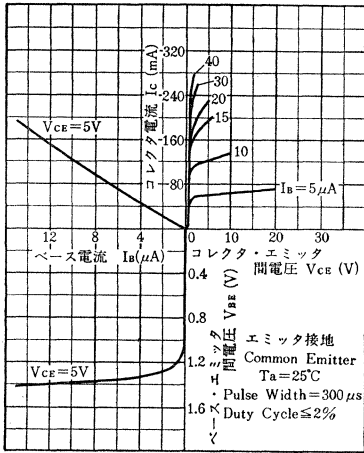
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	30	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CES}	30	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	10	V
コレクタ電流	I_C	300	mA
エミッタ電流	I_E	-300	mA
コレクタ損失	P_C	300	mW
接合部温度	T_J	125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ\text{C}$



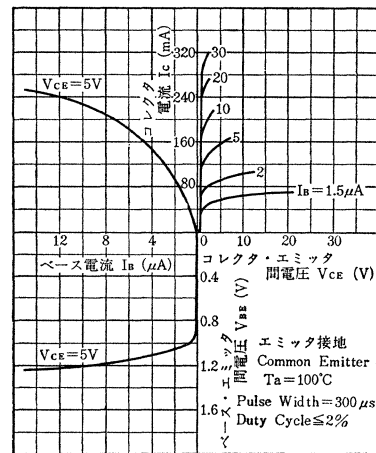
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=30\text{V}, I_E=0$	—	—	0.1	μA
	I_{CES}	$V_{CE}=30\text{V}, I_E=0$	—	—	100	
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5\text{V}, I_C=0$	—	—	0.1	μA
直流電流増幅率	$h_{FE(1)}$	$V_{CE}=5\text{V}, I_C=10\text{mA}$	5000	—	—	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE}=2\text{V}, I_C=100\text{mA}$	10000	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=100\text{mA}, I_B=0.1\text{mA}$	—	0.8	1.2	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE}=2\text{V}, I_C=100\text{mA}$	—	1.25	1.6	V

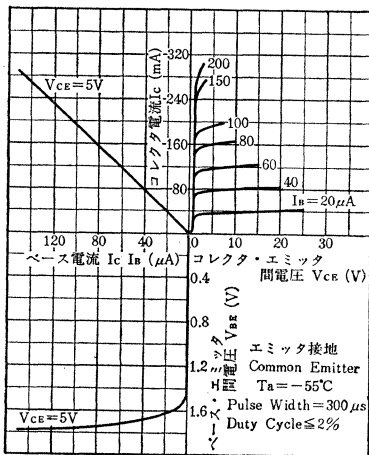
Static Characteristics



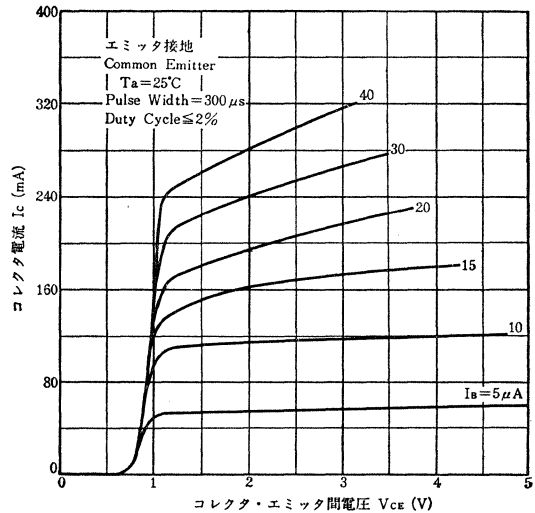
Static Characteristics



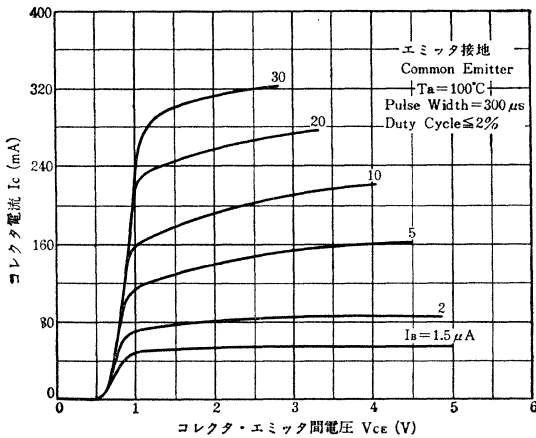
Static Characteristics



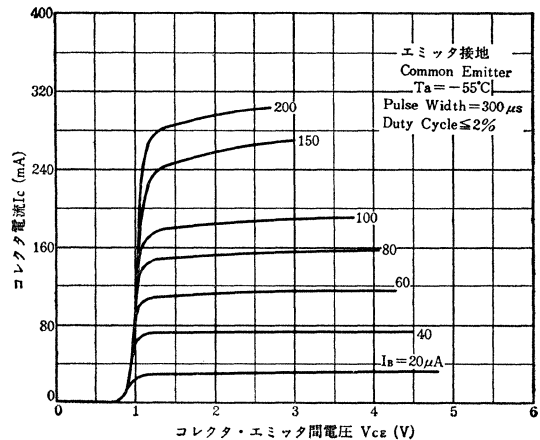
I_C-V_{CE} (Low Voltage Region)



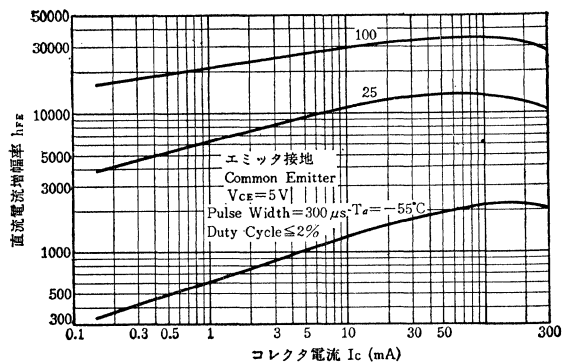
I_C-V_{CE} (Low Voltage Region)



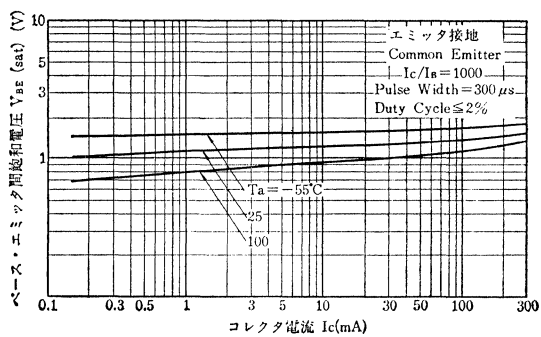
I_C-V_{CE} (Low Voltage Region)



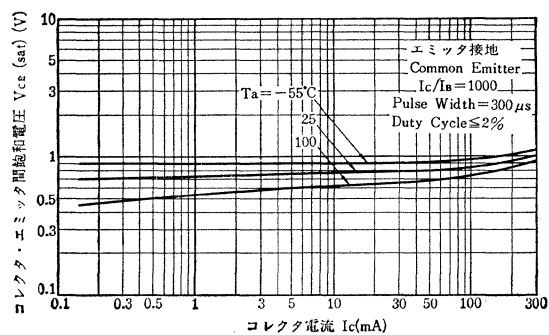
$h_{FE}-I_C$



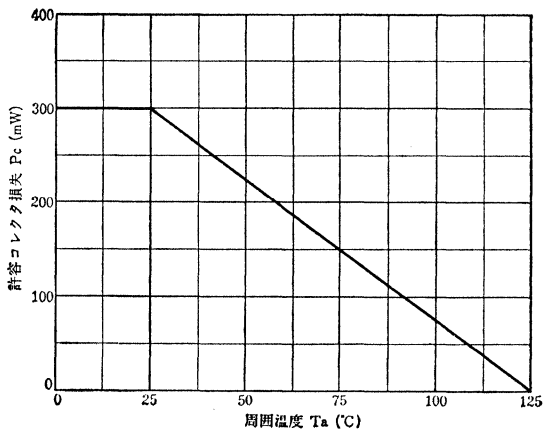
$V_{BE} (sat)-I_C$



$V_{CE} (sat)-I_C$



P_C-T_a



2SC983

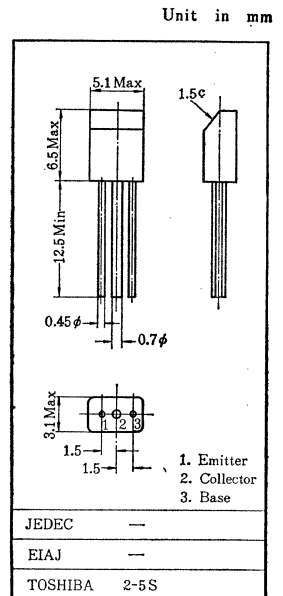
シリコンNPN三重拡散プレーナ形トランジスタ SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED PLANAR TRANSISTOR

○白黒テレビ映像出力用 ○高耐圧スイッチング用
○ Black and White TV Video Output and High Voltage Switching Applications

- 高耐圧です: $V_{CE0}=150V$
- コレクタ出力容量が小さい: $C_{ob}=5.5pF$ (Max.)
- トランジション周波数が高い: $f_T=120MHz$ (Typ.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	250	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	150	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	50	mA
エミッタ電流	I_E	-50	mA
コレクタ損失	P_C	600	mW
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~150	$^\circ C$



ラジエータホルダRH-16を適用
Radiator Holder RH-16

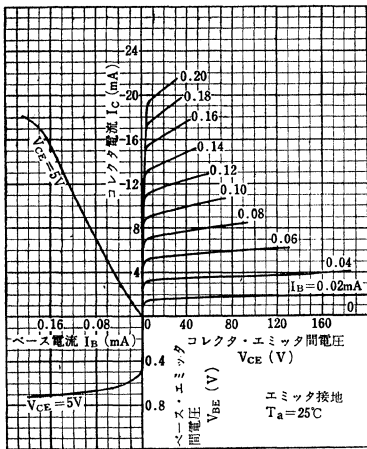
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしゃ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=30V, I_E=0$	—	—	0.1	μA
エミッタしゃ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	50	μA
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE}=5V, I_C=10mA$	40	—	240	—
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=10mA, I_B=1mA$	—	—	0.5	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=10mA, I_B=1mA$	—	—	1.2	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=30V, I_E=-10mA$	40	120	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1MHz$	—	—	5.5	pF
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CE}=6V, I_E=-1mA, f=30MHz$	—	25	60	Ω

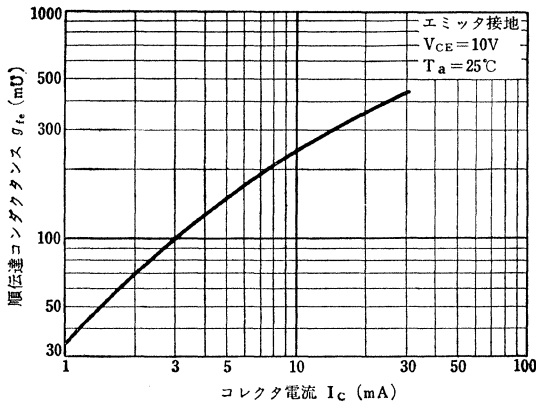
* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。
According to the value of h_{FE} , the 2SC983 is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SC983—R	40	80
2SC983—O	70	140
2SC983—Y	120	240

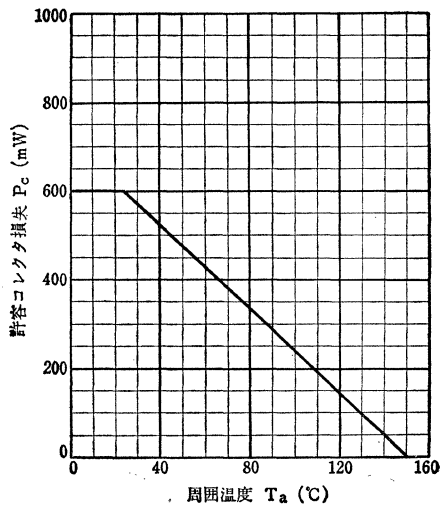
Static Characteristics



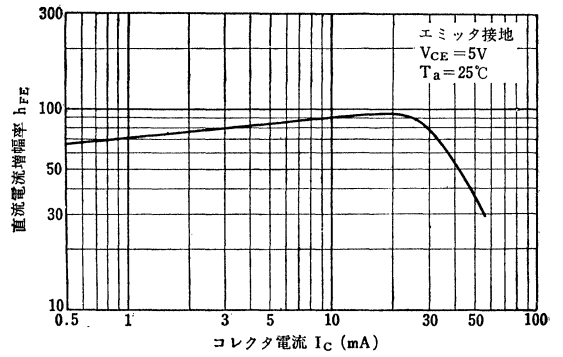
$g_{fe}-I_C$



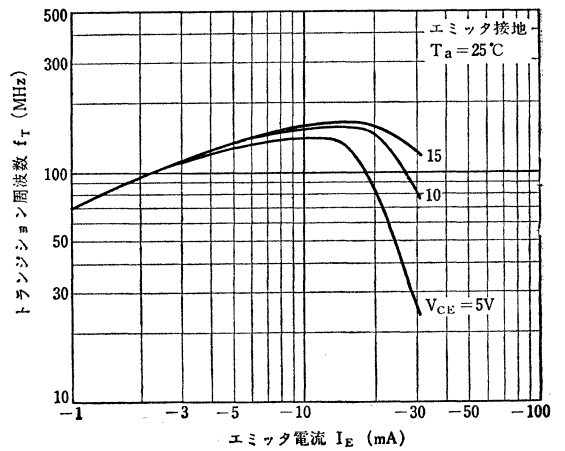
P_C-T_a



$h_{FE}-I_C$



f_T-I_E



2SC994

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

○VHF 帯電力増幅用 ○150MHz 帯 FMトランシーバてい倍励振段用

○ VHF Power Amplifier Applications

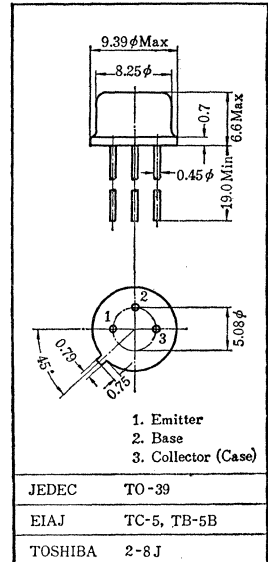
○ Frequency Multiplier and Driver for 150 MHz-Band FM Tranceiver Applications

- てい倍利得が高い; $P_{DOUB}=160\text{mW (Typ.)}$
($P_{in}=40\text{mW}$)
- 出力容量が小さい; $C_{ob}=3.8\text{pF (Typ.)}$
- トランジション周波数が高い; $f_T=500\text{MHz (Typ.)}$

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	36	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	15	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	3	V
コレクタ電流	I_C (DC)	100	mA
	I_C (peak)	200	
コレクタ損失	P_C	0.6	W
接合部温度	T_j	175	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ\text{C}$

Unit in mm

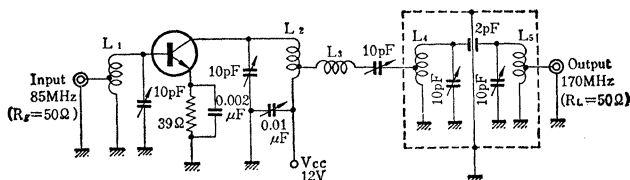


電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=15\text{V}, I_E=0$	—	—	1.0	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=3\text{V}, I_C=0$	—	—	1.0	μA
コレクタ・ベース間降伏電圧	BV_{CBO}	$I_C=100\mu\text{A}, I_E=0$	36	—	—	V
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{CEO}	$I_C=5\text{mA}, I_B=0$	15	—	—	V
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=3\text{V}, I_C=100\text{mA}$	20	40	400	—
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE}(\text{sat})$	$I_C=100\text{mA}, I_B=10\text{mA}$	—	0.3	0.5	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE}=1\text{V}, I_C=100\text{mA}$	—	—	1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10\text{V}, I_B=-10\text{mA}$	300	500	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	—	3.8	5.0	pF
てい倍出力電力	P_{DOUB}	$V_{CC}=12\text{V}, f_{in}=85\text{MHz}, f_{out}=170\text{MHz}, P_1=40\text{mW}$	100	160	—	mW

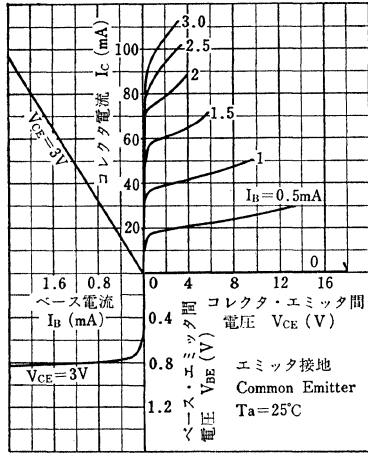
てい倍出力測定回路

Doubler Output Test Circuit.

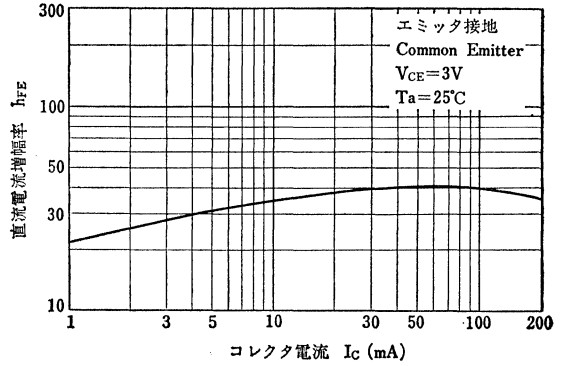


- L_1 : 0.7mmφ ポリウレタン線 (Polyuretan Covered Copper Wire), 8ID, 5.5T Tap at 1T from Cold End.
- L_2 : 1mmφ 錫メッキ線 (Tin Plated Copper Wire), 8ID, 4T Tap at 1.5T from Cold End.
- L_3 : 1mmφ 錫メッキ線 (Tin Plated Copper Wire), 8ID, 4T.
- L_4, L_5 : 1mmφ 錫メッキ線 (Tin Plated Copper Wire), 8ID, 3T, Tap at 3/4T from Cold End.

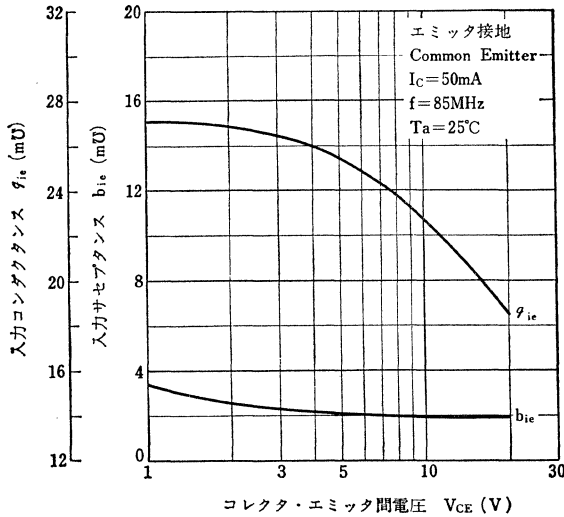
Static Characteristics



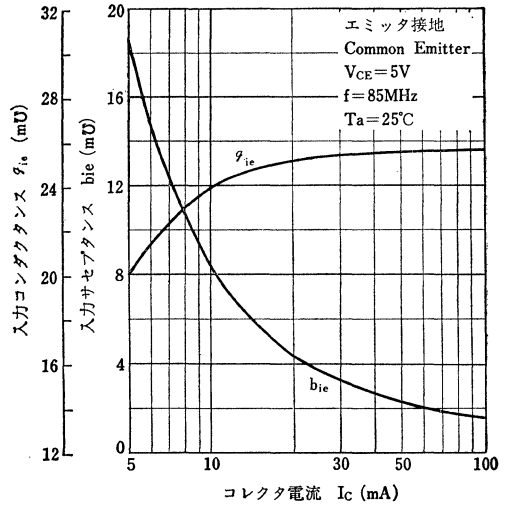
$h_{FE}-I_c$



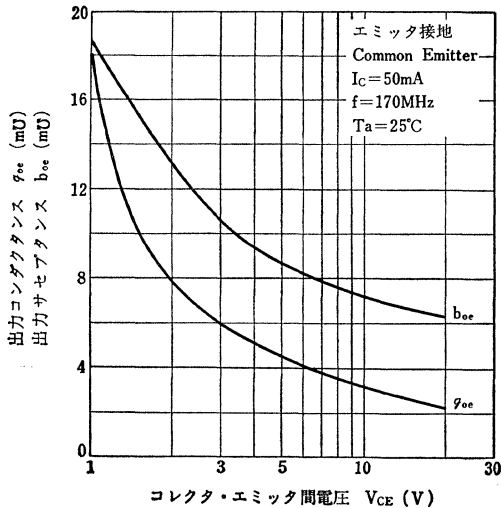
$g_{ie}, b_{ie}-V_{CE}$



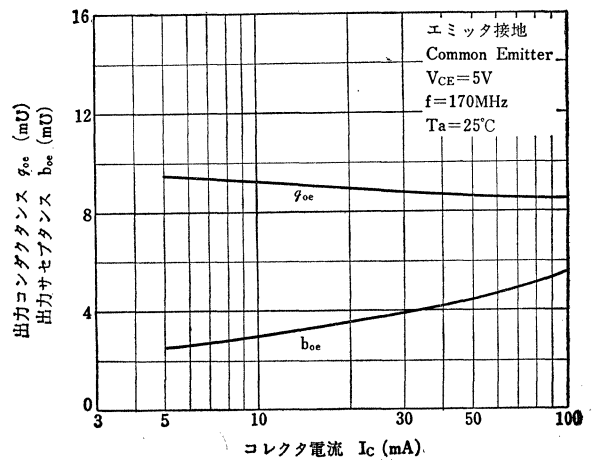
$g_{ie}, b_{ie}-I_c$



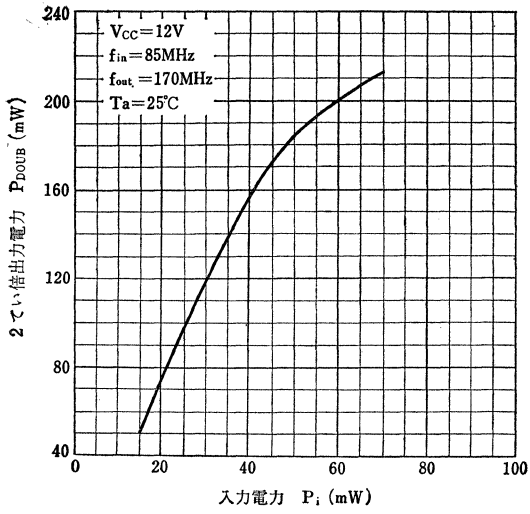
$g_{oe}, b_{oe}-V_{CE}$



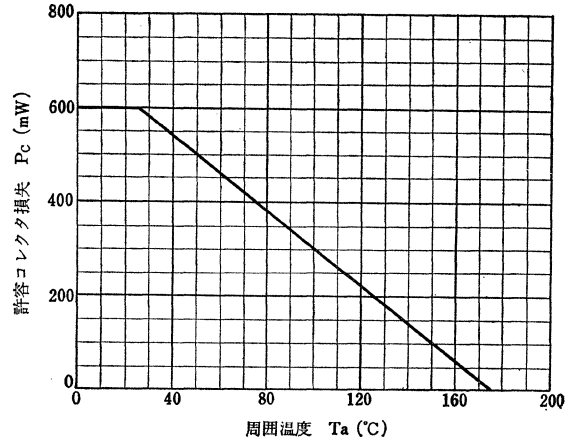
$g_{oe}, b_{oe}-I_c$



$P_{DOUB}-P_i$



P_c-T_a



○カラーテレビ映像出力用

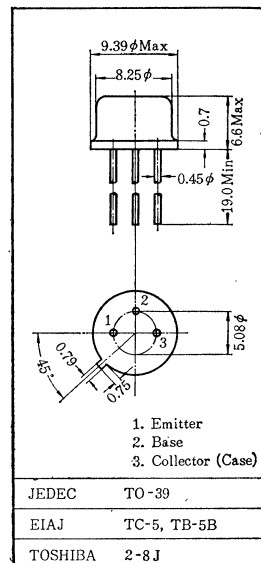
○ Color TV Video Output Applications

- 高耐圧です： $V_{CE0} = 300V$
- コレクタ出力容量が小さい： $C_{ob} = 4.2pF$ (Typ.)
- トランジション周波数が高い： $f_T = 100MHz$ (Typ.)

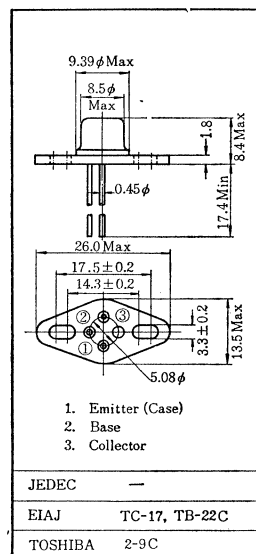
最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	300	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	300	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	150	mA
エミッタ電流	I_E	-150	mA
コレクタ損失	2SC995	0.8	W
	2SC996	1.2	
接合部温度	T_j	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$

2SC995 Unit in mm



2SC996



アクセサリは AC26C を適用
Mounting Kit No. AC26C

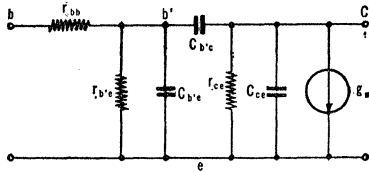
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = 100V, I_E = 0$	—	—	0.1	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = 5V, I_C = 0$	—	—	1.0	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE} = 10V, I_C = 50mA$	25	100	240	—
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 100mA, I_B = 20mA$	—	—	1.0	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C = 100mA, I_B = 20mA$	—	—	1.2	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = 10V, I_E = -30mA$	40	100	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = 20V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	4.2	5.5	pF
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CE} = 25V, I_E = -2mA, f = 30MHz$	—	10	25	Ω

2SC995, 2SC996

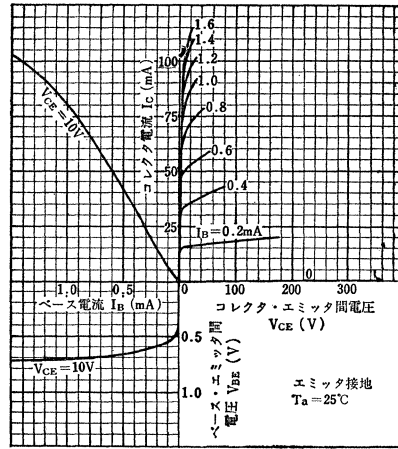
π型等価回路

π Type Equivalent Circuit

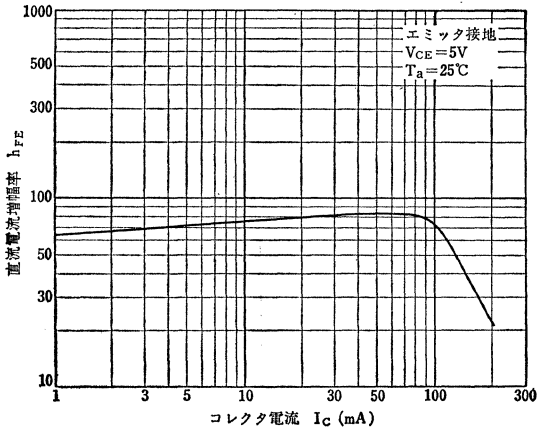


- r_{bb} : ベース拡がり抵抗 $\approx 10\Omega$
- $r_{b'e}$: エミッタ抵抗
- $C_{b'e}$: エミッタ容量
- $C_{b'e}$: 帰還容量
- r_{ce} : コレクタ抵抗
- C_{ce} : コレクタ容量
- g_m : 順伝達コンダクタンス

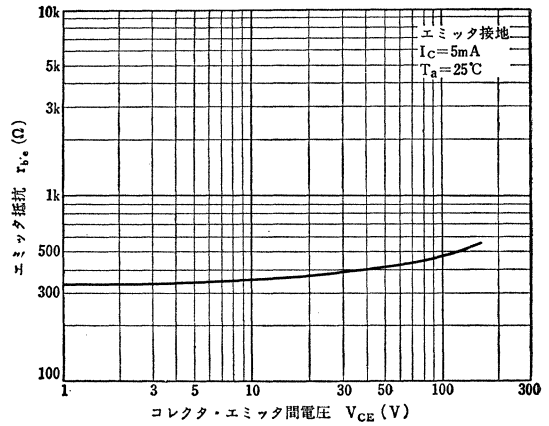
Static Characteristics



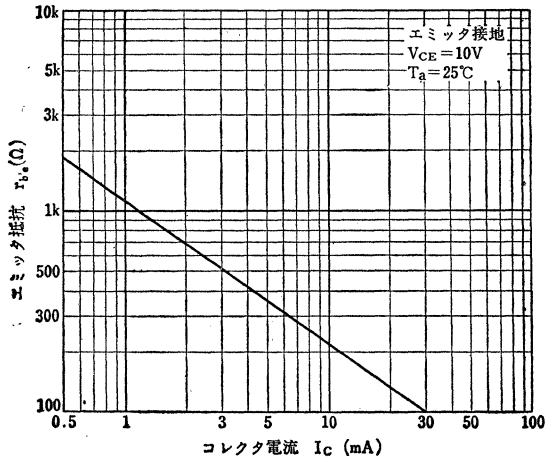
$h_{FE}-I_C$



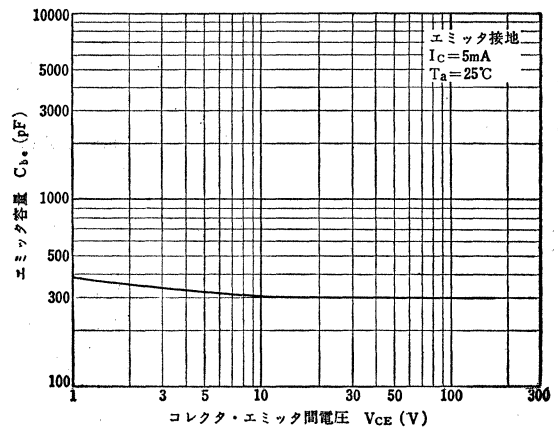
$r_{b'e}-V_{CE}$



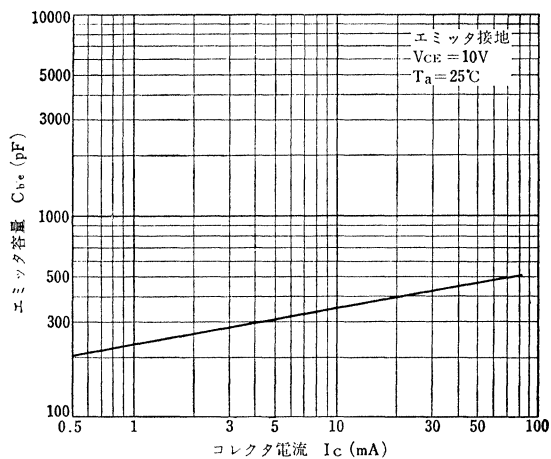
$r_{b'e}-I_C$



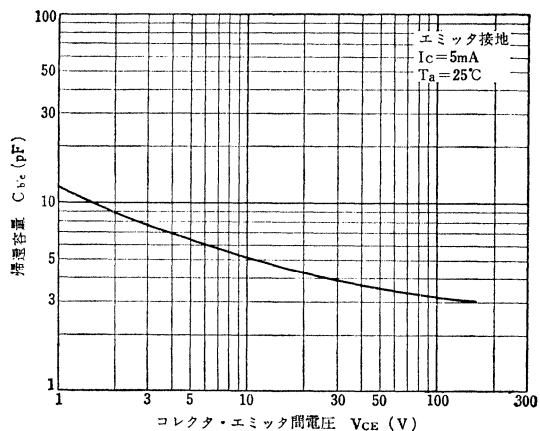
$C_{b'e}-V_{CE}$



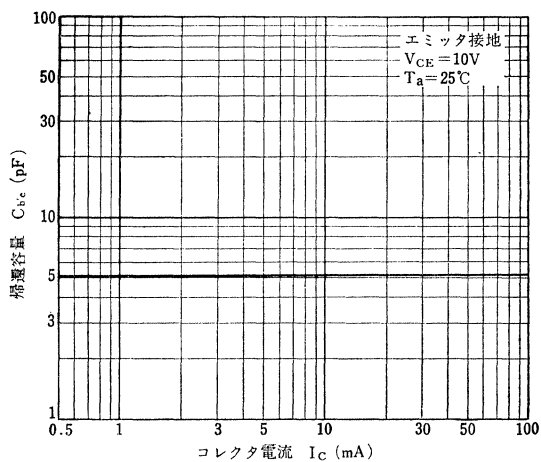
$C_{b'e}-I_C$



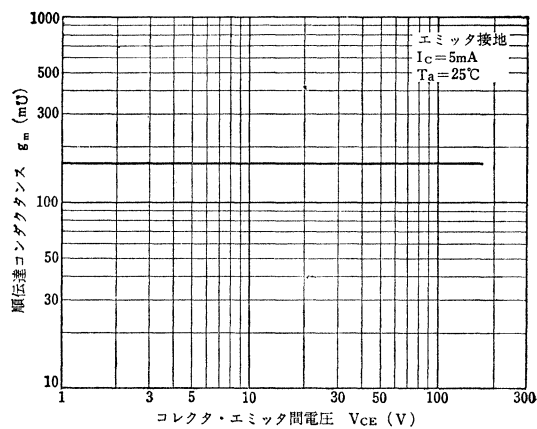
$C_{b'e}-V_{CE}$



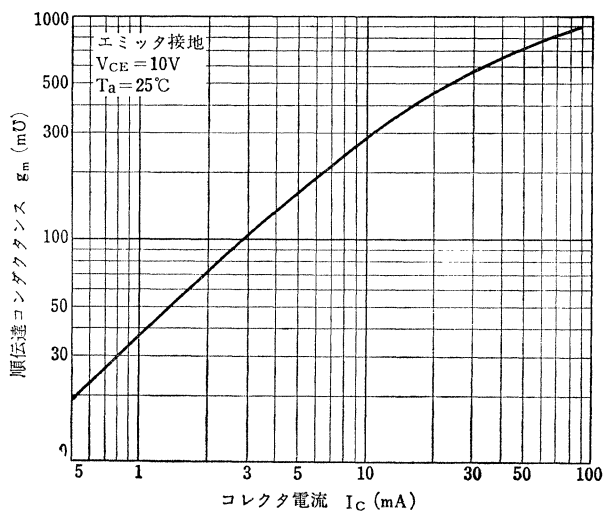
$C_{b'e}-I_C$



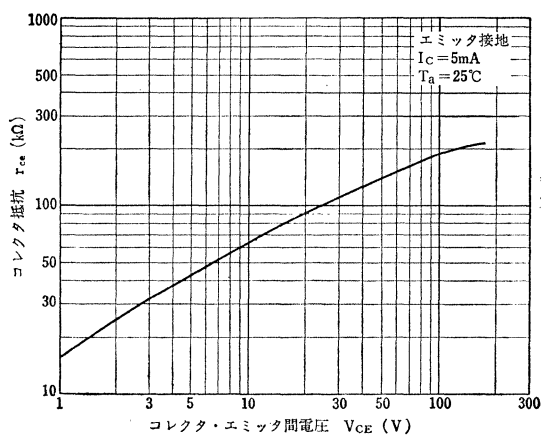
g_m-V_{CE}



g_m-I_C

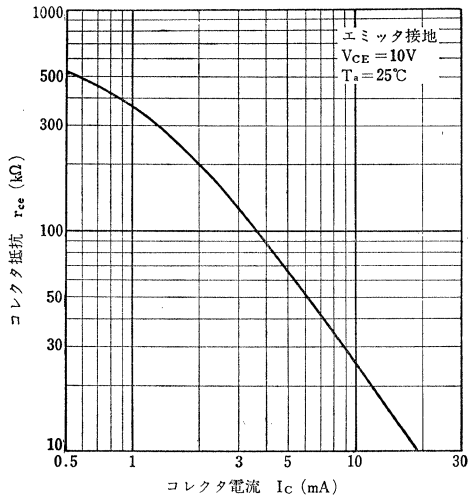


$r_{ce}-V_{CE}$

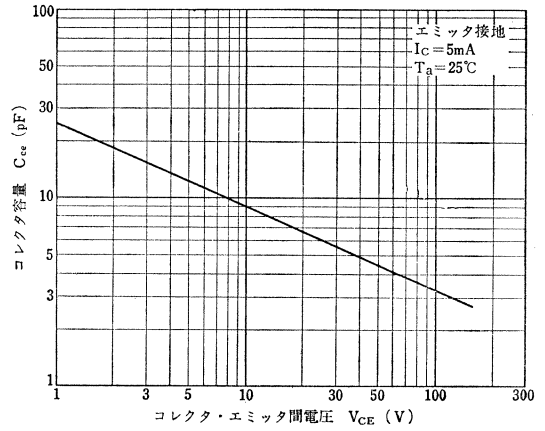


2SC995, 2SC996

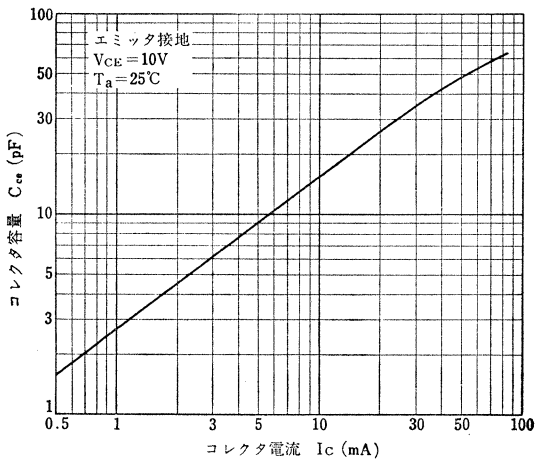
$r_{ce}-I_c$



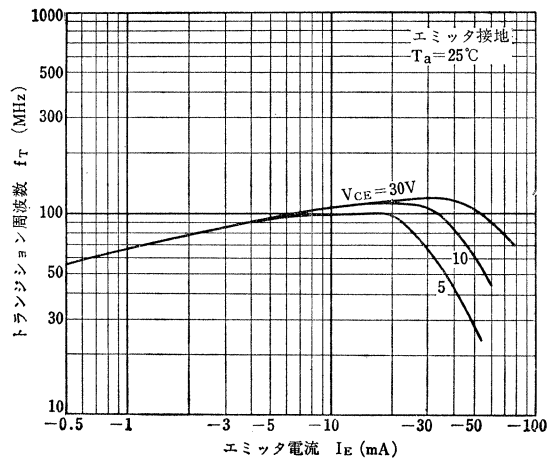
$C_{ce}-V_{CE}$



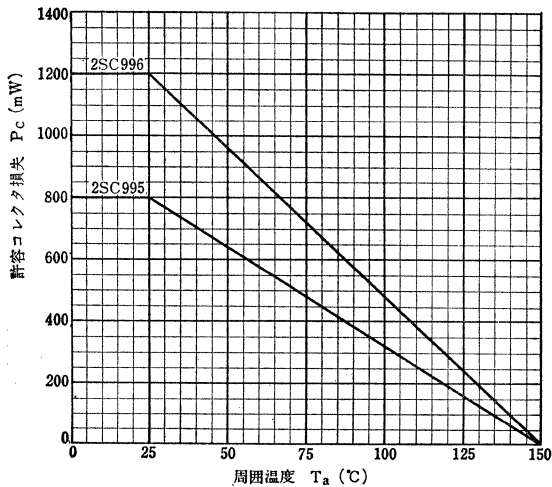
$C_{ce}-I_c$



f_T-I_E



P_C-T_a



シリコンエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

2SC998

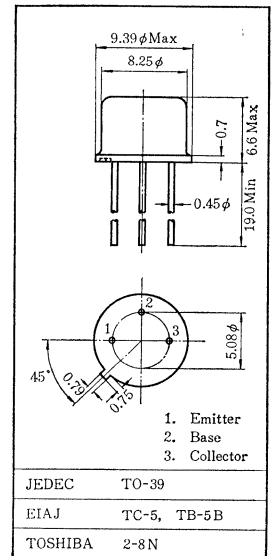
- 150~175MHz 帯 (低電圧電源用) ○移動無線送信機電力増幅用
- 移動無線送信機てい倍増幅用
- VHF Power Amplifier Application (Low Supply Voltage use)
- Land-Mobile Power Amplifier and Frequency Multiplier Applications

通信工業用
Industrial Applications
Unit in mm

- 高利得です: $P_o=1.3W$ (Typ.) ($P_i=0.1W$, $V_{CC}=12.6V$, $f=175MHz$)
- トランジション周波数が高い: $f_T=450MHz$ (Typ.)
- コレクタ・エミッタ・ベースとケース間が絶縁されています。
- 回路に影響を与えずに放熱が可能です。
- 放熱問題に規制されることがないため回路設計が自在です。 / Easy to design heat sink, as collector insulated from the case.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

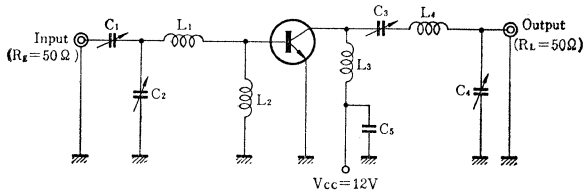
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	40	V
コレクタ・エミッタ間電圧 ($R_{BE}=10\Omega$)	V_{CER}	40	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	4	V
コレクタ電流	I_C	0.4	A
エミッタ電流	I_E	-0.4	A
コレクタ損失	P_C	$T_a=25^\circ C$	0.6
		$T_c=25^\circ C$	5.0
接合部温度	T_J	175	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ C$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

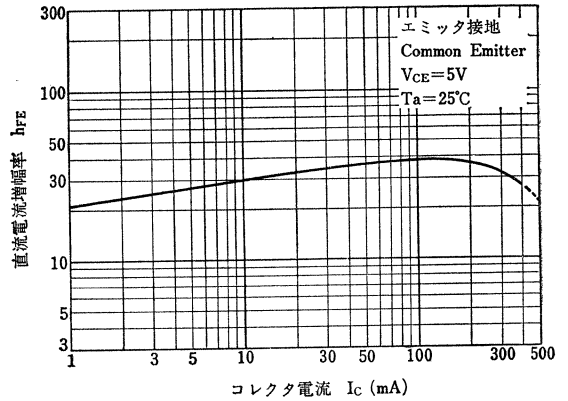
Characteristic	Symbol	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=15V$, $I_E=0$	—	—	1.0	μA
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	$I_C=5mA$	20	—	—	V
	V_{CER}	$I_C=5mA$, $R_{BE}=10\Omega$	40	—	—	V
直流電流増幅率	$h_{FE(1)}$	$V_{CE}=5V$, $I_C=50mA$	20	—	—	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE}=5V$, $I_C=250mA$	10	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=200mA$, $I_B=20mA$	—	—	1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=5V$, $I_E=-50mA$	350	550	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10V$, $I_E=0$, $f=1MHz$	—	6.5	10	pF
出力電力	P_o (Fig.1)	$V_{CC}=12.6V$, $f=175MHz$, $P_i=0.1W$, $\eta \geq 60\%$	1.0	1.3	—	W

Fig 1. 175MHz 出力測定回路
175MHz P_o Test Circuit

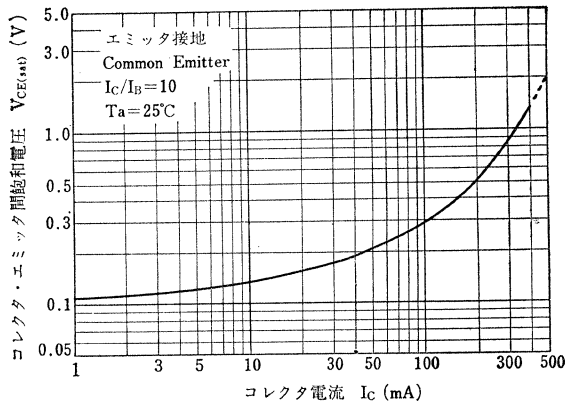


- C₁, C₂, C₃, C₄ : 30pF
- C₅ : 0.01μF (貫通形 Feed through Typ)+0.05
Ceramics, Condenser
- L₁, L₃ : 1.2mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver plated copper wire), 8ID, 1T, 3length
- L₂ : 1μH チョークコイル (Choke Coil)
- L₄ : 1.2mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver plated copper wire), 1.3/4T, 8ID, 8length

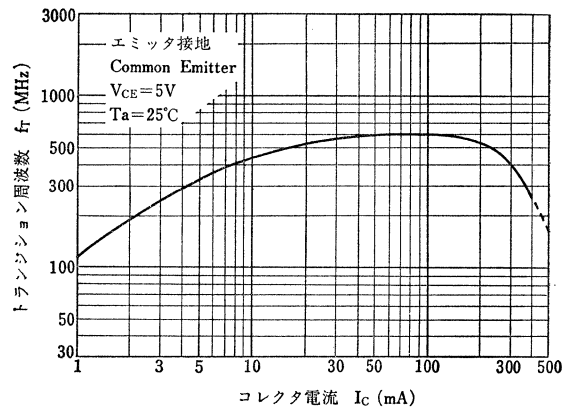
h_{FE}-I_C



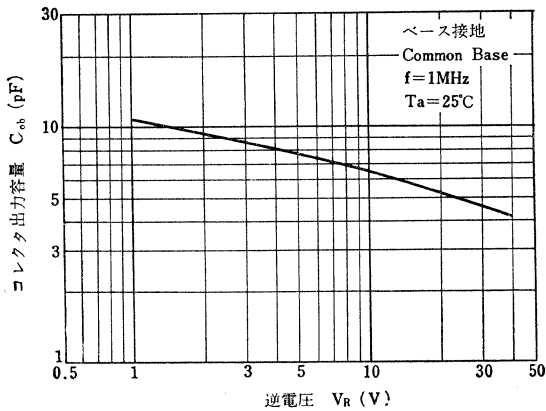
V_{CE(sat)}-I_C



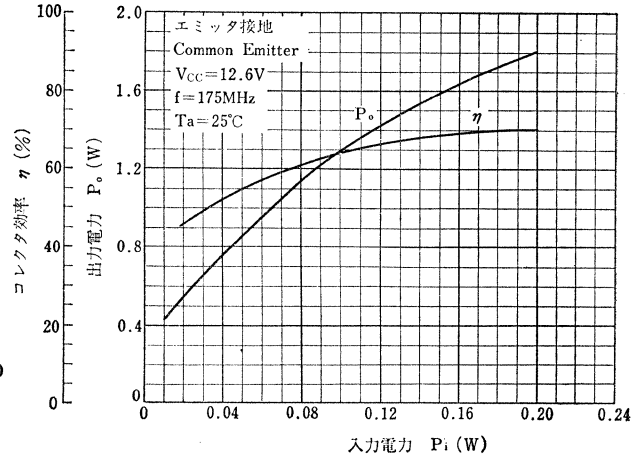
f_T-I_C



C_{ob}-V_R



P_o, ηc-P_i



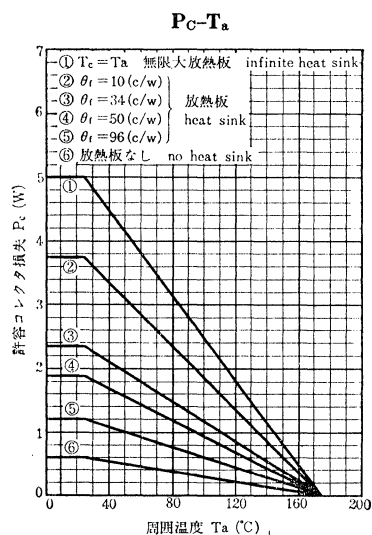
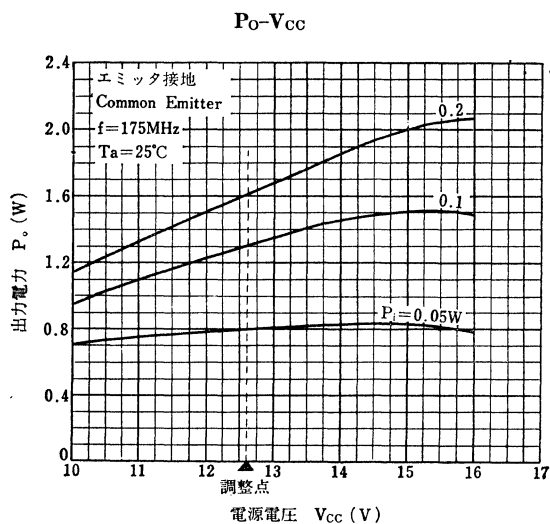
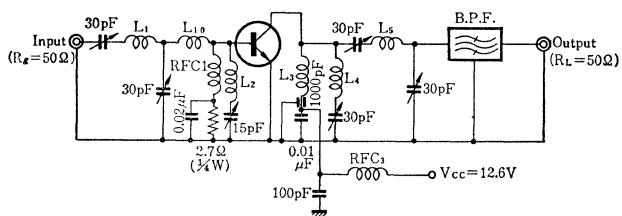


Fig.2 2てい倍 (112.5MHz→225MHz) 電力増幅回路
Doubler Power Amplifier(112.5MHz→225MHz)



- L₁ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 2T, 7ID, 3P
- L₂ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 2T, 7ID, 2P
- L₃ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 2T, 7ID, 2P
- L₄ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 2T, 7ID, 2P
- L₅ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 2T, 7ID, 2P
- L₁₀ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 2T, 7ID, 2P
- RFC₁ : 0.6mmφ, エナメル銅線 (Enamel Coated Copper Wire), 20T, 5ID
- RFC₃ : 0.6mmφ, エナメル銅線 (Enamel Coated Copper Wire), 20T, 5ID
- B.P.F: Band Pass Filter

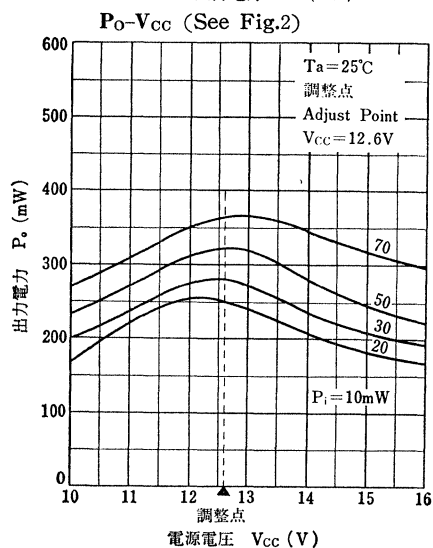
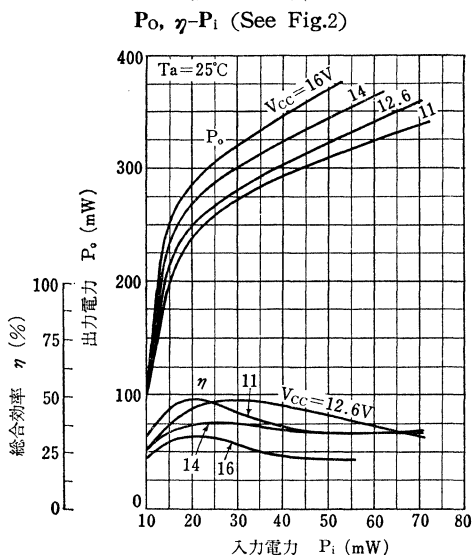
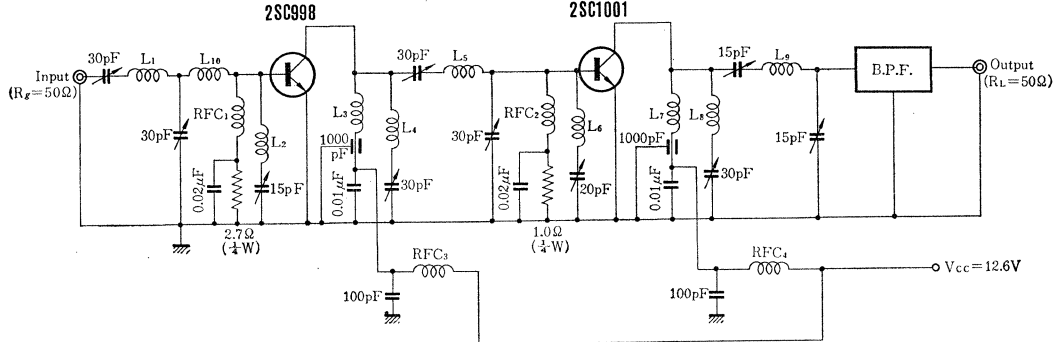


Fig. 3 ダブル2てい倍 (112.5MHz→450MHz) 電力増幅回路 / Double Doubler Power Amplifier (112.5MHz→450MHz)



- L₁ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 2T, 7ID, 3P
- L₂ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 2T, 7ID, 2P
- L₃ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 2T, 7ID, 2P
- L₄ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 2T, 7ID, 2P
- L₅ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 2T, 7ID, 2P
- L₆ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 1T, 7ID, 2P
- L₇ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 1T, 7ID, 2P
- L₈ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 3T, 7ID, 2P
- L₉ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 2T, 7ID, 2P
- L₁₀ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 2T, 7ID, 2P
- RFC₁ : 0.6mmφ, エナメル銅線 (Enamel Coated Copper Wire), 2T, 7ID, 2P
- RFC₂ : 0.6mmφ, エナメル銅線 (Enamel Coated Copper Wire), 2T, 7ID, 2P
- RFC₃ : 0.6mmφ, エナメル銅線 (Enamel Coated Copper Wire), 2T, 7ID, 2P
- RFC₄ : 1.0mmφ, エナメル銅線 (Enamel Coated Copper Wire), 10T, 5ID
- B.P.F.: Band Pass Filter

P_O-V_{CC} (See Fig.3)

P_O, η-P_i (Fig.3)

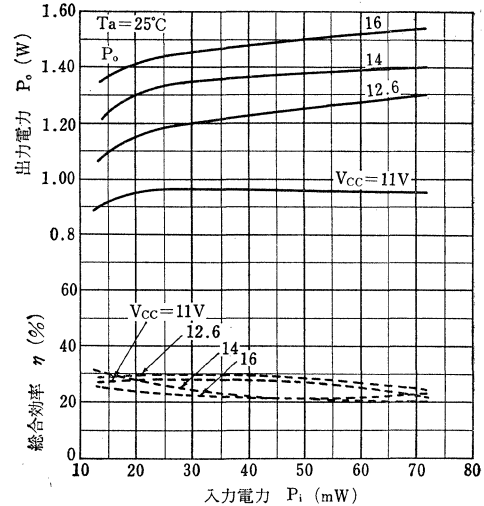
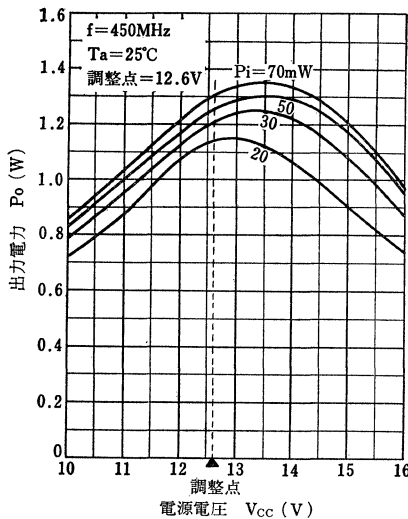
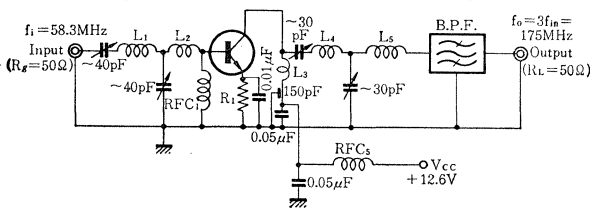
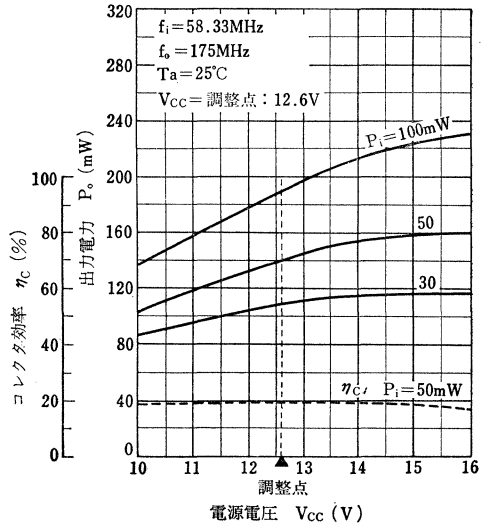


Fig. 4 3てい倍 (58.33MHz→175MHz) 抵抗てい倍回路 / Tripler (58.33MHz to 175MHz 3 Operation)



- L₁ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 14T, 8ID, 1P
- L₂ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 3T, 8ID, 2P
- L₃ : 1.2mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 2T, 8ID, 2P
- L₄ : 1.2mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 2T, 8ID, 2P
- L₅ : 1.2mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 1T, 8ID, 2P
- RFC₁ : 0.3mmφ, エナメル銅線 (Enamel Coated Copper Wire), 40T, 8ID
- RFC₅ : 0.8mmφ, エナメル銅線 (Enamel Coated Copper Wire), 15T, 8ID
- R₁ : 33Ω (1/4W)
- B.P.F.: Band Pass Filter

P_O, η_c-V_{CC} (See Fig.4)



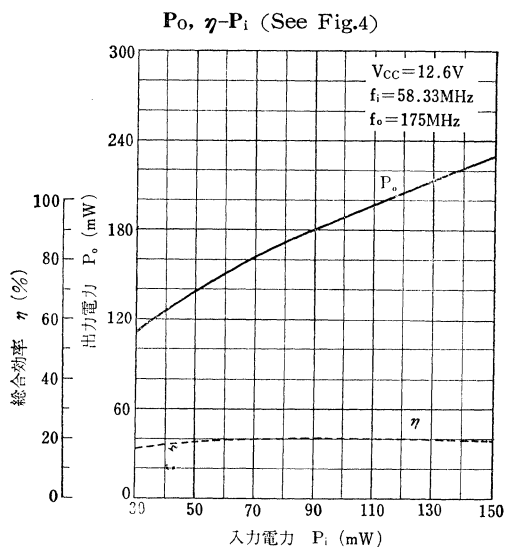
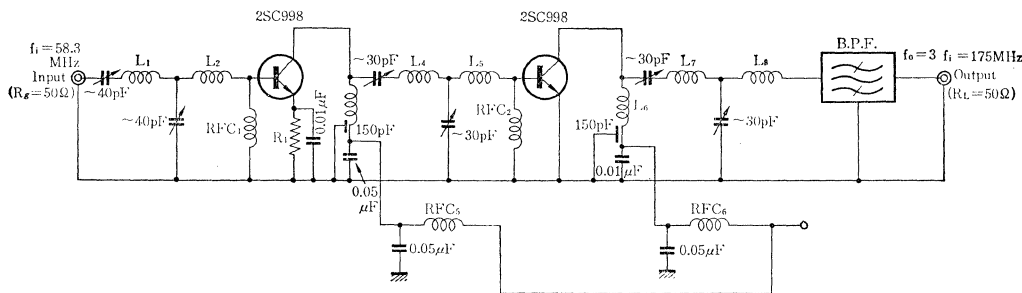


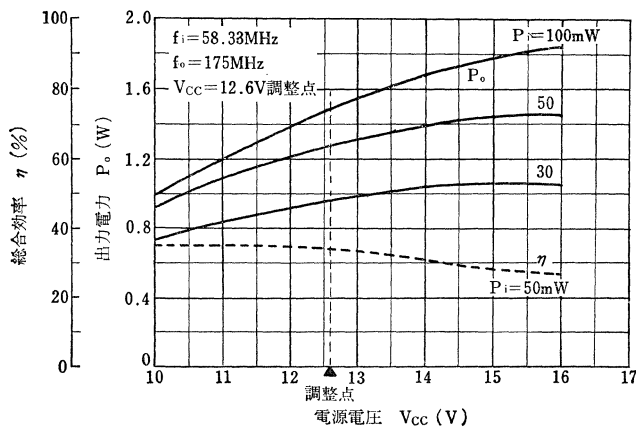
Fig.5 MULT (×3) PA [2SC998-2SC998] 3 ㄗ
 い倍 (58.3MHz→175MHz) 抵抗てい倍回路 2SC998
 (TRI)-2SC998(PA) Tripler (58.3MHz to 175 MHz)



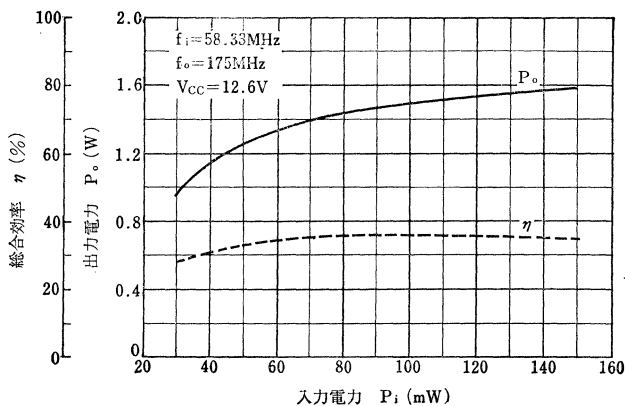
- L₁ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 14T, 8ID, 1P
- L₂ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 3T, 8ID, 2P
- L₃ : 1.2mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 2T, 8ID, 2P
- L₄ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 2T, 8ID, 2P
- L₅ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 1T, 8ID
- L₆ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 2T, 8ID, 2P
- L₇ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 1T, 8ID

- L₈ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 1T, 8ID
 - RFC₁ : 0.3mmφ, エナメル銅線 (Enamel Coated Copper Wire), 40T, 8ID
 - RFC₂ : 0.3mmφ, エナメル銅線 (Enamel Coated Copper Wire), 15T, 8ID
 - RFC₃ : 0.3mmφ, エナメル銅線 (Enamel Coated Copper Wire), 15T, 8ID
 - RFC₄ : 0.3mmφ, エナメル銅線 (Enamel Coated Copper Wire), 15T, 8ID
 - RFC₅ : 0.3mmφ, エナメル銅線 (Enamel Coated Copper Wire), 15T, 8ID
 - RFC₆ : 0.8mmφ, エナメル銅線 (Enamel Coated Copper Wire), 15T, 8ID
 - R₁ : 33Ω (1/4W)
- B.P.F.: Band Pass Filter

$P_o, \eta - V_c$ (See Fig.5)



$P_o, \eta - P_i$ (See Fig.5)



2SC1000

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

○低周波低雑音増幅用

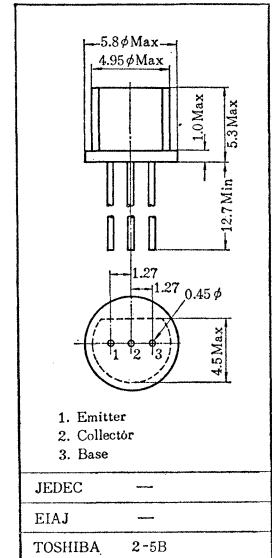
○ Low Noise Audio Amplifier Applications

- 高耐圧です： $V_{CE0} = 50V$
- 雑音指数が小さい： $NF = 3dB(\text{Max.})$ ($R_g = 10k\Omega$, $f = 100Hz$)
- 電流増幅率が高い： $h_{FE} = 200 \sim 700$

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	55	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	50	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	100	mA
エミッタ電流	I_E	-100	mA
コレクタ損失	P_C	200	mW
接合部温度	T_J	125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ C$

Unit in mm



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = 18V, I_E = 0$	—	—	0.1	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = 5V, I_C = 0$	—	—	0.1	μA
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE} = 6V, I_C = 2mA$	200	—	700	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 100mA, I_B = 10mA$	—	—	0.6	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE} = 1V, I_C = 100mA$	—	0.7	1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = 6V, I_C = 1mA$	—	80	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = 6V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	6	10	pF
雑音指数(1)	NF(1)	$V_{CE} = 6V, I_C = 0.1mA, f = 10Hz$ $R_g = 10k\Omega$	—	—	10	dB
雑音指数(2)	NF(2)	$V_{CE} = 6V, I_C = 0.1mA, f = 100Hz$ $R_g = 10k\Omega$	—	—	3	dB

* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。

According to the value of h_{FE} , the 2SC1000 is classified as follows.

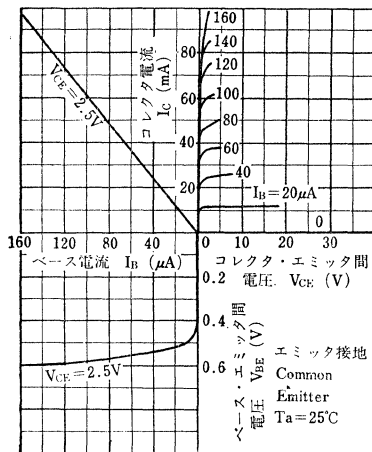
Classification	Min.	Max.
2SC1000—GR	200	400
2SC1000—BL	350	700

h 定数 h Parameter (Typ.) (エミッタ接地, $V_{CE}=6V$, $I_E=-1mA$, $f=270Hz$, $T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	2SC1000-GR	2SC1000-BL	Unit
入力インピーダンス (出力短絡)	h_{ie}	7.5	15	$k\Omega$
電圧帰還率 (入力開放)	h_{re}	6.2	13	$\times 10^{-5}$
電流増幅率 (出力短絡)	h_{fe}	280	530	
出力アドミタンス (入力開放)	h_{oe}	6.4	13	μS

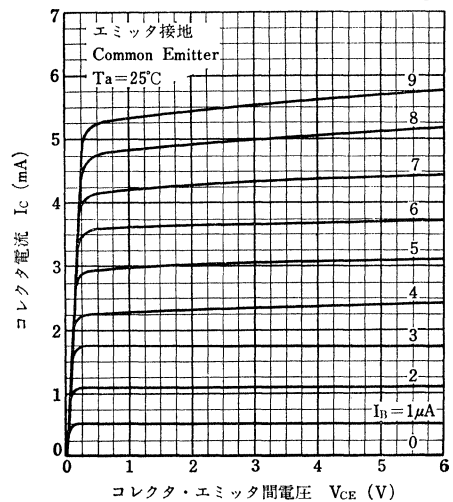
Common Emitter

Static Characteristics

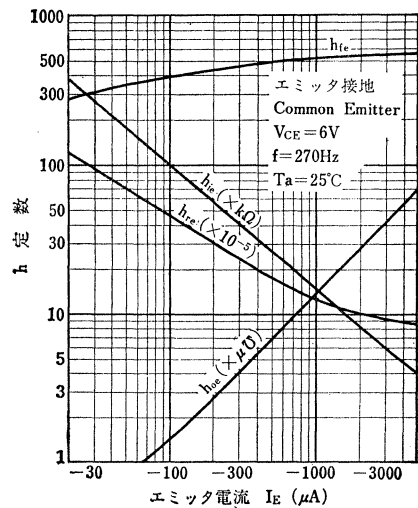
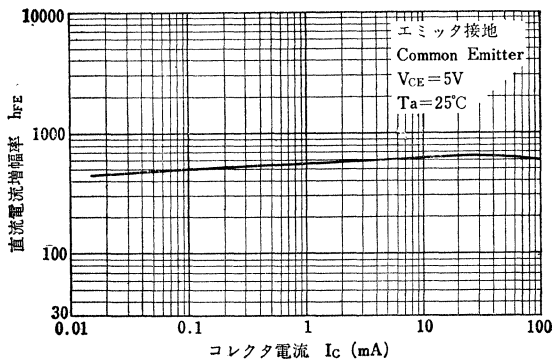


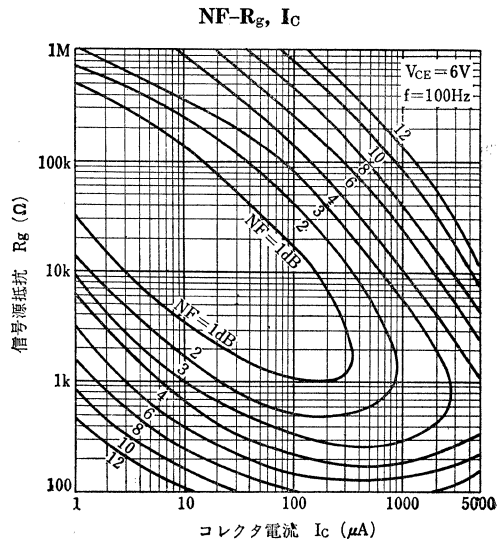
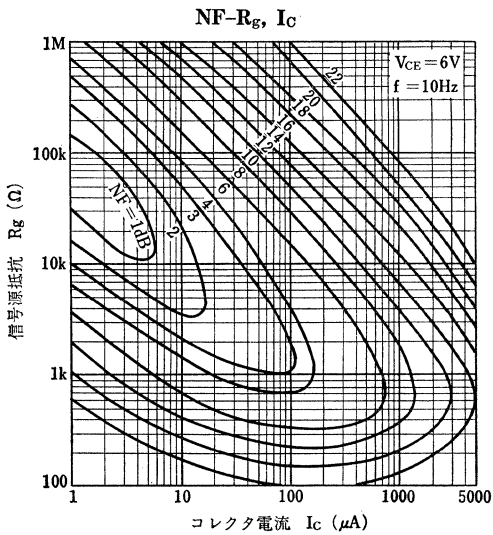
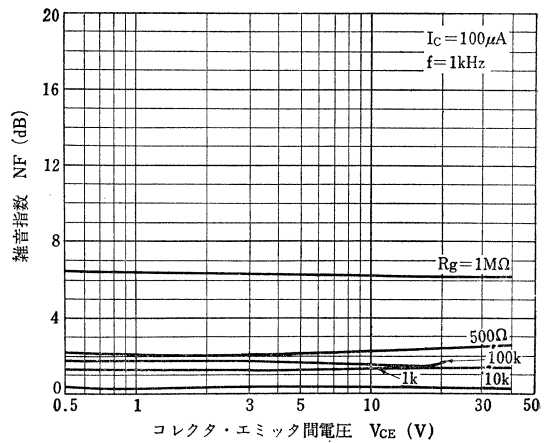
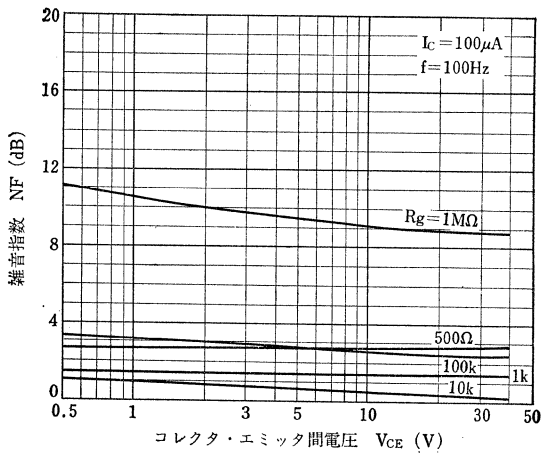
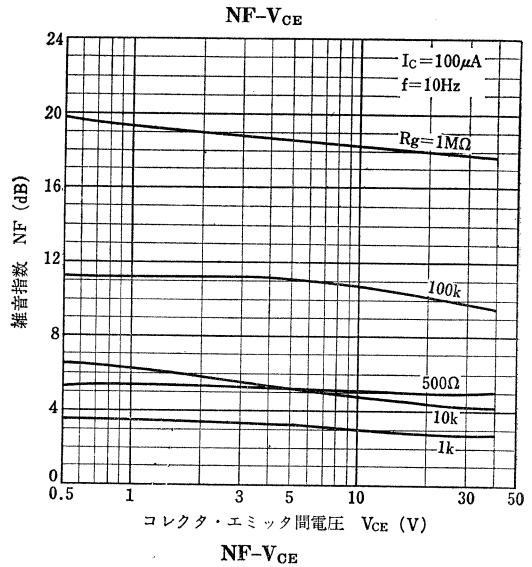
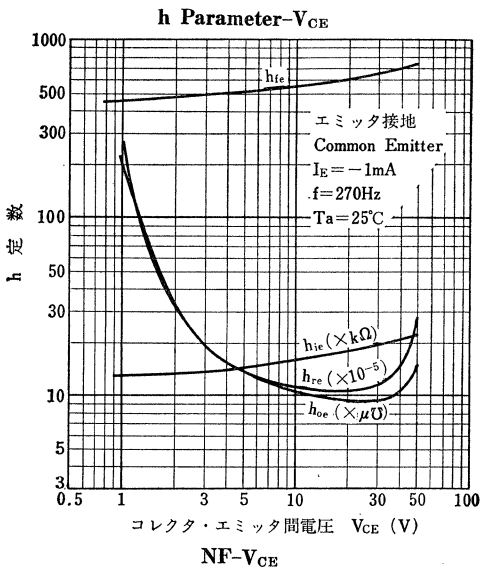
$h_{FE}-I_C$

I_C-V_{CE} (Low Current and Low Voltage Region)

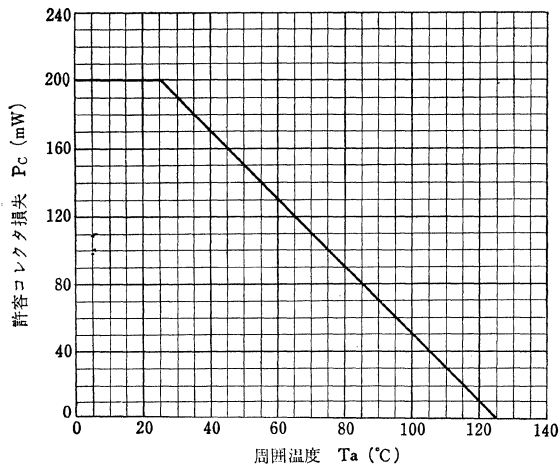


h Parameter- I_E

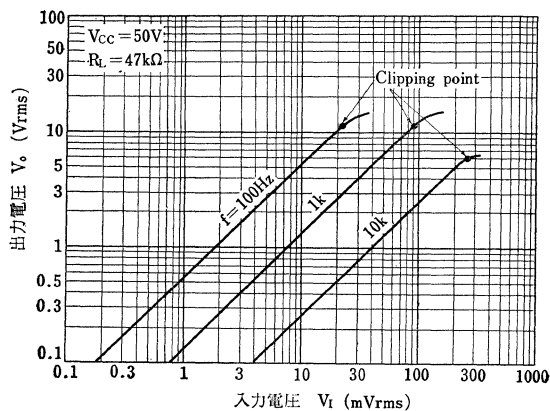




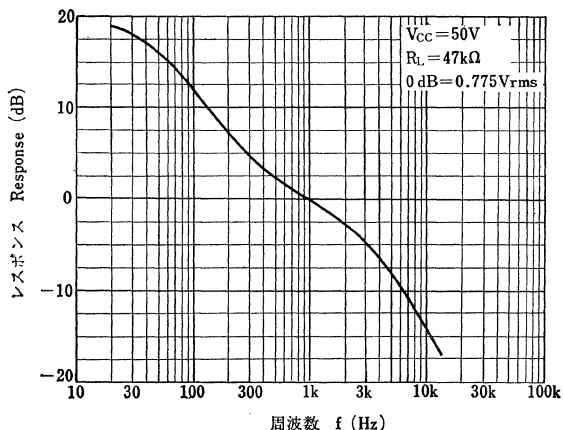
P_C-T_a



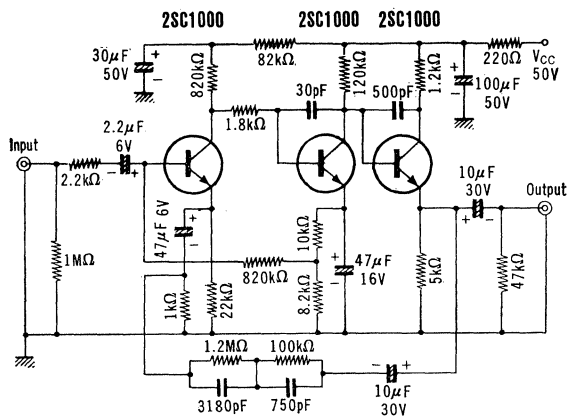
V_O-V_I



Frequency Characteristic

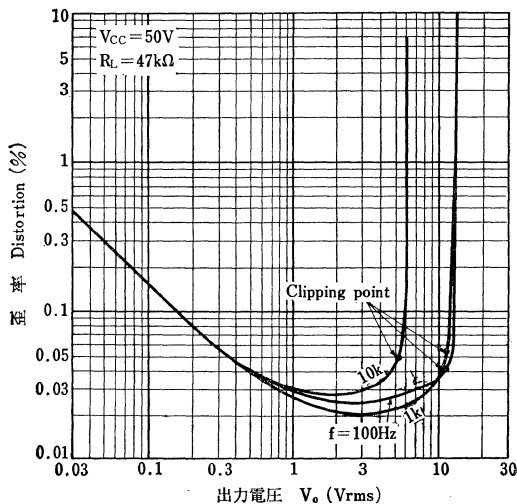


応用回路例 Application Circuit Example



入力インピーダンス Input Resistance 350kΩ @ 1kHz
 電圧利得 Voltage Gain 42.5dB @ 1kHz
 周波数特性 Frequency Characteristics RIAA ± 1dB
 入力換算雑音電圧 Equivalent RMS Noise Input Voltage 1.3μV @ R_g = 4.7kΩ

Distortion Characteristics



2SC1000®

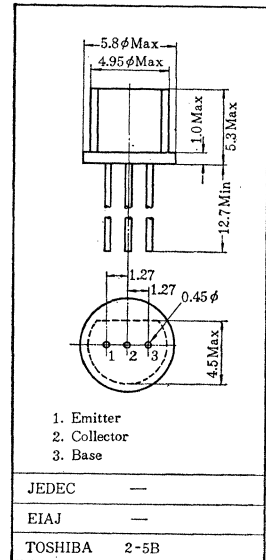
シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

- 低周波低雑音増幅用
- Low Noise Audio Amplifier Applications

通信工業用グリーン
Industrial Applications

- ・高耐圧です： $V_{CE0}=50V$
- ・雑音指数が小さい： $NF=2dB(Max.)$ ($R_g=10k\Omega$, $f=100Hz$)
- ・電流増幅率が高い： $h_{FE}=200\sim700$
- ・2SA493® とコンプリメンタリになります。/Complementary to 2SA493®.

Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	55	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	50	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	100	mA
エミッタ電流	I_E	-100	mA
コレクタ損失	P_C	200	mW
接合部温度	T_J	125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ C$

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=18V$, $I_E=0$	—	—	0.1	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V$, $I_C=0$	—	—	0.1	μA
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE}=6V$, $I_C=2mA$	200	—	700	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=100mA$, $I_B=10mA$	—	—	0.6	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE}=1V$, $I_C=100mA$	—	0.7	1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=6V$, $I_C=1mA$	—	80	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CE}=6V$, $I_E=0$, $f=1MHz$	—	6	10	pF
雑音指数	NF(1)	$V_{CE}=6V$, $I_C=0.1mA$, $f=10Hz$ $R_g=10k\Omega$	—	—	10	dB
	NF(2)	$V_{CE}=6V$, $I_C=0.1mA$, $f=100Hz$ $R_g=10k\Omega$	—	—	2	dB

* h_{FE} により下表のように分類し、現品表示してあります。

According to the value of h_{FE} , the 2SC1000® is classified as follows.

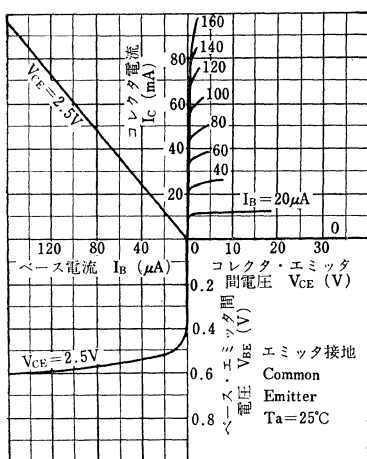
Classification	Min.	Max.
2SC1000®—GR	200	400
2SC1000®—BL	350	700

h 定数 h Parameter (Typ.)

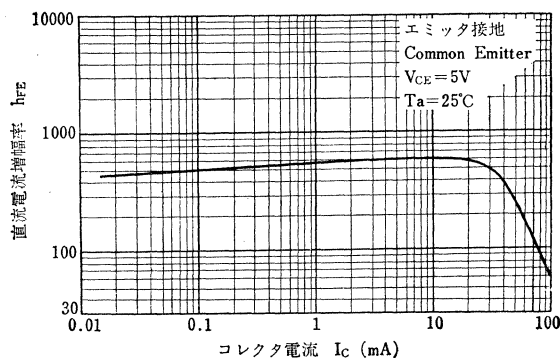
(エミッタ接地, Common Emitter, $V_{CE}=6V$, $I_E=-1mA$, $f=270Hz$, $T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	C1000Ⓞ-GR	C1000Ⓞ-BL	Unit
入力インピーダンス (出力短絡)	h_{ie}	7.5	15	$k\Omega$
電圧帰還率 (入力開放)	h_{re}	6.2	13	$\times 10^{-5}$
電流増幅率 (出力短絡)	h_{fe}	280	530	
出力アドミタンス (入力開放)	h_{oe}	6.4	13	μS

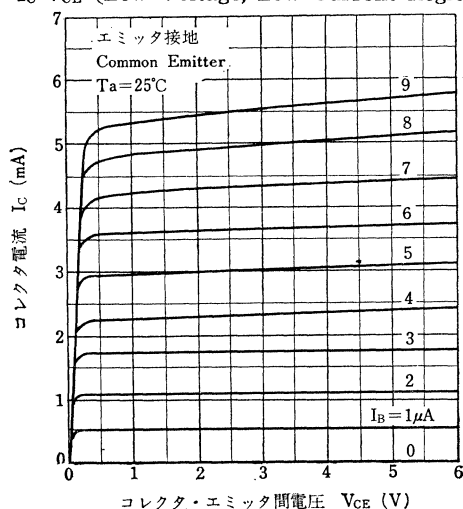
Static Characteristics



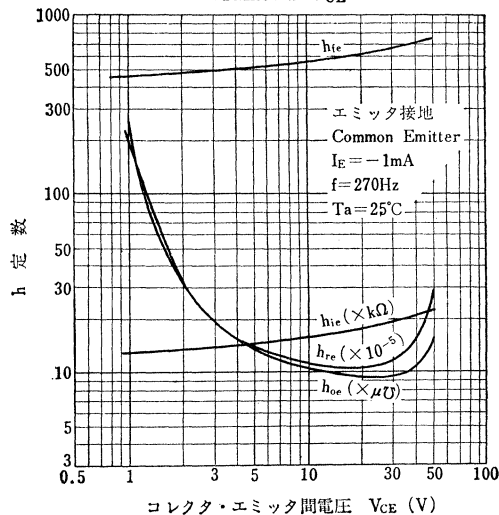
$h_{FE}-I_C$



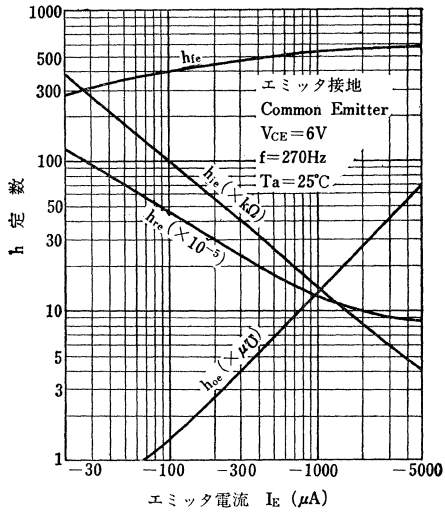
I_C-V_{CE} (Low Voltage, Low Current Region)



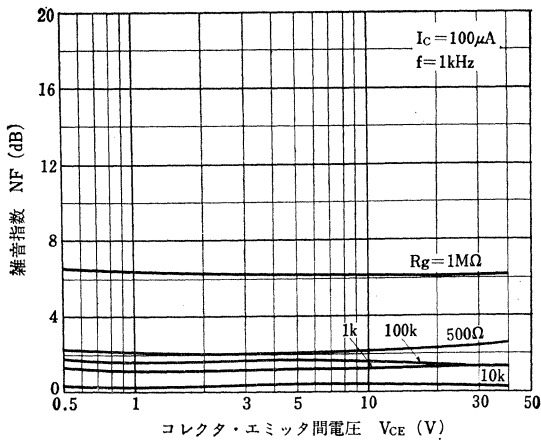
h Parameter- V_{CE}



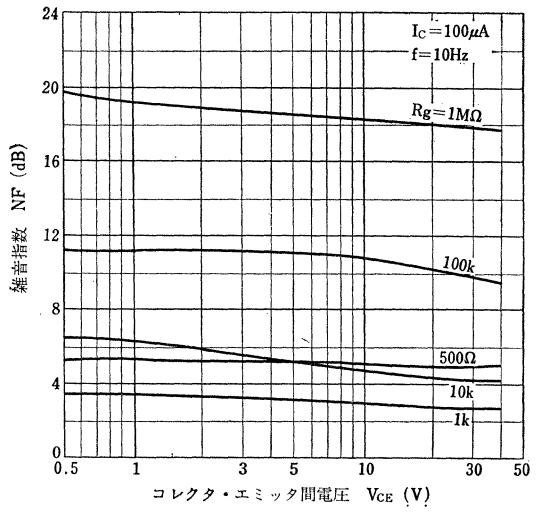
h Parameter- I_E



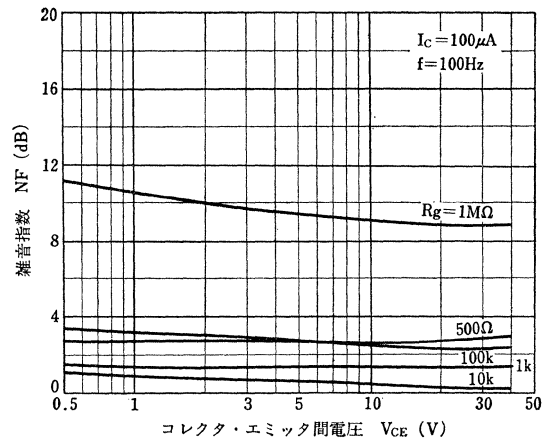
NF- V_{CE}



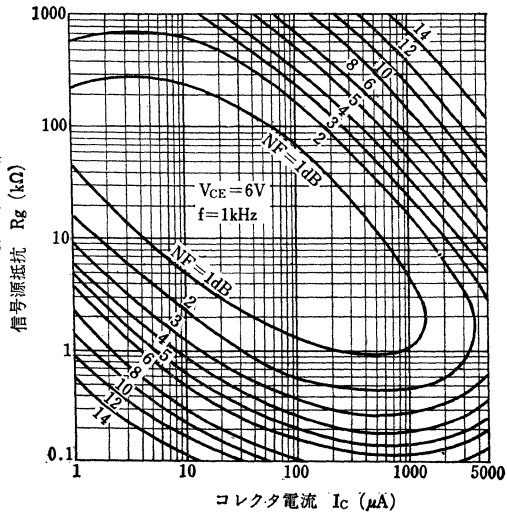
NF- V_{CE}



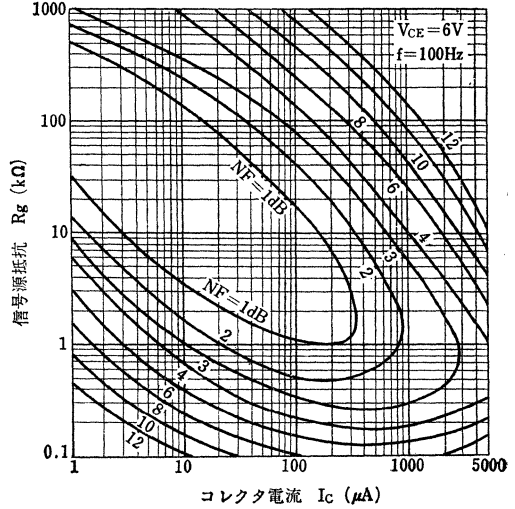
NF- V_{CE}

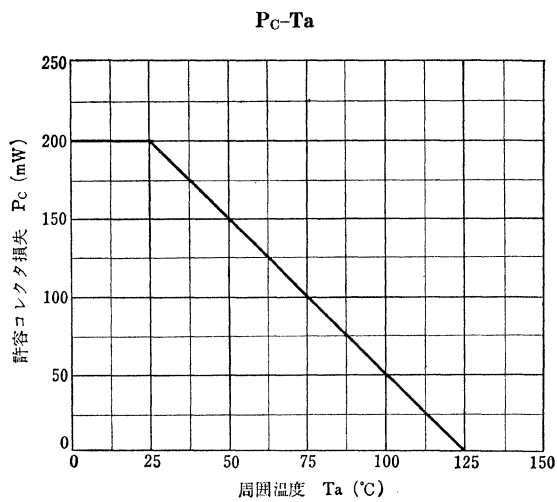
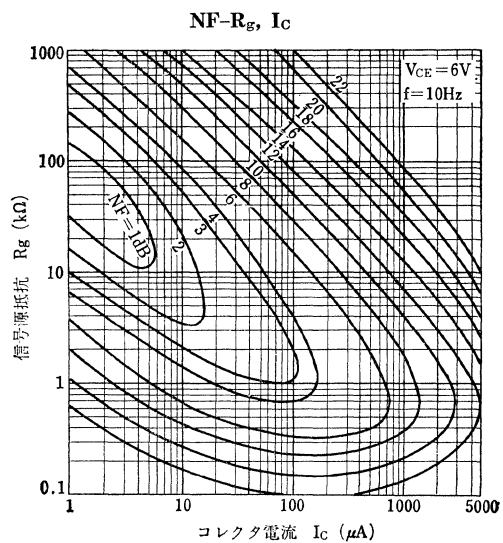


NF- R_g, I_C



NF- R_g, I_C





2SC1001

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

○ 移動無線送信機出力段用 (低電圧用)

○ Land-Mobil RF Power Amplifier Circuit Applications (Low Supply Voltage use)

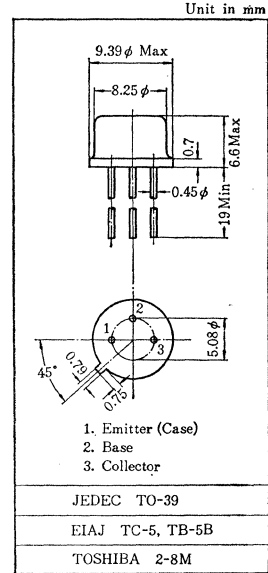
通信工業用

Industrial Applications

- 470MHzで1.5W (標準) 出力が得られます / 1.5W Typical Power Output at 470 MHz.
- てい倍回路に好適です / Recommended for Frequency Multiplier.

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
コレクタ・ベース間電圧	V _{CB0}	40	V	
コレクタ・エミッタ間電圧 (R _{BE} =10Ω)	V _{CE0}	20	V	
	V _{CER}	40		
エミッタ・ベース間電圧	V _{EBO}	4	V	
コレクタ電流	I _C	0.5	A	
エミッタ電流	I _E	-0.5	A	
ベース電流	I _B	0.2	A	
コレクタ損失	P _C	Ta=25°C	0.8	W
		Tc=25°C	5	
接合部温度	T _J	175	°C	
保存温度	T _{stg}	-65~175	°C	

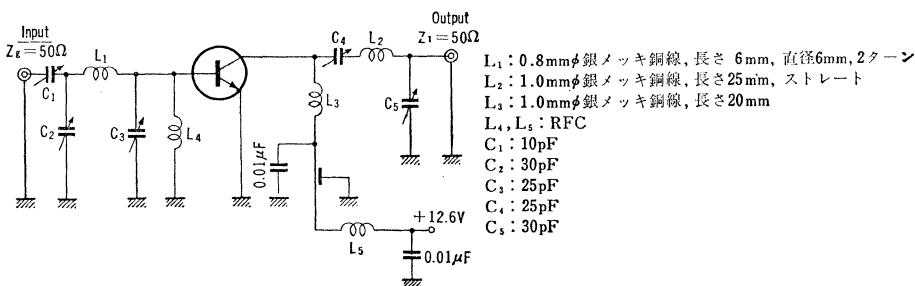


電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

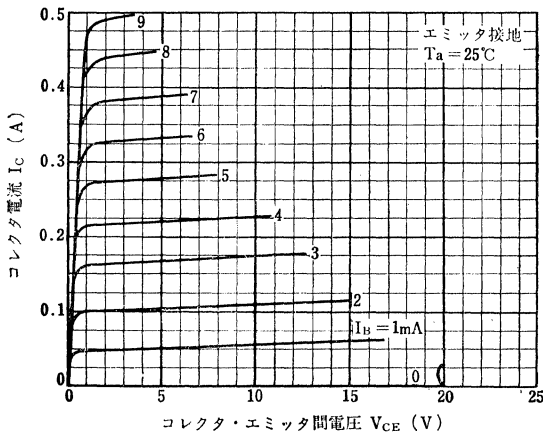
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I _{CBO}	V _{CB} =15V, I _E =0	—	—	1	μA
エミッタシャ断電流	I _{EBO}	V _{EB} =3V, I _C =0	—	—	10	μA
コレクタ・ベース間降伏電圧	BV _{CB0}	I _C =1mA, I _E =0	40	—	—	V
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV _{CE0}	I _C =10mA, I _B =0	20	—	—	V
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV _{EBO}	I _E =1mA, I _C =0	4.0	—	—	V
直流電流増幅率	h _{FE}	V _{CE} =5V, I _C =0.1A	20	—	—	—
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	V _{CE(sat)}	I _C =200mA, I _B =20mA	—	—	0.5	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	V _{BE(sat)}	I _C =200mA, I _B =20mA	—	—	1.2	V
トランジション周波数	f _T	V _{CE} =10V, I _E =-50mA	—	700	—	MHz
コレクタ出力容量	C _{ob}	V _{CB} =10V, I _E =0, f=1MHz	—	6.5	10	pF
入力インピーダンス (実数部)	Re(h _{ie})	V _{CE} =10V, I _E =-50mA, f=470MHz	—	25	50	Ω
出力電力	P _o (Fig.1)	f=470MHz, V _{CC} =12.6V, P _i =0.3W, η>60%	1.2	1.5	—	W

Fig.1 f=470MHz 出力電力測定回路

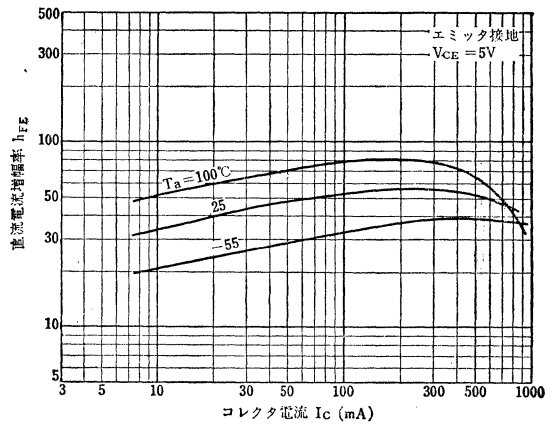
470MHz P_o Test Circuit



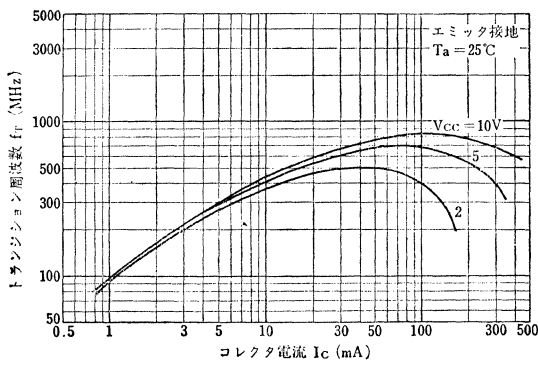
I_C-V_{CE}



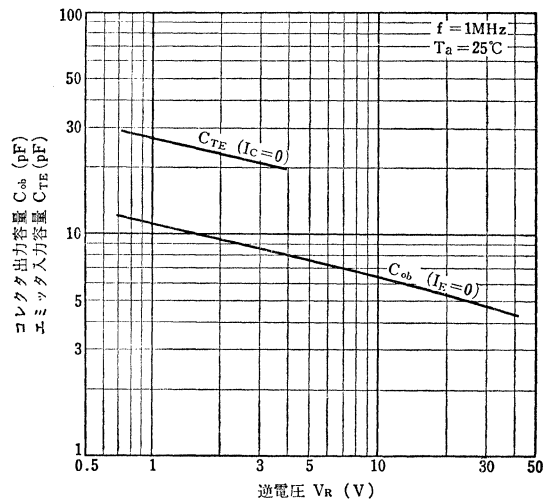
$h_{FE}-I_C$



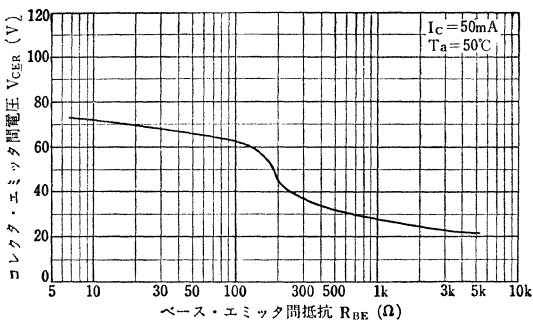
f_T-I_C



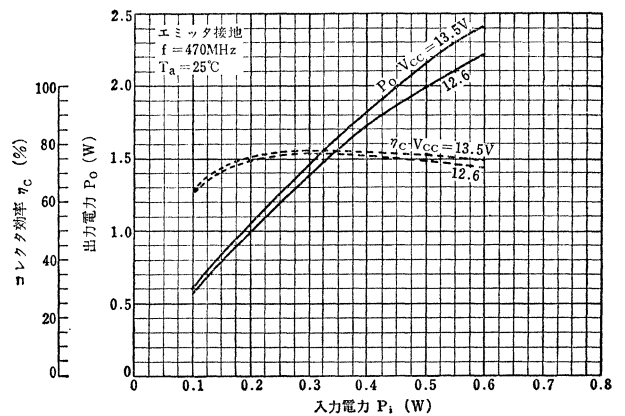
$C_{ob}, C_{TE}-V_R$

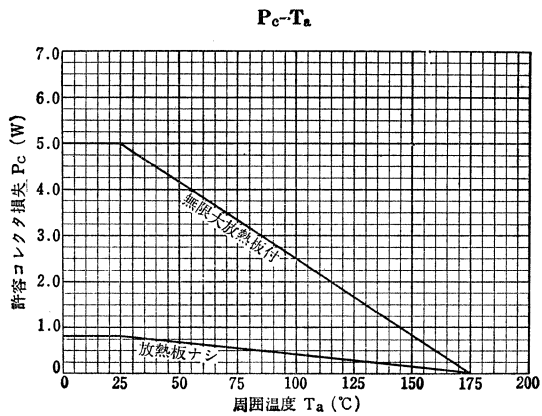
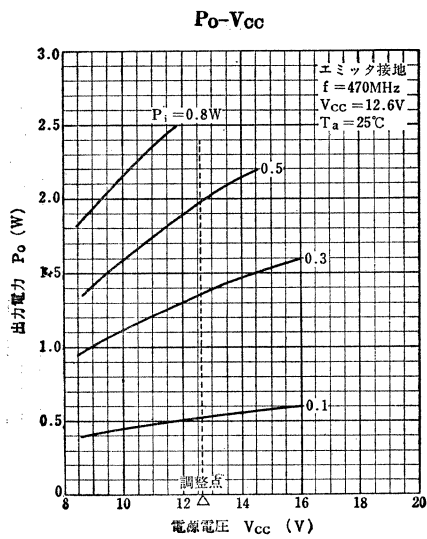


$V_{CER}-R_{BE}$



P_o, η_c-P_i





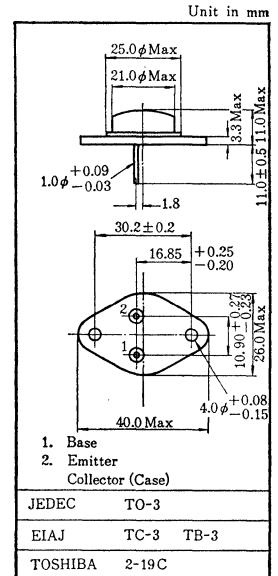
○白黒テレビ垂直出力用

○ Black and White TV Vertical Output Applications

- 高耐圧です: $V_{CBO}=1100V$ (2SC1004)
 $V_{CBO}=1500V$ (2SC1004A)
- $V_{CER(sus)}=700V$ (2SC1004)
 $V_{CER(sus)}=800V$ (2SC1004A)
- 飽和電圧が低い: $V_{CE(sat)}=3.2V(Max.)$

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	2SC1004	1100	V
	2SC1004A	1500	
コレクタ・エミッタ間サステイニング電圧 ($R_{BE}=220\Omega$) Fig.1	2SC1004	700	V
	2SC1004A	800	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	500	mA
エミッタ電流	I_E	-500	mA
コレクタ損失 ($T_C=25^\circ C$)	P_C	50	W
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$

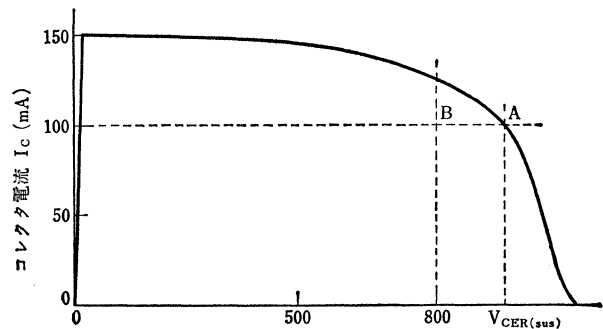
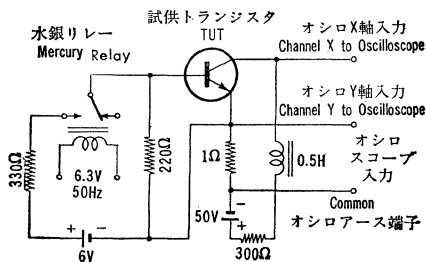


アクセサリは AC42C を適用
Mounting Kit No. AC42C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=500V, I_E=0$	—	—	10	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	5	mA
直流電流増幅率	$h_{FE(1)}$	$V_{CE}=15V, I_C=150mA$	30	70	160	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE}=15V, I_C=50mA$	20	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=150mA, I_B=15mA$	—	—	3.2	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=150mA, I_B=15mA$	—	—	2.5	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=15V, I_E=-0.2A$	—	5.5	—	MHz

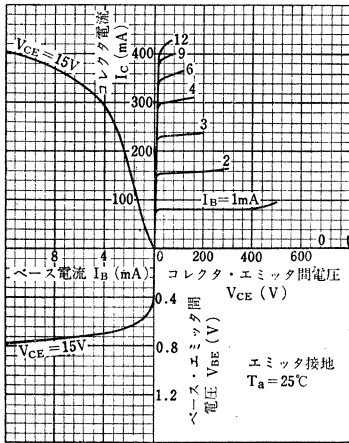
Fig. 1 コレクタ・エミッタ間サステイニング電圧測定回路
 $V_{CER(sus)}$ Test Circuit



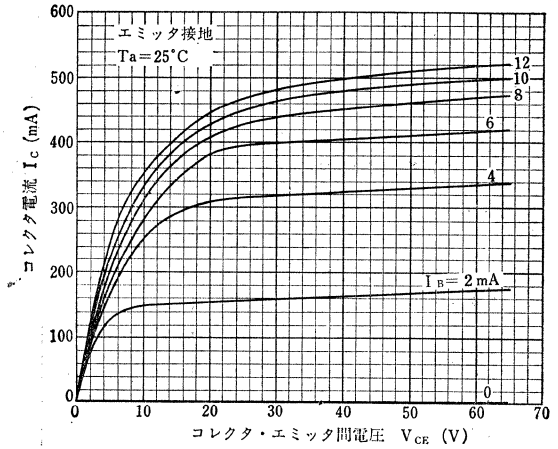
コレクタ ピーク電流を150mA 流し
100mA に落ちる点を測定する
The sustaining voltage $V_{CER(sus)}$ is acceptable when the trace falls to the right and above point "B"

2SC1004, 2SC1004A

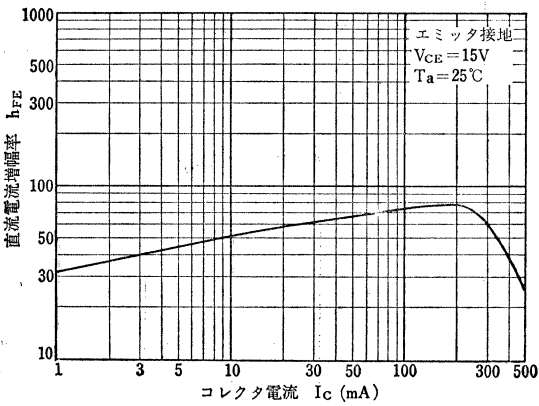
Static Characteristics



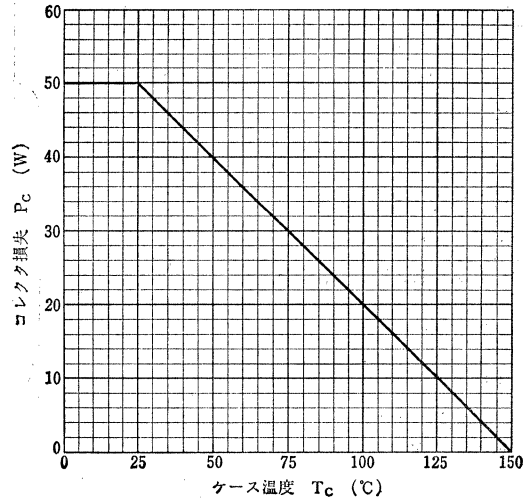
$I_c - V_{CE}$ (Low Voltage Region)



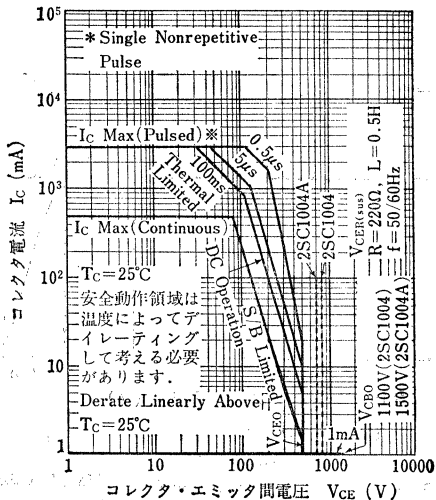
$h_{FE} - I_c$



$P_C - T_c$



安全動作領域 ASO



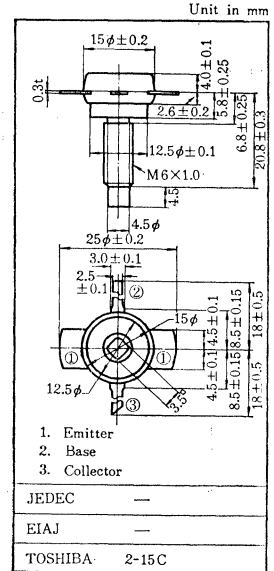
- VHF帯電力増幅用 (高電圧) ○ 広い周波数範囲での使用が可能です
- VHF Power Amplifiers Applications (High Voltage)
- RF Wide-Band Amplifiers.

通信工業用
Industrial Applications

- 175MHz で出力40W得られます：
電力利得 [G_P(1)] = 6.0dB (V_{CC}=28V)
- 220MHz で出力32W得られます：
電力利得 [G_P(2)] = 3.6dB (V_{CC}=28V)
- スタッドがコレクタ・エミッタ・ベースから絶縁されている為C級はもちろんAB級、A級の直線電力増幅器に最適です。

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

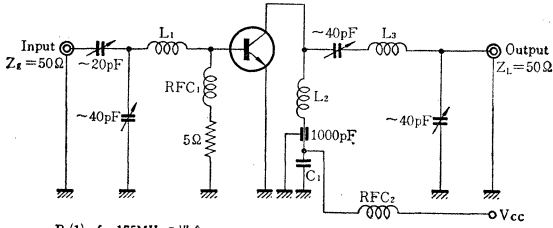
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V _{CBO}	65	V
コレクタ・エミッタ間電圧 (R _{BE} =10Ω)	V _{CER}	65	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V _{CEO}	35	V
エミッタ・ベース間電圧	V _{EBO}	4	V
コレクタ電流	I _C	5	A
エミッタ電流	I _E	-5	A
コレクタ損失 (T _C =25°C)	P _C	50	W
接合部温度	T _J	175	°C
保存温度	T _{stg}	-65~175	°C



電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

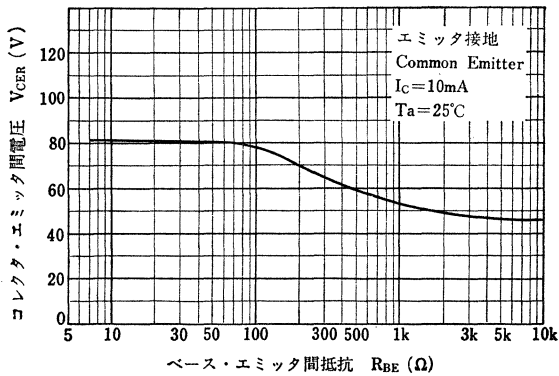
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I _{CEO}	V _{CE} =20V, I _B =0	—	—	10	mA
コレクタ・ベース間降伏電圧	BV _{CBO}	I _C =1.0mA, I _E =0	65	—	—	V
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV _{CER}	I _C =10mA, R _{EB} =10Ω	65	—	—	V
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV _{CEO}	I _C =10mA, I _B =0	35	—	—	V
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV _{EBO}	I _E =1mA, I _C =0	4	—	—	V
直流電流増幅率	h _{FE}	V _{CE} =10V, I _C =1A	20	—	—	—
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	V _{CE(sat)}	I _C =1A, I _B =0.1A	—	—	1.7	V
トランジション周波数	f _T	V _{CE} =20V, I _C =0.2A	—	150	—	MHz
入力インピーダンス (実数部)	Re(h _{ie})	V _{CE} =28V, f=175MHz	—	2.5	4.0	Ω
コレクタ出力容量	C _{ob}	V _{CB} =20V, I _E =0, f=1MHz	—	45	55	pF
出力電力 (Fig.1)	P _O (1)	V _{CC} =28V, f=175MHz, P _i =10W, η _≥ 60%	40	42	—	W
出力電力 (Fig.1)	P _O (2)	V _{CC} =28V, f=220MHz, P _i =14W, η _≥ 55%	32	34	—	W

Fig. 1 出力電力測定回路
Po(1), Po(2) Test Circuit

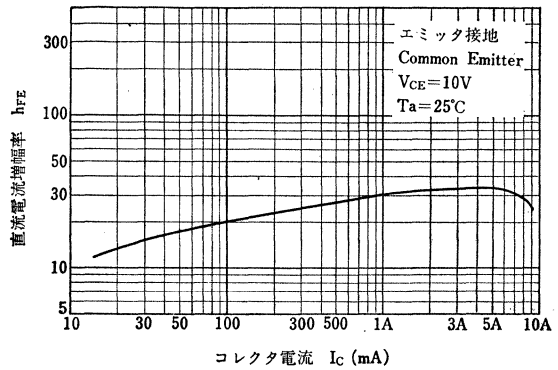


- Po(1) $f=175\text{MHz}$ の場合
 L_1 : 1.2mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 10ID, 2T, 2P
 L_2 : 1.2mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 10ID, 2T, 2P
 L_3 : 1.2mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 10ID, 2T, 2P
 C_1 : 100pF 0.02μF 1.0μF
 RFC₁ : 0.8mmφ, エナメル銅線 (Enamel Coated Copper Wire), 8ID, 15T
 RFC₂ : 0.8mmφ, エナメル銅線 (Enamel Coated Copper Wire), 6ID, 15T
- Po(2) $f=220\text{MHz}$ の場合
 L_1 : 1.2mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 10ID, 1T, 2P
 L_2 : 1.2mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 10ID, 2T, 2P
 L_3 : 1.2mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 10ID,
 C_1 : 100pF 0.02μF 1.0μF
 RFC₁ : 0.8mmφ, エナメル銅線 (Enamel Coated Copper Wire), 8ID, 15T
 RFC₂ : 0.8mmφ, エナメル銅線 (Enamel Coated Copper Wire), 6ID, 15T

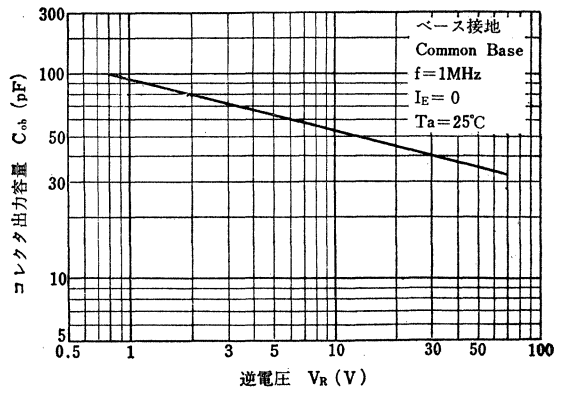
$V_{CE} - R_{BE}$



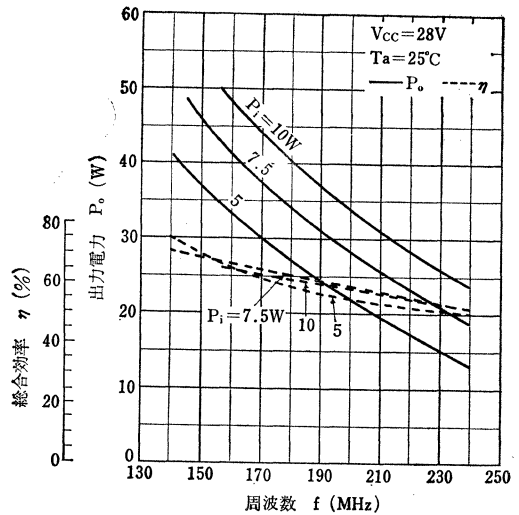
$h_{FE} - I_C$



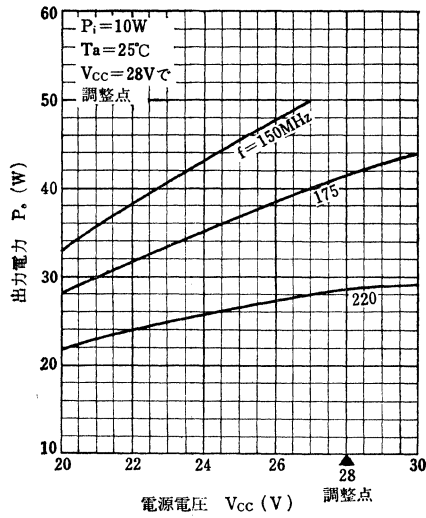
$C_{ob} - V_R$



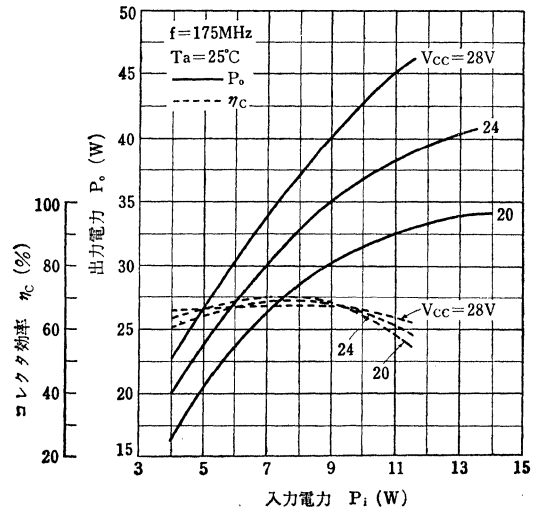
$P_o, \eta - f$



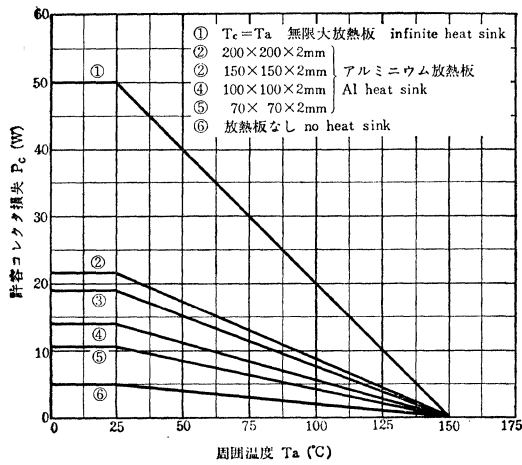
P_o-V_{cc}



$P_o, \eta_c - P_i$



$P_c - T_a$



2SC1079, 2SC1080

シリコンNPN三重拡散メサ形トランジスタ
SILICON NPN TRIPLE DIFEUSED MESA TRANSISTOR

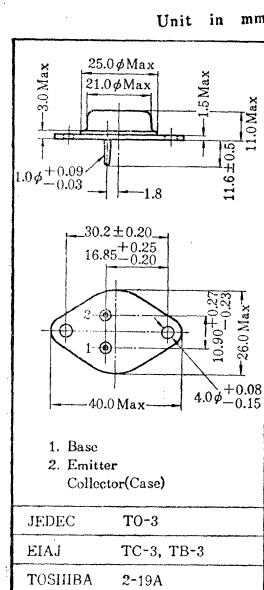
○低周波電力増幅用

○ High Power Amplifier Applications

- コレクタ損失が大きい: $P_C=100W$ ($T_c=25^\circ C$)
- 高耐圧です: $V_{CE0}=120V$ (2SC1079)
 $V_{CE0}=100V$ (2SC1080)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	2SC1079	150	V
	2SC1080	110	
コレクタ・エミッタ間電圧	2SC1079	120	V
	2SC1080	100	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	12	A
エミッタ電流	I_E	-12	A
コレクタ損失 ($T_c=25^\circ C$)	P_C	100	W
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$



アクセサリは AC6C を適用
Mounting Kit No. AC6C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

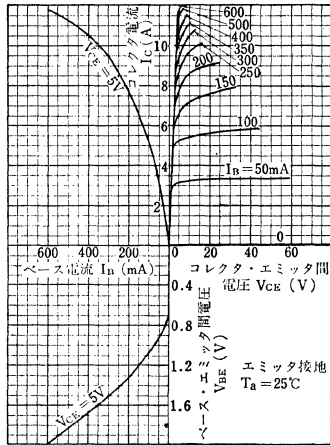
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=50V, I_E=0$	—	—	100	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	100	μA
直流電流増幅率	$h_{FE(1)*}$	$V_{CE}=5V, I_C=2A$	40	—	140	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE}=5V, I_C=10A$	20	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=10A, I_B=1A$	—	—	3.0	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE}=5V, I_C=10A$	—	1.7	2.5	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=5V, I_C=2A$	—	4	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1MHz$	—	350	—	pF

* $h_{FE(1)}$ により下表のように分類し、現品表示してあります。

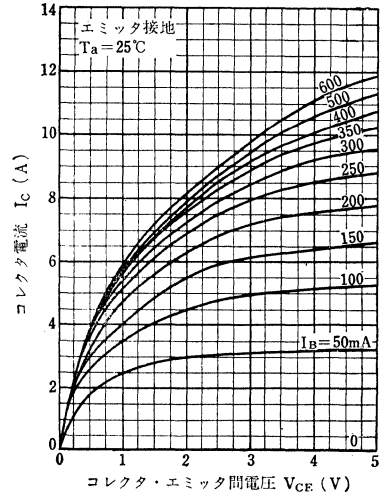
According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SC1079 and 2SC1080 are classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SC1079—R 2SC1080—R	40	80
2SC1079—Y 2SC1080—Y	70	140

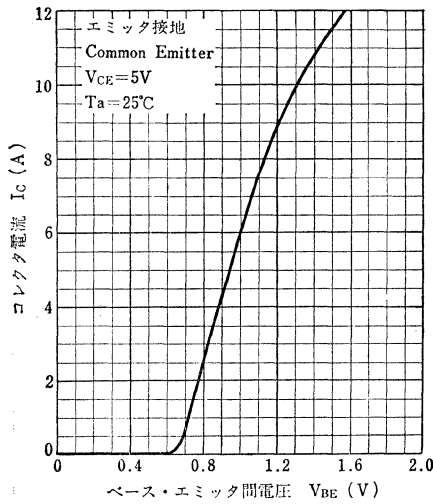
Static Characteristics



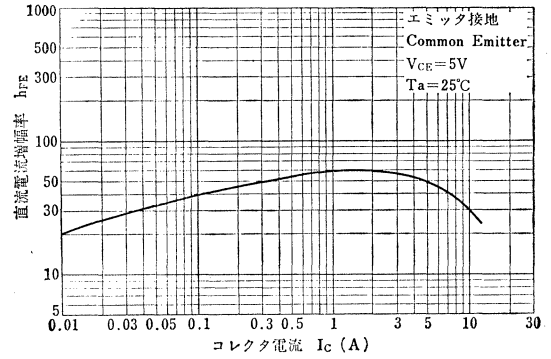
$I_C - V_{CE}$ (Low Voltage Region)



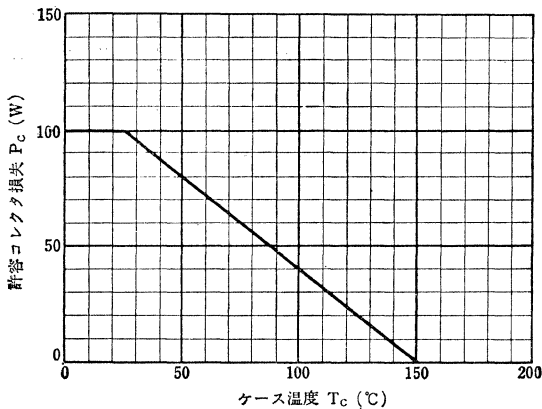
$I_C - V_{BE}$



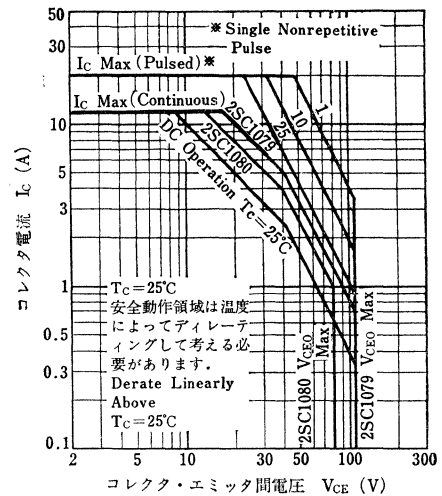
$h_{FE} - I_C$



$P_C - T_c$



安全動作領域 ASO



2SC1120

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

- 4000MHz 帯, 移動無線送信機出力段用 (低電圧電源用)
- 400MHz Land-Mobil Radio RF Power Amplifier Applications (Low supply Voltage use)

通信工業用

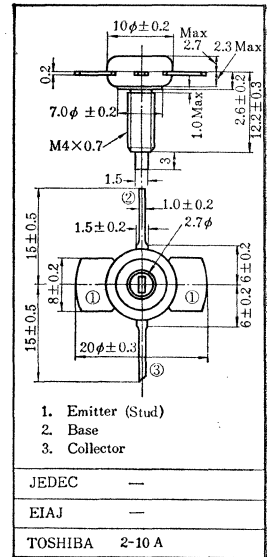
Industrial Applications

Unit in mm

- ・ストリップライン形外囲器を採用しているため電力利得が6.0dB (Typ.) と大きい。
- ・470MHz で4.0W (Typ.) 出力が得られます。 / 4.0W Typical Power Output at 470MHz
- ・エミッタ電極がスタッドに接続されているため動作が安定です。
- ・2.0~3.0W 移動無線送信機, 終段増幅用として最適です。 / Recommended for Land-Mobile Radio Power Amplifier, (2.0W to 3.0W)

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V _{CB0}	35	V
コレクタ・エミッタ間電圧	R _{BE} =∞	V _{CE0}	20
	R _{BE} =10Ω	V _{CER}	35
エミッタ・ベース間電圧	V _{EBO}	4	V
コレクタ電流	I _C	1.5	A
エミッタ電流	I _E	-1.5	A
コレクタ損失	T _C =25°C	P _C	10
接合部温度	T _J	175	°C
保存温度	T _{stg}	-65~175	°C

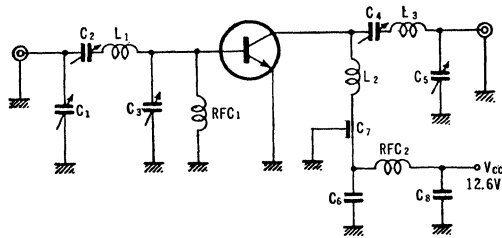


電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I _{CB0}	V _{CB} =15V, I _E =0	—	—	5.0	μA
	I _{CE0}	V _{CE} =15V, I _B =0	—	—	50	μA
エミッタシャ断電流	I _{EBO}	V _{EB} =3V, I _C =0	—	—	50	μA
コレクタ・ベース間降伏電圧	BV _{CB0}	I _C =1mA, I _E =0	35	—	—	V
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV _{CE0}	I _C =10mA, I _B =0	20	—	—	V
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV _{EBO}	I _E =1mA, I _C =0	4.0	—	—	V
直流電流増幅率*	h _{FE}	V _{CE} =5V, I _C =0.5A	20	40	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	V _{CE(sat)}	I _C =400mA, I _B =40mA	—	—	0.70	V
トランジション周波数	f _T	V _{CE} =10V, I _E =-0.1A	400	700	—	MHz
コレクタ出力容量	C _{ob}	V _{CB} =10V, I _E =0, f=1MHz	—	8	15	pF
入力インピーダンス (実数部)	R _e (h _{ie})	V _{CE} =10V, I _E =-50mA f=470MHz	—	20	40	Ω
出力電力 Fig.1	P _o	V _{CC} =12.6V, P _i =1W f=470MHz, η≥60%	3.5	4.0	—	W
電力利得	GP	同上	5.4	6.0	—	dB

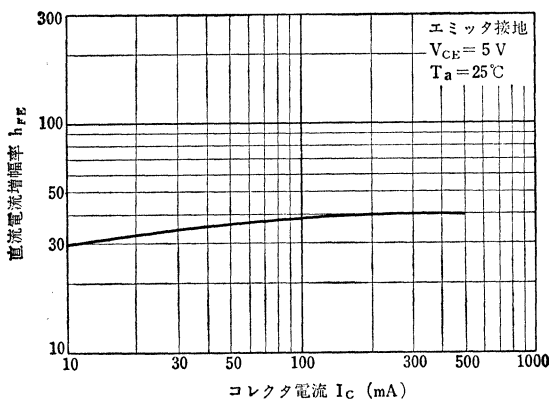
* Pulse test, pulse width ≤ 100μs,
Duty Cycle < 3.0%

Fig.1 出力電力測定回路 P_o Test Circuit

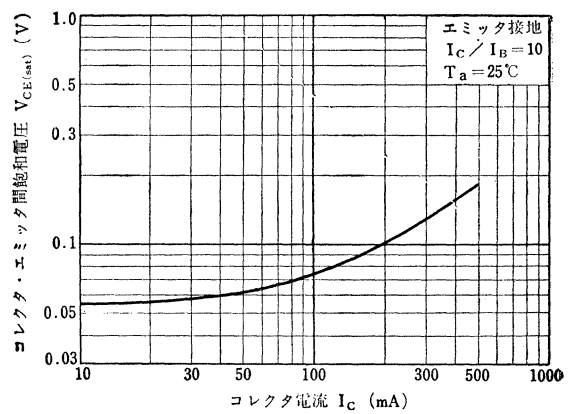


- L₁ : 1.6mmφ銀メッキ銅線, コイル径 7.0mmφ, 1/2ターン
- L₂ : 1.2mmφ銀メッキ銅線, コイル径10.0mmφ, 1.1/2ターン
- L₃ : 1.6mmφ銀メッキ銅線, コイル径10.0mmφ, 1/2ターン
- RFC₁ : 0.7mmφエナメル銅線, コイル径 7.0mmφ, 6ターン
- RFC₂ : 0.7mmφエナメル銅線, コイル径 7.0mmφ, 20ターン
- C₁, C₂, C₃ : 10pF
- C₄, C₅ : 30pF
- C₆ : 0.02μF, 5μF
- C₇ : 1000pF (貫通形)
- C₈ : 0.02μF

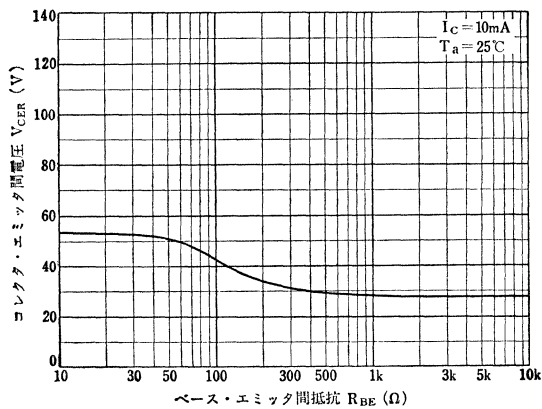
h_{FE}-I_C



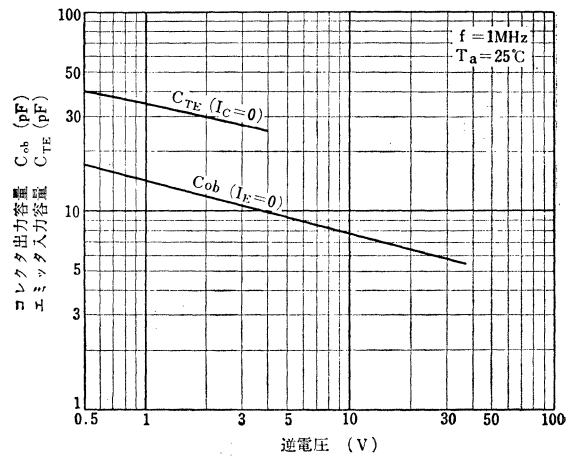
V_{CE(sat)}-I_C



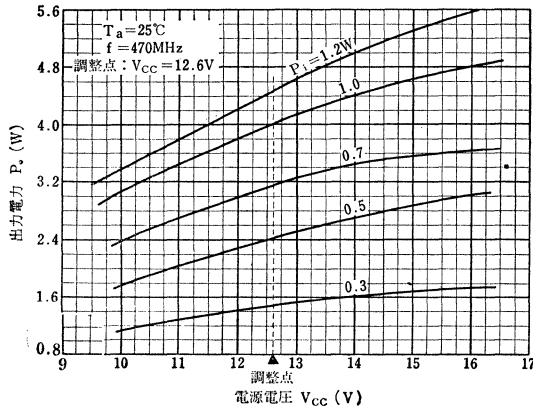
V_{CER}-R_{BE}



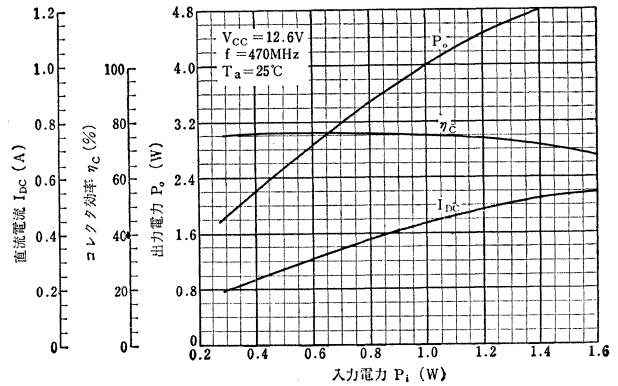
C_{ob}, C_{TE}-V_R



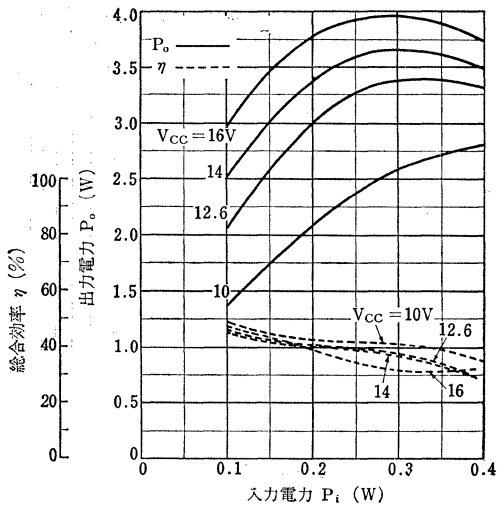
P_o-V_{cc}



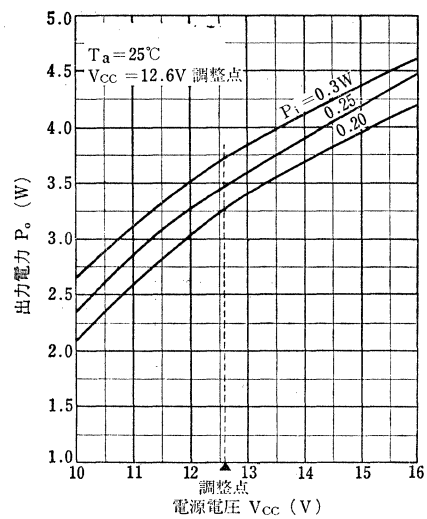
P_o, I_{DC}, η -P_i



P_o, η -P_i(see Fig. 2)

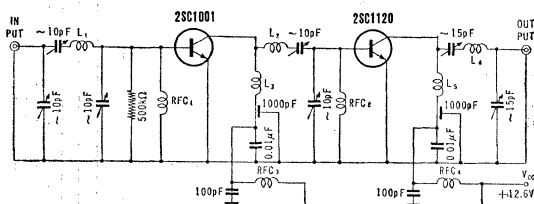


P_o-V_{cc}(see Fig. 2)



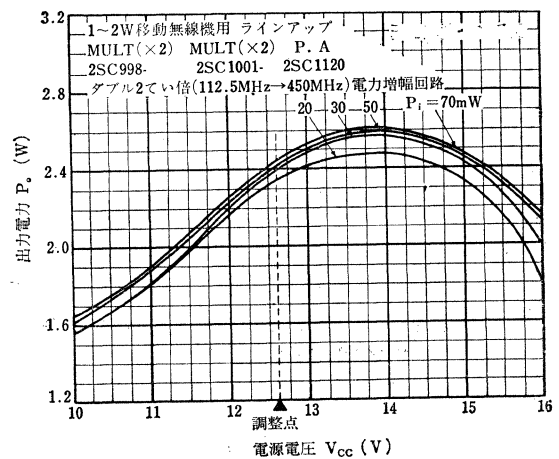
(Fig. 2) P.A P.A
2SC1001-2SC1120
 $f=470\text{MHz}$ ストレート2段電力増幅回路

**f=470MHz 2 stage Power Amplifier
Circuit (470MHz Operation)**

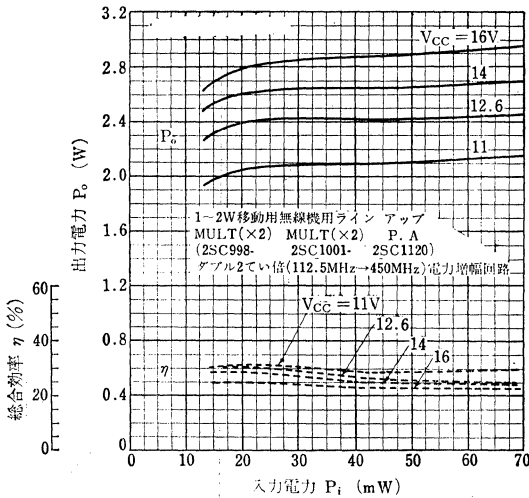


- | | | | |
|------------------------------|--------|-----------------------------|--------|
| L_1 : 1/4T 1.2 ϕ 10D | 銀メッキ銅線 | RFC_1 : 10T 0.8 ϕ 5D | ニッケル銅線 |
| L_2 : 1/4T 1.2 ϕ 30D | • | RFC_2 : 6T 0.8 ϕ 8D | • |
| L_3 : 1/2T 1.2 ϕ 15D | • | RFC_3 : 15T 0.8 ϕ 8D | • |
| L_4 : 2T 1.2 ϕ 10D 2P | • | RFC_4 : 12T 0.8 ϕ 8D | • |
| L_5 : 1/2T 1.2 ϕ 15D | • | | |

P_o-V_{cc}(see Fig. 3)

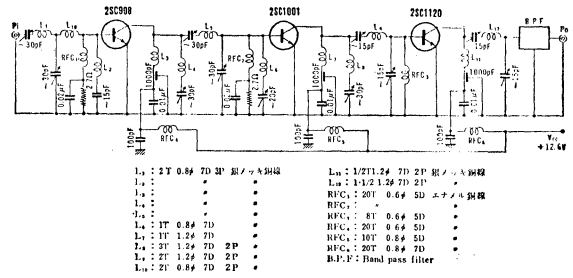


$P_o, \eta - P_i$ (see Fig. 3)

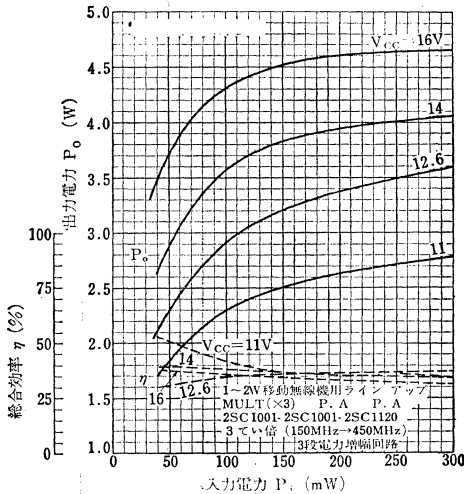


(Fig. 3)

1~2W移動無線機用ラインアップ
 MULT (×2) MULT (×2) P.A
 2SC998-2SC1001-2SC1120
 ダブル2てい倍 (112.5MHz→450MHz) 電力増幅回路
 1W to 2W Line up for Land Mobil
 2SC998(doubler)-2SC1001(doubler)-2SC1120(P.A)
 3 stage Double doubler and Power Amplifier
 Circuit (112.5MHz to 470MHz Operation)

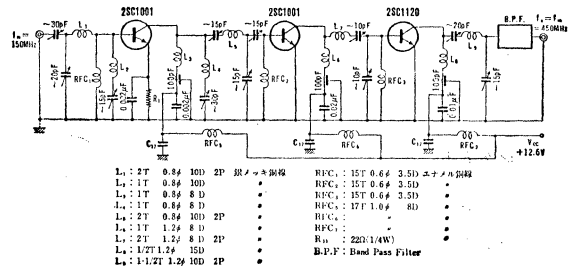


$P_o, \eta - P_i$ (see Fig. 4)

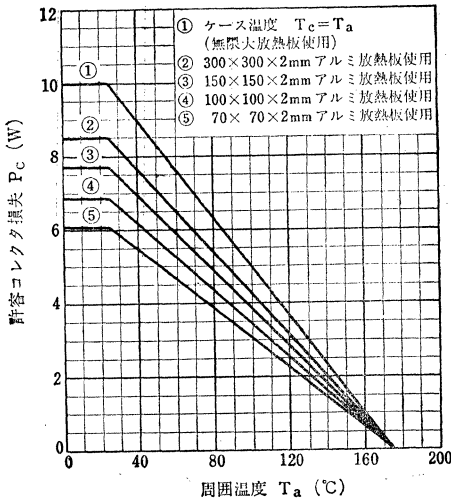


(Fig. 4)

1~2W移動無線機用ラインアップ
 MULT (×3) P.A P.A
 2SC1001-2SC1001-2SC1120
 3てい倍 (150MHz→450MHz) 3段電力増幅回路
 1W to 2W Land-Mobile Radio Line up
 2SC1001(triplier)-2SC1001(P.A)-2SC1120(P.A)
 Triplier 2 stage Power Amplifier Circuit
 (150MHz to 450MHz Operation)



$P_c - T_a$



2SC1121

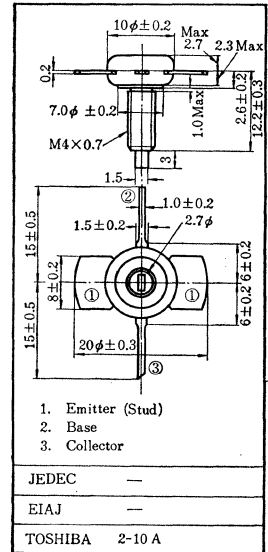
シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

- 400MHz 帯, 移動無線送信機出力段用 (低電圧電源用)
○ 400MHz Land-Mobil Radio RF Power Amplifier Application (Low Supply Voltage use)

通信工業用
Industrial Applications

- ・ストリップライン形外囲器を採用しているため電力利得が4.3dB (Typ.) と大きい。
- ・470MHz で8.0W (Typ.) 出力が得られます。/8.0W (Typ.) RF Output at 470MHz
- ・エミッタ電極がスタッドに接続されているため動作が安定です。
- ・4.0W~6.0W 移動無線送信機, 終段増幅用として最適です。/Recommended for 4.0W to 6.0W Land-Mobile Radio Power Stage Applications.

Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

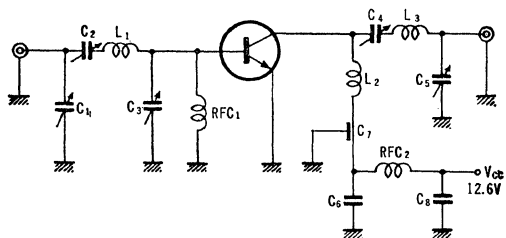
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V _{CB0}	35	V
コレクタ・エミッタ間電圧	R _{BE} =0 V _{CEO}	20	V
	R _{BE} =10Ω V _{CER}	35	
エミッタ・ベース間電圧	V _{EBO}	4	V
コレクタ電流	I _C	3.0	A
エミッタ電流	I _E	-3.0	A
コレクタ損失	T _C =25°C P _C	20	W
接合部温度	T _J	175	°C
保存温度	T _{stg}	-65~175	°C

電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタレキ断電流	I _{CB0}	V _{CB} =15V, I _E =0	—	—	25	μA
	I _{CE0}	V _{CE} =15V, I _B =0	—	—	0.1	mA
エミッタレキ断電流	I _{EBO}	V _{EB} =3V, I _C =0	—	—	0.1	mA
コレクタ・ベース間降伏電圧	BV _{CB0}	I _C =1mA, I _E =0	35	—	—	V
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV _{CEO}	I _C =10mA, I _B =0	20	—	—	V
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV _{EBO}	I _E =1mA, I _C =0	4.0	—	—	V
直流電流増幅率*	h _{FE}	V _{CE} =5V, I _C =1A	20	40	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	V _{CE(sat)}	I _C =1A, I _B =0.1A	—	—	1.1	V
トランジション周波数	f _T	V _{CE} =10V, I _E =-0.2A	300	500	—	MHz
コレクタ出力容量	C _{ob}	V _{CB} =10V, I _E =0, f=1MHz	—	20	25	pF
入力インピーダンス (実数部)	R _e (h _{ie})	V _{CE} =10V, I _E =-0.1A, f=470MHz	—	10	20	Ω
出力電力 Fig.1	P _O (1)	V _{CC} =12.6V, P _I =2.5W f=470MHz, η _≥ 50%	6.5	7.5	—	W
	P _O (2)	V _{CC} =12.6V, P _I =3.0W f=470MHz, η _≥ 50%	7.5	8.5	—	W
電力利得	G _P	P _O (2)と同じ	4.0	4.3	—	dB

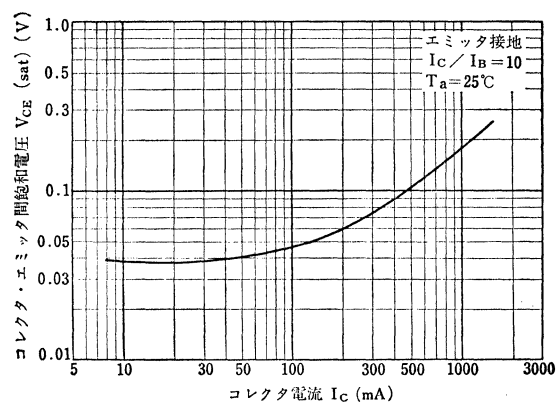
- * Pulse test, pulse width ≤ 100μs,
Duty Cycle ≤ 3.0%

Fig.1 出力電力の測定回路 Po Test Circuit

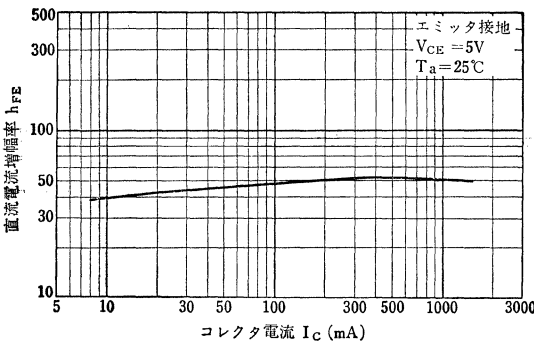


- L₁ : 1.6mmφ銀メッキ銅線, コイル径 7.0mmφ, 1/2ターン
- L₂ : 1.2mmφ銀メッキ銅線, コイル径10.0mmφ, 1.1/2ターン
- L₃ : 1.6mmφ銀メッキ銅線, コイル径10.0mmφ, 1/2ターン
- RFC₁ : 0.7mmφエナメル銅線, コイル径 7.0mmφ, 6ターン
- RFC₂ : 0.7mmφエナメル銅線, コイル径 7.0mmφ, 20ターン
- C₁, C₂ : 5pF
- C₃ : 10pF
- C₄, C₅ : 15pF
- C₆ : 0.02μF, 5μF
- C₇ : 1000pF (貫通形)
- C₈ : 0.02μF

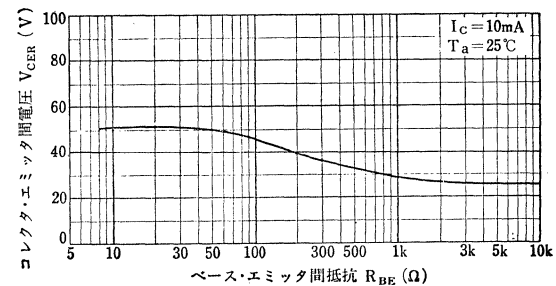
V_{CE(sat)}-I_C



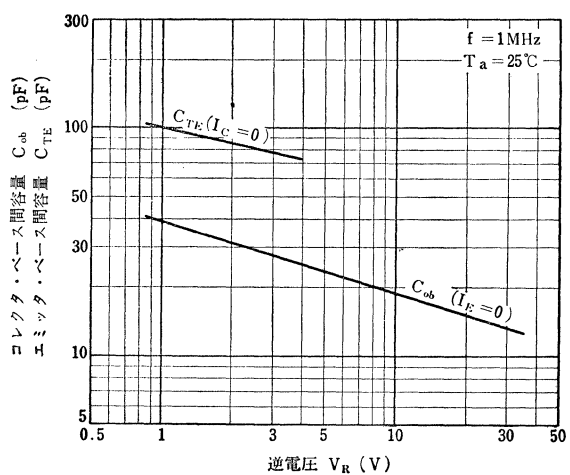
h_{FE}-I_C



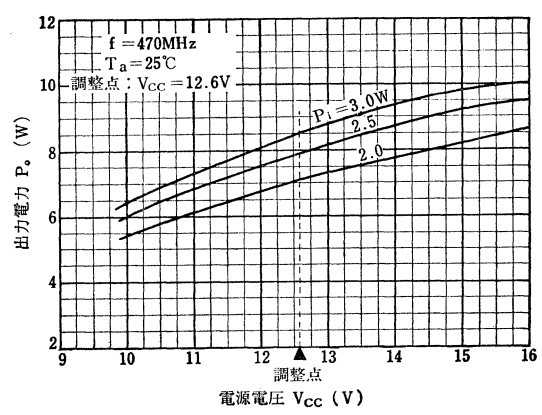
V_{CE}-R_{BE}



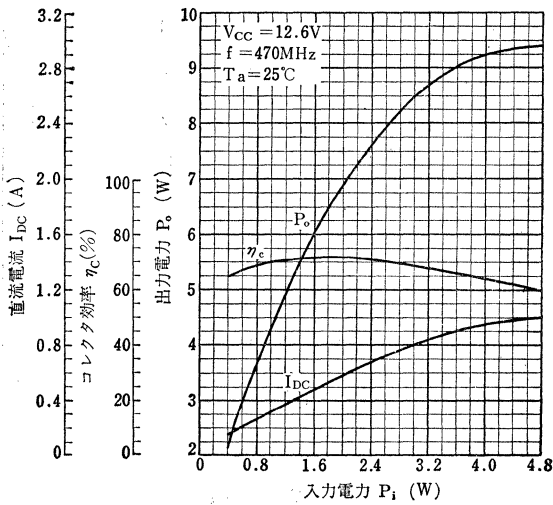
C_{ob}, C_{TE}-V_R



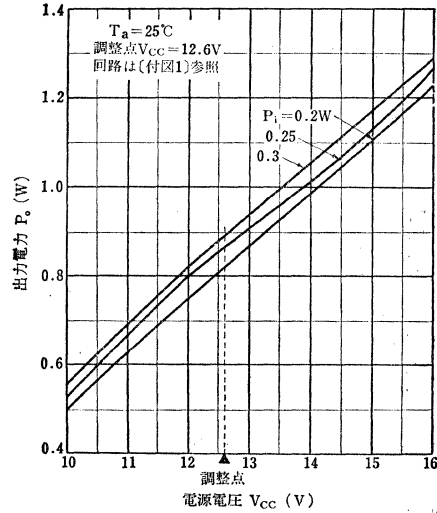
P_o-V_{CC}



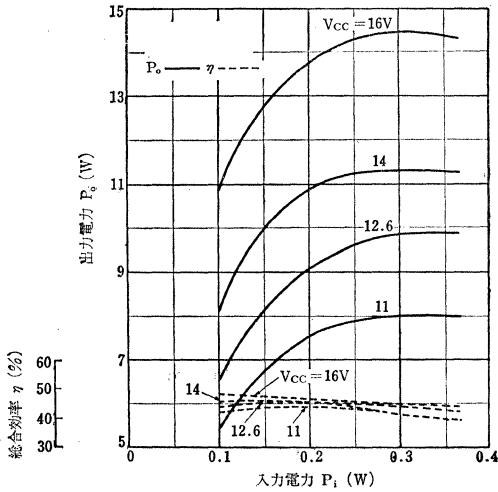
$P_o, I_{DC}, \eta - P_i$



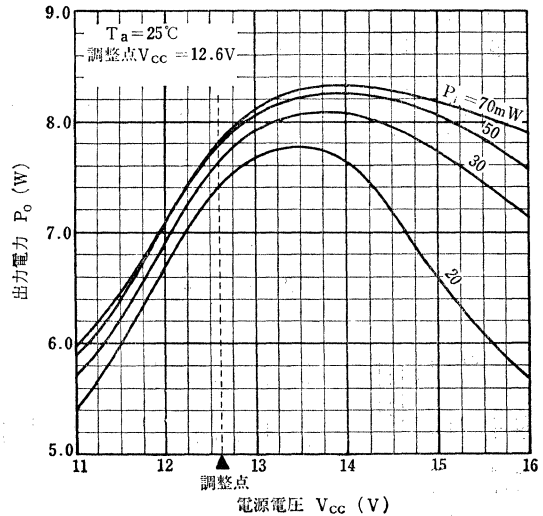
$P_o - V_{CC}$ (see Fig. 2)



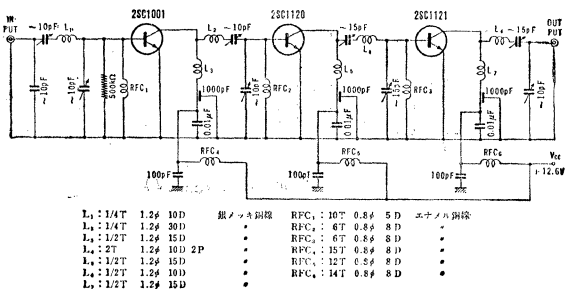
$P_o, \eta - P_i$ (see Fig. 2)



$P_o - V_{CC}$ (see Fig. 3)



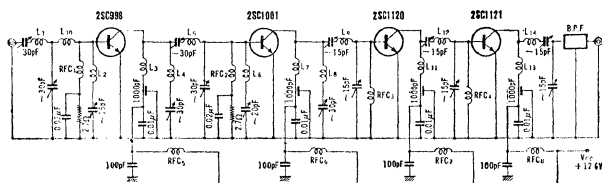
(Fig. 2) P. A P. A P. A
 2SC1001-2SC1120-2SC1121
 f=470MHz ストレート 3 段電力増幅回路
 2SC1001(P.A)-2SC1120(P.A)-2SC1121(P.A) 3stage Power
 Amplifier Circuit (470MHz Operation)



L_1 : 1/4T	1.2 μ	10D	RFC ₁ : 10T	0.8 μ	5D	エナメル線
L_2 : 1/4T	1.2 μ	30D	RFC ₂ : 6T	0.8 μ	8D	
L_3 : 1/2T	1.2 μ	15D	RFC ₃ : 6T	0.8 μ	8D	
L_4 : 2T	1.2 μ	10D 2P	RFC ₄ : 15T	0.8 μ	8D	
L_5 : 1/2T	1.2 μ	15D	RFC ₅ : 12T	0.8 μ	8D	
L_6 : 1/2T	1.2 μ	10D	RFC ₆ : 14T	0.8 μ	8D	
L_7 : 1/2T	1.2 μ	15D				

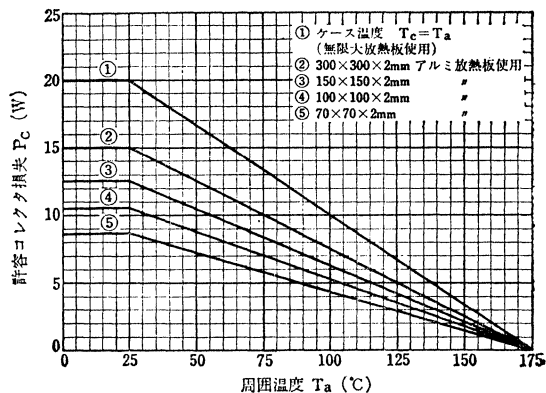
(Fig. 3)

4~6W移動無線機用ラインアップ
 MULT(×2) MULT(×2) P.A P.A
 2SC998 - 2SC1001 - 2SC1120 - 2SC1121
 ダブル2てい倍(11.5MHz→450MHz)4段電力増幅回路
 4W to 6W Line up for Land-Mobile Radio 2SC998
 (doubler)-2SC1101(doubler)-2SC1120(P.A)-2SC1121
 (P.A)Double doubler and Power Amplifier Circuit
 (11.5MHz to 450MHz Operation)

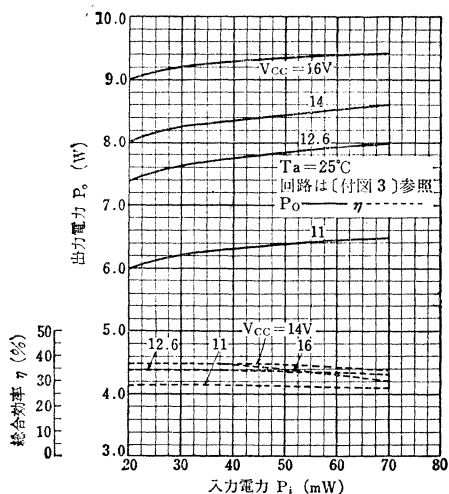


- L₁: 2T 0.8φ 7D 3P 線メッシュ共振
- L₂: 2T 0.8φ 7D 2P " "
- L₃: 2T 0.8φ 7D 2P " "
- L₄: 2T 0.8φ 7D 2P " "
- L₅: 1T 0.8φ 7D " "
- L₆: 1T 1.2φ 7D " "
- L₇: 3T 1.2φ 7D 2P " "
- L₈: 2T 1.2φ 7D 2P " "
- L₉: 2T 0.8φ 7D 2P " "
- L₁₀: 1/2T 1.2φ 7D 2P " "
- L₁₁: 1/2T 1.2φ 7D 2P " "
- L₁₂: 1/2T 1.2φ 15D 線メッシュ共振
- L₁₃: 1/2T 1.2φ 15D " "
- RFC₁: 20T 0.6φ 5D エナメル共振
- RFC₂: 20T 0.6φ 5D " "
- RFC₃: 20T 0.6φ 5D " "
- RFC₄: 8T 0.6φ 5D " "
- RFC₅: 23T 0.6φ 5D " "
- RFC₆: 10T 0.6φ 5D " "
- RFC₇: 10T 0.6φ 5D " "
- RFC₈: 15T 0.6φ 7D " "
- RFC₉: 15T 0.8φ 5D " "
- B-P-F: Band pass Filter

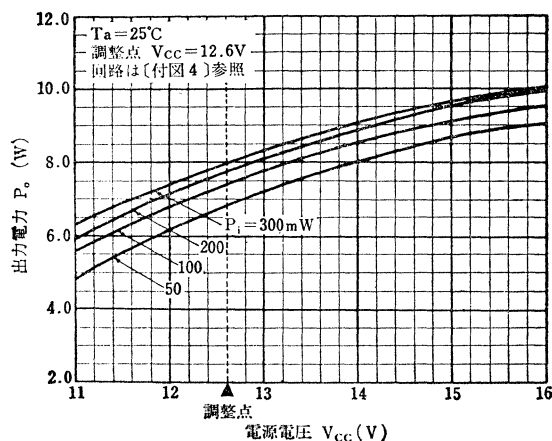
P_c-T_a



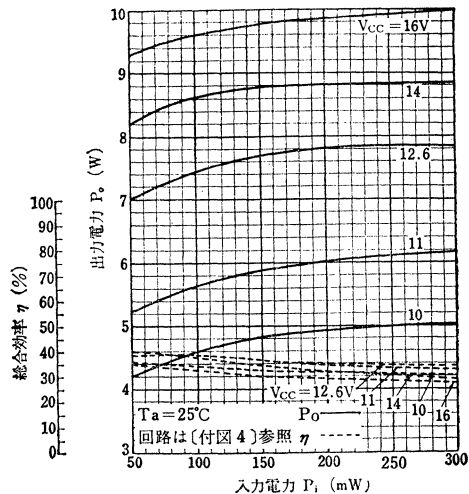
P_o, η-P_i(see Fig. 3)



P_o-V_{CC}(see Fig. 4)

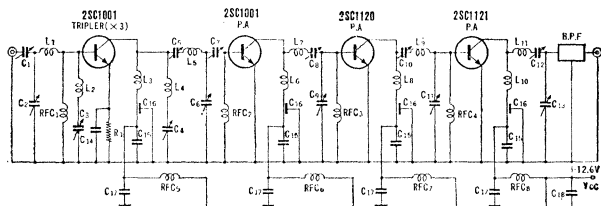


P_o, η-P_i(see Fig. 4)



(Fig. 4)

4~6W移動無線機用ラインアップ
 MULT(×3) P.A P.A P.A
 2SC1001 - 2SC1001 - 2SC1120 - 2SC1121
 3てい倍(150MHz→450MHz)4段電力増幅回路
 4W to 6W Line up for Land-Mobile 2SC1001
 (tripler)-2SC1001(P.A)-2SC1120(P.A)-2SC1121(P.A)
 Tripler and 4stage Power Amplifier Circuit



- C₁: -20pF C₁₄: 0.0022μF L₈: 1/2T 1.2φ 15D
- C₂: -20pF C₁₅: 0.02μF L₉: 11/2T 1.2φ 10D 2P
- C₃: -15pF C₁₆: 100pF L₁₀: Straight 20 1.2φ
- C₄: -30pF (Fixed through) L₁₁: 1/2T 1.2φ 10D
- C₅: -15pF C₁₇: 0.02μF RFC₁: 15T 0.6φ 3.5D エナメル共振
- C₆: -15pF C₁₈: 50pF(50WV) RFC₂: 15T 0.6φ 3.5D エナメル共振
- C₇: -15pF L₁: 2T0.8φ 10D 2P RFC₃: 15T 0.6φ 3.5D エナメル共振
- C₈: -10pF L₂: 1T0.8φ 10D RFC₄: 5T 1.0φ 5D エナメル共振
- C₉: -10pF L₃: 1T0.8φ 8D RFC₅: RFC₆: 1T1.0φ 8D エナメル共振
- C₁₀: -20pF L₄: 1T0.8φ 8D B.P.F.: Band pass filter
- C₁₁: -15pF L₅: 2T0.8φ 10D 2P R₁: 22Ω (1/2W)
- C₁₂: -15pF L₆: 1T1.2φ 8D
- C₁₃: -10pF L₇: 2T1.2φ 8D 2P

2SC1122A

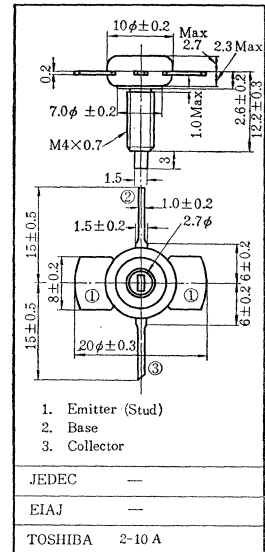
シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

- 400MHz 帯、無線送信機出力段用（低電圧電源用）
- 400MHz-Band Land-Mobile Radio Output Stage Applications (Low supply Voltage use)

通信工業用

Industrial Applications

Unit in mm



- ストリップライン形外囲器を採用しているため電力利得が4.2dB (Typ.) と大きい。
- 470MHz で 16.0W (Typ.) 出力が得られます。 / 16.0 W Typical Power Out put at 470MHz
- エミッタ電極がスタッドに接続されている為、動作が安定です。
- 10W 無線送信機、終段増幅用として最適です。 / Recommended for Power Stage of 10W Land-Mobile Radio.

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

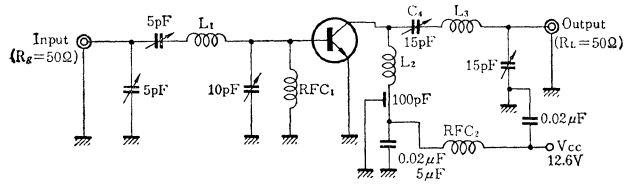
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V _{CB0}	35	V
コレクタ・エミッタ間電圧	R _{BE} =∞	V _{CEO}	20
	R _{BE} =10Ω	V _{CER}	35
エミッタ・ベース間電圧	V _{EB0}	4	V
コレクタ電流	I _C	4.5	A
エミッタ電流	I _F	-4.5	A
コレクタ損失	T _C =25°C	P _C	30
接合部温度	T _J	175	°C
保存温度	T _{stg}	-65~175	°C

電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしゃ断電流	I _{CBO}	V _{CB} =15V, I _E =0	—	—	50	μA
	I _{CEO}	V _{CE} =15V, I _B =0	—	—	0.15	mA
エミッタしゃ断電流	I _{EBO}	V _{EB} =3V, I _C =0	—	—	0.15	mA
コレクタ・ベース間降伏電圧	BV _{CB0}	I _C =1mA, I _E =0	35	—	—	V
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV _{CEO}	I _O =10mA, I _B =0	20	—	—	V
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV _{EB0}	I _E =1mA, I _C =0	4.0	—	—	V
直流電流増幅率*	h _{FE}	V _{CE} =5V, I _C =1.5A	20	40	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	V _{CE(sat)}	I _C =1.5A, I _B =0.15A	—	—	1.3	V
トランジション周波数	f _T	V _{CE} =10V, I _E =-0.2A	—	400	—	MHz
コレクタ出力容量	C _{ob}	V _{CB} =10V, I _E =0, f=1MHz	—	20	40	pF
入力インピーダンス (実数部)	R _e (h _{ie})	V _{CE} =10V, I _E =-0.2A, f=470MHz	—	5	10	Ω
出力電力 (Fig.1)	P _O	V _{CC} =12.6V, P _i =6.0W, f=470MHz, η≥50%	15	16	—	W
電力利得	GP	V _{CC} =12.6V, P _i =6.0W, f=470MHz, η≥50%	4.0	4.25	—	dB

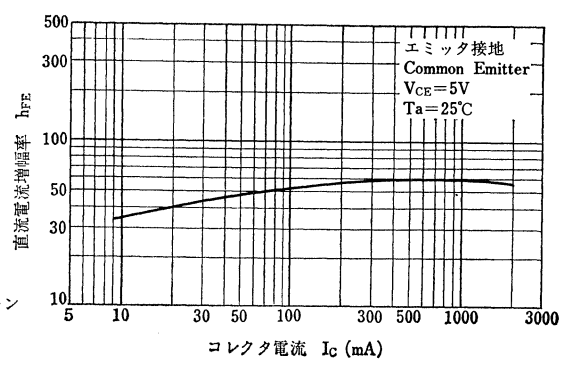
* Pulse test, Pulse width ≤ 100μs, Duty cycle ≤ 3.0%

Fig. 1 出力電力測定回路
P_o Test circuit

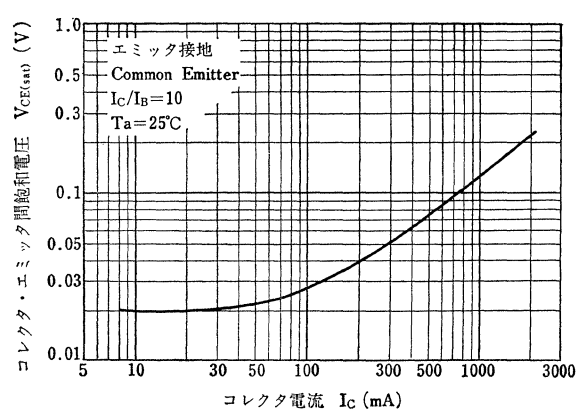


- L₁ : 1.6mmφ, 銀メッキ銅線, コイル径7.0mmφ, 1/2ターン
- L₂ : 1.2mmφ, 銀メッキ銅線, コイル径10.0mmφ, 1½ターン
- L₃ : 1.6mmφ, 銀メッキ銅線, コイル径10.0mmφ, コイル径1/2ターン
- RFC₁ : 0.7mmφ, エナメル銅線, コイル径7.0mmφ, 6ターン
- RFC₂ : 0.7mmφ, エナメル銅線, コイル径7.0mmφ, 20ターン
- L₁ : 1.6mmφ, ID=7.0mmφ, ½turns, Silver Plated Copper Wire
- L₂ : 1.2mmφ, ID=10.0mmφ, 1½turns, ditto
- L₃ : 1.6mmφ, ID=10.0mmφ, ½turns, ditto
- RFC₁ : 0.7mmφ, ID=7.0mmφ, 6turns, EC
- RFC₂ : 0.7mmφ, ID=7.0mmφ, 20turns, EC

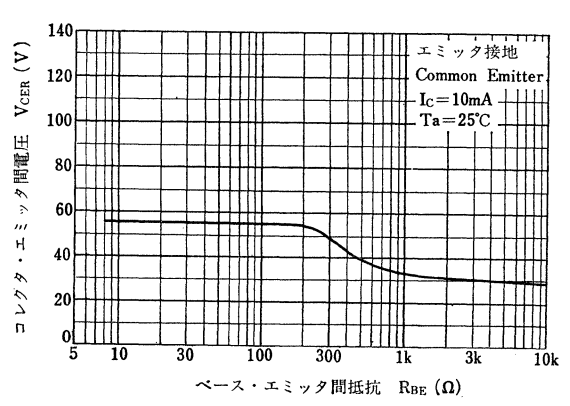
h_{FE}-I_C



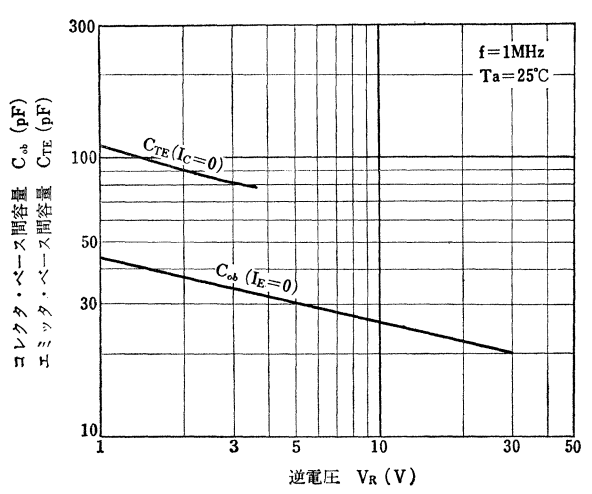
V_{CE(sat)}-I_C



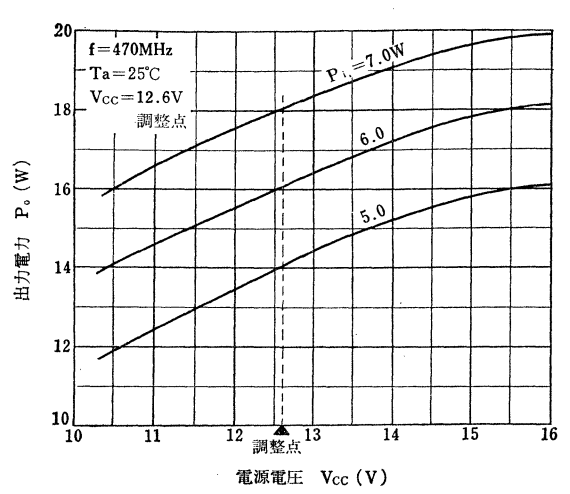
V_{CEr}-R_{BE}



C_{ob}, C_{TE}-V_R



P_o-V_{CC}



2SC1122A

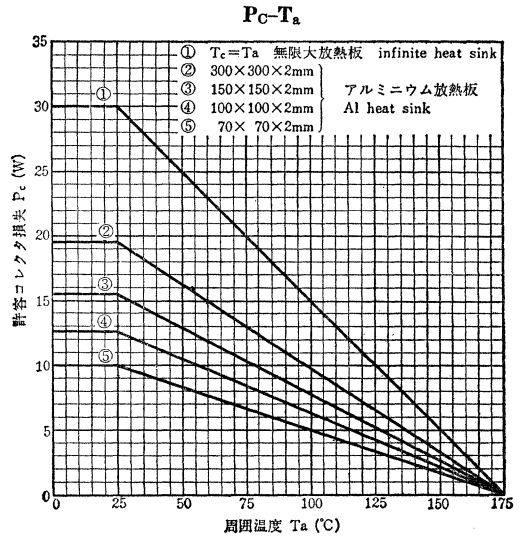
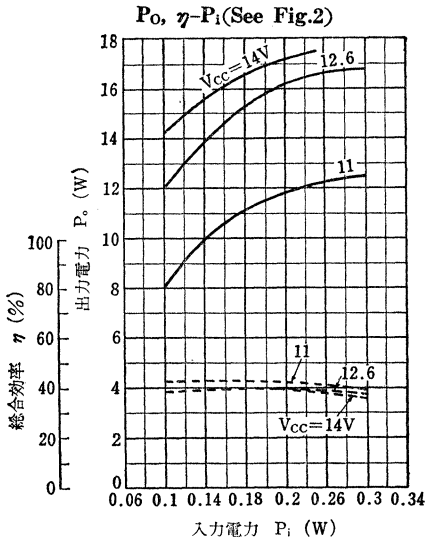
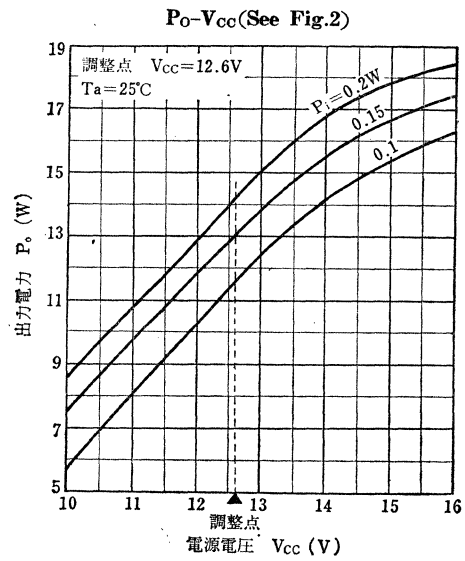
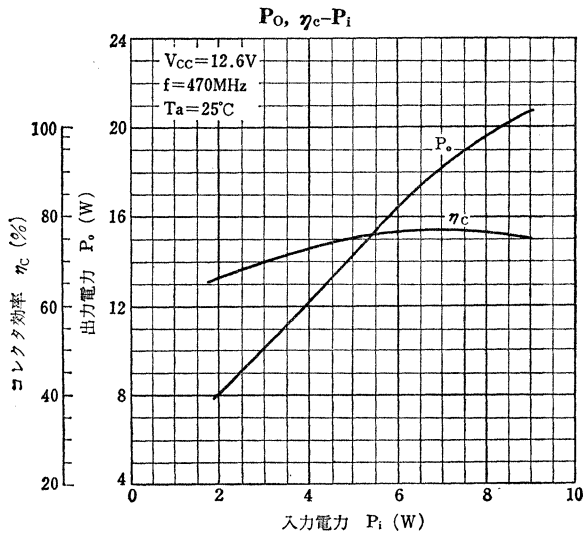
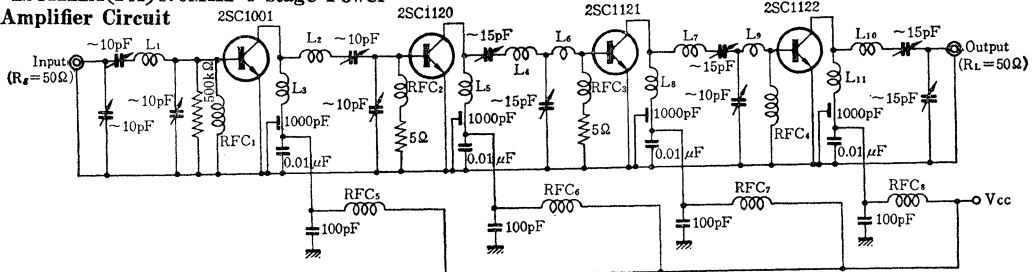


Fig.2 2SC1001(PA)-2SC1120(PA)-2SC1121(PA)-2SC1122A(PA)470MHz 4 stage Power Amplifier Circuit

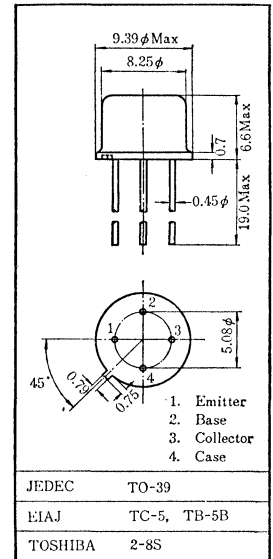


- | | | | |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| L_1 : 1/4T 1.2φ 10D | Silver Plated Copper Wire | L_{11} : 1/2T 1.2φ 15D | Silver Plated Copper Wire |
| L_2 : 1/4T 1.2φ 30D | ditto | RFC_1 : 10T 0.8φ 5D | EC |
| L_3 : 1/2T 1.2φ 15D | ditto | RFC_2 : 6T 0.8φ 8D | EC |
| L_4 : 2T 1.2φ 10D 2P | ditto | RFC_3 : 7T 0.8φ 8D | EC |
| L_5 : 1/2T 1.2φ 15D | ditto | RFC_4 : 6T 0.8φ 8D | EC |
| L_6 : 1.6φ 15mm Straight | ditto | RFC_5 : 15T 0.8φ 8D | EC |
| L_7 : 1/2T 1.2φ 15D | ditto | RFC_6 : 12T 0.8φ 8D | EC |
| L_8 : 1/2T 1.2φ 15D | ditto | RFC_7 : 14T 0.8φ 8D | EC |
| L_9 : 1.6T 15mm Straight | ditto | RFC_8 : 12T 0.8φ 8D | EC |
| L_{10} : 1/2T 1.2φ 10D | ditto | | |

Unit in mm

○CATV増幅器出力段用 ○VHF, UHF共聴ブースタ出力段用
○ High Power Amplifier for CATV Applications

- 広帯域高出力A級増幅回路に適しています。 / Wide Band and high Gain for class A Amplifier.
- 混変調, 相互変調特性が優れています。 / Excellent cross modulation characteristics.
- ケースを直流的に接地することが可能です。 / All electrodes insulated from case.



最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristics	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V _{CB0}	50	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V _{CEO}	35	V
エミッタ・ベース間電圧	V _{EBO}	3	V
コレクタ電流	I _C	300	mA
エミッタ電流	I _E	-300	mA
コレクタ損失	P _C	600	mW
接合部温度	T _J	150	°C
保存温度	T _{stg}	-55~150	°C

電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

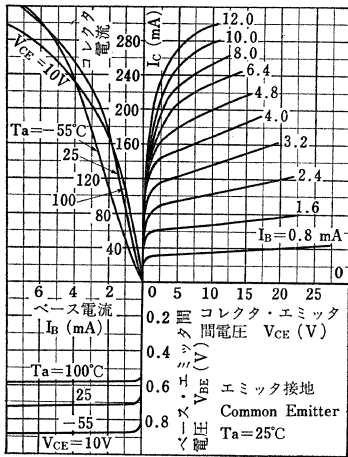
Characteristics	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしゃ断電流	I _{CB0}	V _{CB} =20V, I _E =0	—	—	0.3	μA
コレクタしゃ断電流	I _{CEO}	V _{CE} =20V, I _E =0	—	—	1.0	μA
エミッタしゃ断電流	I _{EBO}	V _{EB} =2V, I _C =0	—	—	0.1	μA
コレクタ・ベース間降伏電圧	BV _{CB0}	I _C =0.1mA, I _E =0	50	—	—	V
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV _{CEO}	I _C =5mA, I _B =0	35	—	—	V
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV _{EBO}	I _E =0.1mA, I _C =0	3	—	—	V
直流電流増幅率*	h _{FE}	V _{CE} =10V, I _C =50mA	25	—	90	—
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	V _{CE(sat)}	I _C =50mA, I _B =5mA	—	—	0.7	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	V _{BE(sat)}	I _C =50mA, I _B =5mA	—	—	1.1	V
トランジション周波数	f _T	V _{CE} =20V, I _E =-50mA	1100	1400	—	MHz
コレクタ出力容量	C _{ob}	V _{CB} =15V, I _E =0, f=1MHz	—	2.2	3.0	pF
ベース拡がり抵抗	r _{bb'}	V _{CE} =6V, I _E =-2mA	—	—	15	Ω
雑音指数	NF	V _{CE} =20V, I _C =10mA, R _s =50Ω, f=200MHz	—	4.0	5.0	dB
電力利得	G _p	V _{CC} =20V, I _B =50mA, f=200MHz	10	14	—	dB

* h_{FE}により下表のように分類し, 現品表示してあります。

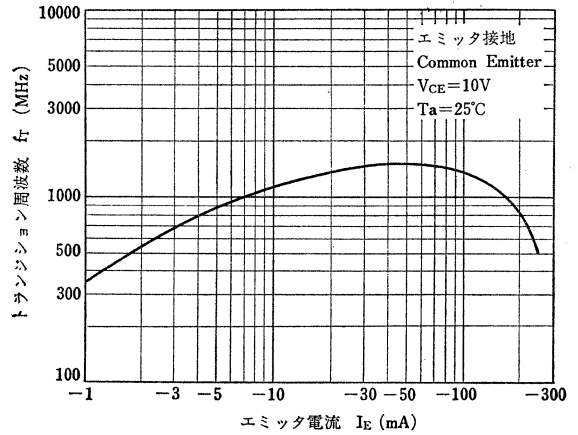
According to the value of h_{FE}, the 2SC1164 is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SC1164-R	25	50
2SC1164-O	45	90

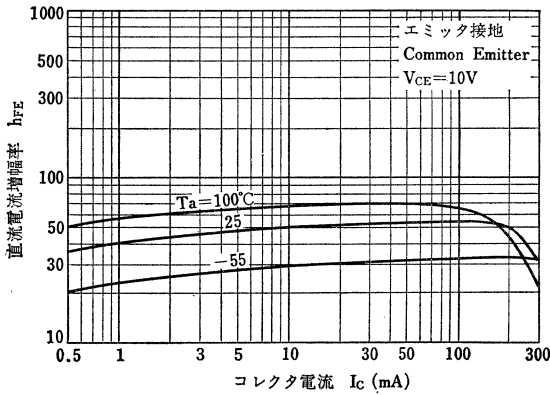
Static Characteristics



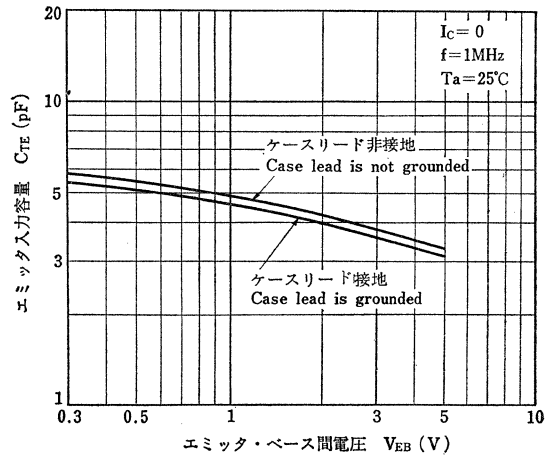
$f_T - I_E$



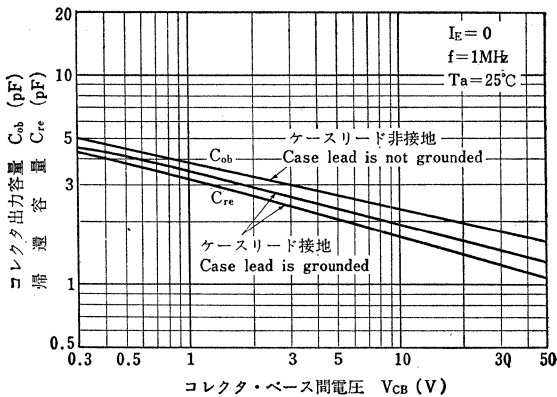
$h_{FE} - I_C$



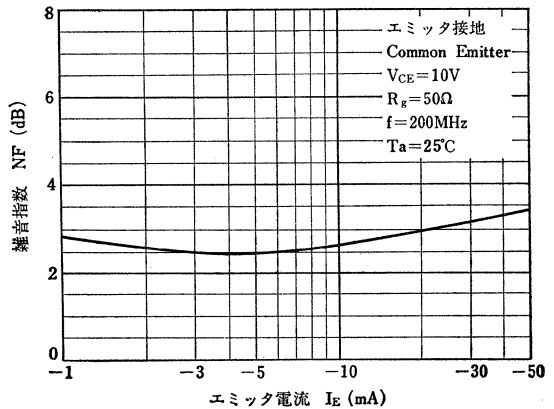
$C_{TE} - V_{EB}$



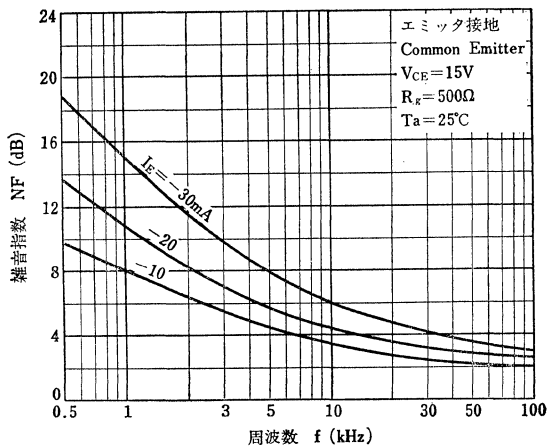
$C_{ob}, C_{re} - V_{CB}$



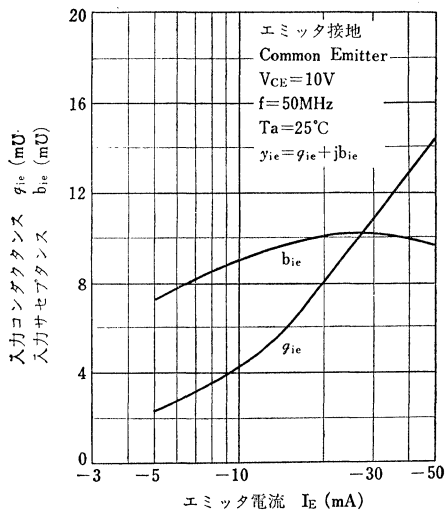
$NF - I_E$



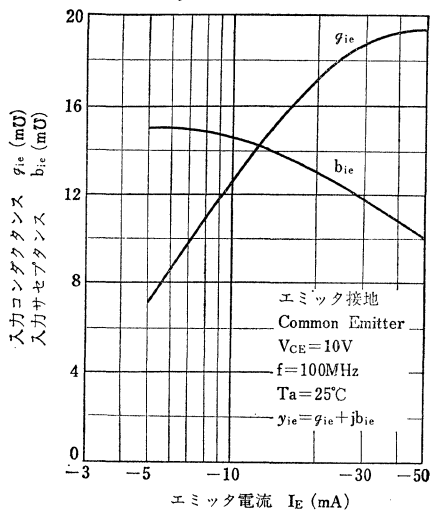
NF-f



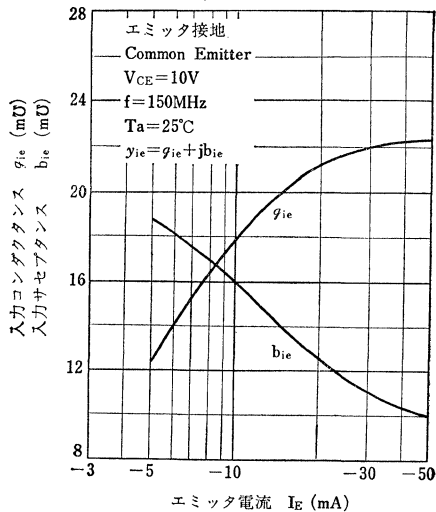
$y_{ie}-I_E$



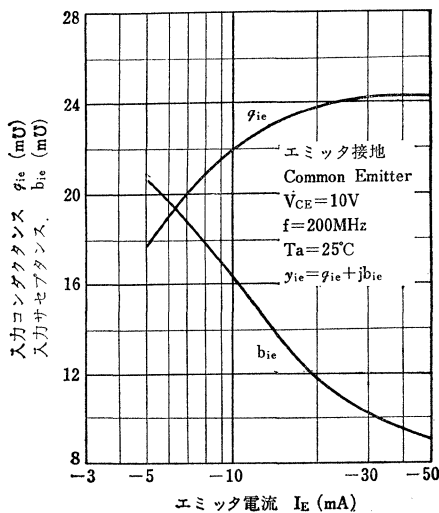
$y_{ie}-I_E$



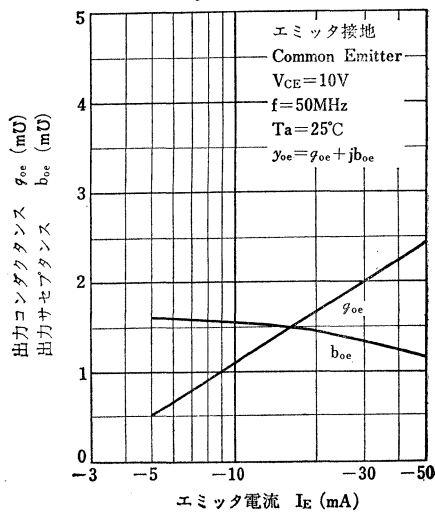
$y_{ie}-I_E$

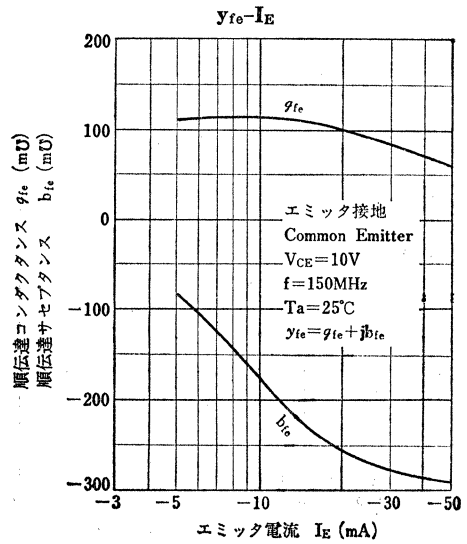
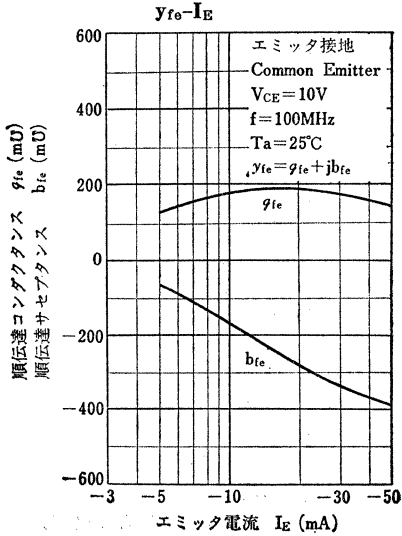
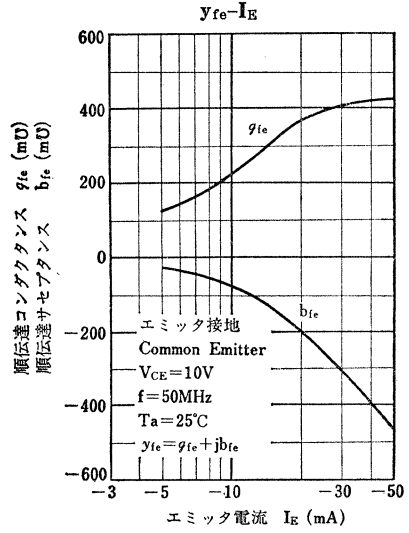
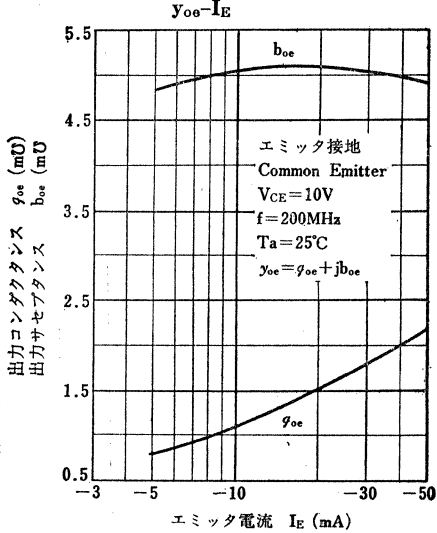
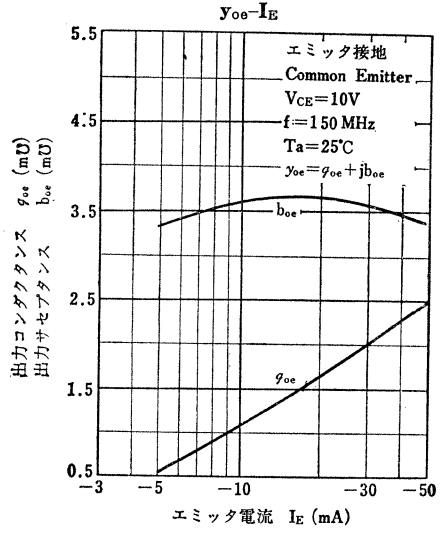
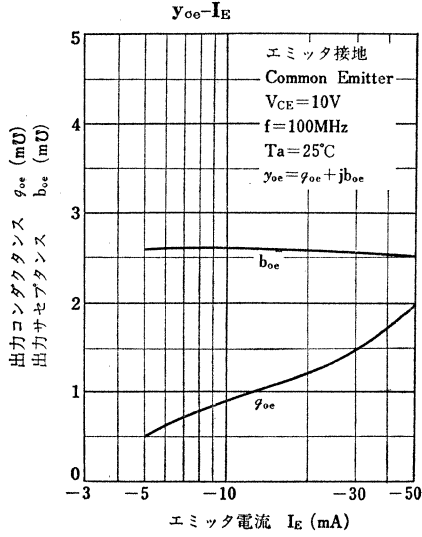


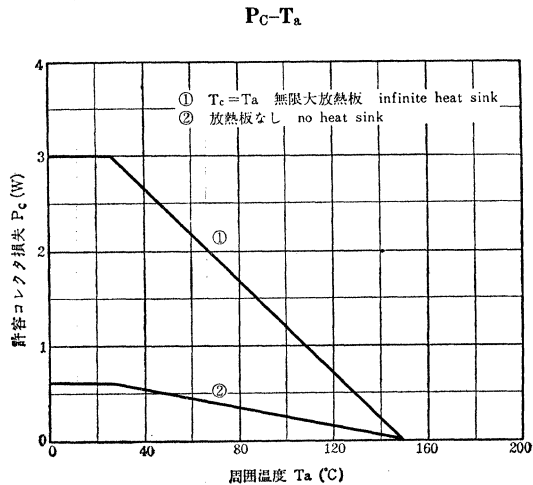
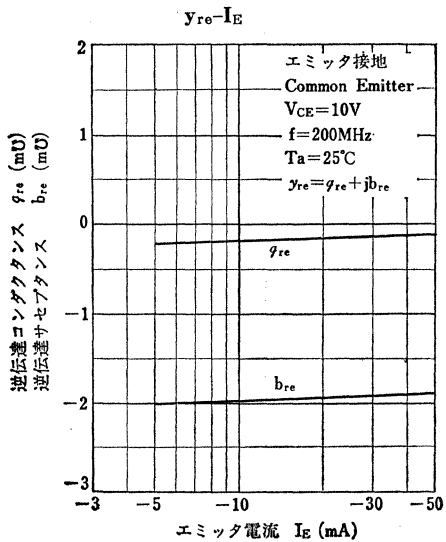
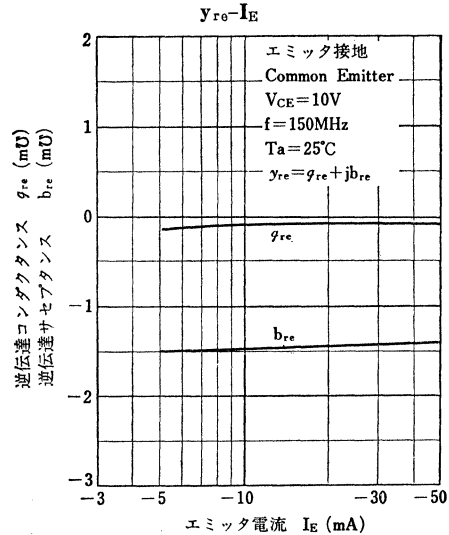
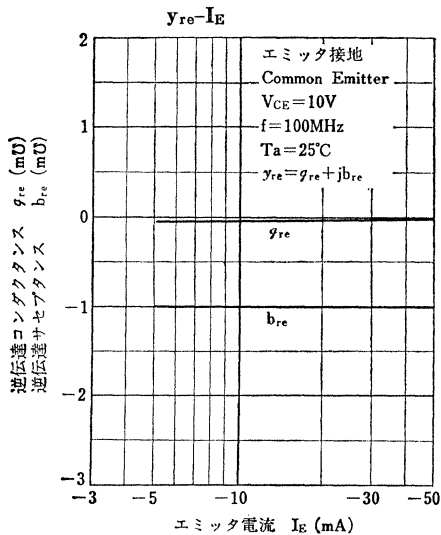
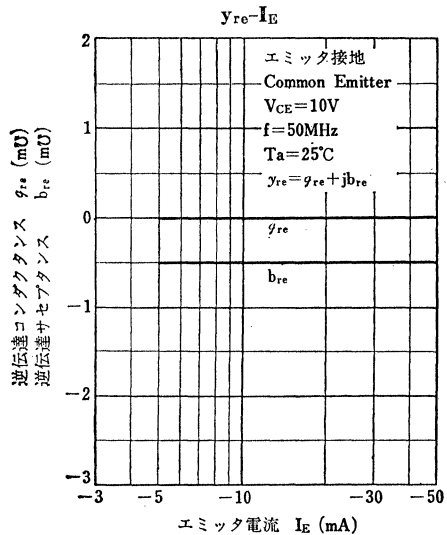
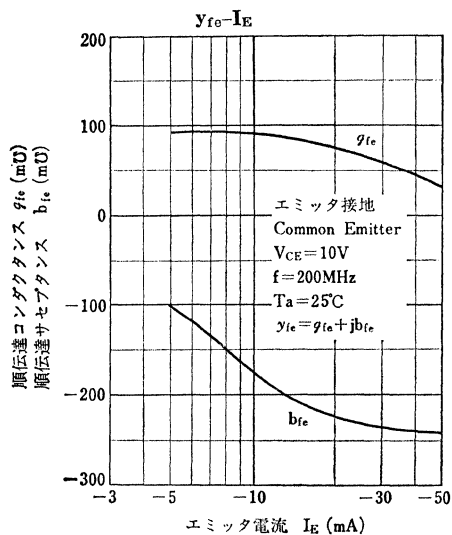
$y_{ie}-I_E$



$y_{oe}-I_E$







2SC1165

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

- 移動無線送信機出力段用(低電圧用) ○高周波高出力てい倍増幅用(低電圧用)
○コレクタ・エミッタ・ベース間とケースが絶縁されています

通信工業用

Industrial Applications

- Land-Mobile Radio RF Power Amplifier Circuit Application (Low Supply Voltage use)

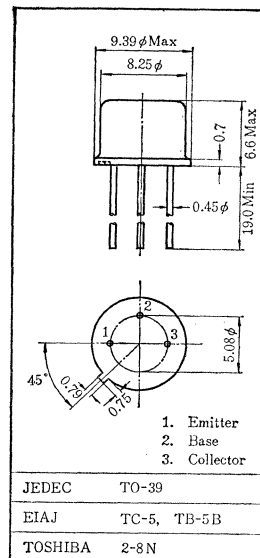
Unit in mm

- RF High-Power Frequency Multiplier Application (Low Voltage)

- 470MHz で1.0W (Typ.) 出力が得られます。 / 1.0W Typical Power Output at 470MHz
- 3てい倍 ($3f_{in}=f_{out}$) で0.18W (Typ.) 出力が得られます。 / Output power 0.18W (Typ.) in Tripler Operation (156.6MHz to 470 MHz)
- 回路に影響を与えずに放熱が可能です。
- 放熱問題に規制される事がないので回路設計が自在です。

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	40	V	
コレクタ・エミッタ間電圧 ($R_{BE}=10\Omega$)	V_{CE0}	20	V	
	V_{CER}	40		
エミッタ・ベース間電圧	V_{EB0}	4	V	
コレクタ電流	I_C	0.5	A	
エミッタ電流	I_E	-0.5	A	
ベース電流	I_B	0.2	A	
コレクタ損失	P_C	$T_a=25^\circ\text{C}$	0.7	W
		$T_C=25^\circ\text{C}$	5	
接合部温度	T_J	175	$^\circ\text{C}$	
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ\text{C}$	



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしゃ断電流	I_{CB0}	$V_{CB}=15\text{V}, I_E=0$	—	—	1	μA
エミッタしゃ断電流	I_{EB0}	$V_{EB}=3\text{V}, I_C=0$	—	—	10	μA
コレクタ・ベース間降伏電圧	BV_{CB0}	$I_C=1\text{mA}, I_E=0$	40	—	—	V
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{CE0}	$I_C=10\text{mA}, I_B=0$	20	—	—	V
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV_{EB0}	$I_E=1\text{mA}, I_C=0$	4.0	—	—	V
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=5\text{V}, I_C=0.1\text{A}$	20	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=200\text{mA}, I_B=20\text{mA}$	—	—	0.5	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=200\text{mA}, I_B=20\text{mA}$	—	—	1.2	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-50\text{mA}$	—	600	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	—	6.5	10	pF
入力インピーダンス (実数部)	$Re(h_{ie})$	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=-50\text{mA}, f=470\text{MHz}$	—	25	50	Ω
出力電力(1)	$P_O(1)$ Fig. 1	$f=470\text{MHz}, V_{CC}=12.6\text{V}, P_I=0.3\text{W}, \eta \geq 60\%$	0.9	1.0	—	W
出力電力(2)	$P_O(2)$ Fig. 2	$3f_{in}=f_{out}=470\text{MHz}, V_{CC}=12.6\text{V}, P_I=0.1\text{W}, \eta \geq 30\%$	0.15	0.18	—	W

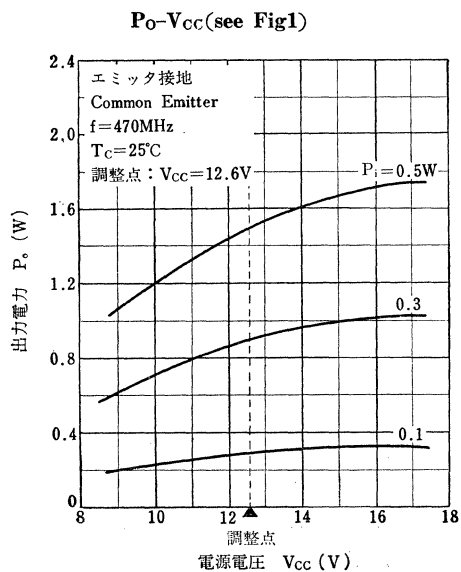
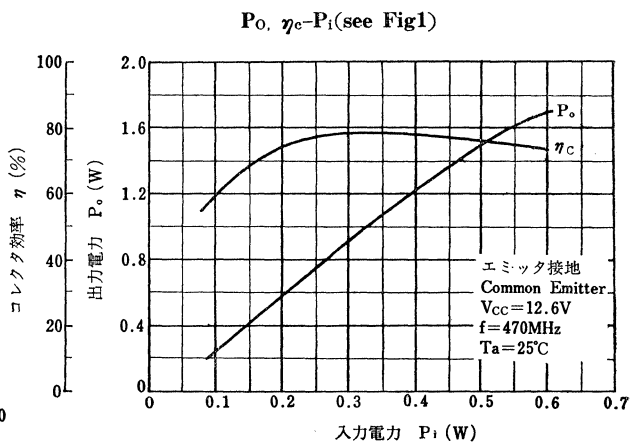
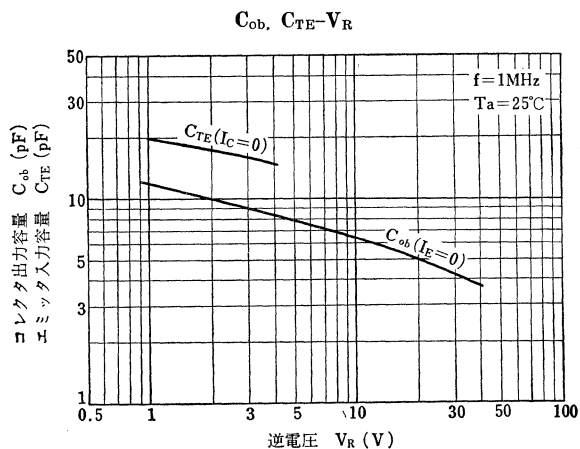
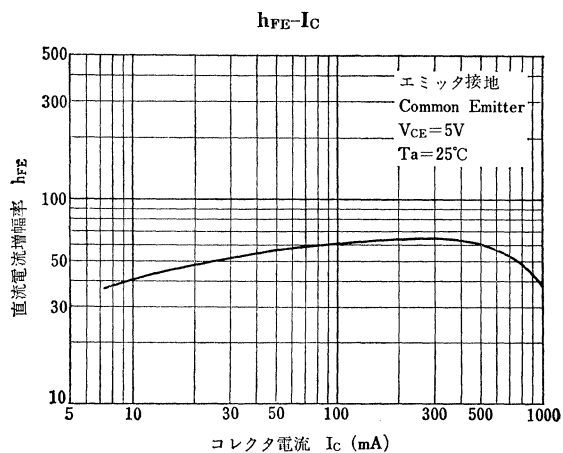
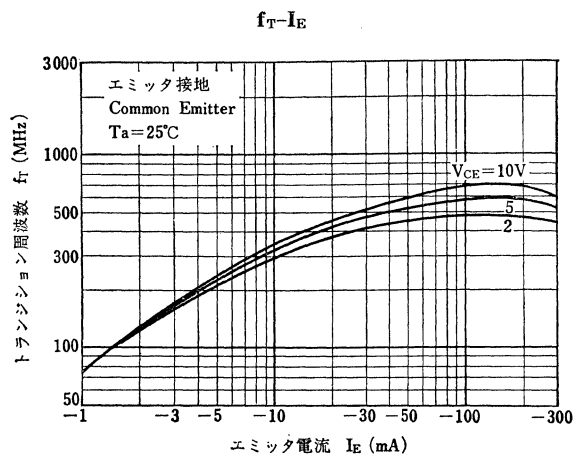
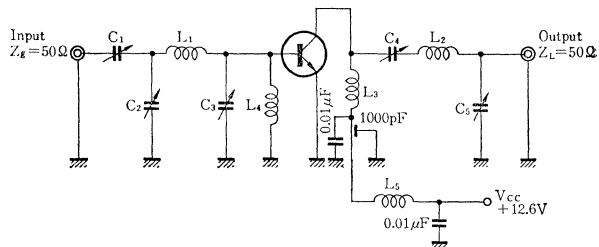


Fig. 1 $f = 470\text{MHz}$ 出力電力測定回路
 $f = 470\text{MHz}$ P_o Test Circuit



- L_1 : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 2T, 6ID, Long
- L_2 : 1.0mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 25Long, Straight
- L_3 : 1.0mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 20Long
- L_4, L_5 : RFC
- C_1 : 10pF
- C_2 : 30pF
- C_3 : 25pF
- C_4 : 25pF
- C_5 : 30pF

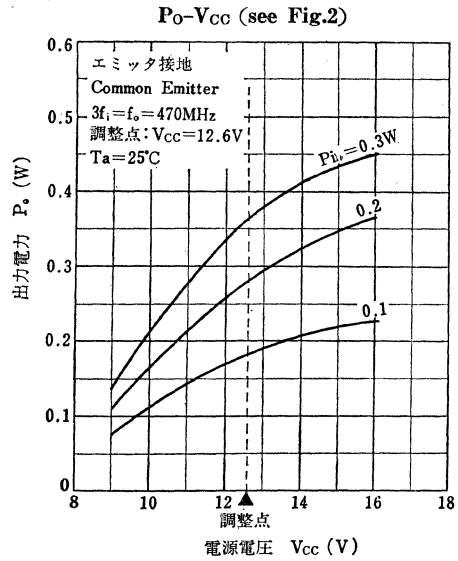
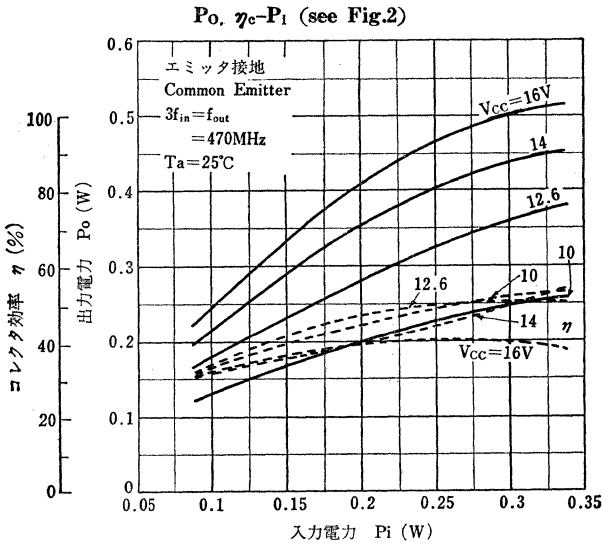
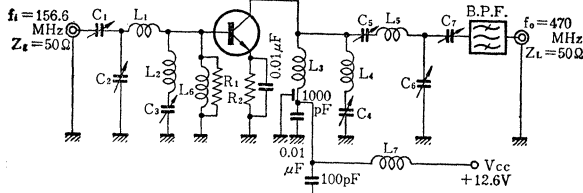
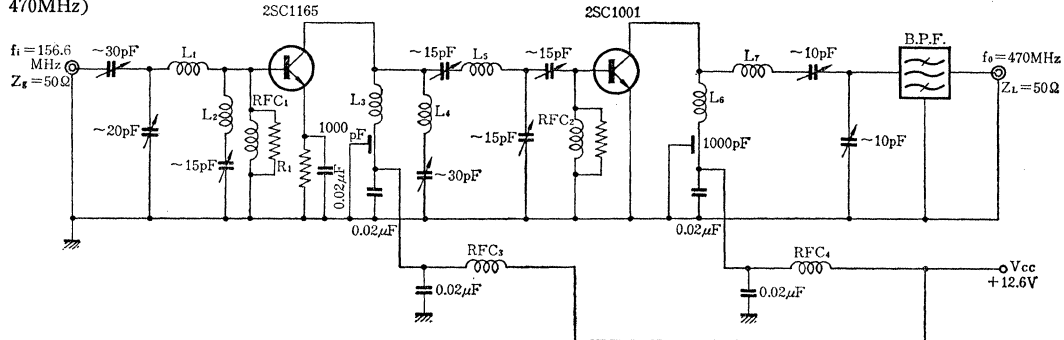
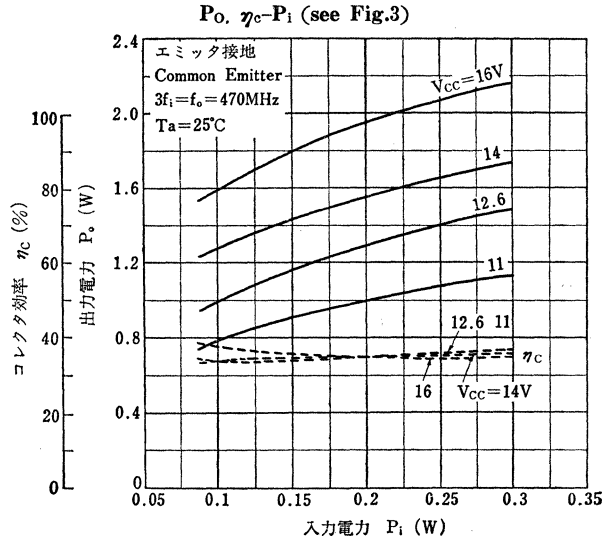


Fig.2 3てい倍出力電力測定回路(156.6MHz→470MHz)
Tripler Power Output Measuring
Circuit (156.6MHz to 470MHz)



- L₁ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線(Silver Plated Copper Wire), 2T, 6ID, Long
- L₂ : 1.0mmφ, 銀メッキ銅線(Silver Plated Copper Wire), 25Long, Straight
- L₃ : 1.0mmφ, 銀メッキ銅線(Silver Plated Copper Wire), 20Long
- L₄, L₅ : RFC
- C₁ : 10pF
- C₂ : 30pF
- C₃ : 25pF
- C₄ : 25pF
- C₅ : 30pF

Fig.3 3てい倍(156.6MHz→470MHz) 2段電力増幅回路
Tripler and Powev Amplifier Circuit (156.6 MHz to 470MHz)



- L₁ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線(Silver Plated Copper Wire), 2T, 10ID, 2P
- L₂ : 1.2mmφ, 銀メッキ銅線(Silver Plated Copper Wire), 1T, 10ID
- L₃, L₄ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線(Silver Plated Copper Wire), 1T, 8ID
- L₅ : 1.2mmφ, 銀メッキ銅線(Silver Plated Copper Wire), 2T, 10ID, 2P
- L₆ : 1.2mmφ, 銀メッキ銅線(Silver Plated Copper Wire), 1T, 8ID
- L₇ : 1.2mmφ, 銀メッキ銅線(Silver Plated Copper Wire), 2T, 8ID, 2P
- L₈ : 1.2mmφ, 銀メッキ銅線(Silver Plated Copper Wire), 0.25T, 20ID
- L₉ : 1.2mmφ, 銀メッキ銅線(Silver Plated Copper Wire), 1.5T, 10ID, 2P
- RFC₁~RFC₃ : 0.6mmφ, エナメル銅線(Enamel Coated Copper Wire), 15T, 3.5ID
- RFC₄ : 1.0mmφ, エナメル銅線(Enamel Coated Copper Wire), 20T, 8ID
- RFC₅, RFC₆ : 1.0mmφ, エナメル銅線(Enamel Coated Copper Wire), 17T, 8ID
- R₁ : 22Ω
- B.P.F. : Band Pass Filter

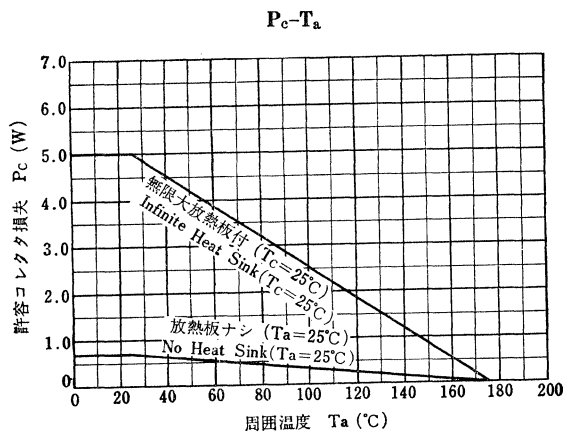
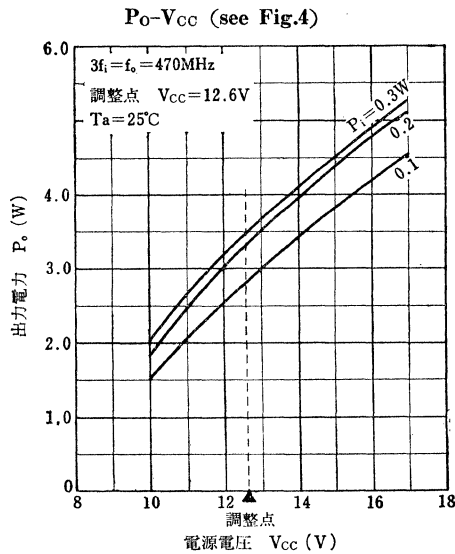
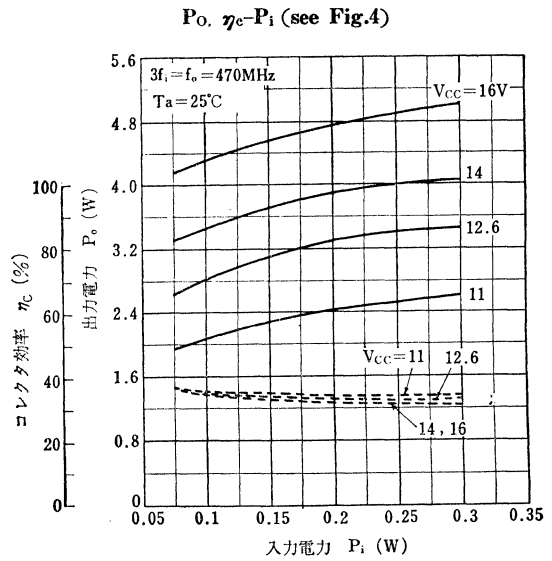
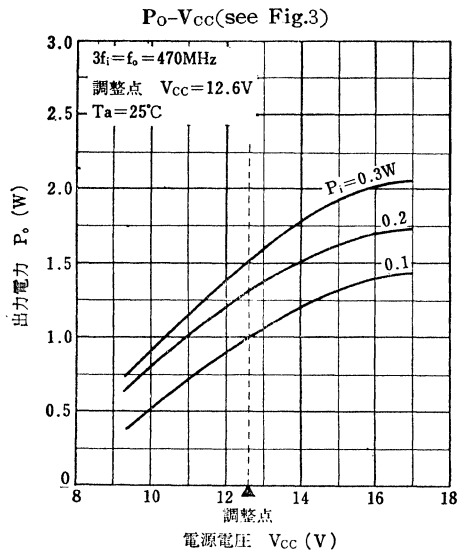
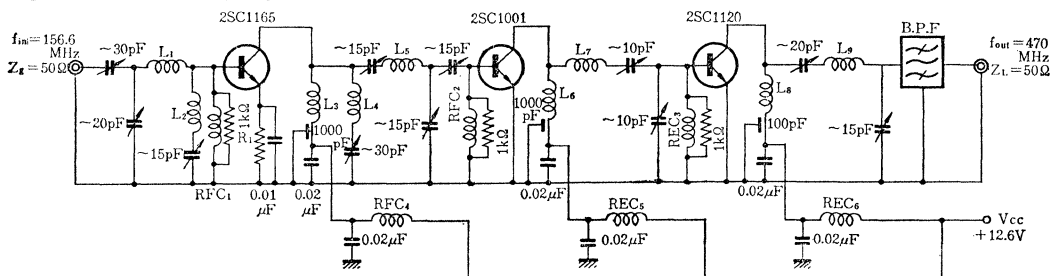


Fig.4 1~2W 移動無線機用ライン・アップ (MULT)×3 PA PA

2SC1165-2SC1001-2SC1120 3てい倍(156.6MHz→470MHz)電力増幅回路/Line up for Land-mobile Equipment/1 to 2W

TRIP PA PA

[2SC1165-2SC1001-2SC1120] / Tripler and 2 Stage Power Amplifier Circuit



- L₁ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 2T, 10ID, 2P
- L₂ : 1.2mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 1T, 10ID
- L₃, L₄ : 0.8mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 1T, 8ID
- L₅ : 1.2mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 2T, 10ID, 2P
- L₆ : 1.2mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 1T, 8ID
- L₇ : 1.2mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 2T, 8ID, 2P
- L₈ : 1.2mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 0.25T, 20ID

- L₉ : 1.2mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 1.5T, 10ID, 2P
- RFC₁~RFC₅ : 0.6mmφ, エナメル銅線 (Enamel Coated Copper Wire), 15T, 3.5ID
- RFC₆ : 1.0mmφ, エナメル銅線 (Enamel Coated Copper Wire), 20T, 8ID
- RFC₇, RFC₈ : 1.0mmφ, エナメル銅線 (Enamel Coated Copper Wire), 17T, 8ID
- R₁ : 22Ω
- B.P.F. : Band Pass Filter

2SC1166

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

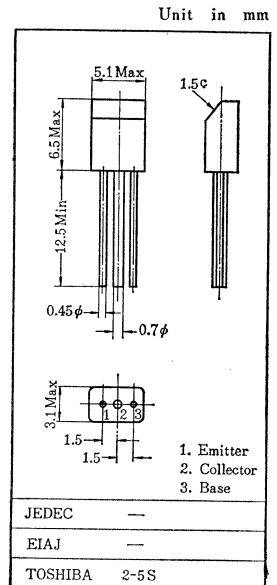
○ 励振段増幅用 ○ 電圧増幅用

○ Driver Stage Amplifier Applications

- 高耐圧です: $V_{CE0} \geq 50V$
- 許容コレクタ損失が大きい: $P_C = 600mW$ ($T_a = 25^\circ C$)
- 2SA661 とコンプリメンタリになり, コンプリメンタリ出力回路の励振用として最適です. / Complementary to 2SA661.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	70	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	50	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	200	mA
エミッタ電流	I_E	-200	mA
コレクタ損失	P_C	600	mW
接合部温度	T_j	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~150	$^\circ C$



アクセサリは RH-16 を適用
Radiator Holder No. RH-16

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

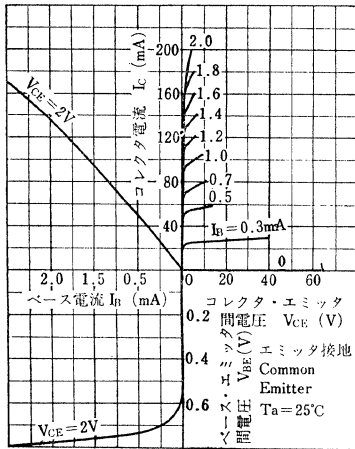
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = 20V, I_E = 0$	—	—	100	nA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = 5V, I_C = 0$	—	—	100	nA
直流電流増幅率	$h_{FE(1)*}$	$V_{CE} = 2V, I_C = 50mA$	40	100	400	—
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE} = 2V, I_C = 200mA$	20	—	—	—
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 100mA, I_B = 10mA$	—	—	0.5	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE} = 2V, I_C = 200mA$	—	—	1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = 10V, I_E = -10mA$	70	120	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = 10V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	6	—	pF

* $h_{FE(1)}$ により下表のように分類し, 現品表示してあります。

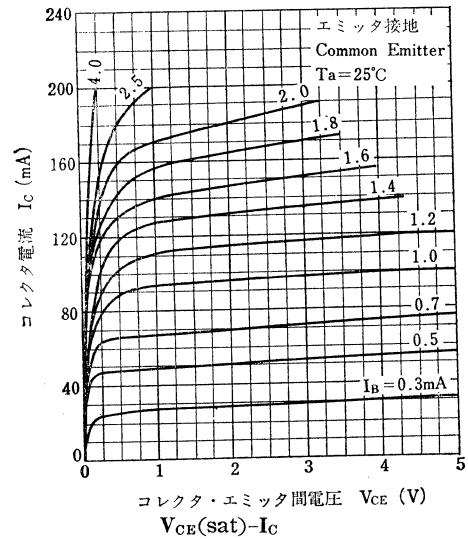
According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SC1166 is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SC1166—R	40	80
2SC1166—O	70	140
2SC1166—Y	120	240
2SC1166—GR	200	400

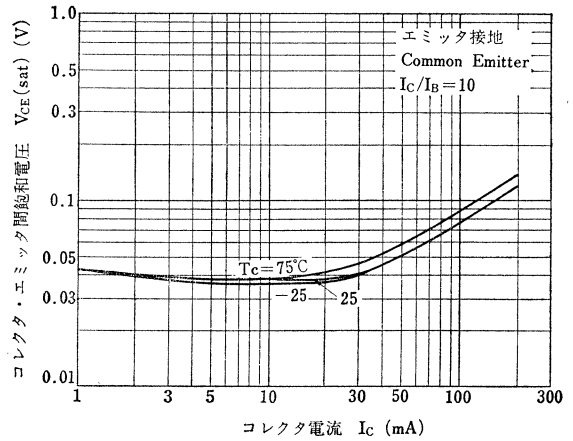
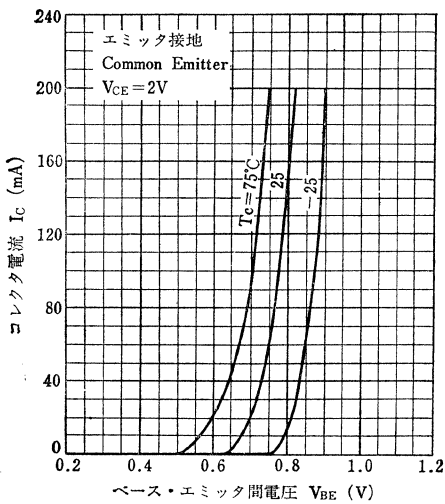
Static Characteristics



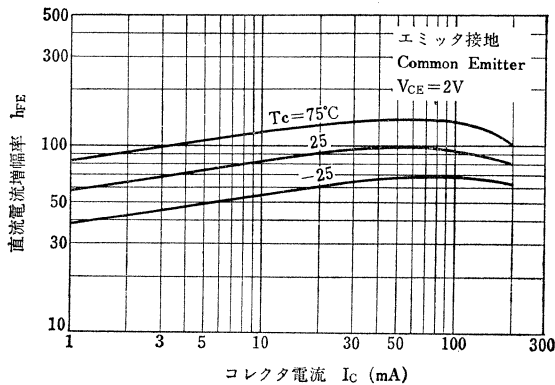
I_c-V_{CE} (Low Voltage Region)



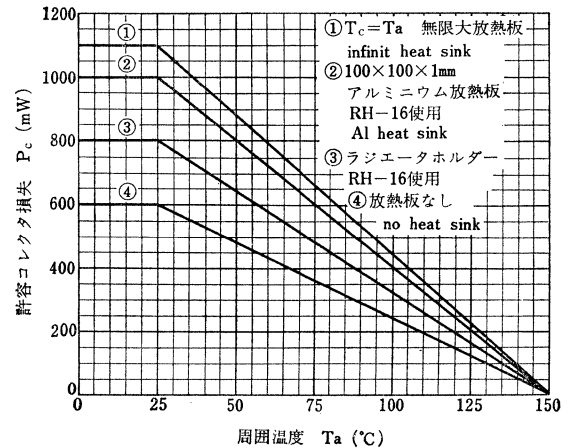
I_c-V_{BE}



$h_{FE}-I_c$



P_c-T_a



2SC1167

シリコンNPN三重拡散メサ形トランジスタ SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED MESA TRANSISTOR

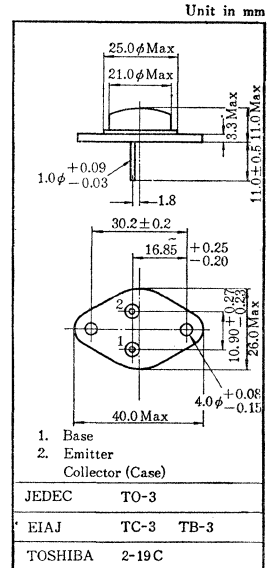
○白黒テレビ水平偏向出力用

○ Black and White TV Horizontal Output Applications

- 超高耐圧です： $V_{CBO}=1200V$
- 飽和電圧が低い： $V_{CE(sat)}=8V$ (Max.)
- スイッチング時間が速い： $t_f=0.5\mu s$ (Typ.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	1200	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CES}	1200	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	1.5	A
エミッタ電流	I_E	-1.5	A
コレクタ損失 ($T_C=25^\circ C$)	P_C	50	W
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$



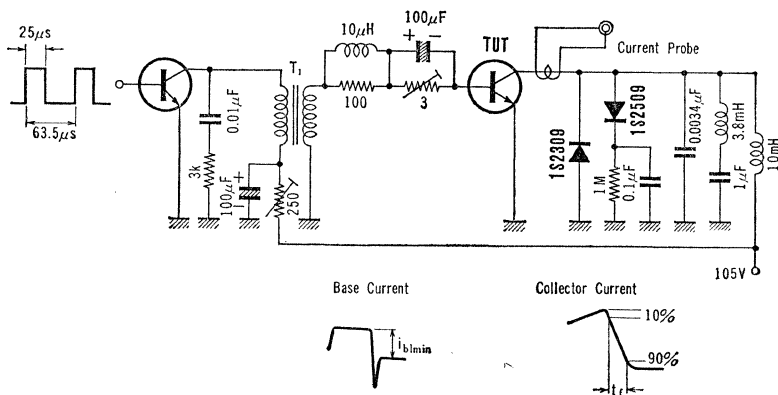
アクセサリはAC42Cを適用
Mounting Kit No. AC42C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=500V, I_E=0$	—	—	10	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	1.0	mA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=10V, I_C=0.5A$	10	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=1.0A, I_B=0.4A$	—	—	8.0	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=1.0A, I_B=0.4A$	—	—	1.5	V
シャ断周波数	$f_{\alpha b}$	$V_{CB}=15V, I_E=-0.2A$	2.0	—	—	MHz
下降時間 Fig. 1	t_f	$I_{cp}=1.0A, I_{B1}=0.4A$	—	0.5	1.0	μs

Fig. 1 下降時間測定回路

t_f Test Circuit



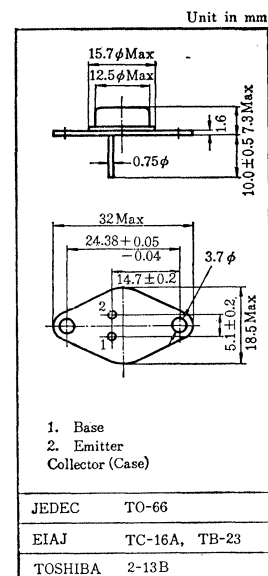
○カラーテレビ映像出力用

○ Color TV Video Output Applications

- 高耐圧です: $V_{CBO}=300V$
- コレクタ出力容量が小さい: $C_{ob}=5pF$ (Typ.)
- トランジション周波数が高い: $f_T=100MHz$ (Typ.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	300	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	300	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	150	mA
エミッタ電流	I_E	-150	mA
コレクタ損失 ($T_c=25^\circ C$)	P_C	12.5	W
接合部温度	T_j	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$

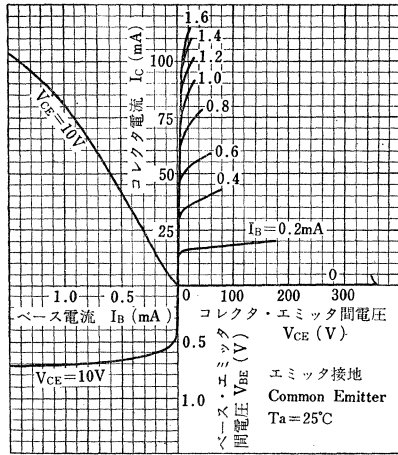


アクセサリは AC20C を適用
Mounting Kit No. AC20C

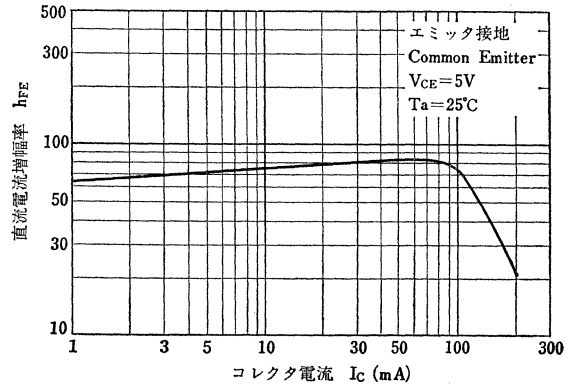
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=100V, I_E=0$	—	—	0.1	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	1.0	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=10V, I_C=50mA$	25	100	240	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=100mA, I_B=20mA$	—	—	1.0	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=100mA, I_B=20mA$	—	—	1.2	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10V, I_E=-30mA$	40	100	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=20V, I_E=0, f=1MHz$	—	5.0	6.5	pF
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	$V_{CE}=25V, I_E=-2mA, f=30MHz$	—	10	25	Ω

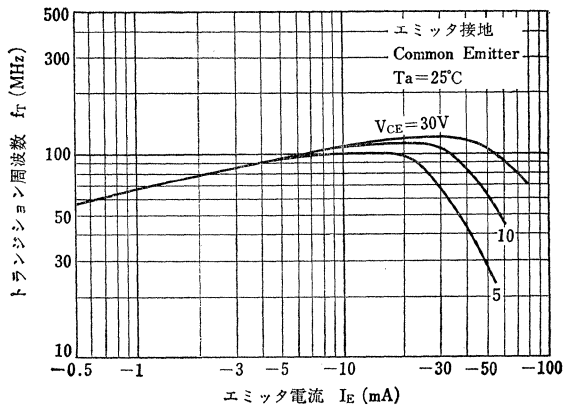
Static Characteristics



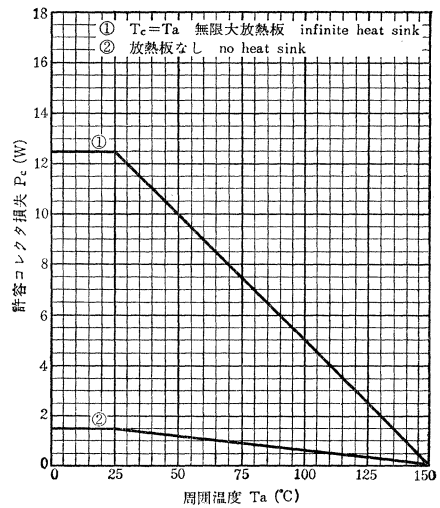
$h_{FE}-I_C$



f_T-I_E



P_C-T_a



シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

2SC1169

○移動無線送信機出力段用(低電圧電源用) ○高利得, C級電力増幅回路に適
します。

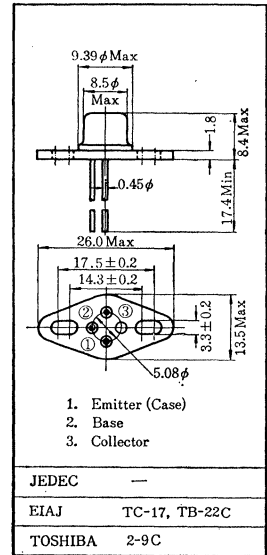
○Land-Mobile Radio RF Power Amplifier Application (Low Supply Voltage
use) ○High Gain, Recommended for Class-C Power Amplifier

• トランジション周波数が高い: $f_T=600\text{MHz}$ (Typ.)

通信工業用

Industrial Applications

Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

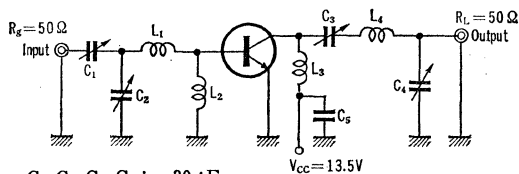
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	40	V
コレクタ・エミッタ間電圧 ($R_{BE}=10\Omega$)	V_{CEO}	20	V
	V_{CER}	40	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	4	V
コレクタ電流	I_C	1.0	A
エミッタ電流	I_E	-1.0	A
ベース電流	I_B	0.2	A
コレクタ損失	P_C	Ta=25°C	0.8
		Tc=25°C	10
接合部温度	T_J	175	°C
保存温度	T_{stg}	-65~175	°C

電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristics	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=15V, I_E=0$	—	—	1	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=3V, I_C=0$	—	—	10	μA
コレクタ・ベース間降伏電圧	BV_{CB0}	$I_C=1mA, I_E=0$	40	—	—	V
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{CEO}	$I_C=10mA, I_B=0$	20	—	—	V
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV_{EBO}	$I_E=-1mA, I_C=0$	4.0	—	—	V
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=5V, I_C=0.1A$	20	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=200mA, I_B=20mA$	—	—	0.5	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=200mA, I_B=20mA$	—	—	1.2	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10V, I_C=50mA$	—	600	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1MHz$	—	6.5	10	pF
入力インピーダンス (実数部)	$R_o(h_{ie})$	$V_{CE}=10V, I_E=-50mA, f=175MHz$	—	25	50	Ω
出力電力 (Fig.1)	P_o	$V_{CC}=13.5V, f=175MHz, P_i=0.25W, \eta>60\%$	2.5	—	—	W

Fig.1 175MHz出力電力測定回路

175MHz P_o Test circuit



C_1, C_2, C_3, C_4 : ~30pF

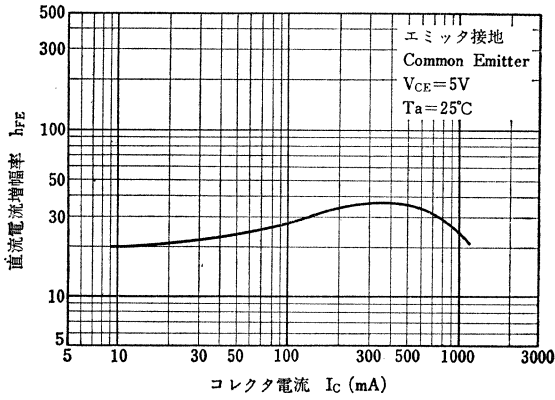
C_5 : 0.001 μF 貫通形 (Feed Through)+0.05 μF

L_1, L_3 : 1.2mmφ, 銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire)

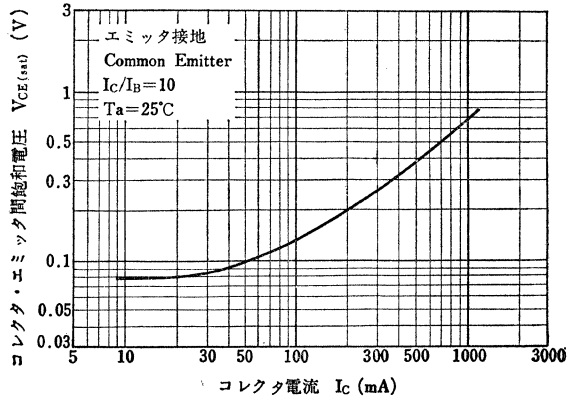
L_2 : RFC 1 μH

L_4 : 1.2mmφ銀メッキ銅線 (Silver Plated Copper Wire), 1 $\frac{3}{4}$ T
8ID, 8Length

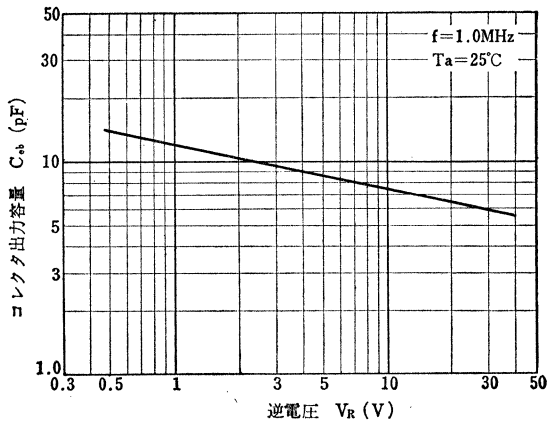
$h_{FE}-I_C$



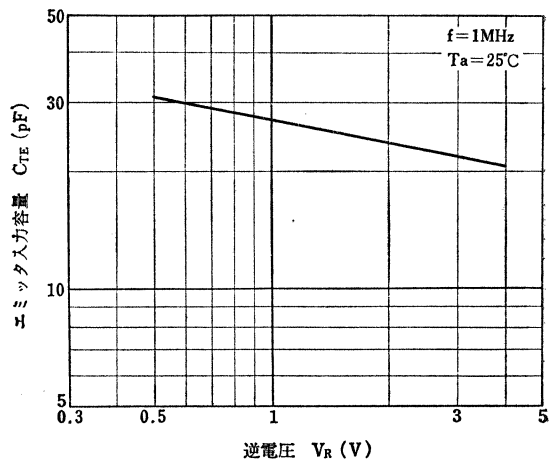
$V_{CE(sat)}-I_C$



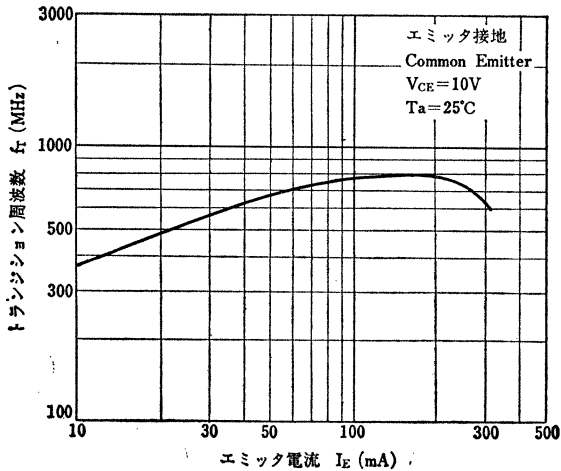
$C_{ob}-V_R$



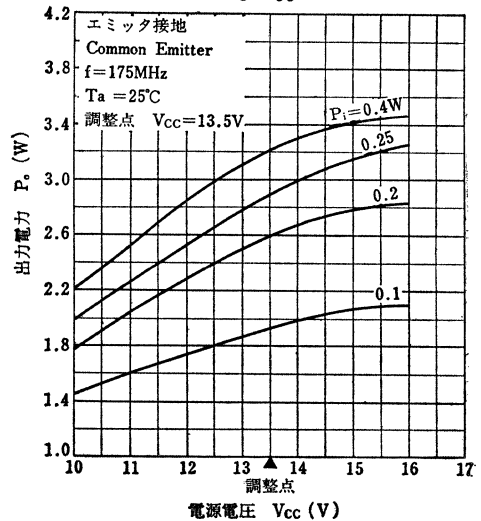
$C_{TE}-V_R$



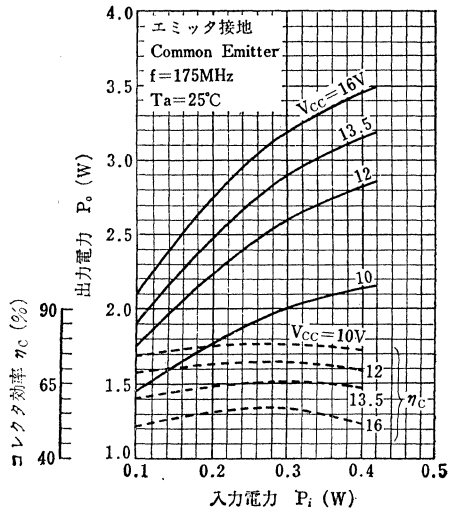
f_T-I_E



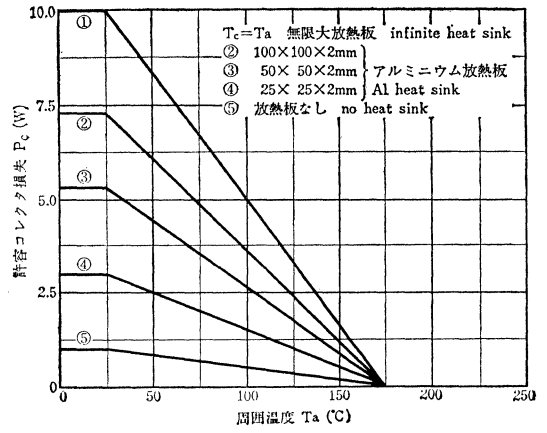
P_o-V_{CC}



$P_o, \eta_c - P_i$



$P_c - T_a$



2SC1170B

シリコンNPN三重拡散メサ形トランジスタ SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED MESA TRANSISTOR

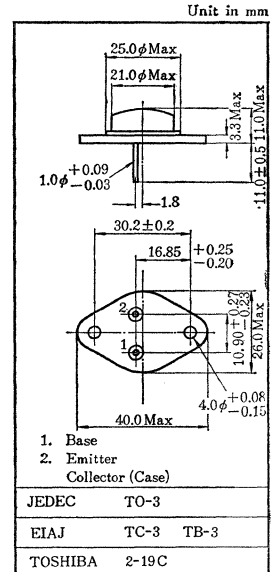
○カラーテレビ水平偏向出力用

○ Color TV Horizontal Output Applications.

- 高耐圧です: $V_{CBO}=1500V$
- 飽和電圧が低い: $V_{CE(sat)}=8V(\text{Max.})$
($I_C=3A, I_B=0.8A$)
- スイッチング時間が速い: $t_f=1.0\mu s(\text{Max.})$
($I_{cp}=3A, I_{bimin.}=0.8A$)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	1500	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	500	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	3.5	A
エミッタ電流	I_E	-3.5	A
コレクタ損失 ($T_C=25^\circ C$)	P_C	50	W
接合部温度	T_j	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$



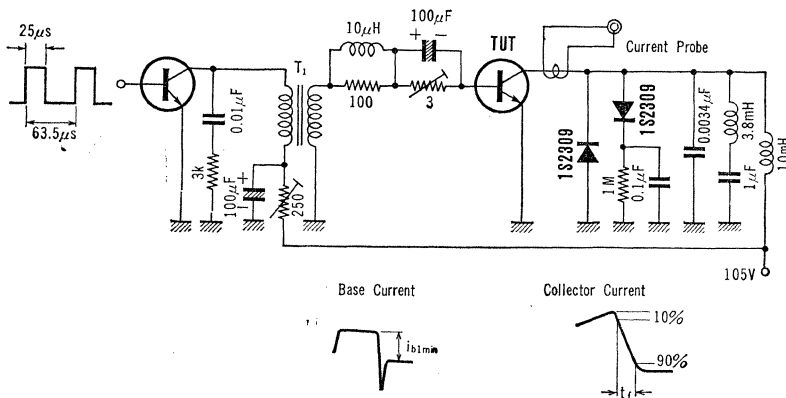
アクセサリは AC42C を適用
Mounting Kit No. AC 42C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

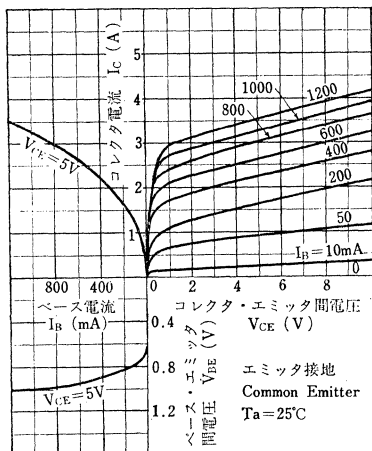
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしや断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=500V, I_E=0$	—	—	10	μA
エミッタしや断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	5	mA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=10V, I_C=1A$	10	20	—	—
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=3A, I_B=800mA$	—	5.0	8	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=3A, I_B=800mA$	—	—	1.5	V
下降時間 Fig. 1	t_f	$I_{cp}=3A, I_{bimin}=800mA$	—	0.5	1.0	μs

Fig. 1 下降時間測定回路

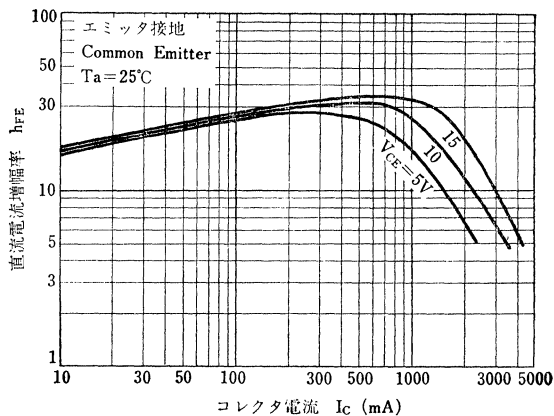
t_r test circuit



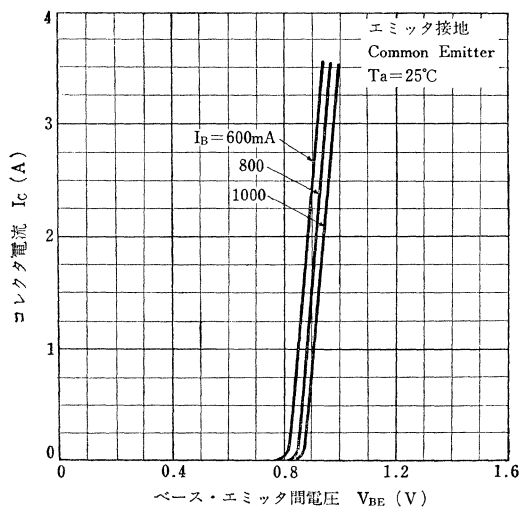
Static Characteristics



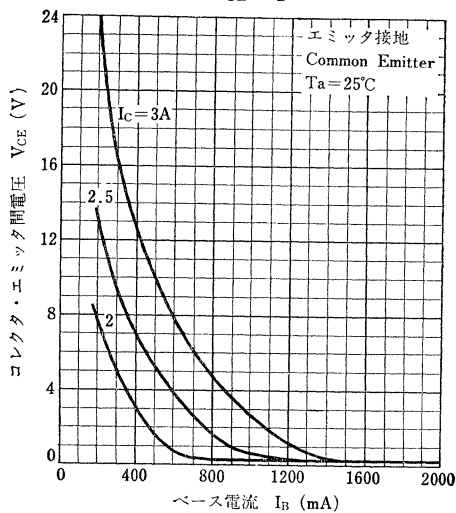
$h_{FE}-I_C$



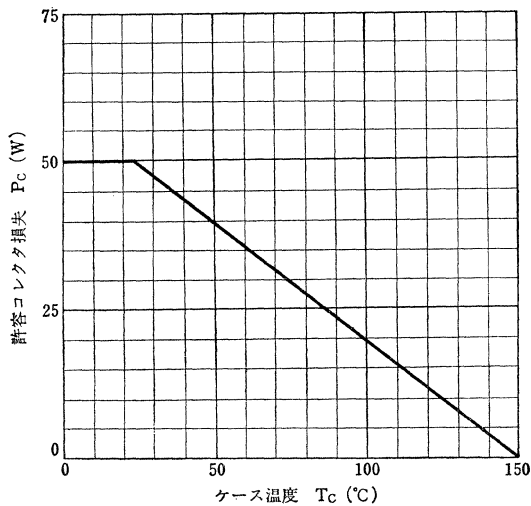
I_C-V_{BE}



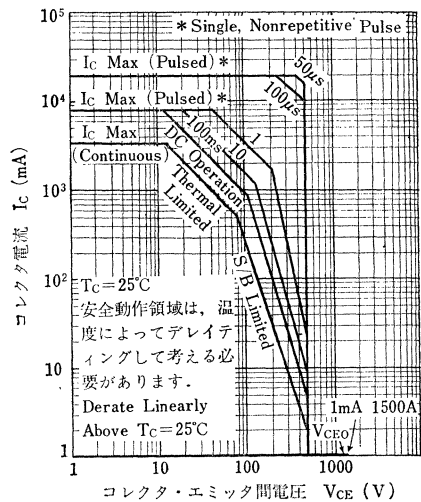
$V_{CE}-I_B$



P_C-T_a



安全動作領域 ASO



2SC1171

シリコンNPN三重拡散メサ形トランジスタ SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED MESA TRANSISTOR

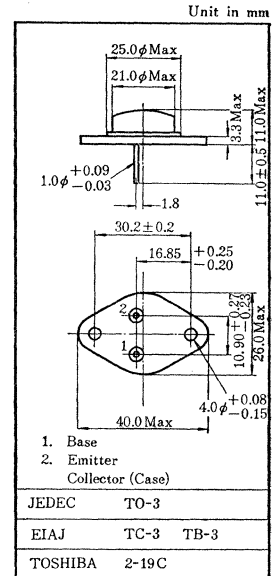
○カラーテレビ垂直出力用

○ Color TV Vertical Output Applications

- 超高耐圧です: $V_{CBO}=1100V$
 $V_{CER(SUS)}=800V$
- 直線性が良い、/Excellent Linearity.
- 安全動作領域が広い、/Wide Operating Areas without Secondary Break down.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	1100	V
コレクタ・エミッタ間サステイニング電圧 $R_{BE}=220\Omega$ (Fig. 1)	$V_{CER(SUS)}$	800	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	1	A
エミッタ電流	I_E	-1	A
コレクタ損失 ($T_c=25^\circ C$)	P_C	50	W
接合部温度	T_j	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$

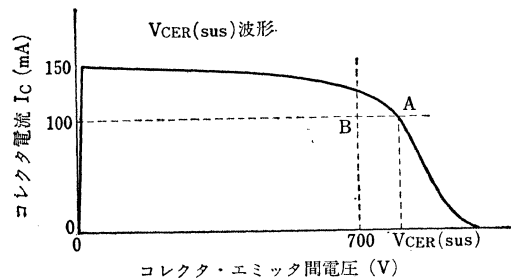
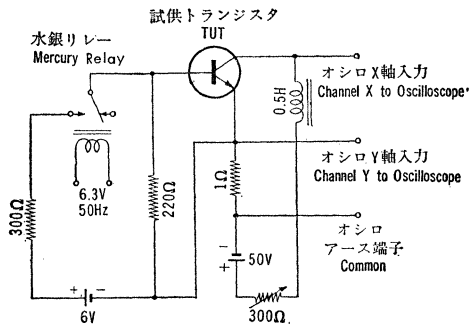


アクセサリは AC42C を適用
Mounting Kit No. AC42C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

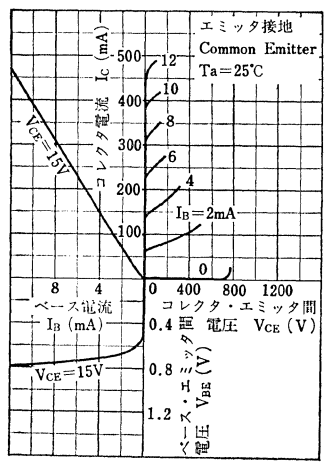
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=500V, I_E=0$	—	—	10	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	5.0	mA
直流電流増幅率	$h_{FE(1)}$	$V_{CE}=15V, I_C=150mA$	30	—	160	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE}=15V, I_C=50mA$	20	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧 Fig. 1	$V_{CE(sat)}$	$I_C=150mA, I_B=15mA$	—	—	2.0	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=150mA, I_B=15mA$	—	—	2.5	V
シャ断周波数	f_{ab}	$V_{CB}=15V, I_E=-0.2A$	0.5	—	—	MHz

Fig. 1 コレクタ・エミッタ間サステイニング電圧測定回路
 $V_{CER(SUS)}$ Test Circuit

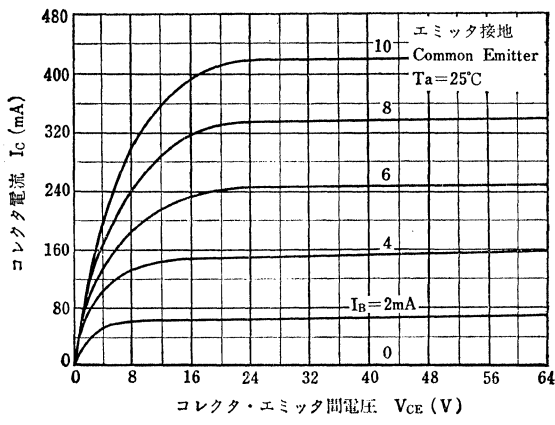


コレクタピーク電流を150 mA 流し100mAに落ちる点(上図A)を測定する
The sustaining Voltage $V_{CER(SUS)}$ is acceptable when the trace falls to the right and above point B.

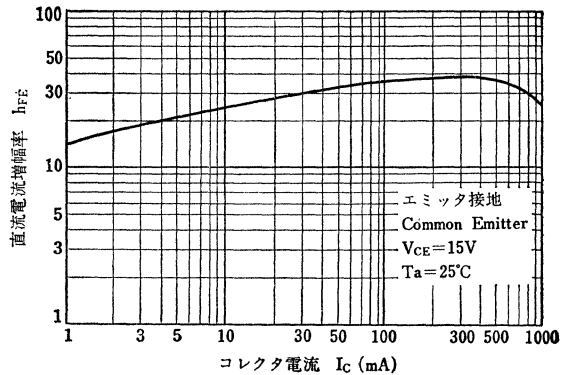
Static Characteristics



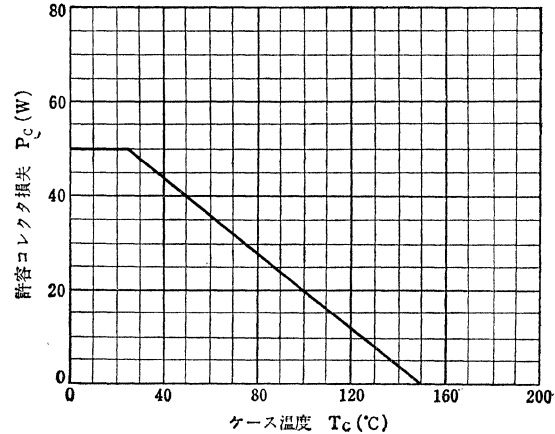
$I_c - V_{ce}$ (Low Voltage Region)



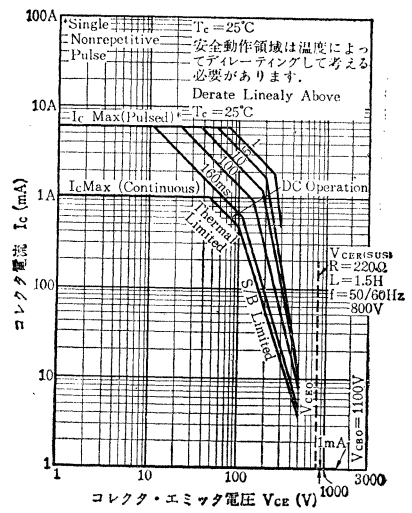
$h_{FE} - I_c$



$P_c - T_c$



安全動作領域 ASO



2SC1172, 2SC1172A

シリコンNPN三重拡散メサ形トランジスタ
SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED MESA TRANSISTOR (TENTATIVE)

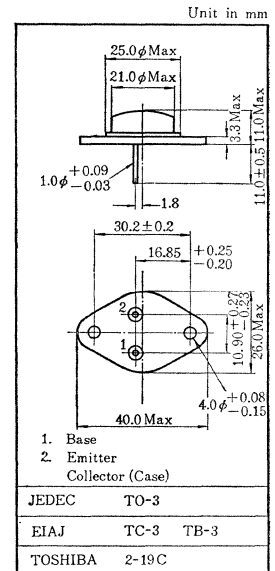
○カラーテレビ水平偏向出力用

○ Color TV Horizontal Output Applications

- 高耐圧です: $V_{CBO}=1500V$
- 飽和電圧が低い: $V_{CE(sat)}=5V$ (Max.)
($I_C=4A, I_B=0.8A, 2SC1172$)
($I_C=5A, I_B=1A, 2SC1172A$)
- スイッチング時間が速い: $t = 1.0\mu s$ (Max.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	1500	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	600	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	5	A
エミッタ電流	I_E	-5	A
コレクタ損失 ($T_C=25^\circ C$)	P_C	50	W
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$



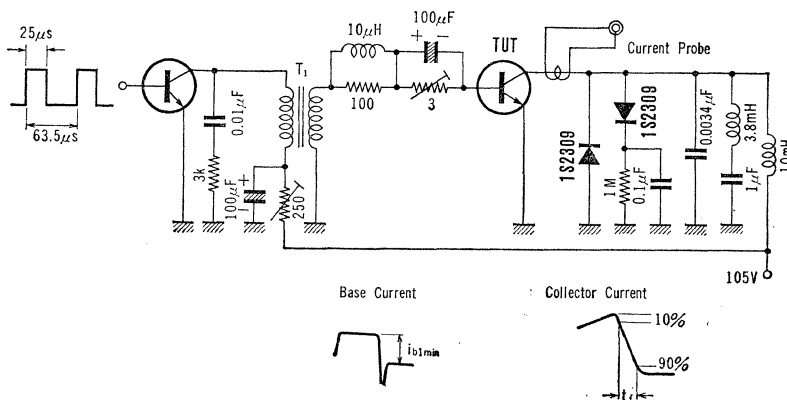
アクセサリは AC42C を適用
Mounting Kit No. AC42C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

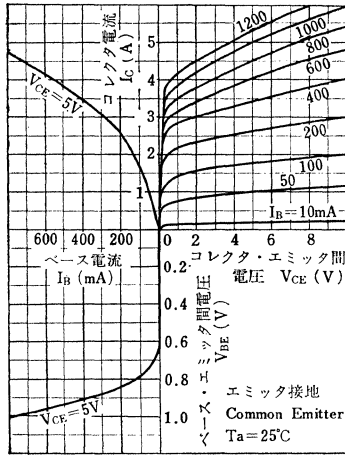
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=500V, I_E=0$	—	—	10	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	5	mA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=10V, I_C=2A$	10	20	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=4A, I_B=0.8A$	—	3	5	V
		$I_C=5A, I_B=1A$	—	3	5	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=4A, I_B=0.8A$	—	—	1.5	V
		$I_C=5A, I_B=1A$	—	—	1.5	V
下降時間 Fig. 1	t_f	$I_{ep}=4A, I_{b1min}=0.8A$	—	0.5	1.0	μs

Fig. 1 下降時間測定回路

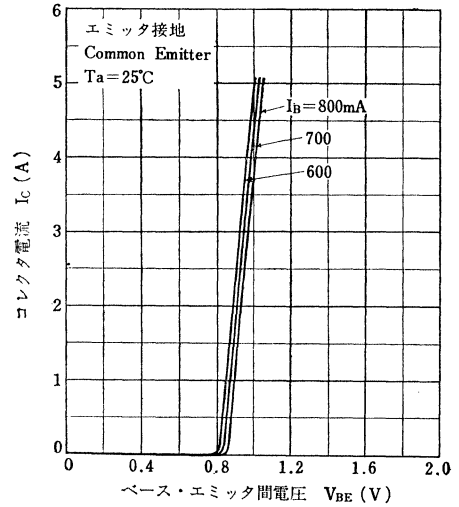
t_f Test Circuit



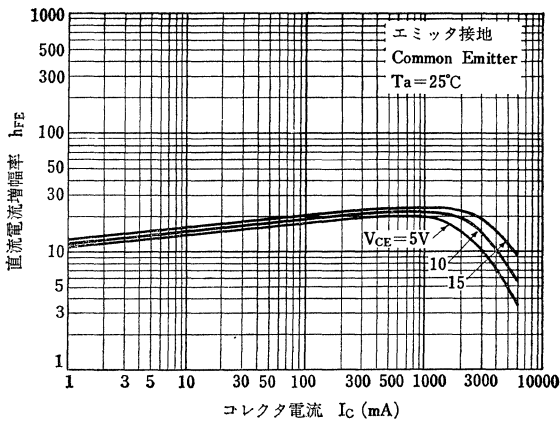
Static Characteristics



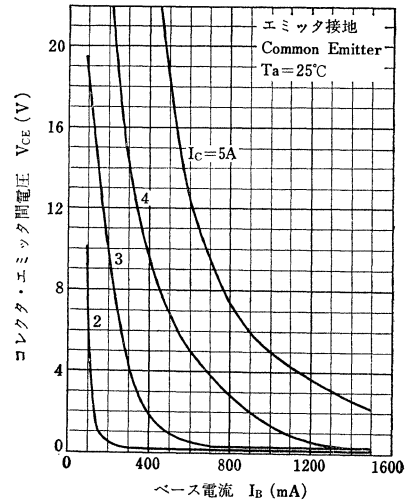
$I_C - V_{BE}$



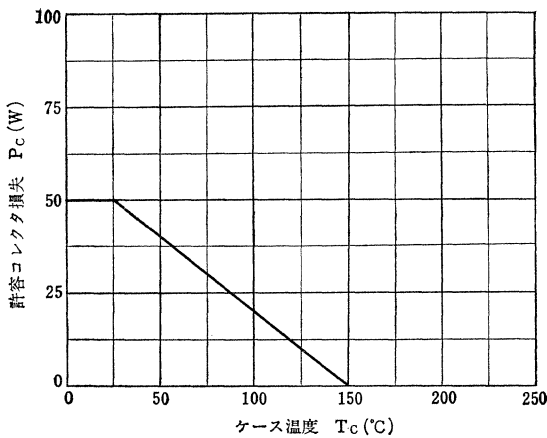
$h_{FE} - I_C$



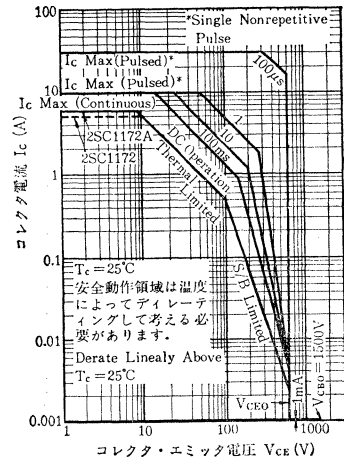
$V_{CE} - I_B$



$P_C - T_C$



安全動作領域 ASO



2SC1172B

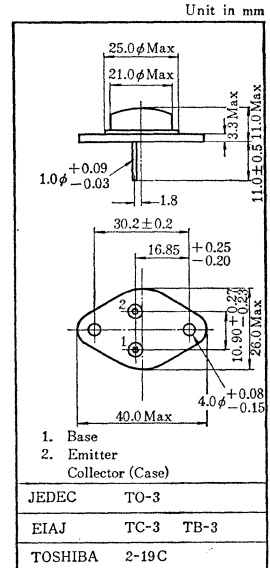
シリコンNPN三重拡散メサ形トランジスタ SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED MESA TRANSISTOR

○カラーテレビ水平偏向出力用
○ Color TV Horizontal Output Applications

- 高耐圧です: $V_{CB0} = 1500V$
- 飽和電圧が低い: $V_{CE(sat)} = 5V$ (Max.)
at $I_C = 6A, I_B = 1.2A$
- スイッチング時間が速い: $t_f = 1.0\mu s$ (Max.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	1500	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CE0}	600	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EB0}	5	V
コレクタ電流	I_C	7	A
エミッタ電流	I_E	-7	A
コレクタ損失 ($T_c = 25^\circ C$)	P_C	50	W
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$



アクセサリは AC42C を適用
Mounting Kit No. AC42C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしや断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = 500V, I_E = 0$	—	—	10	μA
エミッタしや断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = 5V, I_C = 0$	—	—	5	mA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE} = 10V, I_C = 2A$	10	20	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 6A, I_B = 1.2A$	—	3	5	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C = 6A, I_B = 1.2A$	—	—	1.5	V
下降時間 Fig.1	t_f	$I_{CP} = 6A, I_{Bmin} = 1.2A$	—	0.5	1.0	μs

安全動作領域 ASO

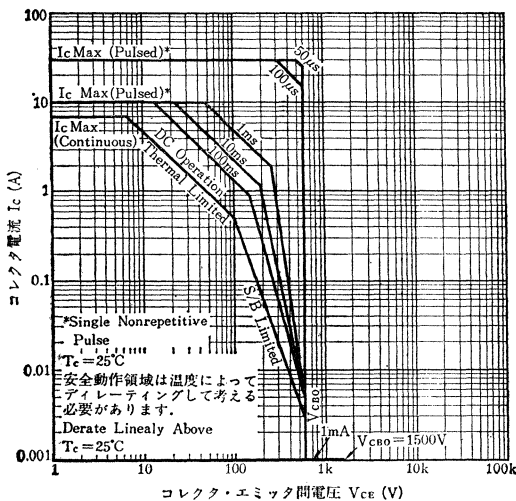
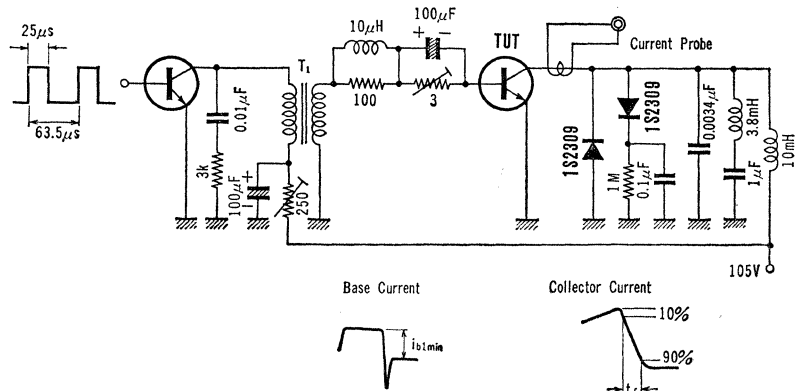


Fig.1. 下降時間測定回路

t_r test circuit



シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

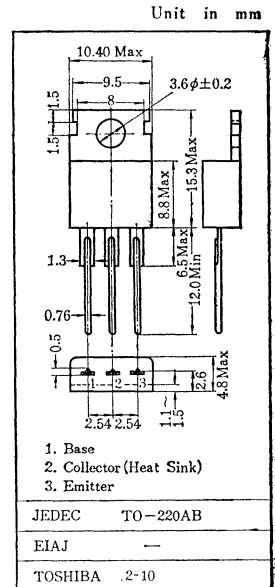
2SC1173

- 電力増幅用 ○カーラジオ、カーステレオ出力段用
○ Audio Power Amplifier Application ○ Output Stage Application of Car Radio and Car Stereo

- 電流増幅率の直線性が良い。
- 2SA473 とコンプリメンタリで出力 5W が得られます。 / Complementary to 2SA473 and 5 W Output application.

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V _{CB0}	30	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V _{CEO}	30	V
エミッタ・ベース間電圧	V _{EBO}	5	V
コレクタ電流	I _C	3	A
エミッタ電流	I _E	-3	A
コレクタ損失 (T _C =25°C)	P _C	10	W
接合部温度	T _J	150	°C
保存温度	T _{stg}	-55~150	°C



アクセサリは AC55C を適用
Mounting Kit No. AC55C

電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

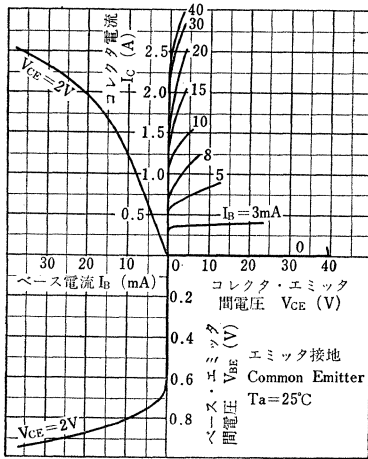
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I _{CB0}	V _{CB} =20V, I _E =0	—	—	1.0	μA
エミッタシャ断電流	I _{EBO}	V _{EB} =5V, I _C =0	—	—	1.0	μA
直流電流増幅率	h _{FE} (1)*	V _{CE} =2V, I _C =0.5A	40	—	400	
	h _{FE} (2)	V _{CE} =2V, I _C =2.5A	25	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	V _{CE(sat)}	I _C =2A, I _B =0.2A	—	0.3	0.8	V
ベース・エミッタ間電圧	V _{BE}	V _{CE} =2V, I _C =0.5A	—	0.75	1.0	V
トランジション周波数	f _T	V _{CE} =2V, I _E =-0.5A	—	100	—	MHz
コレクタ出力容量	C _{ob}	V _{CB} =10V, I _E =0, f=1MHz	—	35	—	pF

* h_{FE}(1) により下表のように分類し、現品表示してあります。

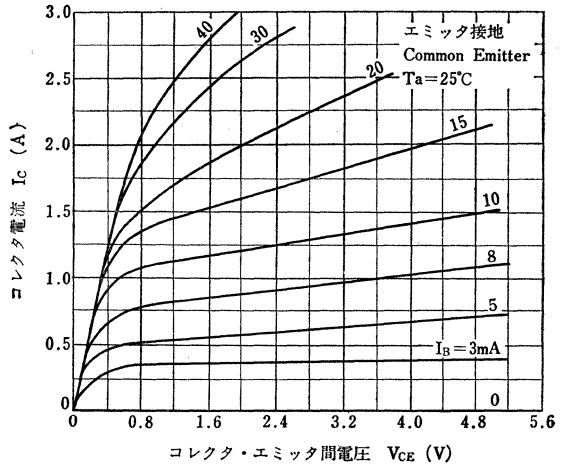
According to the value of h_{FE}(1), the 2SC1173 is classified as follows.

Characteristics	Min.	Max.
2SC1173—R	40	80
2SC1173—O	70	140
2SC1173—Y	120	240
2SC1173—GR	200	400

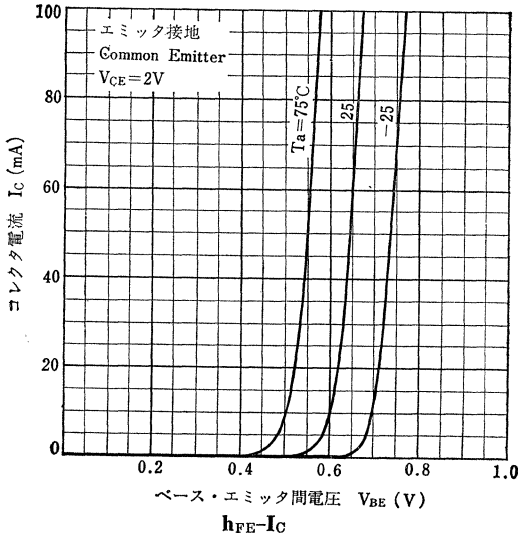
Static Characteristics



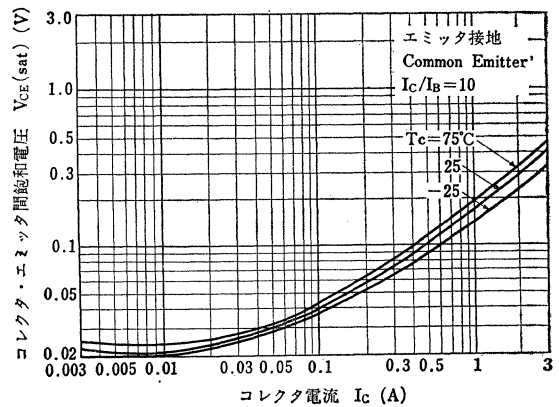
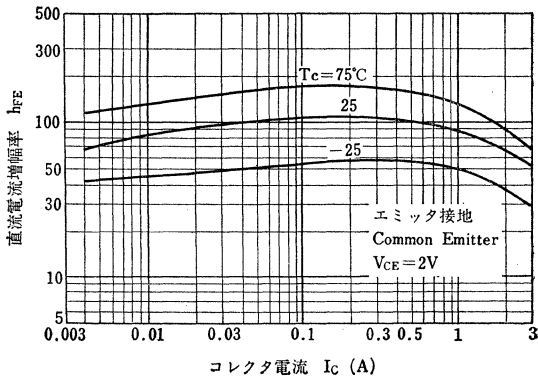
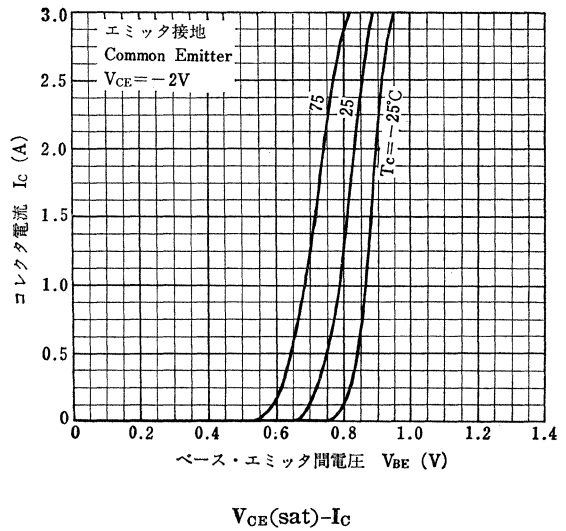
$I_C - V_{CE}$ (Low Voltage Region)

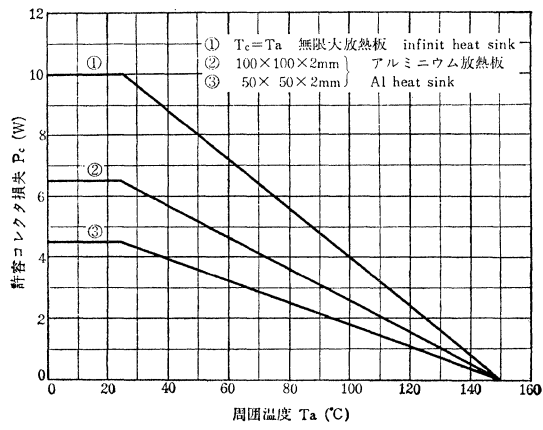


$I_C - V_{BE}$ (Low Current Region)



$I_C - V_{BE}$



P_c-T_a

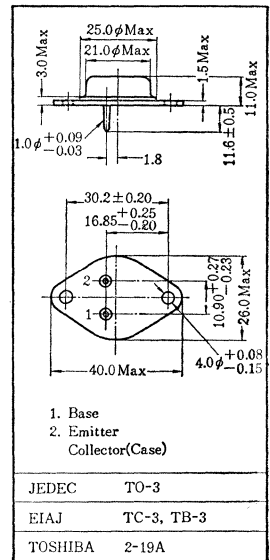
2SC1195

シリコンNPN三重拡散メサ形トランジスタ SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED MESA TRANSISTOR (TENTATIVE)

- 電源レギュレータ用 ○高圧スイッチング用
○ Power Regulator and High Voltage Switching Applications

- 高耐圧です: $V_{CBO} = 200V$
- 電流量が大きい: $I_C = 2.5A$
- 安全動作領域が広い. / Wide operating areas without secondary breakdown.

Unit in mm



アクセサリは AC6C を適用
Mounting Kit No. AC6C

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	200	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	200	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	2.5	A
エミッタ電流	I_E	-2.5	A
コレクタ損失 ($T_C = 25^\circ C$)	P_C	100	W
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = 200V, I_E = 0$	—	—	10	μA
	I_{CEO}	$V_{CE} = 200V, I_B = 0$	—	—	0.1	mA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = 5V, I_C = 0$	—	—	1.0	mA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE} = 5V, I_C = 1A$	30	50	150	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 1A, I_B = 0.1A$	—	—	1.0	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C = 1A, I_B = 0.1A$	—	—	1.5	V

○700MHz 帯電力増幅用 (高電圧電源用)

通信工業用

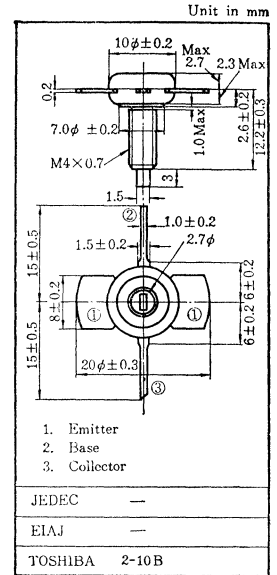
○700MHz-Power Amplifier Applications (High Voltage use)

Industrial Applications

- ストリップライン形外囲器を採用しているため、電力利得が5.4dB(標準)と大きい。/High Power Gain 5.4dB (Typ.)
- 700MHz で3.5W(標準)出力が得られます。/Output Power 3.4W at 700MHz.
- エミッタ電極がケースより浮いているため、回路設計の応用が広範囲で直線増幅器(リニア・アンプ)用として適します。/All Electrode Isolated from Mounting Stud.
- UHF 帯電力増幅回路に最適です。/For Operation in the UHF Band.

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V _{CB0}	60	V
コレクタ・エミッタ間電圧	R _{BE} =∞	V _{CE0}	35
	R _{BE} =10Ω	V _{CER}	60
エミッタ・ベース間電圧	V _{EBO}	4.5	V
コレクタ電流	I _C	0.75	A
エミッタ電流	I _E	-0.75	A
コレクタ損失	T _C =25°C	P _C	10
接合部温度	T _J	175	°C
保存温度	T _{stg}	-65~175	°C

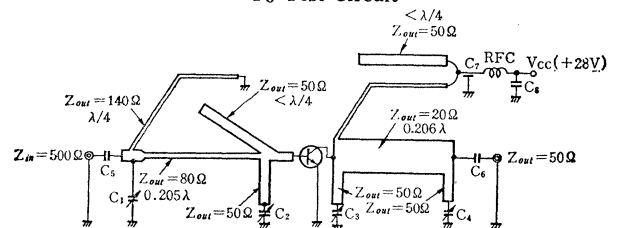


電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I _{CB0}	V _{CB} =15V, I _E =0	—	—	5	μA
	I _{CE0}	V _{CE} =15V, I _B =0	—	—	20	μA
エミッタシャ断電流	I _{EBO}	V _{EB} =3V, I _C =0	—	—	20	μA
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV _{CE0}	I _C =10mA, I _B =0	35	—	—	V
	BV _{CER}	I _C =10mA, R _{BE} =10Ω	60	—	—	V
直流電流増幅率*	h _{FE}	V _{CE} =10V, I _C =1A	20	50	—	—
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	V _{CE(sat)}	I _C =1.0A, I _B =0.1A	—	—	0.7	V
トランジション周波数	f _T	V _{CE} =10V, I _C =150mA	—	800	—	MHz
コレクタ出力容量	C _{ob}	V _{CB} =20V, I _E =0, f=1MHz	—	—	8	pF
高周波出力電力 Fig. 1	P _O	V _{CC} =28V, P _I =1W, f=700MHz η≥60%	3	—	—	W

* パルス法: パルス幅≤100μs, デューティ・サイクル≤3.0%
Pulsed: Pulse width≤100μs, Duty Cycle≤3.0%

Fig. 1 出力電力の測定回路
P_O Test Circuit



C₁~C₄: ピストン形エアバリコン Piston type air variable condenser 14pF Johanson
C₅~C₆: チップコンデンサ Chip type 1000pF ムラタ (Murata Co., Equivalent)
C₇: 貫通コンデンサ Feedthrough 1000pF ムラタ (Murata Co., Equivalent)
C₈: 電解コンデンサ Electrolytic 10μF
回路はフローガラス銅張り基板(ε=2.7)で作成 Flouglas Copper Clad Laminates; ε=2.7

2SC1197

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

○700MHz 帯電力増幅用 (高電圧電源用)

通信工業用

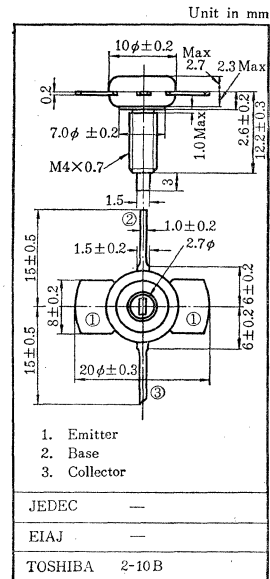
○ 700MHz-Power Amplifier Applications (High Voltage use)

Industrial Applications

- ストリップライン形外囲器を採用しているため、電力利得が5.2dB(標準)と大きい。/High Power Gain 5.2dB (Typ).
- 700MHz で10 W(標準) 出力が得られます。/Output Power 10W at 700MHz.
- エミッタ電極がケースより浮いているため、回路設計の応用が広範囲で直線増幅器(リア・アンプ)用として適します。/All Electrode Isolated from Mounting Stud.
- UHF 帯電力増幅回路に最適です。/For Operation in the UHF Band

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	60	V
コレクタ・エミッタ間電圧	$R_{BE}=\infty$ V_{CEO}	35	V
	$R_{BE}=10\Omega$ V_{CER}	60	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	4.5	V
コレクタ電流	I_C	2	A
エミッタ電流	I_E	-2	A
コレクタ損失	$T_C=25^\circ C$ P_C	30	W
接合部温度	T_J	175	°C
保存温度	T_{stg}	-65~175	°C



JEDEC	—
EIAJ	—
TOSHIBA	2-10B

電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

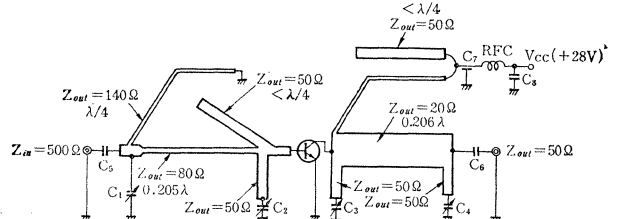
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=15V, I_E=0$	—	—	10	μA
	I_{CBO}	$V_{CE}=15V, I_B=0$	—	—	35	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=3V, I_C=0$	—	—	35	μA
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{CEO}	$I_C=10mA, I_B=0$	35	—	—	V
	BV_{CER}	$I_C=10mA, R_{BE}=10\Omega$	60	—	—	V
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE}=10V, I_C=1A$	20	55	—	—
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=1.0A, I_B=0.1A$	—	—	1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10V, I_C=150mA$	—	700	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=20V, I_E=0, f=1MHz$	—	—	25	pF
高周波出力電力 Fig. 1	P_o	$V_{CC}=28V, P_i=3W, f=700MHz$ $\eta \geq 60\%$	9	—	—	W

* パルス法: パルス幅 $\leq 100\mu s$, デューティ・サイクル $\leq 3.0\%$

Pulsed: Pulse width $\leq 100\mu s$, Duty Cycle $\leq 3.0\%$

Fig. 1 出力電力測定回路

P_o test circuit



$C_1 \sim C_4$: ピストン形エアバリコン Piston type air variable condenser 14pF Johanson
 $C_5 \sim C_6$: チップコンデンサ Chip type 1000pF ムラタ (Murata Co., Equivalent)
 C_7 : 貫通コンデンサ Feedthrough 1000pF ムラタ (Murata Co., Equivalent)
 C_8 : 電解コンデンサ Electrolytic 10 μF
 回路はフローガラス銅張り基板($\epsilon=2.7$)に作成 Fluoglass Copper Clad Laminates; $\epsilon=2.7$

○700MHz 帯電力増幅用 (高電圧電源用)

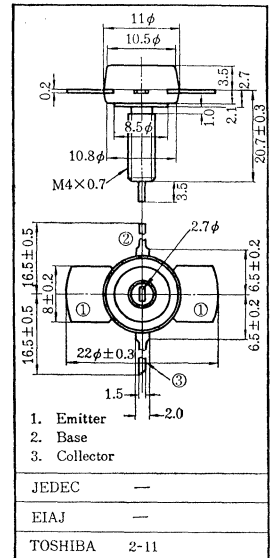
通信工業用

○700MHz-Power Amplifier Applications (High Voltage use)

Industrial Applications

- ストリップライン形外囲器を採用しているため、利得が大きい。 / High Power Gain.
- 700MHz で 20W (標準) が得られます。 / Output Power 20W at 700 MHz.
- エミッタ電極がケースより浮いているため、回路設計の応用が広範囲で直線増幅器(リニア・アンプ)用として適します。 / All Electrode Isolated from Mounting Stud.
- UHF 帯電力増幅回路に最適です。 / For Operation in the UHF Band.

Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

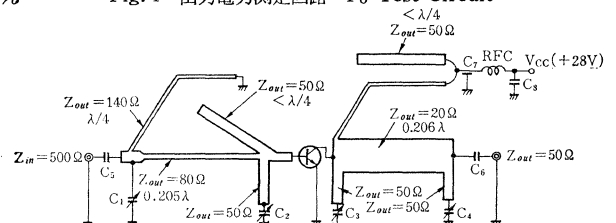
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V _{CE0}	45	V
コレクタ・エミッタ間電圧	R _{BE} =∞	V _{CEO}	35
	R _{BE} =10Ω	V _{CER}	45
エミッタ・ベース間電圧	V _{EBO}	4	V
コレクタ電流	I _C	3.5	A
エミッタ電流	I _E	-3.5	A
コレクタ損失	T _C =25°C	P _C	30
接合部温度	T _J	175	°C
保存温度	T _{stg}	-65~175	°C

電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I _{CB0}	V _{CB} =15V, I _E =0	—	—	50	μA
	I _{CE0}	V _{CE} =15V, I _B =0	—	—	180	μA
エミッタシャ断電流	I _{EBO}	V _{EB} =3V, I _C =0	—	—	180	μA
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV _{CEO}	I _C =10mA, I _B =0	35	—	—	V
	BV _{CER}	I _C =10mA, R _{BE} =10Ω	45	—	—	V
直流電流増幅率*	h _{FE} (1)	V _{CE} =10V, I _C =1A	20	—	—	
	h _{FE} (2)	V _{CE} =10V, I _C =3A	10	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	V _{CE(sat)}	I _C =1.0A, I _B =0.1A	—	—	1.0	V
トランジション周波数	f _T	V _{CE} =10V, I _C =150mA	—	800	—	
コレクタ出力容量	C _{ob}	V _{CB} =20V, I _E =0, f=1MHz	—	—	40	pF
高周波出力電力 Fig. 1	P _o (1)	V _{CC} =28V, P _i =7.5W f=700MHz, η _{≥50%}	17	18	—	W
高周波出力電力 Fig. 1	P _o (2)	V _{CC} =28V, P _i =9.0W f=700MHz, η _{≥50%}	19	20	—	W

* パルス法: パルス幅 ≤ 100μs, デューティ・サイクル ≤ 3%
Pulsed: Pulse width ≤ 100μs, Duty Cycle ≤ 3%

Fig. 1 出力電力測定回路 P_o Test Circuit



C₁-C₄: ピストン形エアバリコン Piston type air variable condenser 14pF Johanson
C₅-C₆: チップコンデンサ Chip type 1000pF ムラタ (Murata Co., Equivalent)
C₇: 貫通コンデンサ Feedthrough 1000pF ムラタ (Murata Co., Equivalent)
C₈: 電解コンデンサ Electrolytic 10μF
回路はフロウグラス銅張り基板(ε=2.7)に作成 Flouglas Copper Clad Laminates; ε=2.7

2SC1199

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

- 高周波高帯域増幅用 ○高周波低雑音増幅用
○ RF Wide-Band Amplifier ○RF Low-Noise Amplifier

通信工業用
Industrial Applications

- 広いバイアス電流にわたって f_T が高く、 C_{ob} も小さいため高帯域増幅回路に適しています。

$$f_T = 1000 \text{ MHz (Min.)}$$

$$C_{ob} = 3.5 \text{ pF (Min.)}$$

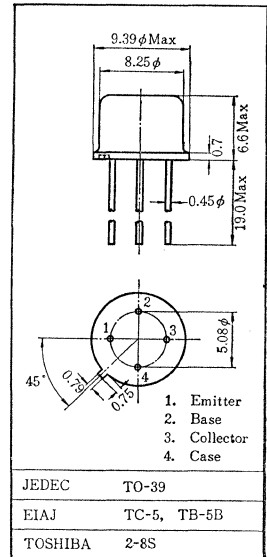
- 高周波および低周波雑音指数が共に小さい。

$$\text{NF} = 4.0 \text{ dB (Max.)} \quad f = 200 \text{ MHz}$$

$$\text{NF} = 11 \text{ dB (Max.)} \quad f = 10 \text{ kHz}$$

- ケースを直流的に接地する事が可能で放熱が容易です。

Unit in mm



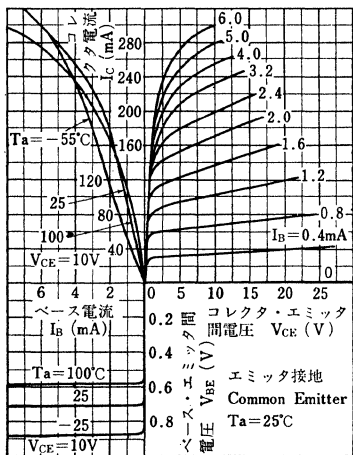
最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ \text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	50	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	35	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	3	V
コレクタ電流	I_C	300	mA
エミッタ電流	I_E	-300	mA
コレクタ損失	P_C	600	mW
接合部温度	T_j	150	$^\circ \text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ \text{C}$

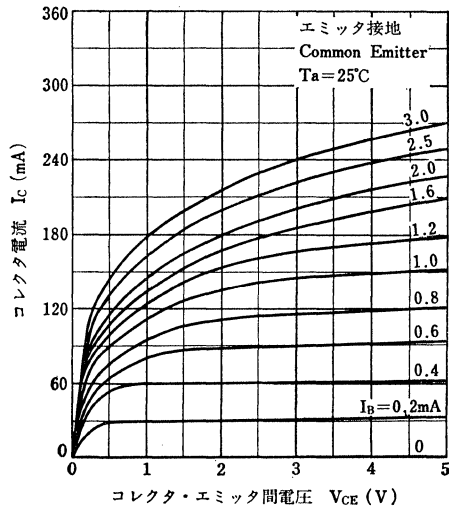
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ \text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = 20 \text{ V}, I_E = 0$	—	—	0.1	μA
コレクタシャ断電流	I_{CEO}	$V_{CE} = 20 \text{ V}, I_E = 0$	—	—	1.0	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = 2 \text{ V}, I_C = 0$	—	—	0.1	μA
コレクタ・ベース間降伏電圧	BV_{CBO}	$I_C = 0.1 \text{ mA}, I_E = 0$	40	—	—	V
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{EBO}	$I_C = 1 \text{ mA}, I_B = 0$	35	—	—	V
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV_{EBO}	$I_E = 0.1 \text{ mA}, I_C = 0$	3	—	—	V
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE} = 10 \text{ V}, I_C = 20 \text{ mA}$	40	80	200	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 50 \text{ mA}, I_B = 5 \text{ mA}$	—	—	0.7	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C = 50 \text{ mA}, I_B = 5 \text{ mA}$	—	—	1.1	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = 10 \text{ V}, I_E = -20 \text{ mA}$	1000	1400	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = 10 \text{ V}, I_E = 0, f = 1 \text{ MHz}$	—	2.2	3.5	pF
$C_C \times r_{bb'}$	$C_C \cdot r_{bb'}$	$V_{CE} = 10 \text{ V}, I_E = -20 \text{ mA}, f = 80 \text{ MHz}$	—	5	10	ps
雑音指数	NF(1)	$V_{CE} = 10 \text{ V}, I_C = -10 \text{ mA}, R_g = 50 \Omega, f = 200 \text{ MHz}$	—	2.5	4.0	dB
	NF(2)	$V_{CE} = 15 \text{ V}, I_E = -30 \text{ mA}, R_g = 500 \Omega, f = 10 \text{ kHz}$	—	6	11	dB

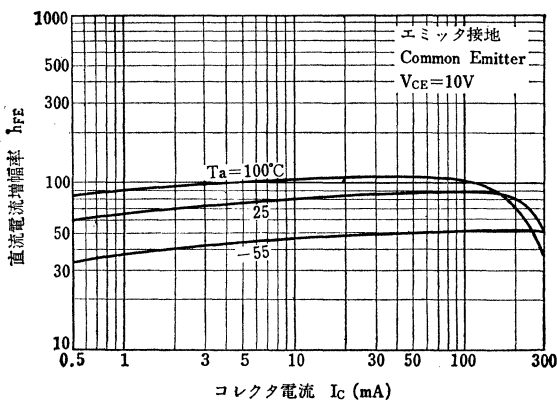
Static Characteristics



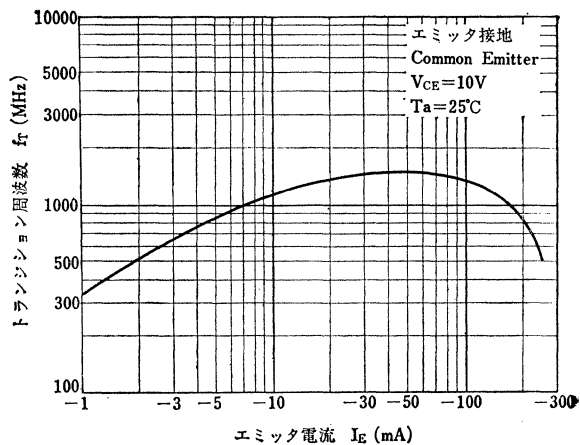
$I_C - V_{CE}$



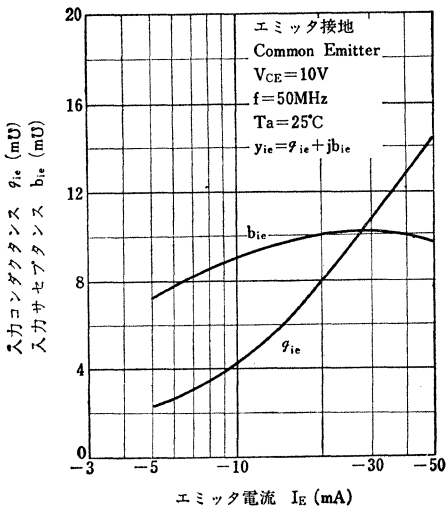
$h_{FE} - I_C$



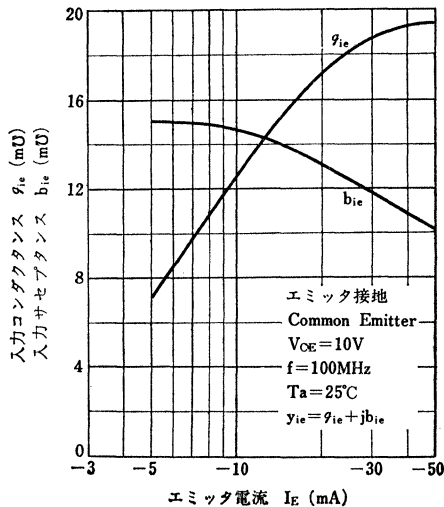
$f_T - I_E$

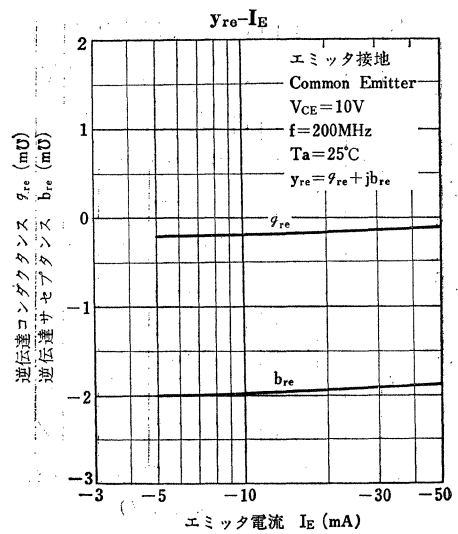
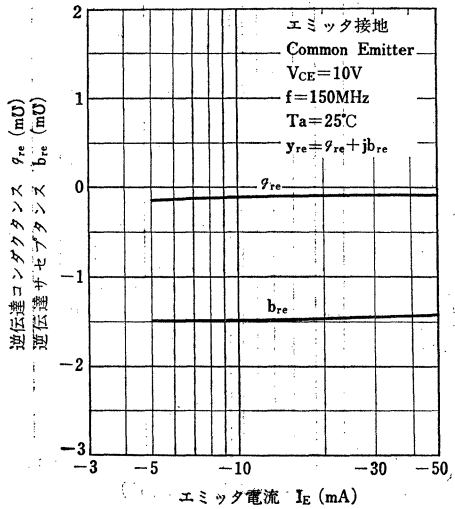
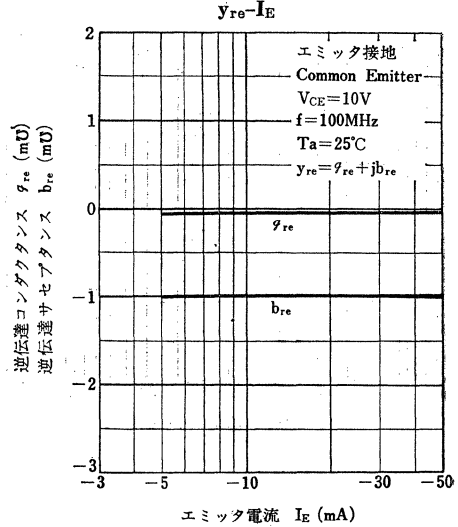
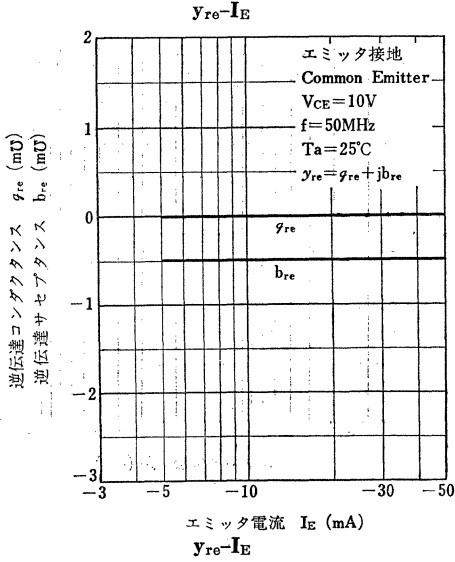
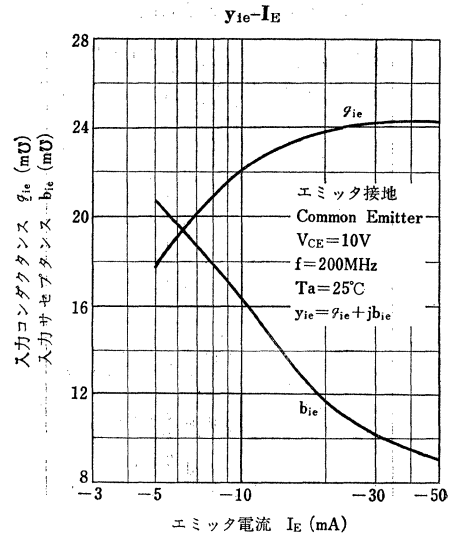
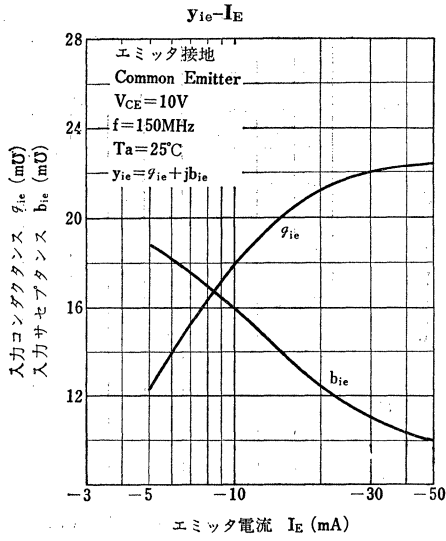


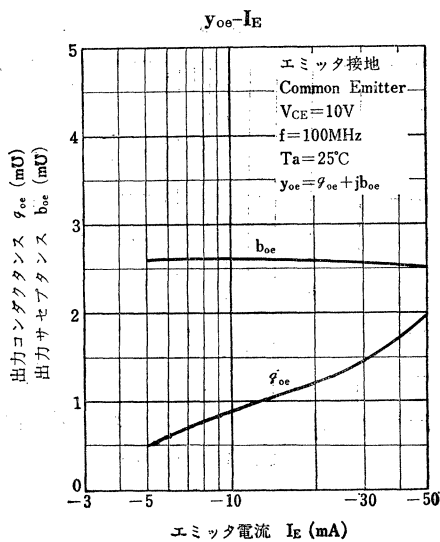
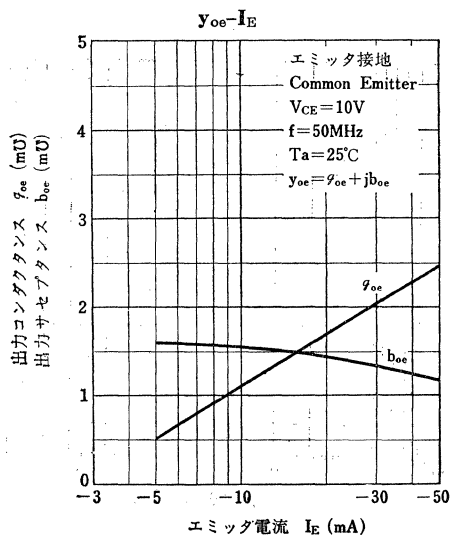
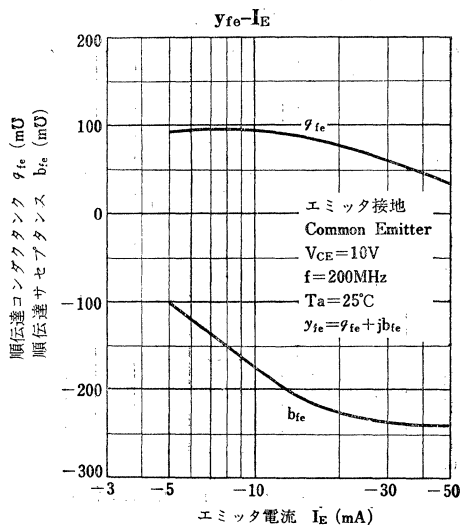
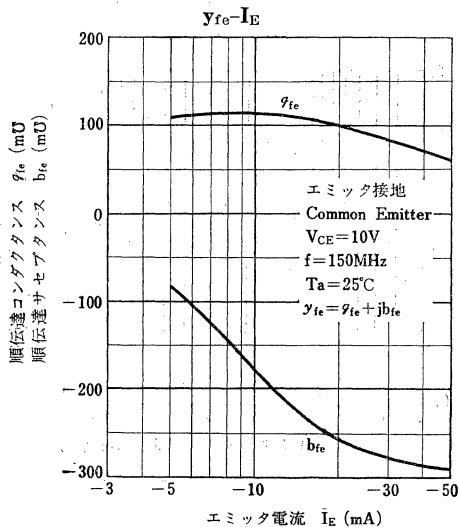
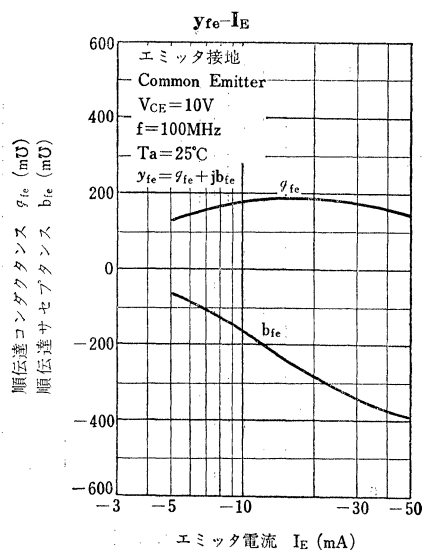
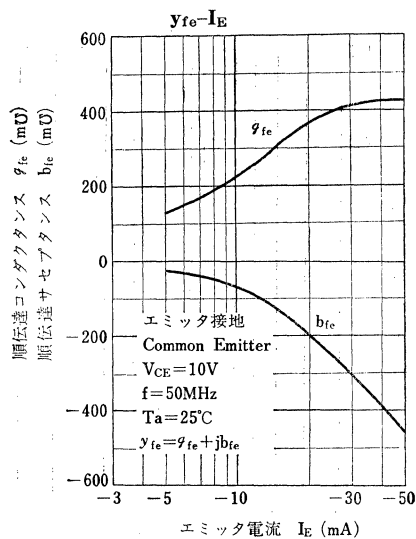
$y_{ie} - I_E$

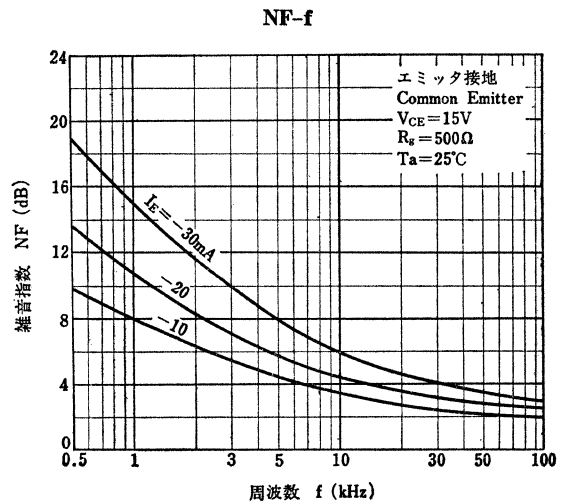
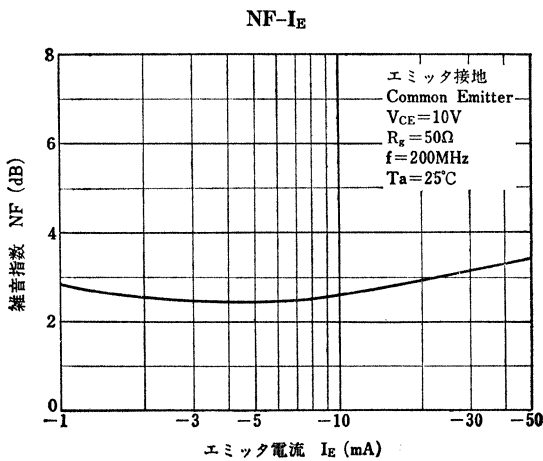
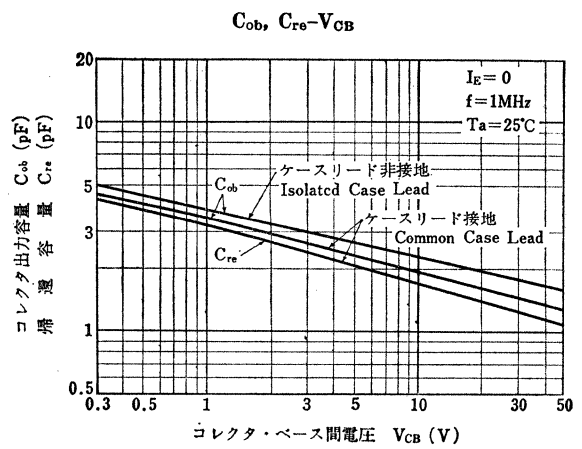
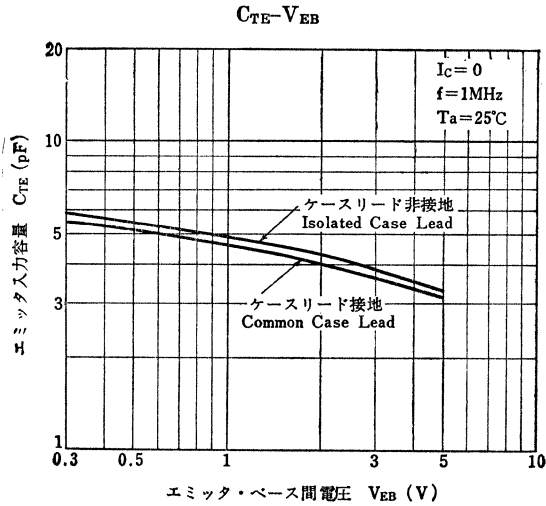
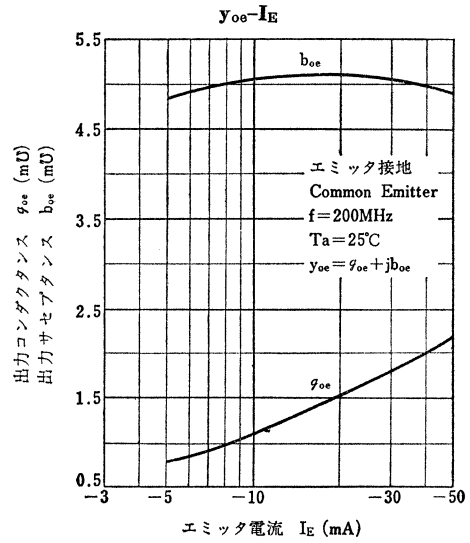
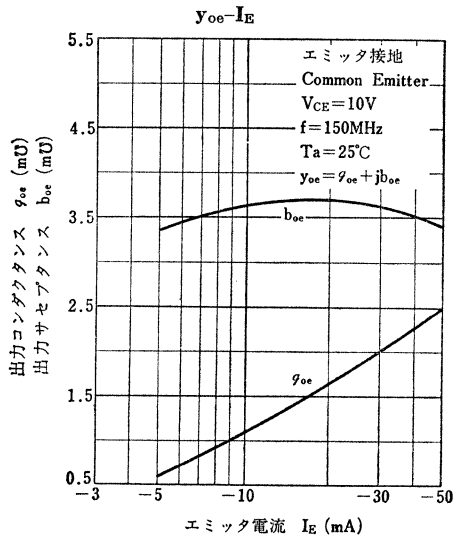


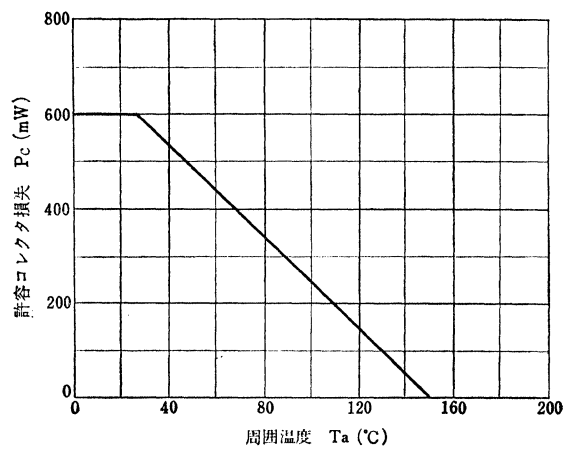
$y_{ie} - I_E$









P_C-T_a 

2SC1241

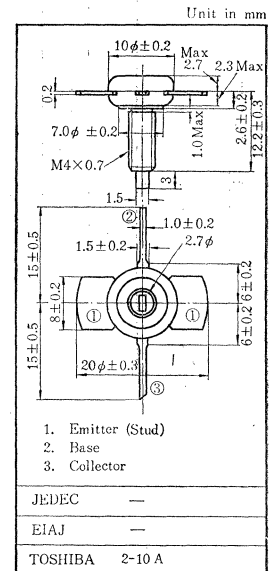
シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

- VHF帯増幅用 (低電圧電源用) ○ 高周波大電力増幅駆動回路用
- VHF Amplifier Application (Low Supply Voltage use)
- RF High Power Driver Application

通信工業用

Industrial Applications

- 高利得, C級電力増幅回路に適します。 / High-Gain, Recommended for Class C Power Amplifier Circuit.
- トランジション周波数が高い; $f_T=400\text{MHz}$ (Typ.)



最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

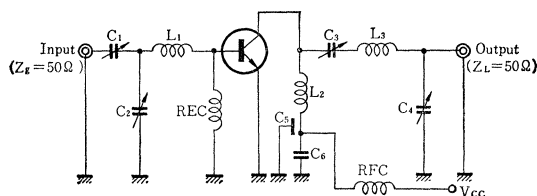
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	40	V
コレクタ・エミッタ間電圧 ($R_{EB}=10\Omega$)	V_{CER}	40	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	20	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	4	V
コレクタ電流	I_C	1.5	A
エミッタ電流	I_E	-1.5	A
コレクタ損失 ($T_C=25^\circ\text{C}$)	P_C	10	W
接合部温度	T_j	175	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ\text{C}$

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CEO}	$V_{CE}=15\text{V}, I_B=0$	—	—	100	μA
コレクタ・ベース間降伏電圧	BV_{CB0}	$I_C=1.0\text{mA}, I_E=0$	40	—	—	V
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{CER}	$I_C=10\text{mA}, R_{EB}=10\Omega$	40	—	—	V
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{CEO}	$I_C=10\text{mA}, I_B=0$	20	—	—	V
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV_{EBO}	$I_E=1.0\text{mA}, I_C=0$	4	—	—	V
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=5\text{V}, I_C=500\text{mA}$	10	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=350\text{mA}, I_B=70\text{mA}$	—	—	1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10\text{V}, I_C=250\text{mA}$	250	400	—	MHz
入力インピーダンス (実数部)	$R_e(h_{1e})$	$V_{CE}=13.5\text{V}, I_C=400\text{mA}$ $f=175\text{MHz}$	—	7	20	Ω
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	—	18	22	PF
出力電力 (Fig. 1)	P_o	$V_{CC}=13.5\text{V}, f=175\text{MHz}$ $P_i=1.0\text{W}, \eta>60\%$	6.0	—	—	W

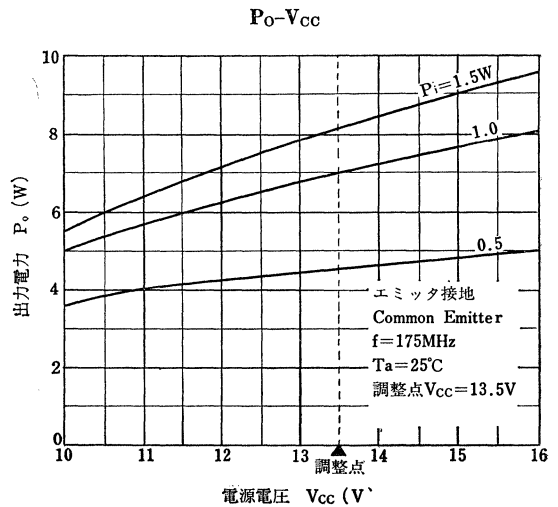
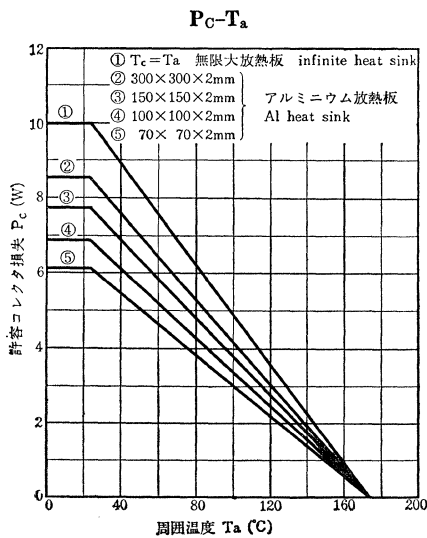
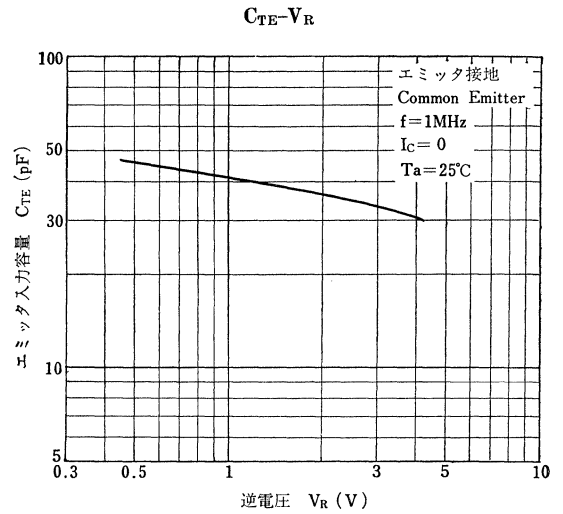
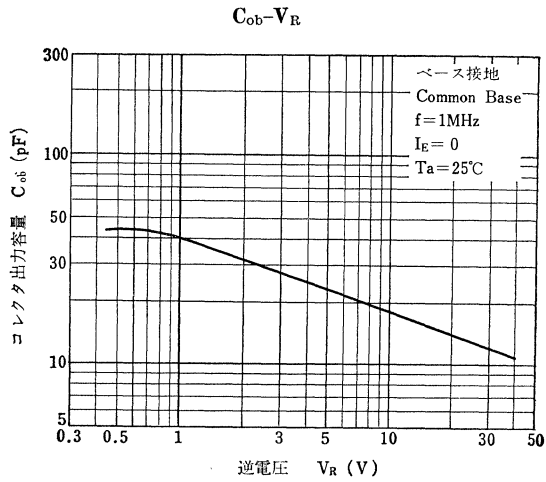
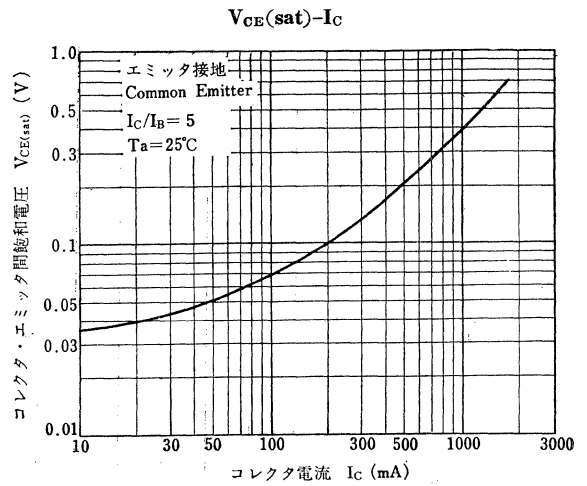
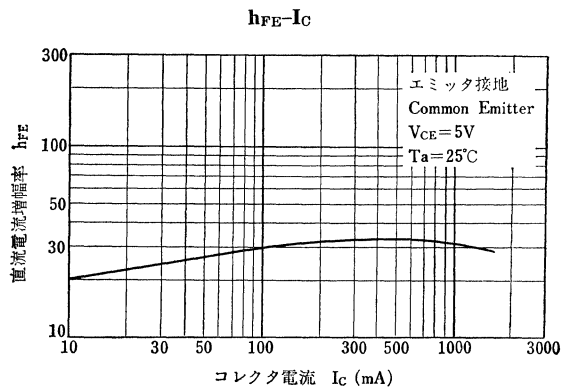
Fig. 1 出力電力測定回路

P_o Test circuit

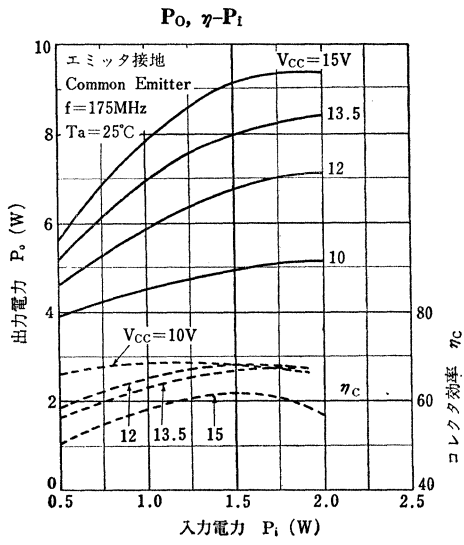


- C_1 : ~30pF
- C_2, C_3 : ~40pF
- C_4 : ~50pF
- C_5 : 1000pF (Feed through)
- C_6 : 005pF

- L_1 : 1.2mmφ Silver plated copper wire 6mm ID, 1 T
- L_2 : 1.0mmφ Silver plated copper wire 6mm ID, 2 T
- L_3 : 1.8mmφ Silver plated copper wire 8mm ID, 2 T



2SC1241



OVHF帯電力増幅用 (低電圧電源用)

通信工業用

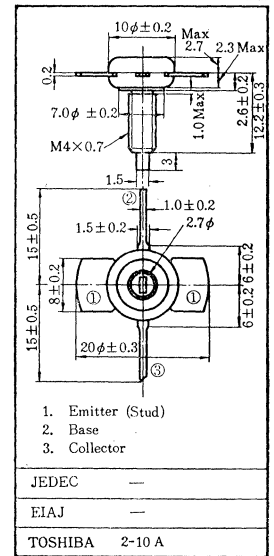
○ VHF Power Amplifier Applications (Low Supply Voltage use)

Industrial Applications

- 高利得, C級電力増幅回路に適します。/ High-Gain, Recommended for Class C Power Amplifier circuit
- トランジション周波数が高い: $f_T=350\text{MHz}$ (Typ.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

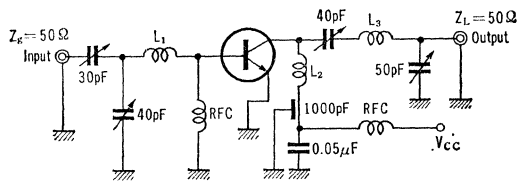
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	40	V
コレクタ・エミッタ間電圧 ($R_{BE}=10\Omega$)	V_{CER}	40	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	20	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	4	V
コレクタ電流	I_C	3	A
エミッタ電流	I_E	-3	A
コレクタ損失 ($T_C=25^\circ\text{C}$)	P_C	20	W
接合部温度	T_J	175	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ\text{C}$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

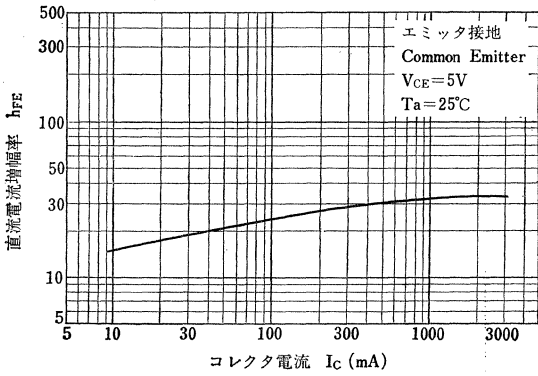
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CEO}	$V_{CE}=15\text{V}, I_B=0$	—	—	250	μA
コレクタ・ベース間降伏電圧	BV_{CB0}	$I_C=1.0\text{mA}, I_E=0$	40	—	—	V
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{CER}	$I_C=10\text{mA}, R_{BE}=10\Omega$	40	—	—	V
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{CEO}	$I_C=10\text{mA}, I_B=0$	20	—	—	V
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV_{EBO}	$I_E=1.0\text{mA}, I_C=0$	4	—	—	V
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=5\text{V}, I_C=800\text{mA}$	10	—	—	—
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=700\text{mA}, I_B=140\text{mA}$	—	—	1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10\text{V}, I_C=500\text{mA}$	200	350	—	MHz
入力インピーダンス (実数部)	$R_e(h_{ie})$	$V_{CE}=13.5\text{V}, I_C=800\text{mA}, f=175\text{MHz}$	—	5	15	Ω
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	—	40	45	pF
出力電力 (Fig. 1)	P_O	$V_{CC}=13.5\text{V}, f=175\text{MHz}, P_1=2.5\text{W}, \eta>60\%$	13	—	—	W

Fig. 1 高周波出力電力測定回路
 P_O Test Circuits

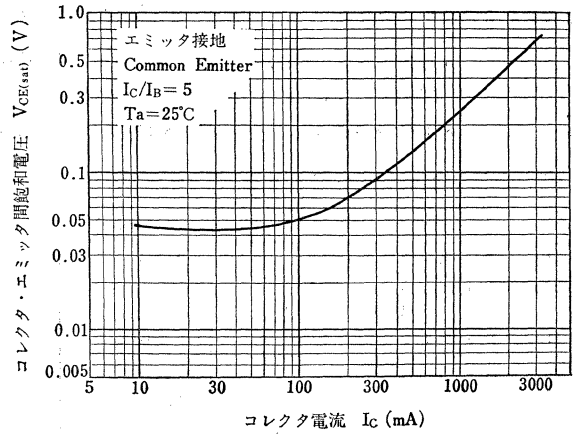


- L_1 : 1.2mmφ銀メッキ銅線, 直径6mm, 1ターン
- L_2 : 1.8mmφ銀メッキ銅線, 直径6mm, 2ターン
- L_3 : 1.8mmφ銀メッキ銅線, 直径8mm, 2ターン
- L_1 : 1.2mmφ Silver plated copper wire 6mmID, 1Turn
- L_2 : 1.8mmφ Silver plated copper wire 6mmID, 2Turn
- L_3 : 1.8mmφ Silver plated copper wire 8mmID, 2Turn

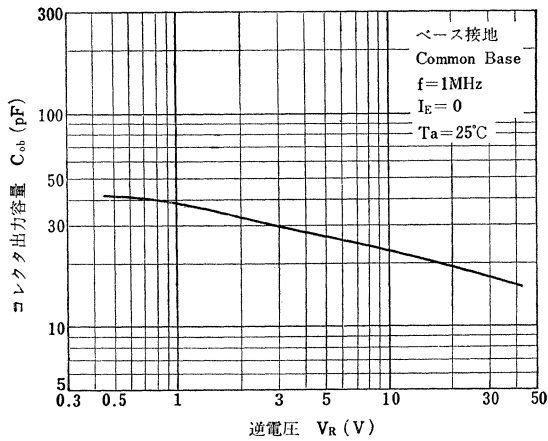
$h_{FE}-I_C$



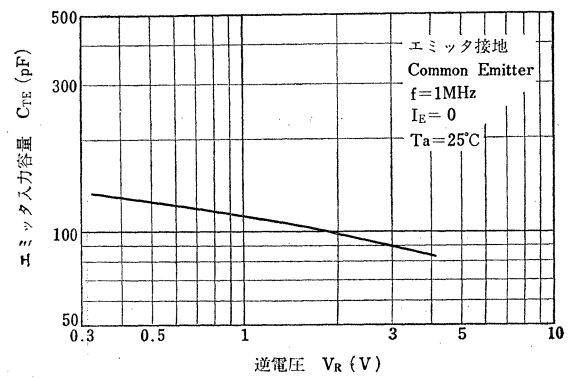
$V_{CE(sat)}-I_C$



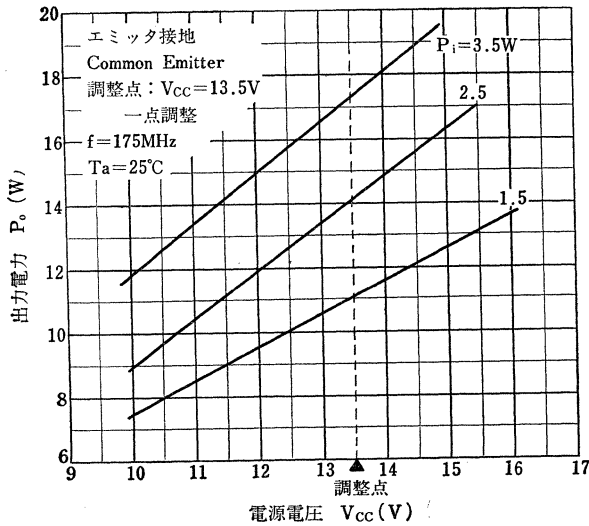
$C_{ob}-V_R$



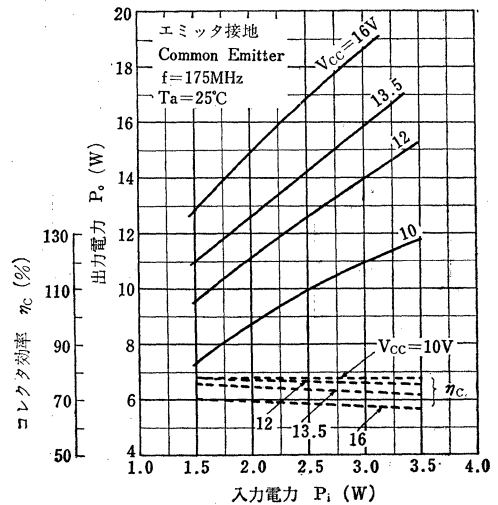
$C_{TE}-V_R$



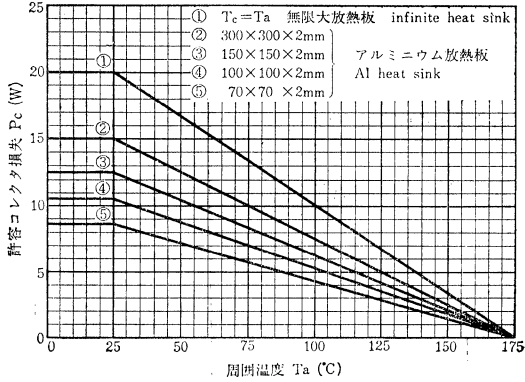
P_O-V_{CC}



P_O, η_c-P_i



P_c-T_a



2SC1377

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

○27MHz,SSB,AM 無線送信機出力段用(低電圧電源用)

○ 27MHz, SSB, AM Power Amplifier Applications (Low Supply Voltage use)

- SSB 直線増幅器出力段用として最適の特性をもっています。/Linear Amplifier Applications for SSB
- 電力利得が大きい, $G_{PL}=10\text{dB}$ (Typ.)
- 27MHzで入力電力15W($V_{CC}=12\text{V}$ の時)の特性を有します。/DC Input power 15W ($V_{CC}=12\text{V}$) at 27MHz
- プラスチックモールド形外囲器を使用しているため, 経済性及び取り付けスペースの点で有利であります。

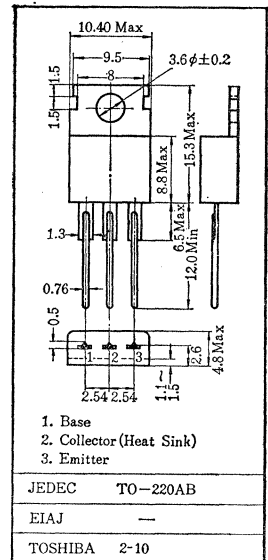
最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	90	V
コレクタ・エミッタ間電圧 ($R_{EB}=\infty$)	V_{CEO}	55	V
コレクタ・エミッタ間電圧 ($R_{EB}=10\Omega$)	V_{CER}	90	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	4	V
コレクタ電流	I_C	6	A
エミッタ電流	I_E	-6	A
コレクタ損失 ($T_c=25^\circ\text{C}$)	P_C	20	W
接合部温度	T_j	150	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~150	$^\circ\text{C}$

通信工業用

Industrial Applications

Unit in mm



アクセサリはAC55Cを適用
Mounting Kit NO AC55C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=60\text{V}, I_E=0$	—	—	10	μA
	I_{CEO}	$V_{CE}=30\text{V}, I_B=0$	—	—	0.1	mA
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{CBO}	$I_C=1\text{mA}, I_E=0$	90	—	—	V
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{CEO}	$I_C=10\text{mA}, I_B=0$	55	—	—	V
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV_{EBO}	$I_E=1\text{mA}, I_C=0$	4	—	—	V
直流電流増幅率	$h_{FE}(1)$	$V_{CE}=5\text{V}, I_C=1\text{A}$	20	—	—	
	$h_{FE}(2)*$	$V_{CE}=5\text{V}, I_C=6\text{A}$	10	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE}(\text{sat})$	$I_C=1\text{A}, I_B=0.05\text{A}$	—	0.5	1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=5\text{V}, I_C=0.2\text{A}$	—	100	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	—	60	100	pF
出力電力 (CW) Fig.1	P_o	$V_{CC}=12\text{V}, f=27\text{MHz}, P_i=0.4\text{W}, \eta \geq 60\%$	3	—	—	W
出力電力 (Linear) Fig.2	P_o	$V_{CC}=12\text{V}, f=27\text{MHz}, P_i=1\text{W}, I(\text{idle})=50\text{mA}$	8	—	—	W
電力利得 (Linear)	G_{PL}	$V_{CC}=12\text{V}, f=27\text{MHz}, P_i=1\text{W}, I(\text{idle})=50\text{mA}$	9	—	—	dB

* パルス法

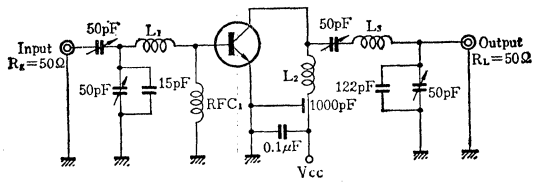
パルス幅 $\leq 100\mu\text{S}$

デューティサイクル $\leq 3.0\%$

Pulsed : Pulse width $\leq 100\mu\text{S}$

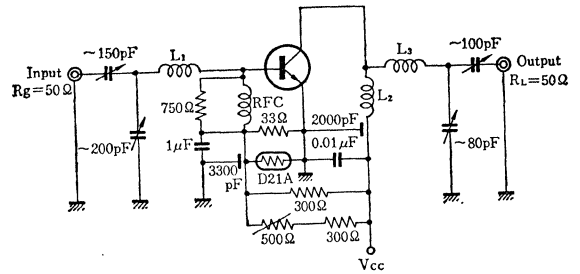
Duty Cycle $\leq 3.0\%$

Fig. 1 出力電力 (CW) 測定回路
Po (CW) Test Circuits



- L₁ : エナメル銅線, 0.5mmφ, 8ID, 7T
- L₂ : エナメル銅線, 0.5mmφ, 8ID, 5T
- L₃ : エナメル銅線, 0.5mmφ, 8ID, 21T
- RFC : エナメル銅線, 0.2mmφ, 5ID, 76T
- L₁ : Enamel coated copper wire, 0.5mmφ, 8ID, 7T
- L₂ : Enamel coated copper wire, 0.5mmφ, 8ID, 5T
- L₃ : Enamel coated copper wire, 0.5mmφ, 8ID, 21T
- RFC : Enamel coated copper wire, 0.2mmφ, 5ID, 76T

Fig. 2 出力電力 (リニア) 測定回路
Po (Linear) Test Circuits



- L₁ : 銀メッキ 1.0mmφ 4T コイル径16mmφ 長さ16mm
- L₂ : 銀メッキ 1.0mmφ 3¼T コイル径16mmφ 長さ8mm
- L₃ : 銀メッキ 1.0mmφ 6T コイル径16mmφ 長さ13mm
- RFC : エナメル線 0.5mmφ 30T コイル径6mmφ 長さ20mm
- L₁ : 1.0mmφ, Silver plated copper wire, ID=16mm, 4T, 16mm long
- L₂ : 1.0mmφ, Silver plated copper wire, ID=16mm, 3¼T, 8mm long
- L₃ : 1.0mmφ, Silver plated copper wire, ID=16mm, 6T, 13mm long
- RFC : 0.5mmφ, Enamel coated copper wire, ID=6mm, 30T, 20mm long

2SC1378

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

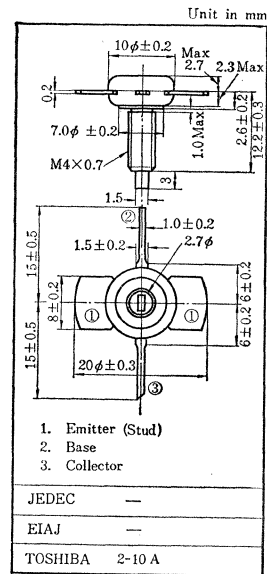
- VHF帯 (144~175MHz) 移動無線送信機出力段用 (低電圧電源用)
- VHF Land-Mobile Radio Output Stage Applications (Low Supply Voltage use)

通信工業用
Industrial Applications

- ・ストリップライン形外囲器を採用しているため、電力利得が5.6dB(標準)と大きい、/ 5.6dB (Typ.) High Power Gain due to introduction of stripline package.
- ・175MHz で 25W (標準) 出力が得られます。/ 25W (Typ.) Power Output at 175MHz.
- ・エミッタ電極がスタッドに接続されているため、動作が安定です。/ Stable operation is expected as Emitter is inner connected to stud.
- ・15~20W 無線送信機、終段増幅用として最適です。/ Recommended for Power stage amplifier of Land-Mobile Radio (15W to 20W.)

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V _{CB0}	40	V
エミッタ・ベース間電圧	V _{EBO}	4	V
コレクタ・エミッタ間電圧	R _{BE} =∞ V _{CEO}	20	V
	R _{BE} =10Ω V _{CER}	40	
コレクタ電流	I _C	4	A
エミッタ電流	I _E	-4	A
ベース電流	I _B	0.8	A
コレクタ損失 (T _C =25°C)	P _C	35	W
接合部温度	T _J	175	°C
保存温度	T _{stg}	-65~175	°C



電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I _{CBO}	V _{CB} =15V, I _E =0	—	—	100	μA
	I _{CBO}	V _{CE} =15V, I _B =0	—	—	1.0	mA
コレクタ・ベース間降伏電圧	BV _{CB0}	I _C =1mA, I _E =0	38	—	—	V
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV _{CE0}	I _C =10mA, I _B =0	18	—	—	V
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV _{EBO}	I _E =1mA, I _C =0	4	—	—	V
直流電流増幅率*	h _{FE} (1)	V _{CE} =5V, I _C =10A	10	—	—	
	h _{FE} (2)	V _{CE} =5V, I _C =4A	10	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	V _{CE(sat)}	I _C =1.0A, I _B =0.1A	—	—	1.0	V
トランジション周波数	f _T	V _{CE} =10V, I _B =-0.2A	—	150	—	MHz
コレクタ出力容量	C _{ob}	V _{CB} =10V, I _E =0, f=1MHz	—	65	80	pF
入力インピーダンス (実数部)	Re(h _{ie})	V _{CC} =13.5V, f=175MHz	—	2.0	—	Ω
出力電力 Fig. 1	P _O	V _{CC} =13.5V, f=175MHz, P _I =6.0W, η _C ≥60%	22	25	—	W
電力利得	G _P	V _{CC} =13.5V, f=175MHz, P _I =6.0W, η _C =60%	5.6	6.2	—	dB

* パルス法

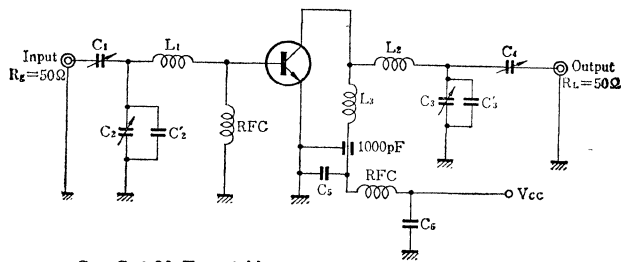
パルス幅 ≤ 100μs

デューティサイクル ≤ 3.0%

Pulsed: Pulse width ≤ 100μs

Duty Cycle ≤ 3.0%

Fig.1 出力電力測定回路
Po Test Circuit



$C_1 \sim C_4$: 30pF variable

C_2, C_3 : 30pF fixed

C_5, C_6 : 0.01 μ F

L_1 : 1.2mm ϕ , ID=10mm, $\frac{1}{2}$ turns, Silver plated copper wire

L_2 : 1.2mm ϕ , ID=10mm, 1turn, ditto

L_3 : 1.2mm ϕ , ID=10mm, 2turns, ditto

2SC1379

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

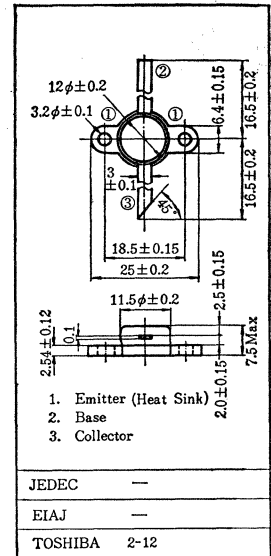
- VHF帯 (144~175MHz) 移動無線送信機出力段用 (低電圧電源)
○ VHF Land-Mobile Radio Power Stage Applications (Low Supply Voltage use)

通信工業用
Industrial Applications
Unit in mm

- ストリップライン形外囲器(スタッドなし)を採用しているため電力利得が4.6dB (標準) と大きい/4.6dB(Typ.) High Power Gain due to introduction of stripline package (without stud)
- 175MHzで35W(標準) 出力が得られます/35W(Typ.) Power Output at 175MHz
- エミッタ電極がステムに接続されているため、動作が安定です。また外囲器は放熱効果の大きいものが使用されています/ Stable Operation is expected as Emitter is inner connected to stem
- 25~30W無線送信機、終段増幅用として最適です / Recommended for Power stage Amplifier of Land-Mobile Radio, (25W to 30W)

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V _{CB0}	40	V
エミッタ・ベース間電圧	V _{EBO}	4	V
コレクタ・エミッタ間電圧	R _{BE} =0	V _{CE0}	20
	R _{BE} =10Ω	V _{CEP}	40
コレクタ電流	I _C	7	A
エミッタ電流	I _E	-7	A
ベース電流	I _B	1.4	A
コレクタ損失 (T _C =25°C)	P _C	70	W
接合部温度	T _J	175	°C
保存温度	T _{stg}	-65~175	°C



電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I _{CB0}	V _{CB} =15V, I _E =0	—	—	100	μA
	I _{CE0}	V _{CE} =15V, I _B =0	—	—	1.0	mA
コレクタ・ベース間降伏電圧	BV _{CB0}	I _C =1mA, I _E =0	38	—	—	V
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV _{CE0}	I _C =10mA, I _B =0	18	—	—	V
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV _{EBO}	I _E =1mA, I _C =0	4	—	—	V
直流電流増幅率*	h _{FE} (1)	V _{CE} =5V, I _C =1A	10	—	—	
	h _{FE} (2)	V _{CE} =5V, I _C =6A	10	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	V _{CE(sat)}	I _C =3A, I _B =0.3A	—	—	1.0	V
トランジション周波数	f _T	V _{CE} =10V, I _E =-0.2A	—	150	—	MHz
コレクタ出力容量	C _{ob}	V _{CB} =10V, I _E =0, f=1MHz	—	130	160	pF
入力インピーダンス	R _e (h _{ie})	V _{CC} =13.5V, f=175MHz	—	1.0	5	Ω
出力電力 (Fig. 1)	P _o	V _{CC} =13.5V, f=175MHz, P _I =12W, η _c ≥60%	35	40	—	W
電力利得	G _P		4.6	5.2	—	dB

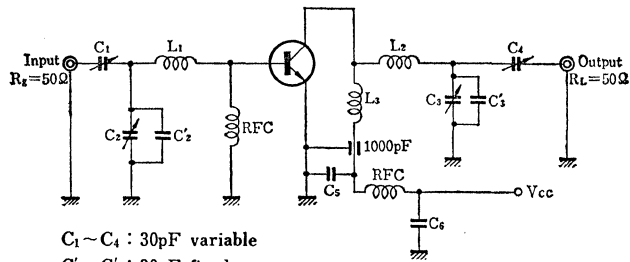
パルス法

* パルス幅 ≤ 100μs

デューティ・サイクル ≤ 3.0%

Pulsed; Pulse width ≤ 100μs, Duty cycle ≤ 3%

Fig. 1 出力電力測定回路
Po Test Circuit



$C_1 \sim C_4$: 30pF variable

C_2, C_3 : 30pF fixed

C_5, C_6 : 0.01 μ F

L_1 : 1.2mm ϕ , ID=10mm, $\frac{1}{2}$ turns, Silver plated copper wire

L_2 : 1.2mm ϕ , ID=10mm, 1 turn, ditto.

L_3 : 1.2mm ϕ , ID=10mm, 2 turns, ditto

C_1, C_2, C_3, C_4 : 30pF

C_2, C_3 : 30pF(固定)

C_5, C_6 : 0.01 μ F

L_1 : 1.2mm ϕ , コイル径 10mm, $\frac{1}{2}$ T, 銀メッキ銅線

L_2 : 1.2mm ϕ , コイル径 10mm, 1 T, 銀メッキ銅線

L_3 : 1.2mm ϕ , コイル径 10mm, 2 T, 銀メッキ銅線

2SC1380, 2SC1380A

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ
SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

○高周波増幅用 ○低周波低雑音増幅用(2SC1380A)

○ High Frequency Amplifier Applications

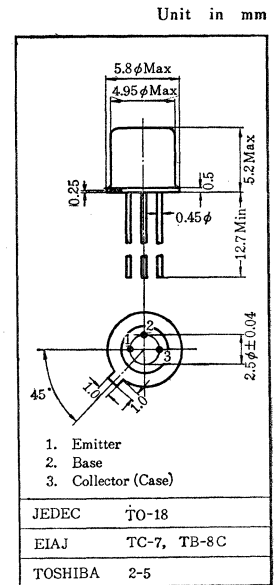
○ Low Noise Amplifier Applications(2SC1380A)

通信工業用
Industrial Applications

- 高耐圧です: $V_{CE0}=50V$
- 雑音指数が小さい: $NF=2dB$ (Max.) 2SC1380A
($R_g=10k\Omega$, $f=100Hz$)
- 電流増幅率が高い: $h_{FE}=200\sim700$

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	55	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	50	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	100	mA
エミッタ電流	I_E	-100	mA
コレクタ損失	P_C	200	mW
接合部温度	T_j	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~150	$^\circ C$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit	
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=18V, I_E=0$	—	—	0.1	μA	
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	0.1	μA	
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE}=6V, I_C=2mA$	200	—	700		
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=100mA, I_B=10mA$	—	—	0.6	V	
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE}=1V, I_C=100mA$	—	0.7	1.0	V	
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=6V, I_C=1mA$	—	80	—	MHz	
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=6V, I_E=0, f=1MHz$	—	6	10	pF	
雑音指数	2SC1380A	NF(1)	$V_{CB}=6V, I_C=0.1mA, f=10Hz, R_g=10k\Omega$	—	—	10	dB
		NF(2)	$V_{CE}=6V, I_C=0.1mA, f=100Hz, R_g=10k\Omega$	—	—	2	dB

* h_{FE} により下表のように分類し現品表示してあります。

According to the value of h_{FE} , the 2SC1380 and 2SC1380A are classified as follows.

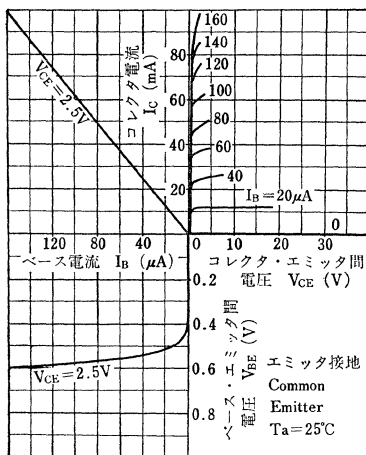
Classification	Min.	Max.
2SC1380 —GR 2SC1380A—GR	200	400
2SC1380 —BL 2SC1380A—BL	350	700

h 定数 h Parameter (Typical)

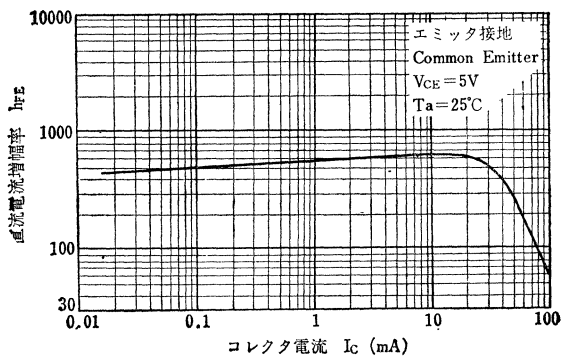
(Common Emitter, $V_{CE}=6V$, $I_E=-1mA$, $f=270Hz$, $T_a=25^\circ C$)

Characteristics	Symbol	C1380A-GR	C1380A-BL	Unit
入力インピーダンス (出力短絡)	h_{ie}	7.5	15	$k\Omega$
電圧帰還率 (入力開放)	h_{re}	6.2	13	$\times 10^{-5}$
電流増幅率 (出力短絡)	h_{fe}	280	530	—
出力アドミタンス (入力開放)	h_{oe}	6.4	13	$\mu\Omega$

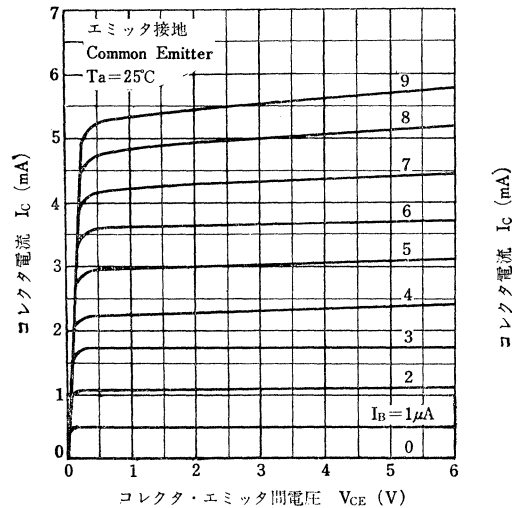
Static Characteristics



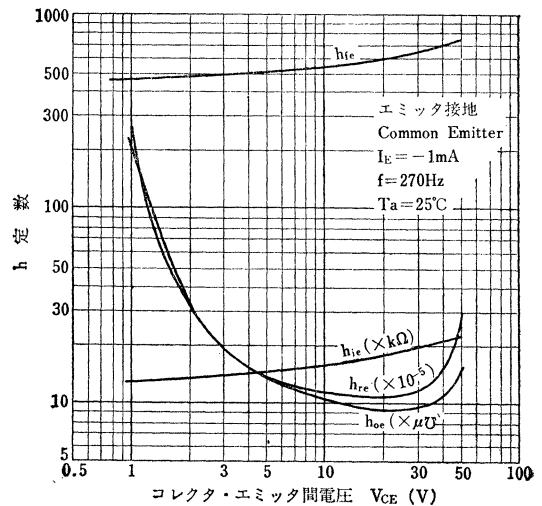
$h_{FE}-I_C$



I_C-V_{CE} (Low Voltage Low Current Region)

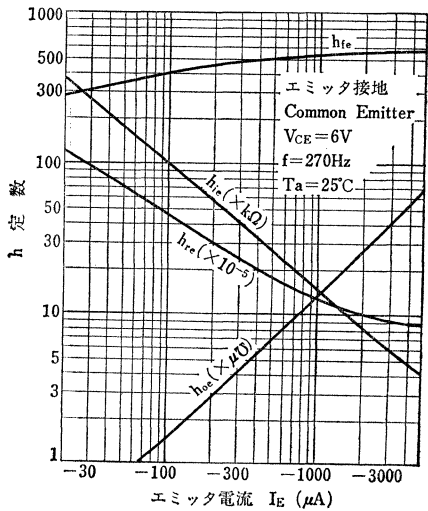


h Parameter- V_{CE}



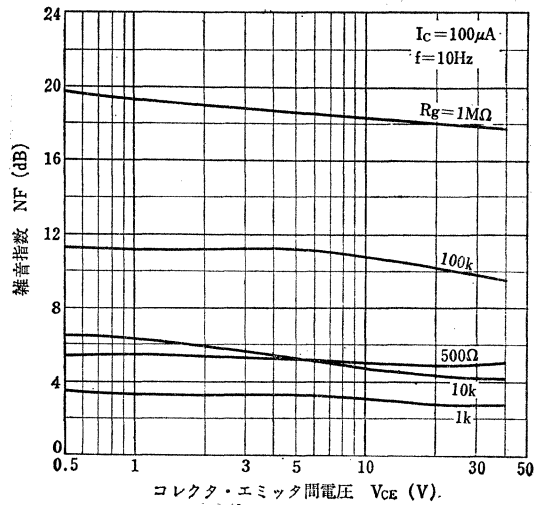
2SC1380, 2SC1380A

h Parameter-I_E

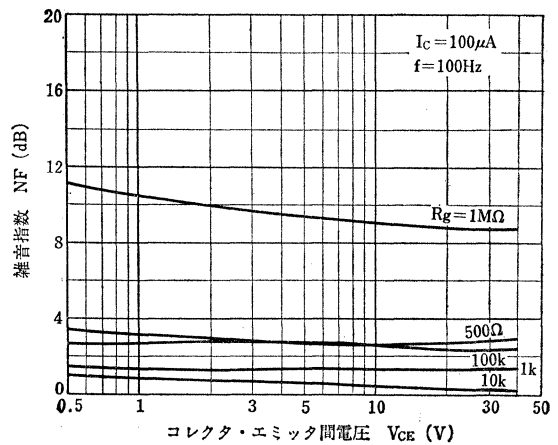
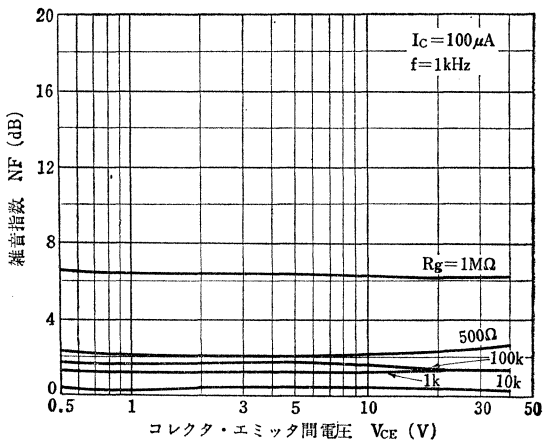


NF-V_{CE}

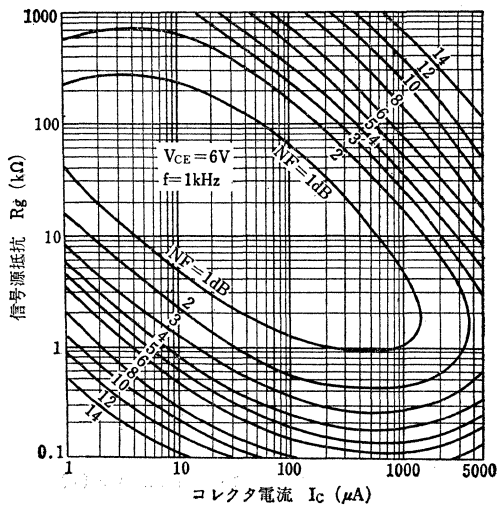
NF-V_{CE}



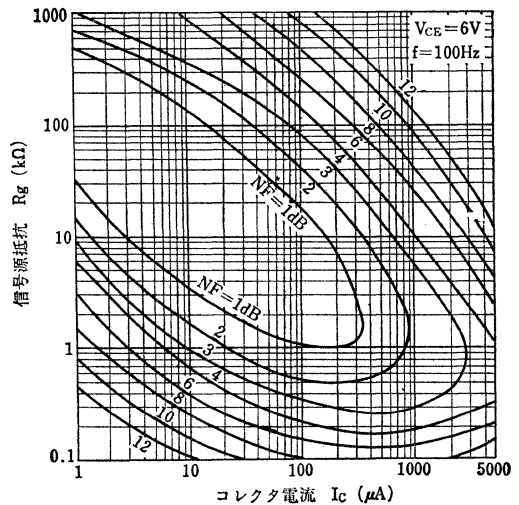
NF-V_{CE}



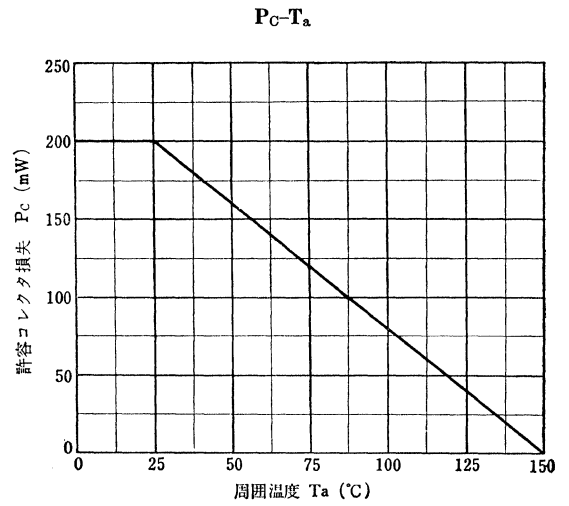
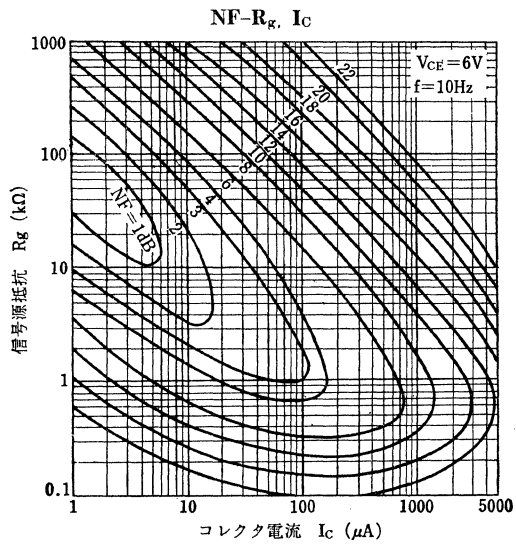
NF-R_g, I_C



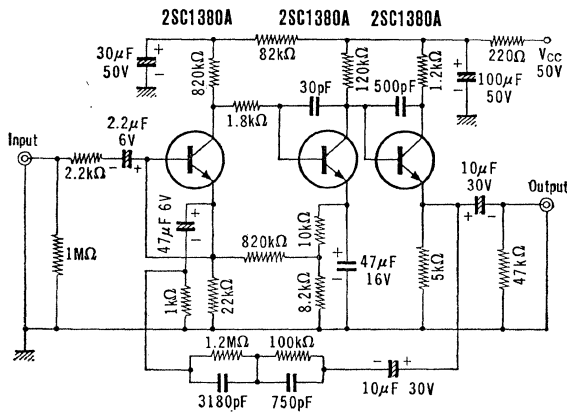
NF-R_g, I_C



2SC1380, 2SC1380A



応用回路例 Application Circuit Example



入力インピーダンス Input Resistance 350k Ω @ 1k Ω Hz
 電圧利得 Voltage Gain 42.5dB @ 1kHz
 周波数特性 Frequency Characteristics RIAA \pm 1dB
 入力換算雑音電圧 Equivalent RMS Noise Input Voltage 1.3 μ V @ $R_g = 4.7k\Omega$

2SC1382

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR TRANSISTOR

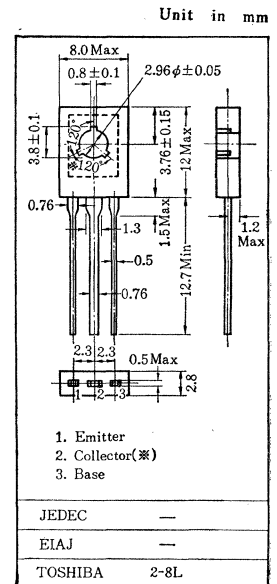
- 中電力増幅用 ○励振段増幅用
○ Medium Power Amplifier Applications
○ Driver stage Amplifier Applications

- 高耐圧です: $V_{CEO}=80V$
- 高出力Hi-Fi Ampの励振段に適します。
- 2SA682とコンプリメンタリになります。 / Complementary to 2SA682

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	80	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	80	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	750	mA
エミッタ電流	I_E	-750	mA
コレクタ損失	P_C	800	mW
接合部温度	T_j	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$

* 点線内のメタルはコレクタに接続されています。
The inside metal of dotted line is connected to collector lead.



アクセサリはAC46Cを適用
Mounting kit No AC46C

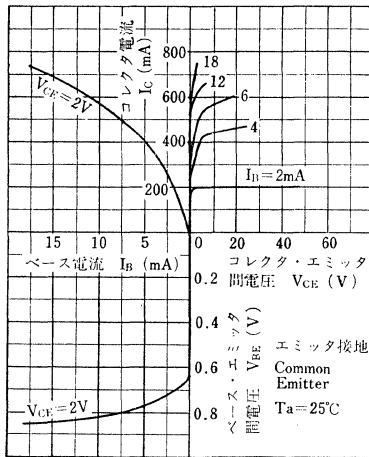
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしゃ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=30V, I_E=0$	—	—	0.5	μA
エミッタしゃ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	1.0	μA
直流電流増幅率	$h_{FE(1)}^*$	$V_{CE}=2V, I_C=150mA$	70	—	240	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE}=2V, I_C=500mA$	40	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=500mA, I_B=50mA$	—	—	0.5	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE}=2V, I_C=500mA$	—	—	1.0	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=2V, I_C=150mA$	50	100	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1MHz$	—	15	—	pF

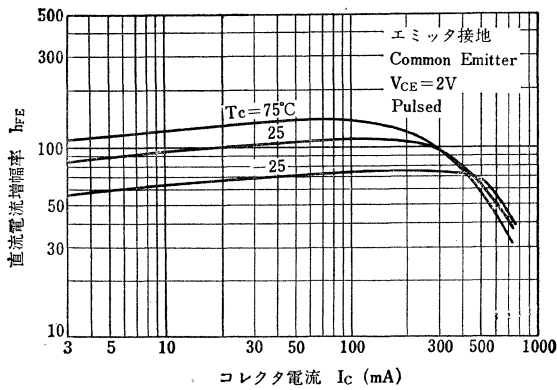
* $h_{FE(1)}$ により、下表のように分類し現品表示してあります。
According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SC1382 is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SC1382—O	70	140
2SC1382—Y	120	240

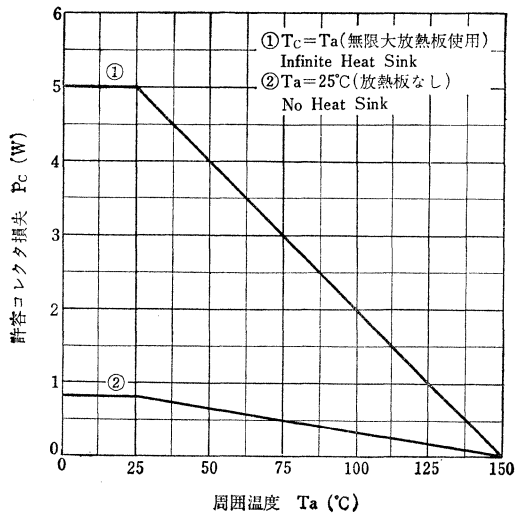
Static Characteristics



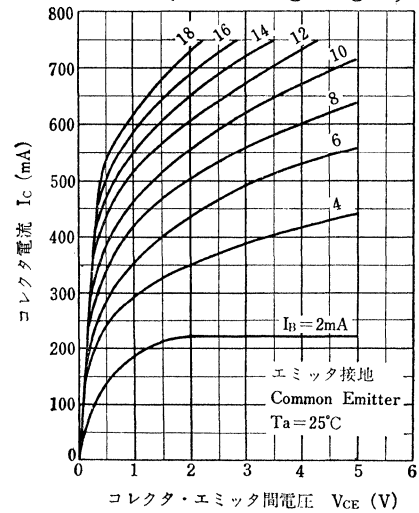
$h_{FE}-I_C$



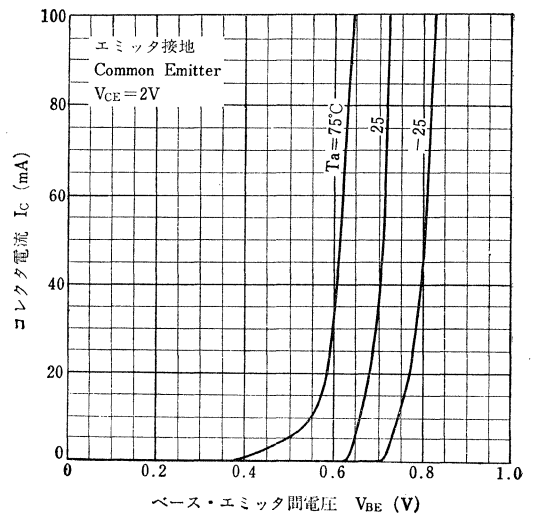
P_C-T_a



I_C-V_{CE} (Low Voltage Region)



I_C-V_{BE} (Low Current Region)



2SC1433

シリコンNPN三重拡散メサ形トランジスタ SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED MESA TRANSISTOR

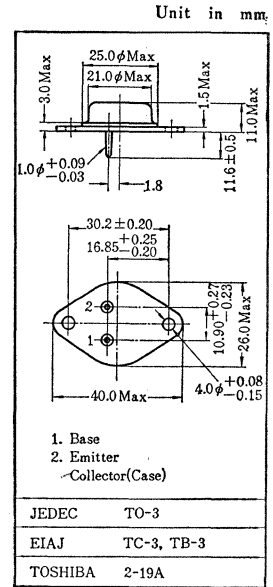
○高電圧スイッチング用

○ High Voltage Switching Application

- 高耐圧です： $V_{CEO} = 400V$
- 飽和電圧が小さい： $V_{CE(sat)} = 1.5V$ (Max.)
($I_C = 3A, I_B = 0.5A$)

最大定格 Maximum Ratings ($T_c = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	600	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	400	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	5	A
エミッタ電流	I_E	-5	A
ベース電流	I_B	1.5	A
コレクタ損失	P_C	50	W
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$



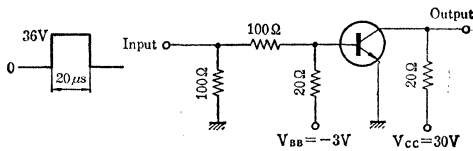
アクセサリはAC6Cを適用
Mounting Kit No. AC6C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

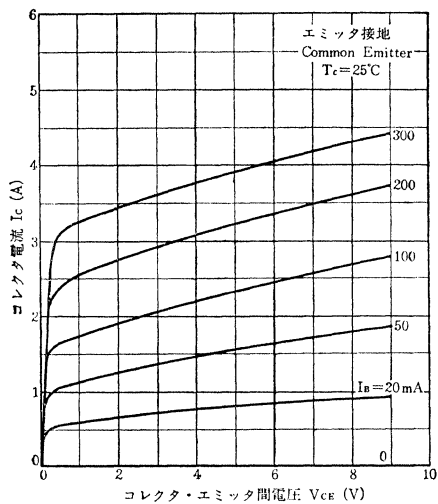
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = 500V, I_E = 0$	—	—	100	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = 5V, I_C = 0$	—	—	1	mA
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{CEO}	$I_C = 10mA, I_B = 0$	400	—	—	V
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE} = 5V, I_C = 1A$	20	—	300	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧*	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 3A, I_B = 0.5A$	—	—	1.5	V
ベース・エミッタ間飽和電圧*	$V_{BE(sat)}$	$I_C = 3A, I_B = 0.5A$	—	—	2.0	V
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = 50V, I_E = 0$ $f = 1MHz$	—	100	—	pF
スイッチング時間	ターンオン時間	t_{on}	—	2.0	—	μs
	蓄積時間	t_{stg}	—	10	—	
	下降時間	t_f	—	1.5	—	

* パルス法：パルス幅 $\leq 300\mu s$, デューティ・サイクル $\leq 2\%$
Pulsed ; Pulse Width $\leq 300\mu s$, Duty Cycle $\leq 2\%$

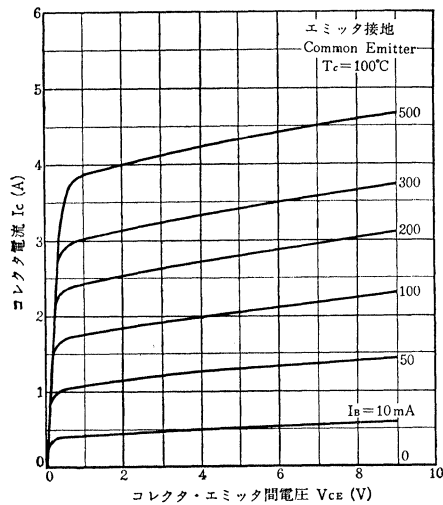
Fig. 1 スイッチング時間測定回路
Switching Time Test Circuit



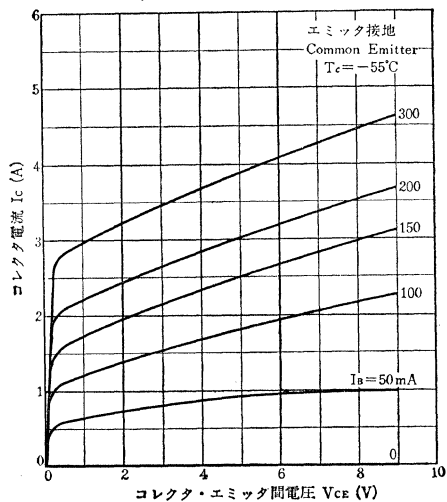
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



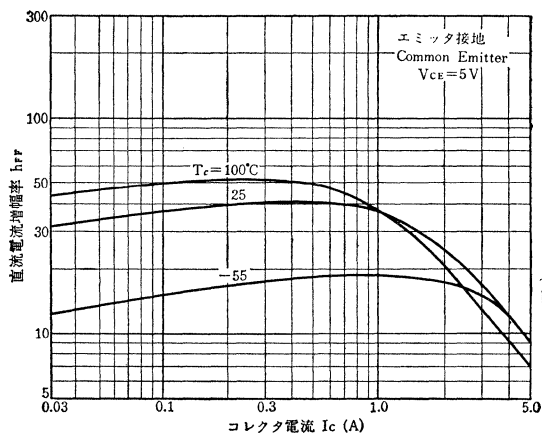
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



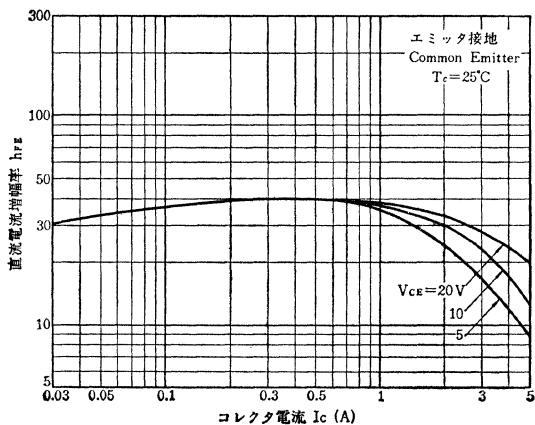
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



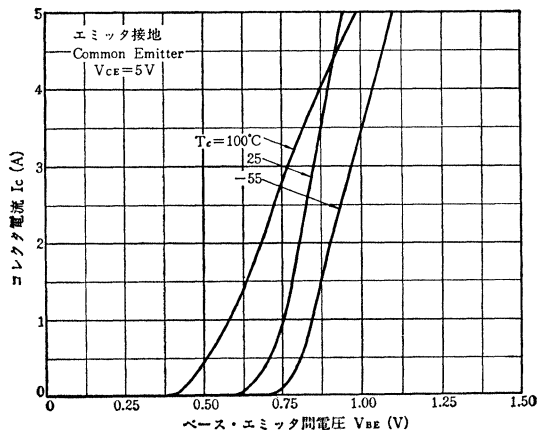
h_{FE} - I_C



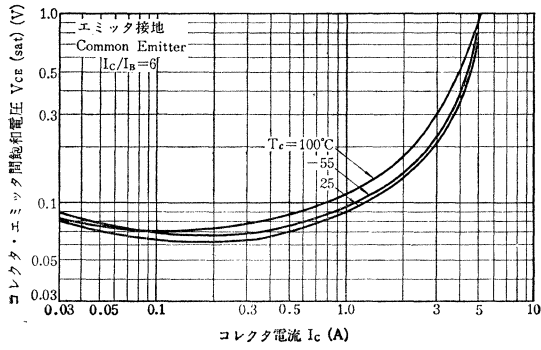
h_{FE} - I_C



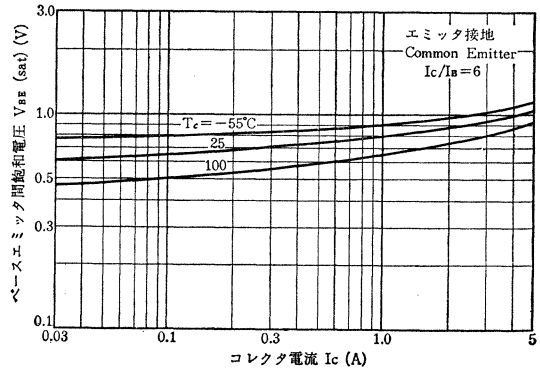
V_{BE} - I_C



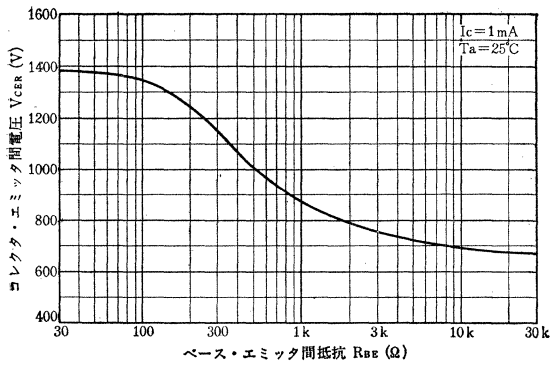
$V_{CE(sat)} - I_C$



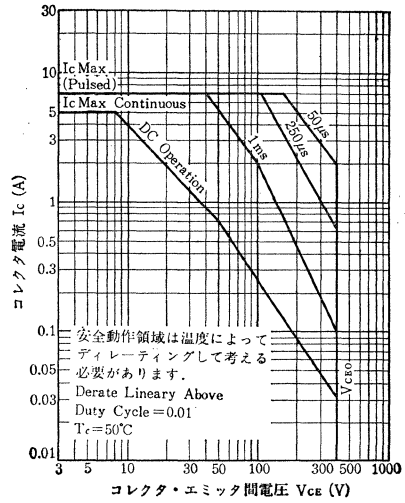
$V_{BE(sat)} - I_C$



$V_{CE} - R_{BE}$



安全動作領域 ASO



シリコンNPN三重拡散メサ形トランジスタ
SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED MESA TRANSISTOR

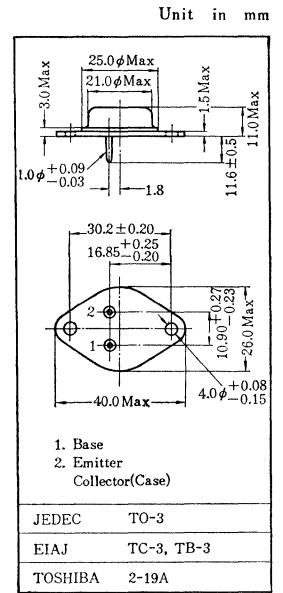
2SC1434

○高電圧スイッチング用
○ High Voltage Switching Application

- 高耐圧です: $V_{CE0} = 400V$
- 飽和電圧が小さい: $V_{CE(sat)} = 1.5V(Max.)$
($I_C = 10A, I_B = 2A$)

最大定格 Maximum Ratings ($T_c = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	600	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	400	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	15	A
エミッタ電流	I_E	-15	A
ベース電流	I_B	5	A
コレクタ損失	P_C	150	W
接合部温度	T_j	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$



アクセサリはAC6Cを適用
Mounting Kit No. AC6C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

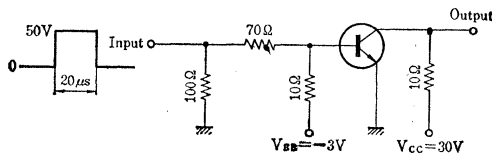
Characteristic	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = 500V, I_E = 0$	—	—	0.5	mA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = 5V, I_C = 0$	—	—	1	mA
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{CEO}	$I_C = 20mA, I_B = 0$	400	—	—	V
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE} = 5V, I_C = 3A$	30	—	300	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧*	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 10A, I_B = 2A$	—	—	1.5	V
ベース・エミッタ間飽和電圧*	$V_{BE(sat)}$	$I_C = 10A, I_B = 2A$	—	—	2.0	V
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = 50V, I_E = 0$ $f = 1MHz$	—	200	—	pF
スイッチング時間	ターンオン時間	Fig. 1	—	2.0	—	μs
	蓄積時間		—	15	—	
	下降時間		—	2.5	—	

* パルス法: パルス幅 $\leq 300\mu s$, デューティ・サイクル $\leq 20\%$

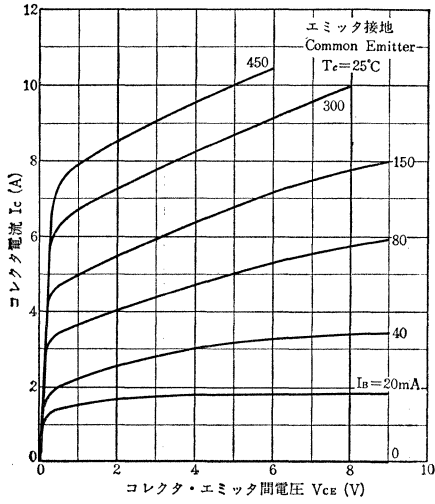
Pulsed; Pulse Width $\leq 300\mu s$, Duty Cycle $\leq 2\%$

Fig. 1 スイッチング時間測定回路

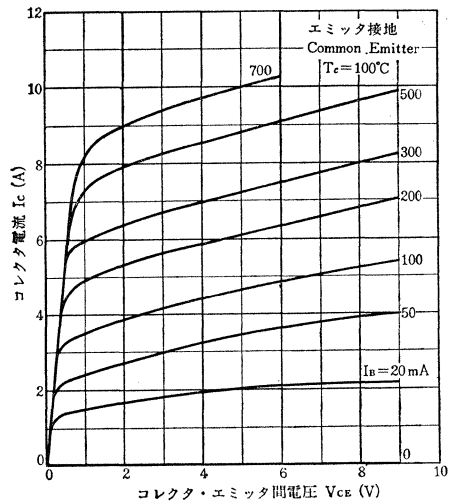
Switching Time Test Circuit



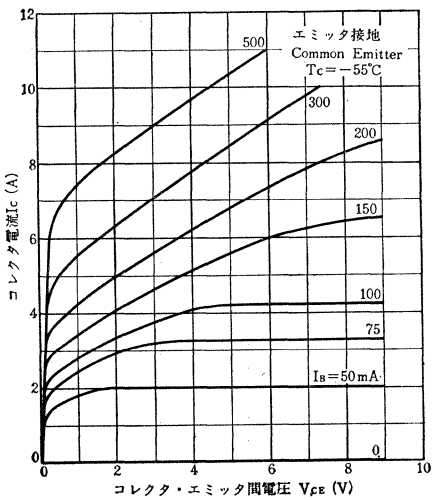
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



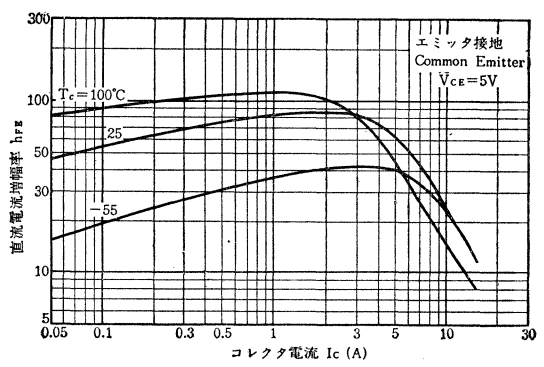
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



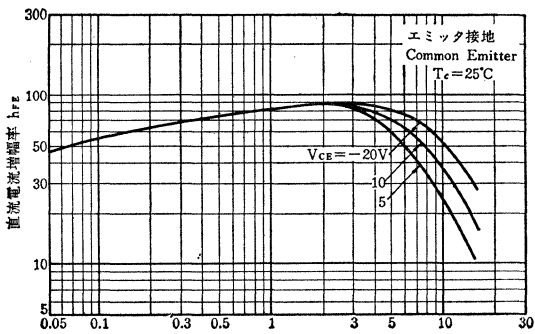
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



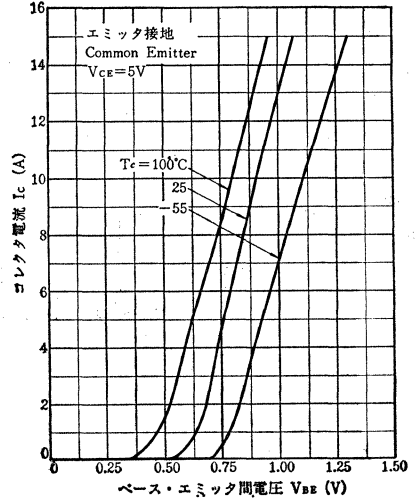
h_{FE} - I_C



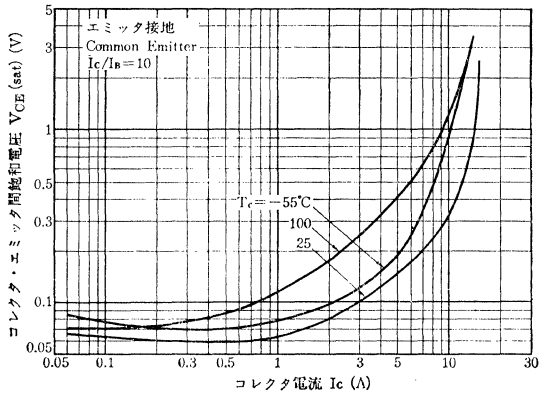
h_{FE} - I_C



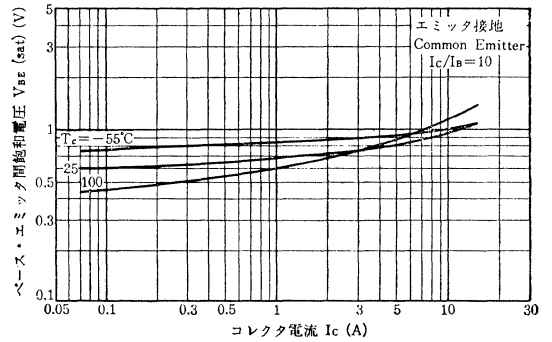
V_{BE} - I_C



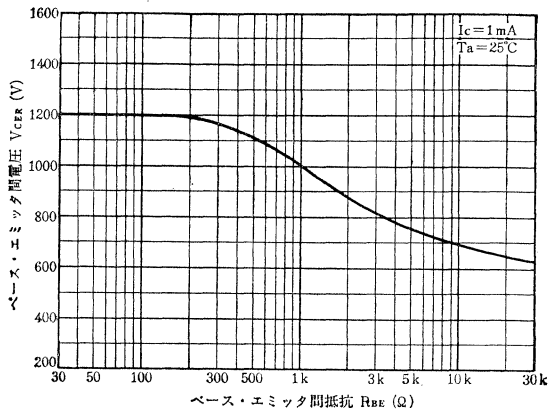
$V_{CE(sat)} - I_C$



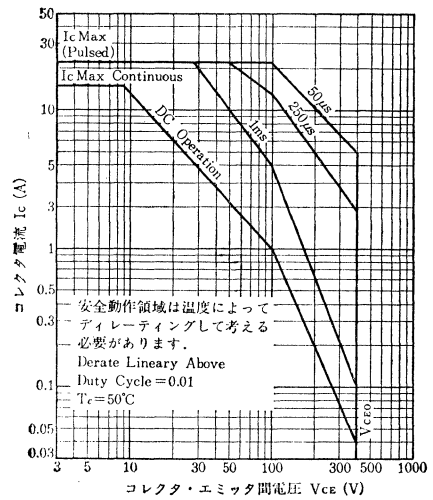
$V_{BE(sat)} - I_C$



$V_{CE} - R_{BE}$



安全動作領域 ASO



2SC1435

シリコンNPN三重拡散メサ形トランジスタ SILICON NPN TRIPLE DIFFUSED MESA TRANSISTOR

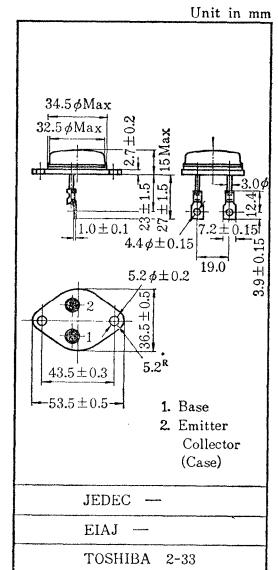
○高電圧スイッチング用

○ High Voltage Switching Application

- 高耐圧です: $V_{CEO} = 400V$
- 飽和電圧が小さい:
 $V_{CE}(\text{sat}) = 1.5V$ (Max.)
($I_C = 30A, I_B = 6A$)

最大定格 Maximum Ratings ($T_c = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	600	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	400	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	40	A
エミッタ電流	I_E	-40	A
ベース電流	I_B	15	A
コレクタ損失	P_C	300	W
接合部温度	T_j	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

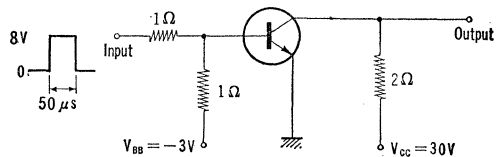
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = 500V, I_E = 0$	—	—	1	mA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = 5V, I_C = 0$	—	—	5	mA
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{CEO}	$I_C = 20mA, I_B = 0$	400	—	—	V
直流電流増幅率*	h_{FE}	$V_{CE} = 5V, I_C = 10A$	30	—	300	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧*	$V_{CE}(\text{sat})$	$I_C = 30A, I_B = 6A$	—	—	1.5	V
ベース・エミッタ間飽和電圧*	$V_{BE}(\text{sat})$	$I_C = 30A, I_B = 6A$	—	—	2.0	V
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = 50V, I_E = 0$ $f = 1MHz$	—	600	—	pF
スイッチング時間	ターンオン時間	t_{on}	—	11	—	μs
	蓄積時間	t_{stg}	—	10	—	
	下降時間	t_f	—	1.5	—	

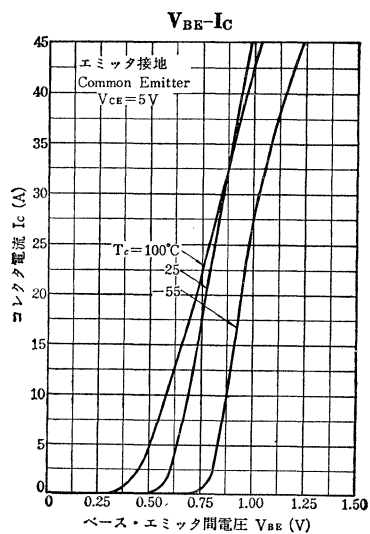
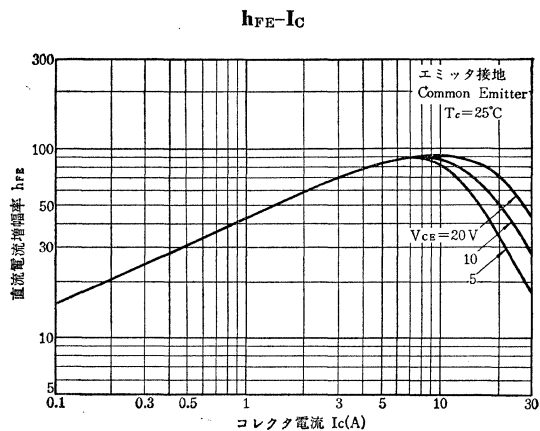
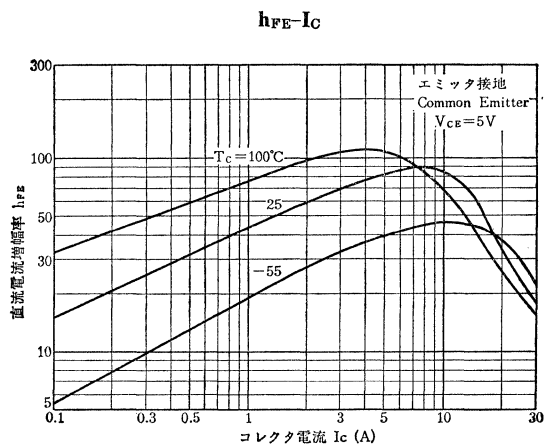
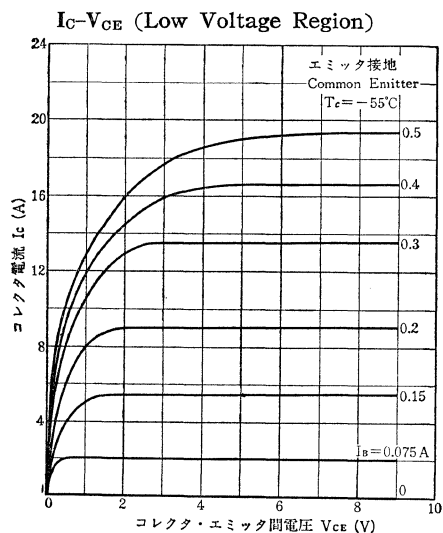
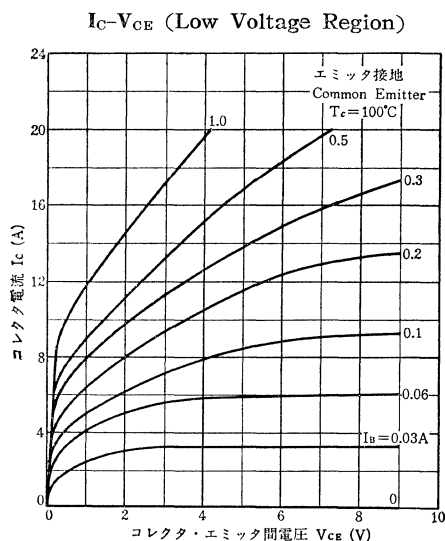
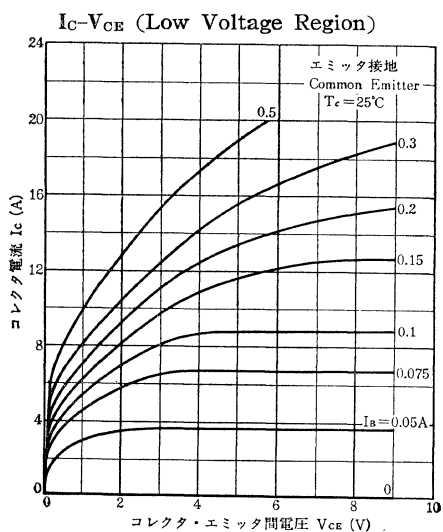
* パルス法: パルス幅 $\leq 300\mu s$, デューティ・サイクル $\leq 2\%$

Pulsed; Pulse Width $\leq 300\mu s$, Duty Cycle $\leq 2\%$

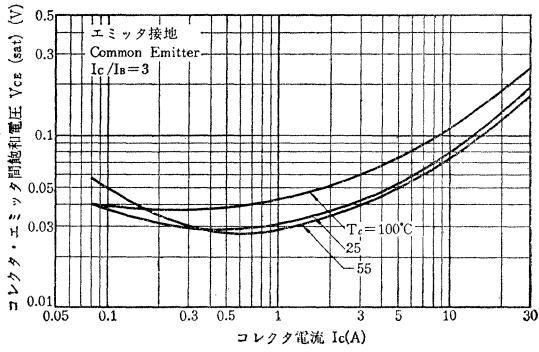
Fig. 1 スイッチング時間測定回路

Switching Time Test Circuit

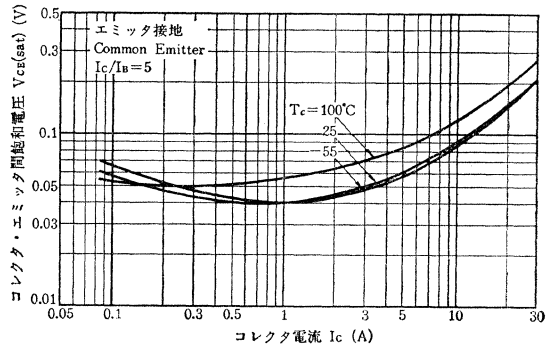




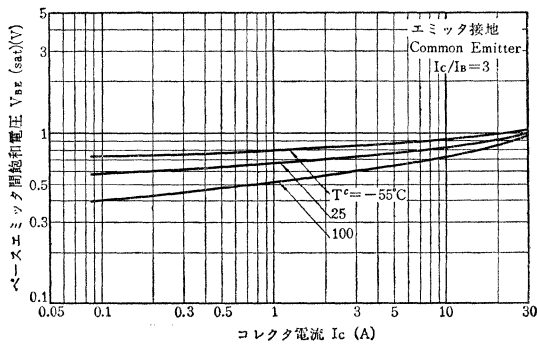
$V_{CE} (sat) - I_C$



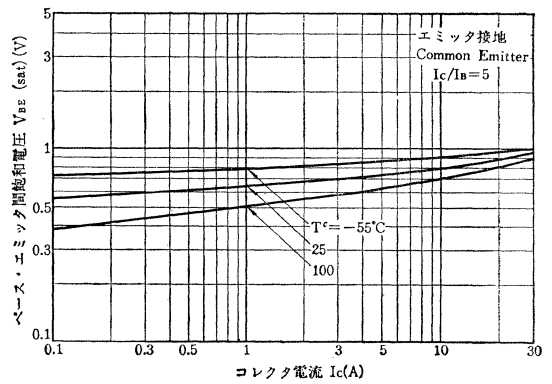
$V_{CE} (sat) - I_C$



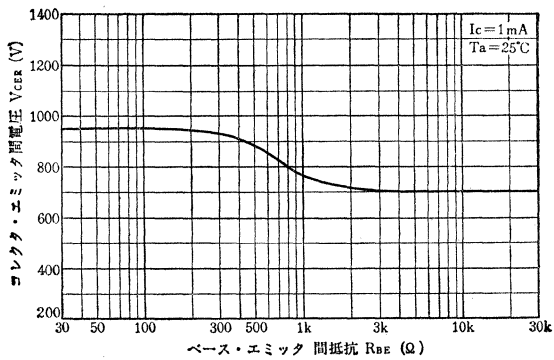
$V_{BE} (sat) - I_C$



$V_{BE} (sat) - I_C$



$V_{CER} - R_{BE}$

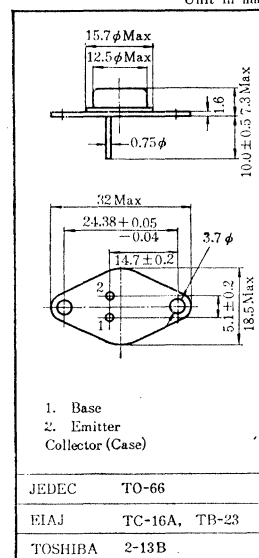


シリコンNPN拡散接合形トランジスタ
SILICON NPN DIFFUSED JUNCTION TRANSISTOR

2SD102, 2SD103

- 低周波電力増幅用 ○大電力スイッチング用 ○DC-DCコンバータ用
○電源レギュレータ用
○ Audio Power Amplifier, Power Switching, DC-DC-Converter and Regulator Applications

通信工業用
Industrial Applications
Unit in mm



アクセサリは AC20C を適用
Mounting Kit No. AC20C

- 飽和電圧が小さい: $V_{CE(sat)} = 0.5V$ (Typ.)
- コレクタ損失が大きい: $P_C = 25W$ (Max.) ($T_C = 25^\circ C$)
- コレクタ電流が大きい: $I_C = 3A$ (Max.)
- 高耐圧です: 2SD102 $V_{CBO} = 110V$
2SD103 $V_{CBO} = 80V$
- 2SB502, 2SB503 とコンプリメンタリになります / Complementary to 2SB502, and 2SB503

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
コレクタ・ベース間電圧	2SD102 2SD103	V_{CBO}	110 80	V
コレクタ・エミッタ間電圧	2SD102 2SD103	V_{CEO}	80 50	V
エミッタ・ベース間電圧		V_{EBO}	10	V
コレクタ電流		I_C	3	A
エミッタ電流		I_E	-3	A
ベース電流		I_B	1	A
コレクタ損失	$T_C = 25^\circ C$ *	P_C	25 17	W
接合部温度		T_J	150	$^\circ C$
保存温度		T_{stg}	-65~150	$^\circ C$

* シリコン・グリースを塗布し、マイカ絶縁板を介して $200 \times 200 \times 2mm$ アルミニウム放熱板を取付けたとき。
Unit mounted on a $200 \times 200 \times 2mm$ Al Heat Sink with Silicon greased mica insulator plate.

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CRO}	$V_{CB} = 50V, I_E = 0$	—	—	20	μA
エミッタシャ断電流	I_{ERO}	$V_{EB} = 10V, I_C = 0$	—	—	200	μA
コレクタ・ベース間降伏電圧	2SD102 2SD103	$I_C = 10mA, I_B = 0$	110 80	—	—	V
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	2SD102 2SD103	$I_C = 0.1A, I_B = 0$	80 50	—	—	V
エミッタ・ベース間降伏電圧		$I_E = 10mA, I_B = 0$	10	—	—	V
直流電流増幅率	$h_{FE(1)**}$	$V_{CE} = 5V$ $I_C = 0.5A$	30	—	300	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE} = 5V, I_C = 2.5A$	15	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 3A, I_B = 0.3A$	—	0.5	1.0	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C = 3A, I_B = 0.3A$	—	1.3	1.5	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE} = 5V, I_C = 0.5A$	—	—	1.0	V
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = 10V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	200	—	pF
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = 10V, I_E = -0.5A$	—	1	—	MHz
スイッチング時間	ターンオン時間	t_{on}	—	3	—	μs
	蓄積時間	t_{str}	—	6	—	μs
	下降時間	t_f	—	4	—	μs

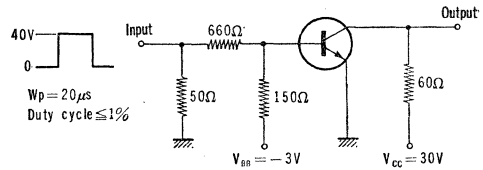
2SD102, 2SD103

** h_{FE} (1)により下表のように分類し、現品表示してあります。

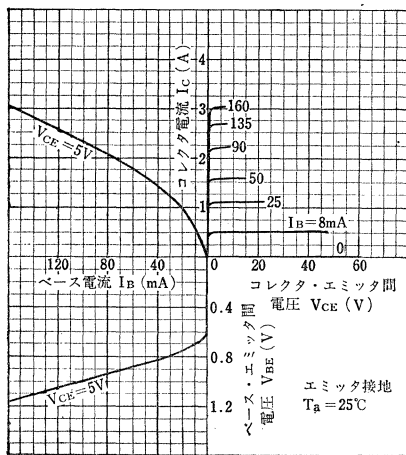
According to the value of h_{FE} (1), the 2SD102 and 2SD103 are classified as follows.

Classification	h_{FE} (1)	
	Min.	Max.
2SD102-R	30	90
2SD103-R		
2SD102-O	50	150
2SD103-O		
2SD102-Y	100	300
2SD103-Y		
2SD102	30	300
2SD103		

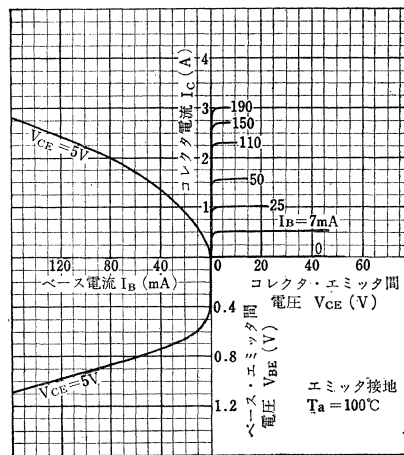
Fig. 1 スイッチング時間測定回路
Switching Time Test Circuit



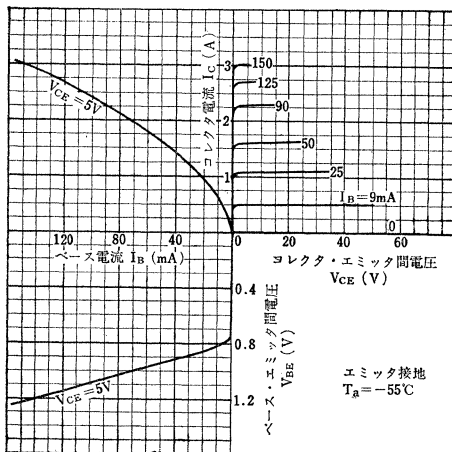
Static Characteristics



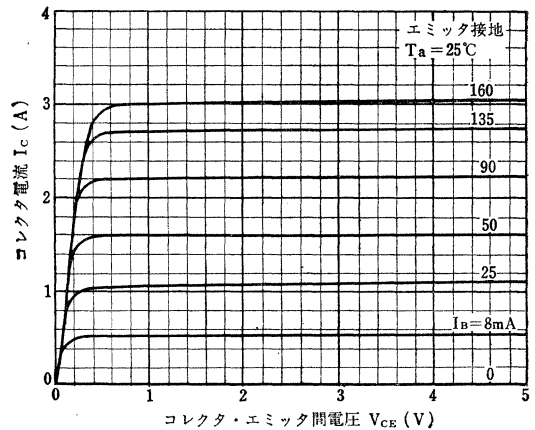
Static Characteristics



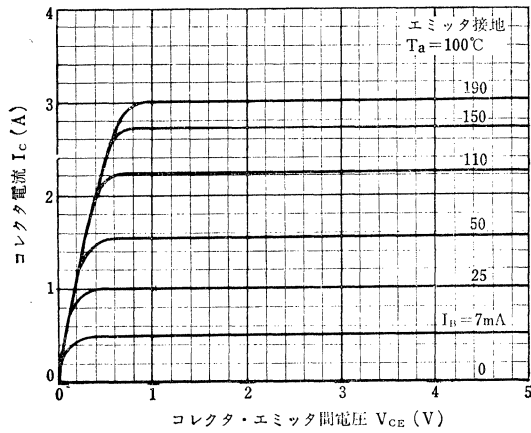
Static Characteristics



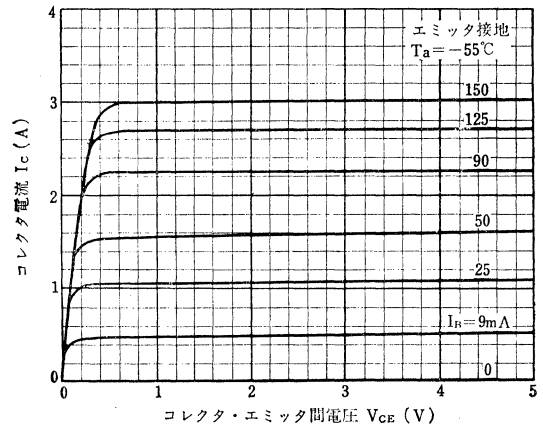
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



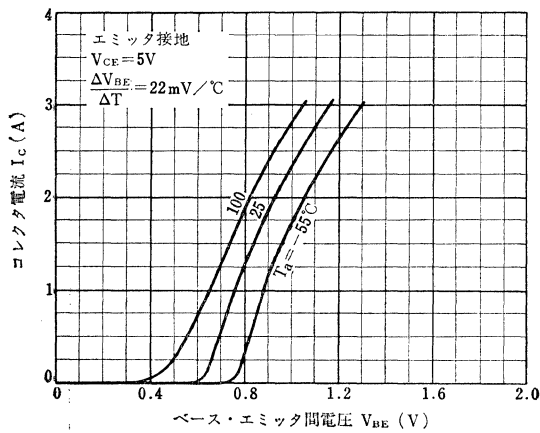
I_C-V_{CE} (Low Voltage Region)



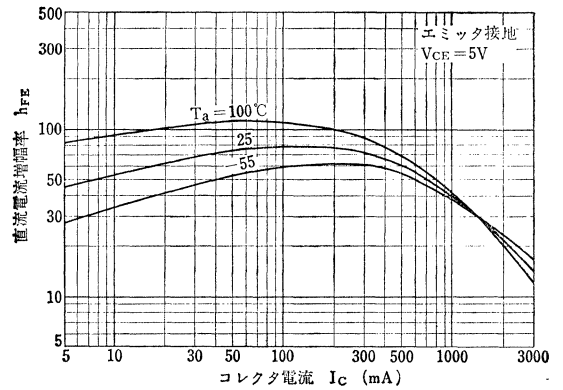
I_C-V_{CE} (Low Voltage Region)



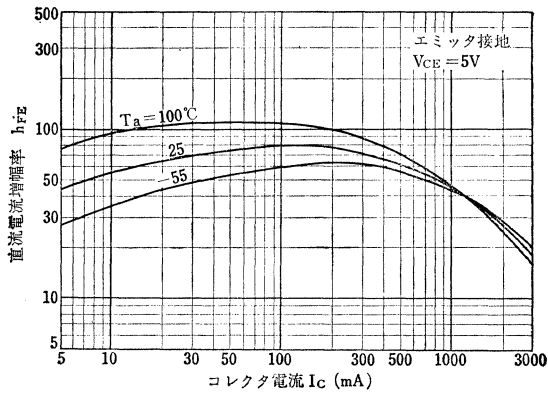
I_C-V_{BE}



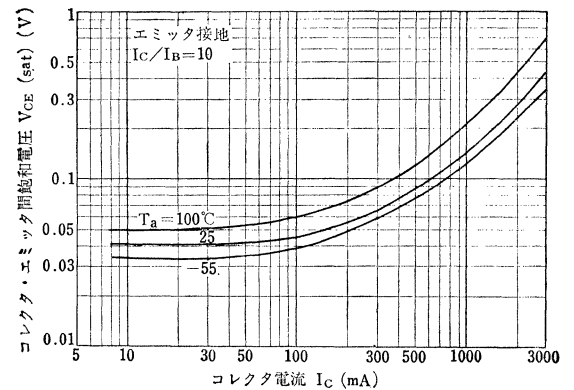
2SD102 $h_{FE}-I_C$



2SD103 $h_{FE}-I_C$

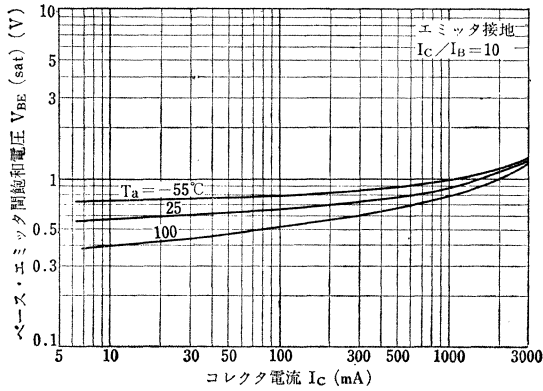


$V_{CE}(\text{sat})-I_C$

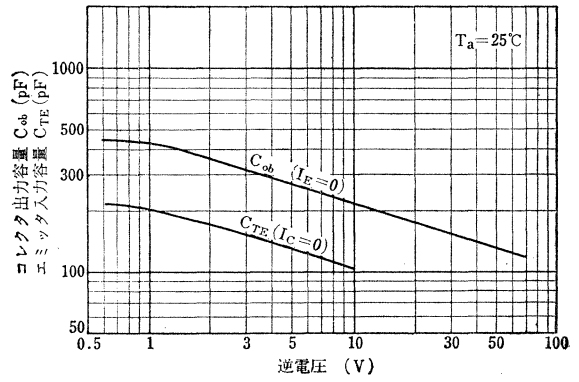


2SD102, 2SD103

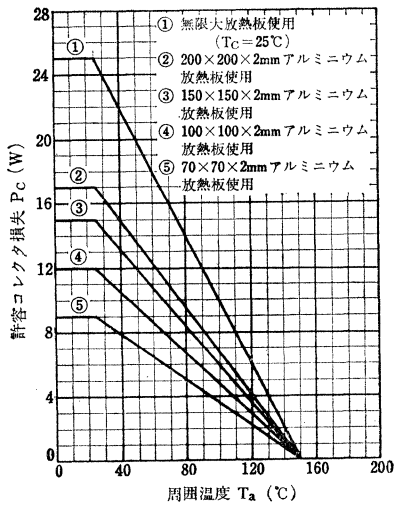
$V_{BE(sat)}-I_C$



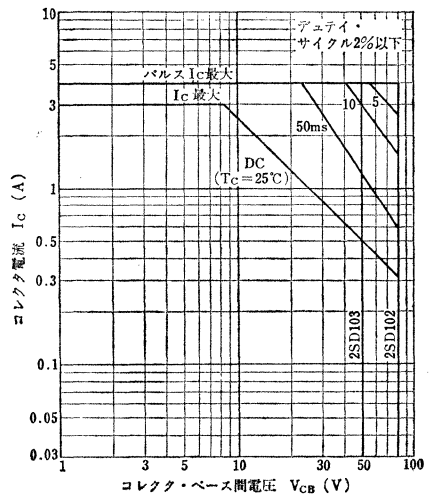
$C_{ob}, C_{TE}-V_R$



P_C-T_a



安全動作領域 ASO



シリコンNPN拡散接合形トランジスタ
SILICON NPN DIFFUSED JUNCTION TRANSISTOR

2SD110, 2SD111

- 低周波電力増幅用 ○大電力スイッチング用
○DC-DCコンバータ用 ○電源レギュレータ用
○ Audio Power Amplifier, Power Switching, DC-DC Converter and Regulator Applications.

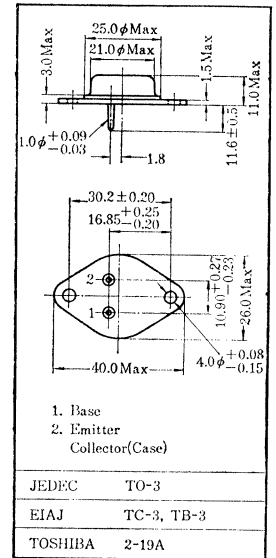
通信工業用
Industrial Applications

Unit in mm

- コレクタ損失が大きい: $P_C=100\text{W (Max.) (}T_C=25^\circ\text{C)}$
- コレクタ電流が大きい: $I_C=10\text{A (Max.)}$
- 高耐圧: です : 2SD110 $V_{CBO}=130\text{V}$
2SD111 $V_{CBO}=100\text{V}$

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	130	V
2SD110		100	
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	110	V
2SD111		80	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	10	V
コレクタ電流	I_C	10	A
エミッタ電流	I_E	-10	A
ベース電流	I_B	3	A
コレクタ損失	P_C	$T_C=25^\circ\text{C}$ 100	W
*		33	
接合部温度	T_J	150	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ\text{C}$



JEDEC TO-3
EIAJ TC-3, TB-3
TOSHIBA 2-19A

アクセサリはAC6Cを適用
Mounting Kit No. AC6C

- * シリコン・グリースを塗布し、マイカ絶縁板を介して300×300×2mmアルミニウム放熱板を取付けたとき

Unit mounted on a 300×300×2mm Al Heat Sink with Silicone greased mica insulator plate.

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=50\text{V}, I_E=0$	—	—	0.5	mA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=10\text{V}, I_C=0$	—	—	10	mA
コレクタ・ベース間降伏電圧	BV_{CBO}	$I_C=10\text{mA}, I_E=0$	130	—	—	V
2SD111			100			
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{CEO}	$I_C=50\text{mA}, R_{BE}=\infty$	110	—	—	V
2SD111			80			
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV_{EBO}	$I_E=50\text{mA}, I_C=0$	10	—	—	V
直流電流増幅率	$h_{FE(1)**}$	$V_{CE}=5\text{V}, I_C=1\text{A}$	30	—	300	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE}=5\text{V}, I_C=5\text{A}$	10	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=5\text{A}, I_B=1\text{A}$	—	—	1.5	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$		—	—	2.5	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10\text{V}, I_C=1\text{A}$	—	2	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=50\text{V}, I_E=0, f=1\text{MHz}$	—	200	—	pF
スイッチング時間	ターンオン時間	t_{on}	—	3	—	μs
	蓄積時間	t_{sig}	—	7	—	μs
	下降時間	t_f	—	5	—	μs

2SD110, 2SD111

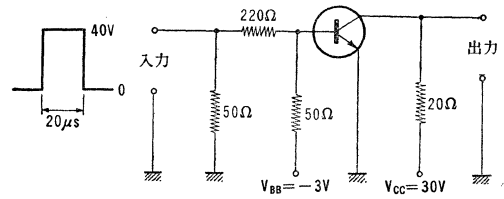
** $h_{FE}(1)$ により下表のように分類し、現品表示してあります。

According to the value of $h_{FE}(1)$ the 2SD110 and 2SD111 are classified as follows.

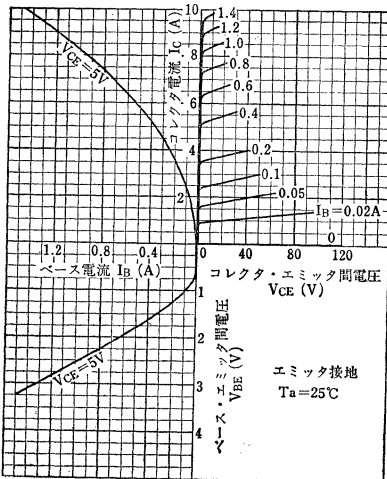
Classification	$h_{FE}(1)$	
	Min.	Max.
2SD110-R 2SD111-R	30	90
2SD110-O 2SD111-O	50	150
2SD110-Y 2SD111-Y	100	300
2SD110 2SD111	30	300

Fig.1 スイッチング時間測定回路

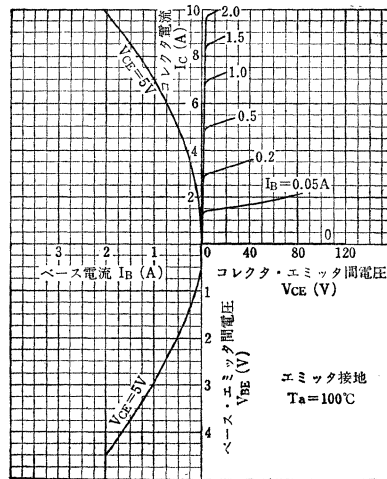
Switching Time Test Circuit



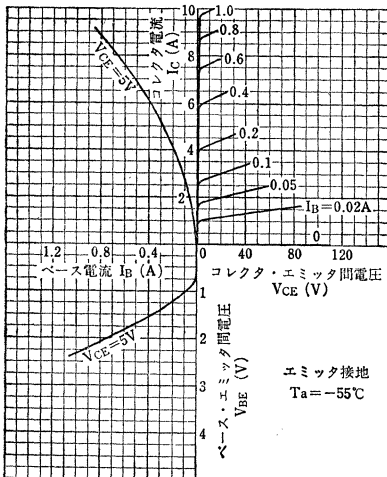
Static Characteristics



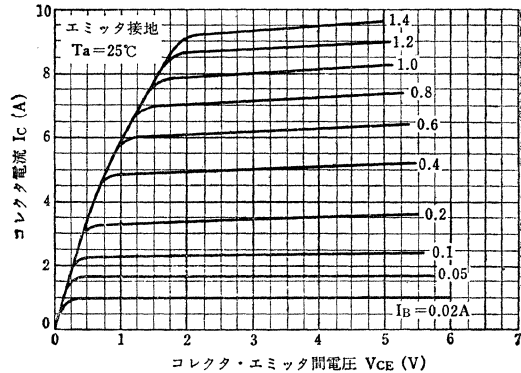
Static Characteristics



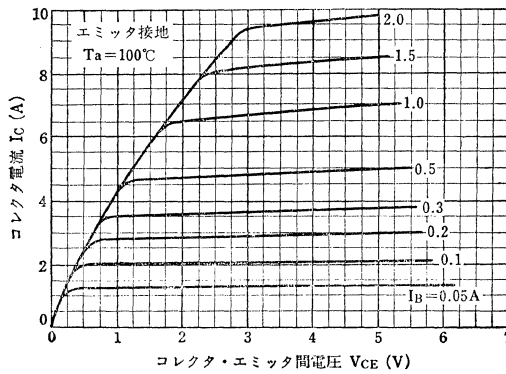
Static Characteristics



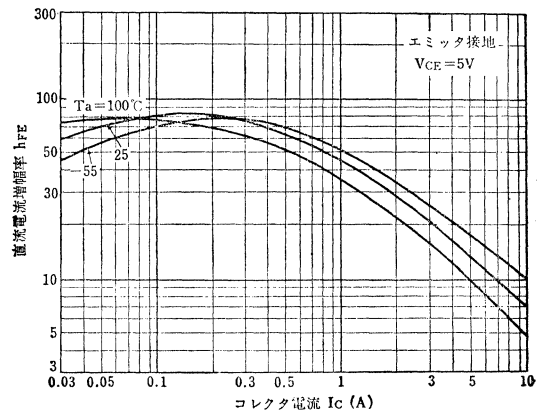
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



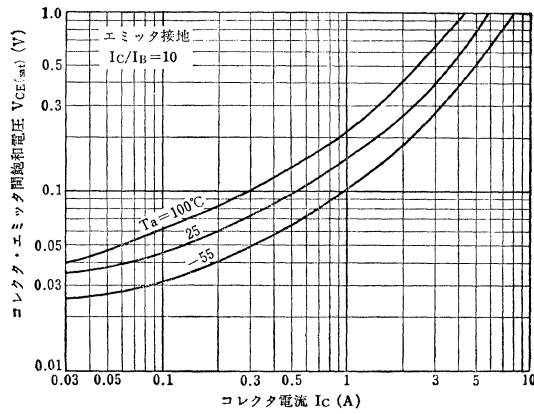
I_C-V_{CE} (Low Voltage Region)



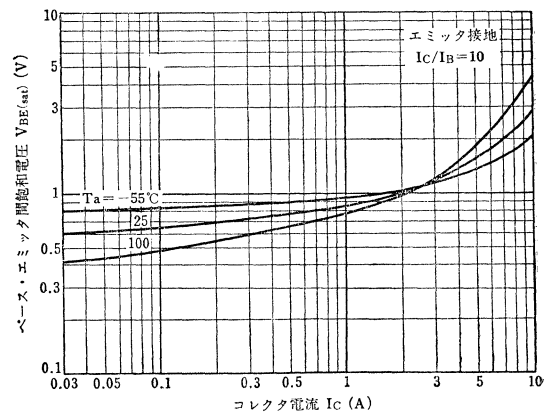
$h_{FE}-I_C$



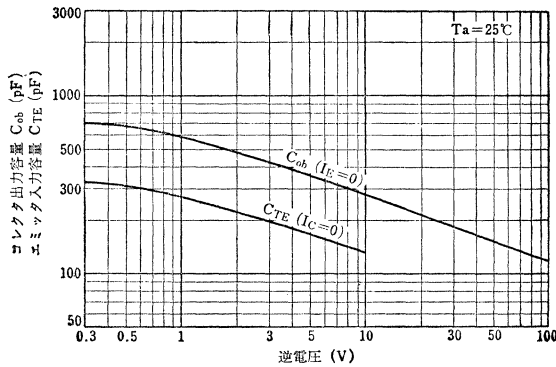
$V_{CE(sat)}-I_C$



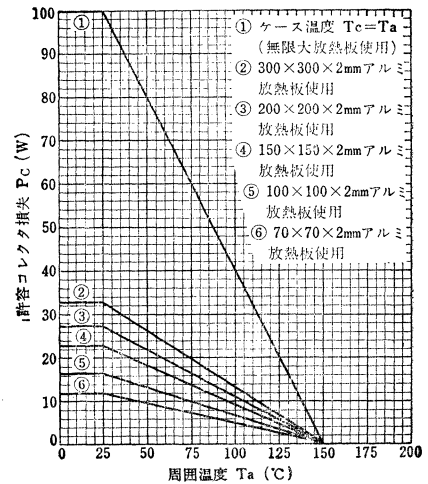
$V_{BE(sat)}-I_C$



$C_{ob}, C_{TE}-V_R$

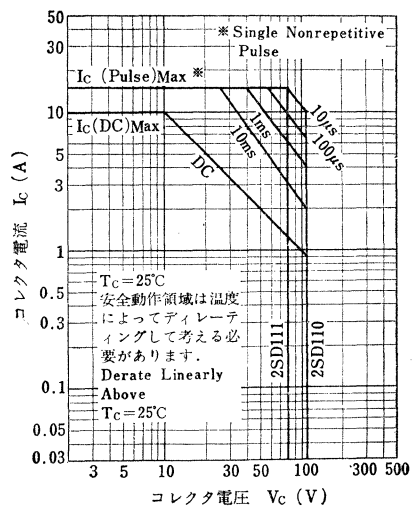


P_C-T_a



2SD110, 2SD111

安全動作領域 ASO



シリコンNPN拡散接合形トランジスタ
SILICON NPN DIFFUSED JUNCTION TRANSISTOR

2SD113, 2SD114

- 低周波大電力増幅用 ○大電力スイッチング用
○DC-DCコンバータ用 ○電源レギュレータ用
○ Audio Power Amplifier, Power Switching Application, DC-DC Converter and Regulator Applications.

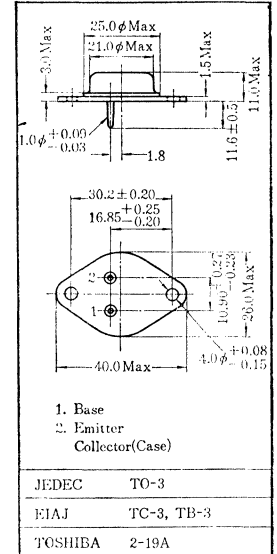
通信工業用
Industrial Applications

Unit in mm

- コレクタ損失が大きい: $P_C=200W$ (Max.) ($T_C=25^\circ C$)
- コレクタ電流が大きい: $I_C=30A$ (Max.)
- 高耐圧です: $V_{CBO}=100V$ 2SD113
 $V_{CBO}=70V$ 2SD114

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	100	V	
		70		
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	80	V	
		50		
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	10	V	
コレクタ電流	I_C	30	A	
エミッタ電流	I_E	-30	A	
ベース電流	I_B	5	A	
コレクタ損失	P_C	$T_C=25^\circ C$	200	W
		*	40	
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$	
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$	



アクセサリはAC6Cを適用
Mounting kit No. AC-6C

* シリコン・グリースを塗布し、マイカ絶縁板を介して300×300×2mmアルミニウム放熱板を取付けたとき。

Unit mounted on a 300×300×2mm Al Heat Sink with Silicone greased mica insulator plate.

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=50V, I_E=0$	—	—	2	mA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=10V, I_C=0$	—	—	50	mA
コレクタ・ベース間降伏電圧	BV_{CBO}	$I_C=20mA, I_E=0$	100	—	—	V
			70			
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{CEO}	$I_C=50mA, R_{BE}=\infty$	80	—	—	V
			50			
エミッタ・ベース間降伏電圧	BV_{EBO}	$I_E=50mA, I_C=0$	10	—	—	V
直流電流増幅率	$h_{FE(1)**}$	$V_{CE}=5V, I_C=1A$	30	—	300	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE}=5V, I_C=15A$	10	12	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=15A, I_B=3A$	—	0.8	1.5	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=15A, I_B=3A$	—	1.6	2.5	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10V, I_C=1.0A$	—	1.5	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=50V, I_E=0, f=1MHz$	—	400	—	pF
スイッチング時間	ターンオン時間	t_{on}	—	3	—	μs
	蓄積時間	t_{stg}	—	5	—	μs
	下降時間	t_f	—	5	—	μs

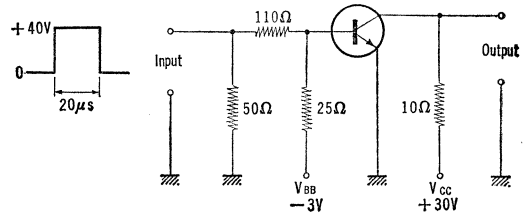
2SD113, 2SD114

** $h_{FE}(1)$ により下表のように分類し現品表
示してあります。

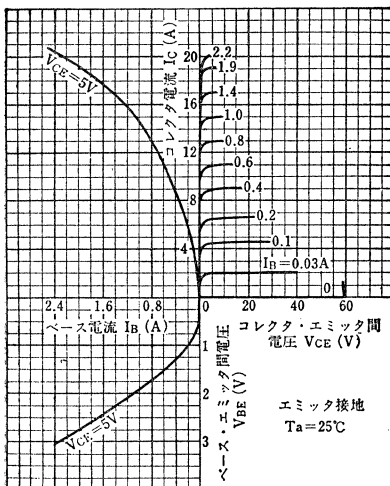
According to the value of $h_{FE}(1)$, the 2SD113
and 2SD114 are classified as follows.

Classification	$h_{FE}(1)$	
	Min.	Max.
2SD113, 2SD114—O	50	150
2SD113, 2SD114—Y	100	300
2SD113, 2SD114	30	300

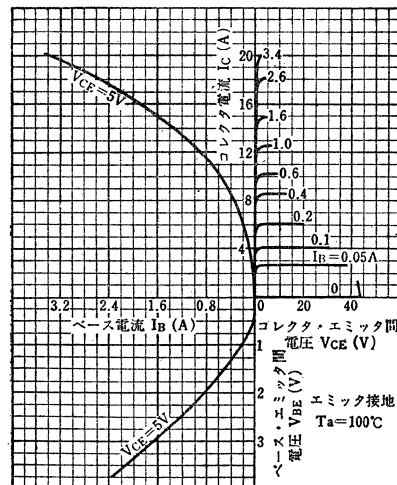
Fig. 1 スイッチング時間測定回路
Switching Time Test Circuit



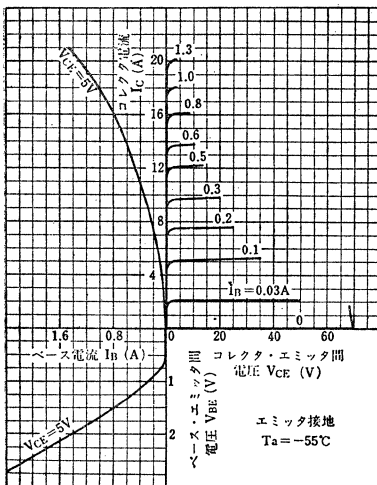
Static Characteristics



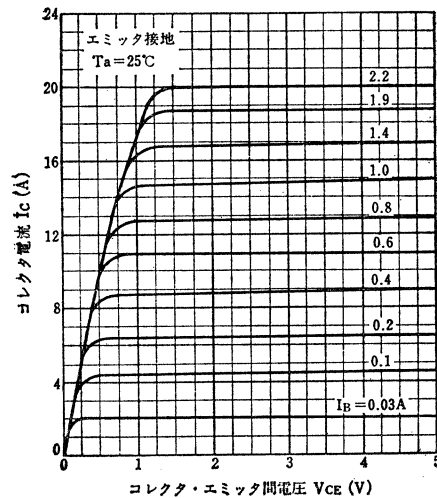
Static Characteristics



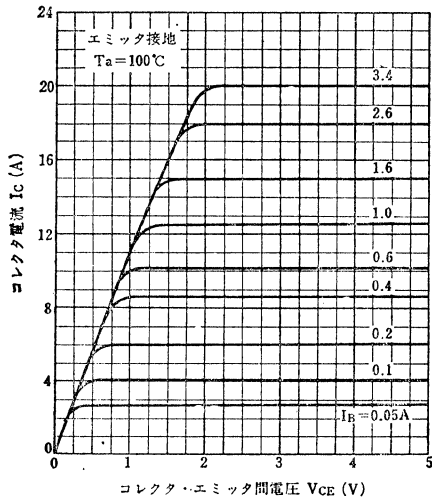
Static Characteristics



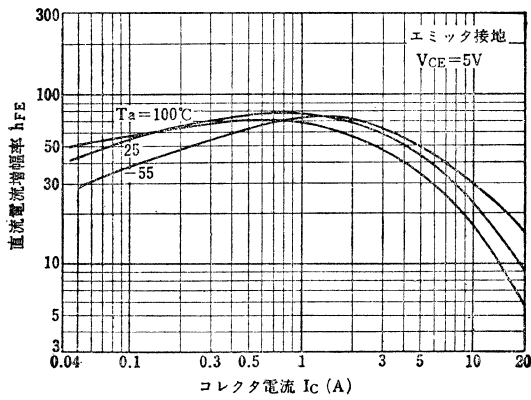
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



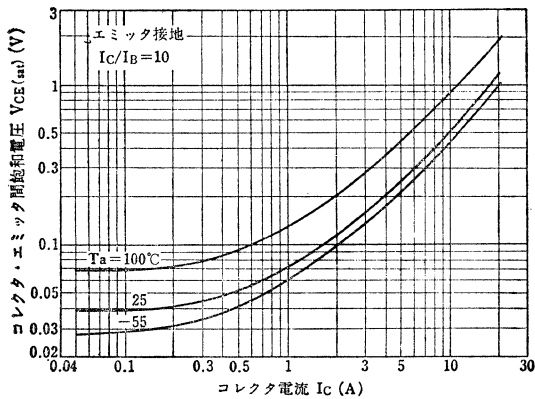
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



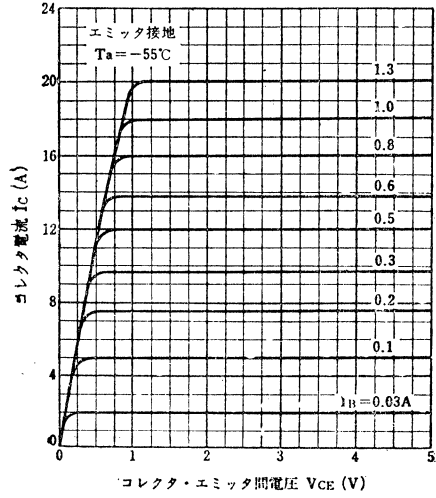
h_{FE} - I_C



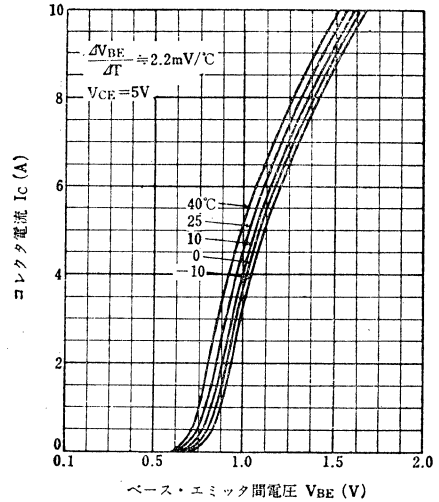
$V_{CE(sat)}$ - I_C



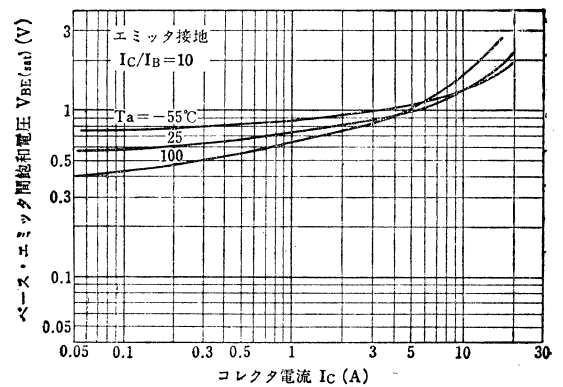
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



I_C - V_{BE}

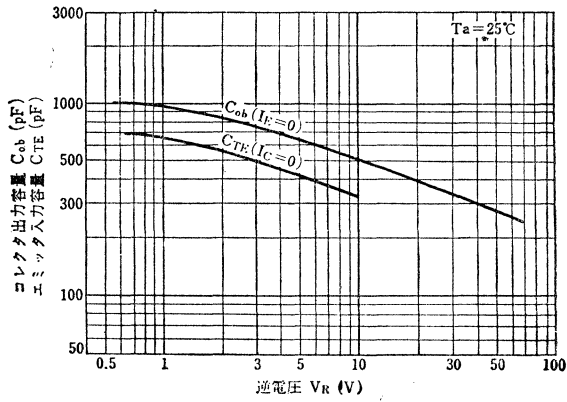


$V_{BE(sat)}$ - I_C

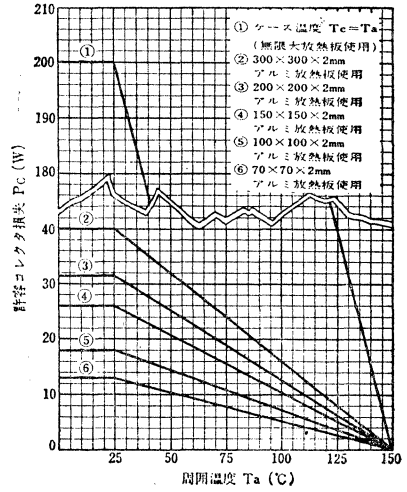


2SD113, 2SD114

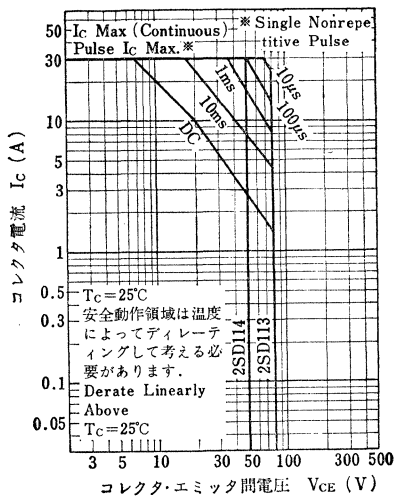
$C_{ob}, C_{TE}-V_R$



P_C-T_a



安全動作領域 ASO



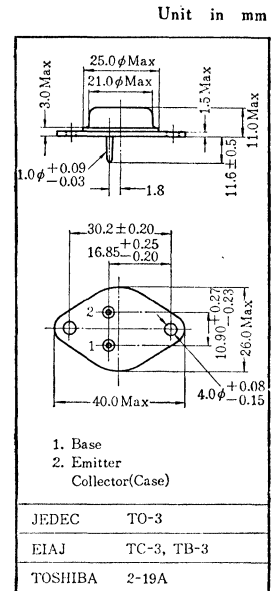
○低周波電力増幅用

○ Audio High Power Amplifier Applications

- コレクタ損失が大きい: $P_C=100W$ (Max.)
- 高耐圧です: $V_{CE0}=110V$ (Max.) 2SD118
 $V_{CE0}=80V$ (Max.) 2SD119
- 飽和電圧が小さい: $V_{CE(sat)}=0.8V$ (Typ.)

最大定格 Maximum Ratings($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	2SD118	130	V
	2SD119	100	
コレクタ・エミッタ間電圧	2SD118	110	V
	2SD119	80	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	10	V
コレクタ電流	I_C	7	A
エミッタ電流	I_E	-7	A
ベース電流	I_B	3	A
コレクタ損失 ($T_c=25^\circ C$)	P_C	100	W
接合部温度	T_j	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$



アクセサリはAC6Cを適用
Mounting Kit No. AC6C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=50V, I_E=0$	—	—	50	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=10V, I_C=0$	—	—	10	mA
直流電流増幅率	$h_{FE(1)*}$	$V_{CE}=5V, I_C=1A$	30	—	200	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE}=5V, I_C=5A$	15	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=5A, I_B=1A$	—	0.8	1.5	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=5A, I_B=1A$	—	1.6	2.5	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10V, I_C=0.5A$	—	2	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=50V, I_E=0, f=1MHz$	—	200	—	pF

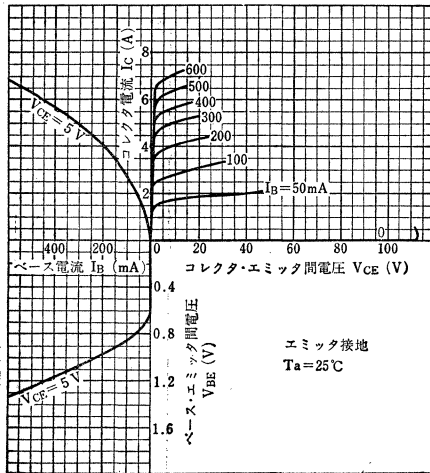
* $h_{FE(1)}$ により下表のように分類し、現品表示してあります。

According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SD118 and 2SD119 are classified as follows.

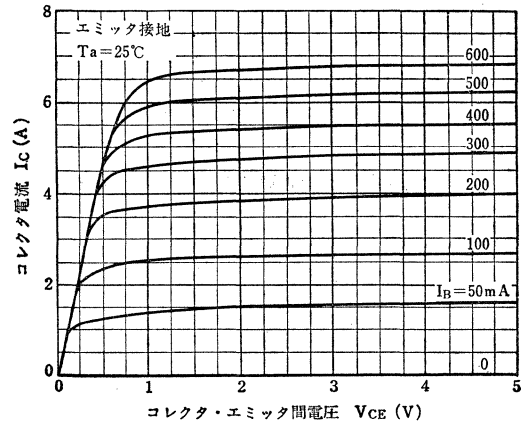
Classification	Min.	Max.
2SD118—R 2SD119—R	30	70
2SD118—Y 2SD119—Y	50	120
2SD118—BL 2SD119—BL	80	200

2SD118, 2SD119

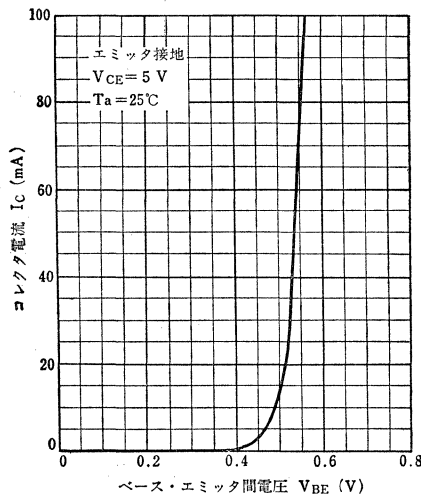
Static Characteristics



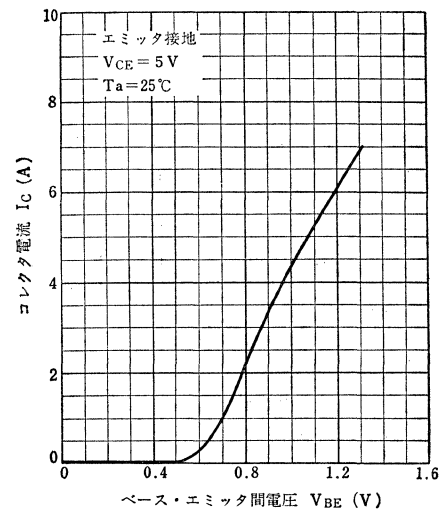
I_C - V_{CE} (Low Voltage Region)



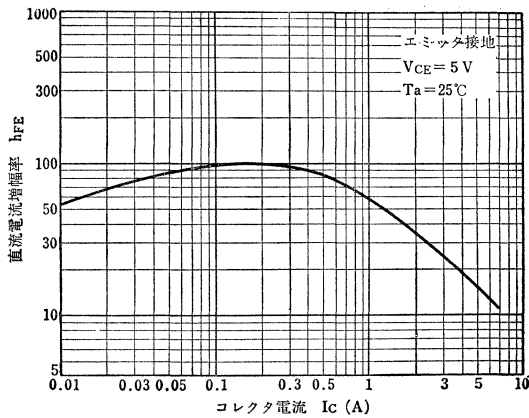
I_C - V_{BE} (Low Current Region)



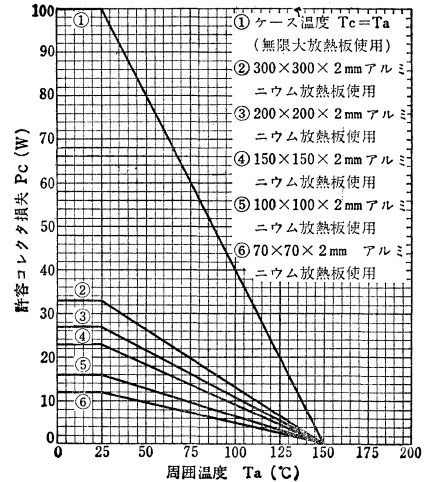
I_C - V_{BE} (Low Voltage Region)



h_{FE} - I_C



P_C - T_a



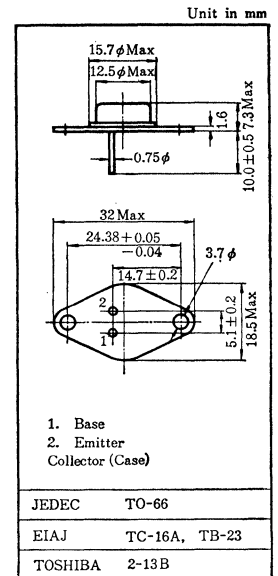
○電力増幅用

○ Power Amplifier Applications

- 高耐圧です: $V_{CE0} = 80V$ 2SD129
- 飽和電圧が低い: $V_{CE(sat)} = 1.5V$ (Max.)
- 許容コレクタ損失が大きい: $P_C = 25W$ ($T_C = 25^\circ C$)
- B級プッシュプル動作で 10~20W の出力が得られます。

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	2SD129	90	V
	2SD130	60	
コレクタ・エミッタ間電圧	2SD129	80	V
	2SD130	50	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	10	V
コレクタ電流	I_C	3	A
エミッタ電流	I_E	-3	A
コレクタ損失 ($T_C = 25^\circ C$)	P_C	25	W
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$



アクセサリは AC20C を適用
Mounting Kit No. AC20C

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = 50V, I_E = 0$	—	—	1	mA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = 5V, I_C = 0$	—	—	1	mA
直流電流増幅率	$h_{FE(1)*}$	$V_{CE} = 5V, I_C = 0.5A$	30	—	200	
	$h_{FE(2)}$	$V_{CE} = 5V, I_C = 2.5A$	10	—	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 3A, I_B = 0.3A$	—	0.4	1.5	V
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE} = 5V, I_C = 0.5A$	—	—	0.9	V
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = 10V, I_E = 0, f = 1MHz$	—	250	—	pF
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = 10V, I_E = -0.5A$	—	1	—	MHz

* $h_{FE(1)}$ により下表のように分類し、現品表示してあります。

According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SD129 and 2SD130 are classified as follows.

Classification	$h_{FE(1)}$	
	Min.	Max.
2SD129—R 2SD130—R	30	70
2SD129—Y 2SD130—Y	50	120
2SD129—BL 2SD130—BL	85	200

2SD234, 2SD235

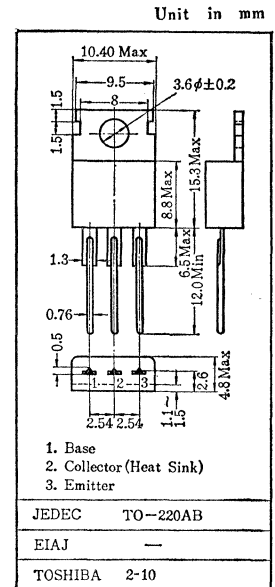
シリコンNPN拡散接合形トランジスタ
SILICON NPN DIFFUSED JUNCTION TRANSISTOR

- 低周波電力増幅用
- Audio Power Amplifier Applications

- 飽和電圧が低い: $V_{CE(sat)}=0.2V(Typ.)$ ($I_C=1A$) 2SD235
- 許容コレクタ損失が大きい: $P_C=25W$ ($T_C=25^\circ C$)
- 2SB434, 2SB435とコンプリメンタリになります。/Complementary to 2SB434 and 2SB435.

最大定格 Maximum Ratings($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	2SD234	60	V
	2SD235	50	
コレクタ・エミッタ間電圧	2SD234	50	V
	2SD235	40	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	10	V
コレクタ電流	I_C	3	A
エミッタ電流	I_E	-3	A
コレクタ損失	$T_a=25^\circ C$	1.5	W
	$T_c=25^\circ C$	25	
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~175	$^\circ C$



アクセサリはAC55Cを適用
Mounting Kit No. AC55C

電気的特性 Electrical Characteristics($T_a=25^\circ C$)

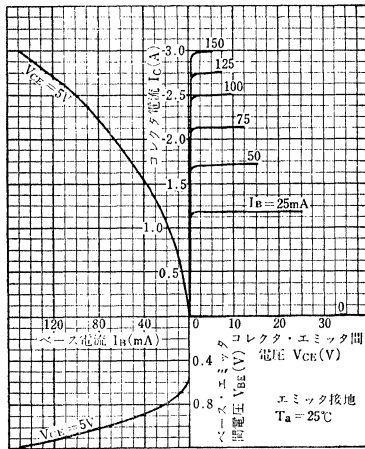
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=20V, I_E=0$	—	—	100	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	100	μA
直流電流増幅率	$h_{FE(1)*}$	$V_{CE}=5V, I_C=0.5A$	40	80	240	
直流電流増幅率	2SD234	$V_{CE}=5V, I_C=2.5A$	15	25	—	
	2SD235		20	55	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	2SD234	$I_C=3A, I_B=0.3A$	—	0.5	1.2	V
	2SD235	$I_C=1A, I_B=0.05A$	—	0.2	1.0	
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE}=5V, I_C=0.5A$	—	0.68	0.9	V
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=5V, I_E=-0.5A$	—	1	—	MHz
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1MHz$	—	250	—	pF

* $h_{FE(1)}$ により下表のように分類し、現品表示してあります。

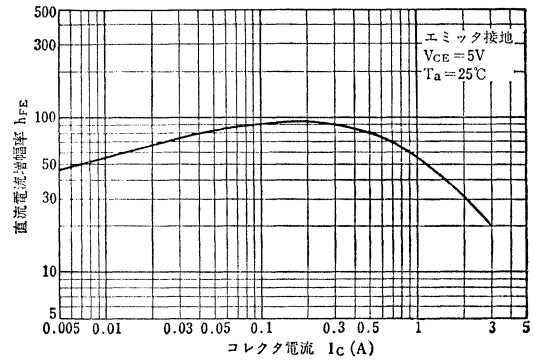
According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SD234 and 2SD235 are classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SD234—R	40	80
2SD235—R		
2SD234—O	70	140
2SD235—O		
2SD234—Y	120	240
2SD235—Y		

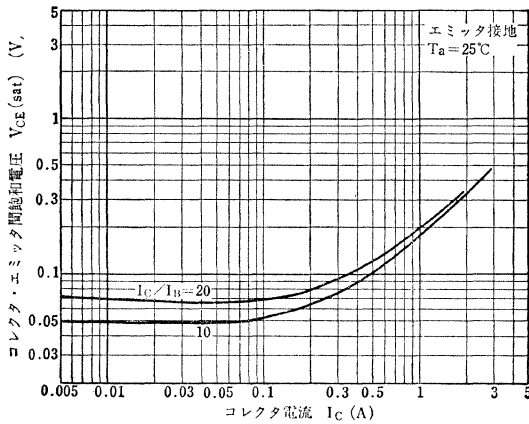
Static Characteristics



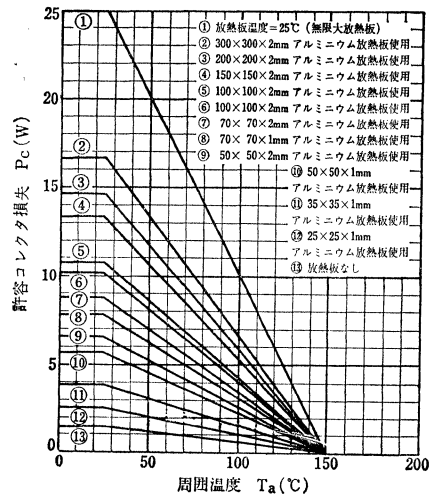
$h_{FE}-I_C$



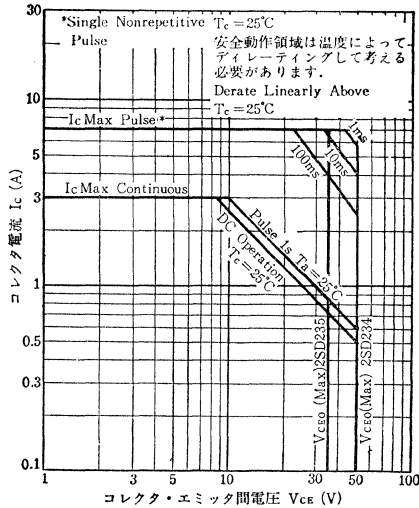
$V_{CE(sat)}-I_C$



P_C-T_a



安全動作領域 ASO



2SD234Ⓞ, 2SD235Ⓞ

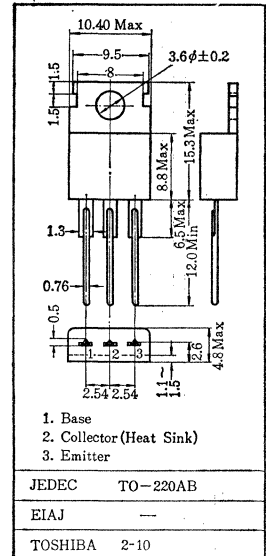
シリコンNPN拡散接合形トランジスタ
SILICON NPN DIFFUSED JUNCTION TRANSISTOR

- 低周波電力増幅用
- Power Amplifier Applications

通信工業用グリーン
Industrial Applications

- 飽和電圧が小さい: $V_{CE(sat)}=0.2V$ (Typ.) ($I_C=1A$) 2SD235Ⓞ
- 許容コレクタ損失が大きい: $P_C=25W$ ($T_C=25^\circ C$)
- 2SB434Ⓞ, 2SB435Ⓞとコンプリメンタリになります。
/Complementary to 2SB434Ⓞ and 2SB435Ⓞ

Unit in mm



アクセサリはAC55Cを適用
Mounting kit No. AC55C

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Ratio	Unit
コレクタ・ベース間電圧	2SD234Ⓞ	60	V
	2SD235Ⓞ	50	
コレクタ・エミッタ間電圧	2SD234Ⓞ	50	V
	2SD235Ⓞ	40	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	10	V
コレクタ電流	I_C	3	A
エミッタ電流	I_E	-3	A
コレクタ損失	P_C	$T_a=25^\circ C$	1.5
		$T_C=25^\circ C$	25
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~175	$^\circ C$

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit	
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=20V, I_E=0$	—	—	100	μA	
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=5V, I_C=0$	—	—	100	μA	
コレクタ・ベース間電圧	2SD234Ⓞ 2SD235Ⓞ	BV_{CBO}	$I_C=10mA, I_E=0$	60	—	—	V
				50	—	—	
コレクタ・エミッタ間電圧	2SD234Ⓞ 2SD235Ⓞ	BV_{CEO}	$I_C=100mA, I_B=0$	50	—	—	V
				40	—	—	
エミッタ・ベース間電圧	BV_{EBO}	$I_E=10mA, I_C=0$	10	—	—	V	
直流電流増幅率	$h_{FE(1)*}$	$V_{CE}=5V, I_C=0.5A$	40	80	140		
直流電流増幅率	2SD234Ⓞ 2SD235Ⓞ	$h_{FE(2)}$	$V_{CE}=5V, I_C=2.5A$	15	25	—	
				$V_{CE}=5V, I_C=1A$	20	55	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	2SD234Ⓞ 2SD235Ⓞ	$V_{CE(sat)}$	$I_C=3A, I_B=0.3A$	—	0.5	1.2	V
				$I_C=1A, I_B=0.05A$	—	0.2	
ベース・エミッタ間電圧	V_{BE}	$V_{CE}=5V, I_C=0.5A$	—	0.68	0.9	V	
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10V, I_E=-0.5A$	—	1	—	MHz	
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1MHz$	—	250	—	pF	

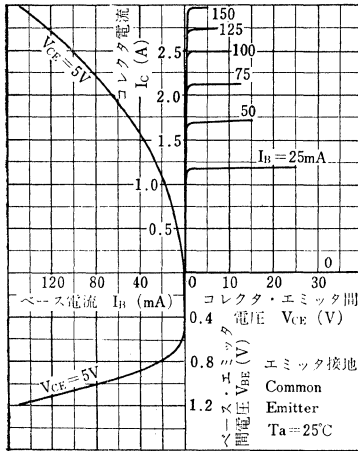
* $h_{FE(1)}$ により下表のように分類し、現品表示してあります。

According to the value of $h_{FE(1)}$, the 2SD234Ⓞ and 2SD235Ⓞ are classified as follows.

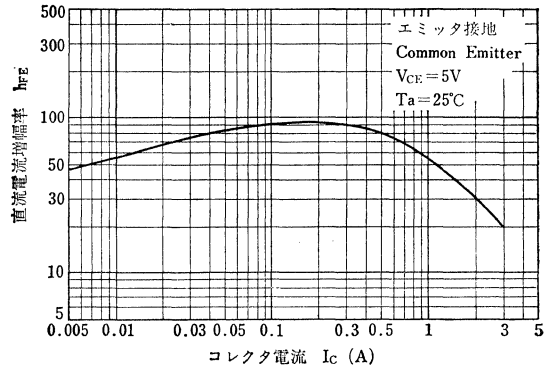
Classification	$h_{FE(1)}$	
	Min.	Max.
2SD234Ⓞ—R 2SD235Ⓞ—R	40	80
2SD234Ⓞ—O 2SD235Ⓞ—O	70	140

2SD234Ⓞ, 2SD235Ⓞ

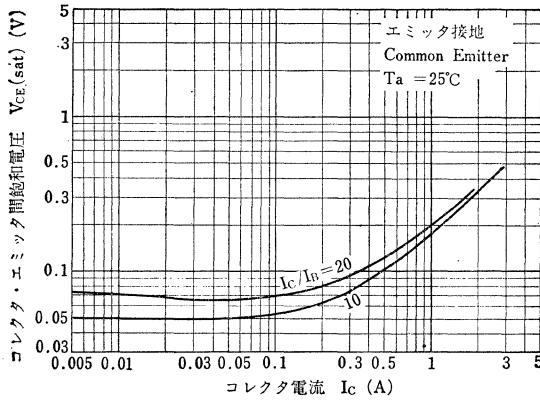
Static Characteristics



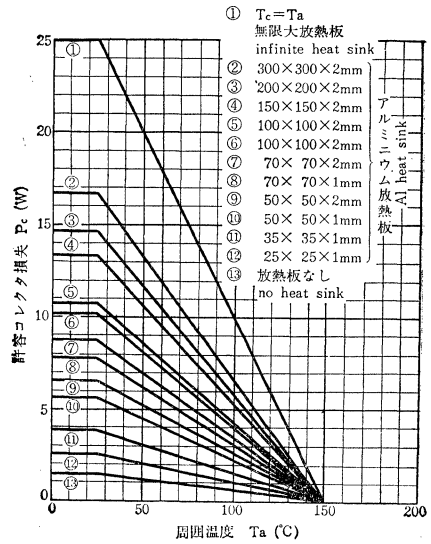
$h_{FE}-I_C$



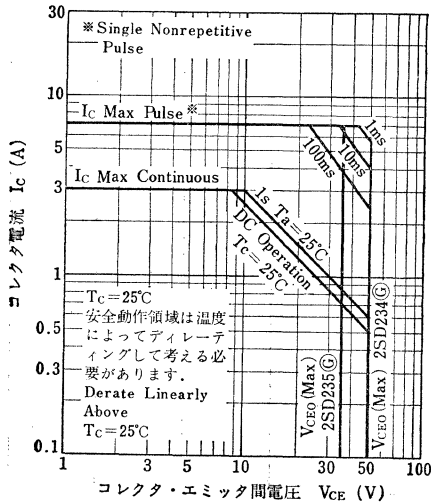
$V_{CE(sat)}-I_C$



P_c-T_a



安全動作領域 ASO



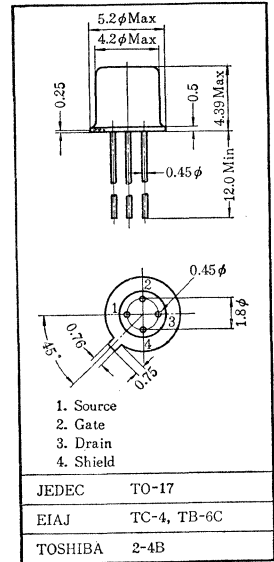
2SK11, 2SK12, 2SK15

シリコンNチャネル接合形電界効果トランジスタ
SILICON N-CHANNEL JUNCTION FIELD EFFECT TRANSISTOR

- 低周波増幅用 ○低雑音増幅用 (2SK15) ○DC, AC 高入力抵抗回路用
- チョッパ増幅用 ○差動増幅用 ○スイッチング回路用
- Low Frequency Amplifier, High Input Impedance circuit, Chopper Amplifier, Differential Amplifier and Switching circuit Applications.
- Low Noise Amplifier Applications (2SK15)

通信工業用
Industrial Applications

Unit in mm



- 高入力抵抗です: $I_{GSS}=1.0nA$ (Max.) (2SK11)
 $I_{GSS}=-0.1nA$ (Max.) (2SK12, 2SK15)
- 相互コンダクタンスが高い: $g_m=700\sim 3200\mu\text{S}$ (2SK11)
 $g_m=800\sim 3200\mu\text{S}$ (2SK12, 2SK15)
- 低雑音です: $NF=3dB$ ($f=1kHz$, $R_g=1M\Omega$) (Max.) (2SK12)
 $NF=3dB$ ($f=1kHz$, $R_g=10k\Omega$) (Max.) (2SK15)
 $NF=10dB$ ($f=120Hz$, $R_g=10k\Omega$) (Max.) (2SK15)

ペア用の標準品として特性の良くそろったもの2個を1組としたものがあります。
(ペア用標準品名欄参照)

Matched Pairs are available.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
ゲート・ドレイン間電圧	V_{GDS}	-20	V
ゲート電流	I_G	10	mA
許容損失	P_D	100	mW
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
ゲート漏れ電流	2SK11	$V_{GS}=-10V, V_{DS}=0$	—	—	-1.0	nA
	2SK12		—	—	-0.1	
	2SK15		—	—	-0.1	
ゲート・ドレイン間降伏電圧	BV_{GDS}	$V_{DS}=0, I_G=-0.1mA$	-20	—	—	V
ドレイン電流	2SK11*	$V_{DS}=10V, V_{GS}=0$	0.3	—	6.5	mA
	2SK12**		0.45	—	5.0	
	2SK15***		0.45	—	5.0	
ピンチオフ電圧	2SK11*	$V_{DS}=10V, I_D=0.1\mu A$	-0.5	—	-6.0	V
	2SK12**		-0.65	—	-4.5	
	2SK15***		-0.65	—	-5.0	
相互コンダクタンス	2SK11**	$V_{DS}=10V, V_{GS}=0, f=1kHz$	700	—	3200	μS
	2SK12***		800	—	3200	
	2SK15***		800	—	3200	
ゲート容量	C_G	$V_{GS}=-10V, V_{DS}=0, f=1MHz$	—	3.0	5.0	pF
雑音電圧	2SK12	$V_{DS}=10V, I_D=0.45mA, R_g=1M\Omega, \Delta f=10Hz\sim 10kHz$	—	—	16	μV
	2SK15	$V_{DS}=5V, I_D=0.45mA, R_g=10k\Omega, \Delta f=2Hz\sim 50Hz$	—	—	4	
雑音指数	2SK12	$V_{DS}=10V, I_D=0.45mA, R_g=1M\Omega, f=1kHz$	—	—	3	dB
	2SK15	NF(1) $V_{DS}=10V, I_D=0.45mA, R_g=10k\Omega, f=1kHz$	—	—	3	
		NF(2) $V_{DS}=10V, I_D=0.45mA, R_g=10k\Omega, f=120Hz$	—	—	10	

2SK11, 2SK12, 2SK15

* 2SK11は I_{DSS} , V_P および g_m により下表のように分類し, 現品表示してあります.

According to the value of I_{DSS} , V_P and g_m , the 2SK11 is classified as follows.

Classification	Symbol or (Color Dot)	I_{DSS} (mA)		V_P (V)		g_m (μS)	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
2SK11-R	R (Red)	0.3	1.0	-0.5	-2.0	700	2300
2SK11-O	O (Orange)	0.8	2.5	-0.8	-3.5	1000	3000
2SK11-Y	Y (Yellow)	2.0	6.5	-1.4	-6.0	1300	3200

** 2SK12は I_{DSS} , V_P および g_m により下表のように分類し, 現品表示してあります.

According to the value of I_{DSS} , V_P and g_m , the 2SK12 is classified as follows.

Classification	Symbol or (Color Dot)	I_{DSS} (mA)		V_P (V)		g_m (μS)	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
2SK12-R	R (Red)	0.45	0.9	-0.65	-1.6	800	1900
2SK12-O	O (Orange)	0.8	1.6	-0.9	-2.2	1000	2300
2SK12-Y	Y (Yellow)	1.4	2.8	-1.2	-3.0	1300	3000
2SK12-GR	GR (Green)	2.5	5.0	-1.7	-4.5	1600	3200

*** 2SK15 は I_{DSS} , V_P および g_m により下表のように分類し, 現品表示してあります.

According to the value of I_{DSS} , V_P and g_m , the 2SK15 is classified as follows.

Classification	Symbol or (Color Dot)	I_{DSS} (mA)		V_P (V)		g_m (μS)	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
2SK15-R	R (Red)	0.45	0.9	-0.65	-1.8	800	1900
2SK15-O	O (Orange)	0.8	1.6	-0.9	-2.5	1000	2300
2SK15-Y	Y (Yellow)	1.4	2.8	-1.3	-3.5	1300	3000
2SK15-GR	GR (Green)	2.5	5.0	-1.8	-5.0	1600	3200

ペア一用標準品種名 Standard Matched Pair FETs

2SK12-R $\text{\textcircled{P}}$	2SK15-R $\text{\textcircled{P}}$
2SK12-O $\text{\textcircled{P}}$	2SK15-O $\text{\textcircled{P}}$
2SK12-Y $\text{\textcircled{P}}$	2SK15-Y $\text{\textcircled{P}}$
2SK12-GR $\text{\textcircled{P}}$	2SK15-GR $\text{\textcircled{P}}$

ペア一特性 Matched Pair Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

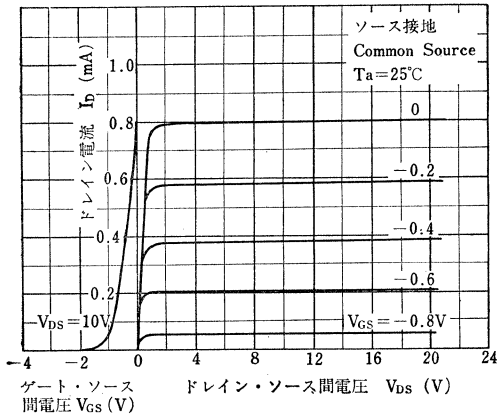
Characteristics	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
ドレイン電流差	ΔI_{DSS}	$V_{DS}=10V, V_{GS}=0$	—	—	10	%
ゲート・ソース間電圧差	ΔV_{GS}	$V_{DS}=10V, I_D=0.3mA$	—	—	20	mV

その他の電気的特性は2SK12, 2SK15一般品と同じです.

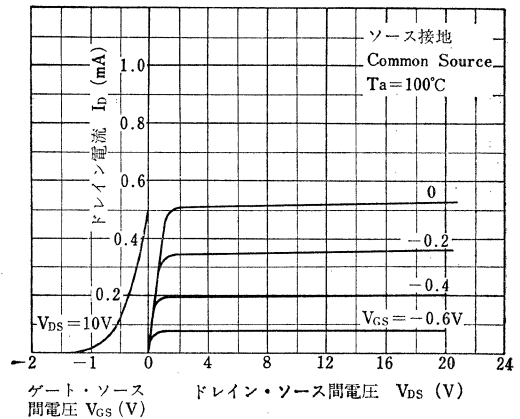
Other Characteristics are same as 2SK12, 2SK15.

2SK11, 2SK12, 2SK15

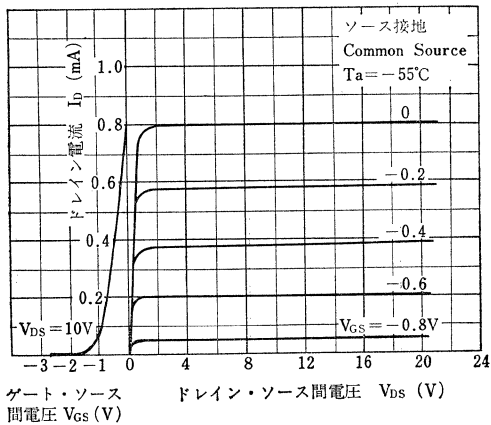
2SK11-R, 2SK12-R, 2SK15-R Static Characteristics



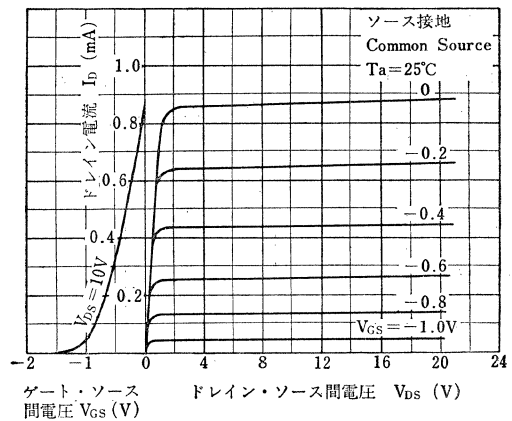
2SK11-R, 2SK12-R, 2SK15-R Static Characteristics



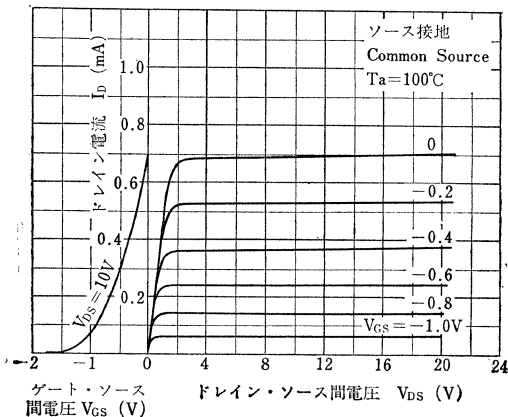
2SK11-R, 2SK12-R, 2SK15-R Static Characteristics



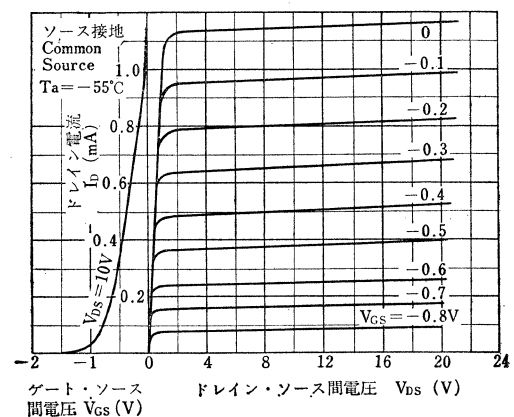
2SK11-O, 2SK12-O, 2SK15-O Static Characteristics



2SK11-O, 2SK12-O, 2SK15-O Static Characteristics

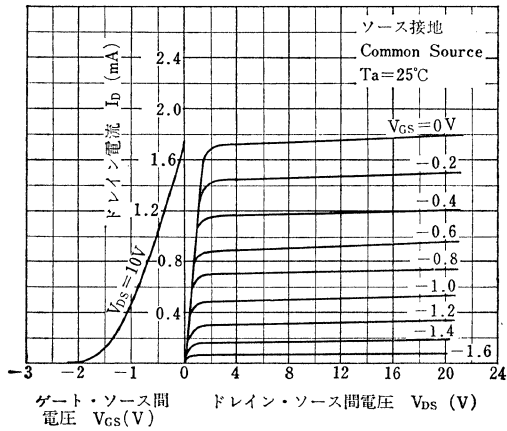


2SK11-O, 2SK12-O, 2SK15-O Static Characteristics

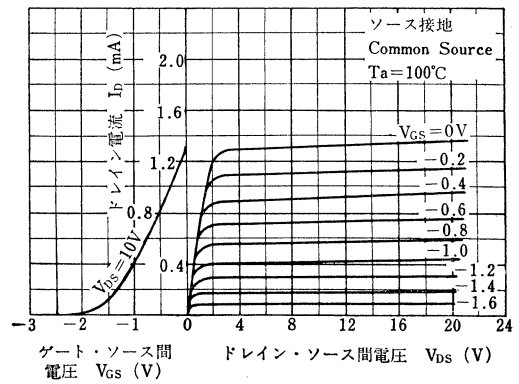


2SK11, 2SK12, 2SK15

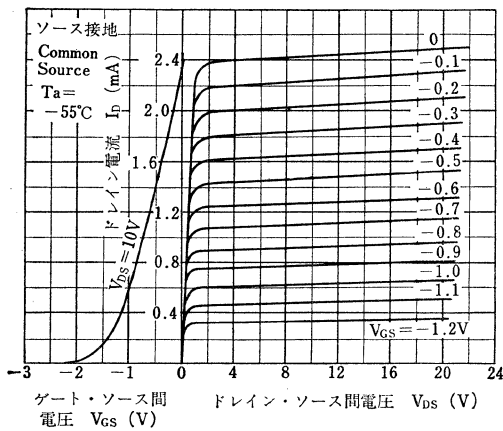
2SK11—O, 2SK12—Y, 2SK15—Y Static Characteristics



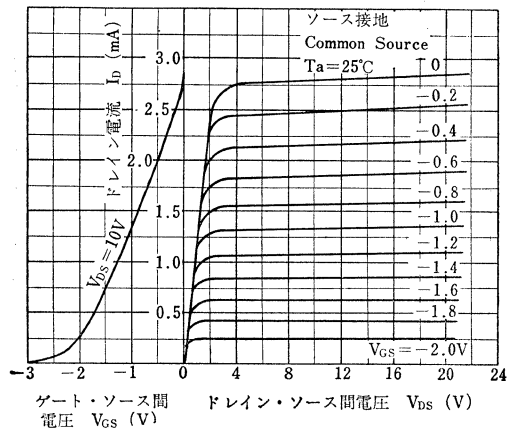
2SK11—O, 2SK12—Y, 2SK15—Y Static Characteristics



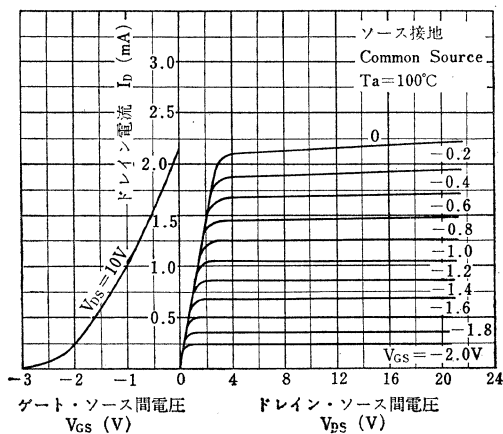
2SK11—O, 2SK12—Y, 2SK15—Y Static Characteristics



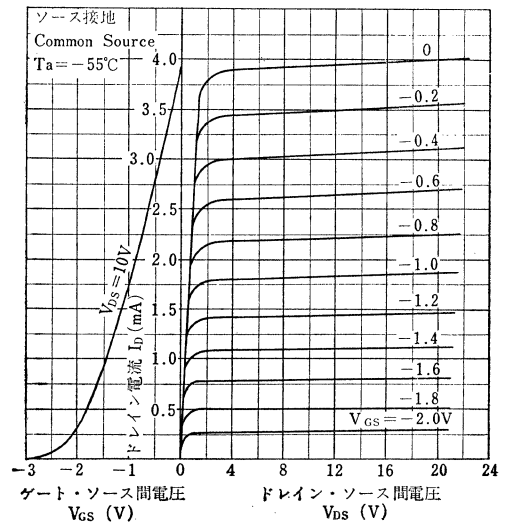
2SK11—Y, 2SK12—GR, 2SK15—GR Static Characteristics



2SK11—Y, 2SK12—GR, 2SK15—GR Static Characteristics

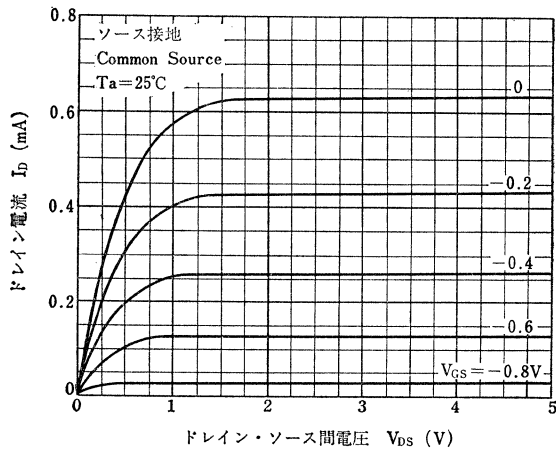


2SK11—Y, 2SK12—GR, 2SK15—GR Static Characteristics

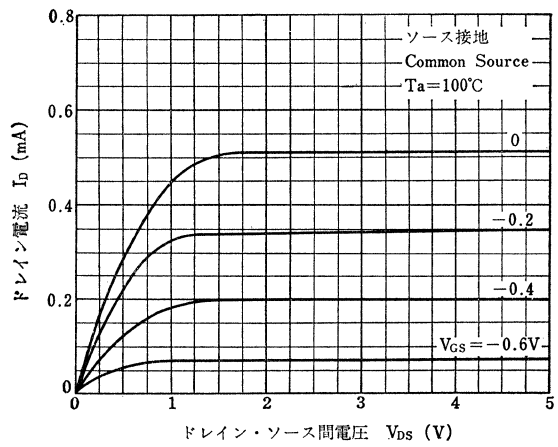


2SK11, 2SK12, 2SK15

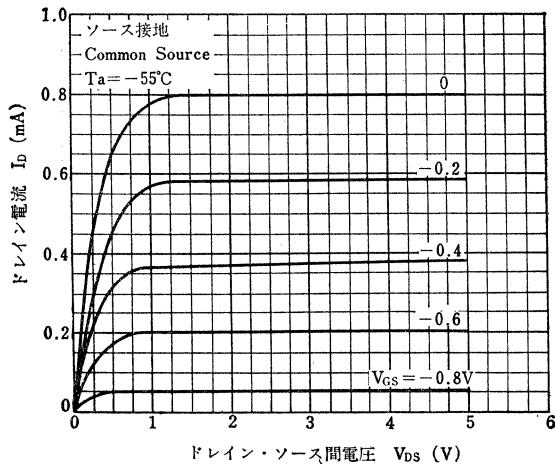
2SK11-R, 2SK12-R, 2SK15-R
 I_D - V_{DS} (Low Voltage Region)



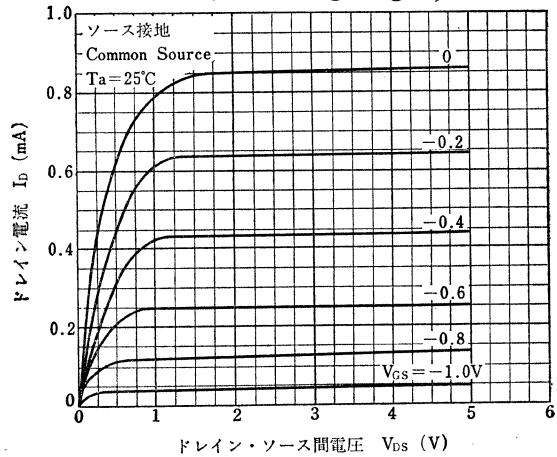
2SK11-R, 2SK12-R, 2SK15-R
 I_D - V_{DS} (Low Voltage Region)



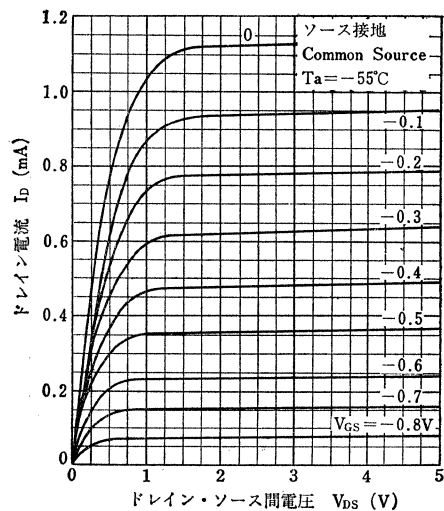
2SK11-R, 2SK12-R, 2SK15-R
 I_D - V_{DS} (Low Voltage Region)



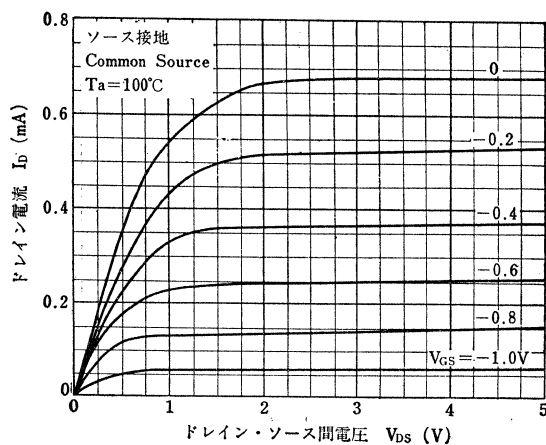
2SK11-O, 2SK12-O, 2SK15-O
 I_D - V_{DS} (Low Voltage Region)



2SK11-O, 2SK12-O, 2SK15-O
 I_D - V_{DS} (Low Voltage Region)

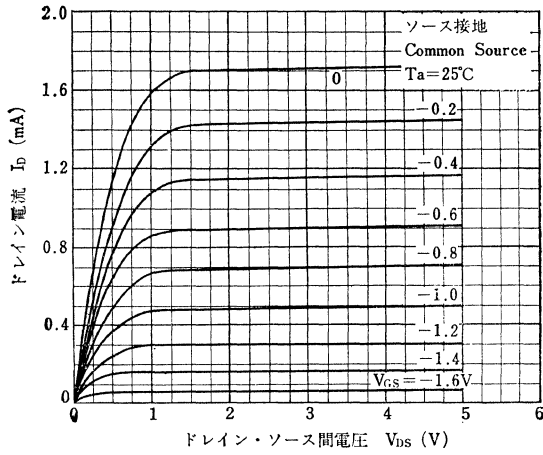


2SK11-O, 2SK12-O, 2SK15-O
 I_D - V_{DS} (Low Voltage Region)

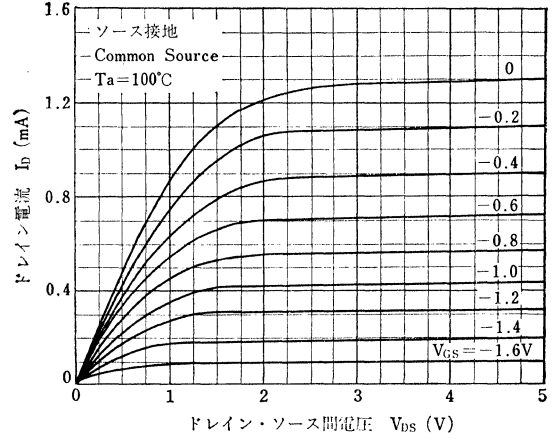


2SK11, 2SK12, 2SK15

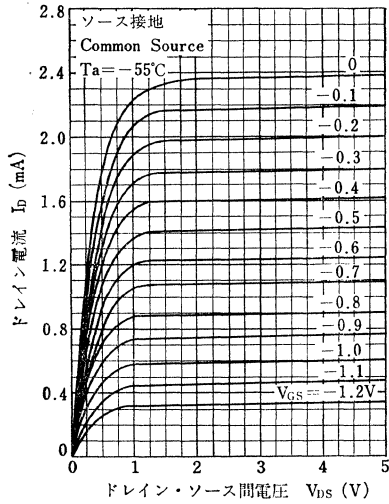
2SK11-O, 2SK12-Y, 2SK15-Y
 I_D - V_{DS} (Low Voltage Region)



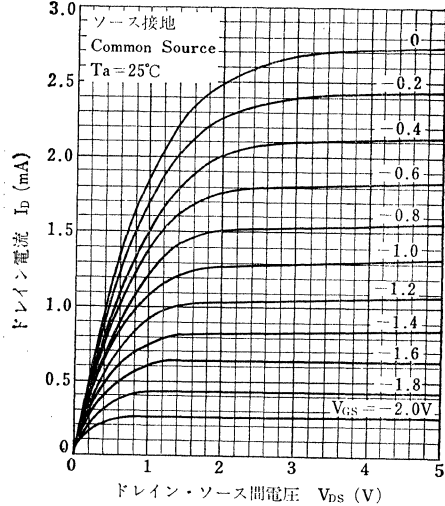
2SK11-O, 2SK12-Y, 2SK15-Y
 I_D - V_{DS} (Low Voltage Region)



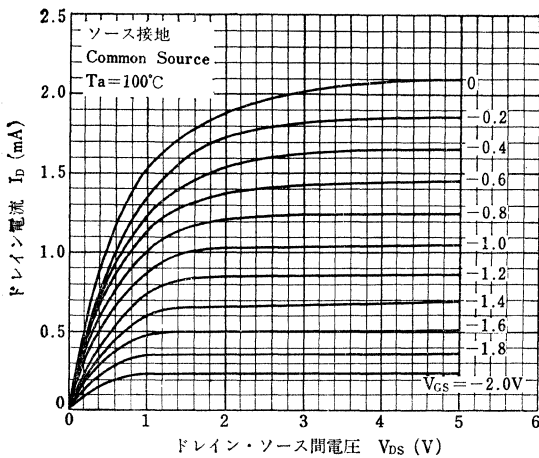
2SK11-O, 2SK12-Y, 2SK15-Y
 I_D - V_{DS} (Low Voltage Region)



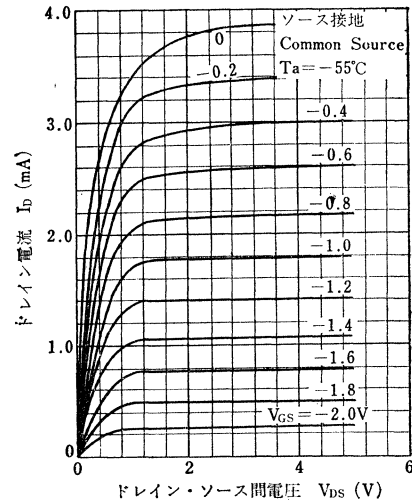
2SK11-Y, 2SK12-GR, 2SK15-GR
 I_D - V_{DS} (Low Voltage Region)



2SK11-Y, 2SK12-GR, 2SK15-GR
 I_D - V_{DS} (Low Voltage Region)

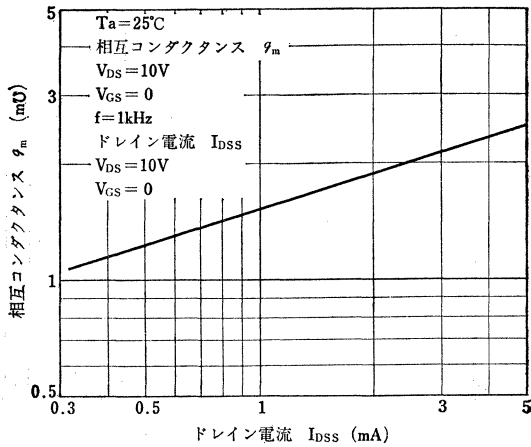


2SK11-Y, 2SK12-GR, 2SK15-GR
 I_D - V_{DS} (Low Voltage Region)

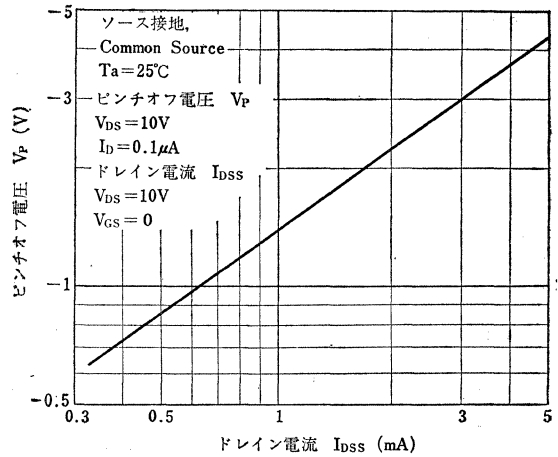


2SK11, 2SK12, 2SK15

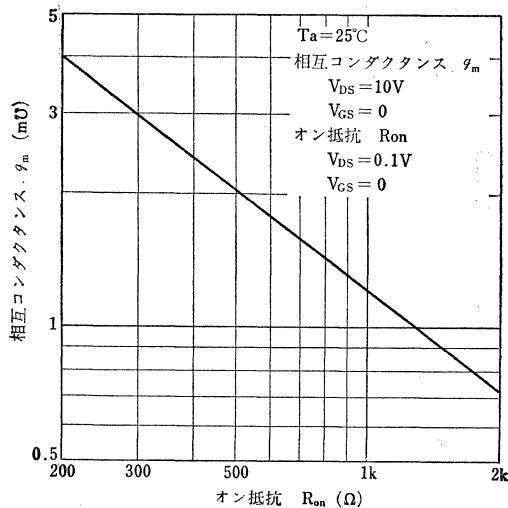
2SK11, 2SK12, 2SK15 g_m-I_{DSS}



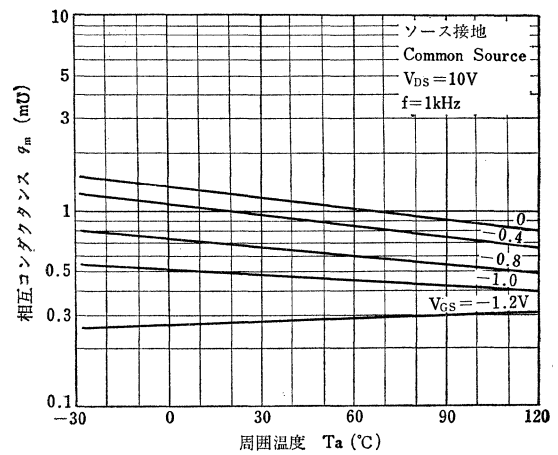
2SK11, 2SK12, 2SK15 V_P-I_{DSS}



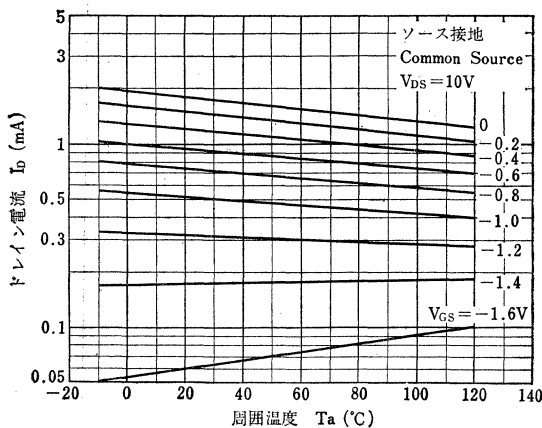
2SK11, 2SK12, 2SK15 g_m-R_{on}



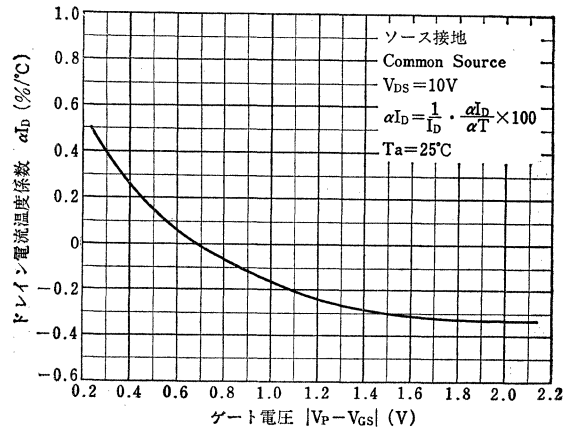
2SK11, 2SK12, 2SK15 g_m-T_a



2SK11, 2SK12, 2SK15 I_D-T_a

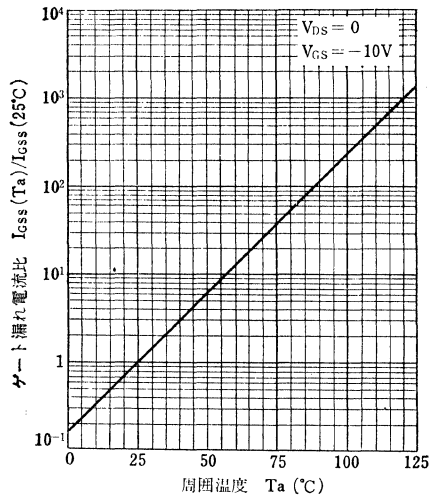


2SK11, 2SK12, 2SK15 $\alpha I_D-|V_P-V_{GS}|$

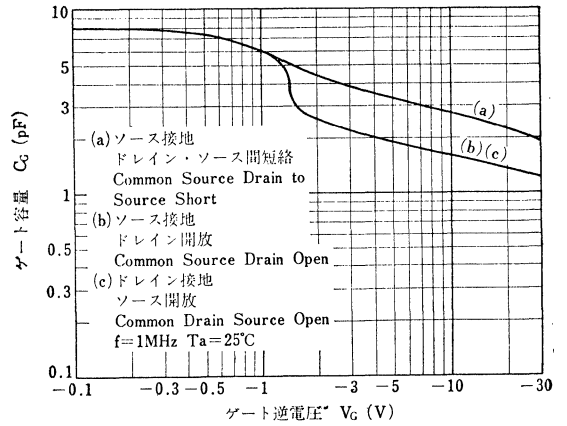


2SK11, 2SK12, 2SK15

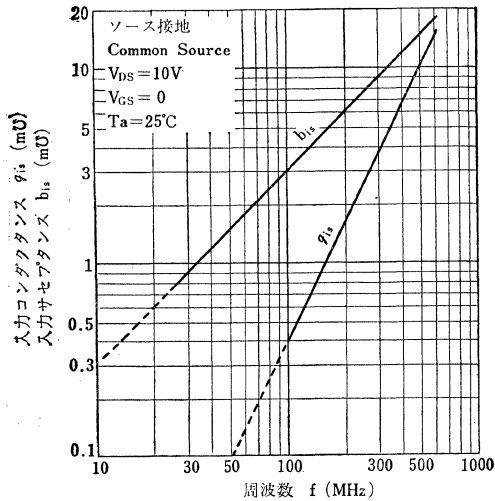
2SK11, 2SK12, 2SK15 $I_{GSS}-T_a$



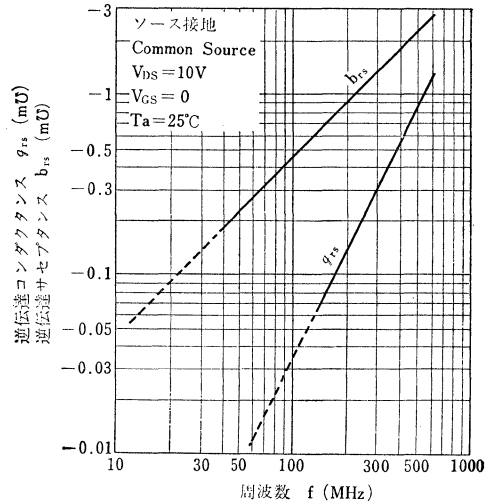
2SK11, 2SK12, 2SK15 C_G-V_G



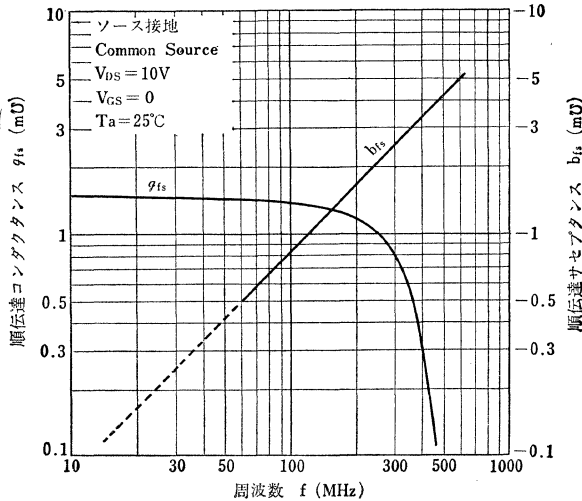
2SK11, 2SK12, 2SK15 $g_{is}-f, b_{is}-f$



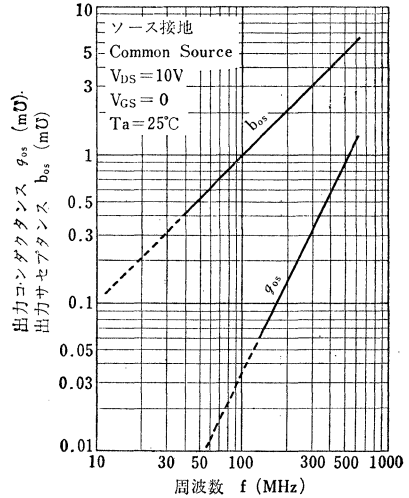
2SK11, 2SK12, 2SK15 $g_{rs}-f, b_{rs}-f$



2SK11, 2SK12, 2SK15 $g_{fs}-f, b_{fs}-f$

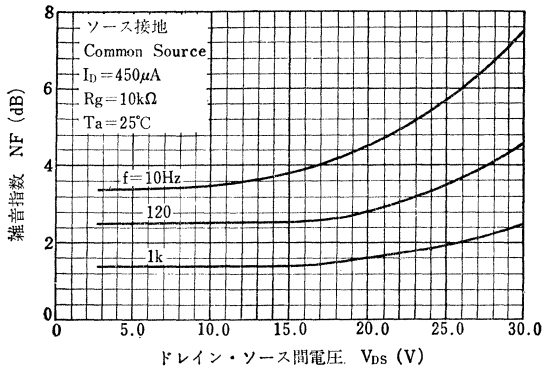


2SK11, 2SK12, 2SK15 $g_{os}-f, b_{os}-f$

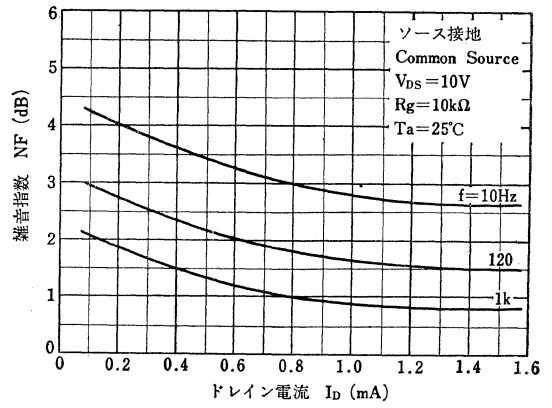


2SK11, 2SK12, 2SK15

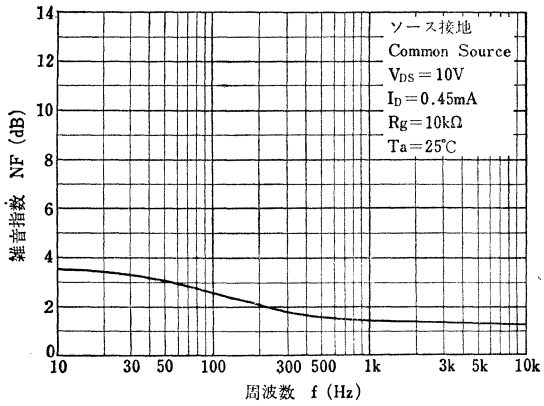
2SK15 NF- V_{DS}



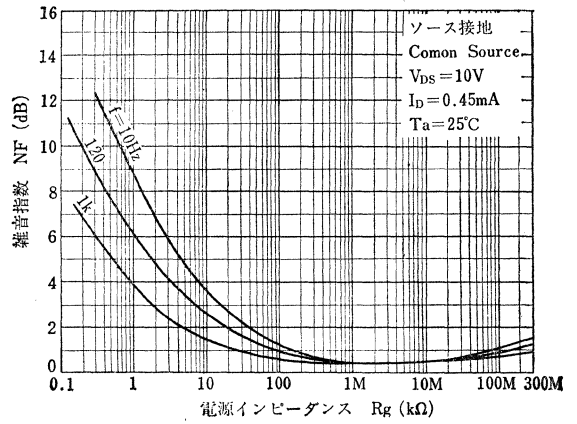
2SK15 NF- I_D



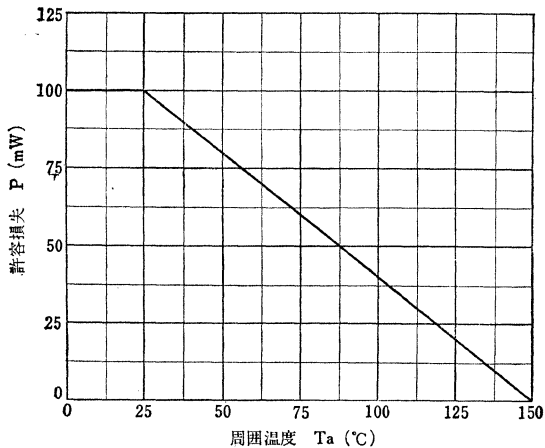
2SK15 NF-f



2SK15 NF- R_g



2SK11, 2SK12, 2SK15 P_D - T_a



○差動増幅回路用
○ Differential Amplifier Applications

通信工業用

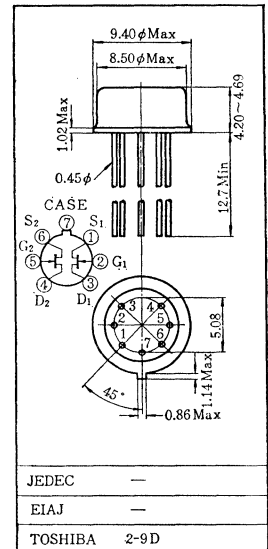
Industrial Applications

Unit in mm

- ゲート電圧差が小さい: $|V_{GS1}-V_{GS2}|=10\text{mV}(\text{Max.})$
Difference of the gate Voltage is very small.
- 高入力抵抗です: $I_G=-0.1\text{nA}(\text{Max.}) (V_{DS}=-10\text{V})$
- 2SK15と類似の特性です。 / Similar characteristics as 2SK15
- ゲート電圧差のトラッキングが良くとれています:
- ゲート電圧差温度係数が小さい: $20\mu\text{V}/^\circ\text{C} (\text{Max.})(2\text{SK18A})$
- Excellent Temperature Coefficient on gate voltage difference.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
ゲート・ドレイン間電圧	V_{DGS}	40	V
ドレイン・ソース間電圧	V_{DSS}	40	V
ゲート・ソース間電圧	V_{SGS}	40	V
ゲート電流	I_G	10	mA
許容損失	P_D	200	mW
接合部温度	T_j	150	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ\text{C}$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
ゲート漏れ電流	I_{GSS}	$V_{DS}=10\text{V}, I_D=400\mu\text{A}$	—	—	-0.1	nA
ゲート・ドレイン間降伏電圧	BV_{GDS}	$V_{DS}=0, I_G=-0.1\text{mA}$	-40	—	—	V
ドレイン電流*	I_{DSS}	$V_{DS}=10\text{V}, V_{GS}=0$	0.45	—	2.80	mA
ピンチオフ電圧*	V_P	$V_{DS}=10\text{V}, I_D=0.1\mu\text{A}$	-0.65	—	-3.5	V
相互コンダクタンス*	g_m	$V_{DS}=10\text{V}, V_{GS}=0, f=1.0\text{kHz}$	800	—	3000	μS
入力容量	C_{iss}	$V_{GD}=0, f=1\text{MHz}$	—	—	6.0	pF
帰還容量	C_{rss}	$V_{DS}=0, V_{GD}=-10\text{V}, f=1\text{MHz}$	—	—	2.5	pF
ドレイン電流比	$I_{DSS(小)} / I_{DSS(大)}$	$V_{DS}=10\text{V}, V_{GS}=0$	0.9	—	1.0	—
ゲート電圧差(1)	$ V_{GS1}-V_{GS2} $	$V_{DS}=10\text{V}, I_D=400\mu\text{A}$	—	—	10	mV
ゲート電圧差(2)	$ V_{GS1}-V_{GS2} $	$V_{DS}=10\text{V}, I_D=200\mu\text{A}$	—	—	10	mV
ゲート電圧差(3)	$ V_{GS1}-V_{GS2} $	$V_{DS}=10\text{V}, I_D=50\mu\text{A}$	—	—	10	mV
相互コンダクタンス比	$g_{m(小)} / g_{m(大)}$	$V_{DS}=10\text{V}, V_{GS}=0, f=1.0\text{kHz}$	0.9	—	1.0	—
ゲート電圧差 温度係数	2SK18	$\Delta V_{GS1}-V_{GS2} $	—	—	100	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
	2SK18A	ΔT_a	—	—	20	

* I_{DSS1} , V_{P1} および g_{m1} により下表のように分類し、現品表示してあります。

According to the value of I_{DSS} , V_P and g_m , the 2SK18 and 2SK18A are classified as follows.

Classification	$I_{DSS}(\text{mA})$		$V_P(\text{V})$		$g_m(\mu\text{S})$	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
2SK18-R 2SK18A-R	0.45	0.90	-0.65	-1.8	800	1900
2SK18-O 2SK18A-O	0.80	1.60	-0.90	-2.5	1000	2300
2SK18-Y 2SK18A-Y	1.40	2.80	-1.40	-3.5	1300	3000

2SK19

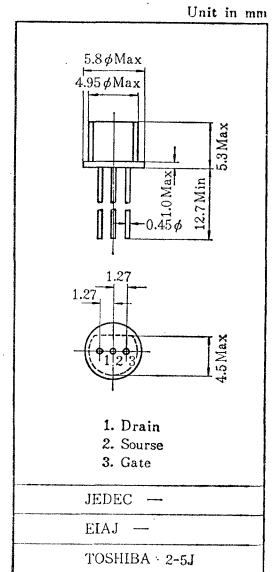
シリコンNチャンネル接合形電界効果トランジスタ SILICON N-CHANNEL JUNCTION FIELD EFFECT TRANSISTOR

- FMチューナ用 ○ VHF帯増幅用
○ FM Tuner And VHF Amplifier Applications

- 電力利得が大きい。 $G_{PS}=20\text{dB}$ (Typ.) ($f=100\text{MHz}$)
- 雑音指数が小さい。 $NF=2\text{dB}$ (Typ.) ($f=100\text{MHz}$)
- 相互コンダクタンスが大きい。 $g_m=7\text{m}\Omega$ (Typ.) ($f=100\text{MHz}$)
- 入力インピーダンスが高い。 $R_{iss}=5\text{k}\Omega$ (Typ.) ($f=100\text{MHz}$)
- 帰還容量が小さい。 $C_{rss}=0.45\text{pF}$ (Typ.)
- エポキシ封止 / Epoxi encapsulated.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
ゲート・ドレイン間電圧	V_{GDO}	-18	V
ゲート電流	I_G	10	mA
許容損失	P_D	200	mW
接合部温度	T_j	125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ\text{C}$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

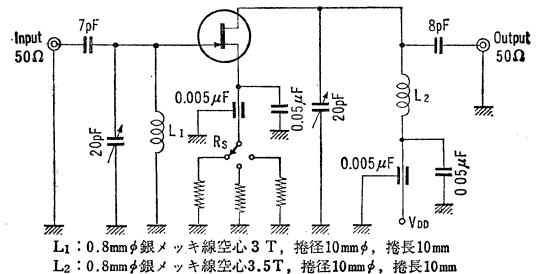
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
ゲート漏れ電流	I_{GSS}	$V_{GS}=-1.0\text{V}, V_{DS}=0$	—	—	-10	nA
ゲート・ドレイン間降伏電圧	BV_{GDO}	$I_G=100\mu\text{A}$, Common Drain	-18	—	—	V
ドレイン電流*	I_{DSS}	$V_{GS}=0, V_{DS}=10\text{V}$	3	—	24	mA
ピンチ・オフ電圧	V_P	$V_{DS}=10\text{V}, I_D=1\mu\text{A}$	-1.2	-3	—	V
相互コンダクタンス	g_m	$V_{GS}=0, V_{DS}=10\text{V}, f=1\text{kHz}$	—	7	—	$\text{m}\Omega$
帰還容量	C_{rss}	$V_{GD}=-10\text{V}, f=1\text{MHz}$	—	0.45	0.8	pF
電力利得 Fig. 1	G_{PS}	$V_{DD}=10\text{V}, f=100\text{MHz}$	—	20	—	dB
雑音指数 Fig. 1	NF	$V_{DD}=10\text{V}, f=100\text{MHz}$	—	2.0	3.5	dB

* I_{DSS} により下表のように分類し、現品表示してあります。

According to the value of I_{DSS} , 2SK19 is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SK19-Y	3.0	7.0
2SK19-GR	6.0	14.0
2SK19-BL	12.0	24.0

Fig. 1 100MHz 電力利得, 雑音指数測定回路
100MHz, G_{PS} and NF Test Circuit

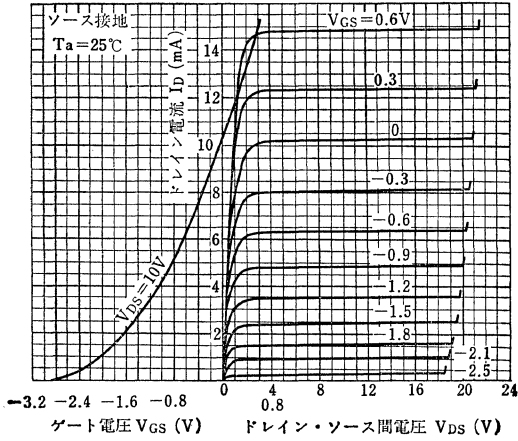


グループごとにソース抵抗 R_s を切替えて測定する。

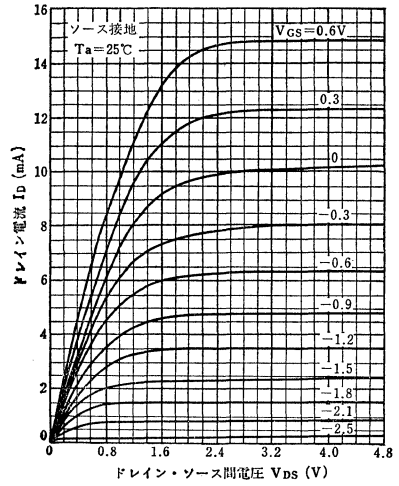
2SK19 is measured at each group by changing R_s .

Group	R_s
2SK19-Y	$22\Omega \pm 5\%$
2SK19-GR	$100\Omega \pm 5\%$
2SK19-BL	$220\Omega \pm 5\%$

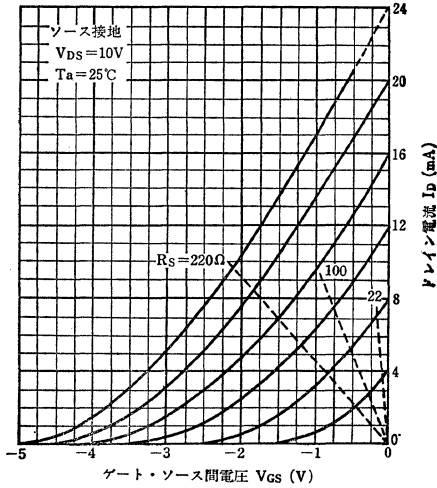
Static Characteristics



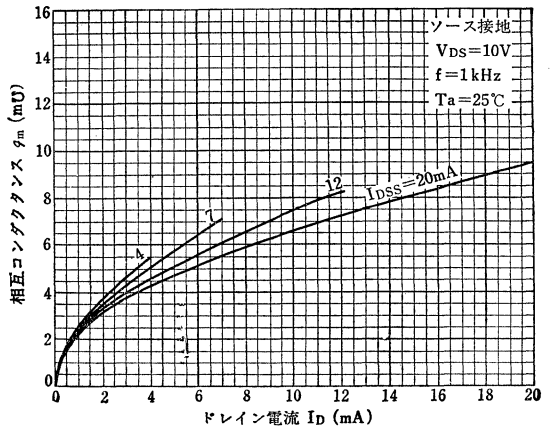
ID-VDS (Low Voltage Region)



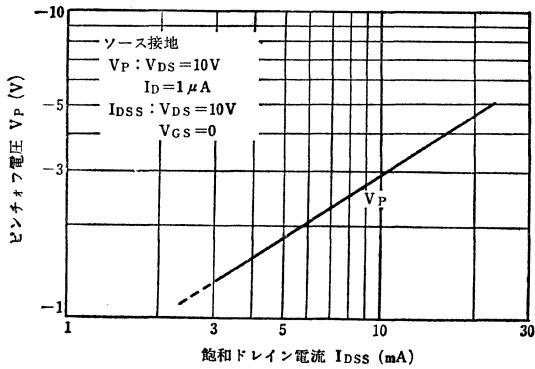
ID-VGS



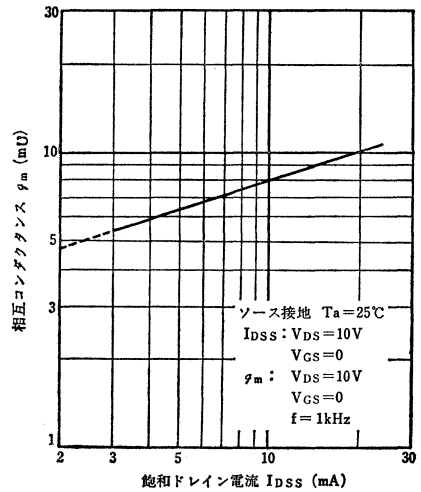
gm-ID



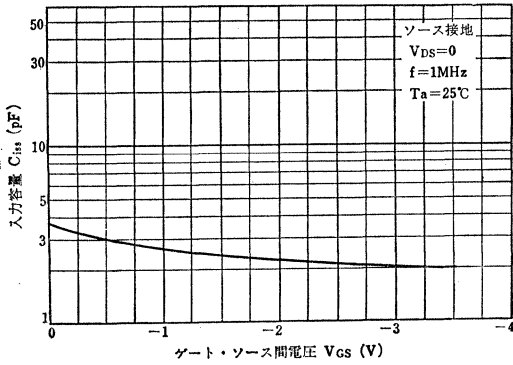
VP-IDSS



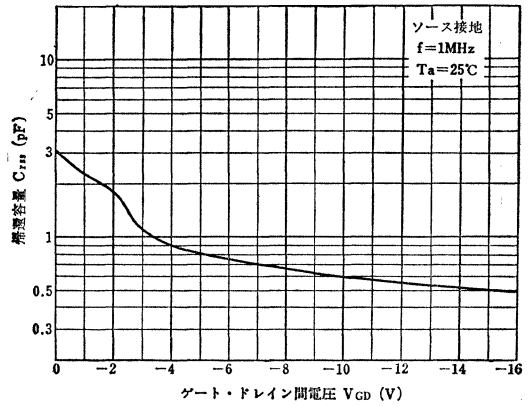
gm-IDSS



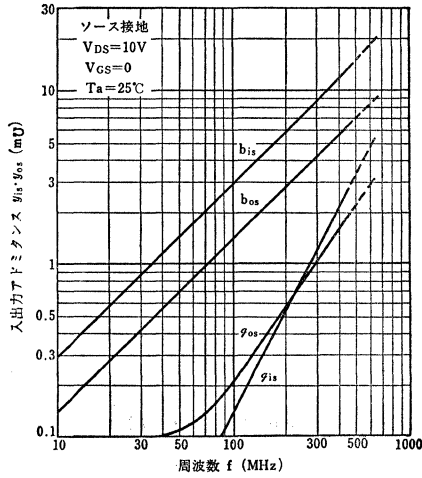
$C_{iss}-V_{GS}$



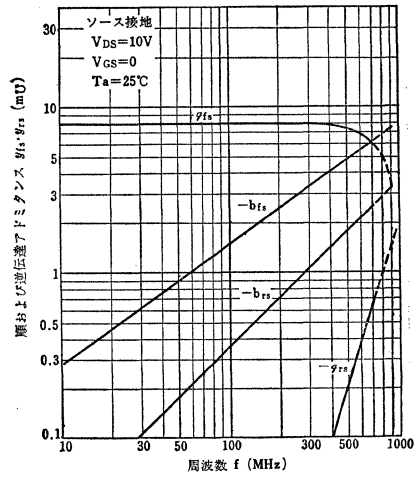
$C_{rss}-V_{GD}$



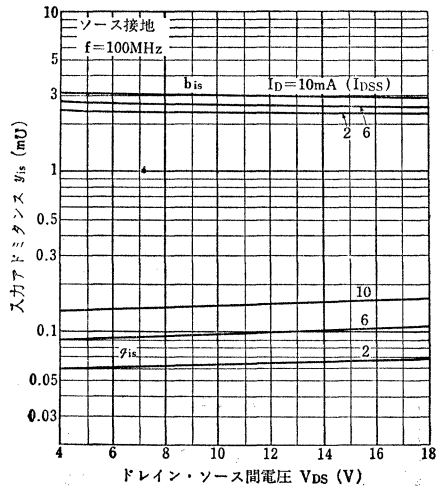
$y_{is}, y_{os}-f$



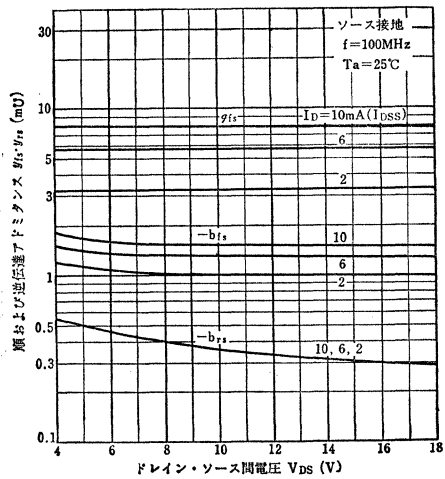
$y_{fs}, y_{rs}-f$

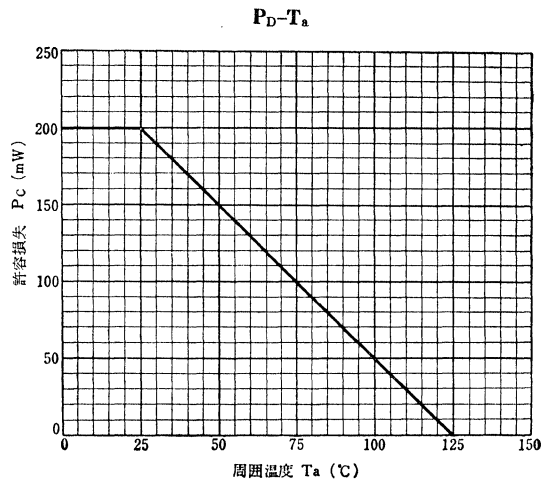
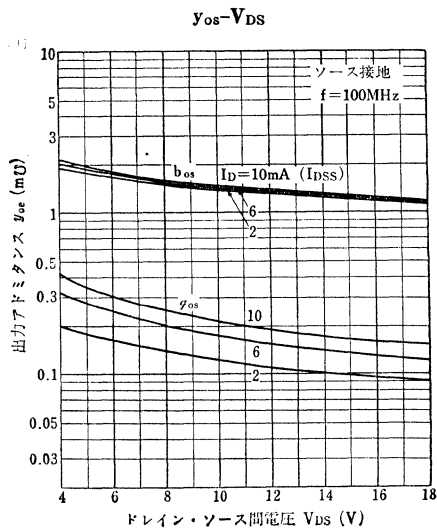


$y_{is}-V_{DS}$

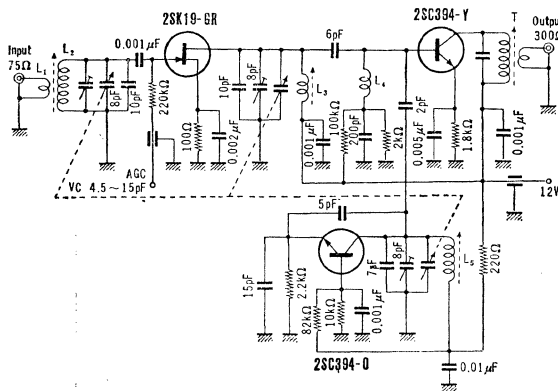


$y_{fs}, y_{rs}-V_{DS}$





FMチューナ回路(75~91MHz)
FM Tuner Operating Circuit



- L_1 : 0.5mmφ UEW コアスボビン Bobbin With core 1T
 - L_2 : 0.8mmφ UEW " " " 3T
 - L_3 : 0.8mmφ UEW " " " 3T
 - L_4 : 0.3mmφ UEW 空心 " " 20T
 - L_5 : 0.8mmφ UEW コアスボビン " " 4T
 - T: Primary 14T Secondary 2T
- 実用感度 (S/N=30dB) 78MHz 83MHz 88MHz
 400Hz 30%変調 4dB 4dB 4dB
- 2SC380×5の複同調IF増幅器、75µsecアエンファシス回路接続)
 With double tuned IF Amplifier consisting of 2SC380×5)
 and deemphasis of 75µsec.
- イメージ比 54dB 51.5dB 50.5dB
- | | | |
|---------------------|---------------|----------------|
| AGC Characteristics | V_{AGC} (V) | Reduction (dB) |
| (83MHz) | 0 | 0 |
| | -0.5 | -4 |
| | -1.0 | -10 |
| | -1.5 | -17 |
| | -2.0 | -28 |

2SK30A

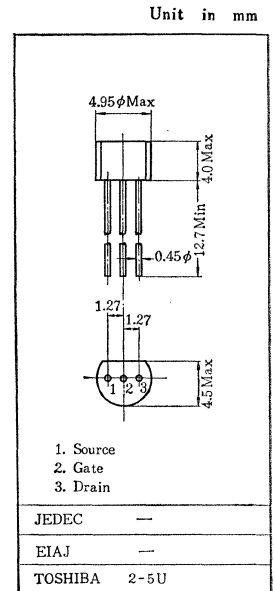
シリコンNチャンネル接合形電界効果トランジスタ SILICON N-CHANNEL JUNCTION FIELD EFFECT TRANSISTOR

- 低雑音プリアンプ用 ○トーンコントロールアンプ用 ○各種DC,AC高入
カインピーダンス増幅回路用
- Low Noise Pre-amplifier, Tone Control Amplifier, and DC · AC High Input
Impedance Circuit Applications

- ・高耐圧です： $V_{GDS} = -50V$
- ・高入力カインピーダンスです： $I_{GSS} = 1nA$ (Max.) ($V_{GS} = -30V$)
- ・低雑音です： $NF = 0.5dB$ (Typ.) ($R_g = 100k\Omega$)
($f = 120Hz$)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
ゲート・ドレイン間電圧	V_{GDS}	-50	V
ゲート電流	I_G	10	mA
許容損失	P_D	100	mW
接合部温度	T_j	125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ C$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

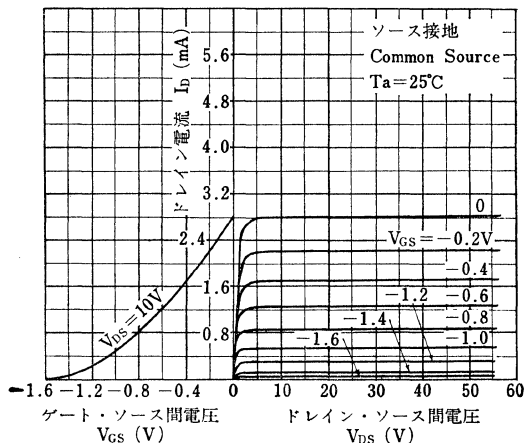
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
ゲートシャ断電流	I_{GSS}	$V_{GS} = -30V, V_{DS} = 0$	—	—	-1.0	nA
ゲート・ドレイン間降伏電圧	BV_{GDS}	$V_{DS} = 0, I_G = -100\mu A$	-50	—	—	V
ドレイン電流*	I_{DSS}	$V_{DS} = 10V, V_{GS} = 0$	0.3	—	6.5	mA
ピンチ・オフ電圧	V_P	$V_{DS} = 10V, I_D = 0.1\mu A$	-0.4	—	-5.0	V
相互コンダクタンス	g_m	$V_{DS} = 10V, V_{GS} = 0, f = 1KHz$	1.2	—	—	m Ω
入力容量	C_{iss}	$V_{GS} = 0, V_{DS} = 0, f = 1MHz$	—	8.2	—	pF
帰還容量	C_{rss}	$V_{GD} = -10V, V_{DS} = 0, f = 1MHz$	—	2.6	—	pF
雑音指数	NF	$V_{DS} = 15V, V_{GS} = 0, R_g = 100k\Omega, f = 120Hz$	—	0.5	5.0	dB

* I_{DSS} により下表のように分類し、現品表示してあります。

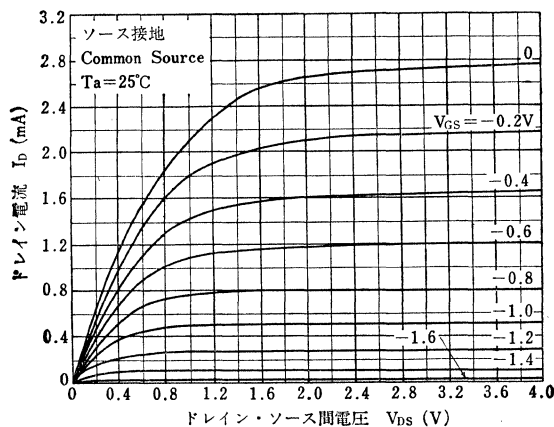
According to the value of I_{DSS} , the 2SK30A is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
2SK30A—R	0.30	0.75
2SK30A—O	0.60	1.40
2SK30A—Y	1.20	3.00
2SK30A—GR	2.60	6.50

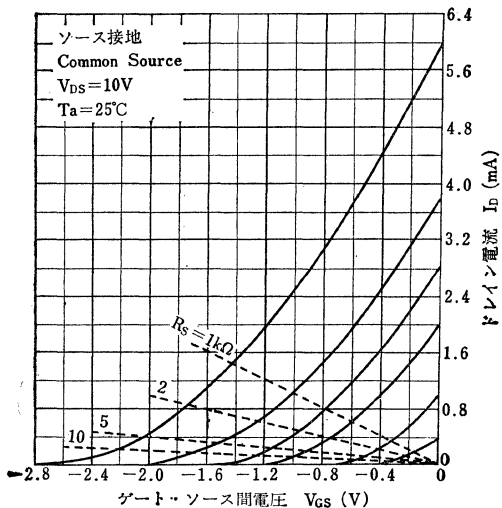
Static Characteristics



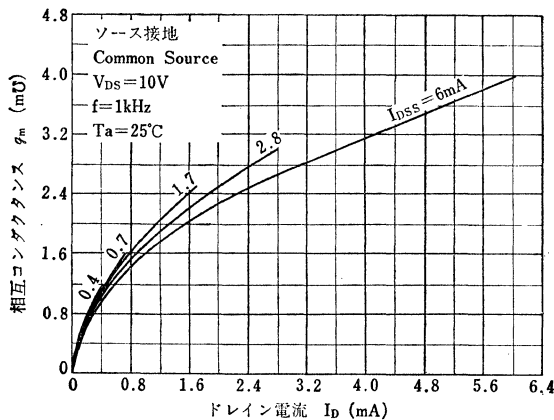
I_D - V_{DS} (Low Voltage Region)



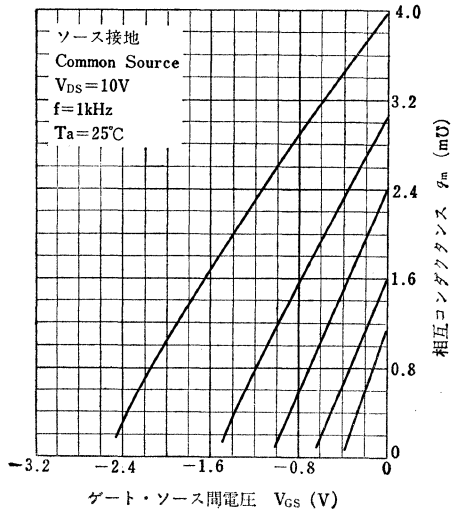
I_D - V_{GS}



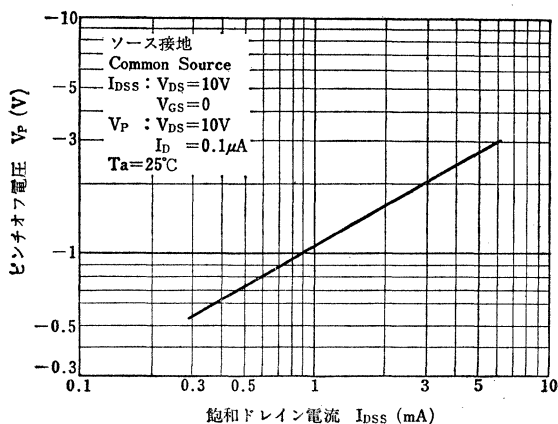
g_m - I_D



g_m - V_{GS}

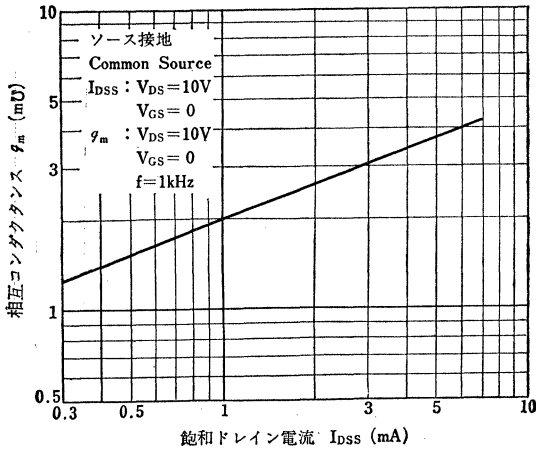


V_P - I_{DSS}

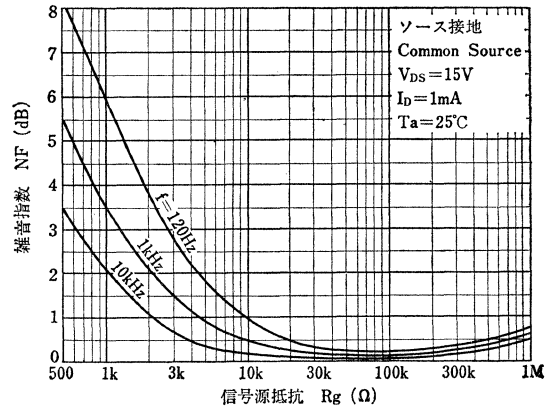


2SK30A

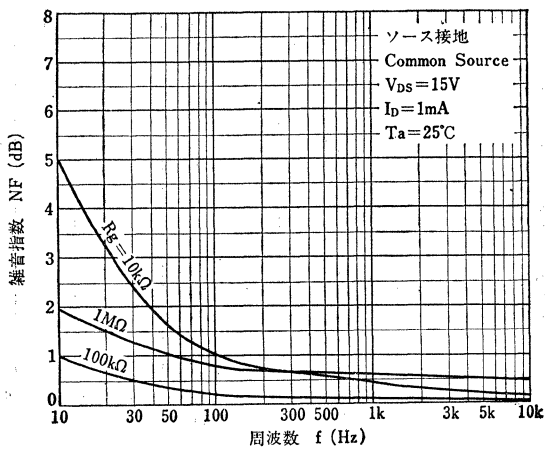
g_m - I_{DSS}



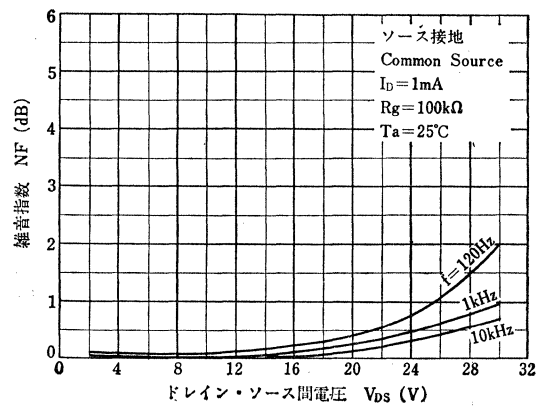
NF- R_g



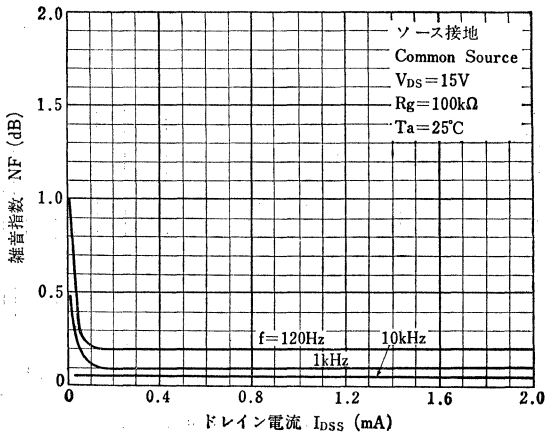
NF-f



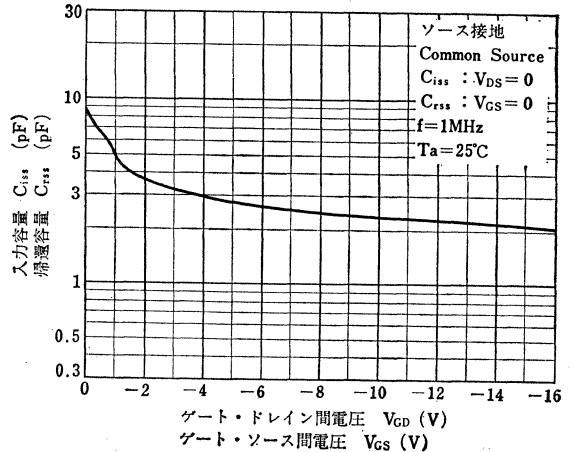
NF- V_{DS}



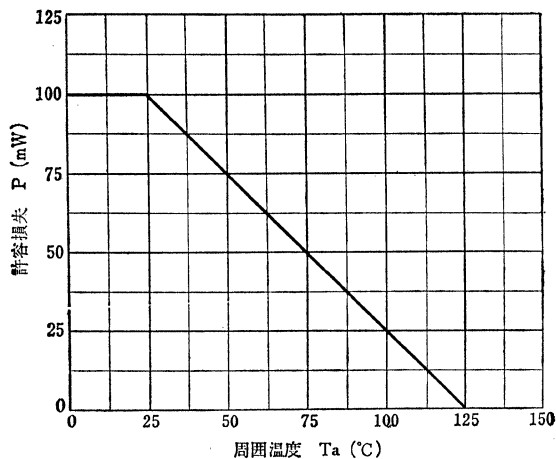
NF- I_{DSS}



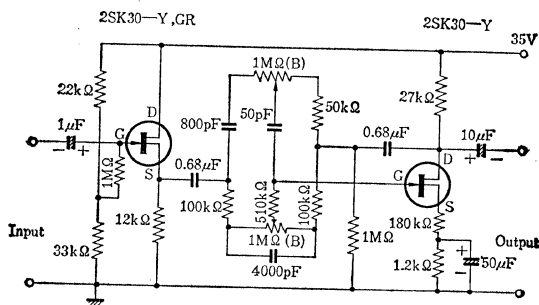
C_{iss} - V_{GS} , C_{rss} - V_{GD}



P_D-T_a

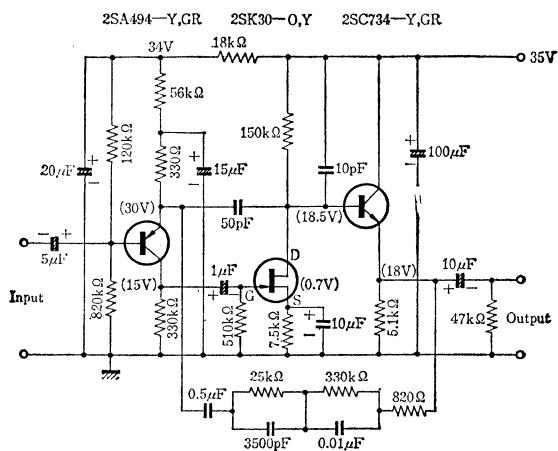


NF 形 トーン・コントロール回路
NF Type Tone Control Circuit



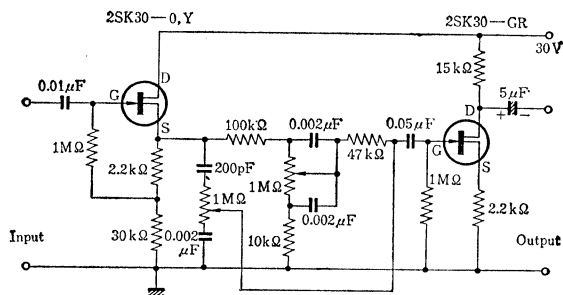
入力インピーダンス Input Impedance $1M\Omega$
 挿入損失 Insertion Loss $-2.6dB$ ($f=1kHz$)
 最大出力電圧 Maximum Output Voltage $8.5V$ ($f=1kHz$)

イコライザ・アンプ (RIAA)
Equalizer Amplifier Circuit (RIAA)



入力インピーダンス Input Impedance $100k\Omega$ min
 電圧利得 Voltage Gain $40.5dB$ @ $1kHz$
 無歪最大出力電圧 Maximum Output Voltage (0.1% Distortion)
 $7.0V$ @ $100Hz$
 $9.5V$ @ $1kHz$
 $9.0V$ @ $10kHz$
 出力雑音電圧 Output Noise Voltage
 入力短絡 Input short $0.09mV$
 4kΩ短絡 Input Terminated with $4k\Omega$ $0.12mV$
 入力開放 Input Open $2.0mV$

CR 形 トーン・コントロール回路
CR Type Tone Control Circuit



入力インピーダンス Input Impedance $10k\Omega$ Min
 挿入損失 Insertion Loss $-8.9dB$ ($f=1kHz$)
 最大出力電圧 Maximum Output Voltage $5V$ ($f=1kHz$)

○医用電子機器用 (脳波形, 心電計)

○ Medical Electronic Equipment.

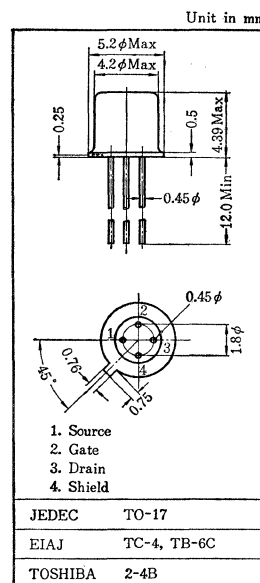
- 超低雑音です: $NF=0.5\text{dB}$ (Typ.) ($R_g=100\text{k}\Omega$, $f=120\text{Hz}$)
 $V_{NP-P}=1.7\mu\text{V}$ (Typ.) ($R_g=10\text{k}\Omega$, $f=5\sim 50\text{Hz}$)
- 高利得です: $g_m=1.0\sim 5.0\text{m}\Omega$
- 高入力インピーダンスです: $I_{GSS}=-0.1\text{nA}$ (Max.) $V_{GS}=-10\text{V}$

通信工業用

Industrial Applications

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

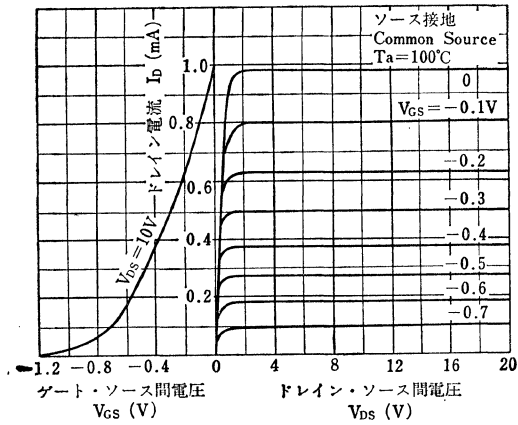
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
ゲート・ドレイン間電圧	V_{GDS}	-20	V
ゲート電流	I_G	10	mA
許容損失	P_D	100	mW
接合部温度	T_J	150	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ\text{C}$



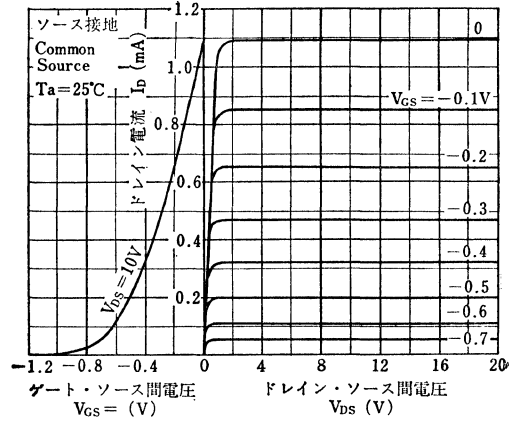
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Min.
ゲート漏れ電流	I_{GSS}	$V_{GS}=-10\text{V}$, $V_{DS}=0$	—	—	-0.1	nA
ゲート・ドレイン間降伏電圧	BV_{GDS}	$V_{DS}=0$, $I_G=-0.1\text{mA}$	-20	—	—	V
ドレイン電流	I_{DSS}	$V_{DS}=10\text{V}$, $V_{GS}=0$	0.3	—	3.0	mA
ピンチ・オフ電圧	V_P	$V_{DS}=10\text{V}$, $I_D=0.1\mu\text{A}$	-0.35	—	-2.3	V
相互コンダクタンス	g_m	$V_{DS}=10\text{V}$, $V_{GS}=0$, $f=1\text{kHz}$	1.0	—	5.0	$\text{m}\Omega$
ゲート容量	C_G	$V_{GS}=-10\text{V}$, $V_{DS}=0$, $f=1\text{MHz}$	—	5.0	8.0	pF
雑音電圧	V_{NF-P}	$V_{DS}=5\text{V}$, $I_D=450\mu\text{A}$, $R_g=10\text{k}\Omega$ $\Delta f=5\sim 50\text{Hz}$	—	1.7	4.0	μV
雑音指数	NF	$V_{DS}=10\text{V}$, $I_D=450\mu\text{A}$ $R_g=100\text{k}\Omega$, $f=120\text{Hz}$	—	0.5	5.0	dB

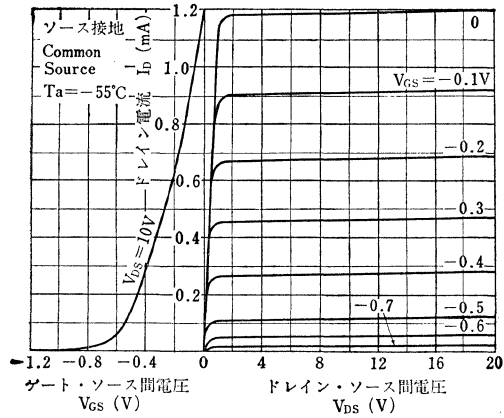
Static Characteristics



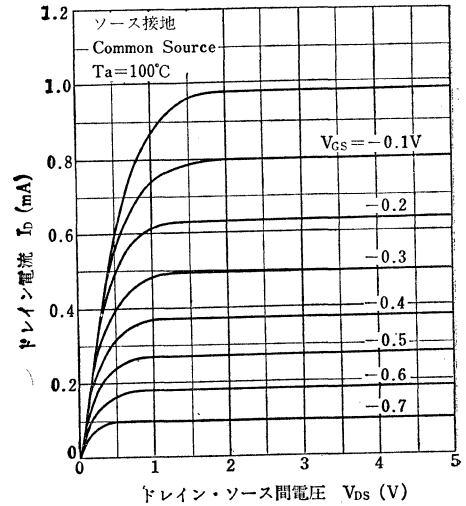
Static Characteristics



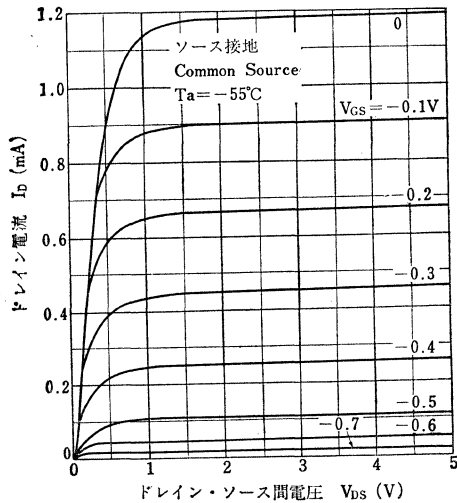
Static Characteristics



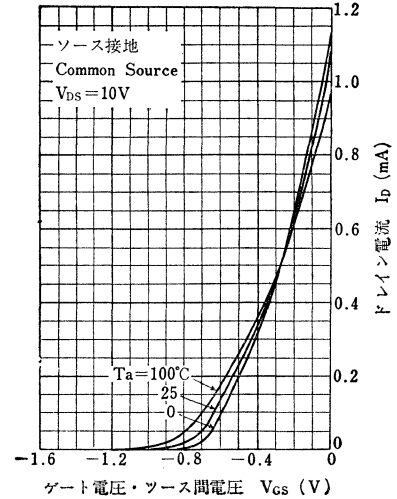
Id-V_{DS} (Low Voltage Region)



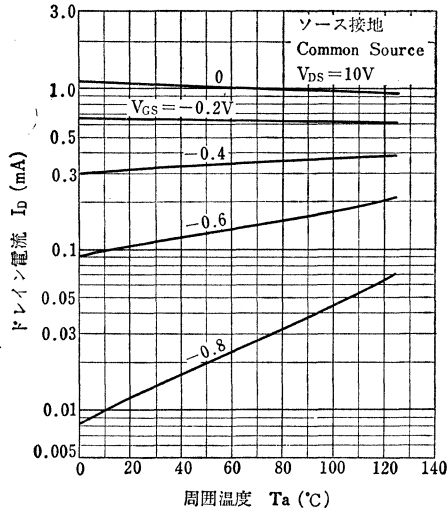
Id-V_{DS} (Low Voltage Region)



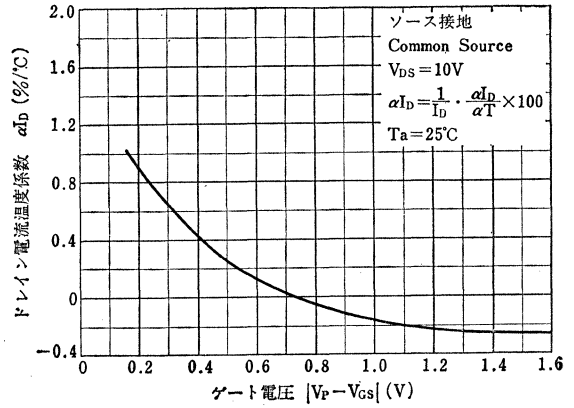
Id-V_{GS}



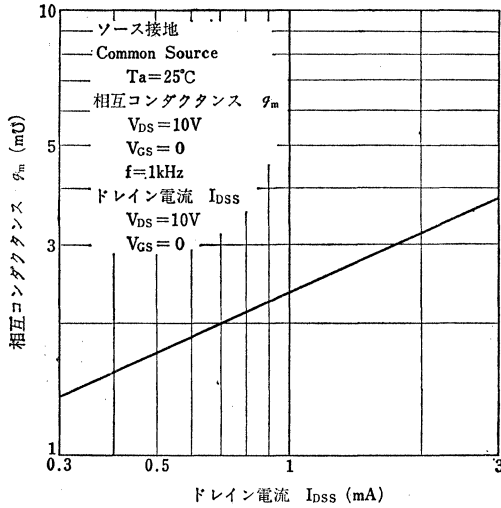
I_D-T_a



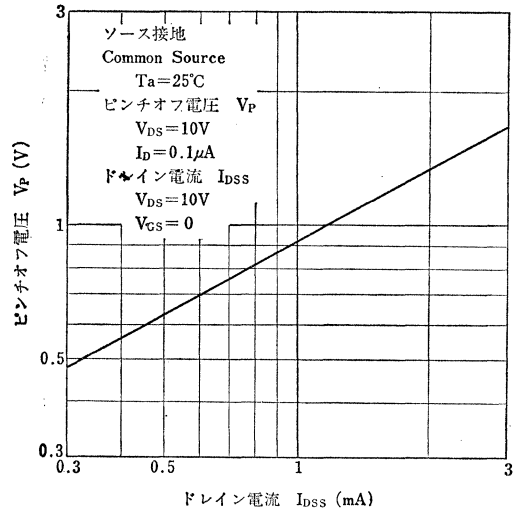
$\alpha I_D - |V_P - V_{GS}|$



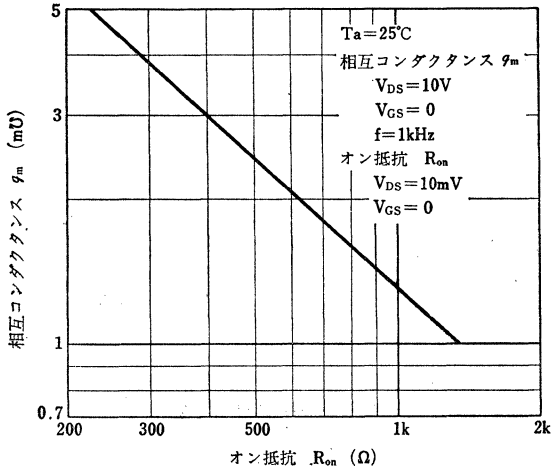
$g_m - I_{DSS}$



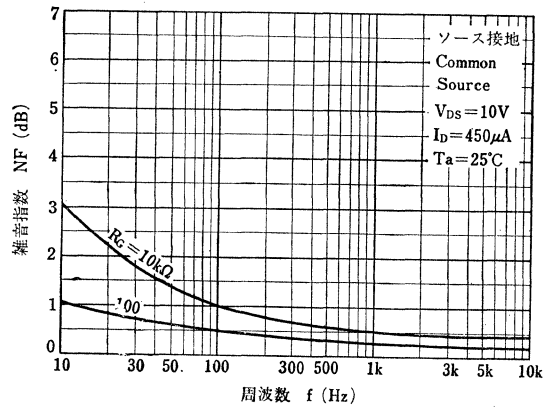
$V_P - I_{DSS}$



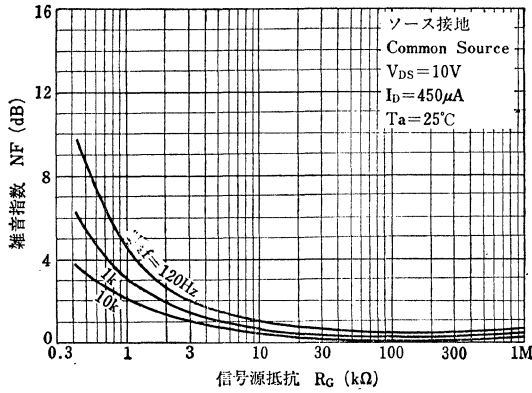
$g_m - R_{on}$



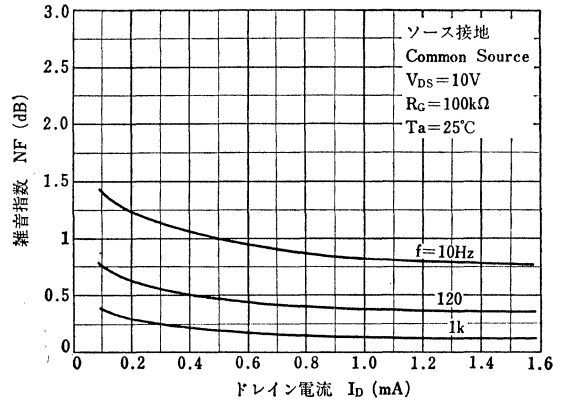
NF-f



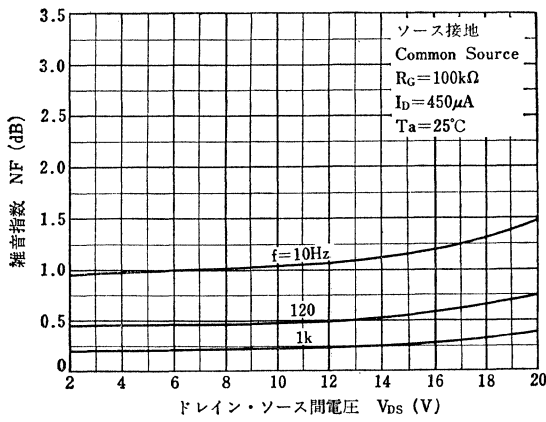
NF-R_G



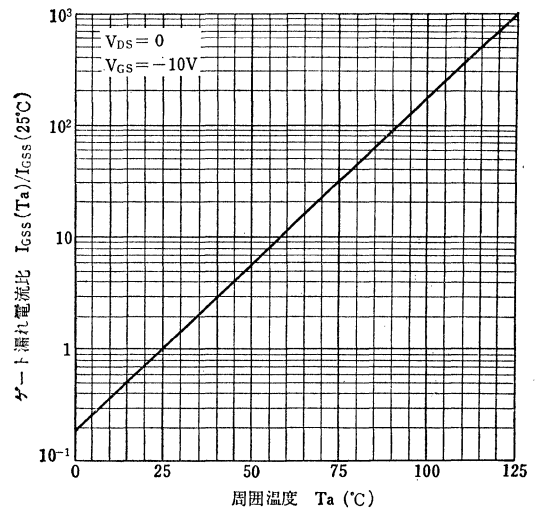
NF-I_D



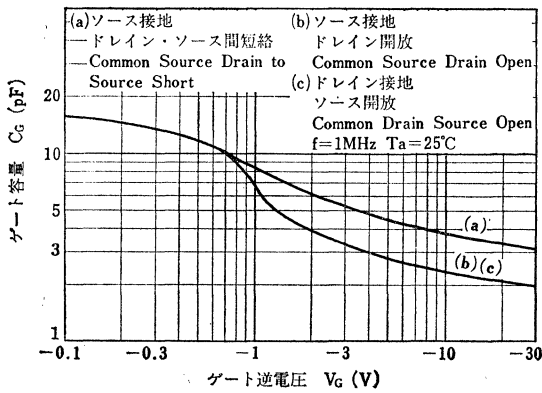
NF-V_{DS}



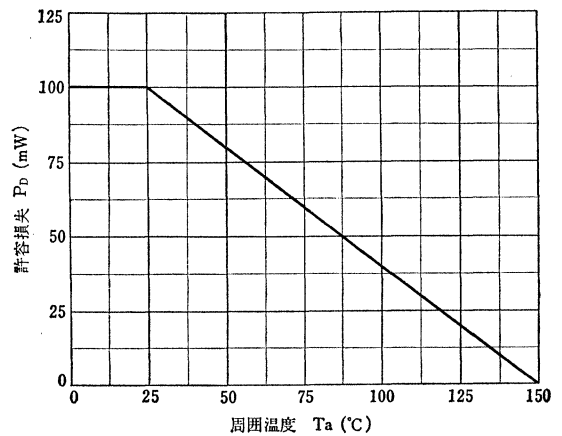
I_{GSS}-T_a



C_G-V_G



P_D-T_a



3SK22

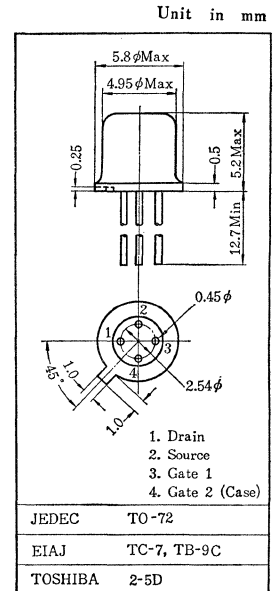
シリコンNチャネル接合形電界効果トランジスタ SILICON N-CHANNEL JUNCTION FIELD EFFECT TRANSISTOR

- FMチューナ用 ○ VHF帯増幅用
○ FM Tuner And VHF Amplifier Applications

- 電力利得が大きい: $G_{PS}=20\text{dB}$ (Typ.) ($f=100\text{MHz}$)
- 雑音指数が小さい: $NF=2\text{dB}$ (Typ.) ($f=100\text{MHz}$)
- 相互コンダクタンスが大きい: $g_m=7\text{m}\Omega$ (Typ.) ($f=100\text{MHz}$)
- 入力インピーダンスが高い: $R_{iss}=12\text{k}\Omega$ (Typ.) ($f=100\text{MHz}$)
- 帰還容量が小さい: $C_{rss}=0.6\text{pF}$ (Max.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
ゲート1・ゲート2・ドレイン間電圧	V_{G1D0}, V_{G2D0}	-18	V
ゲート電流	I_{G1}, I_{G2}	10	mA
許容損失	P_D	200	mW
接合部温度	T_j	150	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ\text{C}$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

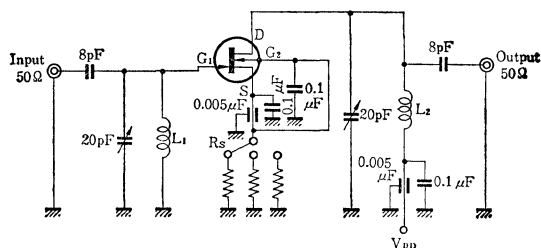
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
ゲート漏れ電流	I_{GSS}	$V_{GS}=-10\text{V}, V_{DS}=0, G_1, G_2\text{connection}$	—	—	-100	nA
ゲート・ドレイン間電圧	BV_{GD0}	$I_G=-100\mu\text{A}, G_1, G_2\text{connection}$	-18	—	—	V
ドレイン電流*	I_{DSS}	$V_{DS}=10\text{V}, V_{G1S}=V_{G2S}=0$	3	—	24	mA
ピンチ・オフ電圧	V_{P1}	$V_{DS}=10\text{V}, I_D=1\mu\text{A}, V_{G2S}=0$	-1.2	-3	—	V
	V_{P2}	$V_{DS}=10\text{V}, I_D=1\mu\text{A}, V_{G1S}=0$	—	—	-20	V
相互コンダクタンス	g_m	$V_{DS}=10\text{V}, f=1\text{kHz}, V_{G1S}=V_{G2S}=0$	—	7	—	$\text{m}\Omega$
帰還容量	C_{rss}	$V_{G1D}=-10\text{V}, f=1\text{MHz}$	—	—	0.6	pF
電力利得 Fig.1	G_{PS}	$V_{DD}=10\text{V}, V_{G2S}=0, f=100\text{MHz}$	—	20	—	dB
雑音指数 Fig.1	NF	$V_{DD}=10\text{V}, V_{G2S}=0, f=100\text{MHz}$	—	2.0	3.5	dB

* I_{DSS} により下表のように分類し、現品表示してあります。

According to the value of I_{DSS} , the 3SK22 is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
3SK22-Y	3.0	7.0
3SK22-GR	6.0	14.0
3SK22-BL	12.0	24.0

Fig. 1 100MHz 電力利得, 雑音指数測定回路
100MHz Gps and NF Test Circuit

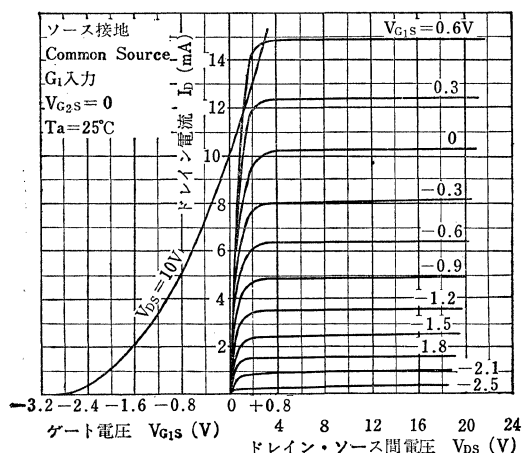


- L₁: 0.8mmφ, 銀メッキ線空心 3T 捲径10mmφ, 捲長10mm
- L₂: 0.8mmφ, 銀メッキ線空心 3.5T 捲径10mmφ, 捲長10mm
- L₁: 0.8mmφ, Ag Plated Cu Wire 3 Turns, 10mmφI.D. 10mmLength
- L₂: 0.8mmφ Ag Plated Cu Wire 3.5 Turns, 10mmφ I.D. 10mmLength

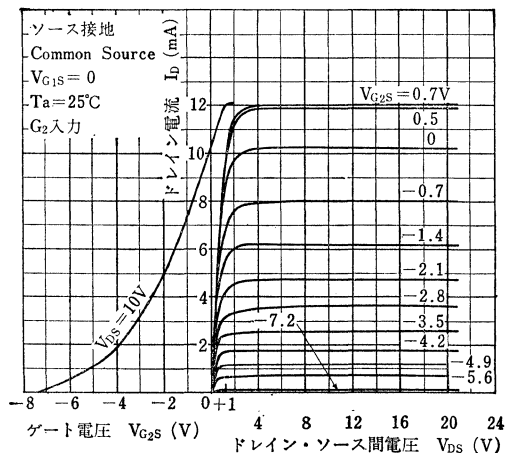
グループごとにソース抵抗 R_s を切換えて測定する。
3SK22 is measured at each group by changing R_s.

Group	R _s
3SK22-Y	33Ω ± 5%
3SK22-GR	82Ω ± 5%
3SK22-BL	180Ω ± 5%

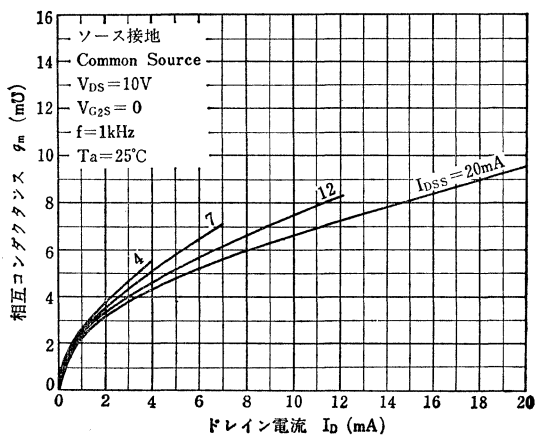
Static Characteristics



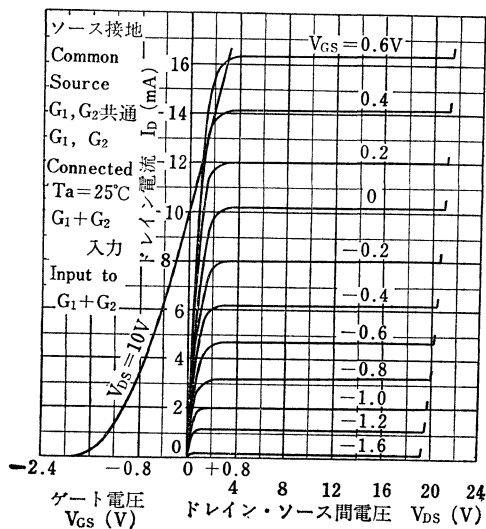
Static Characteristics



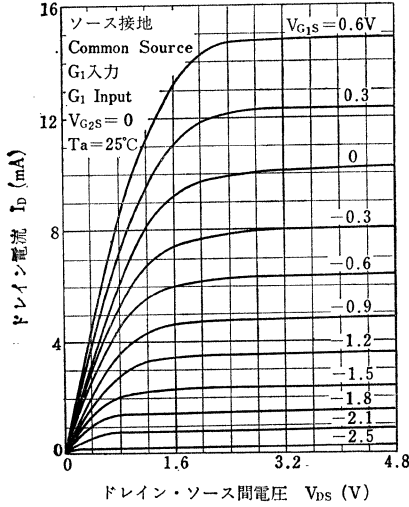
gm-Id



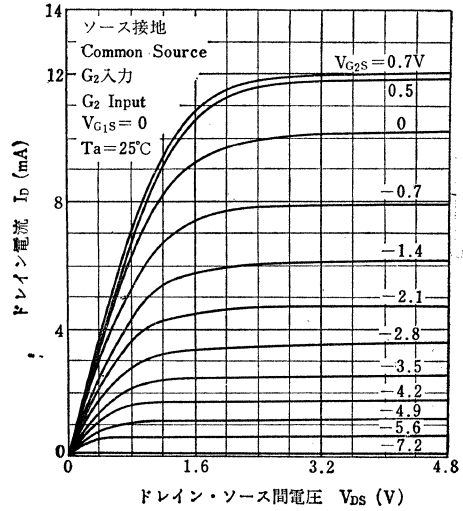
Static Characteristics



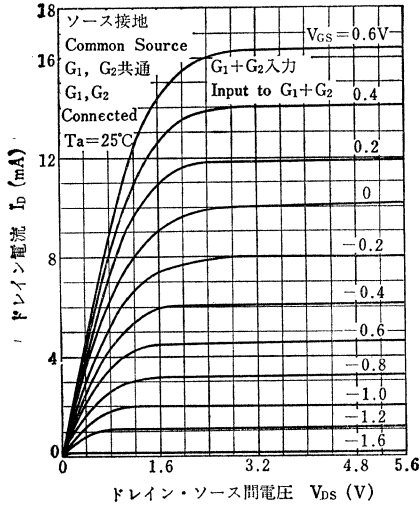
I_D - V_{DS} (Low Voltage Region)



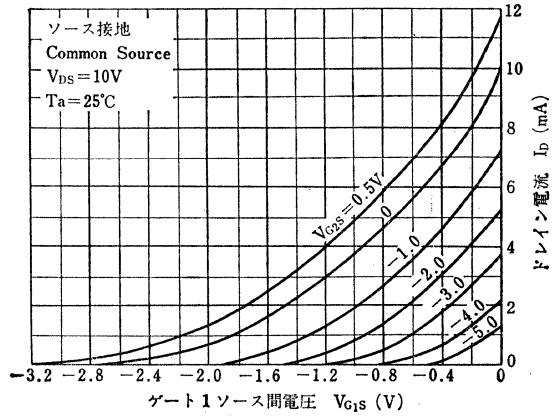
I_D - V_{DS} (Low Voltage Region)



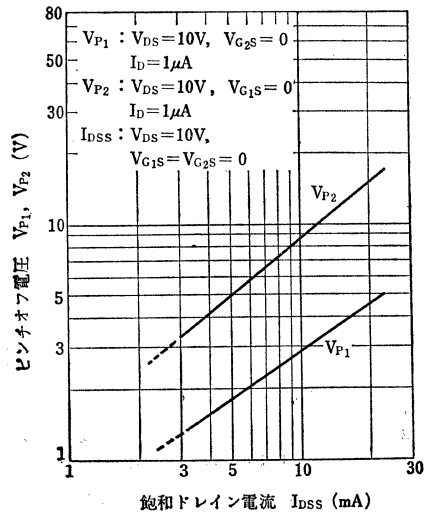
I_D - V_{DS} (Low Voltage Region)



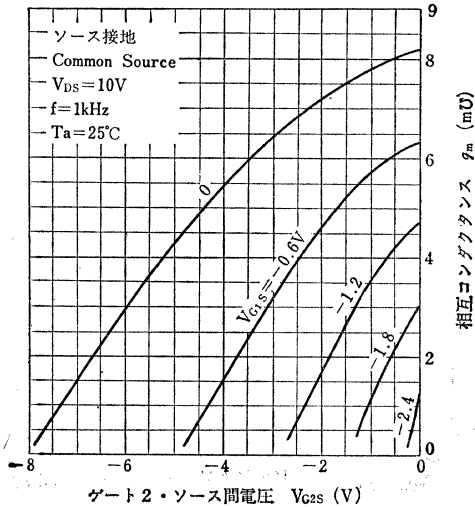
I_D - V_{G1S}



V_P - I_{DSS}

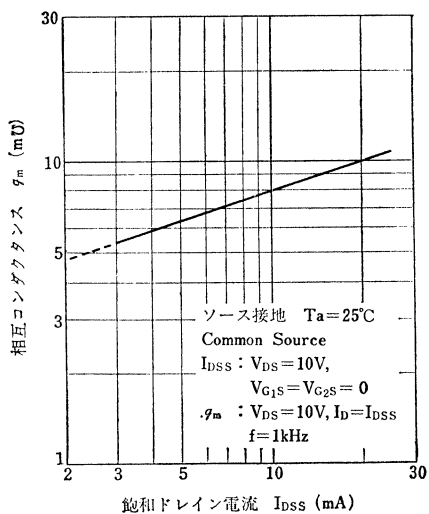


g_m - V_{G2S}

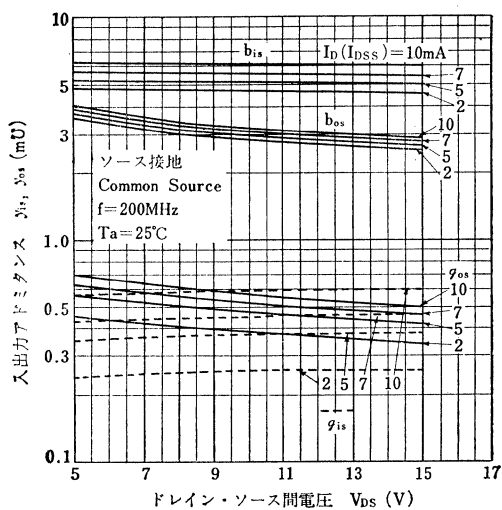


相互コンダクタンス g_m (mS)

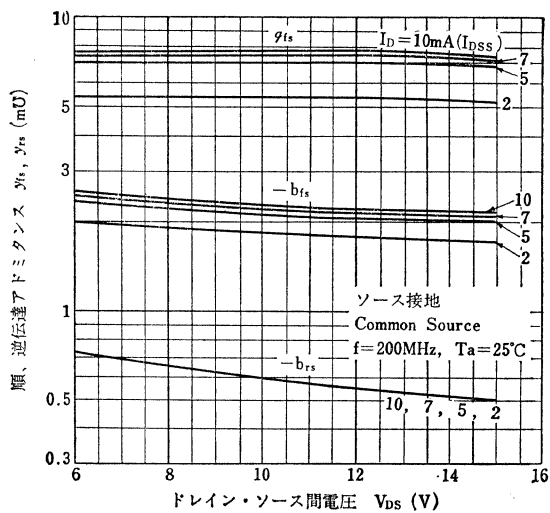
g_m - I_{DSS}



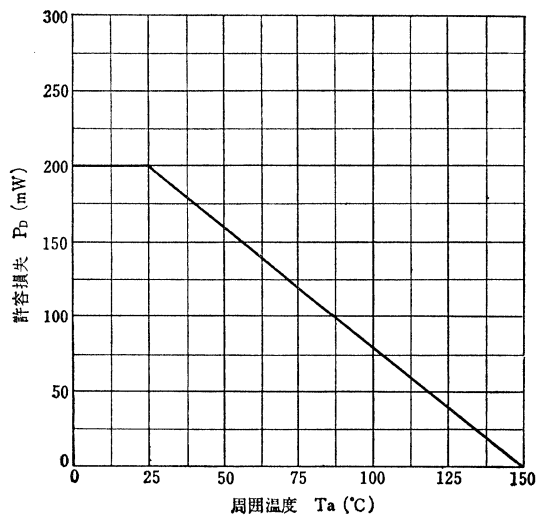
y_{is}, y_{os} - V_{DS}



y_{fs}, y_{rs} - V_{DS}



P_D - T_a



3SK28

シリコンNチャネル接合形電界効果トランジスタ SILICON N-CHANNEL JUNCTION FIELD EFFECT TRANSISTOR

○ビデオ前置増幅用 ○VHF帯増幅用

○ Video Pre-Amplifier Applications ○ VHF Band Amplifier Applications

通信工業用

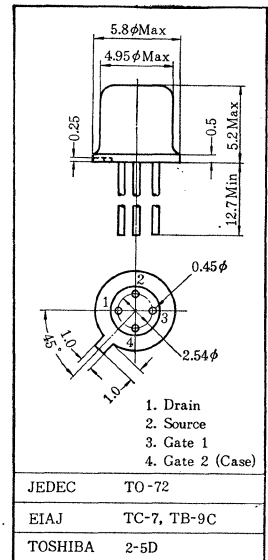
Industrial Applications

Unit in mm

- ・相互コンダクタンスが高い： $g_m=4.5\sim 13\text{m}\Omega$
- ・帰還容量が小さい： $C_{rss}=0.6\text{pF}$ (Max.)
- ・100MHzの電力利得が大きい： $G_{PS}=17\text{dB}$ (Min.)($f=100\text{MHz}$)
- ・雑音指数が小さい： $NF=2.5\text{dB}$ (Max.) ($f=100\text{MHz}$)
 $NF=3.0\text{dB}$ (Max.) ($f=30\text{Hz}$)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
ゲート1・ドレイン間電圧	V_{G1DS}	-18	V
ゲート2・ドレイン間電圧	V_{G2DS}	-18	V
ゲート1電流	I_{G1}	10	mA
ゲート2電流	I_{G2}	10	mA
許容損失	P_D	200	mW
接合部温度	T_j	150	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ\text{C}$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
ゲート漏れ電流	I_{GSS}	$V_{G1S}=-15\text{V}, V_{G1G2}=0, V_{DS}=0$	—	—	-10	nA
ゲート1・ドレイン間降伏電圧**	BV_{G1DS}	$I_{G1}=-100\mu\text{A}, I_{G2}=0, V_{DS}=0$	-18	—	—	V
ゲート2・ドレイン間降伏電圧***	BV_{G2DS}	$I_{G2}=-100\mu\text{A}, I_{G1}=0, V_{DS}=0$	-18	—	—	V
ドレイン電流*	I_{DSS}	$V_{DS}=10\text{V}, V_{G1S}=V_{G2S}=0$	3.7	—	22	mA
ピンチ・オフ電圧**	V_{P1}	$V_{DS}=10\text{V}, I_D=1\mu\text{A}, V_{G2S}=0$	-1.2	—	-5.5	V
ピンチ・オフ電圧***	V_{P2}	$V_{DS}=10\text{V}, I_D=1\mu\text{A}, V_{G1S}=0$	-3	—	-20	V
相互コンダクタンス	g_m	$V_{DS}=10\text{V}, f=1\text{kHz}$ $V_{G1S}=V_{G2S}=0$	4.5	—	13	$\text{m}\Omega$
順伝達アドミタンス	$ y_{fs} $	$V_{DS}=10\text{V}, f=100\text{MHz}$ $V_{G1S}=V_{G2S}=0$	4.5	—	—	$\text{m}\Omega$
入力容量 Fig. 1	C_{iss}	$V_{DS}=10\text{V}, f=1\text{MHz}, V_{G2S}=0$	—	—	6.0	pF
帰還容量 Fig. 2	C_{rss}	$V_{G1D}=-10\text{V}, f=1\text{MHz}$	—	—	0.6	pF
電力利得 Fig. 3	G_{PS}	$V_{DD}=10\text{V}, V_{G2S}=0, f=100\text{MHz}$	17	—	—	dB
雑音指数	NF	$V_{DD}=10\text{V}, V_{G2S}=0, f=100\text{MHz}$ Fig. 3	—	—	2.5	dB
		$V_{DS}=10\text{V}, V_{G1S}=V_{G2S}=0$ $f=1\text{kHz}, R_g=1\text{M}\Omega$	—	—	2.5	dB
		$V_{DS}=10\text{V}, V_{G1S}=V_{G2S}=0$ $f=30\text{Hz}, R_g=1\text{M}\Omega$	—	—	3.0	dB

* I_{DSS} により下表のように分類し現品表示してあります。

According to the value of I_{DSS} , the 3SK28 is classified as follows.

** ゲート2をソースに接続する場合ゲート1・ソース間の最大電圧は V_{P1} を越えないこと。

V_{G1S} Should not exceed V_{P1} , when Gate 2 connected to Source.

*** ゲート1をソースに接続する場合ゲート2・ソース間の最大電圧は V_{P2} を越えないこと。

V_{G2S} Should not exceed V_{P2} , when Gate 1 connected to Source.

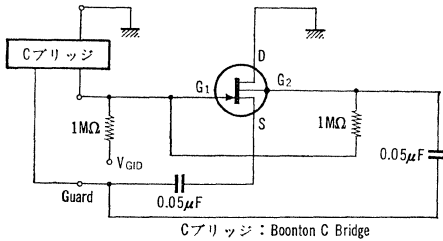
Classification	Min.	Max.	Unit
3SK28—Y	3.7	7.5	mA
3SK28—GR	6.5	13	mA
3SK28—BL	11	22	mA

分類ごとに R_s を切換えて測定する。

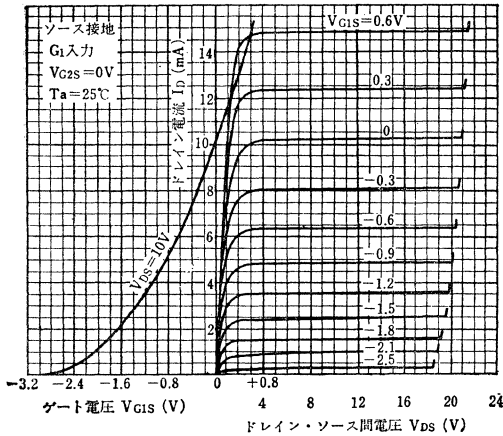
In the test R_s must be selected according to the I_{DSS} classification.

Classification	R_s
3SK28—Y	$33\Omega \pm 5\%$
3SK28—GR	$82\Omega \pm 5\%$
3SK28—BL	$180\Omega \pm 5\%$

Fig. 2 帰還容量測定回路 C_{RSS} Test Circuit



Static Characteristics



Static Characteristics

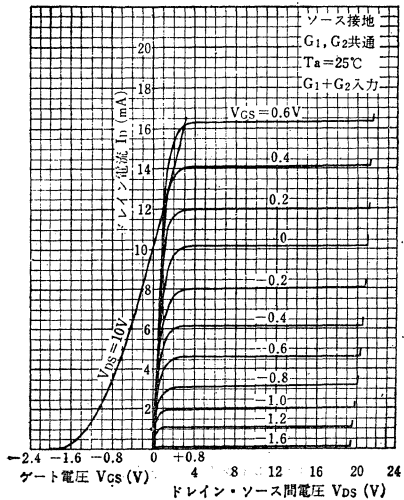


Fig. 1 入力容量測定回路 C_{iss} Test circuit

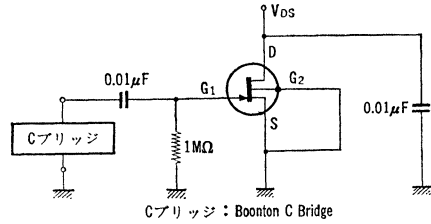
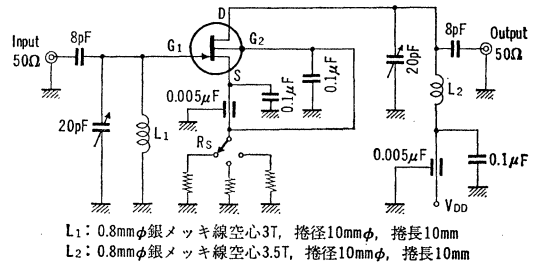
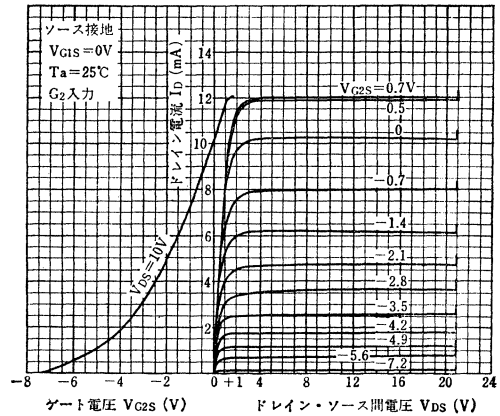


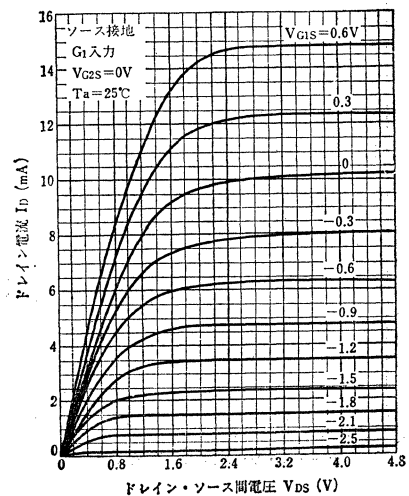
Fig. 3 100MHz 電力利得および雑音指数測定回路
100MHz G_{PS} and NF Test Circuit



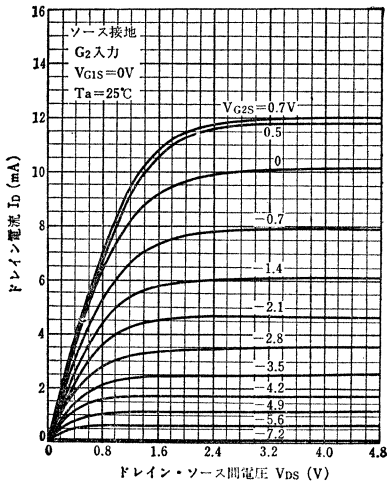
Static Characteristics



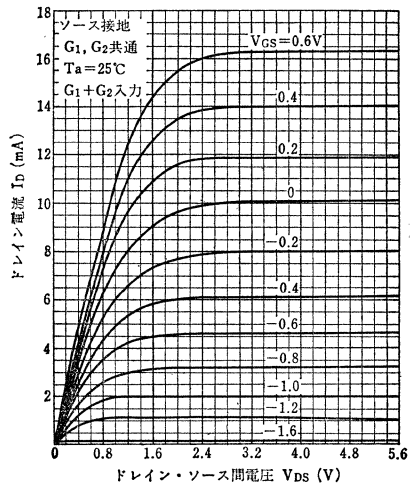
I_D - V_{DS} (Low Voltage Region)



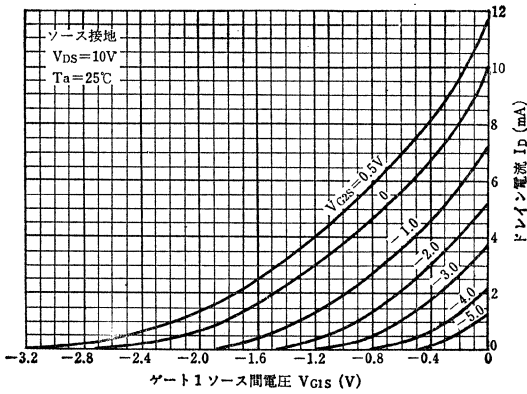
I_D-V_{DS} (Low Voltage Region)



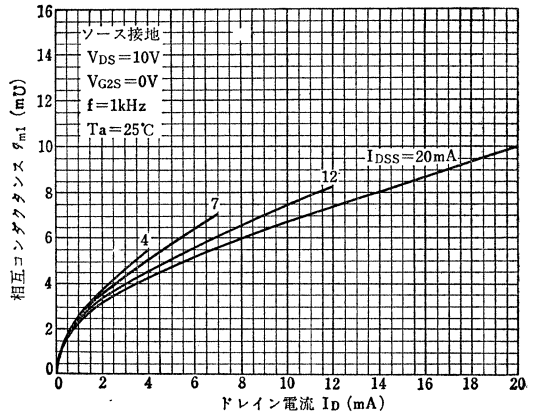
I_D-V_{DS} (Low Voltage Region)



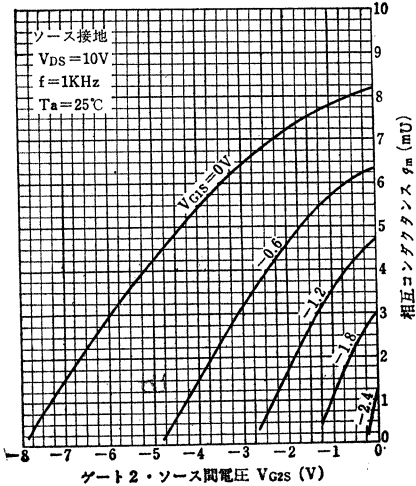
I_D-V_{G1S}



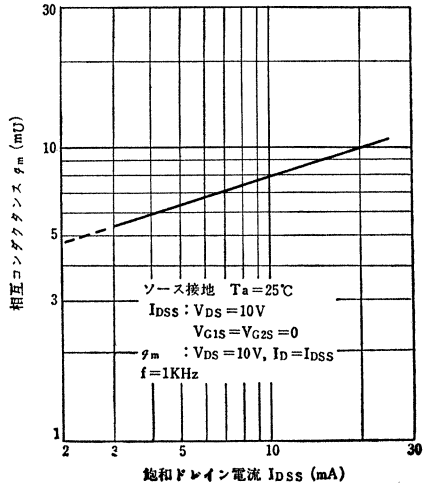
g_m-I_D

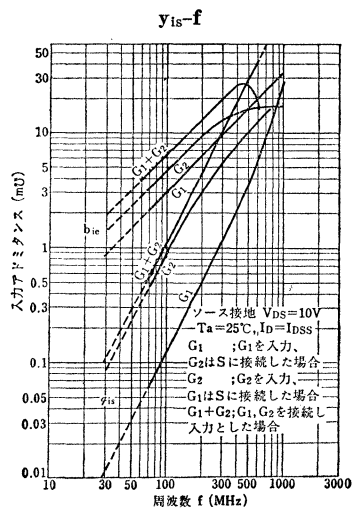
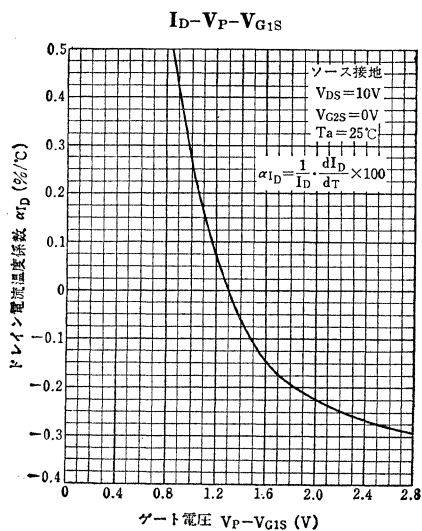
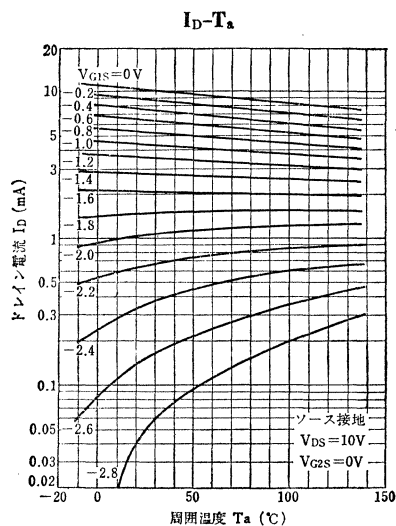
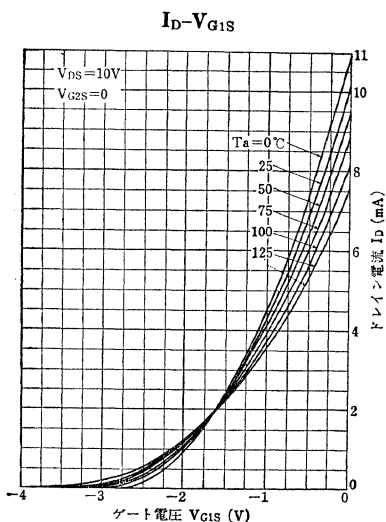
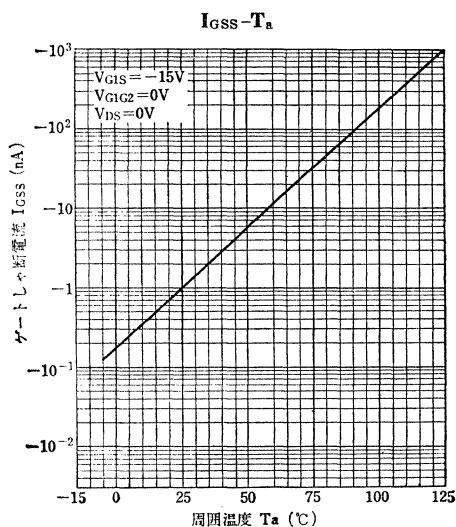
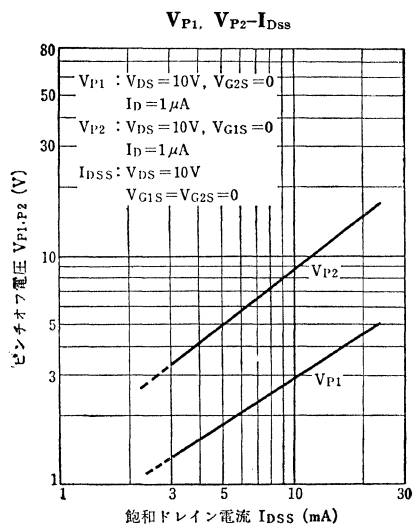


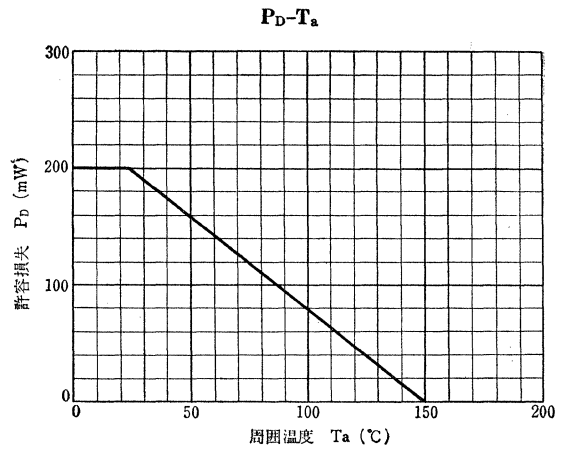
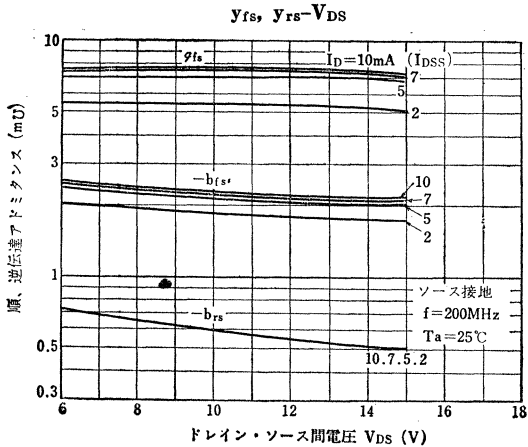
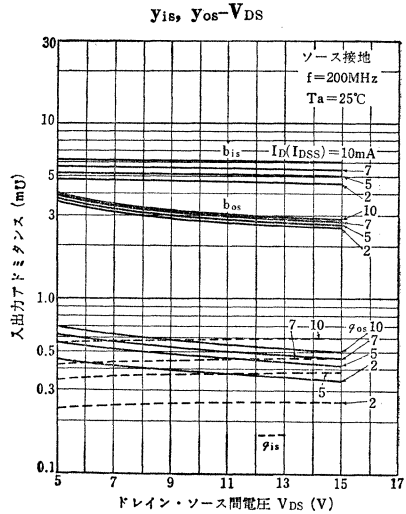
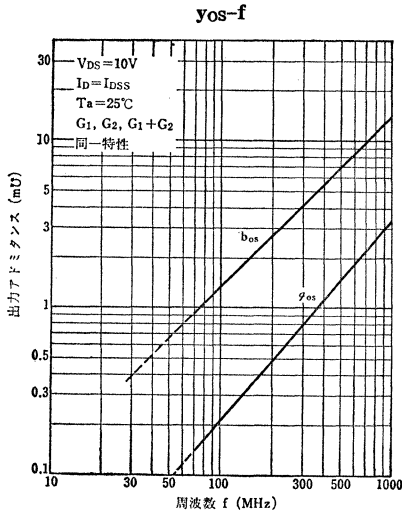
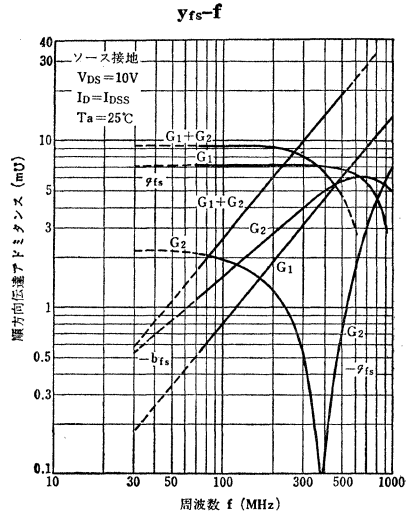
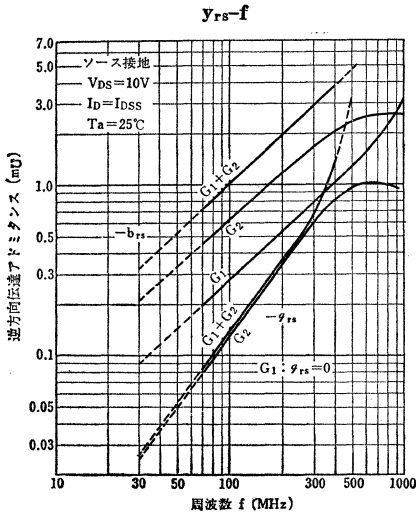
g_m-V_{G2S}



g_m-I_{DSS}







シリコンNチャンネルデュアルゲートMOS形電界効果トランジスタ
SILICON N-CHANNEL DUAL GATE MOS FIELD EFFECT TRANSISTOR (TENTATIVE)

3SK35

OTV, VHFおよびFMチューナーRF, Mix用

○ TV, VHF and FM Tuner Amplifier, Mix Applications

- 帰還容量が小さい; $C_{res}=0.02\text{pF}$ (Typ.)
- 低雑音です; $NF=3.5\text{dB}$ (Typ.) ($f=200\text{MHz}$)
- 混変調, スプリアス特性がすぐれている / Excellent performance in cross modulation and spurious suppression characteristic.
- AGC範囲が広い / Wide AGC range.
- 破壊に強い
- Contains protection diodes for each gate to avoid accidental breakdown by charge

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
ドレイン・ソース間電圧	V_{DS}	20	V
ゲート1・ソース間電圧	V_{G1S}	± 6	V
ゲート2・ソース間電圧	V_{G2S}	± 6	V
ドレイン電流	I_D	30	mA
許容損失	P_D	300	mW
チャンネル温度	T_{ch}	150	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	$-65\sim 150$	$^\circ\text{C}$

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
ゲート1・漏れ電流	I_{G1SS}	$V_{DS}=0, V_{G1S}=\pm 6\text{V}, V_{G2S}=0$	—	—	± 100	nA
ゲート2・漏れ電流	I_{G2SS}	$V_{DS}=0, V_{G1S}=0, V_{G2S}=\pm 6\text{V}$	—	—	± 100	nA
ドレイン・ソース間電圧	V_{DSX}	$V_{G1S}=-4\text{V}, V_{G2S}=-4\text{V}, I_D=200\mu\text{A}$	20	—	—	V
ドレイン電流*	I_{DSS}	$V_{DS}=15\text{V}, V_{G1S}=0, V_{G2S}=4\text{V}$	3	—	24	mA
ピンチ・オフ電圧1	V_{P1}	$V_{DS}=15\text{V}, V_{G2S}=4\text{V}, I_D=200\mu\text{A}$	—	—	-4	V
ピンチ・オフ電圧2	V_{P2}	$V_{DS}=15\text{V}, V_{G1S}=0, I_D=200\mu\text{A}$	—	—	-4	V
相互コンダクタンス	gm	$V_{DS}=15\text{V}, V_{G2S}=4\text{V}, I_D=10\text{mA}$ $f=1\text{kHz}$	—	10	—	$\text{m}\Omega$
入力容量	C_{iss}	$V_{DS}=15\text{V}, V_{G2S}=4\text{V}, I_D=10\text{mA}$ $f=1\text{MHz}$	—	5.5	—	pF
帰還容量	C_{rss}	$V_{DS}=15\text{V}, V_{G2S}=4\text{V}, I_D=10\text{mA}$ $f=1\text{MHz}$	—	0.02	—	pF
電力利得 Fig.1	G_{PS}	$V_{DS}=15\text{V}, V_{G2S}=4\text{V}, I_D=10\text{mA}$ $f=200\text{MHz}$	15	18	—	dB
雑音指数 Fig.1	NF	$V_{DS}=15\text{V}, V_{G2S}=4\text{V}, I_D=10\text{mA}$ $f=200\text{MHz}$	—	3.5	5.0	dB

* I_{DSS} により下表のように分類し, 現品表示してあります.

According to the Value of I_{DSS} , the 3SK35 is classified as follows.

Classification	Min.	Max.
3SK35-Y	3.0	7.0
3SK35-GR	6.0	14.0
3SK35-BL	12.0	24.0

Unit in mm

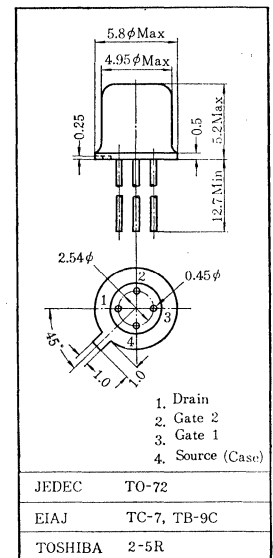
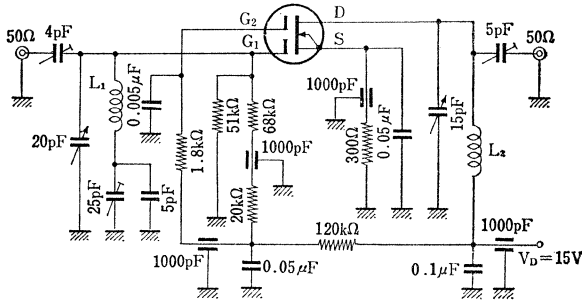
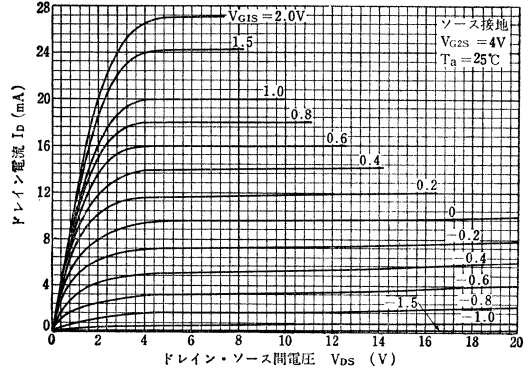


Fig.1 200MHz 電力利得, 雑音指数測定回路
200MHz G_{FS} , NF Test Circuit

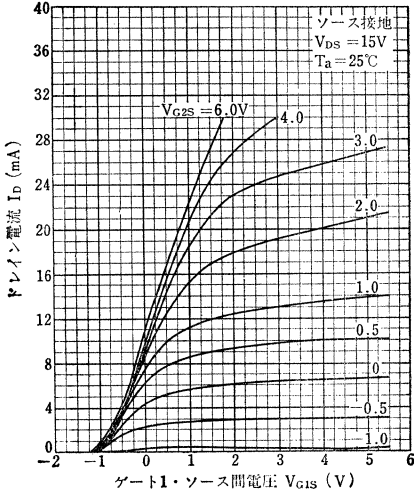


L_1 : 1.0mmφ 銀メッキ線1.0t 巻径 13mmφ 巻長 10mm
 L_2 : 1.0mmφ 銀メッキ線1.2t 巻径 10mmφ 巻長 12mm

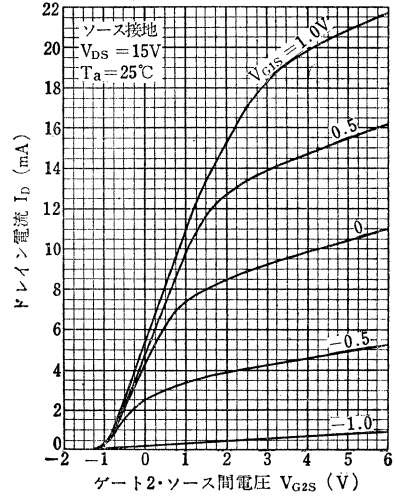
Static Characteristics



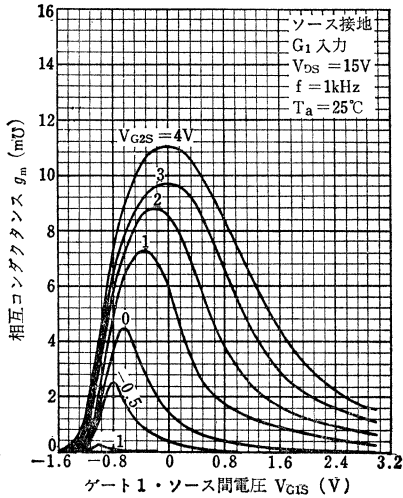
$I_D - V_{G1S}$



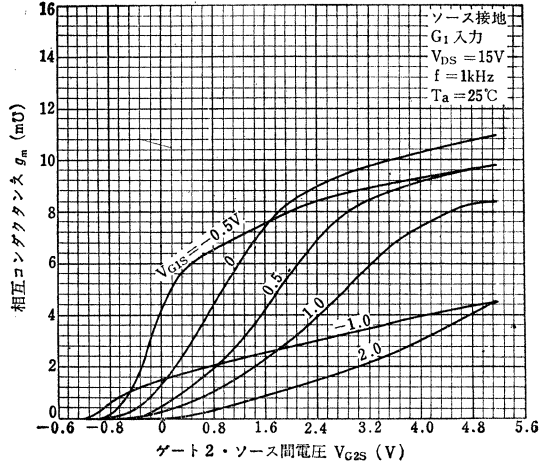
$I_D - V_{G2S}$



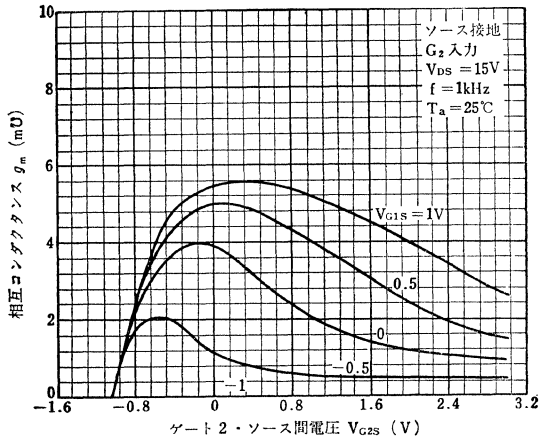
$g_m - V_{G1S}$



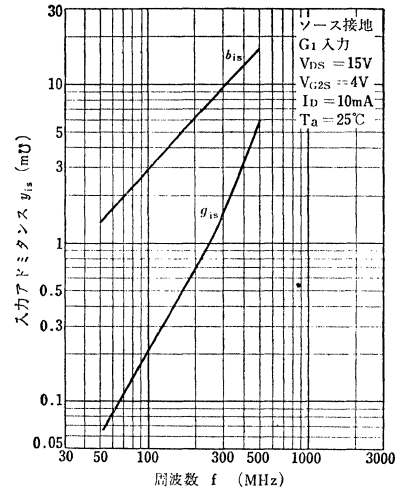
$g_m - V_{G2S}$



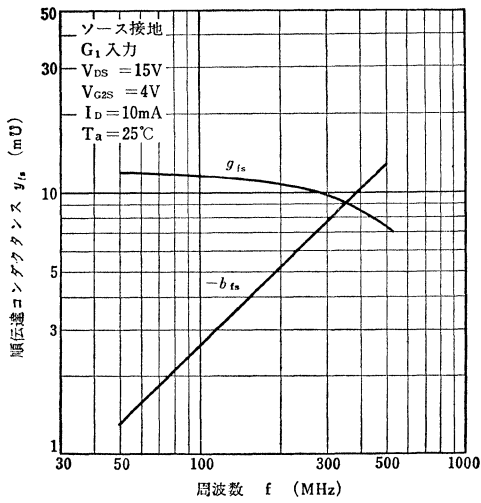
$g_m - V_{G2S}$



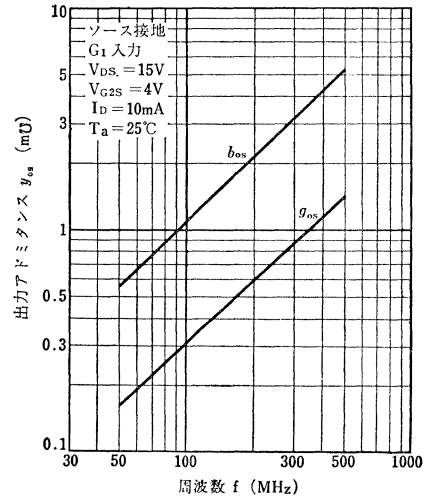
$y_{is} - f$



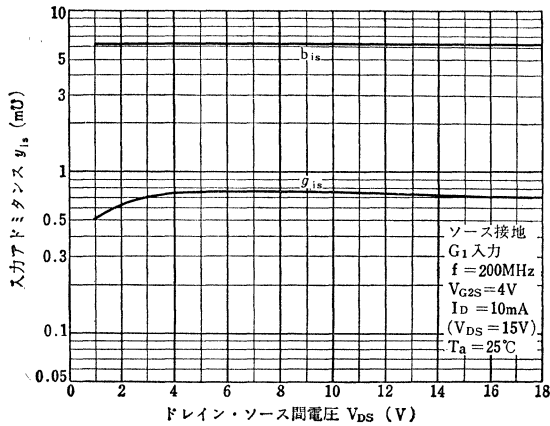
$y_{fs} - f$



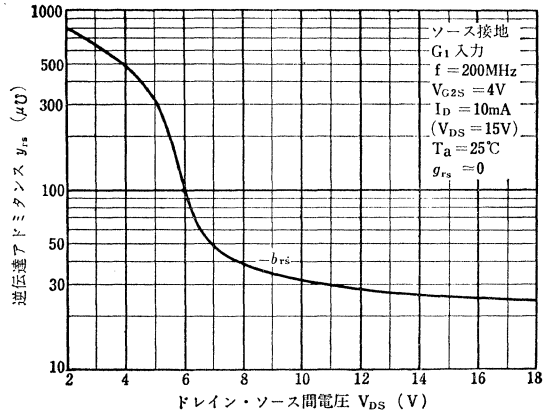
$y_{os} - f$



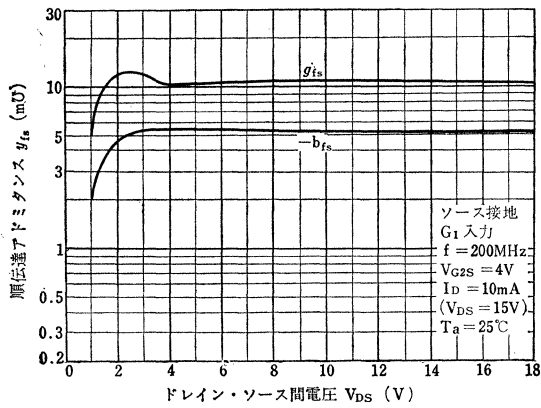
$y_{is} - V_{DS}$



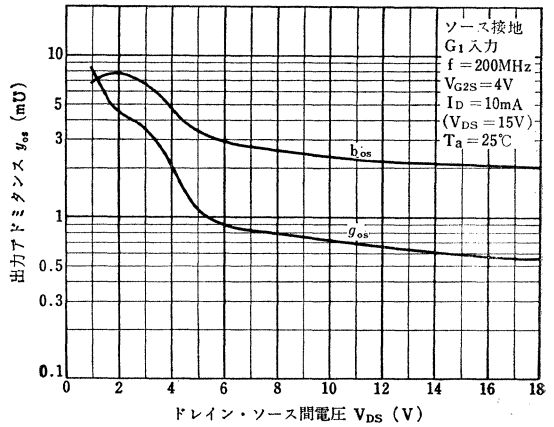
$y_{rs} - V_{DS}$



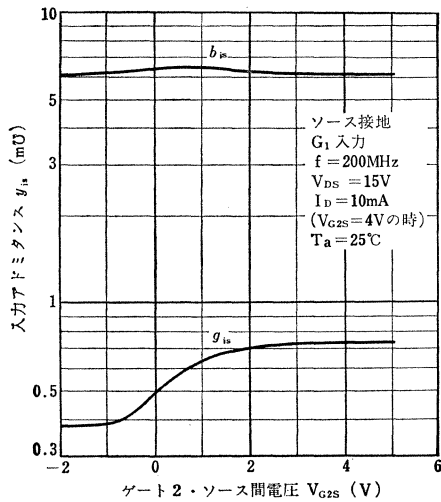
$y_{fs}-V_{DS}$



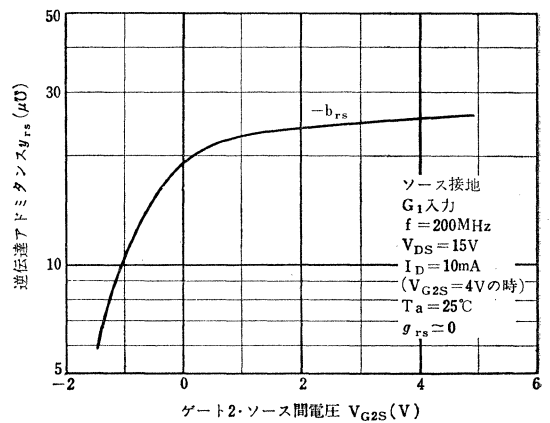
$y_{os}-V_{DS}$



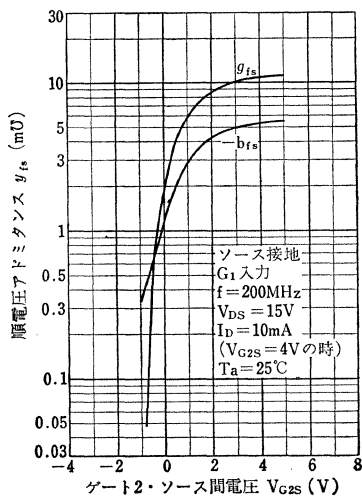
$y_{is}-V_{G2S}$



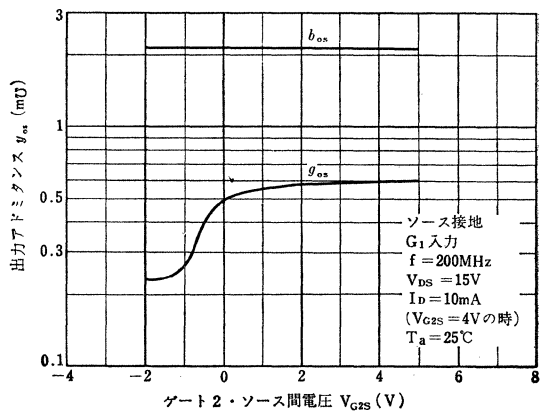
$y_{rs}-V_{G2S}$



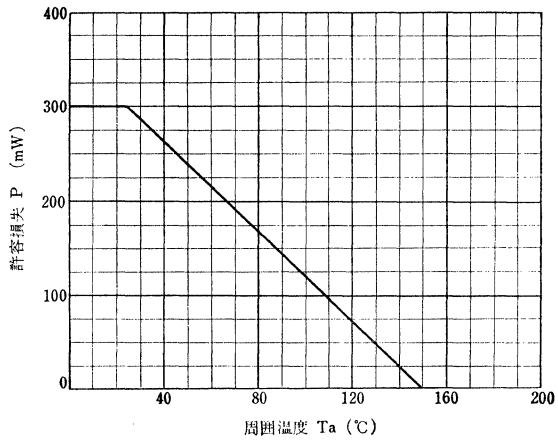
$y_{fs}-V_{G2S}$



$y_{os}-V_{G2S}$



P_D-T_a



3SK38A

シリコンNチャネルMOS形電界効果トランジスタ SILICON N-CHANNEL MOS FIELD EFFECT TRANSISTOR

○チヨッパ回路用

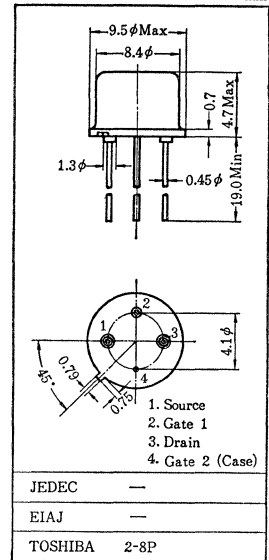
○ Chopper Circuit Applications

- オン・オフ抵抗比が大きい: $R_{on}=500\Omega$ (Max.)
 $R_{off}=100M\Omega$ (Min.)
- ドレイン・ソース間熱起電力がきわめて小さい:
 $V_{emf}=0.6\mu V/^{\circ}C$ (Typ.)
- ゲート容量が小さく, ゲート・ドレイン, ゲート・ソース間容量の差が小さい: $\Delta C_G=0.3pF$ (Max.) (3SK38A)
- ゲート保護ダイオードがついてます. / Contains Gate Protection Diodes

通信工業用

Industrial Applications

Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^{\circ}C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
ドレイン・ソース間電圧	V_{DSS}	20	V
ゲート1・ソース間電圧	V_{G1SS}	± 12	V
ゲート1・ドレイン間電圧	V_{G1DS}	± 12	V
ゲート2・ソース間電圧	V_{G2SS}	-20	V
ゲート2・ドレイン間電圧	V_{G2DS}	-20	V
ドレイン・ソース間電流	I_{DS}	10	mA
許容損失	P_D	200	mW
チャネル温度	T_{ch}	125	$^{\circ}C$
保存温度	T_{stg}	-65~125	$^{\circ}C$

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^{\circ}C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
ゲート漏れ電流	I_{G1SS}	$V_{G1S}=12V, V_{G2S}=0, V_{DS}=0$	—	—	25	nA
ゲート漏れ電流	I_{G1SS}	$V_{G1S}=-12V, V_{G2S}=0, V_{DS}=0$	—	—	-25	nA
ドレイン電流	I_{DSS}	$V_{G1S}=0, V_{G2S}=0, V_{DS}=6V$	—	—	50	nA
ピンチ・オフ電圧	V_P	$V_{G2S}=0, V_{DS}=6V, I_D=50nA$	0	—	3	V
相互コンダクタンス	g_m	$V_{G1S}=3V, V_{G2S}=0, V_{DS}=6V$ $f=1kHz$	0.35	—	—	m Ω
ゲート・ドレイン間容量	C_{G1D}	Fig. 1	—	—	2.5	pF
ゲート・ソース間容量	C_{G1S}	Fig. 2	—	—	2.5	pF
ゲート容量差	ΔC_G	$ C_{G1D}-C_{G1S} $	—	—	0.3	pF
オン抵抗	R_{on}	$V_{G1S}=3V, V_{G2S}=0, V_{DS}=10mV$	—	—	500	Ω
オフ抵抗	R_{off}	$V_{G1S}=0, V_{G2S}=0, V_{DS}=\pm 10mA$	100	—	—	M Ω
ドレイン・ソース間熱起電力	V_{emf}	$V_{G1S}=3V, V_{G2S}=0, T_a=0\sim 55^{\circ}C$	—	0.6	2	$\mu V/^{\circ}C$
ターン・オン時間	t_{on}	Fig. 3	—	200	—	ns
ターン・オフ時間	t_{off}		—	500	—	

Fig. 1 ゲート・ドレイン間容量測定回路

C_{G1D} Test Circuit

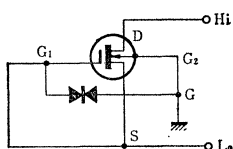


Fig. 2 ゲート・ソース間容量測定回路

C_{G1S} Test Circuit

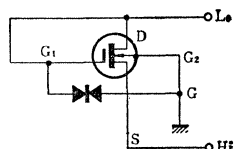
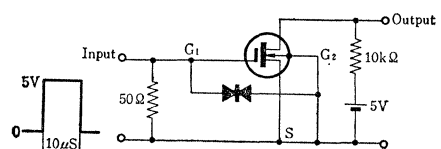
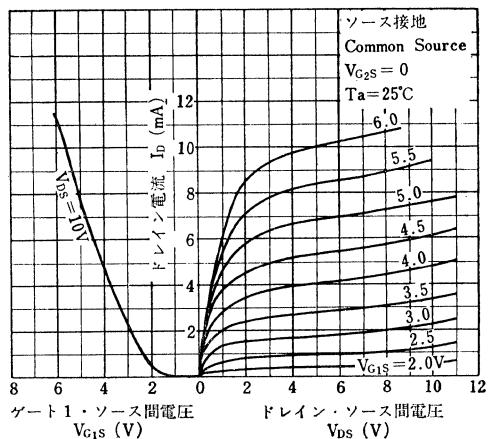


Fig. 3 スイッチング時間測定回路

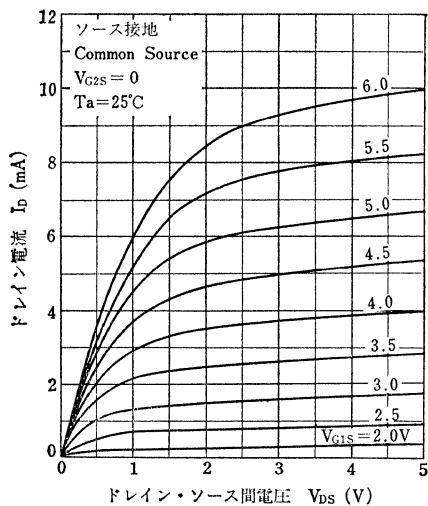
Switching Time Test Circuit



Static Characteristics



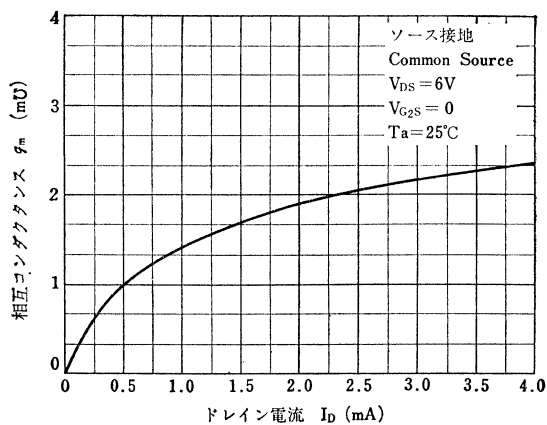
$I_D - V_{DS}$



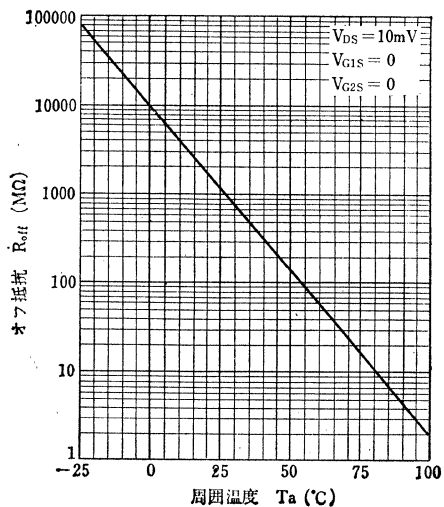
$I_D - V_{G1S}$



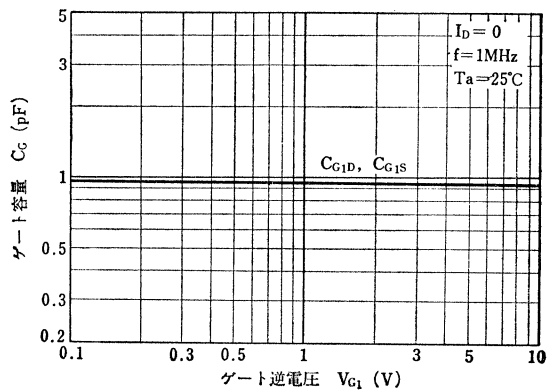
$g_m - I_D$



$R_{off} - T_a$

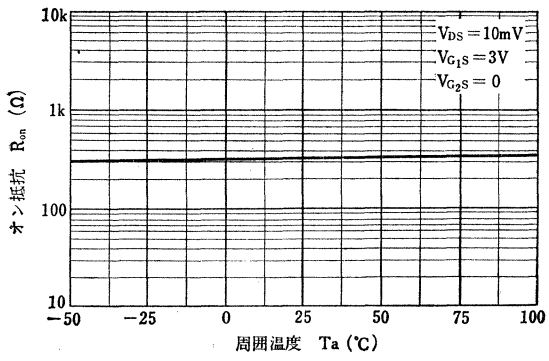


$C_G - V_{G1}$

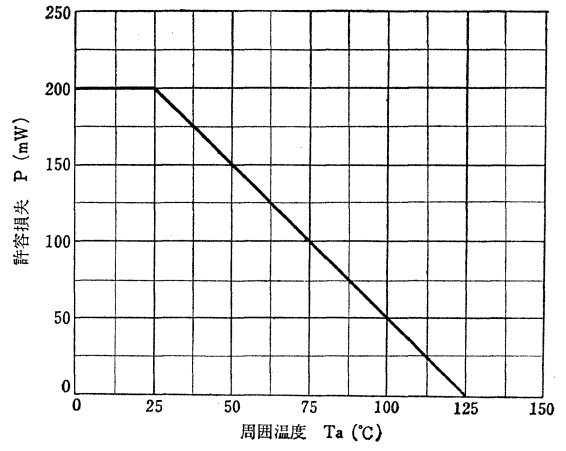


3SK38A

$R_{on}-T_a$



P_D-T_a



- 弛張発振器用, サイリスタトリガ用, タイマー用
○ Relaxation Oscillator, SCR Trigger and Timer Applications.

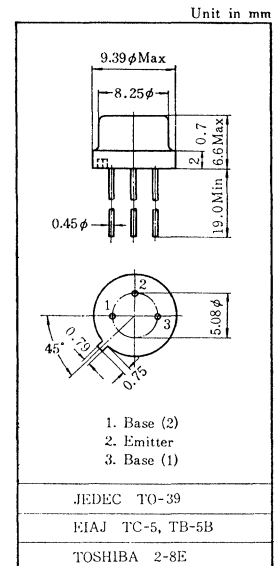
通信工業用

Industrial Applications

- 高耐圧です: $V_{B2B10} = 55V$ (Max.)
- 安定した周波数特性を示します。
- タイマー回路にも適します。

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristics	Symbol	Rating	Unit
ベース2・ベース1間電圧	V_{B2B10}	55	V
ベース1・エミッタ間電圧	V_{B1E0}	60	V
ベース2・エミッタ間電圧	V_{B2E0}	60	V
せん頭エミッタ電流	$I_{E(\text{peak})}$	2	A
エミッタ電流	I_E	50	mA
許容損失	P	450	mW
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
エミッタ・ベース2間逆電流	2SH13	$V_{EB2} = -60V, I_{B1} = 0$	—	—	0.2	μA
	2SH14		—	—	1.0	
ベース間抵抗	2SH13	$V_{B2B1} = 3V, I_E = 0$	4.7	—	10	k Ω
	2SH14		4.3	—	12	
スタンドオフ比*	2SH13	$V_{B2B1} = 20V$	0.47	—	0.75	
	2SH14		0.45	—	0.77	
エミッタ飽和電圧	2SH13	$V_{B2B1} = 10V, I_E = 50mA$	—	—	4.8	V
	2SH14		—	—	6.3	
ベース間変調電流	2SH13	$V_{B2B1} = 10V, I_E = 50mA$	—	15	—	mA
	2SH14		—	15	—	
ピーク点電流	2SH13	$V_{B2B1} = 20V$	—	—	6	μA
	2SH14		—	—	8	
谷点電流	2SH13	$V_{B2B1} = 20V$	11	—	44	mA
	2SH14		8	—	44	
谷点電圧	2SH13	$V_{B2B1} = 20V$	—	—	4.4	V
	2SH14		—	—	5.5	

* η により下表のように分類し現品表示してあります。

According to the value of η , the 2SH13 and 2SH14 are classified as follows.

** スタンドオフ比 η , ピーク点電圧 V_P およびベース2・ベース1間電圧 V_{B2B1} は次の関係式で結ばれています。

Classification	Color Dot	η	
		Min	Max
2SH13-R	Red	0.47	0.59
2SH14-R		0.45	0.58
2SH13-Y	Yellow	0.55	0.67
2SH14-Y		0.54	0.67
2SH13-G	Green	0.63	0.75
2SH14-G		0.63	0.77
2SH13	—	0.47	0.75
2SH14		0.45	0.77

The η , V_P and V_{B2B1} are defined as following equation.

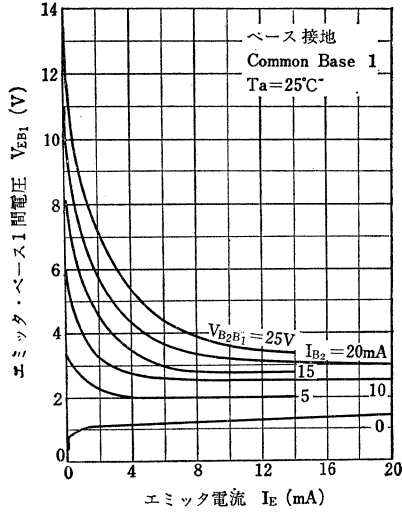
$$V_P = \eta V_{B2B1} + V_D$$

ここに V_D :エミッタ・ベース間ダイオードの接触電位約0.7V($25^\circ C$)

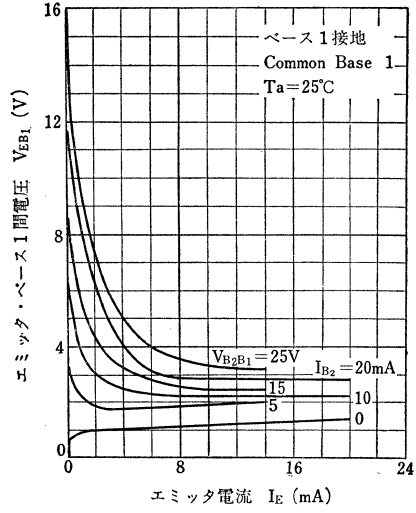
Where V_D : Diode contact potential difference between Emitter and Base (about 0.7V at $25^\circ C$.)

2SH13, 2SH14

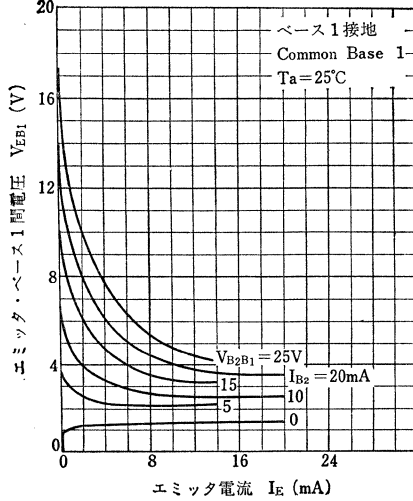
2SH13-R $V_{EB1}-I_E$



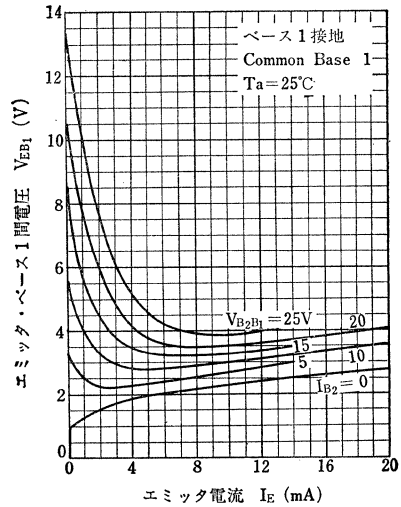
2SH13-Y $V_{EB1}-I_E$



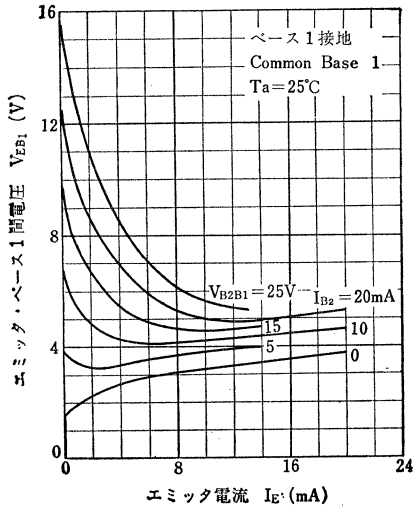
2SH13-GR $V_{EB1}-I_E$



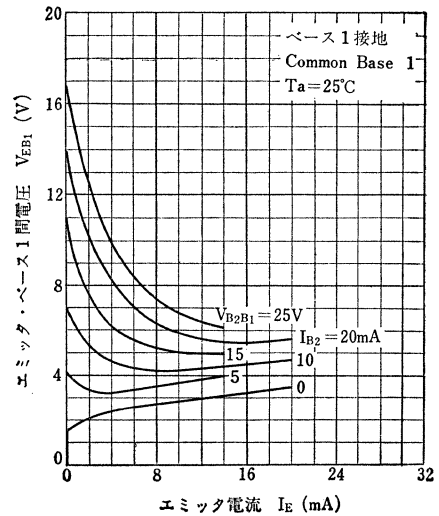
2SH14-R $V_{EB1}-I_E$

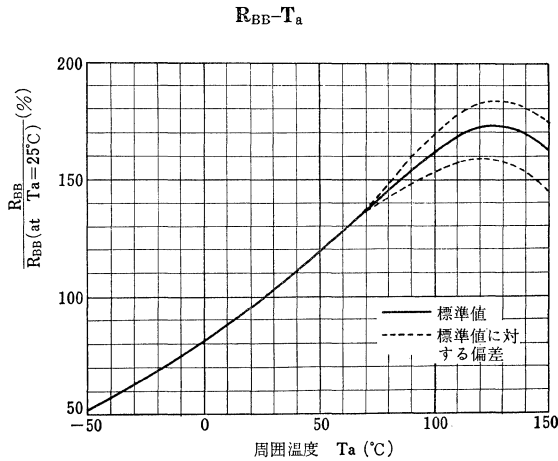
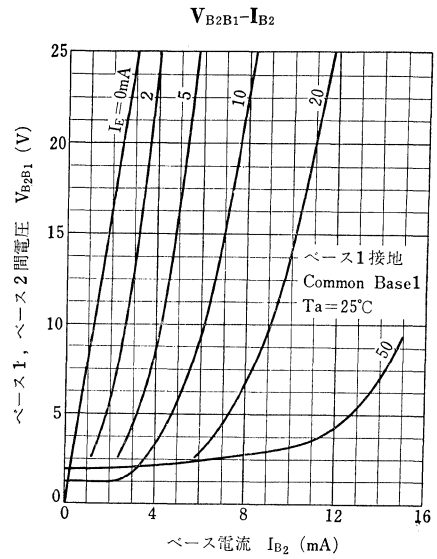
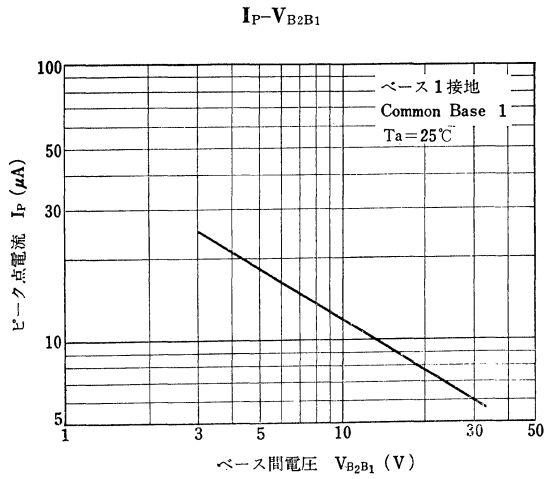


2SH14-Y $V_{EB1}-I_E$

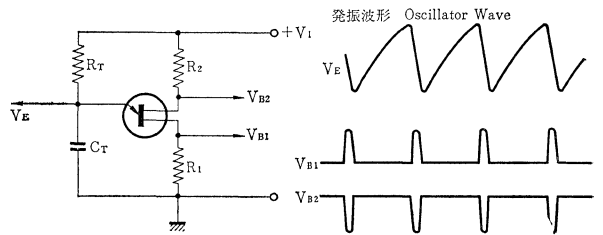


2SH14-GR $V_{EB1}-I_E$



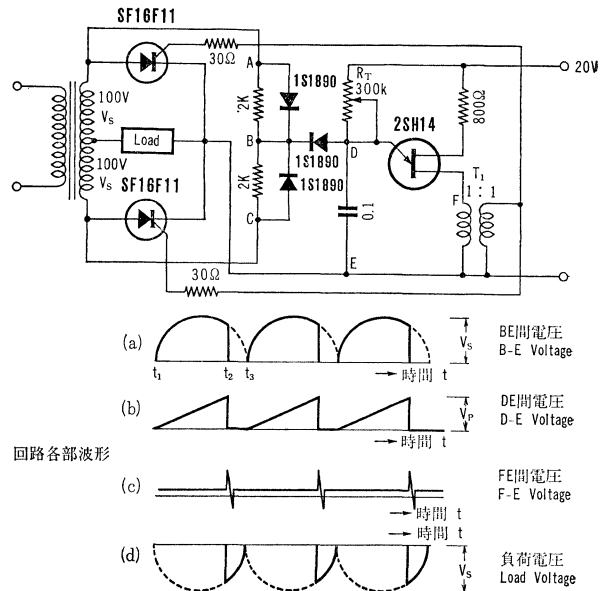
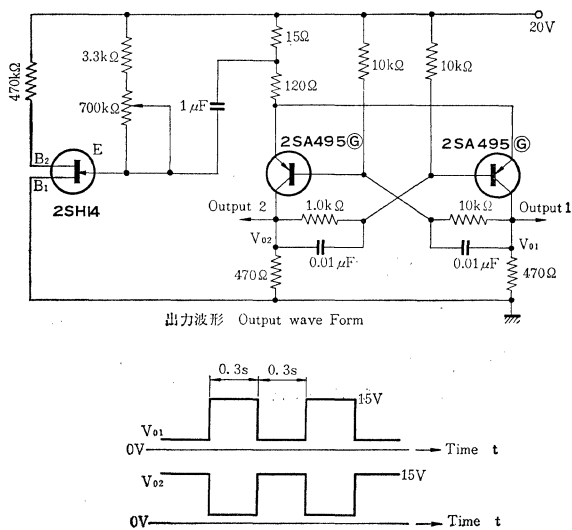


**基本弛張発振回路
Basic Relaxation Oscillator Circuit**



**(2) ユニジャンクション トランジスタによる S.C.R
の点弧位相制御 SCR Phase Control Circuit Used UJT.**

**動作回路例 Application Circuit Example
(1) 矩形波発振器 Hybrid Multivibrator**



2SH20, 2SH21

シリコンPエミッタプレーナ形ユニジャンクショントランジスタ SILICON P EMITTER PLANAR UNIJUNCTION TRANSISTOR

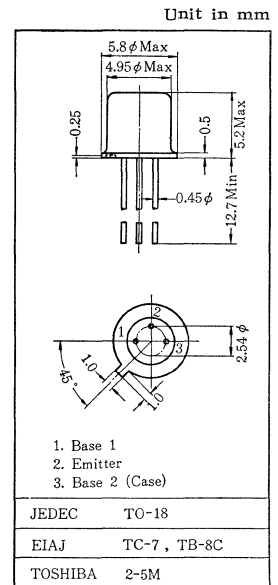
- 弛張発振器用, サイリスタトリガ用, タイマー用
- Relaxation Oscillator, SCR Trigger and Timer Applications.

通信工業用
Industrial Applications

- 高出力です: $V_{OB1}=3V$ (Max.)
- エミッタ逆電流が小さい: $I_{EO}=0.1\mu A$ (Max.)
- 発振領域が広い: $I_P=3.5\mu A$ (Max.)
 $I_V=6mA$ (Min.)
- 安定した周波数特性を示します。

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
ベース2・ベース1間電圧	V_{B2B1O}	55	V
ベース1・エミッタ間電圧	V_{B1EO}	60	V
ベース2・エミッタ間電圧	V_{B2E}	60	V
せん頭エミッタ電流	$I_{E(peak)}$	1	A
エミッタ電流	I_E	50	mA
許容損失	P	250	mW
接合部温度	T_j	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ C$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

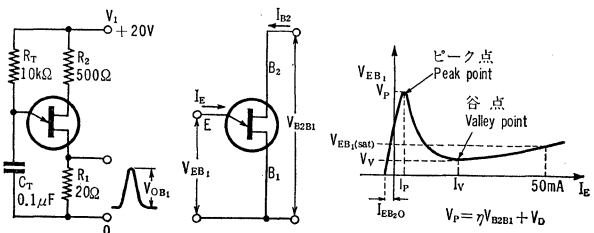
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
エミッタ・ベース2間逆電流	I_{EB2O}	$V_{EB2} = -60V, I_{B1} = 0$	—	—	-0.1	μA
ベース間抵抗	R_{BBO}	$V_{B2B1} = 3V, I_E = 0$	4	—	12	k Ω
スタンドオフ比*	η	$V_{B2B1} = 20V$	0.70	—	0.85	—
エミッタ飽和電圧	$V_E(sat)$	$V_{B2B1} = 10V, I_E = 50mA$	—	—	4	V
ピーク点電流	2SH20	$V_{B2B1} = 20V$	—	—	3.5	μA
	2SH21		—	—	4	
谷点電流	2SH20	$V_{B2B1} = 20V$	6	—	—	mA
	2SH21		4	—	—	
谷点電圧	V_V	$V_{B2B1} = 20V$	—	—	4	V
発振出力電圧	V_{OB1}	Fig. 1	3	—	—	V

* η により下表のように分類し現品表示してあります。

According to the Value of η , the 2SH20 and 2SH21 are Classified as follows.

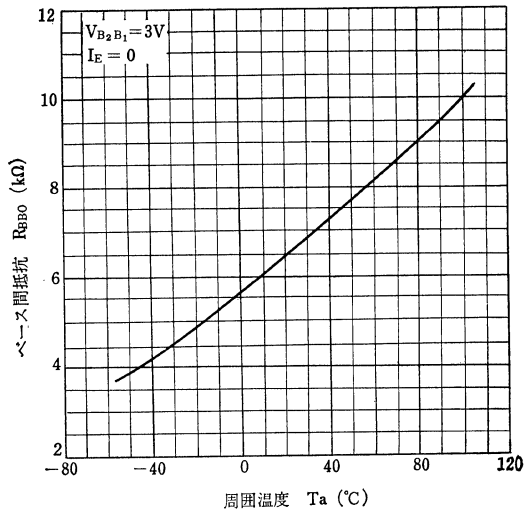
Classification	Color Dot	η	
		Min.	Max.
2SH20—Y	Yellow	0.70	0.80
2SH21—Y			
2SH20—GR	Green	0.75	0.85
2SH21—GR			
2SH20	—	0.70	0.85
2SH21	—	0.70	0.85

Fig. 1 発振出力電圧条件
 V_{OB1} Test Circuit

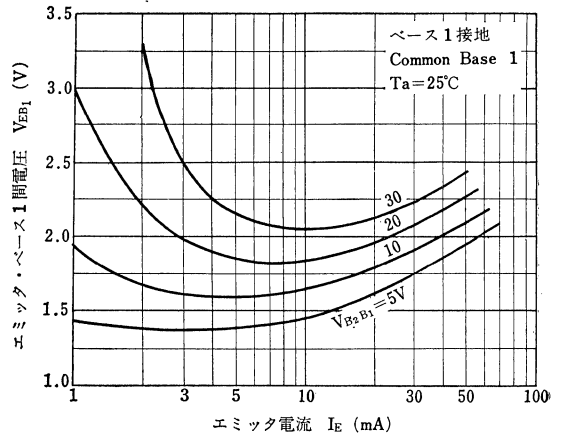


ここに V_D : エミッタ・ベース間ダイオードの接触電位約0.7V (25 $^\circ C$)
Where V_D : Contact potential of Diode Between Emitter and Base is about 0.7V at 25 $^\circ C$.

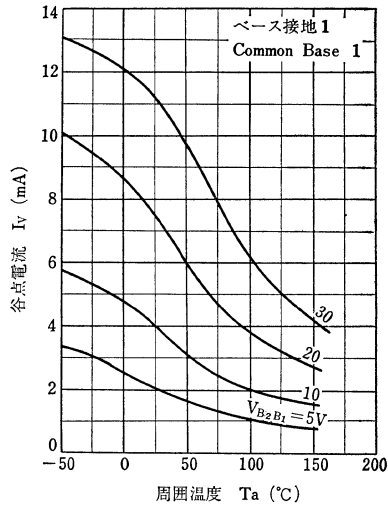
$R_{BBO}-T_a$



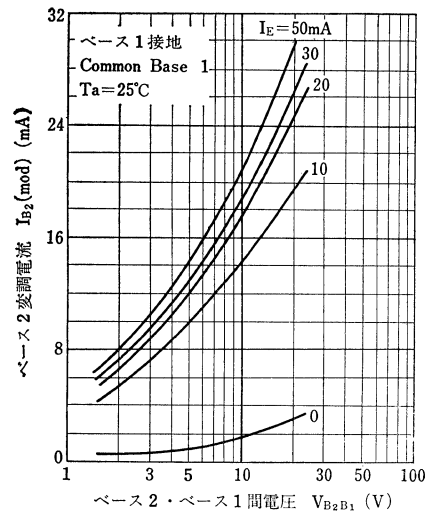
$V_{EB_1}-I_E$



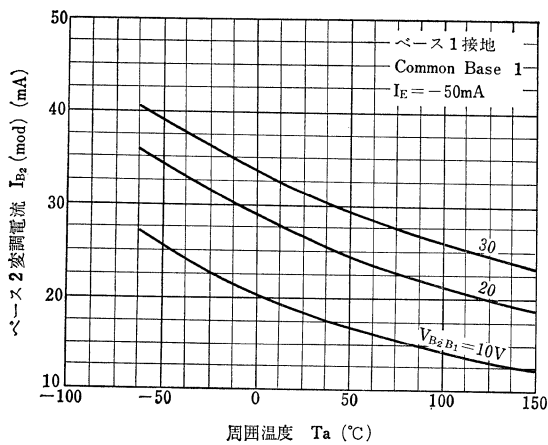
I_V-T_a



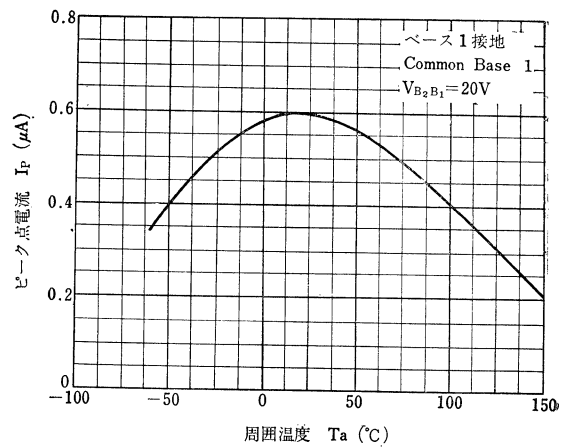
$I_{B_2(mod)}-V_{B_2B_1}$



$I_{B_2(mod)}-T_a$

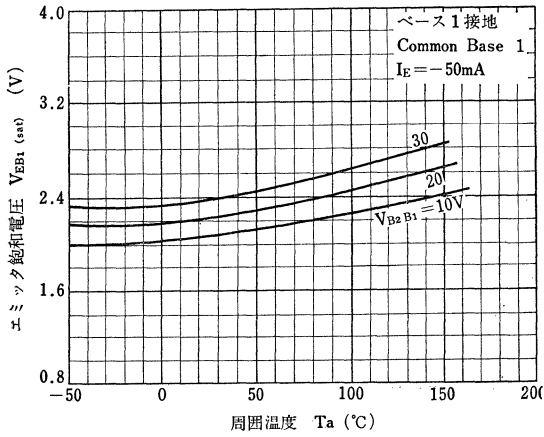


I_P-T_a

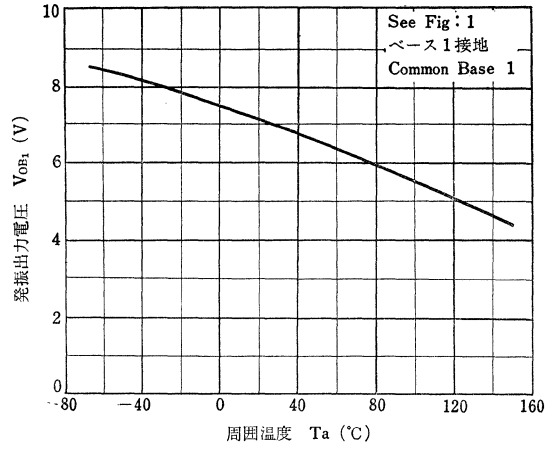


2SH20, 2SH21

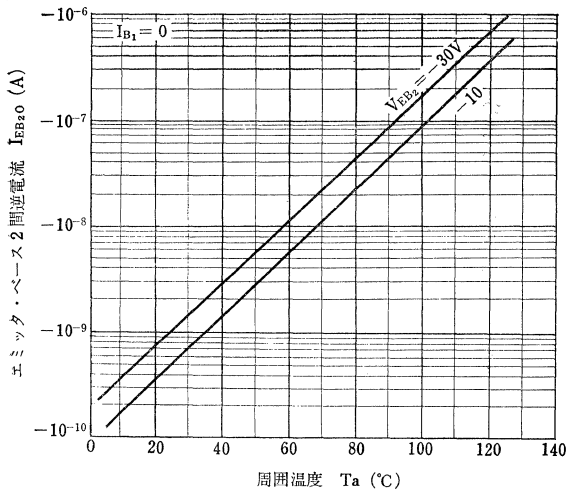
$V_{EB1(sat)}-T_a$



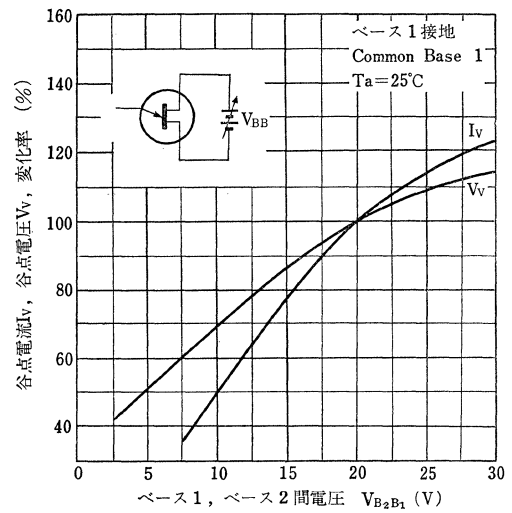
$V_{OB1}-T_a$



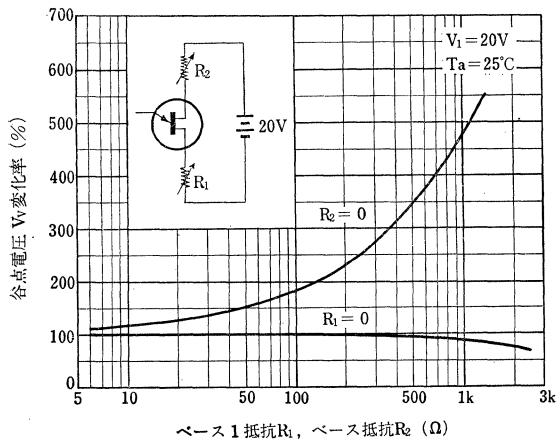
$I_{EB2O}-T_a$



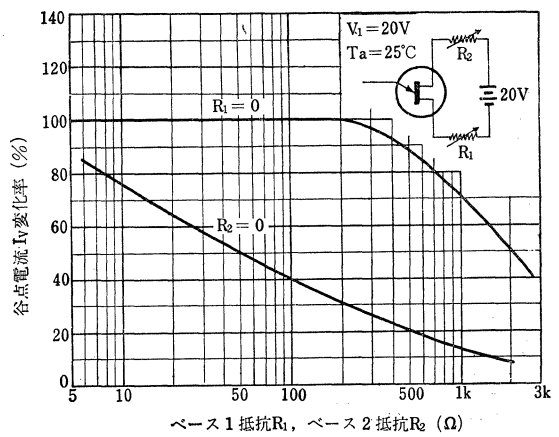
I_V, V_V-V_{B2B1}



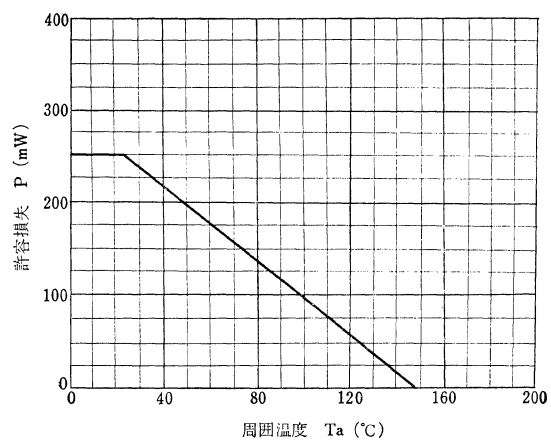
V_V-R_1, R_2



I_V-R_1, R_2



P-T_a



OS14

GERMANIUM PNP ALLOY JUNCTION PHOTO TRANSISTOR

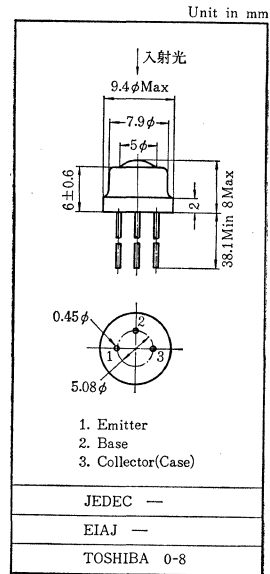
- 光電変換用, 光電式計数装置, 自動制御装置, 赤外線通信, 赤外線警報装置, トーキー, ビデオテープレコーダ, シネサイン等への応用に適します
- Photo-Electrical Applications

通信工業用グリーン
Industrial Applications

- 光電流が大きい: $I_L = 2.5\text{mA}$ (Min.) ($L = 500\text{lux}$)
- 高感度リレーの開閉駆動に適します / Suitable for relay driving.
- 波長感度は $0.4 \sim 1.9\mu$ で, 波長約 1.5μ で最高感度を示します / Sensible wave length: $0.4 \sim 1.9\mu$ and peak value at 1.5μ

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	-40	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CES}	-30	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	-20	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-12	V
コレクタ電流	I_C	-50	mA
エミッタ電流	I_E	50	mA
コレクタ損失	P_C	150	mW
接合部温度	T_J	75	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~85	$^\circ\text{C}$

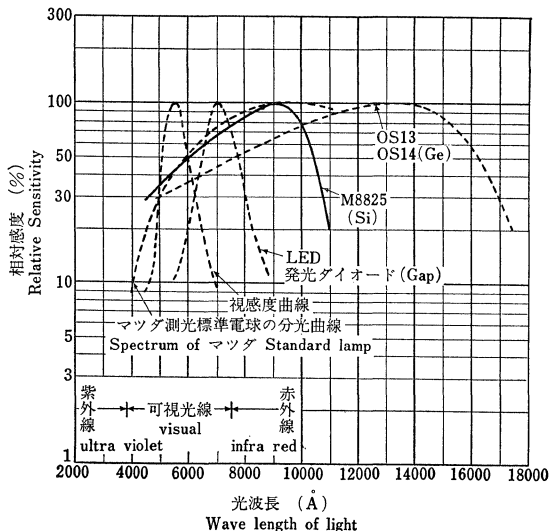


電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

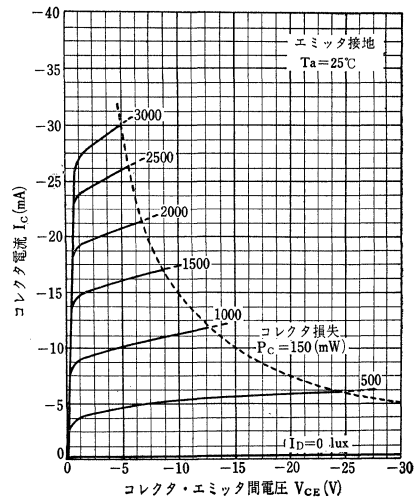
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
暗電流	$I_D(I_{CEO})$	$V_{CE} = -6\text{V}, I_B = 0$	—	—	-250	μA
光電流	I_L	$V_{CE} = -6\text{V}, I_B = 0, L = 500\text{lux}$ 色温度 (Color Temperature)	2.5	—	—	mA
変調光しき断周波数	f_{aL}	2854°K	—	10	—	kHz
しき断周波数	f_{ab}	$V_{CB} = -6\text{V}, I_C = -1\text{mA}$	—	800	—	kHz

分光感度特性

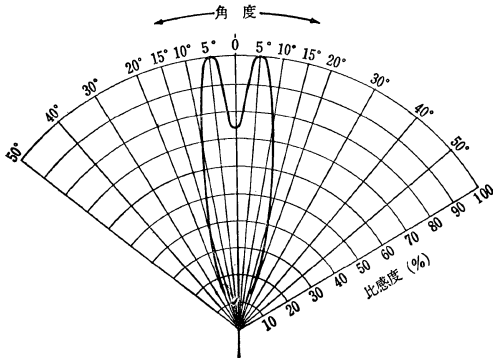
Spectral Sensitivity Characteristics



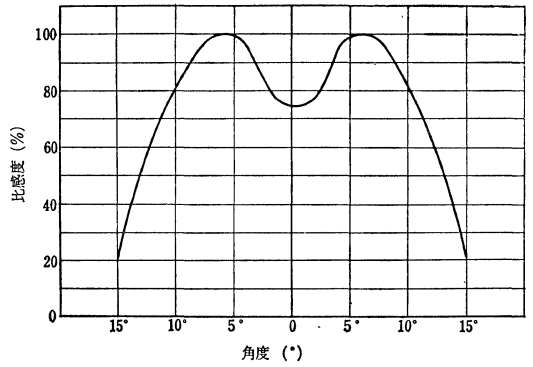
$I_C - V_{CE}$



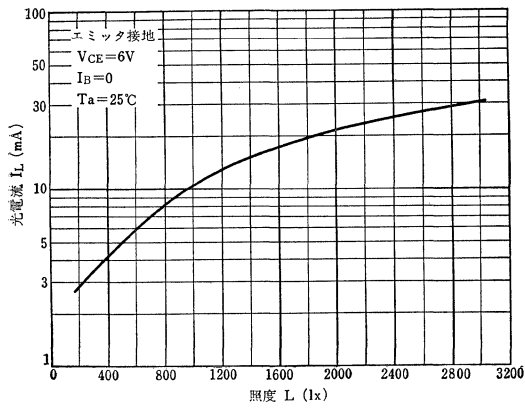
指向感度特性
Directivity Diagram of sensitivity



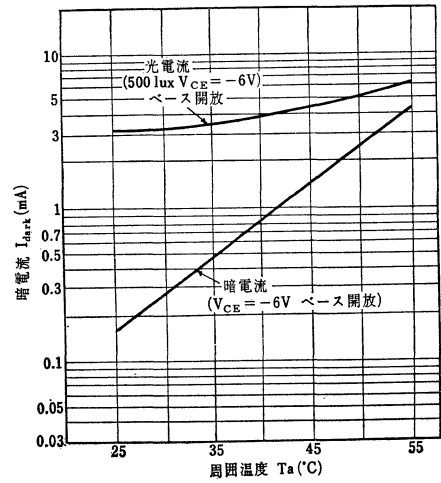
指向感度特性拡大図
Directivity Diagram of sensitivity



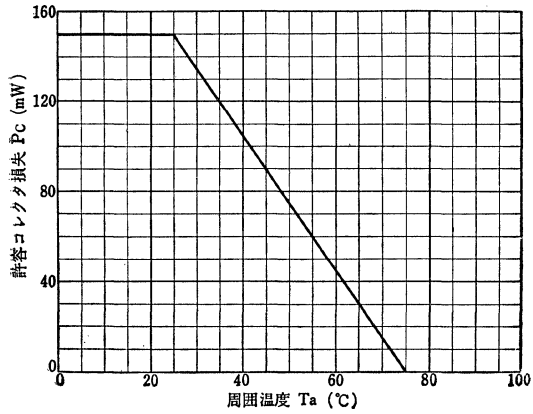
I_L-L



$I_{dark}-T_a$



P_c-T_a



○光電変換用, 光電式計数装置, 自動制御装置, 赤外線通信, 赤外線警報装置, トーキー, ビデオテープレコーダ, シネサイン等への応用に適します。

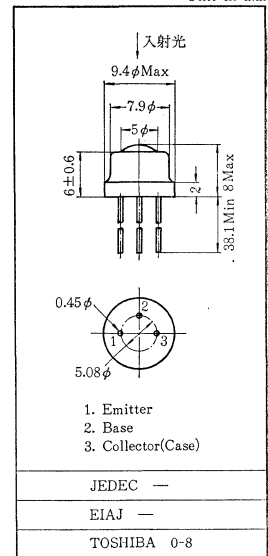
通信工業用グリーン
Industrial Applications

○ Photo-Electrical Applications

- 暗電流が小さい: $I_D = 0.2 \mu A$ (Max.)
- 高温まで安定に動作します / Stable Operation in the high Temperature.
- 波長感度は $0.3 \sim 1.1 \mu$ で, 波長約 1μ で最高感度を示します / Sensible wavelength: $0.3 \sim 1.1 \mu$ and peak value at 1.0μ

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

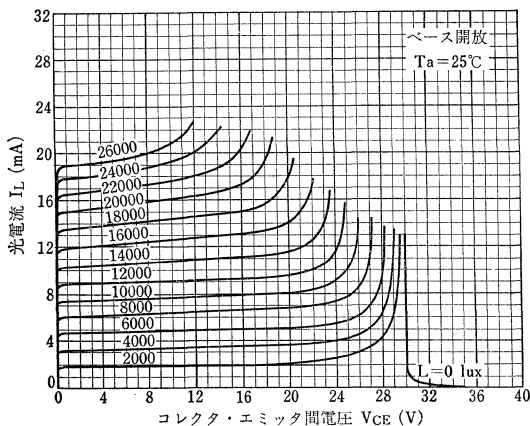
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	40	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	30	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	5	V
コレクタ電流	I_C	20	mA
エミッタ電流	I_E	-20	mA
コレクタ損失	P_C	400	mW
接合部温度	T_j	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$



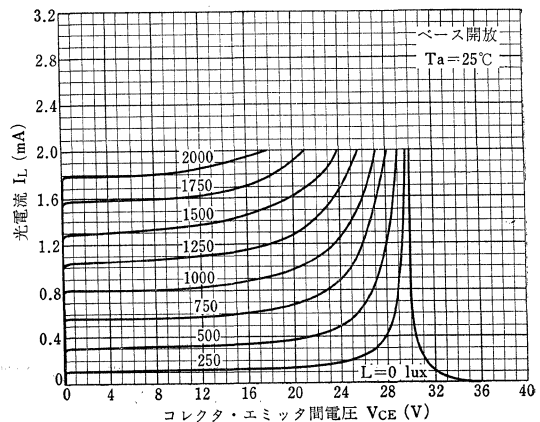
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

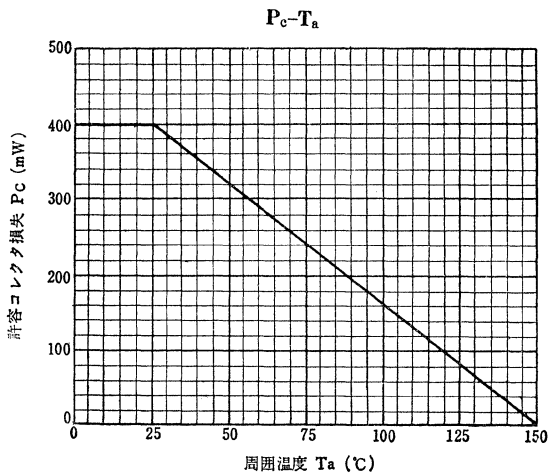
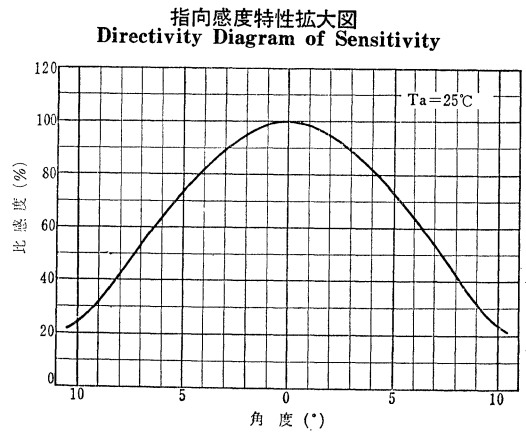
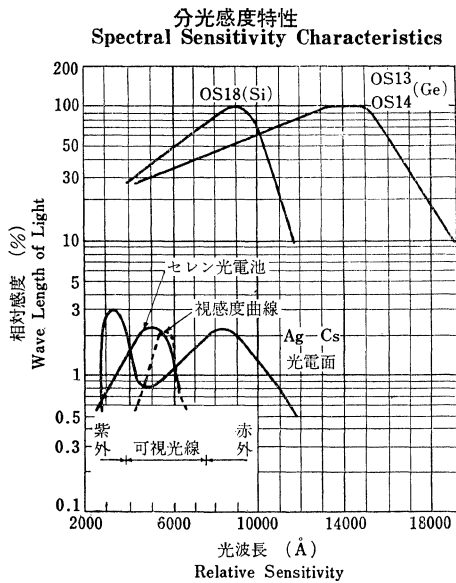
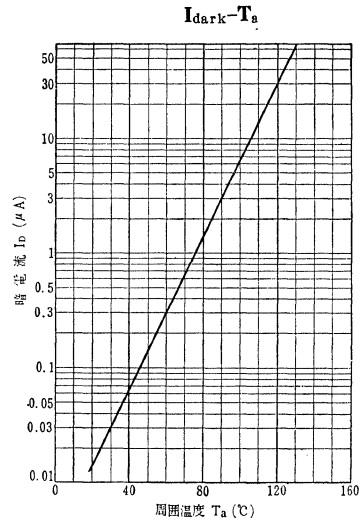
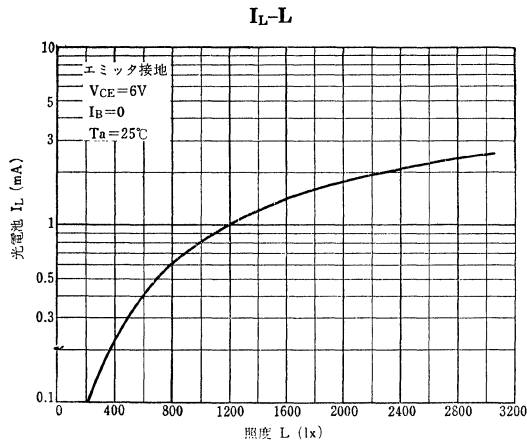
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
暗電流	$I_D (I_{CEO})$	$V_{CE} = 12V, I_B = 0$	—	—	0.2	μA
光電流	I_L	$V_{CE} = 6V, I_B = 0, L = 5001x$ 色温度 $2870^\circ k$	50	—	600	μA
変調光しゃ断周波数	$f_{\alpha L}$	$V_{CE} = 6V, I_B = 0, L = 5001x$ 色温度 (Color Temperature) $2854^\circ k$	—	1	—	kHz
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = 10V, I_E = -10mA$	50	80	—	MHz

$I_L - V_{CE}$



$I_L - V_{CE}$ (Low Current Region)





M8825

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形フォトトランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR PHOTO TRANSISTOR

○光電変換用・テープ読み取り用・カード読み取り用

○光電式計数装置, 自動制御装置, 赤外線通信,

赤外線警報装置, シネサイン……

○ Suitable for photo-electrical conversion

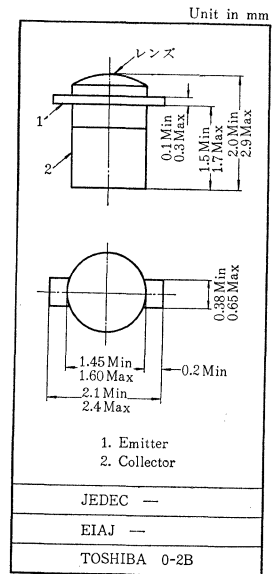
- 超小形です: ビル形外囲器 / small package
- 波長感度は0.3~1.1 μ で波長 1 μ 近辺で最高感度を示します. / Sensible wavelength: 0.3~1.1 μ and peak value at 1 μ

通信工業用

Industrial Applications

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

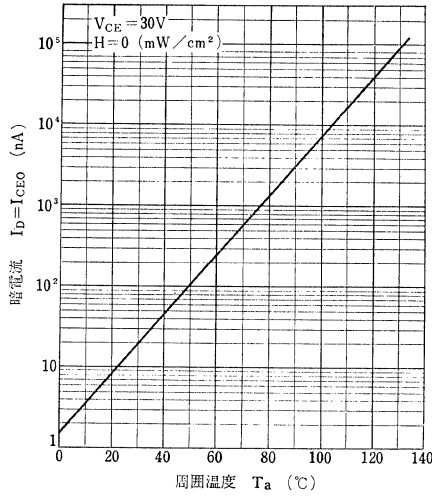
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	35	V
エミッタ・コレクタ間電圧	V_{ECO}	5	V
コレクタ電流	I_C	20	mA
コレクタ損失	P_C	50	mW
接合部温度	T_J	150	°C
保存温度	T_{stg}	-65~150	°C



電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

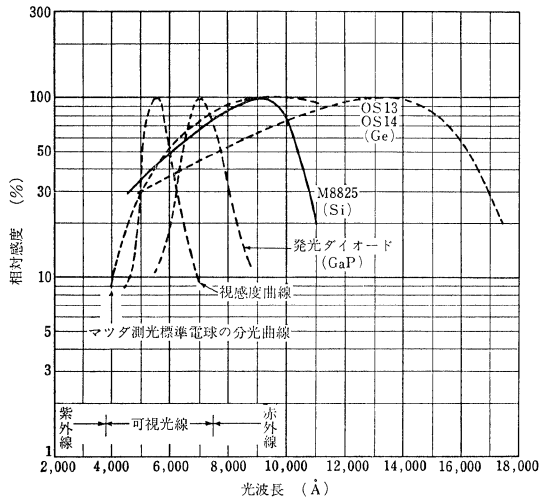
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	BV_{CEO}	$I_C=0.5mA$	35	—	—	V
エミッタ・コレクタ間降伏電圧	BV_{ECO}	$I_E=0.1mA$	5	—	—	V
暗電流	$I_D(I_{CEO})$	$V_{CE}=30V, H=0$	—	—	1.0	μA
光電流	I_L	$V_{CE}=3V, H=20mW/cm^2$	0.5	2	—	mA
		$V_{CE}=3V, H=2mW/cm^2$	—	0.2	—	mA
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=0.35mA, H=20mW/cm^2$	—	—	0.4	V

I_D-T_a

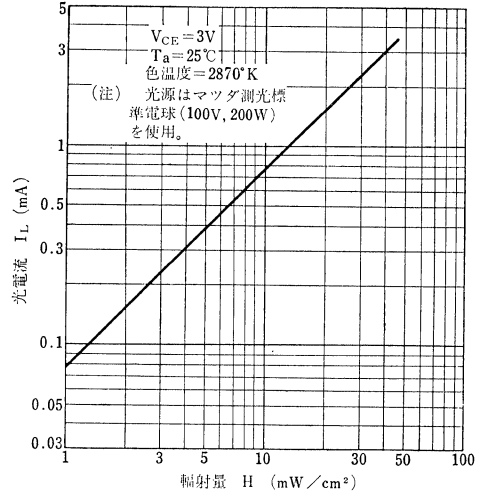


分光感度特性

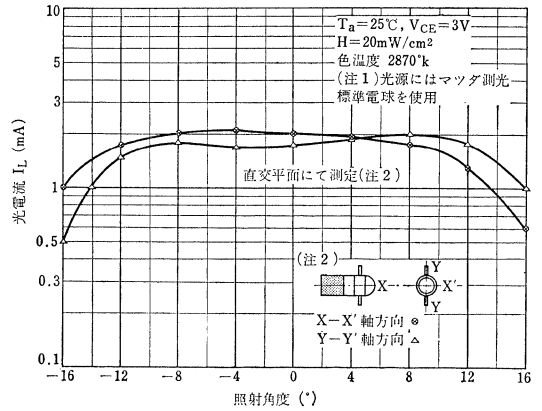
Spectral sensitivity Characteristics



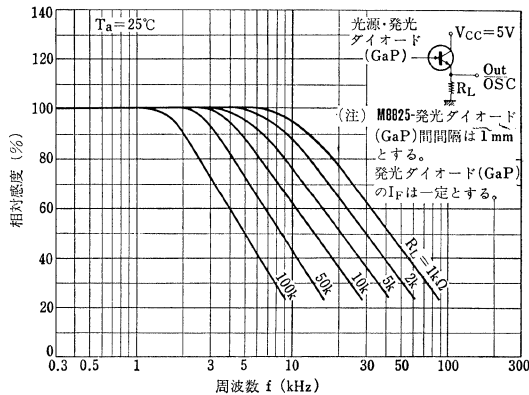
I_L-H



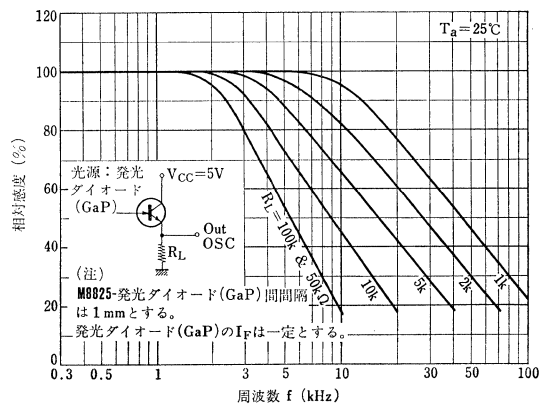
I_L -radiation angle



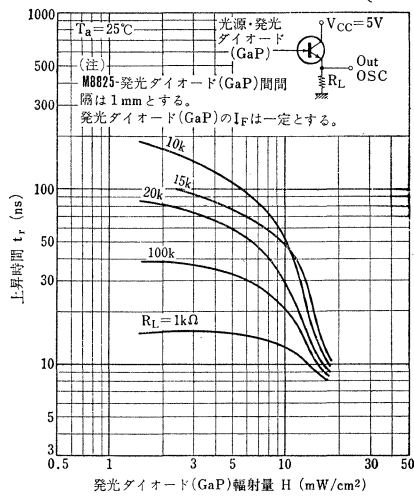
Relative Sensitivity-f (Saturation region)



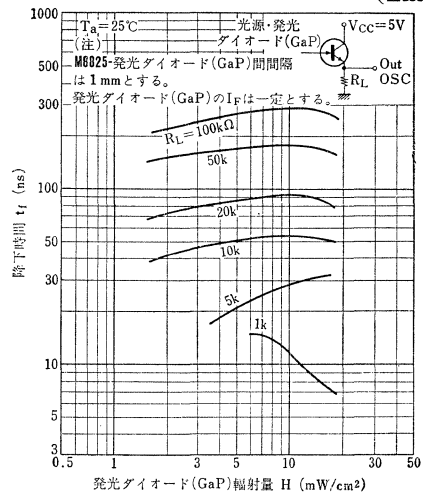
Relative sensitivity-f (non saturation region)



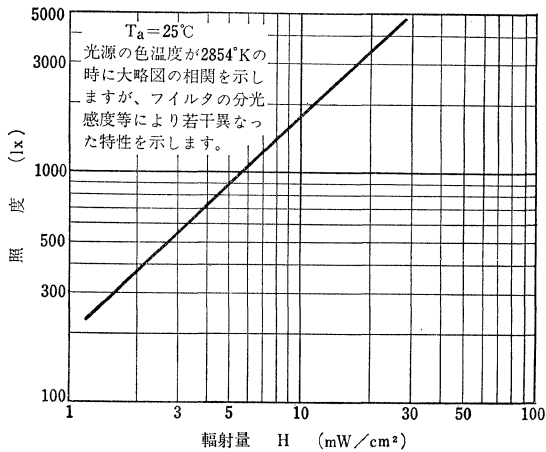
t_r-H(LED)
(Example)



t_r-H(LED)
(Example)



L-H



ダイオード	
Diode	
1N60.....	481
1S32, 1S33, 1S34	482
1S73, 1S73A	483
1S1314	485
1S1553, 1S1554, 1S1555.....	486
1S1579, 1S1580	488
1S1585, 1S1586, 1S1587, 1S1588.....	490
1S2091	493
1S2092	495
1S2095A	497
1S2460, 1S2461, 1S2462, 1S2463.....	499
1S2186	502
定電圧ダイオード	
Zener Diode	
1S220~1S261	504
1S262~1S303	506
0Z25.6A, 0Z26.2A, 0Z26.8A, 0Z27.5A, 0Z28.2A, 0Z29.1A, 0Z210A, 0Z211A, 0Z212A, 0Z213A, 0Z215A, 0Z216A, 0Z218A, 0Z224A	508
1Z11, 1Z12, 1Z24.....	511
1S2452, 1S2453, 1S2454	512
可変容量ダイオード	
Variable Capacitance Diode	
1S1650, 1S1651	514
1S1658	516
1S2094	517
1S2236	519
メータ保護用ダイオード	
Meter Protection Diode	
1S144	521
トリガダイオード	
Trigger Diode	
1S2093	523
ミキサダイオード	
Mixer Diode	
1S1549	524
1S2187	525
発光ダイオード	
Light Emitting Diode	
TLR101 (S8115).....	527
TLR102	530
TLR103 (S8119).....	533
TLR104	536
発光表示装置	
Gap Light Emitting Diode Display	
TLR301	539
TLR302	542
TLR303	544
TLR304	546
フォトカプラー	
Photo Coupler	
TLP501	548
サーミスタ	
Thermistor	

D21A, D22A, D33A, D41A, D61A, D91A	550
バリスタ	
Varistor	
M8513A-D	552
S3016-R.....	553
マイクロ波トランジスタ	
Microwave Transistor	
2SC1193, 2SC1236	554
2SC1200	558
S1003A	561
S1010	563
S1071	567
S1151	569
S1166	572
S1182	575
S1200, S1201.....	578
S1229	581
S1230	585
マイクロ波ダイオード	
Microwave Diode	
ピンダイオード/PIN Diode	
S1253, S1254	588
S3023	590
ステップリカバリダイオード	
Step Recovery Diode	
S3015A, S3015B	593
S3046	598
S3053	600
バラクタダイオード	
Varactor Diode	
1S1551, 1S1552, 1S1556, 1S1557, 1S1558, 1S1561, 1S1562, 1S1571, 1S1572.....	602
S3028	603
S3041, S3041A	605
ミキサダイオード	
Mixer Diode	
S3006C, S3006D, S3006E	607
インパットダイオード	
Impatt Diode	
S3019, S3019A, S3019B	609
S8250, S8250A, S8250B	611
ガンダイオード	
Gunn Diode	
S3020, S3020A, S8201.....	613
S8202	615
マイクロ波半導体装置	
Microwave Device	
ガン発振器/Gunn Oscillator	
S-GX1, S-GX2, S-GX2A.....	617
S-GX3A	622
S-GX4, S-GX4A, S-GX4B, S-GX5.....	625
S-GX7	627
スイッチ	
Switch	
S-SX1	629
ミキサ	
Mixer	

S-MX2	630
リミタ	
Limiter	
S-LX2	631
整流素子	
Rectifier	
1N3193, 1N3194, 1N3195, 1N3196	632
1S1643, 1S1643R, 1S1644, 1S1644R	633
1S1645, 1S1645R, 1S1646, 1S1646R	635
1S1647, 1S1647R, 1S1648, 1S1648R	637
1S1829, 1S1830	639
1S1834, 1S1835	640
1S1837 (高耐圧).....	642
1S1838 (高耐圧).....	644
1S1885, 1S1886, 1S1887, 1S1888	646
1S1890, 1S1891, 1S1892.....	647
1S1941, 1S1942, 1S1943, 1S1944.....	648
1S2233, 1S2234, 1S2235.....	649
1S2237B (高耐圧).....	650
1S2615, 1S2616, 1S2617.....	652
1BZ61, 1DZ61, 1GZ61, 1JZ61, 1LZ61, 1NZ61	654
3CC13, 3CD13, 3FC13, 3FD13, 3GC12, 3JC12, 3LC12, 3NC12	657
3BZ61, 3DZ61, 3GZ61, 3JZ61, 3LZ61	659
6CC13, 6CD13, 6FC13, 6FD13, 6GC12, 6JC12, 6LC12, 6NC12	662
12CC12, 12CD12, 12FC12, 12FD12, 12GC11, 12JC11, 12LC11, 12NC11	664
15CC11, 15CD11, 15FC11, 15FD11	666
22CC11, 22CD11, 22FC11, 22FD11	669
25CC13, 25CD13, 25FC13, 25FD13, 25GC12, 25JC12, 25LC12, 25NC12	672
150LD11, 150ND11, 150QD11, 150TD11	674
150UC11	676
250UC11	678
300EXD11, 300FXD11	680
300LD11, 300ND11, 300QD11, 300TD11, 300WD11, 300YD11	682
500HXD22	684
800UD21, 800YD21, 800EXD21, 800YKD21, 800FXD21	685
800UD22, 800YD22, 800EXD22, 800YKD22, 800FXD22	686
1600FD21	687
1600EXD22, 1600FXD22	688
アバランシェ整流素子	
Avalanche Rectifier	
1LE11, 1NE11, 1QE11.....	689
3LF11, 3NF11, 3QF11.....	691
6LF11, 6NF11, 6QF11	693
6FXF11	695
12LF11, 12NF11, 12QF11.....	697
12FXF11	699
25LF11, 25NF11, 25QF11	702
25FXF11	704
50LF11, 50NF11, 50QF11	706

特殊整流素子	
Special Rectifier	
1B2C1, 1D2C1, 1G2C1, 1J2C1, 1B2Z1,	
1D2Z1, 1G2Z1, 1J2Z1,	708
高耐圧整流素子	
High Voltage Rectifier	
OR06MXZ31, OR06YXZ31	710
OR1NYZ41, OR1QYZ41, OR1TYZ41	712
OR6UXZ31	714
OR6JXZ33, OR6LXZ33, OR6QXZ33	716
1N44A1, 1N52A1, 1N61A1	718
M9202-15KV	719
M9242-10KV	721
S5092-4B (スタック)	723
S5092-6A (スタック)	724
S5102	725
S5103	727
S5104	729
S5105	713
S5106	732
サイリスタ/Thyristor	
一般用サイリスタ(SCR)	
Thyristor(SCR)	
SFOR2B41, SFOR2D41	733
SF1A11~SF1A11, SF1B11, SF1D11,	
SF1F11~SF1G11	735
SF1A11A~SF1G11A	738
SF1B12, SF1D12	741
SF1R3B41, SF1R3D41	744
SF3B14, SF3D14, SF3G14	747
SF5B12, SF5D12, SF5F12, SF5G12,	
SF5J12	750
SF10B12, SF10D12, SF10F12, SF10G12,	
SF10J12, SF10L12, SF10N12	753
SF16B12, SF16D12, SF16F12, SF16G12,	
SF16J12, SF16L12, SF16N12, SF16Q12	756
SF30D11, SF30F11, SF30G11, SF30J11,	
SF30L11, SF30N11, SF30R11	759
SF50D12, SF50G12, SF50J12,	
SF50L12, SF50N12, SF50R12	761
SF80D11, SF80G11, SF80J11,	
SF80L11, SF80N11, SF80R11, SF80U11	764
SF150G11, SF150J11, SF150L11,	
SF150N11, SF150Q11, SF150R11,	
SF150S11, SF150U11	767
SF300G11, SF300J11, SF300L11,	
SF300N11, SF300Q11, SF300R11,	
SF300S11, SF300U11	770
SF500U23, SF500Y23, SF500EX23	773
SF1000EX22	774
高速用サイリスタ	
High Speed Thyristor	
SH5B12, SH5D12, SH5F12, SH5G12, SH5H12,	
SH5J12	775
SH16B12, SH16D12, SH16F12, SH16G12,	
SH16H12, SH16J12	778
SH30D11, SH30F11, SH30G11, SH30J11,	

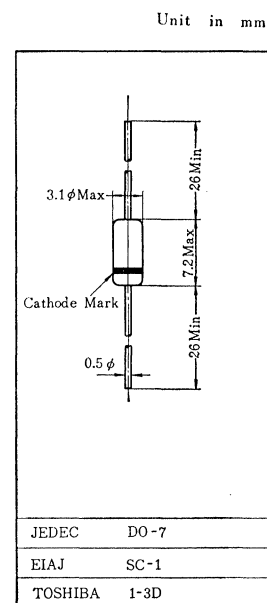
SH30L11	782
SH50D11, SH50F11, SH50G11, SH50H11,	
SH50J11, SH50L11	785
SH80D11, SH80F11, SH80G11, SH80H11,	
SH80J11, SH80L11	789
SH150D11, SH150F11, SH150G11,	
SH150H11, SH150J11, SH150L11	793
SH300D11, SH300F11, SH300G11,	
SH300H11, SH300J11, SH300L11	797
SH400L23, SH400N23, SH400R23	801
双方向サイリスタ(トライアック)	
Bi-direction Thyristor(TRIAC)	
SM2B41, SM2D41	802
SM6B14, SM6D14, SM6G14	805
SM10D14, SM10G14	808
SM30D12, SM30G12	811
サイリスタ用ゲートユニット	
Thyristor Gate Unit	
GU-3A, GU-4A, GU-5, GU-6	814
サイリスタ用パルストランス	
Thyristor Pulse Trance	
TP-1	815
整流スタック	
Rectifier Stack	
1S1890-2C2~1S1892-6A2	817
3G2C2~25N6A2	818
サイリスタスタック	
Thyristor Stack	
SF16J2H1~SF300J2H1 }	819
SF16Q2H1~SF300Q2H1 }	820
SF16J4B1~SF300J4B1 }	821
SF80U4B1~SF300U4B1 }	821
SF16J6S1~SF300J6S1 }	822
SF16Q6S1~SF300Q6S1 }	822
SFR16J4BB~SFR300J4BB }	823
SFR80U4BB~SFR300U4BB }	823
SFR16J6P1~SFR300J6P1 }	824
SFR80U6P1~SFR300U6P1 }	824
SF16J6A1~SF300J6A1 }	825
SF80U6A1~SF300U6A1 }	825
SF80J6S3, SF150J6S3, SF300J6S3	825
溶接用サイリスタスタック	
Thyristor Stack for Welder Use	
BW2-2Z4~BW4-2Z11, CW2-2Z4~	
CW4-2Z11, EW2-2Z4~EW4-2Z2,	
FW2-2Z4~FW4-2Z2	826
電子管代替用スタック	
Stack for Electron Tube Replacement	
SF16R12-1Z1, SH5J12-4Z1	827
放熱フィン	
Heat Sink	
VG-204, VG-205B, VG-206B, VG-207B,	
VG-211B, VG-216, VG-221,	
VG-236, VG-237, VG-238, VG-239	828

- 一般検波用 ○A M, F M検波用
○ General Purpose Application for Detector and Rectifier
○ AM & FM Detector Applications

• 整流能率がよい: $\eta=55\%$ (Min.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

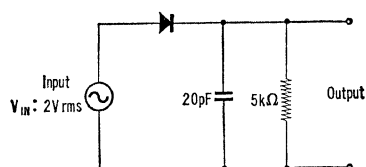
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	45	V
直流逆電圧	V_R	35	V
せん頭順電流	I_{FM}	150	mA
平均整流電流	I_O	50	mA
サージ電流 (1秒)	I_{surge}	500	mA
接合部温度	T_j	75	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~75	$^\circ\text{C}$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
順電流	I_F	$V_F=1\text{V}$	4	—	—	mA
逆電流	I_R	$V_R=10\text{V}$	—	—	75	μA
接合容量	C_j	$V_R=10\text{V}$	—	0.8	—	pF
整流能率*	η	$v_i=2V_{rms}, R_L=5k\Omega$ $C=20pF, f=40MHz$	55	—	—	%

$$* \eta = \frac{V_{OUT(DC)}}{1.4 \times v_i} \times 100(\%)$$



1S32, 1S33, 1S34

ゲルマニウム点接触形ダイオード
GERMANIUM POINT CONTACT DIODE

○高逆抵抗用 (1S32) ○一般用 (1S33, 1S34)

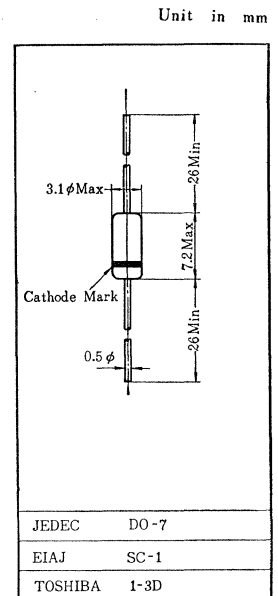
○ High Reverse Resistance Applications

○ General Use Applications

- 高逆抵抗です: 1S32/Low Leakage: 1S32
- クランピング, リミッタ, 検波, 整流用: 1S32, 1S33/Clamping, Limiter, Detector, Rectifier Use: 1S32, 1S33
- AVC, AGC, リミッタ, スイッチ, 整流用: 1S34/AVC, AGC, Limiter, Switching, Rectifier Use: 1S34

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	75	V
		120	
		75	
直流逆電圧	V_R	60	V
		100	
		60	
平均整流電流	I_O	30	mA
せん頭順電流	I_{FM}	90	mA
サージ電流 (1秒)	I_{surge}	300	mA
保存温度	T_{stg}	-55~75	$^\circ\text{C}$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
順電流	I_F	$V_F=1\text{V}$	4	—	—	mA
逆電流	I_R	$V_R=10\text{V}$	—	—	6.5	μA
		$V_R=50\text{V}$	—	—	90	
		$V_R=100\text{V}$	—	—	350	
		$V_R=50\text{V}$	—	—	—	

ゲルマニウムゴールドボンド形ダイオード
GERMANIUM GOLDBOND DIODE

1S73, 1S73A

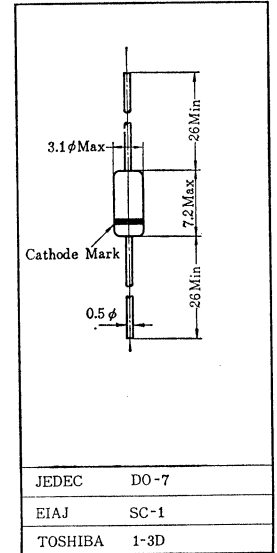
- 通信, 制御, 計測機器
- Communication and industrial Applications.
- 高速度スイッチング用/High Speed Switching Applications

Unit in mm

- 順方向特性が良い: $V_F=1V$ (Max.) ($I_F=100mA$)
- 端子間容量が小さい: $C_T=0.8pF$ (Max.) ($V_R=6V$) 1S73A

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

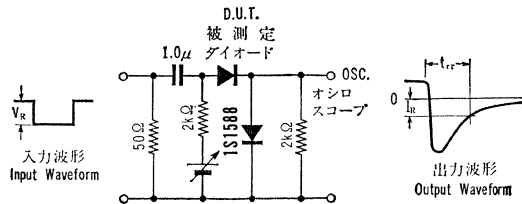
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	1S73	20
		1S73A	30
せん頭順電流	I_{FM}	360	mA
平均整流電流	I_O	120	mA
サージ電流 (1秒)	I_{surge}	600	mA
接合部温度	T_J	75	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~75	$^\circ C$



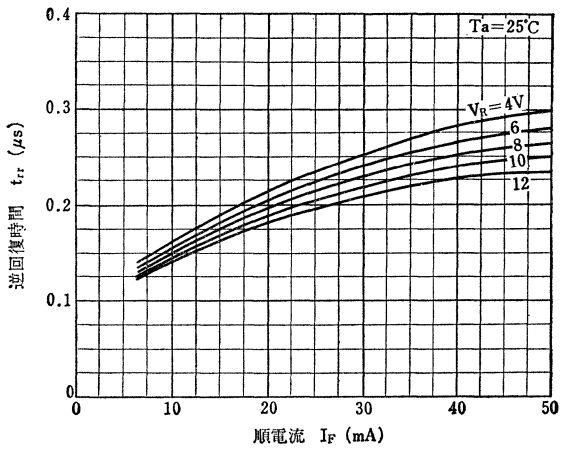
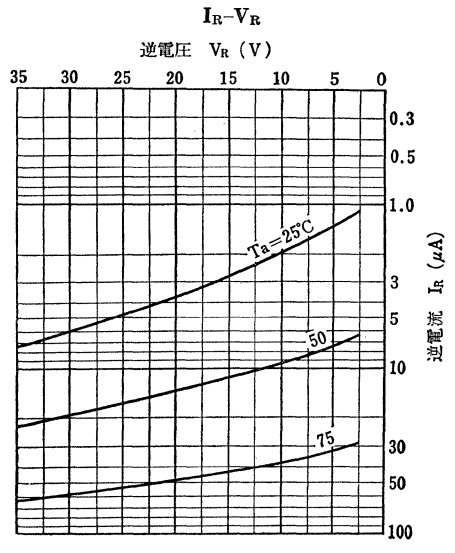
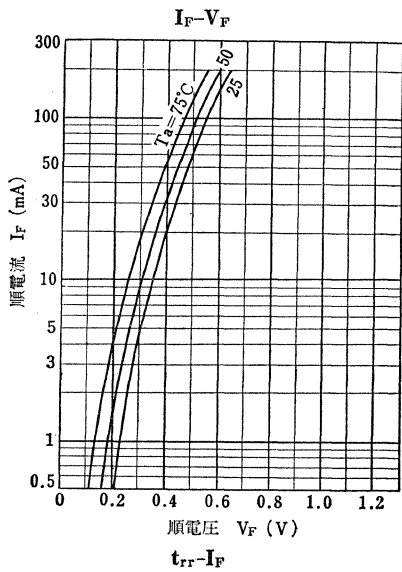
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
順電圧	V_F	$I_F=100mA$	—	—	1	V
逆電流	I_R	$V_R=10V$	—	—	55	μA
端子間容量	C_T	$V_R=6V$	—	—	1	pF
		$f=1MHz$	—	—	0.8	
逆回復時間	t_{rr}	$V_R=6V$ $I_F=10mA$ $R_L=2k\Omega$ (Fig.1)	—	0.16	0.9	μs

(Fig.1) 逆回復時間測定回路 t_{rr} Test Circuit



1S73, 1S73A

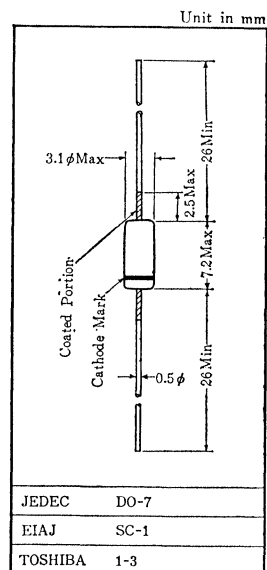


○通信, 制御, 計測機器用 ○低レベル変調用
○ Communication and Industrial Applications ○ Low-Level Modulation Application

- 低電圧での漏れ電流が小さい。
 $I_F = 300\text{pA (Max.) (}V_F = 0.1\text{V)}$
 $I_R = 100\text{pA (Max.) (}V_R = 0.1\text{V)}$
- 端子間容量が大きい。
 $C_T = 80 \sim 200\text{pF (}V_R = 0)$

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	10	V
直流逆電圧	V_R	10	V
せん頭順電流	I_{FM}	120	mA
平均整流電流	I_O	50	mA
サージ電流 (1 秒)	I_{surge}	500	mA
接合部温度	T_J	150	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ\text{C}$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
順電圧	V_F	$I_F = 50\text{mA}$	—	—	1.0	V
順電流	I_F	$V_F = 0.1\text{V}$	—	150	300	pA
逆電流	I_R	$V_R = 0.1\text{V}$	—	50	100	pA
端子間容量	C_T	$V_R = 0$	80	150	200	pF

1S1553, 1S1554, 1S1555

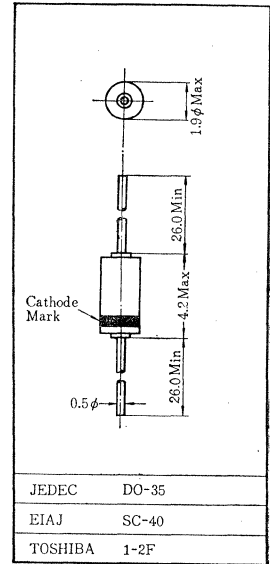
シリコンエピタキシャルプレーナ形ダイオード
SILICON EPITAXIAL PLANAR DIODE

○一般検波整流用

○ General purpose Application for Detector and Rectifier.

- 許容損失が大きい: $P=100\text{mW}$
- 順電圧降下が小さい: $V_F=1.0\text{V (Typ.) (}I_F=100\text{mA)}$
- 接合容量が小さい: $C_J=1.3\text{pF (Typ.) (}f=1\text{MHz)}$

Unit in mm



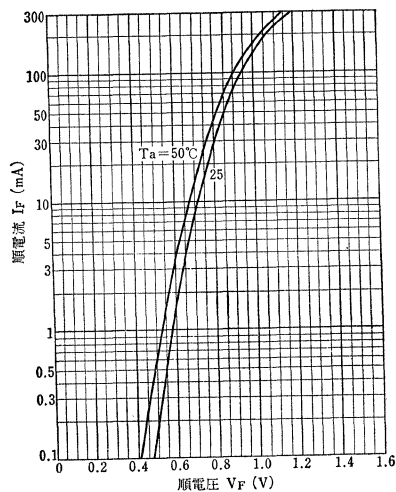
最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
せん頭逆電圧	V_{RM}	1S1553	70	V
		1S1554	55	
		1S1555	35	
直流逆電圧	V_R	1S1553	60	V
		1S1554	50	
		1S1555	30	
せん頭順電圧	I_{FM}	300	mA	
平均整流電流	I_o	100	mA	
サージ電流 (1sec)	I_{surge}	1	A	
許容損失	P	100	mW	
接合部温度	T_j	150	$^\circ\text{C}$	
保存温度	T_{stg}	- 65~150	$^\circ\text{C}$	

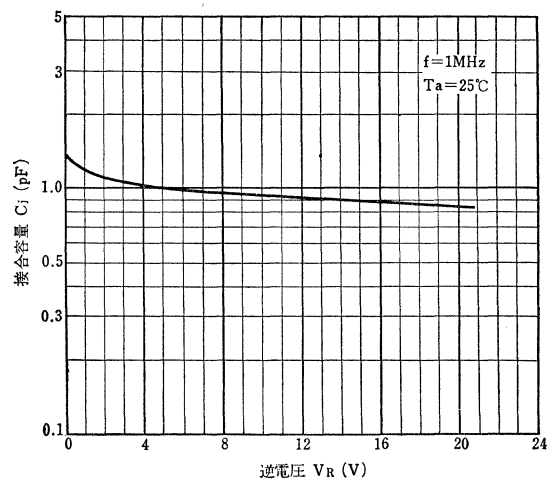
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
順電圧	V_F	$I_F=100\text{mA}$	—	1.0	1.4	V
逆電流	I_R	$V_R=60\text{V}$	—	—	0.5	μA
		$V_R=50\text{V}$	—	—	0.5	μA
		$V_R=30\text{V}$	—	—	0.5	μA
接合容量	C_J	$V_R=0$	—	1.3	3.0	pF
		$f=1\text{MHz}$	—	1.3	3.0	pF

I_F-V_F

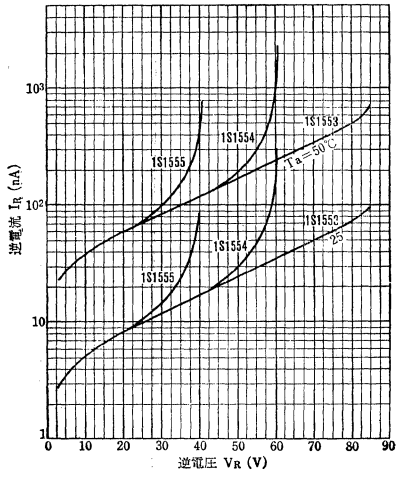


C_J-V_R

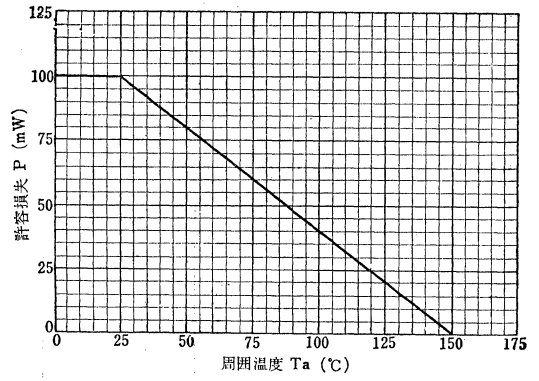


1S1553, 1S1554, 1S1555

I_R-V_R



$P-T_a$



1S1579, 1S1580

シリコンプレーナ形ダイオード
SILICON PLANAR DIODE

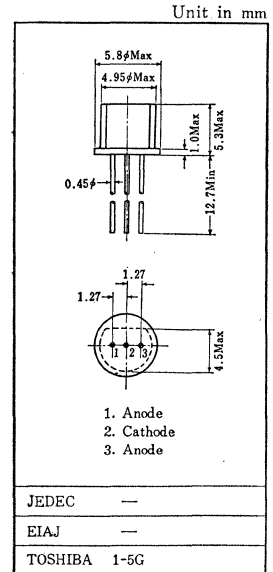
○TV水平AFC用

○TV Horizontal circuit AFC Application

- Dual in one case (Common cathode)
- ペアの特性差が少ない: $\Delta V_F = 0.03V$ (Max.)
 $\Delta C_J = 0.3pF$ (Max.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

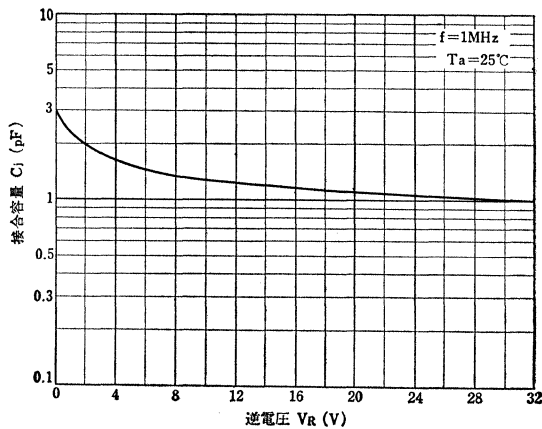
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	1S1579	60	V
	1S1580	35	
直流逆電圧	1S1579	50	V
	1S1580	30	
せん頭順電流	I_{FM}	150	mA
平均整流電流	I_o	50	mA
サージ電流 (1秒)	I_{surge}	500(50Hz)	mA
許容損失	P	200	mW
接合部温度	T_J	125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ C$



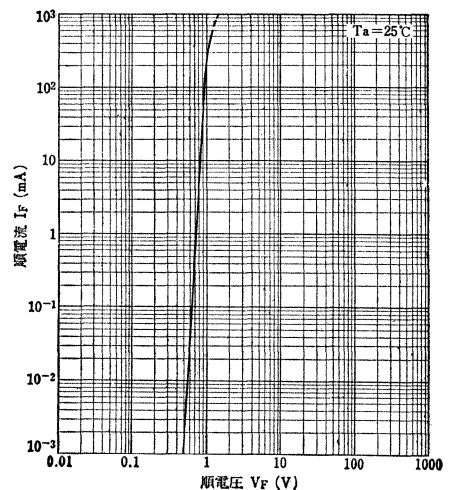
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

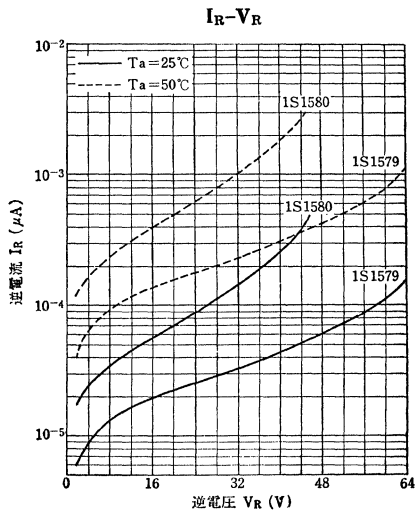
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
順電圧	V_F	$I_F = 10mA$	0.75	—	0.87	V
逆電流	1S1579 1S1580	I_R	—	—	0.1	μA
			$V_R = 50V$			
		$V_R = 30V$				
接合容量	C_J	$V_R = 0, f = 1MHz$	—	3	4	pF
順電圧差	ΔV_F	$I_F = 10mA$	—	—	0.03	V
接合容量差	ΔC_J	$V_R = 0, f = 1MHz$	—	—	0.3	pF

$C_J - V_R$



$I_F - V_F$





1S1585~1S1588

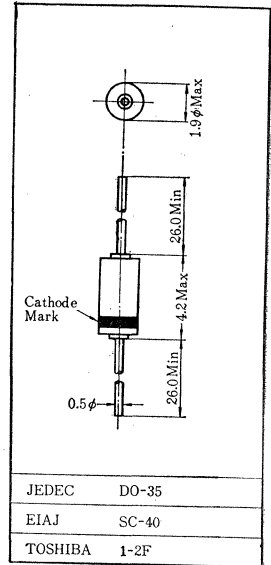
シリコンエピタキシャルプレーナ形ダイオード
SILICON EPITAXIAL PLANAR DIODE

- 通信, 制御, 計測機用 ○超高速スイッチング用
- Communication and Industrial Applications
- Ultra High Speed Switching Applications

- 外形が小さい, DO-7 の約 $1/4$ の体積.
- 許容電力損失が大きい, : $P=300\text{mW}$ (Max.)
- 順方向特性がよい, : $V_F=1.0\text{V}$ (Max.) ($I_F=100\text{mA}$) 1S1585
- 逆回復時間が小さい, : $t_{rr}=2\text{ns}$ (Max.)
- 端子間容量が小さい, : $C_T=2\text{pF}$ (Max.)
- Hermetically sealed miniature Glass package.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

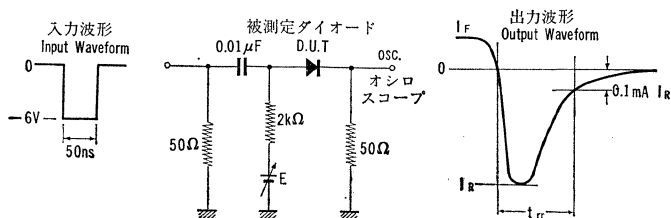
Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
せん頭逆電圧	V_{RM}	1S1585	90	V
		1S1586	55	
		1S1587		
		1S1588		
直流逆電圧	V_R	1S1585	80	V
		1S1586	50	
		1S1587		
		1S1588		
せん頭順電流	I_{FM}	1S1585	480	mA
		1S1586	400	
		1S1587		
		1S1588		
平均整流電流	I_o	1S1585	150	mA
		1S1586	130	
		1S1587		
		1S1588		
サージ電流 (1秒)	I_{surge}	1S1585	700	mA
		1S1586	600	
		1S1587		
		1S1588		
許容損失	P	300	mW	
接合部温度	T_J	175	$^\circ\text{C}$	
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ\text{C}$	



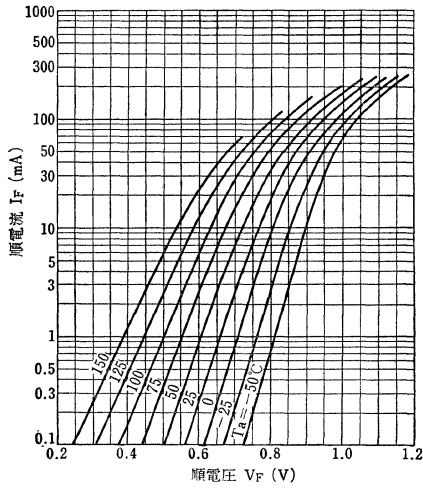
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit	
順電圧	V_F	$I_F=100\text{mA}$	1S1585	—	—	1.0	V
			1S1586	—	—	1.2	
			1S1587	—	—	1.3	
			1S1588	—	—	1.3	
逆電流	I_R	1S1585	—	—	0.5	μA	
		1S1586					
		1S1587					
端子間容量	C_T	$V_R=0$ $f=1\text{MHz}$	1S1585	—	—	2	pF
			1S1586	—	—	3	
			1S1587				
			1S1588				
逆回復時間	t_{rr}	$V_R=6\text{V}$ $I_F=10\text{mA}$ $R_L=100\Omega$ Fig. 1	1S1585	—	—	2	ns
			1S1586	—	—	4	
			1S1587				
			1S1588				

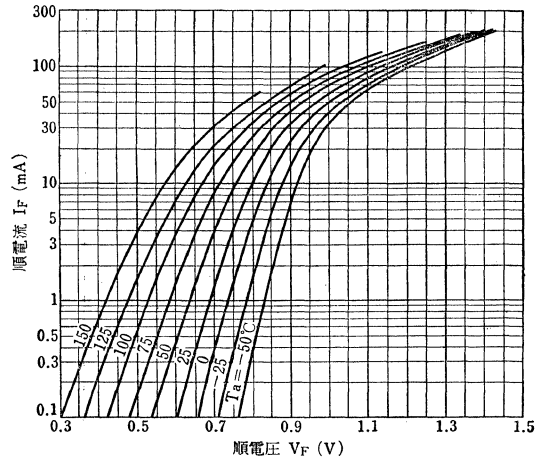
Fig. 1 逆回復時間測定回路 t_{rr} Test Circuit



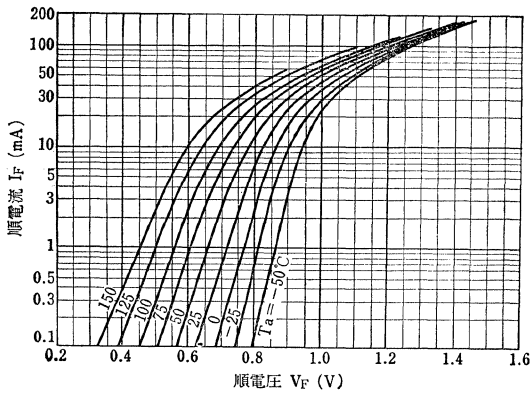
1S1585, 1S1586 I_F-V_F



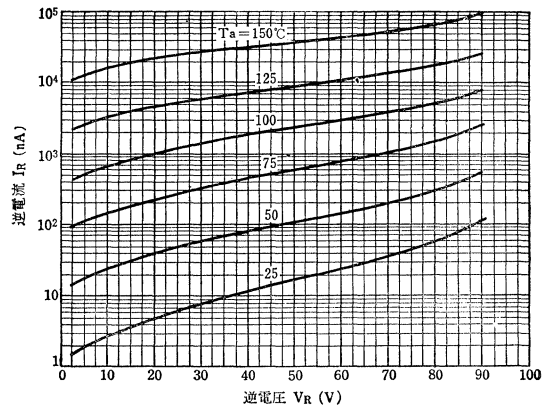
1S1587 I_F-V_F



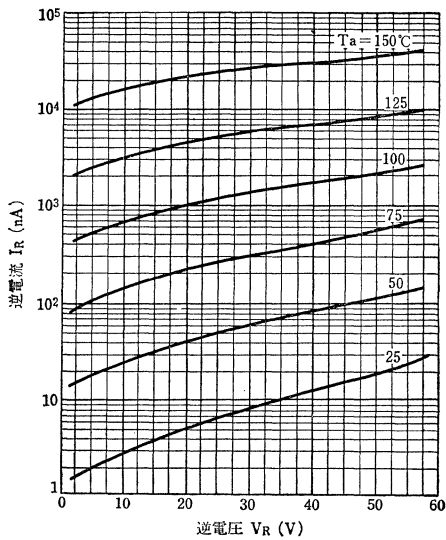
1S1588 I_F-V_F



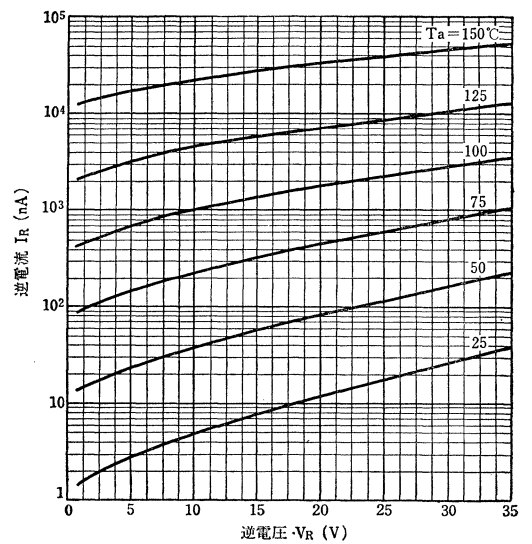
1S1585 I_R-V_R



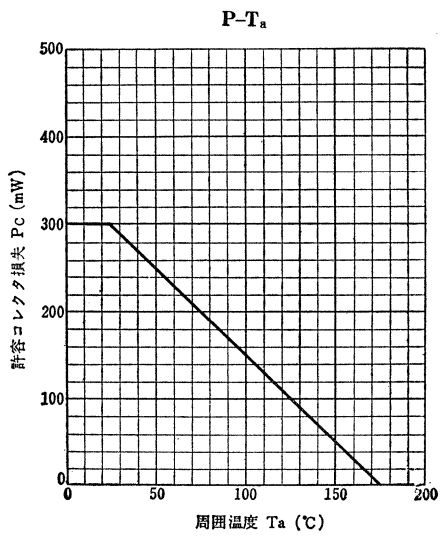
1S1586, 1S1587 I_R-V_R



1S1588 I_R-V_R



1S1585~1S1588



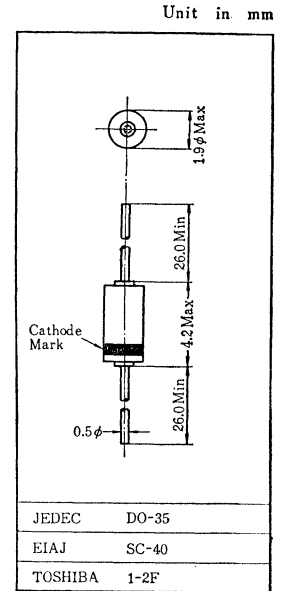
○カラーテレビ位相検波用

○ Phase Detector Application for color TV

- 高耐圧です： $V_{RM}=175V$
- 容量が小さい： $C_D=0.7pF$ (Typ.)
- 逆回復時間が速い： $t_{rr}=1ns$ (Typ.)
- 素子間のバランスが良い： $V_B=500mV$ (Max.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	175	V
直流逆電圧	V_R	150	V
せん頭電流	I_{FM}	90	mA
平均整流電流	I_o	30	mA
サージ電流	I_{surge}	300	mA
接合部温度	T_j	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~150	$^\circ C$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
逆電流	I_R	$V_R=150V$	—	—	1.2	μA
順電流*	I_F	$V_F=1.0V$	4.0	—	240	mA
ダイオード容量	C_D	$V_R=0V, f=1MHz$	—	0.7	3.0	pF
逆回復時間	t_{rr}	$I_F=10mA$ Fig. 1	—	—	100	ns
バランス電圧	V_B	Fig. 2	—	—	500	mV

* I_F により下記のように分類し、包装箱に表示してあります。なお同一グループ内でペアを組むことにより良好なバランス特性が得られます。

For the matched pair the 1S2091 is classified 3 groups by forward current (I_F) range.

Classification	順電流 I_F (mA)	
	Min.	Max.
1S2091—BK	4	20
1S2091—BL	16	80
1S2091—W	60	240

Fig.1 逆回復時間測定回路 t_{rr} Test Circuit

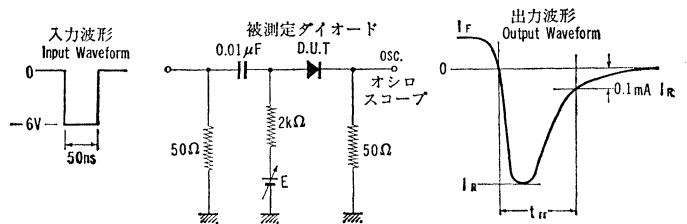
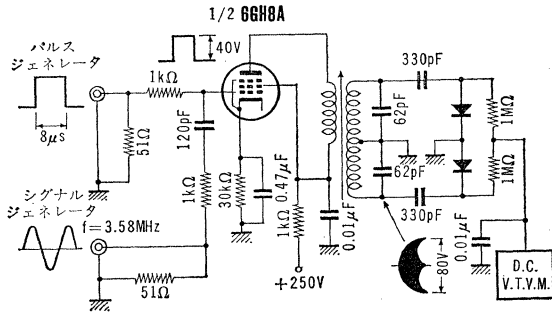
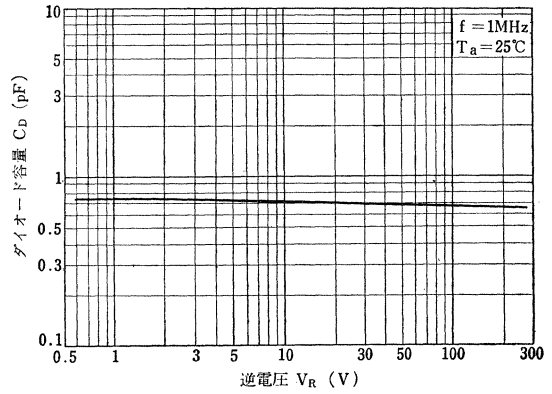


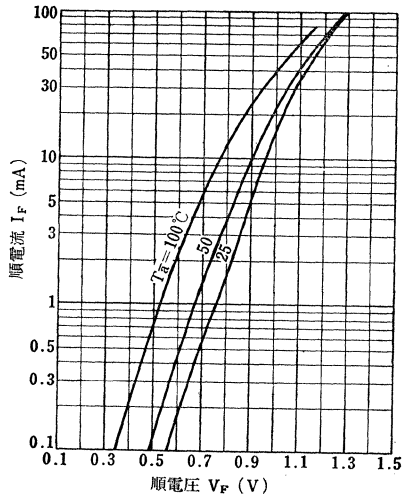
Fig.2 バランス電圧測定回路
Balance Voltage V_B Test Circuit



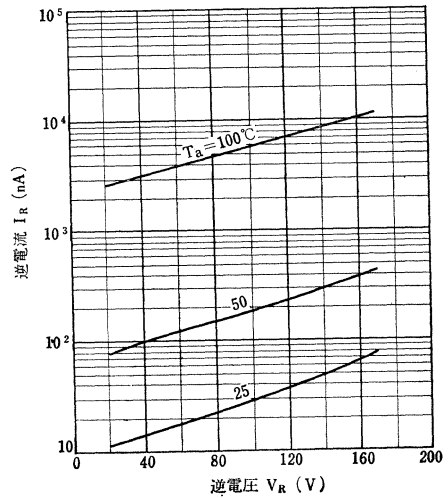
C_D-V_R



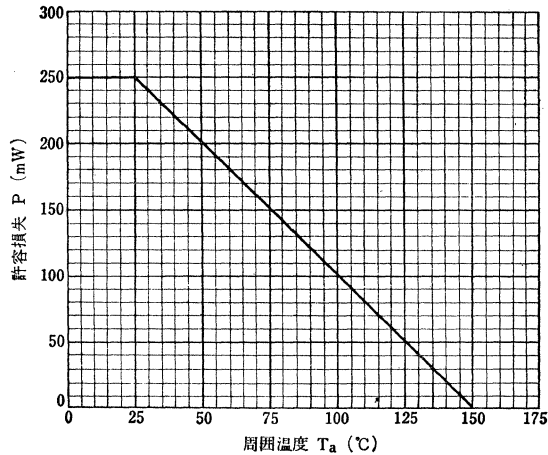
I_F-V_F



I_R-V_R



$P-T_a$



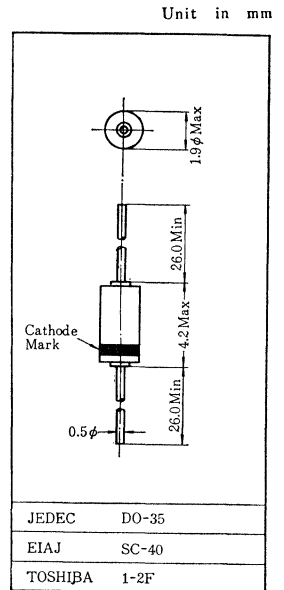
○一般検波整流用

○ General purpose Application for Detector and Rectifier

- 高耐圧です： $V_{RM}=125V$
- 容量が小さい： $C_D=0.7pF$ (Typ.)
- 逆回復時間が速い： $t_{rr}=1ns$ (Typ.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

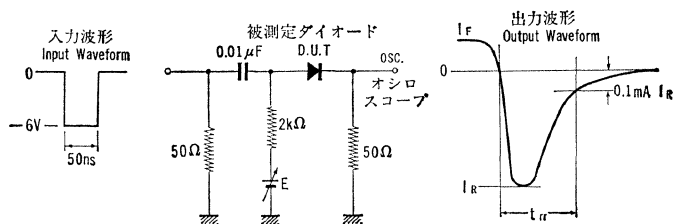
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	125	V
直流逆電圧	V_R	100	V
平均順電流	I_O	30	mA
せん頭順電流	I_{FM}	90	mA
サージ電流	I_{surge}	300	mA
接合部温度	T_j	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~150	$^\circ C$



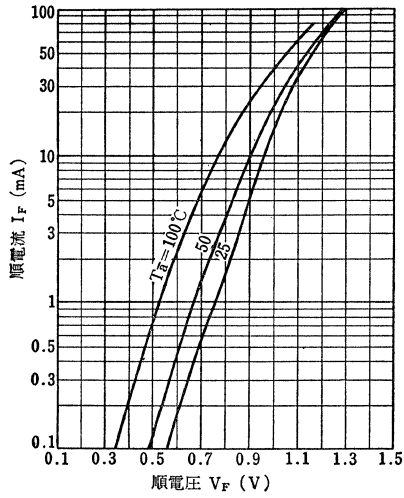
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
逆電流	I_R	$V_R=100V$	—	—	1.2	μA
順電流	I_F	$V_F=1.0V$	4.0	—	—	mA
ダイオード容量	C_D	$V_R=0, f=1MHz$	—	0.7	3.0	pF
逆回復時間 Fig. 1	t_{rr}	$I_F=10mA$	—	—	100	ns

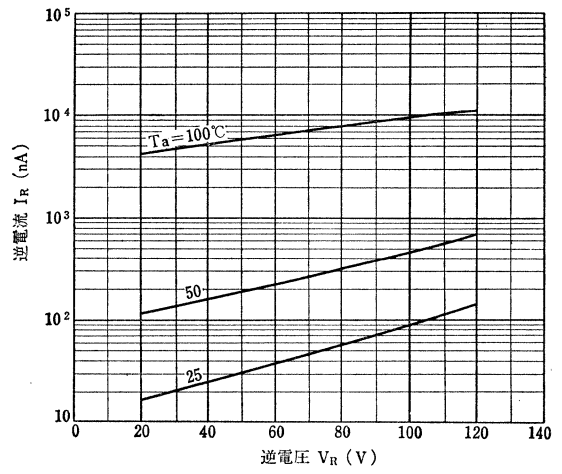
Fig. 1 逆回復時間測定回路 t_{rr} Test Circuit.



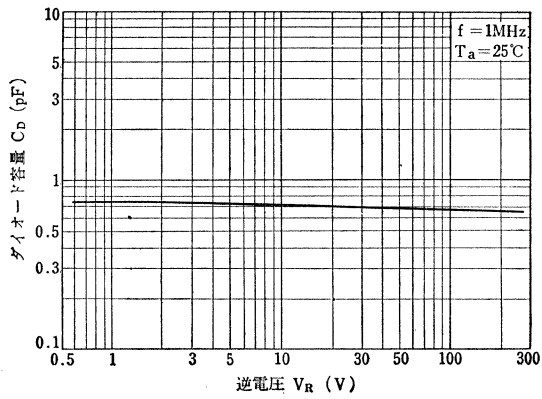
I_F-V_F



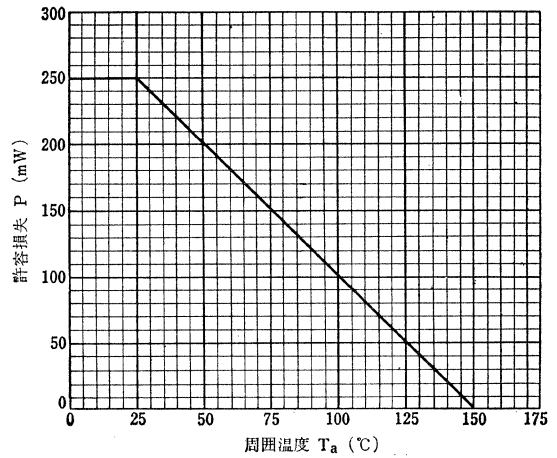
I_R-V_R



C_D-V_R



P-T_a



- 通信, 整御, 計測機器用, 超高速スイッチング用, コアドライブ用
○ Communication and Industrial Applications, Ultra High Speed Switching Applications, Core Drive Applications

- 順伝達特性が優れている : $V_F = 1.1V$ (Max.) ($I_F = 200mA$)
- 許容損失が大きい : $P = 350mW$ (Max.)
- 外形が小さい : DO-7の1/4の体積
- 逆回復時間が小さい : $t_{rr} = 8ns$ (Max.)
- 端子間容量が小さい : $C_T = 2.5pF$ (Max.)
- Hermetically Sealed Miniature Glass Package.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	75	V
直流逆電圧	V_R	70	V
せん頭順電流	I_{FM}	750	mA
平均整流電流	I_O	250	mA
サージ電流 (1秒)	I_{surge}	1	A
許容損失	P	350	mW
接合部温度	T_j	175	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ C$

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
順電圧	V_F	$I_F = 200mA$	—	0.98	1.1	V
		$I_F = 1mA$	—	0.57	0.65	
逆電圧	V_R	$I_R = 5\mu A$	70	—	—	V
逆電流	I_R	$V_R = 50V$	—	0.01	0.1	μA
		$V_R = 50V$ $T_a = 150^\circ C$	—	—	100	
端子間容量	C_T	$V_R = 0$ $f = 1MHz$	—	1.5	2.5	pF
逆回復時間	t_{rr}	$I_F = I_R = 200mA$ $R_L = 100\Omega$ Fig. 1	—	6	8	ns

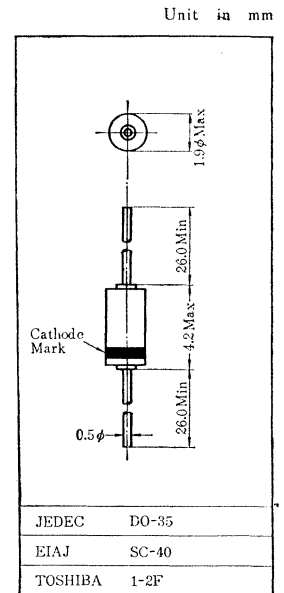
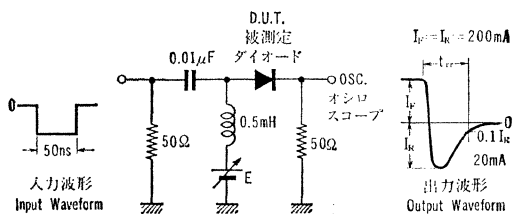
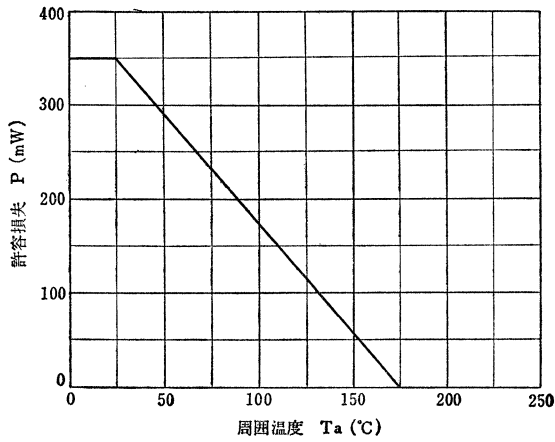
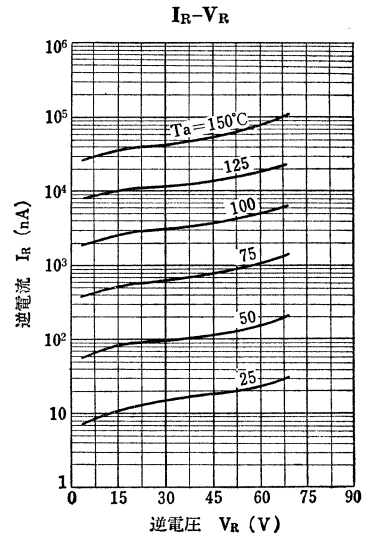
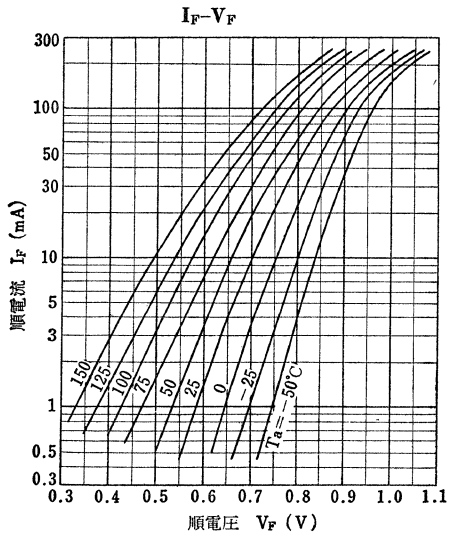


Fig. 1 逆回復時間測定回路 t_{rr} Test Circuit



1S2095A

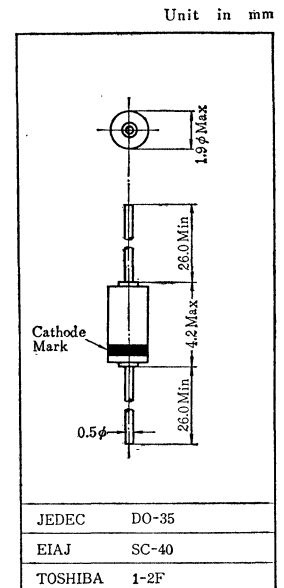


- 一般整流用
- Detector, protector and other general purpose applications

- 高耐圧です： $V_R=300V$ (Max.) 1S2463
- 順特性が良い： $V_F=1V$ (Max.) ($I_F=100mA$)
- 外形が小さい：D0-7の約1/4の体積
- Hermetically Sealed Miniature Glass Package

最大定格 Maximum Rating ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	70	V
		120	
		220	
		320	
直流逆電圧	V_R	50	V
		100	
		200	
		300	
せん頭順電流	I_{FM}	300	mA
平均整流電流	I_o	100	mA
サージ電流 (1秒)	I_{surge}	800	mA
許容損失	P	250	mW
接合部温度	T_J	175	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ C$



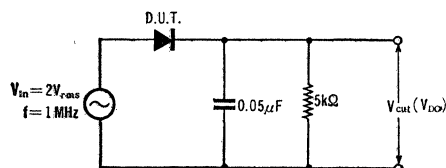
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
順電圧	V_F	$I_F=100mA$	—	—	1	V
逆電流	I_R	$V_R=50V$	—	—	1.2	μA
		$V_R=100V$				
		$V_R=200V$				
		$V_R=300V$				
整流効率	η	$f=1MHz$ $V_{in}=2V$ rms Fig. 1	35	—	—	%
端子間容量	C_T	$V_R=0$ $f=1MHz$	—	—	10	pF

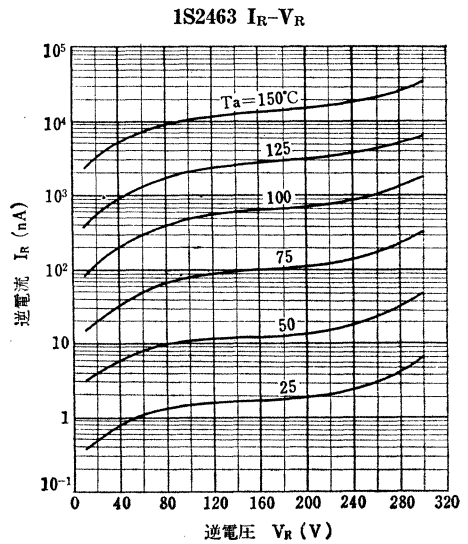
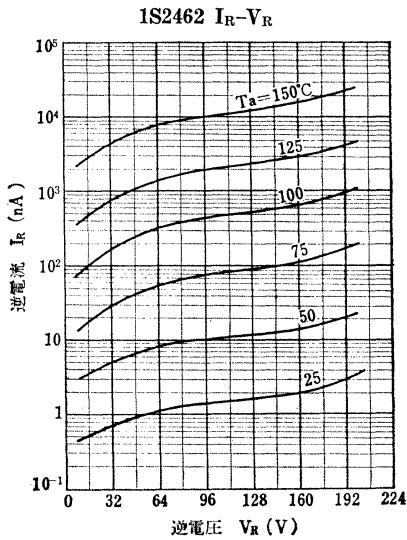
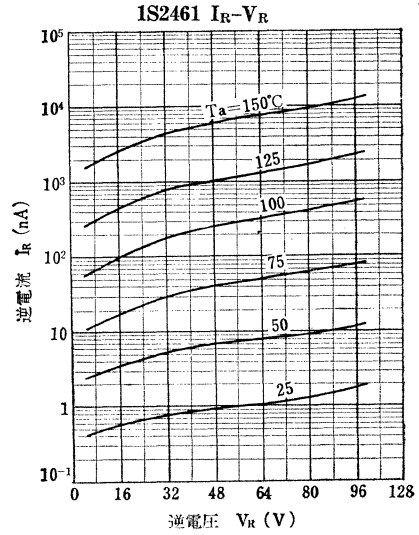
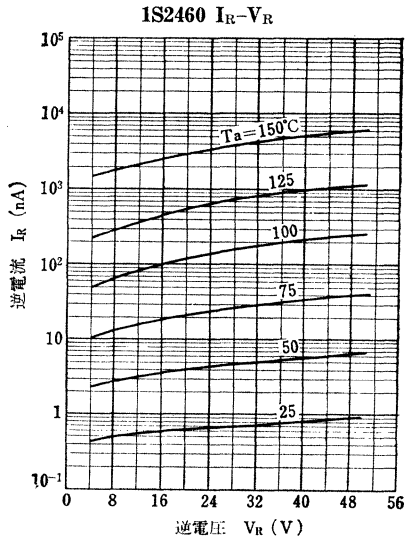
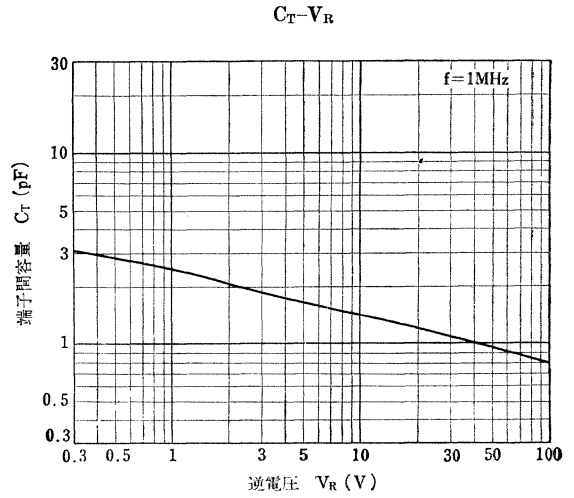
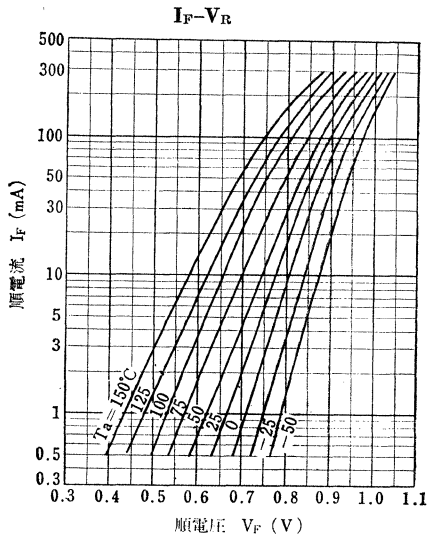
Fig. 1 整流効率測定回路 η Test circuit

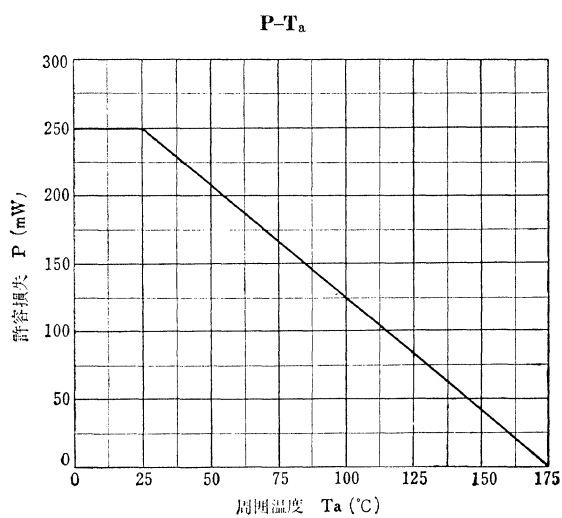
$$\eta = \frac{V_{out}(V_{dc})}{\sqrt{2} \times V_{in}(V_{rms})}$$

$$= 35.3 \times V_{out}(V_{dc}) (\%)$$



1S2460, 1S2461, 1S2462, 1S2463





1S2186

シリコンプレーナ形ダイオード SILICON PLANAR DIODE

〇UHF, VHF帯テレビチューナバンドスイッチ用

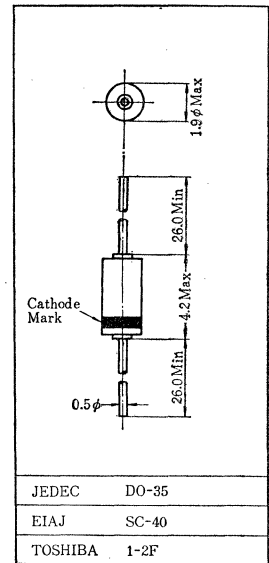
〇 Band Switching Diode in UHF, VHF TV Tuner Applications

- 容量変化が小さい / Small Capacitance.
- 順抵抗が小さい / Small Forward Resistance.
- L_s が小さい / Small Lead Inductance.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
直流逆電圧	V_R	20	V
平均整流電流	I_O	100	mA
接合部温度	T_J	150	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~150	$^\circ\text{C}$

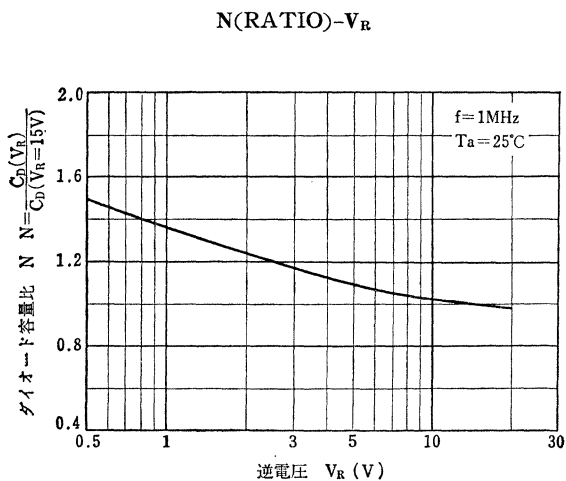
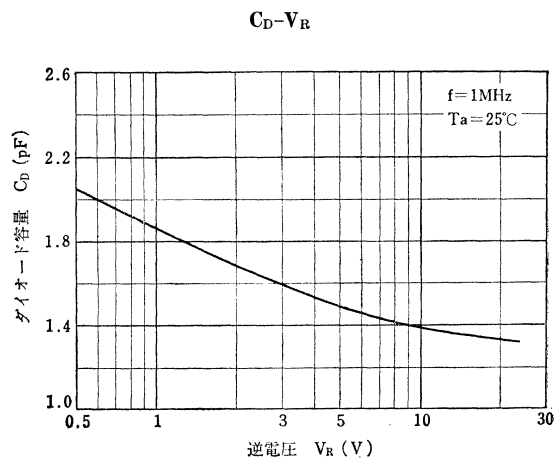
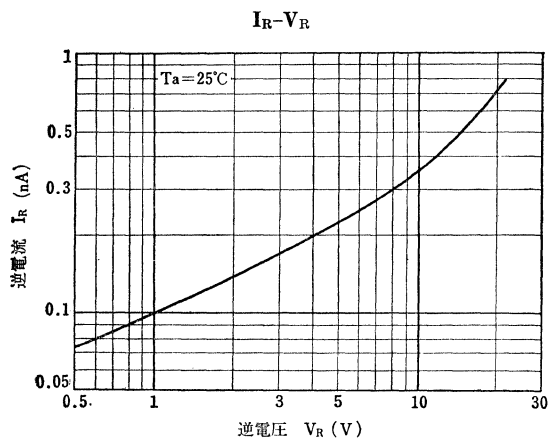
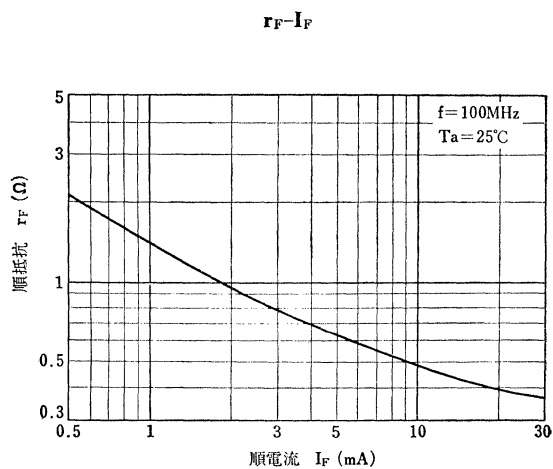
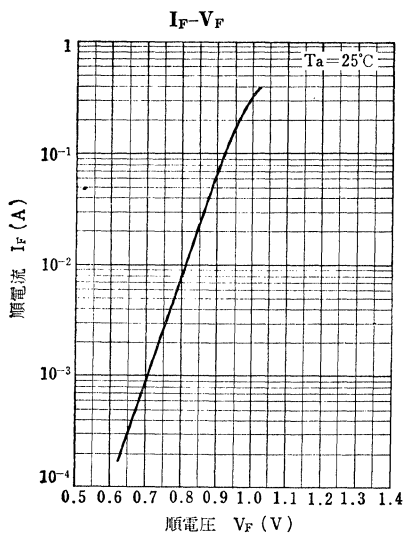
Unit in mm



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
逆電流	I_R	$V_R=15\text{V}$	—	—	100	nA
順電圧	V_F	$I_F=100\text{mA}$	—	—	1.0	V
ダイオード容量	C_D	$V_R=10\text{V}$ $f=1\text{MHz}$	—	—	2.0	pF
容量変化比*	N	—	—	—	1.0	%/V
順抵抗	r_F	$I_F=10\text{mA}$ $f=100\text{MHz}$	—	0.5	1.0	Ω

$$*N = \frac{\Delta C_D}{C_D \Delta V_R} = \frac{C_D(5\text{V}) - C_D(20\text{V})}{C_D(10\text{V}) \times 15} \times 100$$



1S220~1S261

シリコン接合形定電圧ダイオード
SILICON JUNCTION ZENER DIODE

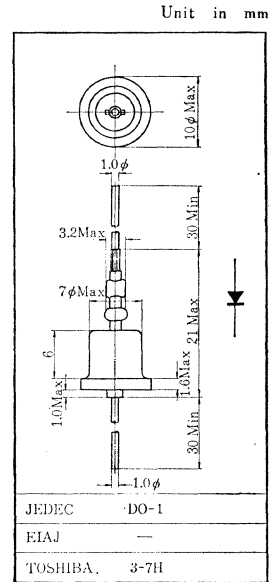
- 通信, 制御, 計測機用 ○定電圧制御用
○ Communications, Controls, Measuring Instruments
○ Constant Voltage Regulators

- 許容損失: $P=1W$
- ツェナー電圧: $V_Z=4.5V\sim 150V$ (Typ.)
- 広範囲な過酷な環境の変化にも耐えます。/ Provide High Reliability under the extremely Hard Condition.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
許容損失	P	1.0	W
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~150	$^\circ C$
許容ツェナー電流	I_{ZM}		*

* 電気的特性の項参照。 See Electrical Characteristics



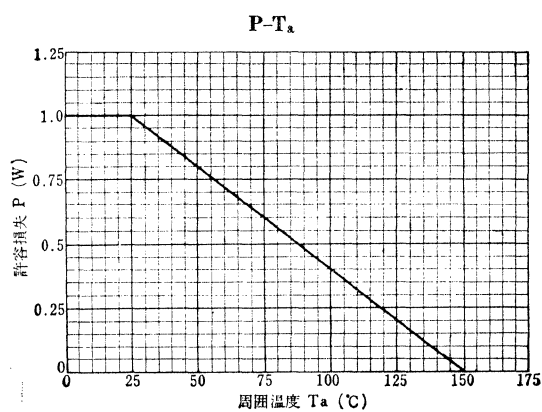
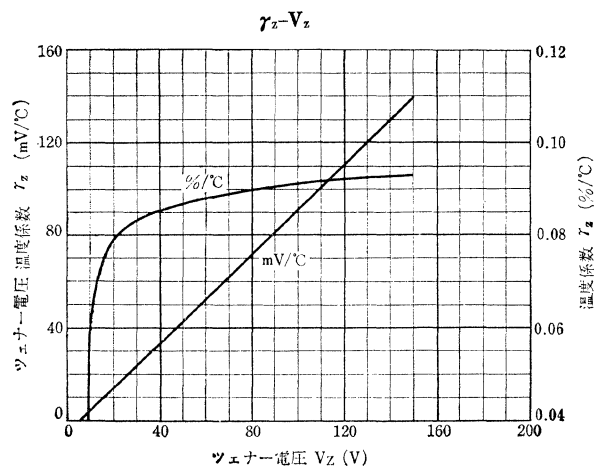
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

形名	ツェナー電圧 V_Z^{**}		動作抵抗 $1r_d$		動作抵抗 $2r_d$		許容 ツェ ナー 電流 I_{ZM} (mA)	温度係数 τ_z			順 電 圧 降 下 ($I_F=0.2A$) V_F (V)	逆 電 流 ($V_R=1V$) I_R (μA)
	標 準	測 定 電 流	最 大	測 定 電 流	最 大	測 定 電 流		Min.	Typ.	Max.		
	Typ. V	I_Z mA	Max. Ω	$I_Z(1)$ mA	Max. Ω	$I_Z(2)$ mA		Max.	(mV/ $^\circ C$)	Max.		
1S220	4.5	50	17	50	550	1	181	-3	-1	1	2	1 ($V_R=0.5V$)
1S221	5.5	50	14	50	550	1	158	-2	0	2	2	1 (/)
△1S222	6.5	35	3.5	35	450	1	139	—	2	4	2	1
△1S223	7.5	35	3	35	400	1	122	—	3	5	2	1
△1S224	8.5	35	4	35	400	1	108	—	4	7	2	1
1S225	9.5	35	4	35	400	1	98	—	5	9	2	1
1S226	11	25	6.5	25	400	1	83	—	7	11	2	1
1S227	12	25	7.5	25	400	1	74	—	8	13	2	1
1S228	13	25	9	25	400	1	70	—	9	14	2	1
△1S229	14	25	11	25	400	1	65	—	10	16	2	1
1S230	15	25	13	25	400	1	61	—	11	17	2	1
1S231	16	17	20	17	400	1	57	—	12	19	2	1
1S232	17	17	20	17	400	1	53	—	13	21	2	1
△1S233	18	17	20	17	400	1	50	—	14	23	2	1
△1S234	19	17	20	17	400	1	48	—	15	24	2	1
1S235	20	17	20	17	400	1	45	—	16	26	2	1
△1S236	22	12	30	12	400	1	41	—	18	28	2	1
1S237	24	12	30	12	500	1	38	—	20	32	2	1
△1S238	25	12	30	12	500	1	36	—	21	34	2	1
△1S239	27	12	30	12	500	1	33	—	23	36	2	1

1S240	30	12	30	12	500	1	30	—	25	40	2	1
△1S241	33	10	40	10	500	1	27	—	29	45	2	1
△1S242	36	10	40	10	500	1	25	—	32	50	2	1
△1S243	39	10	40	10	500	1	23	—	35	54	2	1
△1S244	43	6	50	6	800	1	21	—	38	60	2	1
△1S245	45	6	55	6	800	1	20	—	40	62	2	1
△1S246	47	6	60	6	800	1	19	—	43	65	2	1
△1S247	50	6	65	6	800	1	18	—	45	68	2	1
△1S248	52	6	70	6	1000	1	17	—	47	72	2	1
△1S249	56	6	80	6	1000	1	16	—	50	78	2	1
△1S250	62	4	100	4	1000	1	14	—	55	84	2	1
1S251	68	4	120	4	1000	1	13	—	62	94	2	1
△1S252	75	4	150	4	1000	1	12	—	68	100	2	1
△1S253	82	3	170	3	1500	1	11	—	75	110	2	1
1S254	91	3	220	3	1500	1	10	—	85	120	2	1
△1S255	100	3	260	3	1500	1	9	—	90	140	2	1
△1S256	105	3	290	3	1500	1	8	—	95	150	2	1
△1S257	110	3	320	3	2000	1	8	—	100	155	2	1
△1S258	120	3	400	3	2000	1	7	—	110	170	2	1
△1S259	130	3	450	3	2000	1	7	—	120	180	2	1
△1S260	140	3	500	3	2000	1	6	—	130	190	2	1
△1S261	150	3	600	3	2000	1	6	—	140	210	2	1

** V_Z の許容電圧幅±10% Permissible Zener Voltage Value ±10%

△ 受注生産品種です。 Produce with an order.



1S262~1S303

シリコン接合形定電圧ダイオード
SILICON JUNCTION ZENER DIODE

○定電圧制御用 通信, 制御, 計測機用

○ Constant Voltage Regulators Communications, Controls, Measuring Instruments Applications

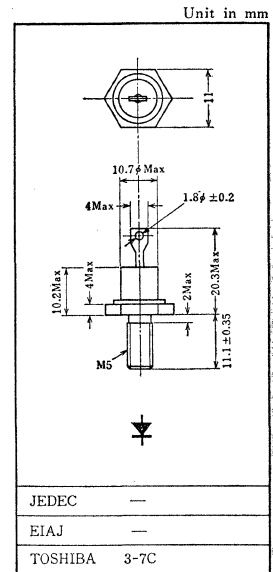
- 許容損失: $P=10W$
- ツェナー電圧: $V_Z = 4.5V \sim 150V$ (Typ.)
- 広範囲の過酷な環境の変化にも耐えます。/ Provide high Reliability under the extremely Hard Condition.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
許容損失*	P	10	W
接合部温度	T_J	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-55~150	$^\circ C$
許容ツェナー電流	I_{ZM}	**	

* 100×100×2mm Al放熱板使用 (Heat Sink).

** 電気的特性の項参照, See Electrical Characteristics.



アクセサリは AC23A を適用

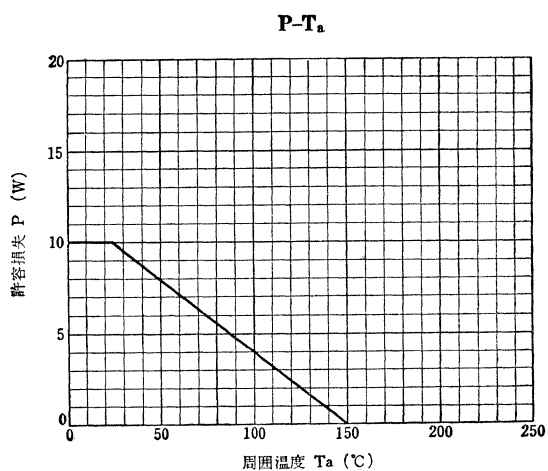
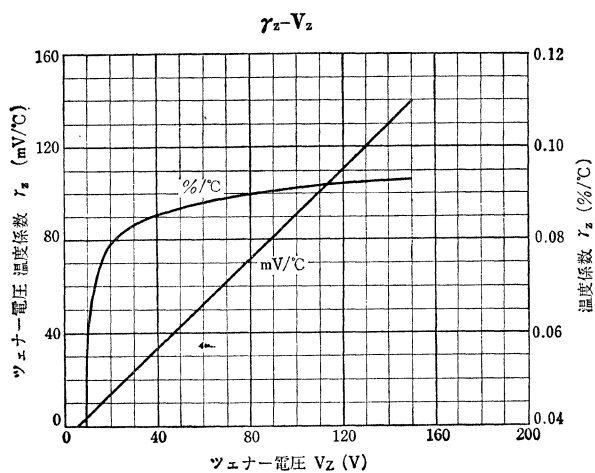
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

形名	ツェナー電圧 V_Z ***		動作抵抗 I_{rd}		動作抵抗 $2r_d$		許容ツェナー電流 I_{ZM} (mA)	温度係数 r_z (mV/ $^\circ C$)			順電圧降下 ($I_F=2A$) V_F (V)	逆電流 ($V_R=1V$) I_R (μA)
	標	測定電流	最	測定電流	最	測定電流		Min.	Typ.	Max.		
	準	I_Z	大	$I_Z(1)$	大	$I_Z(2)$						
Typ.	V	mA	Max.	Ω	Max.	Ω	Max.	Max.	Max.	Max.		
1S262	4.5	500	2.5	500	550	1	1810	-3	-1	1	2	5 ($V_R=0.5V$)
1S263	5.5	500	2.0	500	550	1	1580	-2	0	2	2	5 (/)
△1S264	6.5	350	1.2	350	550	1	1390	—	2	4	2	5
△1S265	7.5	350	1.3	350	300	1	1220	—	3	5	2	5
△1S266	8.5	350	1.5	350	300	1	1080	—	4	7	2	5
1S267	9.5	350	2	350	300	1	980	—	5	9	2	5
1S268	11	250	3	250	300	1	830	—	7	11	2	5
1S269	12	250	3	250	300	1	740	—	8	13	2	5
1S270	13	250	3	250	300	1	700	—	9	14	2	5
△1S271	14	250	3	250	300	1	650	—	10	16	2	5
1S272	15	250	3	250	300	1	610	—	11	17	2	5
1S273	16	170	4	170	300	1	570	—	12	19	2	5
1S274	17	170	4	170	300	1	530	—	13	21	2	5
△1S275	18	170	4	170	300	1	500	—	14	23	2	5
△1S276	19	170	4	170	300	1	480	—	15	24	2	5
1S277	20	170	4	170	300	1	450	—	16	26	2	5
△1S278	22	120	5	120	300	1	410	—	18	28	2	5
1S279	24	120	5	120	300	1	380	—	20	32	2	5
△1S280	25	120	5	120	300	1	360	—	21	34	2	5
△1S281	27	120	5	120	300	1	330	—	23	36	2	5

1S282	30	120	6	120	300	1	300	—	25	40	2	5
△ 1S283	33	100	7	100	300	1	270	—	29	45	2	5
△ 1S284	36	100	8	100	300	1	250	—	32	50	2	5
△ 1S285	39	100	8	100	300	1	230	—	35	54	2	5
△ 1S286	43	60	9	60	400	1	210	—	38	60	2	5
△ 1S287	45	60	10	60	400	1	200	—	40	62	2	5
△ 1S288	47	60	10	60	400	1	190	—	43	65	2	5
△ 1S289	50	60	11	60	500	1	180	—	45	68	2	5
△ 1S290	52	60	12	60	500	1	170	—	47	72	2	5
△ 1S291	56	60	12	60	500	1	160	—	50	78	2	5
△ 1S292	62	40	13	40	600	1	140	—	55	84	2	5
△ 1S293	68	40	14	40	600	1	130	—	62	94	2	5
△ 1S294	75	40	16	40	600	1	120	—	68	100	2	5
△ 1S295	82	30	20	30	700	1	110	—	75	110	2	5
△ 1S296	91	30	20	30	800	1	100	—	85	120	2	5
△ 1S297	100	30	30	30	900	1	91	—	90	140	2	5
△ 1S298	105	30	30	30	1000	1	87	—	95	150	2	5
△ 1S299	110	30	40	30	1100	1	82	—	100	155	2	5
△ 1S300	120	30	50	30	1200	1	75	—	110	170	2	5
△ 1S301	130	30	60	30	1300	1	70	—	120	180	2	5
△ 1S302	140	30	70	30	1400	1	65	—	130	190	2	5
△ 1S303	150	30	80	30	1500	1	60	—	140	210	2	5

*** V_Z の許容電圧幅 $\pm 10\%$ です。 / Permissible Zener Voltage $\pm 10\%$

△ 受注生産品種です。 / Produce with an Order.



02Z5.6A~02Z24A (1S2111A~1S2123A)

シリコンプレーナ形定電圧ダイオード SILICON PLANAR ZENER DIODE

○通信、計測、制御用 ○定電圧制御用 ○基準電圧用
○Communications, Controls Measuring Instruments Applications ○Reference voltage Applications.

- 許容損失 P=250mW
- 電圧範囲を細分しております：約±5%/Nominal Voltage Tolerance : about±5%
- 外形が小さい：DO-7の約1/4の体積です。 / Hermetically Sealed Miniature Glass Package
- プレーナ化による高信頼度製品です。 / High Reliability

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
許容損失	P	250	mW
せん頭許容損失*	P _{peak}	1250	mW
最大許容ツェナー電流***	I _{ZM}	—	—
接合部温度	T _j	175	°C
保存温度	T _{stg}	-65~175	°C

* Isecのバルスサージ電力です。 / Allowable Peak Power for Surge Pulse of 1 Second

** 02Z5.6A~02Z18Aは次表に示すように、相当するEIAJ登録番号1S2111A~1S2123Aを有しておりますが、現品には次のように形名表示されております。

例 Z5.6 (黒色マーク)

Identification Example : 02Z5.6A is marked as Z5.6

*** 電気的特性の項参照

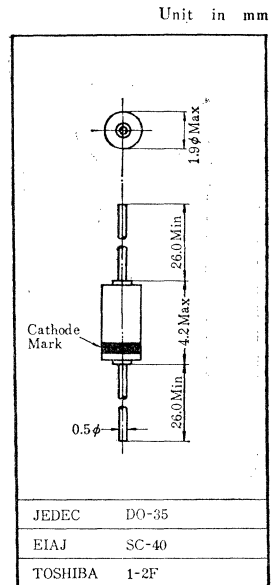
See Electrical Characteristics.

電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

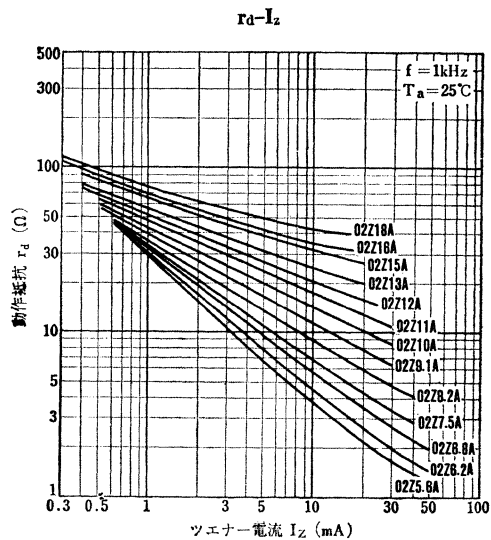
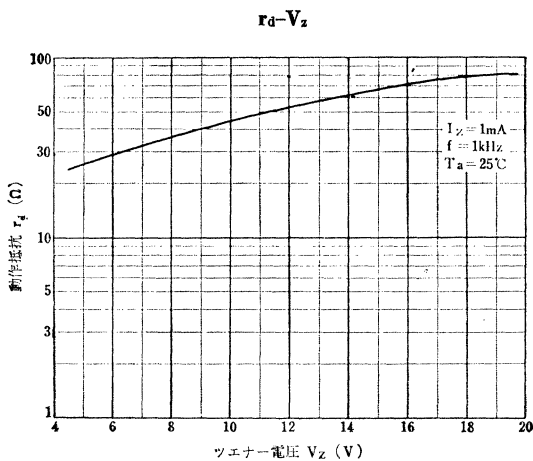
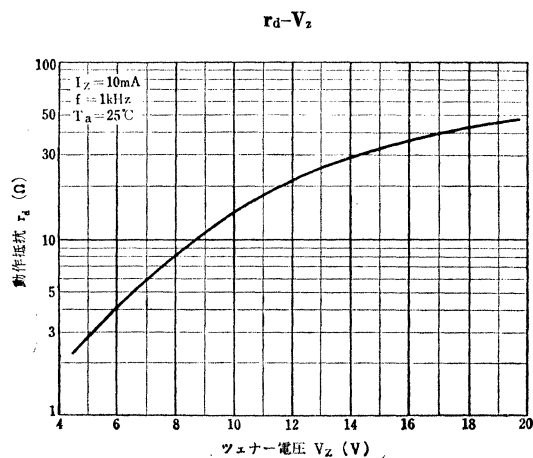
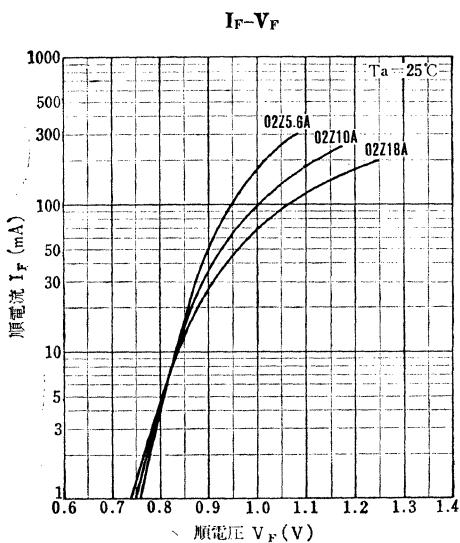
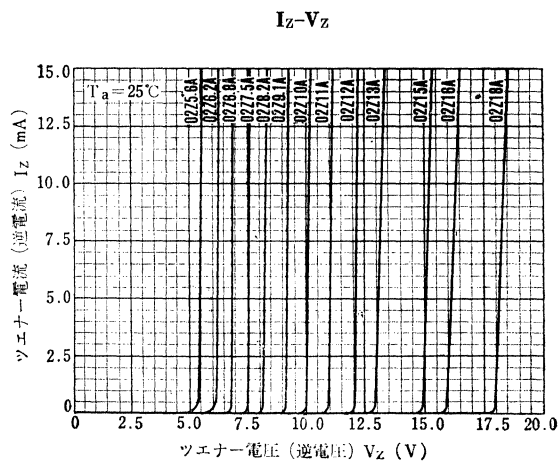
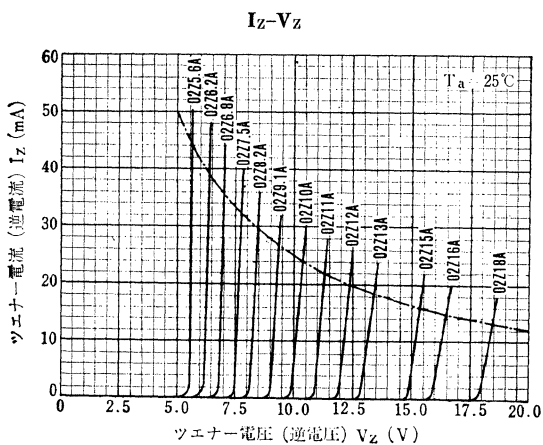
形名**	Characteristic	ツェナー電圧			動作抵抗		温度係数		測定電流 I _Z (mA)	逆電流 I _R μA Max.	測定電圧 V _R (V)	最大許容ツェナー電流 I _{ZM} mA Max.
	Symbol	V _Z			r _d ***		γ _Z					
	Unit	V			Ω		%/°C					
	Limit	Min.	Typ.	Max.	Typ.	Max.	Typ.	Max.				
02Z5.6A (1S2111A)		5.3	5.6	6.0	4	30	0.032	0.050	10	1	2	42
02Z6.2A (1S2112A)		5.8	6.2	6.6	5	20	0.042	0.060	10	1	3	38
02Z6.8A (1S2113A)		6.4	6.8	7.2	7	15	0.048	0.065	8	1	5	34
02Z7.5A (1S2114A)		7.1	7.5	7.9	8	15	0.055	0.070	8	1	6	31
02Z8.2A (1S2115A)		7.7	8.2	8.7	10	20	0.060	0.077	8	1	6.5	28
02Z9.1A (1S2116A)		8.6	9.1	9.6	15	30	0.065	0.081	6	0.5	7	26
02Z10A (1S2117A)		9.4	10	10.6	18	35	0.070	0.085	6	0.5	8	23
02Z11A (1S2118A)		10.4	11	11.6	22	40	0.074	0.088	6	0.5	8.5	21
02Z12A (1S2119A)		11.4	12	12.6	27	50	0.077	0.090	5	0.5	9	19
02Z13A (1S2120A)		12.4	13	14.1	32	60	0.080	0.092	5	0.5	10	17
02Z15A (1S2121A)		13.9	15	15.6	38	70	0.084	0.095	5	0.5	11	15
02Z16A (1S2122A)		15.4	16	17.1	46	90	0.087	0.097	3.5	0.5	12	14
02Z18A (1S2123A)		16.9	18	19.1	54	100	0.092	0.099	3.5	0.5	14	12
02Z24A		22.7	24	25.9	70	200	0.092	0.110	2.5	0.5	18	9

**** 測定周波数 f=1kHz.

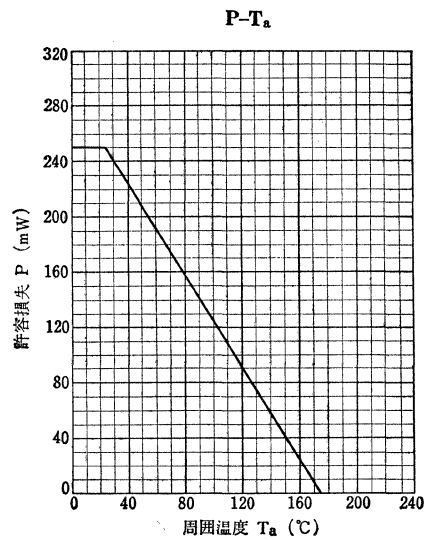
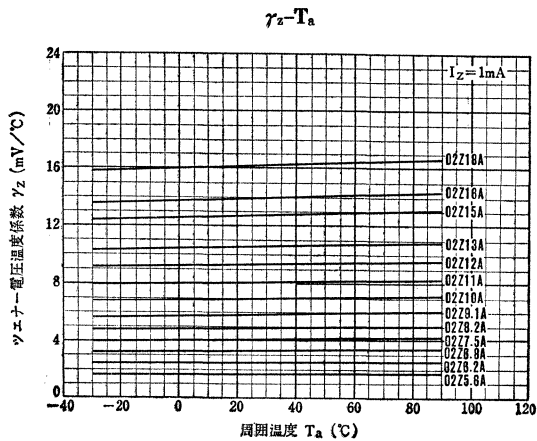
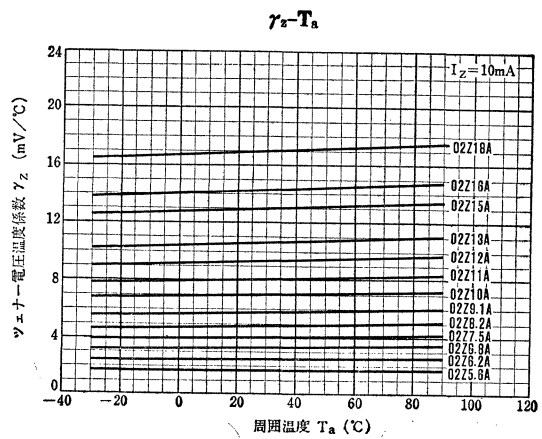
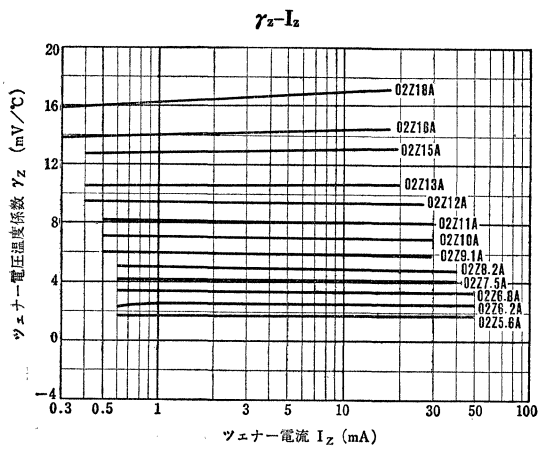
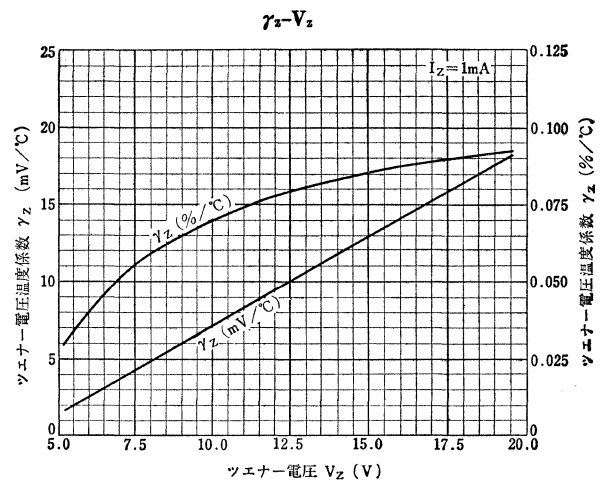
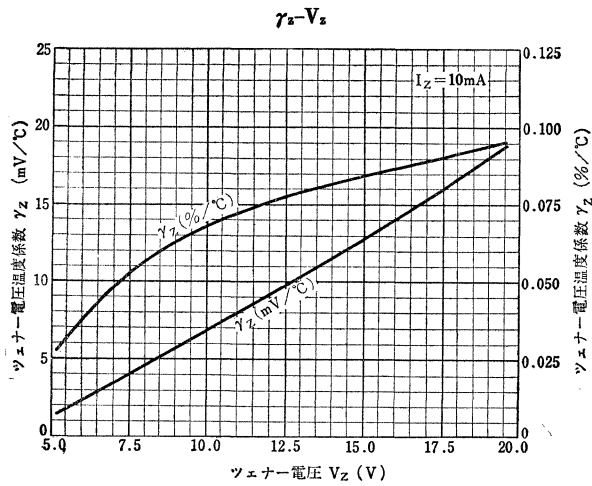
Test Frequency f=1kHz.



02Z5.6A~02Z24A (1S2111A~1S2123A)



02Z5.6A~02Z24A (1S2111A~1S2123A)



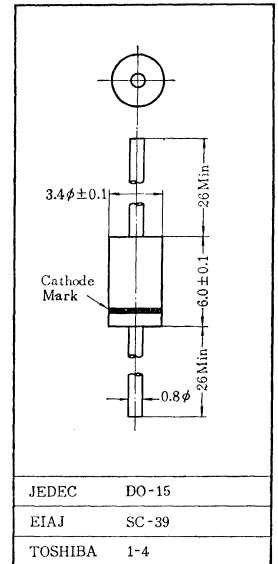
シリコン拡散接合形定電圧ダイオード
SILICON DIFFUSED JUNCTION ZENER DIODE

1Z11, 1Z12, 1Z24

- 通信, 制御計測機用 ○定電圧制御用
○ Communications, Controls, Measuring Instruments Applications
○ Constant Voltage Regulators.

- 許容損失: $P=1W$
- ツェナー電圧: $V_Z=11, 12, 24V$
- 広範囲の苛酷な環境の変化にも耐えます。/Provide High Reliability under the extremely Hard Condition.
- エポキシ樹脂で覆われており絶縁を考慮しなくても結構です。/No Consideration necessary for insulation because of being enveloped in Epoxide Resin.

Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

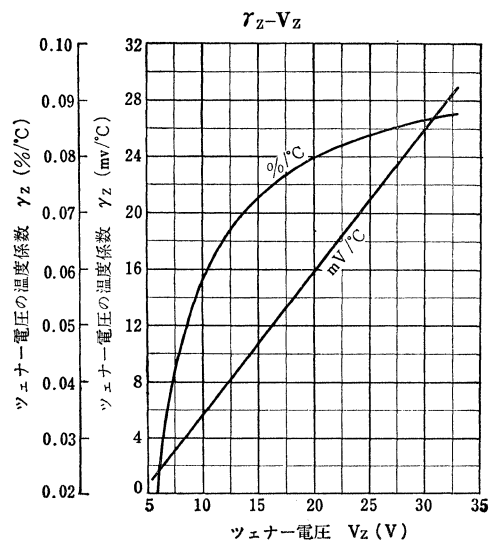
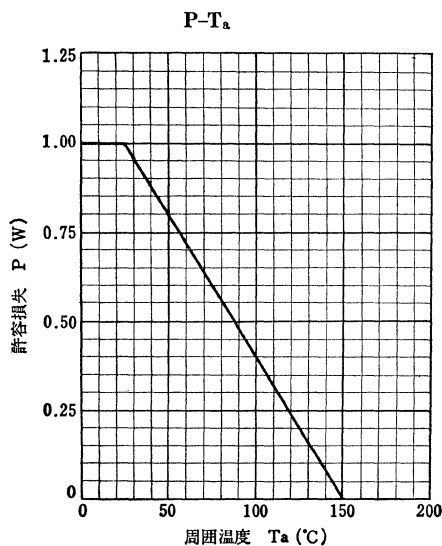
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
許容ツェナー電流*	I_{ZM}	—	—
許容損失	P	1	W
接合部温度	T_j	150	$^\circ C$
保存温度	T_{sig}	-40~150	$^\circ C$

* 電気的特性の項参照。
See Electrical Characteristics

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

形名	Characteristic	ツェナー電圧*			動作抵抗測定電流		許容電流	温度係数		順電圧降下	
		Symbol	V_Z			rd	I_Z	I_{ZM}	γ_Z		V_F
	Unit	V			Ω	mA	mA	mV/ $^\circ C$		V	A
	Limit	Min.	Typ.	Max.	Max.		Max.	Typ.	Max.	Max.	
1Z11		9.9	11	12.1	30	10	85	7	11	2	0.2
1Z12		10.8	12	13.2	30	10	80	8	13	2	0.2
1Z24		21.6	24	26.4	30	10	38	20	32	2	0.2

* V_Z の許容電圧幅 $\pm 10\%$ です。/Permissible Zener Voltage $\pm 10\%$.



1S2454 1S2452, 1S2453,

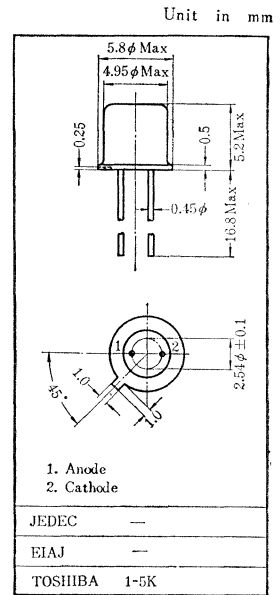
シリコンプレーナ形温度補償形定電圧ダイオード SILICON PLANAR TEMPERATURE COMPENSATED ZENER DIODE(TENTATIVE)

- 通信計測制御用 ○標準電圧用 ○定電圧制御用
○ Communications, Controls Measuring Instruments Applications
○ Reference Voltage Applications

- 取り扱いが簡単で長期間安定です / Stable and long life
- 温度係数が非常に小さい : $|r_z| = 0.002\%/^{\circ}\text{C}(\text{Max.})$ (1S2454) / Excellent Temperature Coefficient over wide Temperature Range.
- 動作抵抗が非常に小さい : $r_d = 15\Omega(\text{Max.})$
- 消費電力が少ない。

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^{\circ}\text{C}$)

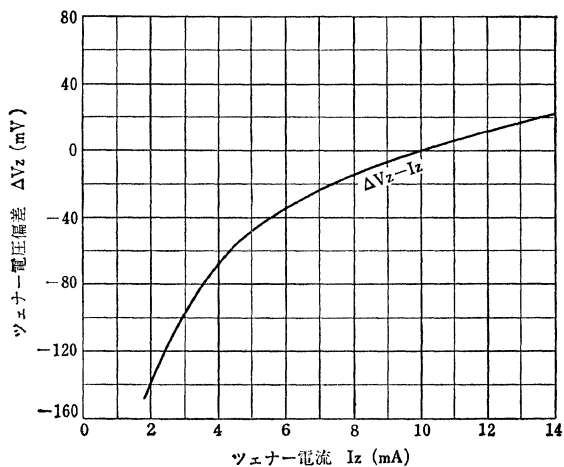
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
許容損失	P	250	mW
接合部温度	T_j	150	$^{\circ}\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^{\circ}\text{C}$
動作温度	T_{opr}	-25~75	$^{\circ}\text{C}$



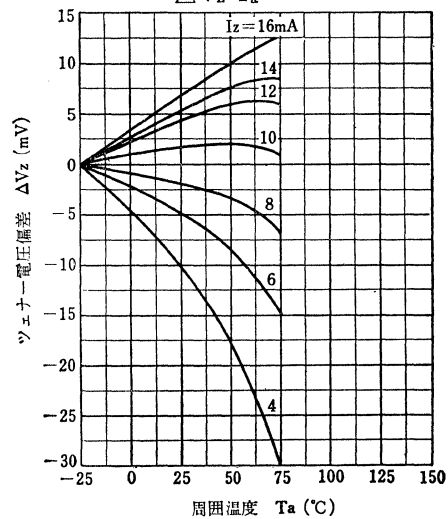
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^{\circ}\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
ツェナー電圧	V_z	$I_z = 10\text{mA}$	6.0	6.35	7.0	V
逆電流	I_R	$V_R = 3\text{V}$	—	—	10	μA
動作抵抗	r_d	$I_z = 10\text{mA}$	—	—	15	Ω
ツェナー電圧温度係数	$ r_z $	$I_z = 10\text{mA}$ $T_a = -25 \sim 75^{\circ}\text{C}$	—	—	0.01	$\%/^{\circ}\text{C}$
			—	—	0.005	
			—	—	0.002	

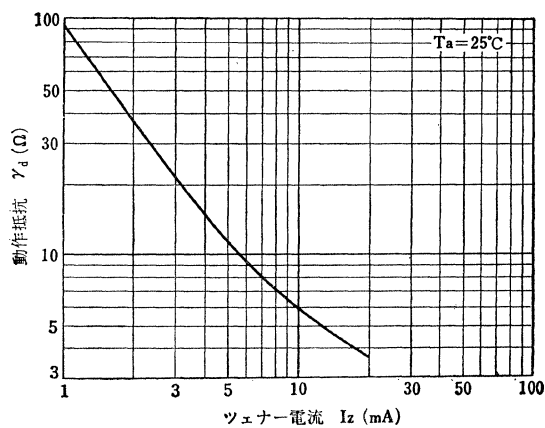
$\Delta V_Z - I_Z$



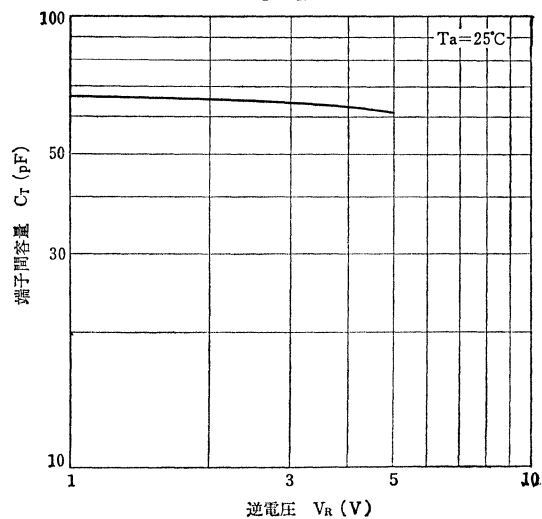
$\Delta V_Z - T_a$



$r_d - I_Z$



$C_T - V_R$



1S1650, 1S1651

シリコンプレーナ形可変容量ダイオード SILICON PLANAR VARIABLE CAPACITANCE DIODE

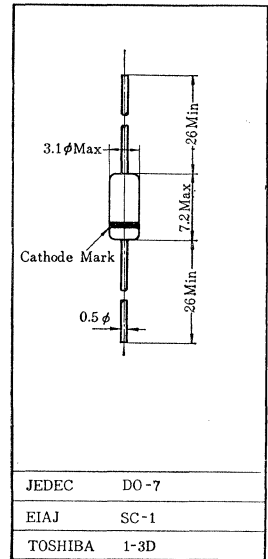
- 無線機器チューナ, 周波数てい倍, 発振用
- Suitable for Radio Tunner, Multiplier and Oscillator.

Unit in mm

- 容量が大きい : $C_T = 60 \text{ pF (Min.) (} V_R = 2.5 \text{ V)}$
 $C_T = 21 \text{ pF (Min.) (} V_R = 31 \text{ V)}$
- 高逆電圧です : $V_{RM} = 40 \text{ V}$
- Qが高い : $Q = 100 \text{ (Min.) (} f = 20 \text{ MHz)}$ 1S1650

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ \text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	40	V
許容損失	P	400	mW
接合部温度	T_j	150	$^\circ \text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~150	$^\circ \text{C}$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ \text{C}$)

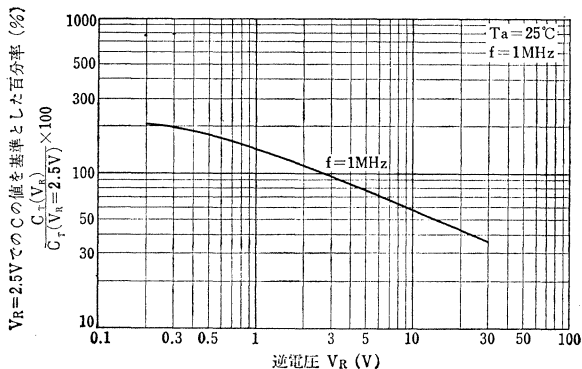
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
逆電圧	V_R	$I_R = 1 \text{ mA}$	40	—	—	V
端子間容量	C_T	$V_R = 2.5 \text{ V}$ $f = 1 \text{ MHz}$	60	80	100	pF
		$V_R = 31 \text{ V}$ $f = 1 \text{ MHz}$	21	28	35	
容量変化率	r^*	$V_R = 2.5 \text{ V, } f = 1 \text{ MHz}$ $V_R = 31 \text{ V, } f = 1 \text{ MHz}$	—	$\frac{1}{2.36}$	—	
Q	Q	$V_R = 2.5 \text{ V}$ $f = 20 \text{ MHz}$	100	—	—	
			40	—	—	
逆電流	I_R	$V_R = 2.5 \text{ V}$	1S1650	—	—	0.5
			1S1651	—	—	
		$V_R = 31 \text{ V}$	1S1650	—	—	5
			1S1651	—	—	

* $C_T(V_R = 2.5 \text{ V})$ と $C_T(V_R = 31 \text{ V})$ より次式で求められる。

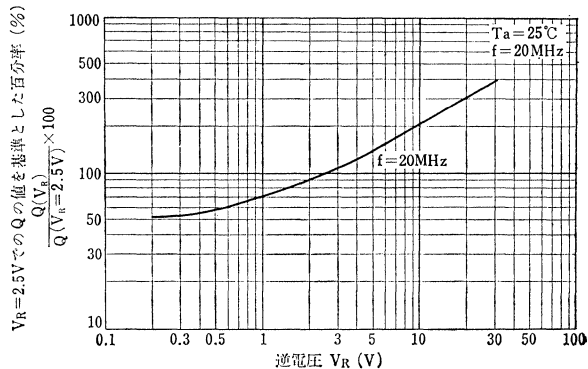
The Capacitance Variable Ratio r is defined as follows.

$$r = \frac{\log C(2.5 \text{ V}) - \log C(31 \text{ V})}{\log 31 - \log 2.5}$$

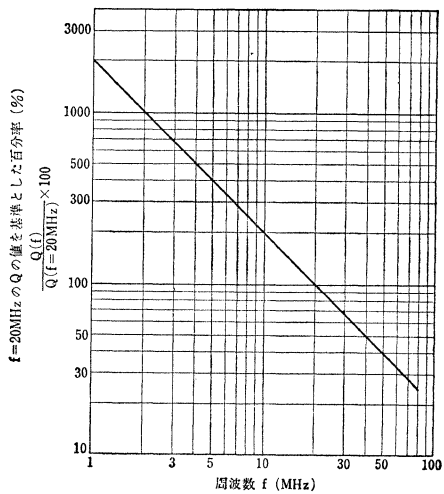
$$\frac{C_T(V_R)}{C_T(V_R=2.5V)} \times 100 - V_R$$



$$\frac{Q(V_R)}{Q(V_R=2.5V)} \times 100 - V_a$$



$$\frac{Q(f)}{Q(f=20\text{MHz})} \times 100 - f$$



1S1658

シリコンエピタキシャルプレーナ形可変容量ダイオード
SILICON EPITAXIAL PLANAR VARIABLE CAPACITANCE DIODE

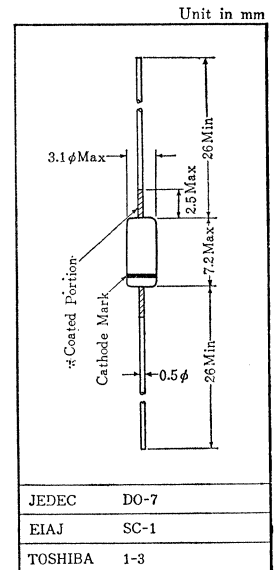
○ FM AFC用

○ FM AFC Applications

- Qが高い: $Q=100$ (Typ.) ($f=50\text{MHz}$)
- 逆電流が小さい: $I_R=0.5\mu\text{A}$ (Max.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

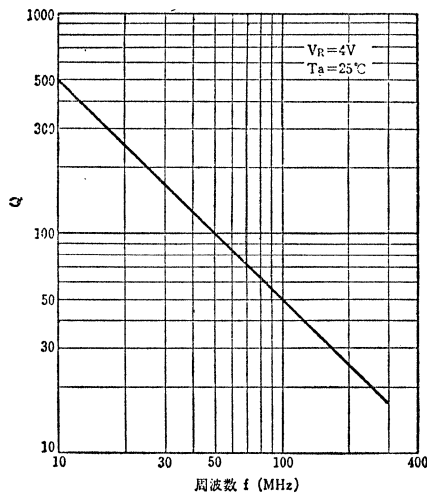
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
直流逆電圧	V_R	20	V
接合部温度	T_j	150	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~150	$^\circ\text{C}$



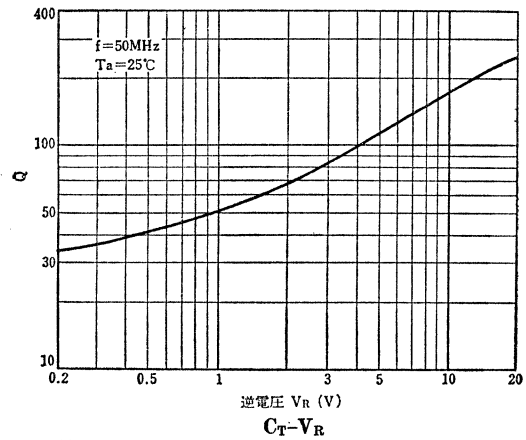
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
逆電流	I_R	$V_R=20\text{V}$	—	—	0.5	μA
端子間容量	C_T	$V_R=4\text{V}$	20	32	45	pF
Q	Q	$V_R=4\text{V}, f=50\text{MHz}$	40	100	—	

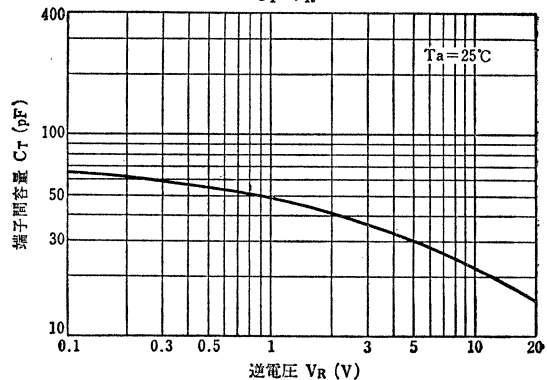
Q-f



Q- V_R



C_T - V_R



シリコンエピタキシャルプレーナ形可変容量ダイオード
 SILICON EPITAXIAL PLANAR VARIABLE CAPACITANCE DIODE(TENTATIVE)

1S2094

〇UHF, VHF帯AFC用

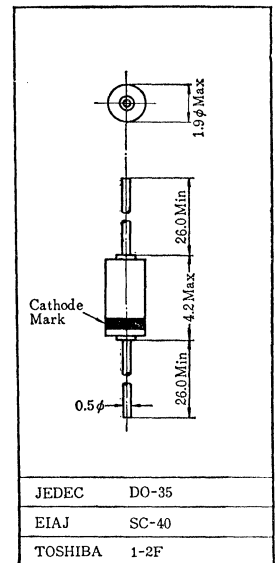
○ UHF, VHF AFC Applications

- L_s が小さい./ Small Lead Inductance.
- Q が高い. : $Q=150$ (Min.) ($f=50\text{MHz}$)
- 逆電流が小さい : $I_R=0.1\mu\text{A}$ (Max.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
直流逆電圧	V_R	18	V
接合部温度	T_j	150	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~150	$^\circ\text{C}$

Unit in mm

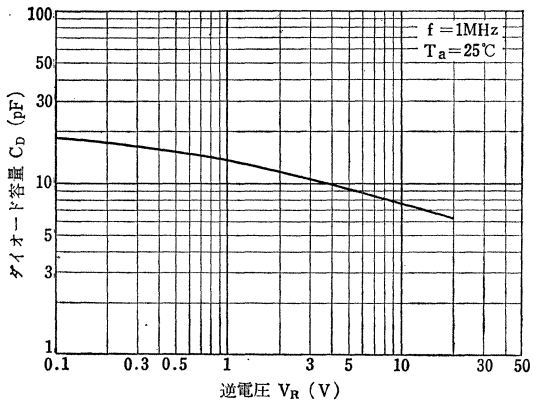


電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

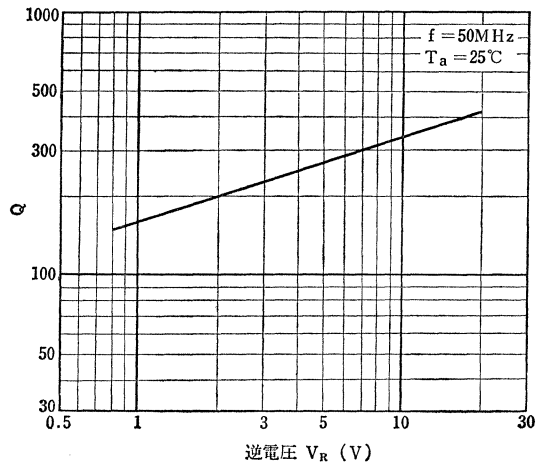
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
逆電流	I_R	$V_R=4\text{V}$	—	—	100	nA
ダイオード容量	C_D	$V_R=4\text{V}, f=1\text{MHz}$	7.0	—	11.0	pF
容量比 *	K		0.210	—	0.280	—
Q	Q	$V_R=4\text{V}, f=50\text{MHz}$	150	—	—	—

$$* K = \frac{2V_{C_D} - 4V_{C_D}}{4V_{C_D}}$$

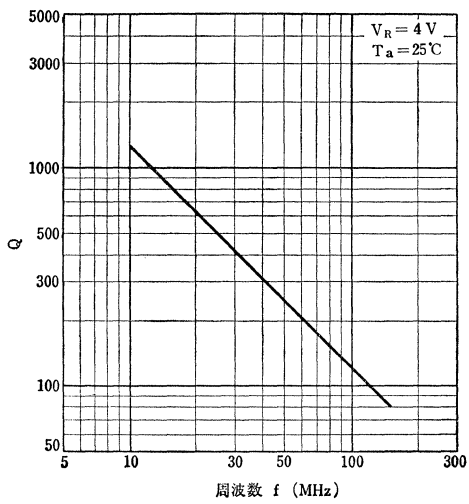
C_D-V_R



$Q-V_R$



$Q-f$



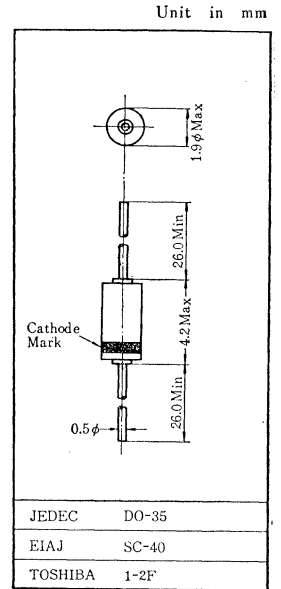
○FM受信機AFC用

○ AFC Diode for FM Receiver

- Qが高い : Q=70 (Min.) (f=50MHz)
- 逆電流が小さい : $I_R=100\text{nA}$ (Max.) ($V_R=4\text{V}$)
- 外囲器が小型です : DO-35Type

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

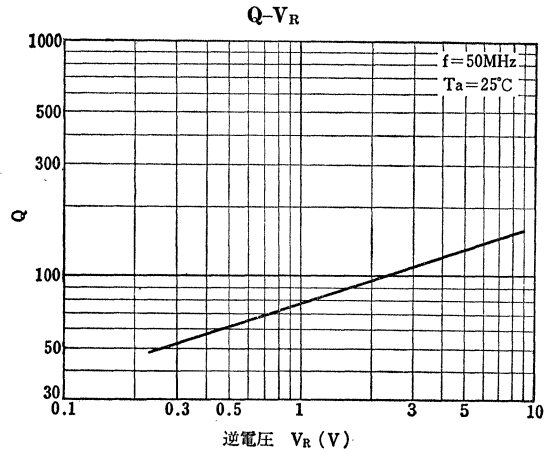
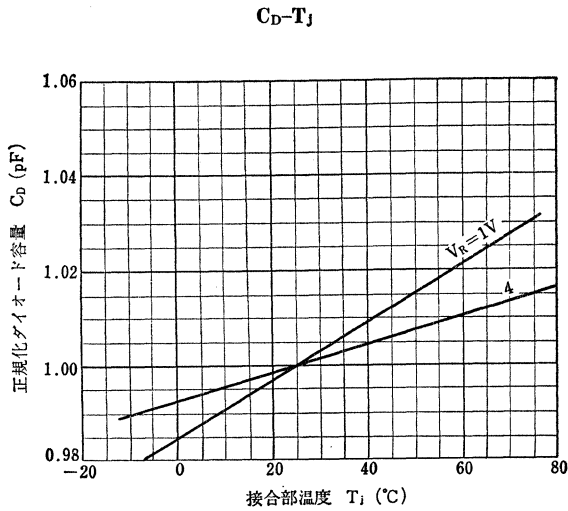
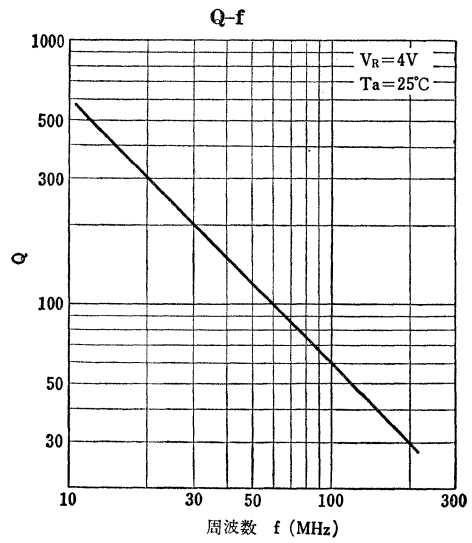
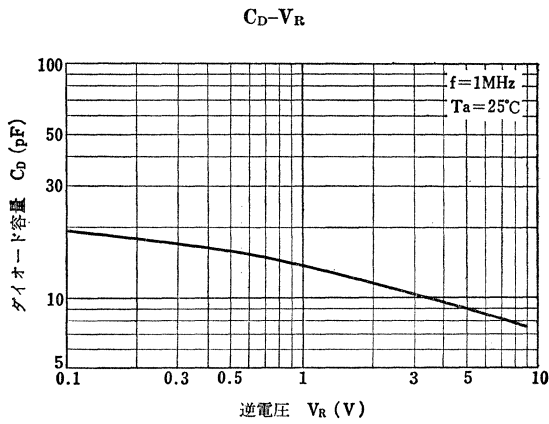
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
直流逆電圧	V_R	15	V
接合部温度	T_j	150	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~150	$^\circ\text{C}$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
逆電流	I_R	$V_R=4\text{V}$	—	—	100	nA
ダイオード容量	C_D	$V_R=4\text{V}, f=1\text{MHz}$	7	—	14	pF
容量比 *	K		0.210	—	0.500	
Q	Q	$V_R=4\text{V}, f=50\text{MHz}$	70	—	—	

$$* K = \frac{C_D (@V_R=2\text{V}, f=1\text{MHz}) - C_D (@V_R=4\text{V}, f=1\text{MHz})}{C_D (@V_R=4\text{V}, f=1\text{MHz})}$$



AFC 回路例 AFC Circuit Example.

Fig. 1 の AFC 制御電圧により Fig. 2 の AFC 特性を得る

Fig.2 AFC 特性 AFC Characteristics

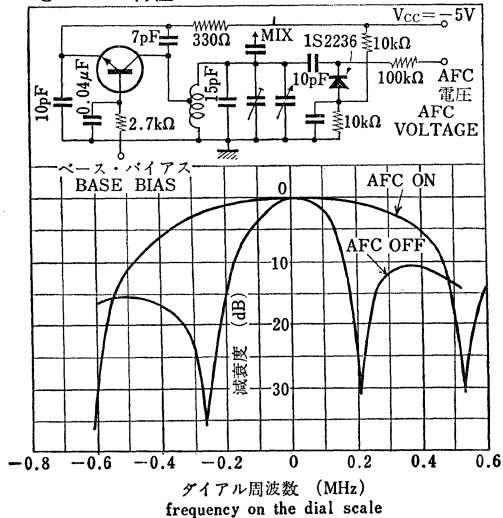
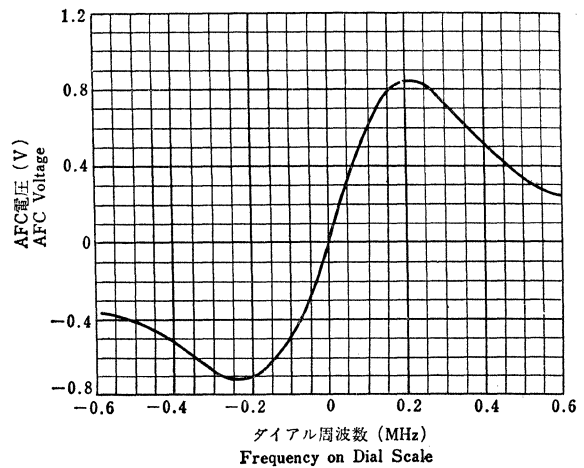


Fig.1 周波数弁別特性 (AFC制御電圧特性)
Discriminator Characteristics



○メータ保護用

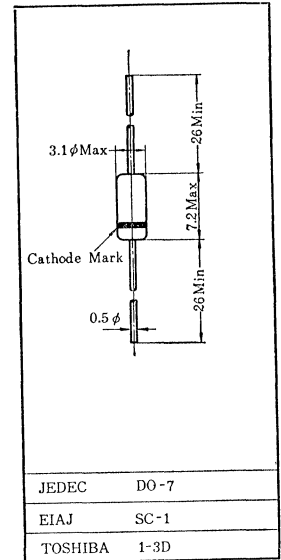
○ Meter Protection Application

● マイクロアンメータの保護に使用できます。

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭順電流	I_{FM}	200	mA
平均整流電流	I_O	65	mA
接合部温度	T_J	150	°C
保存温度	T_{stg}	-55~150	°C

Unit in mm



電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
順電流	I_F	$V_F=0.3V$	—	—	0.1	μA
		$V_F=0.8V$	10	—	—	mA
逆電流	I_R	$V_R=1V$	—	—	0.5	μA

メータ保護の基本原

1S144は Fig 1 に示すような順特性、すなわち、順電圧のある値以上で対数的に急上昇する電流特性をもつダイオードで電流計の並列素子として用いることにより簡単な回路でメータを保護できます。

すなわち電圧が0.3V以下ですと、順電流は0.1 μA 以下の電流しか流れませんから、メータのフルスケールにおいて、Fig.4のA B間の電位差が0.3V位になるように選びますと、100 μA フルスケールのメータを使用した場合でも最大誤差は0.1%となります。

一方A B間の電位差が0.8V以上になりますと、Fig1 からわかるように順電流は急激に増加して、ほぼ一定電圧に保たれますから、メータにはフルスケール時の3倍弱の電流が流れるだけですみます。

従って、メータの過電流をできるだけ小さくするには、使用ダイオードの静特性から順方向遮断電流がメータのフルスケール値で誤差以下になるような最大電圧値をA B間の電圧に決定すればよいことになります。

Protection for a Meter

To protect a meter movement from burning by excess current, an element which has a characteristic of sudden current increase when the impressed voltage to the element exceeds a certain value, has to be connected in parallel with the meter so that the excess current may bypass through it.

Toshiba Diode 1S144 has a logarithmic increase characteristic in forward current against forward voltage (see Fig 1), so it is recommended as a meter protection parallel element.

使用回路例

(4) 直流電流計 Fig 4は保護回路を、Fig2は Fig1 に示すような特性の1S144を周囲温度25°Cで使用した時の電源電流 I とメータ電流 I_M との関係を示します。使用直流電流計Mはフルスケール100 μA 、内部抵抗は1.92k Ω であります。直流抵抗 R_s は1S144の正方向立上り電圧とメータのバイアス電圧とを調整するために入れられ、Fig2からわかるように、この値が大きいく程保護効果は大きくなります。

しかし、 R_s が高過ぎると I_1 が100 μA 以下で保護効果があらわれはじめるので、フルスケール近辺で誤差を生じる恐れがあります。従って1S144を常温で保護装置に使う時は、 R_s を1k Ω 以下の値で使用することが望ましい。仮に R_s が零であるとしても50倍のオーバロードに耐え得る電流計ならば問題はありせん。

なお1S144は100 μA のメータに $R_s=0$ で使用した時、周囲温度 65°Cまで、分流効果による誤差は0.5%以内です。

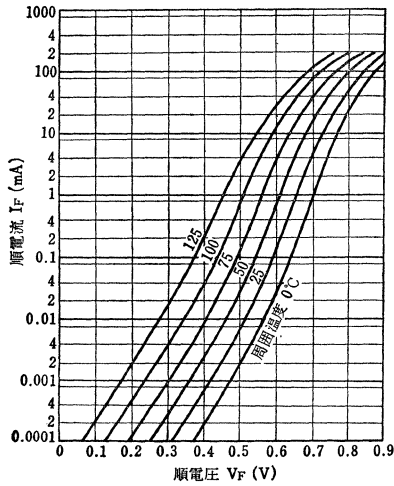
1S144

(四) 直流電圧計 Fig. 5は直流電圧計の場合で、使用メータは内部抵抗 $2k\Omega$ 、フルスケール $100\mu A$ です。ダイオード端子間に $0.28V$ かかるように直列抵抗を 800Ω と決めると、倍率抵抗と組合せて $10k\Omega/V$ の電圧計になっています。Fig. 3は $10V$ タップにおける入力電圧対メータ分流電流の関係を示していますが、過大電圧においてもメータ電流は定格電流の $2.5\sim 5$ 程度におさえられます。

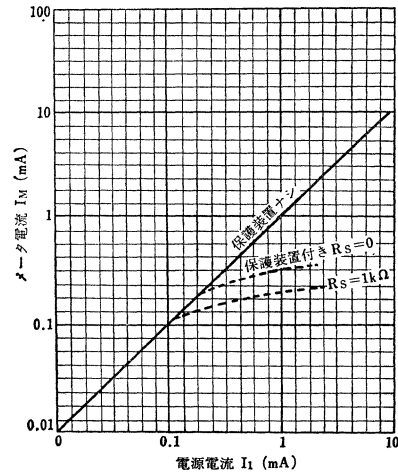
R_s や温度効果については直流電流計の場合と全く同じです。

(五) 交流電圧計 Fig. 6は交流電圧計の例で、メータはフルスケール $1mA$ で内部電圧降下は $0.5V$ です。図からもわかるように1S144を4個使用し、それぞれの正方向特性を利用しています。

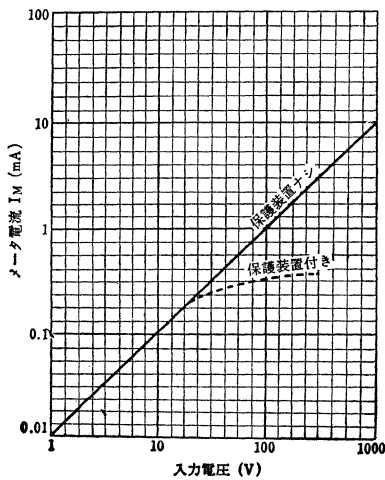
V_F-I_F (Fig. 1)



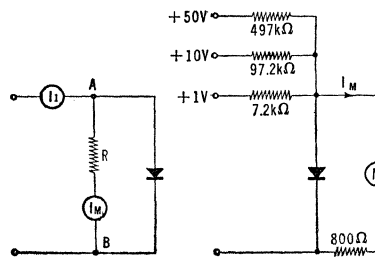
Meter Current-Supply Current Characteristics (Fig. 2)



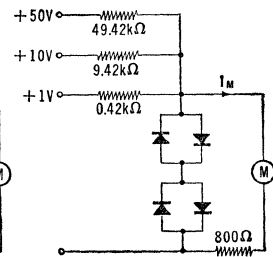
Meter Current-Input Voltage Characteristics (Fig. 3) (Fig. 4)



(Fig. 5)



(Fig. 6)



○サイリスタライアックトリガ用

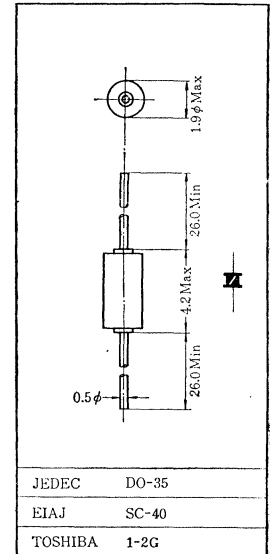
○ Thyristor Triac Triggering

- 両方向に対称な負性抵抗特性を有し、正負いずれの印加電圧に対しても対称なスイッチ特性を示します / This device has negative resistance switching characteristics for both directions of applied voltage

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭電流 (Ta=25°C) (パルス幅10μs)	I _M	2(50Hz)	A
接合部温度	T _j	125	°C
保存温度	T _{stg}	-25~125	°C

Unit in mm



電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
ブレイクオーバー電圧	b _v	Fig. 2	26	—	38	V
ブレイクオーバー電流	b _i	Fig. 2	—	—	50	μA
せん頭出力電圧	V _{OP}	R _L =20Ω, C=0.1μF, Fig. 1	4.5	—	—	V
ブレイクオーバー電圧温度係数	α	Ta=-25~125°C	—	0.1	—	%/°C
ブレイクオーバー電圧対称性	b _{v1} /b _{v2}	Fig. 2	0.9	—	1.1	

Fig. 1 せん頭出力電圧測定回路
V_{op} Test Circuit

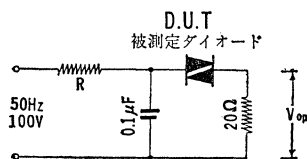
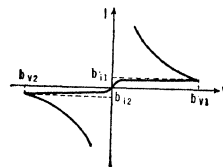


Fig. 2 電圧電流特性
Volt-Ampere Characteristics



1S1549

シリコンエピタキシャルプレーナリナショットキバリア形ミキサダイオード SILICON EPITAXIAL PLANAR SCHOTTKY BARRIER MIXER DIODE

○UHF ミキサ用 ○高周波検波用

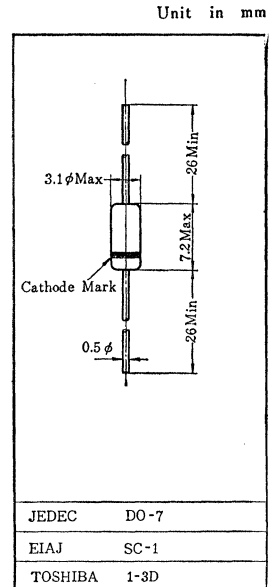
○ UHF Mixer Applications ○High Frequency Detector and Switching Applications

• 多数キャリア伝導を利用するため従来の点接触形ダイオードに較べて電荷蓄積がなく、低雑音であり、信頼性が高い。 / On account of Majority Carrier Conduction, Very Low Minority Carrier Storage Effect, Low Noise Figure and High Reliability are accomplished in comparison with conventional Point Contact Diodes.

- 順電圧が小さい: $V_F = 0.36V$ ($I_F = 1mA$)
- 端子間容量が小さい: $C_T = 1pF$ (Max.) ($V_R = 0$)
 - ダイナミックレンジが広い。
 - R_s が小さく、変換損失が少ない。

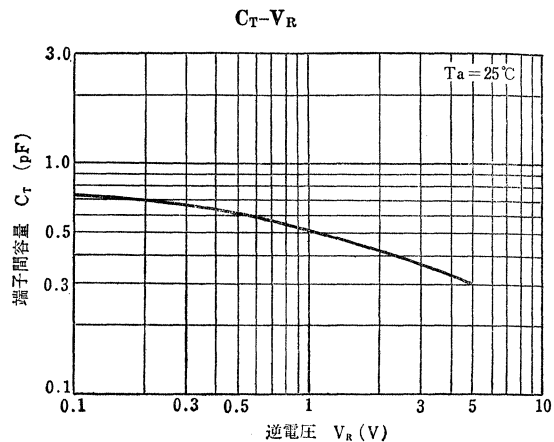
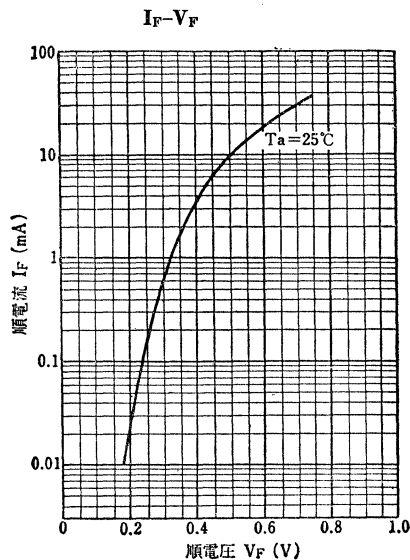
最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
直流逆電圧	V_R	5	V
せん頭順電流	I_{FM}	90	mA
平均整流電流	I_o	30	mA
許容損失	P	100	mW
接合部温度	T_J	125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~125	$^\circ C$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
順電圧	V_F	$I_F = 0.1mA$	0.23	0.30	0.36	V
		$I_F = 1mA$	0.27	0.36	0.42	
		$I_F = 10mA$	0.40	0.50	0.65	
		$I_F = 30mA$	—	0.70	1	
逆電流	I_R	$V_R = 0.5V$	—	—	0.5	μA
		$V_R = 3V$	—	—	1.0	
逆電圧	V_R	$I_R = 10\mu A$	5	—	—	V
端子間容量	C_T	$V_R = 0, f = 1MHz$	—	0.8	1	pF



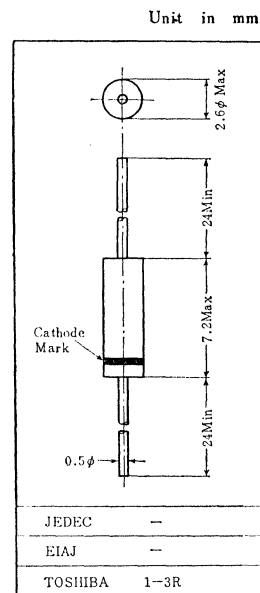
○UHF ミキサ用

○ UHF Mixer Application

- 雑音指数が低い : NF=7dB (Typ.)
- 電氣的及び機械的のショックに強い / Electrical and mechanical shock free

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
連続耐逆電圧	V_R	2	V
平均順電流	I_{FAV}	30	mA
尖頭順電流	I_{FM}	90	mA
保存温度	T_{stg}	-65~125	°C

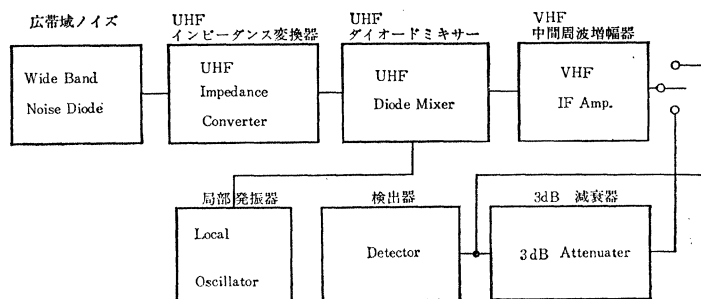


電氣的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

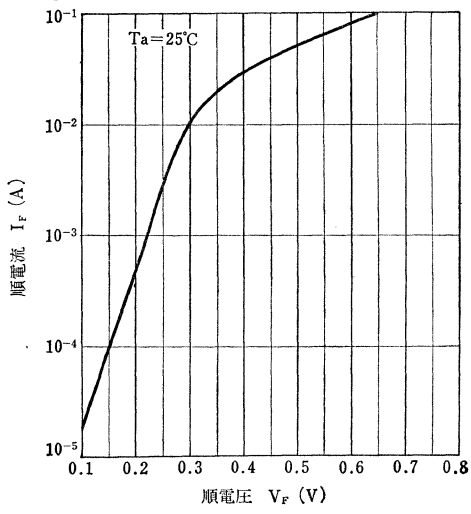
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
順電流	I_F	$V_F=0.25V$	5	—	200	μA
		$V_F=0.5V$	25	60	—	mA
逆電流	I_R	$V_R=0.5V$	—	—	20	μA
		$V_R=2.0V$	—	—	220	μA
ダイオード容量	C_D	$V_R=0.2V, f=1MHz$	—	—	1.5	pF
雑音指数 Fig. 1	NF	$f=900MHz, f_{if}=43.5MHz$ $NF_{if}=3.0dB$	—	7	10	dB

Fig. 1 雑音指数測定ブロックダイアグラム

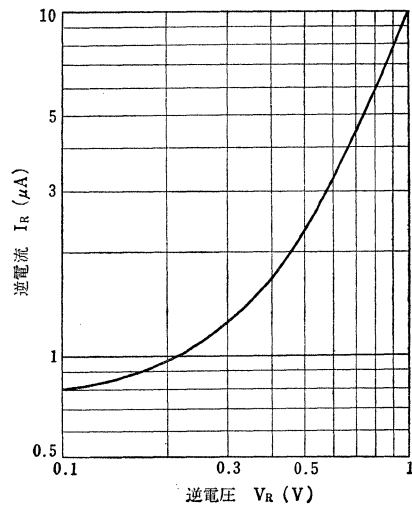
NF test circuit block diagram



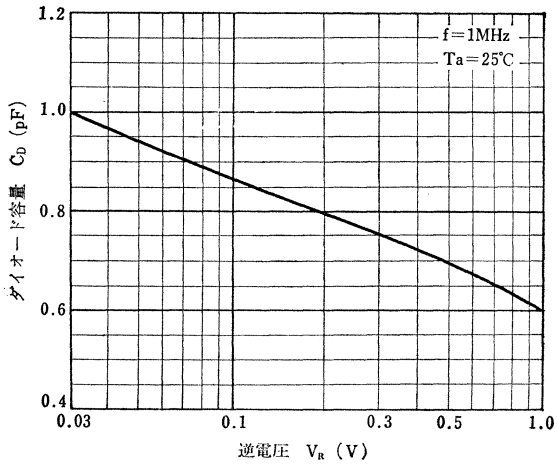
I_F-V_F



I_R-V_R



C_D-V_R



○表示用光源および論理回路点検用

○ Panel Circuit Indicator and Logic Circuit Condition Indicator

- 発光材料に GaP を使用していますから発光効率が高く、低電流で高輝度の赤色発光を得ることができます：

$$: B=75fL \text{ (Typ.) } (I_F=15mA)$$

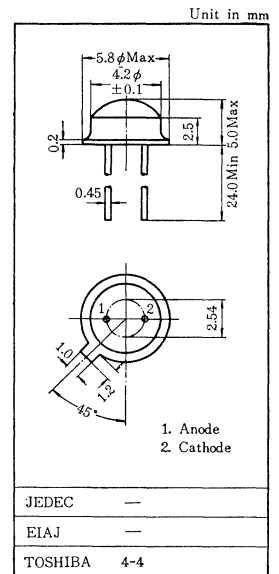
- 赤色つや消しレンズ付ですから、明瞭な発光表示が可能です。
- 応答が早く、パルス動作、高周波による変調が可能です。
- 信頼性が高く、長寿命です。
- 小形、軽量です。
- Low Drive Power, High Brightness Visible Red Light Emission.
- Red Opaque Lens Provides Excellent Wide Viewing Angle.
- Fast Response Time, Capable of Pulse Operation.
- High Reliability and Long Life.
- Miniature Package.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

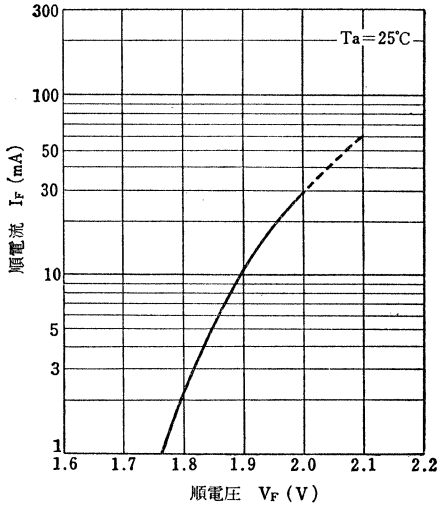
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
直流順電流	I_F	35	mA
直流逆電圧	V_R	3	V
許容損失	P	100	mW
接合部温度	T_j	100	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-30~100	$^\circ C$

特 性 Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

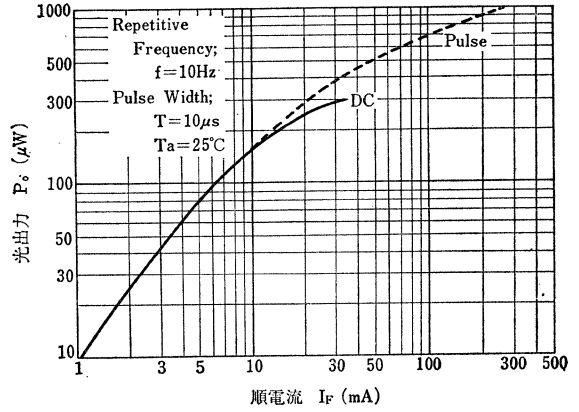
Characteristic	Symbol	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
順電圧	V_F	$I_F=30mA$	—	2.0	2.8	V
逆電流	I_R	$V_R=3V$	—	—	0.5	μA
光出力	P_O	$I_F=15mA$	60	210	—	μW
輝度	B	$I_F=15mA$	—	75	—	fL
50fL 時順電流	I_{FB}	$B=50fL$	—	9	—	mA
外部量子効率	η	$I_F=15mA$	—	0.8	—	%
ピーク発光波長	λ_p	$I_F=10mA$	—	7000	—	\AA
スペクトル半値幅	$\Delta\lambda$	$I_F=10mA$	—	1000	—	\AA
端子間容量	C_T	Zero Bias	—	100	—	pF



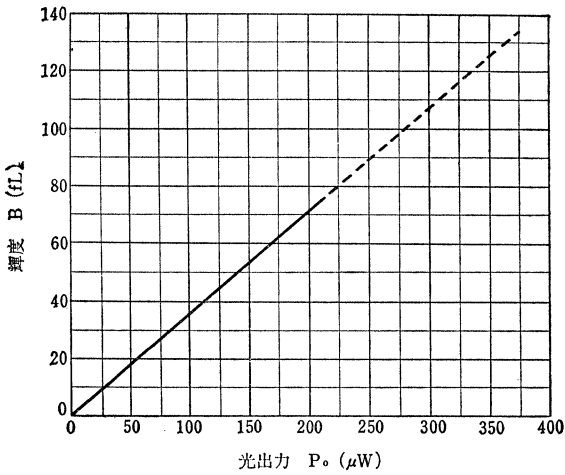
I_F-V_F



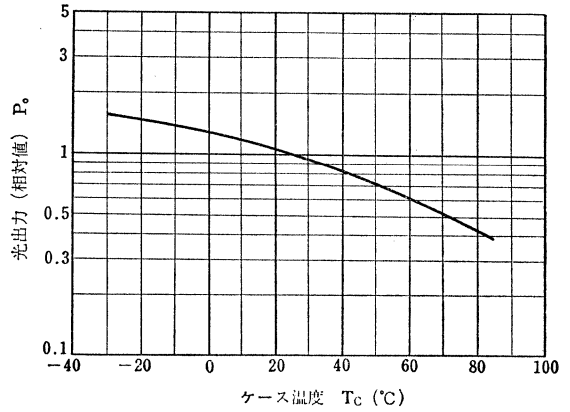
P_o-I_F



$B-P_o$

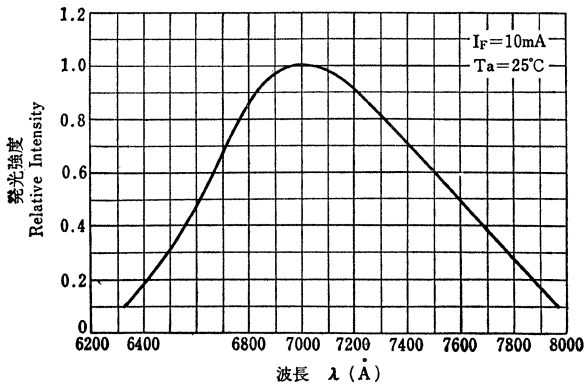


P_o-T_c



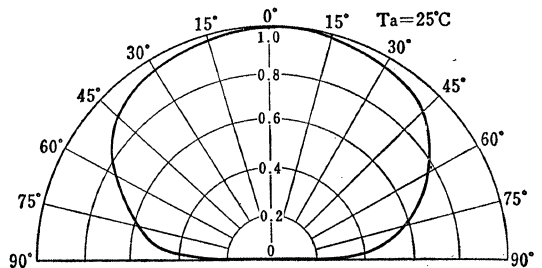
相对発光強度—波長特性

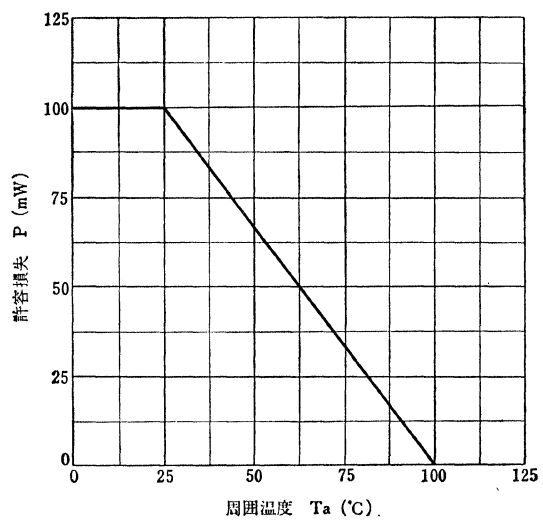
Relative Intensity vs. Wave Length Characteristics



指向特性

Radiation Pattern (Typical)



P-T_a

○表示用光源および論理回路点検用

○Panel Circuit Indicator and Logic Circuit Condition Indicator.

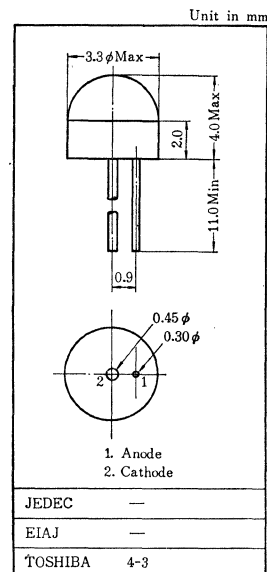
- 発光材料に GaP を使用していますから発光効率がよく、低い電流で高輝度の赤色発光を得ることができます。

$$B = 60fL \text{ (Typ.) (} I_F = 10\text{mA)}$$

- 赤色つや消しレンズ付ですから、明瞭な発光表示が可能です。
- 応答が早く、パルス動作、高周波による変調が可能です。
- 小型で軽量です。
- Low Drive Power, High Brightness Visible Red Light Emission.
- Red Opaque Lens Provides Excellent Wide Viewing Angle.
- Fast Response Time, Capable of Pulse Operation.
- Miniature Package.

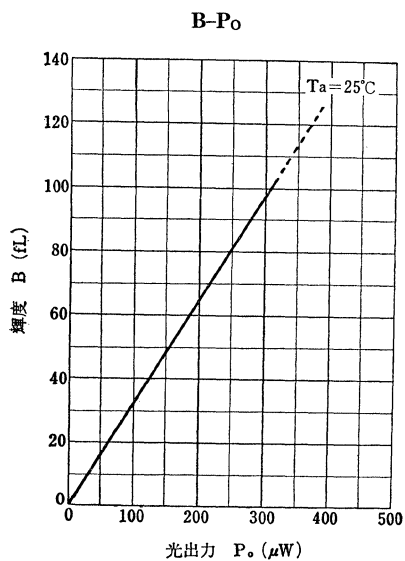
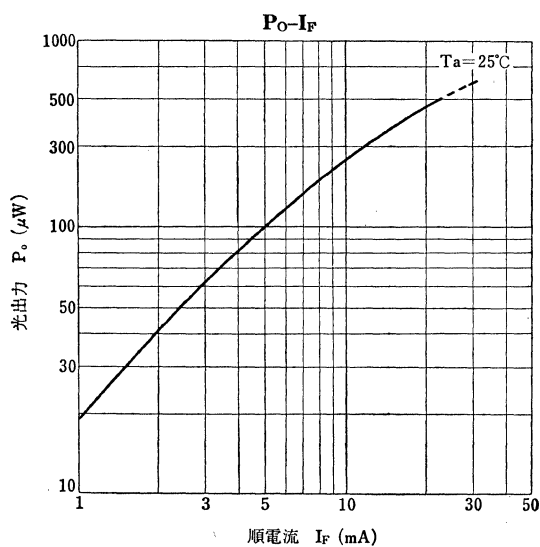
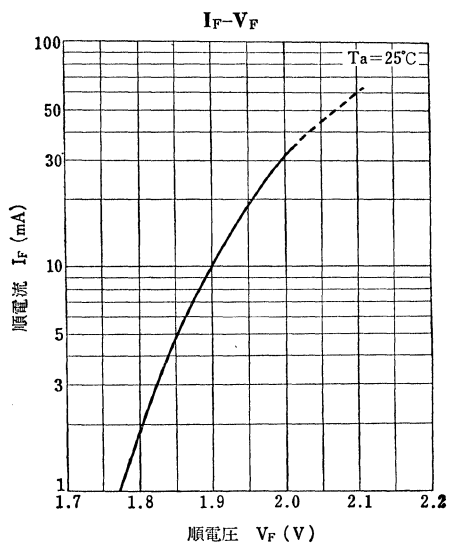
最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
直流順電流	I_F	25	mA
直流逆電流	V_R	4	V
許容損失	P	75	mW
接合部温度	T_j	100	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-30~100	$^\circ\text{C}$



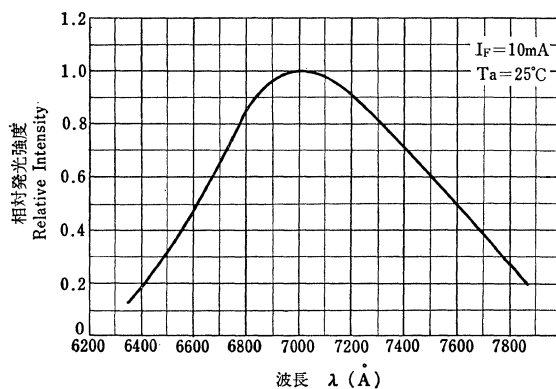
特性 Characteristics ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
順電圧	V_F	$I_F = 20\text{mA}$	—	1.95	2.6	V
逆電流	I_R	$V_R = 4\text{V}$	—	—	0.5	μA
光出力	P_o	$I_F = 10\text{mA}$	60	180	—	μW
輝度	B	$I_F = 10\text{mA}$	—	60	—	fL
50fL 時順電流	I_{FB}	$B = 50\text{fL}$	—	8	—	mA
外部量子効率	η	$I_F = 10\text{mA}$	—	1.0	—	%
ピーク発光波長	λ_p	$I_F = 10\text{mA}$	—	7000	—	\AA
スペクトル半値幅	$\Delta\lambda$	$I_F = 10\text{mA}$	—	1000	—	\AA

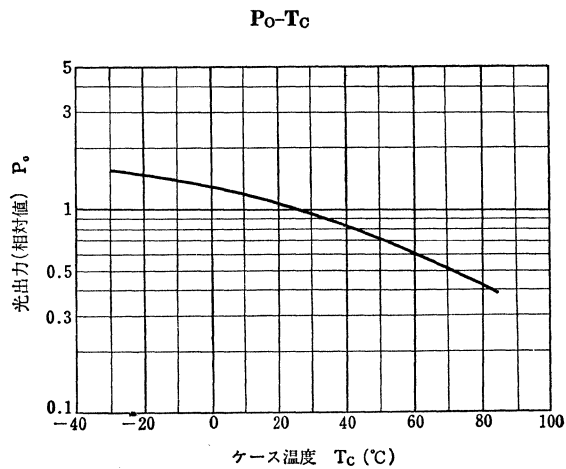
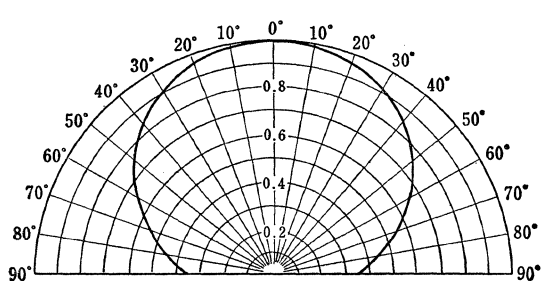


相对発光強度—波長特性

Relative Intensity vs. Wave Length Characteristics

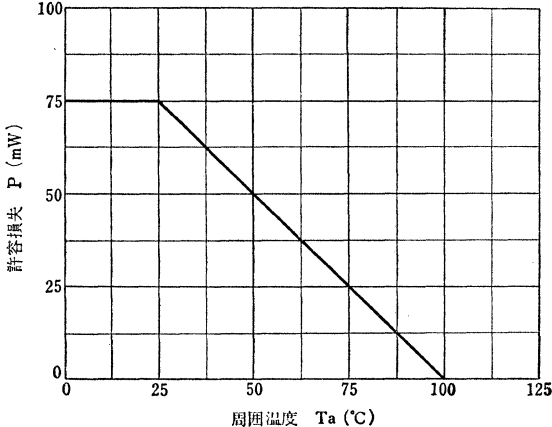


指向特性 Radiation Pattern (Typical)



TLR102

P-Ta



GaP発光ダイオード
GaP LIGHT-EMITTING DIODE

TLR103

○表示用光源および論理回路点検用

○Panel Circuit Indicator and Logic Circuit Condition Indicator.

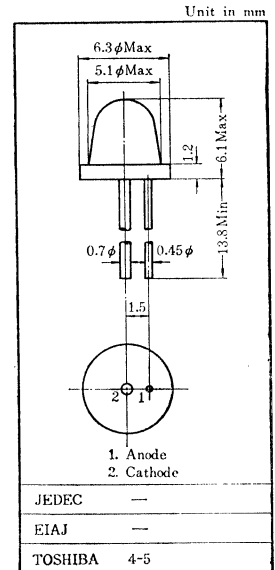
- 発光材料に GaP を使用していますから発光効率がよく、低電流で高輝度の赤色発光を得ることができます：

$$B=150\text{fL (Typ.)}(I_F=15\text{mA})$$

- 明瞭な表示を得るため赤色透明外囲器を採用しています。
- 応答が早く、パルス動作、高周波による変調が可能です。
- Low Drive Power, High Brightness Visible Red Light Emission.
- Red Clear Plastic Lens Provides an Excellent on-off Contrast Ratio.
- Fast Response Time, Capable of Pulse Operation.

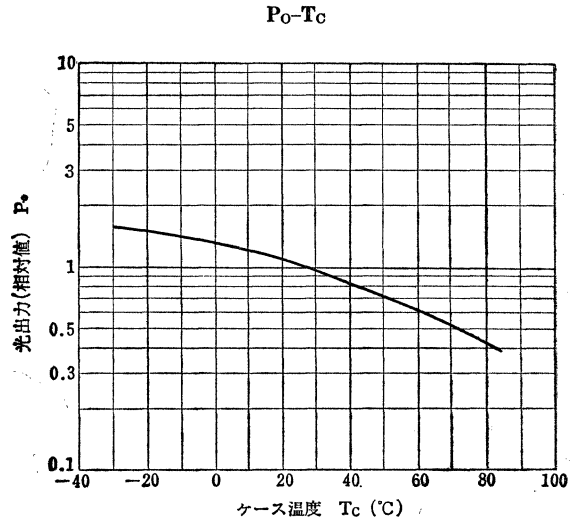
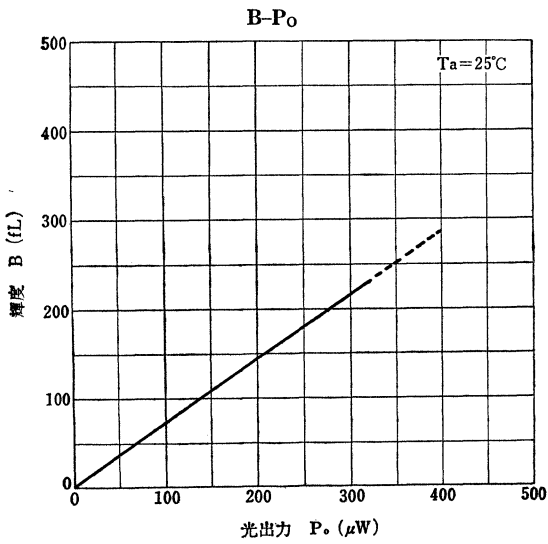
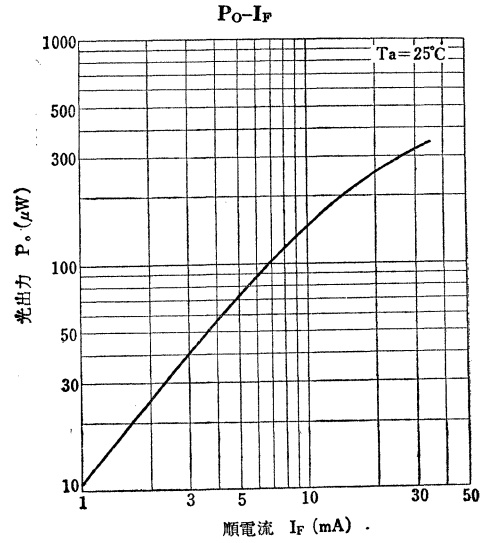
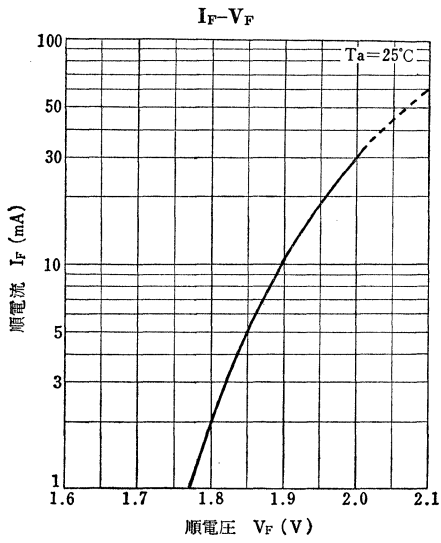
最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
直流順電流	I_F	35	mA
直流逆電圧	V_R	4	V
許容損失	P	100	mW
接合部温度	T_J	100	°C
保存温度	T_{stg}	-30~100	°C

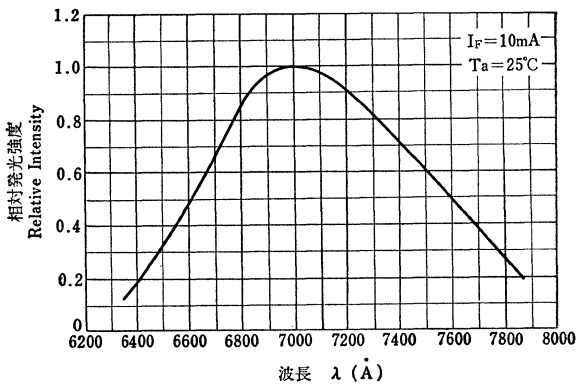


特性 Characteristics (Ta=25°C)

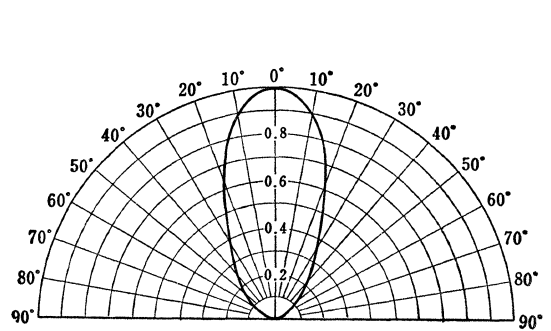
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
順電圧	V_F	$I_F=30\text{mA}$	—	2.0	2.8	V
逆電流	I_R	$V_R=4\text{V}$	—	—	0.5	μA
光出力	P_O	$I_F=15\text{mA}$	80	210	—	μW
輝度	B	$I_F=15\text{mA}$	—	150	—	fL
50fL 時順電流	I_{FB}	$B=50\text{fL}$	—	3.5	—	mA
外部量子効率	η	$I_F=15\text{mA}$	—	0.8	—	%
ピーク発光波長	λ_p	$I_F=10\text{mA}$	—	7000	—	Å
スペクトル半値幅	$\Delta\lambda$	$I_F=10\text{mA}$	—	1000	—	Å

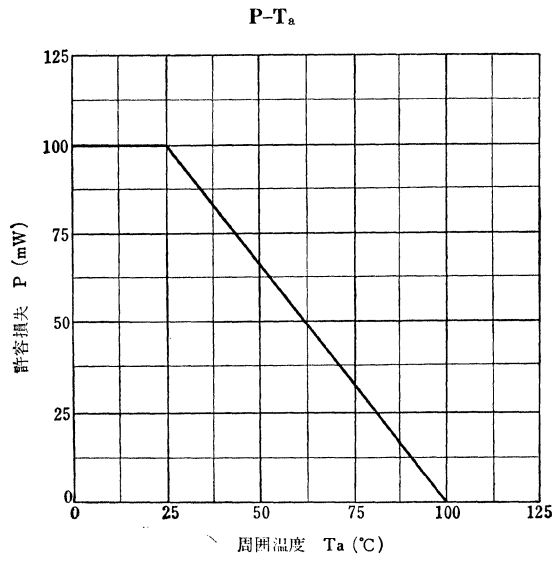


相对発光強度—波長特性
Relative Intensity vs. Wave Length Characteristics



指向特性
Radiation Pattern (Typical)





○表示用光源および論理回路点検用

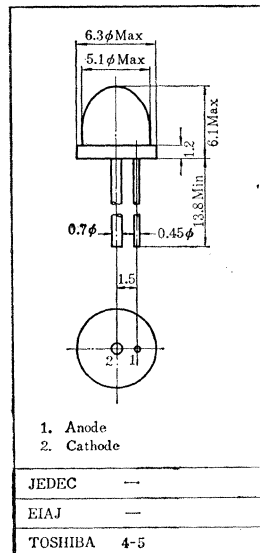
○Panel Circuit Indicator and Logic Circuit Condition Indicator

- 発光材料に GaP を使用していますから発光率が高く、低電流で高輝度の赤色発光を得ることができます。

$$B=70fL \text{ (Typ.) } (I_F=15mA)$$

- 赤色つや消し外囲器ですから、明瞭な発光表示が可能です。
- 応答が早く、パルス動作、高周波による変調が可能です。
- Low Drive Power, High Brightness Visible Red Light Emission.
- Red Opaque Package Provides an Excellent Wide Viewing Angle.
- Fast Response Time, Capable of Pulse Operation.

Unit in mm

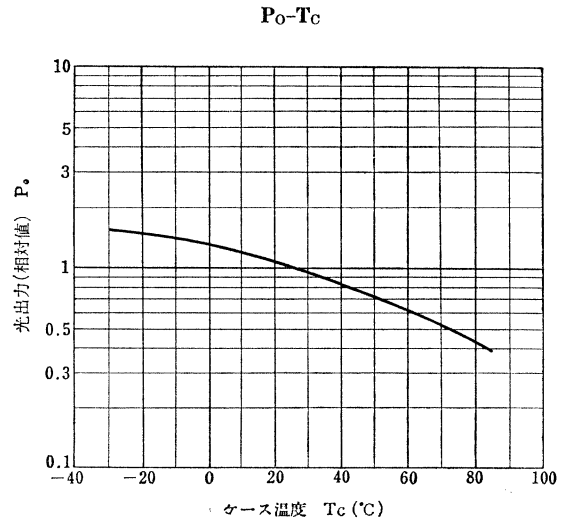
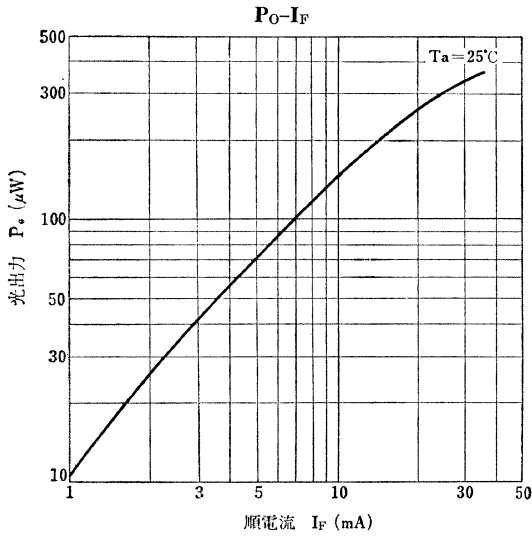
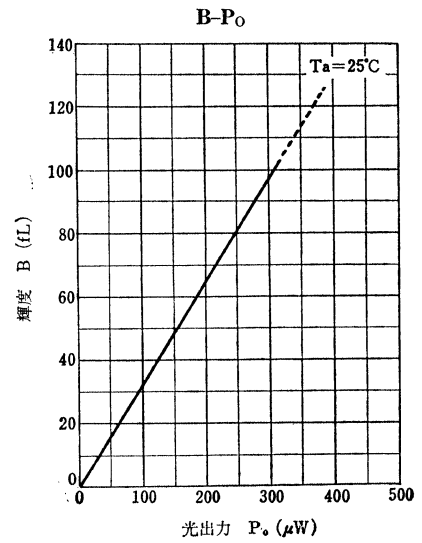
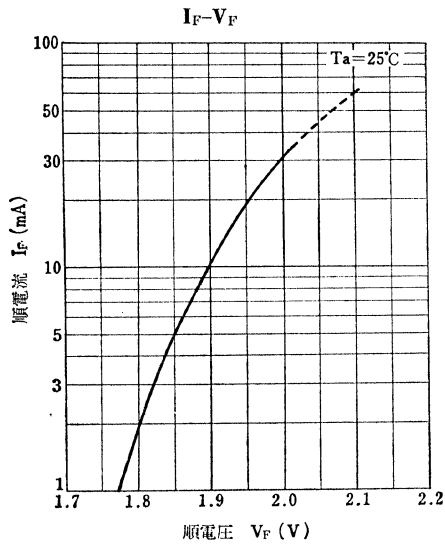


最大定格 Maximum Rating (Ta=25°C)

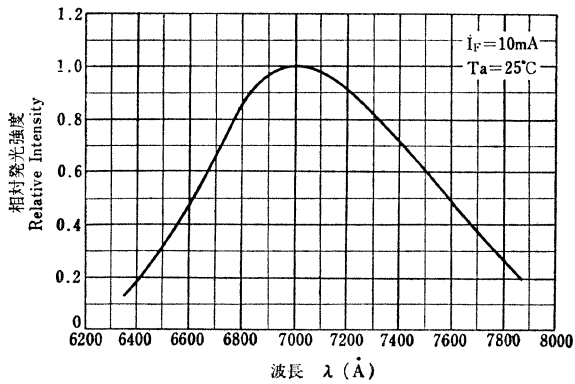
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
直流順電流	I_F	35	mA
直流逆電圧	V_R	4	V
許容損失	P	100	mW
接合部温度	T_j	100	°C
保存温度	T_{stg}	-30~100	°C

特 性 Characteristics (Ta=25°C)

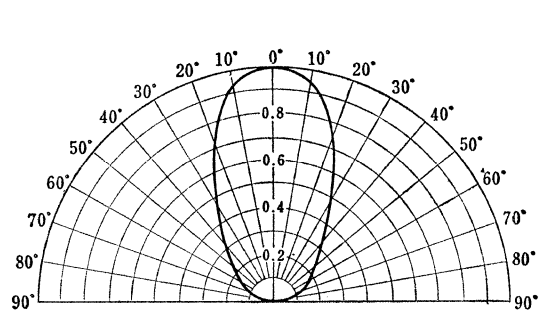
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
順電圧	V_F	$I_F=30mA$	—	2.0	2.8	V
逆電圧	I_R	$V_R=4V$	—	—	0.5	μA
光出力	P_o	$I_F=15mA$	60	210	—	μW
輝度	B	$I_F=15mA$	—	70	—	fL
50fL時順電流	I_{FB}	B=50fL	—	9	—	mA
外部量子効率	η	$I_F=15mA$	—	0.8	—	%
ピーク発光波長	λ_p	$I_F=10mA$	—	7000	—	Å
スペクトル半値幅	$\Delta\lambda$	$I_F=10mA$	—	1000	—	Å

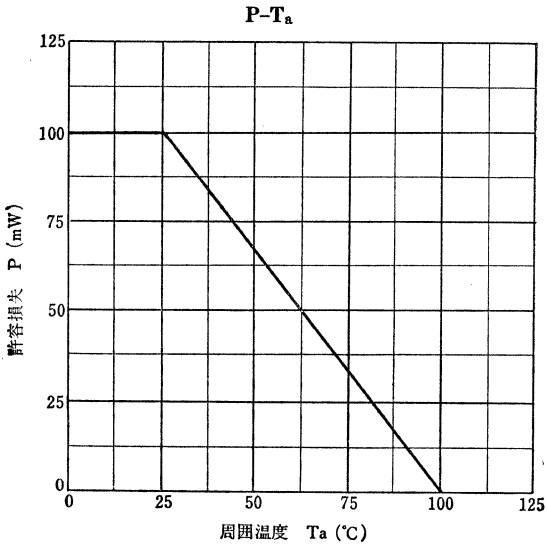


相对発光強度—波長特性
Relative Intensity vs. Wave Length Characteristics



指向特性
Radiation Pattern (Typical)





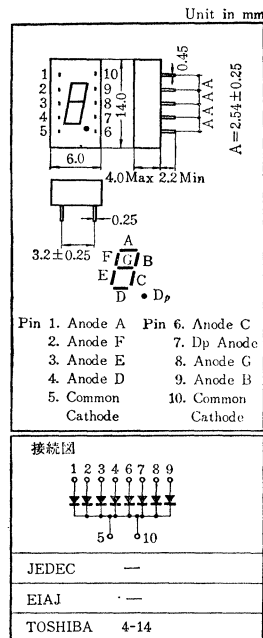
○小数点付7セグメント数字表示装置

○Seven Numeric Display with Decimal DISPLAY (TENTATIVE)

- 発光材料に GaP を使用していますから発光効率が高く、低電流で高輝度の赤色発光を得ることができます。
- 通常の TTL, DTL IC と同一電源で表示ができます。
- 応答が早く、パルス動作も可能です。
- High Efficiency Electro Luminescence from GaP Diodes Which Emit Red Light in all Directions, Provides High Brightness and Low Power Requirements.
- Operates with Standard TTL, DTL IC by Same Power Supply.
- Fast Responce-Suitable for Time-Shared Operation.

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
直流順電流 /seg	I_F	20	mA
直流逆電圧	V_R	3	V
許容損失	P_D	400	mW
接合部温度	T_j	80	°C
保存温度	T_{stg}	-30~100	°C



特 性 Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
順電圧(1)	$V_F(1)$	$I_F=25mA$ (Note 1)	—	2.0	—	V
順電圧(2)	$V_F(2)$	$I_F=5mA$	—	1.85	2.3	V
逆電流	I_R	$V_R=3V$	—	—	0.5	μA
光出力	P_O	$I_F=5mA$	15	—	—	μW
輝 度 (Note 2)	B	$I_F=5mA$	—	60	—	fL
ピーク発光波長	λ_p	$I_F=10mA$	—	7000	—	\AA
スペクトル半値幅	$\Delta\lambda$	$I_F=10mA$	—	1000	—	\AA
端子間容量	C_T	Zero Bias	—	100	—	pF

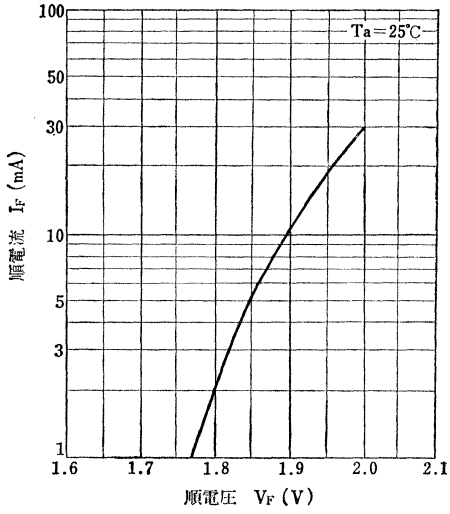
Note 1. パルス幅 1ms, デューティ比 3%以下

Pulse Width 1ms, Duty Ratio $\leq 3\%$

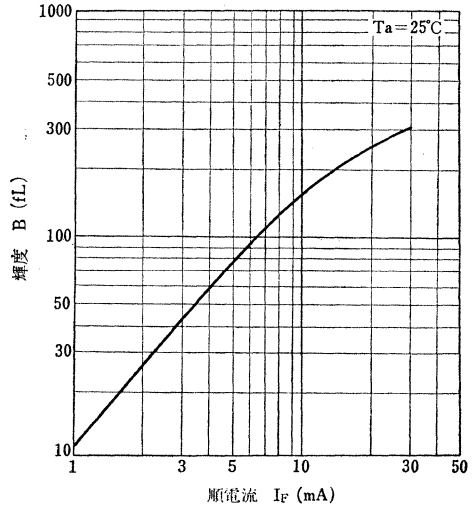
2. セグメント表面の微小面積における輝度

Brightness is Measured at the Center of the Segment or Decimal Point for a Small Size.

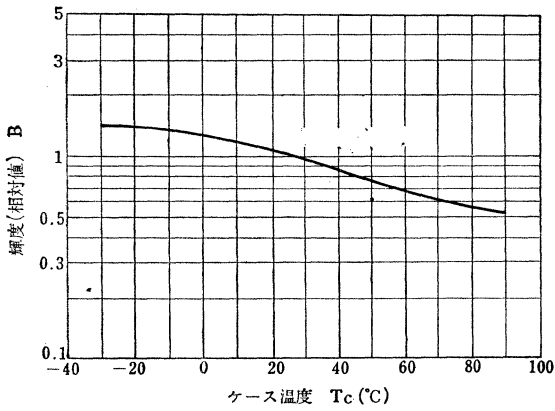
I_F-V_F



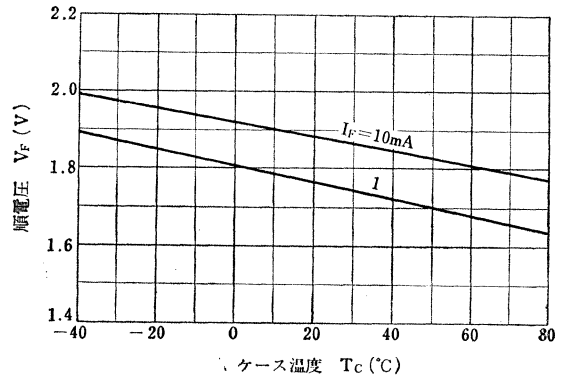
$B-I_F$



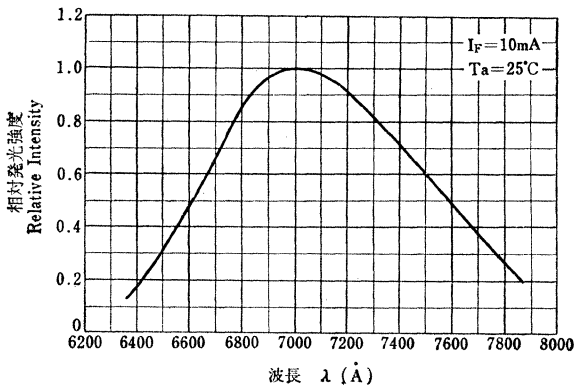
$B-T_C$



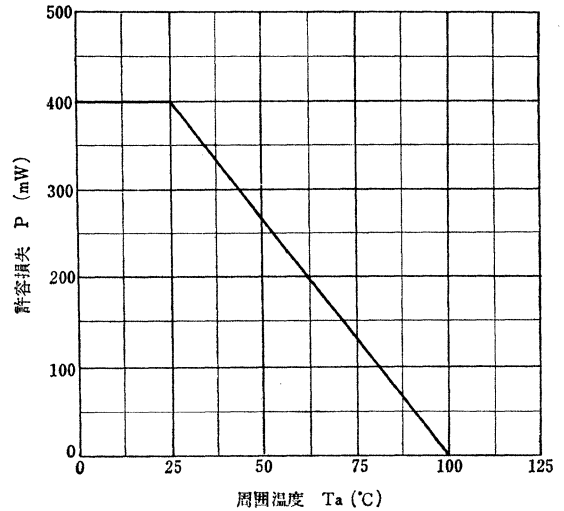
V_F-T_C

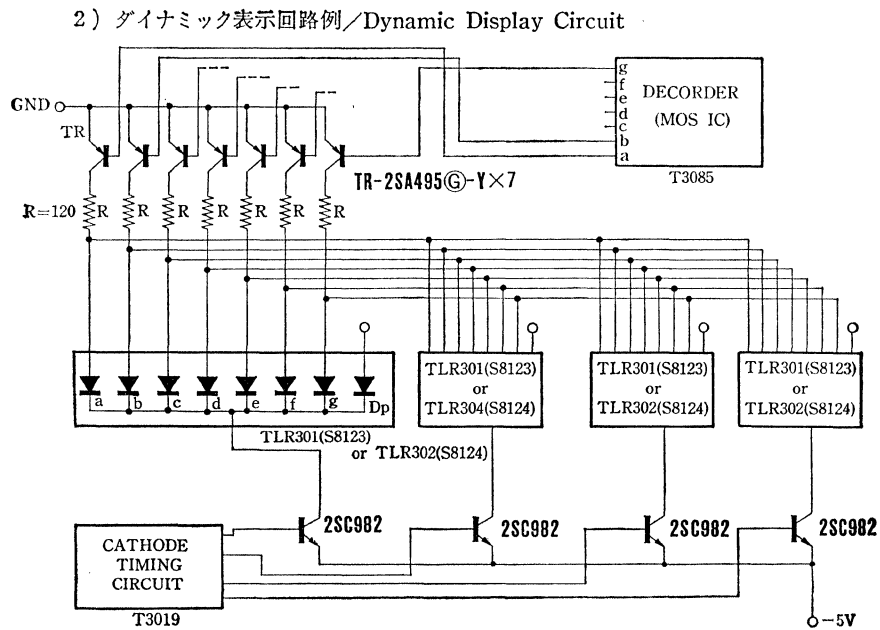
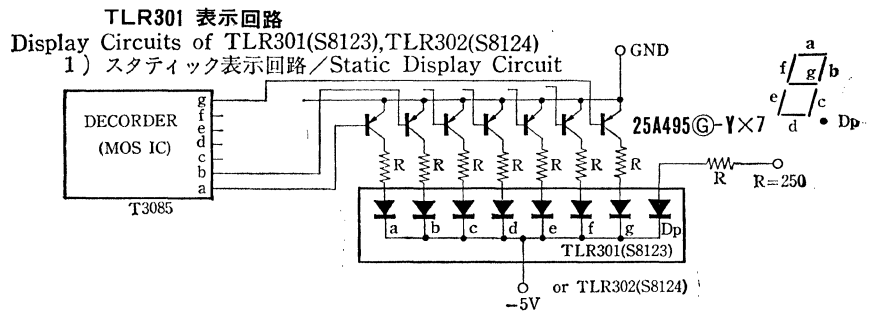


相对発光強度—波長特性
Relative Intensity vs. Wave Length Characteristics



P_D-T_a





○小数点付7セグメント数字表示装置

○Seven Segment Numeric Display with Decimal Point

- 発光材料に GaP を使用していますから発光効率が高く、低電力で高輝度の赤色発光を得ることができます。
- 通常の TTL, DTL IC と同一電源で表示ができます。
- 応答が早く、パルス動作も可能です。
- High Efficiency Electro Luminescence from GaP Diodes Which Emit Red Light in all Directions, Provides High Brightness and Low Power Requirements.
- Operates with Standard TTL, DTL IC by Same Power Supply.
- Fast Response-Suitable for Time-Shared Operation.

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

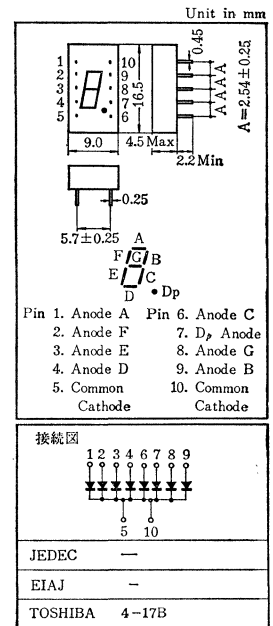
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
直流順電流/seg	I_F	30	mA
直流逆電圧	V_R	3	V
許容損失	P_D	600	mW
接合部温度	T_J	80	°C
保存温度	T_{stg}	-30~100	°C

特 性 Characteristics (Ta=25°C)

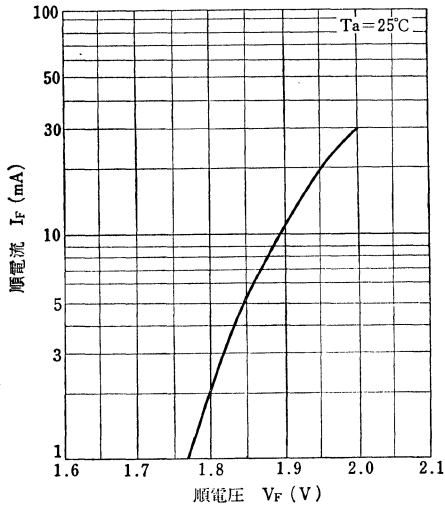
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
順電圧(1)	$V_F(1)$	$I_F=25mA$	—	2.0	2.8	V
順電圧(2)	$V_F(2)$	$I_F=5mA$	—	1.85	2.3	V
逆電流	I_R	$V_R=3V$	—	—	0.5	μA
光出力	P_O	$I_F=5mA$	15	—	—	μW
輝度 (Note 1)	B	$I_F=5mA$	—	60	—	fL
ピーク発光波長	λ_p	$I_F=10mA$	—	7000	—	Å
スペクトル半値幅	$\Delta\lambda$	$I_F=10mA$	—	1000	—	Å
端子間容量	C_J	Zero Bias	—	100	—	pF

Note 1. セグメント表面の微小面積に於ける輝度

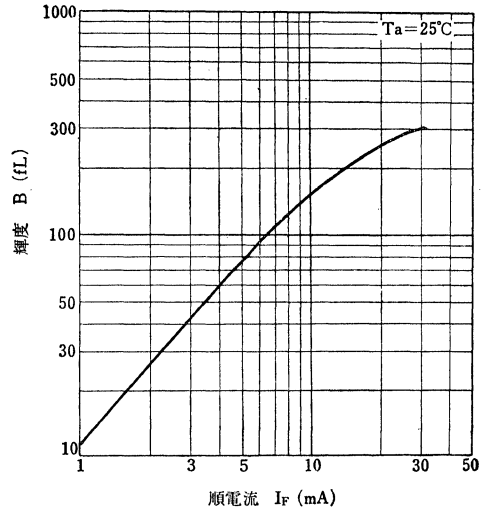
Brightness is Measured at the Center of the Segment or Decimal Point for a Small Size.



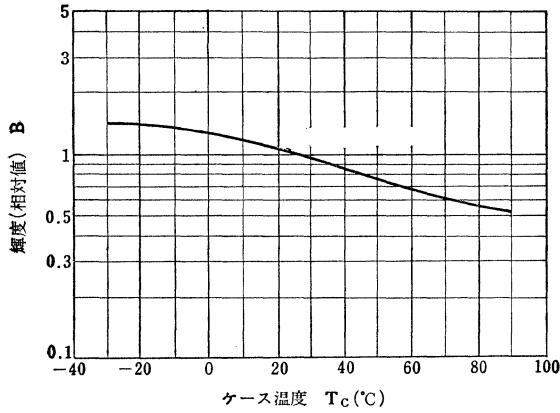
I_F-V_F



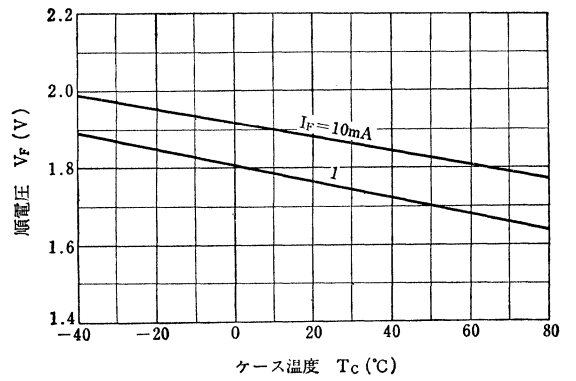
$B-I_F$



$B-T_C$

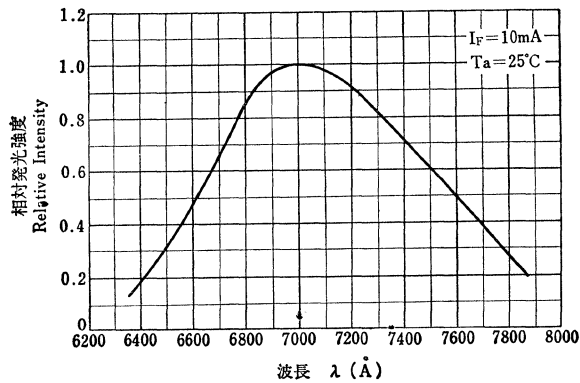


V_F-T_C

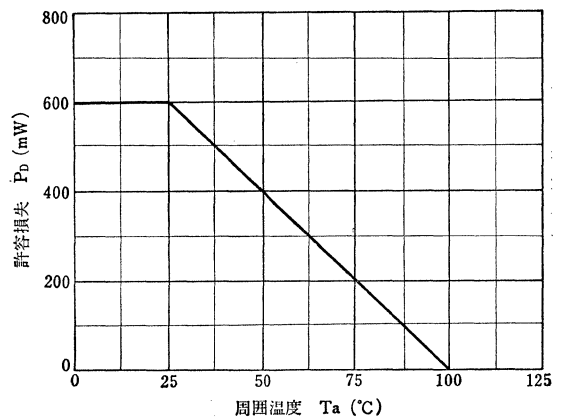


相对発光強度—波長特性

Relative Intensity vs Wave Length Characteristics



P_D-T_a



TLR303

発光表示装置 GaP LIGHT EMITTING DIODE DISPLAY(TENTATIVE)

○小数点付7セグメント数字表示装置

○Seven Segment Numeric Display with Decimal Point

- 発光材料に GaP を使用していますから発光効率がよく、低電流で高輝度の赤色発光を得ることができます。
- 通常の TTL, DTL IC と同一電源で表示ができます。
- 応答が早く、パルス動作も可能です。
- High Efficiency Electro Luminescence from GaP Diodes which Emit Red Light in all Directions, Provides High Brightness and Low Power Requirements.
- Operates with Standard TTL, DTL IC by Same Power Supply.
- Fast Responce-Suitable for Time-Shared Operation.

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

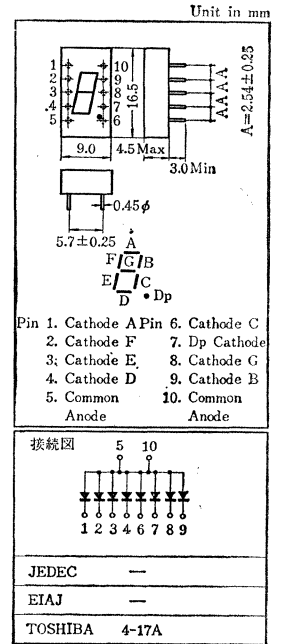
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
直流順電流/seg	I_F	30	mA
直流逆電圧	V_R	3	V
許容損失	P_D	600	mW
接合部温度	T_j	80	°C
保存温度	T_{stg}	-30~100	°C

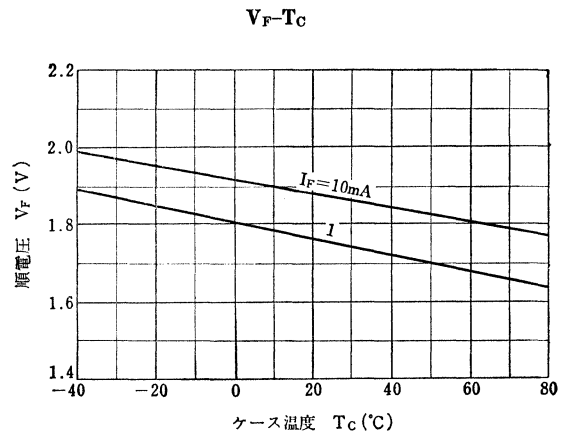
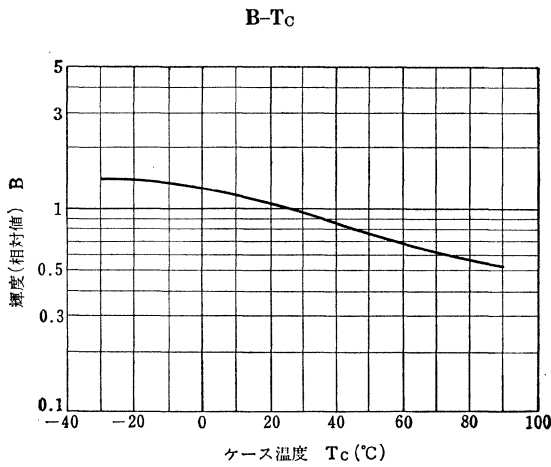
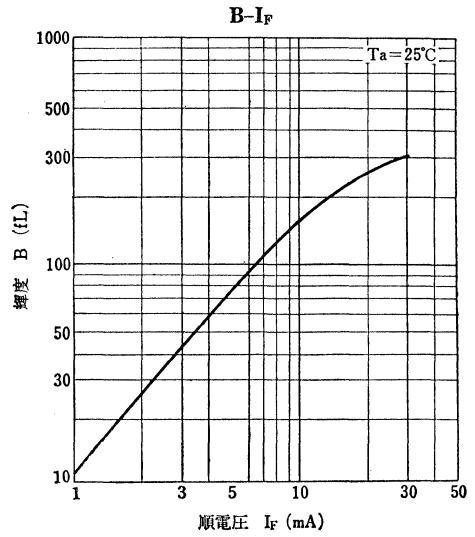
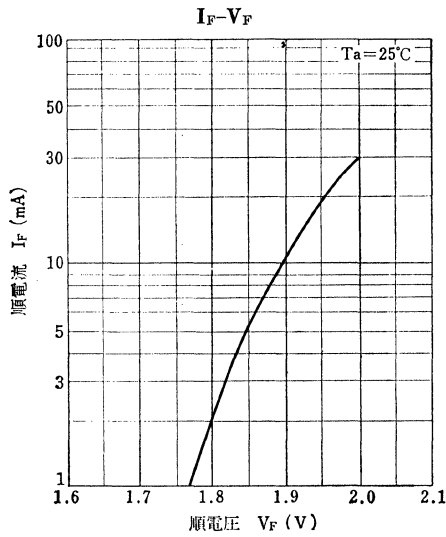
特 性 Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
順電圧	V_F	$I_F=5mA$	—	1.85	2.3	V
逆電流	I_R	$V_R=3V$	—	—	0.5	μA
光出力	P_O	$I_F=5mA$	15	—	—	μW
輝度 (Note 1)	B	$I_F=5mA$	—	60	—	fL
ピーク発光波長	λ_p	$I_F=10mA$	—	7000	—	\AA
スペクトル半値幅	ΔP	$I_F=10mA$	—	1000	—	\AA
端子間容量	C_T	Zero Bias	—	100	—	pF

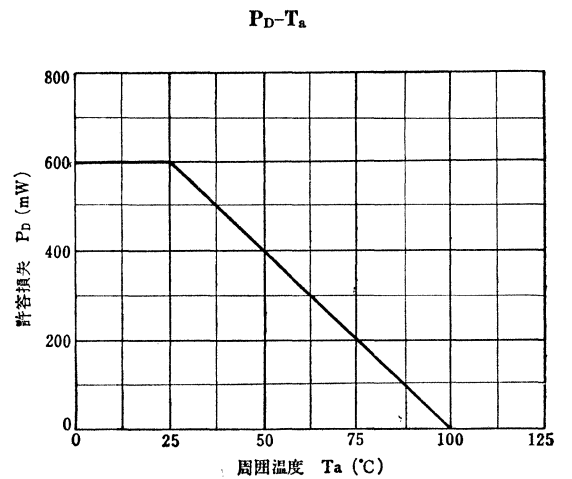
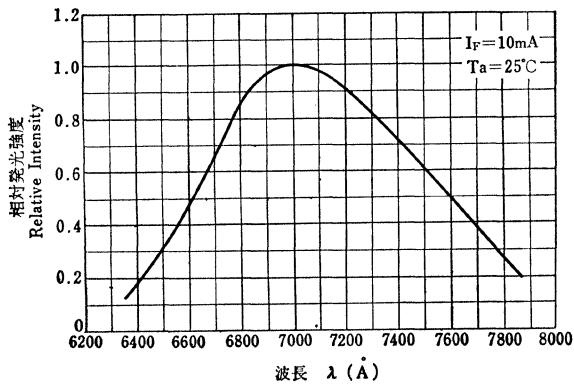
Note 1. セグメント表面の微小面積に於ける輝度

Brightness is Measured at the Center of the Segment or Decimal Point for a Small Size.





相对発光強度—波長特性
Relative Intensity vs. Wave Length Characteristics



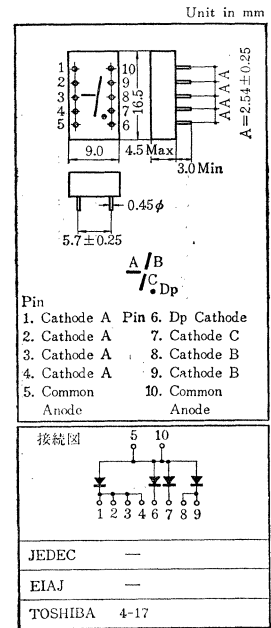
○符号表示装置

○Polarity and Overflow Display with Decimal Point

- 発光材料に GaP を使用していますから、発光効率が高くできます。
- 通常の TTL, DTL IC と同一電源で表示ができます。
- High Efficiency Electro Luminescence from GaP Diodes Which Emit Red Light in all Directions Provides High Brightness and Low Power Requirements.
- Operates with Standard TTL, DTL IC by Same Power Supply.

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
直流順電流/seg	I_F	30	mA
直流逆電圧	V_R	3	V
許容損失	P_D	300	mW
接合部温度	T_J	80	°C
保存温度	T_{stg}	-30~100	°C



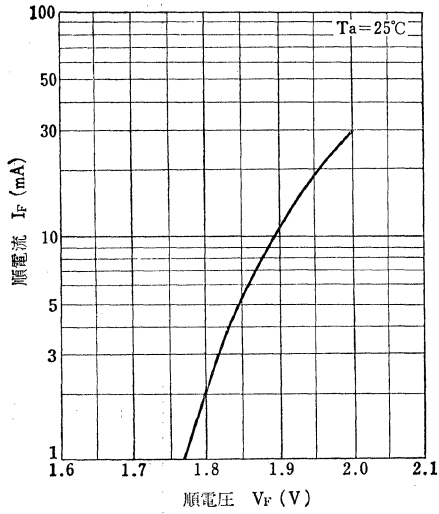
特性 Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
順電圧	V_F	$I_F=5mA$	—	1.85	2.3	V
逆電流	I_R	$V_R=3V$	—	—	0.5	μA
光出力	P_O	$I_F=5mA$	15	—	—	μW
輝度 (Note 1)	B	$I_F=5mA$	—	60	—	fL
ピーク発光波長	λ_p	$I_F=10mA$	—	7000	—	Å
スペクトル半値幅	$\Delta\lambda$	$I_F=10mA$	—	1000	—	Å
端子間容量	C_T	Zero Bias	—	100	—	pF

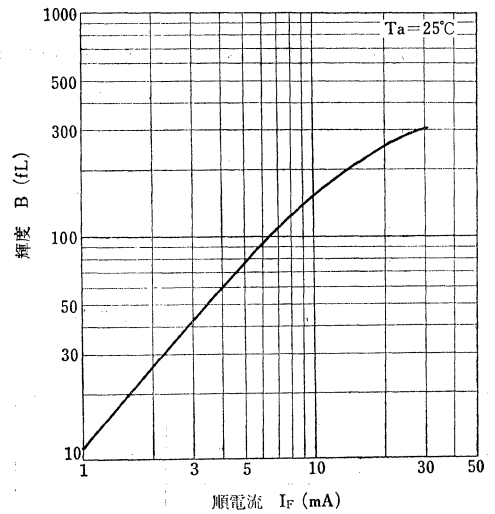
Note 1. セグメント表面の微小面積に於ける輝度

Brightness is Measured at the Center of the Segment or Decimal Point for a Small Size.

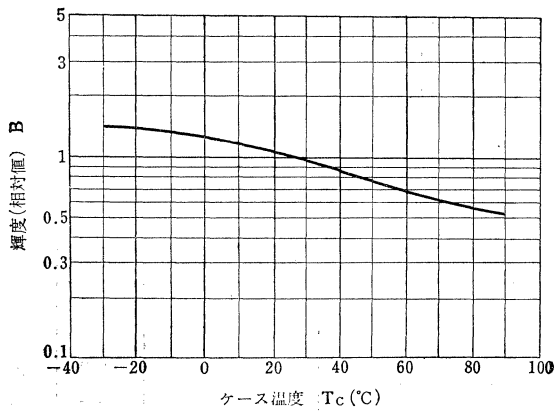
I_F-V_F



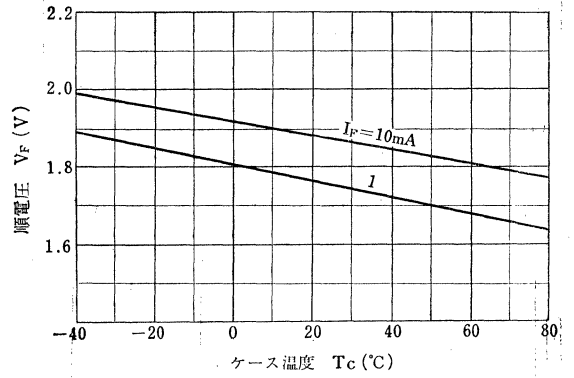
$B-I_F$



$B-T_C$

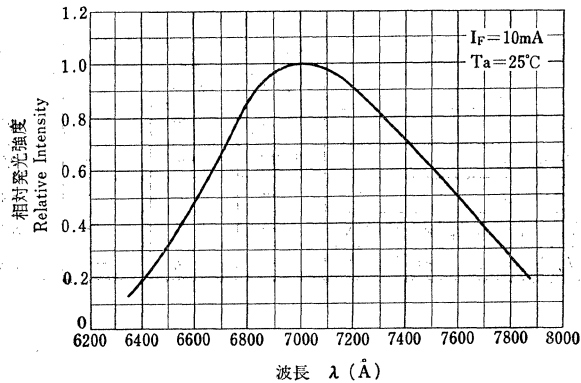


V_F-T_C

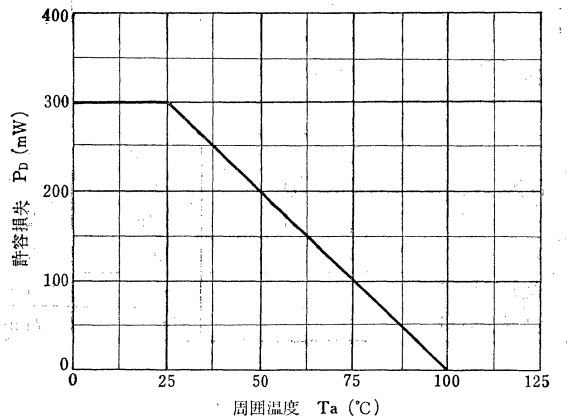


相对発光強度—波長特性

Relative Intensity vs. Wave Length Characteristics



P_D-T_a



TLP501

フォトカップラ
Photo Coupler (GaAs LED and Si Photo Transistor) TENTATIVE

○回路結合

○Circuit Connection

- 変換効率が大きい: $I_C/I_F=0.2$ (Typical)
($V_{CE}=10V, I_F=10mA$)
- 発光, 受光間の絶縁耐圧が高い.
- 入力電流容量が大: $I_F \text{ Max.}=60mA$ (DC)
 $I_{FP} \text{ Max.}=1A$ (Pulse)
- Very High Transfer Current Ratio.
- High Isolation Resistance.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic		Symbol	Rating	Unit
LED	順電流(DC)	I_F	60	mA
	順電流 (pulse) (Note)	I_{FP}	1	A
	直流逆電圧	V_R	6	V
	許容損失	P	150	mW
DETECTOR	コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	45	V
	エミッタ・コレクタ間電圧	V_{ECO}	6	V
	許容損失	P	100	mW
	動作温度	T_{opr}	-30~100	$^\circ C$
	保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ C$

(Note) パルス幅 $\leq 10\mu s$, くり返し周波数 100Hz

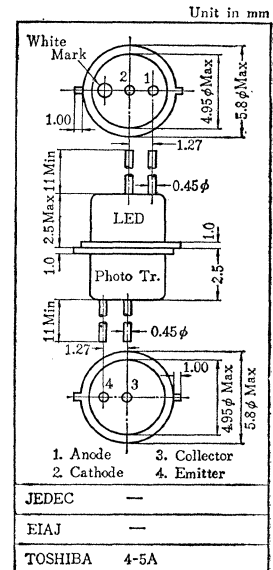
Pulse Width $\leq 10\mu s$, Repetitive Frequency=100Hz

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

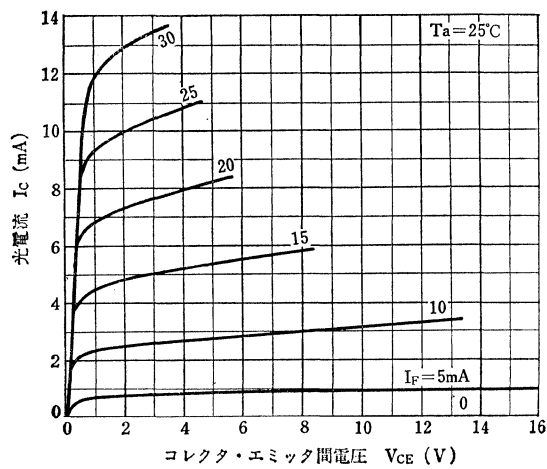
Characteristic		Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
LED	直流順電圧	$V_F(1)$	$I_F=50mA$	—	—	1.45	V
		$V_F(2)$	$I_F=10mA$	—	1.10	1.25	V
	逆電流	I_R	$V_R=5V$	—	—	1.0	μA
	接合容量	C	$V=0, f=1MHz$	—	50	—	pF
DETECTOR	コレクタ・エミッタ間電圧	BV_{CEO}	$I_C=0.5mA$	45	—	—	V
	エミッタ・コレクタ間電圧	BV_{ECO}	$I_E=0.1mA$	6	—	—	V
	暗電流	I_{CEO}	$V_{CE}=30V$	—	—	0.5	μA
	接合容量	C	$V_{CE}=0, f=1MHz$	—	7.0	—	pF

伝達特性 Transfer Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

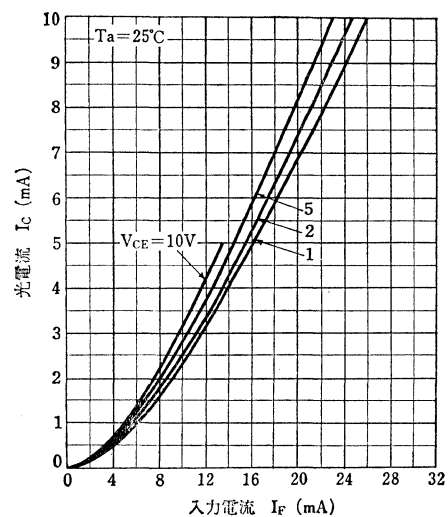
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
変換効率	I_C/I_F	$V_{CE}=10V, I_F=10mA$	0.1	0.2	—	
浮遊容量 (LED-DETEC.)	C_S	$V=0, f=1MHz$	—	2	—	pF
絶縁耐圧 (LED-DETEC.)	BV_S	R. H.=40~60%	1000	—	—	V
絶縁抵抗 (LED-DETEC.)	R_S	R. H.=40~60%	—	10^9	—	Ω
立上り時間	t_r	$V_{CE}=30V, R_L=1k\Omega, I_F=10mA$	—	6	—	μs
立下り時間	t_f	$V_{CE}=30V, R_L=1k\Omega, I_F=10mA$	—	4	—	μs



I_C-V_{CE}



I_C-I_F



D21A, D22A, D33A D41A, D61A, D91A

ディスクタイプサーミスタ
DISK TYPE THERMISTOR

○温度補償用

○ Transistor Circuit Temperature Compensation

- 周囲温度の変化に順応してバイアス電圧を自動的に変化させます。/ Direct Heating Disk Type Thermistor

Unit in mm

Outline (Unit in mm)

Term	Model No					
	D21A	D22A	D33A	D41A	D61A	D91A
Disk Color	Black	Black	Black	White	Light Purple	Red
Marking Color	Yellow	Yellow	White	Red	Red	Black
D (Max)	14	8	8	13	13	8
d (Nom)	5	5	5	11	11	5
TOSHIBA No (注)	6-14A	6-8A	6-8A	6-13B	6-13B	6-8B

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

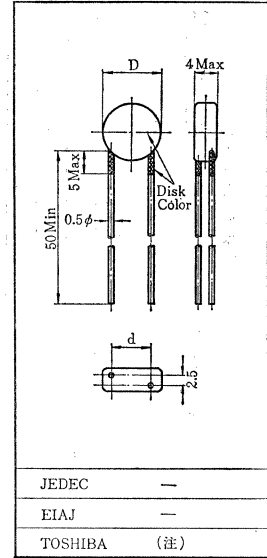
Characteristic	Symbol	Model No						Unit
		D21A	D22A	D33A	D41A	D61A	D91A	
許容電流	I	250	80	15	220	170	100	mA
許容動作電流	I _{opr}	30	5	2	20	9	10	mA
許容動作電圧*	V _{opr}	0.6	1	5	0.8	0.5	1	V
使用温度範囲	T _{stg}	-10~70						°C

* 自己加熱による抵抗変化2%以内

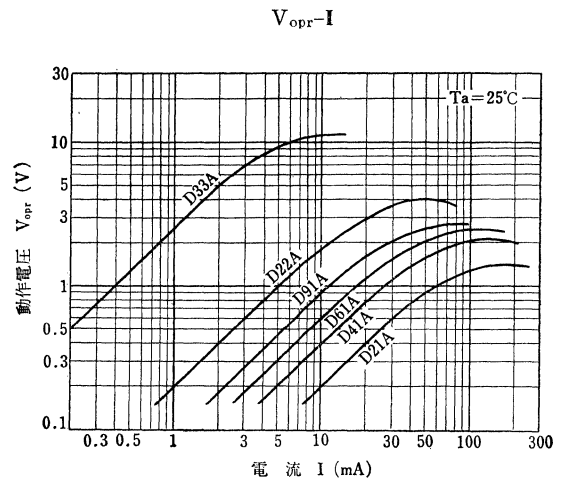
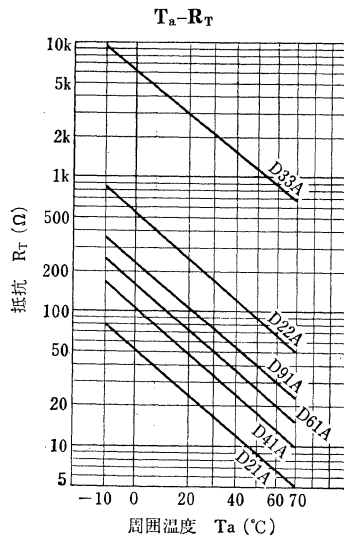
Resistance Variation by Self Heating—less than 2%

電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Model No						Unit
		D21A	D22A	D33A	D41A	D61A	D91A	
抵抗値 Resistance (Ta=25°C)	R ₂₅	20±3	200 ⁺²⁵ ₋₃₀	2500 ⁺²⁵ _{±250}	40 ⁺¹⁵ ₋₁₀	60 ⁺¹⁵ ₋₁₀	90±15	Ω
特性温度 Material Constant	B	3150 _{±200}	3250 _{±300}	3000 _{±300}	3300 _{±200}	3300 _{±200}	3150 _{±200}	°K
熱放散係数 Heat Dissipation Constant	K	8.5	5.5	6.0	8.5	8.5	5.0	mW/°C
温度係数 Temperature Coefficient	α(-B/T)	-3.3~ -3.8	-3.3~ -4.0	-3.0~ -3.7	-3.5~ -3.9	-3.5~ -3.9	-3.3~ -3.8	%



D21A, D22A, D33A D41A, D61A, D91A



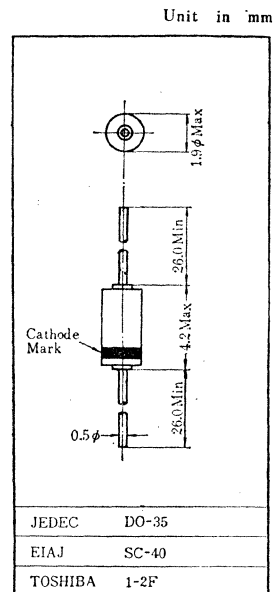
M8513A-0

シリコン拡散接合形バリスタ
SILICON DIFFUSED JUNCTION VARISTOR

- 温度補償用 ○ バイアス安定化用
- Temperature Compensation Applications
- Bias Compensation Applications

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

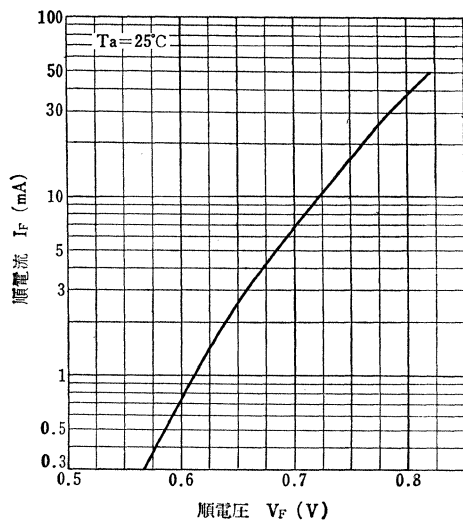
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
直流逆電圧	V_R	5	V
せん頭順電流	I_{FM}	150	mA
平均順電流	I_{FAV}	50	mA
接合部温度	T_J	125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	$-55\sim+150$	$^\circ\text{C}$



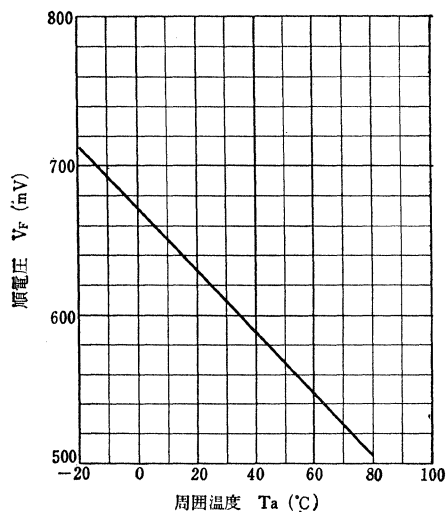
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
順電圧	V_F	$I_F=3\text{mA}$	0.63	0.65	0.68	V
逆電流	I_R	$V_R=5\text{V}$	—	—	10	μA
順電圧温度係数	ΔV_F	$I_F=1\text{mA}$	—	-2.0	—	$\text{mV}/^\circ\text{C}$

I_F-V_F



V_F-T_a

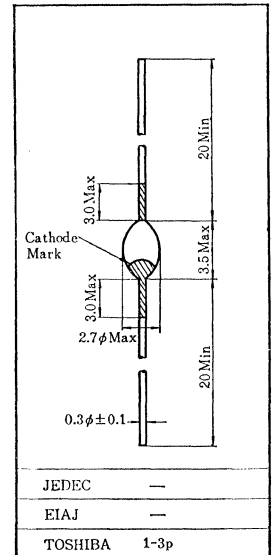


シリコン拡散接合形バリスタ
SILICON DIFFUSED JUNCTION VARISTOR

S3016-R

- 温度補償用
- バイアス安定化用
- Temperature compensation Applications
- Bias Compensation Applications
 - 外形がミニタイプです。 / Mini Type
 - 順電圧のバラツキが少ない。

Unit in mm



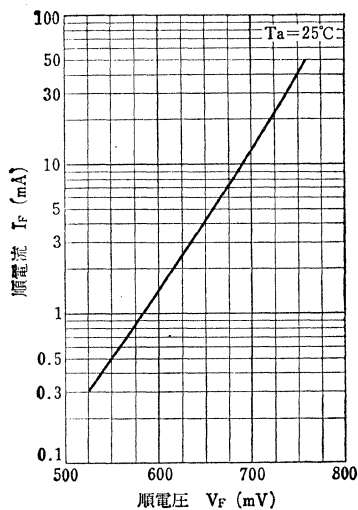
最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
直流逆電圧	V_R	3	V
せん頭順電流	I_{FM}	150	mA
平均順電流	I_{FAV}	50	mA
接合部温度	T_J	125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-55~125	$^\circ\text{C}$

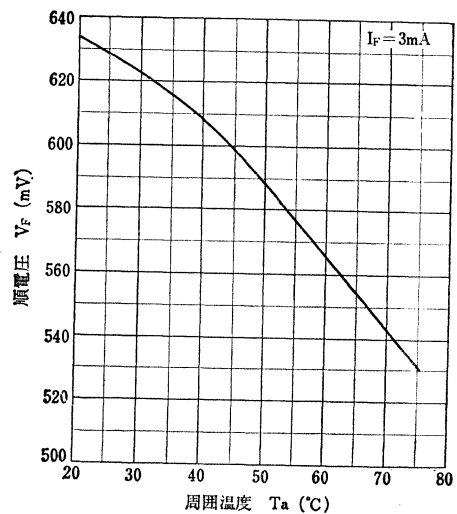
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
順電圧	V_F	$I_F=3\text{mA}$	0.595	—	0.645	V
逆電流	I_R	$V_R=3\text{V}$	—	—	10	μA
順電圧温度係数	ΔV_F	$I_F=3\text{mA}$	—	-1.9	—	$\text{mV}/^\circ\text{C}$

I_F-V_F



V_F-T_a



2SC1193, 2SC1236

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形マイクロ波トランジスタ
SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR MICROWAVE TRANSISTOR

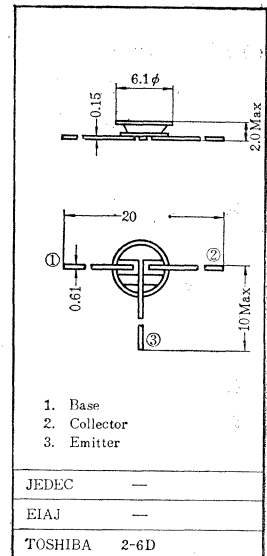
- UHF～Cバンド低雑音増幅用 ○UHF～Cバンド発振用
○高速スイッチング用
○ UHF～C Band Low Noise Amplifier, Oscillator Applications and High Speed Switching

通信工業用
Industrial Applications
Unit in mm

- $G_{pe}=7.0\text{dB}$ ($f=4\text{GHz}$) (2SC1236)
5.5dB ($f=4\text{GHz}$) (2SC1193)
- $NF=5.0\text{dB}$ ($f=4\text{GHz}$) (2SC1236)
6.5dB ($f=4\text{GHz}$) (2SC1193)
- $f_T=6.5\text{GHz}$ (2SC1236)
4.5GHz (2SC1193)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	20	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	15	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	2.0	V
コレクタ電流	I_C	30	mA
エミッタ電流	I_E	-30	mA
コレクタ損失	P_C	200	mW
接合部温度	T_J	175	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ\text{C}$



マイクロ波特性 Microwave Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Type	Min.	Typ.	Max.	Unit
雑音指数 Fig. 1	NF	$V_{CE}=10\text{V}, I_C=5\text{mA}, f=2\text{GHz}$	2SC1236	—	3.0	—	dB
			2SC1193	—	3.5	4.0	
		$V_{CE}=10\text{V}, I_C=5\text{mA}, f=4\text{GHz}$	2SC1236	—	5.0	6.0	dB
			2SC1193	—	6.5	—	
電力利得 Fig. 1	G_{pe}	$V_{CE}=10\text{V}, I_C=10\text{mA}, f=2\text{GHz}$	2SC1236	—	12.0	—	dB
			2SC1193	10.0	11.0	—	
		$V_{CE}=10\text{V}, I_C=10\text{mA}, f=4\text{GHz}$	2SC1236	6.0	7.0	—	dB
			2SC1193	—	5.5	—	
トランジション周波数*	f_T	$V_{CE}=10\text{V}, I_C=10\text{mA}$	2SC1236	—	6.5	—	GHz
最大発振周波数	f_{max}	$V_{CE}=10\text{V}, I_C=10\text{mA}$	2SC1193	—	4.5	—	
			2SC1236	—	11.0	—	GHz
			2SC1193	—	9.0	—	

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CE}=10\text{V}, I_E=0$	—	—	0.1	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=1.0\text{V}, I_C=0$	—	—	1.0	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=10\text{V}, I_C=10\text{mA}$	20	70	—	—
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0$	—	—	10	pF
帰還容量**	C_{re}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0$	—	0.3	—	pF

* f_T は 2GHz の Sパラメータより求めたものです。
 f_T is calculated from S-Parameter at 2GHz.

** C_{re} は Boonton Electronics Corp 製 75D Direct Capacitance Bridge によって三端子法で測定。
 C_{re} is measured by 3terminal method with Boonton Electronics Corp. 75D Direct Capacitance Bridge.

*** Sパラメータ基準面
S-Parameter Reference Plane

**** 飽和出力 (電力利得が1dB低下する点での出力)
はコレクタ電流が10mAの時に 5dBm 以上あります。
Saturation output power (at 1dB gain compression Point) is more than 5dBm at $I_C=10\text{mA}$.

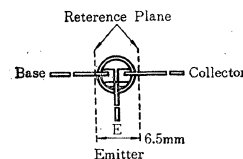
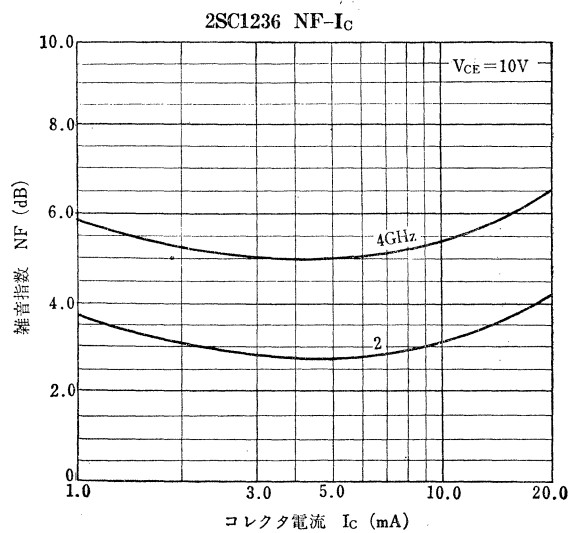
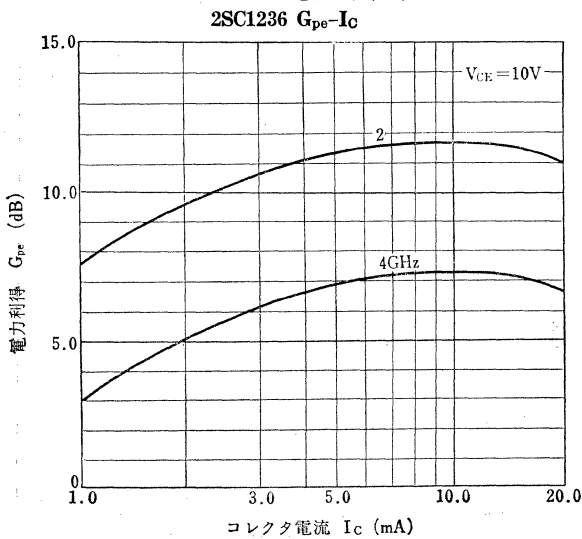
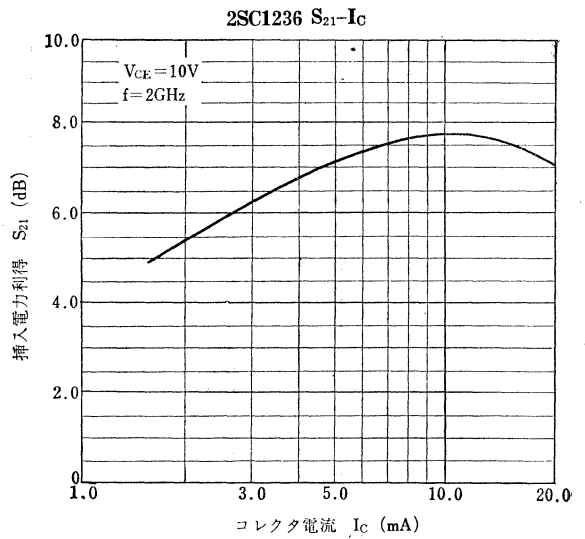
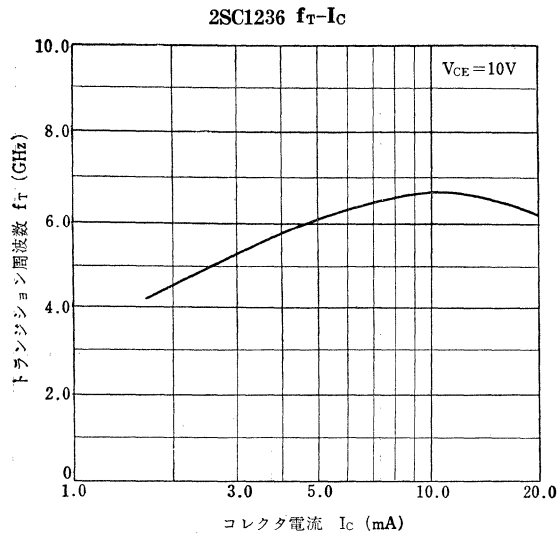
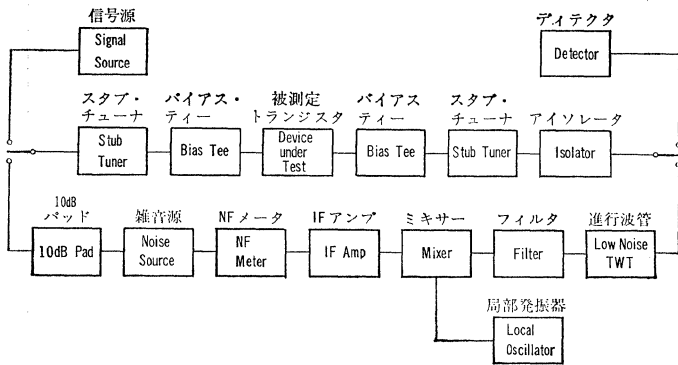
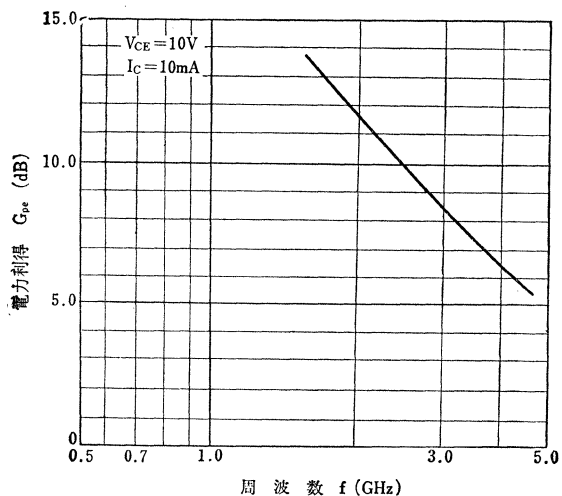


Fig. 1 雑音指数および電力利得測定ブロックダイアグラム
Noise Figure and Power Gain Test Set Block Diagram.

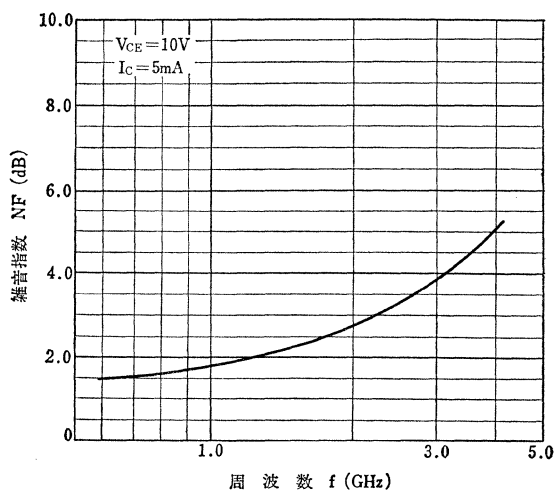


2SC1193, 2SC1236

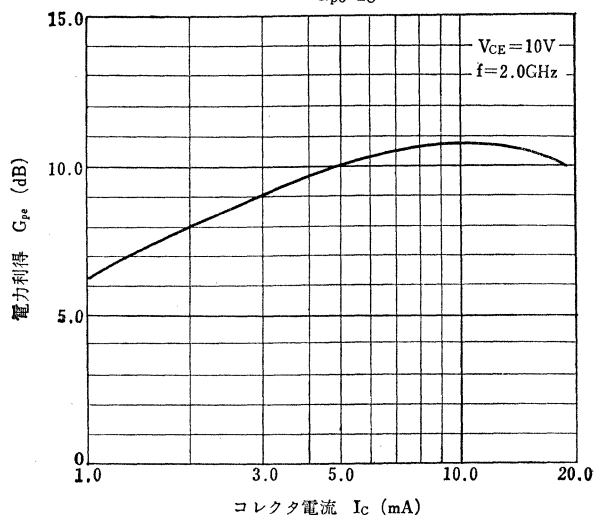
2SC1236 G_{pe} - f



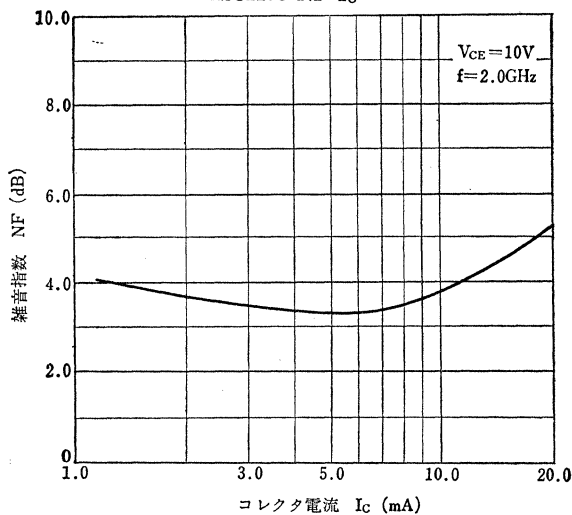
2SC1236 NF- f



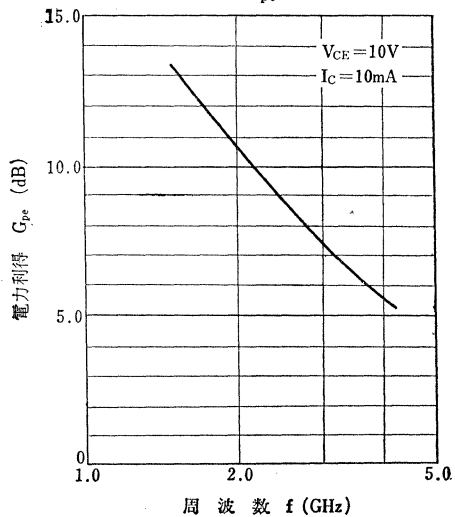
2SC1193 G_{pe} - I_C



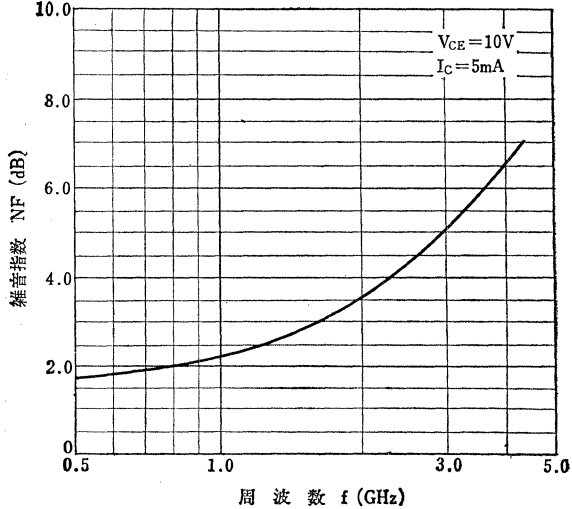
2SC1193 NF- I_C



2SC1193 G_{pe} - f



2SC1193 NF- f

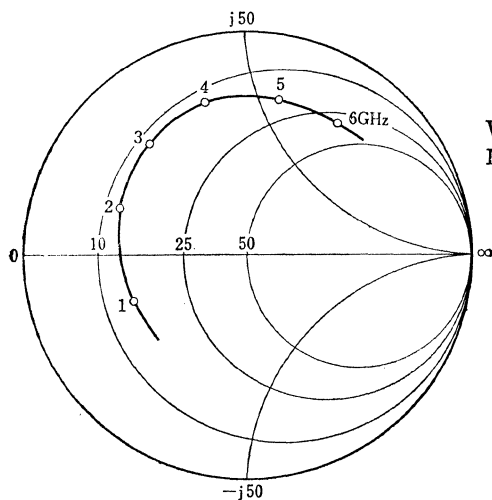


***2SC1193, 2SC1236 のエミッタ接地, 小信号 S パラメータ

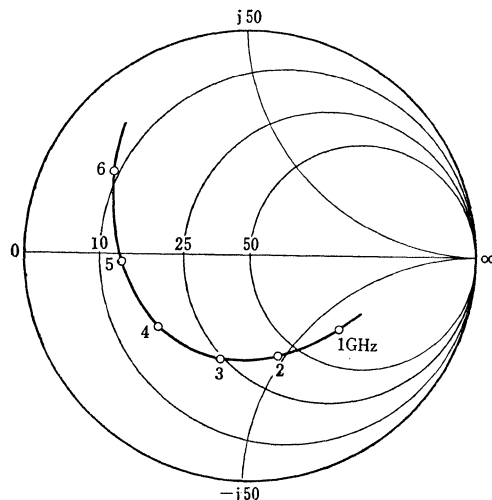
Common-Emitter Small Signal S-Parameters

of 2SC1193, 2SC1236

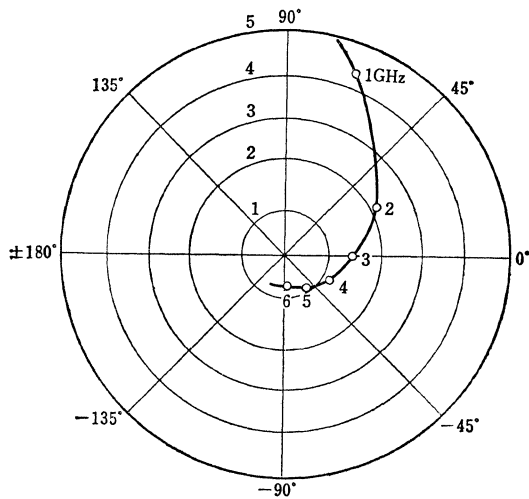
$V_{CE}=10V$
 $I_C=5\text{ nA}$



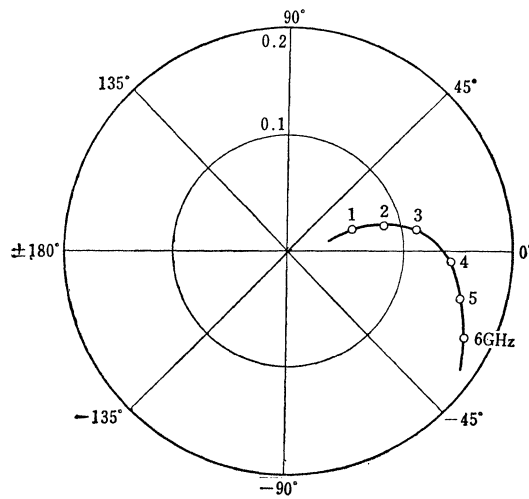
S11
(Unit : Ω)



S22
(Unit : Ω)



S21



S12

2SC1200

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形マイクロ波トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR MICROWAVE TRANSISTOR

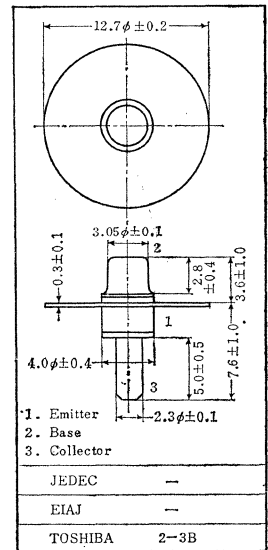
- UHF～Sバンド電力増幅用 ○UHF～Sバンド発振用
 ○ UHF～S Band power Amplifier Applications
 ○ UHF～S Band Oscillator Applications

通信工業用
Industrial Applications
Unit in mm

- 動作が安定でコレクタ効率が低い。 / Stable operation, High collector Efficiency
- 発振出力が大きい。 / High Oscillation Power
- 同軸形外囲器を採用しています。 / Coaxial type Envelope.

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V _{CB0}	40	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V _{CEO}	20	V
エミッタ・ベース間電圧	V _{EBO}	3.5	V
コレクタ電流	I _C	180	mA
コレクタ損失	P _C	2.5	W
接合部温度	T _J	175	°C
保存温度	T _{stg}	-65~175	°C



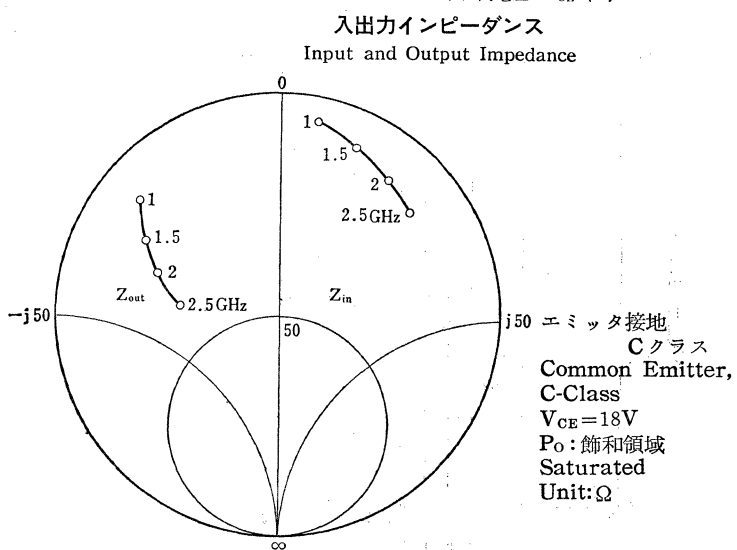
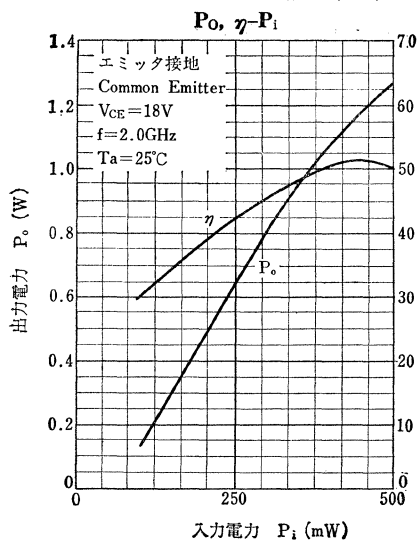
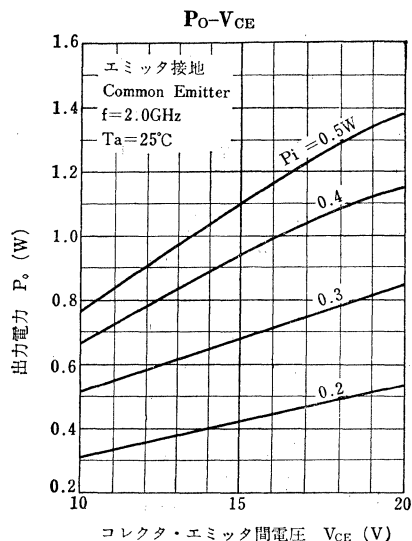
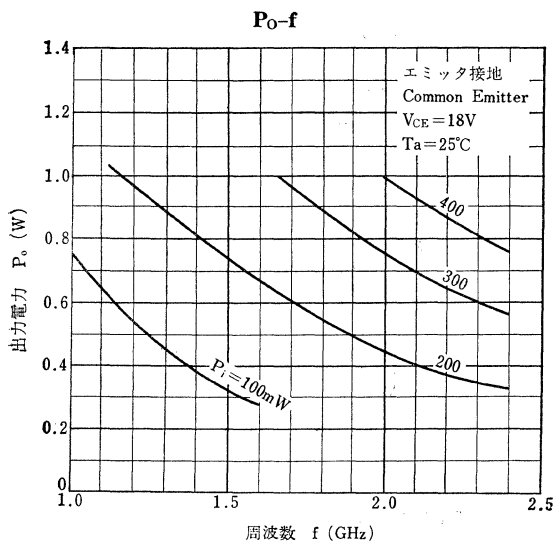
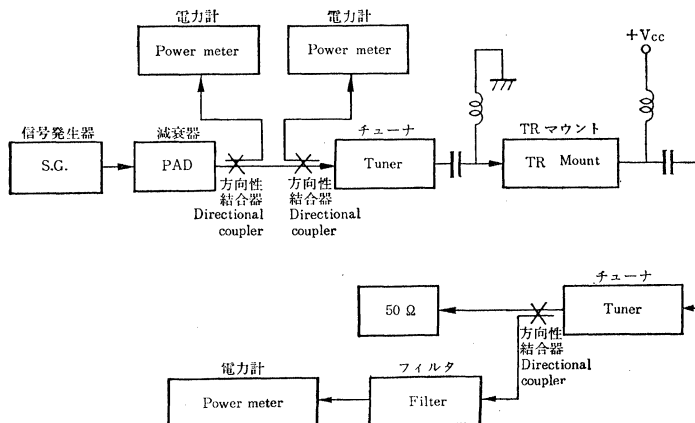
マイクロ波特性 Microwave Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
出力電力	P _{O(1)}	V _{CE} =18V, P _i =0.4W, f=2GHz Fig. 1	0.9	1.05	—	W
コレクタ効率	η _C		—	45	—	%
出力電力	P _{O(2)}	V _{CE} =18V, P _i =0.2W, f=1GHz	—	1.05	—	W

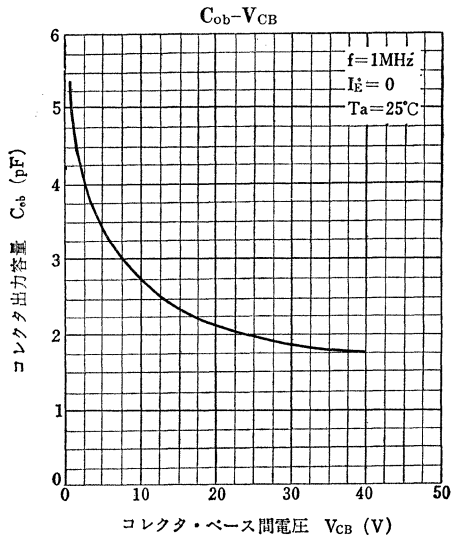
電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I _{CB0}	V _{CB} =20V, I _E =0	—	—	1.0	μA
エミッタシャ断電流	I _{EBO}	V _{EB} =2V, I _C =0	—	—	10	μA
コレクタ・ベース間電圧	V _{CB0}	I _C =1mA, I _E =0	40	—	—	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V _{CEO}	I _C =10mA, I _B =0	20	—	—	V
エミッタ・ベース間電圧	V _{EBO}	I _E =0.1mA, I _C =0	3.5	—	—	V
直流電流増幅率	h _{FE}	V _{CE} =5V, I _C =100mA	20	—	—	
コレクタ出力容量	C _{ob}	V _{CB} =18V, I _E =0, f=1MHz	—	2.3	3.5	pF

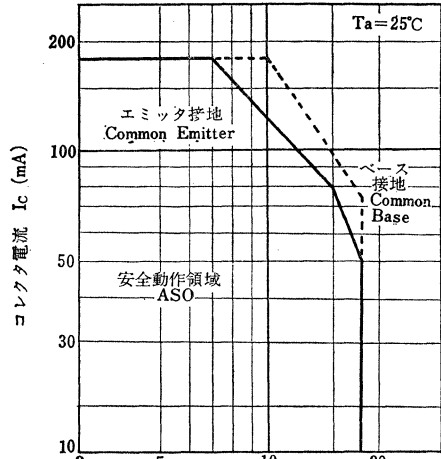
Fig. 1 出力電力測定回路
Output Power Test Setup



2SC1200

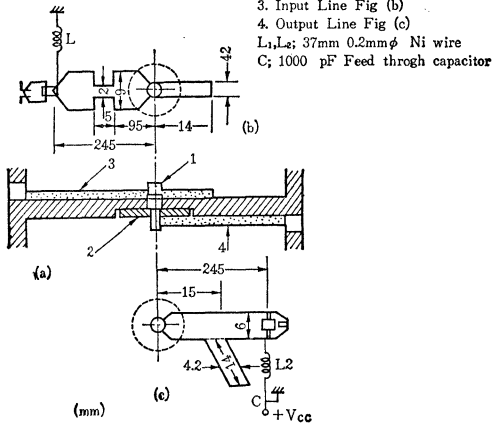


安全動作領域 (Aクラス) ASO for Forward Bias Operation (A-Class)

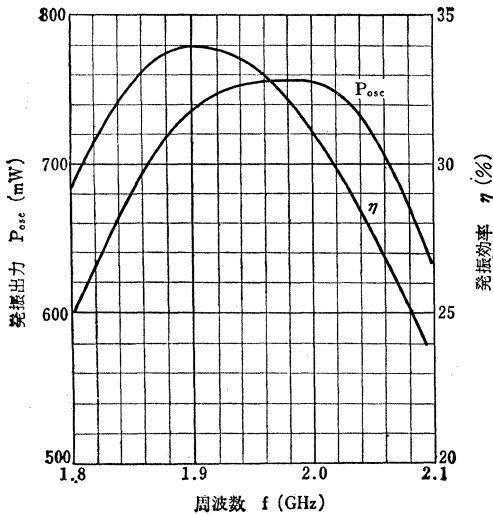


1. 2GHz 増幅器

2GHz Amplifier

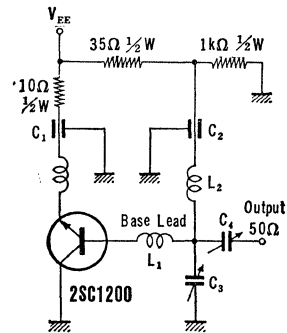


発振器特性
 $P_{osc}, \eta-f$



2. 2.0GHz 発振回路

2.0GHz Oscillator



L_1, L_2 : 37mm 0.2mm ϕ Ni Wire
 C_1, C_2 : 1000pF Feed Through Capacitor
 C_3, C_4 : 0.6~6pF Glass Trimmer

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形マイクロ波トランジスタ
SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR MICROWAVE TRANSISTOR

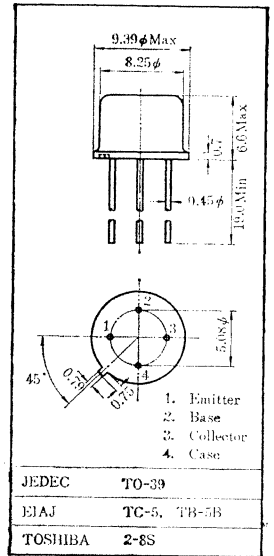
S1003A

- マイクロ波高出力増幅用 ○VHF, UHF帯CATV用
- Microwave High Power Amplifier Applications
- VHF, UHF Band CATV Applications

通信工業用
Industrial Applications
Unit in mm

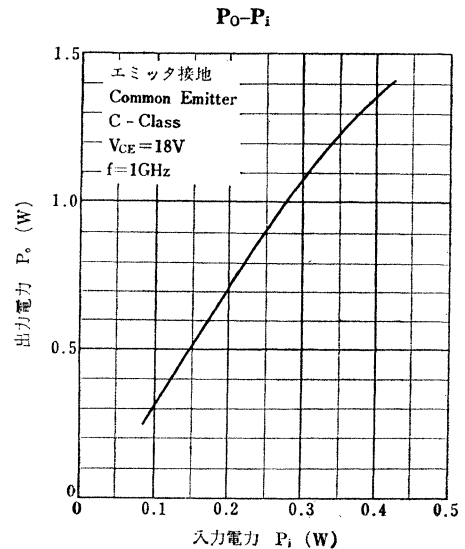
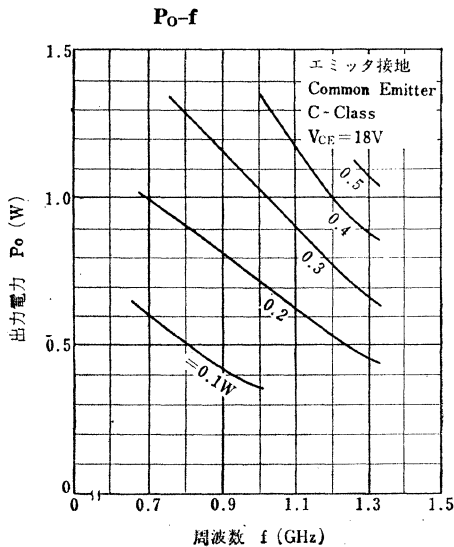
最大定格 Maximun Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタベース間電圧	V_{CBO}	40	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	20	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	3.5	V
コレクタ電流	I_C	180	mA
コレクタ損失	$T_C=25^\circ\text{C}$	3	W
	$T_a=25^\circ\text{C}$	0.75	
接合部温度	T_J	175	°C
保存温度	T_{stg}	-65~175	°C

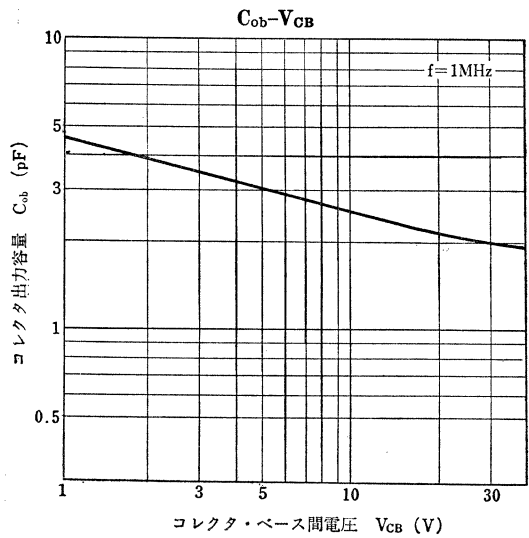
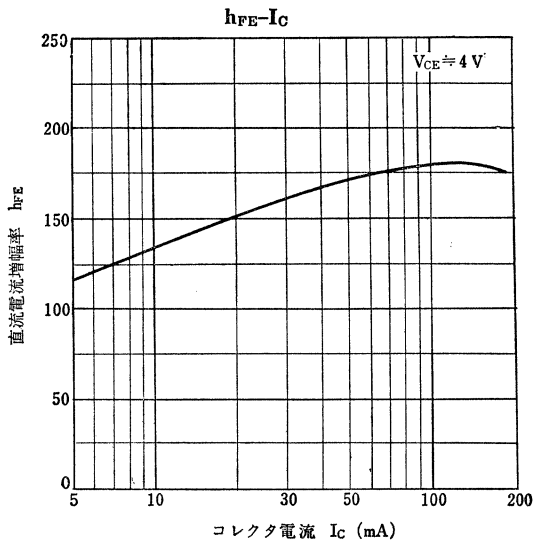
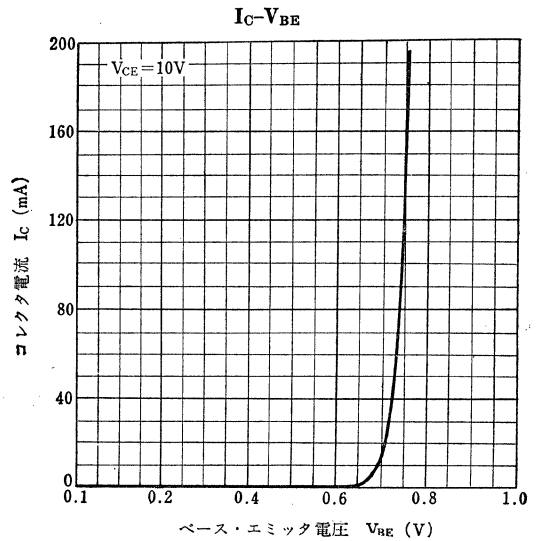
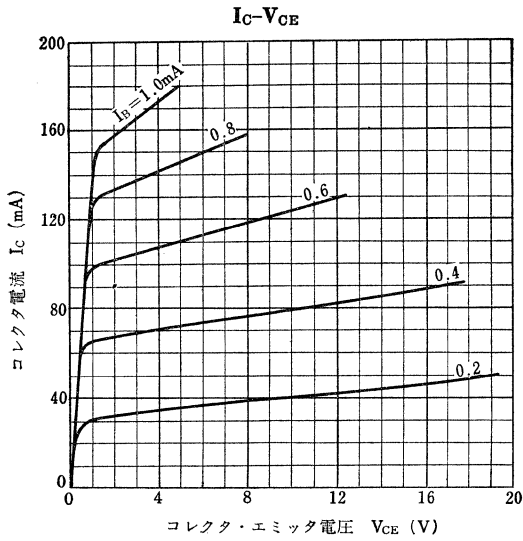
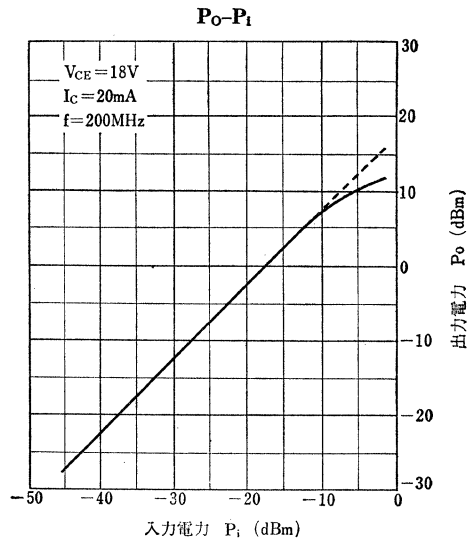
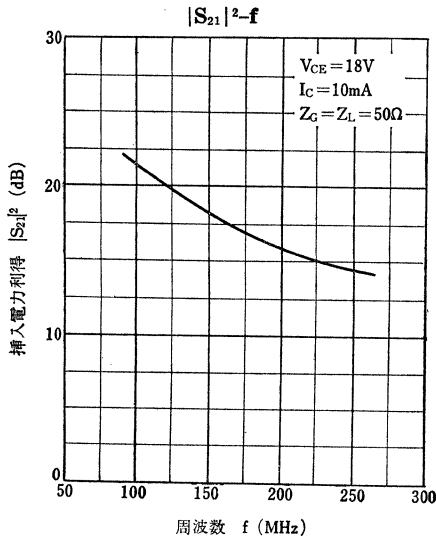


電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=20\text{V}, I_E=0$	—	—	1.0	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{BB}=2\text{V}, I_C=0$	—	—	10	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=5\text{V}, I_C=50\text{mA}$	20	—	300	
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=18\text{V}, I_E=0$	—	2.2	3.0	pF
トランジション周波数	f_T	$V_{CB}=18\text{V}, I_C=50\text{mA}$	—	3	—	GHz
出力電力	P_O	$V_{CE}=18\text{V}, P_i=0.3\text{W}, f=1\text{GHz}$	1.0	1.1	—	W
コレクタ効率	η_c		40	53	—	%



S1003A



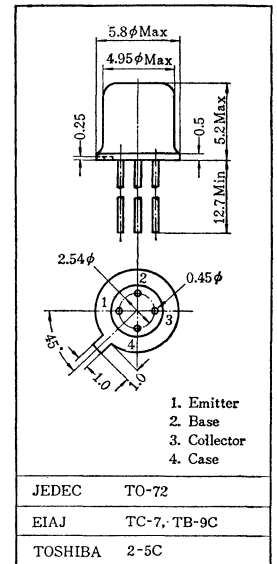
- UHF帯低雑音増幅用 ○高速スイッチング用
○ UHF Band Low Noise Amplifier Applications
○ High Speed Switching Applications

通信工業用
Industrial Applications
Unit in mm

- NF=1.2dB(f=500MHz)
- S_{21} =15dB(f=500MHz)
- f_T =4.5GHz

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタベース間電圧	V_{CB0}	20	V
コレクタエミッタ間電圧	V_{CE0}	20	V
エミッタベース間電圧	V_{EB0}	3.0	V
コレクタ電流	I_C	30	mA
エミッタ電流	I_E	-30	mA
コレクタ損失	P_C	175	mW
接合部温度	T_J	175	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ\text{C}$



マイクロ波特性 Microwave Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
雑音指数 Fig.1	NF	$V_{CE}=10\text{V}, I_C=3\text{mA}, f=500\text{MHz}$	—	1.2	2.0	dB
		$V_{CE}=10\text{V}, I_C=3\text{mA}, f=1000\text{MHz}$	—	2.0	—	dB
挿入電力利得	S_{21}	$V_{CE}=10\text{V}, I_C=10\text{mA}, f=500\text{MHz}$	13.0	15.0	—	dB
		$V_{CE}=10\text{V}, I_C=10\text{mA}, f=1000\text{MHz}$	—	9.5	—	dB
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10\text{V}, I_C=10\text{mA}$	3.5	4.5	—	GHz

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CB0}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0$	—	—	0.1	μA
エミッタシャ断電流	I_{EB0}	$V_{EB}=2.0\text{V}, I_E=0$	—	—	1.0	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=10\text{V}, I_C=5$	30	—	—	—
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0$	—	0.9	—	pF
帰還容量 *	C_{re}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0$	—	0.4	0.55	pF

* C_{re} は Boonton Electronics Corp 製 75D Direct Capacitance Bridge によって三端子法で測定。

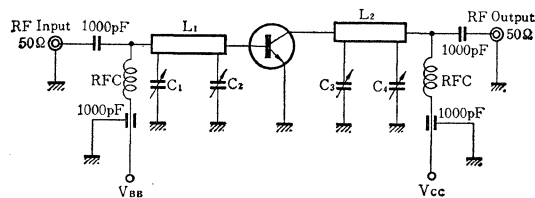
C_{re} is Measured by 3 Terminal Method, with Boonton Electronics Corp. 75D Direct Capacitance Bridge.

** 飽和出力(電力利得が 1dB 低下する点での出力)は、コレクタ電流が10mA の時に 5dB 以上あります。

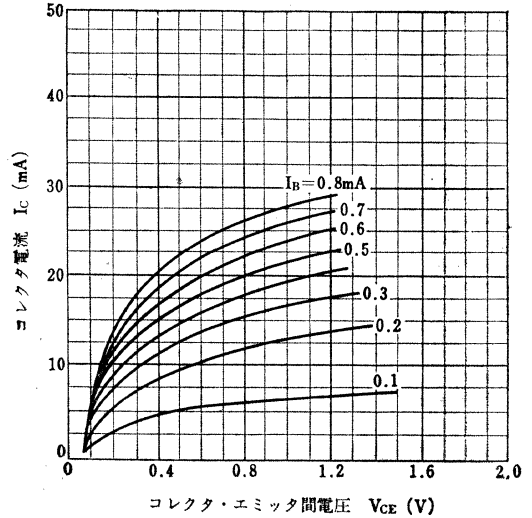
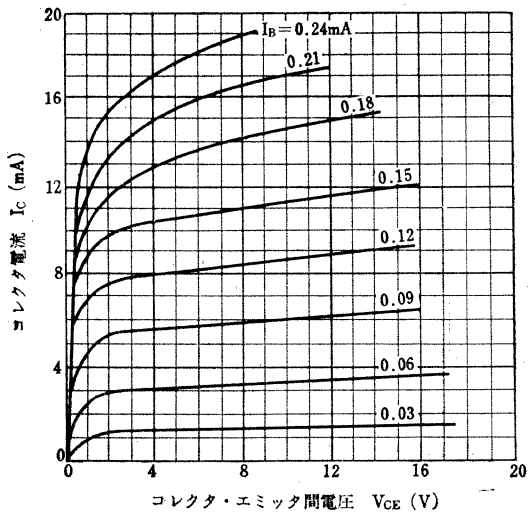
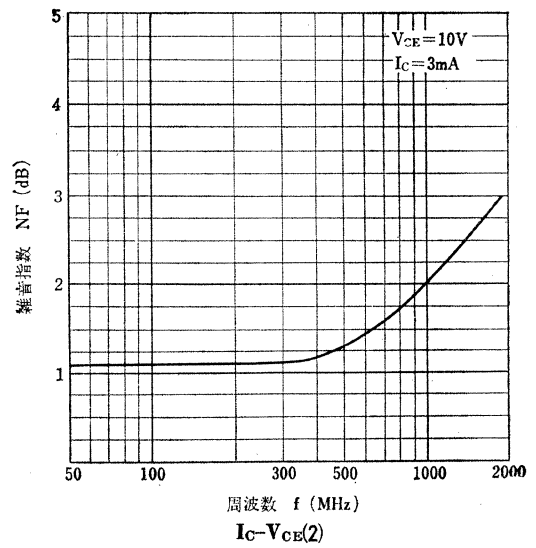
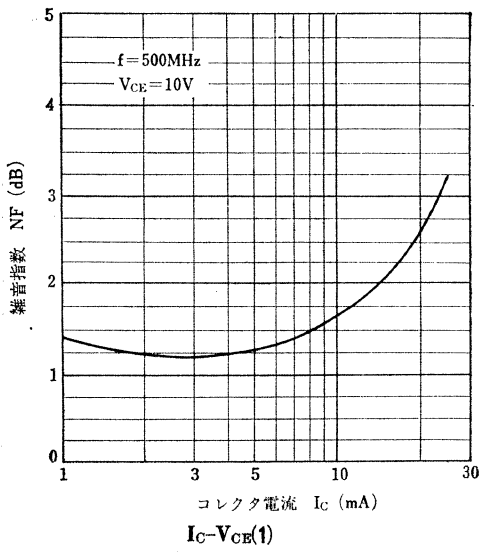
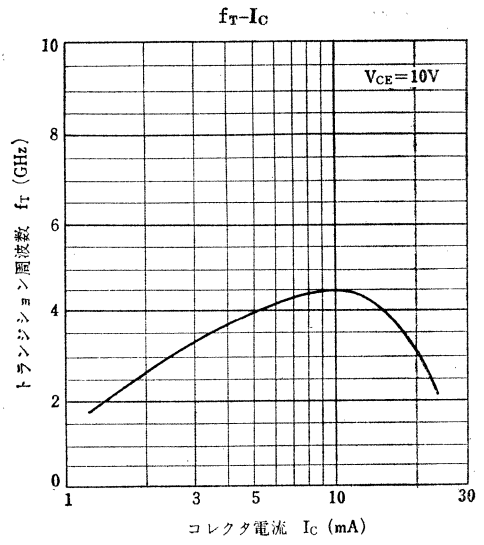
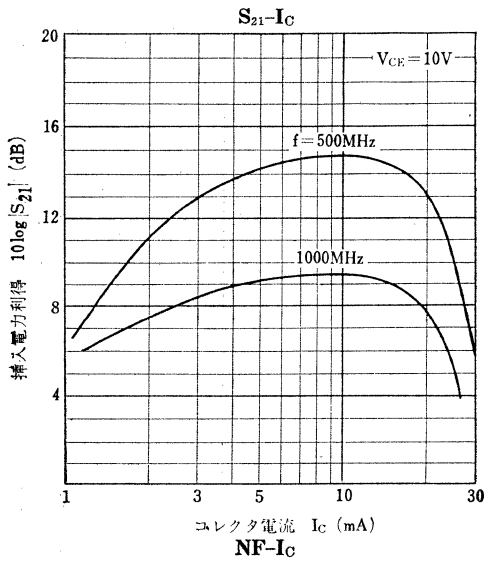
Saturation Output power (at 1dB gain compression point) is more than 5dBm at $I_C=10\text{mA}$.

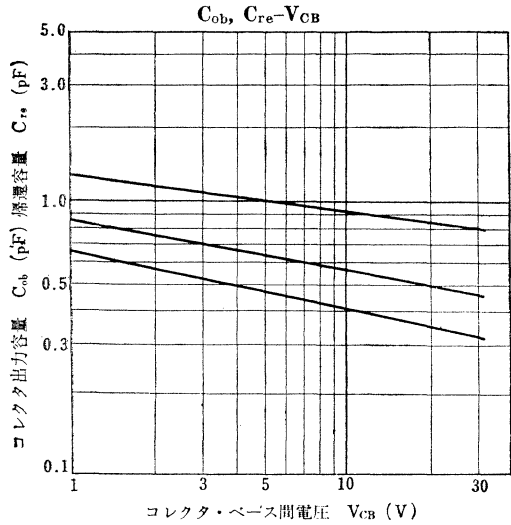
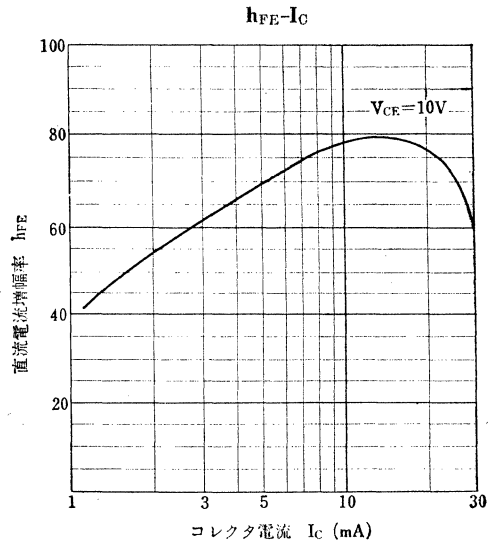
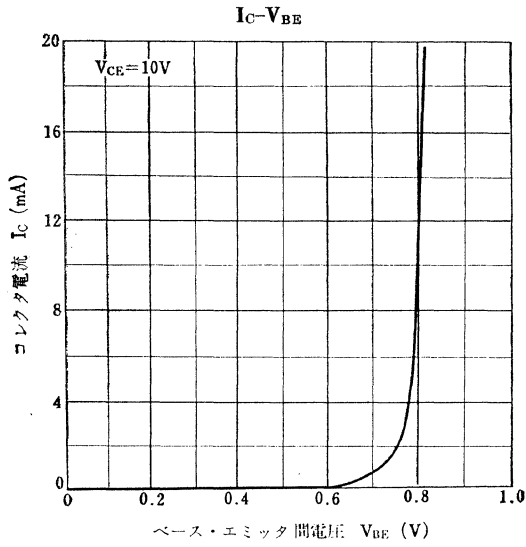
Fig. 1 雑音指数試験回路

Noise Figure Test Circuit.

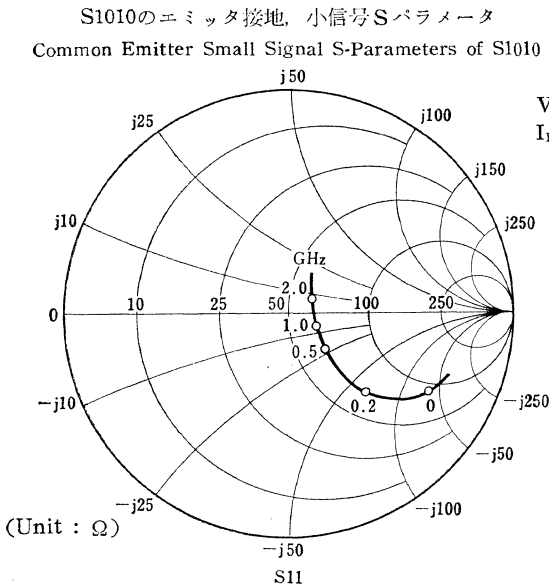


C_1, C_2, C_3, C_4 ; 0.8~10pF Air Trimmer
 L_1, L_2 ; 4 \times 10 \times 0.03mm Copper Ribbon

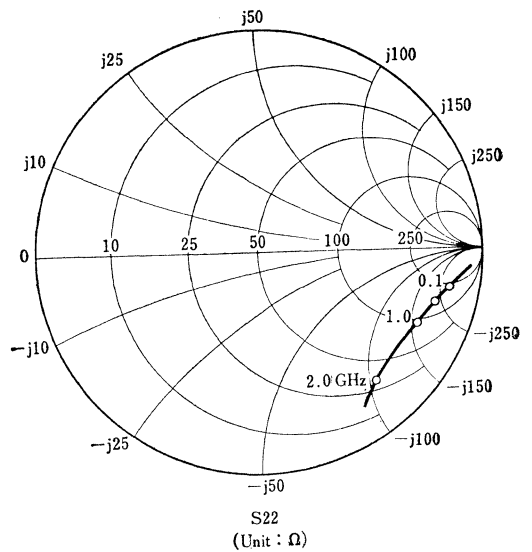




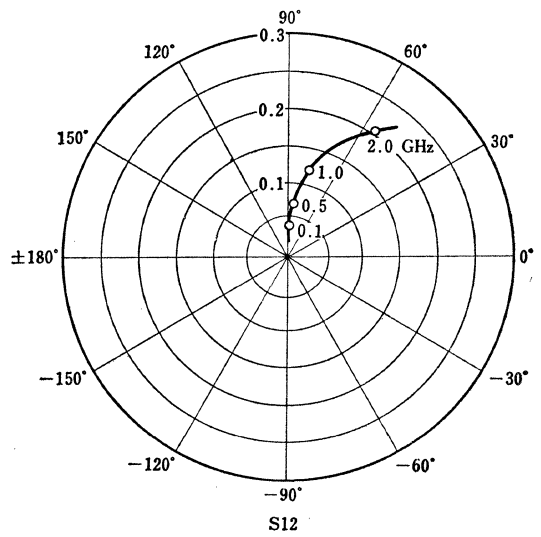
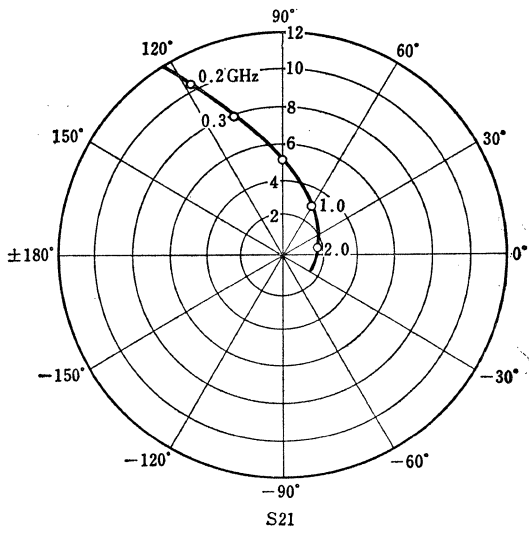
S1010のエミッタ接地, 小信号Sパラメータ
Common Emitter Small Signal S-Parameters of S1010



$V_{CB} = 10V$
 $I_E = 10mA$



S1010



シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形マイクロ波トランジスタ
SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR MICROWAVE TRANSISTOR

S1071

- UHF～Sバンド電力増幅用 ○UHF～Sバンド発振用
○ UHF～S Band Power Amplifier Applications
○ UHF～S Band Oscillator Applications

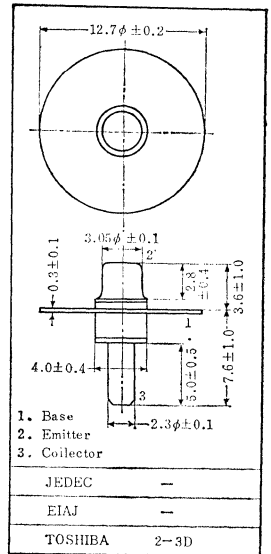
通信工業用
Industrial Application

Unit in mm

- 電力利得が大きい。 / High Power Gain
- 高出力です。 / High power output
- 同軸型外囲器を採用しております。 / Coaxial type Envelope.

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V _{CB0}	50	V
コレクタ・エミッタ間電圧 R _{BE} =10Ω	V _{CER}	50	V
エミッタ・ベース間電圧	V _{EBO}	3.5	V
コレクタ電流	I _C	250	mA
コレクタ損失 (T _C =25°C)	P _C	3.5	W
接合部温度	T _J	175	°C
保存温度	T _{stg}	-65~175	°C



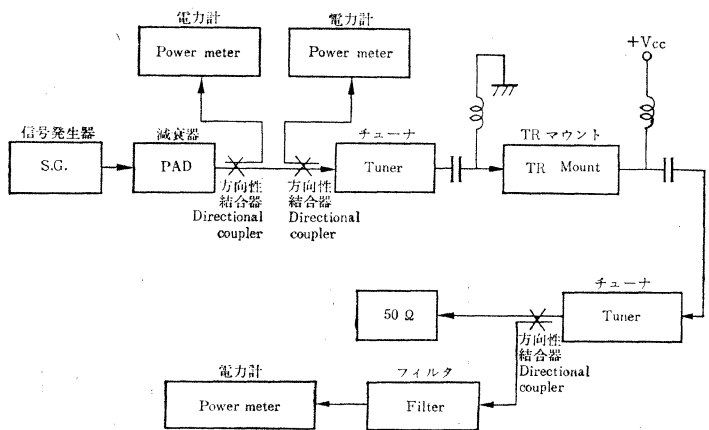
マイクロ波特性 Microwave Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
出力電力	P _{O(1)}	V _{CB} =28V, P _I =0.2W, f=20GHz Fig. 1	2	2.2	—	W
電力利得	G _{pe}		10	10.4	—	dB
出力電力	P _{O(2)}	V _{CB} =28V, P _I =0.4W, f=2.7GHz	—	1.4	—	W

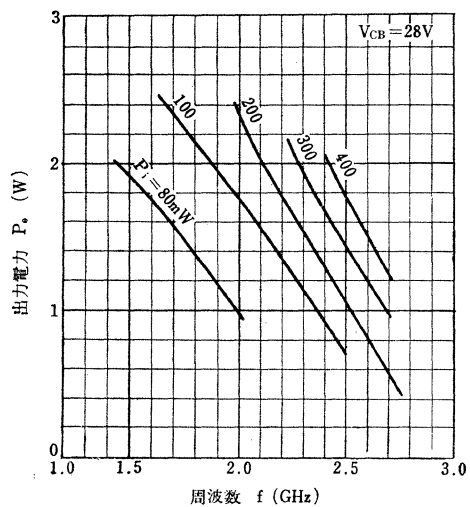
電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I _{CB0}	V _{CB} =30V, I _E =0	—	—	1.0	μA
エミッタシャ断電流	I _{EBO}	V _{EB} =2V, I _C =0	—	—	10	μA
コレクタ・ベース間電圧	V _{CB0}	I _C =1mA, I _E =0	50	—	—	V
コレクタ・エミッタ電圧	V _{CER}	I _C =5mA, I _B =0 R _{BE} =10Ω	50	—	—	V
エミッタ・ベース間電圧	V _{EBO}	I _E =0.1mA, I _C =0	3.5	—	—	V
直流電流増幅率	h _{FE}	V _{CE} =5V, I _C =100mA	30	—	250	—
コレクタ出力容量	C _{ob}	V _{CB} =30V, I _E =0, f=1MHz	—	2.2	3.0	pF

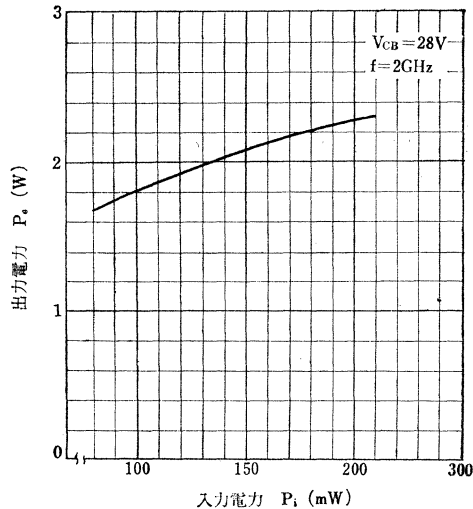
Fig. 1 出力電力測定回路
Output Power Test Setup



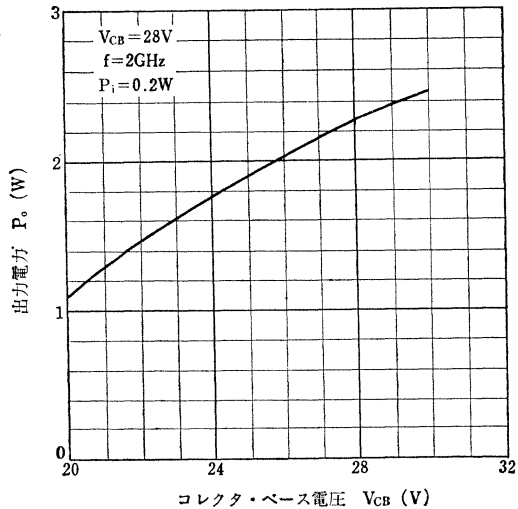
P_o-f (C-Class)



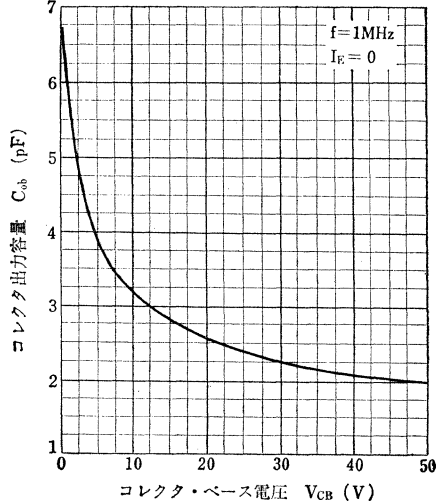
P_o-P_i (C-Class)



P_o-V_{CB} (C-Class)



$C_{ob}-V_{CB}$



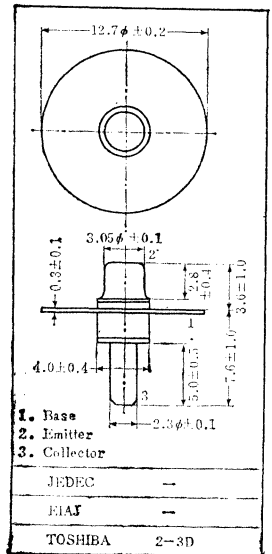
- UHF～Sバンド電力増幅用 ○UHF～Sバンド発振用
○ UHF～S Band Power Amplifier Applications
○ UHF～S Band Oscillator Applications

通信工業用
Industrial Applications
Unit in mm

- 電力利得が大きい。 / High Power Gain
- 発振出力が大きい。 / High Oscillation Power
- 同軸形外囲器を採用しております。 / Coaxial type Envelope

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧:	V _{CB0}	50	V
コレクタ・エミッタ間電圧: R _{BE} =10Ω	V _{CER}	50	V
エミッタ・ベース間電圧:	V _{EBO}	3.5	V
コレクタ電流	I _C	120	mA
コレクタ損失 T _C =25°C	P _C	2.5	W
接合部温度	T _J	175	°C
保存温度	T _{stg}	-65~175	°C



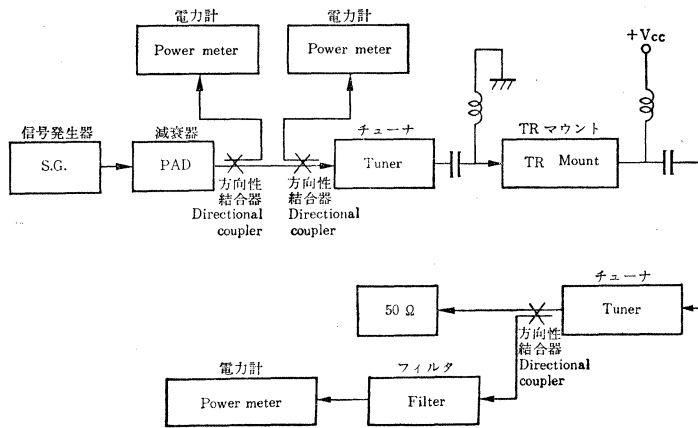
マイクロ波特性 Microwave Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
出力電力	P _{O(1)}	V _{CB} =28V, P _I =0.1W, f=2.7GHz Fig.1	0.5	0.6	—	W
電力利得	G _{pe}		7.0	—	—	dB
出力電力	P _{O(2)}	V _{CB} =28V, P _I =80mW, f=2GHz	—	0.9	—	W

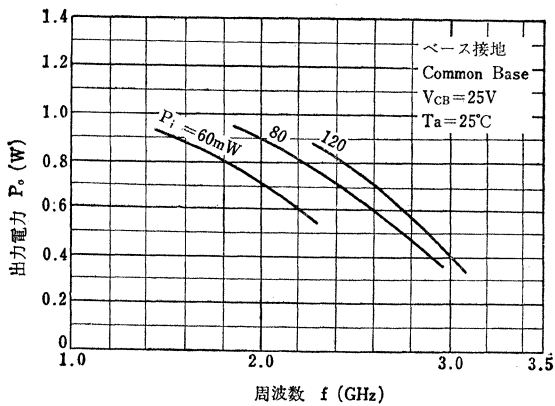
電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I _{CB0}	V _{CB} =30V, I _E =0	—	—	1.0	μA
エミッタシャ断電流	I _{EBO}	V _{EB} =2V, I _C =0	—	—	10	μA
コレクタ・ベース間電圧	V _{CB0}	I _C =1mA, I _E =0	50	—	—	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V _{CER}	I _C =5mA, I _B =0, R _{BE} =10Ω	50	—	—	V
エミッタ・ベース間電圧	V _{EBO}	I _E =0.1mA, I _C =0	3.5	—	—	V
直流電流増幅率	h _{FE}	V _{CE} =5V, I _C =100mA	20	—	—	
コレクタ出力容量	C _{ob}	V _{CB} =30V, I _E =0, f=1MHz	—	2.0	3.0	pF

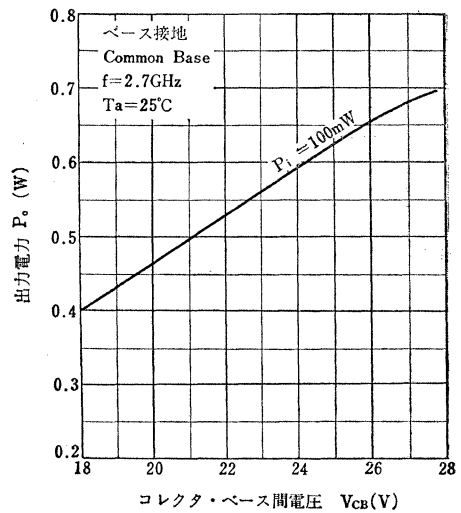
Fig. 1 出力電力測定回路
Output Power Test Setup



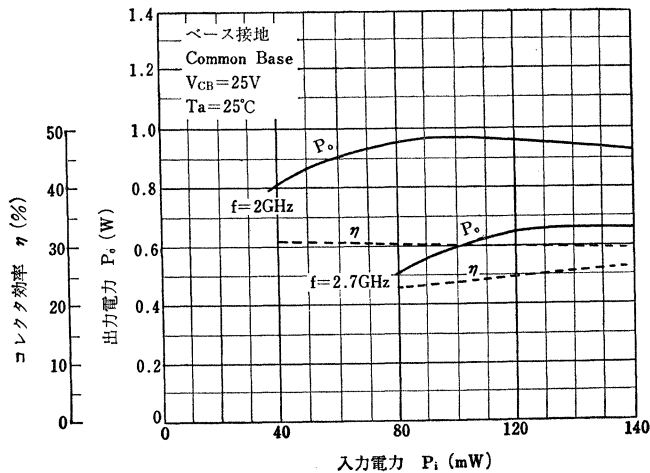
P_o-f



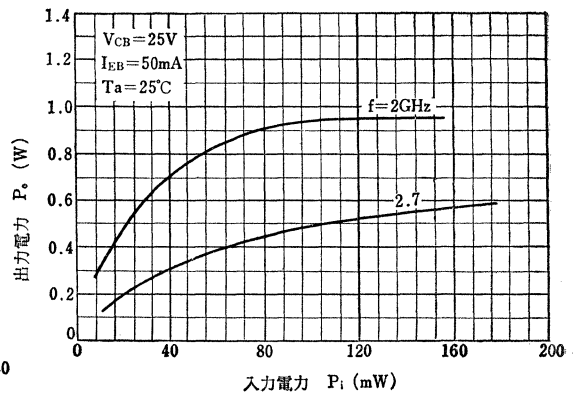
P_o-V_{CB}

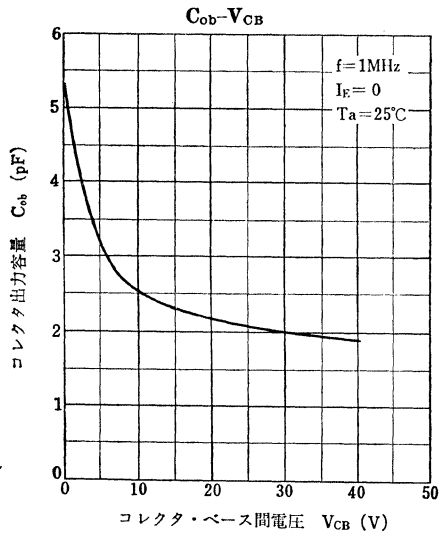


$P_o, \eta-P_i$

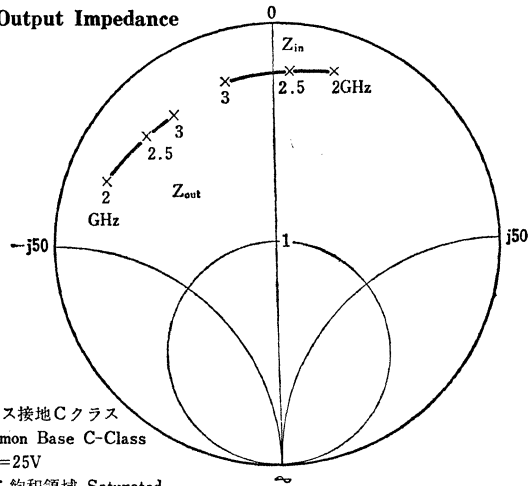


P_o-P_i (A-Class)



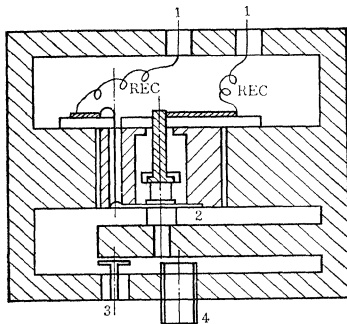


入出力インピーダンス
Input and Output Impedance



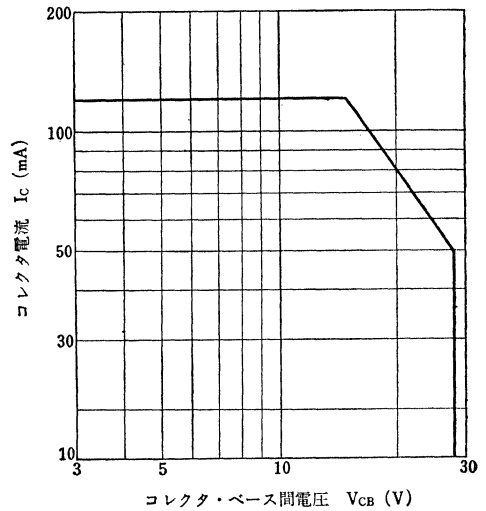
ベース接地Cクラス
Common Base C-Class
 $V_{CB}=25\text{V}$
 P_{out} : 飽和領域 Saturated
 Unit : Ω

応用例 2.3~2.5GHz発振器
Application 2.3~2.5 GHz Oscillator

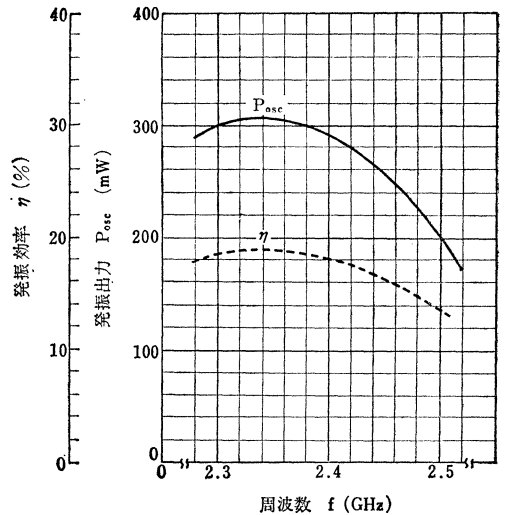


1. 1000pF フィードスルー
Feed Through Capacitor
2. テフロンシート
Teflon Sheet
3. 出力接続
Output Connector
4. 周波数調整ビス
Frequency Tuning screw

安全動作領域 (Aクラス)
ASO for Forward Bias Operation (A-Class)



$P_{osc}, \eta-f$



S1166

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形マイクロ波トランジスタ SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR MICROWAVE TRANSISTOR

○UHF～Sバンド中電力増幅用 ○UHF～Sバンド発振用

○ UHF～S Band Medium Power Amplifier Applications

○ UHF～S Band Oscillator Applications

通信工業用

Industrial Applications

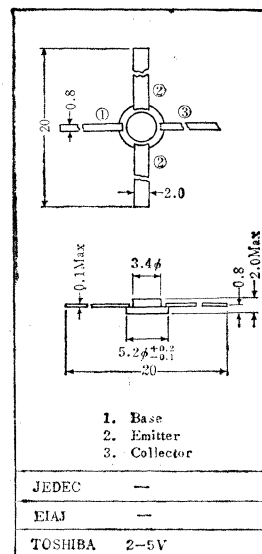
Unit in mm

• $P_{out} = 22\text{dBm}$ ($f = 2\text{GHz}$)

• $G_{po} = 7\text{dB}$ ($f = 2\text{GHz}$)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	30	V	
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	15	V	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	3.0	V	
コレクタ電流	I_C	120	mA	
エミッタ電流	I_E	-120	mA	
コレクタ損失	P_C	($T_a = 25^\circ\text{C}$)	0.6	W
		($T_C = 25^\circ\text{C}$)	1.2	W
接合温度	T_J	175	$^\circ\text{C}$	
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ\text{C}$	



マイクロ波特性 Microwave Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
雑音指数 Fig. 1	NF	$V_{CE} = 10\text{V}, I_C = 5\text{mA}, f = 1\text{GHz}$	—	3.0	4.0	dB
		$V_{CE} = 10\text{V}, I_C = 5\text{mA}, f = 2\text{GHz}$	—	6.2	7.0	dB
電力利得 Fig. 1	G_{po}	$V_{CE} = 10\text{V}, I_C = 30\text{mA}, f = 1\text{GHz}$	11.5	12.5	—	dB
		$V_{CE} = 10\text{V}, I_C = 30\text{mA}, f = 2\text{GHz}$	6.0	7.0	—	dB
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = 10\text{V}, I_C = 50\text{mA}$	3.0	4.0	—	GHz
最大発振周波数	f_{max}	$V_{CE} = 10\text{V}, I_C = 30\text{mA}$	4.0	5.0	—	GHz
飽和出力 *	P_o	$V_{CE} = 10\text{V}, I_C = 50\text{mA}, f = 2\text{GHz}$	—	22.0	—	dBm

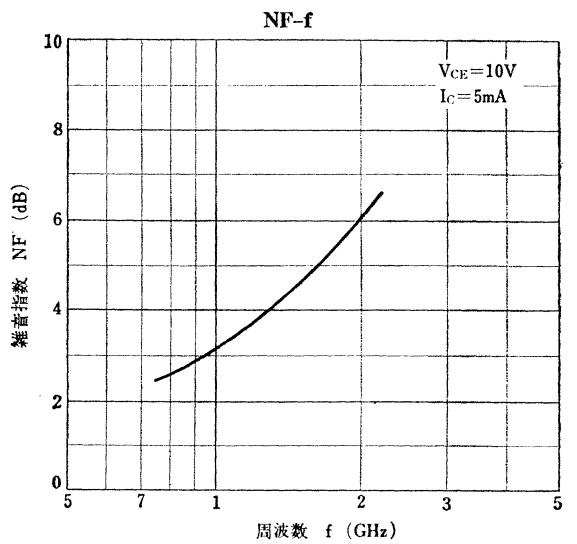
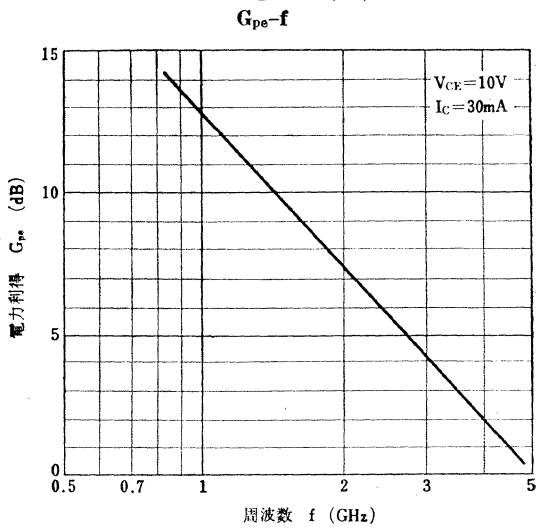
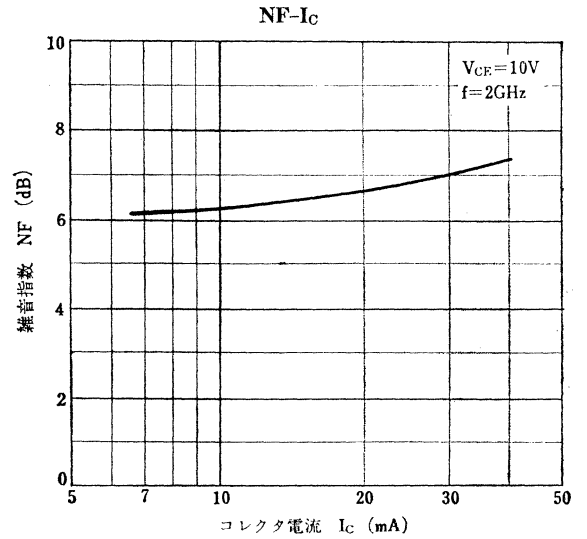
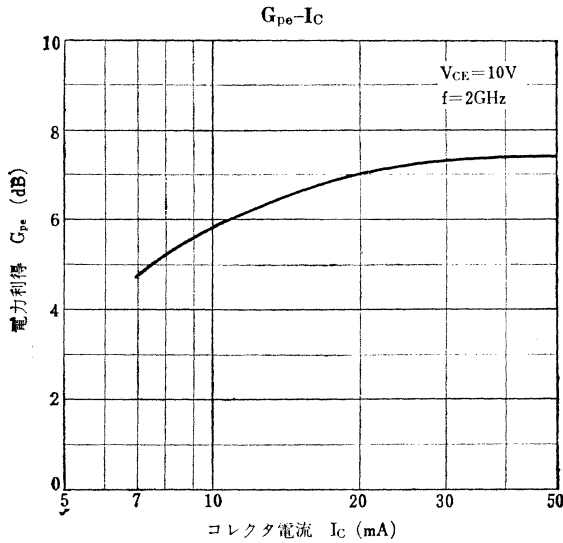
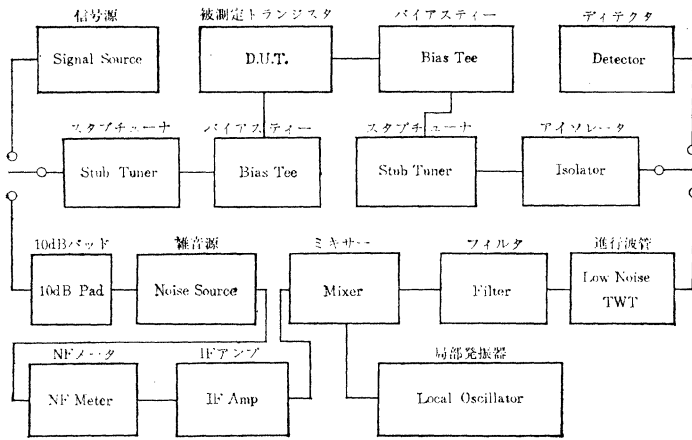
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

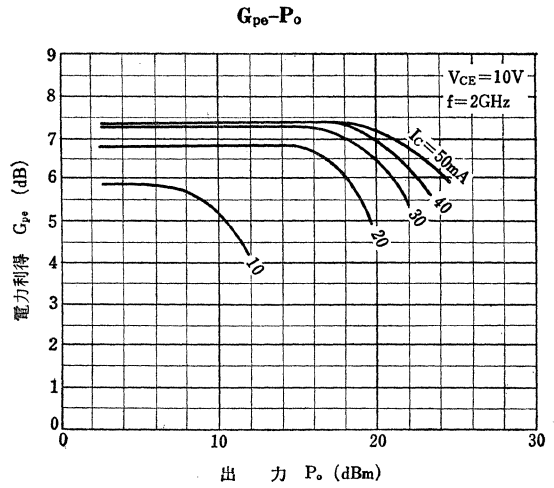
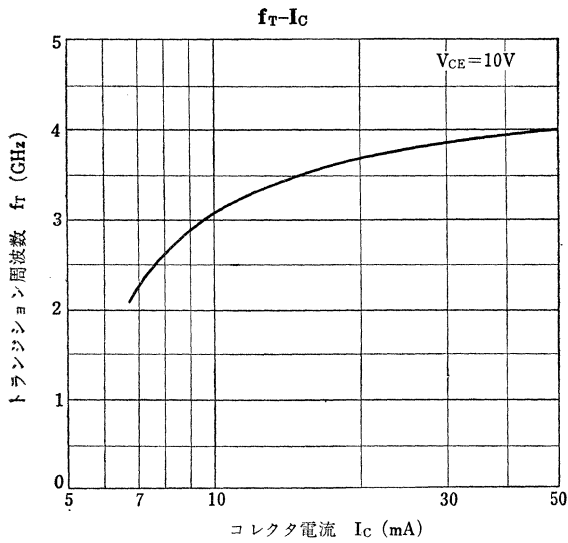
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = 10\text{V}, I_E = 0$	—	—	1.0	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = 2.0\text{V}, I_C = 0$	—	—	10	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE} = 5\text{V}, I_C = 50\text{mA}$	—	100	—	
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = 10\text{V}, I_E = 0$	—	1.7	23	pF
帰還容量 **	C_{re}	$V_{CB} = 10\text{V}, I_E = 0$	—	1.0	—	pF

* 電力利得が 1dB 低下する点での出力
1dB Gain Compression.

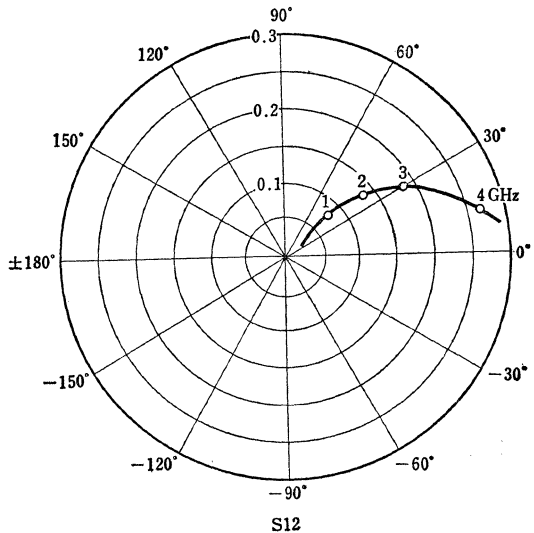
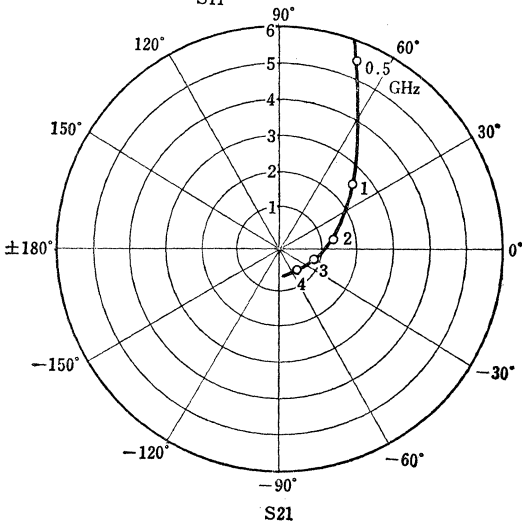
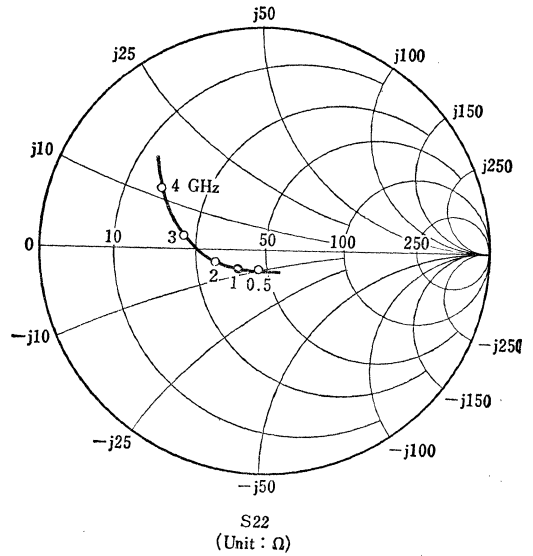
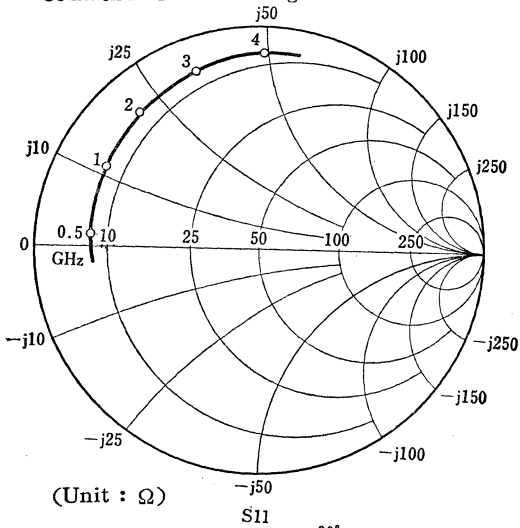
** C_{re} は Boonton Electronics Corp. 製 75D Direct Capacitance Bridge によって三端子法で測定。
 C_{re} is measured by 3 terminal method with Boonton Electronics Corp. 75D Direct Capacitance Bridge.

Fig.1 雑音指数および電力利得測定ブロックダイアグラム
Noise Figure and Power Gain Test Set Block Diagram





S1166のエミッタ接地、小信号Sパラメータ
Common-Emitter Small Signal S-Parameters of S1166



シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形マイクロ波トランジスタ
SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR MICROWAVE TRANSISTOR

S1182

- UHF～Cバンド低雑音増幅用 ○ 超高速スイッチング用(CML)
○ UHF～C Band Low Noise Amplifier Applications
○ High Speed Switching Applications

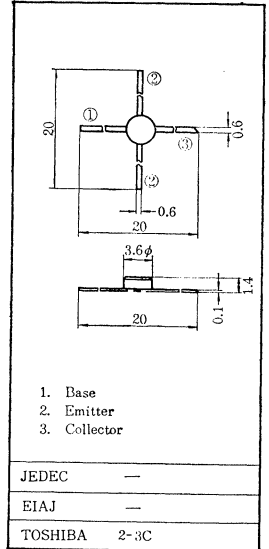
通信工業用
Industrial Applications

Unit in mm

- $f_T = 7\text{GHz}$
- $G_{pe} = 10\text{dB}$ ($f = 2\text{GHz}$)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	15	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	8	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	3.0	V
コレクタ電流	I_C	80	mA
エミッタ電流	I_E	-80	mA
コレクタ損失	P_C	250	mW
接合部温度	T_J	175	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ\text{C}$



マイクロ波特性 Microwave Characteristics

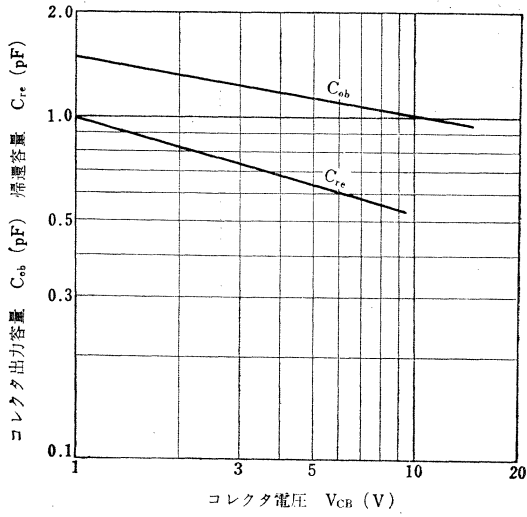
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
トランジション周波数	f_T	$V_{CE} = 5\text{V}, I_C = 30\text{mA}$	6.0	7.0	—	GHz
電力利得	G_{pe}	$V_{CE} = 5\text{V}, I_C = 30\text{mA}, f = 2\text{GHz}$	8.5	10.0	—	dB
雑音指数	NF	$V_{CE} = 5\text{V}, I_C = 10\text{mA}, f = 2\text{GHz}$	—	3.5	4.5	dB
最大発振周波数	f_{max}	$V_{CE} = 5\text{V}, I_C = 30\text{mA}$	—	8.0	—	GHz

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

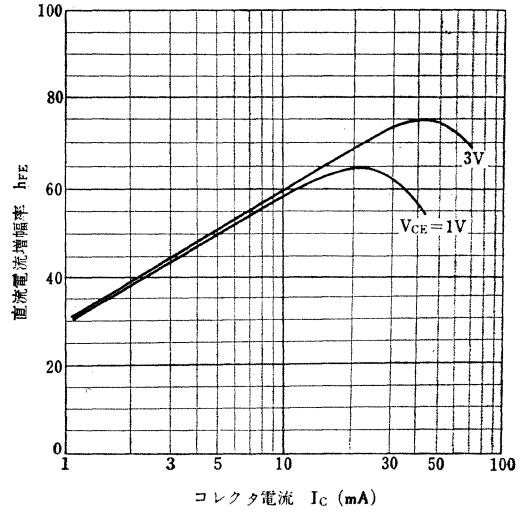
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタ遮断電流	I_{CBO}	$V_{CB} = 10\text{V}, I_E = 0$	—	—	0.1	μA
エミッタ遮断電流	I_{EBO}	$V_{EB} = 2.0\text{V}, I_C = 0$	—	—	1.0	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE} = 3\text{V}, I_C = 50\text{mA}$	30	75	—	—
コレクタエミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 30\text{mA}, I_B = 3\text{mA}$	—	0.25	—	V
ベースエミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C = 30\text{mA}, I_B = 3\text{mA}$	—	0.87	—	V
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB} = 5\text{V}, I_E = 0, f = 1\text{MHz}$	—	1.1	1.5	pF
帰還容量 *	C_{re}		—	0.65	—	pF
エミッタ入力容量	C_{ib}	$V_{EB} = 0\text{V}, I_C = 0, f = 1\text{MHz}$	—	1.7	—	pF

* C_{re} : Boonton Electronics Corp 製 75D Direct Capacitance Bridge によって三端子法で測定。
 C_{re} is measured by 3 terminal method with Boonton Electronics Corp. 75D Direct Capacitance Bridge.

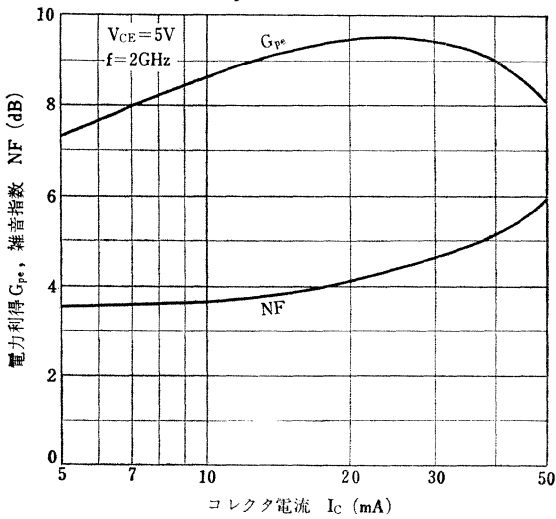
$C_{ob}, C_{re}-V_{CB}$



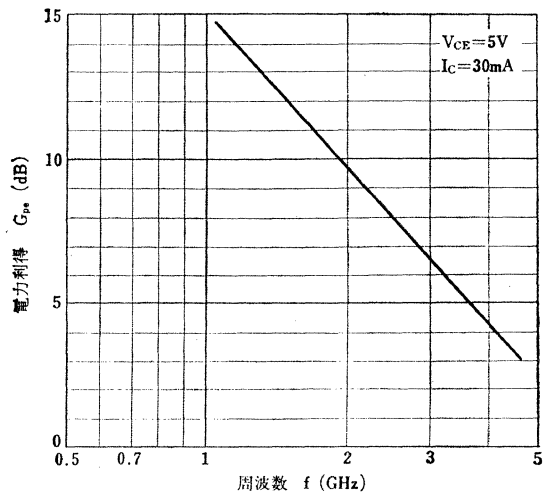
$h_{FE}-I_C$



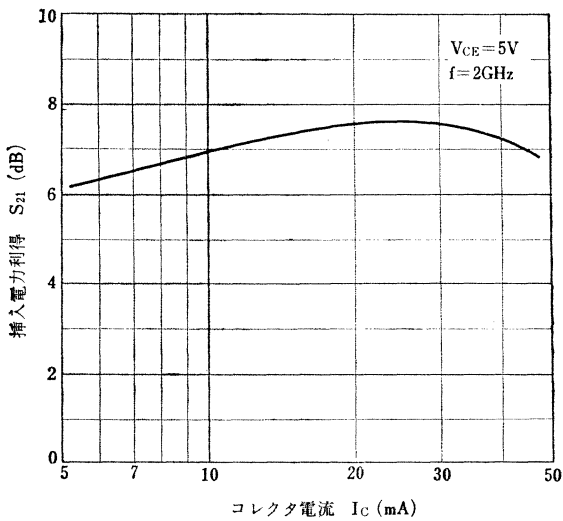
$G_{pe}, NF-I_C$



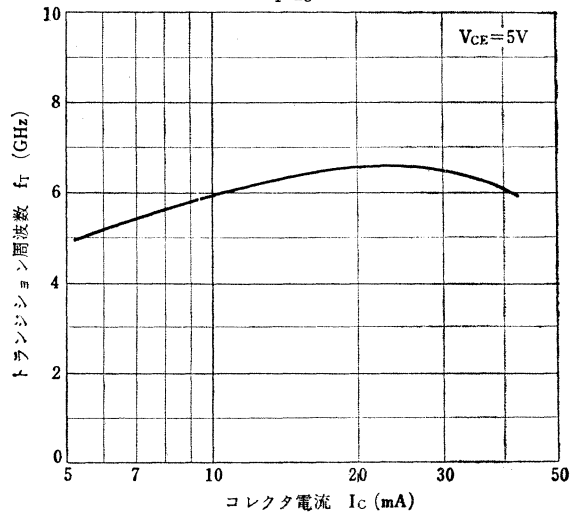
$G_{pe}-f$



$S_{21}-I_C$

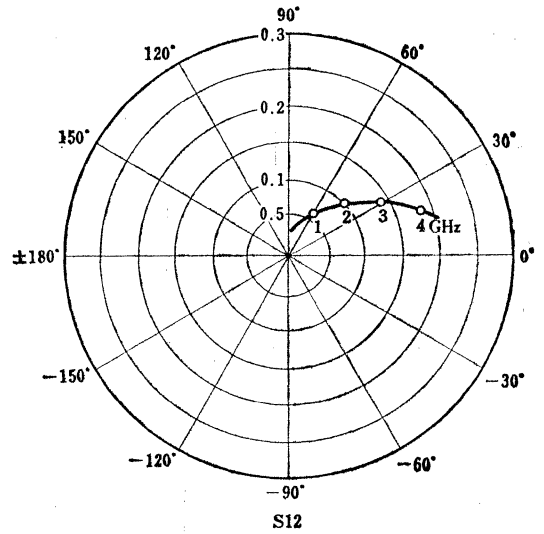
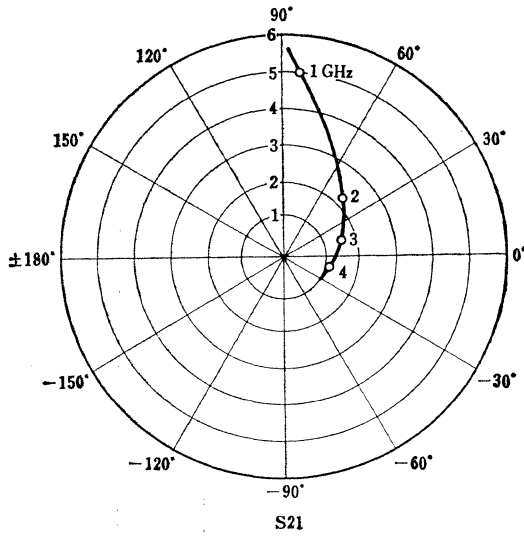
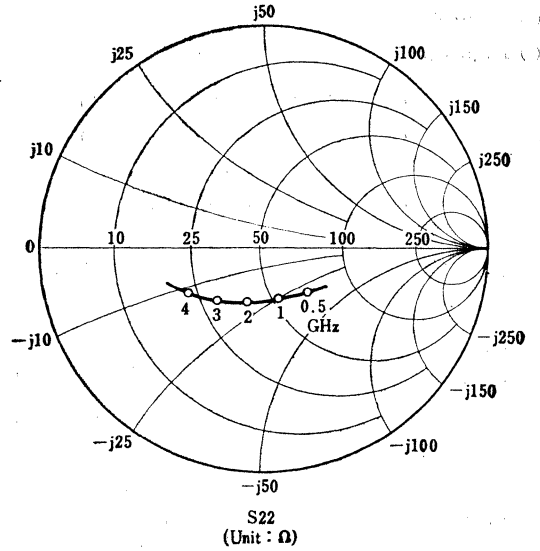
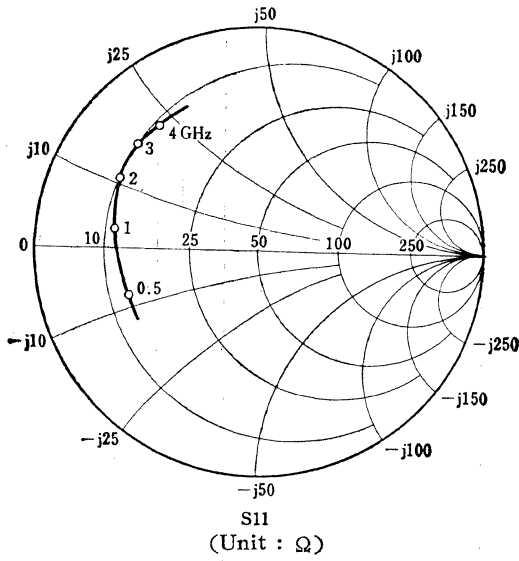


f_T-I_C



S1182のエミッタ接地小信号Sパラメータ
Common-Emitter Small Signal S-Parameters of S1182

$V_{CE} = 5V$
 $I_C = 20mA$



S1200, S1201

シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形マイクロ波トランジスタ
SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR MICROWAVE TRANSISTOR

○ UHF～Cバンド低雑音増幅用 ○ 超高速スイッチング用

○ UHF～C Band Low Noise Amplifier Applications

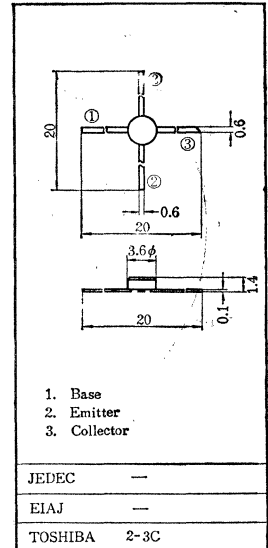
○ High Speed Switching Applications

- NF=4.5dB (f=4GHz)(S1201)
- NF=5.5dB (f=4GHz)(S1200)
- G_{po} =7.0dB (f=4GHz)(S1201)
- G_{po} =5.5dB (f=4GHz)(S1200)

通信工業用

Industrial Applications

Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	20	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	15	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	2.0	V
コレクタ電流	I_C	30	mA
エミッタ電流	I_E	-30	mA
コレクタ損失	P_C	200	mW
接合部温度	T_J	175	°C
保存温度	T_{stg}	-65~175	°C

マイクロ波特性 Microwave Characteristics

Characteristics	Symbol	Test condition	Type	Min.	Typ.	Max.	Unit
雑音指数 Fig. 1	NF	$V_{CE}=10V, I_C=5mA, f=2GHz$	S1201	—	3.0	—	dB
			S1200	—	3.5	—	
		$V_{CE}=10V, I_C=5mA, f=4GHz$	S1201	—	4.5	5.0	dB
			S1200	—	5.5	6.5	
電力利得 Fig. 1	G_{po}	$V_{CE}=10V, I_C=10mA, f=2GHz$	S1201	—	12.0	—	dB
			S1200	—	11.0	—	
		$V_{CE}=10V, I_C=10mA, f=4GHz$	S1201	6.0	7.0	—	dB
			S1200	5.0	5.5	—	
トランジション周波数*	f_T	$V_{CE}=10V, I_C=10mA$	S1201	5.0	6.5	—	GHz
			S1200	4.0	5.0	—	
最大発振周波数	f_{max}	$V_{CE}=10V, I_C=10mA$	S1201	10.0	11.0	—	GHz
			S1200	8.0	9.0	—	

電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタしゃ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=10V, I_E=0$	—	—	0.1	μA
エミッタしゃ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=1.0V, I_C=0$	—	—	1.0	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=10V, I_C=10$	20	70	—	—
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10V, I_E=0$	—	—	1.0	pF
帰還容量 **	C_{re}	$V_{CB}=10V, I_E=0$	—	0.3	—	pF

* f_T は 2GHz の Sパラメータより求めたものです。

f_T is Calculated from S-parameter at 2GHz.

** C_{re} は Boonton Electronics Corp. 製 75D Direct Capacitance Bridge によって三端子法で測定。

C_{re} is measured by 3 terminal method with Boonton Electronics Corp. 75D Direct Capacitance Bridge.

*** Sパラメータ基準面

S-Parameter Reference Plane.

**** 飽和出力(電力利得が1dB低下する点での出力)

は、コレクタ電流が10mAの時に5dBm以上あります。

Saturation output power (at 1dB gain compression

point) is more than 5dBm at $I_C=10mA$.

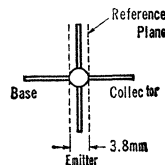
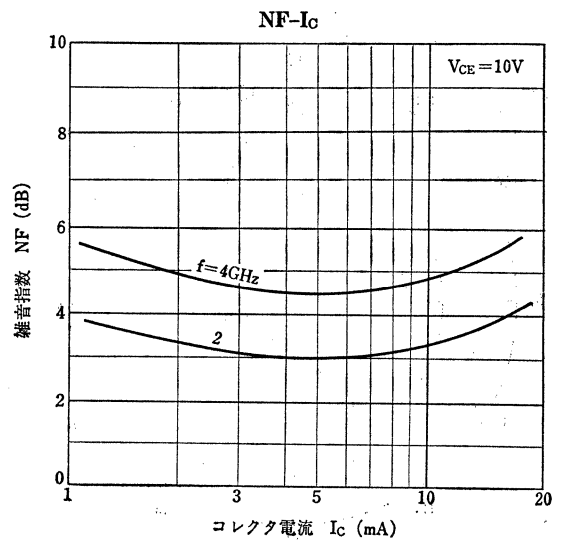
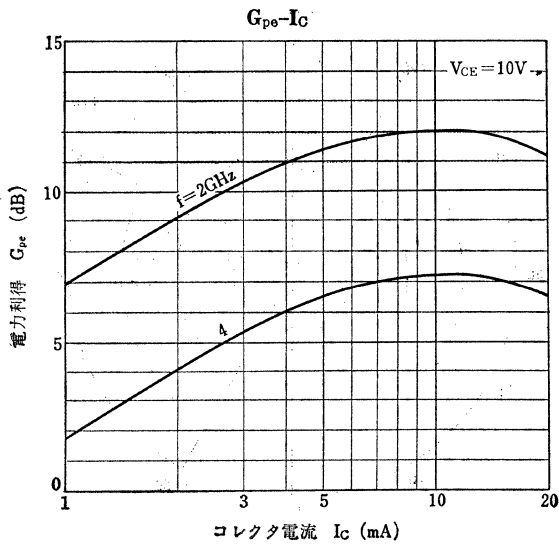
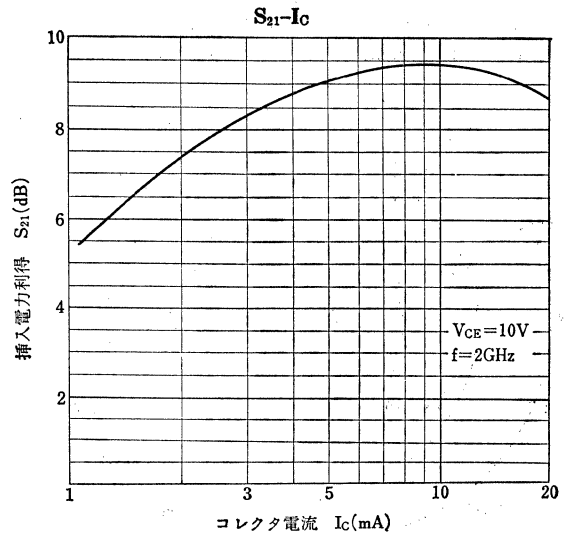
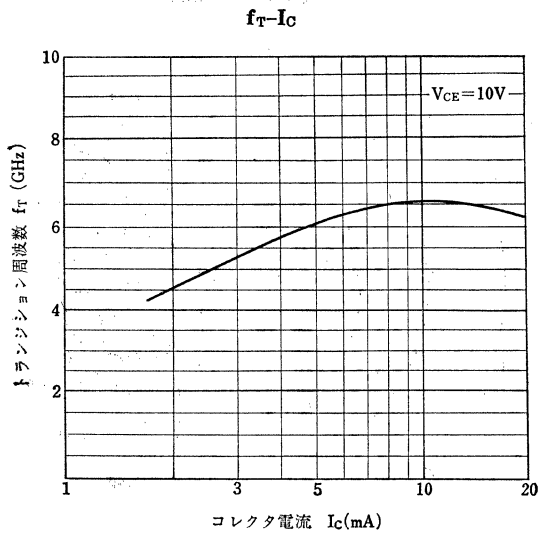
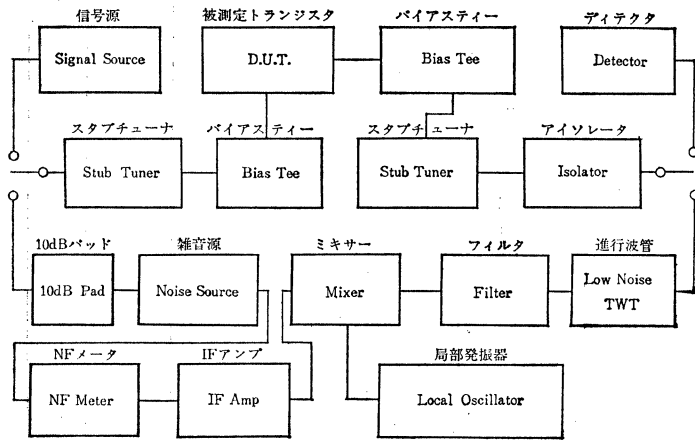
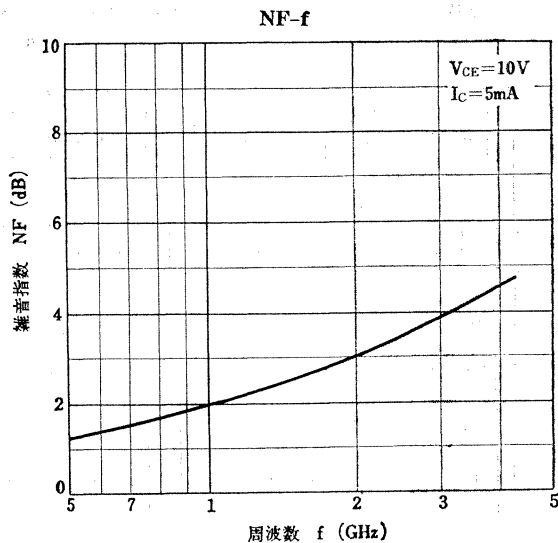
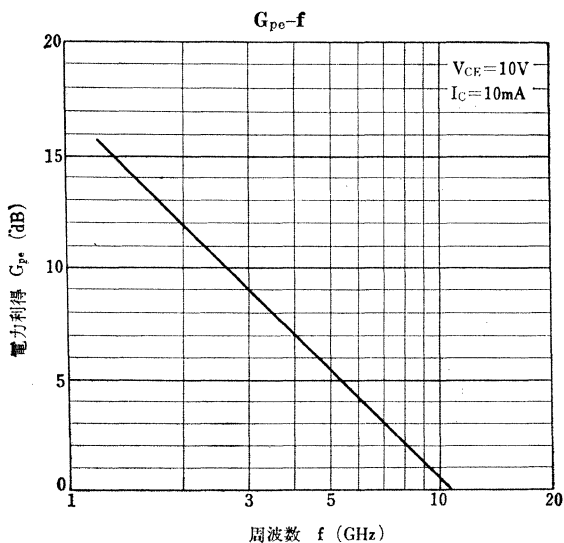


Fig. 1 雑音指数および電力利得測定ブロックダイアグラム
Noise Figure and Power Gain Test Set Block Diagram

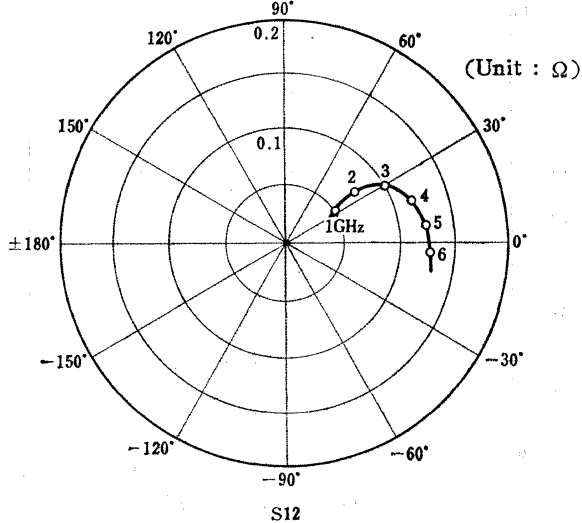
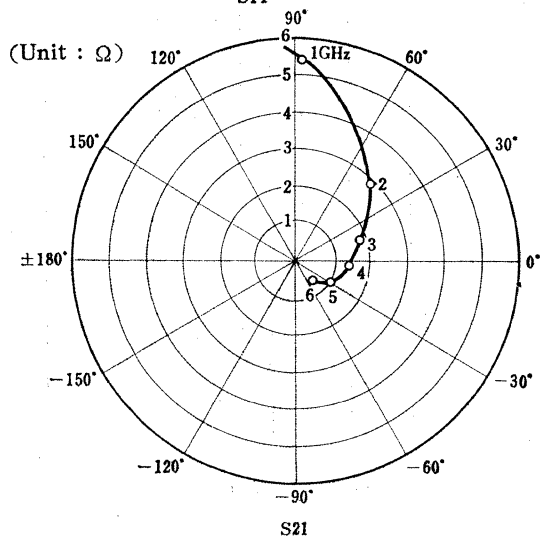
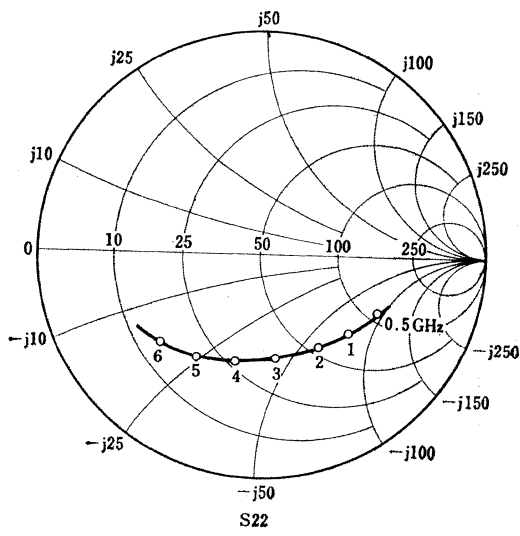
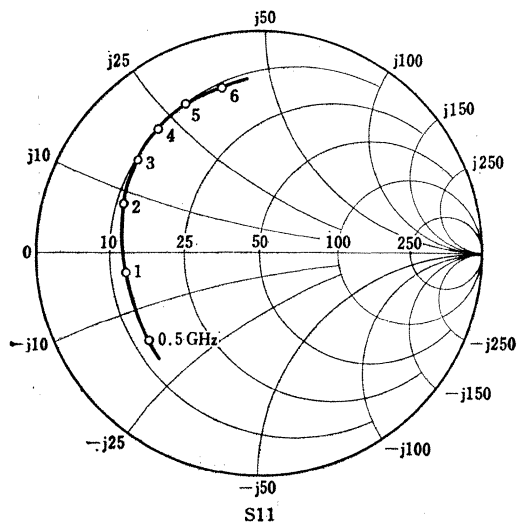


S1200, S1201



S1200, S1201のエミッタ接地, 小信号Sパラメータ

Common-Emitter Small Signal S-Parameters of S1200, S1201 ***



シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形マイクロ波トランジスタ
SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR MICROWAVE TRANSISTOR

S1229

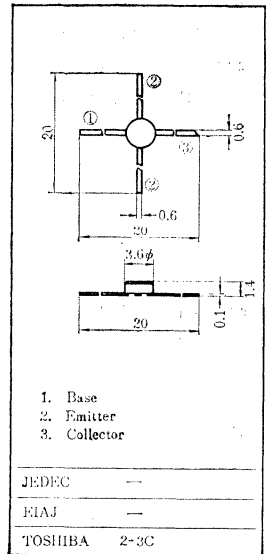
- UHF～Sバンド低雑音増幅用 ○ 超高速スイッチング用
○ UHF～S Band Low Noise Amplifier Applications
○ High Speed Switching Applications

通信工業用
Industrial Applications
Unit in mm

- 低雑音です: $NF=3.5dB$ ($f=2GHz$)
- 高電力利得です: $G_{pe}=10.5dB$ ($f=2GHz$)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	20	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	15	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	3	V
コレクタ電流	I_C	30	mA
エミッタ電流	I_E	-30	mA
コレクタ損失	P_C	250	mW
接合部温度	T_j	175	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ C$



マイクロ波特性 Microwave Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
雑音指数 Fig. 1	NF	$V_{CE}=10V, I_C=5mA, f=2GHz$	—	3.5	4.0	dB
		$V_{CE}=10V, I_C=5mA, f=4GHz$	—	6.0	—	dB
電力利得 Fig. 1	G_{pe}	$V_{CE}=10V, I_C=10mA, f=2GHz$	9.0	10.5	—	dB
		$V_{CE}=10V, I_C=10mA, f=4GHz$	—	5.0	—	dB
トランジション周波数 *	f_T	$V_{CE}=10V, I_C=10mA$	3.5	4.5	—	GHz
最大発振周波数	f_{max}	$V_{CE}=10V, I_C=10mA$	—	8.0	—	GHz

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=10V, I_E=0$	—	—	0.1	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=2.0V, I_C=0$	—	—	1.0	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=10V, I_C=10mA$	30	70	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=10mA, I_B=1mA$	—	0.2	—	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=10mA, I_B=1mA$	—	0.82	—	V
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1MHz$	—	0.8	1.0	pF
コレクタ・ベース帰還容量 **	C_{re}	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1MHz$	—	0.35	—	pF
エミッタ入力容量	C_{ib}	$V_{EB}=0V, I_C=0, f=1MHz$	—	1.7	—	pF

* f_T は 2GHz の S パラメータより求めたものです。

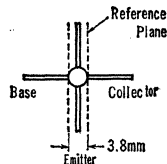
f_T is calculated from S-parameter at 2GHz.

** C_{re} は Boonton Electronics Corp. 製 75D Direct Capacitance Bridge によって三端子法で測定。

C_{re} is measured by 3 terminal method with Boonton Electronics Corp. 75D Direct Capacitance Bridge.

*** S パラメータ基準面

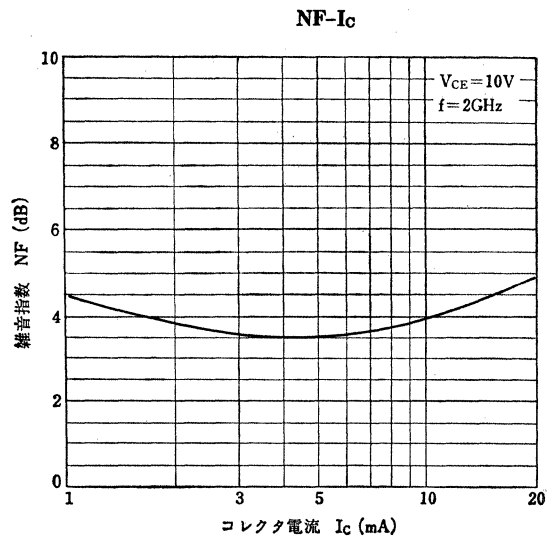
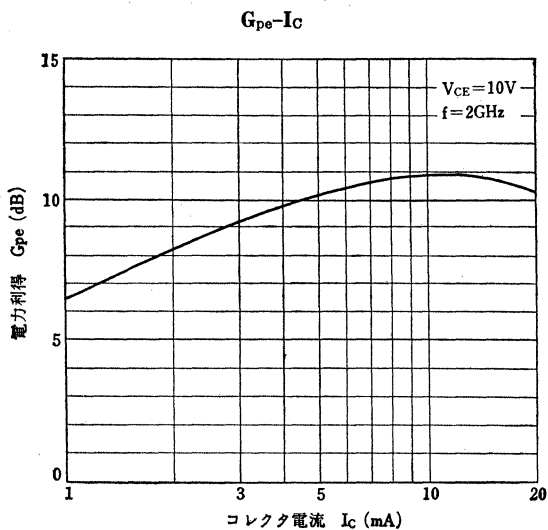
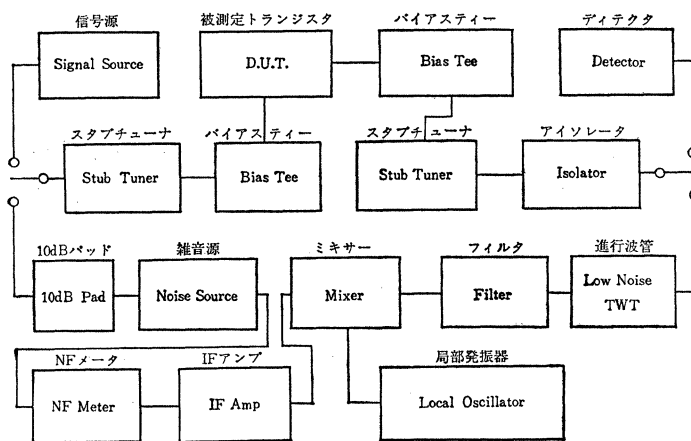
S-Parameter Reference Plane

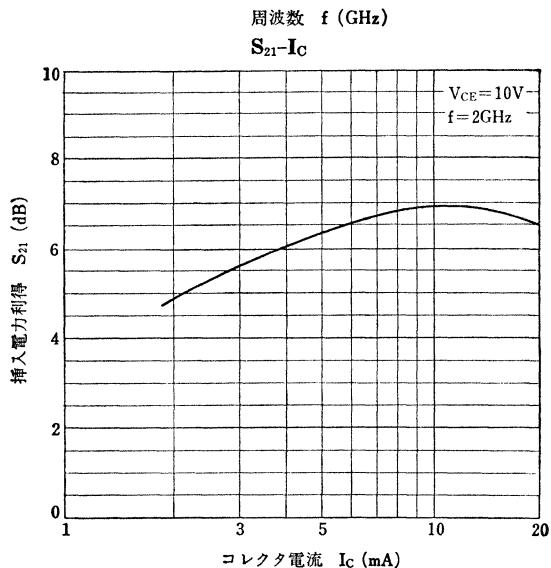
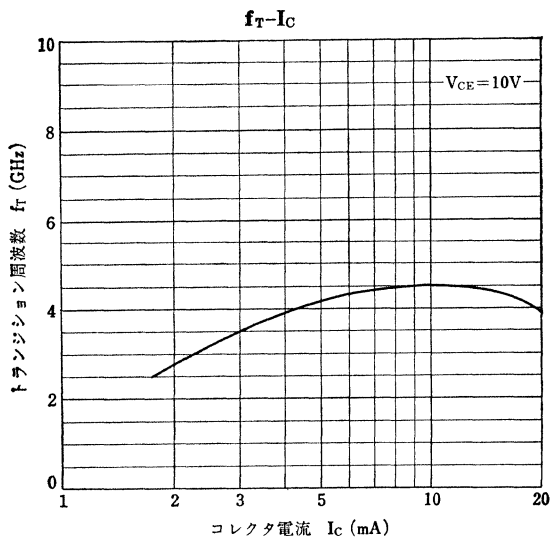
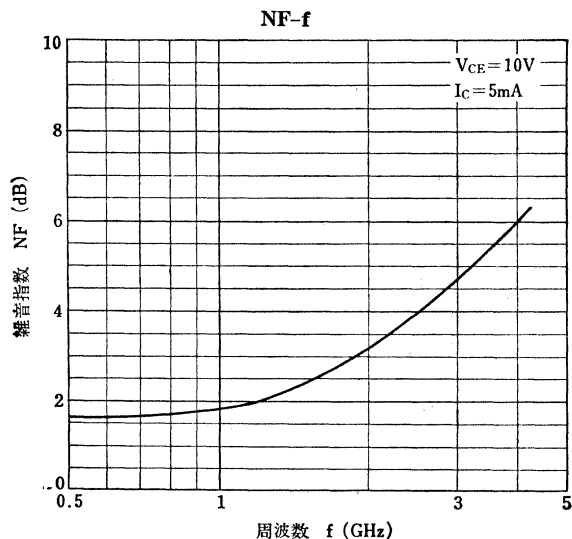
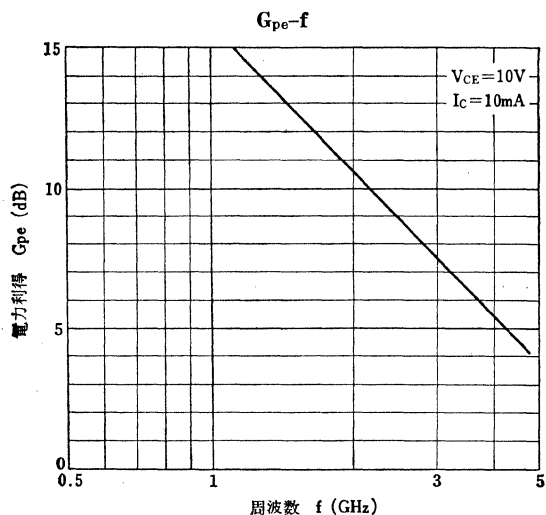


**** 飽和出力（電力利得が 1dB 低下する点での出力）は、コレクタ電流が 10mA の時に 5dBm 以上あります。

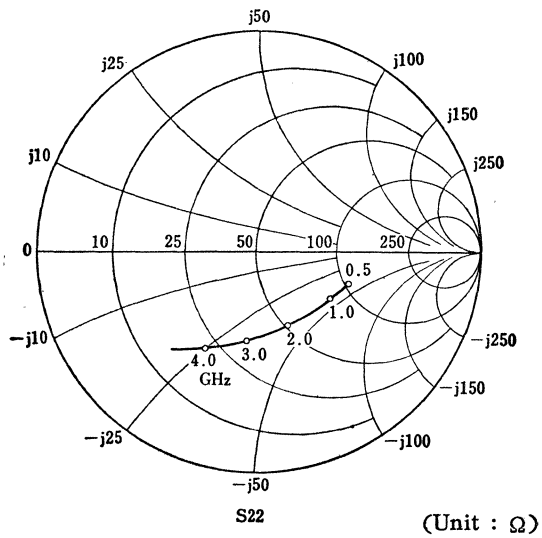
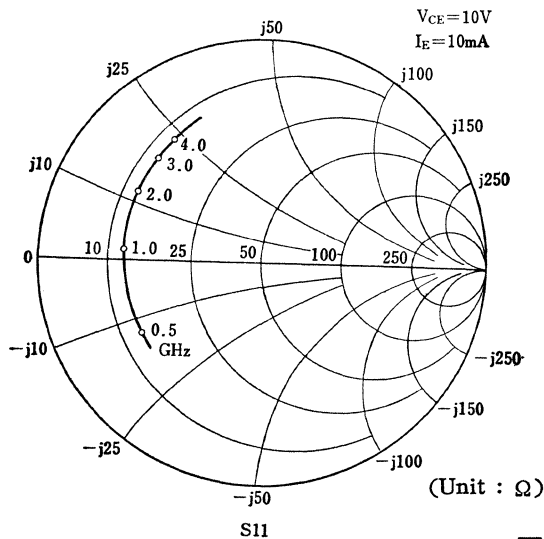
Saturation output Power (at 1dB gain compression point) is more than 5dBm at $I_C=10mA$.

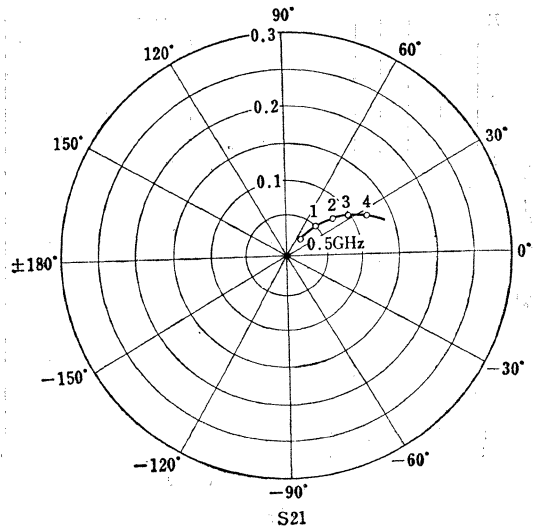
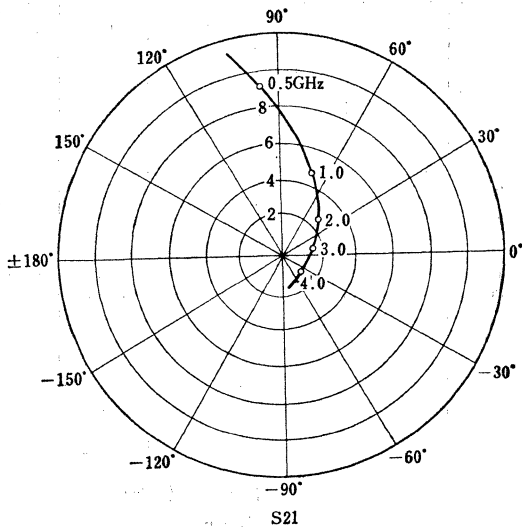
Fig 1 雑音指数および電力利得測定ブロックダイアグラム
Noise Figure and Power Gain Test Set Block Diagram





S1229のエミッタ接地、小信号Sパラメータ
Common-Emitter Small Signal S-parameters of S1229 ***





シリコンNPNエピタキシャルプレーナ形マイクロ波トランジスタ
SILICON NPN EPITAXIAL PLANAR MICROWAVE TRANSISTOR

S1230

- UHF 帯中電力増幅用 ○ UHF 帯発振用
○ UHF Band Medium Power Amplifier Applications.
○ UHF Band Oscillator Applications.

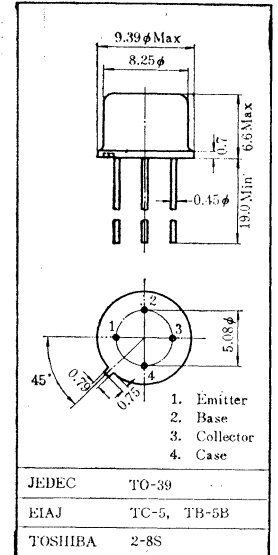
通信工業用
Industrial Applications

Unit in mm

- $G_{pe}=9\text{dB}$ ($f=1\text{GHz}$)
- $P_o=22\text{dBm}$ ($f=1\text{GHz}$)
- $f_T=3.5\text{GHz}$

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
コレクタ・ベース間電圧	V_{CBO}	30	V	
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	15	V	
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	3.0	V	
コレクタ電流	I_C	120	mA	
エミッタ電流	I_E	-120	mA	
コレクタ損失	P_C	($T_a=25^\circ\text{C}$)	0.6	W
		($T_C=25^\circ\text{C}$)	1.2	W
接合温度	T_J	175	$^\circ\text{C}$	
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ\text{C}$	



マイクロ波特性 Microwave Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
電力利得 Fig. 1	G_{pe}	$V_{CE}=10\text{V}, I_C=30\text{mA}, f=0.5\text{GHz}$	13	14	—	dB
		$V_{CE}=10\text{V}, I_C=30\text{mA}, f=1\text{GHz}$	8	9	—	dB
挿入電力利得	S_{21}	$V_{CE}=10\text{V}, I_C=30\text{mA}, f=0.5\text{GHz}$	11	12	—	dB
		$V_{CE}=10\text{V}, I_C=30\text{mA}, f=1\text{GHz}$	6	7	—	dB
雑音指数 Fig. 1	NF	$V_{CE}=10\text{V}, I_C=10\text{mA}, f=0.5\text{GHz}$	—	2	—	dB
		$V_{CE}=10\text{V}, I_C=10\text{mA}, f=1\text{GHz}$	—	3	—	dB
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=10\text{V}, I_C=30\text{mA}$	—	3.5	—	GHz
最大発振周波数	f_{max}	$V_{CE}=10\text{V}, I_C=30\text{mA}$	—	—	—	GHz
飽和出力 *	P_o	$V_{CE}=10\text{V}, I_C=50\text{mA}, f=1\text{GHz}$	—	22	—	dBm

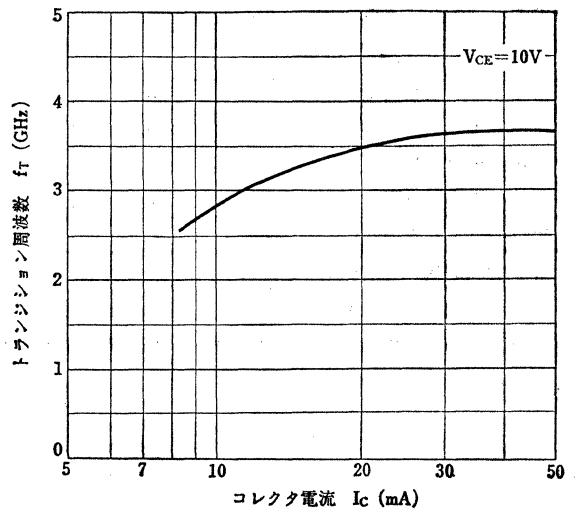
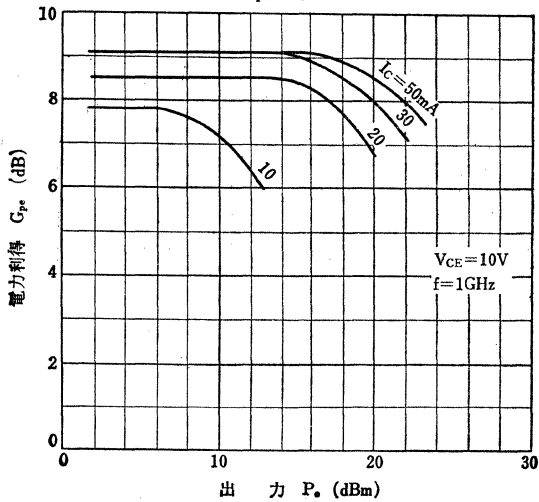
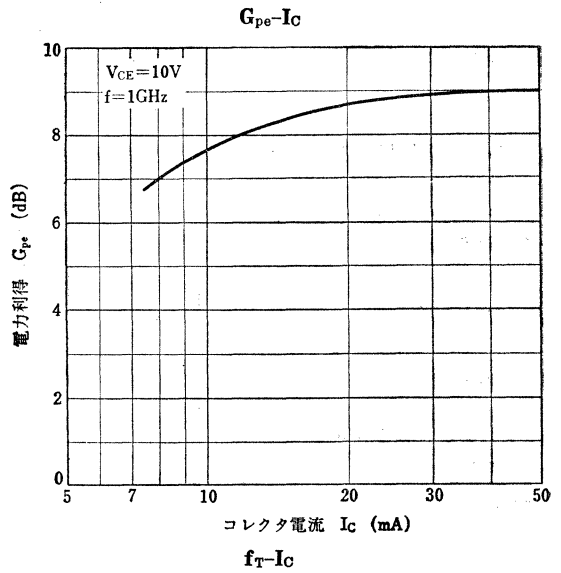
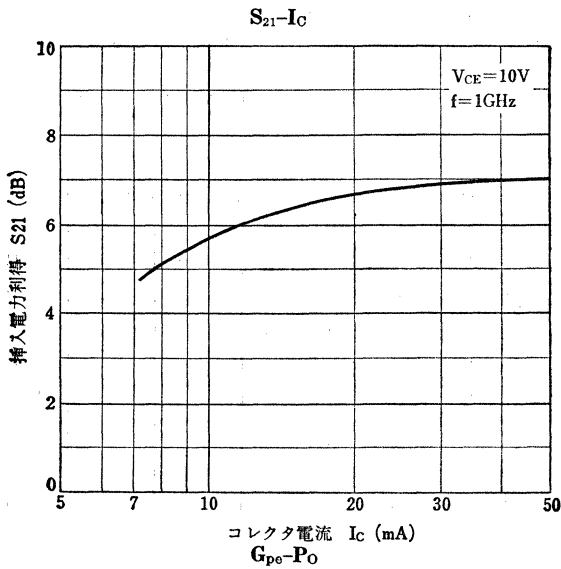
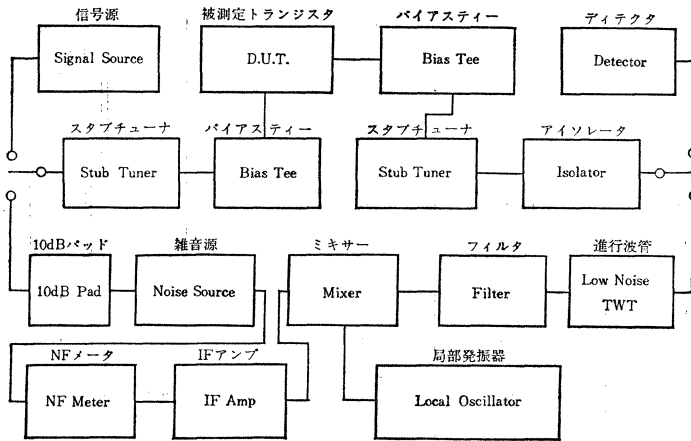
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0$	—	—	1.0	μA
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	$V_{BB}=2.0\text{V}, I_C=0$	—	—	10	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=5\text{V}, I_C=50\text{mA}$	—	100	—	
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0$	—	2.0	2.3	pF
掃選容量 **	C_{re}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0$	—	1.0	—	pF

* 電力利得が 1dB 低下する点での出力 1dB Gain Compression.

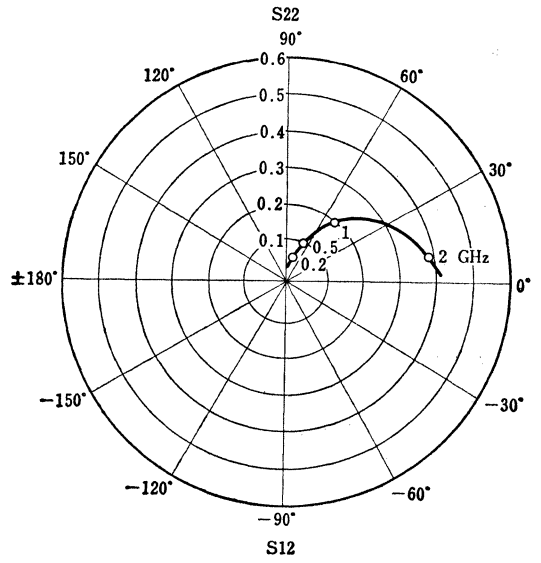
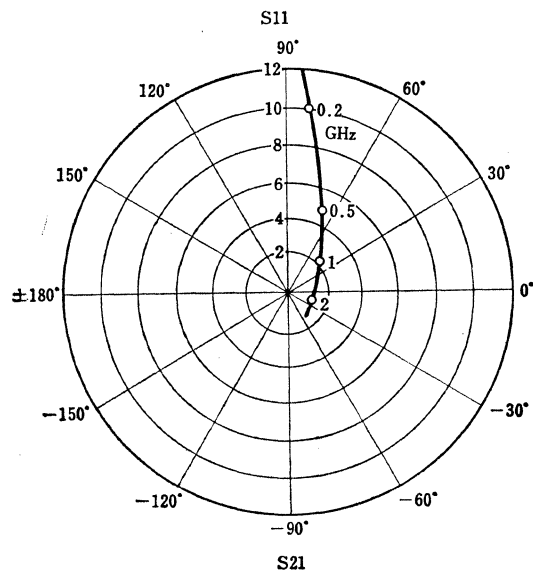
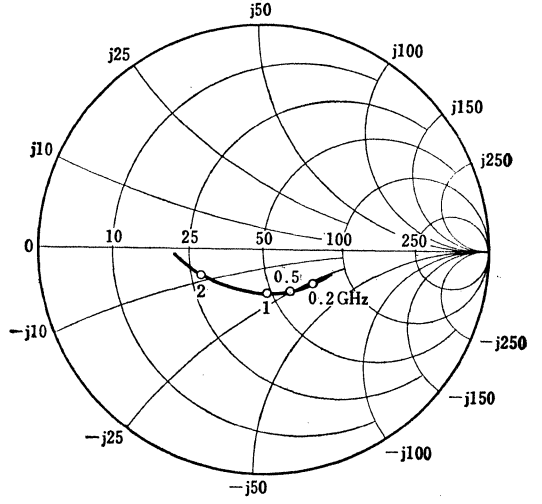
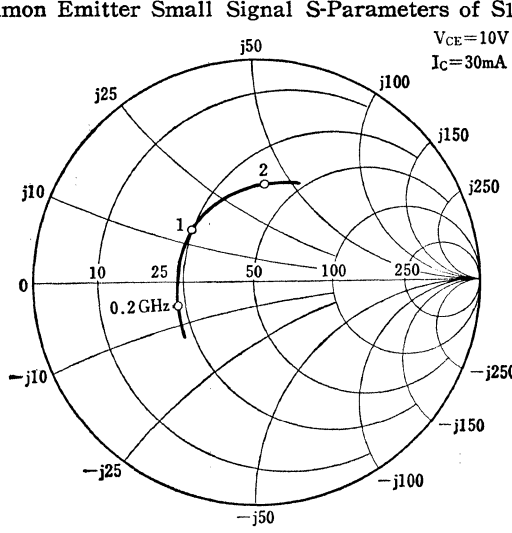
** C_{re} は Boonton Electronics Corp 製 75D Direct Capacitance Bridge によって三端子法で測定。
 C_{re} is measured by 3 terminal method with Boonton Electronics Corp. 75D Direct Capacitance Bridge.

Fig. 1 雑音指数および電力利得測定ブロックダイアグラム
Noise Figure and Power Gain Test Set Block Diagram



S1230 のエミッタ接地, 小信号 S パラメータ
 Common Emitter Small Signal S-Parameters of S1230

$V_{CE} = 10V$
 $I_C = 30mA$



S1253, S1254

シリコンNPNエビタキシャル プレーナ形トランジスタ
SILICON NPN EPIAXIAL PLANAR TRANSISTOR (TENTATIVE)

○ツイン形トランジスタ○超高速スイッチ用 (ECL)

通信工業用

○Twin Type Transistors for ECL Applications ○High Speed Switching Applications

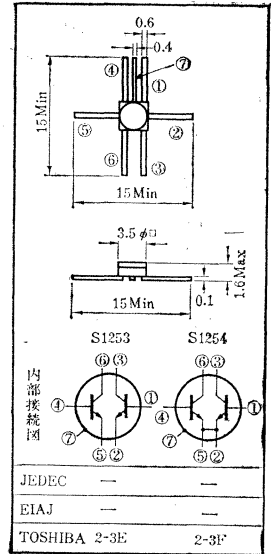
Industrial Applications

Unit in mm

• $f_T=7\text{GHz}(I_C=30\text{mA})$

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	15	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CEO}	8	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	2.0	V
コレクタ電流	I_C	80	mA
エミッタ電流	I_E	-80	mA
コレクタ損失	P_C	200/unit	mW
接合部温度	T_J	175	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ\text{C}$



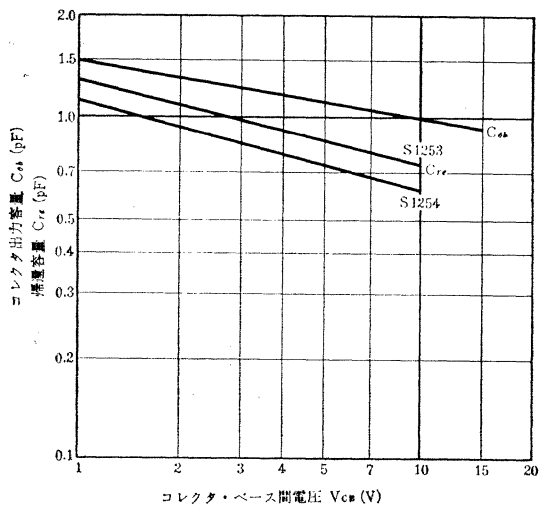
* S1254はエミッタが内部で接続されています。

S1253 has 2 transistors separately but only their emitters in S1254 are inner-connected.

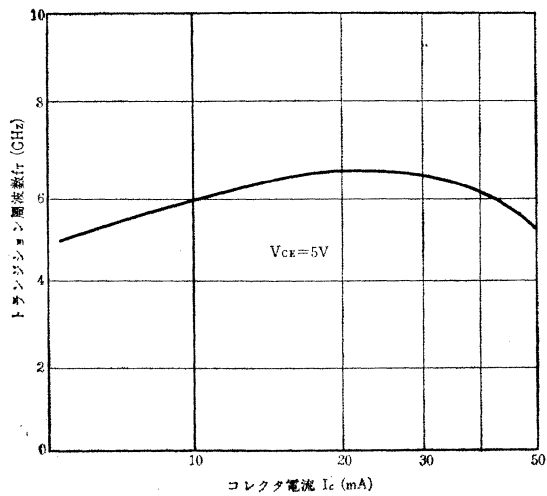
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
コレクタ遮断電流	I_{CB0}	$V_{CB}=10\text{V}, I_E=0$	—	—	0.1	μA
エミッタ遮断電流	I_{EBO}	$V_{EB}=1.0\text{V}, I_C=0$	—	—	1.0	μA
直流電流増幅率	h_{FE}	$V_{CE}=3\text{V}, I_C=50\text{mA}$	30	75	—	—
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	$I_C=30\text{mA}, I_B=3\text{mA}$	—	0.25	—	V
ベース・エミッタ間飽和電圧	$V_{BE(sat)}$	$I_C=30\text{mA}, I_B=3\text{mA}$	—	0.87	—	V
コレクタ出力容量	C_{ob}	$V_{CB}=5\text{V}, I_E=0$	—	1.1	1.5	pF
帰還容量	S1253	$C_{re}(\text{Note1})$ $f=1\text{MHz}$	—	0.85	—	pF
	S1254		—	0.75	—	pF
エミッタ入力容量	C_{ib}	$V_{EB}=0, I_C=0, f=1\text{MHz}$	—	1.7	—	pF
直流電流増幅率比 (Note 2)	h_{FE1}/h_{FE2}	$V_{CE}=3\text{V}, I_C=50\text{mA}$	0.8	—	1.0	—
トランジション周波数	f_T	$V_{CE}=5\text{V}, I_C=30\text{mA}$	6.0	7.0	—	GHz

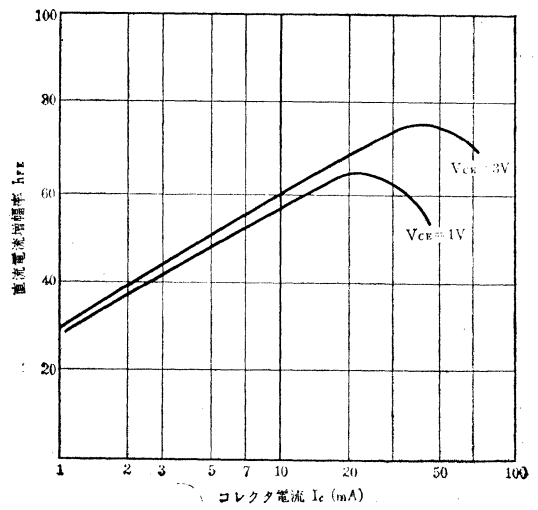
$C_{ob}, C_{re}-V_{CB}$



f_T-I_C



$h_{FE}-I_C$



Note 1 C_{re} : Booton Electronics Corp. 製

75D Direct Capacitance Bridge によって三端子法で測定

C_{re} is measured by 3 terminal method with Booton Electronics Corp. 75D Direct Capacitance Bridge

2 h_{FE2} は常に h_{FE1} より大きい。

h_{FE2} is always greater than h_{FE1}

S3023

シリコンエピタキシャルプレーナ形PINダイオード SILICON EPITAXIAL PLANAR PIN DIODE

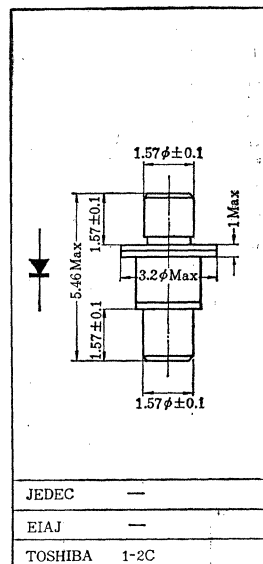
○マイクロ波中電力スイッチング用 ○減衰器, 変調器, 移相器, リミッタ用

○ Medium Power RF Switching Applications

○ Attenuator, Modulator, Phase-Shifter, Limiter

通信工業用
Industrial Applications
Unit in mm

- 直列抵抗が小さい: $R_s = 0.5 \Omega$ (Typ.) ($f = 500 \text{MHz}$, $I_F = 100 \text{mA}$)
- 端子間容量が小さい: $C_T = 0.45 \text{pF}$ (Max.) ($f = 1 \text{MHz}$, $V_R = 50 \text{V}$)
- 2kWのRFパルス電力に耐える (Xバンド, 繰返し周波数1kHz)
- ダイナミックQが高い: $\Delta Q > 100$
- スwitching時間が短い: $t_{rr} < 100 \text{ns}$
- 熱抵抗が小さい: $R_{th-c} \leq 50^\circ \text{C/W}$



最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ \text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
接合部温度	T_J	-65~150	$^\circ \text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ \text{C}$
熱抵抗*	R_{th-c}	50	$^\circ \text{C/W}$

* Junction to Case

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ \text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
逆電圧	V_R	$I_R = 10 \mu\text{A}$	180	—	—	V
順電圧	V_F	$I_F = 100 \text{mA}$	—	—	1.1	V
端子間容量*	C_T	$V_R = 50 \text{V}$, $f = 1 \text{MHz}$	—	—	0.45	pF
直列抵抗	R_S	$I_F = 100 \text{mA}$, $f = 500 \text{MHz}$	—	0.5	1.2	Ω

* 0.25pFのケース容量を含みます。

Including 0.25pF Case Capacitance.

標準的特性 Typical Characteristics ($T_a = 25^\circ \text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Typ.	Unit	
キャリア寿命時間	τ	$I_F = 30 \text{mA}$	100	ns	
ダイナミックQ	ΔQ	**	140	—	
スイッチング時間 (Fig. 1)	t_{on}	$V_R = 10 \text{V}$, $I_F = 50 \text{mA}$	100	ns	
	t_{off}	$V_R = 10 \text{V}$, $I_F = 50 \text{mA}$	30	ns	
許容電力	パルス電力 ***	P(1)	$I_F = 100 \text{mA}$	2.0	kW
		P(2)	$V_R = 50 \text{V}$	300	W
	CW電力 ****	P(3)	$I_F = 100 \text{mA}$	25	W
		P(4)	$V_R = 50 \text{V}$	2.5	W

** ダイナミックQは次式で定義されます。 / Dynamic Q is defined as,

$$\Delta Q = \frac{\sqrt{(R_F - R_R)^2 + (X_F - X_R)^2}}{\sqrt{R_F R_R}}$$

ここで $R_F + jX_F$ と $R_R + jX_R$ はそれぞれ順および逆バイアス時のダイオードインピーダンスです。標準値は $f = 3 \text{GHz}$, $I_F = 100 \text{mA}$, $V_R = 50 \text{V}$ の条件で測定しています。

Where $R_F + jX_F$ and $R_R + jX_R$ are forward and reverse biased Diode impedance respectively. Measuring Conditions $f = 3.0 \text{GHz}$, $I_F = 100 \text{mA}$, $V_R = 50 \text{V}$

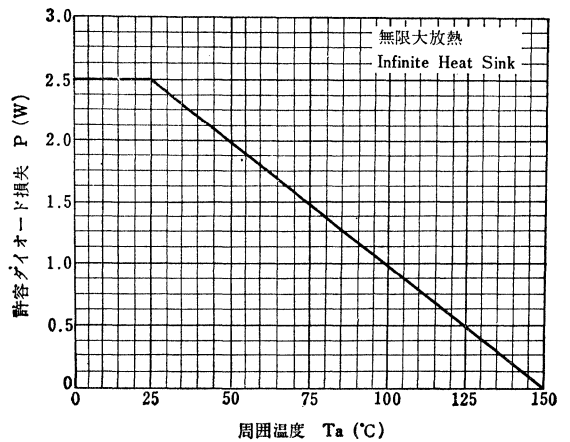
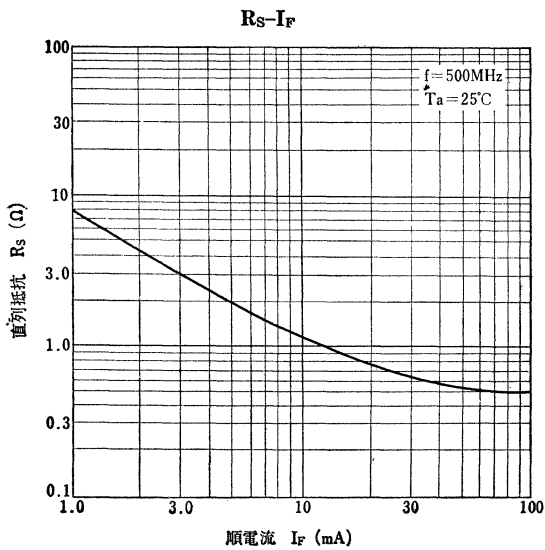
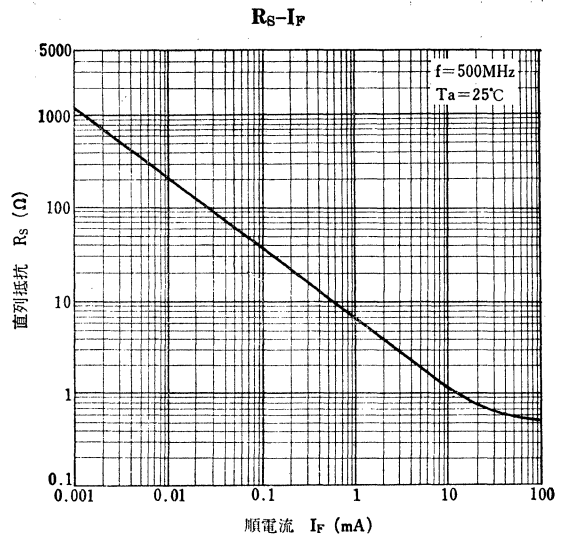
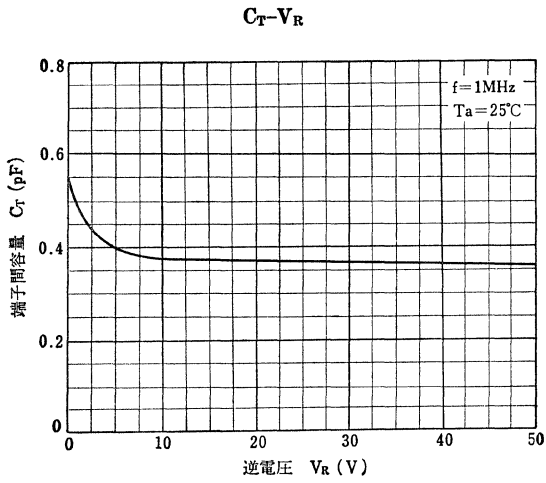
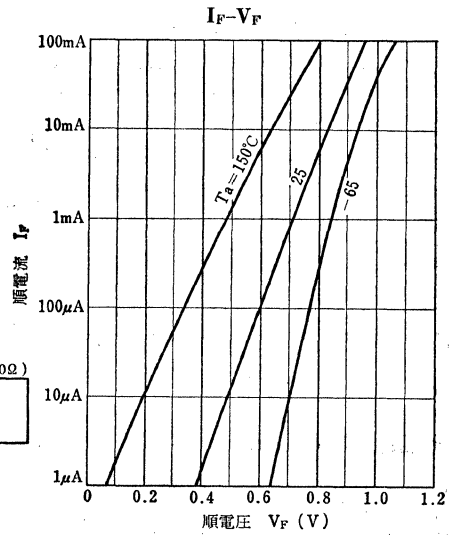
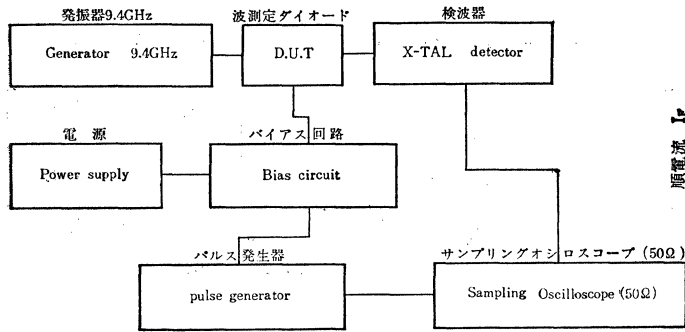
*** 50Ω線路に並列接続されたダイオードへ印加できるパルス電力の最大値を示します。($f = 9.4 \text{GHz}$, $1 \mu\text{s}$ パルス幅, くり返し周波数 1kHz で測定)。

Incident pulse power : 9.4GHz, 1μs duration and 0.001 duty cycle, to the diode shunt mounted in 50-ohm line.

**** 50Ω線路に並列接続されたダイオードへ印加できるCW電力の最大値を示します ($f = 3 \text{GHz}$ で測定)。

Incident CW power at 3GHz, to the diode shunt mounted in 50-ohm line.

Fig.1 スイッチング時間測定回路
Switching Time Test Circuit



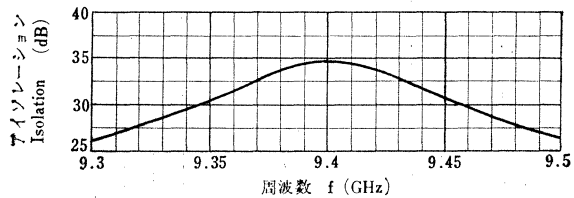
応用例 Application Example

S3023を使用した導波管形スイッチの特性を下図に示します。

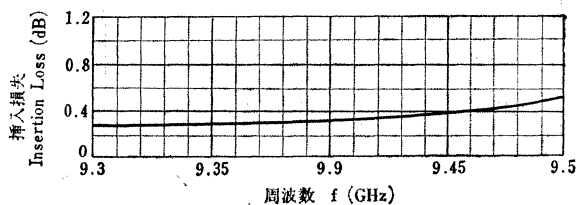
Experimental data of waveguide type switch using S3023

are shown below

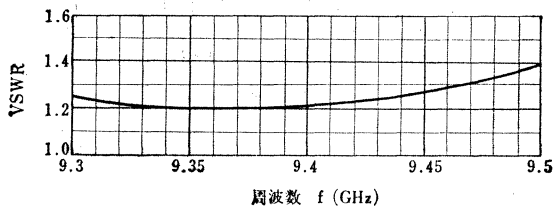
(1) アイソレーション状態 Isolation State ($I_F=30\text{mA}$)



(2) 挿入損失状態 Insertion Loss State ($V_R=10\text{V}$)



(3) VSWR 特性 VSWR Characteristics ($V_R=10\text{V}$)



- マイクロ波高次てい倍用 ○コーム・ジェネレータ, パルス整形, RFスイッチング回路用
- High-Order Frequency Multiplier Applications ○ Comb wave Generator, Pulse Shaping, RF Switching Applications.
- 1W の UHF 電力から L~Xバンドで 10数mW から数10mW の電力が得られます。
 - てい倍特性が良い: 7.56GHz で 80mW (Typ.) ($P_i=1W, f_i=0.84GHz$).....S3015A
11.28GHz で 11mW (Typ.) ($P_i=1W, f_i=0.47GHz$).....S3015B
 - トランジションタイムが短い; $t_t=140ps$ (Typ.).....S3015B
 $t_t=150ps$ (Typ.).....S3015A
 - 熱抵抗が小さい; $R_{th-c}=50^\circ C/W$ (Max.)
 - 直列インダクタンスが小さい。

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
許容損失	P	$\frac{175^\circ C - T_c}{R_{th-c}}$	W
接合部温度	T_j	175	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ C$
熱抵抗 (接合部ケース間)	R_{th-c}	50	$^\circ C/W$

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
逆電圧	V_R	$I_R=10\mu A$	30	—	—	V
順電圧	V_F	$I_F=100mA$	—	—	1.2	V
逆電流	I_R	$V_R=10V$	—	—	75	nA
端子間容量*	C_T	$V_R=10V, f=1MHz$	0.5	—	1.3	pF
少数キャリア寿命時間	τ	$I_F=10mA, I_R=6mA, Fig. 1$	15	—	—	ns
トランジションタイム	S3015A	$V_R=10V, I_F=20mA, Fig. 2$	—	150	250	ps
	S3015B		—	140	200	
てい倍特性	S3015A	**	55	80	—	mW
	S3015B	***	7	11	—	

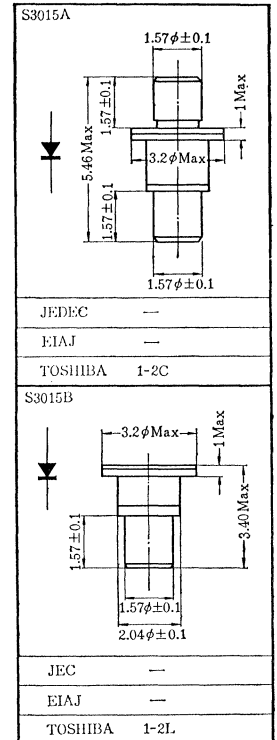
- * S3015, S3015B は, それぞれ 0.25pF, 0.30pF のケース容量を含みます。
Including 0.25pF case capacitance for S3015A, 0.3pF for S3015B respectively
- ** $P_i=1W, f_i=0.84GHz, f_o=7.56GHz$
- *** $P_i=1W, f_i=0.47GHz, f_o=11.28GHz$

マイクロ波動作特性 Microwave Performance Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

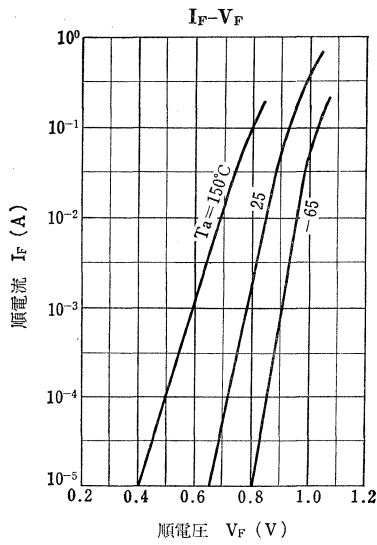
Type	入力周波数 f_i	出力周波数 f_o	入力電力 P_i	出力 P_o (Typ.)	保証出力 Specified Output Power
S3015A	0.84GHz	7.56GHz (×9)	1W	80mW	55mW
S3015B	0.47GHz	11.28GHz (×24)	1W	11mW	7mW

通信工業用
Industrial Applications

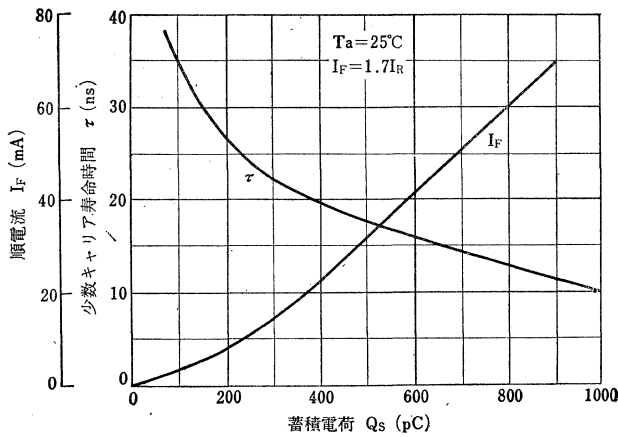
Unit in mm



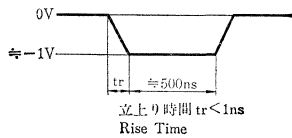
S3015A, S3015B



τ , $I_F - Q_S$ (Fig.1)



入力電圧パルス波形
Input Pulse Waveform



$C_T - V_R$

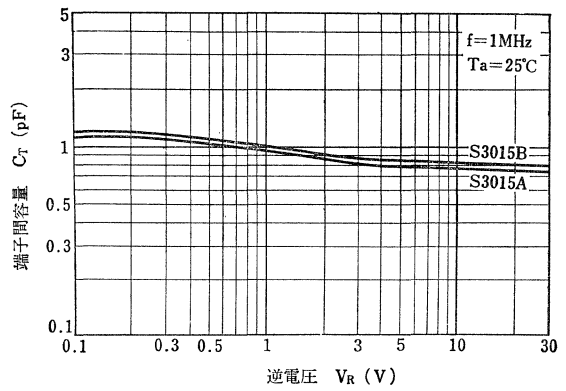
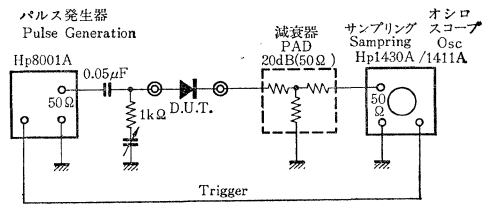
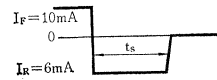


Fig.1 少数キャリア寿命時間測定回路
 τ Test Circuit



出力電流パルス波形 (観測波形)
Output Pulse Waveform (observed)



τ は次式より計算で求めます
 τ is calculated from

$$= \frac{t_s}{\ln\left(1 + \frac{I_F}{I_R}\right)}$$

$I_F = 1.7I_R$ の場合
 $\tau = t_s$ となります
 $I_F = 1.7I_R$, τ Equals to t_s

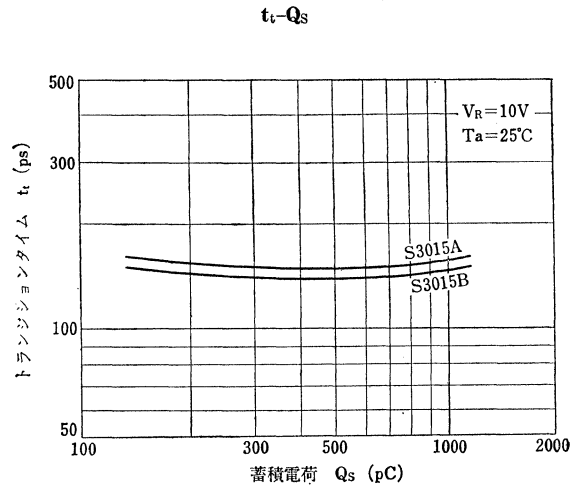
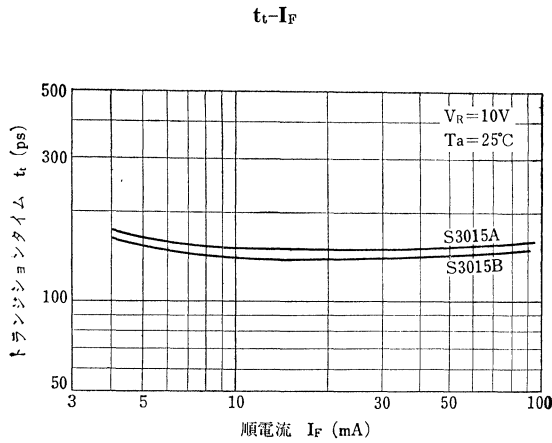
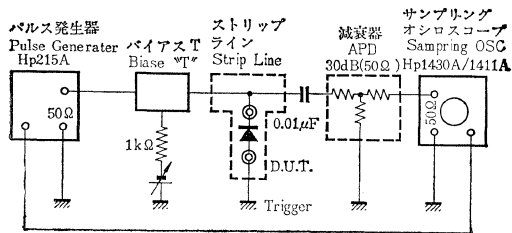
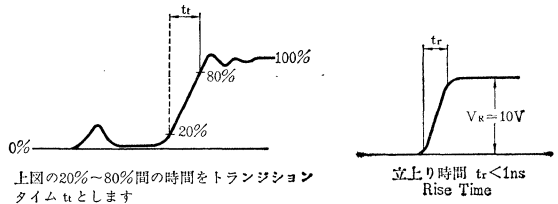


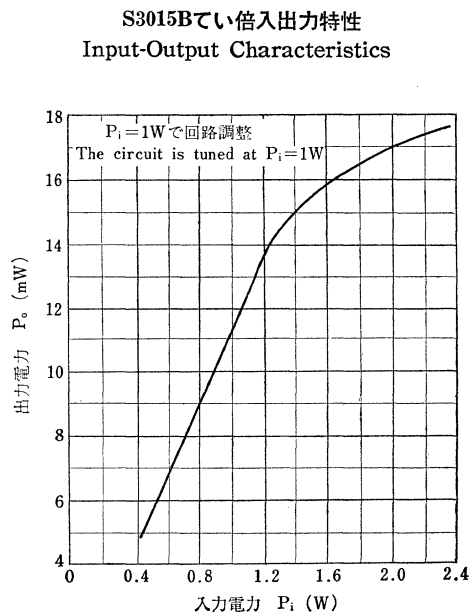
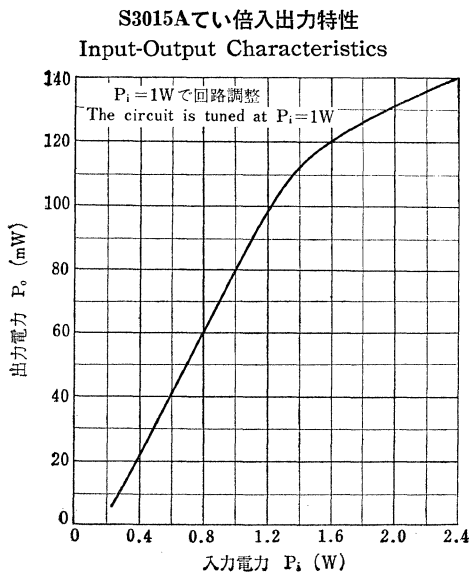
Fig.2 トランジションタイム測定回路
 t_t Test Circuit



入力電圧パルス波形 出力電圧パルス波形(観測波形)
Input Pulse Waveform Output Pulse Waveform (observed)

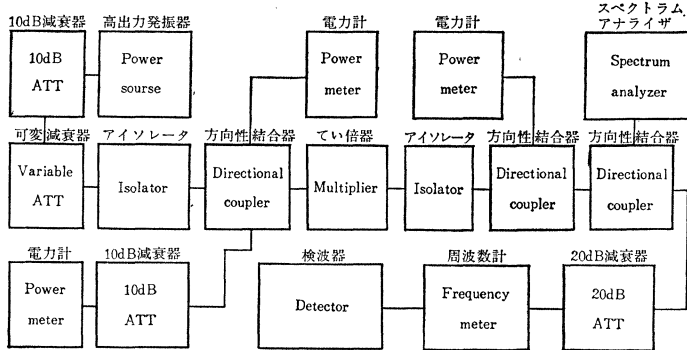


Transition time is Measured
Between the 20~80% Points
of the waveform



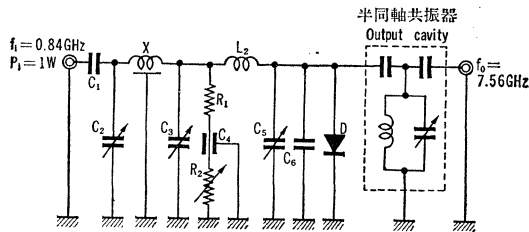
S3015A, S3015B

てい倍出力測定ブロック図 Block Diagram for Measuring Output Power Test Set



S3015A 試験回路 Test Circuit for S3015A

1. 9てい倍回路 (0.84GHz→7.56GHz) 0.84GHz to 7.56GHz ×9 Multiplier Test Circuit

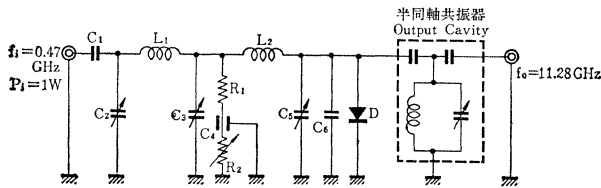


- C₁: 140pF
- C₂, C₃, C₅: ガラストリマ (0.8~8.5pF)
- C₄: 貫通コンデンサ 1000pF
- C₆: 直径15mmの銀メッキ金属対向板に0.1mmのテフロンシートをはさんだもの
- X: 長さ70mmの同軸線
- R₁: 1kΩ
- R₂: 0~10kΩ
- L₁: 1mmφ銀メッキ線, 10mm内径1/2ターン
- D: S3015A

S3015B 試験回路

Test Circuit for S3015B

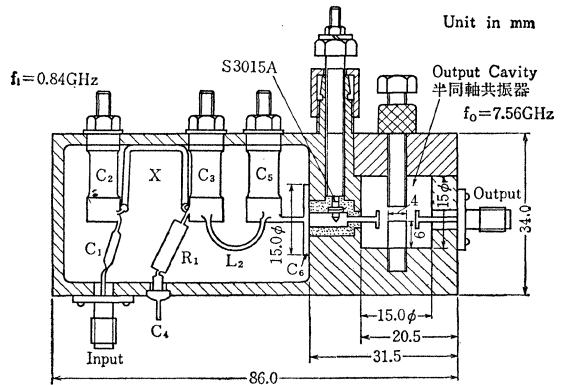
1. 24てい倍回路 (0.47GHz→11.28GHz) 0.47GHz to 11.28GHz ×24 Multiplier Test Circuit



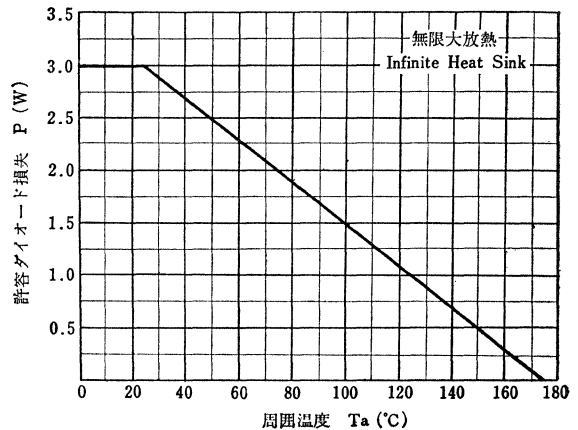
- C₁: 24pF
- C₂, C₃, C₅: JOHANSON 2954 (0.8~10pF)
- C₄: 貫通コンデンサ1000pF
- C₆: 直径15mmの銀メッキ金属対向板に0.1mmのテフロンシートをはさんだもの
- D: S3015B
- L₁: 1mmφ銀メッキ線, 8mm内径2ターン
- L₂: 1mmφ銀メッキ線, 10mm内径1/2ターン
- R₁: 1kΩ
- R₂: 0~10kΩ
- C₁: 24pF
- C₂, C₃, C₅: JOHANSON 29-54(0.8~10pF)

2. 9てい倍器断面図

Cross Sectional Drawing of x9 Multiplier



P-T_a

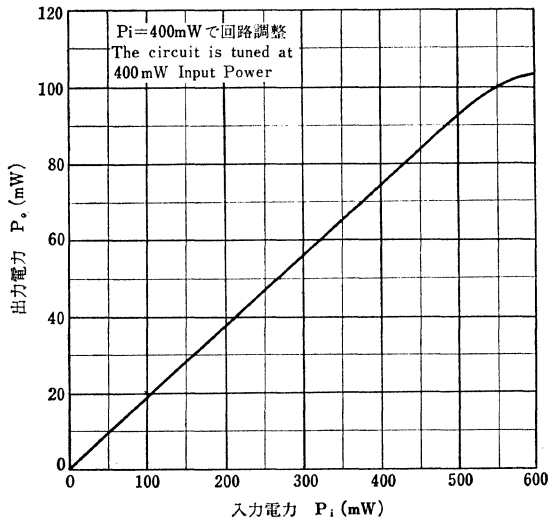


- C₄: Feed Through Capacitor 1000pF
- C₅: 15mm O.D, 3mm I.D Annular Ring Capacitor, 0.1mm Thick Teflon Sheet, Placed Between two Metal Plates.
- D: S3015B
- L₁: 2 Turns, 1mmφ Silver Plated Copper Wier, 8mm I, D
- L₂: 0.5 Turns, 1mmφ Silver Plated Copper Wier, 10mm I.D
- R₁: 1kΩ
- R₂: 0~10kΩ

応用例 Application Example

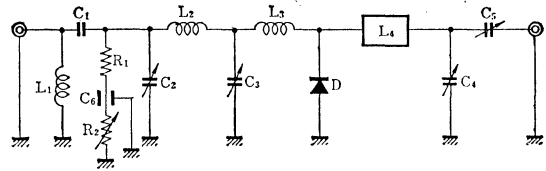
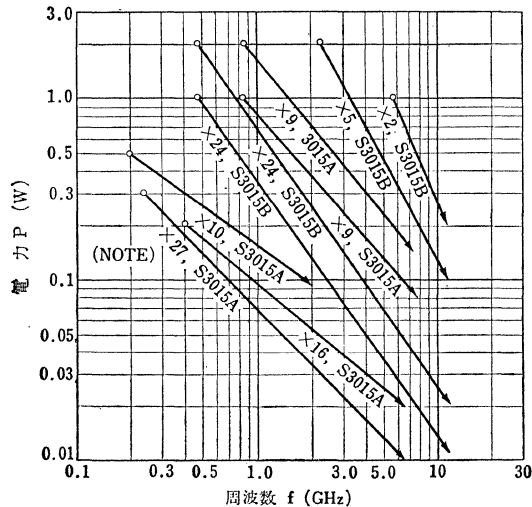
10⁷倍器 (0.2GHz×10→2GHz)

x 10 Multiplier (0.2GHz to 2GHz)



主要てい倍特性一覧図

Power-Frequency Characteristics



- C_1 : 32pF
- C_2, C_3 : ガラストリマ(0.7~30pF)
- C_4 : JOHANSON 2954(0.8~10pF)
- C_5 : JOHANSON 4640(0.4~6pF)
- C_6 : 貫通コンデンサ 1000pF
- D : S3015A
- L_1 : 1mm ϕ 銀メッキ線, 6mm内径, 4ターン
- L_2 : 1mm ϕ 銀メッキ線, 6mm内径, 2ターン
- L_3 : 1mm ϕ 銀メッキ線, 6mm内径 1ターン
- L_4 : 15×25mm, 0.1mm厚, 銀メッキ板
- R_1 : 1.5k Ω
- R_2 : 0~10k Ω
- C_1 : 32pF
- C_2, C_3 : Trimmer(0.7~30pF)
- C_4 : JOHANSON 2954(0.8~10pF)
- C_5 : JOHANSON 4640(0.4~6pF)
- C_6 : Feed Through Capacitor 1000pF
- D : S3015A
- L_1 : 4Turns, 1mm ϕ Silver Plated Copper Wire, 6mm I.D
- L_2 : 2 Turns, 1mm ϕ Silver Plated Copper Wire, 6mm I.D
- L_3 : 1 Turn, 1mm ϕ Silver Plated Copper Wire, 6mm I.D
- L_4 : 15×25mm, 0.1mm Thick Silver Plated Copper Strip
Faced to Ground
- R_1 : 1.5k Ω
- R_2 : 0~10k Ω

S3046

シリコンエピタキシャルプレーナ形ステップリカバリダイオード SILICON EPITAXIAL PLANAR STEP RECOVERY DIODE

- マイクロ波高出力アップコンバータ用 ○マイクロ波高出力てい倍用
- Microwave High Power UP-Converter Applications
- Microwave High Power Multiplier Applications.

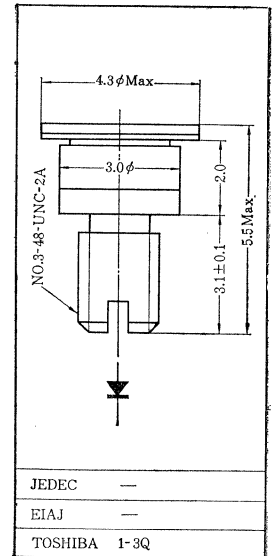
通信工業用
Industrial Applications

Unit in mm

- 高出力, 高能率 (2-チップ直列接続型) : $P_o=2.5W$ (Typ.)
 $\eta=40\%$ (Min.) ($f_o=6.8GHz$, $P_i=6W \times 3$ てい倍)
- トランジションタイムが短い : $t_t=150ps$ (Typ.)
- 熱抵抗が小さい : $R_{th-c}=20^\circ C/W$ (Max.)
- 寄生リアクタンスが小さい. マイクロスタッド外囲器

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
許容損失	P	7.5	W
接合温度	T_j	175	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~175	$^\circ C$
熱抵抗 (接合部ケース)	R_{th-c}	20	$^\circ C/W$

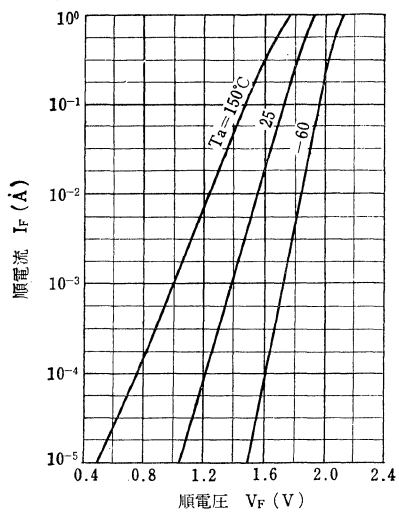


電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

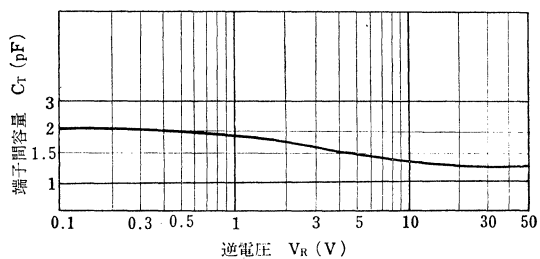
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
逆電圧	V_R	$I_R=10A$	60	—	—	V
逆電流	I_R	$V_R=50V$	—	—	50	μA
端子間容量*	C_T	$V_R=10V$	1	—	3	pF
小数キャリア寿命時間	τ	$I_f=10mA$, $I_R=6mA$	—	30	—	ns
トランジションタイム	t_t	$V_R=10V$, $I_F=20mA$	—	150	—	ps
熱抵抗 (接合部—ケース間)	R_{th-c}		—	15	20	$^\circ C/W$
出力電力	P_o	$P_i=6W$, $f_i=2270MHz$,	2.4	2.5	—	W
てい倍効率 Tripler Efficiency	η	$f_o=6800MHz$	40	41.6	—	%

* ケース容量 0.3pF を含む.
Case Capacitance 0.3pF is included.

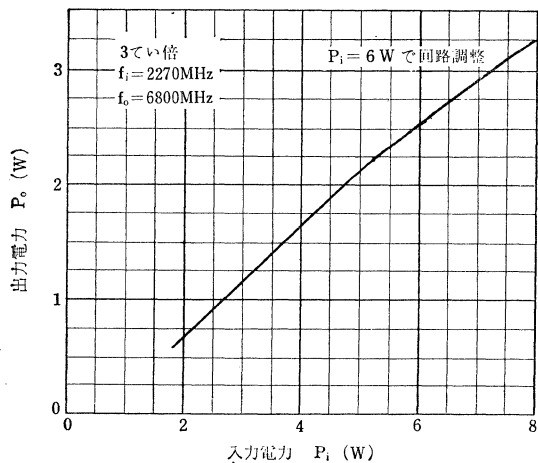
I_F-V_F



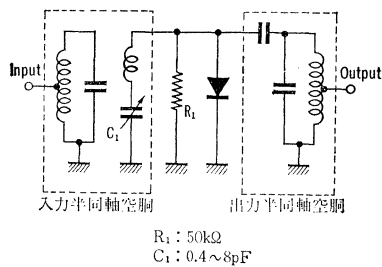
C_T-V_R



P_O-P_i (3てい倍/Tripler)



3てい倍回路 Tripler Circuit



○超高速パルススイッチング回路用

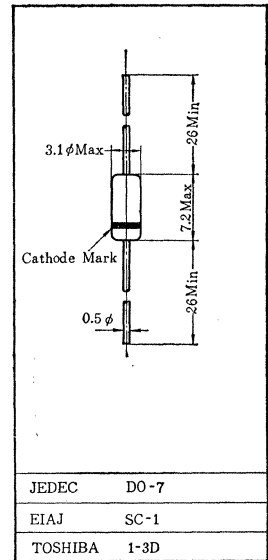
○ High Speed Pulse Switching Applications

- トランジションタイムが小さく、超高速パルススイッチング回路に最適です： $t_t=150\text{ps}$ (Typ.)
- 逆回復時間特性がすぐれています： $t_{rr}=2\text{ns}$ (Typ.)
- プリント回路に便利な DO-7 外囲器です。

通信工業用

Industrial Applications

Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

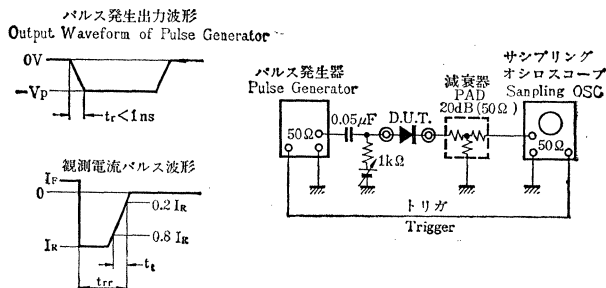
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
接合部温度	T_j	-65~150	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ\text{C}$
順電流	I_F	200	mA

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

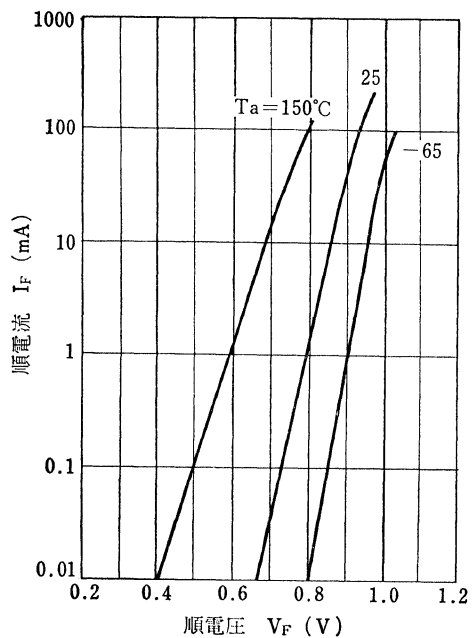
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
逆電圧	V_R	$I_R=10\mu\text{A}$	30	—	—	V
順電圧	V_F	$I_F=100\text{mA}$	—	—	1.0	V
逆電流	I_R	$V_R=25\text{V}$	—	—	50	nA
端子間容量	C_T	$V_R=0\text{V}, f=1\text{MHz}$	—	—	1.2	pF
少数キャリア寿命時間	τ	$I_F=10\text{mA}, I_R=6\text{mA}$	15	—	—	ns
トランジションタイム	t_t	$V_R=10\text{V}, I_F=10\text{mA}$ Fig.1	—	150	200	ps
逆回復時間	t_{rr}	$V_R=10\text{V}, I_F=10\text{mA}$ Fig.1	—	2	—	ns

Fig.1 トランジションタイム, 逆回復時間測定回路

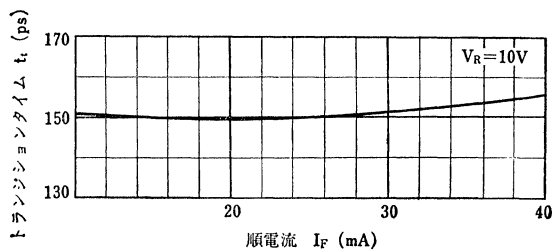
t_t, t_{rr} Test Circuit



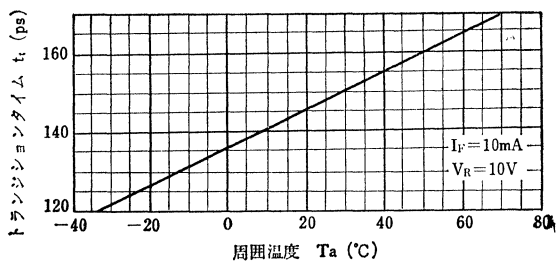
$I_F - V_F$



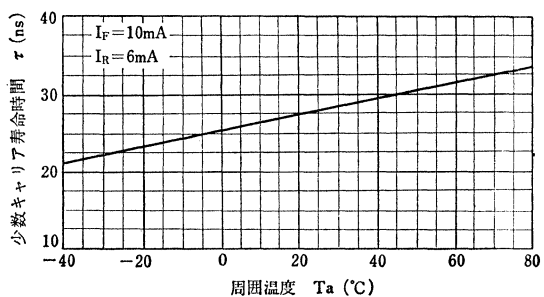
$t_t - I_F$



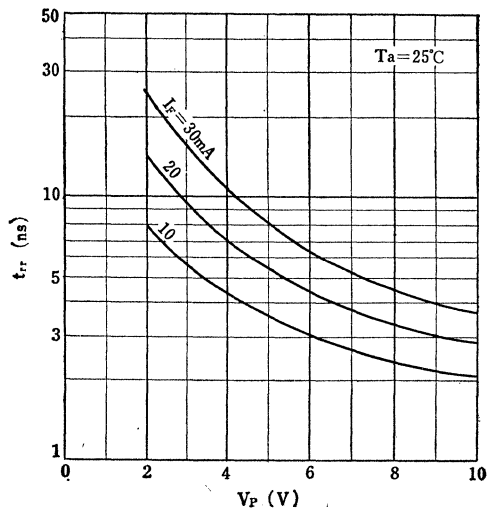
$t_t - T_a$



$\tau - T_a$



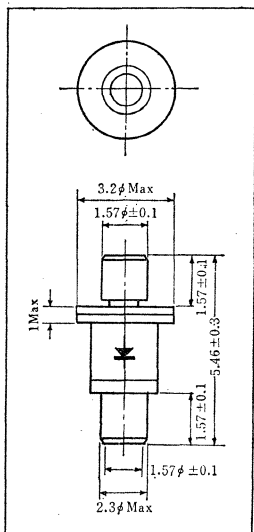
$t_{rr} - V_P$



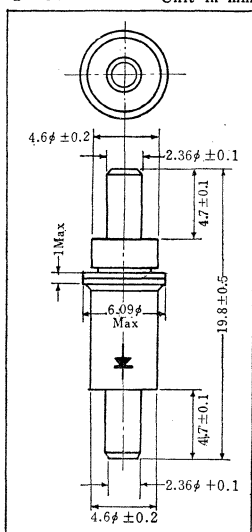
バラクタダイオード VARACTOR DIODE

Type	Application	Construction	Maximum Ratings (Ta=25°C)			Electrical Characteristics (Ta=25°C)										Out Line	Remark	
			P	Tj	T ₁₁₈	V _R		I _R		c _j				f _c				
						M _{IX}	I _R	Condition	Condition	M _{IN}	MAX	V _R	f	M _{IX}	V _R			f
			(W)	(°C)	(°C)	(V)	(μA)	(μA)	(V)	(pF)	(pF)	(V)	(MHz)	(GHz)	(V)			(GHz)
1S1551	周波数で1倍	シリコンエピタキシャル拡散形	8	150	-65~150	90	10	1	45	6	12	6	1				1-7 A	R _S = 2.3Ω (MAX) V _R = 6V, f = 100MHz
1S1552	周波数で1倍	シリコンエピタキシャル拡散形	11	150	-65~150	90	10	1	45	12	25	6	1				1-7 A	R _S = 1.8Ω (MAX) V _R = 6V, f = 100MHz
1S1556	周波数で1倍	シリコンエピタキシャル拡散形	11	150	-65~150	120	10	1	60	6	12	6	1				1-7 A	R _S = 2.3Ω (MAX) V _R = 6V, f = 100MHz
1S1557	周波数で1倍	シリコンエピタキシャル拡散形	13	150	-65~150	120	10	1	60	12	25	6	1				1-7 A	R _S = 1.8Ω (MAX) V _R = 6V, f = 100MHz
1S1558	周波数で1倍	シリコンエピタキシャル拡散形	20	150	-65~150	120	10	1	60	25	50	6	1				1-7 A	R _S = 1.3Ω (MAX) V _R = 6V, f = 100MHz
1S1561	周波数で1倍	シリコンエピタキシャル拡散形	1.5	150	-65~150	60	10	1	30	0.3	0.6	6	1	55	6	10	1-5 D	
1S1562	周波数で1倍	シリコンエピタキシャル拡散形	1.8	150	-65~150	60	10	1	30	0.6	1.0	6	1	50	6	10	1-5 D	
1S1571	周波数で1倍	シリコンエピタキシャル拡散形	0.5	150	-65~150	60	10	1	30	0.3	0.6	6	1	55	6	10	1-2 C	
1S1572	周波数で1倍	シリコンエピタキシャル拡散形	0.6	150	-65~150	60	10	1	30	0.6	1.0	6	1	50	6	10	1-2 C	

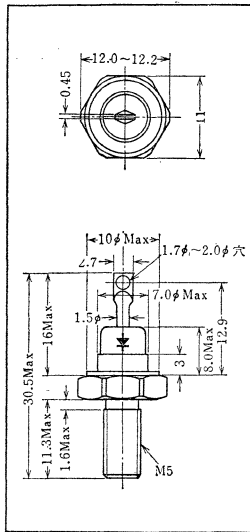
1-2C Outline Unit in mm



1-5D Outline Unit in mm



1-7A Outline Unit in mm



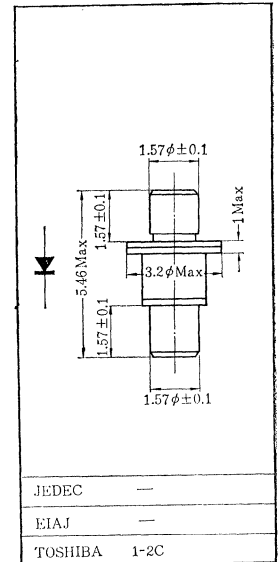
- マイクロ波チューニング用
- Microwave Tuning Applications

通信工業用
Industrial Applications
Unit in mm

- 接合容量の変化範囲が広い: $C_{j6}/C_{j45}=2.25$ (Min.)
 $C_{j6}: V_R=6V$
 $C_{j45}: V_R=45V \quad f=1MHz$
- シャ断周波数が高い: $f_c=45GHz$ (Min.)
 $(V_R=6V)$
- ガン発振器, インパット発振器の AFC, 変調等マイクロ波帯でのチューニングに適します。

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
逆電圧	V_R	50	V
許容損失 ($T_c=25^\circ C$)	P	2.0	W
接合部温度	T_j	150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$



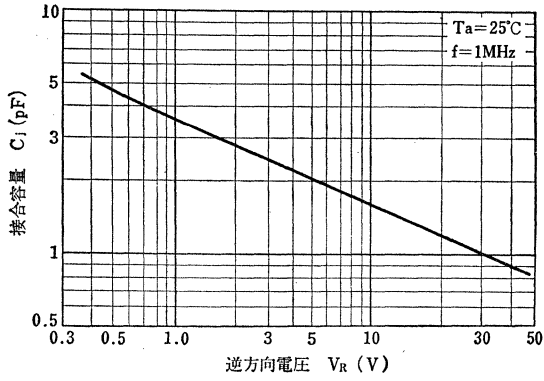
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
逆電圧	V_R	$I_R=10\mu A$	50	—	—	V
順電圧	V_F	$I_F=100mA$	—	—	1.0	V
逆電流	I_R	$V_R=45V$	—	—	100	nA
接合容量*	$\frac{C_{j6}}{C_{j45}}$	$V_R=6V, f=1MHz$	1.7	—	2.2	pF
		$V_R=45V, f=1MHz$	—	—	1.0	pF
接合容量比	$\frac{C_{j6}}{C_{j45}}$	—	2.25	—	—	
シャ断周波数**	f_c	$V_R=6V, f=100Hz$	45	—	—	GHz

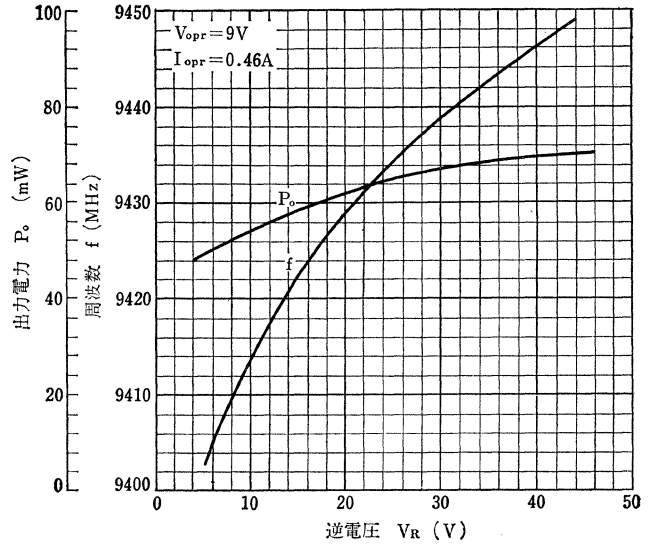
* ケース容量 0.25pF は含まれません / Case Capacitance 0.25pF is not included.

** ハリソン法によって測定します / Measured by Harrison Method.

C_j-V_R



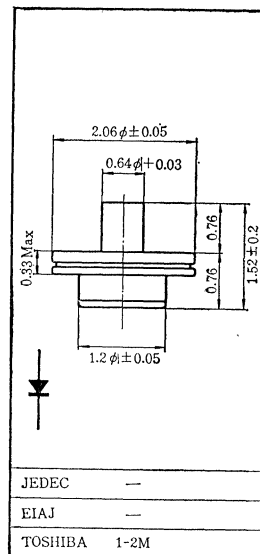
P_o-V_R



- ミリ波周波数てい倍およびアップコンバータ用 ○パラメトリック・アンプ用
○ mili-meter Wave Frequency Multiplier and UP-Converter Applications
○ Parametric Amplifier Applications

通信工業用
Industrial Applications

Unit in mm



- シャ断周波数が高い。
 $f_{c6} = 500\text{GHz}$ (Typ.) (S3041)
 $f_{c0} = 300\text{GHz}$ (Typ.) (S3041A)
- 寄生リアクタンスが小さい。
 $L_s = 0.15\text{nH}$ (Typ.)
 $C_p = 0.16\text{pF}$ (Typ.)
- 高効率, 高出力です。
 $P_o = 100\text{mW}, \eta = 25\%$ (Typ.)
S3041, $f_o = 46\text{GHz}$, 4てい倍
 $P_o = 70\text{mW}, \eta = 18\%$ (Typ.)
S3041A, $f_o = 70\text{GHz}$, 3てい倍

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
許容損失 ($T_c = 25^\circ\text{C}$)	P	0.6	W
動作温度	T_{opr}	4.2~353	$^\circ\text{K}$
保存温度	T_{stg}	4.2~415	$^\circ\text{K}$

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
逆電圧	V_R	$I_R = 10\mu\text{A}$	25	—	—	V
順電圧	V_F	$I_F = 10\text{mA}$	—	1.30	—	V
接合容量	S3041	$V_R = 0, f = 1\text{MHz}$	0.3	—	0.4	pF
	S3041A		0.2	—	0.33	
接合容量比	$\frac{C_{j0} - C_{j6}}{C_{j0}}$	$C_{j6} : V_R = 6\text{V}, f = 1\text{MHz}$	—	0.5	—	
シャ断周波数	S3041	$f_{c6} *$	$V_R = 6\text{V}$	450	500	GHz
	S3041A	$f_{c0} *$	$V_R = 0\text{V}$	250	300	
ケース容量	C_p		—	0.16	—	pF
直列インダクタンス	L_s		—	0.15	—	nH

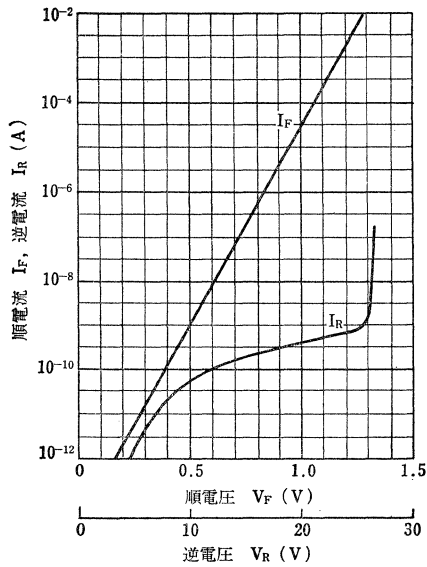
* シャ断周波数は, トランスミッション・ロス法 ($f = 18 \sim 26.5\text{GHz}$) で測定した直列抵抗, 直列インダクタンス, 接合容量より計算した値です。

Cut-Off Frequency is Calculated from series Resistance, Inductance and Junction Capacitance Measured by Transmission Loss Method at 18~26.5GHz.

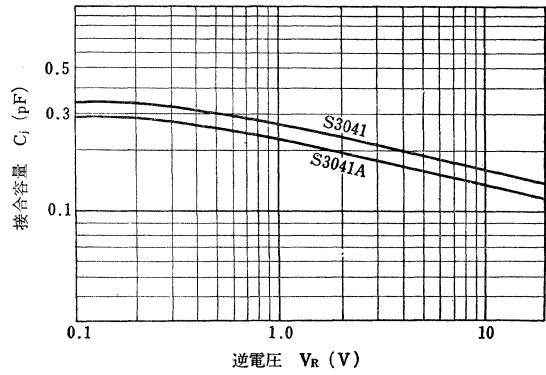
** 逆電圧 $V_R = 0$ で測定 / Type S3041A is Measured at $V_R = 0\text{V}$ Specially.

S-3041, S-3041A

I-V Characteristics



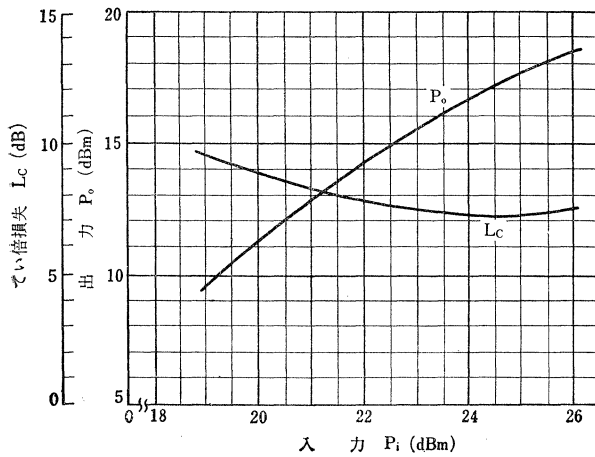
C_j - V_R



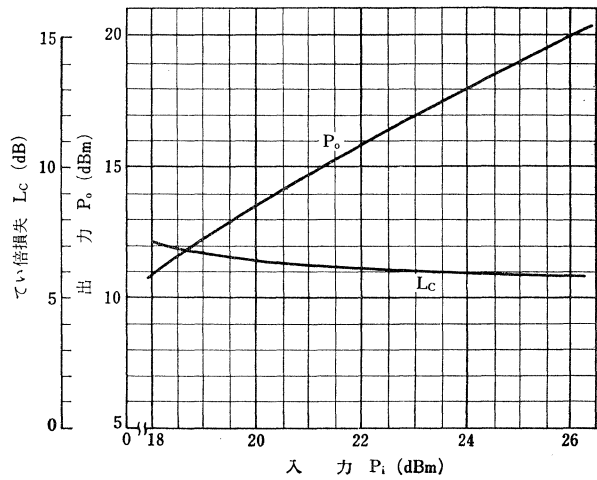
周波数てい倍動作例

Typical Characteristics of multipliers Power output and Conversion loss vs. power input.

(a) 70GHz Output (Tripler)



(b) 46GHz Output (Quadrupler)



○マイクロ波受信ミキサーおよび検波器用
○ Microwave Mixer and Detector Applications

通信工業用
Industrial Applications.

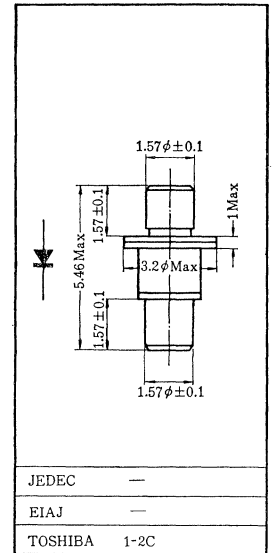
- 変換損失が小さく低雑音です: $NF_0=5.5\text{dB}$ (Max.)(S3006E)
- 耐焼損特性がすぐれています: $E_M=10\text{erg}$

Unit in mm

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
逆電圧	V_R	5	V
平均整流電流	I_O	50	mA
単一パルスエネルギー*	E_M	10	erg
接合部温度	T_j	150	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ\text{C}$

- * 50Ω の同軸ラインにマウントしたダイオードに幅 2.5ns の単一パルスを印加し、雑音指数が 3dB 増加する時のエネルギー
Pulse width 2.5ns current flow in forward direction by single pulse burnout. Criteria for burnout : 3dB increase in noise figure.



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

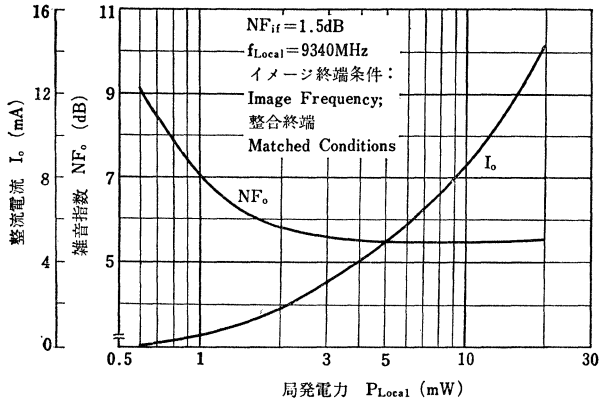
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit	
順電圧	V_F	$I_F=10\text{mA}$	0.6	—	0.85	V	
逆電圧	V_R	$I_R=10\mu\text{A}$	4.0	—	—	V	
逆電流	I_R	$V_R=0.5\text{V}$	—	—	0.5	μA	
		$V_R=3\text{V}$	—	—	5		
端子間容量	C_T	$V_R=0, f=1\text{MHz}$	—	0.40	0.5	pF	
中間周波抵抗	R_{if}	$I_O=4\text{mA}, f=30\text{MHz}$ (イメージ終端条件; 整合 Image Frequency; Matched conditions)	50	—	250	Ω	
雑音指数	S3006C**	NF_0	$f_{if}=9375\text{MHz}, f_{if}=30\text{MHz},$ $NF_{if}=1.5\text{dB}, I_O=4\text{mA},$ $R_L=200\Omega$ (イメージ終端条件; Image Frequency 整合終端 Matched Conditions) $Z_m=200\Omega$	—	—	6.5	dB
	S3006D			—	—	6.0	
	S3006E			—	—	5.5	

** S3006 シリーズは雑音指数により, C, D, E の 3 種に分類されます。種別は下記のようにカソード側に打った色ドット④で区別します。色ドット① (赤色) はミキサーダイオードを, ②, ③はロットを示します。

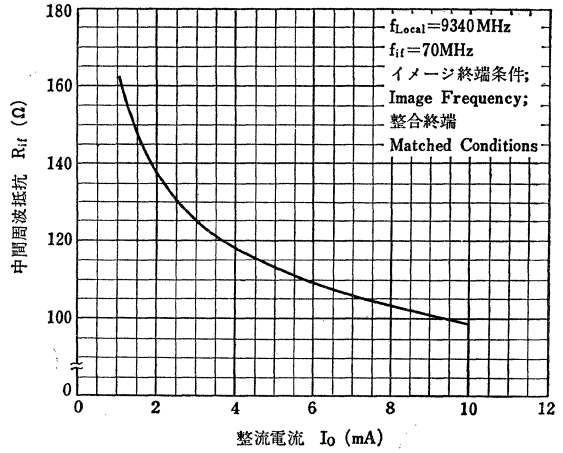
S3006 series is classified to three types C, D, E by noise figure. They are identified with color dot ④ printed on the ceramic package (see Figure). These relations are shown in the table. Color dot ① (red) represents mixer diode, and ② ③ lot number respectively.

S3006C, S3006D, S3006E

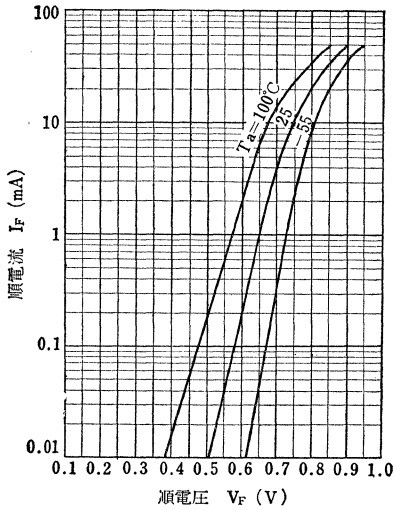
$P_{Local}-NF_0, I_0$



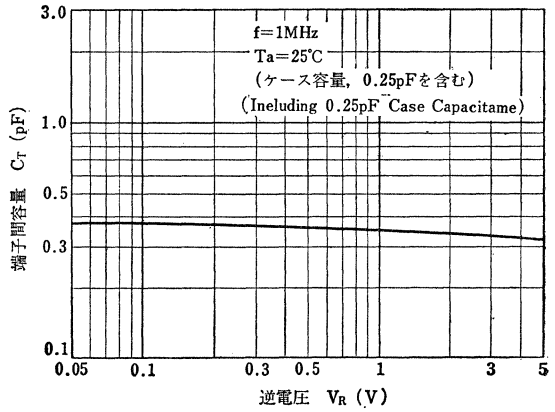
$R_{if}-I_0$



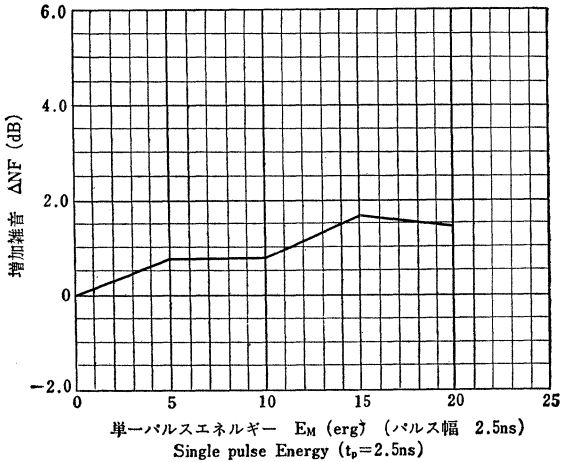
I_F-V_F



C_T-V_R



耐焼損特性 Burnout Characteristics



- X-バンド高出力発振用 ○ X-バンド注入増幅用
○ X-Band High Power Oscillator Applications
○ X-Band Injection Amplifier Applications.

通信工業用
Industrial Applications
Unit in mm

- 高出力です: $P_o=500\text{mW}$ (Typ.) (S3019)
 $P_o=600\text{mW}$ (Typ.) (S3019A)
 $P_o=750\text{mW}$ (Typ.) (S3019B)
- 高能率です: $\eta=5.5\%$ (Typ.) (S3019)
 $\eta=6.0\%$ (Typ.) (S3019A)
 $\eta=6.5\%$ (Typ.) (S3019B)
- 高信頼性です.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
電圧上昇*	S3019	15.5	V
	S3019A,B	16.5	
直流入力	S3019	15.0	W
	S3019A,B	16.0	
接合部温度 (動作時)	S3019	205	$^\circ\text{C}$
	S3019A,B	225	
保存温度	S3019	-65~200	$^\circ\text{C}$
	S3019A,B	-65~200	

* $\Delta V_R = V_{opr} - V_R$ ($I_R = 1\text{ mA}$)

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
逆電圧	V_R	$I_R = 1\text{ mA}$	58	68	78	V
逆電流	I_R	$V_R = 50\text{ V}$	—	—	10	$\mu\text{ A}$
			—	—	50	
端子間容量	C_T	$V_R = 10\text{ V}, f = 1\text{ MHz}$	—	—	2.0	pF

マイクロ波特性 Microwave Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

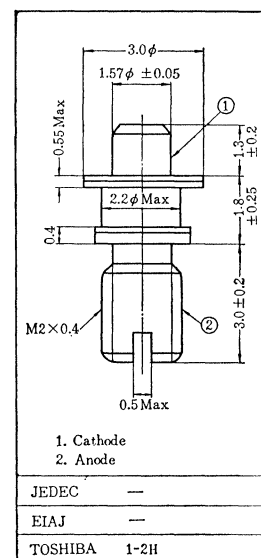
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
発振周波数**	f_o	$V_R = 12\text{ V}, I_{opr} = 100\text{ mA}$ (Typ.)	8.5	—	12.0	GHz
出力	P_o		350	500	—	mW
効率	η		4.5	5.5	—	%
発振周波数**	f_o	$V_R = 15\text{ V}, I_{opr} = 130\text{ mA}$ (Typ.)	8.5	—	12.0	GHz
出力	P_o		550	600	—	mW
効率	η		5.0	6.0	—	%
発振周波数**	f_o	$V_R = 15\text{ V}, I_{opr} = 135\text{ mA}$ (Typ.)	8.5	—	12.0	GHz
出力	P_o		700	750	—	mW
効率	η		5.5	6.5	—	%

** 発振周波数 f_o は上記範囲で御指定下さい.

出力及び効率は $f_o \pm 250\text{ MHz}$ の範囲で規格を満足します.

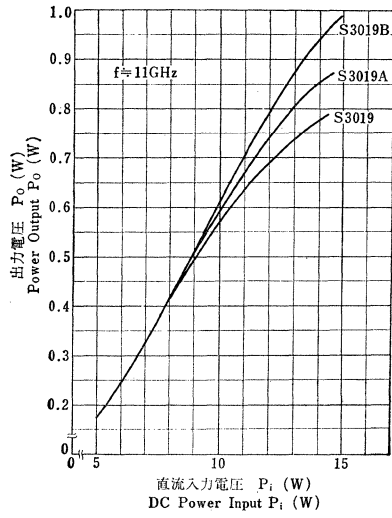
Center frequency for operation can be chosen in the range of specification when ordering.

Output Power and Efficiency in the above specification table are guaranteed in the range of $f_o \pm 250\text{ MHz}$.



S3019, S3019A, S3019B

$P_o - P_i$



○ J-バンド高出力発振用

通信工業用

○ J-Band High Power Oscillator Applications

Industrial Applications

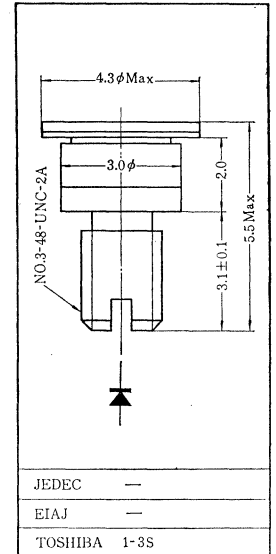
- 高出力です: $P_o=1.5W(\text{Min.})$ (S8250)
 $P_o=1.7W(\text{Min.})$ (S8250A)
 $P_o=2.0W(\text{Min.})$ (S8250B)
- 高効率です $\eta=5.5\%(\text{Min.})$
- 高信頼性です。

Unit in mm

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
電圧上昇*	ΔV_R	25	V
直流入力	P_i	35	W
接合温度	T_j	235	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-65~200	$^\circ\text{C}$

* $\Delta V_R = V_{opr} - V_{BR}(I_R=1\text{mA})$



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
降伏電圧	V_{BR}	$I_R=1\text{mA}$	86	—	106	V
端子間容量**	C_T	$V_R=10\text{V}$ $f=1\text{MHz}$	2.5	4.3	6.5	pF
熱抵抗	S8250	R_{th-c}	—	6.0	8.0	$^\circ\text{C/W}$
	S8250A		—	5.5	8.0	
	S8250B		—	5.0	8.0	

**ケース容量 $C_p \approx 0.30\text{pF}$ を含みます。

(Included Case Capacitance $C_p \approx 0.3\text{pF}$)

マイクロ波特性 Microwave Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
周波数***	f	$\Delta V_R=24\text{V}$ ($V_{opr}=110\sim 130\text{V}$) $I_{opr}=225\text{mA}(\text{Typ.})$ $P_i=30\text{W}(\text{Typ.})$	5.9	—	8.2	GHz
出力	S8250		1.5	—	—	W
	S8250A		1.7	—	—	
	S8250B		2.0	—	—	
効率	η		5.5	6.5	—	%

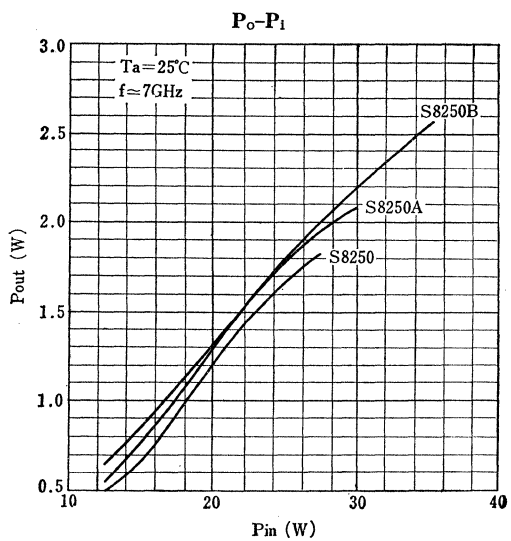
*** 中心周波数 f_0 は上記範囲で御指定下さい。

$f_0 \pm 100\text{MHz}$ で上記特性を満足します。

Center frequency for operation (f_0) can be chosen in the range of specification when ordering.

Output power and Efficiency in the above specification table are guaranteed in the range of $f_0 \pm 100\text{MHz}$.

S8250, S8250A, S8250B



- X-バンド発振器, 変調器用
○ X-Band Oscillator and Modulator Applications

通信工業用

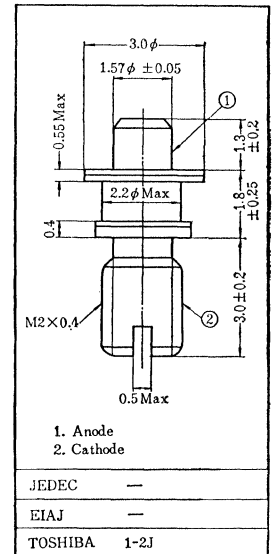
Industrial Applications.

Unit in mm

- 高出力です。
P_o=100mW (Min.) (S3020)
P_o=150mW (Min.) (S3020A)
P_o=80mW (Min.) (S8201)
- 高効率です。
η = 3 % (Typ.)
- 高信頼性です。

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
直流電圧 (指定極性)	S3020 S3020A	14	V
	S8201	13	
	T _C	-30~70	
保存温度	T _{stg}	-65~175	°C



電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
直流抵抗	S3020 S3020A	I _F =20mA	—	2.5	—	Ω
	S8201		—	3.0	—	
	V _{TH}		f _P =1kHz, t _w =2μsec	—	3.5	
S3020 S3020A	—	4.2		—		
S8201	—	—		—		

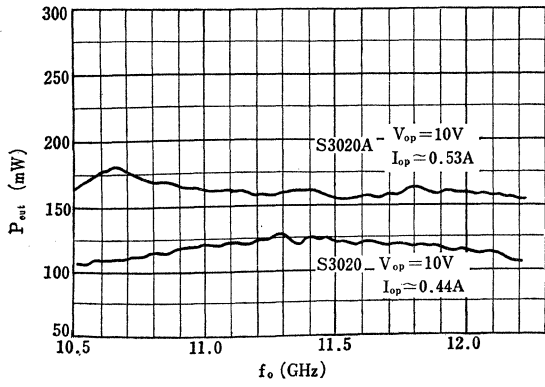
マイクロ波特性 Micro Wave Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit	
発振出力 *	S3020	最適バイアス (Optimum Bias Voltage)	100	130	—	mW	
	S3020A		150	180	—		
	S8201		80	100	—		
発振周波数 *	S3020		f _o	10.5	—	12.0	GHz
	S3020A		8.2	—	10.5		
	S8201		8.2	—	10.5		
効 率	η		2	3	—	%	
動作電圧	S3020 S3020A		V _{opr}	8	—	13	V
	S8201			7	—	13	
	動作電流			S3020	I _{opr}	—	
S3020A		—	0.5	—			
S8201		—	0.4	—			

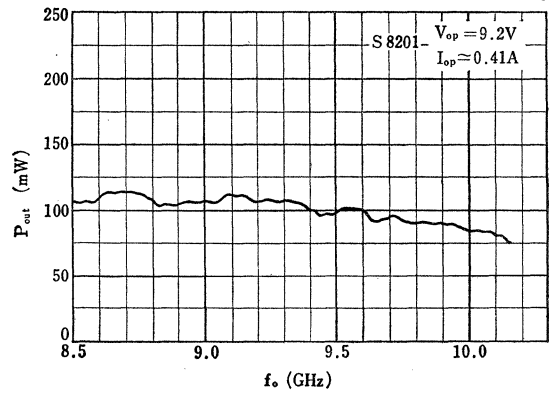
* 発振周波数 f_o は, 上記範囲で御指定下さい。
出力及び効率は f_o ± 500MHz の範囲で規格を満足します。
Center frequency for operation f_o can be chosen in the range of specification when ordering.
Output power and efficiency in the above specification table are guaranteed in the range of f_o ± 500MHz.

S3020, S3020A, S8201

P_o-f_o



P_o-f_o



○X—バンド発振器用

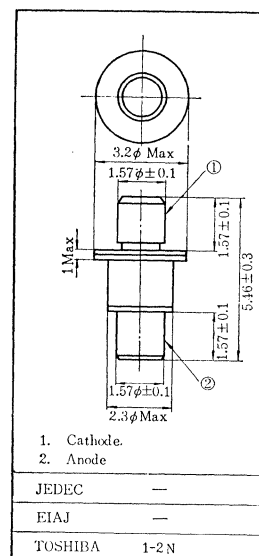
○X—Band Low-power Oscillator Application

- 低出力用です。
P_o=10mW (Min.)
- 高信頼性です。

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
直流電圧 (指定極性)	V _{DC}	14	V
ケース温度 (動作時)	T _C	-30~70	°C
保存温度	T _{stg}	-65~175	°C
直流入力	P _I	1.5	W

通信工業用
Industrial Applications
Unit in mm



電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
直流抵抗	R _o	I _F =10mA	—	10	—	Ω
スレッシュホールド電圧	V _{TH}	f _p =1KHz, t _w =2μsec	—	3.5	—	V

マイクロ波特性 Microwave Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
発振出力*	P _o	最適バイアス (Optimum Bias Voltage)	10	15	—	mW
発振周波数*	f _o		9.3	—	10.5	GHz
効率	η		1.0	2.0	—	%
動作電圧	V _{opr}		8	—	13	V
動作電流	I _{opr}		—	0.15	—	A

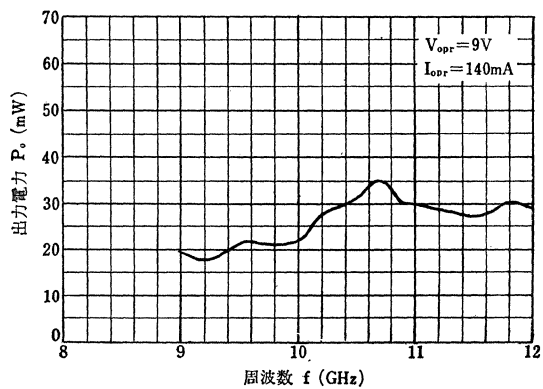
* 発振周波数 f_o は、上記範囲で御指定下さい。

出力効率はf_o±150MHzの範囲で規格を満足します。

Center frequency for operation f_o can be chosen in the range of specification when ordering.

Output power and efficiency in the above specification table are guaranteed in the range of f_o ±150MHz.

P_o - f



○Xバンドマリンレーダ用局部発振器, トランスポンダ用発振器, 衝突防止装置,
スピードメータ, 盗難警報器用発振器

○ Suitable for Local Oscillator in Civil Marine Radar, Collision Avoidance
Equipment, Transponder, Police Radar and Intruder Detector.

- 広帯域機械同調です (S-GX1, S-GX2A):
 $\Delta f_{\text{mech}} = 1100\text{MHz}$ (Min.)
- 電圧同調が可能です (S-GX2, S-GX2A):
 $\Delta f_e = 25\text{MHz}$ ($V_T = 5 \sim 45\text{V}$) (Typ.)
- 低雑音です
AM雑音 ($f_m = 10\text{kHz}$, B. S. B)
 $N/C = -165\text{dB}$ (Typ.) (S-GX2, S-GX2A)
 $N/C = -157\text{dB}$ (Typ.) (S-GX1)
FM雑音 ($f_m = 10\text{kHz}$, B. S. B)
 $\Delta f_{\text{rms}} = 0.35\text{Hz}/\sqrt{\text{Hz}}$ (Typ.) (S-GX2, S-GX2A)
 $\Delta f_{\text{rms}} = 1.0\text{Hz}/\sqrt{\text{Hz}}$ (Typ.) (S-GX1)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

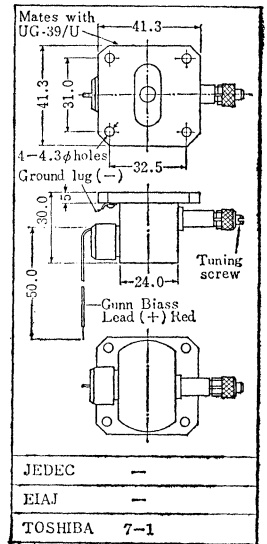
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
動作電圧	V_{opr}	6.0~13.0	V_{dc}
サージ電圧 ($t_w = 10\text{ms}$)	V_{surge}	15	V
同調電圧	V_T	50	V
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ\text{C}$
周囲温度	T_a	-30~70	$^\circ\text{C}$
振動 (3方向, 50Hz, 120S) Vibration (3directions, 50Hz, 120s)	—	10	G
衝撃 (3方向, 5ms) Shock (3directions, 5ms)	—	100	G

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

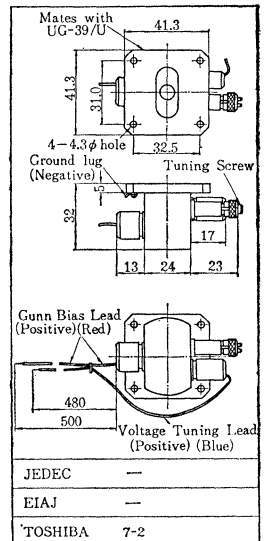
Characteristic		Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
周波数*	S-GX2	f	$V_{\text{opr}} = 9\text{V}$ $I_{\text{opr}} = 0.4\text{A}$ (Typ.) $V_T = 20\text{V}$	9.3	—	9.5	GHz
	S-GX2A			8.5	—	9.6	
	S-GX1			—	—	—	
機械同調	S-GX2	Δf_{mech}		200	—	—	MHz
	S-GX2A			1100	—	—	
	S-GX1			—	—	—	
出力	S-GX2	P_o		30	40	—	mW
	S-GX2A			40	60	—	
	S-GX1			—	—	—	
電圧同調**	同調範囲	Δf_e		5	—	45	MHz
	同調感度	$\Delta f/\Delta V$	—	1.0	—	MHz/V	
	同調電圧	V_T	—	—	—		
温度係数 Temperature Coefficient	—	—	0	-120	-200	kHz/ $^\circ\text{C}$	
初期漂動 Initial Drift	S-GX2	—	—	2	—	MHz	
	S-GX2A		—	3	—		
	S-GX1		—	—	—		
AM雑音***	S-GX2	N/C	—	-165	—	dB/Hz	
	S-GX2A		—	-157	—		
	S-GX1		—	—	—		
FM雑音****	S-GX2	Δf_{rms}	—	0.35	—	Hz/ $\sqrt{\text{Hz}}$	
	S-GX2A		—	1	—		
	S-GX1		—	—	—		
動作電圧*****	V_{opr}	—	8	9	11	V_{dc}	
動作電流*****	I_{opr}	—	—	0.4	0.6	A_{dc}	

S-GX1

Unit in mm



S-GX2, S-GX2A



S-GX1, S-GX2, S-GX2A

機械的特性 Mechanical Characteristics

Characteristic	Rating
外形寸法 (Outline)	外形図参照 (See Outline drawing)
電極接続 (DC connector)	〃 (〃)
取付に関する事項 (Mounting Position)	任意 (Any)
高周波結合器(RF Connector)	UG—39/U, (BRJ—10)
冷却方式 (Cooling) *****	伝導冷却 (Condition)
同調方式 (Tuner)	単一ネジ (Single Screw)
重量 (Weight)	約80g (Approx. 80g)

* 周波数調整ネジを右まわして、周波数は低くなります。(30度で約20MHz)

Frequency is adjustable by turning screw. Clockwise turning gets lower frequency

** 同調電圧は 5V~45V 以内で使用して下さい。

電圧を上げると周波数は高くなります。

The tuning voltage should be kept between 5 to 45 Volts.

*** キャリア対雑音比, (オフキャリア周波数10KHz, 両側帯波.)

AM noise to carrier ratio (10 kHz away from carrier, both sidebands.)

**** 雑音周波数偏移, (オフキャリア周波数10KHz, 両側帯波)

R. M. S. frequency deviation (10kHz away from carrier, both sidebands.)

***** 電圧は必ず指定の極性 (バイアスリード⊕, 電圧同調リード⊕, ボディ⊖) で、添付試験データの指定動作電圧を印加して下さい。なお、定電圧電源がスイッチ ON 時に電圧スパイクを発生し、ダイオードを破損する場合がありますので、瞬時たりとも最大定格を越えない定電圧電源をご選択下さい。

Polarity;

Gunn diode lead ; Positive

Varactor bias lead ; Positive

Cavity ; Negative

The Required Operating Voltage will be Specified for Each Unit.

***** 電流が添付試験データより低い時は、伝導冷却が不十分ですので熱伝導を良くして下さい。

動作電圧に到達するまでの間の最大電流 (臨界電流) は、動作電流の約1.5倍になりますのでご注意下さい。

The peak current at threshold is approximately 1.5 times of the operating current.

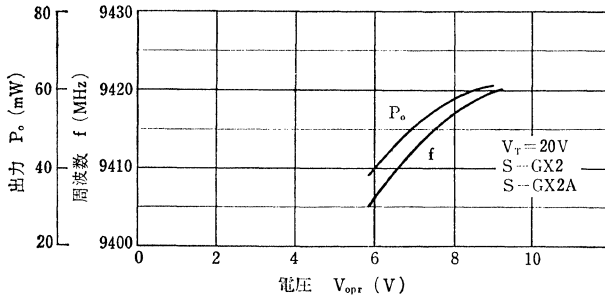
If the operating current is lower than that specified, the cooling condition should be improved.

***** 伝導冷却を十分に行なうため必ず4本のネジ全部で固定して下さい。さらに、相手側フランジおよび導波管にCu または Al 製のものを使用すれば、一層良好な冷却状態になります。

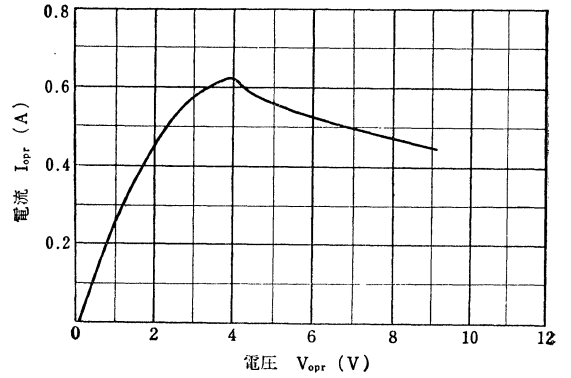
For optimum performance, RF flange should be bolted securely to UG-39/U flange with a semi-infinite heat sink.

1. 周波数特性および電源電圧特性 Frequency and Power Voltage Characteristics

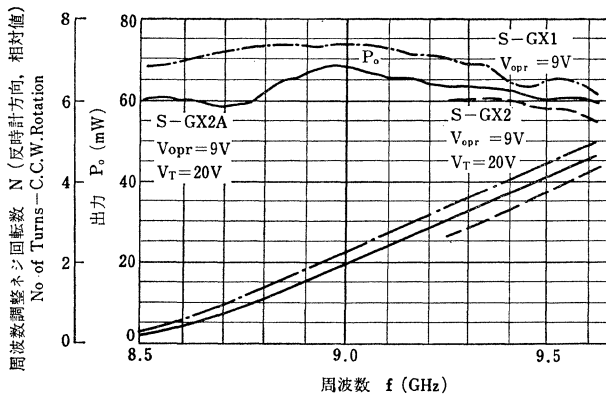
$f-V_{opr}, P_o-V_{opr}$



$I_{opr}-V_{opr}$

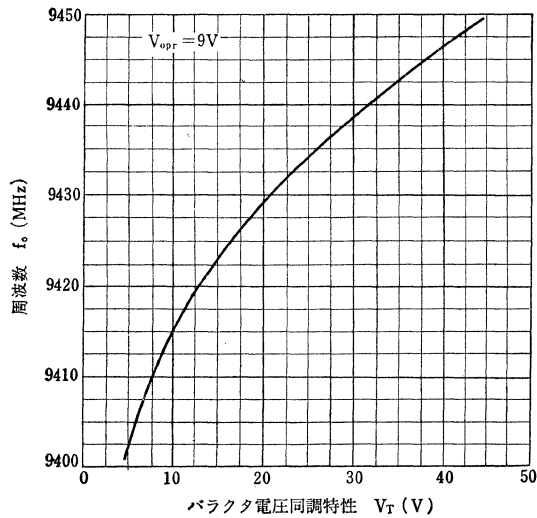


P_o-f

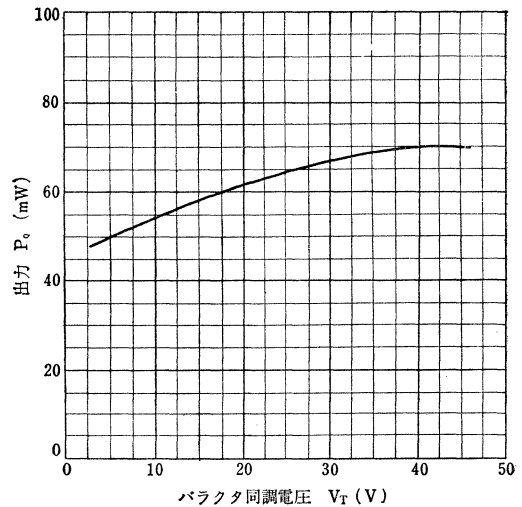


2. バラクタ電圧同調特性 Varactor Tuning Characteristics

f_o-V_T

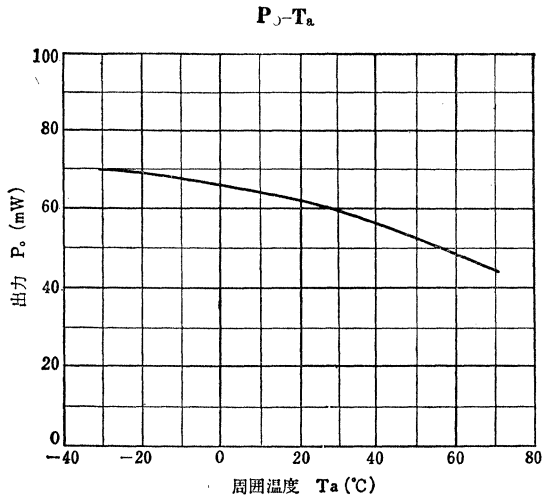
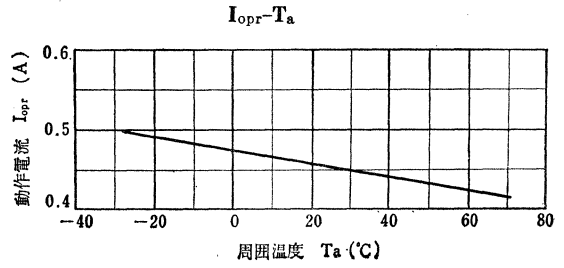
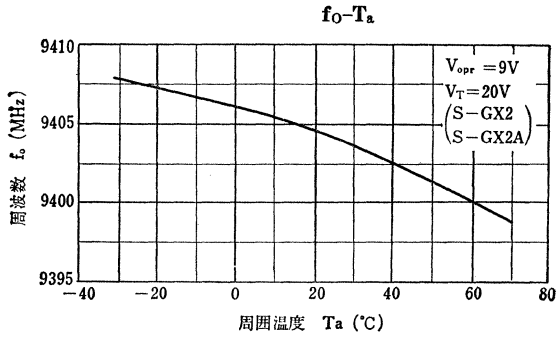


P_o-V_T

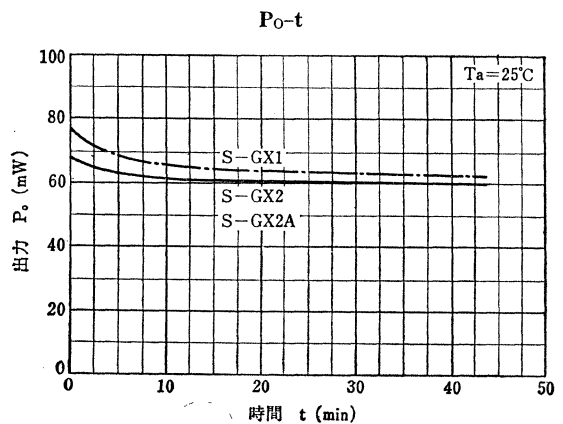
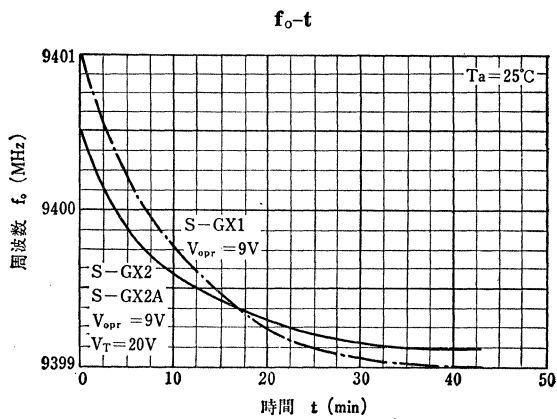


S-GX1, S-GX2, S-GX2A

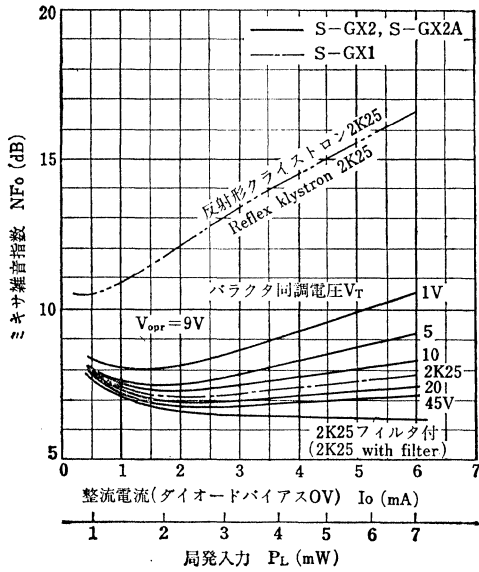
3. 周囲温度特性 Ambient Temperature Characteristics



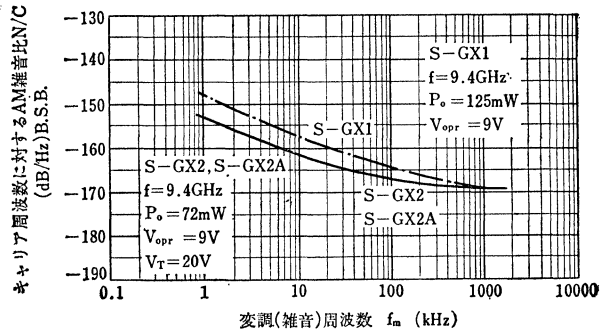
4. 初期漂動特性 Initial Drift in Frequency and Power Output Characteristics



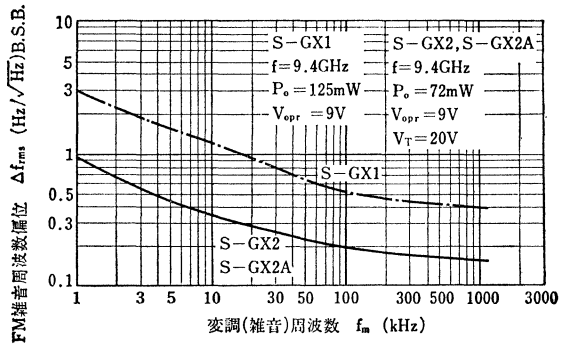
雑音指数 NF_0 - I_d



AM雑音 AM Noise Characteristics

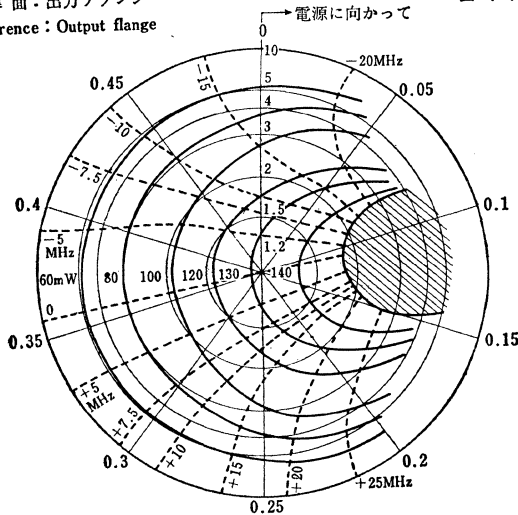


FM雑音 FM Noise Characteristics



S-GX1 リーケ線図 Rieke Diagram

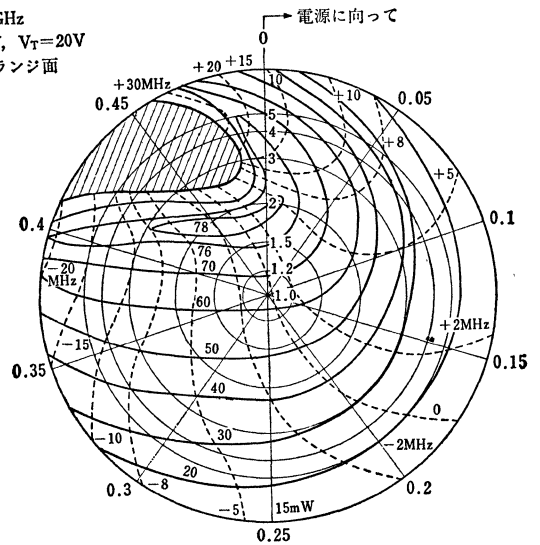
動作条件: $f_0=9.4\text{GHz}$
 $V_{op}=9\text{V}$, $I_{op}=0.5\text{A}$
 基準面: 出力フランジ
 Reference: Output flange



——— 等出力線(連続波, mW)
 Power output contour (CW, mW) cW
 - - - - 等周波数線(負荷整合時周波数からの周波数偏移, MHz)
 Frequency contour (Frequency deviation from the center frequency f_0 in matched condition, MHz)

S-GX2, S-GX2A リーケ線図 Rieke Diagram

動作条件: $f_0=9.4\text{GHz}$
 $V_{op}=9\text{V}$, $V_{Tr}=20\text{V}$
 基準面: 出力フランジ面



——— 等出力線(連続波, mW)
 Power output contour (CW, mW) cW
 - - - - 等周波数線(負荷整合時周波数からの周波数偏移, MHz)
 Frequency contour (Frequency deviation from the center frequency f_0 in matched condition)

S-GX3A

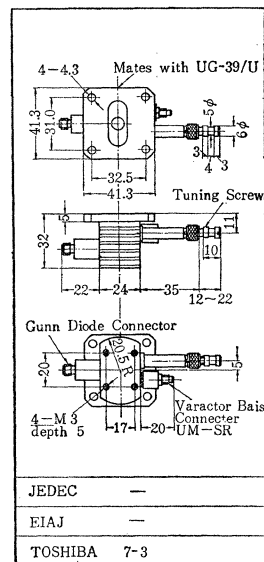
ガン発振器
GUNN OSCILLATOR

○標準信号発振器用

○ Standard Signal Generator

- 広帯域機械同調が可能です。
 $\Delta f_{mech} = 1200 \text{ MHz (Min.)}$
- 電圧同調が可能です。
 $\Delta f_e = 20 \text{ MHz (} V_T = 5 \sim 45 \text{ V) (Typ.)}$
- 高電力です。
 $P_o = 100 \text{ mW (Min.)}$

Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ \text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
動作電圧	V_{opr}	14	V_{dc}
同調電圧	V_T	0~50	V
保存温度	T_{stg}	-65~125	$^\circ \text{C}$
動作時ケース温度	T_C	-30~+65	$^\circ \text{C}$
振動 (3方向, 50Hz, 15min) Vibration (3directions, 50Hz, 15-min)	—	5	G
衝撃 (3方向 5ms) Shock (3 directions, 5ms)	—	100	G

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ \text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
周波数*	f	$V_{opr} = 10.5 \text{ V}$ $I_{opr} = 0.59 \text{ A}$ $V_T = 40 \text{ V}$ (Typ.)	10.6	—	11.8	GHz
機械同調	Δf_{mech}		1200	—	—	MHz
出力	P_o		100	—	—	mW
電圧同調**	同調範囲 Δf_e		10	15	—	MHz
	同調電圧 V_T		10	—	45	V_{dc}
温度係数 (Temperature Coefficient)	—		0	—	-200	KHz/ $^\circ \text{C}$
初期漂動 Initial Drift	—		—	4	—	MHz
動作電圧***	V_{opr}		9	11	13	V_{dc}
動作電流****	I_{opr}		0.5	0.6	0.75	A_{dc}

機械的特性 Mechanical Characteristics

Characteristic	Rating
外形寸法 (Outline)	外形図参照 (See Outline Drawing)
電極接続 (DC Connector)	〃 (〃)
取付に関する事項 (Mounting Position)	任意 (Any)
高周波結合器 (RF Connector)	UG-39/U
冷却方式 (Cooling) *****	伝導冷却 (Condition)
同調方式 (Tuner)	単一ネジ (Single Screw)
重量 (Weight)	約240g (Approx. 240g)

* 周波数調整ネジ左まわしで、周波数は高くなります。

Frequency can be increase by rotating screw single turning counterclockwise.

** 同調電圧は10~45V以内で使用して下さい。電圧を上げると周波数は高くなります。

The tuning voltage should be applied between 10 to 45 volts.

*** 電圧は必ず指定の極性 (バイアス同軸接栓⊕, 電圧同調同軸接栓⊕, ボディ⊖) カシユで添付試験データの指定動作電圧を印加して下さい。なお、定電圧電源がスイッチ ON 時に電圧スパイクを発生し、ダイオードを破損する場合がありますので、瞬時たりとも最大定格を越えない定電圧源をご選択ください。

Polarity

Gunn diode connector ; positive

Varactor bias connector ; positive

cavity ; negative

**** 電流が添付試験データより低い時は伝導冷却が不十分ですので熱伝導を良くして下さい。動作電圧に到達するまでの間の最大電流（臨界電流）は、動作電流の約1.5倍になりますのでご注意ください。

The peak current at threshold is approximately 1.5 times the operating current.

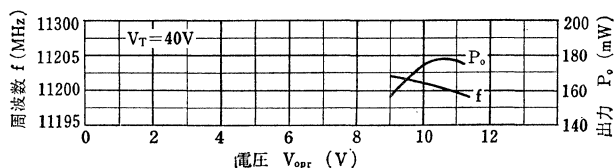
If the operating current is lower than that specified, the cooling condition should be improved.

**** 伝導冷却を十分に行なうため、必ず4本のネジ全部で固定してください。さらに相手側フランジおよび導波管に Cu または Al 製のものを使用すれば、一層良好な冷却状態になります。

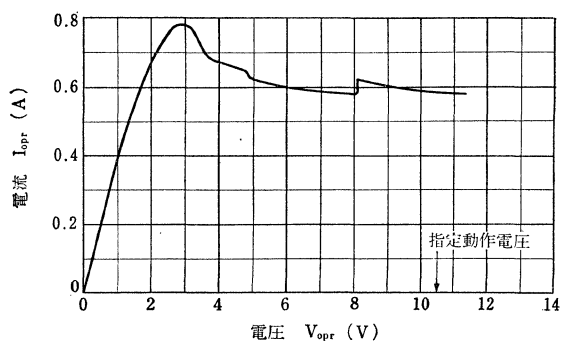
For optimum performance, RF flange should be bolted securely to UG-39/U flange with a semi-infinite heat sink.

1. 周波数特性および電源電圧特性 Frequency and power voltage Characteristics

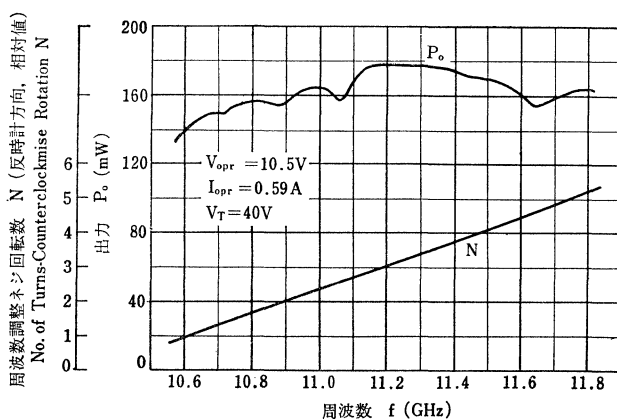
1-1 $f-V_{opr}, P_o-V_{opr}$



1-2 $I_{opr}-V_{opr}$

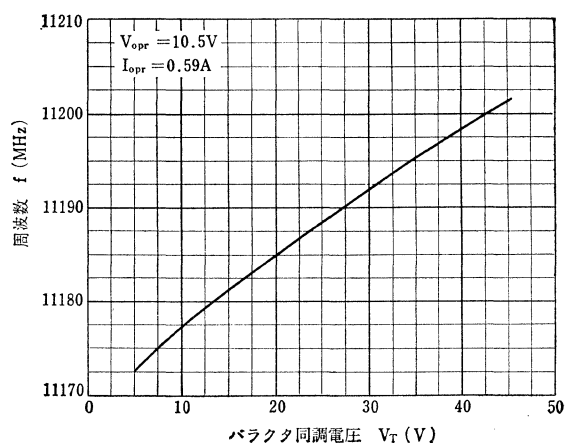


1-3 $P_o-f, N-f$

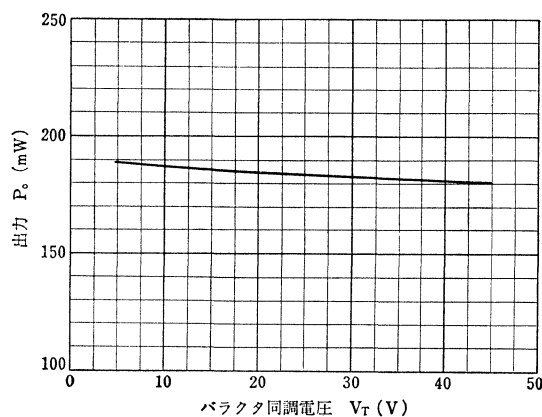


2. バラクタ電圧同調特性 Varactor Voltage Tuning Characteristics

2-1 $f-V_T$



2-2 P_o-V_T

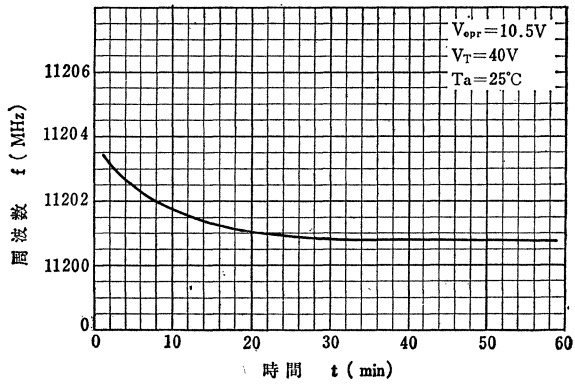


S-GX3A

3. 初期漂動特性 Initial Frequency Drift and Power Output Characteristics

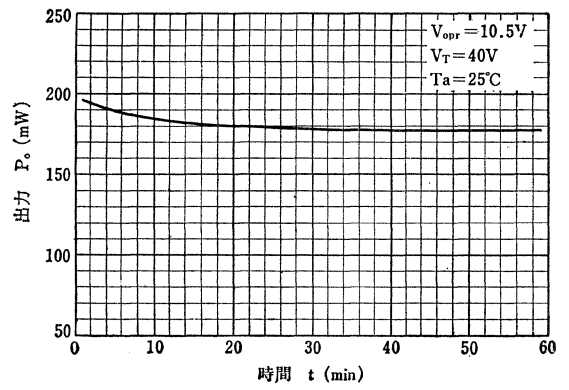
3-1

f-T



3-2

P_o-t



○衝突防止装置、スピードメータ、盗難警報器等のXバンド
各種ドップラレーダの発振器用

○ Suitable for Oscillator in X-band Transponder, all kinds of Doppler Radar,
Collision Avoidance Equipment, Police Radar and Intruder Detector.

- 用途によって出力を選択できます；
S-GX4A 10mW (Typ.)
S-GX4 40mW (Typ.)
S-GX4B 120mW (Typ.)
S-GX5 180mW (Typ.)
- 低電圧動作です； $V_{opr}=9V$ (Typ.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
動作電圧	V_{opr}	6.0~14.0	V _{dc}
サージ電圧 ($t_w=10ms$)	V_{surge}	15	V
保存温度	T_{stg}	-65~150	°C
動作時ケース温度	T_c	-30~65	°C
振動 (3方向, 50Hz, 120s) Vibration (3direction, 50Hz, 120s)	—	5	G
衝撃 (3方向, 5ms) Shock (3directions, 5ms)	—	100	G

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
周波数*	f	$V_{opr}=9V$ (Typ.)	8.5	—	12.4	GHz
出力	S-GX4A		5	10	—	mW
	S-GX4		20	40	—	
	S-GX4B		100	120	—	
	S-GX5		150	180	—	
動作電圧**	V_{opr}	7	9	12	V _{dc}	
動作電流***	S-GX4A	—	0.1	0.15	A _{dc}	
	S-GX4	—	0.35	0.45		
	S-GX4B	—	0.4	0.6		
	S-GX5	—	0.6	0.75		

機械的特性 Mechanical Characteristics

Characteristic	Rating
外形寸法 (outline)	外形図参照 (See Outline Drawing)
電極接続 (DC Connector)	〃 (〃)
取付けに関する事項 (Mounting Position)	任意 (Any)
高周波結合器 (RF Connector)	UG-39/U (BRJ-10)
冷却方式 (Cooling)****	伝導冷却 (Condition)

* 周波数は、この範囲内で1周波固定。

Operating frequency (not adjustable) can be chosen in the range of specification

** 電圧は必ず指定の極性 (バイアスリード⊕, ボディ⊖) で、添付試験データの指定動作電圧を印加して下さい。なお、定電圧電源がスイッチ ON 時に電圧スパイクを発生し、ダイオードを破損する場合がありますので、瞬時たりとも最大定格を越えない定電圧電源をご選択下さい。

Polarity: Gunn Diode Lead; Positive
Varactor Bias Lead; Positive
Cavity; Negative

The required Operating Voltage will be specified for each Unit.

*** 電流が添付試験データより低い時は、伝導冷却が不十分ですので熱伝導を良くして下さい。

動作電圧に到達するまでの間の最大電流 (臨界電流) は、動作電流の約1.5倍になりますのでご注意下さい。

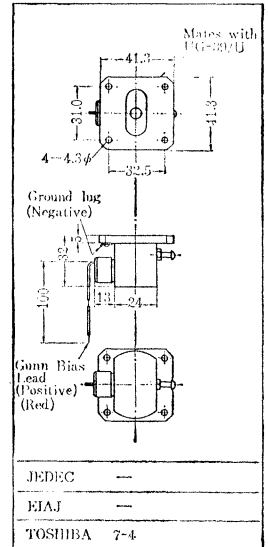
The Peak Current at Threshold is approximately 1-5 times of Operating Current.

If the Operating Current is lower than that specified, the cooling condition should be improved.

**** 伝導冷却を十分に行なうため必ず4本のネジ全部で固定して下さい。さらに、相手側フランジおよび導波管にCuまたはAl製のものを使用すれば、一層良好な冷却状態になります。

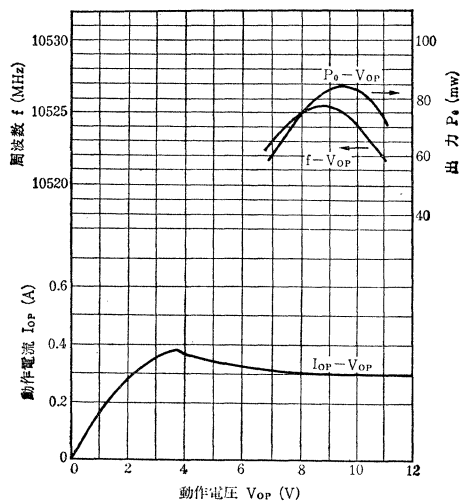
For Optimum Performance, RF Flange should be bolted, securely to UG-39/U Flange with a semi-infinite Heat Sink.

Unit in mm

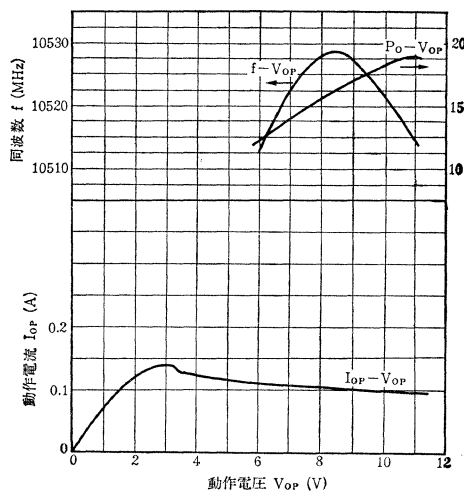


S-GX4, S-GX4A, S-GX4B, S-GX5

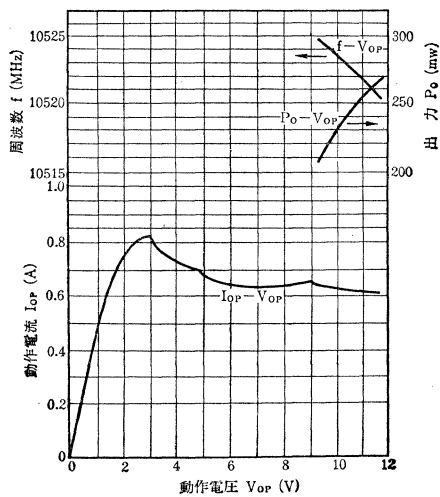
S-GX4 $f-V_{opr}$, P_o-V_{opr} , $I_{opr}-V_{opr}$



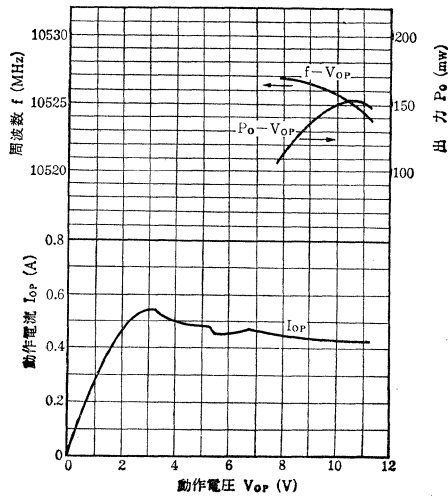
S-GX4A $f-V_{opr}$, P_o-V_{opr} , $I_{opr}-V_{opr}$



S-GX 5f-V_{opr}, P_o-V_{opr}, I_{opr}-V_{opr}



S-GX4B $f-V_{opr}$, P_o-V_{opr} , $I_{opr}-V_{opr}$



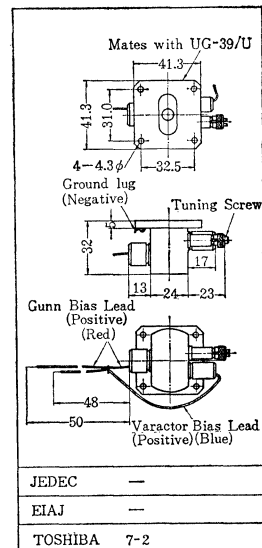
○ FM-CW レーダ用発振器, トランスポンダ発振器, 衝突防止装置, ポリスレ
ーダ, 盗難警報器用

○ Suitable for FM-CW Radar Oscillator, Collision Avoidance Equipment,
Transponder, Police Radar and Intruder Detector.

- 高出力; $P_o=150\text{mW}$ (Typ.)
- 高圧同調が可能です; $\Delta f_o=40\text{MHz}$ ($V_T=10\sim 45\text{V}$) (Typ.)
- 低電圧動作です; $V_{opr}=11\text{V}$ (Typ.)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
動作電圧	V_{opr}	6.0~14.0	V_{dc}
サージ電圧 ($t_w=10\text{ms}$)	V_{surge}	15.0	V
同調電圧	V_T	50	V
保存温度	V_{stg}	-65~125	$^\circ\text{C}$
動作時ケース温度	T_C	-30~65	$^\circ\text{C}$
振動(3方向, 50Hz, 120s) Vibration 3 directions, 50Hz, 120s)	—	10	G
衝撃(3方向, 5ms) Shock(3directions, 5ms)	—	100	G



電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
周波数*	f		10.523	10.525	10.527	GHz
出力	P_o		100	150	—	mW
電圧同調**	同調範囲	Δf_o	25	40	70	MHz
	同調感度	$\Delta f/\Delta V$		1.4		MHz/V
	同調電圧	V_T	10	—	45	V
温度係数 Temperature Coefficient	—	$V_{opr}=11\text{V}$ $I_{opr}=0.6\text{A}$ (Typ.) $V_T=20\text{V}$	—	-120	-200	KHz/ $^\circ\text{C}$
初期漂動 Initial Drift	—		—	4	—	MHz
動作電圧***	V_{opr}		8	11	13	V_{dc}
動作電流****	I_{opr}		—	0.6	0.75	A_{dc}

機械的特性 Mechanical Characteristics

Characteristic	Rating
外形寸法 (Outline)	外形図参照 (See Outline Drawing)
電極接続 (DC Connector)	〃 (〃)
取付に関する事項 (Mounting Position)	任意 (Any)
高周波結合器 (RF Connector)	UG-39/U (BRJ-10)
冷却方式 (Cooling) *****	伝導冷却 (Condition)
同調方式 (Tuner)	単一ネジ (Single Screw)
重量 (Weight)	約80g (Approx. 80g)

* 周波数固定。

Frequency is not adjustable

** 同調電圧は10~45V以内で使用してください。

電圧を上げると周波数は高くなります。

The tuning Voltage should be kept between 10 to 45 volts.

*** 高圧は必ず指定の極性 (バイアスリード⊕, 電圧同調リード⊕, ボディ⊖) で添付試験データの指定動作電圧を印加して下さい。なお定電圧電源がスイッチ ON 時に電圧スパイクを発生し, ダイオードを破損する場合がありますので, 瞬時たりとも最大定格を越えない定電圧源をご選択下さい。

Polarity :

Gunn diode lead ; Positive

Varactor bias lead ; Positive

Cavity ; Negative

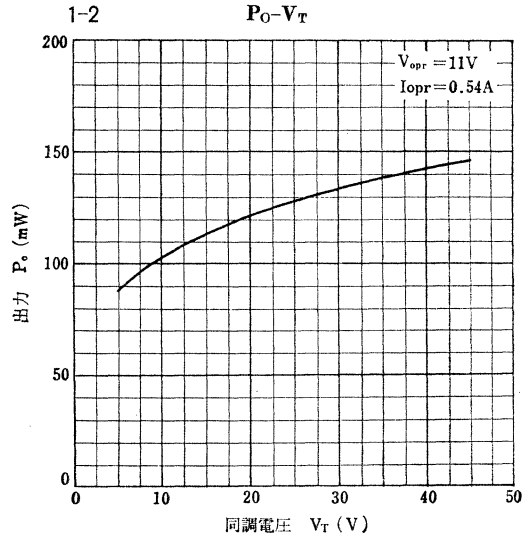
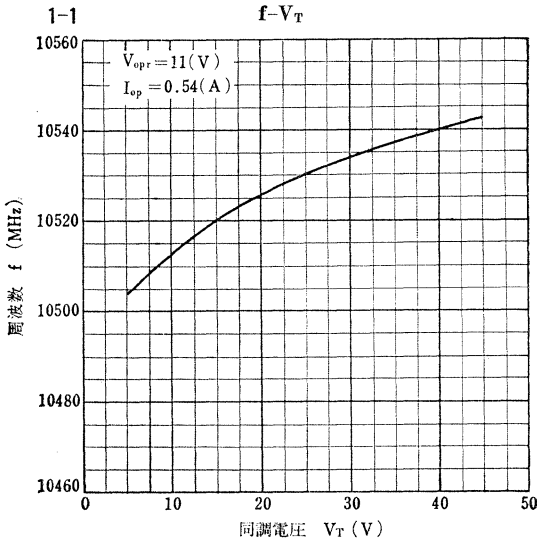
**** 電流が添付試験データより低い時は, 伝導冷却が不十分ですので熱伝導を良くしてください。動作電圧に到達するまでの間の最大電流 (臨界電流) は, 動作電流の約1.5倍になりますのでご注意ください。

The peak current at threshold is approximately 1.5 times of operating current.
 If the operating current is lower than that specified, the cooling condition should be improved.

***** 伝導冷却を十分に行なうために必ず4本のネジ全部で固定してください。さらに相手側フランジおよび導波管にCuまたはAl製のものを使用すれば一層良好な冷却状態になります。

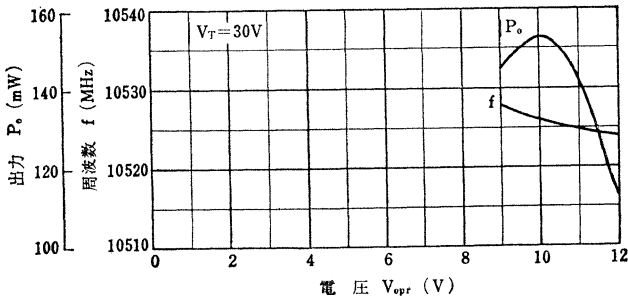
For optimum performance, RF flange should be bolted securely to UG-39/U flange with a semi-infinite heat sink.

1. バラクタ電圧同調特性 Varactor Voltage Tuning Characteristics

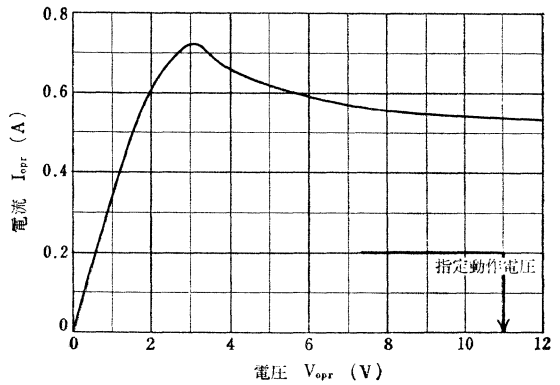


2. 周波数特性および電源電圧特性 Frequency and Power Voltage Characteristics

2-1 $f-V_{opr}, P_O-V_{opr}$



2-2 $I_{opr}-V_{opr}$



Unit in mm

ORF電力スイッチング用

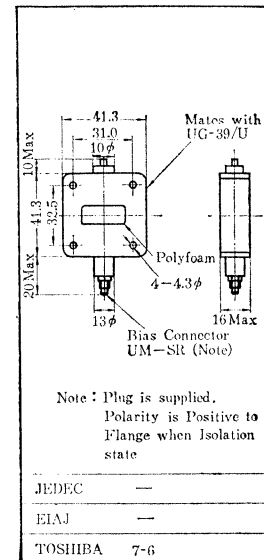
○ X-band Medium Power Switching Applications (Waveguide type)

- PINダイオードを使用したXバンドの導波管形スイッチです。
- 挿入損失, アイソレーション特性がすぐれています。
 $L_i < 1.0\text{dB}$ (Typ.)
 $L_{isol} > 30\text{dB}$ (Typ.)
- 変調器 (パルスおよびCW変調可能) や可変減衰器としても使用できます。
- 小形, 軽量です。

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭電力*	P_{peak}	20	W
平均電力	P	1	W
バイアス電流	I_{bias}	200	mA
バイアス電圧	V_{bias}	150	V
周囲温度	T_a	-30~70	°C
保存温度	T_{stg}	-65~125	°C

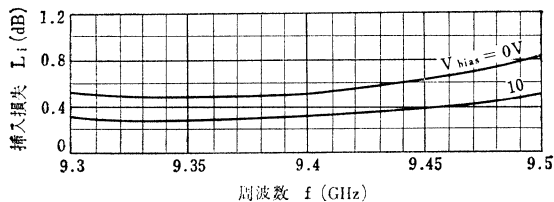
* パルス幅=1 μ s, くり返し周波数=1kHz, f=9375MHz
 Pulse Width=1 μ s, Pulse-repetition frequency=1kHz, f=9375MHz.



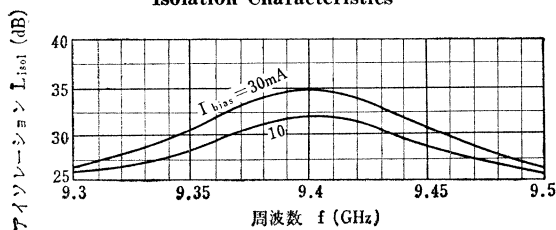
電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
周波数	f	—	9.3		9.5	GHz
挿入損失	L_i	$V_{bias}=0V$			1.5	dB
アイソレーション	L_{isol}	$I_{bias}=30mA$	$f_o=9.4GHz$	30		dB
			$f_o \pm 100MHz$	25		dB
変調周波数	f_m	—			3	MHz
スイッチング時間	t_{on}	$f=9.4GHz$	0V→30mA	200		ns
	t_{off}		30mA→0V	500		ns

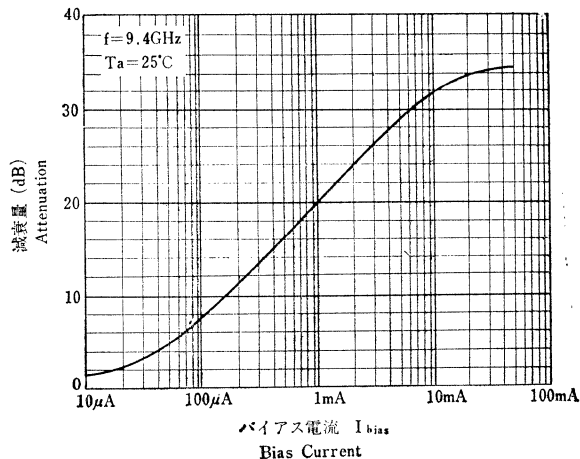
挿入損失特性
Insertion Loss Characteristics



アイソレーション特性
Isolation Characteristics



バイアス電流—減衰量特性
Attenuation Characteristics



S-MX2

マイクロ波ミキサ
MICROWAVE MIXER (TENTATIVE)

○Xバンドマリンレーダ受信機用低雑音ミキサ ○各種ドップラレーダフロント用
低雑音ミキサ

Unit in mm

○ Marine Radar Receiver Applications ○ Doppler Rader Mixer Appilications

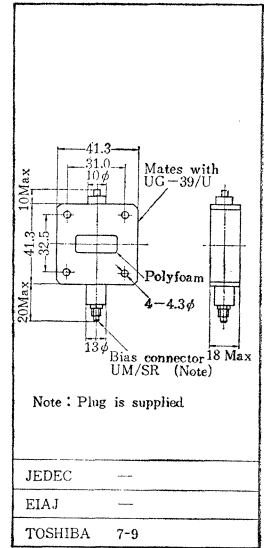
- 変換損失が小さく、低雑音です、
NF₀=6.0dB (Typ.) (NF_{if}=1.5dB)
- 耐焼損失特性がすぐれています。
E_M=10 erg
- 小型ですので、3dB カプラを用いてバランスドミキサを構成できます。

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
耐焼損エネルギー*	E _M	10	erg
周囲温度	T _a	-30~65	°C
保存温度	T _{stg}	-65~120	°C

* 50Ω同軸にダイオードをマウントし2.5ns幅の単一パルスを印加し、雑音指数が3dB増加する時のエネルギー。

The burnout energy criteria : incident power of the pulse, duration 2.5ns, to the diode mounted to 50Ω coaxial cable when the NF increases 3dB



電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
周波数**	f		9		10.6	GHz
入力定在波比 INPUT VSWR		I ₀ =4mA, R _L =200Ω			1.6	
中間周波抵抗	R _{if}	I ₀ =4mA, f _{if} =30MHz	50		250	Ω
雑音指数	NF ₀	f _{if} =30MHz, NF _{if} =1.5dB I ₀ =4mA			6.5	dB

** 中心周波数, ±100MHz 指定.

Center frequency can be nominated in the range of ±100MHz

マイクロ波ダイオードリミッタ
MICROWAVE DIODE LIMITER (TENTATIVE)

S-LX2

○ レーダ受信機の保護用

○ Radar Receiver Protector Applications

• Xバンドマリンレーダ受信機のみキサ保護に最適です。

• バイアス回路が不要なパッシブタイプです。

• セン頭許容電力特性がすぐれています。

$$P_{\text{peak}} = 200\text{W (Max.) (パルス幅} = 1\mu\text{s, 繰返し周波数} = 1\text{kHz, } f = 9375\text{MHz)}$$

• リミッティング特性がすぐれています。

$$\text{平坦部漏えい電力 } P_{\text{if}(1)} = 250\text{mW (Typ.) (} P_{\text{peak}} = 200\text{W)}$$

$$\text{スパイク漏えいエネルギー } W_{\text{is}} < 0.05\text{erg (Max.)}$$

• 小型, 軽量です。

最大定格 Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
尖頭電力*	P_{peak}	200	W
平均電力	P	1	W
周囲温度	T_a	-30~70	°C
保存温度	T_{stg}	-65~125	°C

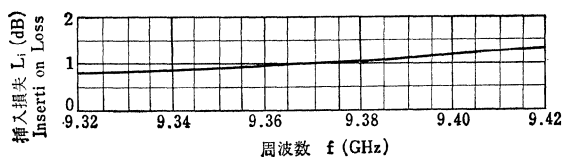
* パルス幅=1μs, 繰返し周波数=1kHz, f=9375MHz

Pulse width=1μs, Pulse-repetition frequency=1kHz, f=9375MHz

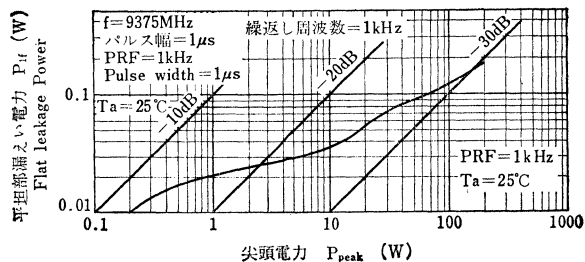
電気的特性 Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
周波数	f	—	9345	—	9405	MHz
挿入損失	L_i	試験電力≤1mW	—	1.0	1.5	dB
平坦部漏えい電力 ⁽¹⁾	$P_{\text{if}}^{(1)}$	$P_{\text{peak}} \leq 200\text{W}$	—	250	500	mW
平坦部漏えい電力 ⁽²⁾	$P_{\text{if}}^{(2)}$	$P_{\text{peak}} \leq 100\text{W}$	—	—	250	mW
平坦部漏えい電力 ⁽³⁾	$P_{\text{if}}^{(3)}$	$P_{\text{peak}} \leq 10\text{W}$	—	—	200	mW
スパイク漏えいエネルギー	W_{is}	$P_{\text{peak}} = 200\text{W, } t_w = 1\mu\text{s, } f = 1\text{kHz}$	—	—	0.05	erg
回復時間	t_{rev}	—	—	100	300	ns

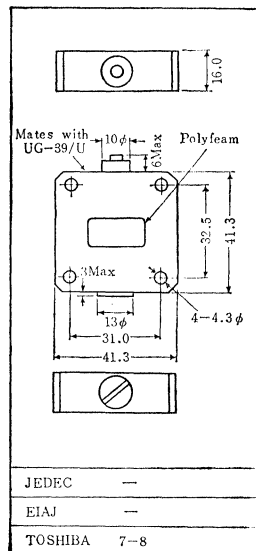
挿入損失特性 (Ta=25°C)
Insertion Loss Characteristics



平坦部漏えい電力特性
Leakage Power Characteristics



Unit in mm



1N3193~1N3196

シリコン拡散接合形整流素子
SILICON DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER

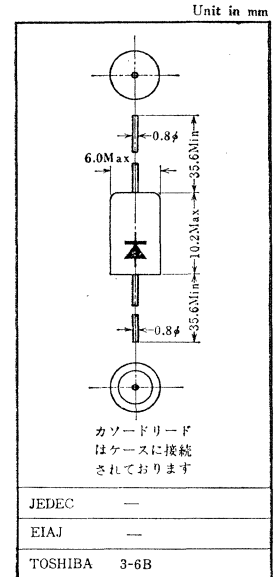
○一般電源整流用

○ General Purpose Rectifier Applications

- せん頭逆電圧: $V_{RM}=200\sim 800V$
- 平均整流電流: $I_o=0.75A$ ($T_a=75^\circ C$) (1N3193~1N3195)
 $=0.5A$ ($T_a=75^\circ C$) (1N3196)

最大定格 Maximum Ratings

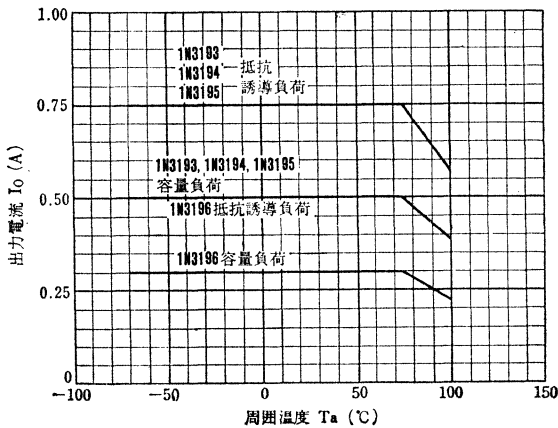
Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
せん頭逆電圧	V_{RM}	200	V	
		400		
		600		
		800		
平均整流電流 ($T_a=75^\circ C$)	I_o	0.75	A	
		0.5		
		45(50Hz)		A
		T_j		
保存温度	T_{stg}	-65~175	°C	



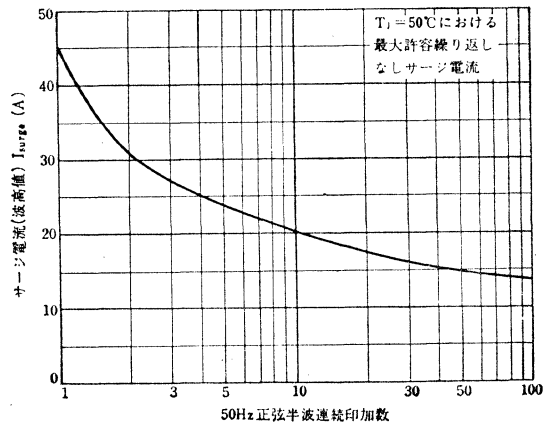
電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=0.5A, T_a=25^\circ C$	—	—	1.2	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=\text{Rated}, T_j=150^\circ C$	—	—	0.4	mA

I_o-T_{aMax}



$I_{surge Max}$ Characteristics



○大電力整流用

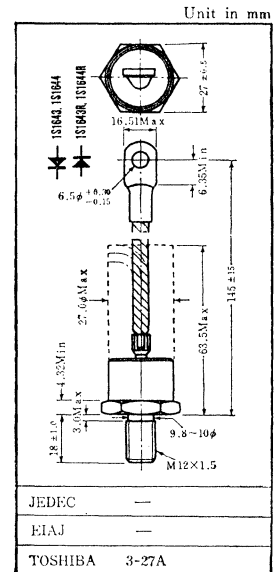
○ High Power Rectifier Applications

- 平均整流電流 : $I_o = 50A$
- せん頭逆電圧 : $V_{RM} = 150V$ (1S1643, 1S1643R)
300V (1S1644, 1S1644R)
- メッキ電源, 電解電源などの化学工業用に適します。
- 放熱フィンには VG-211B が適用されます / Available Heat Sink VG-211B

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧 ($T_j = 150^\circ C$)	1S1643, R	150	V
	1S1644, R	300	
平均整流電流*	I_o	50	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	1000(50Hz)	A
保存温度	T_{stg}	-20~150	$^\circ C$
締付けトルク	TOR	300	kg cm

* 抵抗および誘導負荷 / Resistive and Inductive Load.



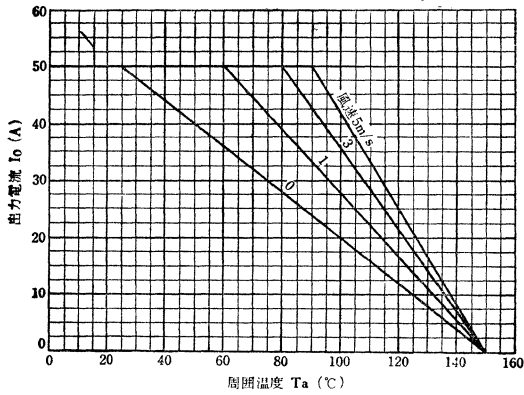
電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭加電圧降下	V_{FM}	$I_{FM} = 50A, T_C = 25^\circ C$	—	—	1.2	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM} = \text{Rated}, T_j = 150^\circ C$	—	—	10	mA
熱抵抗**	R_{th-S}		—	—	0.5	$^\circ C/W$

** Junction to Stud.

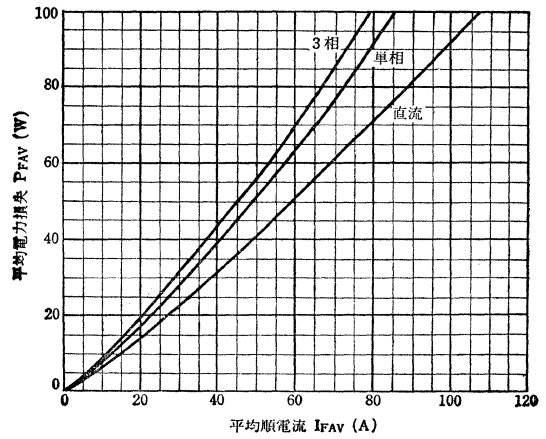
1S1643, 1S1643R, 1S1644, 1S1644R

I_o-T_a Max. (放熱フィンVG-211B使用/
Heat Sink VG-211B)

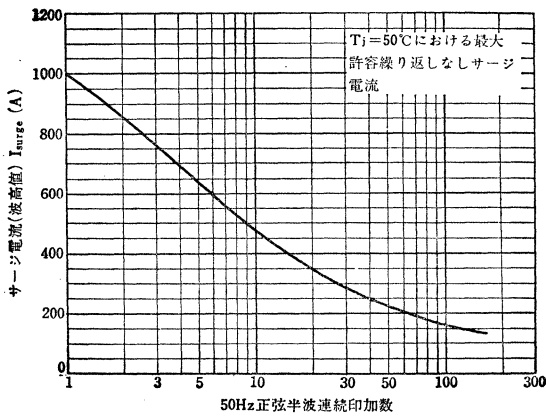


容量負荷の場合、電流値は70%以下でご使用ください。

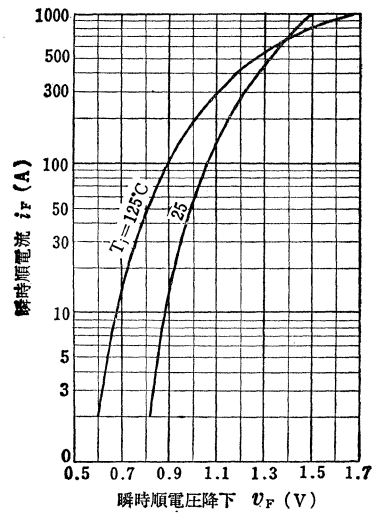
$P_{FAV}-I_{FAV}$



$I_{\text{surge Max. Characteristics}}$



i_F-V_F



シリコン拡散接合形整流素子
SILICON DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER

1S1645, 1S1645R,
1S1646, 1S1646R

○大電力整流用

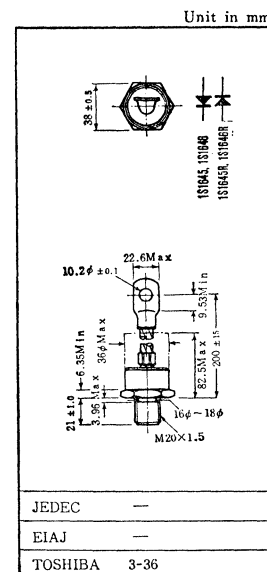
○ High Power Rectifier Applications

- 平均整流電流: $I_O=100A$
- せん頭逆電圧: $V_{RM}=150V$ (1S1645, 1S1645R)
300V 1S1646, 1S1646R
- メッキ電源、電解電源等の化学工業用に適します。

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧 ($T_j=150^\circ C$)	1S1645, R 1S1646, R V_{RM}	150 300	V
平均整流電流*	I_O	100	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	2000(50Hz)	A
保存温度	T_{stg}	-20~150	$^\circ C$
締付けトルク	TOR	350	kg cm

* 抵抗および誘導負荷/Resistive and Inductive Load.



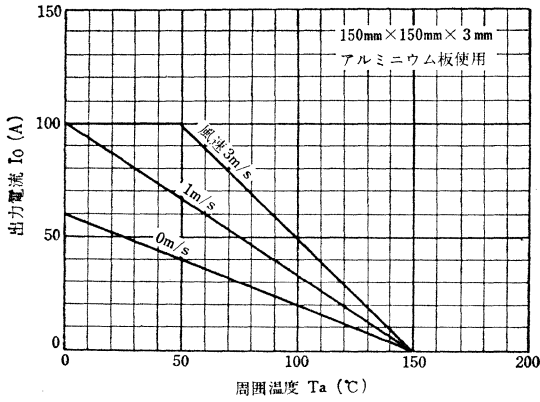
電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=100A, T_C=25^\circ C$	—	—	1.2	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=\text{Rated}, T_j=150^\circ C$	—	—	10	mA
熱抵抗**	R_{th-s}		—	—	0.3	$^\circ C/W$

** Junction to Stud.

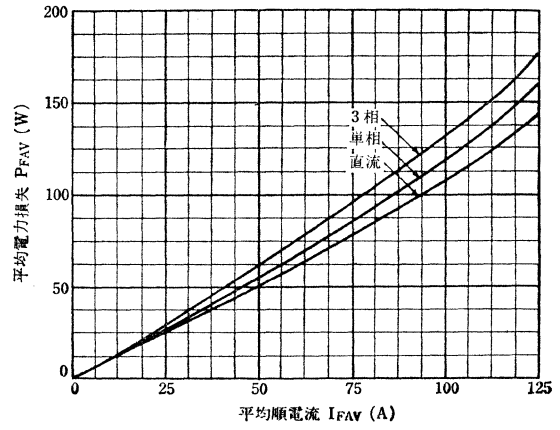
1S1645, 1S1645R, 1S1646, 1S1646R

I_o-T_a Max.

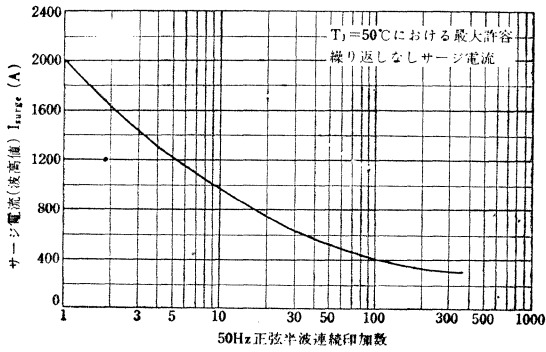


容量負荷の場合、電流値は70%以下でご使用ください。

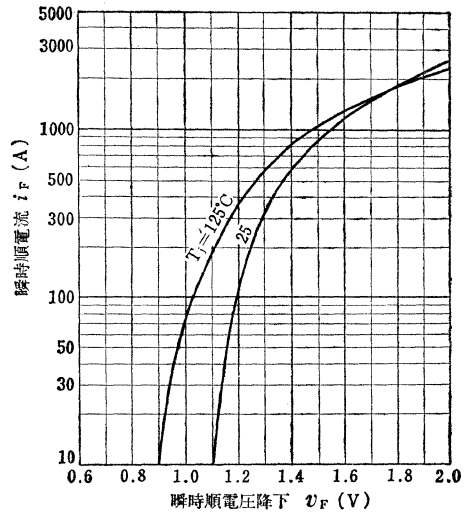
$P_{FAV}-I_{FAV}$



I_{surge} Max. Characteristics



i_F-v_F



○大電力整流用

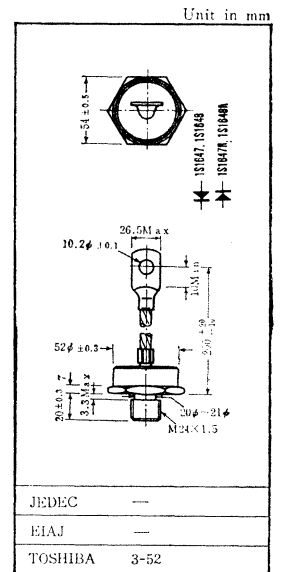
○High Power Rectifier Applications

- 平均整流電流 : $I_o = 200A$
- せん頭逆電圧 : $V_{RM} = 150V$ (1S1647, 1S1647R)
300V (1S1648, 1S1648R)
- メッキ電源, 電解電源などの化学工業用に適します。
- 放熱フィンにはVG-204が適用されます / Available Heat Sink VG-204

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧 ($T_j = 150^\circ C$)	1S1647, R 1S1648, R V_{RM}	150	V
		300	
平均整流電流 *	I_o	200	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	4000(50Hz)	A
保存温度	T_{stg}	-20~150	$^\circ C$
締付けトルク	TOR	500	kg cm

* 抵抗および誘導負荷 / Resistive and Inductive Load.



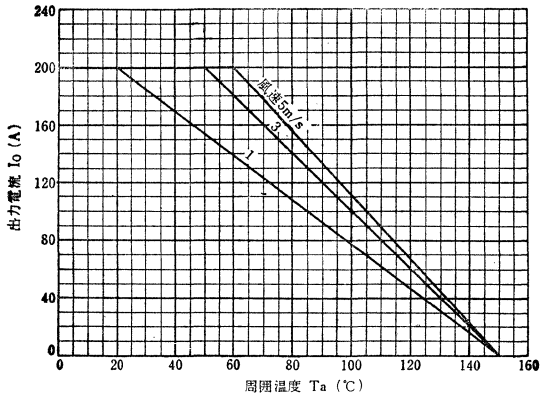
電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM} = 200A, T_C = 25^\circ C$	—	—	1.2	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM} = \text{Rated}, T_j = 150^\circ C$	—	—	30	mA
熱抵抗**	R_{th-s}		—	—	0.2	$^\circ C/W$

** Junction to Stud.

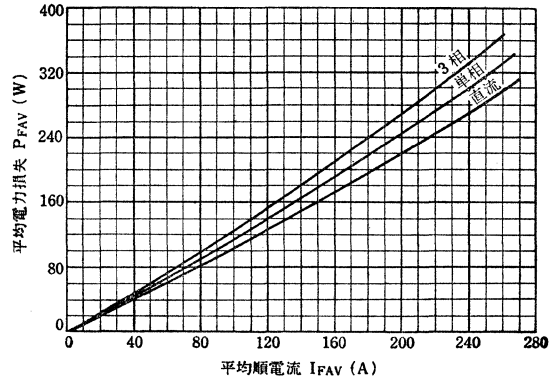
1S1647, 1S1647R, 1S1648, 1S1648R

I_o-T_a Max. (放熱フィン VG-204使用/
Heat Sink VG-204)

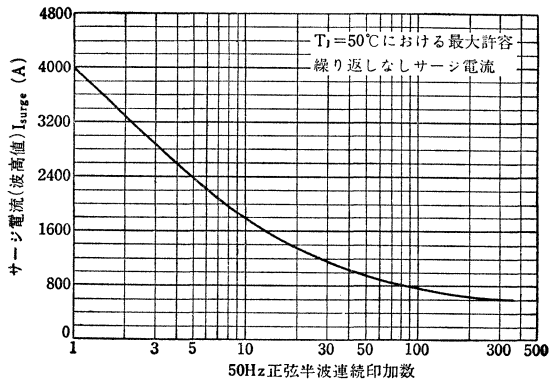


容量負荷の場合、電流値は70%以下でご使用ください。

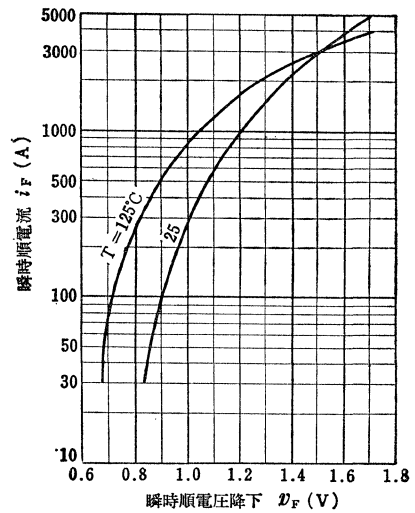
$P_{FAV}-I_{FAV}$



I_{surge} Max. Characteristics



i_F-v_F



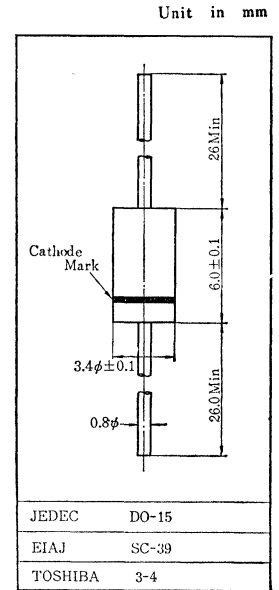
○一般電源整流用

○ General Purpose Rectifier Applications

- 平均整流電流 ; $I_o = 1A$ ($T_a = 65^\circ C$)
 - せん頭逆電圧 ; $V_{RM} = 800 \sim 1000V$
- プラスチック・モールド形 / Plastic Mold Package.

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	1S1829	800	V
	1S1830	1000	
平均整流電流 ($T_a = 65^\circ C$)	I_o	1.0	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	45(50Hz)	A
接合部温度	T_j	-40~125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-40~125	$^\circ C$

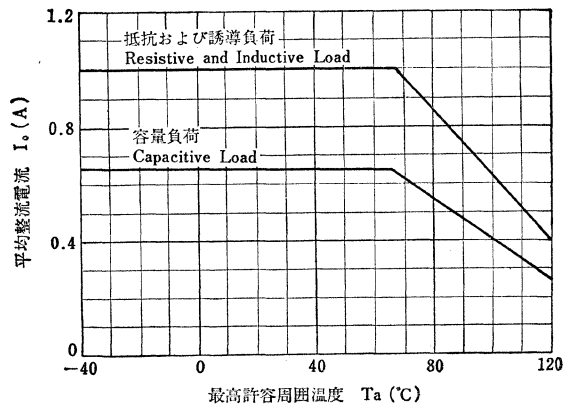


電気的特性 Electrical Characteristics

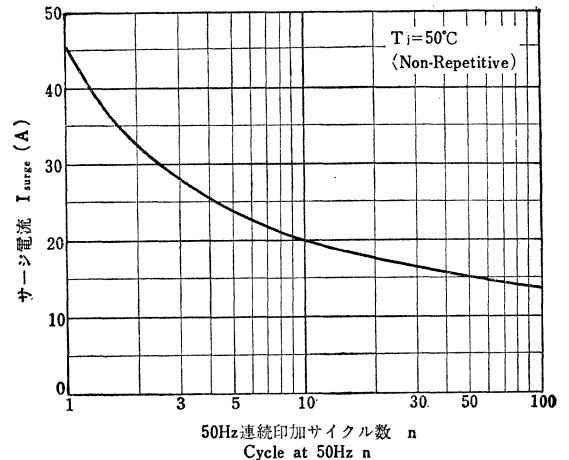
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM} = 1.5A, T_a = 25^\circ C$	—	—	1.2	V
せん頭逆電流	$I_{RM(1)}$	$V_{RM} = \text{Rated}, T_j = 25^\circ C$	—	—	10	μA
	$I_{RM(2)}$	$V_{RM} = \text{Rated}, T_j = 150^\circ C$	—	—	400	

- * リードの半田付けは、リードのつけ根から 6mm 以上離して半田付けしてください。
Soldering ; 6mm is the minimum to be kept between case and soldering part.
- ** リードを曲げる場合は、リードのつけ根から 6mm 以上のところから曲げてください。
Lead Bending ; 6mm is the minimum to be kept from the case when bend the Lead Wire.

$I_o - T_a$ Max.



I_{surge} Max. Characteristics



1S1834, 1S1835

シリコン拡散接合形整流素子
SILICON DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER

○高速用

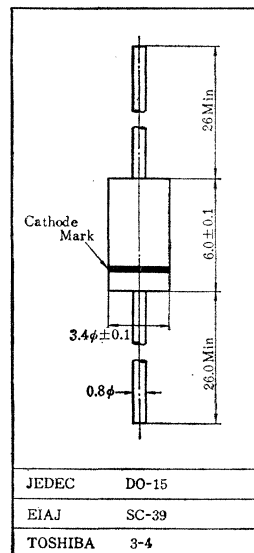
○Fast Recovery Rectifier Applications

- 逆回復時間: $t_{rr(2)}=0.35\mu\text{s}$ (Max.), $t_{rr(1)}=1.5\mu\text{s}$ (Max.)
- せん頭逆電圧: $V_{RM}=400\sim 600\text{V}$
- 平均整流電流: $I_O=1\text{A}$ ($T_a=50^\circ\text{C}$)

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	1S1834	400	V
	1S1835	600	
直流逆電圧	1S1834	300	V
	1S1835	500	
平均整流電流 ($T_a=50^\circ\text{C}$)	I_O	1.0	A
せん頭順電流	I_{FM}	3.0	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	60(50Hz)	A
接合部温度	T_j	-40~125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	-40~125	$^\circ\text{C}$

Unit in mm



電気的特性 Electrical Characteristics

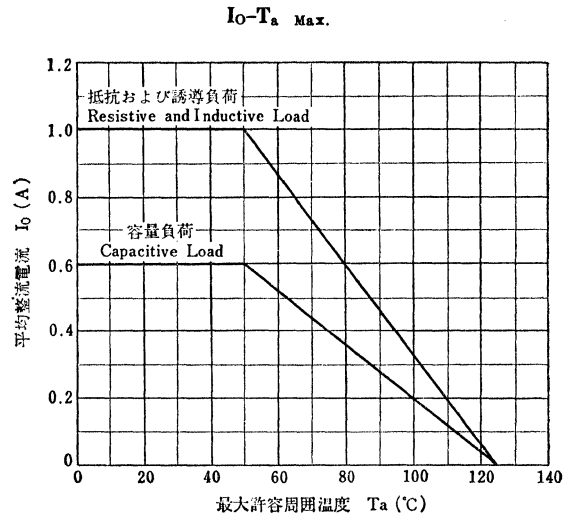
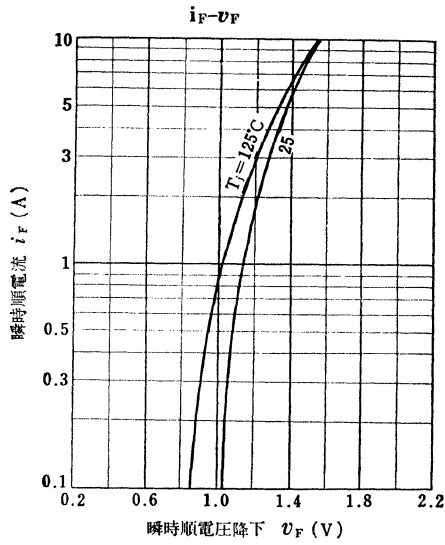
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=1.5\text{A}$, $T_j=25^\circ\text{C}$	—	—	1.2	V
せん頭逆電流	$I_{RM(1)}$	$V_{RM}=\text{Rated}$, $T_j=25^\circ\text{C}$	—	—	10	μA
	$I_{RM(2)}$	$V_{RM}=\text{Rated}$, $T_j=125^\circ\text{C}$	—	—	500	
逆回復時間	$t_{rr(1)}$	$I_F=20\text{mA}$, $I_R=1\text{mA}$, $T_j=25^\circ\text{C}$	—	—	1.5	μs
	$t_{rr(2)}$	$I_F=20\text{mA}$, $I_R=20\text{mA}$, $T_j=25^\circ\text{C}$	—	—	0.35	
順回復電圧	V_{fr}	$I_T=0.1\text{A}$, $t_{rr}=100\text{ns}$, $t_p=5\mu\text{s}$, $T_j=25^\circ\text{C}$	—	—	6	V

Note 1 リードの半田付は、リードのつけ根から6mm以上離してください。

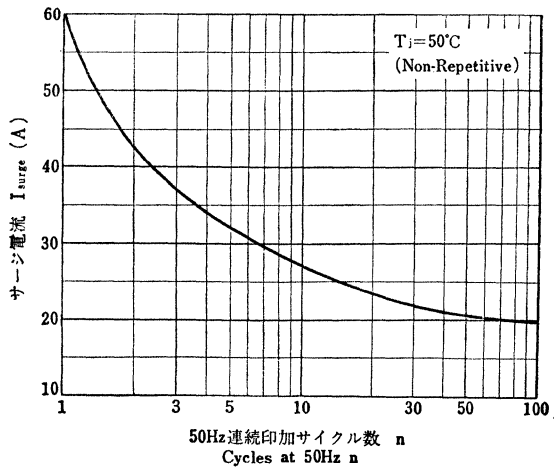
Soldering; 6mm is the minimum to be kept between case and soldering part.

Note 2 リードを曲げる場合は、リードのつけ根から6mm以上のところから曲げてください。

Lead Bending; 6mm is the minimum to be kept from the case when bend the Lead wire.



I_{surge} Max. Characteristics

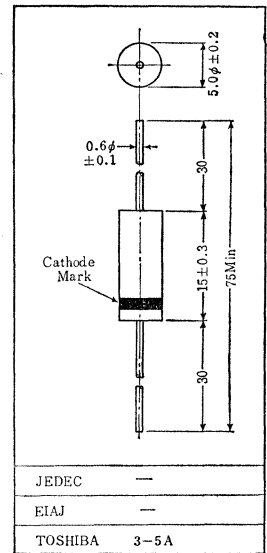


○カラーテレビ高圧整流用

○ High Voltage Rectifier for Color Television Receivers Application
(Doubler Circuits)

- 順方向特性が良い / Good Forward Characteristics
- 高耐圧です : $V_{RM} = 25kV$
- 逆電流が小さい : $I_{RM} < 1.5\mu A$
- 逆回復時間が速い : $t_{rr} < 250 ns$

Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings

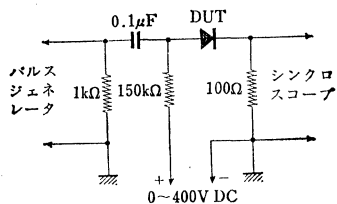
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	25	kV
平均整流電流	I_o	2	mA
サージ電流*	I_{surge}	1	A
接合部温度	T_j	125	°C
保存温度	T_{stg}	-45 ~ 125	°C

* 1/2 Cycle at 50Hz

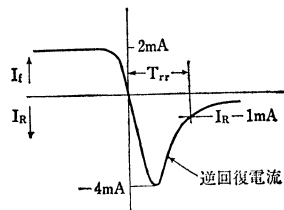
電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_F = 10mA$	—	—	45	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM} = 20kV$	—	—	1.5	μA
せん頭逆回復時間	t_{rr}	$I_F = 2mA$ $I_R = 4mA$	—	—	250	μS

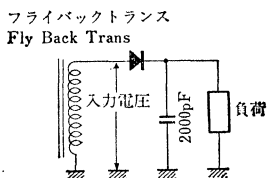
逆回復時間測定回路
Reverse Recovery Time Test Circuit



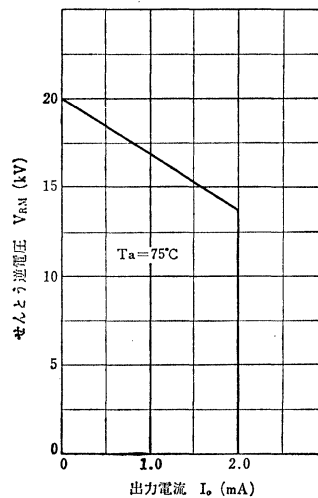
逆回復電流波形
Reverse Recovery current Waveform



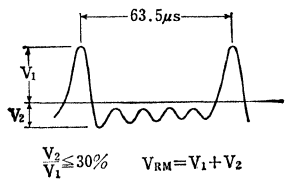
半波整流回路
Half Wave Rectifying Circuit



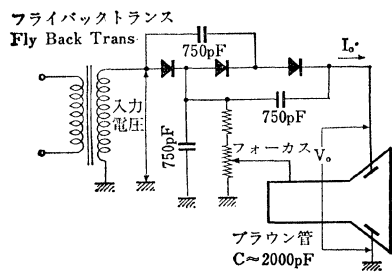
半波整流安全動作領域
Half Wave Safe Operating Area



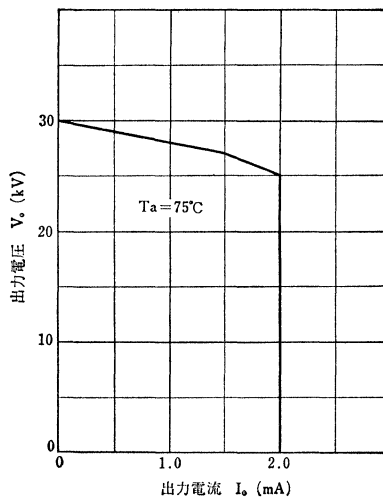
半波整流入力波形
Input Waveform



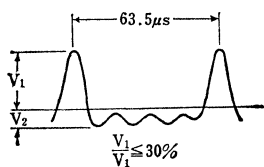
2倍圧回路
Doubler Rectifying Circuit



2倍圧出力安全動作領域
Doubler Safe Operating Area



2倍圧入力電圧波形
Doubler Input Waveform



1S1838

シリコン拡散接合形整流素子
SILICON DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER

○カラーテレビ高圧整流用

○ High Voltage Rectifier for Color Television Receivers Application (Designed for a replacement of the High Voltage Rectifier)

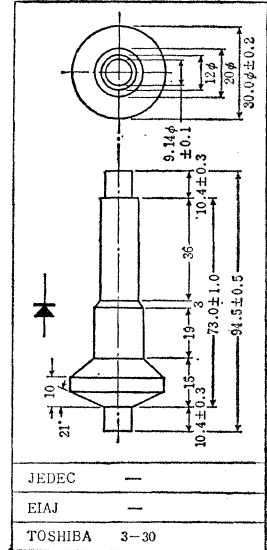
- 順方向特性が良い / Good Forward Characteristics
- 高耐圧です : $U_{RM} = 45kV$
- 逆電流が小さい : $I_{RM} < 2.0\mu A$
- 逆回復時間が速い : $t_{rr} < 250\mu s$

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	45	kV
平均整流電流	I_o	2	mA
サージ電流*	I_{surge}	1	A
接合部温度	T_j	125	°C
保存温度	T_{stg}	-45 ~ 125	°C

* 1/2 Cycle at 50Hz

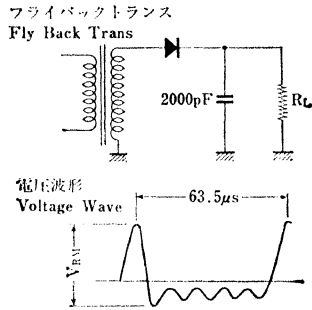
Unit in mm



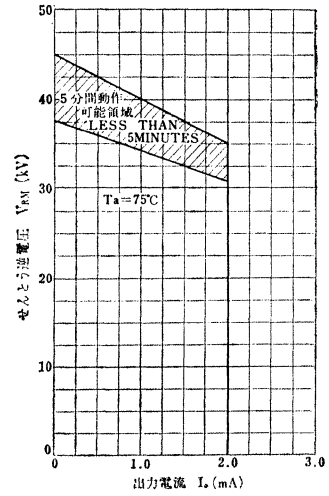
電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM} = 10mA$	—	—	80	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM} = 45kV$	—	—	2.0	μA
逆回復時間	t_{rr}	$I_F = 2mA$ $I_R = 4mA$	—	—	250	μs

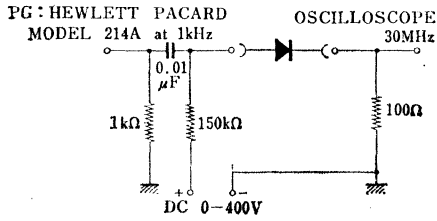
高圧入力波形 High Voltage Input Waveform



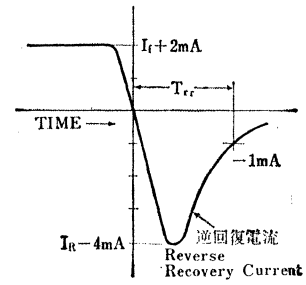
安全動作範囲 Safe Operating Area



逆回復時間測定回路 Reverse Recovery Time Test Circuit



逆回復電流波形 Reverse Recovery Current Waveform



1S1885~1S1888

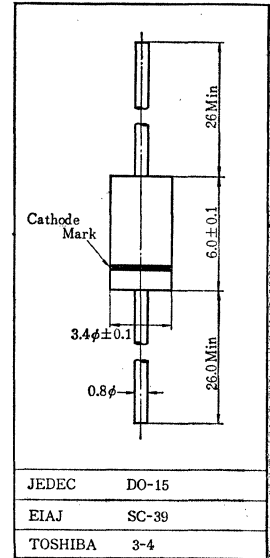
シリコン拡散接合形整流素子
SILICON DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER

○一般電源整流用

○ General Purpose Rectifier Applications.

- 平均整流電流 : $I_O=1A$ ($T_a=65^\circ C$)
- せん頭逆電圧 : $V_{RM}=100\sim 600V$
- エポキシ形 : Epoxy Package

Unit in mm



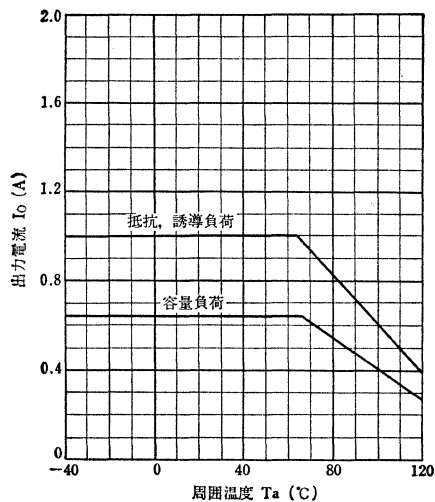
最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
せん頭逆電圧	V_{RM}	1S1885	100	V
		1S1886	200	
		1S1887	400	
		1S1888	600	
平均整流電流 ($T_a=65^\circ C$)	I_O	1	A	
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	60(50Hz)	A	
接合部温度	T_j	-40~150	$^\circ C$	
保存温度	T_{stg}	-40~150	$^\circ C$	

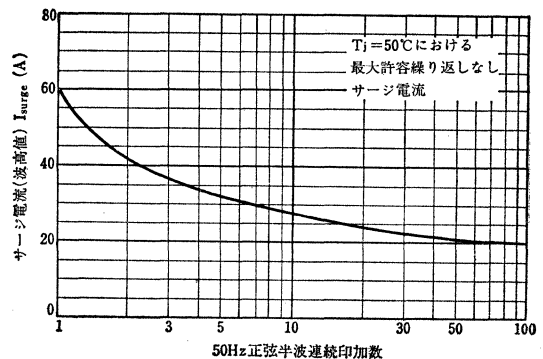
電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=1.5A, T_a=25^\circ C$	—	—	1.2	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=\text{Rated}, T_j=150^\circ C$	—	—	0.4	mA

I_O-T_a Max.



I_{surge} Max. Characteristics



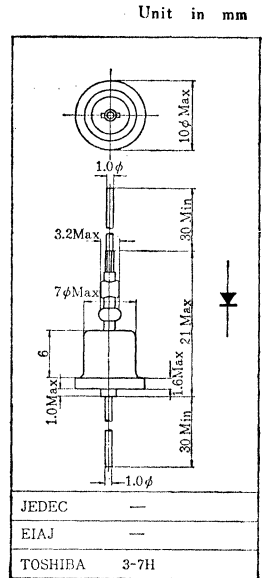
○一般電源整流用

○ General Purpose Rectifier Applications.

- 平均整流電流; $I_O = 1.2A$ ($T_a = 65^\circ C$)
- せん頭逆電圧; $V_{RM} = 600 \sim 1000V$

最大定格 Maximum Ratings

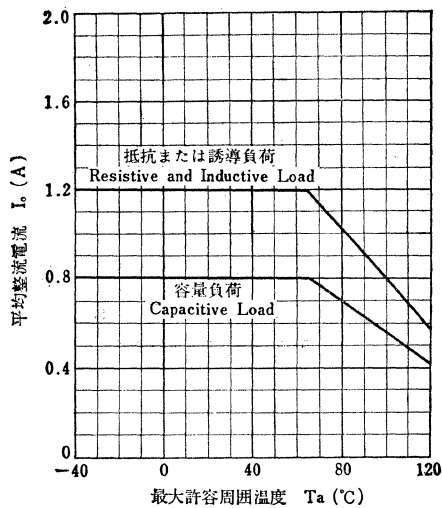
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	1S1890	600	V
	1S1891	800	
	1S1892	1000	
平均整流電流 ($T_a = 65^\circ C$)	I_O	1.2	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	60(50Hz)	A
接合部温度	T_J	-40~175	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-40~175	$^\circ C$



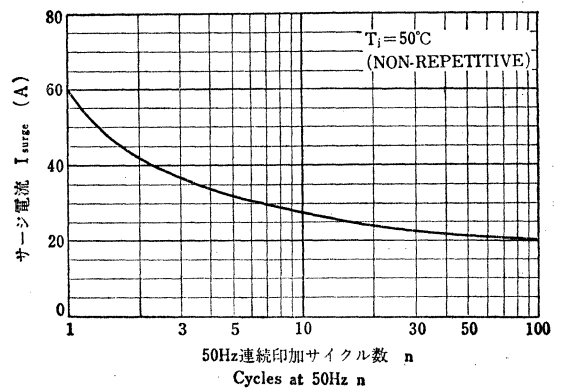
電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM} = 1.5A, T_a = 25^\circ C$	—	—	1.2	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM} = \text{Rated}, T_J = 175^\circ C$	—	—	0.4	mA

$I_O - T_a$ Max.



I_{surge} Max. Characteristics



1S1941~1S1944

シリコン拡散接合形整流素子
SILICON DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER

○一般電源整流用

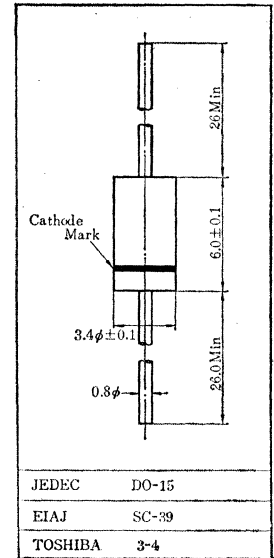
○ General Purpose Rectifier Applications.

- 平均整流電流 : $I_o = 0.5A$ ($T_a = 65^\circ C$)
- せん頭逆電圧 : $V_{RM} = 100V \sim 600V$
- エポキシ形 / Epoxy Package.

Unit in mm

最大定格 Maximum Ratings

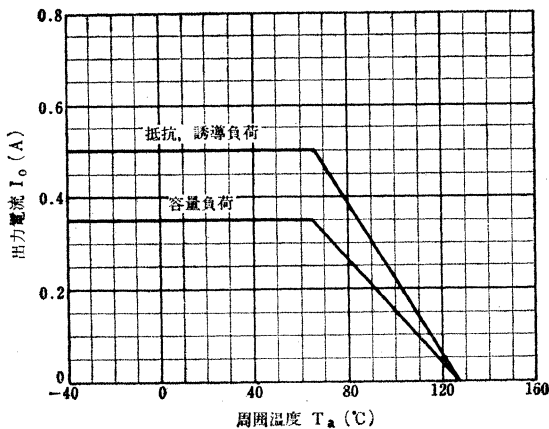
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	100	V
		200	
		400	
		600	
平均整流電流 ($T_a = 65^\circ C$)	I_o	0.5	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	35(50Hz)	A
接合部温度	T_j	-40~125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-40~125	$^\circ C$



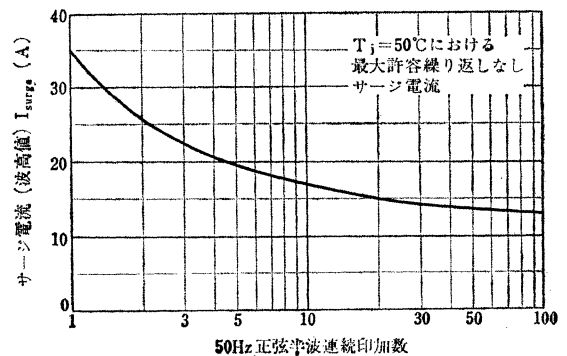
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM} = 0.5A, T_a = 25^\circ C$	—	—	1.2	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM} = \text{Rated}, T_j = 125^\circ C$	—	—	0.4	mA

$I_o - T_a$ Max.



I_{surge} Max. Characteristics



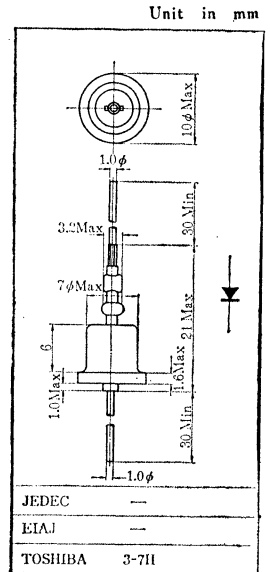
○一般電源整流用

○ General Purpose Rectifier Applications

- 平均整流電流; $I_0 = 1.5A (T_a = 65^\circ C)$
- せん頭逆電圧; $V_{RM} = 600 \sim 1000V$

最大定格 Maximum Ratings

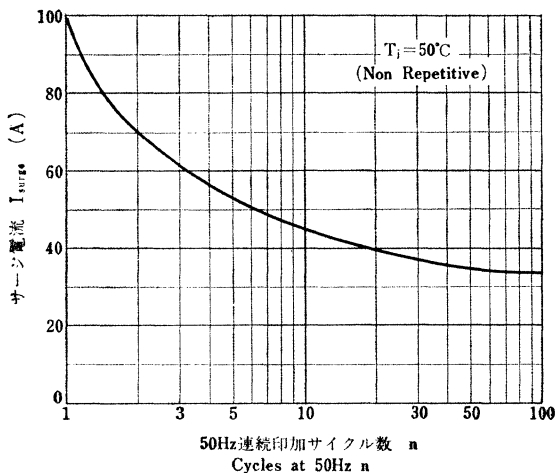
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	600	V
		800	
		1000	
平均整流電流 ($T_a = 65^\circ C$)	I_0	1.5	A
せん頭1サイクルサージ電流 ($T_a = 65^\circ C$)	I_{surge}	100(50Hz)	A
接合部温度	T_j	-40~175	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-40~175	$^\circ C$



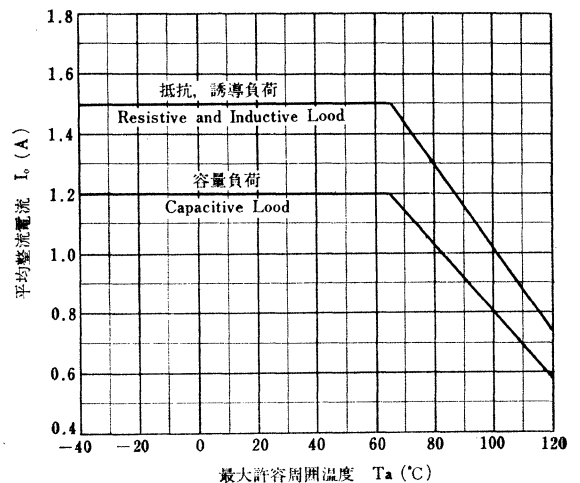
電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM} = 2.0A, T_a = 25^\circ C$	—	—	1.2	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM} = \text{Rated}, T_j = 150^\circ C$	—	—	0.4	mA

I_{surge} Max. Characteristics



$I_0 - T_a$ Max.



1S2237B

シリコン拡散接合形整流素子 SILICON DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER

○高電圧 カラーテレビ高圧整流用 (3倍圧)

○ High Voltage Rectifier for Color Television Receivers Application (Tripler Circuits)

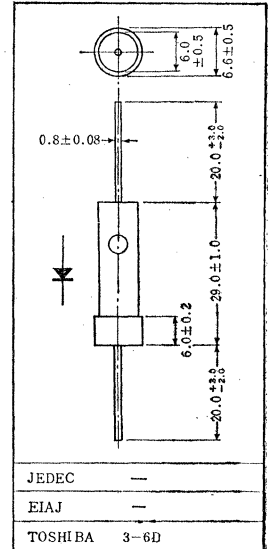
- 順方向特性が良い / Good Forward characteristics
- 高耐圧です: $V_{RM} = 18kV$
- 逆電流が小さい: $I_{RM} < 1.5\mu A$
- 逆回復時間が速い: $t_{rr} < 250 ns$

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	18	kV
平均整流電流	I_o	2	mA
サージ電流*	I_{surge}	1	A
接合部温度	T_J	125	°C
保存温度	T_{stg}	-45 ~ 125	°C

* 1/2 Cycle at 50Hz

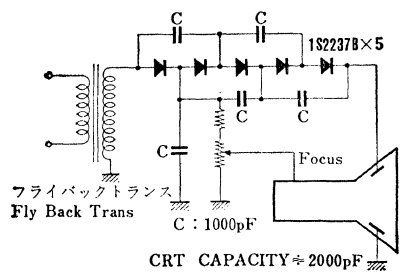
Unit in mm



電気的特性 Electrical Characteristics

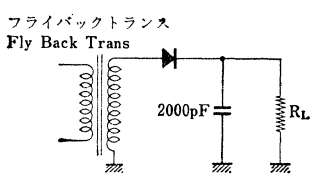
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_F = 10mA$	—	—	40	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM} = 18kV$	—	—	1.5	μA
逆回復時間	t_{rr}	$I_F = 2mA$ $I_R = 4mA$	—	—	250	ns

回路 Circuit Connection Diagram

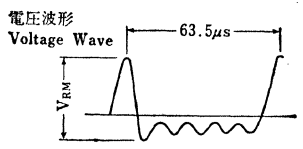


高圧入力波形

High Voltage Input Waveform

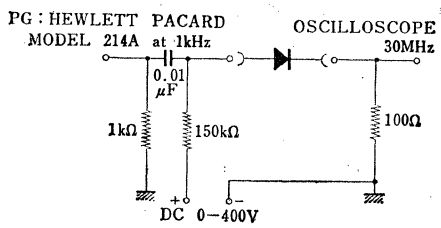


電圧波形

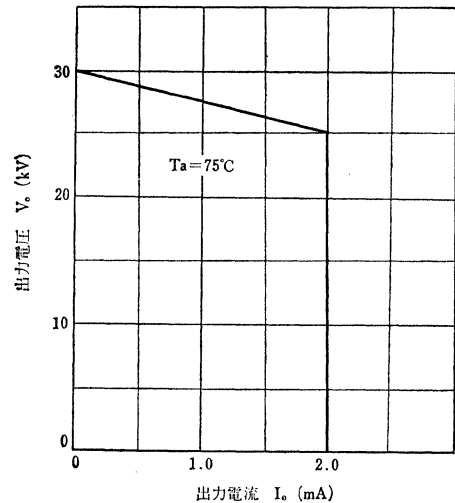


逆回復時間測定回路

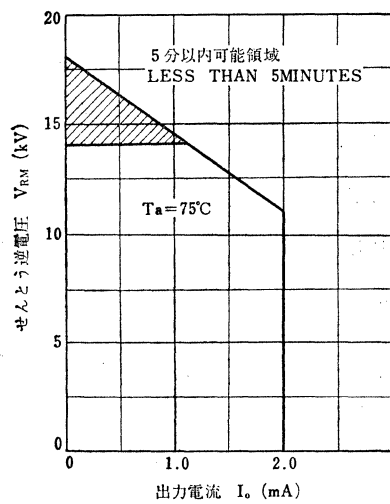
Reverse Recovery Time Test circuit



3倍圧整流 5-Diode Tripler 安全動作範囲 Safe Operating Area

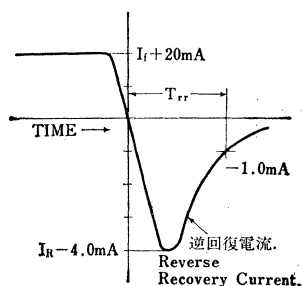


安全動作範囲 Safe Operating Area



逆回復電流波形

Reverse Recovery Current Waveform



1S2615~1S2617

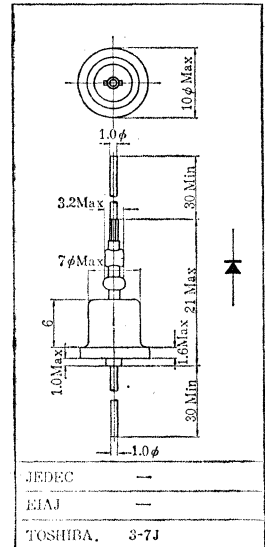
シリコン拡散接合形整流素子
SILICON DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER

○高速用

Fast Recovery Rectifier Applications

- 逆回復時間; $t_{rr}(2)$
 - 1S2615 0.25 μ s(Max.)
 - 1S2616 0.35 μ s(Max.)
 - 1S2617 0.9 μ s(Max.)
- せん頭逆電圧; $V_{RM}=600$ V
- 平均整流電流; $I_0=1.0$ A ($T_a=50^\circ$ C)

Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	600	V
直流逆電圧	V_R	500	V
せん頭順電流	I_{FM}	3.0	A
平均整流電流 ($T_a=50^\circ$ C)	I_0	1.0	A
せん頭 1 サイクルサージ電流	I_{surge}	60(50Hz)	A
接合部温度	T_J	-40~150	$^\circ$ C
保存温度	T_{stg}	-40~150	$^\circ$ C

電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=1.5$ A, $T_J=25^\circ$ C	—	—	1.2	V
せん頭逆電流	$I_{RM}(2)$	$V_{RM}=600$ V, $T_J=150^\circ$ C	—	—	2.5	mA
					1.3	
					1.0	
せん頭逆電流	$I_{RM}(1)$	$V_{RM}=600$ V, $T_J=25^\circ$ C	—	—	1.0	μ A
逆回復時間	$t_{rr}(1)$ Fig.1	$I_F=20$ mA, $I_R=1$ mA, $T_J=25^\circ$ C	—	—	1.1	μ s
					1.5	
					4.0	
逆回復時間	$t_{rr}(2)$ Fig.1	$I_F=20$ mA, $I_R=20$ mA, $T_J=25^\circ$ C	—	—	0.25	μ s
					0.35	
					0.9	
順回復電圧	V_{fr} Fig.2	$I_{FM}=0.1$ A, $t_r=100$ ns, $t_p=5\mu$ s $T_J=25^\circ$ C	—	—	6.0	V
					2.5	
					2.5	

Fig.1 t_{rr} 測定波形 (テクトロニクス t_{rr} UNIT 使用)

Reverse Recovery Time Waveforms

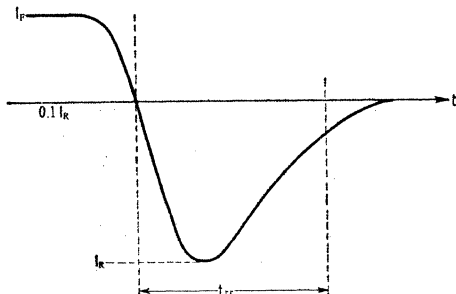
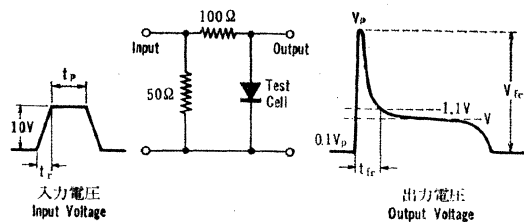
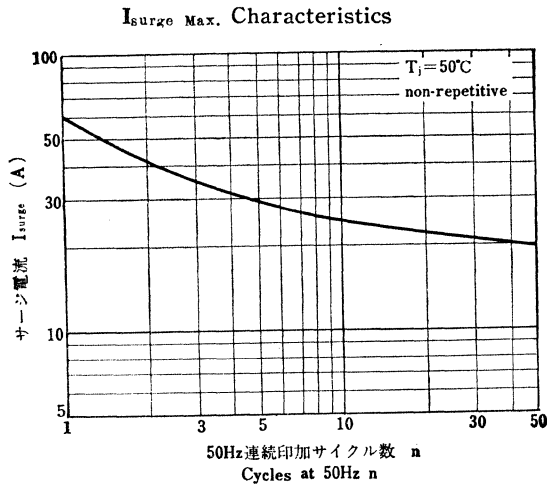
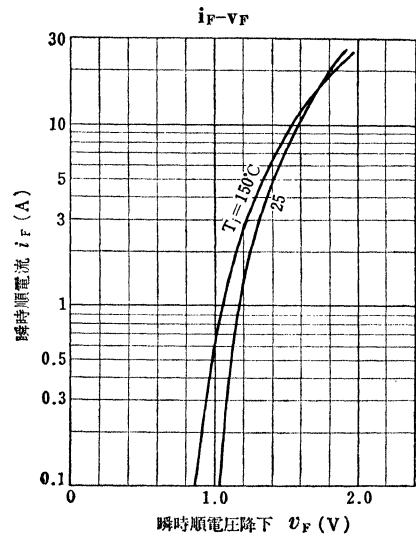
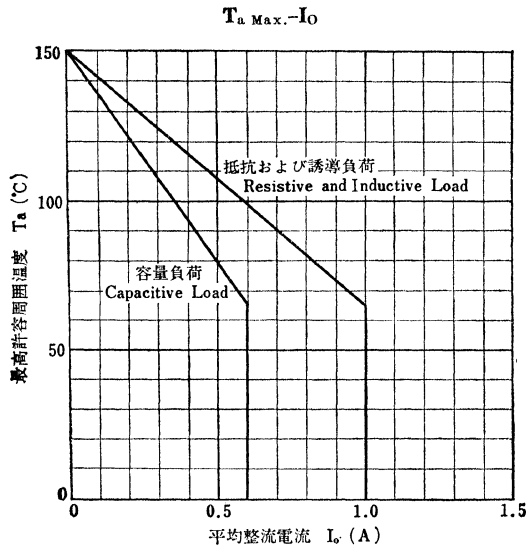


Fig.2 順回復電圧測定回路および波形

Forward Recovery Voltage Test Circuit and Typical Waveforms





1BZ61, 1DZ61, 1GZ61, 1JZ61, 1LZ61, 1NZ61

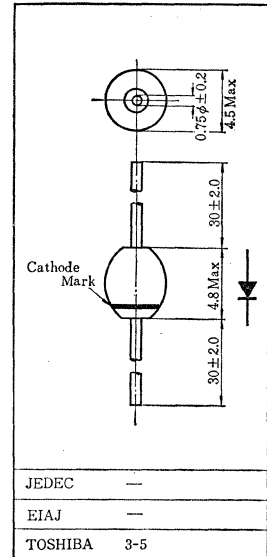
シリコン拡散接合形整流素子
SILICON DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER

○一般電源整流用

○ General Purpose Rectifier Applications

- せん頭逆電圧 : $V_{RM}=100\sim 1000V$
- 平均整流電流 : $I_o=1A$
- ガラスパッシェート整流素子 / Glass Passivated Rectifier

Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
せん頭逆電圧	V_{RM}	100 200 400 600 800 1000	V	
				TOSHIBA EIAJ NO. NO.
				1BZ61(1S2576)
				1DZ61(1S2577)
				1GZ61(1S2578)
				1JZ61(1S2579)
				1LZ61(1S2580)
1NZ61(1S2581)				
平均整流電流	I_o	1	A	
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	30(50Hz)	A	
		33(60Hz)		
接合部温度	T_j	$-40\sim 150$	$^{\circ}C$	
保存温度	T_{stg}	$-40\sim 150$	$^{\circ}C$	

取り付け時；リードの付け根より10mm以上離れた点での温度が最高 $290^{\circ}C$ で5秒以内に作業を終る事。

Caution : Lead wire temperature of any position especially Closer than 10mm from the rectifier body must be kept within $290^{\circ}C$ for 5sec. maximum during the time of mounting this rectifier.

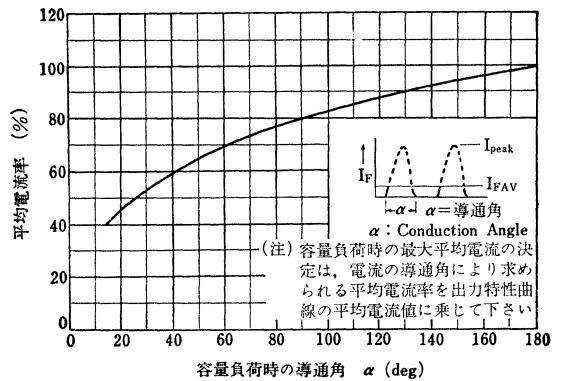
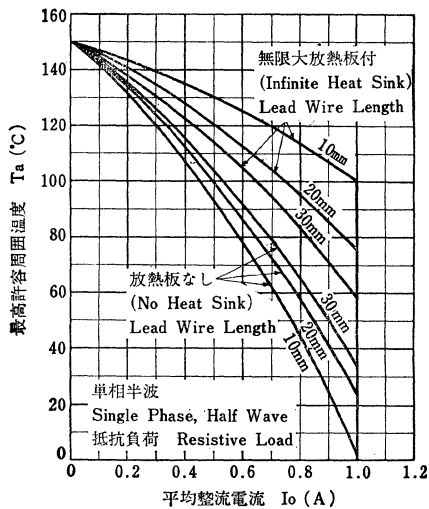
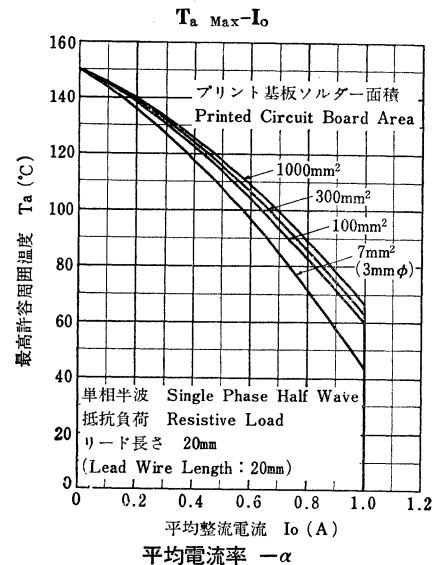
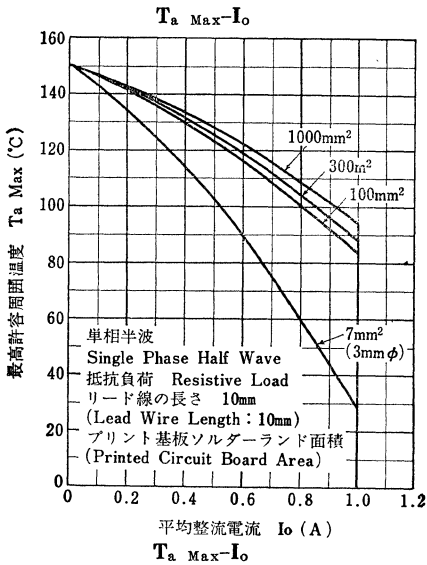
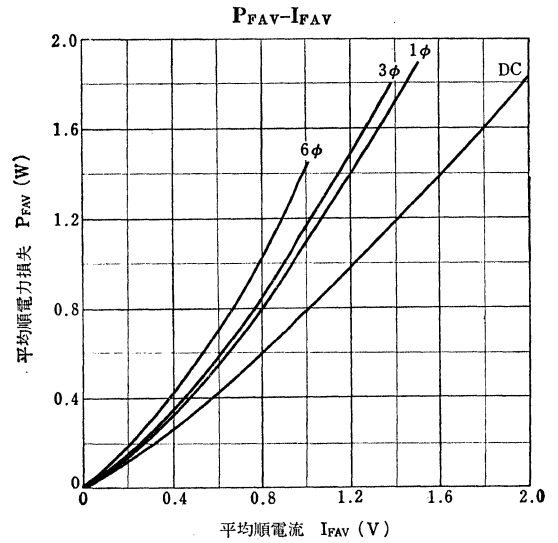
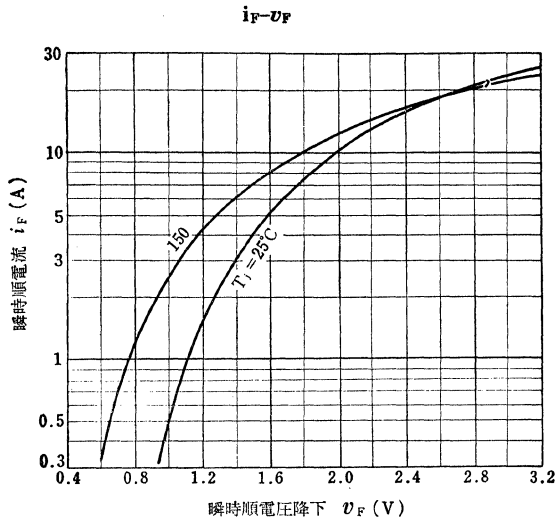
電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=1.5A, T_j=25^{\circ}C$	—	—	1.2	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=\text{Rated}, T_j=25^{\circ}C$	—	—	10	μA

ご使用の際、リード線はガラス部より5mm以内を曲げないで下さい。

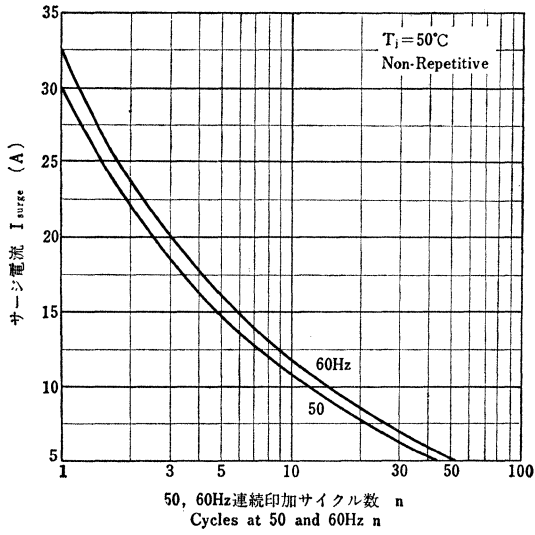
Lead Bending : 5mm is the minimum to be kept from the rectifier body when bend the Lead Wire.

1BZ61, 1DZ61, 1GZ61, 1JZ61, 1LZ61, 1NZ61

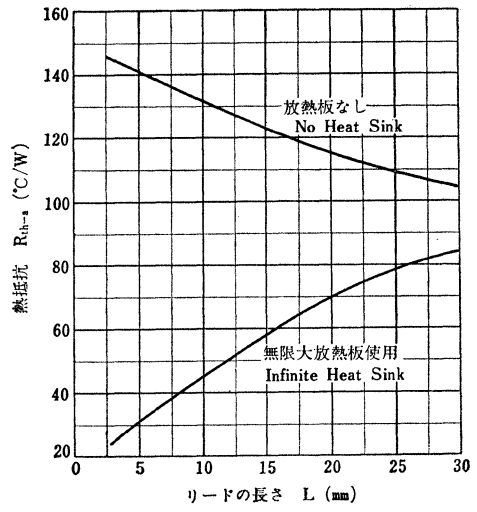


1BZ61, 1DZ61, 1GZ61, 1JZ61, 1LZ61, 1NZ61

$I_{surge\ Max}$ Characteristics



R_{th} -Lead Length (Typ.)



- 一般電源整流用
- General Purpose Applications.

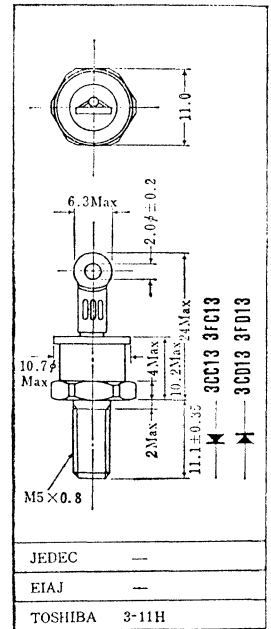
- 平均整流電流: $I_0=3A$
- せん頭逆電圧: $V_{RM}=150\sim 1000V$
- 気密封止のスタッドタイプですから広範囲の過酷な環境の変化にも耐えます。/High Reliability under the extreme hard condition as utilizing Hermetically Sealded Stud structure.

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
せん頭逆電圧 ($T_j=150^\circ C$)	V_{RM}	3CC13, 3CD13	150	V
		3FC13, 3FD13	300	
		3GC12	400	
		3JC12	600	
		3LC12	800	
		3NC12	1000	
平均整流電流*	I_0	3	A	
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	90(50Hz)	A	
保存温度	T_{stg}	-40~150	$^\circ C$	
締付トルク	TOR	40	kg cm	

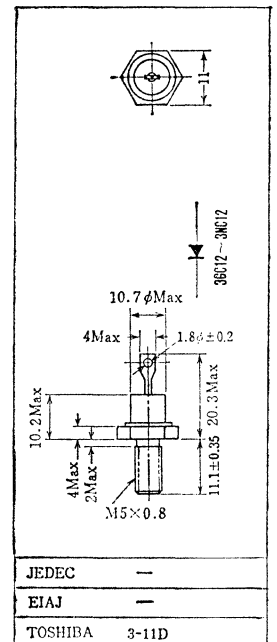
* 抵抗および誘導負荷/Resistive and Inductive Load.

Unit in mm



アクセサリは AC23A を適用
Mounting Kit No. AC23A.

Unit in mm



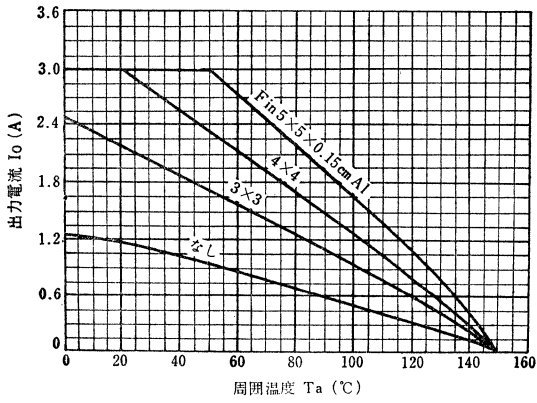
アクセサリは AC31A を適用
Mounting Kit No. AC31A

電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=3A, T_a=25^\circ C$	—	—	1.2	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=\text{Rated}, T_j=150^\circ C$	—	—	1.0	mA

3CC13, 3CD13, 3FC13, 3FD13 3GC12, 3JC12, 3LC12, 3NC12

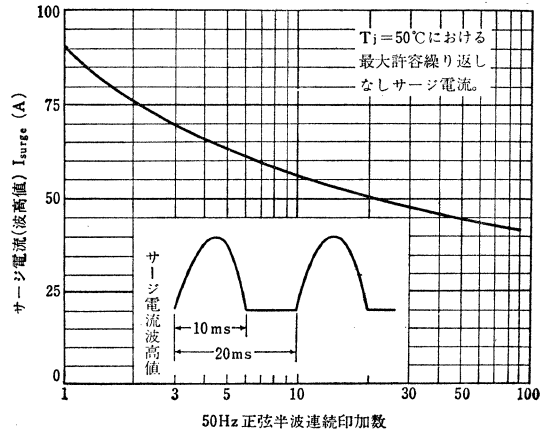
$I_o - T_a$ Max.



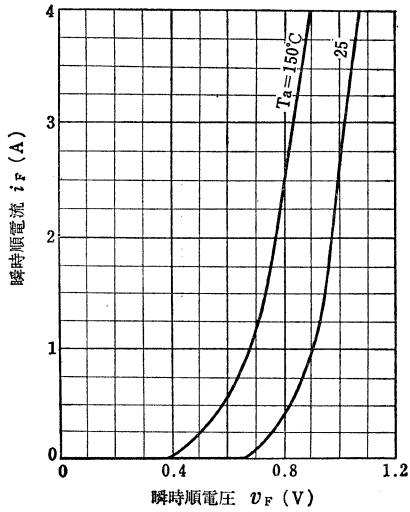
容量負荷の場合、電流値は70%以下でご使用ください。

In the capacitance load, 70% current derating is recommended.

I_{surge} Max. (Characteristics)



$i_F - v_F$



- 一般電源整流用
○ General Purpose Rectifier Applications

- せん頭逆電圧: $V_{RM}=100\sim 800V$
- 平均整流電流: $I_O=3A$
- ガラスパッシェベート整流素子/Glass Passivated Rectifier

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	—	V
		TOSHIBA EIAJ No. No.	
		3BZ61(1S2582)	
		3DZ61(1S2583)	
		3GZ61(1S2584)	
		3JZ61(1S2585)	
3LZ61(1S2586)	800		
平均整流電流	I_O	3	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	100(50Hz) 110(60Hz)	A
接合部温度	T_j	-40~175	°C
保存温度	T_{stg}	-40~175	°C

取り付け時; リードの付け根より10mm以上離れた点での温度が最高290°Cで5秒以内に作業を終る事。

Caution: Lead wire temperature of any position especially closer than 10mm from the rectifier body must be kept within 290°C for 5sec. maximum during the time of mounting this rectifier

電気的特性 Electrical Characteristics

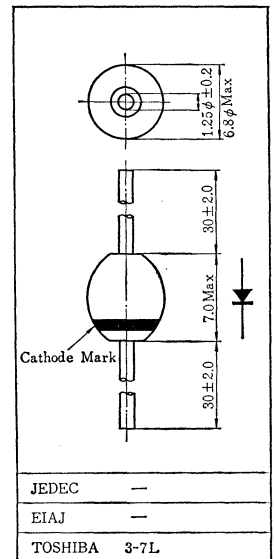
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=3A, T_j=25^\circ C$	—	—	1.0	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=\text{Rated}, T_j=25^\circ C$	—	—	10	μA

御使用の際リード線はガラス部より5mm以内を曲げないで下さい。

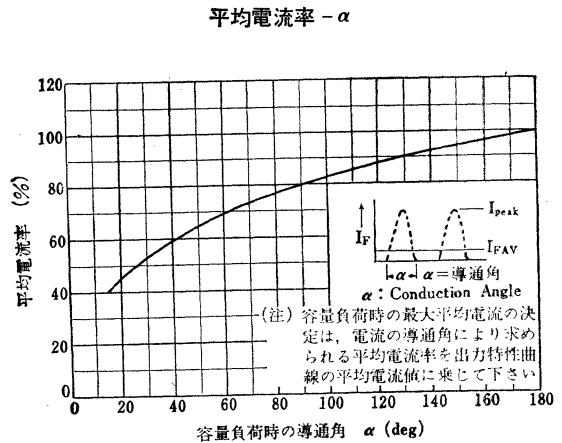
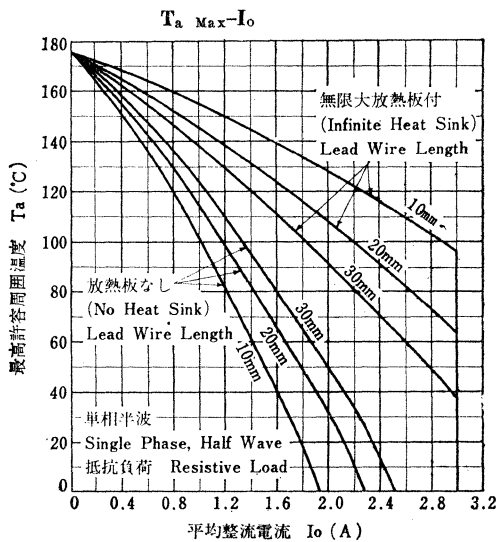
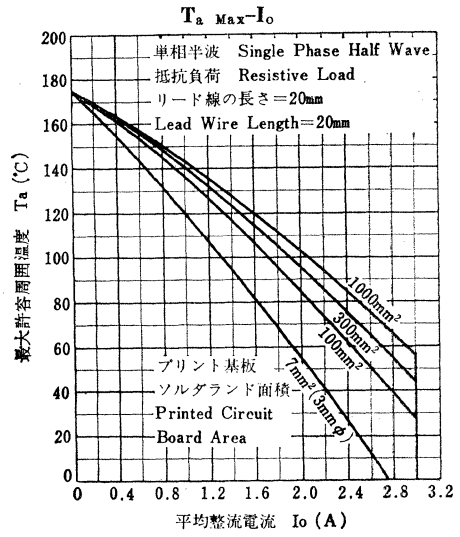
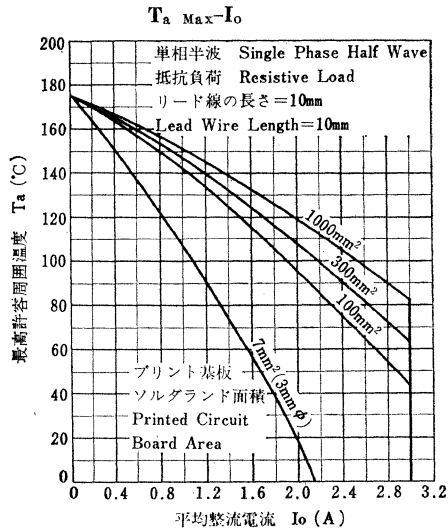
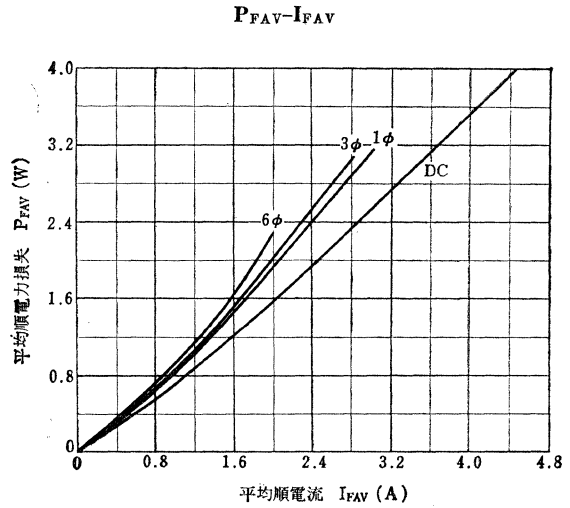
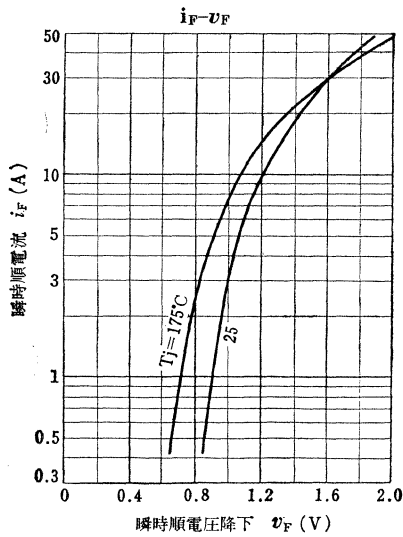
Lead Bending

5mm is the minimum to be kept from the rectifier body when bend the Lead wire.

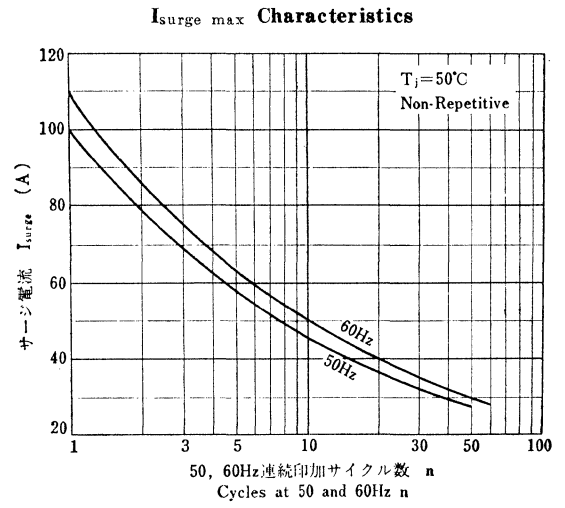
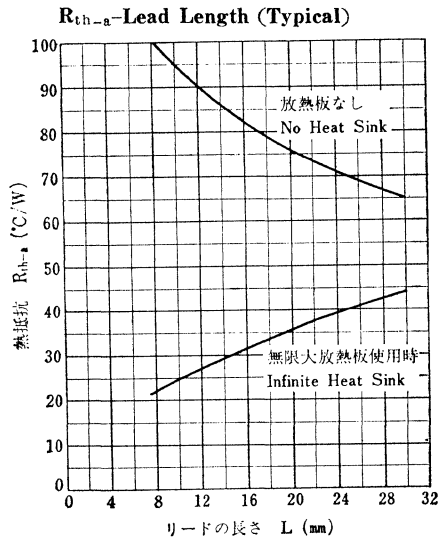
Unit in mm



3BZ61 3DZ61, 3GZ61, 3JZ61, 3LZ61,



3BZ61, 3DZ61, 3GZ61, 3JZ61, 3LZ61



6CC13, 6CD13, 6FC13, 6FD13 6GC12, 6JC12, 6LC12, 6NC12

シリコン拡散接合形整流素子 SILICON DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER

○一般電源整流用

○ General Purpose Applications

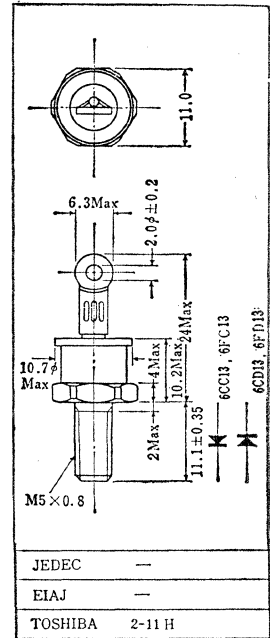
- 平均整流電流 : $I_o = 6A$
- せん頭逆電圧 : $V_{RM} = 150 \sim 1000V$
- 気密封止のスタッドタイプですので、広範囲の過酷な環境の変化に耐えます。/ High Reliability under the extremely hard condition as utilizing hermetically sealed stud structure.

最大定格 Maximum Ratings

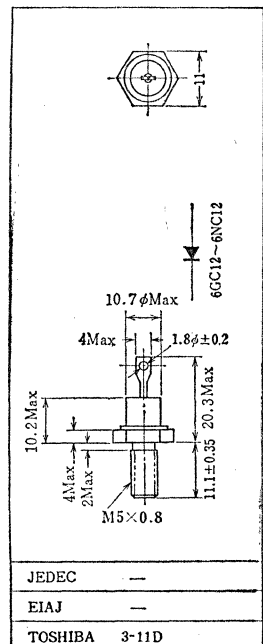
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧 ($T_j = 150^\circ C$)	6CC13, 6CD13	150	V
	6FC13, 6FD13	300	
	6GC12	400	
	6JC12	600	
	6LC12	800	
	6NC12	1000	
平均整流電流 *	I_o	6	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	200(50Hz)	A
保存温度	T_{stg}	-40~150	$^\circ C$
締付トルク	TOR	40	kg cm

* 抵抗および誘導負荷 / Resistive and Inductive Load.

Unit in mm



アクセサリは AC23A を適用
Mounting Kit No. AC23A

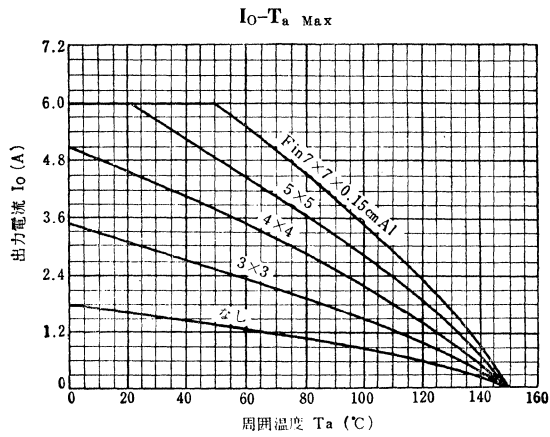


アクセサリは AC31A を適用
Mounting Kit No. AC31A

電気的特性 Electrical Characteristics

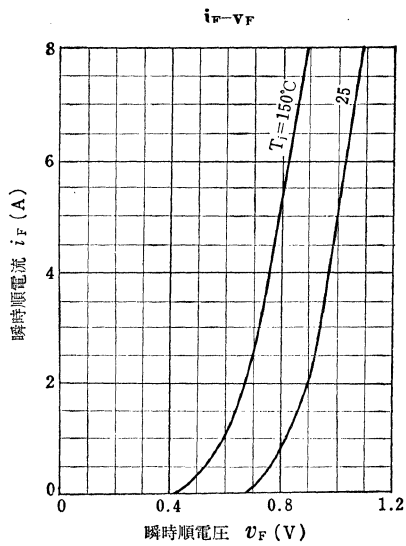
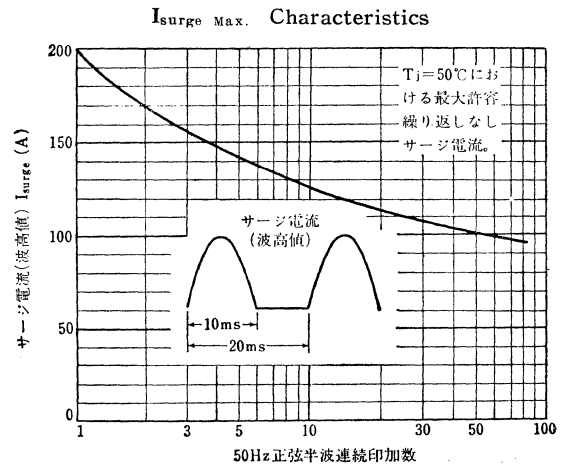
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM} = 6A, T_a = 25^\circ C$	—	—	1.2	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM} = \text{Rated}, T_j = 150^\circ C$	—	—	1.3	mA

6CC13, 6CD13, 6FC13, 6FD13 6GC12, 6JC12, 6LC12, 6NC12



容量負荷の場合、電流値は70%以下で
ご使用ください。

In the capacitance load, 70% current
derating is recommended



12CC12, 12CD12, 12FC12, 12FD12 12GC11, 12JC11, 12LC11, 12NC11

シリコン拡散接合形整流素子
SILICON DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER

○一般電源整流用

○ General Purpose Applications

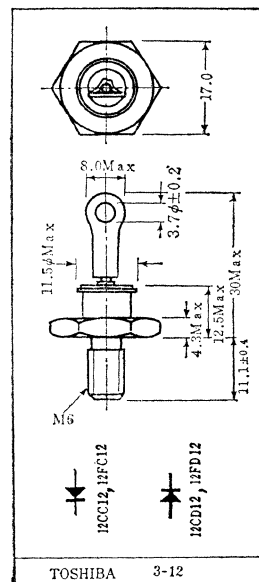
- 平均整流電流: $I_o=12A$
- せん頭逆電圧: $V_{RM}=150\sim 1000V$
- 気密封止のスタッドタイプですから広範囲の過酷な環境の変化にも耐えます。/ High Reliability under the extremely hard condition as utilizing hermetically sealed stud structure.

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
せん頭逆電圧 ($T_j=150^\circ C$)	V_{RM}	12CC12, 12CD12	150	V
		12FC12, 12FD12	300	
		12GC11	400	
		12JC11	600	
		12LC11	800	
		12NC11	1000	
平均整流電流 *	I_o	12	A	
せん頭1サイクル ルサージ電流	I_{surge}	12CC12, 12CD12	200(50Hz)	A
		12FC12, 12FD12		
		12GC11	300(50Hz)	
		12JC11		
		12LC11		
		12NC11		
保存温度	T_{stg}	$-40\sim 150$	$^\circ C$	
締付トルク	TOR	50	kg cm	

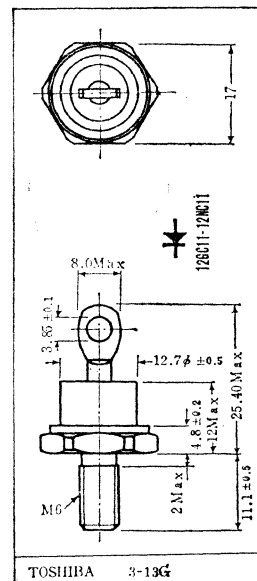
* 抵抗および誘導負荷/Resistive and Inductive Load.

Unit in mm



アクセサリは AC34 を適用
Mounting Kit No. AC34

Unit in mm

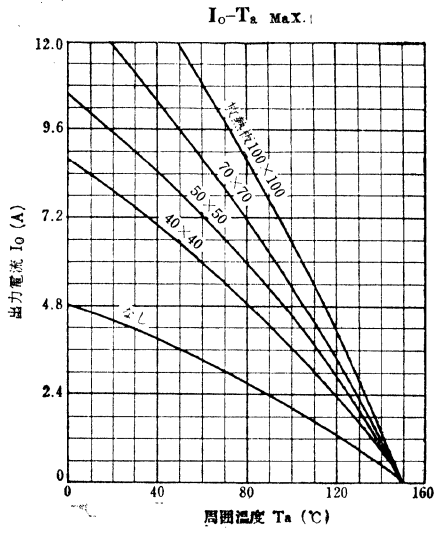


アクセサリは AC34 を適用
Mounting Kit No. AC34.

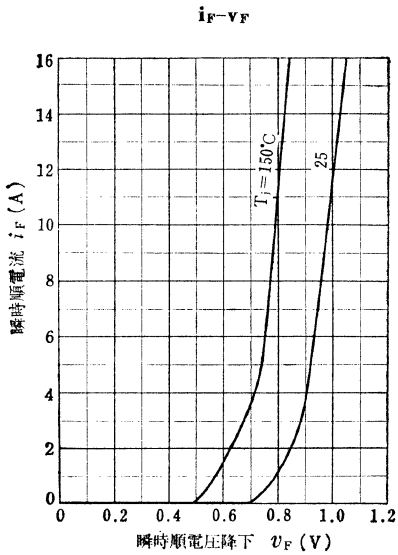
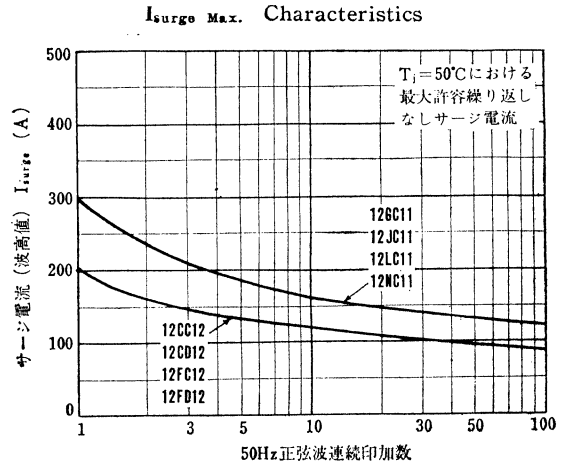
電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit	
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=12A, T_a=25^\circ C$	—	—	1.2	V	
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=\text{Rated}, T_j=150^\circ C$	12CC12, 12CD12 12FC12, 12FD12	—	—	1.5	mA
			12GC11 12JC11 12LC11 12NC11	—	—	2.4	

12CC12, 12CD12, 12FC12, 12FD12 12GC11, 12JC11, 12LC11, 12NC11



放熱板厚 $t=1.5\text{mm}$
 容量負荷の場合は70%以下でご使用ください。
 In the capacitance load, 70%
 current derating is recommended



15CC11, 15CD11 15FC11, 15FD11

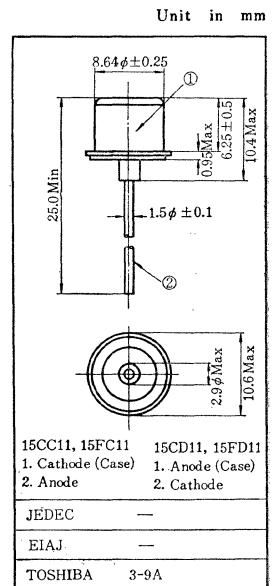
シリコン拡散接合形整流素子
SILICON DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER

- 自動車交流発電機出力電流整流用 ○通信, 制御, 計測機および一般電源整流用
○ For Automotive Alternator Generators ○ Communications, Controls, Measuring Instruments and General purpose Rectifier Applications.

- せん頭逆電圧: $V_{RM}=150, 300V$
- 平均整流電流: $I_o=15A$ ($T_C=120^\circ C$)
- ハンダ付タイプですので放熱板にハンダ付けして使用できます / Be able to mount directly to a fin by soldering.

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit,
せん頭逆電圧 ($T_j=150^\circ C$)	V_{RM}	15CC11, 15CD11	V
		15FC11, 15FD11	
平均整流電流 ($T_C=120^\circ C$)	I_o	15	A
せん頭1サイクルサージ電流 ($T_a=25^\circ C$)	I_{surge}	250(50Hz)	A
動作温度	T_{opr}	-20~150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-20~150	$^\circ C$



電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=22A$	—	—	1.2	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=100V$	—	—	1.5	mA

使用上の注意事項 / Note for using

1. ハンダ付け / Soldering

- 1-1 スズ, 鉛ハンダを用い, $215^\circ C$ 以下の温度で行なって下さい。
Use Tin-Lead Solder, Handle within $215^\circ C$.
- 1-2 ハンダが融けたらすみやかに熱源を取り去って下さい。
Take off Heat Source immediately when the solder has melt.
- 1-3 放熱板の材質にスズメッキの鉄板あるいは銅板が適しています。
Sn plated Fe or Cu plate are recommended as a fin.

2. 放熱板の設定

放熱板を設定する場合, その冷却条件, 材質, 純度によって冷却効果が大きく異なりますので, 通常熱抵抗で表わすのが慣例になっています。

15CC11, 15CD11, 15FC11, 15FD11 の放熱板の熱抵抗は次式によって決定します。

Heat Sink designing :

The thermal resistance of Heat Sink for 15CC11, 15CD11, 15FC11, 15FD11 Can be calculated by following equation.

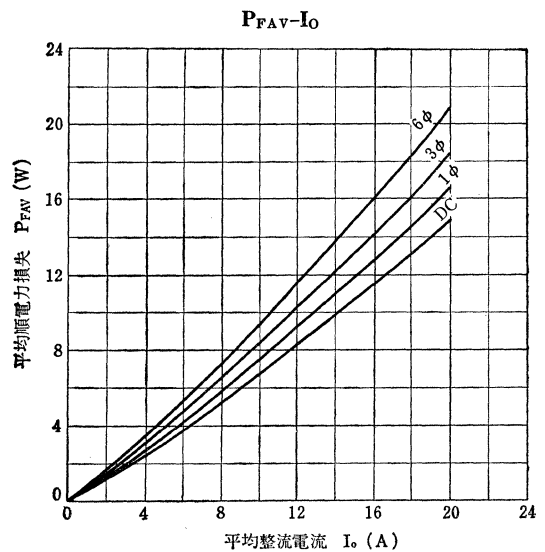
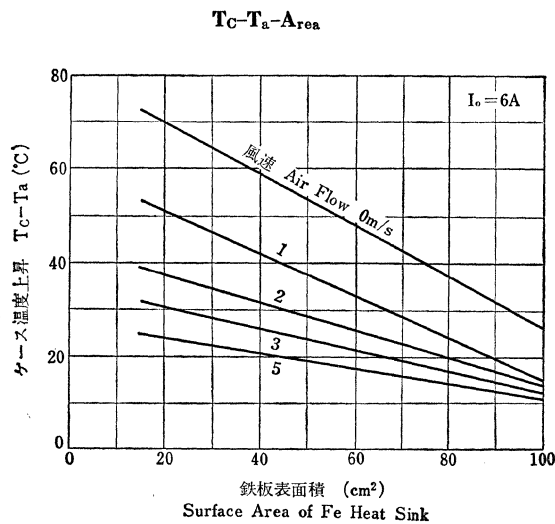
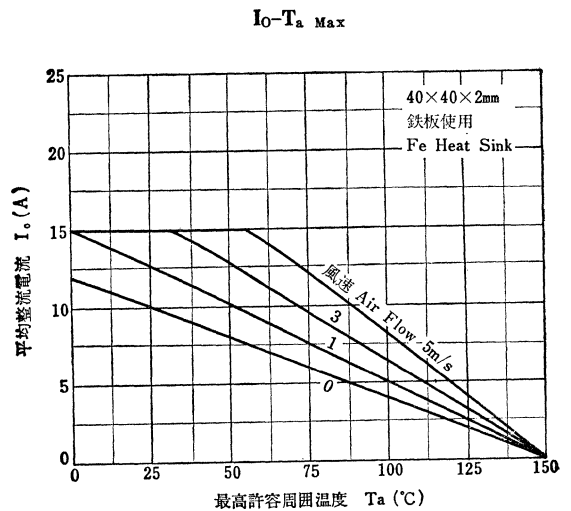
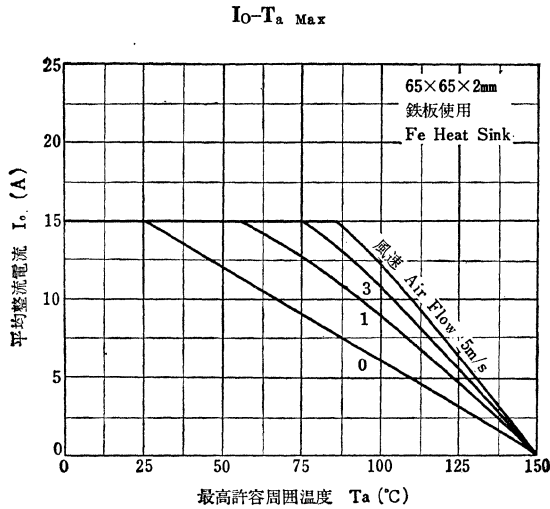
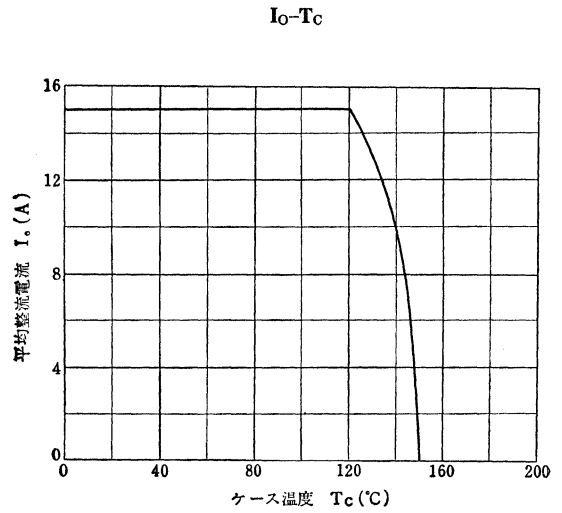
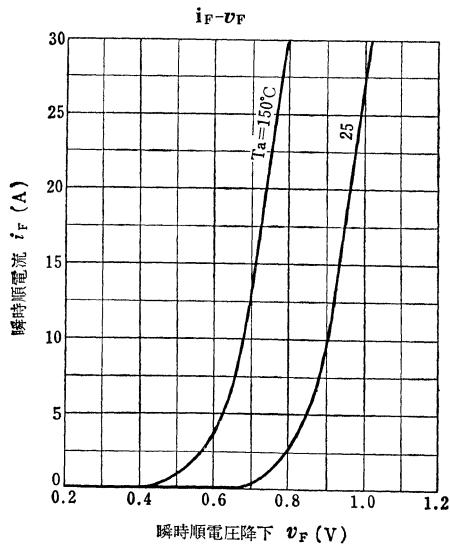
$$R_{th}(c-a) = \frac{150 - T_a}{P_{FAV}} - 2.5$$

$R_{th}(c-a)$; 接触熱抵抗を含む放熱板の全熱抵抗 ($^\circ C/W$)

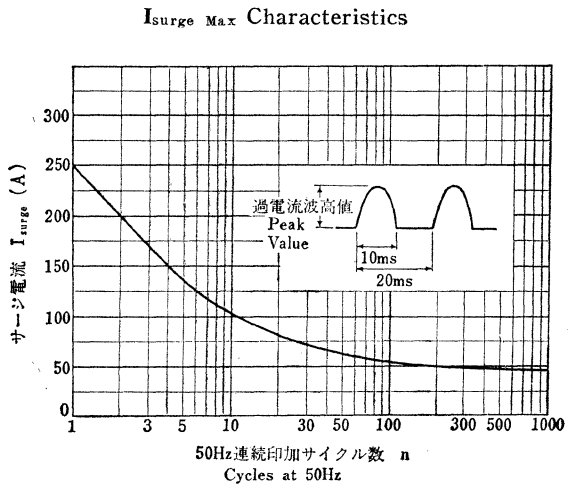
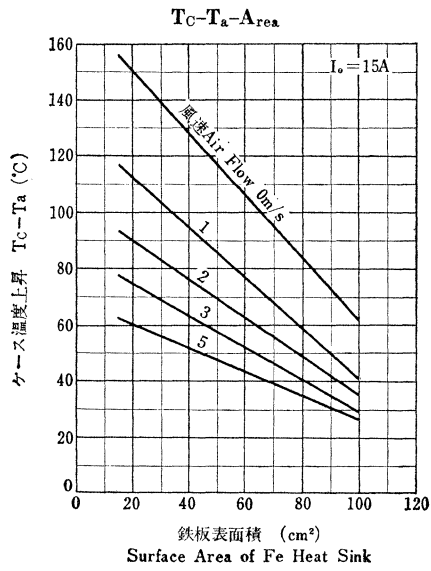
Total R_{TH} including contact R_{TH} .

P_{FAV} ; 平均順電力損失(W)
Average Forward Power Dissipation

T_a ; 冷却風温度 ($^\circ C$)
Cooling Air Temperature



15CC11, 15CD11
15FC11, 15FD11

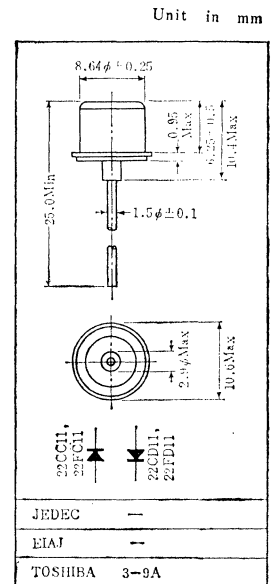


- 自動車交流発電機の出力電流整流用 ○通信, 制御, 計測機および一般電源整流用
○ For Automotive Alternator Generators ○ Communications, controls, Measuring Instruments and General purpose Applications

- せん頭逆電圧: $V_{RM}=150, 300V$
- 平均整流電流: $I_O=22A$ ($T_c=120^\circ C$)
- ハンダ付タイプですので放熱板にハンダ付けして使用できます。/Be able to mount directly to a fin by soldering.

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧 ($T_j=150^\circ C$)	22CC11	150	V
	22CD11		
	22FC11	300	
	22FD11		
平均整流電流 ($T_c=120^\circ C$)	I_O	22	A
せん頭1サイクルサージ電流 ($T_a=25^\circ C$)	I_{surge}	350(50Hz)	A
動作温度	T_{opr}	-20~150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-20~150	$^\circ C$



電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=35A$	—	—	1.2	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=100V$	—	—	1.5	mA

使用上の注意事項/Note for using

1 ハンダ付け/Soldering

- 1-1 スズ, 鉛ハンダを用い, $215^\circ C$ 以下の温度で行なってください。
Use Tin-Lead Solder, Handle within $215^\circ C$.
- 1-2 ハンダが融けたらすみやかに熱源を取り去って下さい。
Take off Heat Source immediately when the solder has melt.
- 1-3 放熱板の材質にスズメッキの鉄板あるいは銅板が適しています。
Sn plated Fe or Cu plate are recommended as a fin.

2 放熱板の設定

放熱板を設定する場合, その冷却条件, 材質, 純度によって冷却効果が大きく異なりますので, 通常熱抵抗で表わすのが慣例になっています。

22CC11, 22CD11, 22FC11, 22FD11 の放熱板の熱抵抗は次式によって決定します。

Heat sink designing :

The thermal resiance of Heat Sink 22CC11, 22CD11, 22FC11, 22FD11 Can be calculated by following equation.

$$R_{th}(c-a) = \frac{150 - T_a}{P_{FAV}} - 2.0$$

$R_{th}(c-a)$: 接触熱抵抗を含む放熱板の全熱抵抗 ($^\circ C/W$)

Total R_{TH} including contact R_{TH} .

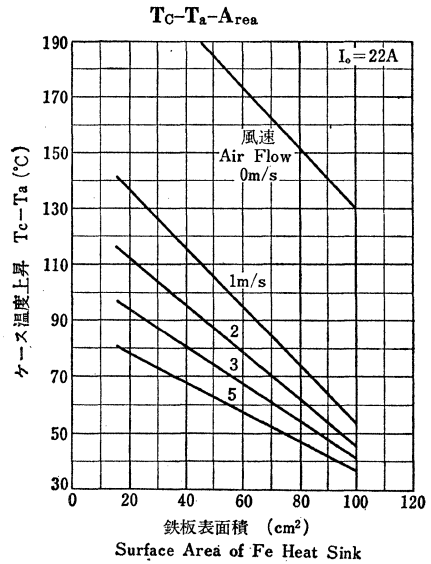
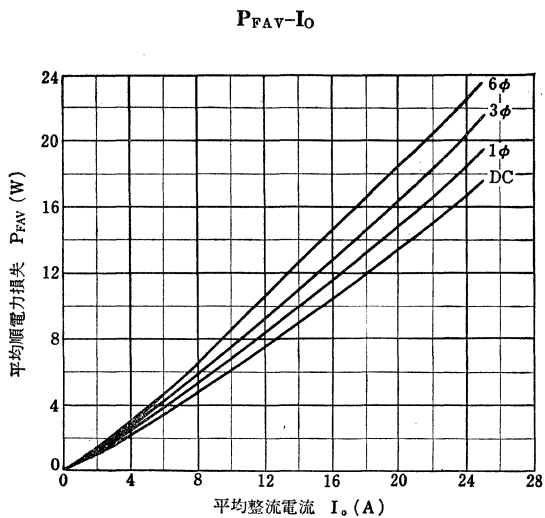
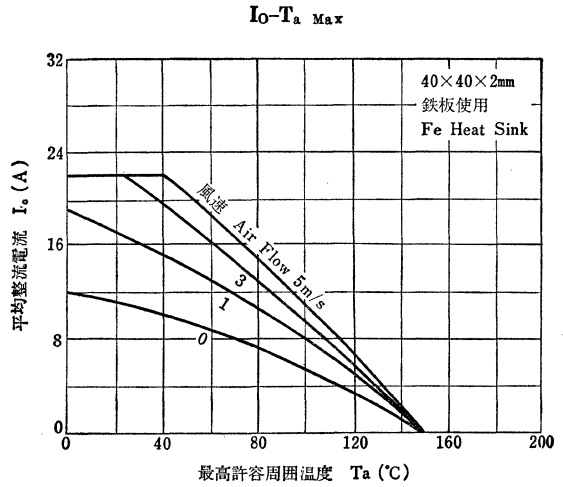
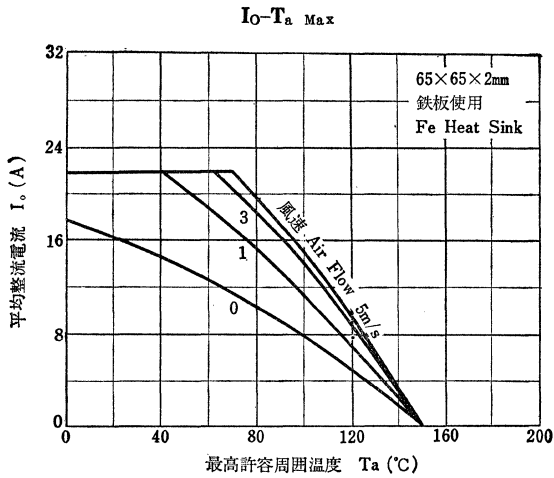
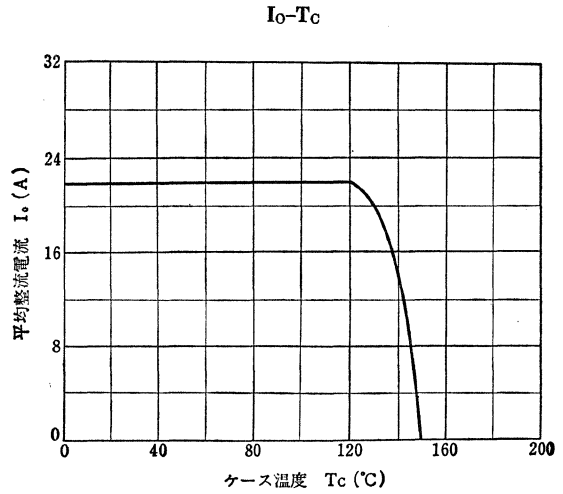
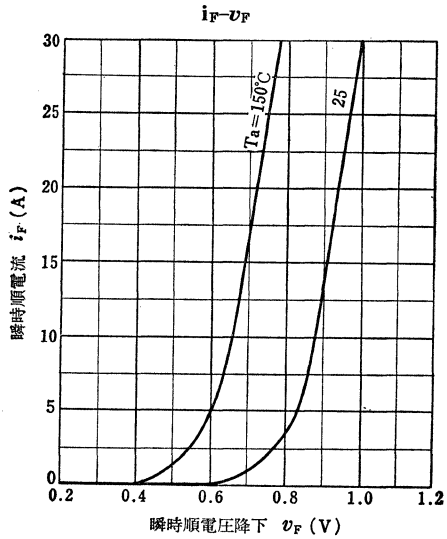
P_{FAV} : 平均順電力損失(W)

Average Foward Power Dissipation

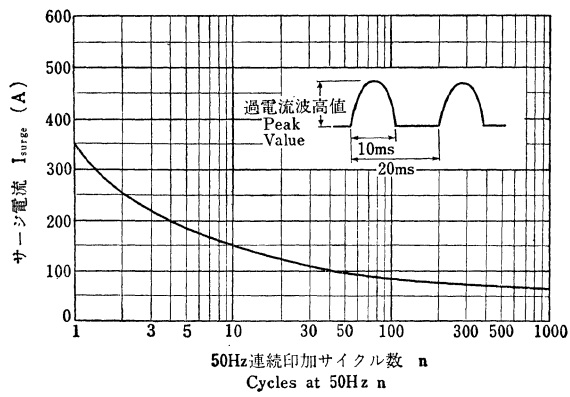
T_a : 冷却風温度 ($^\circ C$)

Cooling Air Temperature

22CC11, 22CD11 22FC11, 22FD11



I_{surge Max} Characteristics



25CC13, 25CD13, 25FC13, 25FD13 25GC12, 25JC12, 25LC12, 25NC12

シリコン拡散接合形整流素子
SILICON DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER

- 一般電源整流用
- General Purpose Rectifier Applications

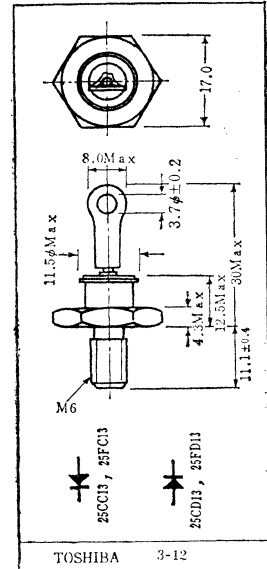
- せん頭逆電圧 : $V_{RM}=150\sim 1000V$
- 平均整流電流 : $I_O=25A$ ($T_a=50^\circ C$)
- 気密封止のスタッドタイプですから広範囲の可酷な環境の変化にも耐えます / High Reliability under the extreme hard condition as utilizing hermetically sealed stud.
- 放熱フィン は VG-207B が適用されます / Available Heat Sink VG-207B.

最大定格 Maximun Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
せん頭逆電圧 ($T_j=150^\circ C$)	V_{RM}	25CC13, 25CD13	150	V
		25FC13, 25FD13	300	
		25GC12	400	
		25JC12	600	
		25LC12	800	
		25NC12	1000	
平均整流電流 ($T_a=50^\circ C$)	I_O	25	A	
せん頭1サイクル ルサージ電流	I_{surge}	25CC13, 25CD13	300(50Hz)	A
		25FC13, 25FD13		
		25GC12	600(50Hz)	
		25JC12		
		25LC12		
		25NC12		
保存温度	T_{stg}	$-40\sim 150$	$^\circ C$	
縮付トルク	TOR	50	kg cm	

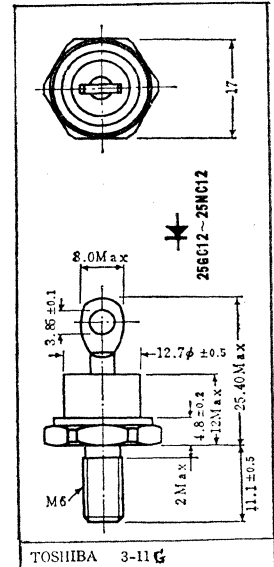
Note : 抵抗および誘導負荷 / Resistive and Inductive Load.

Unit in mm



アクセサリは AC34 を適用
Mounting Kit No. AC34

Unit in mm



アクセサリは AC34 を適用
Mounting Kit No. AC34

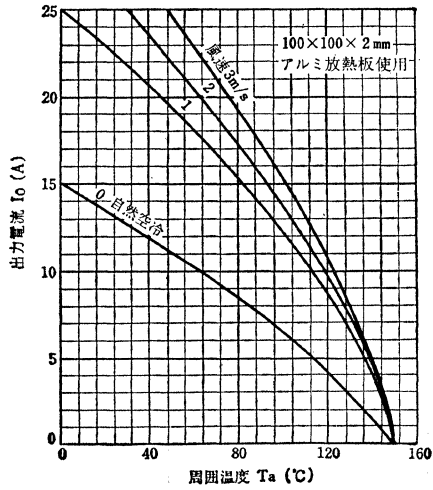
電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=25A, T_a=25^\circ C$	—	—	1.2	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=\text{Rated}$ $T_j=150^\circ C$	—	—	2.0	mA
			—	—	6.0	
			—	—	6.0	
			—	—	6.0	
			—	—	6.0	
熱抵抗*	R_{th-c}		—	—	1.8	$^\circ C/W$

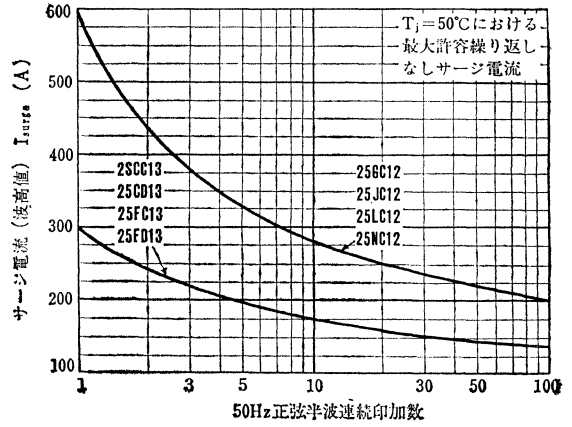
* Junction to case

25CC13, 25CD13, 25FC13, 25FD13 25GC12, 25JC12, 25LC12, 25NC12

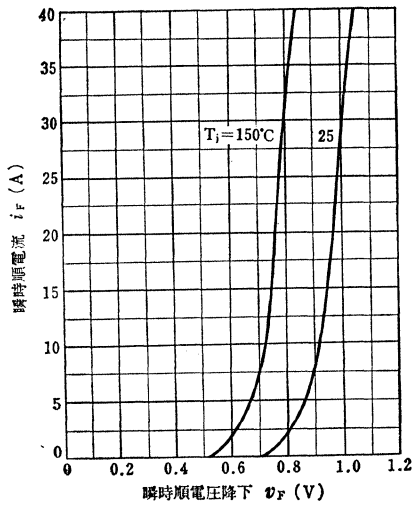
I_o - T_a Max.



I_{surge} Max. (Characteristics)



i_F - v_F



150LD11, 150ND11 150QD11, 150TD11

シリコン拡散合金接合形整流素子 SILICON ALLOY-DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER

○電力整流用

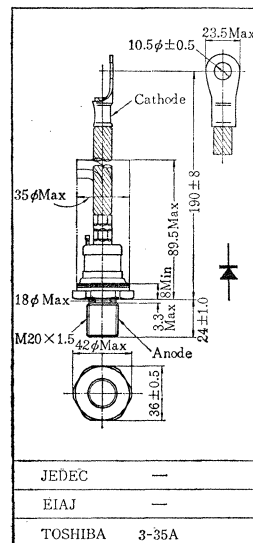
○ High Current Rectifier Applications

- せん頭逆電圧 $V_{RM}=800\sim 1500V$
- 平均整流電流 $I_O=150A$
- 重量 Weight=435g
- 放熱フィンにはVG-216が適用されます / Available Heat Sink VG-216

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
せん頭逆電圧	V_{RM}	150LD11	800	V
		150ND11	1000	
		150QD11	1200	
		150TD11	1500	
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし<5ms)	V_{RM} (non-rep)	150LD11	1050	V
		150ND11	1200	
		150QD11	1500	
		150TD11	1800	
平均整流電流 (单相半波)	I_O	150	A	
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	4500(50Hz) 4900(60Hz)	A	
接合部温度	T_j	-40~150	°C	
保存温度	T_{stg}	-40~150	°C	
締付トルク	TOR	340	kg cm	

Unit in mm

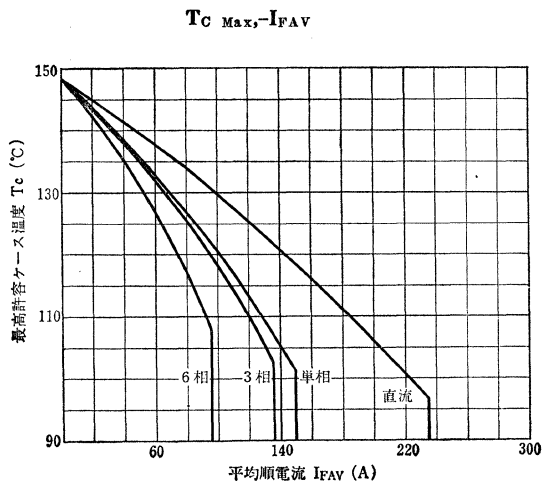
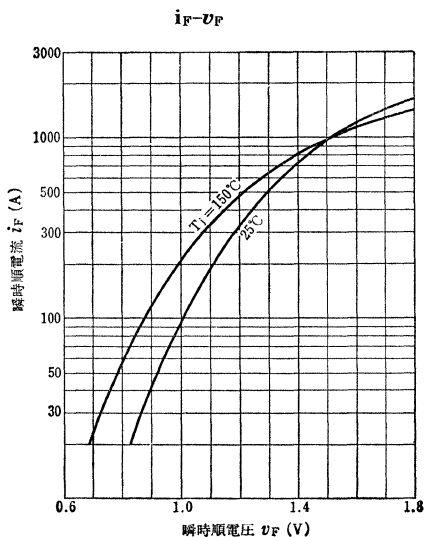


アクセサリは AC52 を適用
Mounting Kit, No. AC52

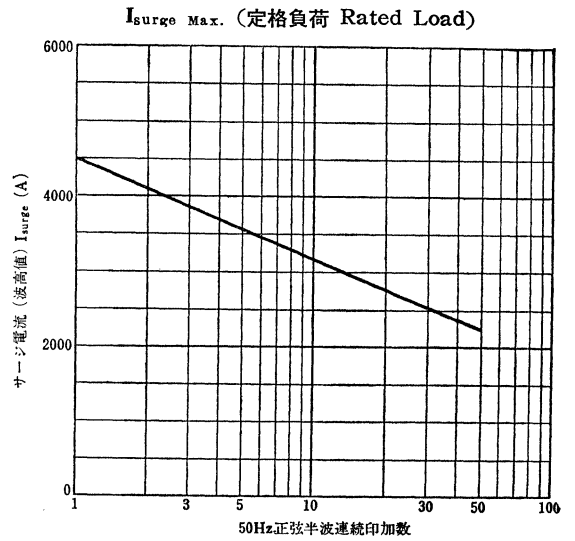
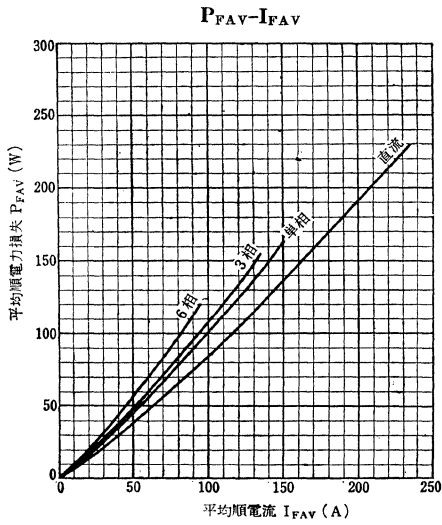
電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=500A, T_C=25^\circ C$	—	1.28	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=\text{Rated}, T_j=150^\circ C$	—	15	mA
熱抵抗*	R_{th-c}	DC	—	0.22	°C/W

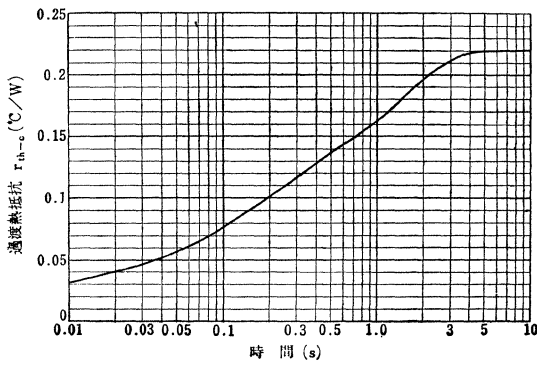
* Junction to Case



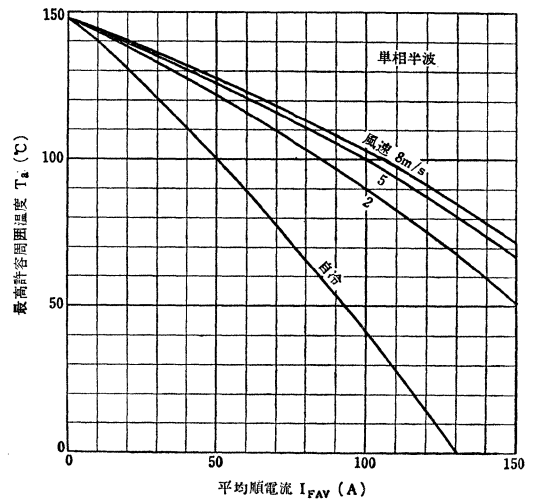
150LD11, 150ND11, 150QD11, 150TD11



過渡熱抵抗特性
Transient Thermal Resistance (Junction to Case)



$T_a\ Max.-I_{FAV}$ (放熱フィンVG-216使用時/
Heat Sink VG-216)



150UC11

シリコン拡散合金接合形整流素子
SILICON ALLOY-DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER

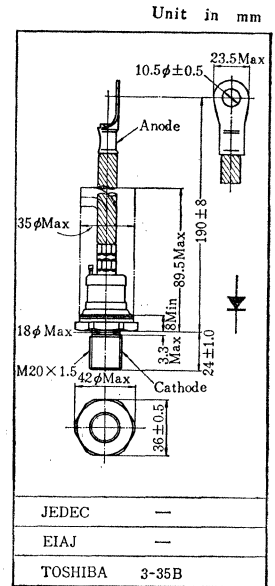
○電力整流用

○ High Current Rectifier Applications.

- せん頭逆電圧 $V_{RM}=1600V$
- 平均整流電流 $I_O=150A$
- 重量 Weight=240g
- 放熱フィンには VG-216 が適用されます / Available Heat Sink VG-216

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	1600	V
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし < 5ms)	V_{RM} (non-rep)	1900	V
平均整流電流 (単相半波)	I_O	150	A
せん頭 1 サイクルサージ電流	I_{surge}	3300(60Hz)	A
		3000(50Hz)	
接合部温度	T_j	-40~175	°C
保存温度	T_{stg}	-40~175	°C
締付けトルク	TOR	340	kg cm

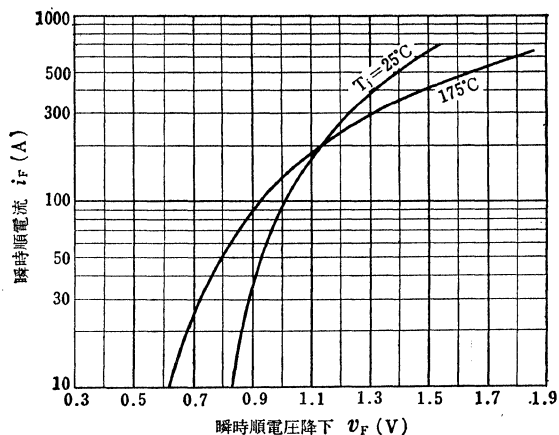


電気的特性 Electrical Characteristics

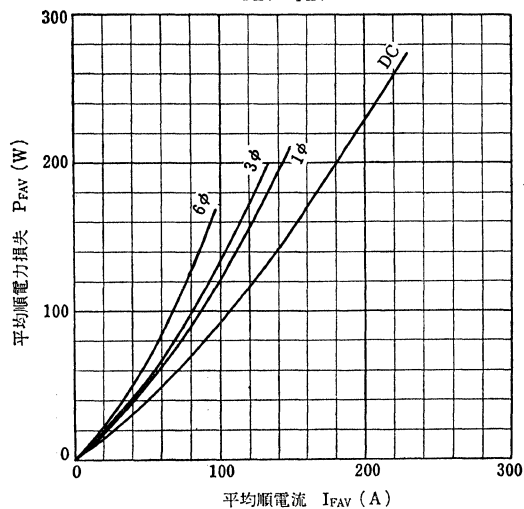
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=500A, T_C=25^\circ C$	—	1.4	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=\text{Rated}, T_j=175^\circ C$	—	20	mA
熱抵抗*	R_{th-c}	DC	—	0.33	°C/W

* Junction to Case

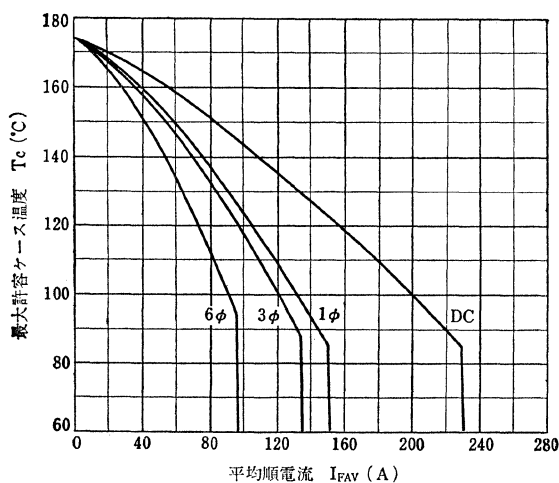
i_F - v_F



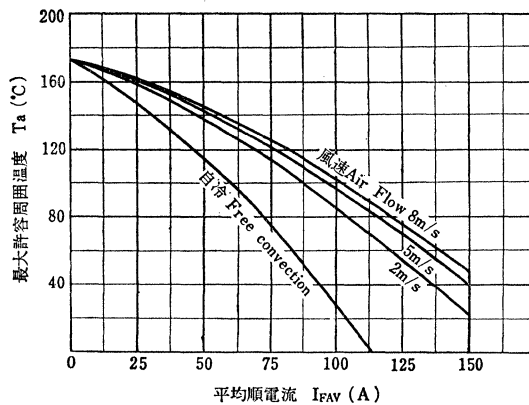
P_{FAV} - I_{FAV}



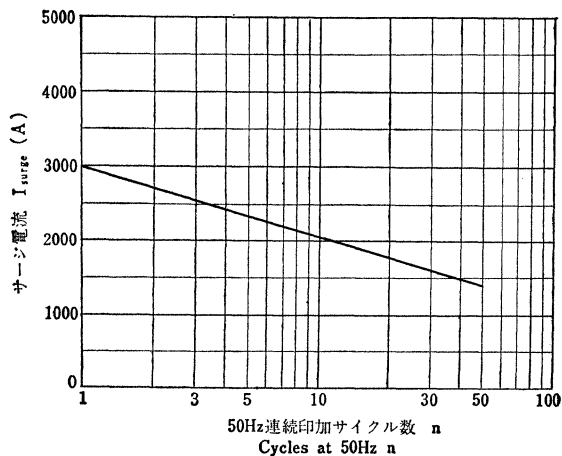
$T_{c \text{ Max.}}$ - I_{FAV}



$T_{a \text{ Max.}}$ - I_{FAV} (单相半波 Single Phase Half Wave)
(放熱フィンVG-216使用時 Heat Sink VG-216)

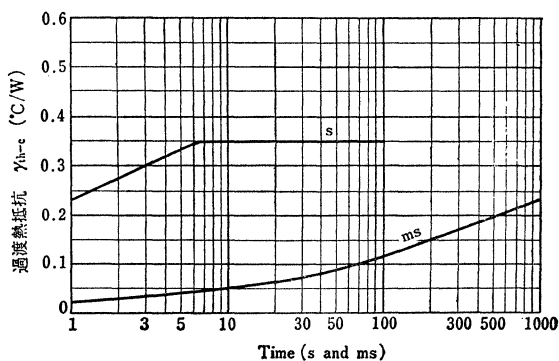


$I_{\text{surge Max.}}$ (定格負荷 Rated Load)



過渡熱抵抗特性

Transient Thermal Resistance (Junction to Case)



250UC11

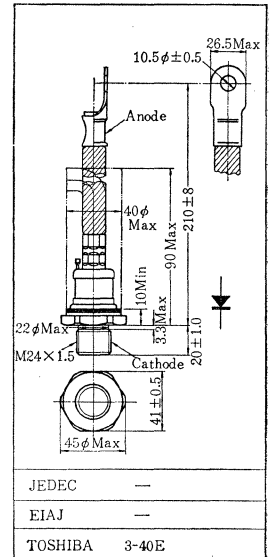
シリコン拡散合金接合形整流素子
SILICON ALLOY-DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER

○電力整流用

○ High Current Rectifier Applications.

- せん頭逆電圧 $V_{RM}=1600V$
- 平均整流電流 $I_o=250A$
- 重量 Weight=420g
- 放熱フィンはVG-204が適用されます/Available Heat Sink VG-204

Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings

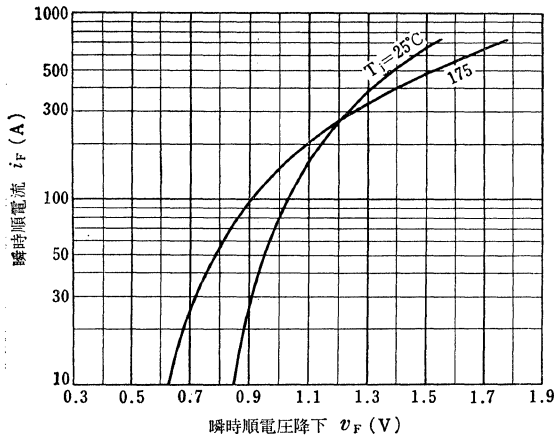
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	1600	V
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし < 5ms)	V_{RM} (non-rep.)	1900	V
平均整流電流 (单相半波)	I_o	250	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	5500(60 Hz) 5000(50 Hz)	A
接合部温度	T_j	-40~175	°C
保存温度	T_{stg}	-40~175	°C
締付けトルク	TOR	610	kg cm

電気的特性 Electrical Characteristics

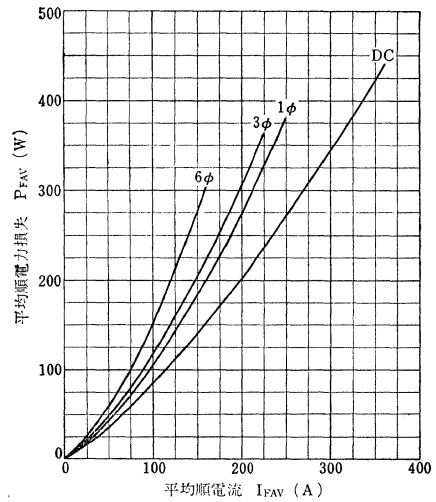
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=500A, T_c=25^\circ C$	—	1.4	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=\text{Rated}, T_j=175^\circ C$	—	30	mA
熱抵抗*	R_{th-c}	DC	—	0.23	°C/W

* Junction to Case

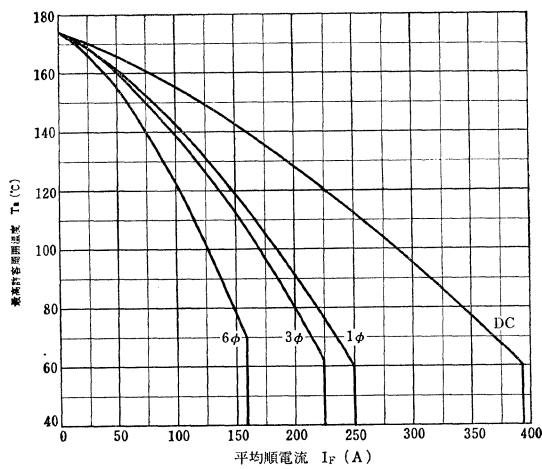
i_F-v_F



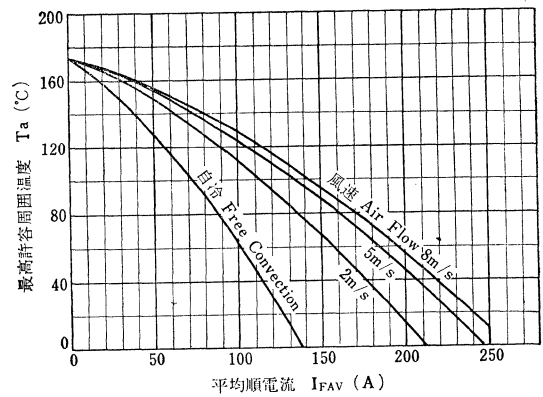
$P_{FAV}-I_{FAV}$



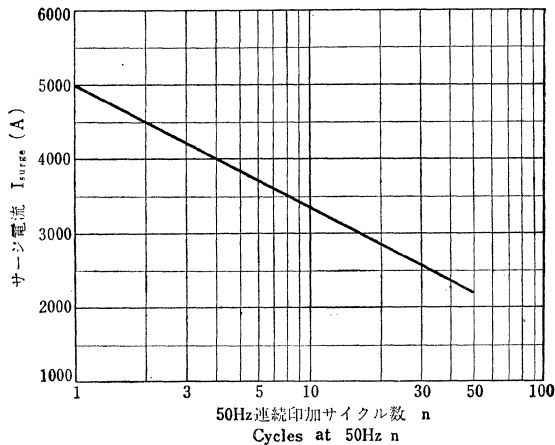
$T_{C\text{ Max}}-I_{FAV}$



$T_{a\text{ Max}}-I_{FAV}$ (单相半波 Single Phase Half Wave)
(放熱フィンVG-204使用時)
(Heat Sink VG-204)

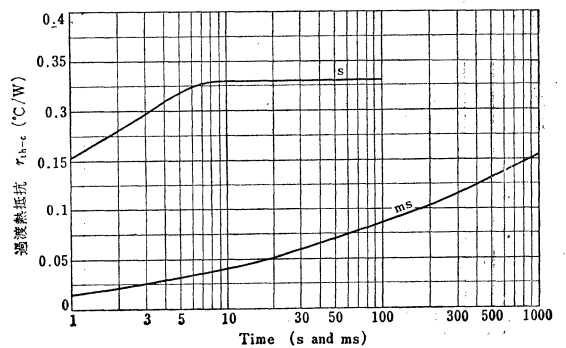


$I_{\text{surge Max.}}$ (定格負荷 Rated Load)



過渡熱抵抗特性

Transient Thermal Resistance (Junction to Case)



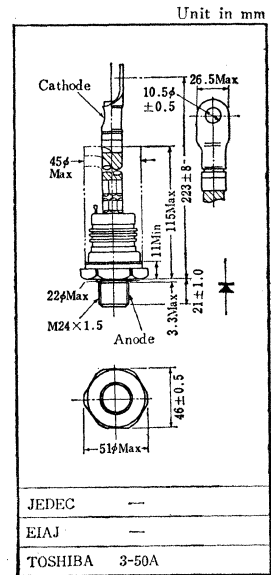
300EXD11 300FXD11,

シリコン拡散合金接合形整流素子
SILICON ALLOY DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER

○電力整流用

○ High Current Rectifier Application

- せん頭逆電圧 $V_{RM}=2500\sim 3000V$
- 平均整流電流 $I_0=300A$
- 重量 Weight=540g
- 放熱フィンには VG-204 が適用されます / Available Heat Sink VG-204



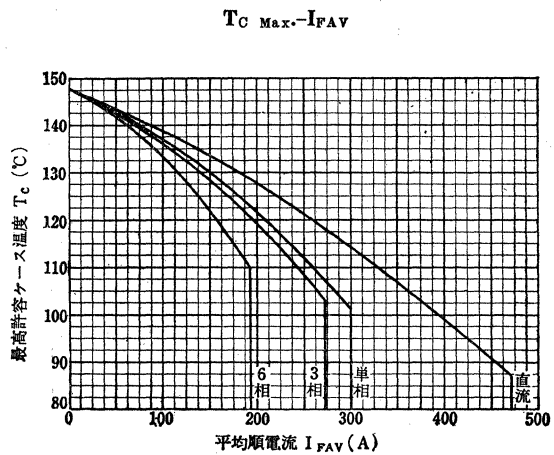
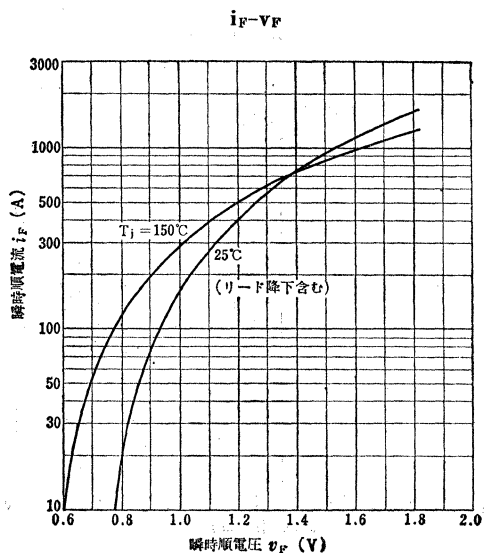
最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	300EXD11	2500	V
	300FXD11	3000	
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし < 5ms)	300EXD11	2800	V
	300FXD11	3300	
平均整流電流 (单相半波)	I_0	300	A
せん頭 1 サイクルサージ電流	I_{surge}	6500(50Hz)	A
		7000(60Hz)	
接合部温度	T_j	-40~150	°C
保存温度	T_{stg}	-40~150	°C
締付けトルク	TOR	610	kg cm

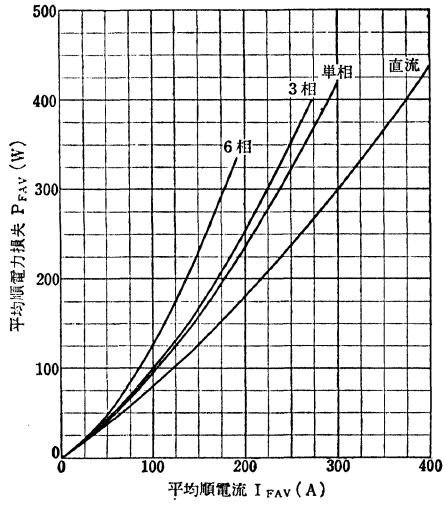
電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=1000A, T_C=25^\circ C$	—	1.54	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=\text{Rated}, T_j=150^\circ C$	—	20	mA
熱抵抗 *	R_{th-c}	DC	—	0.11	°C/W

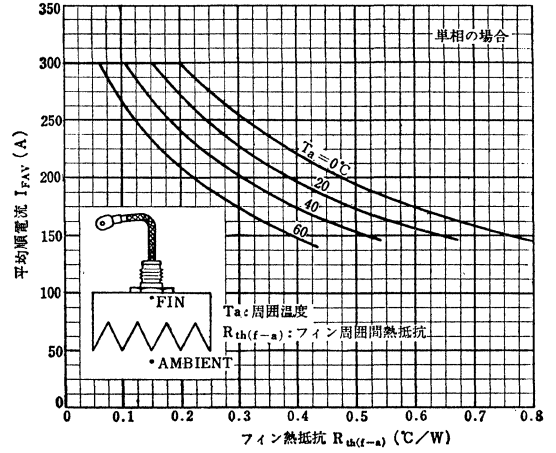
* Junction to Case



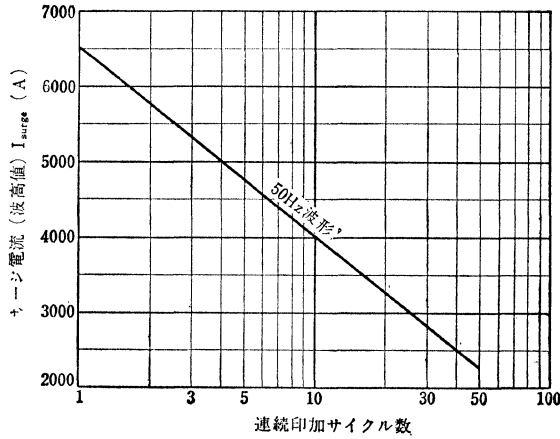
$P_{FAV} - I_{FAV}$



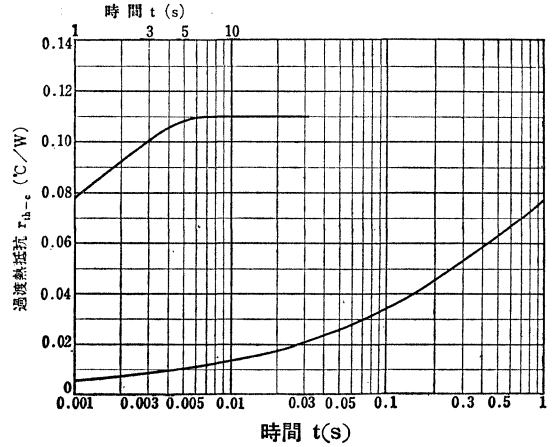
$I_{FAV} - R_{th(f-a)}$



$I_{surge Max.}$ (定格負荷 Rated Load)



Transient Thermal Resistance
Junction to Case



300LD11, 300ND11, 300QD11 300TD11, 300WD11, 300YD11

シリコン拡散合金接合形整流素子
SILICON ALLOY-DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER

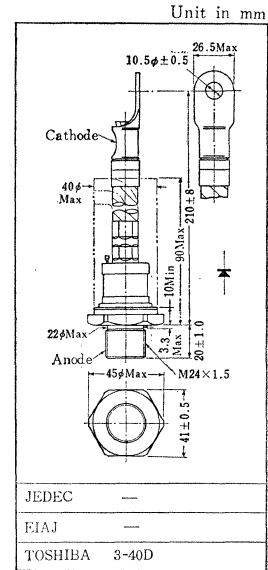
○電力整流用

○ High Current Rectifier Applications

- せん頭逆電圧 $V_{RM} = 800 \sim 2000V$
- 平均整流電流 $I_o = 350A$
- 重量 Weight = 435g
- 放熱フィンVG-204が適用されます / Available Heat Sink VG-204

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
せん頭逆電圧	V_{RM}	300LD11	800	V
		300ND11	1000	
		300QD11	1200	
		300TD11	1500	
		300WD11	1800	
		300YD11	2000	
過度せん頭逆電圧 (くり返しなし<5ms)	V_{RM} (non-rep.)	300LD11	1100	V
		300ND11	1300	
		300QD11	1500	
		300TD11	1800	
		300WD11	2200	
		300YD11	2400	
平均整流電流 (単相半波)	I_o	350	A	
せん頭1サイクルサージ電流 (10ms)	I_{surge}	7000(60Hz) 6500(50Hz)	A	
接合部温度	T_j	-40~150	°C	
保存温度	T_{stg}	-40~150	°C	
締付トルク	TOR	610	kg cm	



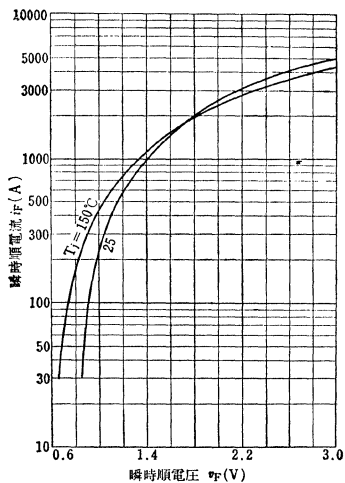
電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM} = 1000A, T_C = 25^\circ C$	—	1.42	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM} = \text{Rated}, T_j = 150^\circ C$	—	20	mA
熱抵抗*	R_{th-c}	DC	—	0.13	°C/W

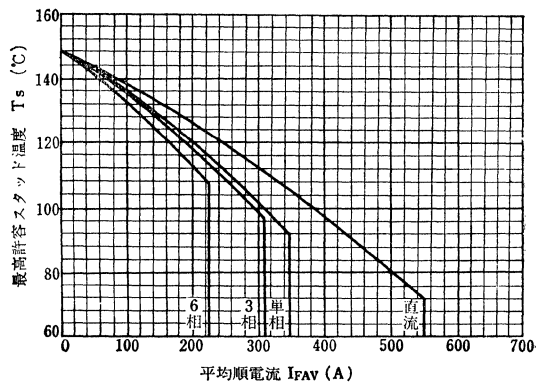
* Junction to Case

300LD11, 300ND11, 300QD11, 300TD11, 300WD11, 300YD11

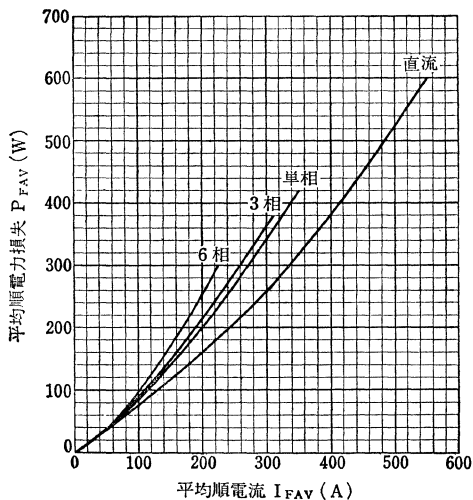
i_F-v_F



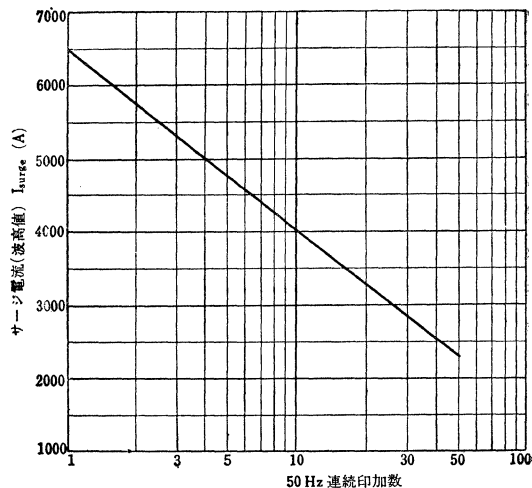
$T_C \text{ Max.} - I_{FAV}$



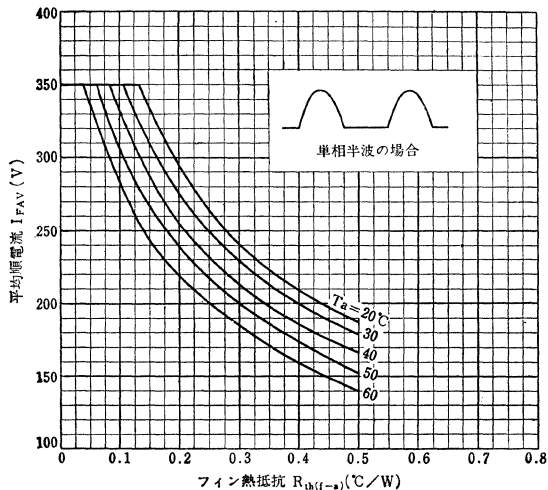
$P_{FAV} - I_{FAV}$



$I_{\text{surge Max.}}$ (定格負荷 Rated Load)

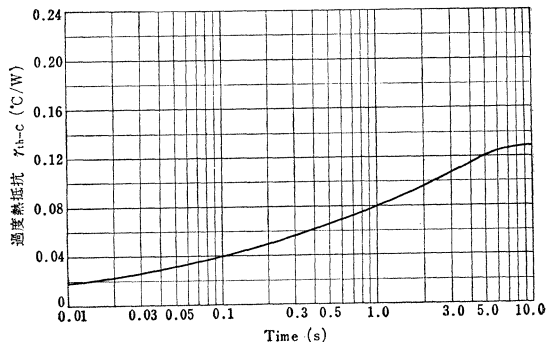


$I_{FAV} - R_{th(f-a)}$



過渡熱抵抗特性

Transient Thermal Resistance
(Junction to Case)



500HXD22

シリコン拡散合金接合形整流素子
SILICON ALLOY-DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER

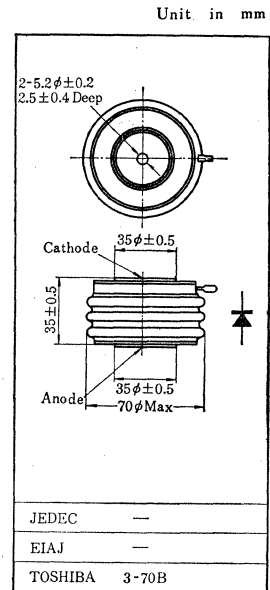
○電力整流用

○ High Current Rectifier Applications

- せん頭逆電圧 $V_{RM}=5000V$
- 平均整流電流 $I_O=500A$
- 重量 Weight=465g
- 両面冷却 風冷形: Flat Package

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	5000	V
過渡せん頭逆電圧 ($T_j=0\sim 150^\circ C$ くり返しなし<5ms)	V_{RM} (non-rep.)	5500	V
平均整流電流 (单相半波)	I_O	500	A
実効順電流	I_F	785	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	7200 (50Hz)	A
		8000 (60Hz)	
接合部温度	T_j	-40~150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-40~150	$^\circ C$
圧接力 (Mounting Force)	F	1500±150	kg



電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=1500A, T_C=25^\circ C$	—	2.0	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=\text{Rated}, T_j=150^\circ C$	—	40	mA
熱抵抗*	R_{th-f}	DC	—	0.05	$^\circ C/W$

* Junction to Fin

○電力整流用

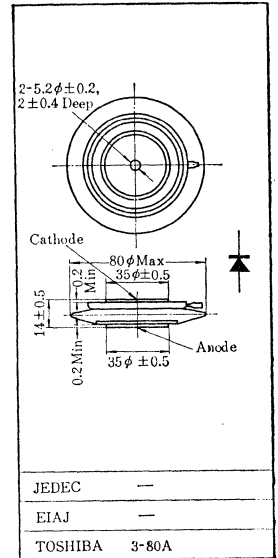
Unit in mm

○ High Current Rectifier Applications

- せん頭逆電圧 $V_{RM}=1600\sim 3000V$
- 平均整流電流 $I_o=800A$
- 重量 Weight=235g
- 両面冷却・油冷形; Flat package

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
せん頭逆電圧	V_{RM}	800UD21	1600	V
		800YD21	2000	
		800EXD21	2500	
		800YKD21	2700	
		800FXD21	3000	
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし < 5ms) ($T_j=0\sim 150^\circ C$)	V_{RM} (non-rep.)	800UD21	1900	V
		800YD21	2400	
		800EXD21	2750	
		800YKD21	3050	
		800FXD21	3300	
平均整流電流 (単相半波)	I_o	800	A	
実効順電流	I_f	1260	A	
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	12800(50Hz)	A	
		14000(60Hz)		
接合部温度	T_j	-40~150	$^\circ C$	
保存温度	T_{stg}	-40~150	$^\circ C$	
圧接力 (Mounting Force)	F	1500±150	kg	



電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=2500A, T_c=25^\circ C$	—	1.55	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=\text{Rated}, T_j=150^\circ C$	—	30	mA
熱抵抗*	R_{th-f}	DC	—	0.04	$^\circ C/W$

* Junction to Fin.

800UD22, 800YD22, 800EXD22 800YKD22, 800FXD22

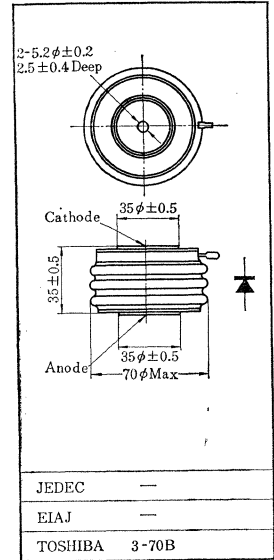
シリコン拡散合金接合形整流素子
SILICON ALLOY-DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER

○電力整流用

○ High Current Rectifier Applications.

- せん頭逆電圧 $V_{RM}=1600\sim 3000V$
- 平均整流電流 $I_O=800A$
- 重量 Weight=465g
- 両面冷却 風冷形; Flat Package

Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
せん頭逆電圧	V_{RM}	800UD22	1600	V
		800YD22	2000	
		800EXD22	2500	
		800YKD22	2700	
		800FXD22	3000	
過渡せん頭逆電圧 ($T_J=0\sim 150^\circ C$ くり返しなし<5ms)	V_{RM} (non-rep.)	800UD22	1900	V
		800YD22	2400	
		800EXD22	2750	
		800YKD22	3050	
		800FXD22	3300	
平均整流電流 (单相半波)	I_O	800	A	
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	12800(50Hz)	A	
		14000(60Hz)		
接合部温度	T_J	-40~150	°C	
保存温度	T_{stg}	-40~150	°C	
圧接力量 Mounting Force	F	1500±150	kg	

電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=2500A, T_C=25^\circ C$	—	1.55	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=\text{Rated}, T_J=150^\circ C$	—	30	mA
熱抵抗*	R_{th-f}	DC	—	0.05	°C/W

* Junction to Fin

シリコン拡散合金接合形整流素子
SILICON ALLOY-DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER (TENTATIVE)

1600FD21

○電力整流用

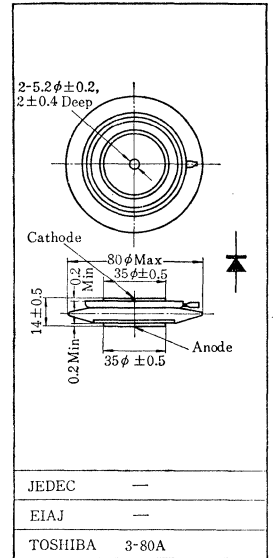
○ High Current Rectifier Applications

- せん頭逆電圧 $V_{RM}=300V$
- 平均整流電流 $I_o=1600A$
- 重量 Weight=235g
- 両面冷却 油冷形: Flat Package

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	300	V
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし<5ms)	V_{RM} (non-rep.)	360	V
平均整流電流 (单相半波)	I_o	1600	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	28000(60Hz) 25000(50Hz)	A
接合部温度	T_j	-40~175	°C
保存温度	T_{stg}	-40~175	°C
圧接力 Mounting Force	F	1500±150	kg

Unit in mm



電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=5000A, T_c=25^{\circ}C$	--	1.60	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=\text{Rated}, T_j=150^{\circ}C$	--	30	mA
熱抵抗*	R_{th-f}	DC	--	0.04	°C

* Junction to Fin

1600EXD22, 1600FXD22

SILICON ALLOY-DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER (TENTATIVE)

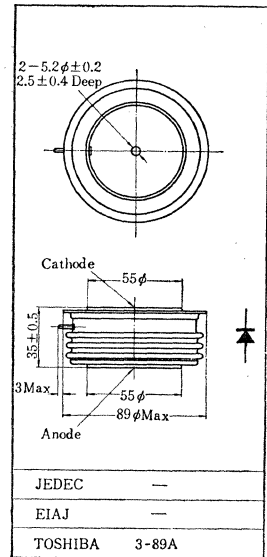
シリコン拡散合金接合形整流素子

○電力整流用

○ High Current Rectifier Applications

- せん頭逆電圧 $V_{RM}=2500\sim3000V$
- 平均整流電流 $I_O=1600A$
- 重量 Weight=940g
- 両面冷却・風冷形; Flat Package

Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
せん頭逆電圧	V_{RM}	1600EXD22	2500	V
		1600FXD22	3000	
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし $<5ms$) ($T_J=0\sim150^\circ C$)	V_{RM} (non-rep.)	1600EXD22	2750	V
		1600FXD22	3300	
平均整流電流 (単相半波)	I_O	1600	A	
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	28000(60Hz)	A	
		25000(50Hz)		
接合部温度	T_J	-40~150	$^\circ C$	
保存温度	T_{slg}	-40~150	$^\circ C$	
圧接力 Mounting Force	F	2000±200	kg	

電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=5000A, I_C=25^\circ C$	—	1.85	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=\text{Rated}, T_J=150^\circ C$	—	50	mA
熱抵抗*	R_{th-f}	DC	—	0.028	$^\circ C/W$

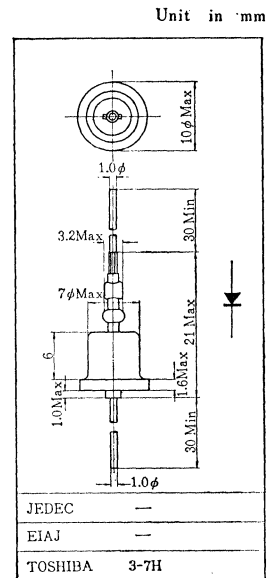
* Junction to Fin

- 放送機の高圧整流電源用 ○一般高圧整流電源用
○ Broad Caster's High Voltage Rectifier Applications
○ General High Voltage Rectifier applications

- 平均整流電流 ; $I_O=1A$
- 許容サージ逆電力 ; $P_{RM}=1.0kW$
- 過渡電圧サージに対して自己保護形 / Be able to absorb momentary power surge
- 直列接続の場合、分圧抵抗を必要としない / No shunting resistor is necessary, when series operation is required

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	1LE11	800	V
	1NE11	1000	
	1QE11	1200	
許容サージ逆電力 ($10\mu s$ $T_j=25^\circ C$)	P_{RM}	1.0	kW
平均整流電流 ($T_a=50^\circ C$)	I_O	1.0	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	50(50Hz)	A
接合部温度 (動作時)	T_j	-40~150	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-40~150	$^\circ C$



電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
アバランシェ降伏電圧	1LE11	$I_{RM}=1mA, T_a=25^\circ C$	1000	1300	V
	1NE11		1250	1550	
	1QE11		1500	1900	
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=5A, T_a=25^\circ C$	—	1.2	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$T_j=175^\circ C$ $V_{RM}=\text{Rated}$	—	0.4	mA
熱抵抗*	R_{th-a}	DC	—	100	$^\circ C/W$

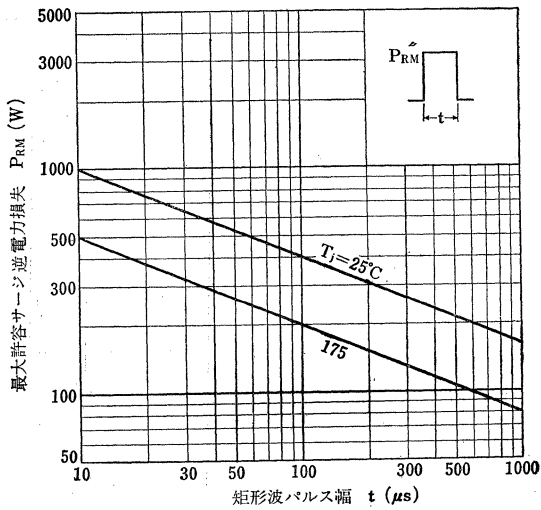
* Junction to Ambient.

Note : 直列接続の場合、並列コンデンサは0.01 μF を推奨します

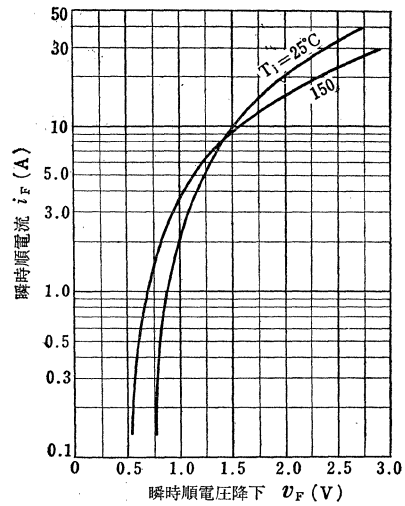
At the Series Operation, parallel Capacitors (0.01 μF) to the device are recommended to attach.

1LE11, 1NE11, 1QE11

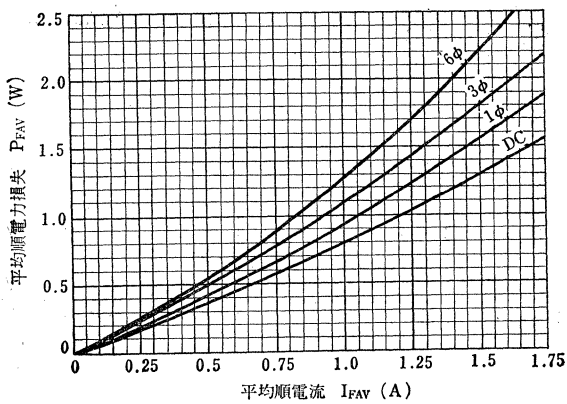
$P_{RM} \text{ Max.}-t$



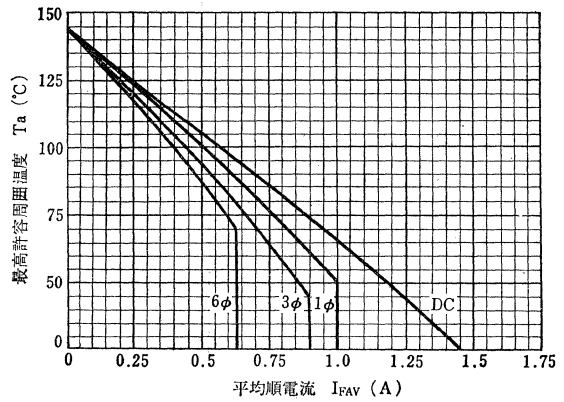
i_F-v_F



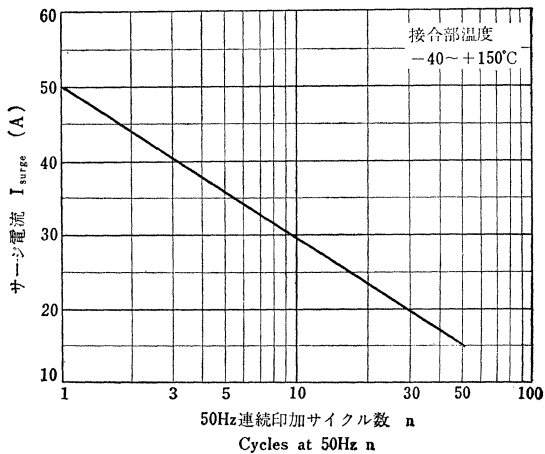
$P_{FAV}-I_{FAV}$



$T_a \text{ Max.}-I_{FAV}$



$I_{surge} \text{ Max.}$ (定格負荷 Rated Load)



○放送機の高圧整流電源用

Broad Caster's High Voltage Rectifier Applications

○一般高圧整流電源用

General High Voltage Rectifier Applications

- 平均整流電流； $I_0=3A$
- 許容サージ逆電力； $P_{RM}=1.4kW$
- 過渡電圧サージに対して自己保護形
Be able to absorb momentary power surge
- 直列接続の場合、分圧抵抗を必要としない。 / No shunting resistor is necessary when series operation is required.
- 放熱フィン は VG-205B が適用されます。
Available Heat Sink; VG-205B

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	500	V
		1000	
		1200	
許容サージ逆電力 (10 μ s $T_j=25^\circ C$)	P_{RM}	1.4	kW
平均整流電流($T_c=150^\circ C$)	I_0	3	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	90(50Hz)	A
接合部温度(動作時)	T_j	-40~175	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-40~175	$^\circ C$
締付けトルク	TOR	18	kg cm

電気的特性 Electrical Characteristics

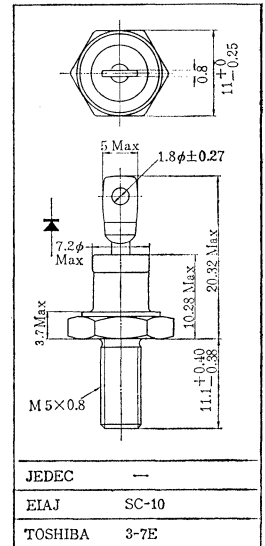
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
アバランシェ降伏電圧	V_Z	$I_{RM}=5mA, T_a=25^\circ C$	1000	1300	V
			1250	1550	
			1500	1900	
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=15A, T_a=25^\circ C$	—	1.3	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$T_j=175^\circ C, V_{RM}=\text{Rated}$	—	0.72	mA
			—	0.56	
			—	0.47	
熱抵抗*	R_{th-c}	DC	—	3.5	$^\circ C/W$

* Junction to case

Note : 直列接続の場合並列コンデンサは0.02 μF を推奨します。

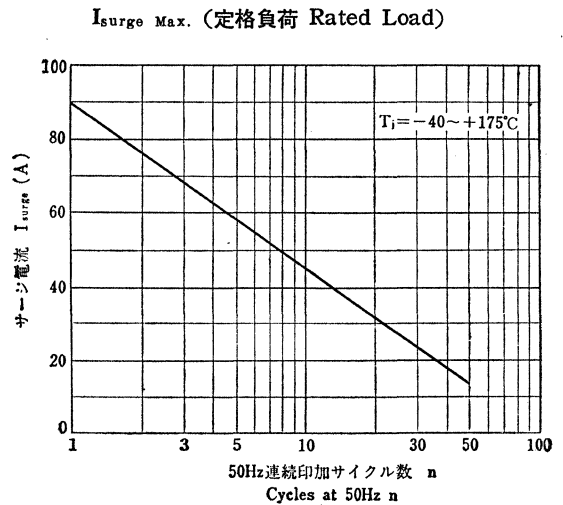
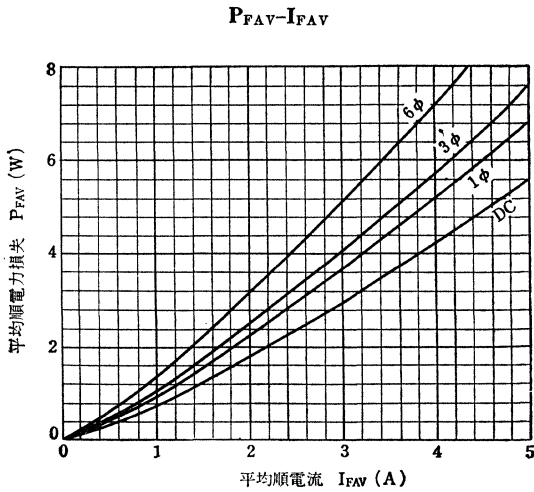
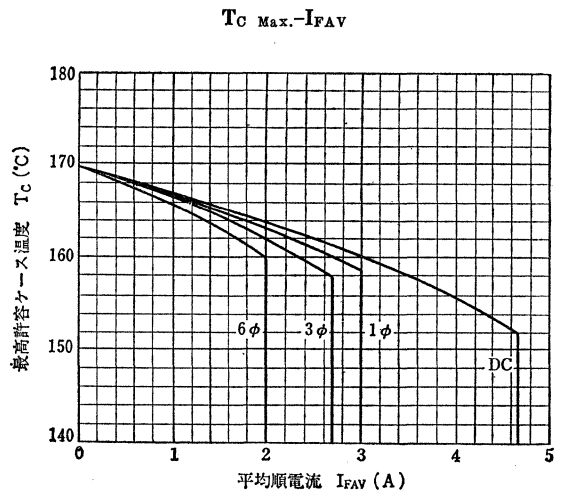
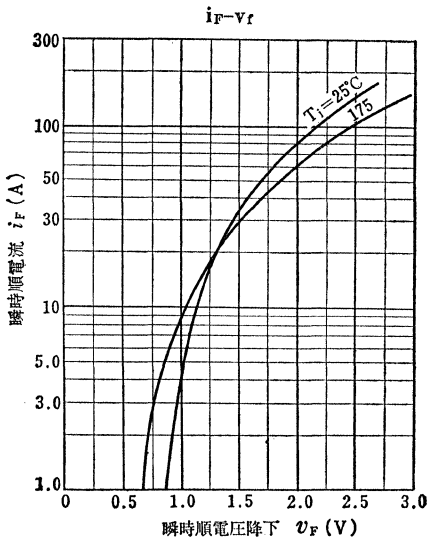
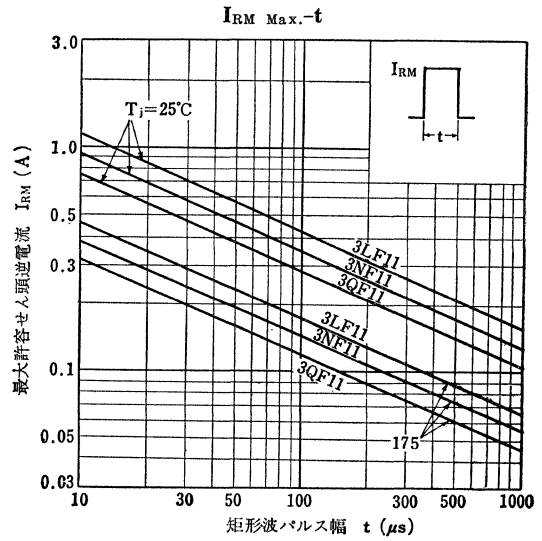
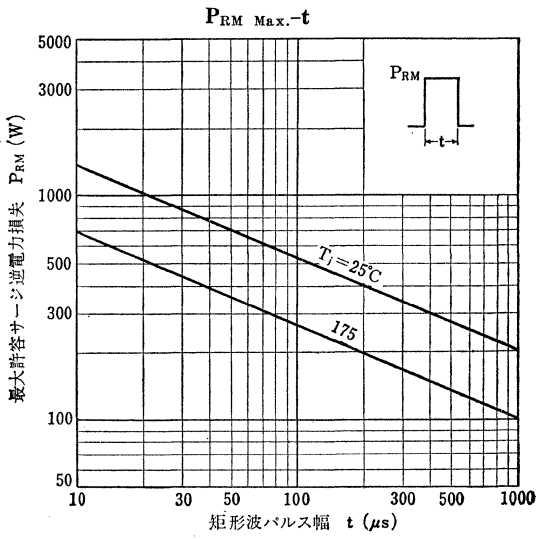
At the series operation, parallel capacitors (0.02 μF) to the device are recommended to attach.

Unit in mm



アクセサリはAC33Aが付属
Mounting Kit No. AC33A

3LF11, 3NF11, 3QF11



○放送機の高圧整流電源用 ○一般高圧整流電源用

○ Broad Caster's High Voltage Rectifier Applications ○ General High Voltage Rectifier Applications

- 平均整流電流 ; $I_o = 6A$
- 許容サージ逆電力 ; $P_{RM} = 2kW$
- 過渡電圧サージに対して自己保護形
Be able to absorb momentary power surge
- 直列接続の場合, 分圧抵抗を必要としない
No shunting resistor is necessary when series operation is required
- 放熱フィン は VG-205B が適用されます。
Available Heat Sink ; VG-205B

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	6LF11	800	V
	6NF11	1000	
	6QF11	1200	
許容サージ逆電力 ($10\mu s$ $T_j = 25^\circ C$)	P_{RM}	2.0	kW
平均整流電流 ($T_c = 140^\circ C$)	I_o	6	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	150(50Hz)	A
接合部温度 (動作時)	T_j	-40~175	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-40~175	$^\circ C$
締付けトルク	TOR	18	kg cm

電気的特性 Electrical Characteristics

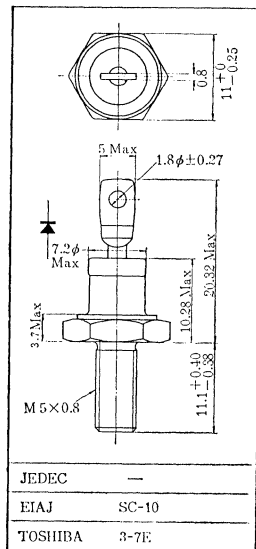
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
アバランシェ降伏電圧	6LF11	$I_{RM} = 5mA, T_a = 25^\circ C$	1000	1300	V
	6NF11		1250	1550	
	6QF11		1500	1900	
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_F = 30A, T_a = 25^\circ C$	—	1.35	V
せん頭逆電流	6LF11	$T_j = 175^\circ C, V_{RM} = \text{Rated}$	—	1.8	mA
	6NF11		—	1.6	
	6QF11		—	1.4	
熱抵抗*	R_{th-c}	DC	—	3.0	$^\circ C/W$

* Junction to case

Note: 直列接続の場合並列コンデンサは $0.02\mu F$ を推奨します。

At the series operations, parallel capacitors ($0.02\mu F$) to the device are recommended to attach.

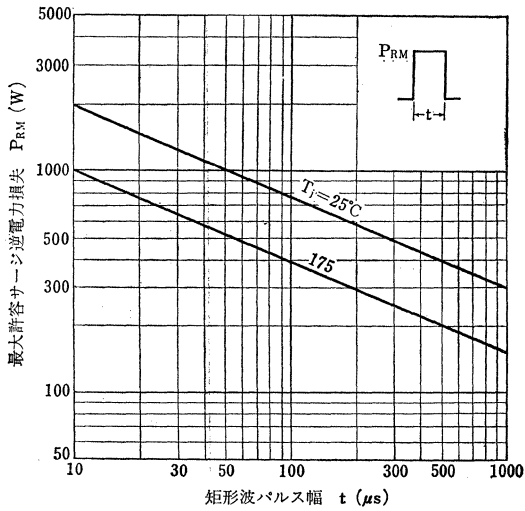
Unit in mm



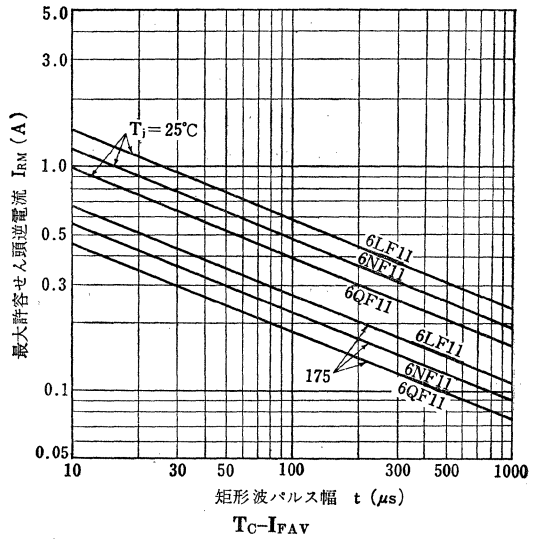
アクセサリは AC33A が付属
Mounting Kit No. AC33A

6LF11, 6NF11, 6QF11

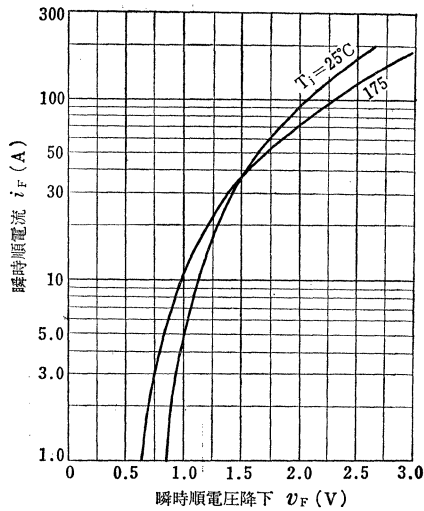
$P_{RM} \text{ Max.}-t$



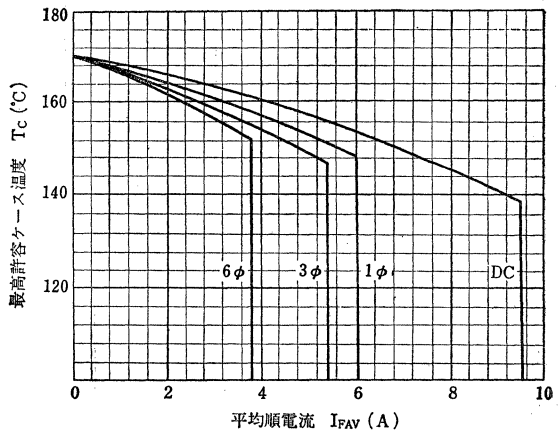
$I_{RM} \text{ Max.}-t$



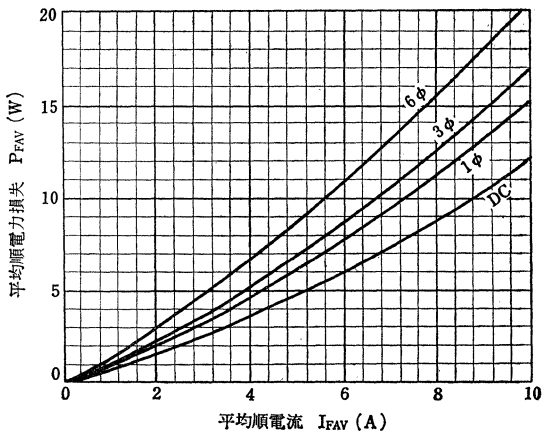
i_F-v_F



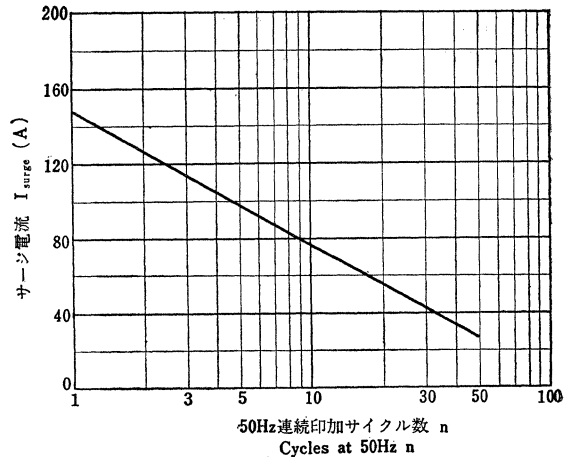
T_C-I_{FAV}



$P_{FAV}-I_{FAV}$



$I_{surge \text{ Max}}$ (定格負荷 Rated Load)

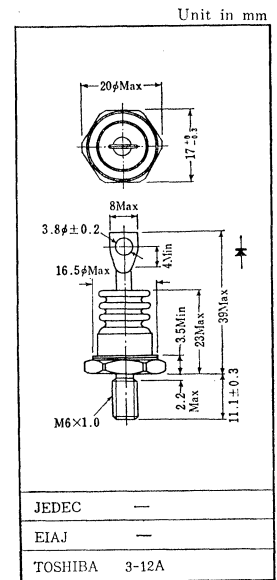


- 放送機の高圧整流電源用 ○一般高圧整流電源用
○ Broad Caster's High Voltage Rectifier Applications ○ General High Voltage Rectifier Applications

- 平均整流電流； $I_O=6A$
- 許容サージ逆電力； $P_{RM}=2kW$
- 過渡電圧サージに対して自己保護形 / Be able to absorb momentary power surge.
- 直列接続の場合、分圧抵抗を必要としない / No shunting resistor necessary when series operation is required
- 放熱フィンには VG-207B が適用されます / Available Heat Sink VG-207B.

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	3000	V
許容サージ逆電力 ($10\mu s, T_j=25^\circ C$)	P_{RM}	2	kW
平均整流電流 ($T_c=140^\circ C$)	I_O	6	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	150 (50Hz)	A
接合部温度 (動作時)	T_j	-40~175	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-40~175	$^\circ C$
締付けトルク	TOR	35	kg cm



アクセサリは AC32が付属
Mounting Kit No. AC32

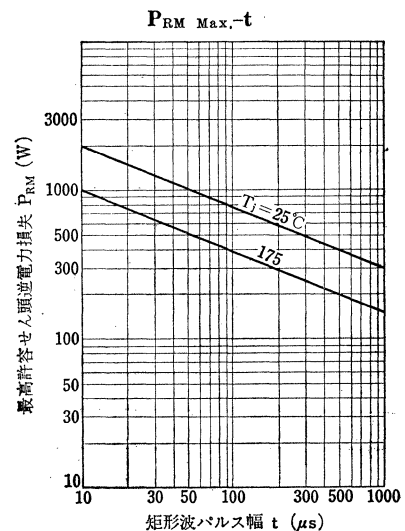
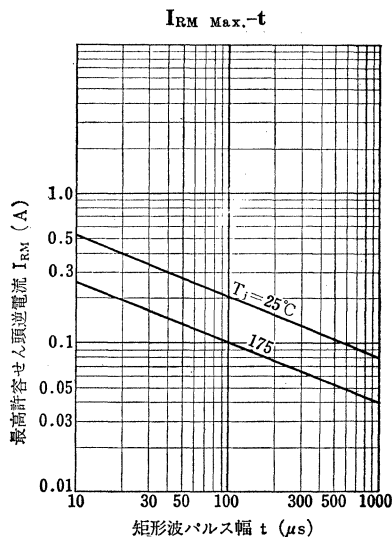
電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
アバランシェ降伏電圧	V_Z	$I_{RM}=5mA, T_a=25^\circ C$	3300	4200	V
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=20A, T_a=25^\circ C$	—	1.30	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$T_j=175^\circ C, V_{RM}=\text{Rated}$	—	4.0	mA
熱抵抗*	R_{th-c}	DC	—	2.5	$^\circ C/W$

* Junction to Case

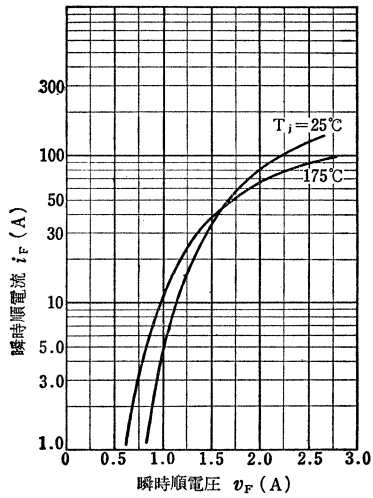
Note : 直列接続の場合並列コンデンサは $0.05\mu F$ を推奨します。

At the series operations, parallel capacitors ($0.05\mu F$) to the device are recommended to attach.

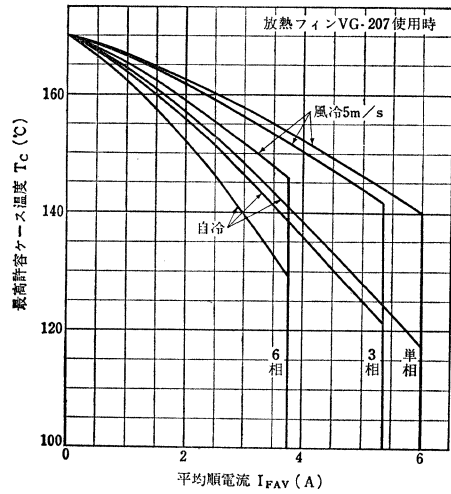


6FXF11

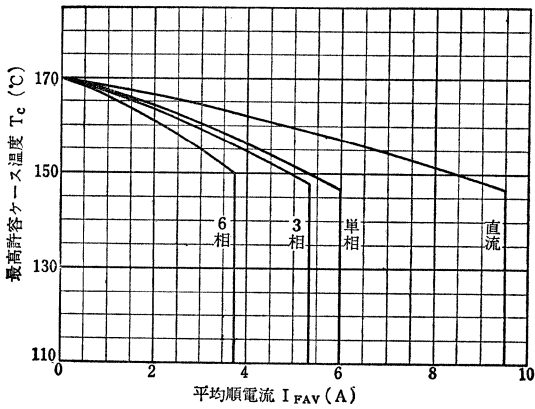
$i_F - v_F$



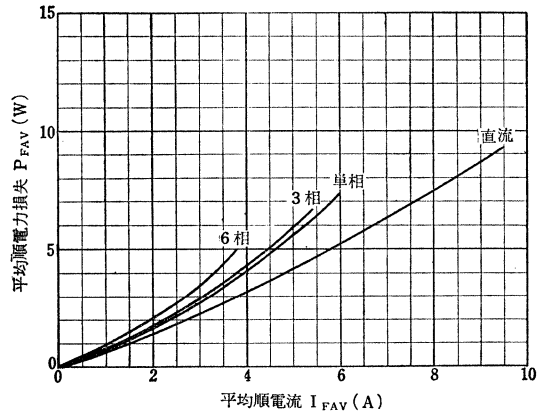
$T_C \text{ Max.} - I_{FAV}$



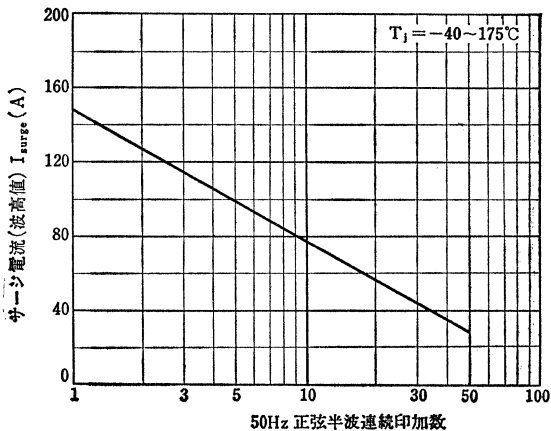
$T_C \text{ Max.} - I_{FAV}$



$P_{FAV} - I_{FAV}$

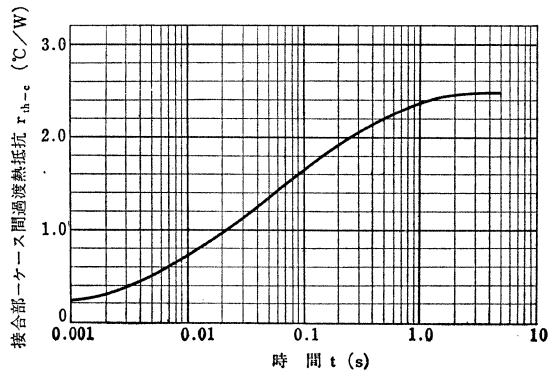


$I_{\text{surge Max.}}$ (定格負荷 Rated Load)



過渡熱抵抗特性

Transient Thermal Resistance (Junction to Case)



- 放送機の高圧整流電源用 ○一般高圧整流電源用
○ Broad Caster's High Voltage Rectifier Applications ○General High Voltage Rectifier Applications

- 平均整流電流; $I_O=12A$
- 許容サージ逆電力; $P_{RM}=3.8kW$
- 過渡電圧に対して自己保護形。
Be able to absorb momentary power surge.
- 直列接続の場合分圧抵抗を必要としない。
No shunting resistors is necessary when series operation is required.
- 放熱フィンVG-207B が適用されます。
Available Heat Sink ; VG-207B

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	12LF11	800
		12NF11	1000
		12QF11	1200
許容サージ逆電力(10 μ s $T_C=25^\circ C$)	P_{RM}	3.8	kW
平均整流電流 ($T_C=135^\circ C$)	I_O	12	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surgo}	240(50Hz)	A
接合部温度 (動作時)	T_j	-40~175	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-40~175	$^\circ C$
締付けトルク	TOR	35	kg cm

電気的特性 Electrical Characteristics

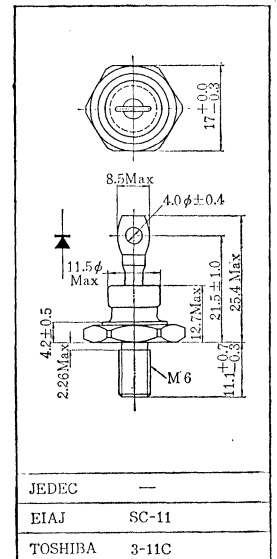
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
アバランシェ降伏電圧	V_Z	$I_{RM}=5mA$ $T_a=25^\circ C$	1000	—	1300	V
			1250	—	1550	
			1500	—	1900	
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=50A, T_a=25^\circ C$	—	—	1.5	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$T_j=175^\circ C, V_{RM}=\text{Rated}$	—	—	2.0	mA
			—	—	1.75	
			—	—	1.5	
熱抵抗*	R_{th-c}	DC	—	—	2	$^\circ C/W$

* Junction to Case

Note : 直列接続の場合、並列コンデンサは0.05 μF を推奨します。

At the series operations, parallel capacitors (0.05 μF) to the device are recommended to attach.

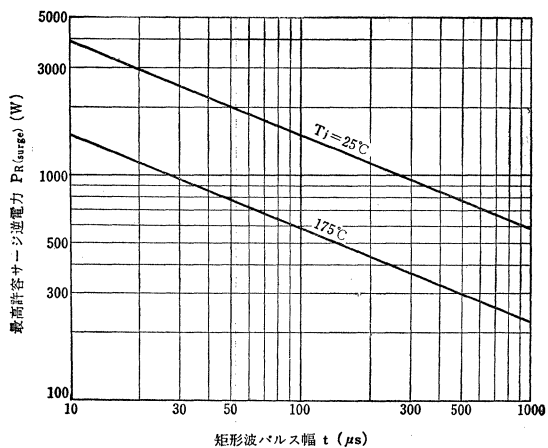
Unit in mm



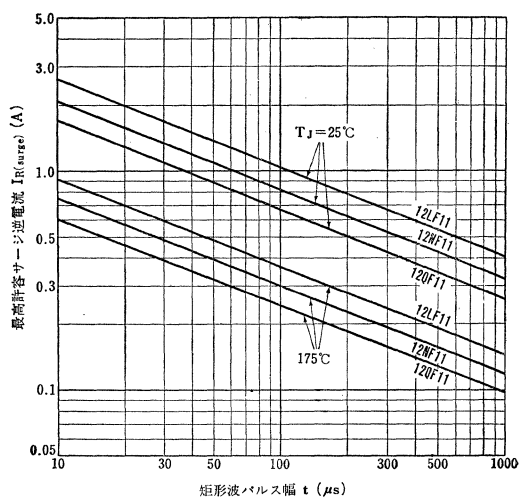
アクセサリはAC32 が付属
Mounting Kit No. AC32

12LF11, 12NF11, 12QF11

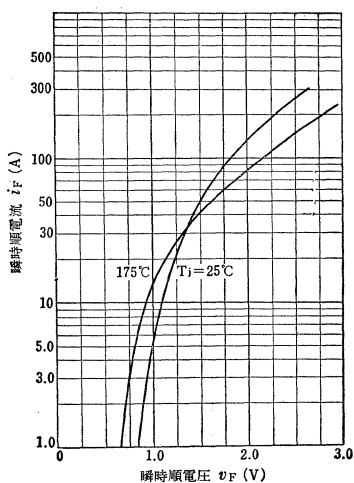
$P_{RM} \text{ Max.}-t$



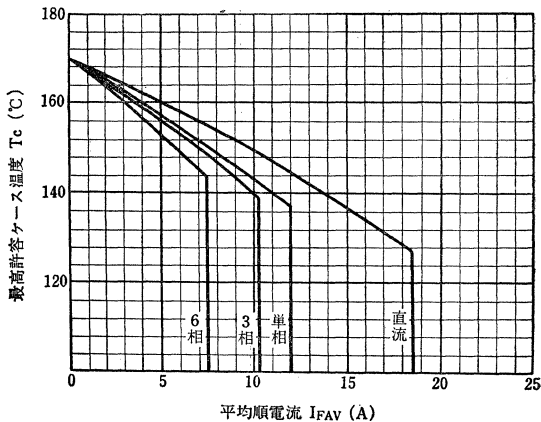
$I_{RM} \text{ Max.}-t$



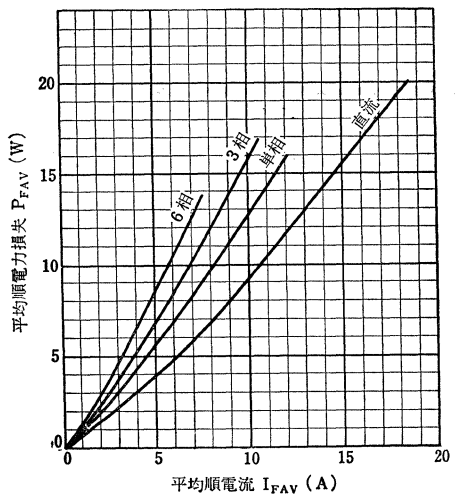
i_F-v_F



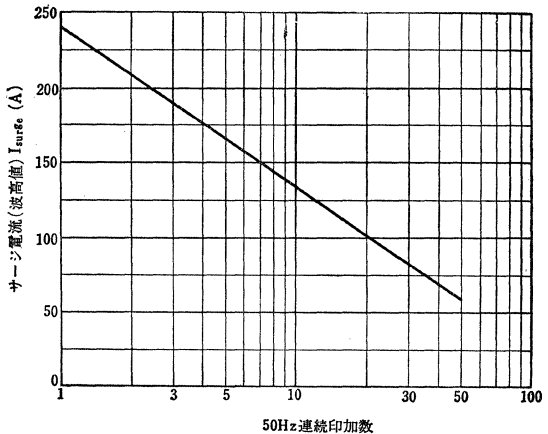
$T_C \text{ Max.}-I_{FAV}$



$P_{FAV}-I_{FAV}$



$I_{surge} \text{ Max. (定格負荷 Rated Load)}$



○放送機の高圧整流電源用 ○一般高圧整流電源用

○ Broad Caster's High Voltage Rectifier Applications. ○ General High Voltage Rectifier Applications.

- 平均整流電流; $I_o=12A$
- 許容サージ逆電力; $P_{RM}=3.8kW$
- 過渡電圧に対して自己保護形/Be able to absorb momentary power surge.
- 直列接続の場合, 分圧抵抗を必要としない / No shunting resistors is necessary when series operation is required
- 放熱フィン VG-207B が適用されます / Available Heat Sink VG-207B.

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	3000	V
許容サージ逆電力 ($10\mu s$ $T_j=25^\circ C$)	P_{RM}	3.8	kW
平均整流電流 ($T_c=140^\circ C$)	I_o	12	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	240(50Hz)	A
接合部温度 (動作時)	T_j	-40~175	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-40~175	$^\circ C$
締付トルク	TOR	35	kg cm

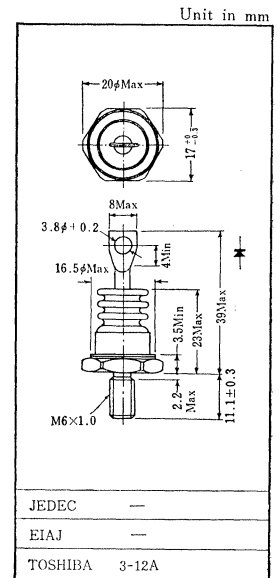
電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
アバランシェ降伏電圧	V_z	$I_{RM}=5mA$, $T_a=25^\circ C$	3300	4200	V
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=40A$, $T_a=25^\circ C$	—	1.40	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$T_j=175^\circ C$, $V_{RM}=\text{Rated}$	—	4.0	mA
熱抵抗*	R_{th-c}	DC	—	1.5	$^\circ C/W$

* Junction to case.

Note 直列接続の場合並列コンデンサーは $0.05 \mu F$ を推奨します。

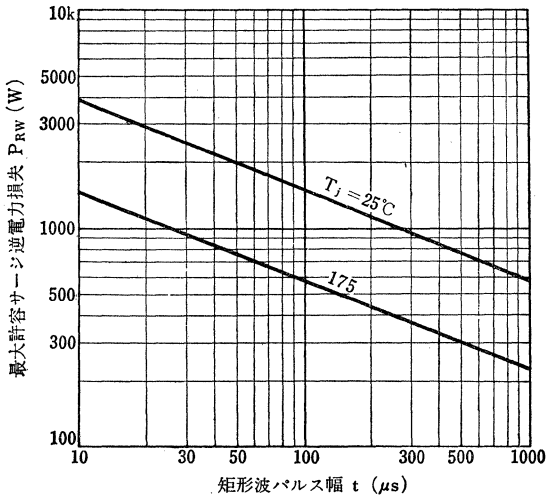
At the series operations, parallel capacitors ($0.05\mu F$) to the device are recommended to attach.



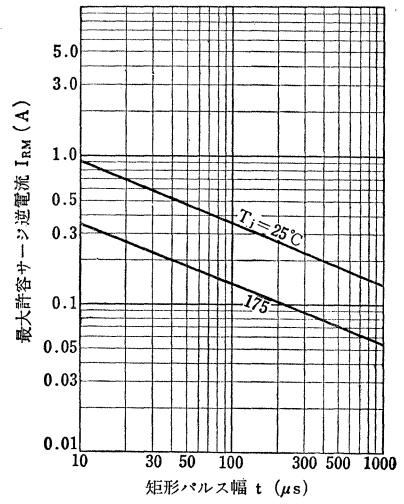
アクセサリはAC32が付属
Mounting Kit No. AC32.

12FXF11

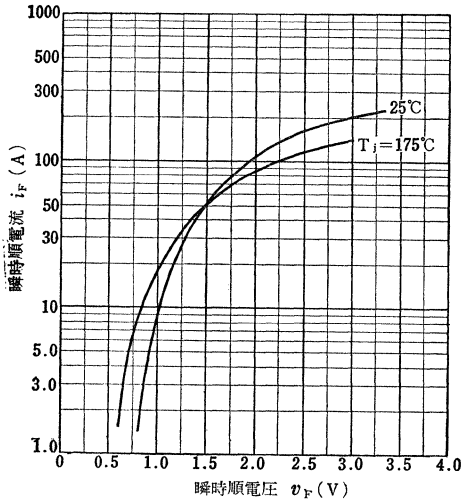
$P_{RM} \text{ Max.}-t$



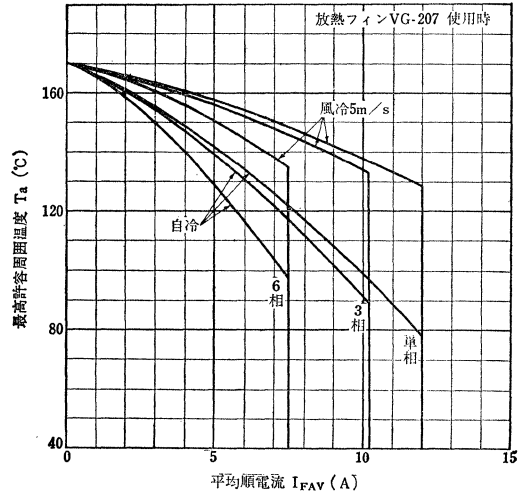
$I_{RM} \text{ Max.}-t$



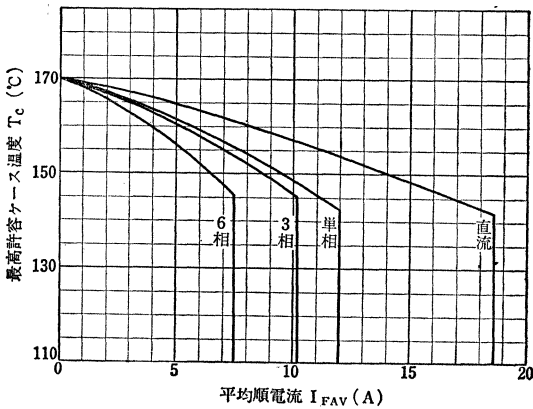
i_F-v_F



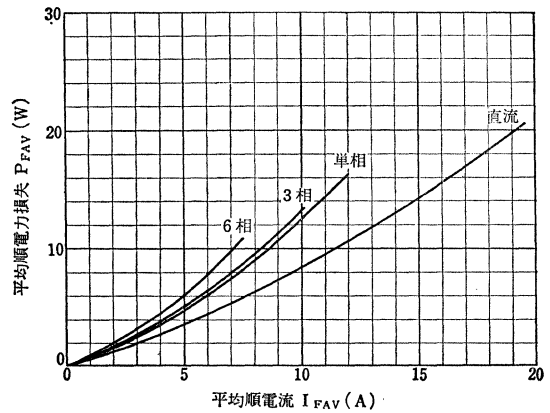
$T_a \text{ Max.}-I_{FAV}$



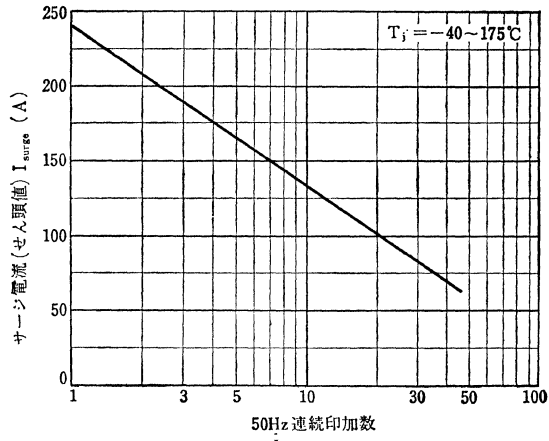
$T_c \text{ Max.}-I_{FAV}$



$P_{FAV}-I_{FAV}$

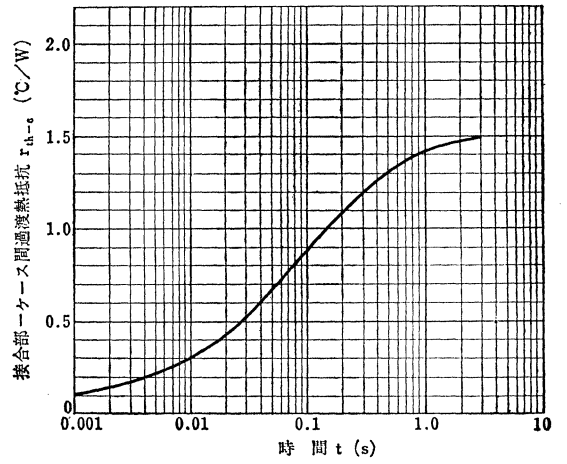


I_{surge} Max. (定格負荷 Rated Load)



過渡熱抵抗特性

Transient Thermal Resistance (Junction to case)



25LF11, 25NF11, 25QF11

シリコン拡散合金接合形アバランシェ整流素子
SILICON ALLOY-DIFFUSED JUNCTION AVALANCHE RECTIFIER

- 放送機の高圧整流電源用 ○一般高圧整流電源用
- Broad Caster's High Voltage Rectifier Applications
- General High Voltage Rectifier Applications

- 平均整流電流; $I_O=25A$
- 許容サージ逆電力; $P_{RM}=12kW$
- 過渡電圧に対して自己保護形/ Be able to absorb momentary power surge.
- 直列接続の場合分圧抵抗を必要としない/ No shunting resistor is necessary when series operation is required,
- 放熱フィンには VG-207B が適用されます/ Available Heat Sink; VG-207B.

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	25LF11	800	V
	25NF11	1000	
	25QF11	1200	
許容サージ逆電力($10\mu s, T_j=25^\circ C$)	P_{RM}	12	kW
平均整流電流 ($T_c=135^\circ C$)	I_O	25	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	500(50Hz)	A
接合部温度 (動作時)	T_j	-40~175	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-40~175	$^\circ C$
締付トルク	TOR	35	kg cm

電気的特性 Electrical Characteristics

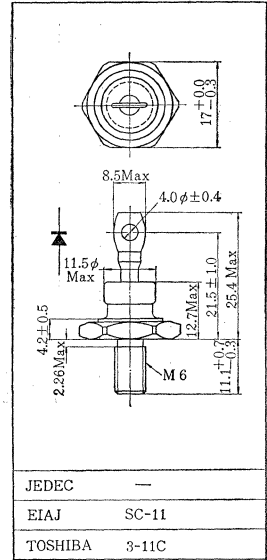
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
アバランシェ降伏電圧	25LF11	$I_{RM}=5mA, T_a=25^\circ C$	1000	1300	V
	25NF11		1250	1550	
	25QF11		1500	1900	
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=100A, T_a=25^\circ C$	—	1.38	V
せん頭逆電流	25LF11	$T_j=175^\circ C, V_{RM}=\text{Rated}$	—	3.0	mA
	25NF11		—	2.5	
	25QF11		—	2.0	
熱抵抗*	R_{th-c}	DC	—	1.0	$^\circ C/W$

* Junction to Case.

Note..直列接続の場合、並列コンデンサーは $0.05\mu F$ を推奨します

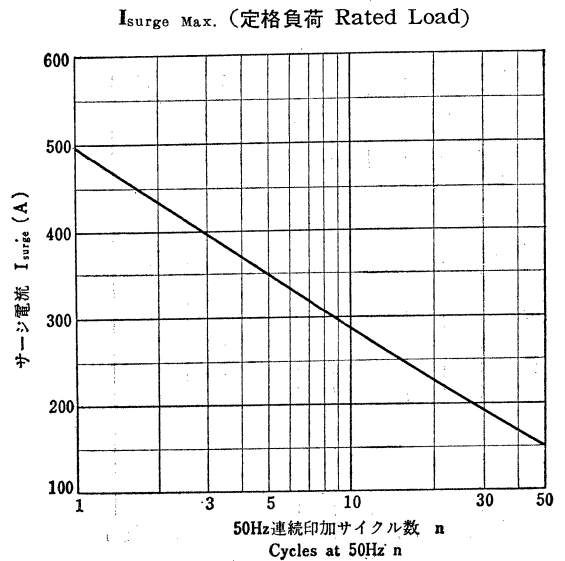
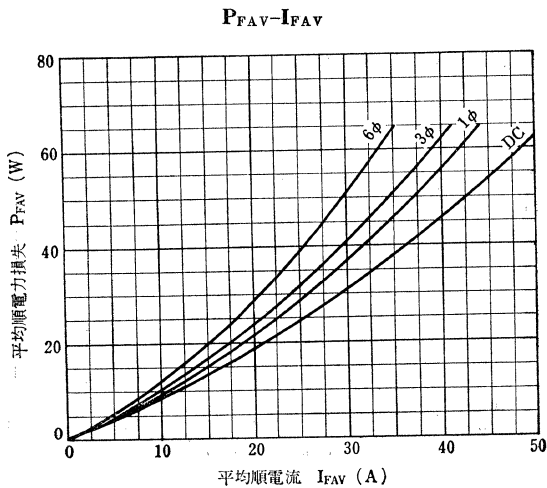
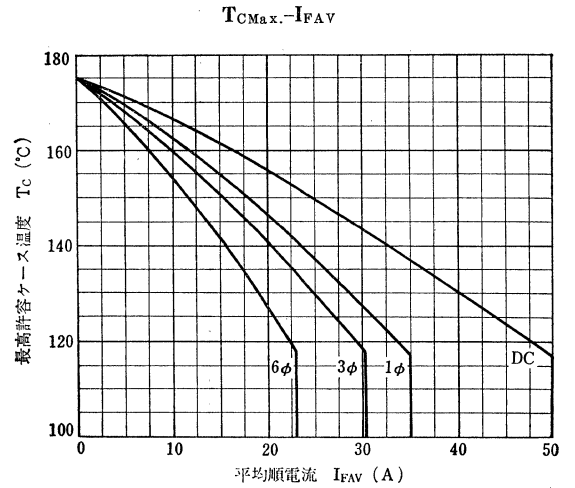
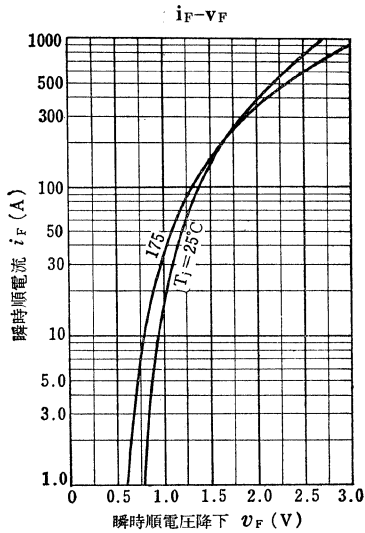
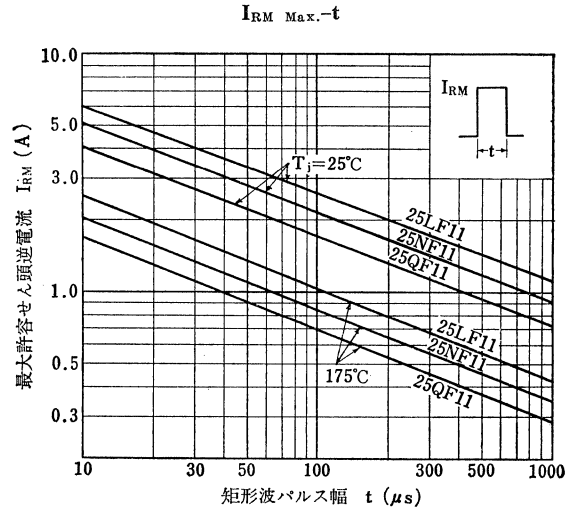
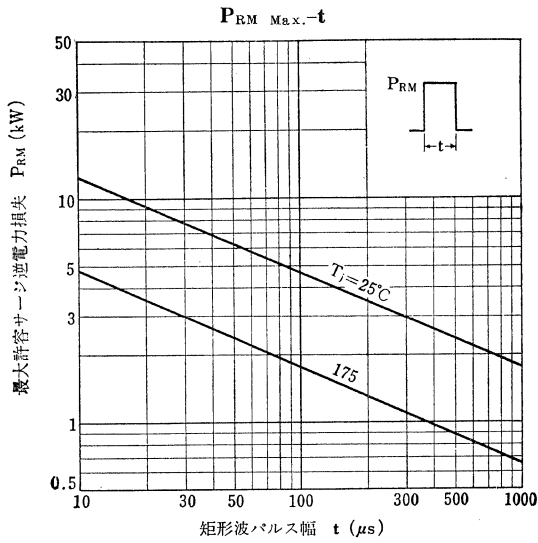
At the series operations, parallel capacitors ($0.05\mu F$) to the device are recommended to attach.

Unit in mm



アクセサリはAC32が付属
Mounting Kit No. AC32

25LF11, 25NF11, 25QF11



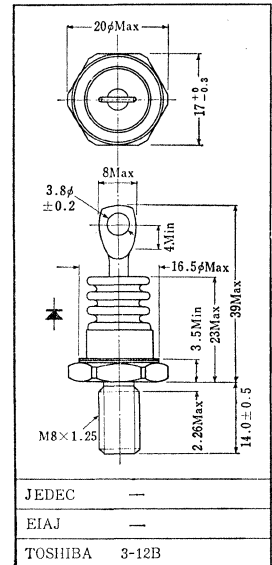
25FXF11

シリコン拡散合金接合形アバランシェ整流素子
SILICON ALLOY-DIFFUSED JUNCTION AVALANCHE RECTIFIER

- 放送機の高圧整流電源用 ○一般高圧整流電源用
○ Broad Caster's High Voltage Rectifier Applications ○ General High Voltage Rectifier Applications.

- 平均整流電流; $I_o=25A$
- 許容サージ逆電力; $P_{RM}=8kW$
- 過渡電圧に対して自己保護形/Be able to absorb momentary power surge.
- 直列接続の場合, 分圧抵抗を必要としない/No shunting resistor is necessary when series operation is required
- 放熱フィンVG-235が適用されます/ Available Heat Sink VG-235

Unit in mm



アクセサリは AC56 が付属
Mounting Kit No.AC56

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	3000	V
許容サージ逆電力 ($10\mu s, T_j=25^\circ C$)	P_{RM}	8	kW
平均整流電流 ($T_C=140^\circ C$)	I_o	25	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	500 (50Hz)	A
接合部温度 (動作時)	T_j	-40~175	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-40~175	$^\circ C$
締付けトルク	TOR	60	kg cm

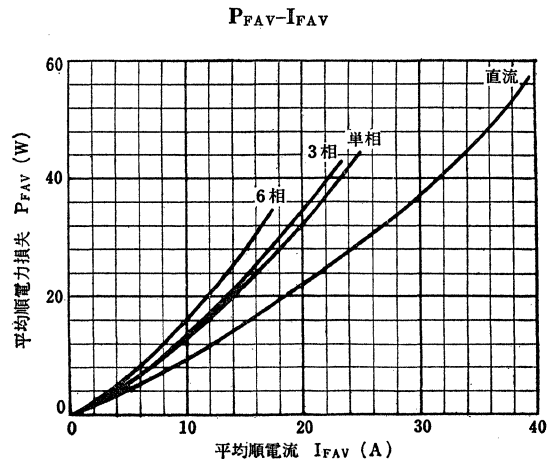
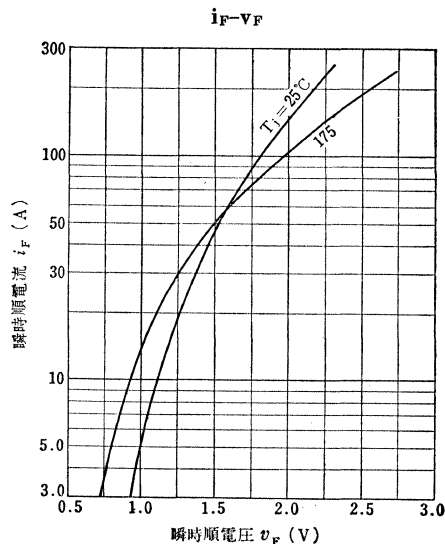
電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
アバランシェ降伏電圧	V_Z	$I_{RM}=5mA, T_a=25^\circ C$	3300	4200	V
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=80A, T_a=25^\circ C$	—	1.70	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$T_j=175^\circ C, V_{RM}=\text{Rated}$	—	7.0	mA
熱抵抗*	R_{th-e}	DC	—	0.55	$^\circ C/W$

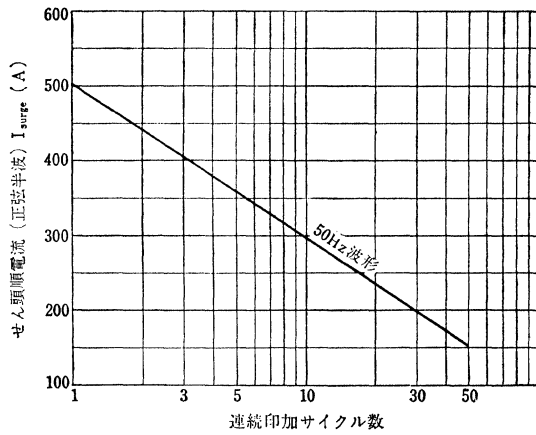
* Junction to case

Note : 直列接続の場合, 並列コンデンサは0.1 μF を推奨します。

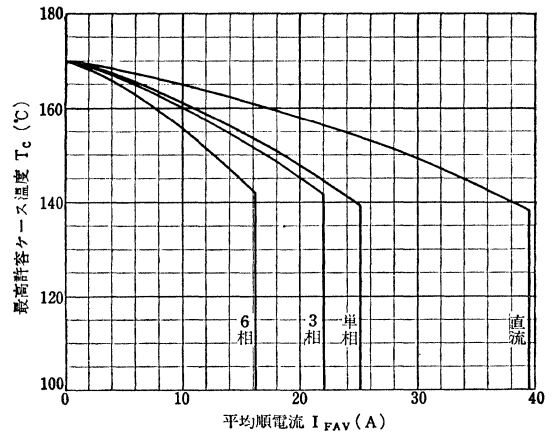
At the series operations, parallel capacitors (0.1 μF) to the device are recommended to attach.



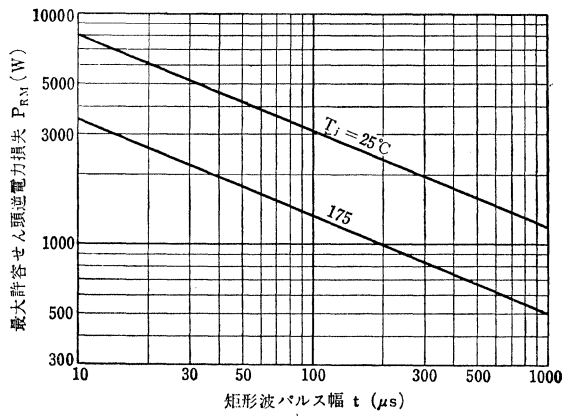
$I_{\text{surge Max.}}$ (定格負荷 Rated Load)



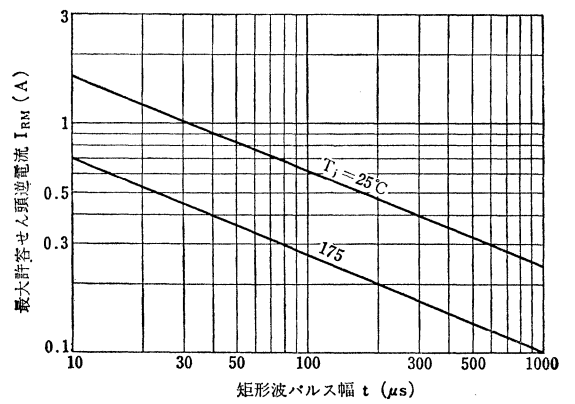
$T_c \text{ Max.} - I_{\text{FAV}}$



$P_{\text{RM Max.}} - t$



$I_{\text{RM Max.}} - t$

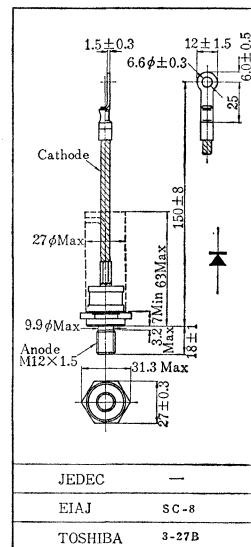


50LF11, 50NF11, 50QF11

シリコン拡散合金接合形アバランシェ整流素子
SILICON ALLOY-DIFFUSED JUNCTION AVALANCHE RECTIFIER

- 放送機の高圧整流電源用
- Broad Caster's High Voltage Rectifier Applications
- 一般高圧整流電源用
- General High Voltage Rectifier Applications

- 平均整流電流; $I_o=50A$
- 許容サージ逆電力; $P_{RM}=20kW$
- 過渡電圧に対して自己保護形
Be able to absorb momentary power surge.
- 直列接続の場合分圧抵抗を必要としない。
No shunting resistor is necessary when series operation is required.
- 放熱フィン は VG-211B が適用されます。
Available Heat Sink; VG-211B



最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
せん頭逆電圧	V_{RH}	50LF11	800	V
		50NF11	1000	
		50QF11	1200	
許容サージ逆電力 ($10\mu s$ $T_j=25^\circ C$)	P_{RM}	20	kW	
平均整流電流 ($T_a=135^\circ C$)	I_o	50	A	
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	1500(50Hz)	A	
接合部温度 (動作時)	T_j	-40~175	$^\circ C$	
保存温度	T_{stg}	-40~175	$^\circ C$	
締付トルク	TOR	150	kg cm	

電気的特性 Electrical Characteristics

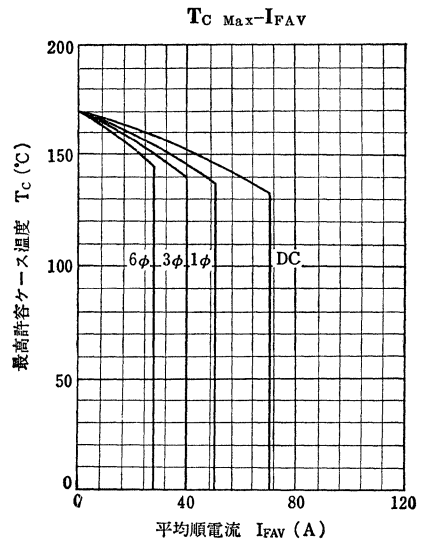
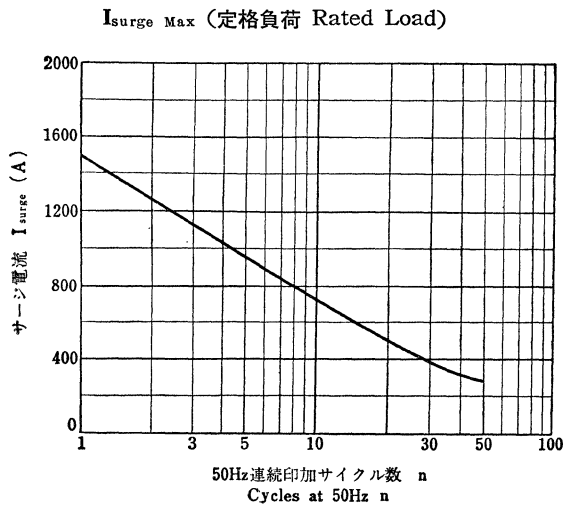
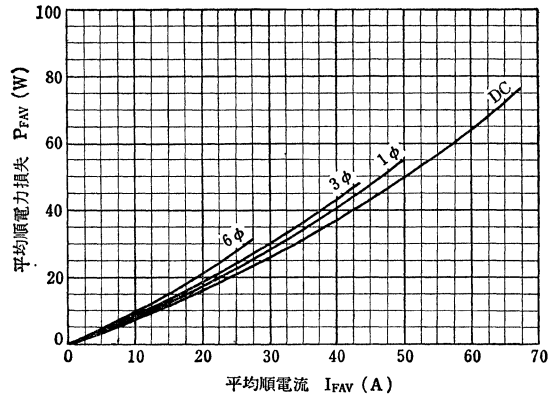
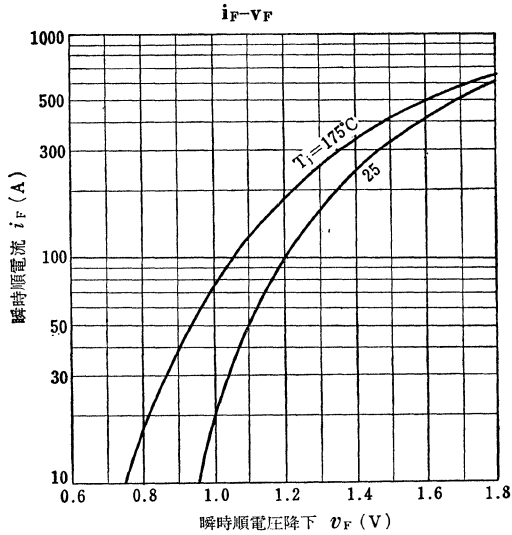
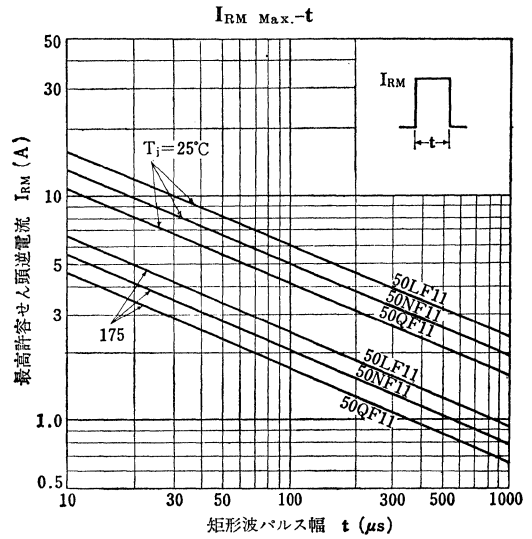
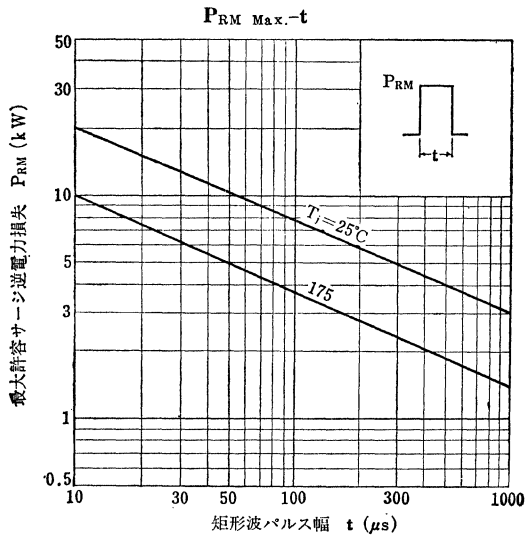
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit	
アバランシェ降伏電圧	V_Z	$I_{RM}=20mA$ $T_a=25^\circ C$	50LF11	1000	1300	V
			50NF11	1250	1550	
			50QF11	1500	1900	
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_F=200A$, $T_a=25^\circ C$	—	1.35	V	
せん頭逆電流	I_{RM}	$T_j=175^\circ C$ $V_{RM}=\text{Rated}$	50LF11	—	7	mA
			50NF11	—	6	
			50QF11	—	5	
熱抵抗*	R_{th-c}	DC	—	0.45	$^\circ C/W$	

* Junction to Case.

Note 直列接続の場合、並列コンデンサは $0.1\mu F$ を推奨します。

At the series operations, parallel capacitors ($0.1\mu F$) to the device are recommended to attach

50LF11, 50NF11, 50QF11



1B2C1, 1D2C1, 1G2C1, 1J2C1 1B2Z1, 1D2Z1, 1G2Z1, 1J2Z1

シリコン拡散接合形整流素子
SILICON DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER

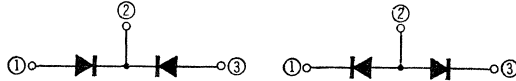
○一般電源整流用

○ General Purpose Applications

- 平均整流電流; $I_o=2A$ ($T_a=50^\circ C$)
- せん頭逆電圧; $V_{RM}=100\sim 600V$

極性表示回路 Polarity

Nomal	Reverse
1B2C1	1B2Z1
1D2C1	1D2Z1
1G2C1	1G2Z1
1J2 C1	1J2 Z1



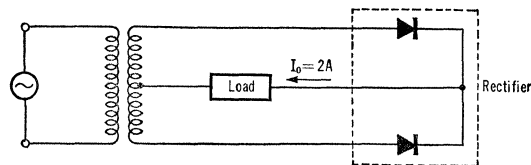
最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	100	V
		200	
		400	
		600	
平均整流電流 ($T_a=50^\circ C$) (Fig.1)	I_o	2	A
せん頭1 サイクルサージ電流	I_{surge}	60(50Hz)	A
保存温度	T_{stg}	$-40\sim 150$	$^\circ C$
接合部温度	T_j	$-40\sim 150$	$^\circ C$

電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=2.0A, T_a=25^\circ C$	—	—	1.2	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=\text{Rated}, T_j=150^\circ C$	—	—	0.4	mA

Fig.1 平均整流電流表示回路 Normal Circuit



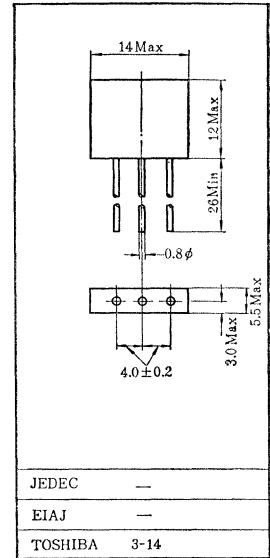
Note 1 リードの半田付は、リードのつけ根より6mm 以上離して下さい。

Soldering : 6mm is the minimum to be kept between case and soldering part.

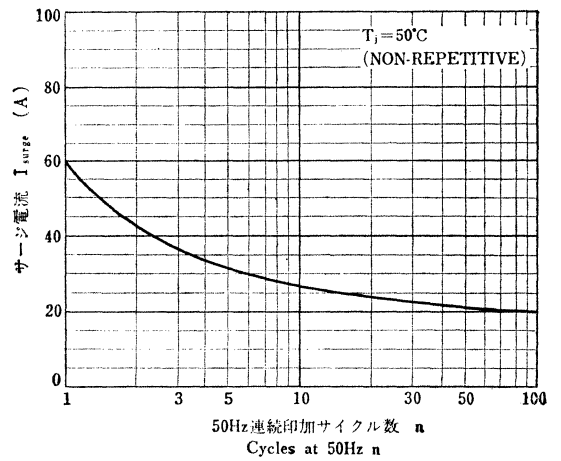
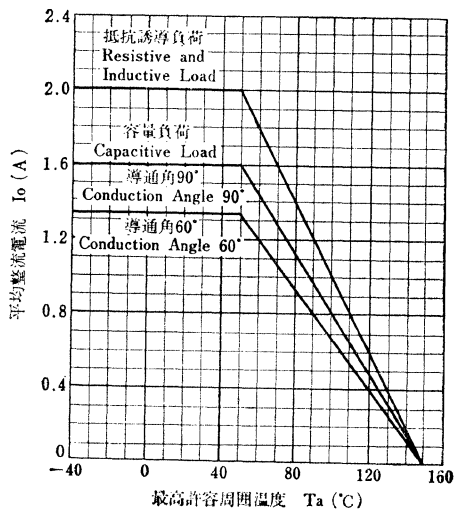
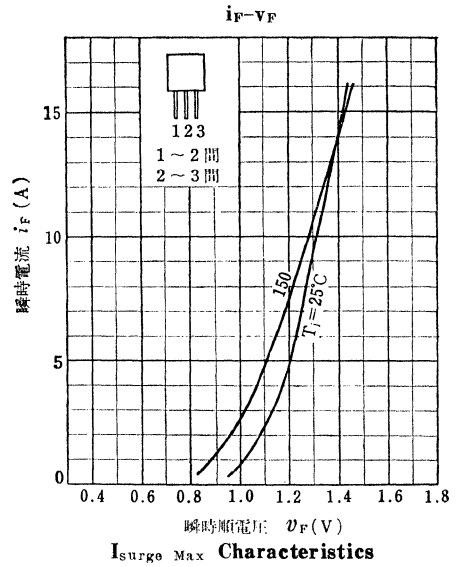
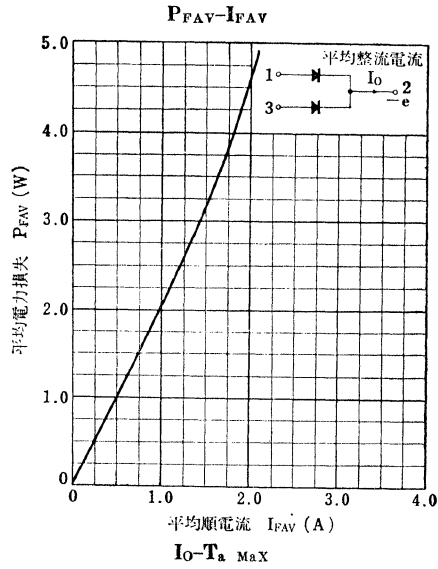
Note 2 リードを曲げる場合は、リードのつけ根より6mm以上のところから曲げてください。

Lead Bending : 6mm is the minimum to be kept from the case when bend the Lead Wire.

Unit in mm



1B2C1, 1D2C1, 1G2C1, 1J2C1 1B2Z1, 1D2Z1, 1G2Z1, 1J2Z1



OR06NXZ31, OR06YXZ31

シリコン拡散接合形整流素子
SILICON DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER

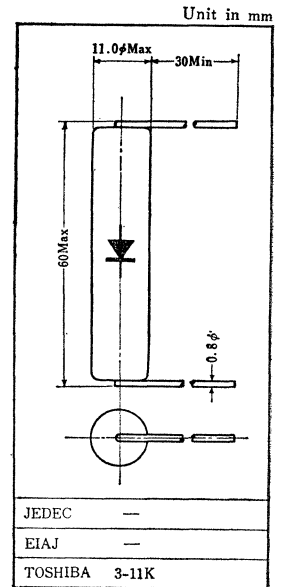
○高電圧電源整流用

○ High Voltage Rectifier Applications.

- せん頭逆電圧 $V_{RM}=20kV$.
- 平均整流電流 $I_O=80mA$.
- 重量 Weigh : 15gr (Max.)

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	OR06NXZ31	10	kV
	OR06YXZ31	20	
平均整流電流	I_O	80(Oil Cooling) 60 (Free Convection)	mA
せん頭1サイクルサージ電流(10ms)	I_{surge}	10(50Hz)	A
接合部温度	T_J	-55~100	°C
保存温度	T_{stg}	-60~125	°C



電気的特性 Electrical Characteristics

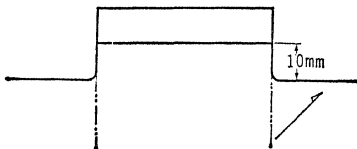
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=60mA$	—	27	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=\text{Rated}$	—	20	μA

素子の表面は直接素手で触れたり傷をつけないようにしてください。

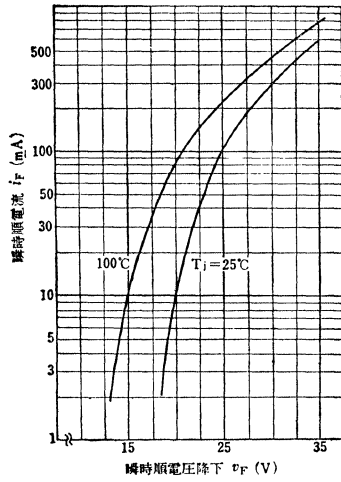
Neither touche by naked-hand nor break the surface of the element.

素子端子リードのつけ根から10mm以内の折り曲げはできるだけさけてください。(下図参照)

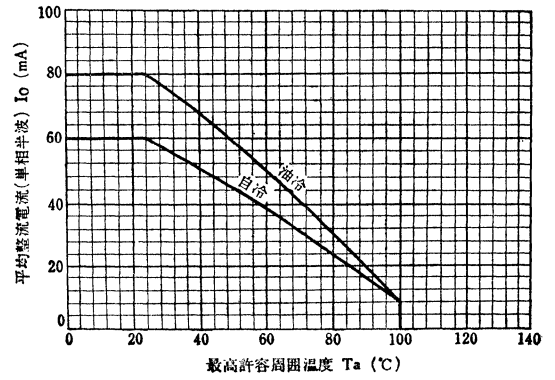
Lead Bending ; 10mm is the minimum from the case when bend the Lead Wire.



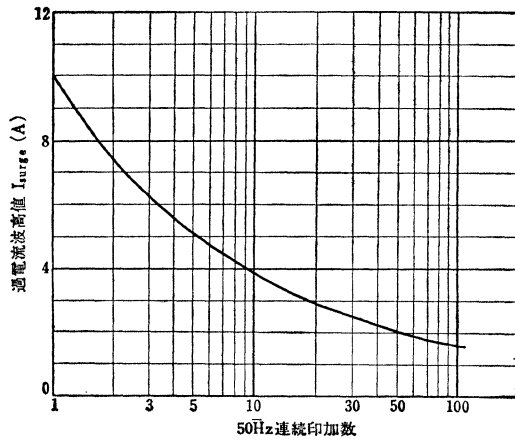
$V_F - i_F$



$I_O - T_a \text{ Max.}$



$I_{\text{surge Max.}}$ (定格負荷 Rated Load)



OR1NYZ41, OR1QYZ41, OR1TYZ41

シリコン拡散接合形整流素子
SILICON DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER

- 特殊高耐圧用 ○ X線用高電圧発生装置その他高圧整流用
○ Special High Voltage Applications ○ X-Ray Equipment and others Applications

	OR1NYZ41	OR1QYZ41	OR1TYZ41
• 最大せん頭逆電圧(油中) ; $V_{RM}=100kV$	125kV	150kV	150kV
• 平均整流電流(連続油中) ; $I_o = 100mA$	70mA	70mA	70mA
• 重量(約)Weight	=190g	190g	300g
• エポキシ・モールド : Epoxy mold.			
• 油中でご使用さい / Operation should be in Oil.			

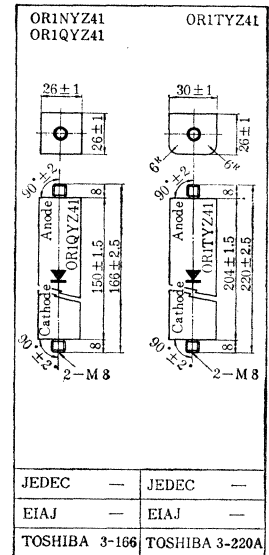
最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧 (油 冷)	OR1NYZ41	100	kV
	OR1QYZ41	125	
	OR1TYZ41	150	
サージ逆電圧 (油 冷)	OR1NYZ41	120	kV
	OR1QYZ41	150	
	OR1TYZ41	175	
平均整流電流 (油 冷)	OR1NYZ41	100	mA
	OR1QYZ41	70	
	OR1TYZ41	70	
せん頭1 サイクルサージ電流 (10ms)	I_{surge}	3.5(50Hz)	A
接合部温度	T_j	-20~100	°C
保存温度	T_{stg}	-20~125	°C

電気的特性 Electrical Characteristics (Oil Temp.=25°C)

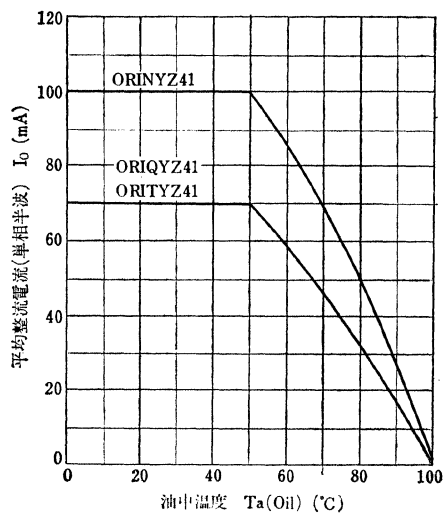
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Unit
せん頭順電圧 降下	OR1NYZ41	$I_{FM}=0.3A$	160	V
	OR1QYZ41		200	
	OR1TYZ41		255	
せん頭逆電圧 ($T_j=100^\circ C$)	OR1NYZ41	$V_{RM}=100kV$	200	μA
	OR1QYZ41	$V_{RM}=125kV$		
	OR1TYZ41	$V_{RM}=150kV$		

Unit in mm

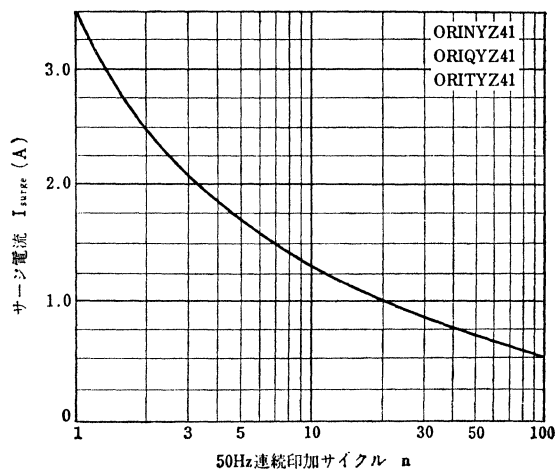


ORINYZ41, ORIQYZ41, ORITYZ41

$I_o-T_a(\text{Oil})$



Surge Current Characteristics



OR6UXZ31

シリコン拡散接合形整流素子
SILICON DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER

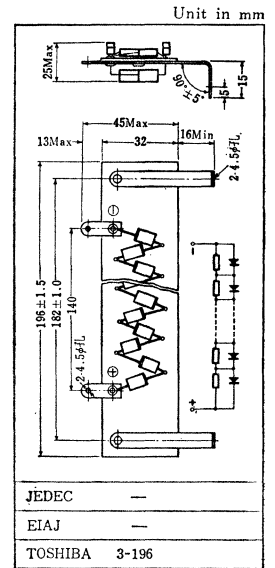
○高電圧電源整流用

○ High Voltage Rectifier Applications

- せん頭逆電圧 : $V_{RM} = 14kV$
- 平均整流電流 : $I_O = 600mA$
- 重量 Weight : 45g

最大定格 Maximum Ratings

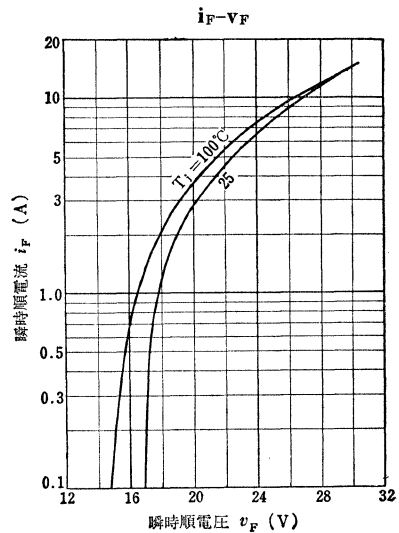
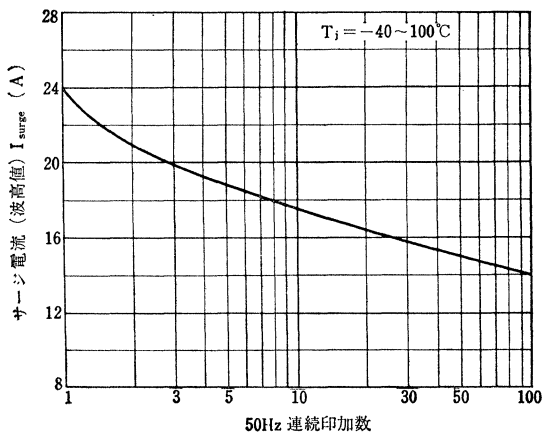
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	14	kV
平均整流電流	I_O	600	mA
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	24(50Hz)	A
接合部温度	T_j	-40~100	°C
保存温度	T_{stg}	-40~100	°C

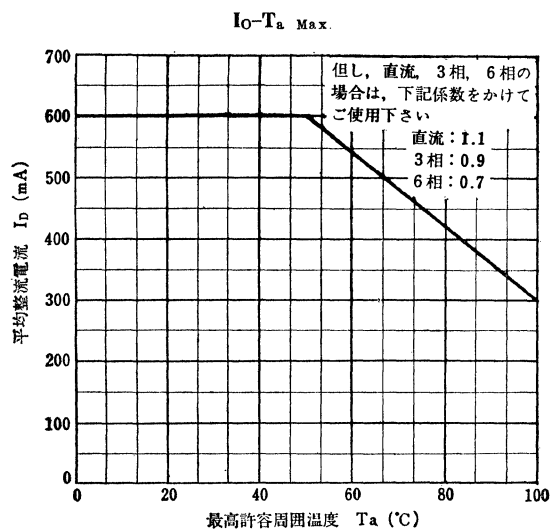


電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM} = 600mA$	16	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM} = 14kV$	700	μA

I_{surge} Max. (定格負荷 Rated Load)





OR6JXZ33, OR6LXZ33, OR6QXZ33

シリコン拡散接合形整流素子
SILICON DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER

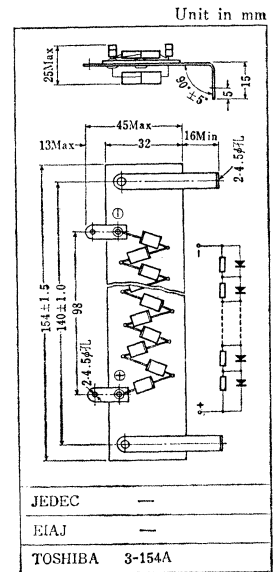
○高電圧電源整流用

○ High Voltage Rectifier Applications.

- せん頭逆電圧 $V_{RM}=6\sim 12kV$
- 平均整流電流 $I_O=600mA$
- 重量 Weight : 45g(Max.)
- プラスチック・モールド形/Plastic Mold Package.

最大定格 Maximum Ratings ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	OR6JXZ33	6	kV
	OR6LXZ33	8	
	OR6QXZ33	12	
平均整流電流	I_O	600	mA
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	24(50Hz)	A
接合部温度	T_J	-40~100	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-40~100	$^\circ C$

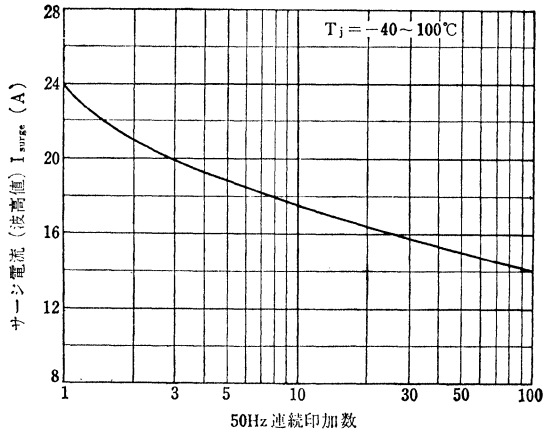


電気的特性 Electrical Characteristics

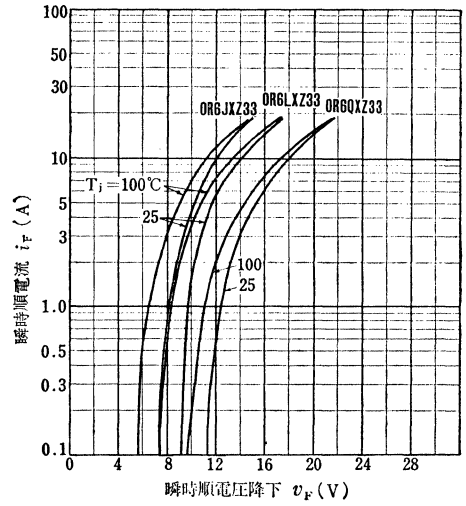
Characteristic	Symbol	Test condition	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	OR6JXZ33	$I_{FM}=600mA$	8.0	V
	OR6LXZ33		9.5	
	OR6QXZ33		12	
せん頭逆電流	OR6JXZ33	$V_{RM}=6kV$	700	μA
	OR6LXZ33	$V_{RM}=8kV$		
	OR6QXZ33	$V_{RM}=12kV$		

OR6JXZ33, OR6LXZ33, OR6QXZ33

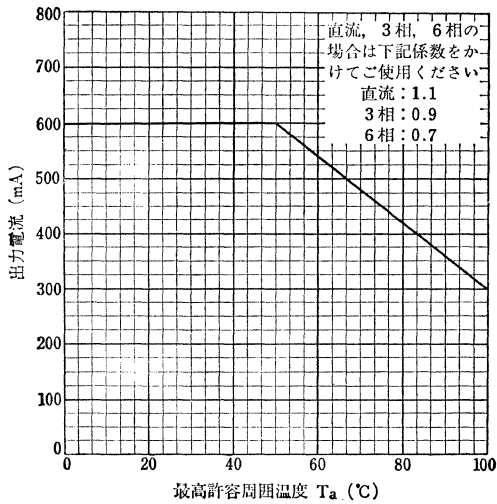
$I_{\text{surge Max.}}$ (定格負荷 Rated Load)



$i_F - v_F$



$I_O - T_a \text{ Max.}$



1N44A1, 1N52A1, 1N61A1

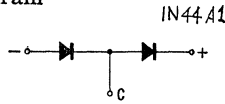
シリコン拡散接合形整流素子
SILICON DIFFUSED JUNCTION RECTIFIER

○高電圧電源整流用

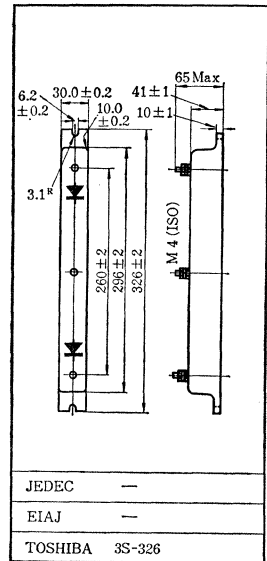
○ High Voltage Rectifier Applications

- 平均整流電流; $I_o = 0.67A(1\phi)$
 $I_o = 0.6A(3\phi)$
- せん頭逆電圧; $V_{RM} = 22 \sim 30kV$
- エポキシモールド形; Epoxy Mold type

回路図 Circuit Diagram



Unit in mm



最大定格 Maximum Ratings

Characteristic		Symbol	Rating	Unit	備考
せん頭逆電圧	*1	1N44A1	11.0	kV	一端子とC端子間およびC端子と+端子間 “-”terminal to “C” terminal and “C” terminal to “+” terminal
		1N52A1	13.0		
		1N61A1	15.0		
	*2	1N44A1	9.0		
		1N52A1	10.0		
		1N61A1	12.0		
	*3	1N44A1	7.5		
		1N52A1	8.5		
		1N61A1	10.0		
平均整流電流 (Ta=50°C)		I_o	600 (50Hz) 670 (50Hz)	mA	3φ 1φ
せん頭1サイクルサージ電流		I_{surge}	60 (50Hz)	A	
保存温度		T_{stg}	-20~120	°C	

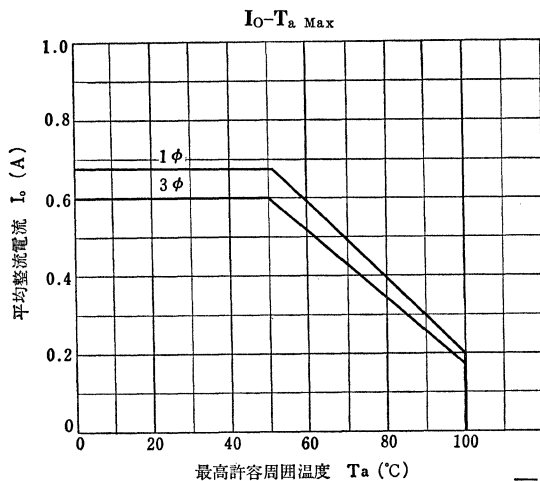
* 1 安全率 2 倍 / Safety Factor × 2, * 2 安全率 2.5 倍 / Safety Factor × 2.5, * 3 安全率 3 倍 / Safety Factor × 3.
安全率を低くして使用される場合にはサージ吸収回路を強化する必要があります。

電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic		Symbol	Test condition		Max.	Unit
せん頭順電圧降下		V_{FM}	$I_{FM} = 1.5A$	(C)~(+) (-)~(C)	31	V
せん頭逆電流	1N44A1	I_{RM}	$V_{RM} = 22kV$	(+)~(C) (C)~(-)	700	μA
	1N52A1		$V_{RM} = 26kV$			
	1N61A1		$V_{RM} = 30kV$			

鉄板等を導体上に取付ける場合は素子の裏面から10mm以上はなすか、3mm以上のベークライト板を敷いて下さい。
Caution:

It is essential to keep distance of more than 10mm between rear side of the device and the metal part of ground potential or use suitable isolator (i. e. 3mm min thickness of phenol resin etc.)



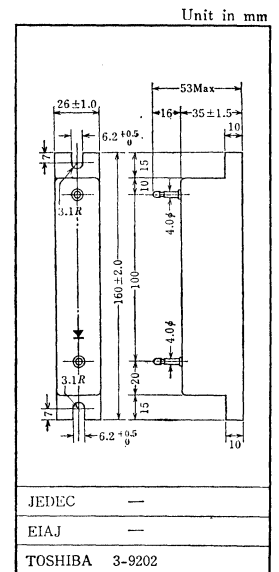
○高電圧電源整流用

○ High Voltage Applications

- せん頭逆電圧 $V_{RM}=15kV$
- 平均整流電流 $I_O=450mA$

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	15	kV
許容サージ電圧	V_{surge}	15	kV
平均整流電流	I_O	450	mA
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	14(50Hz)	A
接合部温度	T_j	-20~100	°C
保存温度	T_{stg}	-20~100	°C



電気的特性 Electrical Characteristics

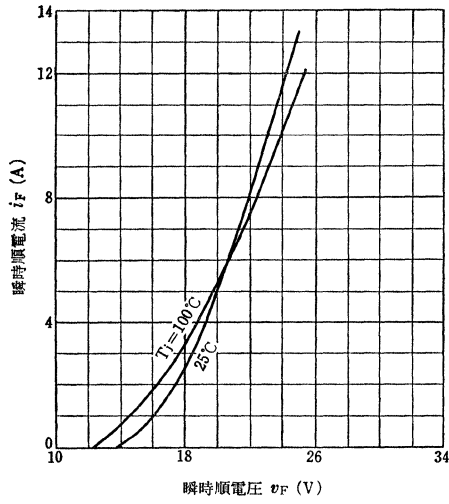
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=1.0A$	—	16.0	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=15kV$	—	700	μA

鉄板等を導体上に取付ける場合は、素子の裏面から 10mm 以上はなすか、3mm以上 のベークライト板を敷いてください
Caution:

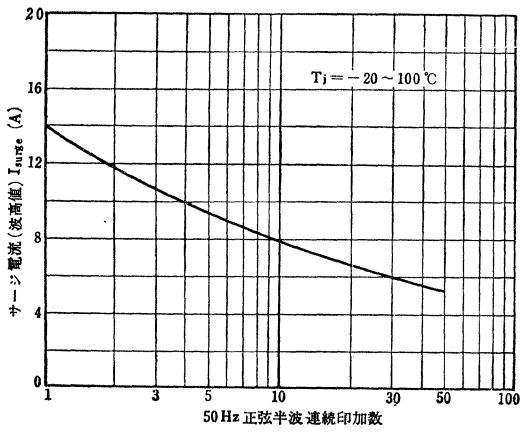
It is essential to keep distance of more than 10mm between rear side of the device and the metal part of ground potential or use suitable isolator (i. e, 3mm thickness of phenol resin etc.)

M9202-15KV

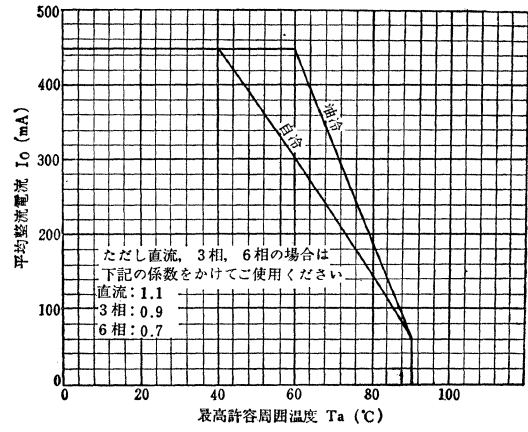
$i_F - v_F$



$I_{\text{surge Max}}$ (定格負荷 Rated Load)



$I_O - T_a \text{ Max.}$



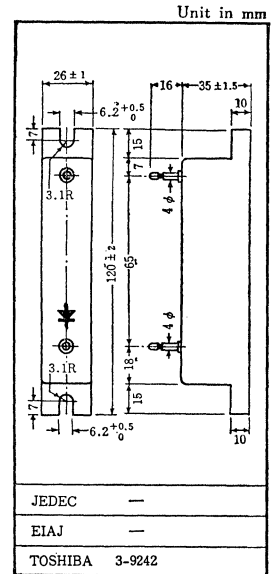
○高電圧電源整流用

○ High Voltage Applications

- せん頭逆電圧 : $V_{RM} = 10kV$
- 平均整流電流 : $I_O = 450mA$

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	10	kV
平均整流電流	I_O	450	mA
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	14(50Hz)	A
接合部温度	T_J	-20~100	°C
保存温度	T_{stg}	-20~100	°C



電気的特性 Electrical Characteristics

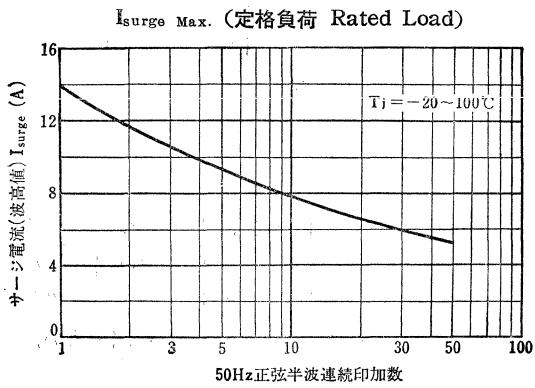
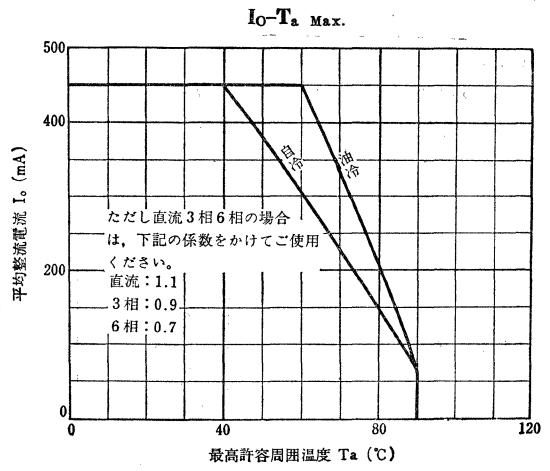
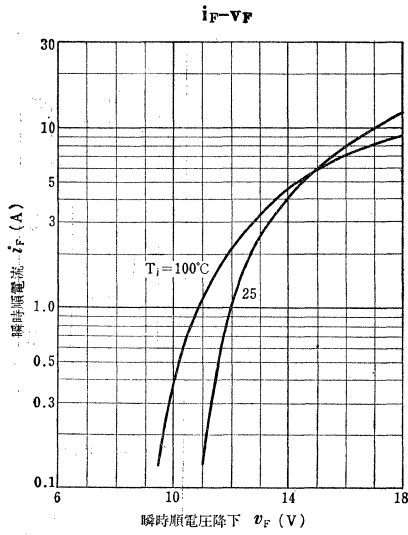
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM} = 1.0A$	—	9.5	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM} = 10kV$	—	650	μA

鉄板等を導体上に取付ける場合は素子の裏面から 10mm 以上はなすか 3mm 以上のベークライト板を敷いてください。

Caution :

It is essential to keep distance of more than 10mm between rear side of the device and the metal part of ground potential or use suitable isolator (i. e, 3mm thickness of phenol resin etc.)

M9242-10KV



○高電圧整流用 単相ブリッジ形

○ High voltage Applications

- 高周波加熱装置などの電源整流用/DC power supplies for Industrial Heating Equipment

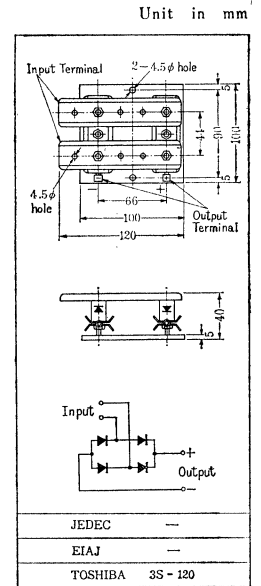
例 単相ブリッジ, 交流入力電圧4.5kV, 直流出力4kV, 0.5A

- エポキシモールドラジエータ付: Epoxy Mold, Radiator Weight=350g, 冷却: 自然空冷/Free Convection

最大定格 Maximum Ratings

単相ブリッジ整流, Single-Phase Bridge Rectification

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	10	kV
サージせん頭逆電圧	V_{surge}	15	kV
出力電流(50Hz, せん頭値, 5サイクル)	I_O	0.6	A
サージ電流	I_{surge}	16	A
周囲温度	T_a	-40~50	°C
保存温度	T_{stg}	-40~110	°C

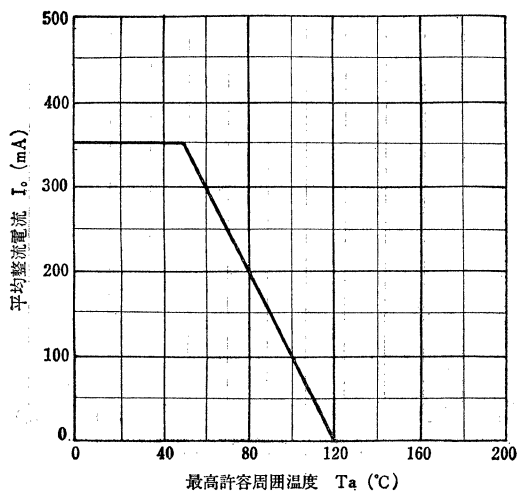


電气的特性 Electrical Characteristics

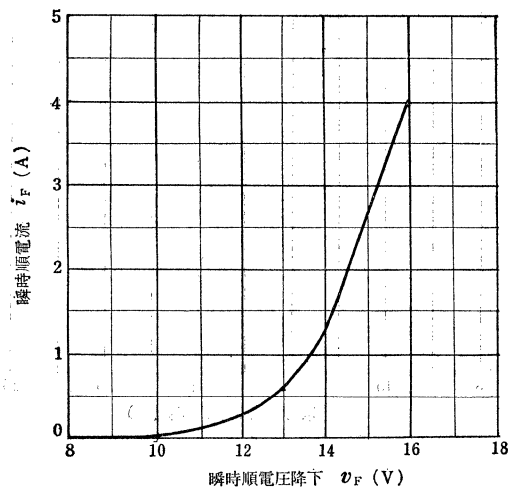
1 素子ごと Per Unit

Characteristic	Symbol	condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=2A$ $T_a=25^{\circ}C$	—	20	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=10kV, T_a=25^{\circ}C$	—	1	μA
		$V_{RM}=10kV, T_a=110^{\circ}C$	—	400	μA

I_O-T_a



i_F-V_F



S5092-6A

シリコン整流素子(スタック)
SILICON RECTIFIER(STACK)

○ 3相全波高電圧整流用

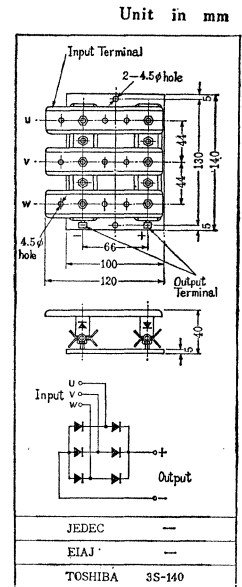
Stacked Rectifier for 3-phase Full wave Applications

- せん頭逆電圧; $V_{RM}=10kV$
- 平均整流電流; $I_G=0.9A$
- 高周波加熱装置などの電源整流用/DC Power Supplies for Industrial Heating Equipment
- エポキシ・モールド, ラジエタ付き/Epoxy Mold, Radiator.
- 重量; Weight=500g
- 冷却; 自然空冷/Free Convection.

最大定格 Maximum Ratings

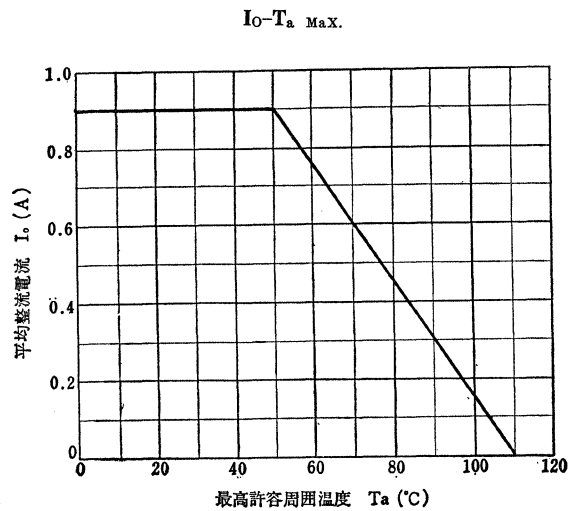
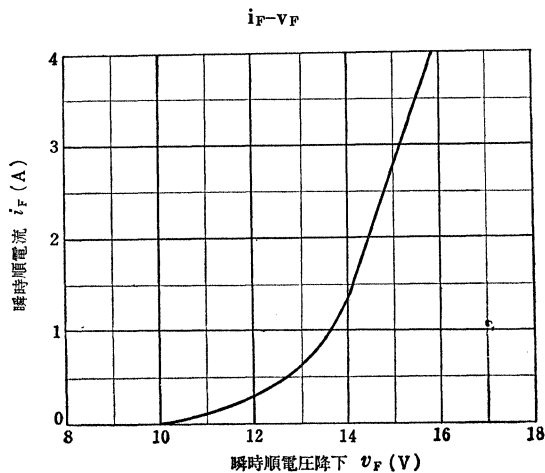
3相全波整流, 3-PHASE FULL-WAVE RECTIFICATION

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	10	kV
サージせん頭逆電圧	V_{surge}	17	kV
出力電流	I_O	0.9	A
せん頭5サイクルサージ電流	I_{surge}	25(50Hz)	A
周囲温度	T_a	-40~50	°C
保存温度	T_{stg}	-40~110	°C



電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=2A, T_a=25^\circ C$	—	20	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=10kV, T_a=25^\circ C$	—	1	μA
		$V_{RM}=10kV, T_a=110^\circ C$	—	400	μA



○高電圧整流用

○ High Voltage Applications

- せん頭逆電圧; $V_{RM}=10kV$
- 平均整流電流; $I_O=500mA$
- 高周波加熱装置などの電源整流用に適す/DC Power Supplies for Industrial Heating Equipment etc.
例・3相全波; 交流入力線間電圧4kV, 直流出力5.5kV, 1.0A(5.5kW)
単相全波; 交流入力電圧4.5kV, 直流出力4kV, 0.75A(3kW)
- エポキシ・モールド/Epoxy Mold
- 重量; Weight=70g
- 冷却; 自然空冷*/Free Convection*

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	10	kV
サージせん頭逆電圧	V_{surge}	15	kV
平均整流電流	I_O	500	mA
せん頭5サイクルサージ電流	I_{surge}	15(50Hz)	A
周囲温度**	T_a	-40~40	°C
保存温度	T_{stg}	-40~100	°C

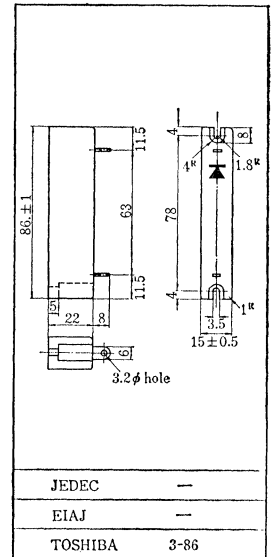
電気的特性 Electrical Characteristics

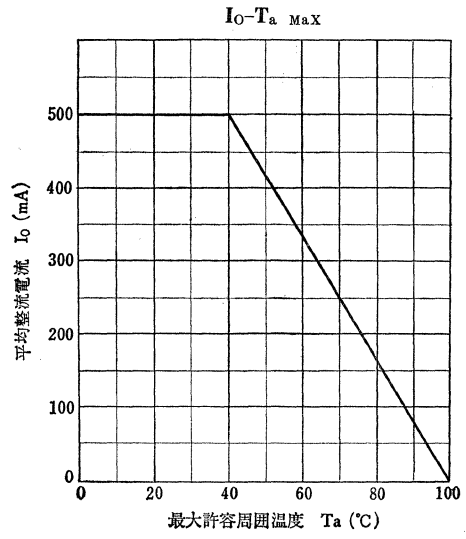
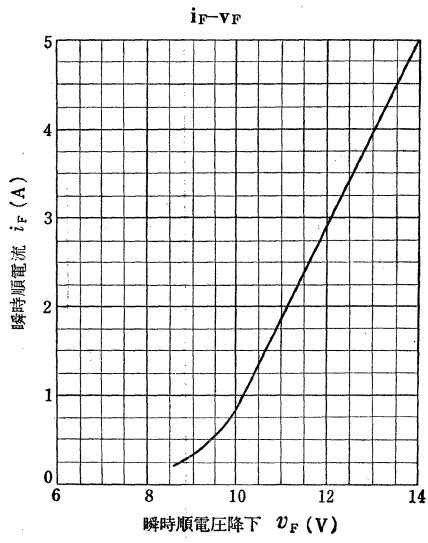
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=2A, T_a=25^{\circ}C$	—	13	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=10kV, T_a=25^{\circ}C$	—	10	μA
		$V_{RM}=10kV, T_a=100^{\circ}C$	—	400	

* 空気の流通の悪い場所, 数個接近して使用する場合は, 空気の強制空冷を考慮して下さい。

** 40°C以上での使用は付図の I_O-T_a Max カーブを参照願います。

Unit in mm





○高電圧整流用

○ High Voltage Applications

- せん頭逆電圧: $V_{RM}=12kV$
- 平均整流電流: $I_O=1A$
- 高周波加熱装置などの電源整流用に適す/DC Power Supplies for Industrial Heating Equipment etc.
例・3相全波整流: 交流入力線間電圧5.2kV, 直流出力7kV, 2.1A(1.5kV)
単相ブリッジ整流: 交流入力電圧5.5kV, 直流出力5kV, 1.4A(7kV)
- エポキシモールド/Epoxy Mold
- 重量: Weight=600g
- 冷却: 自然空冷*/Free Convection*

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	12	kV
サージせん頭逆電圧	V_{surge}	23	kV
平均整流電流	I_O	1	A
せん頭5サイクルサージ電流	I_{surge}	30(50Hz)	A
周囲温度**	T_a	-40~40	°C
保存温度	T_{stg}	-40~100	°C

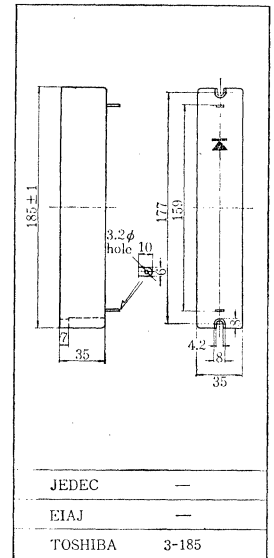
電気的特性 Electrical Characteristics

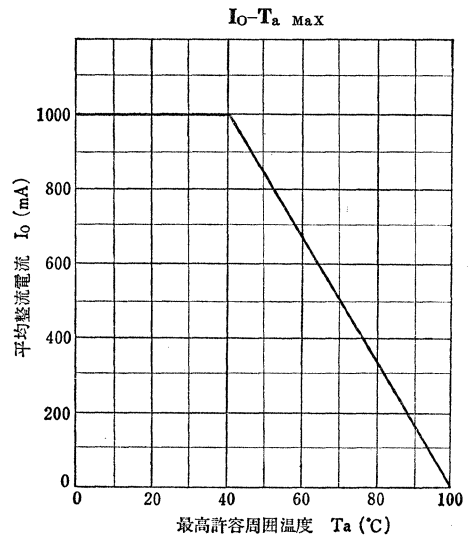
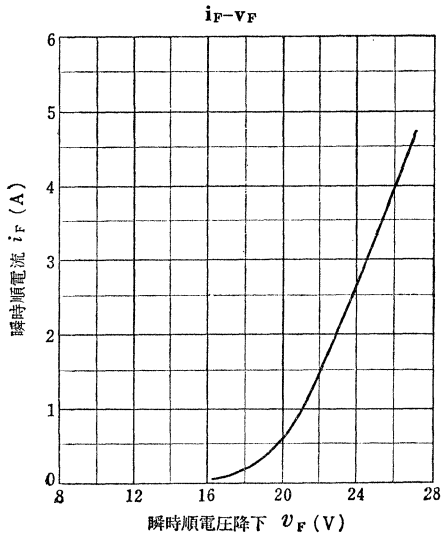
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=2A$ $T_a=25^\circ C$	—	25	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=12kV$ $T_a=25^\circ C$	—	290	μA

* 空気の流通の悪い場所, 数個接近して使用する場合は換気扇などで強制空冷を行なって下さい。

** 40°C以上での使用は付図の I_O-T_a Max. カーブを参照の上, 出力電流を減小して下さい。

Unit in mm





○高電圧整流用

○ High Voltage Applications

- せん頭逆電圧； $V_{RM}=16kV$
- 平均整流電流； $I_O=1A$
- 高周波加熱装置などの電源整流に適す／DC Power Supplies for Industrial Heating Equipment etc.

例：3相全波整流；交流入力線間電圧7.5kV，直流出力10kV，2A(20kW)
単相ブリッジ整流；交流入力電圧8kV，直流出力7kV，1.5A(10kW)

- エポキシモールド／Epoxy Mold
- 重量：Weight=800g
- 冷却：自然空冷＊／Free Convection＊

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭耐逆電圧	V_{RM}	16	kV
サージせん頭逆電圧	V_{surgo}	30	kV
平均整流電流	I_O	1	A
せん頭5サイクルサージ電流	I_{surgo}	30(50Hz)	A
周囲温度**	T_a	-40~40	°C
保存温度	T_{stg}	-40~100	°C

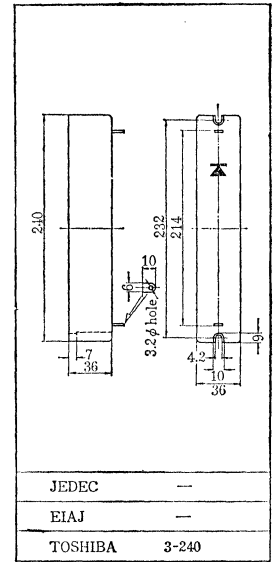
電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順電土降下	V_{FM}	$I_{FM}=2A$ $T_a=25^{\circ}C$	—	33	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=16kV$ $T_a=25^{\circ}C$	—	290	μA

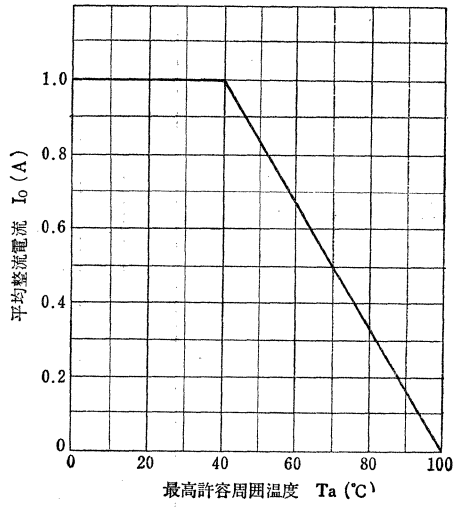
* 空気の流通の悪い所，数個接近して使用する場合は換気扇などで強制空冷を行なってください。

** 40°C以上での使用は付図の I_O-T_a Max. カーブを参照の上，出力電流を減小してください。

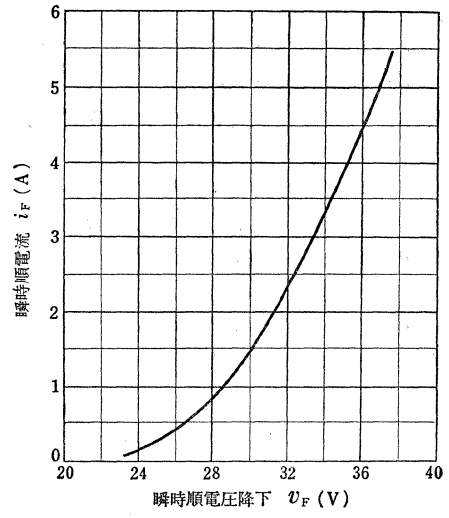
Unit in mm



$I_o-T_a \text{ Max}$



i_F-v_F



○高電圧整流用

○ High Voltage Applications

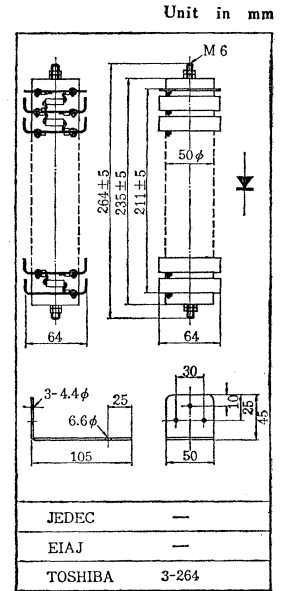
- せん頭逆電圧; $V_{RM}=15kV$
- 平均整流電流; $I_o=2A$
- 高周波加熱装置などの電源整流用に適す/DC Power Supplies for Industrial Heating Equipment etc.

例 3相全波整流; 交流入力線間電圧7.3kV, 直流出力10kV, 4.5A(45kV)
単相ブリッジ整流; 交流入力電圧7.0kV, 直流出力6.3kV, 3.2A(22kV)

- フィン付/Fin Type
- 重量; Weight=1.9kg
- 冷却; 自然空冷*/Free Convection*

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	15	kV
サージせん頭逆電圧	V_{surge}	30	kV
平均整流電流	I_o	2	A
せん頭5サイクルサージ電流	I_{surge}	30(50Hz)	A
周囲温度**	T_a	-20~40	°C
保存温度	T_{stg}	-20~100	°C

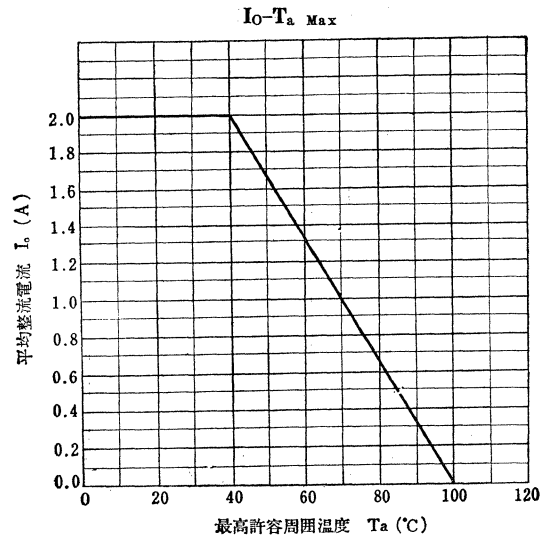
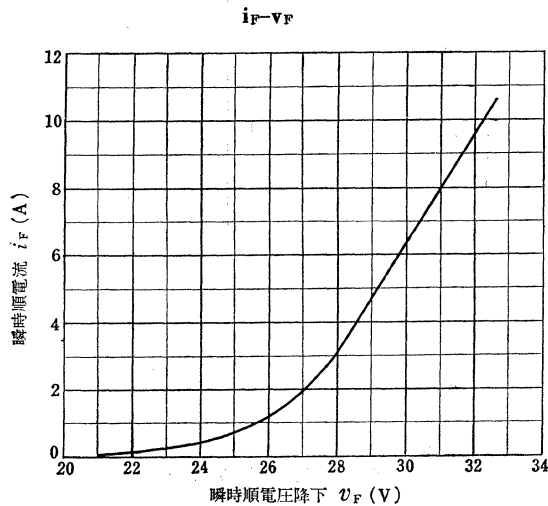


電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=5A$ $T_a=25^{\circ}C$	—	31	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=15kV, T_a=25^{\circ}C$	—	400	μA
		$V_{RM}=15kV, T_a=100^{\circ}C$	—	800	μA

* 空気の流通の悪い場所, 数個接近して使用する場合は空気の強制空冷を考慮してください。

** 40°C以上での使用は付図 I_o-T_a Max. カーブを参照願います。



○高電圧整流用

○ High Voltage Applications

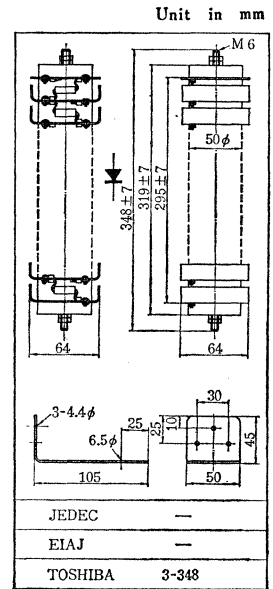
- せん頭逆電圧; $V_{RM}=20kV$
- 平均整流電流; $I_O=3A$
- 高周波加熱装置などの電源整流用に適す/DC Power Supplies for Industrial Heating Equipment etc.

例 3相全波整流; 交流入力線間電圧9.7kV, 直流出力13kV, 6.7A (87kW)
単相ブリッジ整流; 交流入力電圧9.3kV, 直流出力8.4kV, 4.8A (44kW)

- Fin Type
- 重量; Weight=2.6kg
- 冷却; 強制空冷・風速1.5m/s/Forced-air cooling, Air Flow 1.5m/s

最大定格 Maximum Ratings

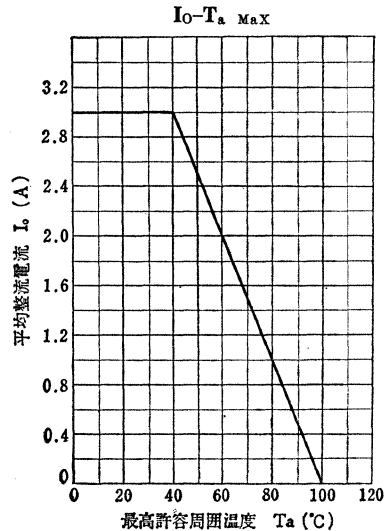
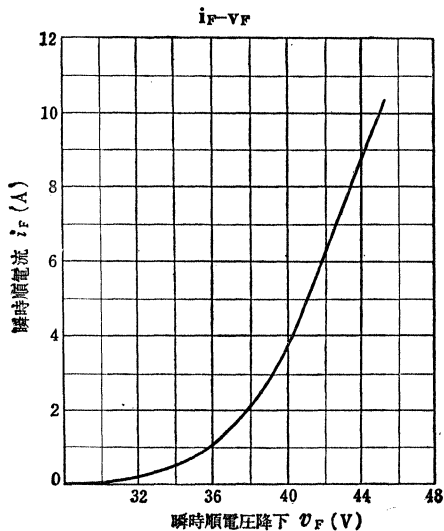
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭逆電圧	V_{RM}	20	kV
サージせん頭逆電圧	V_{surge}	40	kV
平均整流電流	I_O	3	A
せん頭5サイクルサージ電流	I_{surge}	30(50Hz)	A
周囲温度*	T_a	-20~40	°C
保存温度	T_{stg}	-20~100	°C



電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=7.5A$ $T_a=25^{\circ}C$	—	45	V
せん頭逆電流	I_{RM}	$V_{RM}=20kV, T_a=25^{\circ}C$	—	400	μA
		$T_{RM}=20kV, T_a=100^{\circ}C$	—	800	μA

* 40°C以上での使用は付図 I_O-T_a Max. カーブを参照願います。



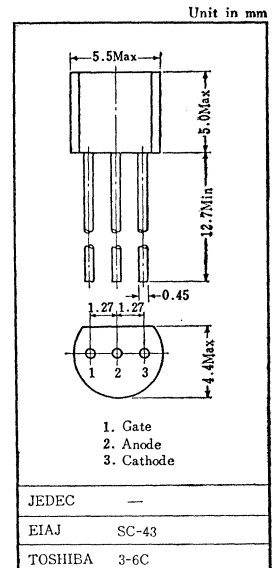
○小電力スイッチングおよび制御用

○ Low Power Switching and Control Applications

- せん頭順および逆電圧: $V_{FXM}, V_{RXM}=100, 200V$
- 平均順電流: $I_O=200mA$
- 小型, 軽量で安価です/Small Package, Light Weight and Low Cost.
- プラスチックモールド型です/Plastic Mold Package.

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭順阻止電圧およびせん頭逆電圧($R_{GK}=1k\Omega$ 接続)	SFOR2B41 V_{FXM} and	100	V
	SFOR2D41 V_{RXM}	200	
過渡せん頭逆電圧($R_{GK}=1k\Omega$ 接続)	SFOR2B41 V_{RXM}	150	V
	SFOR2D41 (non-rep.)	300	
平均順電流(单相半波 $T_a=35^\circ C$)	I_O	200	mA
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	6(50Hz)	A
せん頭ゲート電力	P_{GM}	0.1	W
平均ゲート電力	P_{GAV}	0.01	W
せん頭逆ゲート電圧	V_{GRM}	5	V
接合部温度	T_j	100	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-40~125	$^\circ C$



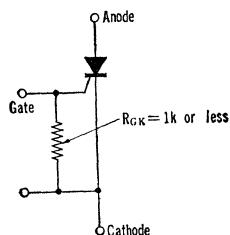
電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭順漏れ電流およびせん頭逆電流	I_{FXM} and I_{RXM}	$V_{FXM}=V_{RXM}=\text{Rated}, R_{GK}=1k\Omega, T_c=100^\circ C$	—	—	100	μA
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=2A, T_j=25^\circ C$	—	—	2.0	V
トリガゲート電流	I_{GT}	$V_{FX}=6V, R_L=100\Omega, T_c=25^\circ C, R_{GK}=1k\Omega$	—	—	200	μA
トリガ・ゲート電圧	V_{GT}	$V_{FX}=6V, R_L=100\Omega, T_c=25^\circ C, R_{GK}=1k\Omega$	—	—	0.8	V
非トリガ・ゲート電圧	V_{GNT}	$V_{FXM}, R_{GK}=1k\Omega, T_c=100^\circ C$	0.2	—	—	V
保持電流	I_{HX}	$R_{GK}=1k\Omega, R_L=100\Omega, T_c=25^\circ C$	—	—	5	mA
熱抵抗*	R_{th-c}	DC	—	—	250	$^\circ C/W$

* Junction to Case

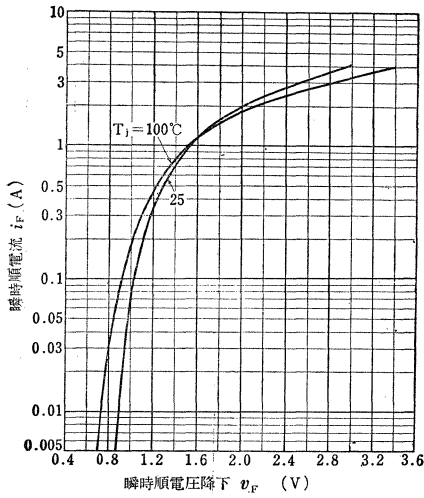
Note: 必ずゲート・カソード間に $1k\Omega$ 以下の抵抗を接続してご使用ください。

: Use with gate resistance by all means

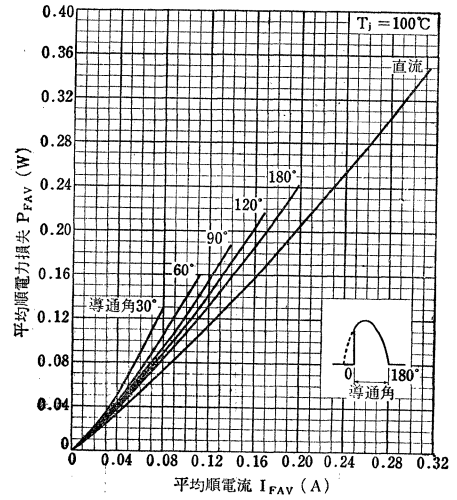


SFOR2B41, SFOR2D41

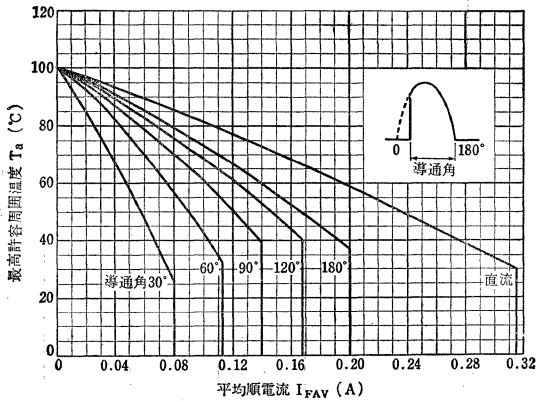
i_F-v_F



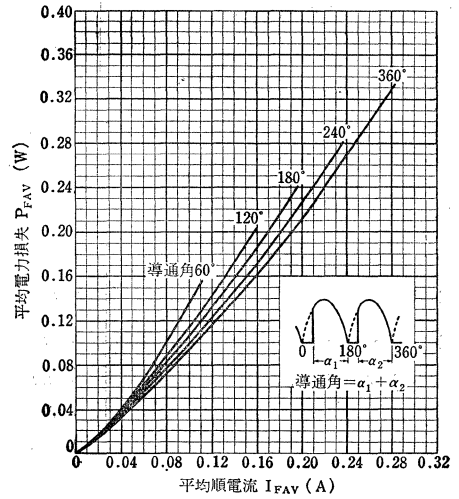
$P_{FAV}-I_{FAV}$ (正弦半波 / Half Sine Wave)



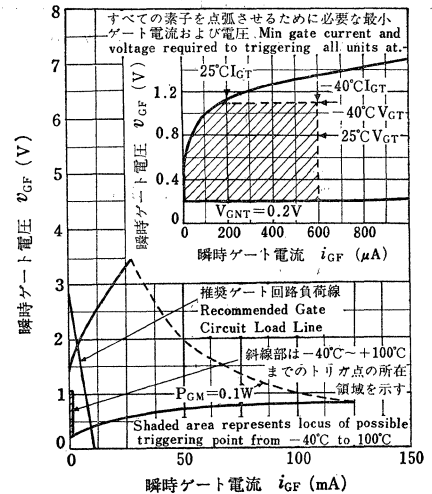
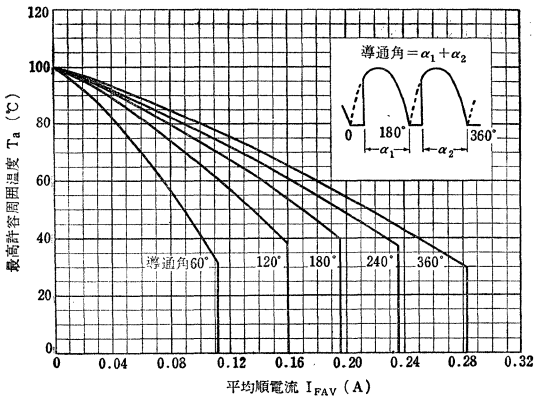
$T_{aMax}-I_{FAV}$ (正弦半波 / Half Sine Wave)



$P_{FAV}-I_{FAV}$ (正弦全波 / Full Sine Wave)



$T_{aMax}-I_{FAV}$ (正弦全波 Full Sine Wave)



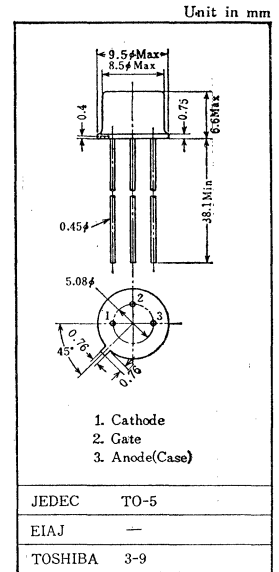
○小電力スイッチング制御用

○ Low Power Switching and Control Applications

- せん頭順および逆電圧 : $V_{FXM}, V_{RXM} = 50 \sim 400V$
- 平均順電流 : $I_0 = 1A$

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭順阻止電圧およびせん頭逆電圧 ($R_{GK} = 1k\Omega$ 接続)	SF1A11	50	V
	SF1B11	100	
	SF1D11	200	
	SF1F11	300	
	SF1G11	400	
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし < 5ms) ($R_{GK} = 1k\Omega$ 接続)	SF1A11	75	V
	SF1B11	150	
	SF1D11	300	
	SF1F11	400	
	SF1G11	500	
平均順電流 (单相半波)	I_0	1	A
実効順電流	I_f	1.6	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	17(50Hz) 19(60Hz)	A
せん頭ゲート電力	P_{GM}	0.1	W
平均ゲート電力	P_{GAV}	0.01	W
せん頭順ゲート電流	I_{GFM}	0.1	A
せん頭順ゲート電圧	V_{GFM}	6	V
せん頭逆ゲート電圧	V_{GRM}	6	V
接合部温度	T_j	-65~125	°C
保存温度	T_{stg}	-65~150	°C



電気的特性 Electrical Characteristics

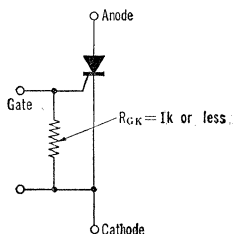
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit	
せん頭順漏れ電流およびせん頭逆電流	I_{FXM} and I_{RXM}	$V_{FXM} = V_{RXM} = \text{Rated}$ $T_j = 125^\circ C, R_{GK} = 1k\Omega$	—	100	μA	
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM} = 10A, T_C = 25^\circ C$	—	3.4	V	
トリガゲート電流	I_{GT}	$V_{FX} = 6V$ $R_L = 100\Omega$	$T_C = -65^\circ C$	—	2.0	mA
			$T_C = 25^\circ C$	—	1.0	
トリガゲート電圧	V_{GT}	$V_{FX} = 6V$ $R_L = 100\Omega$	$T_C = -65^\circ C$	—	1.05	V
			$T_C = 25^\circ C$	—	0.8	
非トリガゲート電圧	V_{GNT}	$V_{FXM} = 6V, R_L = 100\Omega, T_C = 125^\circ C$	0.20	—	V	
保持電流	I_{HX}	$R_L = 100\Omega, T_C = 25^\circ C$	—	10	mA	
熱抵抗*	R_{th-a}	DC	—	165	°C/W	

* Junction to Ambient

Note 1 必ずゲート・カソード間に $1k\Omega$ 以下の抵抗を接続してご使用ください。 / Use with gate resistance by all means.

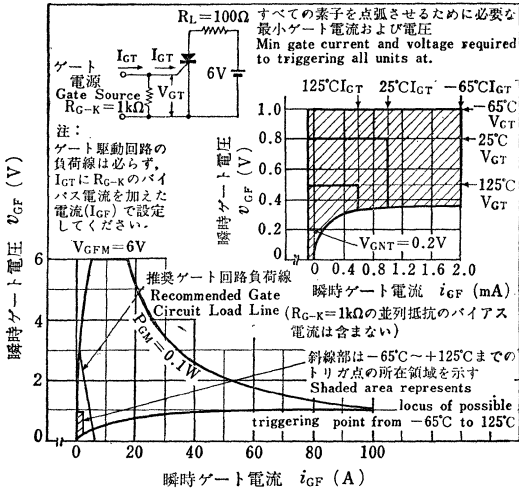
これ以上の抵抗を入れますと耐圧が低下しますのでご注意ください。

Note 2 リードを曲げる場合は、リードのつけ根から6mm以上のところから曲げてください。 / Lead bending ; should be kept at a distance of 6mm or more from case.

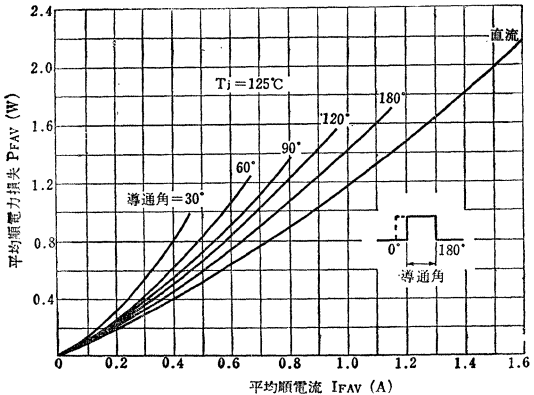


点弧特性

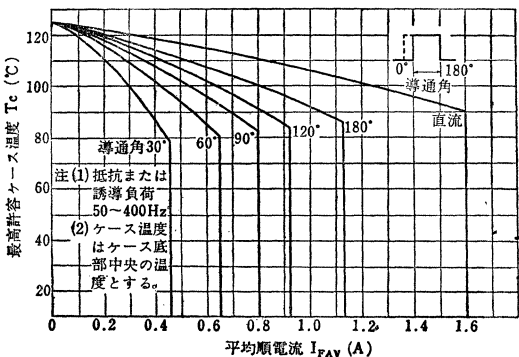
Cate Triggering Characteristics



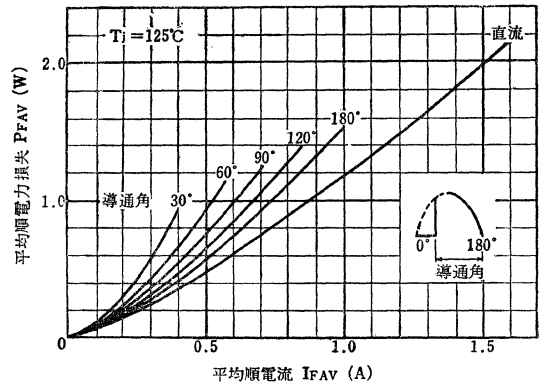
$P_{FAV} - I_{FAV}$ (矩形波 Rectangular Wave)



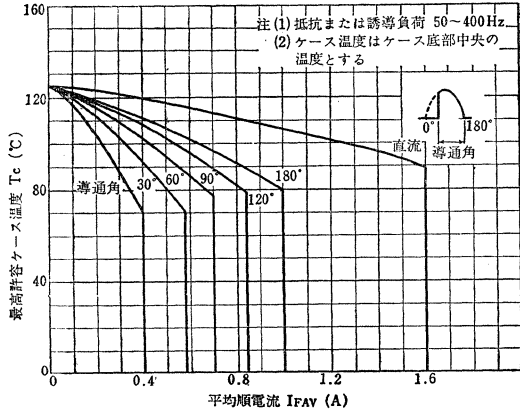
$T_C \text{ Max.} - I_{FAV}$ (矩形波 Rectangular Wave)



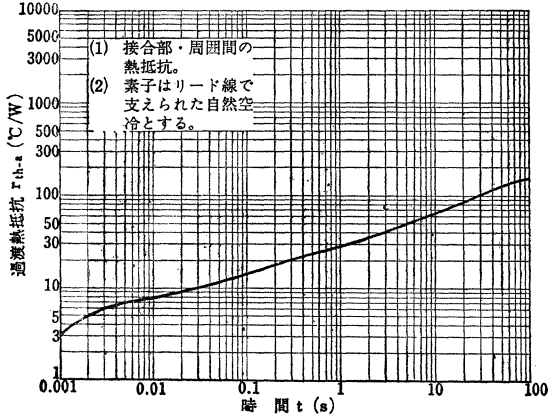
$P_{FAV} - I_{FAV}$ (正弦半波 Half Sine Wave)



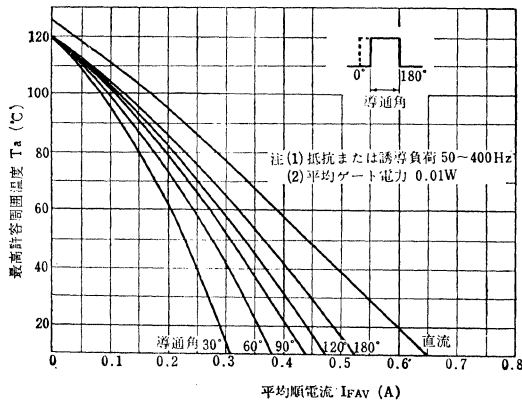
$T_C \text{ Max.} - I_{FAV}$ (正弦半波 Half Sine Wave)



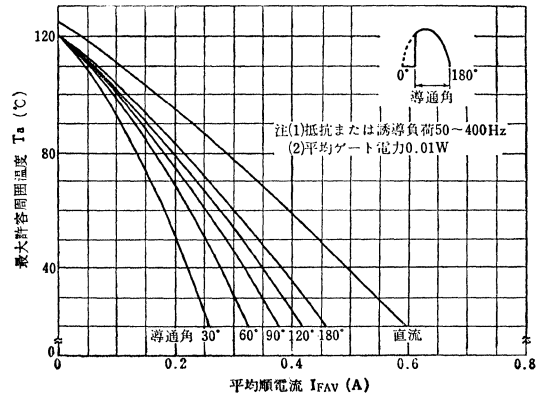
Transient Thermal Resistance (Juncton to Ambient)



$T_a \text{ Max}-I_{FAV}$ (矩形波/Rectangular Wave)



$T_a \text{ Max}-I_{FAV}$ (正弦半波 Half Sine Wave)



SF1A11A~SF1G11A

シリコン拡散接合形サイリスタ
SILICON DIFFUSED JUNCTION THYRISTOR

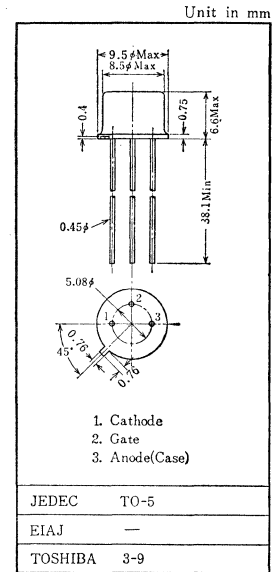
○小電力スイッチング制御用

○ Low Power Switching and Control Applications

- せん頭順および逆電圧 : $V_{FXM}, V_{RXM} = 50 \sim 400V$
- 平均順電流 : $I_0 = 1.0A$

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Ratings	Unit
せん頭順阻止電圧およびせん頭逆電圧 ($R_{GK} = 1k\Omega$ 接続)	SF1A11A	50	V
	SF1B11A	100	
	SF1D11A	200	
	SF1F11A	300	
	SF1G11A	400	
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし $< 5ms$) ($R_{GK} = 1k\Omega$ 接続) $T_j = 0 \sim 100^\circ C$	SF1A11A	75	V
	SF1B11A	150	
	SF1D11A	300	
	SF1F11A	400	
	SF1G11A	500	
平均順電流 (単相半波)	I_0	1.0	A
実効順電流	I_r	1.6	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	17(50Hz) 19(60Hz)	A
せん頭ゲート電力	P_{GM}	0.1	W
平均ゲート電力	P_{GAV}	0.01	W
せん頭順ゲート電流	I_{GFM}	0.1	A
せん頭順ゲート電圧	V_{GFM}	6	V
せん頭逆ゲート電圧	V_{GRM}	6	V
接合部温度	T_j	$-65 \sim 100$	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	$-65 \sim 100$	$^\circ C$



電気的特性 Electrical Characteristics

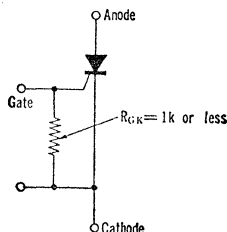
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit	
せん頭順漏れ電流およびせん頭逆電流	I_{FXM} and I_{RXM}	$V_{FXM} = V_{RXM} = \text{Rated}$ $T_j = 100^\circ C$ $R_{GK} = 1k\Omega$	—	100	μA	
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM} = 10A$, $T_C = 25^\circ C$	—	3.4	V	
トリガゲート電流	I_{GT}	$V_{FX} = 6V$ $R_L = 100\Omega$	$T_C = -65^\circ C$	—	2.0	mA
			$T_C = 25^\circ C$	—	1.0	
トリガゲート電圧	V_{GT}	$V_{FX} = 6V$ $R_L = 100\Omega$	$T_C = -65^\circ C$	—	1.05	V
			$T_C = 25^\circ C$	—	0.8	
非トリガゲート電圧	V_{GNT}	$V_{FXM} = 6V$, $R_L = 100\Omega$, $T_C = 100^\circ C$	0.20	—	V	
保持電流	I_{HX}	$R_L = 100\Omega$, $T_C = 25^\circ C$	—	10	mA	
熱抵抗 *	R_{th-a}	DC	—	165	$^\circ C/W$	

* Junction to Ambient.

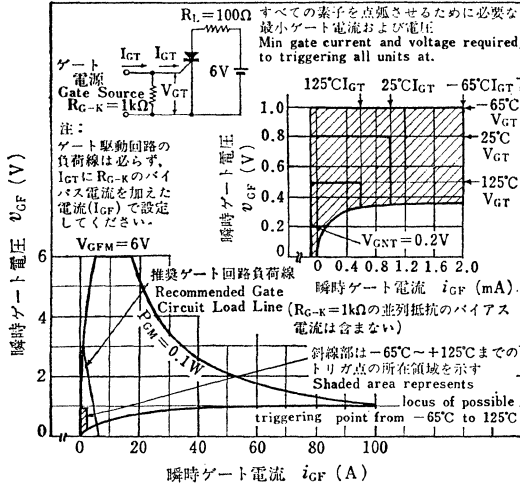
Note 1 必ずゲート・カソード間に $1k\Omega$ 以下の抵抗を接続してご使用ください。 / Use with gate resistance by all means.
これ以上の抵抗を入れますと耐圧が低下しますのでご注意ください。

Note 2 リードを曲げる場合はリードのつけ根から $6mm$ 以上のところから曲げてください。

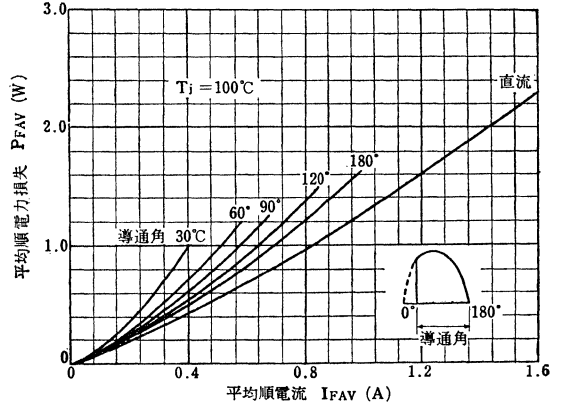
Lead bending ; should be kept at a distance of $6mm$ or more from case.



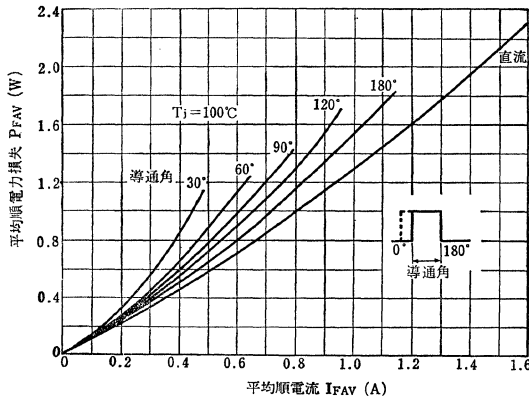
点弧特性 (Gate Triggering Characteristics)



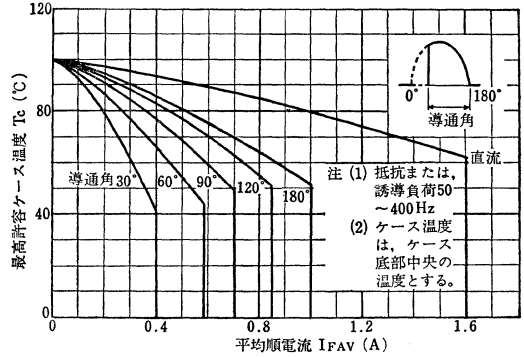
$P_{FAV}-I_{FAV}$ (正弦半波/Half sine Wave)



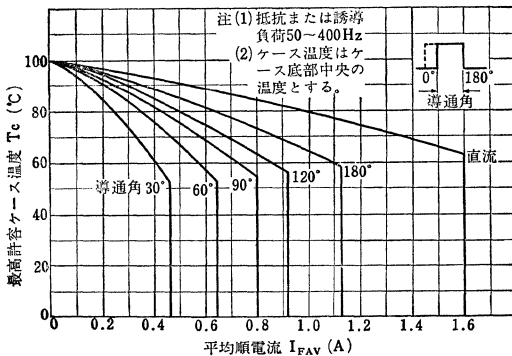
$P_{FAV}-I_{FAV}$ (矩形波/Rectangular Wave)



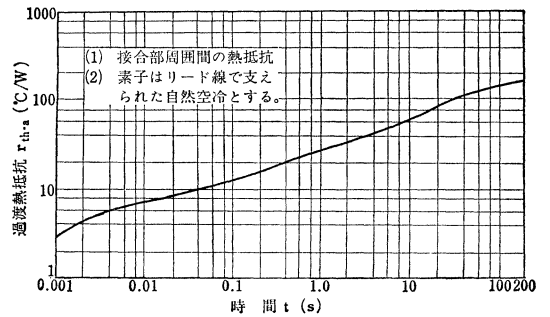
$T_{C\ Max.}-I_{FAV}$ (正弦半波/Half Sine Wave)



$T_{C\ Max.}-I_{FAV}$ (矩形波/Rectangular Wave)

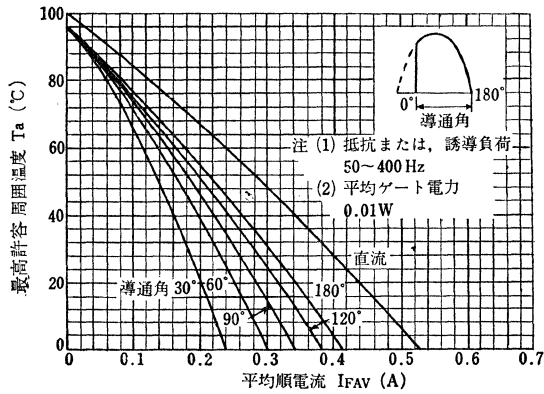


Transient Thermal Resistance (Junction to Ambient)

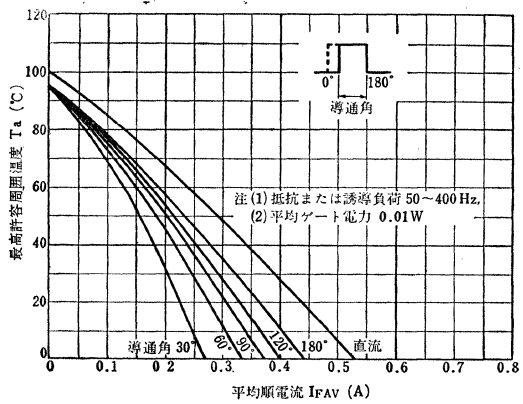


SFIA11A~SFIG11A

$T_a \text{ Max.} - I_{FAV}$ (正弦半波 / Half Sine Wave)



$T_a \text{ Max.} - I_{FAV}$ (矩形波 / Rectangular Wave)



○小電力スイッチングおよび制御用

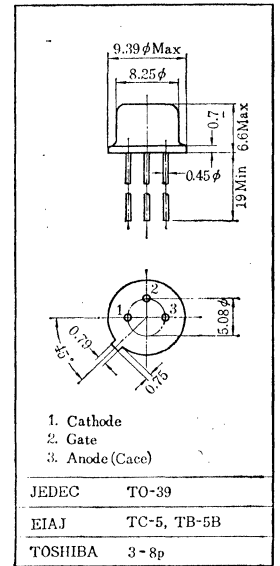
○ Low Power Switching and Control Applications

- せん頭順および逆電圧; $V_{FXM}, V_{RXM}=100, 200V$
- 平均順電流 ; $I_o=1A$

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
せん頭順阻止電圧およびせん頭逆電圧 ($R_{GK}=1k\Omega$ 接続)	SF1B12	V_{FXM} and V_{RXM}	100	V
	SF1D12		200	
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし<5ms) ($R_{GK}=1k\Omega$ 接続)	SF1B12	V_{RXM} (non-rep.)	120	V
	SF1D12		240	
平均順電流 (単相半波)	I_o	1	A	
実効順電流	I_f	1.6	A	
せん頭1 サイクルサージ電流	I_{surge}	17(50Hz)	A	
		19(60Hz)		
せん頭ゲート電力	P_{GM}	0.1	W	
平均ゲート電力	P_{GAV}	0.01	W	
せん頭順ゲート電流	I_{GFM}	0.1	A	
せん頭順ゲート電圧	V_{GFM}	6	V	
せん頭逆ゲート電圧	V_{GRM}	6	V	
接合部温度	T_j	-40~100	°C	
保存温度	T_{stg}	-40~150	°C	

Unit in mm



電気的特性 Electrical Characteristics

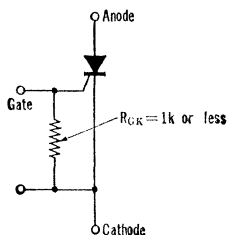
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順漏れ電流およびせん頭逆電流	I_{FXM} and I_{RXM}	$V_{FXM}=V_{RXM}=\text{Rated}$ $T_j=100^\circ\text{C}, R_{GK}=1k\Omega$	—	100	μA
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=10\text{A}, T_C=25^\circ\text{C}$	—	2.5	V
トリガ・ゲート電流	I_{GT}	$V_{FX}=6\text{V}$ $R_L=100\Omega$	$T_C=-40^\circ\text{C}$	2.0	mA
			$T_C=25^\circ\text{C}$	1.0	
トリガ・ゲート電圧	V_{GT}	$V_{FX}=6\text{V}$ $R_L=100\Omega$	$T_C=-40^\circ\text{C}$	0.98	V
			$T_C=25^\circ\text{C}$	0.8	
非トリガ・ゲート電圧	V_{GNT}	$V_{FXM}=6\text{V}, R_L=100\Omega, T_C=100^\circ\text{C}$	—	0.2	V
保持電流	I_{HX}	$R_{GK}=1k\Omega, R_L=100\Omega, T_C=25^\circ\text{C}$	—	10	mA
熱抵抗*	R_{th-a}	DC	—	185	°C/w

* Junction to Ambient

Note 1 必ずゲート、カソード間に1kΩ以下の抵抗を接続してご使用ください。 / Use with gate resistance by all means.
これ以上の抵抗を入れると耐圧が低下するのでご注意ください。

Note 2 リードを曲げる場合はリードのつけ根から6mm以上のところから曲げてください。

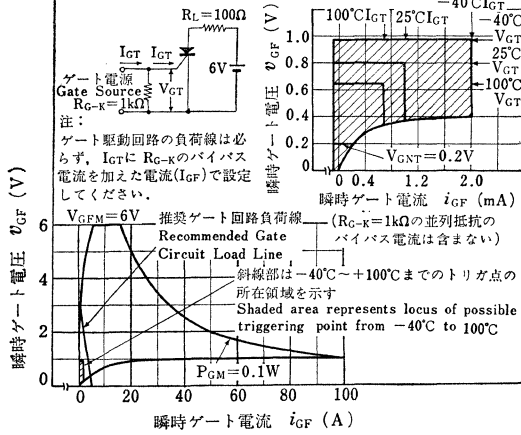
Lead Bending ; Should be Kept at a distance of 6mm or more from case.



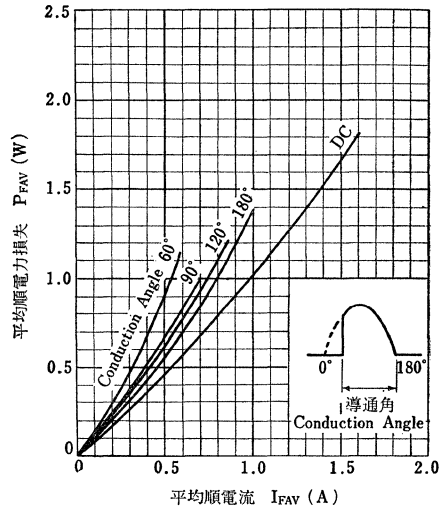
点弧特性

Gate Triggering characteristics

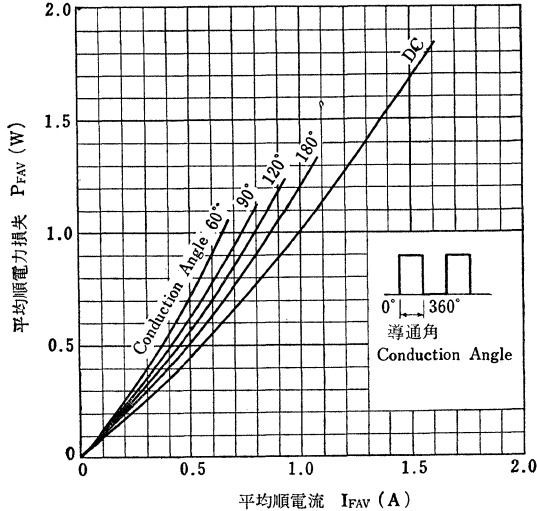
すべての素子を点弧させるために必要な最小ゲート電流および電圧
Min gate current and voltage required to triggering all units at.



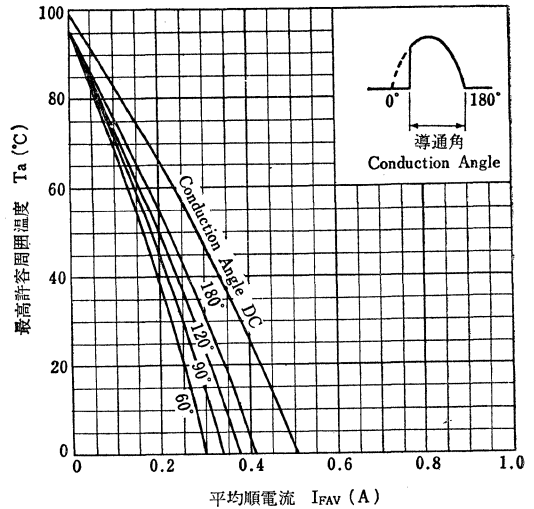
$P_{FAV}-I_{FAV}$ (正弦半波 Half Sine Wave)



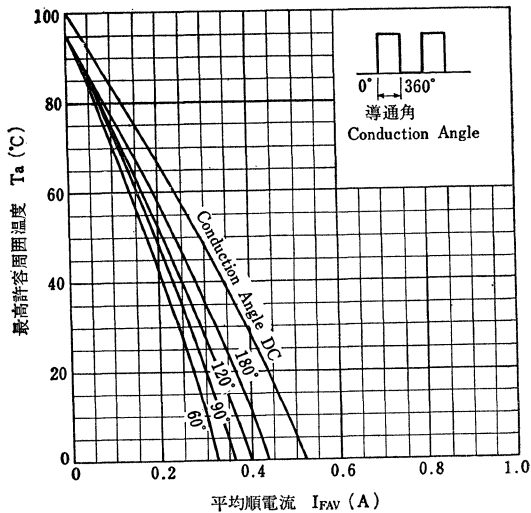
$P_{FAV}-I_{FAV}$ (矩形波 Rectangular Wave)



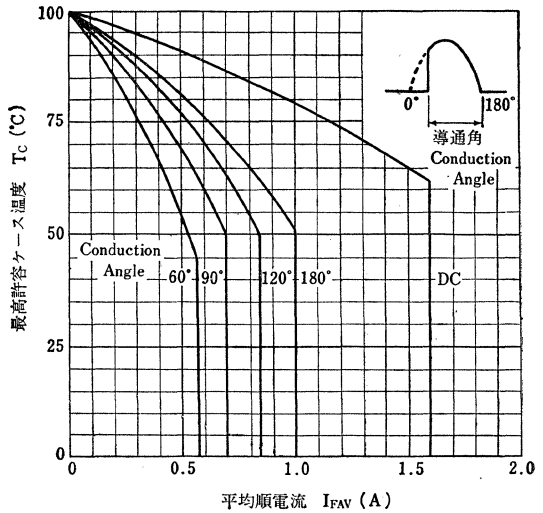
$T_{a \text{ Max.}}-I_{FAV}$ (正弦半波 Half Sine Wave)

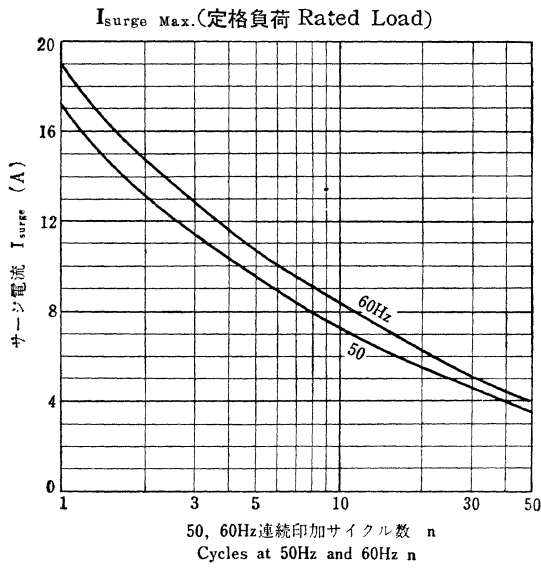
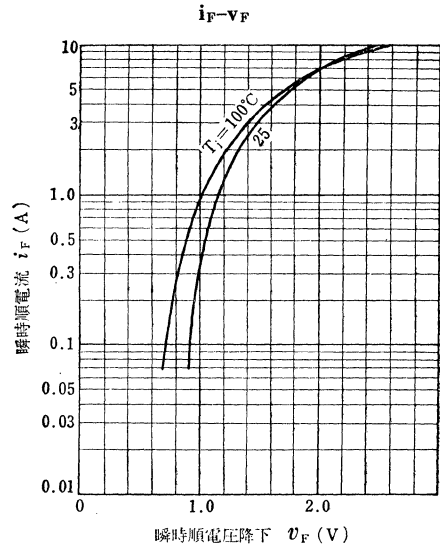
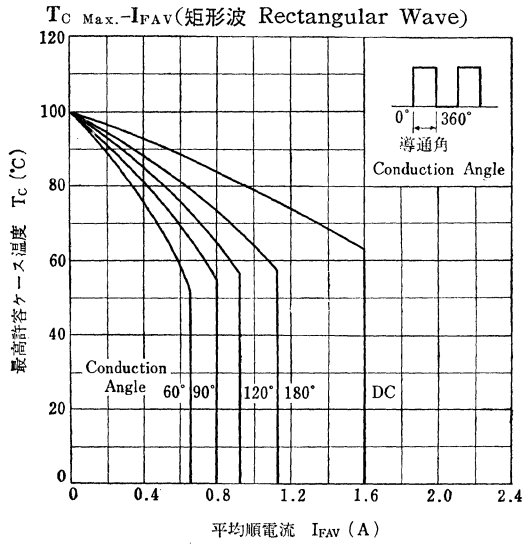


$T_{a \text{ Max.}}-I_{FAV}$ (矩形波 Rectangular Wave)

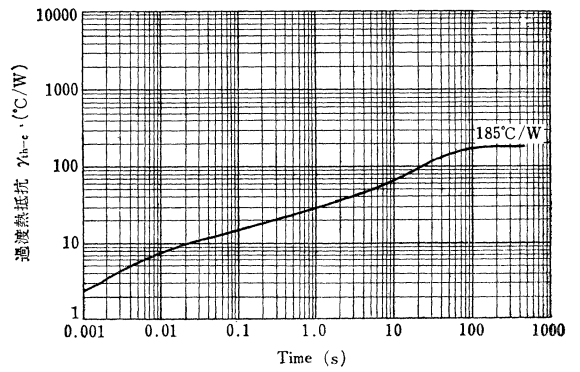


$T_C \text{ Max.}-I_{FAV}$ (正弦半波 Half Sine Wave)





過渡熱抵抗特性
Transient Thermal Resistance (Junction to Ambient)



SF1R3B41, SF1R3D41

シリコンプレーナ形サイリスタ
SILICON PLANAR THYRISTOR

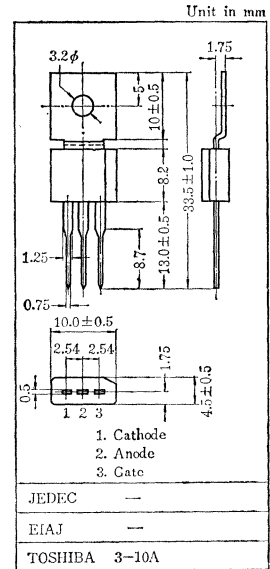
○小電力スイッチングおよび制御用

○ Low Power Switching and Control Applications

- せん頭順および逆電圧; $V_{FXM}, V_{RXM}=100, 200V$
- 平均順電流; $I_o=1.3A$
- 小形, 軽量で安価です / Small Package. Light Weight and Low Cost.
- フラスチックモールド形 / Plastic Mold Package.

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Ratings	Unit
せん頭順阻止電圧およびせん頭逆電圧 ($R_{GK}=1k\Omega$)	SF1R3B41	V_{FXM} and	V
	SF1R3D41	V_{RXM}	
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし $<5ms$) ($R_{GK}=1k\Omega$ 接続)	SF1R3B41	V_{RXM}	V
	SF1R3D41	(non-rep)	
実効順電流	I_f	2.0	A
平均順電流 (单相半波 $T_C=70^\circ C$)	I_o	1.3	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	22(60Hz)	A
		20(50Hz)	
せん頭ゲート電力	P_{GM}	0.1	W
平均ゲート電力	P_{GAV}	0.01	W
せん頭逆ゲート電圧	V_{GRM}	5	V
保存温度	T_{stg}	-40~110	$^\circ C$
接合部温度	T_j	-40~110	$^\circ C$

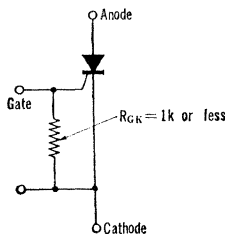


電気的特性 Electrical Characteristics

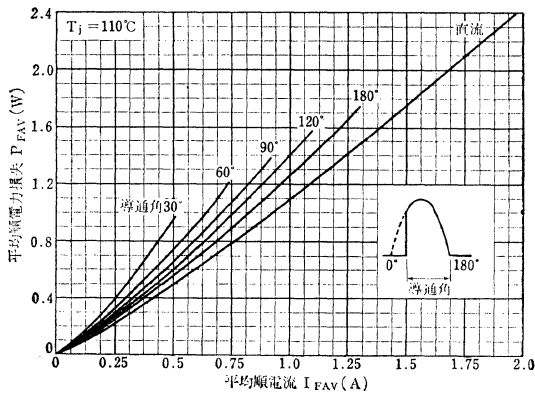
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭順漏れ電流およびせん頭逆電流	I_{FXM} and I_{RXM}	$V_{FXM}, V_{RXM}=\text{Rated}$ $T_j=110^\circ C, R_{GK}=1k\Omega$	—	—	200	μA
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=10A, T_C=25^\circ C$	—	—	2.0	V
トリガ・ゲート電流	I_{GT}	$V_{FX}=6V, R_L=100\Omega,$ $R_{GK}=1k\Omega, T_C=25^\circ C$	—	—	200	μA
トリガ・ゲート電圧	V_{GT}	$V_{FX}=6V, R_L=100\Omega,$ $R_{GK}=1k\Omega, T_C=25^\circ C$	—	—	0.8	V
非トリガ・ゲート電圧	V_{GNT}	$V_{FXM}, R_{GK}=1k\Omega, T_C=110^\circ C$	0.2	—	—	V
保持電流	I_{HX}	$R_{GK}=1k\Omega, T_C=25^\circ C, R_L=100\Omega$	—	—	10	mA
熱抵抗*	R_{th-c}	DC	—	—	12	$^\circ C/W$

* Junction to Case.

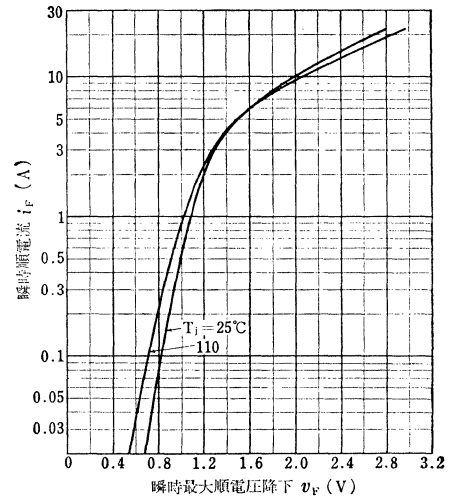
Note: 必ずゲート・カソード間に $1k\Omega$ 以下の抵抗を接続してご使用ください。 / Use with gate resistance by all means.



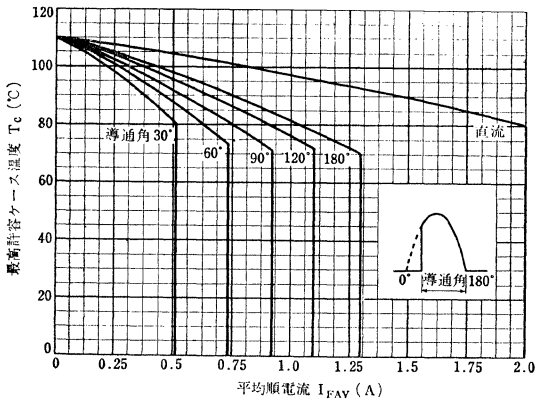
$P_{FAV}-I_{FAV}$ (正弦半波/Half Sine Wave)



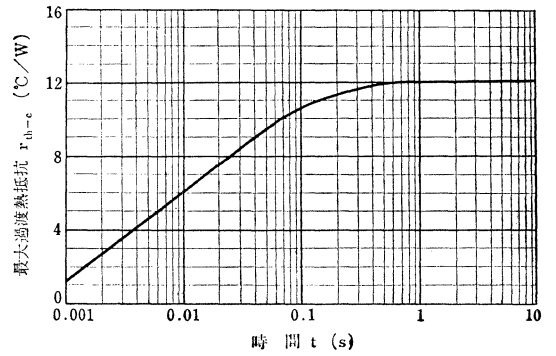
i_F-v_F



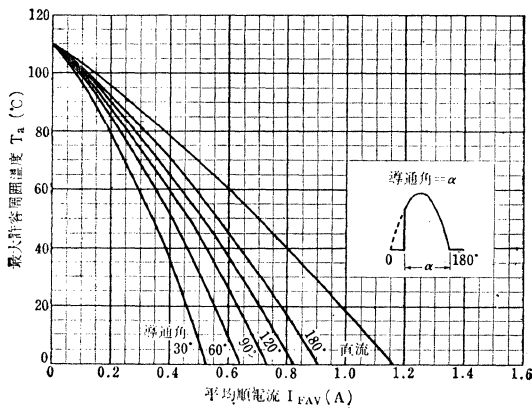
$T_{Cmax}-I_{FAV}$ (正弦半波/Half Sine Wave)



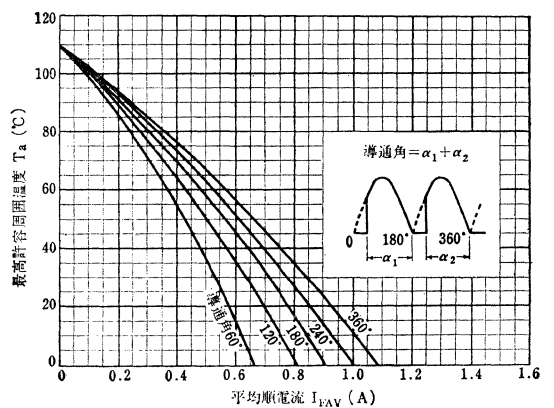
過渡熱抵抗特性
Transient Thermal Resistance (Junction to Case)



$T_a Max.-I_{FAV}$ (正弦半波/Half sine Wave)

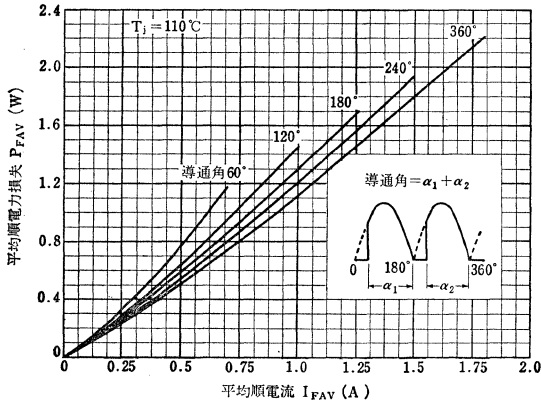


$T_a Max.-I_{FAV}$ (正弦全波/Full Sine Wave)

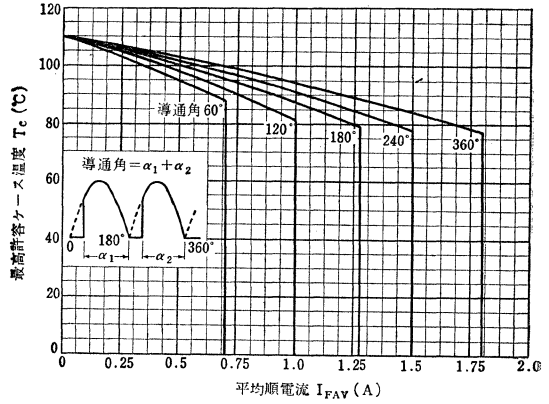


SFIR3B41, SFIR3D41

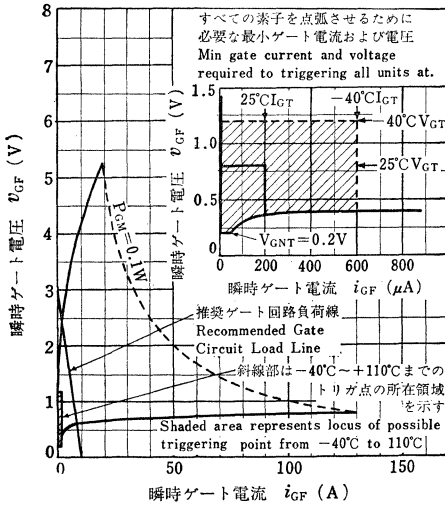
P_{FAV} - I_{FAV} (正弦全波 Full Sine Wave)



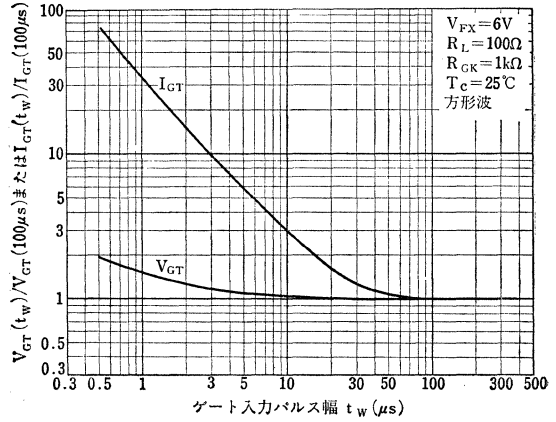
$T_C \text{ Max.}$ - I_{FAV} (正弦全波 / Full Sine Wave)



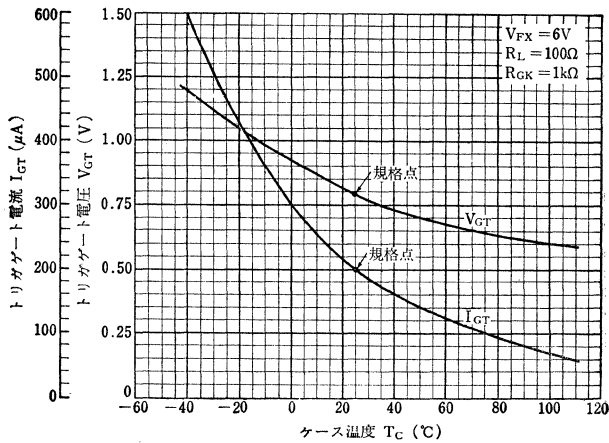
点弧特性
Gate Triggering Characteristics



パルス点弧特性
Pulse Triggering Characteristics



I_{GT} , V_{GT} - T_C



○一般用

○ General Purpose Applications

- せん頭順および逆電圧: $V_{FOM}, V_{ROM} = 100 \sim 400V$
- 平均順電流: $I_O = 3A$
- 一般制御をはじめ、家庭電機器用として経済的に設計された普及形素子で位相制御や無接点スイッチによる調温、調光、調速などに広く利用できます/They are intended for the AC loads control applications such as heating controls, motor control, light dimmers and power switching system.
- TO-66外囲器/JEDEC TO-66 Package.

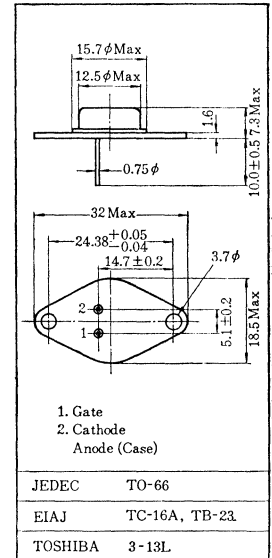
最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭順阻止電圧 および せん頭逆電圧	SF3B14	100	V
	SF3D14	200	
	SF3G14	400	
過渡せん頭逆電圧 (くりかえしなし) 5ms 以下	SF3B14	180	V
	SF3D14	350	
	SF3G14	600	
平均順電流 (単相半波, $T_C = 75^\circ C$)	I_O	3.0	A
実効順電流	I_r	4.7	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	80(60Hz)	A
		70(50Hz)	
せん頭ゲート電力	P_{GM}	5	W
平均ゲート電力	P_{GAV}	0.5	W
せん頭逆ゲート電圧	V_{GRM}	5	V
保存温度	T_{stg}	-25~125	$^\circ C$
接合部温度	T_j	-25~100	$^\circ C$

電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit	
せん頭順電流 および せん頭逆電流	I_{FOM} and I_{ROM}	$T_j = 100^\circ C$	$V_{FOM} = V_{ROM} = 100V$	—	—	750	
			$V_{FOM} = V_{ROM} = 200V$				
			$V_{FOM} = V_{ROM} = 400V$				
トリガゲート電流	I_{GT}	$V_{FX} = 6V, R_L = 100\Omega, T_C = 25^\circ C$	—	—	25	mA	
トリガゲート電圧	V_{GT}	$V_{FX} = 6V, R_L = 100\Omega, T_C = 25^\circ C$	—	—	1.5	V	
		$V_{FX} = 6V, R_L = 100\Omega, T_j = 100^\circ C$	0.20	—	—		
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM} = 12A, T_C = 25^\circ C$	—	—	1.6	V	
保持電流	I_{HO}	$R_L = 100\Omega, T_C = 25^\circ C$	—	—	30	mA	
熱抵抗	Junction to case	R_{th-c}	DC	—	—	4	$^\circ C/W$
	Junction to Ambient	R_{th-a}	DC	—	—	70	

Unit in mm

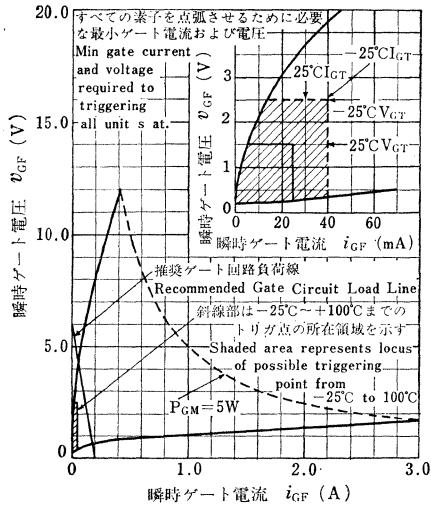


アクセサリは AC20C 適用を
Mounting Kit No. AC20C

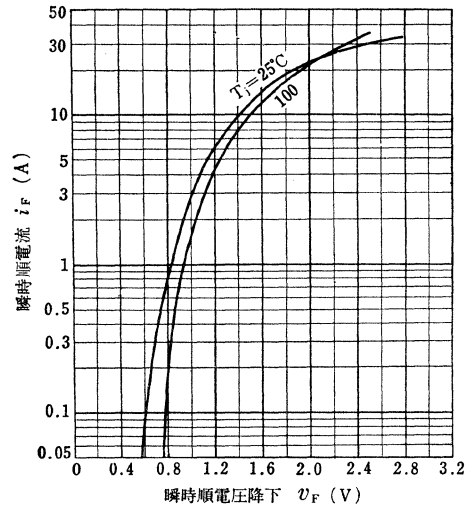
SF3B14, SF3D14, SF3G14

点弧特性

Gate Triggering Characteristics

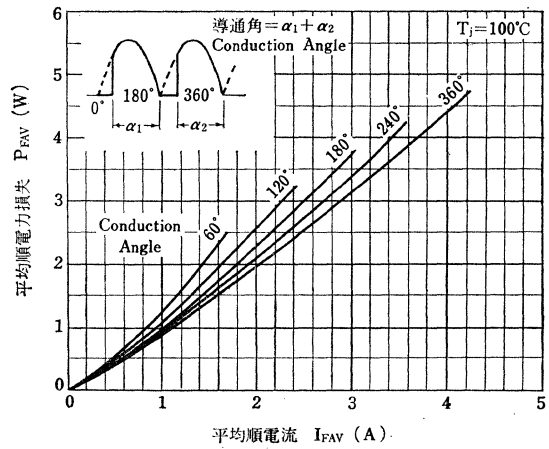
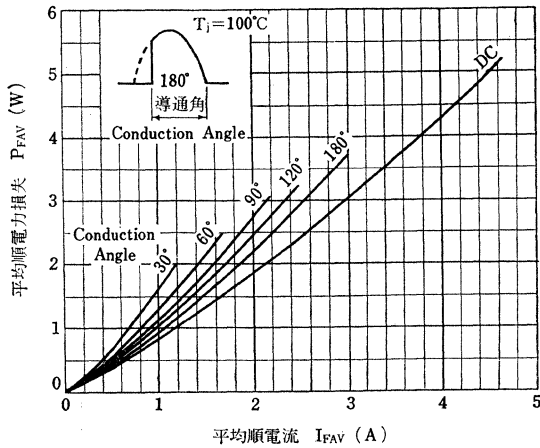


i_F-v_F

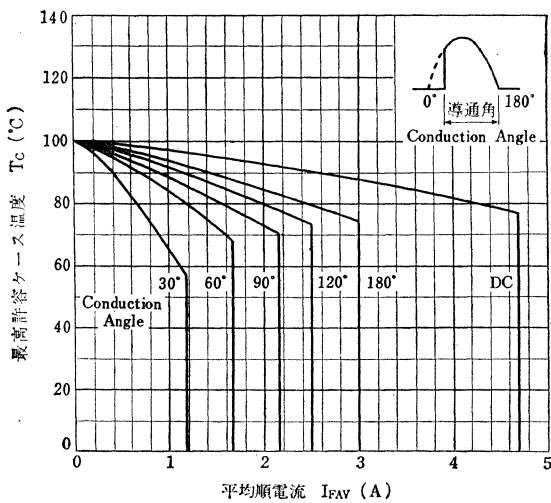


$P_{FAV}-I_{FAV}$ (正弦全波 Full Sine Wave)

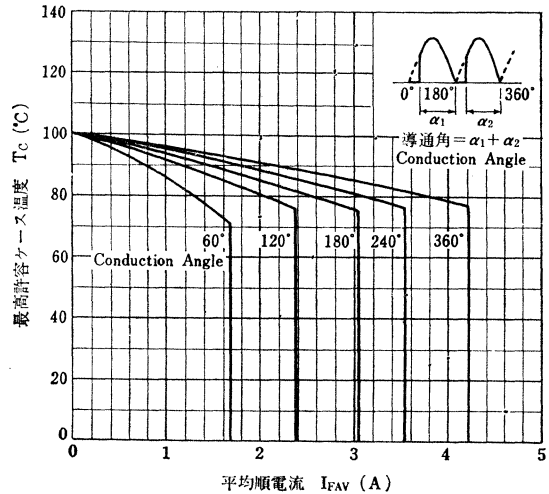
$P_{FAV}-I_{FAV}$ (正弦半波 Half Sine Wave)



$T_{C\ MAX.}-I_{FAV}$ (正弦半波 Half Sine Wave)

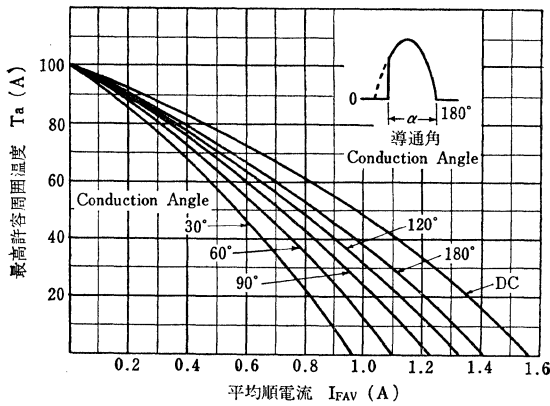


$T_{C\ MAX.}-I_{FAV}$ (正弦全波 Full Sine Wave)

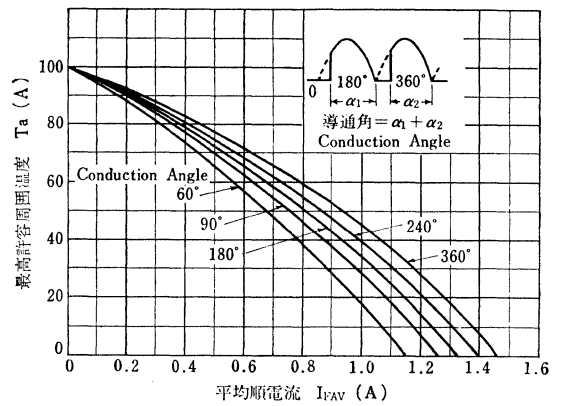


SF3B14, SF3D14, SF3G14

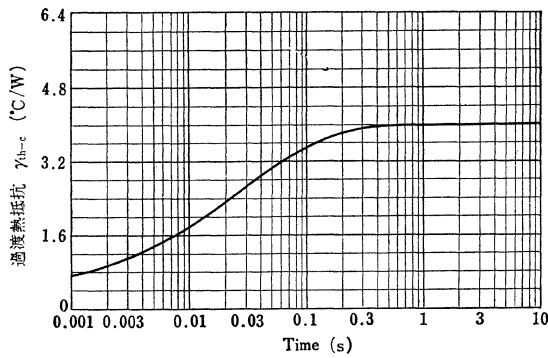
$T_{a \text{ MAX.}} - I_{FAV}$ (正弦半波 Half Sine Wave)



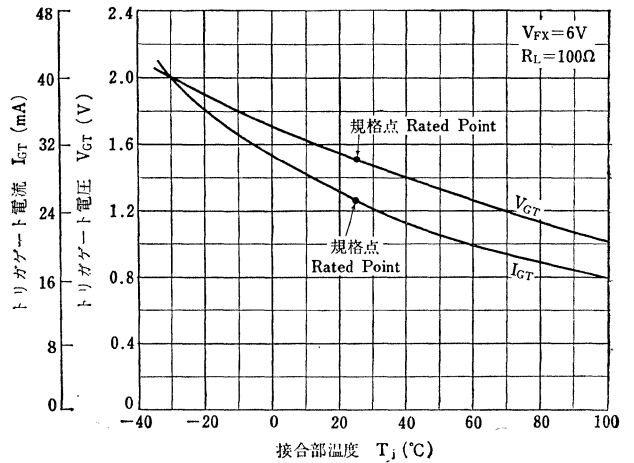
$T_{a \text{ MAX.}} - I_{FAV}$ (正弦全波 Full Sine Wave)



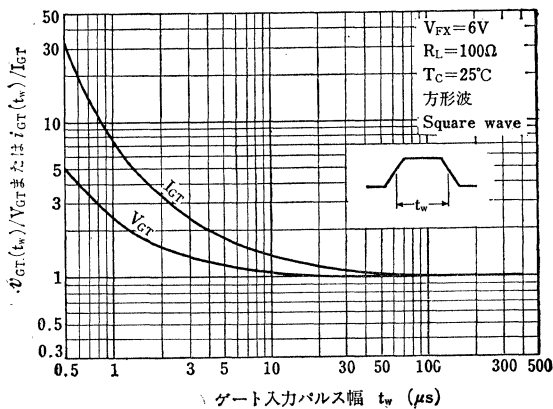
過渡熱抵抗特性 Transient Thermal Resistance (Junction to Case)



$I_{GT}, V_{GT} - T_j$



パルス点弧特性 Pulse Triggering Characteristic



SF5B12, SF5D12, SF5F12, SF5G12, SF5J12

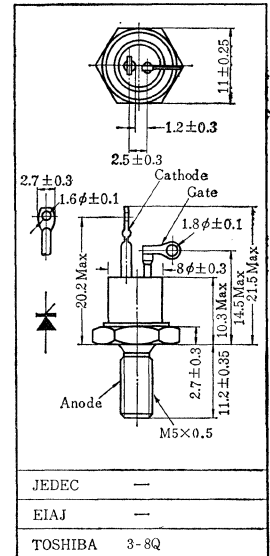
シリコン拡散接合形サイリスタ
SILICON DIFFUSED JUNCTION THYRISTOR

○電力制御用

○ Power Control Applications

- せん頭順および逆電圧: $V_{FOM}, V_{ROM} = 100 \sim 600V$
- 平均順電流: $I_O = 5A$
- 放熱フィンは VG-205B が適用されます。 / Available Heat Sink VG-205B.

Unit in mm



アクセサリは AC31A が付属
Mounting Kit No. AC31A

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭順阻止電圧および せん頭逆電圧	SF5B12	100	V
	SF5D12	200	
	SF5F12	300	
	SF5G12	400	
	SF5J12	600	
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし < 5ms) $T_j = 0 \sim 125^\circ C$	SF5B12	150	V
	SF5D12	300	
	SF5F12	400	
	SF5G12	500	
	SF5J12	720	
平均順電流 (単相半波)	I_O	5	A
実効順電流	I_r	8	A
せん頭1 サイクルサージ電流	I_{surge}	66 (60Hz)	A
		60 (50Hz)	
せん頭ゲート電力	P_{GM}	5	W
平均順ゲート電力	P_{GAV}	0.5	W
せん頭順ゲート電流	I_{GFM}	2	A
せん頭順ゲート電圧	V_{GEM}	10	V
せん頭逆ゲート電圧	V_{GRM}	6	V
接合部温度	T_j	-65~125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$
締付けトルク	TOR	20	kg cm

電気的特性 Electrical Characteristics

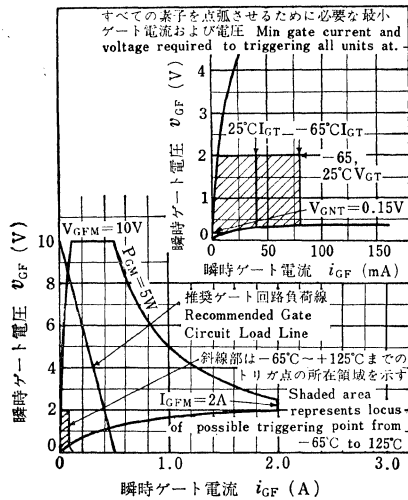
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit	
せん頭順漏れ電流 および せん頭逆電流	I_{FOM} and I_{ROM}	$V_{FOM} = V_{ROM} = \text{Rated}$ $T_j = 125^\circ C$	—	9	mA	
				6		
				4		
				2		
				2		
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM} = 20A, T_C = 25^\circ C$	—	20	V	
トリガ・ゲート電流	I_{GT}	$V_{FX} = 6V$ $R_L = 6\Omega$	$T_C = -65^\circ C$	—	80	mA
			$T_C = 25^\circ C$	—	40	
トリガ・ゲート電圧	V_{GT}	$V_{FX} = 6V$ $R_L = 6\Omega$	$T_C = -65^\circ C$	—	2.0	V
			$T_C = 25^\circ C$	—	2.0	
非トリガゲート電圧	V_{GNT}	$V_{FXM} = 0.5 \text{ Rated } T_C = 125^\circ C$	0.15	—	V	
保持電流	I_{HO}	$R_L = 100\Omega, T_C = 25^\circ C$	—	60	mA	
熱抵抗*	R_{th-c}	DC	—	3.1	$^\circ C/W$	

* Junction to case

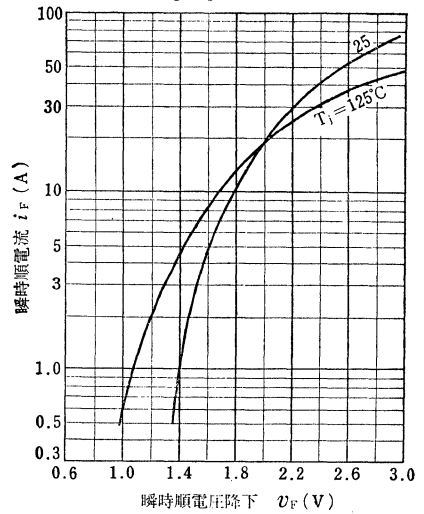
SF5B12, SF5D12, SF5F12, SF5G12, SF5J12

点弧特性

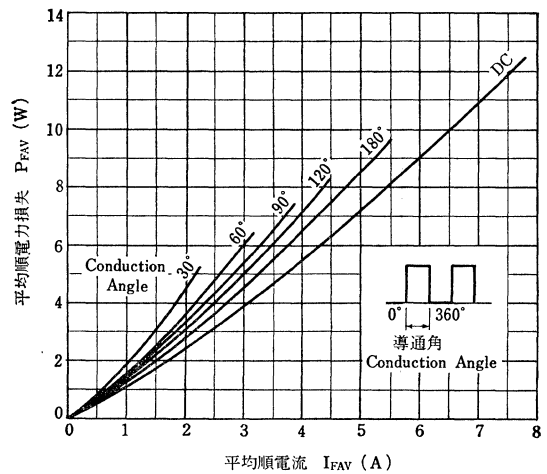
Gate Triggering Characteristics



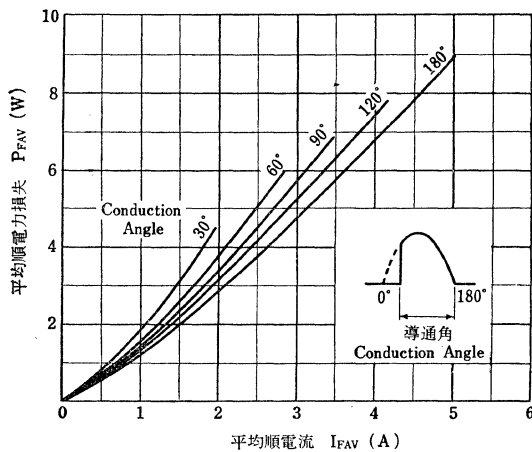
$i_F - v_F$



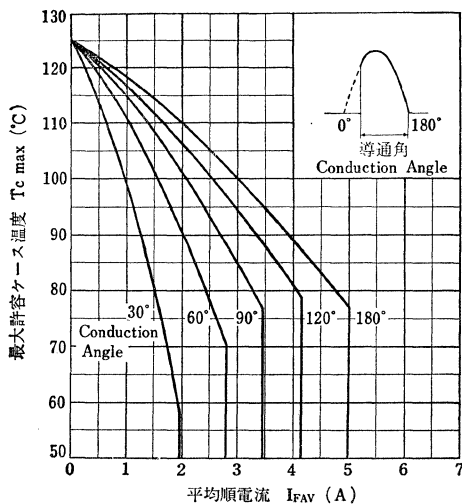
$P_{FAV} - I_{FAV}$ (短波形 Rectangular Wave)



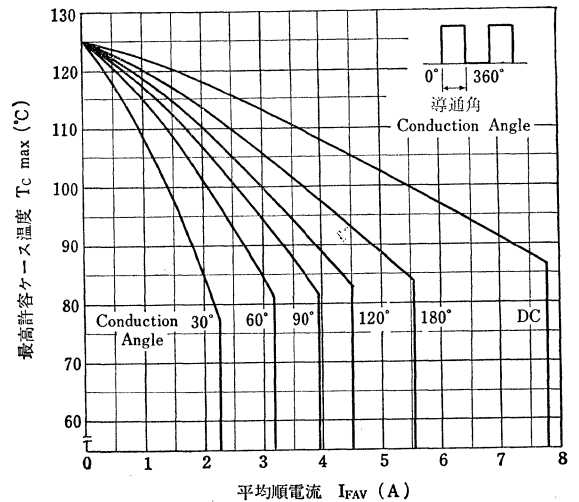
$P_{FAV} - I_{FAV}$ (正弦半波 Half Sine Wave)



$T_C \text{ Max.} - I_{FAV}$ (正弦半波 Half Sine Wave)



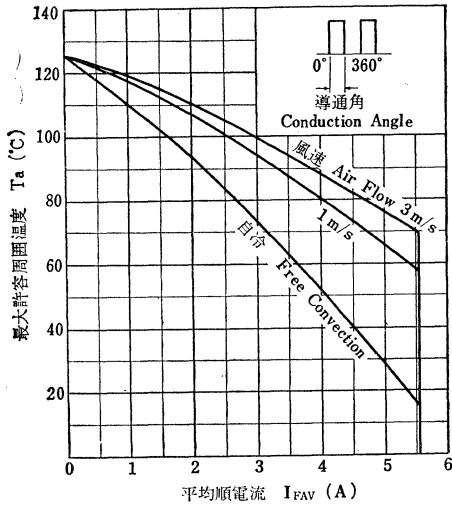
$T_C \text{ Max.} - I_{FAV}$ (短波形 Rectangular Wave)



SF5B12, SF5D12, SF5F12, SF5G12, SF5J12

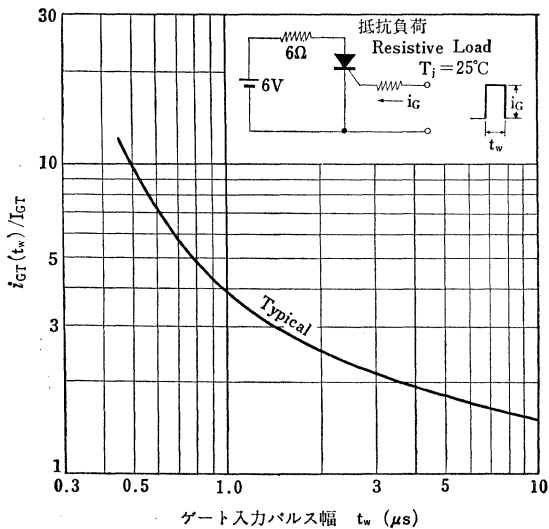
$T_a \text{ Max.} - I_{FAV}$ (矩形波180°通電Rectangular Wave
180° Conduction Angle)

(放熱フィン VG-205B使用時)
(Heat Sink VG-205B)



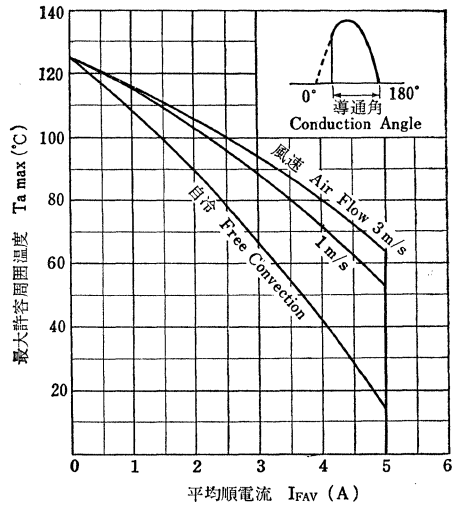
パルス点弧特性

Pulse Triggering Characteristics

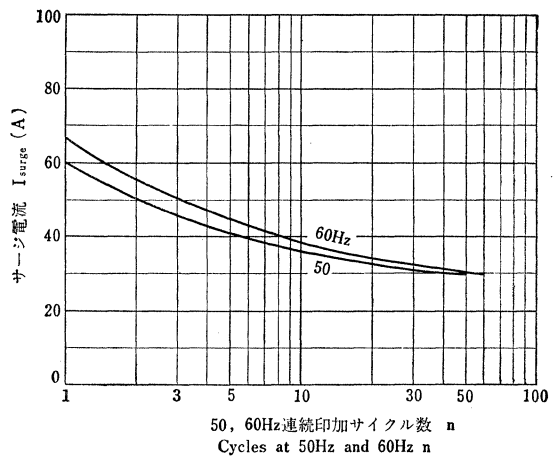


$T_a \text{ Max.} - I_{FAV}$ (正弦半波180°通電Half Sine Wave
180° Conduction Angle)

(放熱フィン VG-205B使用時)
(Heat Sink VG-205B)



$I_{surge \text{ Max}}$ (定格負荷 Rated Load)



○電力制御用

○ Power control Applications

- せん頭順および逆電圧; $V_{FOM}, V_{ROM}=100\sim1000V$
- 平均順電流; $I_O=10A$
- 放熱フィンにはVG-207Bが適用されます/ Available Heat sink VG-207B

最大定格 Maximum Ratings

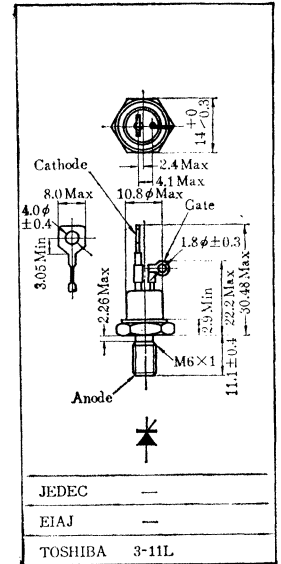
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭順阻止電圧 および せん頭逆電圧	SF10B12	100	V
	SF10D12	200	
	SF10F12	300	
	SF10G12	400	
	SF10J12	600	
	SF10L12	800	
	SF10N12	1000	
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし<5ms) $T_J=0\sim125^\circ C$	SF10B12	150	V
	SF10D12	300	
	SF10F12	400	
	SF10G12	500	
	SF10J12	720	
	SF10L12	960	
	SF10N12	1200	
平均順電流 (単相半波)	I_O	10	A
実効順電流	I_r	16	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	165(60Hz)	A
		150(50Hz)	
順電流上昇率	di/dt	—	A/ μs
せん頭ゲート電力	P_{GM}	5	W
平均ゲート電力	P_{GAV}	0.5	W
せん頭順ゲート電流	I_{GFM}	2	A
せん頭順ゲート電圧	V_{GFM}	10	V
せん頭逆ゲート電圧	V_{GRM}	5	V
接合部温度	T_J	-40~110	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-40~125	$^\circ C$
締付けトルク	TOR	35	kg cm

電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit	
せん頭順漏れ電流 および せん頭逆電流	I_{FOM} and I_{ROM}	$V_{FOM}=V_{ROM}=\text{Rated}$ $T_J=110^\circ C$	—	25	mA	
				12		
				10		
				8		
				5		
				4		
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=50A, T_C=25^\circ C$	—	2.0	V	
トリガゲート電圧	V_{GT}	$V_{FX}=6V, R_L=6\Omega$	$T_C=-40^\circ C$	—	3.5	V
			$T_C=25^\circ C$	—	3.5	
トリガゲート電流	I_{GT}	$V_{FX}=6V, R_L=6\Omega$	$T_C=-40^\circ C$	—	150	mA
			$T_C=25^\circ C$	—	80	
非トリガゲート電圧	V_{GNT}	$V_{FXM}=0.5\text{Rated } T_C=110^\circ C$	0.15	—	V	
非トリガゲート電流	I_{GNT}	$V_{FXM}=0.5\text{Rated } T_C=110^\circ C$	—	—	mA	
保持電流	I_{HO}	$T_C=25^\circ C, R_L=6\Omega$	—	100	mA	
熱抵抗*	R_{th-c}	DC	—	2.0	$^\circ C/W$	

* Junction to case

Unit in mm

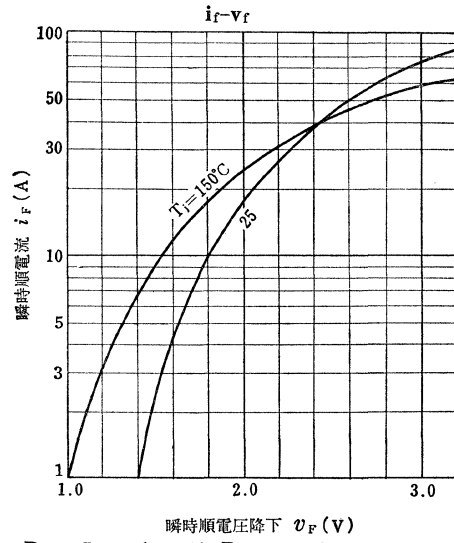
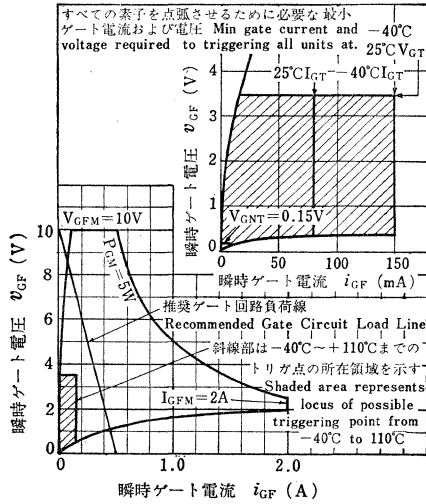


アクセサリは AC51 が付属
Mounting Kit No. AC51

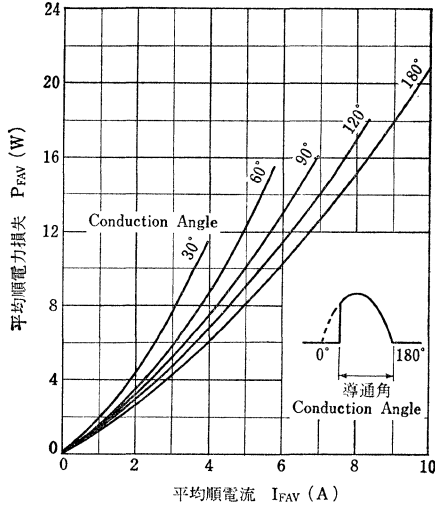
SF10B12, SF10D12, SF10F12, SF10G12 SF10J12, SF10L12, SF10N12

点弧特性

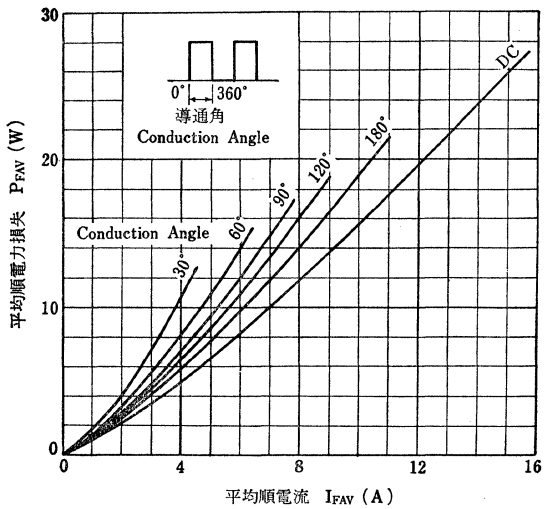
Gate Triggering characteristics



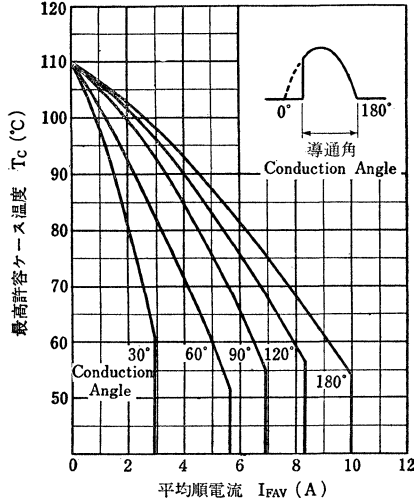
P_{FAV}-I_{FAV} (正弦半波 Half Sine Wave)



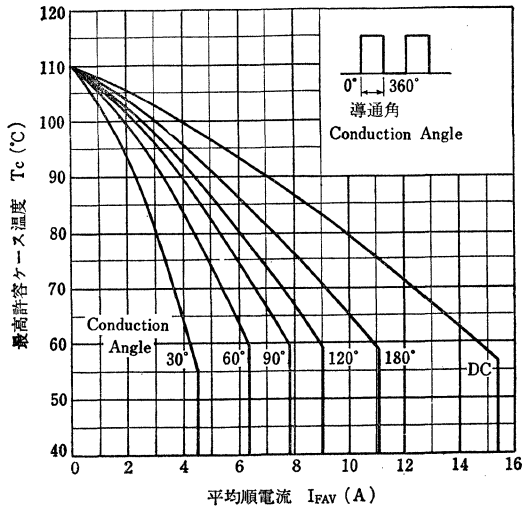
P_{FAV}-I_{FAV} (矩形波 Rectangular Wave)



T_{C Max.}-I_{FAV} (正弦半波 Half Sine Wave)



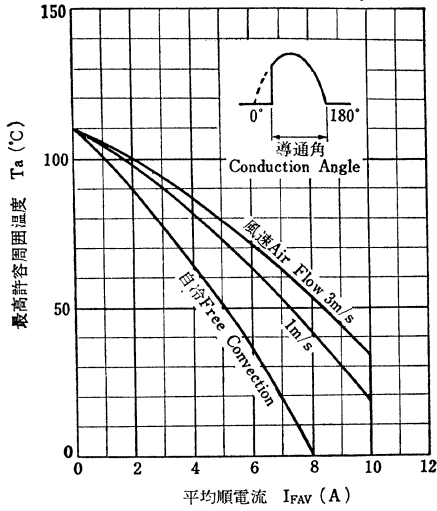
T_{C Max.}-I_{FAV} (矩形波 Rectangular Wave)



SF10B12, SF10D12, SF10F12, SF10G12 SF10J12, SF10L12, SF10N12

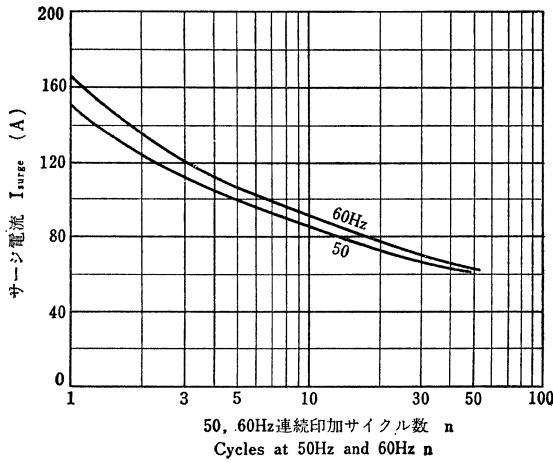
T_a Max. - I_{FAV} (正弦半波 180° 通電 Half Sine Wave
180° Conduction Angle)

(放熱フィン VG-207B 使用時)
(Heat sink VG-207B)



平均順電流 I_{FAV} (A)

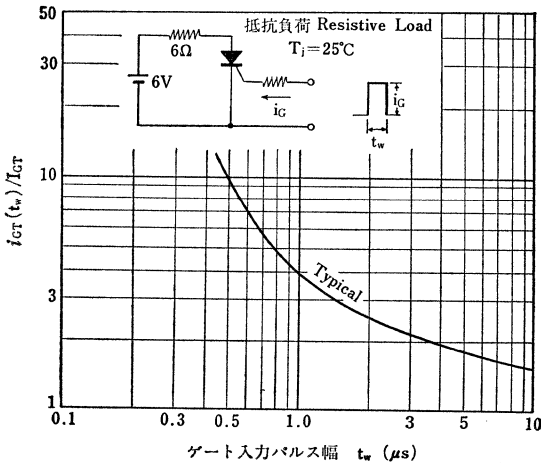
I_{surge} Max. (定格負荷 Rated Load)



50, 60Hz 連続印加サイクル数 n
Cycles at 50Hz and 60Hz n

パルス点弧特性

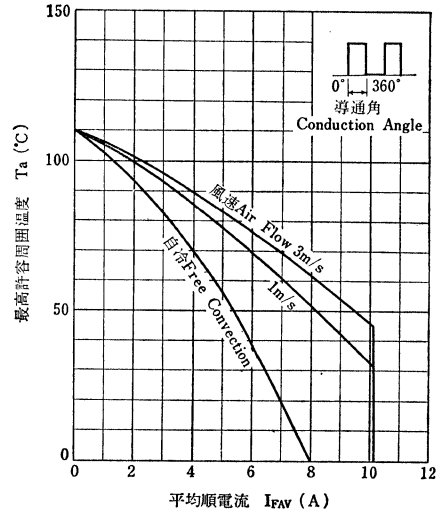
Pulse Triggering characteristics



ゲート入力パルス幅 t_w (μ s)

T_a Max. - I_{FAV} (矩形波 180° 通電 Rectangular Wave
180° Conduction Angle)

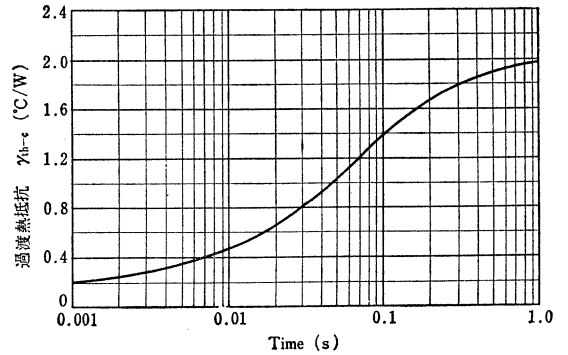
(放熱フィン VG-207B 使用時)
(Heat sink VG-207B)



平均順電流 I_{FAV} (A)

過渡熱抵抗特性 Transient Thermal

Resistance (Junction to case)



SF16B12, SF16D12, SF16F12, SF16G12 SF16J12, SF16L12 SF16N12, SF16Q12

シリコン拡散合金接合形サイリスタ
SILICON ALLOY-DIFFUSED JUNCTION THYRISTOR

○電力制御用

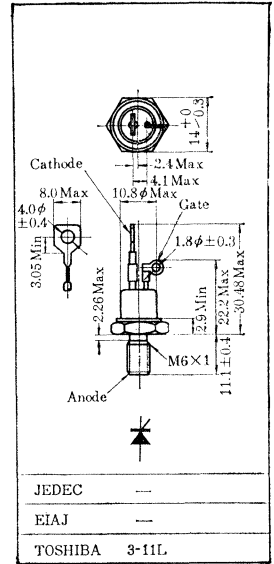
○ Power Control Applications

- せん頭順および逆電圧; $V_{FOM}, V_{ROM}=100\sim1200V$
- 平均順電流; $I_0=16A$
- 放熱フィンには VG-207B が適用されます。 / Available Heat Sink VG-207B

Unit in mm

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭順止電圧およびせん頭逆電圧	SF16B12	100	V
	SF16D12	200	
	SF16F12	300	
	SF16G12	400	
	SF16J12	600	
	SF16L12	800	
	SF16N12	1000	
	SF16Q12	1200	
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし < 5ms) $T_j=0\sim125^\circ C$	SF16B12	150	V
	SF16D12	300	
	SF16F12	400	
	SF16G12	500	
	SF16J12	720	
	SF16L12	960	
	SF16N12	1200	
	SF16Q12	1440	
平均順電流 (単相半波)	I_0	16	A
実効順電流	I_f	25	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	220(60Hz)	A
		200(50Hz)	
せん頭ゲート電力	P_{GM}	5	W
平均ゲート電力	P_{GAV}	0.5	W
せん頭順ゲート電流	I_{GFM}	2	A
せん頭順ゲート電圧	V_{GFM}	10	V
せん頭逆ゲート電圧	V_{GRM}	5	V
接合部温度	T_j	-65~125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-65~150	$^\circ C$
締付けトルク	TOR	35	kg cm



アクセサリは AC51 が付属
Mounting Kit No. AC51

電気的特性 Electrical Characteristics

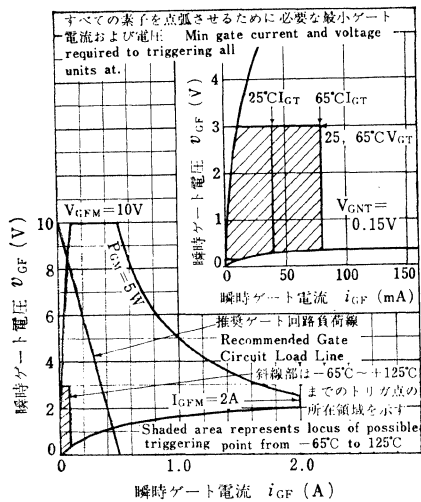
Characteristic	Symbol	Test condition	Max.	Min.	Unit
せん頭順漏れ電流および、せん頭逆電流	SF16B12	$V_{FOM}=V_{ROM}=\text{Rated}$ $T_j=125^\circ C$	—	6	mA
	SF16D12			6	
	SF16F12			6	
	SF16G12			6	
	SF16J12			6	
	SF16L12			4	
	SF16N12			3	
	SF16Q12			3	
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=50A, T_C=25^\circ C$	—	1.95	V
トリガゲート電圧	V_{GT}	$V_{FX}=6V, R_L=6\Omega$	$T_C=-10^\circ C$	—	3
			$T_C=25^\circ C$	—	3
トリガゲート電流	I_{GT}	$V_{FX}=6V, R_L=6\Omega$	$T_C=-40^\circ C$	—	80
			$T_C=25^\circ C$	—	40
非トリガゲート電圧	V_{GNT}	$V_{FXM}=0.5 \text{ Rated } T_C=110^\circ C$	0.15	—	V
非トリガゲート電流	I_{GNT}	$V_{FXM}=0.5 \text{ Rated } T_C=110^\circ C$	—	—	mA
保持電流	I_{HO}	$T_C=25^\circ C, R_L=100\Omega$	—	50	mA
熱抵抗*	R_{th-s}	DC	—	2	$^\circ C/W$

* Junction to stud.

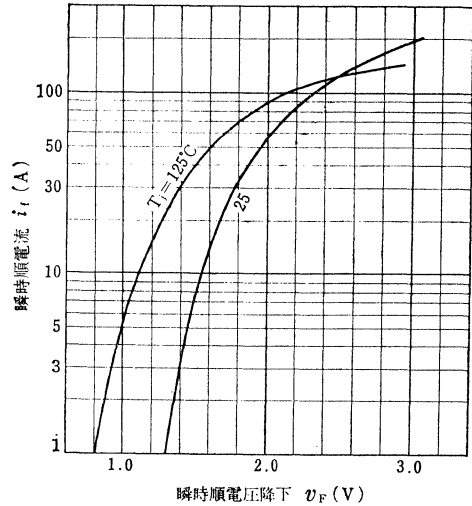
SF16B12, SF16D12, SF16F12, SF16G12, SF16J12, SF16L12, SF16N12, SF16Q12

点弧特性

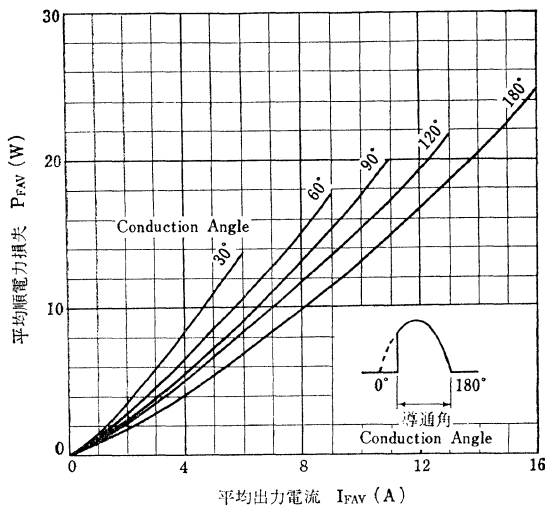
Gate Triggering Characteristics



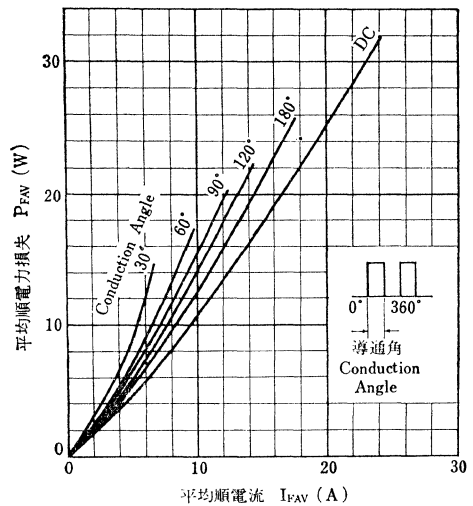
i_r-v_r



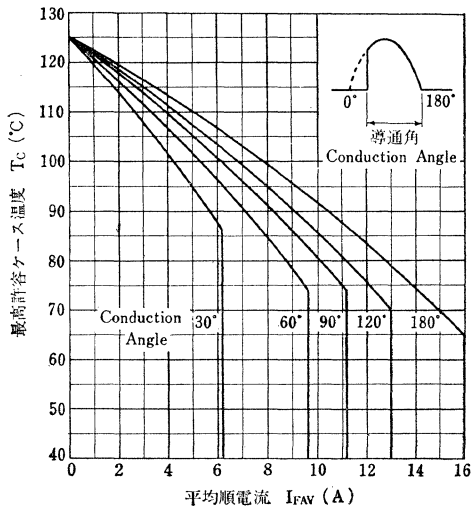
$P_{FAV}-I_{FAV}$ (正弦半波 Half Sine Wave)



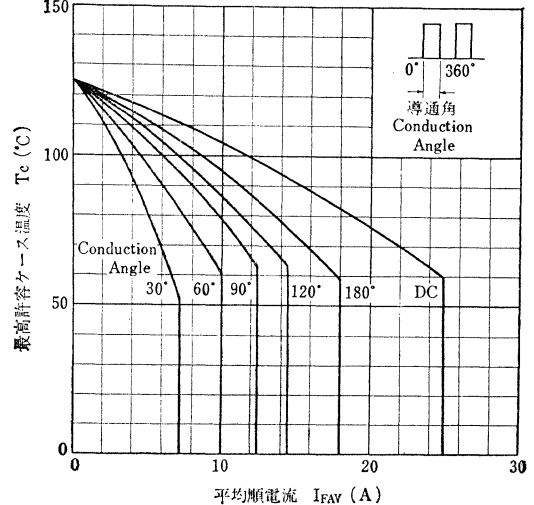
$P_{FAV}-I_{FAV}$ (矩形波 Rectangular Wave)



$T_C \text{ Max.}-I_{FAV}$ (正弦半波 Half Sine Wave)



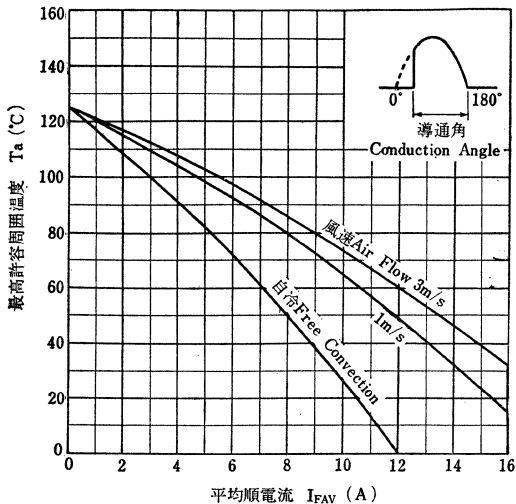
$T_C \text{ Max.}-I_{FAV}$ (矩形波 Rectangular Wave)



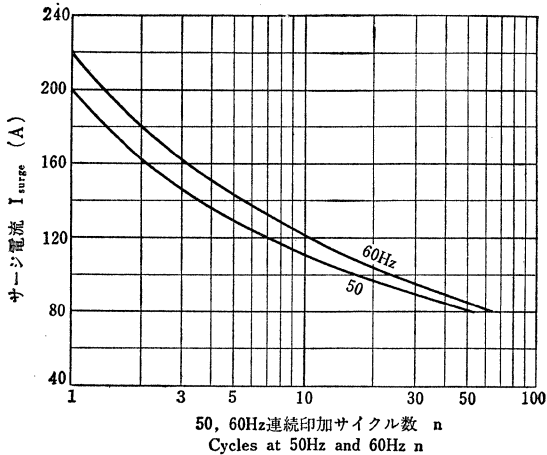
SF16B12, SF16D12, SF16F12, SF16G12, SF16J12, SF16L12, SF16N12, SF16Q12

$T_{a \text{ MAX.}} - I_{FAV}$ (正弦半波180°通電 Half Sine Wave
180° Conduction Angle)

(放熱フィン VG-207B 使用時)(Heat Sink VG-207B)

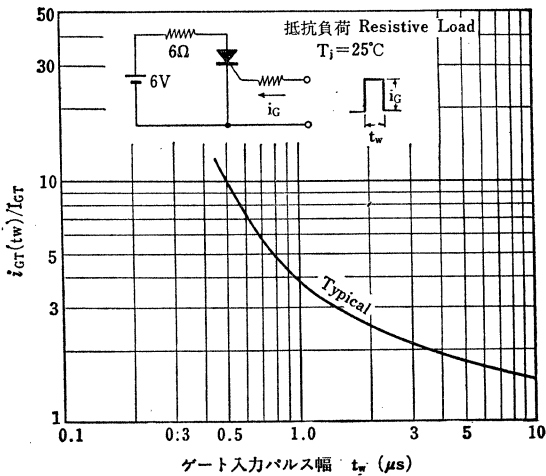


$I_{\text{surge MAX.}}$ (定格負荷 Rated Load)



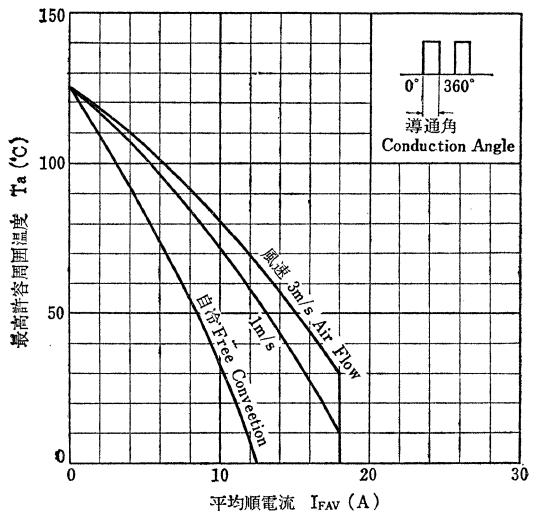
パルス点弧特性

Pulse Triggering Characteristics



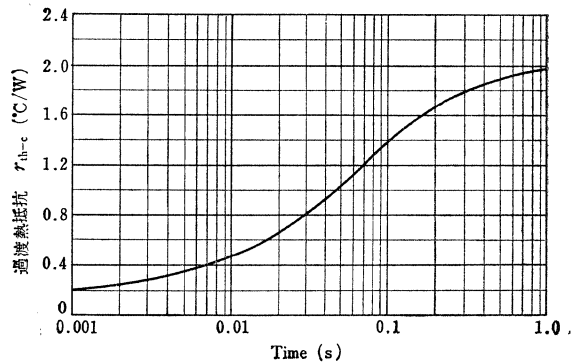
$T_{a \text{ MAX.}} - I_{FAV}$ (矩形波180°通電 Rectangular Wave
180° Conduction Angle)

(放熱フィン VG-207B 使用時)(Heat Sink VG-207B)



過渡熱抵抗特性

Resistance (Junction to case)



○電力制御用

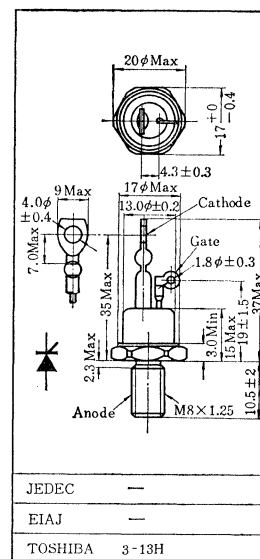
○ Power Control Application

- せん頭順および逆電圧: $V_{FOM}, V_{ROM} = 200 \sim 1300V$
- 平均順電流: $I_O = 30A$
- 放熱フィンにはVG-236が使用されます / Available Heat Sink VG-236

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭順阻止電圧 および せん頭逆電圧	SF30D11	200	V
	SF30F11	300	
	SF30G11	400	
	SF30J11	600	
	SF30L11	800	
	SF30N11	1000	
	SF30R11	1300	
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし < 5ms) $T_J = 0 \sim 125^\circ C$	SF30D11	300	V
	SF30F11	400	
	SF30G11	500	
	SF30J11	720	
	SF30L11	960	
	SF30N11	1200	
	SF30R11	1550	
平均順電流 (单相半波) $T_C = 76^\circ C$	I_O	30	A
実効順電流	I_f	47	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	600(50Hz)	A
せん頭ゲート電力	P_{GM}	5	W
平均ゲート電力	P_{GAV}	0.5	W
せん頭順ゲート電流	I_{GFM}	2	A
せん頭順ゲート電圧	V_{GFM}	10	V
せん頭逆ゲート電圧	V_{GRM}	5	V
接合部温度	T_J	$-40 \sim 125$	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	$-40 \sim 125$	$^\circ C$
締付けトルク	TOR	50	kg cm

Unit in mm



アクセサリは AC56 が付属
Mounting kit No. AC56

電気的特性 Electrical Characteristics

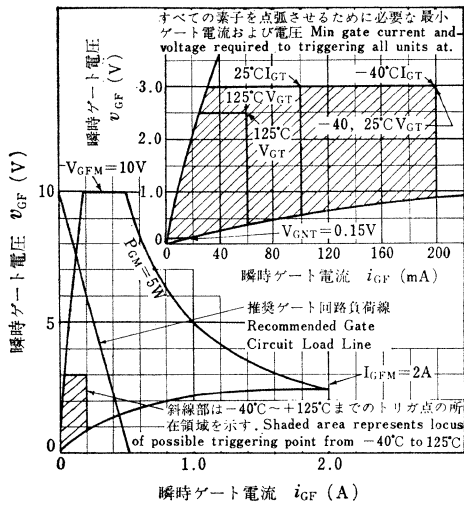
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit	
せん頭順漏れ電流 および せん頭逆電流	SF30D11	$V_{FOM} = V_{ROM} = \text{Rated}$ $T_J = 125^\circ C$	—	10	mA	
	SF30F11		—	10		
	SF30G11		—	8		
	SF30J11		—	8		
	SF30L11		—	8		
	SF30N11		—	6		
	SF30R11		—	6		
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM} = 100A, T_C = 25^\circ C$	—	1.9	V	
トリガゲート電流	I_{GT}	$V_{FX} = 6V, R_L = 6\Omega$	$T_C = -40^\circ C$	—	200	mA
			$T_C = 25^\circ C$	—	100	
トリガゲート電圧	V_{GT}	$V_{FX} = 6V, R_L = 6\Omega$	$T_C = -40^\circ C$	—	3	V
			$T_C = 25^\circ C$	—	3	
非トリガ電圧	V_{GNT}	$V_{FXM} = 0.5 \text{ Rated } T_C = 125^\circ C$	0.15	—	V	
保持電流	I_{HO}	$R_L = 100\Omega, T_C = 25^\circ C$	—	150	mA	
熱抵抗*	R_{th-c}	DC	—	0.7	$^\circ C/W$	

* Junction to Case

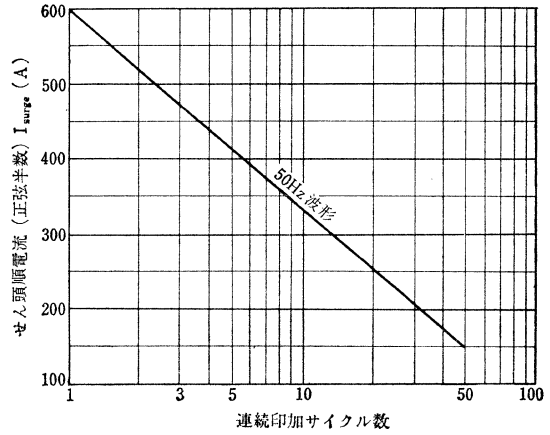
SF30D11, SF30F11, SF30G11, SF30J11 SF30L11, SF30N11, SF30R11

点弧特性

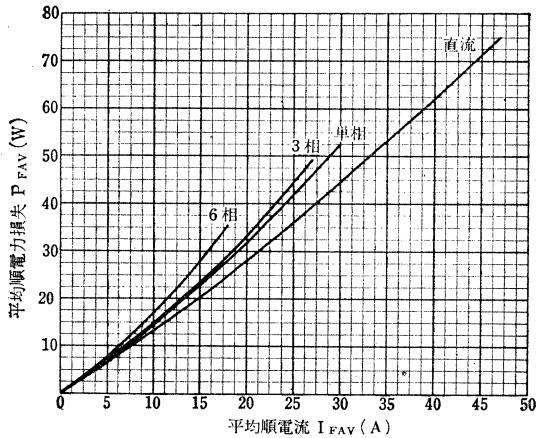
Gate Triggering Characteristics



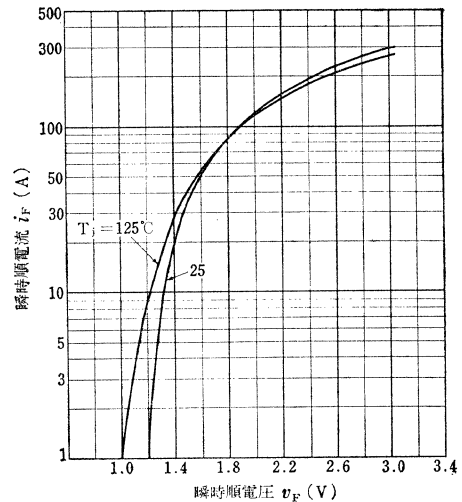
I_{surge} Max. (定格負荷 Rated Load)



P_{FAV} - I_{FAV}

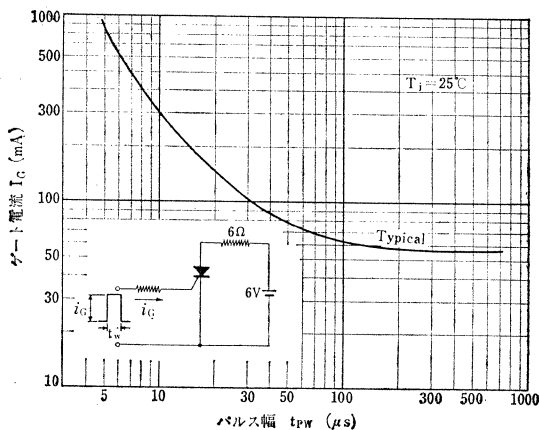


i_F - v_F

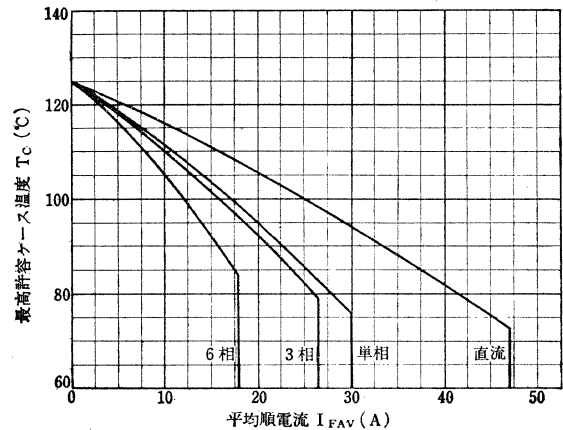


パルス点弧特性

Pulse Triggering Characteristics



T_C Max.- I_{FAV}



○電力制御用

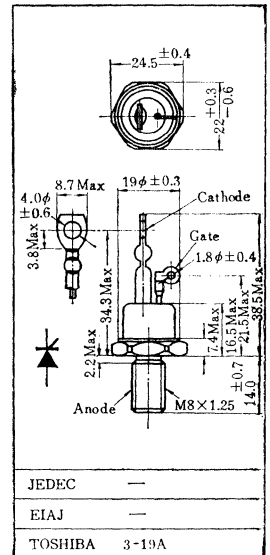
○ Power Control Applications

- せん頭順および逆電圧; $V_{FOM}, V_{ROM}=200\sim1300V$
- 平均順電流 ; $I_O=50A$
- 放熱フィン は VG-236 が適用されます。 / Available Heat Sink VG-236

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
せん頭順阻止電圧 および せん頭逆電圧	V_{FOM} and V_{ROM}	SF50D12	200	V
		SF50G12	400	
		SF50J12	600	
		SF50L12	800	
		SF50N12	1000	
		SF50R12	1300	
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし $<5ms$) $T_J=0\sim125^\circ C$	V_{ROM} (non-rep)	SF50D12	300	V
		SF50G12	500	
		SF50J12	720	
		SF50L12	960	
		SF50N12	1200	
		SF50R12	1550	
平均順電流 (単相半波)	I_O	50	A	
実効順電流	I_f	79	A	
せん頭1サイクル サージ電流	I_{surge}	1100(60Hz)	A	
		1000(50Hz)		
せん頭ゲート電力	P_{GM}	5	W	
平均ゲート電力	P_{GAV}	0.5	W	
せん頭順ゲート電流	I_{GFM}	2	A	
せん頭順ゲート電圧	V_{GFM}	10	V	
せん頭逆ゲート電圧	V_{GRM}	6	V	
接合部温度	T_J	$-40\sim125$	$^\circ C$	
保存温度	T_{stg}	$-40\sim125$	$^\circ C$	
締付トルク	TOR	50	kg cm	

Unit in mm



アクセサリはAC56が付属
Mounting kit No. AC 56

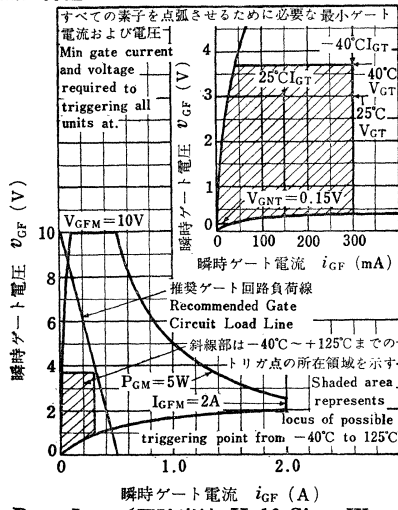
電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順漏れ電流および せん頭逆電流	I_{FOM} and I_{ROM}	$V_{FOM}=V_{ROM}=\text{Rated}$, $T_F=-40\sim125^\circ C$		8	mA
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=150A, T_C=25^\circ C$		1.7	V
トリガゲート電圧	V_{GT}	$V_{FX}=6V, R_L=6\Omega$	$T_C=-40^\circ C$	3.7	V
			$T_C=25^\circ C$	3.0	
トリガゲート電流	I_{GT}	$V_{FX}=6V, R_L=6\Omega$		300	mA
				150	
非トリガゲート電圧	V_{GNT}	$V_{FXM}=0.5\text{Rated}, T_C=125^\circ C$	0.15		V
非トリガゲート電流	I_{GNT}	$V_{FXM}=0.5\text{Rated}, T_C=125^\circ C$	1		mA
保持電流	I_{HO}	$T_C=25^\circ C, R_L=6\Omega$		200	mA
順電圧上昇率	dv/dt	$V_{FOM}=0.67\text{Rated}$ $T_C=125^\circ C, \text{Exponential rise}$	15		V/ μs
遅れ時間	t_d	$V_{FXM}=0.5\text{Rated}, T_C=25^\circ C$		5	μs
ターンオン時間	t_{on}	Gate signal ($V_G=10V, R_G=20\Omega$, $t_r \leq 1\mu s$)		6	
熱抵抗*	R_{th-c}	DC		0.4	$^\circ C/W$

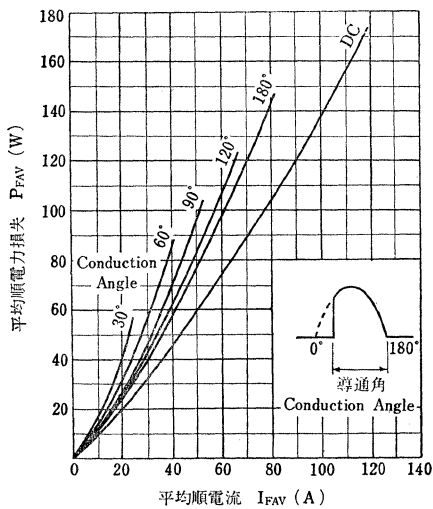
* Junction to Case

SF50D12, SF50G12, SF50J12 SF50L12, SF50N12, SF50R12

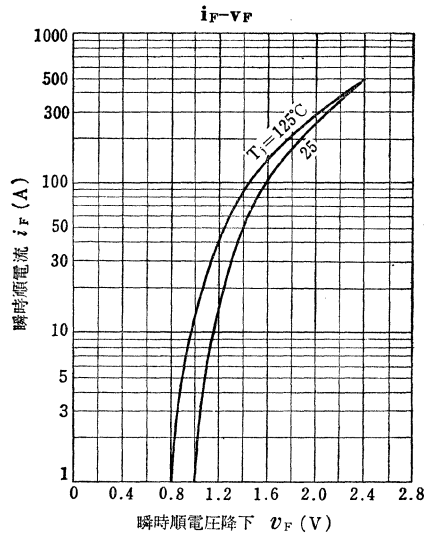
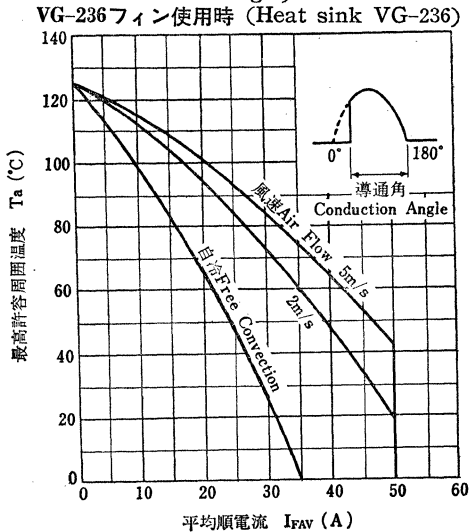
点弧特性 Gate Triggering characteristics



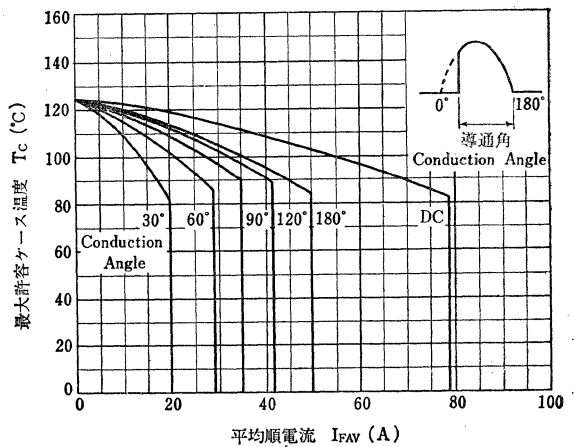
P_{FAV} - I_{FAV} (正弦半波 Half Sine Wave)



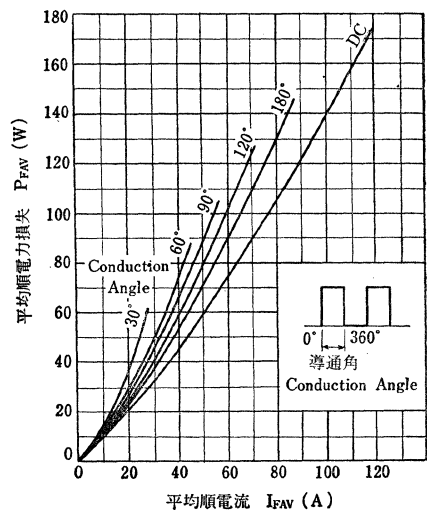
$T_{a \text{ Max.}}$ - I_{FAV} 正弦半波 180° 通電 (Half Sine Wave 180° Conduction Angle)



$T_{C \text{ Max.}}$ - I_{FAV} (正弦半波 Half Sine Wave)

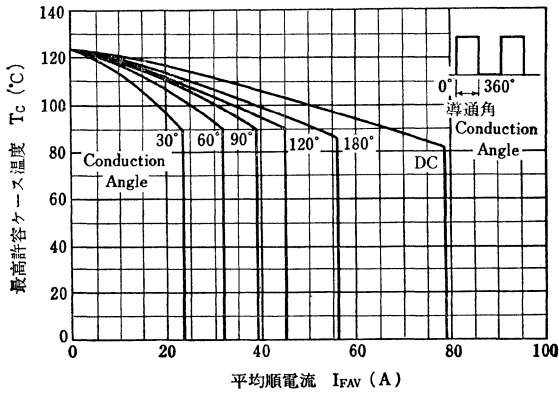


P_{FAV} - I_{FAV} (矩形波 Rectangular Wave)



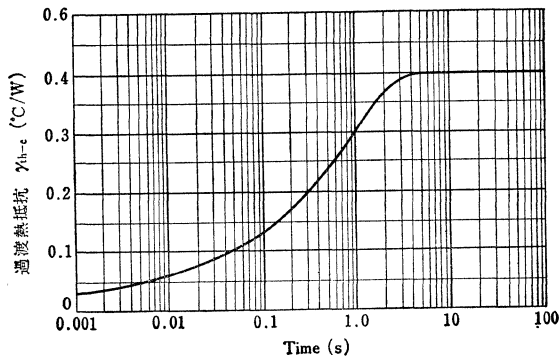
SF50D12, SF50G12, SF50J12 SF50L12, SF50N12, SF50R12

$T_{c \text{ Max.}} - I_{FAV}$ (矩形波 Rectangular Wave)

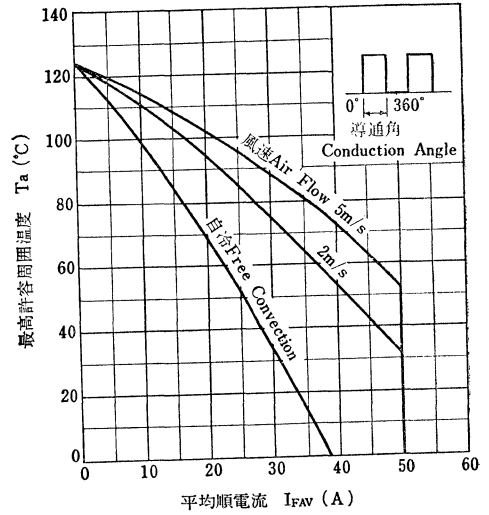


過渡熱抵抗特性

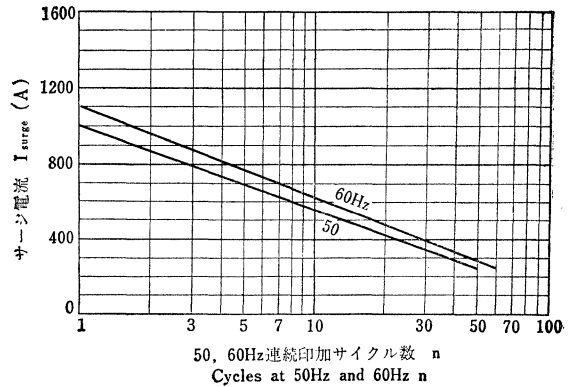
Transient Thermal Resistance (Junction to case)



$T_{a \text{ Max.}} - I_{FAV}$ (放熱フィン VG-236 使用時)
(Heat Sink VG-236) (矩形波180°通電 Rectangular
Wave 180° Conduction Angle)
(矩形波 Rectangular Wave)



$I_{\text{surge Max.}}$ 定格負荷 (Rated Load)



SF80D11, SF80G11, SF80J11 SF80L11, SF80N11, SF80R11, SF80U11

シリコン拡散合金接合形サイリスタ
SILICON ALLOY-DIFFUSED JUNCTION THYRISTOR

○電力制御用

○ Power Control Applications

- せん頭順阻止電圧: V_{FOM}
- せん頭逆電圧: V_{ROM}
- 平均順電流: $I_O=80A$
- 重量 Weight: 230g
- 放熱フィンはVG-216が適用されます / Available Heat Sink VG-216

最大定格 Maximum Ratings

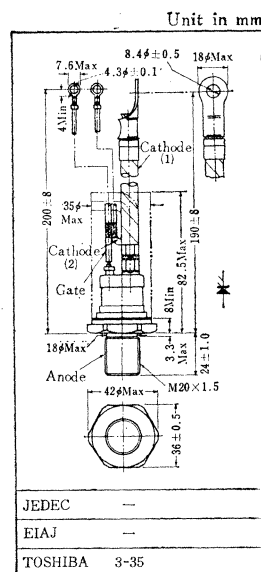
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭順阻止電圧 および せん頭逆電圧	SF80D11	200	V
	SF80G11	400	
	SF80J11	600	
	SF80L11	800	
	SF80N11	1000	
	SF80R11	1300	
	SF80U11	1600	
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし <5ms) $T_j=0\sim 125^\circ C$	SF80D11	240	V
	SF80G11	480	
	SF80J11	720	
	SF80L11	960	
	SF80N11	1200	
	SF80R11	1550	
	SF80U11	1750	
実効順電流	I_r	126	A
平均順電流 (単相半波)	I_O	80	A
せん頭1 サイクルサージ電流	I_{surge}	1600(50Hz)	A
		1700(60Hz)	
電流2乗時間積	I^2t	12.8×10^3	$A^2.S$
順電流上昇率*	di/dt	50	$A/\mu s$
せん頭ゲート電力	P_{GM}	5	W
平均ゲート電力	P_{GAV}	0.5	W
せん頭順ゲート電流	I_{GFM}	2	A
せん頭順ゲート電圧	V_{GFM}	10	V
せん頭逆ゲート電圧	V_{GRM}	6	V
接合部温度	T_j	$-40\sim 125$	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	$-40\sim 125$	$^\circ C$
締付けトルク	TOR	340	kg cm

* $V_{FXM}=0.5Rated, T_C=120^\circ C, I_{FM}=160A, Gate\ Supply\ (V_G=10V, R_G=10\Omega, t_r \leq 1\mu s)$.

電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit	
せん頭順漏れ電流および せん頭逆電流	I_{FOM} and I_{ROM}	$V_{FOM}=V_{ROM}=Rated$ $T_j=125^\circ C$	—	15	mA	
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=250A, T_C=25^\circ C$	—	1.75	V	
トリガゲート電圧	V_{GT}	$V_{FX}=6V, R_L=6\Omega$	$T_C=-40^\circ C$	—	3.7	V
			$T_C=25^\circ C$	—	3.0	
トリガゲート電流	I_{GT}	$V_{FX}=6V, R_L=6\Omega$	$T_C=-40^\circ C$	—	300	mA
			$T_C=25^\circ C$	—	150	
非トリガゲート電圧	V_{GNT}	$V_{FXM}=0.5Rated, T_C=125^\circ C$	0.15	—	V	
非トリガゲート電流	I_{GNT}	$V_{FXM}=0.5Rated, T_C=125^\circ C$	1.5	—	mA	
ターンオン時間	t_{on}	$V_{FXM}=0.5Rated, T_C=25^\circ C$ Gate Supply ($V_G=10V, R_G=10\Omega, t_r \leq 1\mu s$)	—	6	μs	
順電圧上昇率	dv/dt	$V_{FOM}=0.5Rated, T_j=125^\circ C$. Gate open Exponential rise	15	—	$V/\mu s$	
保持電流	I_{HO}	$R_L=6\Omega, T_C=25^\circ C$	—	200	mA	
熱抵抗*	R_{th-c}	DC	—	0.25	$^\circ C/W$	

* Junction to Case



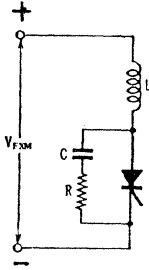
アクセサリは AC52 が付属
Mounting Kit No. AC52

SF80D11, SF80G11 SF80J11, SF80L11, SF80N11, SF80R11 SF80U11,

使用上の注意

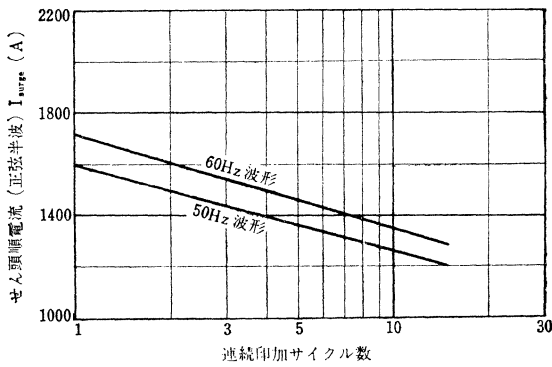
1. ゲート端子およびカソード(2)端子の(外形図参照)付根の固定部分は曲げないでご使用ください。
2. ケース(スタッド)と放熱フィン間の接触熱抵抗は、グリースを使用しますと $550 \pm 50 \text{ kg cm}$ のトルクで締付けた場合約 0.085°C/W となります。

素子保護用 LCR 例



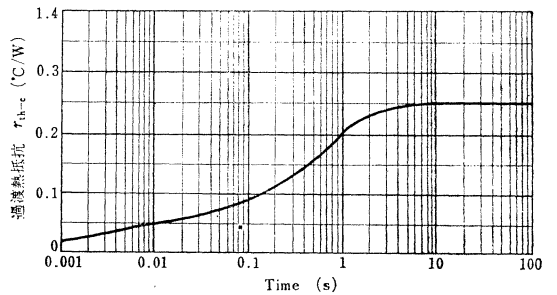
	素子印加電圧 V_{FXM}	
	400V	800V
L	$10\mu\text{H}$	$20\mu\text{H}$
C	$0.2\mu\text{F}$	$0.2\mu\text{F}$
R	10Ω	20Ω

$I_{\text{surge Max.}}$ (定格負荷 Rated Load)

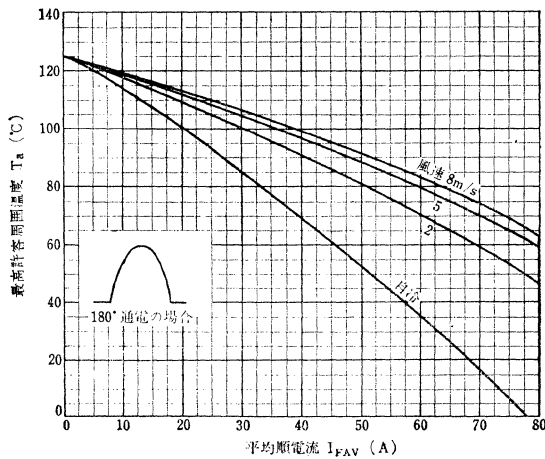


過渡熱抵抗特性

Transient Thermal Resistance (Junction to Case)

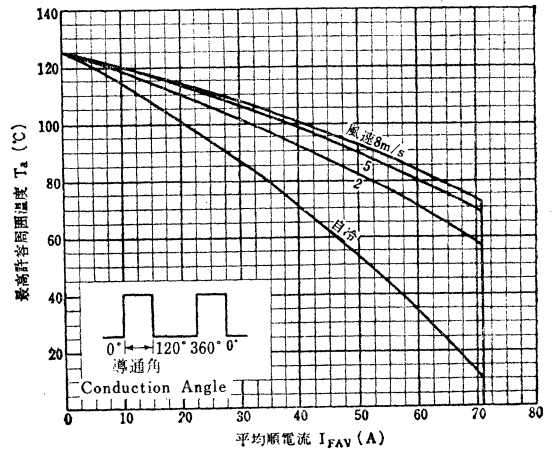


$T_a \text{ Max.} - I_{FAV}$ (正弦半波 / Half sine Wave) (放熱フィンVG-216使用時) (Heat sink VG-216)



$T_a \text{ Max.} - I_{FAV}$ 矩形波 120° 通電

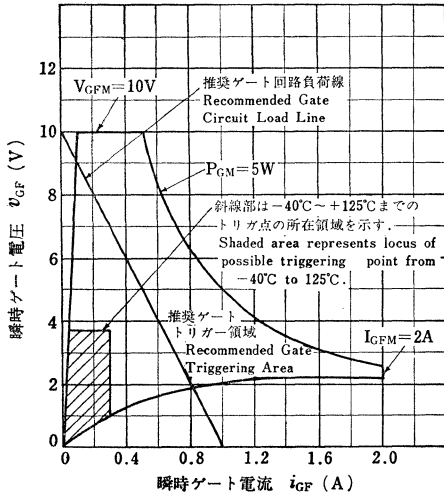
Rectangular Wave 120° Conduction Angle (熱放フィン VG-216使用時) (Heat sink VG-216)



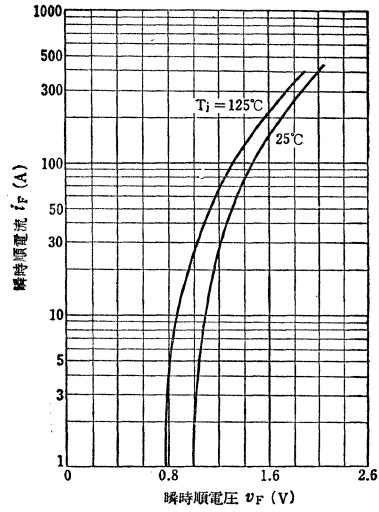
SF80D11, SF80G11, SF80J11, SF80L11, SF80N11, SF80R11, SF80U11

点弧特性

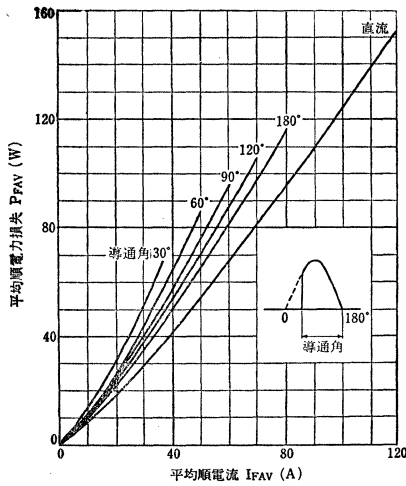
Gate Triggering Characteristics



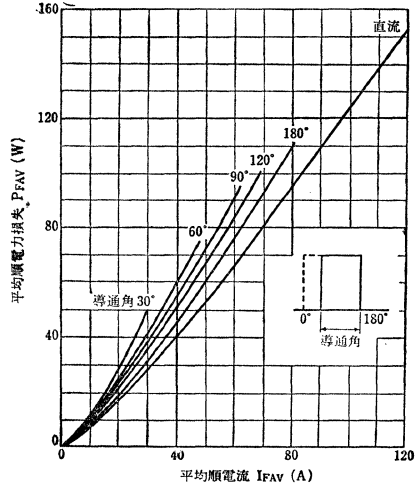
$i_F - v_F$



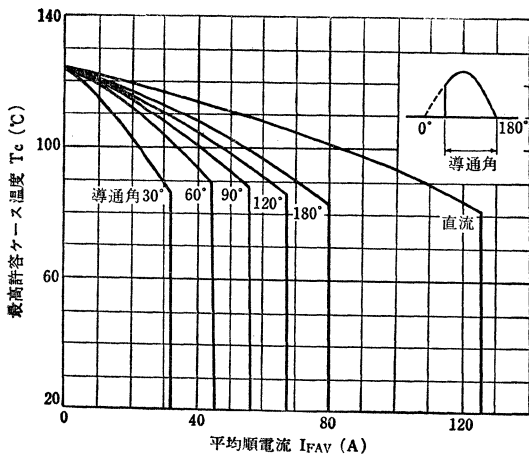
$P_{FAV} - I_{FAV}$ (正弦半波 / Half Sine Wave)



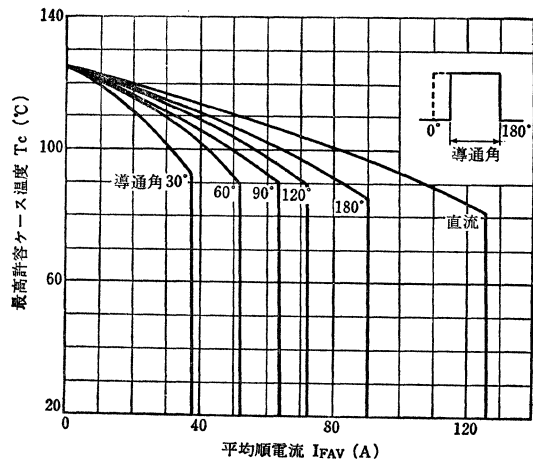
$P_{FAV} - I_{FAV}$ (矩形波 / Rectangular Wave)



$T_{C\ Max} - I_{FAV}$ (正弦半波 / Half Sine Wave)



$T_{C\ Max} - I_{FAV}$ (矩形波 / Rectangular Wave)



○電力制御用

○ Power Control Applications

- せん頭順阻止電圧: V_{FOM} } 400~1600V
- せん頭逆電圧 : V_{ROM} }
- 平均順電流: $I_o=150A$ • 重量: Weight: 350g
- 放熱フィンにはVG-204が適用されます/ Available Heat Sink VG-204

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭順阻止電圧 およびせん頭逆電圧	SF150G11	400	V
	SF150J11	600	
	SF150L11	800	
	SF150N11	1000	
	SF150Q11	1200	
	SF150R11	1300	
	SF150S11	1400	
	SF150U11	1600	
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし<5ms) $T_j=0\sim 125^\circ C$	SF150G11	500	V
	SF150J11	720	
	SF150L11	960	
	SF150N11	1200	
	SF150Q11	1450	
	SF150R11	1550	
	SF150S11	1700	
	SF150U11	1900	
実効順電流	I_r	235	A
平均順電流 (単相半波)	I_o	150	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	3500(60Hz) 3200(50Hz)	A
電流2乗時間積	I^2t	51×10^3	$A^2 \cdot sec$
順電流上昇率*	di/dt	50	$A/\mu s$
せん頭ゲート電力	P_{GM}	16	W
平均ゲート電力	P_{GAV}	3	W
せん頭順ゲート電圧	V_{GFM}	16	V
せん頭順ゲート電流	I_{GFM}	4	A
せん頭逆ゲート電圧	V_{GRM}	5	V
接合部温度	T_j	$-40\sim 125$	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	$-40\sim 125$	$^\circ C$
締付けトルク	TOR	610	kg cm

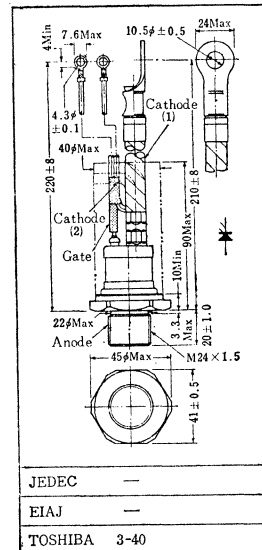
* $V_{FXM}=0.5\text{Rated}$, $T_C=120^\circ C$, Gate Supply ($V_G=10V$, $R_G=8\Omega$, $t_r \leq 1\mu s$)

電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順漏れ電流および せん頭逆電流	I_{FOM} and I_{ROM}	$V_{FOM}=V_{ROM}=\text{Rated}$ $T_j=125^\circ C$	—	20	mA
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FXM}=500A$, $T_C=25^\circ C$	—	1.75	V
トリガゲート電圧	V_{GT}	$V_{FXM}=6V$, $R_L=6\Omega$	$T_C=-40^\circ C$	4	V
			$T_C=25^\circ C$	3	
トリガゲート電流	I_{GT}		$T_C=-40^\circ C$	300	mA
			$T_C=25^\circ C$	150	
非トリガゲート電圧	V_{GNT}	$V_{FXM}=0.5\text{Rated}$, $T_C=125^\circ C$	0.15	—	V
非トリガゲート電流	I_{GNT}		1.5	—	mA
ターンオン時間	t_{on}	$V_{FXM}=0.5\text{Rated}$, $T_C=25^\circ C$ Gate Supply ($V_G=10V$, $R_G=8\Omega$, $t_r \leq 1\mu s$)	—	8	μs
順電圧上昇率	dv/dt	$V_{FOM}=0.5\text{Rated}$, $T_j=125^\circ C$ Gate open, Exponential rise	15	—	$V/\mu s$
保持電流	I_{HO}	$R_L=6\Omega$, $T_C=25^\circ C$	—	200	mA
熱抵抗*	R_{th-e}	DC	—	0.15	$^\circ C/W$

* Junction to Case

Unit in mm



SF150G11, SF150J11, SF150L11, SF150N11, SF150Q11, SF150R11, SF150S11, SF150U11

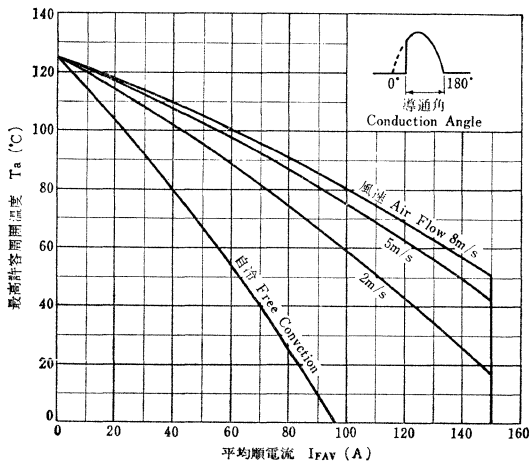
使用上の注意

1. 素子を放熱フィンに締めつけるときは、ケースと放熱フィンの接触面にグリスを塗り、 $550 \pm 50 \text{ kg cm}$ のトルクで締め付けてご使用ください。このときケース放熱フィン間の接触熱抵抗は約 0.04°C/W となります。
2. 放熱フィンにねじ穴を設け直接締め付けて使用するよう設計されておりますのでナット、ワッシャなどの付属品はついていません。
3. ゲート端子およびカソード(2)端子の(外形図参照)付根の固定部分は曲げないでご使用ください。

$T_{a \text{ Max.}} - I_{\text{FAV}}$ 正弦半波 180° 通電

Half Sine Wave 180° Conduction Angle

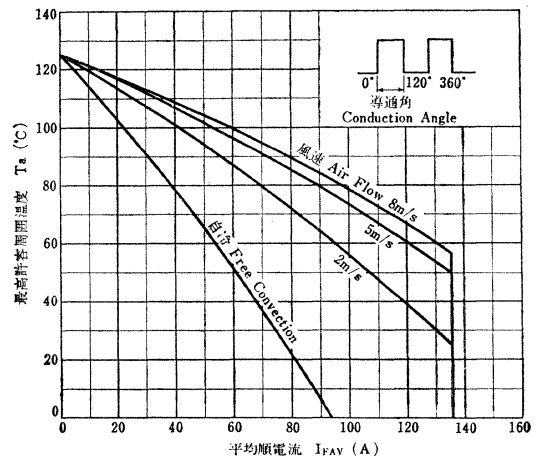
(放熱フィンVG-204使用時) (Heat sink VG-204)



$T_{a \text{ Max.}} - I_{\text{FAV}}$ 矩形波 120° 通電

Rectangular Wave 120° Conduction Angle

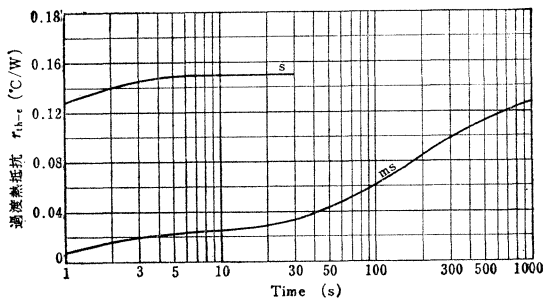
(放熱フィンVG-204使用時) (Heat sink VG-204)



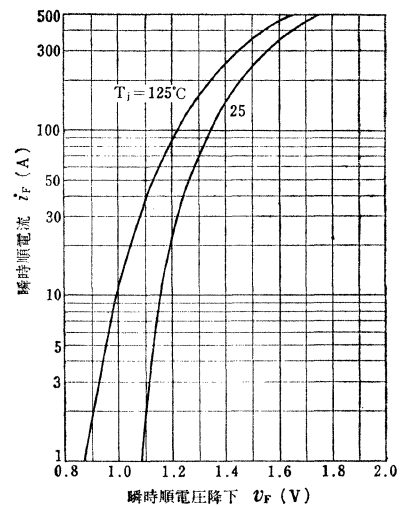
過渡熱抵抗特性

Transient Thermal Resistance

(Junction to Case)

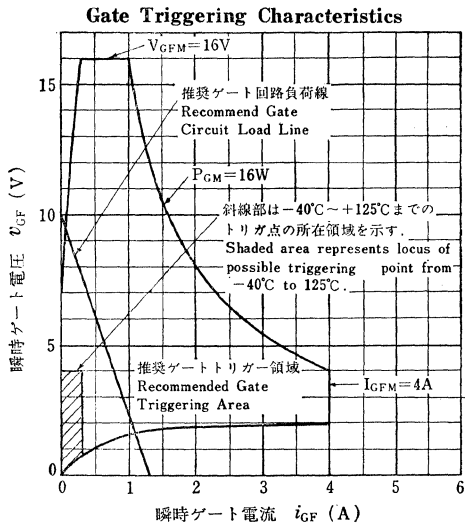


$i_F - v_F$

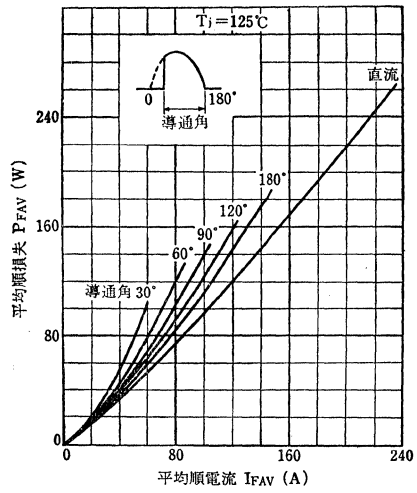


SF150G11, SF150J11, SF150L11, SF150N11, SF150Q11, SF150R11, SF150S11, SF150U11

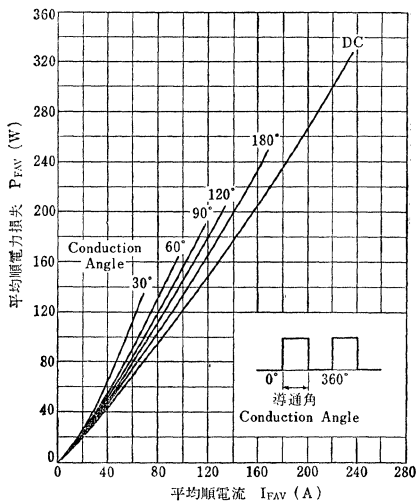
点弧特性



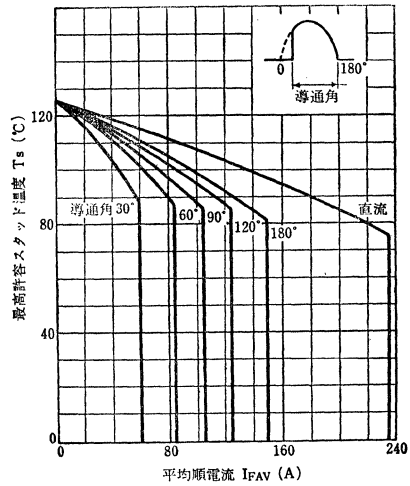
$P_{FAV} - I_{FAV}$ (正弦半波 / Half Sine Wave)



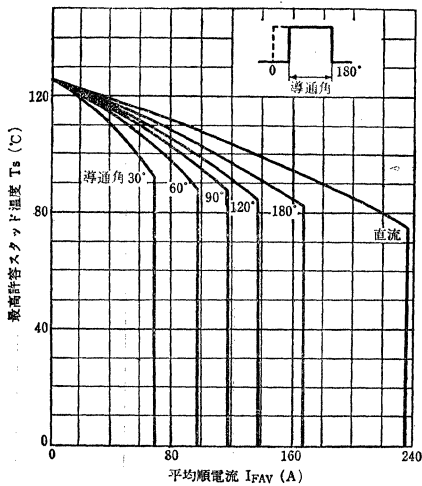
$P_{FAV} - I_{FAV}$ (矩形波 / Rectangular Wave)



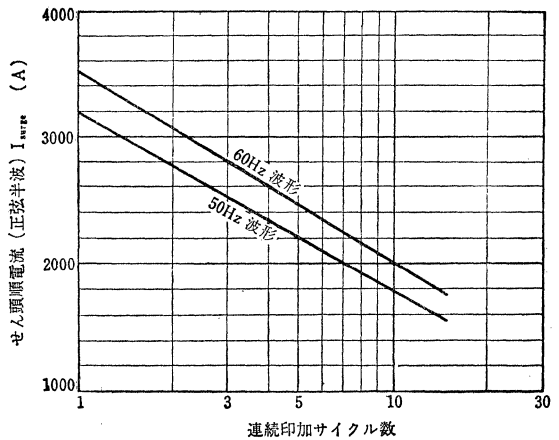
$T_C \text{ Max.} - I_{FAV}$ (正弦半波 / Rectangular Wave)



$T_C \text{ Max.} - I_{FAV}$ (Rectangular Wave)



$I_{surge \text{ Max}}$ (定格負荷 Rated Load)



SF300G11, SF300J11, SF300L11, SF300N11 SF300Q11, SF300R11, SF300S11, SF300U11

シリコン拡散合金接合形サイリスタ
SILICON ALLOY-DIFFUSED JUNCTION THYRISTOR

○電力制御用

○ Power Control Application

- せん頭順阻止電圧 : V_{FOM}
- せん頭逆電圧 : V_{ROM} } = 400~1600V
- 平均順電流 : $I_O = 300A$ • 重量 Weight : 550g
- 放熱形フィンは VG-204が適用されます / Available Heat Sink VG-204

最大定格 Maximum Ratings

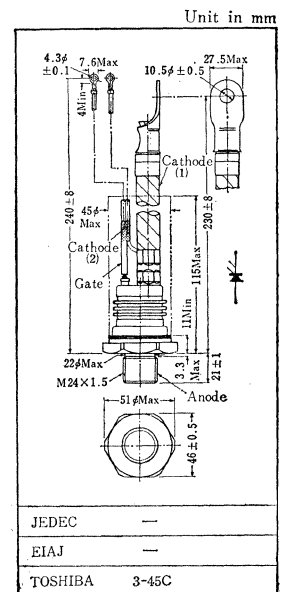
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭順阻止電圧 およびせん頭逆電圧	SF300G11	400	V
	SF300J11	600	
	SF300L11	800	
	SF300N11	1000	
	SF300Q11	1200	
	SF300R11	1300	
	SF300S11	1400	
	SF300U11	1600	
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし < 5ms) $T_J = 0 \sim 125^\circ C$	SF300G11	480	V
	SF300J11	720	
	SF300L11	960	
	SF300N11	1200	
	SF300Q11	1450	
	SF300R11	1550	
	SF300S11	1700	
	SF300U11	1900	
実効順電流	I_r	470	A
平均順電流 (単相半波)	I_O	300	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	5500(60Hz)	A
		5000(50Hz)	
電流2乗時間積	$I^2.t$	125×10^3	$A^2.sec$
順電流上昇率*	di/dt	50	$A/\mu s$
せん頭ゲート電力	P_{GM}	16	W
平均ゲート電力	P_{GAV}	3	W
せん頭順ゲート電流	I_{GFM}	4	A
せん頭順ゲート電圧	V_{GFM}	16	V
せん頭逆ゲート電圧	V_{GRM}	5	V
接合部温度	T_J	$-40 \sim 125$	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	$-40 \sim 125$	$^\circ C$
締付けトルク	TOR	610	kg cm

* $V_{FXM} = 0.5 \text{ Rated}$, $T_C = 120^\circ C$, $I_{FM} = 600A$, Gate Supply ($V_G = 15V$, $R_G = 8\Omega$, $t_r \leq 1\mu s$)

電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit	
せん頭順漏れ電流および せん頭逆電流	I_{FOM} and I_{ROM}	$V_{FOM} = V_{ROM} = \text{Rated}$, $T_J = 125^\circ C$	—	20	mA	
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM} = 1000A$, $T_C = 25^\circ C$	—	1.64	V	
トリガゲート電圧	V_{GT}	$V_{FX} = 6V$, $R_L = 6\Omega$	$T_C = -40^\circ C$	—	4.5	V
			$T_C = 25^\circ C$	—	3.5	
トリガゲート電流	I_{GT}	$V_{FX} = 6V$, $R_L = 6\Omega$	$T_C = -40^\circ C$	—	400	mA
			$T_C = 25^\circ C$	—	260	
非トリガゲート電圧	V_{GNT}	$V_{FXM} = 0.5 \text{ Rated}$, $T_C = 125^\circ C$	0.15	—	V	
非トリガゲート電流	I_{GNT}	$V_{FXM} = 0.5 \text{ Rated}$, $T_C = 125^\circ C$	1.5	—	mA	
ターンオン時間	t_{on}	$V_{FXM} = 0.5 \text{ Rated}$, $T_C = 25^\circ C$ Gate Supply ($V_G = 15V$, $R_G = 8\Omega$, $t_r \leq 1\mu s$)	—	6	μs	
順電圧上昇率	dv/dt	$V_{FOM} = 0.5 \text{ Rated}$, Gate open, Exponential rise $T_J = 125^\circ C$	15	—	$V/\mu s$	
保持電流	I_{HO}	$R_L = 6\Omega$, $T_C = 25^\circ C$	—	300	mA	
熱抵抗*	R_{th-c}	DC	—	0.11	$^\circ C/W$	

* Junction to Case



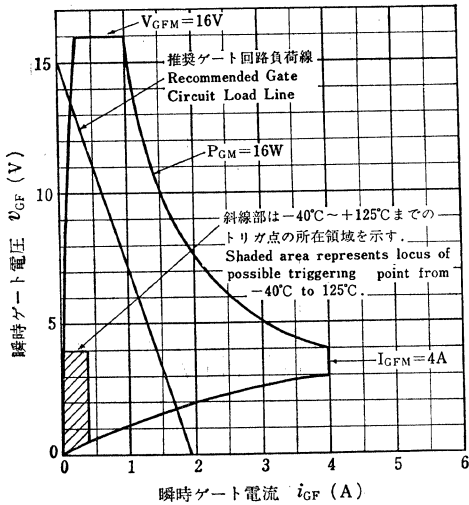
SF300G11, SF300J11, SF300L11, SF300N11 SF300Q11, SF300R11, SF300S11, SF300U11

使用上の注意

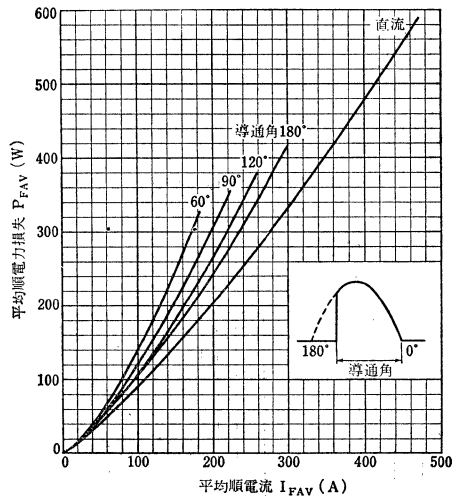
1. 素子を放熱フィンに締めつけるときは、スタッドと放熱フィンの接触面にグリスを塗り、 $550 \pm 50 \text{kgcm}$ のトルクで締め付けてご使用ください。このときスタッド放熱フィン間の接触熱抵抗は約 $0.04^\circ\text{C}/\text{W}$ となります。
2. 放熱フィンにねじ穴を設け直接締め付けて使用するように設計されていますのでナット、ワッシャなどの付属品はありません。
3. ゲート端子およびカソード(2)端子の(外形図参照)付根の固定部分は曲げないでご使用ください。

点弧特性

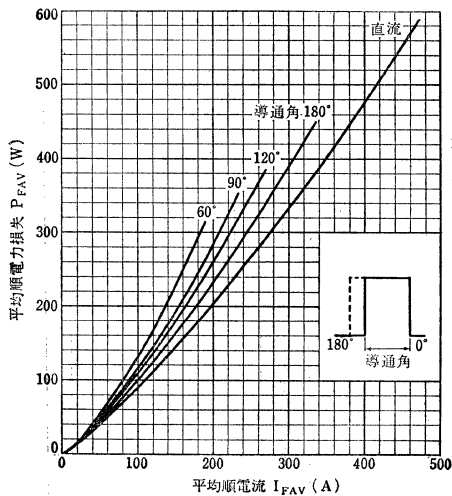
Gate Triggering Characteristics



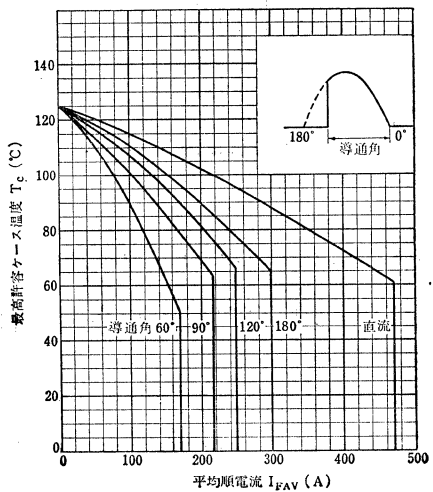
$P_{FAV}-I_{FAV}$ (正弦半波/Half Sine Wave)



$P_{FAV}-I_{FAV}$ (矩形波/Rectangular Wave)

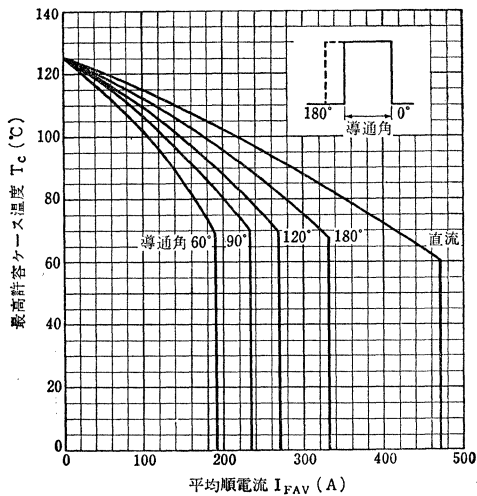


$T_C \text{ Max.}-I_{FAV}$ (正弦半波/Half Sine Wave)



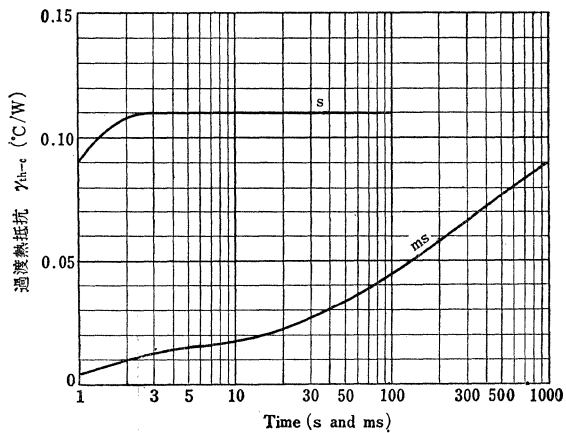
SF300G11, SF300J11, SF300L11, SF300N11, SF300Q11, SF300R11, SF300S11, SF300U11

$T_C \text{ Max}-I_{FAV}$ (矩形波/Rectangular Wave)

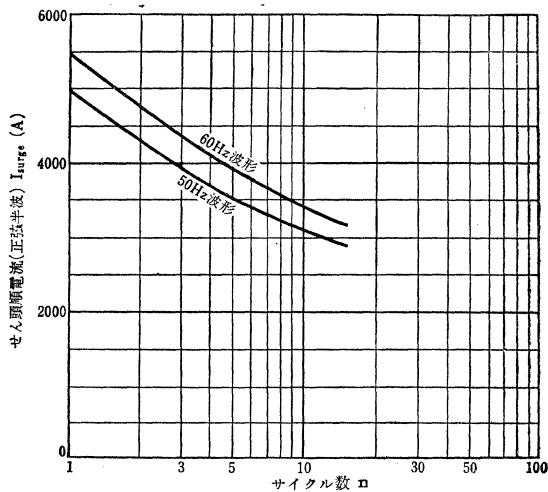


過度熱抵抗特性

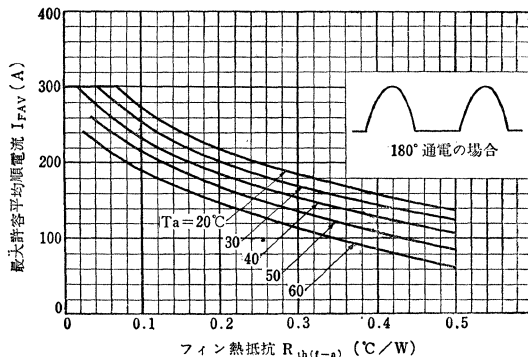
Transient Thermal Resistance
(Junction to Case)



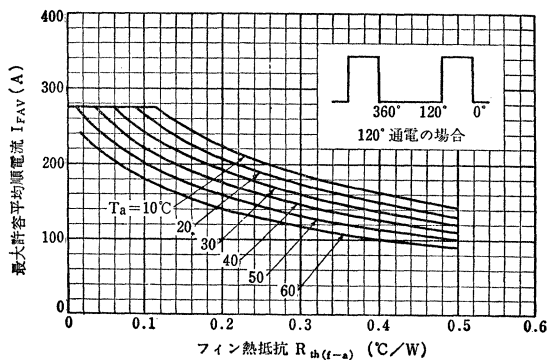
$I_{FAV}-R_{th(f-a)}$ (正弦半波/Half Sine Wave)



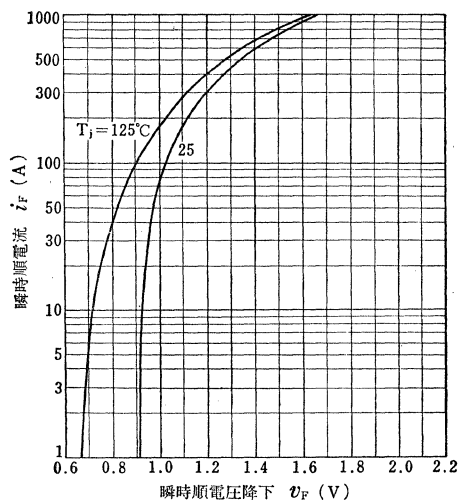
$I_{surge} \text{ Max.}$ (定格負荷 Rated Load)



$I_{FAV}-R_{th(f-a)}$ (矩形波/Rectangular Wave)



i_F-v_F



○電力制御用

○ Power Control Applications.

- せん頭順阻止電圧: V_{FOM}
- せん頭逆電圧: V_{ROM}
- 平均順電流: $I_O=500A$ • 重量 Weight: 480g
- 両面冷却風冷形: Flat Package

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭順阻止電圧	V_{FOM} and V_{ROM}	1600	V
および		2000	
せん頭逆電圧	V_{ROM} (non-rep)	2500	V
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし<5ms), $T_j=0\sim 125^\circ C$		1750	
		2200	
		2750	
実効順電流	I_f	785	A
平均順電流 (单相半波)	I_O	500	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{SURGE}	8000(60Hz) 7200(50Hz)	A
電流2乗時間積	$I^2.t$	250×10^3	$A^2.S$
順電流上昇率*	di/dt	100	$A/\mu s$
せん頭ゲート電力	P_{GM}	20	W
平均ゲート電力	P_{GAV}	4	W
せん頭順ゲート電流	I_{GFM}	4	A
せん頭順ゲート電圧	V_{GFM}	20	V
せん頭逆ゲート電圧	V_{GRM}	5	V
接合部温度	T_j	$-40\sim 125$	$^\circ C$
保存温度	T_{stk}	$-40\sim 125$	$^\circ C$
圧接力 Mounting Force	F	1500 ± 150	kg

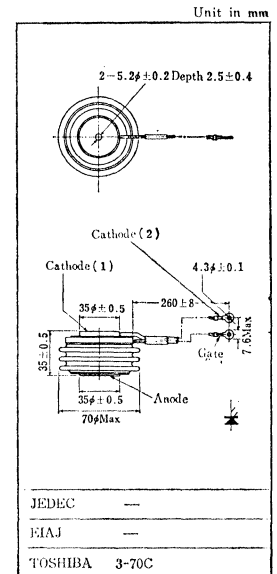
* $V_{FXM}=0.5Rated$, $T_C=120^\circ C$, $I_{FM}=1000A$, Gate Supply ($V_G=15V$, $R_G=8\Omega$, $t_r \leq 1\mu s$)

電気的特性 Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ C$)

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit		
せん頭順漏れ電流および せん頭逆電流	I_{FOM} and I_{ROM}	$V_{FOM}=V_{ROM}=Rated$, $T_j=125^\circ C$	—	50	mA		
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=1600A$, $T_C=25^\circ C$	—	2.16	V		
トリガゲート電圧	V_{GT}	$V_{FX}=6V$, $R_L=6\Omega$	—	$T_C=-40^\circ C$	4.5	V	
				$T_C=25^\circ C$	3.5		
				$T_C=-40^\circ C$	400		mA
				$T_C=25^\circ C$	260		
非トリガゲート電圧	V_{GNT}	$V_{FXM}=0.5Rated$, $T_C=125^\circ C$	0.2	—	V		
非トリガゲート電流	I_{GNT}		5	—	mA		
ターンオン時間	t_{on}	$V_{FXM}=0.5Rated$, Gate Supply ($V_G=15V$, $R_G=8\Omega$, $t_r \leq 1\mu s$) $T_C=25^\circ C$	—	10	μs		
順電圧上昇率	dv/dt	$V_{FOM}=0.5Rated$, $T_j=125^\circ C$ Gate open Exponential rise	200	—	$V/\mu s$		
保持電流	I_{HO}	$R_L=6\Omega$, $T_C=25^\circ C$	—	300	mA		
熱抵抗*	R_{th-f}	DC	—	0.05	$^\circ C/W$		

* Junction to Case

** 両面冷却 油冷形 SF500U24, SF500Y24, SF500EX24 もあります。



SF1000EX22

シリコン拡散合金接合形サイリスタ SILICON ALLOY-DIFFUSED JUNCTION THYRISTOR (TENTATIVE)

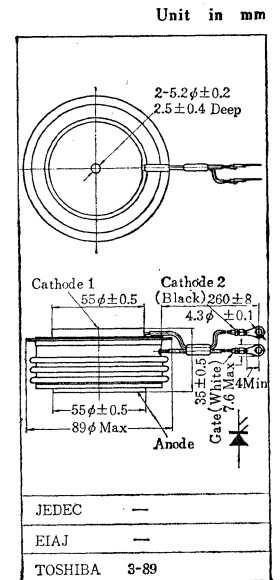
○電力制御用

○ Power Control Applications

- せん頭順阻止電圧: V_{FOM}
せん頭逆電圧: V_{ROM} } = 2500V
- 平均順電流: $I_O = 1000A$
- 重量 Weight: 920g
- 両面冷却 風冷形: Flat Package

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭順阻止電圧および せん頭逆電圧	V_{FOM} and V_{ROM}	2500	V
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし < 5ms, $T_j = 0 \sim 125^\circ C$)	V_{ROM} (non-rep.)	2750	V
実効順電流	I_f	1570	A
平均順電流 (単相半波)	I_O	1000	A
せん頭 1 サイクルサージ電流	I_{surge}	16000 : (60Hz)	A
		15000 : (50Hz)	
電流 2 乗時間積	I^2t	1100×10^3	$A^2 \cdot S$
順電流上昇率	di/dt	100	$A/\mu s$
せん頭ゲート電力	P_{GM}	20	W
平均ゲート電力	P_{GAV}	4	W
せん頭順ゲート電流	I_{GFM}	4	A
せん頭順ゲート電圧	V_{GFM}	20	V
せん頭逆ゲート電圧	V_{GRM}	5	V
接合部温度	T_j	$-40 \sim 125$	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	$-40 \sim 125$	$^\circ C$
圧接力 (Mounting Force)	F	2000 ± 200	kg cm



電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit	
せん頭順漏れ電流および せん頭逆電流	I_{FOM} and I_{ROM}	$V_{FOM} = V_{ROM} = \text{Rated}$ $T_j = 125^\circ C$	—	120	mA	
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM} = 3200A, T_C = 25^\circ C$	—	2.16	V	
トリガゲート電圧	V_{GT}	$V_{FX} = 6V$ $R_L = 6\Omega$	$T_C = -40^\circ C$	—	4.5	V
			$T_C = 25^\circ C$	—	3.5	
トリガゲート電流	I_{GT}	$V_{FX} = 6V$ $R_L = 6\Omega$	$T_C = -40^\circ C$	—	600	mA
			$T_C = 25^\circ C$	—	450	
非トリガゲート電圧	V_{GNT}	$V_{FXM} = \text{Rated}, T_C = 125^\circ C$	0.2	—	V	
非トリガゲート電流	I_{GNT}	$V_{FXM} = \text{Rated}, T_C = 125^\circ C$	5	—	mA	
ターンオン時間	t_{on}	$V_{FXM} = 0.5 \text{ Rated}$ $T_C = 25^\circ C, \text{ Gate Supply}$	—	10	μs	
遅れ時間	t_d	($V_G = 15V, R_G = 8\Omega, t_r \leq 1\mu s$)	—	5		
順電圧上昇率	dv/dt	$V_{FXM} = \text{Rated}, T_j = 125^\circ C$ Gate open, Exponential rise	200	—	$V/\mu s$	
保持電流	I_{HO}	$T_C = 25^\circ C, R_L = 6\Omega$	—	300	mA	
熱抵抗*	R_{th-f}	DC	—	0.03	$^\circ C/W$	

* Junction to Fin

シリコン拡散合金接合形高速用サイリスタ
SILICON ALLOY-DIFFUSED JUNCTION HIGH SPEED THYRISTOR

SH5B12, SH5D12, SH5F12,
SH5G12, SH5J12

○高速用

○ High Speed Applications

- せん頭順および逆電圧; $V_{FOM}, V_{ROM}=100\sim600V$
- 平均順電流: $I_O=5A$ • ターンオフ時間: $t_{off}=15\mu s$
- 放熱フィンにはVG-205Bが適用されます/ Available Heat Sink VG-205B

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭順阻止電圧 および せん頭逆電圧	SH5B12	100	V
	SH5D12	200	
	SH5F12	300	
	SH5G12	400	
	SH5J12	600	
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし<5ms) $T_J=0\sim125^\circ C$	SH5B12	150	V
	SH5D12	300	
	SH5F12	400	
	SH5G12	500	
	SH5J12	720	
平均順電流 (単相半波)	I_O	5	A
実効順電流	I_f	8.0	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	66(60Hz) 60(50Hz)	A
せん頭ゲート電力	P_{GM}	5	W
平均順ゲート電力	P_{GAV}	0.5	W
せん頭順ゲート電流	I_{GFM}	2	A
せん頭順ゲート電圧	V_{GFM}	10	V
せん頭逆ゲート電圧	V_{GRM}	5	V
順電流上昇率*	di/dt	50	A/ μs
接合部温度	T_J	-40~125	$^\circ C$
保存温度	T_{slg}	-45~125	$^\circ C$
締付けトルク	TOR	25	kg cm

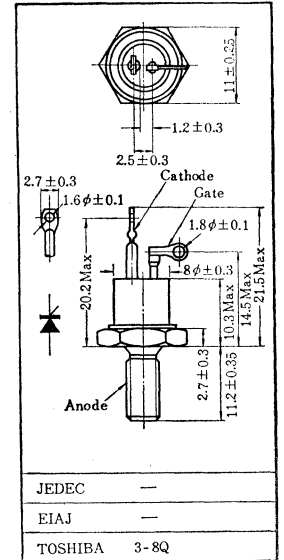
* $V_{FXM}=\text{Rated}$, $T_C=120^\circ C$, $I_{FM}=10A$, Gate Supply ($V_G=10V$, $R_G=20\Omega$, $t_r\leq 1\mu s$)

電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit	
せん頭順漏れ電流 および せん頭逆電流	SH5B12	$V_{FOM}=V_{ROM}$ Rated $T_J=125^\circ C$	—	4	mA	
	SH5D12		—	4		
	SH5F12		—	4		
	SH5G12		—	4		
	SH5J12		—	4		
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=20A$	—	2.0	V	
トリガゲート電流	I_{GT}	$V_{FX}=6V$ $R_L=6\Omega$	$T_C=-40$	—	80	mA
			$T_C=25$	—	40	
トリガゲート電圧	V_{GT}	$V_{FX}=6V$ $R_L=6\Omega$	$T_C=-40$	—	3.0	V
			$T_C=25$	—	3.0	
非トリガー電圧	V_{GNT}	$V_{FXM}=0.5\text{Rated}$ $T_C=125^\circ C$	0.15	—	V	
非トリガー電流	I_{GNT}	$V_{FXM}=0.5\text{Rated}$ $T_C=125^\circ C$	0.5	—	mA	
保持電流	I_{HO}	$R_L=0.5\Omega$ $T_C=25^\circ C$	—	50	mA	
ターンオン時間	t_{on}	$V_{FXM}=0.5\text{Rated}$ $T_C=25^\circ C$ Gate($V_G=10V$, $R_G=20\Omega$ $t_r\leq 1\mu s$)	—	6	μs	
ターンオフ時間	t_{off}	$I_F=10A$ $V_R\geq 50V$ $dv/dt=20V/\mu s$ $V_{FXM}=\text{Rated}$ $T_C=120^\circ C$	—	15	μs	
順電圧上昇率	dv/dt	$V_{FOM}=2/3\text{Rated}$ Exponential rise $T_C=125^\circ C$	—	50	V/ μs	
熱抵抗*	R_{th-c}	DC	—	3.1	$^\circ C/W$	

* Junction to case

Unit in mm

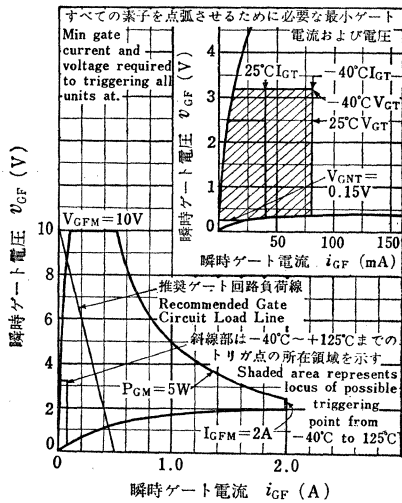


アクセサリはAC31Aが付属
Mounting Kit No. AC31A

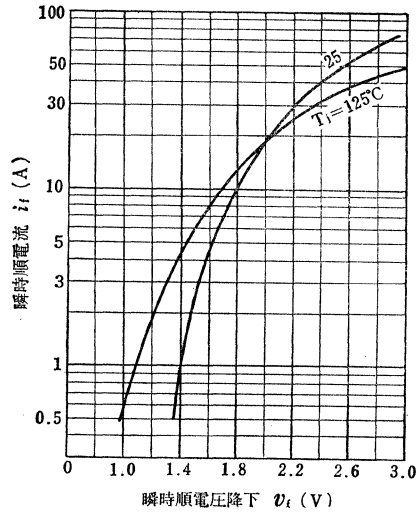
SH5B12, SH5D12, SH5F12, SH5G12, SH5J12

点弧特性

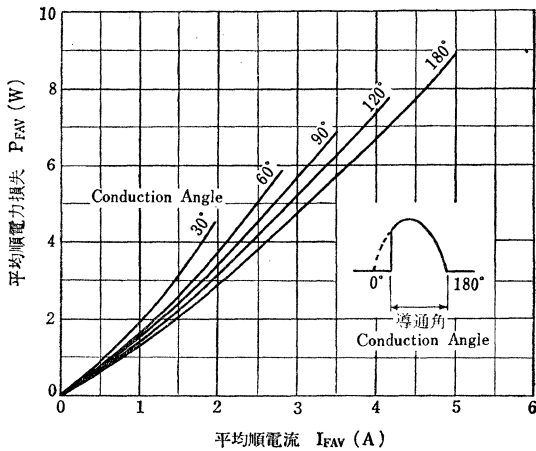
Gate Triggering Characteristics



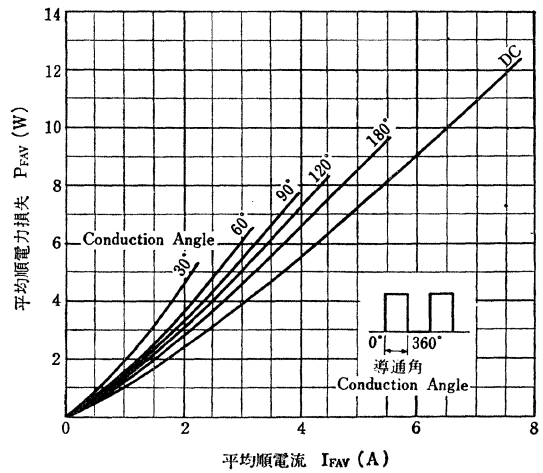
i_F - V_F



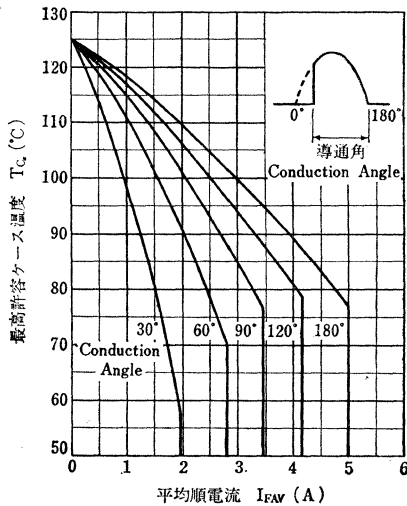
P_{FAV} - I_{FAV} (正弦半波 Half Sine Wave)



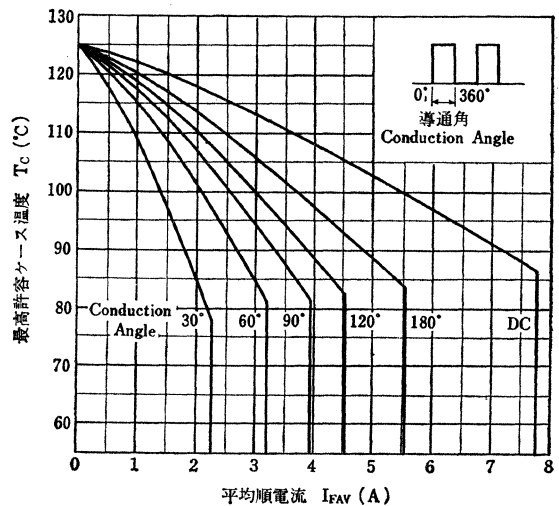
P_{FAV} - I_{FAV} (矩形波 Rectangular Wave)



$T_{C \text{ Max.}}$ - I_{FAV} (正弦半波 Half Sine Wave)

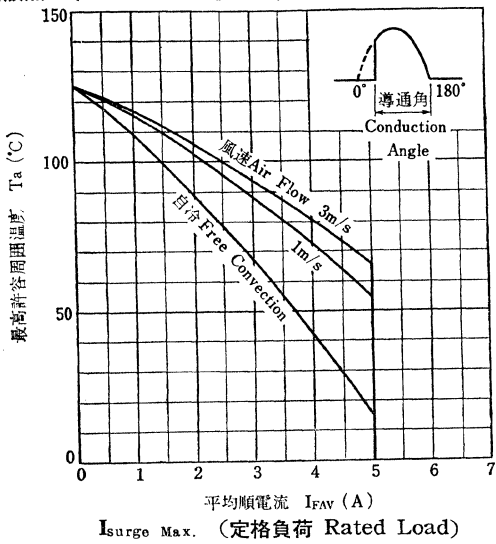


$T_{C \text{ Max.}}$ - I_{FAV} (矩形波 Rectangular Wave)

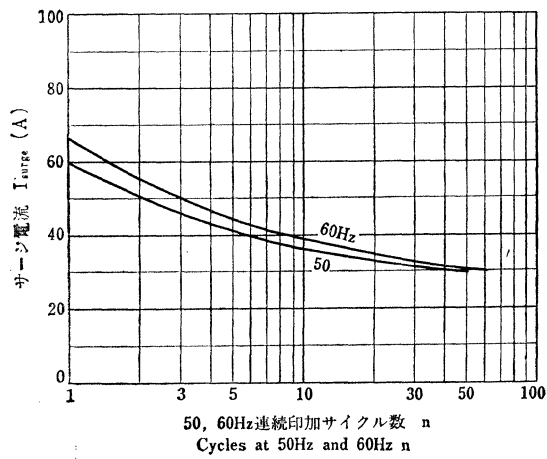
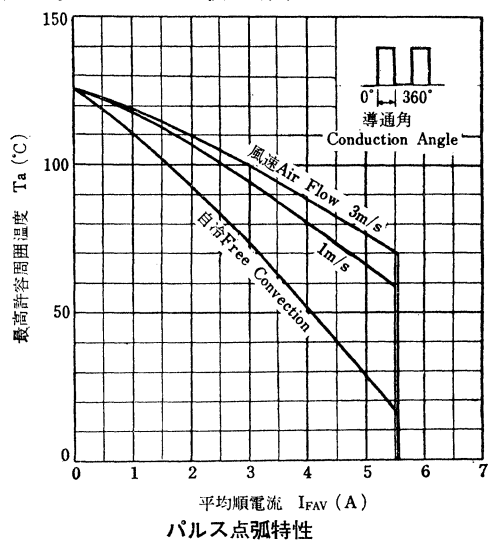


SH5B12, SH5D12, SH5F12, SH5G12, SH5J12

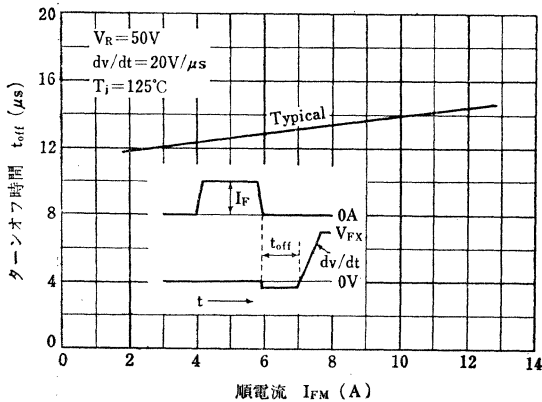
$T_a \text{ Max.} - I_{FAV}$ (正弦半波 180° 通電)
Half Sine Wave 180° Conduction Angle)
(放熱フィンVG-205B使用時)(Heat sink VG-205B)



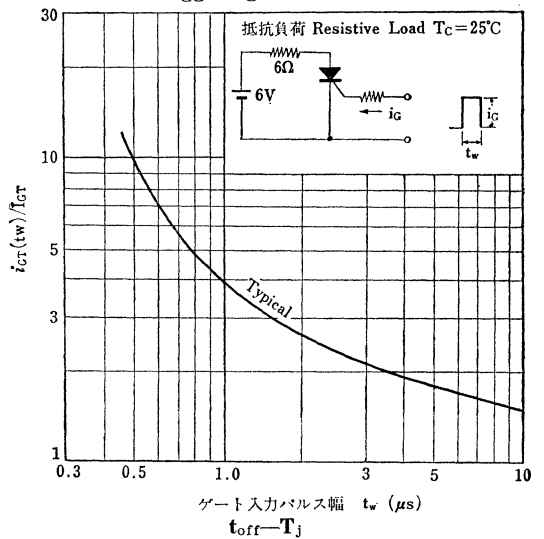
$T_a \text{ Max.} - I_{FAV}$ (矩形波 180° 通電)
Rectangular Wave 180° Conduction Angle)
(放熱フィンVG-205B 使用時)(Heat sink VG-205B)



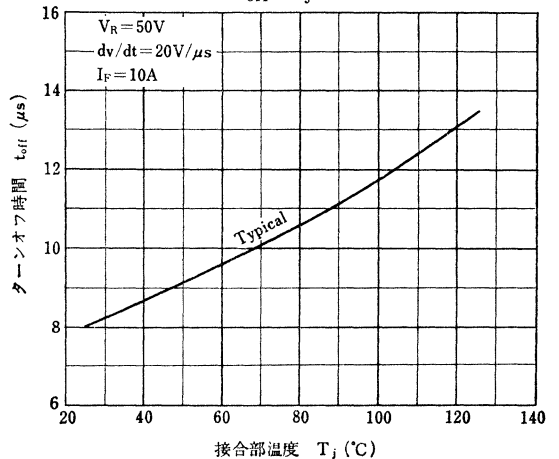
$t_{off} - I_{FM}$



パルス点弧特性
Pulse Triggering Characteristics



$t_{off} - T_j$



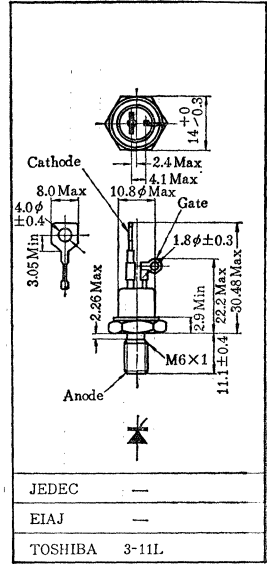
SH16B12, SH16D12, SH16F12 SH16G12, SH16H12, SH16J12

シリコン拡散合金接合形高速用サイリスタ
SILICON ALLOY-DIFFUSED JUNCTION HIGH SPEED THYRISTOR

○ 高速用
○ High Speed Applications

- せん頭順および逆電圧: $V_{FOM}, V_{ROM}=100\sim600V$
- 平均順電流: $I_O=16A$
- ターンオン時間: $t_{on}=6\mu s$
- 順電流上昇率: $di/dt=50A/\mu s$
- 放熱フィンには VG-207B が適用されます。/ Available Heat Sink VG-207B.
- ターンオフ時間: $t_{off}=10\mu s$
- 順電圧上昇率: $dv/dt=100V/\mu s$

Unit in mm



アクセサリは AC51 が付属
Moung kit No. AC51

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭順阻止電圧およびせん頭逆電圧	SH16B12	100	V
	SH16D12	200	
	SH16F12	300	
	SH16G12	400	
	SH16H12	500	
	SH16J12	600	
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし < 5ms) $T_j=0\sim125^\circ C$	SH16B12	150	V
	SH16D12	300	
	SH16F12	400	
	SH16G12	500	
	SH16H12	600	
	SH16J12	720	
平均順電流 (単相半波)	I_O	16	A
実効順電流	I_r	25	A
せん頭1 サイクルサージ電流	I_{surge}	220 (60Hz)	A
		200 (50Hz)	
順電流上昇率*	di/dt	50	A/ μs
せん頭ゲート電力	P_{GM}	5	W
平均ゲート電力	P_{GAV}	0.5	W
せん頭順ゲート電流	I_{GFM}	2	A
せん頭順ゲート電圧	V_{GFM}	10	V
せん頭逆ゲート電圧	V_{GRM}	5	V
接合部温度	T_j	-40~125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-40~125	$^\circ C$
締付けトルク	TOR	35	kg cm

* $I_{FM}=32A, V_{FXM}=\text{Rated}, \text{Gate Supply } (V_G=10V, R_G=20\Omega, t_r \leq 1\mu s)$

電気的特性 Electrical Characteristics

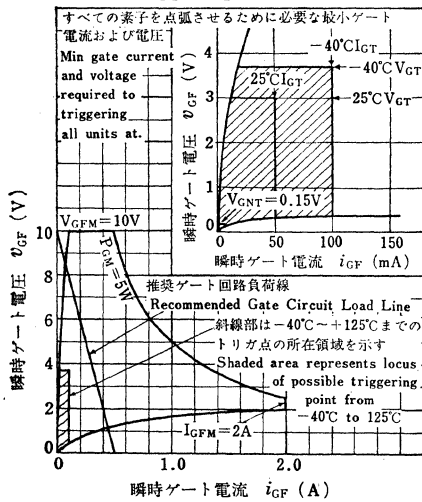
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit	
せん頭順漏れ電流および、せん頭逆電流	I_{FOM} and I_{ROM}	$V_{FOM}=V_{ROM}=\text{Rated}$ $T_j=125^\circ C$	—	6	mA	
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=50A, T_C=25^\circ C$	—	1.95	V	
トリガゲート電圧	V_{GT}	$V_{FX}=6V, R_L=6\Omega$	$T_C=-40^\circ C$	—	3.7	V
			$T_C=25^\circ C$	—	3.0	
トリガゲート電流	I_{GT}	$V_{FX}=6V, R_L=6\Omega$	$T_C=-40^\circ C$	—	100	mA
			$T_C=25^\circ C$	—	50	
非トリガゲート電圧	V_{GNT}	$V_{FXM}=0.5\text{Rated}, T_C=125^\circ C$	0.15	—	V	
非トリガゲート電流	I_{GNT}	$V_{FXM}=0.5\text{Rated}, T_C=125^\circ C$	—	—	mA	
保持電流	I_{HO}	$T_C=25^\circ C, R_L=100\Omega$	—	70	mA	
順電圧上昇率	dv/dt	$V_{FOM}=0.5\text{Rated}$ $T_C=125^\circ C, \text{Exponential rise}$	100	—	V/ μs	
遅れ時間	t_d	$V_{FXM}=0.5\text{Rated}, T_C=25^\circ C$ Gate ($V_G=10V, R_G=20\Omega, t_r \leq 1\mu s$)	—	—		
ターンオン時間	t_{on}	$I_{FX}=32A$	6	—	μs	
ターンオフ時間	t_{off}	$I_{FX}=32A, V_R=50V, dv/dt \geq 20V/s\mu$ $V_{FXM}=0.5\text{Rated}, I_C=120^\circ C$	10	—	μs	
熱抵抗*	R_{th-c}	DC	—	2.0	$^\circ C/W$	

* Junction to case

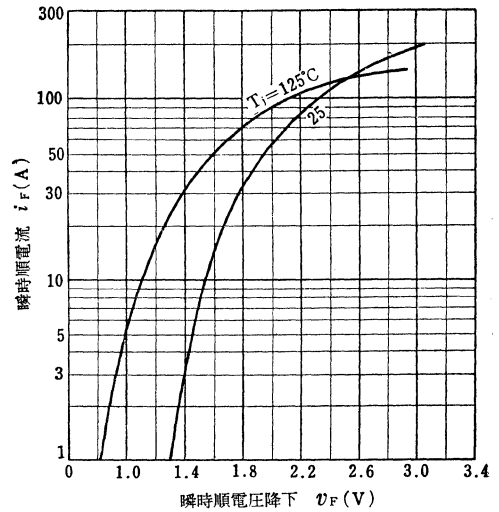
SH16B12, SH16D12, SH16F12 SH16G12, SH16H12, SH16J12

点弧特性

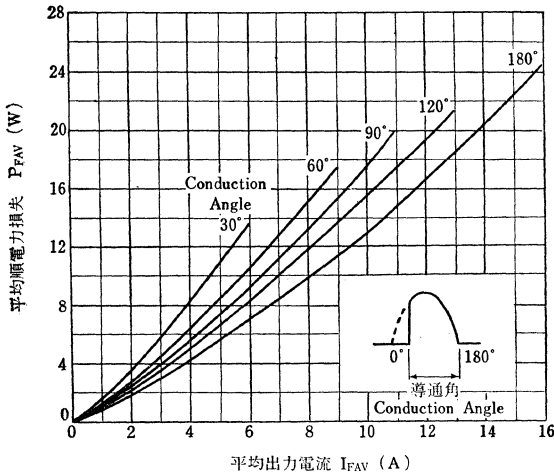
Gate Triggering Characteristics



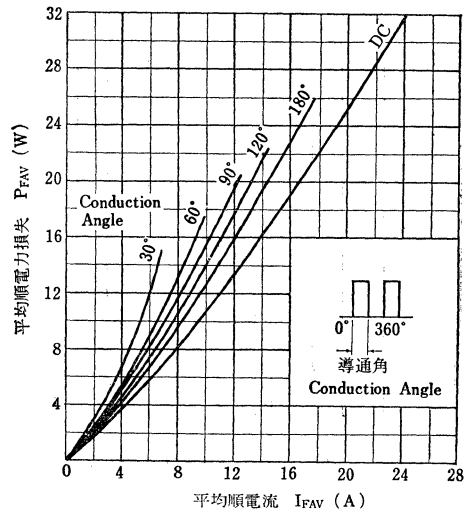
$i_F - v_F$



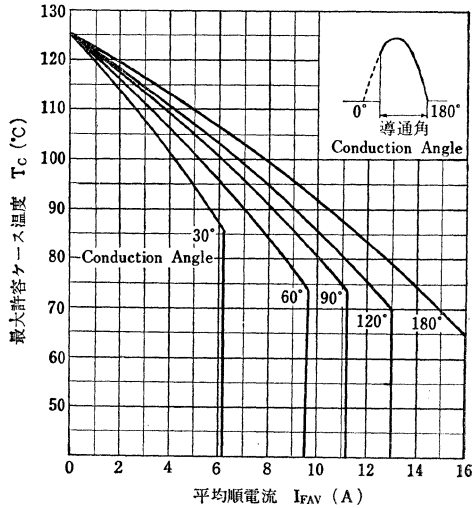
$P_{FAV} - I_{FAV}$ (正弦半波 Half Sine Wave)



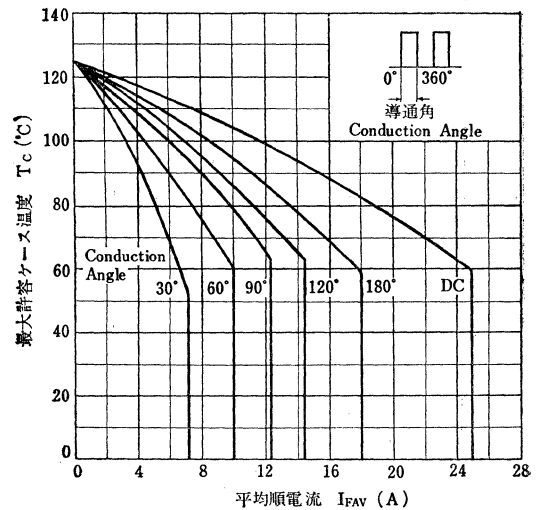
$P_{FAV} - I_{FAV}$ (矩形波 Rectangular Wave)



$T_C \text{ Max.} - I_{FAV}$ (正弦半波 Half Sine Wave)

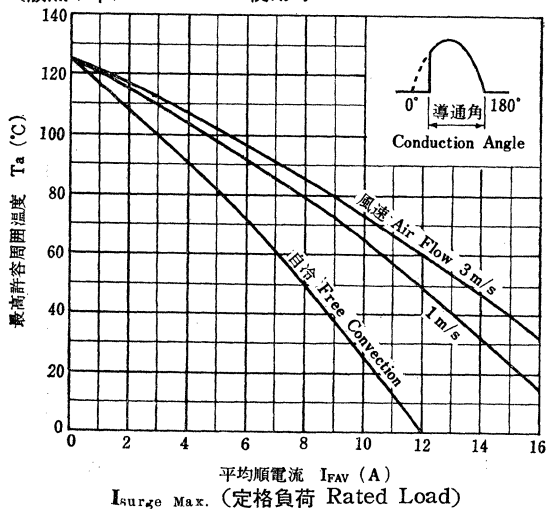


$T_C \text{ Max.} - I_{FAV}$ (矩形波 Rectangular Wave)

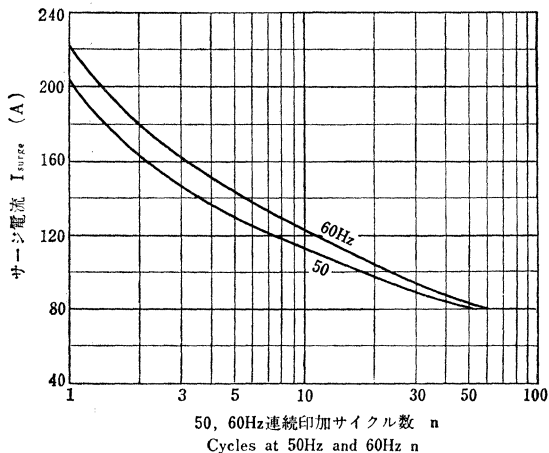
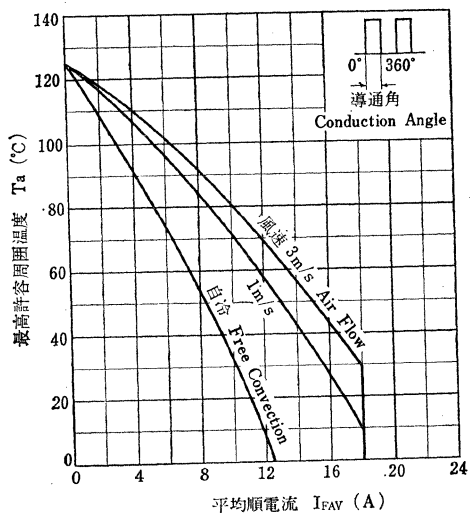


SH16B12, SH16D12, SH16F12 SH16G12, SH16H12, SH16J12

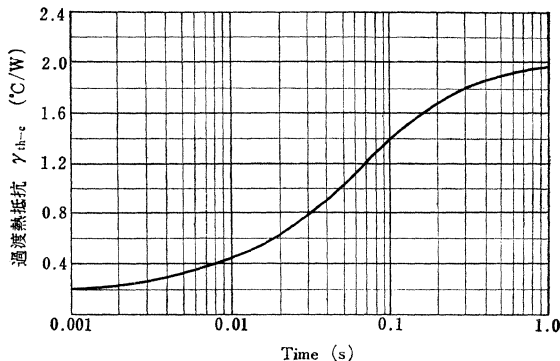
$T_a \text{ Max. - } I_{FAV}$ (正弦半波 180° 通電)
Half Sine Wave 180° Conduction Angle
(放熱フィン VG-207B 使用時 Heat Sink VG-207B)



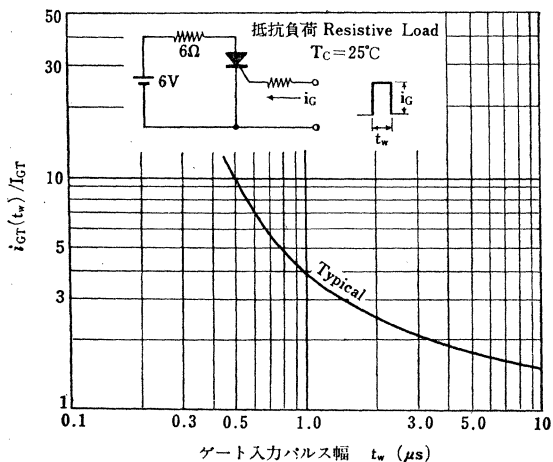
$T_a \text{ Max. - } I_{FAV}$ (矩形波 180° 通電)
Rectangular Wave 180° Conduction Angle
(放熱フィン VG-207B 使用時 Heat Sink VG-207B)



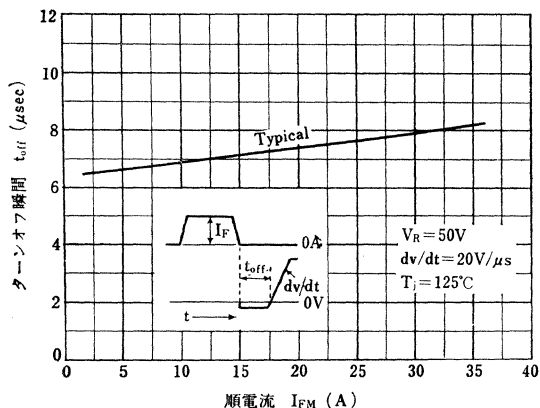
過渡熱抵抗特性 Transient Thermal Resistance
(Junction to Case)



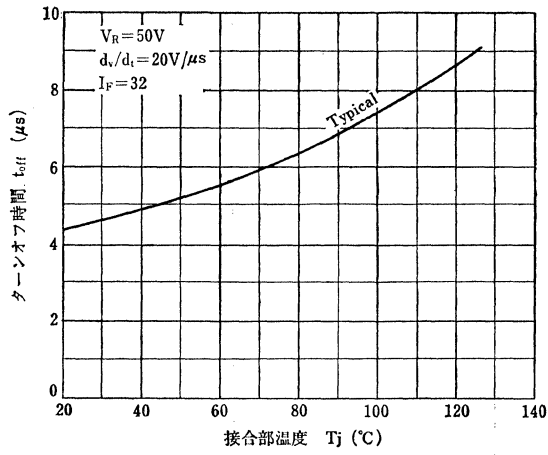
パルス点弧特性
Pulse Triggering Characteristics



$t_{off} - I_{FM}$



$t_{off}-T_j$



SH30D11, SH30F11 SH30G11, SH30J11, SH30L11

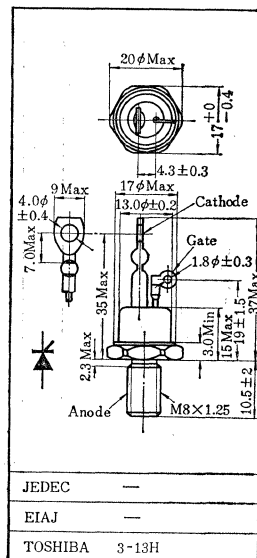
シリコン拡散合金接合形高速用サイリスタ
SILICON ALLOY-DIFFUSED JUNCTION
HIGH SPEED THYRISTOR

○高速用 (フォークリフト, 電気自動車, チョップインバータ用)

○ High Speed Applications

- せん頭順および逆電圧; $V_{FOM}, V_{ROM}=200\sim 800V$
- 平均順電流; $I_o=30A$
- ターンオフ時間; $t_{off}=15\mu s$
- ターンオン時間; $t_{on}=6\mu s$
- 順電圧上昇率; $dv/dt=100V/\mu s$
- 順電流上昇率; $di/dt=100A/\mu s$
- 放熱フィンにはVG-236が適用されます / Available Heat Sink VG-236.

Unit in mm



アクセサリはAC56が付属
Mounting kit No. AC56

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭順阻上電圧 および せん頭逆電圧	SH30D11	200	V
	SH30F11	300	
	SH30G11 and	400	
	SH30J11	600	
	SH30L11	800	
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし<5ms) $T_j=0\sim 125^\circ C$	SH30D11	300	V
	SH30F11	400	
	SH30G11	500	
	SH30J11	720	
	SH30L11	960	
平均順電流 (单相半波)	I_o	30	A
実効順電流	I_r	47	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	660(60Hz)	A
		600(50Hz)	
順電流上昇率*	di/dt	100	A/ μs
せん頭ゲート電力	P_{GM}	5	W
平均ゲート電力	P_{GAV}	0.5	W
せん頭順ゲート電流	I_{GFM}	2	A
せん頭順ゲート電圧	V_{GFM}	10	V
せん頭逆ゲート電圧	V_{GRM}	5	V
接合部温度	T_j	$-40\sim 125$	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	$-40\sim 125$	$^\circ C$
締付けトルク	TOR	50	kg cm

* $V_{FXM}=0.5Rated, I_{FM}=100A, T_j=125^\circ C, Gate\ Supply:(V_G=10V, R_G=20\Omega, t_r\leq 1\mu s)$

電気的特性 Electrical Characteristics

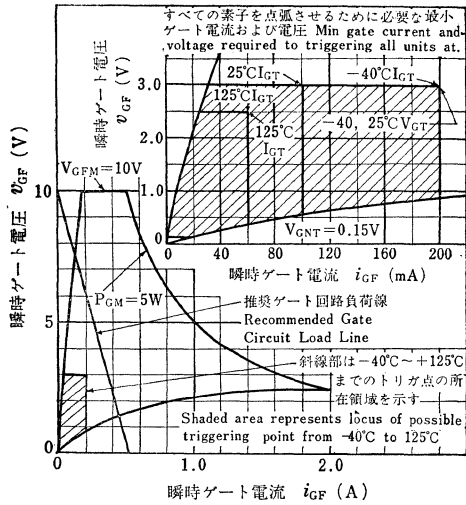
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit	
せん頭順漏れ 電流および せん頭逆電流	SH 0 D11	$V_{FOM}=V_{ROM}$ =Rated $T_j=-40\sim 125^\circ C$	—	10	mA	
	SH 0 F11		—	10		
	SH 0 G11 and		—	8		
	SH 0 J11		—	8		
	SH 0 L11		—	8		
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=100A, T_C=25^\circ C$	—	2.0	V	
トリガゲート電圧	V_{GT}	$V_{FX}=6V, R_L=6\Omega$	$T_C=-40^\circ C$	—	3.0	V
			$T_C=25^\circ C$	—	3.0	
トリガゲート電流	I_{GT}	$V_{FX}=6V, R_L=6\Omega$	$T_C=-40^\circ C$	—	200	mA
			$T_C=25^\circ C$	—	100	
非トリガゲート電圧	V_{GNT}	$V_{FXM}=0.5Rated, T_C=125^\circ C$	0.15	—	V	
非トリガゲート電流	I_{GNT}	$V_{FXM}=0.5Rated, T_C=125^\circ C$	—	—	mA	

SH30D11, SH30F11, SH30G11 SH30J11, SH30L11

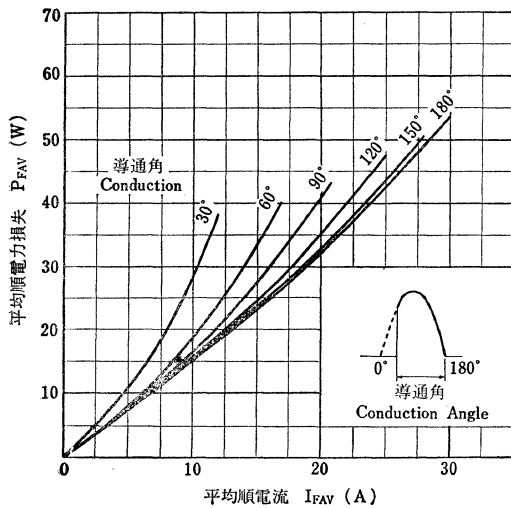
保持電流	I_{HO}	$R_L=100\Omega, T_C=25^\circ C$	—	150	mA
順電圧上昇率	dv/dt	$V_{FOM}=2/3\text{Rated}$ $T_C=125^\circ C, \text{Exponential rise}$	100	—	V/ μS
遅れ時間	t_d	$V_{FXM}=0.5\text{Rated}, T_C=25^\circ C$	—	4	μS
ターンオン時間	t_{on}	Gate ($V_G=10V, R_G=20\Omega$ $t_r \leq 1\mu S$)	—	6	μS
ターンオフ時間	t_{off}	$I_F=60A, V_R=50V$ $dv/dt=20V/\mu S$ $V_{FXM}=\text{Rated}, T_C=120^\circ C$	—	15	μS
熱抵抗*	R_{th-c}	DC	—	0.7	$^\circ C/W$

* Junction to csae

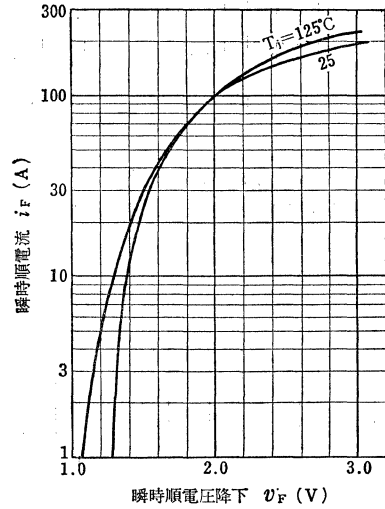
点弧特性 Gate Triggering Characteristics



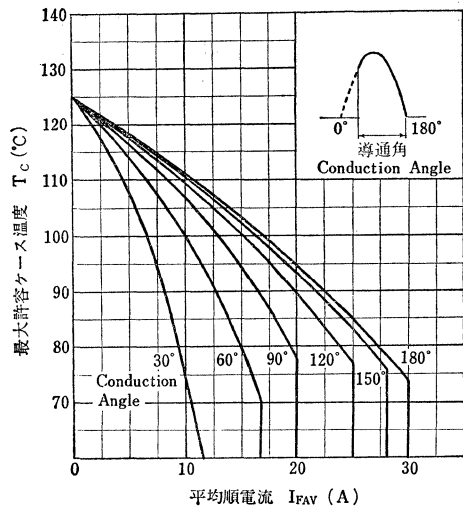
$P_{FAV}-I_{FAV}$ (正弦半波 Half Sine Wave)



i_F-v_F

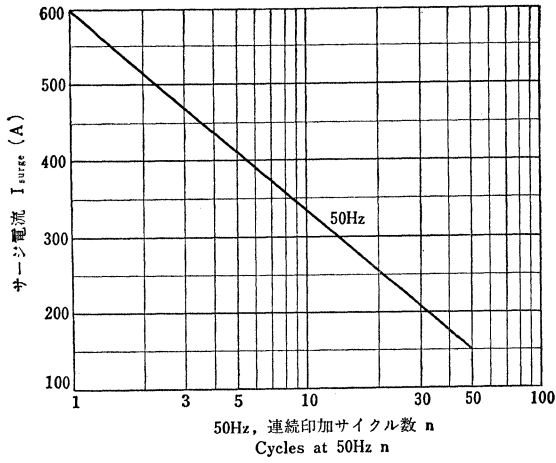


$T_C \text{ Max.}-I_{FAV}$ (正弦半波 Half Sine Wave)



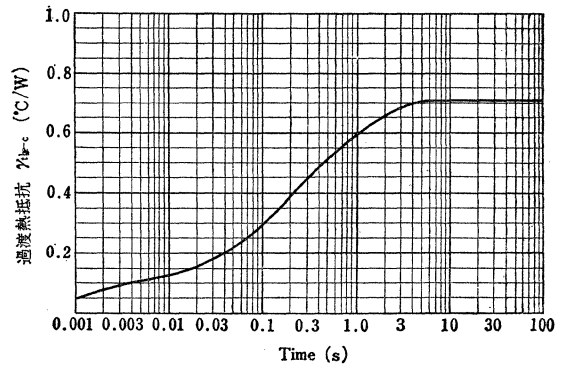
SH30D11, SH30F11, SH30G11, SH30J11, SH30L11

Isurge Max. (定格負荷 Rated Load)



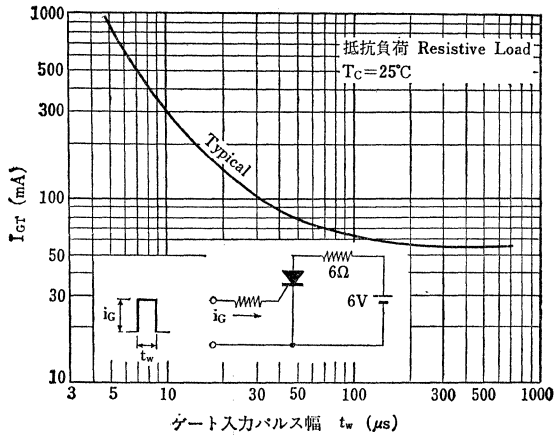
過渡熱抵抗特性

Transient Thermal Resistance (Junction to Case)



パルス点弧特性

Pulse Triggering Characteristics



○高速用

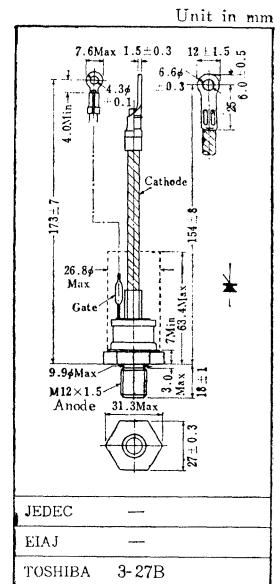
○ High Speed Applications

- 平均順電流 : $I_o = 50A$
- せん頭順阻止電圧 : V_{FOM}
せん頭逆電圧 : V_{ROM} } = 200~800V
- ターンオフ時間 : $t_{off} = 20\mu s$ Max.
- 順電流上昇率 : $di/dt = 100A/\mu s$
- 順電圧上昇率 : $dv/dt = 100V/\mu s$
- 重量 Weight : 90g
- 放熱フィン は VG-211B が適用されます。 / Available Heat Sink VG-211B*

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭順阻止電圧 および せん頭逆電圧	SH50D11	200	V
	SH50F11	300	
	SH50G11	400	
	SH50H11	500	
	SH50J11	600	
	SH50L11	800	
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし < 5ms) $T_j = 0 \sim 125^\circ C$	SH50D11	300	V
	SH50F11	400	
	SH50G11	500	
	SH50H11	600	
	SH50J11	720	
	SH50L11	960	
実効順電流	I_f	79	A
平均順電流 (単相半波)	I_o	50	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	1000(50Hz) 1100(60Hz)	A
電流2乗時間積	I^2t	5×10^3	$A^2 s$
順電流上昇率*	di/dt	100	$A/\mu s$
せん頭ゲート電力	P_{GM}	5	W
平均ゲート電力	P_{GAV}	0.5	W
せん頭順ゲート電流	I_{GFM}	2	A
せん頭順ゲート電圧	V_{GFM}	10	V
せん頭逆ゲート電圧	V_{GRM}	5	V
接合部温度	T_j	-40~125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-40~125	$^\circ C$
締付けトルク	TOR	110	kg cm

* : $V_{Fxm} = \text{Rated}$, $T_o = 120^\circ C$, $I_{FM} = 100A$, Gate Supply ($V_G = 10V$, $R_G = 15\Omega$, $t_r \leq 1\mu s$)



アクセサリはAC54が付属
Mounting kit No. AC54

SH50D11, SH50F11, SH50G11 SH50H11, SH50J11, SH50L11

電気的特性 Electrical Characteristics

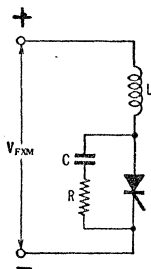
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順漏れ電流および せん頭逆電流	I_{FOM} and I_{ROM}	$V_{FOM} = V_{ROM} = \text{Rated}, T_j = 125^\circ\text{C}$	—	8	mA
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM} = 150\text{A}, T_C = 25^\circ\text{C}$	—	1.7	V
トリガゲート電圧	V_{GT}	$V_{FX} = 6\text{V}$ $R_L = 6\Omega$	$T_C = -40^\circ\text{C}$ $T_C = 25^\circ\text{C}$	3.7 3.0	V
トリガゲート電流	I_{GT}	$V_{FX} = 6\text{V}$ $R_L = 6\Omega$	$T_C = -40^\circ\text{C}$ $T_C = 25^\circ\text{C}$	200 100	mA
非トリガゲート電圧	V_{GNT}	$V_{FXM} = \text{Rated}, T_C = 125^\circ\text{C}$	0.15	—	V
非トリガゲート電流	I_{GNT}	$V_{FXM} = \text{Rated}, T_C = 125^\circ\text{C}$	1.0	—	mA
ターンオン時間	t_{on}	$V_{FXM} = \text{Rated}, T_C = 25^\circ\text{C}$ Gate Supply ($V_G = 10\text{V}, R_G = 15\Omega,$ $tr \leq 1\mu\text{s}$)	—	6	μs
遅れ時間	t_d			4	
ターンオフ時間	t_{off}	$I_F = 100\text{A}, V_R \geq 50\text{V}$ $dv/dt = 20\text{V}/\mu\text{s}, V_{FXM}$ (reapplid) $= \text{Rated } T_C = 120^\circ\text{C}$	—	20	μs
順電圧上昇率	dv/dt	$V_{FOM} = \text{Rated}, T_j = 125^\circ\text{C}$ Gate open, Exponential rise	100	—	$\text{V}/\mu\text{s}$
保持電流	I_{HO}	$T_C = 25^\circ\text{C}, R_L = 6\Omega$	—	150	mA
熱抵抗*	R_{th-C}	DC	—	0.4	$^\circ\text{C}/\text{W}$

* Junction to Case

使用上の注意

- ゲート端子のつけ根の固定部分は曲げないでご使用ください。
- ケース（スタッド）と放熱フィン間の接触熱抵抗はグリースを使用し、素子を110kg cmのトルクで締めつけた場合約0.16 $^\circ\text{C}/\text{W}$ となります。

素子保護用 LCR 例

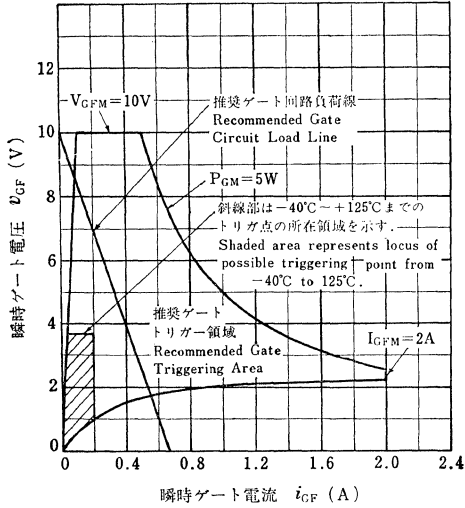


	静印加電圧 V_{ZXM}	
	200V	400V
L	8 μH	10 μH
C	0.2 μF	0.2 μF
R	10 Ω	20 Ω

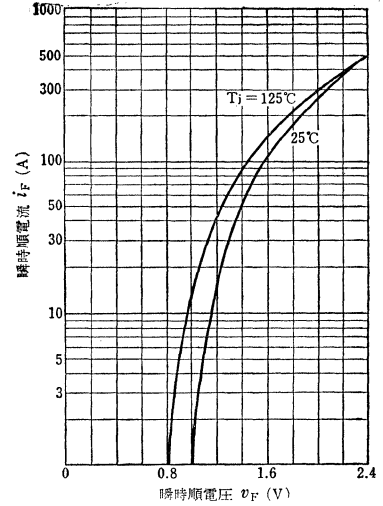
SH50D11, SH50F11, SH50G11, SH50H11, SH50J11, SH50L11

点弧特性

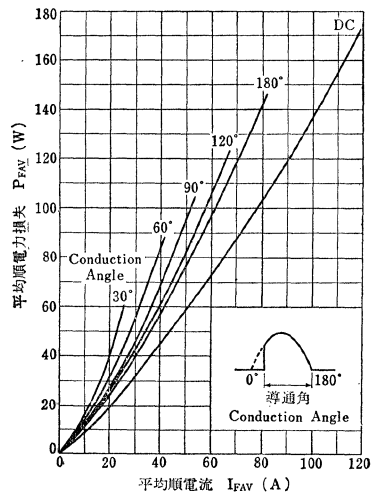
Gate Triggering Characteristics



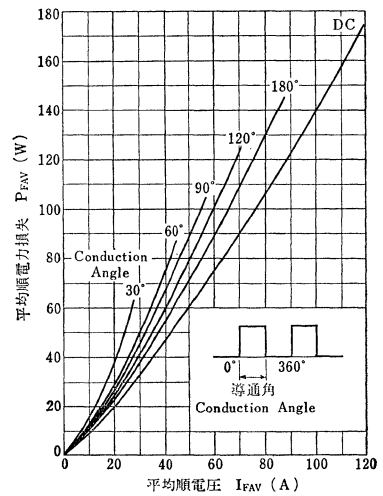
i_F-v_F



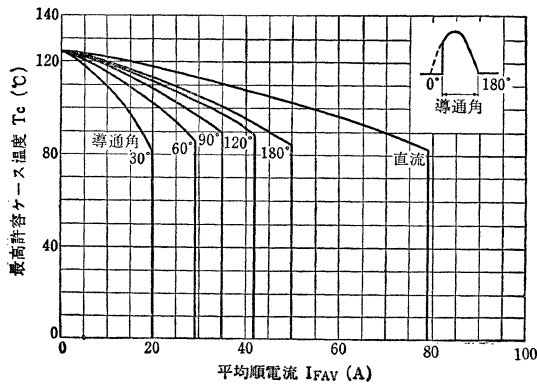
$P_{FAV}-I_{FAV}$ (正弦半波/Half Sine Wave)



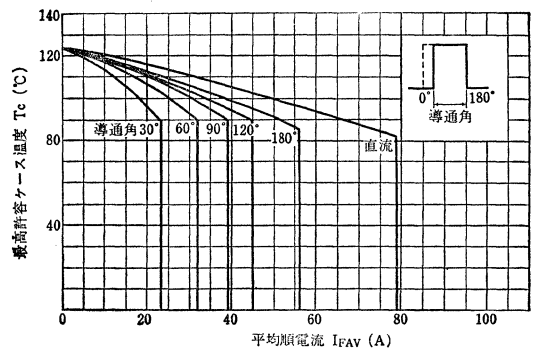
$P_{FAV}-I_{FAV}$ (矩形波/Rectangular Wave)



$T_C \text{ Max.}-I_{FAV}$ (正弦半波/Half Sine Wave)

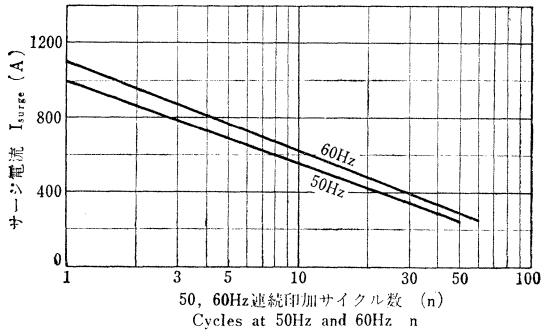


$T_C \text{ Max.}-I_{FAV}$ (矩形波/Rectangular Wave)

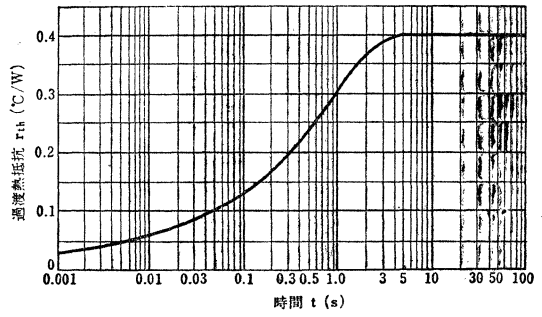


SH50D11, SD50F11, SH50G11, SH50H11, SH50J11, SH50L11

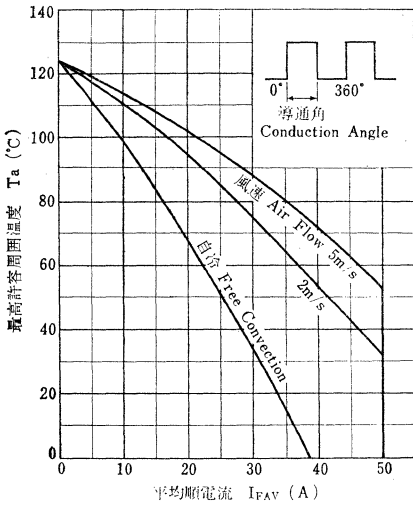
$I_{\text{surge Max.}}$ (定格負荷 Rated Load)



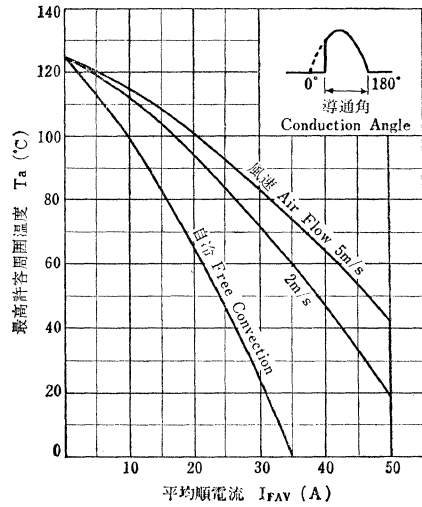
過渡熱抵抗特性
Transient Thermal Resistance (Junction to Case)



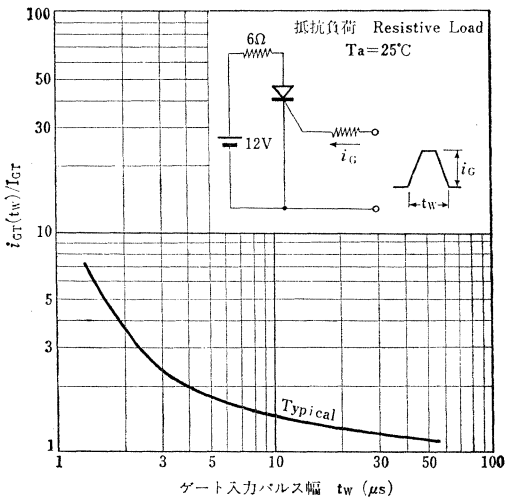
$T_a \text{ Max-I}_{\text{FAV}}$ (矩形波 180° 通電)
Rectangular Wave 180° Conduction Angle
(VG-211B ファン使用時)
(Heat sink VG-211B)



$T_a \text{ Max-I}_{\text{FAV}}$ (正弦半波 180° 通電)
Half Sine Wave 180° Conduction Angle
(VG-211B ファン使用時)
(Heat sink VG-211B)



パルス点弧特性
Pulse Triggering characteristics



○高速用

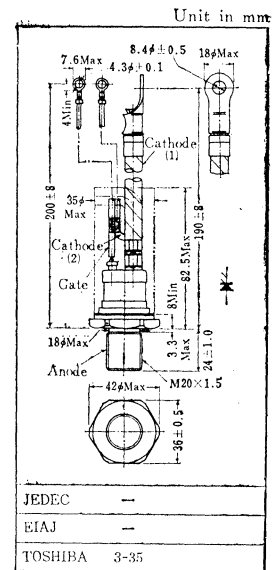
○ High Speed Applications

- 平均順電流 : $I_o = 80A$
- せん頭順阻止電圧 : V_{FOM}
せん頭逆電圧 : V_{ROM} } 200~800V
- ターンオフ時間 : $T_{off} = 20\mu s$ Max.
- 順電流上昇率 : $di/dt = 100A/\mu s$
- 順電圧上昇率 : $dv/dt = 100V/\mu s$
- 重量 Weight : 230g
- 放熱フィンは VG-216 が適用されます。 / Available Heat Sink VG-216.

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭順阻止電圧 および せん頭逆電圧	SH80D11	200	V
	SH80F11	300	
	SH80G11	400	
	SH80H11	500	
	SH80J11	600	
	SH80L11	800	
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし < 5ms.) $T_j = 0 \sim 125^\circ C$	SH80D11	300	V
	SH80F11	400	
	SH80G11	500	
	SH80H11	600	
	SH80J11	720	
	SH80L11	960	
実効順電流	I_f	126	A
平均整流電流 (単相半波)	I_o	80	A
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	1600(50Hz) 1700(60Hz)	A
電流2乗時間積	$I^2.t$	12.8×10^3	$A^2 s$
順電流上昇率 *	di/dt	100	$A/\mu s$
せん頭ゲート電力	P_{GM}	5	W
平均ゲート電力	P_{GAV}	0.5	W
せん頭順ゲート電流	I_{GFM}	2	A
せん頭順ゲート電圧	V_{GFM}	10	V
せん頭逆ゲート電圧	V_{GRM}	5	V
接合部温度	T_j	-40~125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-40~125	$^\circ C$
締付けトルク	TOR	340	kg cm

* $V_{FM} = \text{Rated}$, $I_{FM} = 160A$, $T_c = 120^\circ C$, Gate Supply ($V_g = 10V$, $R_g = 10\Omega$, $t_r \leq 1\mu s$).



アクセサリは AC52 が付属
Mounting Kit No. AC52

SH80D11, SH80F11, SH80G11 SH80H11, SH80J11 SH80L11

電気的特性 Electrical Characteristics

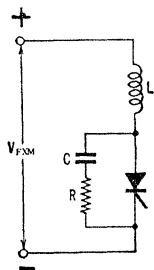
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順漏れ電流および せん頭逆電流	I_{FOM} and I_{ROM}	$V_{FOM}=V_{ROM}=\text{Rated}$ $T_j=125^\circ\text{C}$	—	15	mA
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM}=250\text{A}$, $T_C=25^\circ\text{C}$	—	1.75	V
トリガゲート電圧	V_{GT}	$V_{FX}=6\text{V}$, $R_L=6\Omega$	$T_C=-40^\circ\text{C}$ — $T_C=25^\circ\text{C}$	3.7 — 3.0	V
トリガゲート電流	I_{GT}	$V_{FX}=6\text{V}$, $R_L=6\Omega$	$T_C=-40^\circ\text{C}$ — $T_C=25^\circ\text{C}$	300 — 150	mA
非トリガゲート電圧	V_{GNT}	$V_{FXM}=\text{Rated}$, $T_C=125^\circ\text{C}$	0.15	—	V
非トリガゲート電流	I_{GNT}	$V_{FXM}=\text{Rated}$, $T_C=125^\circ\text{C}$	1.5	—	mA
ターンオン時間	t_{on}	$V_{FXM}=\text{Rated}$, $T_C=25^\circ\text{C}$ Gate Supply ($V_G=10\text{V}$, $R_G=10\Omega$,	—	6	μs
遅れ時間	t_d	$t_r \leq 1\mu\text{s}$)	—	4	
ターンオフ時間	t_{off}	$I_F=160\text{A}$, $V_R \geq 50\text{V}$, $dv/dt=20\text{V}/\mu\text{s}$ V_{FXM} (reapplied) = Rated $T_C=120^\circ\text{C}$	—	20	μs
順電圧上昇率	dv/dt	$V_{FOM}=\text{Rated}$ $T_j=125^\circ\text{C}$, Gate open, Exponential rise	100	—	V/ μs
保持電流	I_{HO}	$T_C=25^\circ\text{C}$, $R_L=6\Omega$	—	200	mA
熱抵抗*	R_{th-C}	DC	—	0.25	$^\circ\text{C}/\text{W}$

* Junction to Case

使用上の注意

- ゲート端子およびカソード(2)端子(外形図参照)の付根の固定部分は、曲げないでご使用ください。
- ケース(スタッド)と放熱フィン間の接触熱抵抗は、グリースを使用し、素子を320~340kg cmのトルクで締めつけた場合、約0.085 $^\circ\text{C}/\text{W}$ となります。

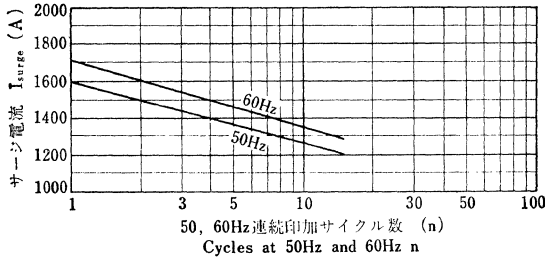
素子保護用 LCR 例



	素子印加電圧 V_{FXM}	
	200V	400V
L	8 μH	10 μH
C	0.5 μF	0.5 μF
R	10 Ω	20 Ω

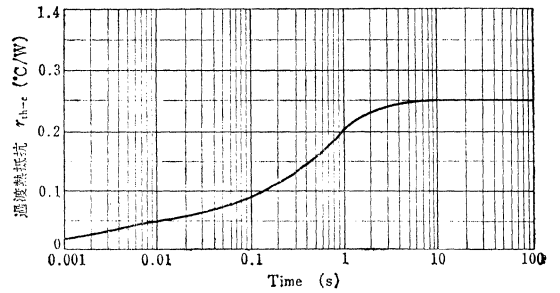
SH80D11, SH80F11, SH80G11 SH80H11, SH80J11, SH80L11

$I_{\text{surge Max}}$ (定格負荷 Rated Load)

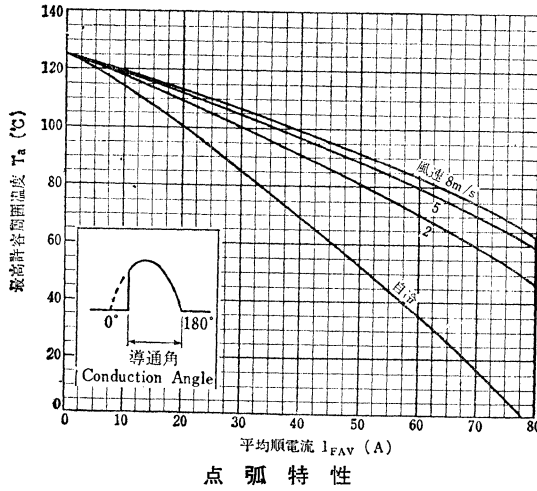


過渡熱抵抗特性

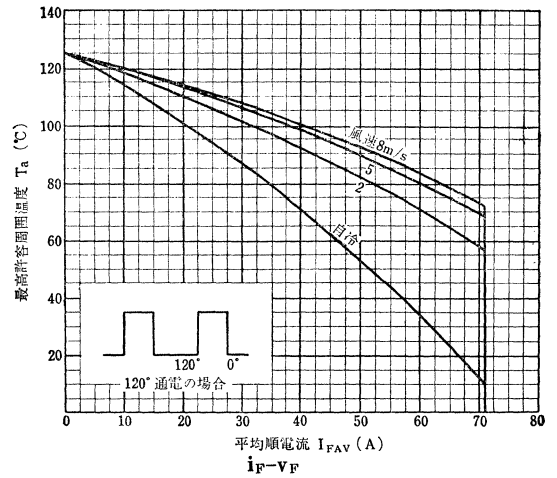
Transient Thermal Resistance (Junction to Case)



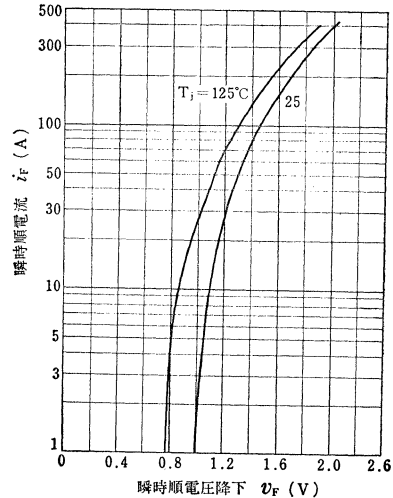
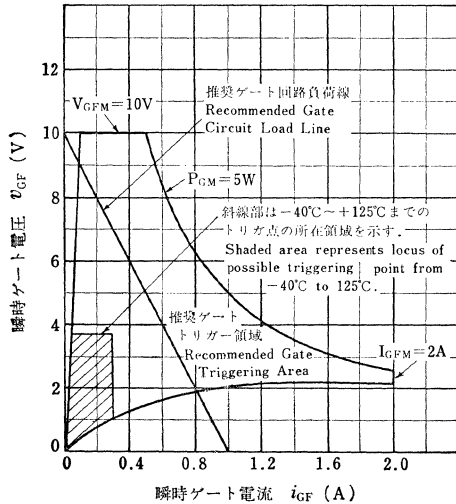
$T_a \text{ Max-I}_{\text{FAV}}$ (正弦半波 180° 通電 Half Sine Wave
180° Conduction Angle)
(放熱フィンVG-216使用時)
(Heat sink VG-216)



$T_a \text{ Max-I}_{\text{FAV}}$ (矩形波 180° 通電 Rectangular Wave
180° Conduction Angle)
(放熱フィンVG-216使用時)
(Heat sink VG-216)

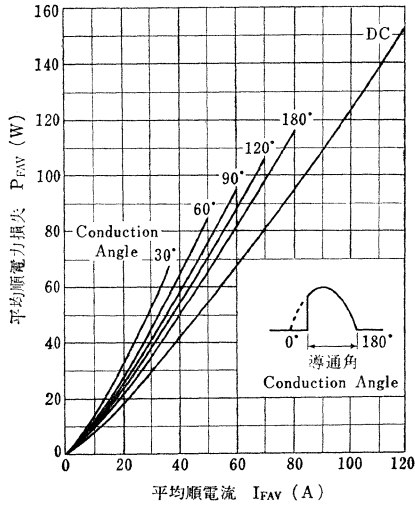


Gate Triggering Characteristics

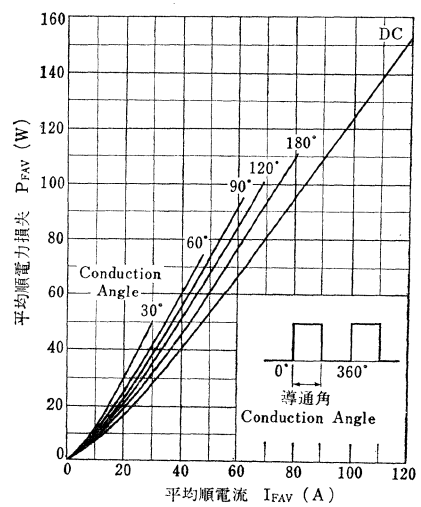


SH80D11, SH80F11 SH80G11 SH80H11, SH80J11, SH80L11

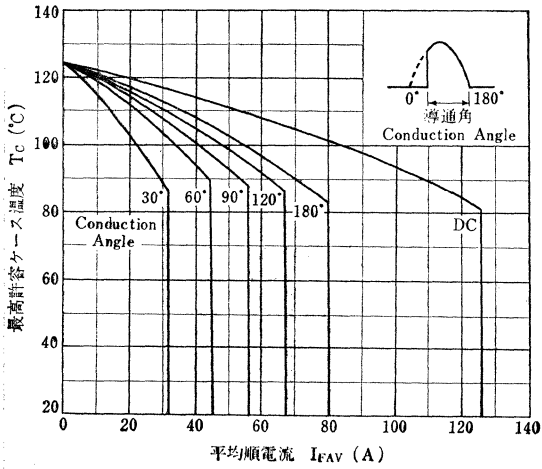
$P_{FAV}-I_{FAV}$ (正弦半波 Half Sine Wave)



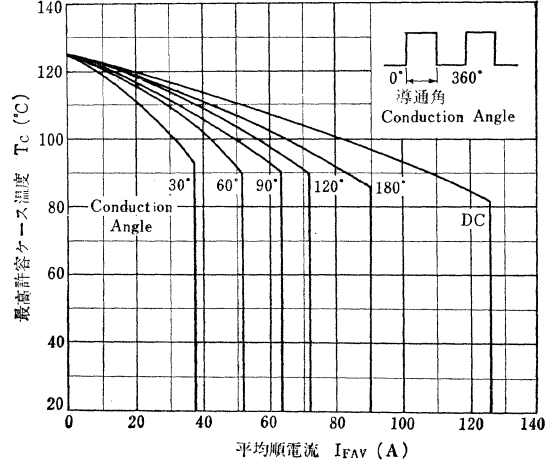
$P_{FAV}-I_{FAV}$ (矩形波 Rectangular Wave)



$T_{C\ Max}-I_{FAV}$ (正弦半波 Half Sine Wave)



$T_{C\ Max}-I_{FAV}$ (矩形波 Rectangular Wave)



○高速用

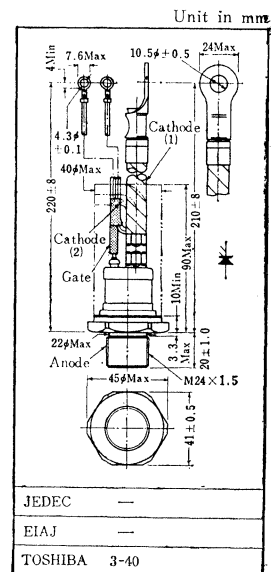
○ High Speed Applications

- せん頭順阻止電圧 : V_{FOM}
- せん頭逆電圧 : V_{ROM}
- 平均順電流 : $I_0 = 150A$
- ターンオフ時間 : $t_{off} = 30\mu s$ Max.
- 順電流上昇率 : $di/dt = 100A/\mu s$
- 順電圧上昇率 : $dv/dt = 100V/\mu s$
- 重量 Weight : 350g
- 放熱フィンは VG-204 が適用されます。 / Available Heat Sink VG-204.

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭順阻止電圧 および せん頭逆電圧	SH150D11	200	V
	SH150F11	300	
	SH150G11	400	
	SH150H11	500	
	SH150J11	600	
	SH150L11	800	
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし < 5ms) ($T_j = 0 \sim 125^\circ C$)	SH150D11	300	V
	SH150F11	400	
	SH150G11	500	
	SH150H11	600	
	SH150J11	720	
	SH150L11	960	
実効順電流	I_r	235	A
平均順電流 (单相半波)	I_0	150	A
せん頭 1 サイクルサージ電流	I_{surge}	3500(60Hz)	A
		3200(50Hz)	
電流 2 乗時間積	I^2t	51×10^3	$A^2 s$
順電流上昇率 *	di/dt	100	$A/\mu s$
せん頭ゲート電力	P_{GM}	16	W
平均ゲート電力	P_{GAV}	3	W
せん頭順ゲート電流	I_{GFM}	4	A
せん頭順ゲート電圧	V_{GFM}	16	V
せん頭逆ゲート電圧	V_{GRM}	5	V
接合部温度	T_j	-40~125	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-40~125	$^\circ C$
締付けトルク	TOR	610	kgcm

* : $V_{FXM} = \text{Rated}$, $T_C = 120^\circ C$, $I_{FM} = 300A$, Gate Supply ($V_G = 10V$, $R_G = 8\Omega$, $t_r \leq 1\mu s$)



SH150D11, SH150F11, SH150G11 SH150H11, SH150J11, SH150L11

電気的特性 Electrical Characteristics

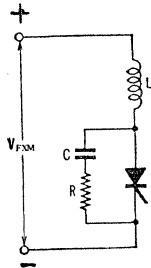
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順漏れ電流および せん頭逆電流	I_{FOM} and I_{ROM}	$V_{FOM} = V_{ROM} = \text{Rated}$ $T_j = 125^\circ\text{C}$	—	20	mA
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM} = 500\text{A}$, $T_c = 25^\circ\text{C}$	—	1.5	V
トリガゲート電圧	V_{GT}	$V_{FX} = 6\text{V}$ $R_L = 6\Omega$	—	4.0 3.0	V
トリガゲート電流	I_{GT}	$V_{FX} = 6\text{V}$ $R_L = 6\Omega$	—	300 150	mA
非トリガゲート電圧	V_{GNT}	$V_{FXM} = \text{Rated}$, $T_c = 125^\circ\text{C}$	0.15	—	V
非トリガゲート電流	I_{GNT}	$V_{FXM} = \text{Rated}$, $T_c = 125^\circ\text{C}$	1.5	—	mA
ターンオン時間	t_{on}	$V_{FXM} = \text{Rated}$ $T_c = 25^\circ\text{C}$, Gate Supply	—	6	μs
遅れ時間	t_d	($V_G = 10\text{V}$, $R_G = 8\Omega$, $t_r \leq 1\mu\text{s}$)	—	4	μs
ターンオフ時間	t_{off}	$I_F = 300\text{A}$, $V_R \geq 50\text{V}$, $dv/dt = 20\text{V}/\mu\text{s}$ $V_{FXM}(\text{reapplied}) = \text{Rated}$, $T_c = 120^\circ\text{C}$	—	30	μs
順電圧上昇率	dv/dt	$V_{FOM} = \text{Rated}$ $T_j = 125^\circ\text{C}$, Gate open, Exponen tial rise	100	—	$\text{V}/\mu\text{s}$
保持電流	I_{HO}	$T_c = 25^\circ\text{C}$, $R_L = 6\Omega$	—	200	mA
熱抵抗*	R_{th-c}	DC	—	0.18	$^\circ\text{C}/\text{W}$

* Junction to Case.

使用上の注意

- ゲート端子およびカソード(2端子の(外形図参照)付根の固定部分は曲げないでご使用ください。
- ケース(スタッド)と放熱フィン間の接触熱抵抗はグリースを使用し、素子を $550 \pm 50\text{kgcm}$ のトルクで締付けた場合約 $0.04^\circ\text{C}/\text{W}$ となります。
- SH150D11~SH150L11 は放熱フィンにねじ穴を設け直接締付けて使用するよう設計されていますのでナット・ワッシャーなどの付属品はついていません。

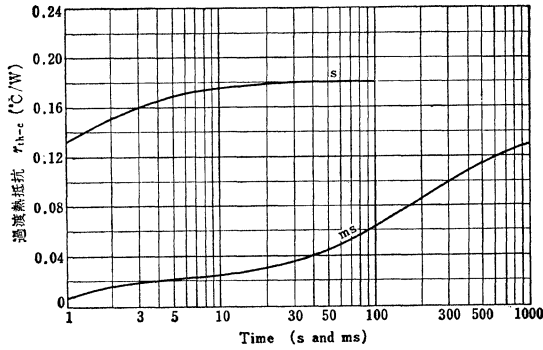
素子保護用LCR例



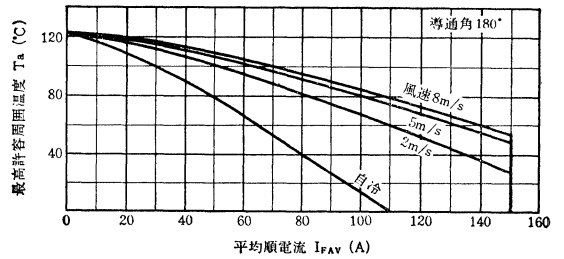
	素子印加電圧 V_{FXM}	
	200V	400V
L	$8\mu\text{H}$	$10\mu\text{H}$
C	$0.5\mu\text{F}$	$0.5\mu\text{F}$
R	10Ω	20Ω

SH150D11, SH150F11, SH150G11 SH150H11, SH150J11, SH150L11

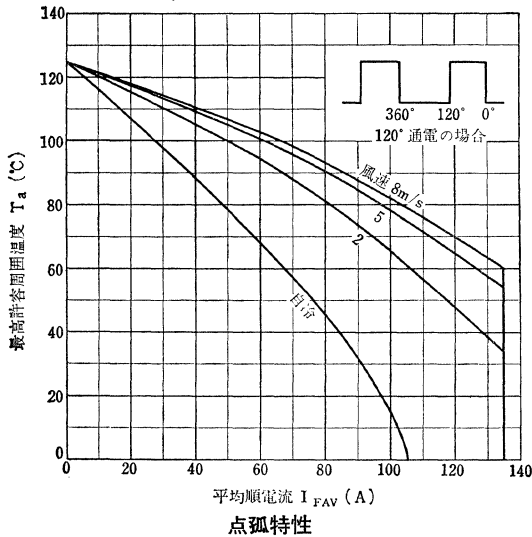
過渡熱抵抗特性
Transient Thermal Resistance
(Junction to Case)



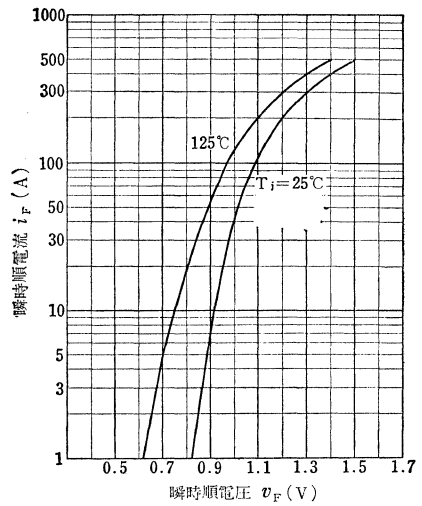
$T_{a \text{ MAX}} - I_{FAV}$ (正弦半波 Half Sine Wave)
(放熱フィンVG-204使用時)
(Heat Sink VG-204)



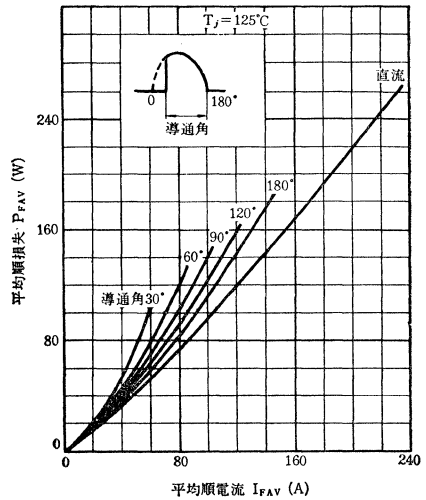
$T_{a \text{ MAX}} - I_{FAN}$ (正弦半波 Half Sine Wave)
(放熱フィン VG-204使用時)
(Heat Sink VG-204)



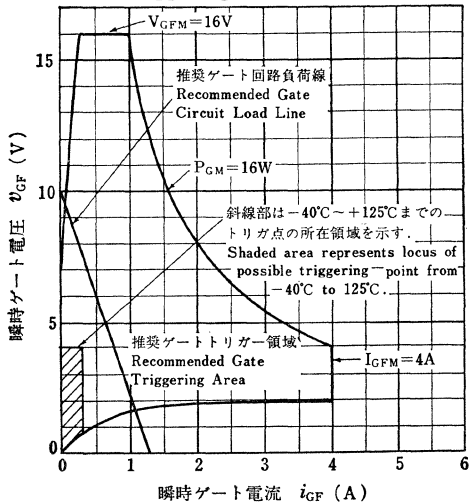
$i_F - v_F$



$P_{FAV} - I_{FAV}$ (正弦半波 Half Sine Wave)

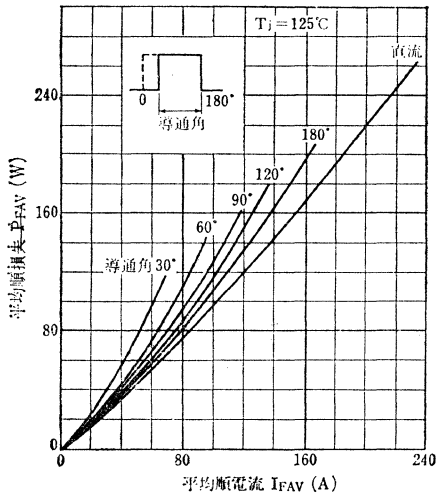


Gate Triggering Characteristics

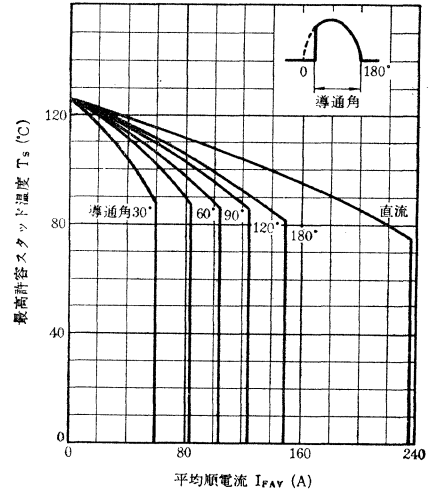


SH150D11, SH150F11, SH150G11 SH150H11, SH150J11, SH150L11

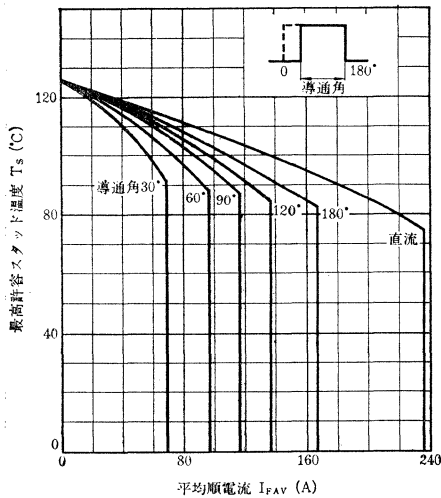
$P_{FAV}-I_{FAV}$ (矩形波 Rectangular Wave)



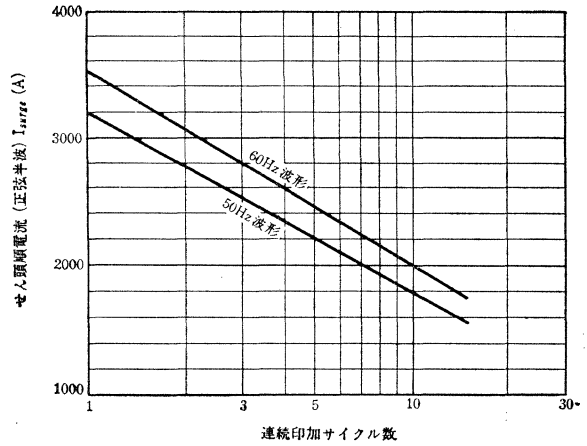
$T_s \text{ Max}-I_{FAV}$ (正弦半波 Half Sine Wave)



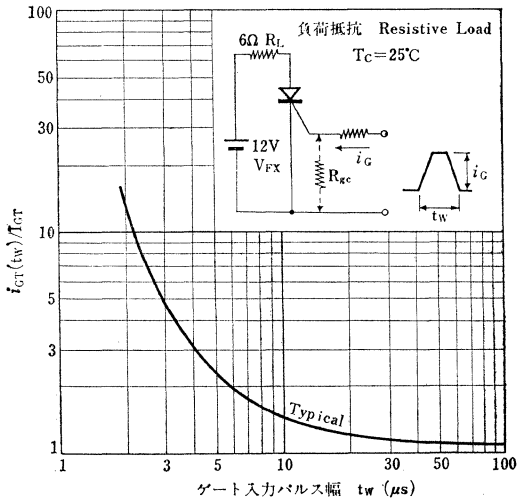
$T_s \text{ Max}-I_{FAV}$ (矩形波 Rectangular Wave)



$I_{\text{Surge Max}}$ (定格負荷 Rated Load)



点弧特性 Pulse Triggering Characteristics



○高速用

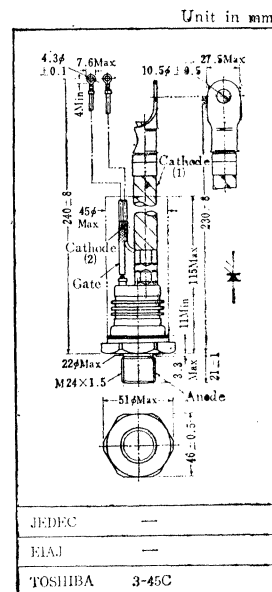
○ High Speed Applications.

- せん頭順阻止電圧 : V_{FOM}
- せん頭逆電圧 : V_{ROM}
- 平均順電流 : $I_o = 300A$
- ターンオフ時間 : $t_{off} = 30\mu s$ Max.
- 順電流上昇率 : $di/dt = 100A/\mu s$
- 順電圧上昇率 : $dv/dt = 100V/\mu s$
- 重量 Weight : 550g
- 放熱フィンにはVG-204が適用されます。 / Available Heat Sink VG-204

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
せん頭順阻止電圧 および せん頭逆電圧	V_{FOM} and	SH300D11	200	V
		SH300F11	300	
		SH300G11	400	
	V_{ROM}	SH300H11	500	
		SH300J11	600	
		SH300L11	800	
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし<5ms) $T_j = 0 \sim 125^\circ C$	V_{ROM} (non-rep.)	SH300D11	300	V
		SH300F11	400	
		SH300G11	500	
		SH300H11	600	
		SH300J11	720	
		SH300L11	960	
実効順電流	I_r	470	A	
平均順電流 (単相半波)	I_o	300	A	
せん頭1サイクルサージ電流	I_{surge}	5500(60Hz) 5000(50Hz)	A	
電流2乗時間積	I^2t	12.5×10^3	$A^2 s$	
順電流上昇率*	di/dt	100	$A/\mu s$	
せん頭順ゲート電力	P_{GM}	16	W	
平均ゲート電力	P_{GAV}	3	W	
せん頭順ゲート電流	I_{GFM}	4	A	
せん頭順ゲート電圧	V_{GFM}	16	V	
せん頭逆ゲート電圧	V_{GRM}	5	V	
接合部温度	T_j	-40~125	$^\circ C$	
保存温度	T_{stg}	-40~125	$^\circ C$	
締付けトルク	TOR	610	kg cm	

* : $V_{FM} = \text{Rated}$, $T_c = 120^\circ C$, $I_{FM} = 600A$, Gate Supply ($V_g = 15V$, $R_g = 8\Omega$, $t_r \leq 1\mu s$)



SH300D11, SH300F11, SH300G11 SH300H11, SH300J11, SH300L11

電気的特性 Electrical Characteristics

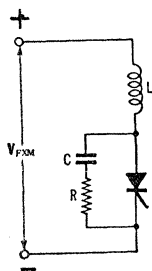
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
せん頭順漏れ電流および せん頭逆電流	I_{FOM} and I_{ROM}	$V_{FOM} = V_{ROM} = \text{Rated}$ $T_j = 125^\circ\text{C}$	—	20	mA
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM} = 1000\text{A}$, $T_C = 25^\circ\text{C}$	—	1.64	V
トリガゲート電圧	V_{GT}	$V_{FX} = 6\text{V}$ $R_L = 6\Omega$	$T_C = -40^\circ\text{C}$ — $T_C = 25^\circ\text{C}$	4.5 3.5	V
トリガゲート電流	I_{GT}	$V_{FX} = 6\text{V}$ $R_L = 6\Omega$	—	400 260	mA
非トリガゲート電圧	V_{GNT}	$V_{FXM} = \text{Rated}$, $T_C = 125^\circ\text{C}$	0.15	—	V
非トリガゲート電流	I_{GNT}	$V_{FXM} = \text{Rated}$, $T_C = 125^\circ\text{C}$	1.5	—	mA
ターンオン時間	t_{on}	$V_{FXM} = \text{Rated}$, $T_C = 25^\circ\text{C}$ Gate Supply ($V_G = 15\text{V}$, $R_G = 8\Omega$, $t_r \leq 1\mu\text{s}$)	—	6	μs
遅れ時間	t_d		—	4	
ターンオフ時間	t_{off}	$I_F = 600\text{A}$, $V_R \geq 50\text{V}$, $dv/dt = 20\text{V}/\mu\text{s}$ $V_{FXM}(\text{reapplied}) = \text{Rated}$, $T_C = 120^\circ\text{C}$	—	30	μs
順電圧上昇率	dv/dt	$V_{FOM} = \text{Rated}$, $T_C = 125^\circ\text{C}$, Gate open, Exponential rise	100	—	V/ μs
保持電流	I_{HO}	$T_C = 25^\circ\text{C}$, $R_L = 6\Omega$	—	300	mA
熱抵抗*	R_{th-c}	DC	—	0.11	$^\circ\text{C}/\text{W}$

* Junction to Case

使用上の注意

- ゲート端子およびカソード(2)端子の(外形図参照)付根の固定部分は曲げないでご使用ください。
- ケース(スタッド)と放熱フィン間の接触熱抵抗は、グリースを使用し、素子を $550 \pm 50\text{kg cm}$ のトルクで締付けた場合、約 $0.05^\circ\text{C}/\text{W}$ となります。
- SH300D11~SH300L11 は放熱フィンにねじ穴を設け直接締付けて使用するよう設計されていますのでナット・ワッシャなどの付属品はついていません。

素子保護用LCR例

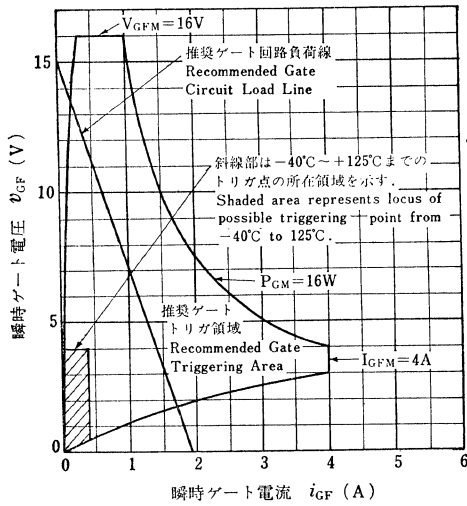


	素子印加電圧 V_{FXM}	
	200V	400V
L	$6\mu\text{H}$	$12\mu\text{H}$
C	$0.5 \sim 1\mu\text{F}$	$0.5 \sim 1\mu\text{F}$
R	10Ω	20Ω

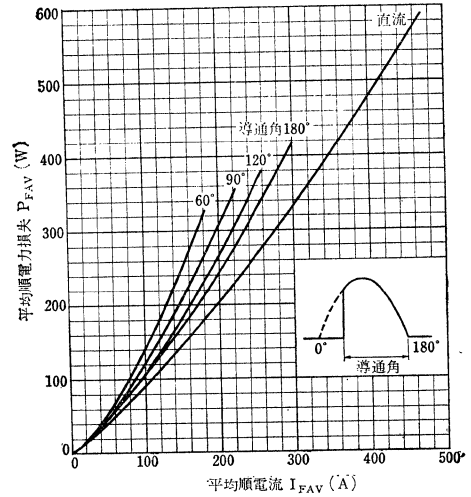
SH300D11, SH300F11, SH300G11 SH300H11, SH300J11, SH300L11

点弧特性

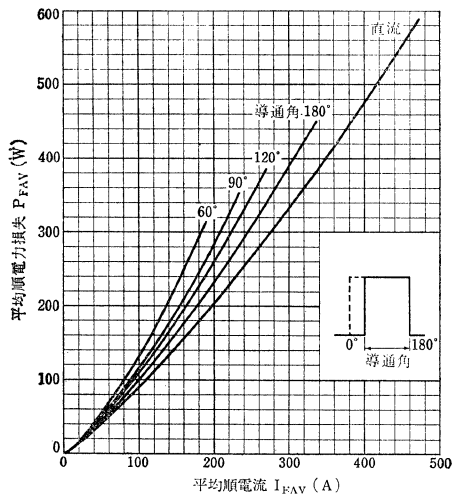
Gate Tiggering Characteristics



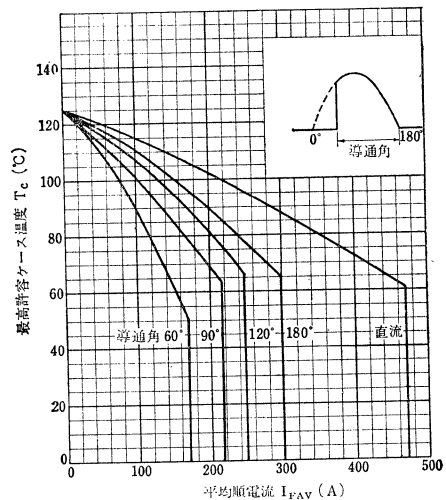
$P_{FAV}-I_{FAV}$ (正弦半波 Half Sine Wave)



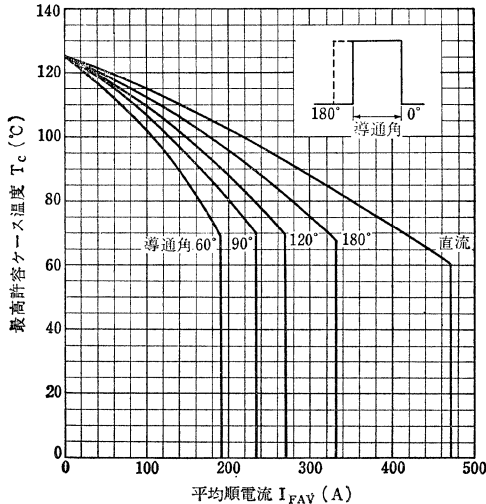
$P_{FAV}-I_{FAV}$ (矩形波 Rectangular Wave)



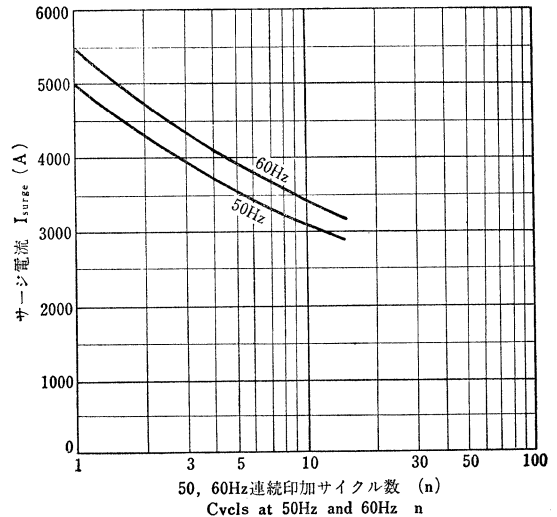
$T_{C\ Max.}-I_{FAV}$ (正弦半波 Half Sine Wave)



$T_{C\ Max.}-I_{FAV}$ (矩形波 Rectangular Wave)



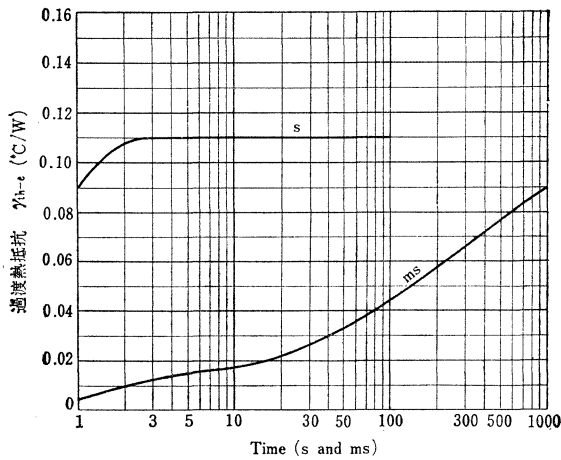
$I_{surge\ Max.}$ (定格負荷 Rated Load)



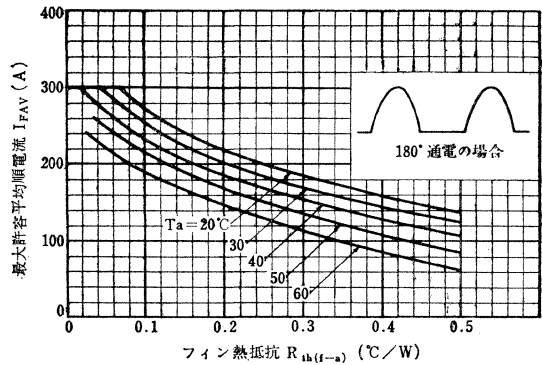
SH300D11, SH300F11, SH300G11 SH300H11, SH300J11, SH300L11

過渡熱抵抗特性

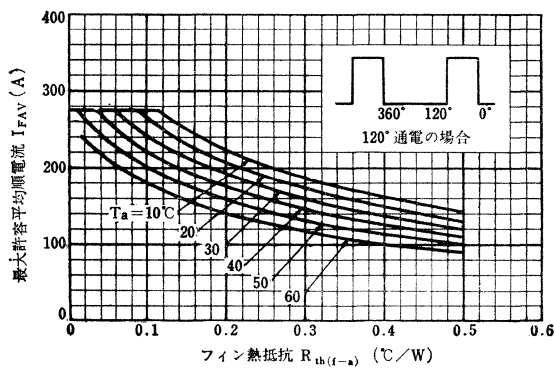
Transient Thermal Resistance (Junction to Fin)



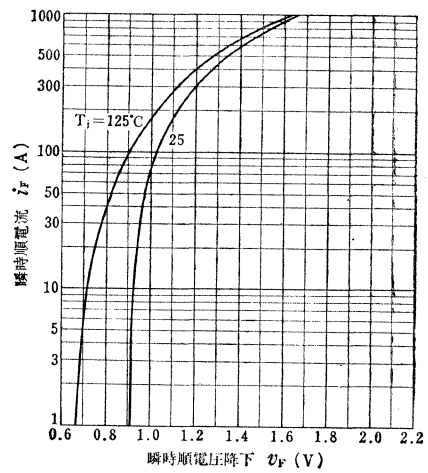
$I_{FAV}-R_{th(f-a)}$ (正弦半波 Half Sine Wave)



$I_{FAV}-R_{th(f-a)}$ (矩形波 Rectangular Wave)



i_F-v_F



○高速用

○ High Speed Applications.

- せん頭順阻止電圧 : V_{FOM}
- せん頭逆電圧 : V_{ROM}
- 平均順電流 : $I_O = 400A$
- ターンオフ時間 : $t_{off} = 50\mu s$ Max.
- 順電流上昇率 : $di/dt = 100A/\mu s$
- 順電圧上昇率 : $dv/dt = 100V/\mu s$
- 重量 Weight : 480g
- 両面冷却 風冷形 : Flat Package

最大定格 Maximum Ratings

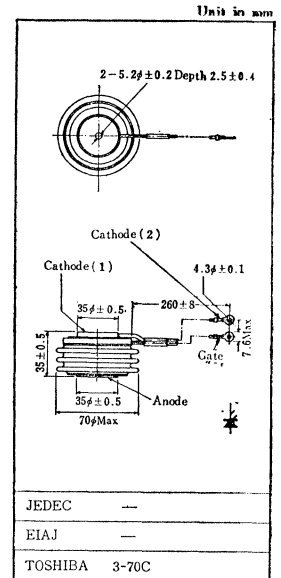
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭順阻止電圧 およびせん頭逆電圧	SH400L23	800	V
	SH400N23	1000	
	SH400R23	1300	
過渡せん頭逆電圧 (くり返しなし < 5ms) $T_j = 0 \sim 115^\circ C$	SH400L23	950	V
	SH400N23	1150	
	SH400R23	1450	
実効順電流	I_r	630	A
平均順電流 (単相半波)	I_O	400	A
せん頭 1 サイクルサージ電流	I_{surge}	7200(50Hz)	A
		8000(60Hz)	
電流 2 乗時間積	$I^2.t$	200×10^3	$A^2.s$
順電流上昇率 *	di/dt	100	$A/\mu s$
せん頭順ゲート電力	P_{GM}	20	W
平均ゲート電力	P_{GAV}	4	W
せん頭順ゲート電流	I_{GFM}	4	A
せん頭順ゲート電圧	V_{GFM}	16	V
せん頭逆ゲート電圧	V_{GRM}	5	V
接合部温度	T_j	$-40 \sim 115$	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	$-40 \sim 115$	$^\circ C$
圧接力 Mounting Force	F	1500 ± 150	kg

* $V_{FXM} = 0.5 \text{ Rated}$, $T_C = 110^\circ C$, Gate Supply ($V_G = 15V$, $R_G = 8\Omega$, $t_r \leq 1\mu s$)

電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit	
せん頭順漏れ電流 およびせん頭逆電流	I_{FOM} and I_{ROM}	$V_{FOM} = V_{ROM} = \text{Rated}$ $T_j = 115^\circ C$	—	35	mA	
せん頭順電圧降下	V_{FM}	$I_{FM} = 1250A$, $T_C = 25^\circ C$	—	1.9	V	
トリガゲート電圧	V_{GT}	$V_{FX} = 6V$, $R_L = 6\Omega$	$T_C = -40^\circ C$	—	4.5	V
			$T_C = 25^\circ C$	—	3.5	
トリガゲート電流	I_{GT}	$V_{FX} = 6V$, $R_L = 6\Omega$	$T_C = -40^\circ C$	—	400	mA
			$T_C = 25^\circ C$	—	260	
非トリガゲート電圧	V_{GNT}	$V_{FXM} = 0.5 \text{ Rated}$, $T_C = 115^\circ C$	0.2	—	V	
非トリガゲート電流	I_{GNT}		5	—	mA	
ターンオン時間	t_{on}	$V_{FXM} = 0.5 \text{ Rated}$, $T_C = 25^\circ C$, Gate Supply ($V_G = 15V$, $R_G = 8\Omega$, $t_r \leq 1\mu s$)	—	6	μs	
遅れ時間	t_d		—	4		
ターンオフ時間	t_{off}	$I_F = 800A$, $V_R \geq 200V$ $dv/dt = 20V/\mu s$, $V_{FXM}(\text{reapplied}) = 0.5 \text{ Rated}$ $T_C = 110^\circ C$	—	50	μs	
保持電流	I_{HO}	$T_C = 25^\circ C$, $R_L = 6\Omega$	—	300	mA	
順電圧上昇率	dv/dt	$V_{FOM} = 0.5 \text{ Rated}$, $T_j = 115^\circ C$, Gate open, Exponential rise	100	—	$V/\mu s$	
熱抵抗 *	R_{th-f}	DC	—	0.05	$^\circ C/W$	

* Junction to Fin



SM2B41, SM2D41

シリコンプレーナ形双方向サイリスタ
SILICON PLANAR BI-DIRECTIONAL TRIODE THYRISTOR

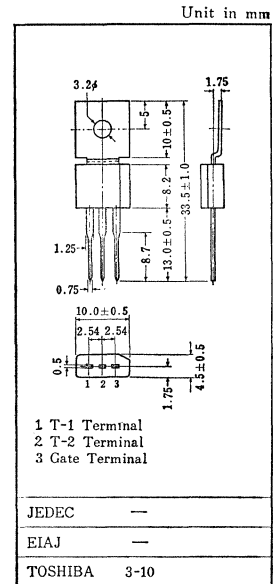
○交流電力制御用

○ AC Power Control Applications.

- せん頭阻止電圧 $V_{DRM}=100, 200V$
- 実効通電々流 $I_{T(RMS)}=2A$
- T_1 端子に関し正, 負いずれのゲート信号でもトリガできます。
従って逆並列に接続された2個のSCR とほぼ同様な機能をもちます。
Trigger voltage, either positive or negative to the T_1 terminal, can control the conductive state.
- 小形モータの速度制御, 調光, 温度調節, 無接点スイッチングなどに使用できます。 / Control Applications such as lamp dimmer, temperature control, static AC switch and speed control.
- プラスチック・モールド形 / Plastic mold Type.

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit	
せん頭阻止電圧	SM2B41 SM2D41	V_{DRM}	100	V
			200	
実効通電電流 (单相全波 $T_C=70^\circ C$)	$I_{T(RMS)}$	2.0	A	
せん頭1 サイクルサージ電流	I_{TSM}	13(60Hz)	A	
		12(50Hz)		
せん頭ゲート電力	P_{GM}	3	W	
平均ゲート電力	P_{GAV}	0.3	W	
接合部温度	T_J	-25~110	$^\circ C$	
保存温度	T_{stg}	-25~125	$^\circ C$	

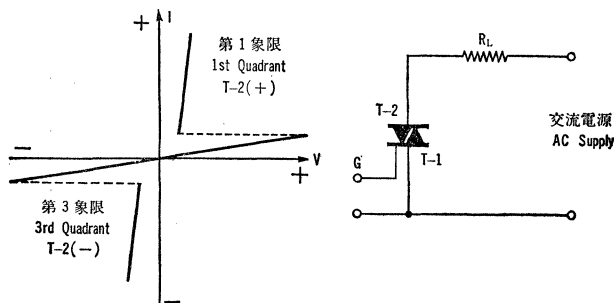


電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭漏れ電流	I_{DRM}	$V_{DM}=V_{DRM}, T_J=110^\circ C$	—	—	1.0	mA
トリガゲート電流	I_{GT}	$V_D=12V, R_L=20\Omega, T_C=25^\circ C$	—	—	50	mA
			—	—	-75	
			—	100	—	
			—	—	-50	
トリガゲート電圧	V_{GT}	$V_D=12V, R_L=20\Omega, T_C=25^\circ C$	—	—	3	V
			—	—	-3	
			—	3	—	
			—	—	-3	
非トリガ・ゲート電圧	V_{GD}	$V_{DM}=V_{DRM}, T_C=110^\circ C$	0.2	—	—	V
せん頭電圧降下	V_{TM}	$I_{TM}=6A, T_C=25^\circ C$	—	—	2.6	V
保持電流	I_{HO}	$R_L=100\Omega, T_C=25^\circ C$	—	—	50	mA
熱抵抗*	R_{th-C}	AC	—	—	12	$^\circ C/W$

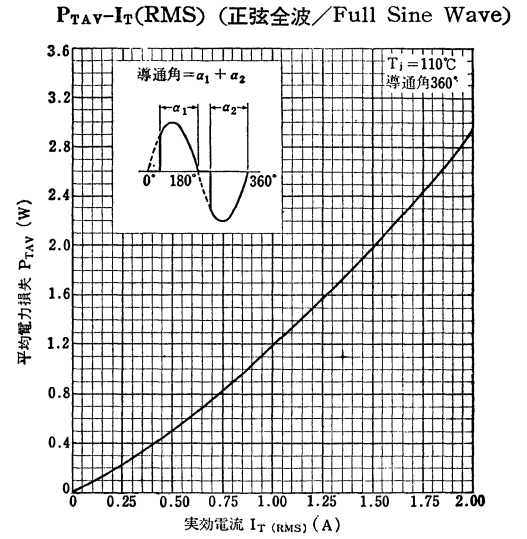
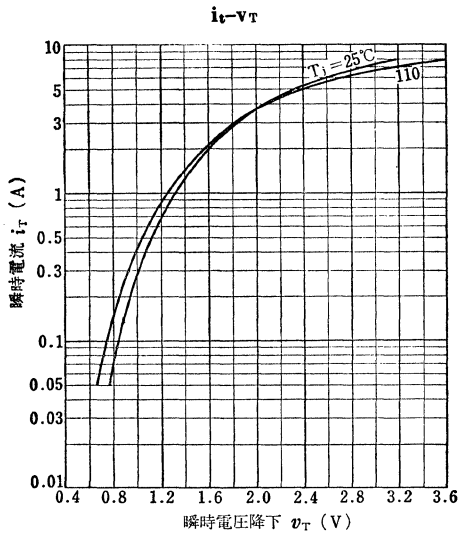
* Junction to Case.

Note : T_1 端子に対する T_2 端子の極性により, 下図のよりに第1象限, 第3象限を規定しています。



双方向サイリスタのトリガモードは次のように表わされます

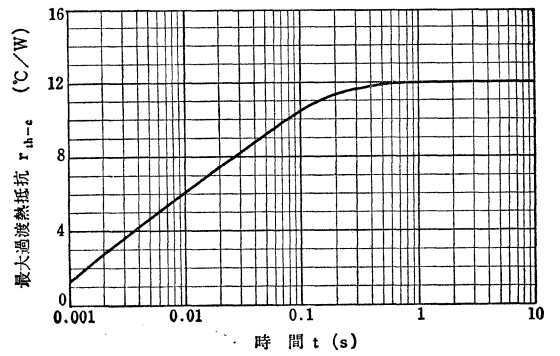
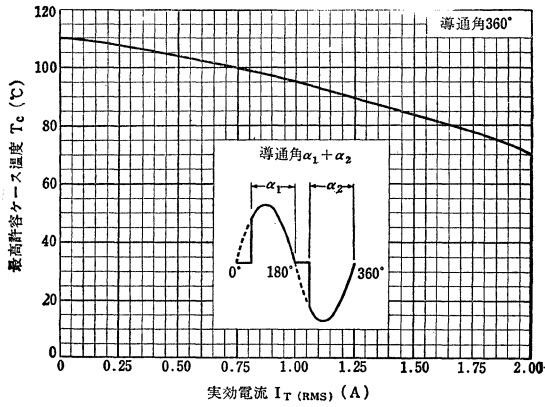
	+	+	+
	1st Quadrant, Gate Current and Voltage+		
1- :	◇	—	◇
3+ :	◇	, +3rd	◇
3- :	◇	, -	◇



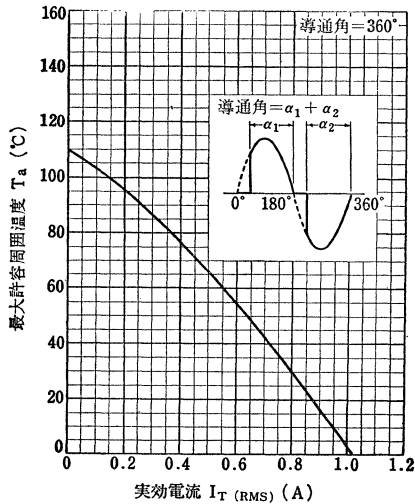
過渡熱抵抗特性

Transient Thermal Resistance (Junction to Case)

$T_{c \text{ Max.}}-I_T(\text{RMS})$ (正弦全波/Full Sine Wave)

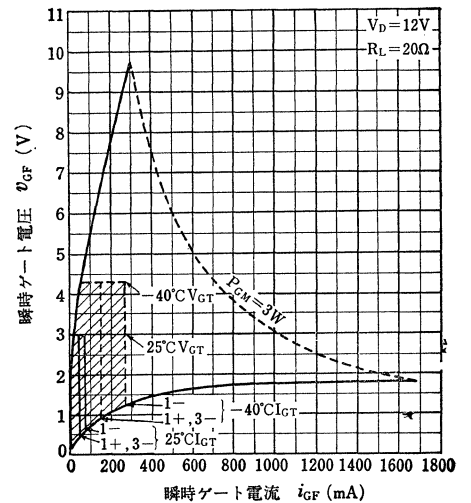


$T_a \text{ Max.}-I_T(\text{RMS})$ (正弦全波/Full Sine Wave)



点弧特性

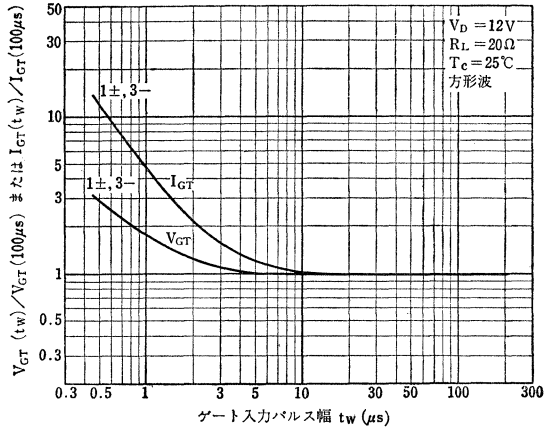
Gate Triggering Characteristics



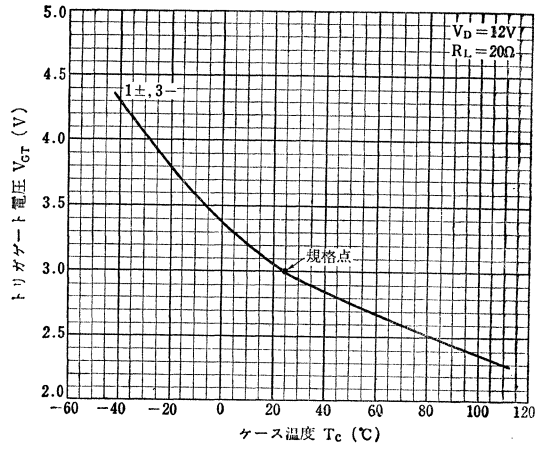
SM2B41, SM2D41

パルス点弧特性

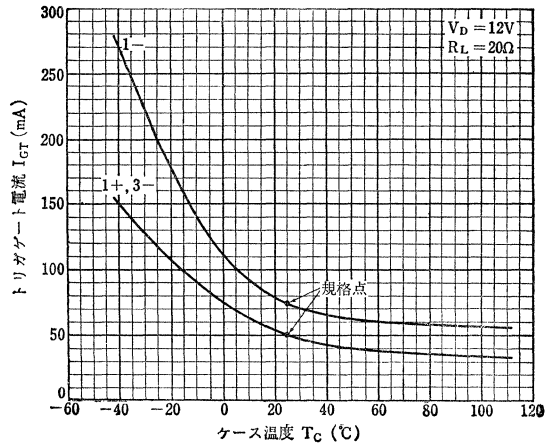
Pulse Triggering Characteristics



$V_{Gr}-T_c$



$I_{Gr}-T_c$



○交流電力制御用

○ AC Power Control Applications

- せん頭阻止電圧: $V_{DRM}=100, 200, 400V$
- 実効通電々流: I_T (RMS) = 6A
- T_1 端子に関し正, 負いづれのゲート信号でもトリガができます。従って逆並列に接続された2個のSCR とほぼ同様な機能を持ちます。 / Trigger voltage, either positive or negative to the T_1 terminal, can control the conductive state.
- 一般制御をはじめ家電機器用として経済的に設計された普及形素子で位相制御や無接点スイッチによる調温, 調光, 調速などに広く利用できます。 / They are intended for the control of AC loads in applications such as heating controls, motor controls, light dimmers and power switching systems.
- TO-66 外囲器です。 / JEDEC TO-66 package.

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭阻止電圧	SM6B14	100	V
	SM6D14	200	
	SM6G14	400	
実効通電々流 (单相全波 $T_C=75^\circ C$)	$I_{T(RMS)}$	6	A
せん頭1 サイクルサージ電流	I_{TSM}	50 (50Hz)	A
せん頭ゲート電力	P_{GM}	5	W
平均ゲート電力	P_{GAV}	0.5	W
接合部温度	T_J	-25~100	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-25~125	$^\circ C$

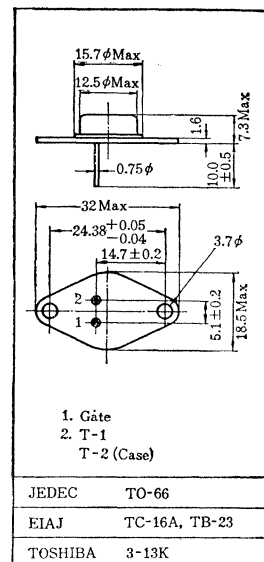
電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭漏れ電流	I_{DRM}	$V_{DM}=V_{DRM}, T_J=100^\circ C$	—	—	1.5	mA
トリガ・ゲート電流	I_{GT}	$V_D=12V, R_L=20\Omega, T_C=25^\circ C$	—	—	50	mA
		$V_D=-12V, R_L=20\Omega, T_C=25^\circ C$	—	—	-75	
		$V_D=12V, R_L=20\Omega, T_C=25^\circ C$	—	—	-50	
トリガ・ゲート電圧	V_{GT}	$V_D=12V, R_L=20\Omega, T_C=25^\circ C$	—	—	3	V
		$V_D=-12V, R_L=20\Omega, T_C=25^\circ C$	—	—	-3	
非トリガ・ゲート電圧	V_{GD}	$V_{DM}=V_{DRM}, T_C=100^\circ C$	0.2	—	—	V
せん頭電圧降下	V_{TM}	$I_{TM}=12A, T_C=25^\circ C$	—	—	1.5	V
保持電流	I_{HO}	$R_L=100\Omega, T_C=25^\circ C$	—	—	30	mA
熱抵抗*	R_{th-c}	AC	—	—	3.7	$^\circ C/W$
	R_{th-a}	AC	—	—	70	

* Junction to case and Ambient.

注: SM2B41, SM2D41 の Note(p.802)を参照してください。

Unit in mm

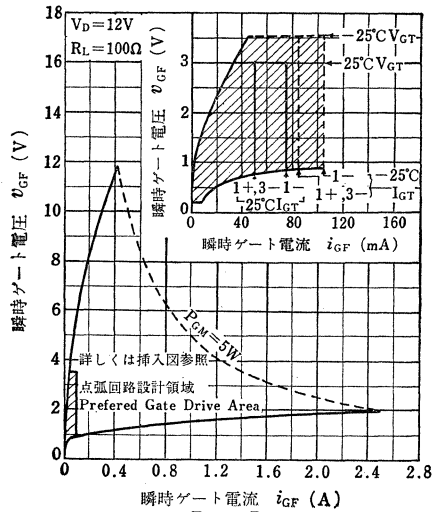


アクセサリは AC20C を適用
Mounting Kit No. AC20C

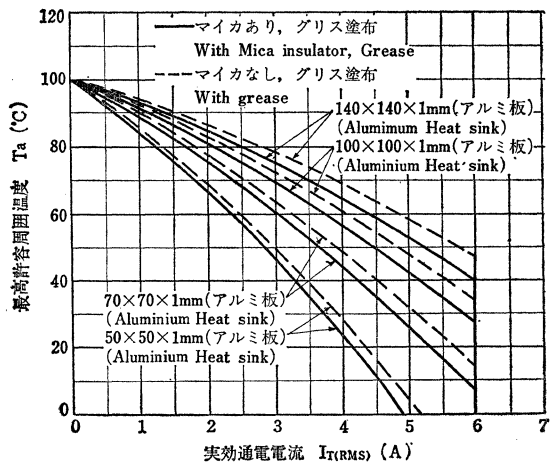
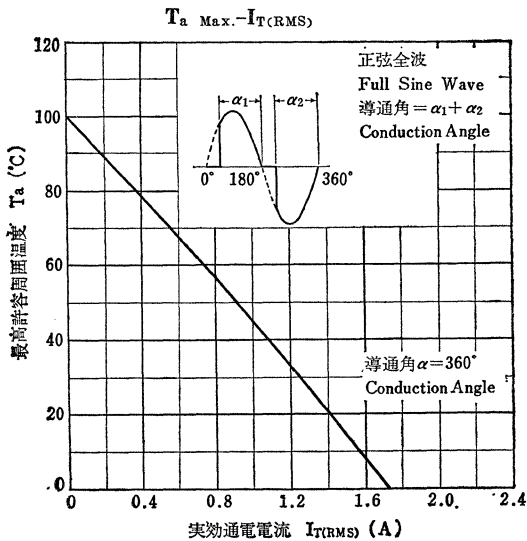
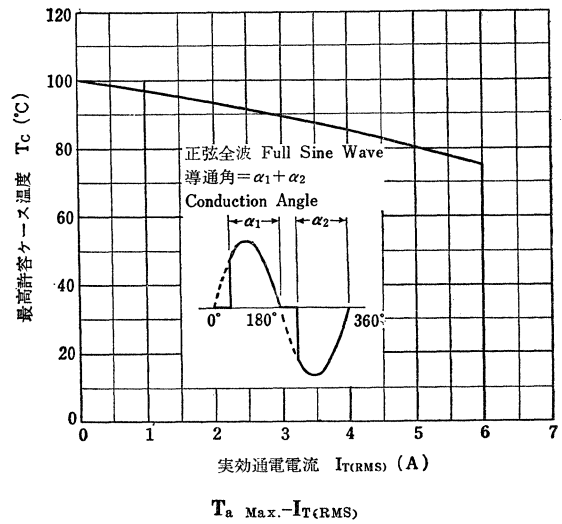
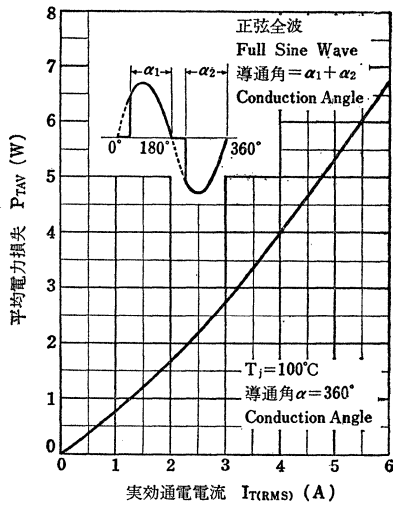
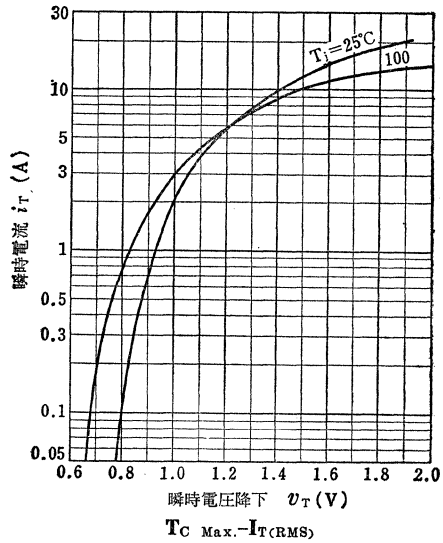
SM6B14, SM6D14, SM6G14

点弧特性

Gate Triggering Characteristics



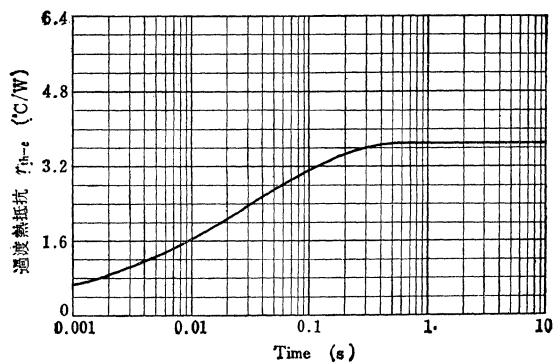
$i_T - v_T$



SM6B14, SM6D14, SM6G14

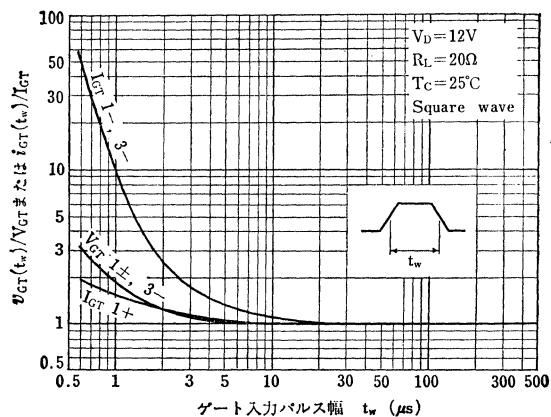
過渡熱抵抗特性

Transient Thermal Resistance (Junction to case)

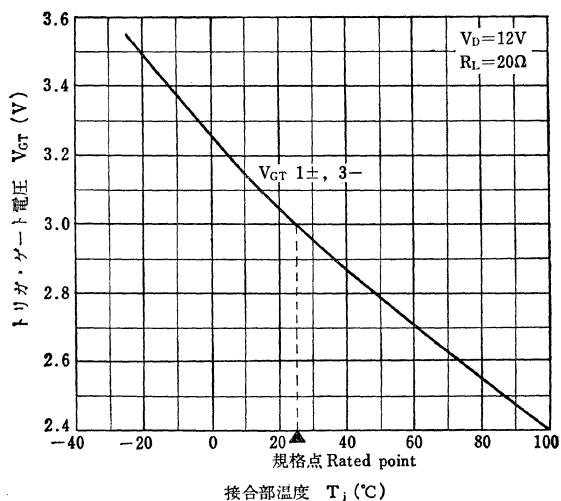


パルス点弧特性

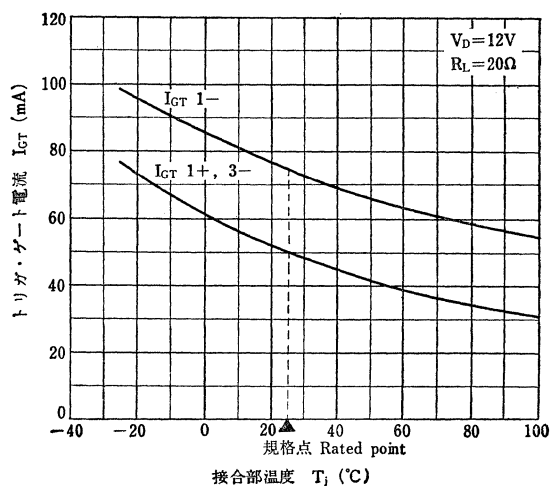
Pulse Triggering Characteristics



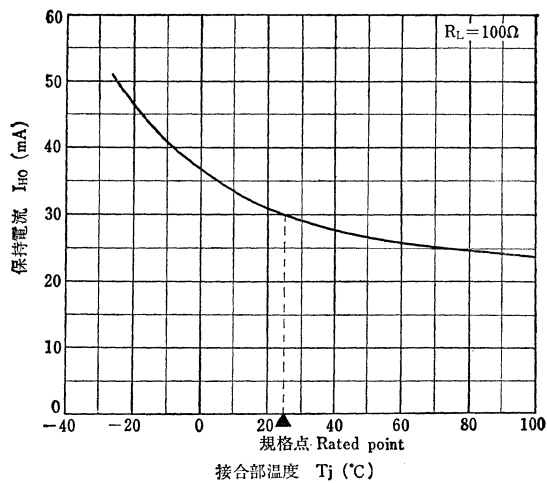
$V_{GT}-T_j$



$I_{GT}-T_j$



$I_{HO}-T_j$



SM10D14, SM10G14

シリコン拡散合金接合形双方向サイリスタ
SILICON ALLOY-DIFFUSED JUNCTION
BI-DIRECTIONAL TRIODE THYRISTOR (TENTATIVE)

○交流電力制御用

○ AC Power Control Applications

- せん頭阻止電圧: $V_{DRM} = 200, 400V$
- 実効通電々流: $I_{T(RMS)} = 10A$
- T_1 端子に関し正, 負いづれのゲート信号でもトリガできます. 従って並列に接続された2個のSCR とほぼ同様な機能を持ちます. / Trigger voltage, either positive or negative to the T_1 terminal, can control the conductive state.
- 一般制御をはじめ家電機器用として経済的に設計された普及形素子で位相制御や無接点スイッチによる調温, 調光, 調速などに広く利用できます. / They are intended for the control of AC loads in applications such as heating controls, motor controls, light dimmers and power switching systems.
- TO-3外囲器です. / JEDEC TO-3 package.

最大定格 Maximum Ratings

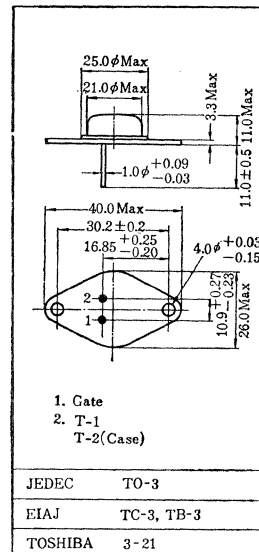
Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭阻止電圧	SM10D14	200	V
	SM10G14	400	
実効通電々流 (单相全波 $T_C = 75^\circ C$)	$I_{T(RMS)}$	10	A
せん頭1 サイクルサージ電流	I_{TSM}	70(50Hz)	A
せん頭ゲート電力	P_{GM}	5	W
平均ゲート電力	P_{GAV}	0.5	W
接合部温度	T_J	-25~100	$^\circ C$
保存温度	T_{stg}	-25~125	$^\circ C$

電気的特性 Electrical Characteristics

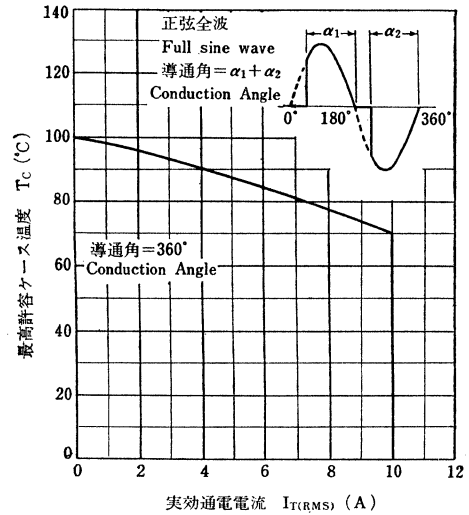
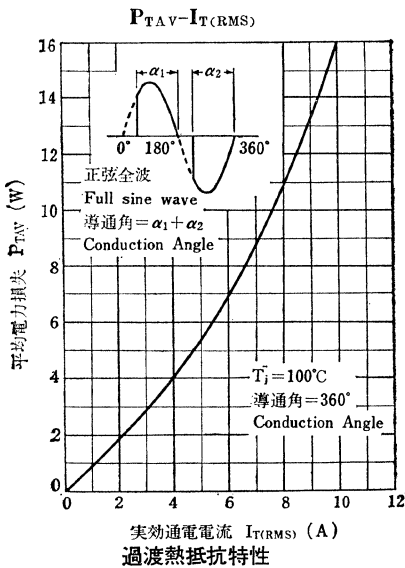
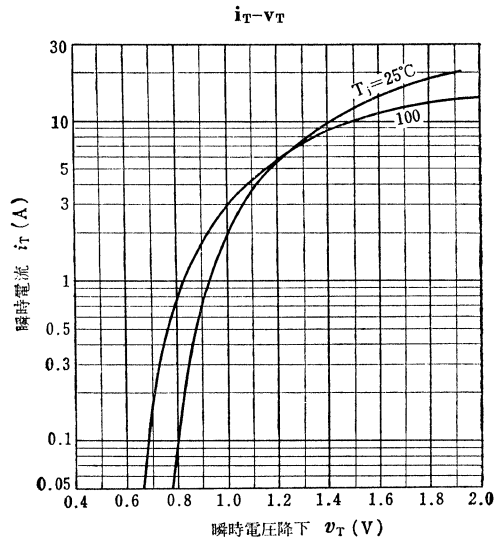
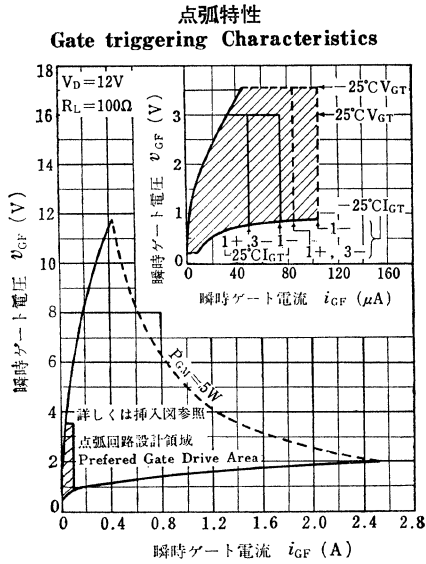
Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
せん頭漏れ電流	I_{DRM}	$V_{DM} = V_{DRM}$ $T_J = 100^\circ C$	—	—	1.5	mA
トリガ・ゲート電流	I_{GT}	$V_D = 12V$ $R_L = 20\Omega$ $T_C = 25^\circ C$	—	—	50	mA
		$V_D = -12V$ $R_L = 20\Omega$ $T_C = 25^\circ C$	—	—	-50	
トリガ・ゲート電圧	V_{GT}	$V_D = 12V$ $R_L = 20\Omega$ $T_C = 25^\circ C$	—	—	3	V
		$V_D = -12V$ $R_L = 20\Omega$ $T_C = 25^\circ C$	—	—	-3	
非トリガ・ゲート電圧	V_{GD}	$V_{DM} = V_{DRM}$ $T_C = 100^\circ C$	0.2	—	—	V
せん頭電圧降下	V_{TM}	$I_{TM} = 15A$ $T_C = 25^\circ C$	—	—	1.6	V
保持電流	I_{HO}	$R_L = 100\Omega$ $T_C = 25^\circ C$	—	—	50	mA
熱抵抗*	R_{th-C}	AC	—	—	2.0	$^\circ C/W$

* Junction to case

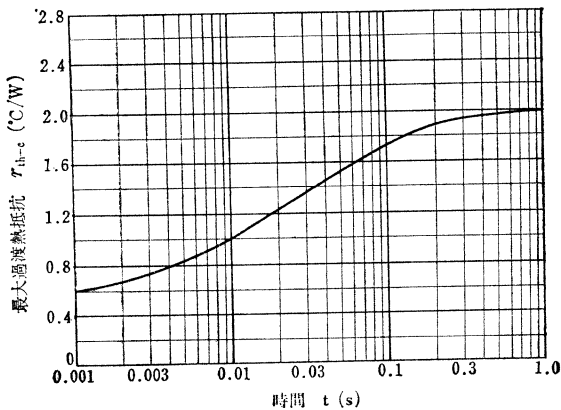
Unit in mm



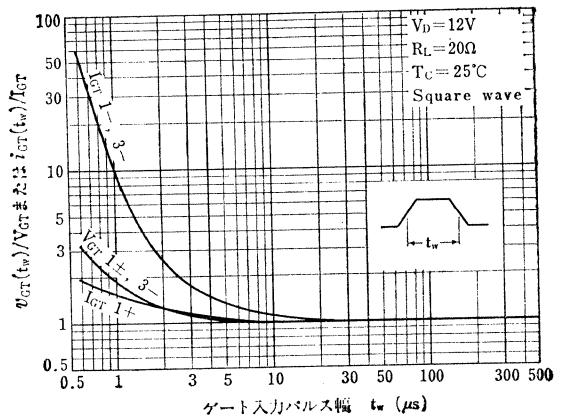
アクセサリは AC31A を適用
Mounting kit No. AC31A



過渡熱抵抗特性
Transient Thermal Resistance (Junction to case)

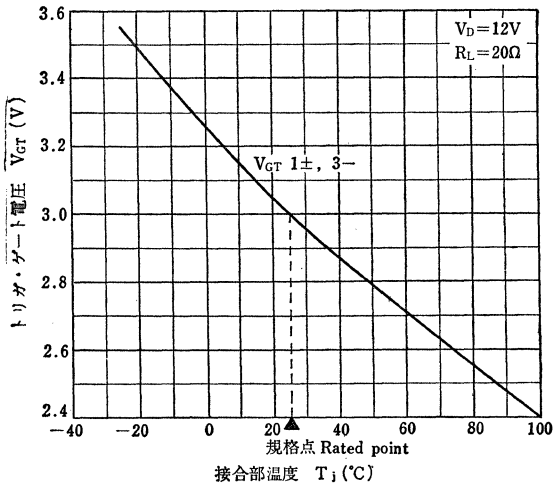


パルス点弧特性
Pulse Triggering Characteristics

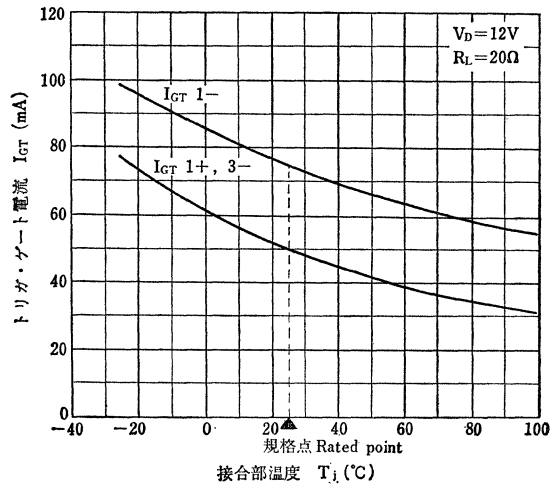


SM10D14, SM10G14

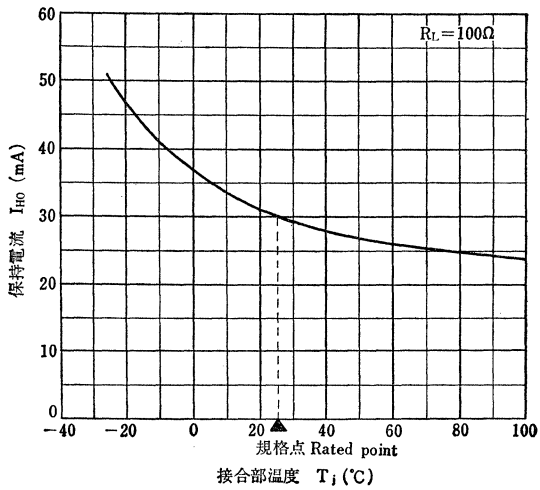
$V_{GT}-T_j$



$I_{GT}-T_j$



$I_{HO}-T_j$



シリコン拡散合金接合形双方向サイリスタ (TENTATIVE)
SILICON ALLOY-DIFFUSED JUNCTION BI-DIRECTIONAL TRIODE
THYRISTOR

SM30D12, SM30G12

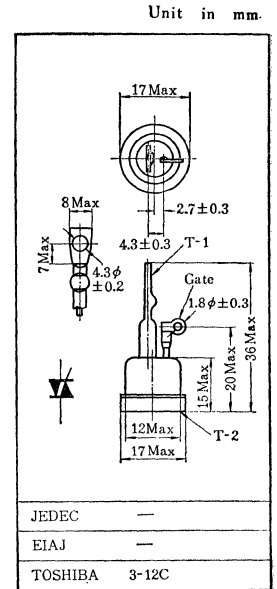
○交流電力制御用

○ AC Power Control Applications

- せん頭阻止電圧: $V_{DRM} = 200, 450V$
- 実効通電々流: $I_{T(RMS)} = 30A$
- T_1 端子に関し正, 負いづれのゲート信号でもトリガできます. 従って逆並列に接続された2個の SCR とほぼ同様な機能をもちます. / Trigger voltage, either positive or negative to the T_1 terminal, can control the conductive state.
- 誘導負荷用には SM30D12-L, SM30G12-L があります. / For operation with inductive load SM30D12-L, SM30G12-L

最大定格 Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
せん頭阻止電圧	SM30D12	200	V
	SM30G12	450	
実効通電々流 (単相全波)	$I_{T(RMS)}$	30	A
せん頭1サイクル・サージ電流	I_{TSM}	240 (50Hz)	A
せん頭ゲート電力	P_{GM}	5	W
平均ゲート電力	P_{GAV}	0.5	W
接合部温度	T_J	-25~100	°C
保存温度	T_{stg}	-25~100	°C
締付けトルク	TOR	50	kg cm



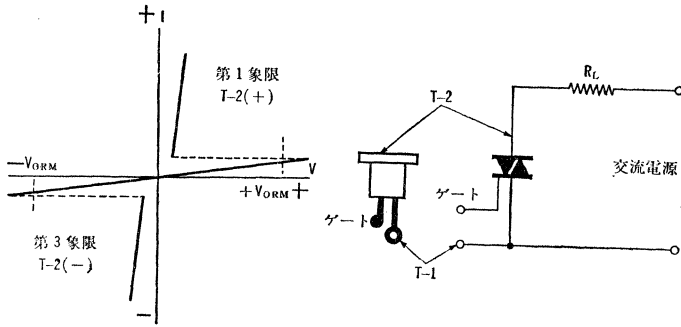
電気的特性 Electrical Characteristics

Characteristic	Symbol	Test condition	Min.	Max.	Unit
せん頭漏れ電流	I_{DRM}	$V_{DM} = V_{DRM}$ $T_J = 100^\circ C$	—	5	mA
トリガゲート電圧	V_{GT}	$V_D = 12V$ $R_L = 20\Omega$ $T_C = 25^\circ C$	—	3	V
		$V_D = -12V$ $R_L = 20\Omega$ $T_C = 25^\circ C$	—	-3	
		$V_D = 12V$ $R_L = 20\Omega$ $T_C = -25^\circ C$	—	4	
		$V_D = -12V$ $R_L = 20\Omega$ $T_C = -25^\circ C$	—	-4	
トリガゲート電流	I_{GT}	$V_D = 12V$ $R_L = 20\Omega$ $T_C = 25^\circ C$	—	50	mA
		$V_D = -12V$ $R_L = 20\Omega$ $T_C = 25^\circ C$	—	-75	
		$V_D = 12V$ $R_L = 20\Omega$ $T_C = -25^\circ C$	—	80	
		$V_D = -12V$ $R_L = 20\Omega$ $T_C = -25^\circ C$	—	-120	
非トリガゲート電圧	V_{GD}	$V_{DM} = V_{DRM}$ $R_L = 1k\Omega$ $T_C = 100^\circ C$	0.2	—	V
せん頭電圧降下	V_{TM}	$I_{TM} = 50A$	—	1.45	V
臨界オフ状態電圧上昇率	dv/dt	$V_{DM} = V_{DRM}$ $T_C = 100^\circ C$	30	—	V/ μs
転流臨界オフ状態電圧上昇率 (SM30D12-L, SM30G12-L)	$(dv/dt)_C$	$I_{T(RMS)} = 30A$ $V_{DM} = V_{DRM}$ $T_C = 65^\circ C$	5	—	V/ μs
保持電流	I_{HO}	$R_L = 100\Omega$ $T_C = 25^\circ C$	—	80	mA
熱抵抗*	R_{th-c}	AC	—	1.0	°C/W

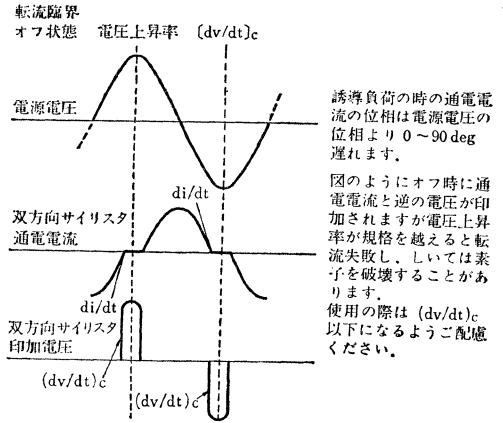
* Junction to case

SM30D12, SM30G12

Note 1 T-1 端子に関する T-2 端子の極性により、下図のように第1象限・第3象限を規定しています。

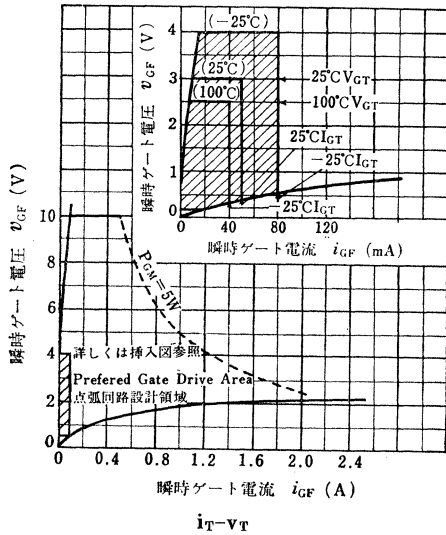


Note 2 転流臨界オフ状態 電圧上昇率 $[dv/dt]_c$



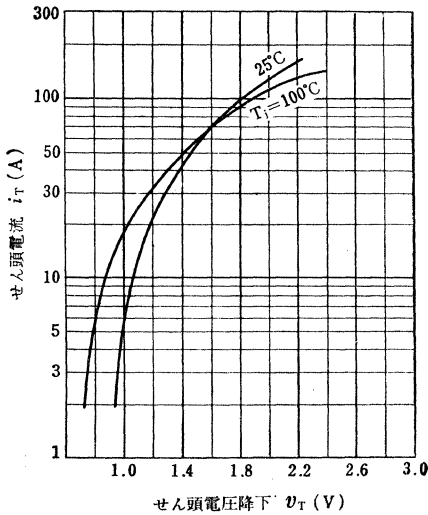
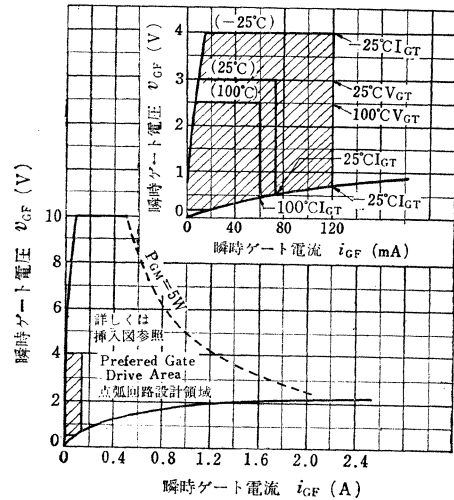
(1+) 点弧特性

Gate Triggering Characteristics (1+)

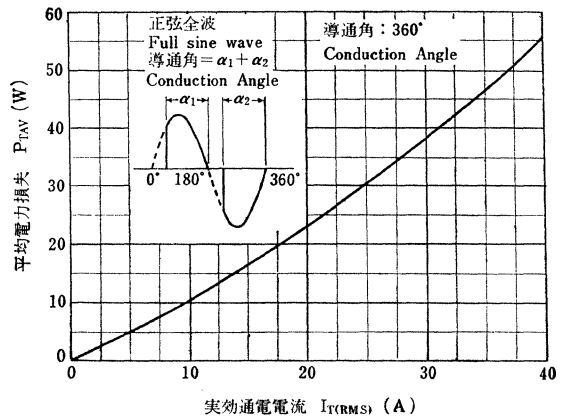


(1-, 3-) 点弧特性

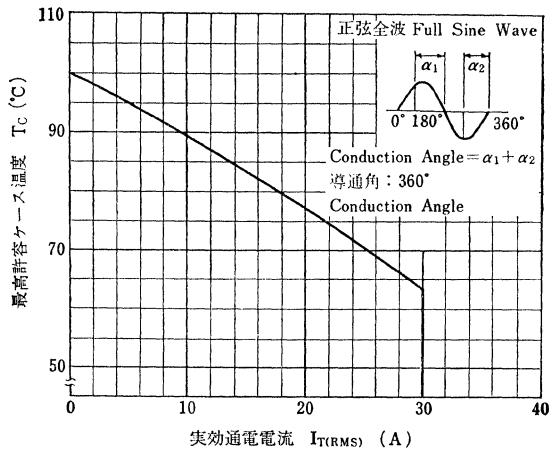
Gate Triggering Characteristics (1-, 3-)



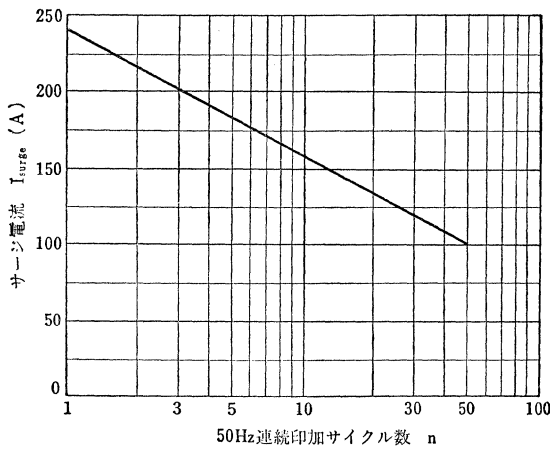
$P_{TAV} - I_{T(RMS)}$



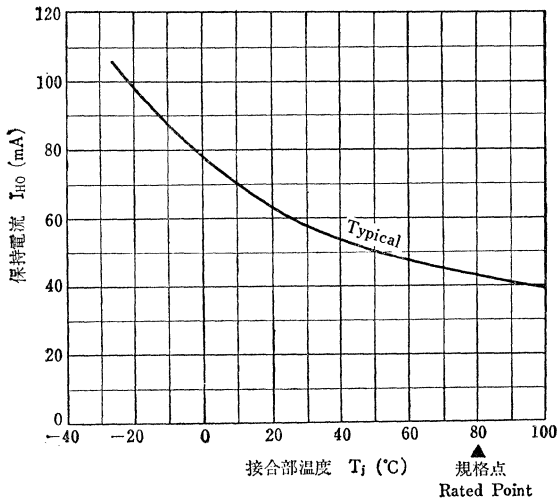
$T_C \text{ Max.} - I_T(\text{RMS})$



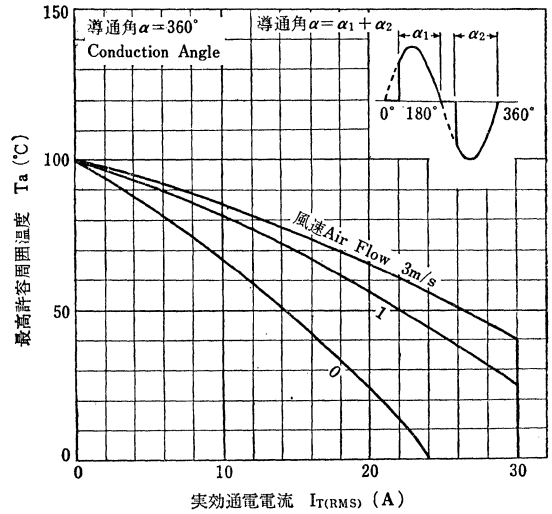
$I_{\text{Surge Max.}}$ (定格負荷 Rated Load)



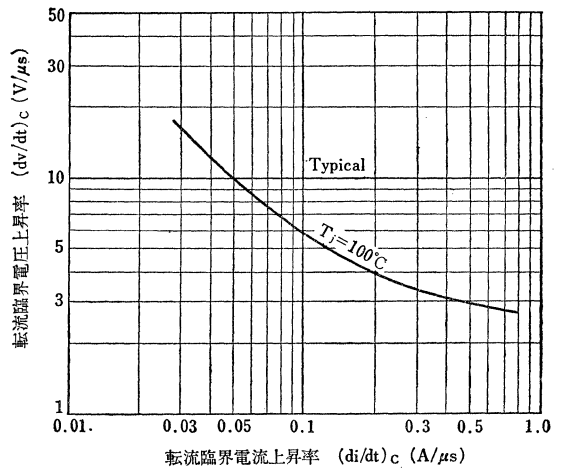
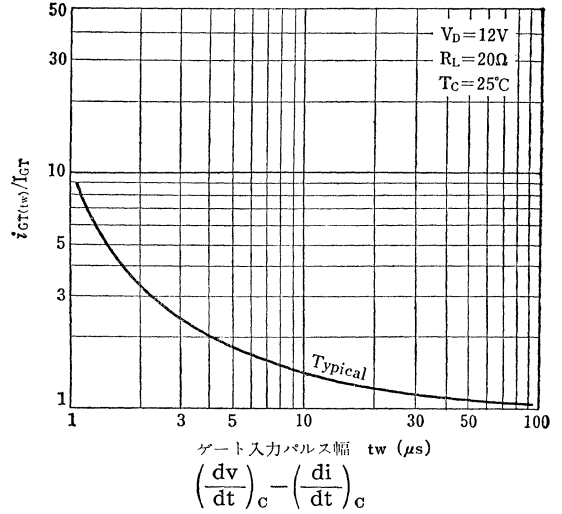
$I_{HO} - T_j$



$T_a \text{ Max.} - I_T(\text{RMS})$
 (放熱フィン VG-236使用時)(Heat Sink VG-236)



パルス点弧特性
 Pulse Triggering Characteristics



GU-3A, GU-4A, GU-5, GU-6

サイリスタ用ゲートユニット
GATE UNIT FOR THYRISTOR

○単相および三相位相制御用

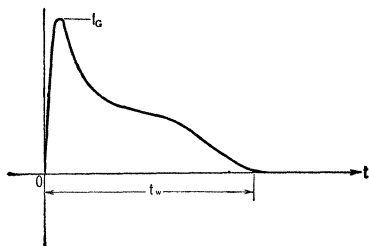
○ For Single and Three Phase Shifter Control application

- 定電圧制御 Fixed Voltage Regulation
- 定電流制御 Fixed Current Regulation
- モータ制御 Motor Control
- 温度制御 Temperature Control

電気的特性 Electrical Characteristics

Type	相 Phase	交流入力電圧 AC Input Volt. (V _{RMS})	周波数 f (Hz)	電力損失 Power Dissipation (V)	出力特性 Output Characteristic			適用 case
					開放電圧 V _G (open) (V)	短絡電流 I _G (short) (A)	パルス幅 tw (μs)	
GU-3A GU-4A	3φ	200±10%	50/60	9	25	0.6	100 Min.	GUC-1
GU-5	1φ	100±10% /200±10%	50/60	3	25	0.6	100 Min.	GUC-2
GU-6	3φ	200±10%	50/60	9	25	0.6	100 Min.	GUC-3

Note 出力パルス波形 Output Pulse waveform.



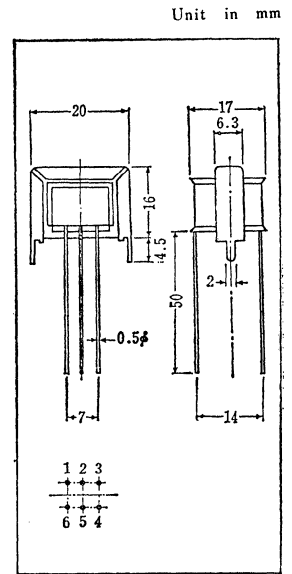
サイリスタ用パルストランス
GATE TRIGGERING PULSE TRANS FOR THYRISTOR

TP-1

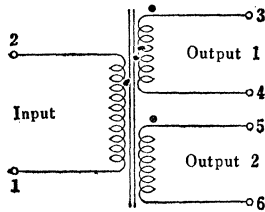
- 東芝サイリスタ用パルストランスTP-1は小形、中形のSCRおよびトライアックのゲートトリガ用パルストランスです。特に高電圧の回路にも使用できるように1.0kVの耐圧を持っており、引出線はプリント板用としてピンタイプにしています。

規格 Specifications

Characteristic	Symbol	Rating
巻線比	n	1 : 1 : 1
直流抵抗 (各巻線共)	Rd	1.2Ω Max.
許容二次電流 (連続)	I _o	100mA Max.
実効インダクタンス (1kHz)	L	5.0mH Min.
絶縁抵抗 (各巻線-ケース間および各巻線間)	R _I	1.0kV DC, 250MΩ Min.
絶縁耐圧 (各巻線-ケース間および各巻線間)	E _I	1.0kV AC, t=60sec
使用温度範囲	T _{stg}	-25~80°C

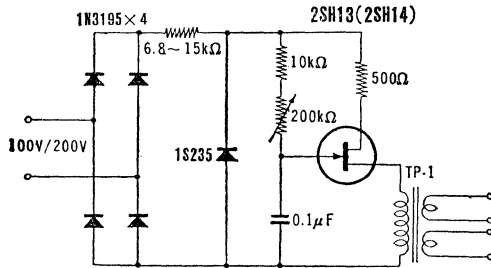


結線図 Circuit Diagram



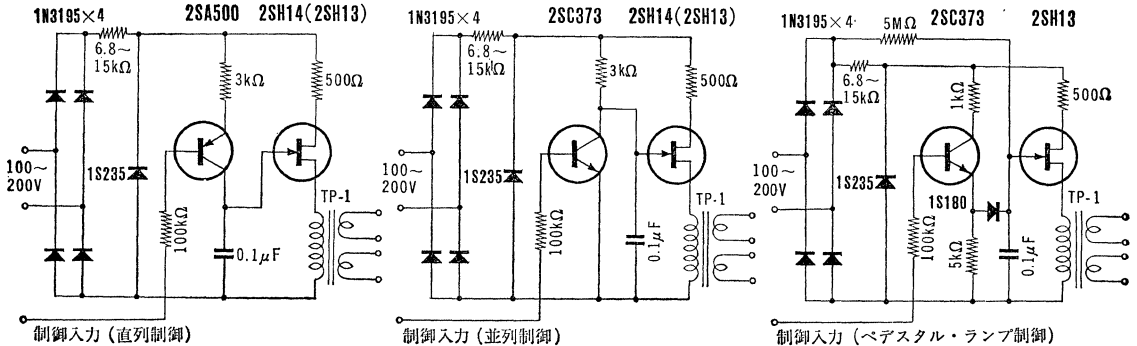
TP-1を使用した位相制御応用回路例 Applications for TP-1

(a) UJTを使用した位相制御回路 Phase shifter control Circuit of using UJT.

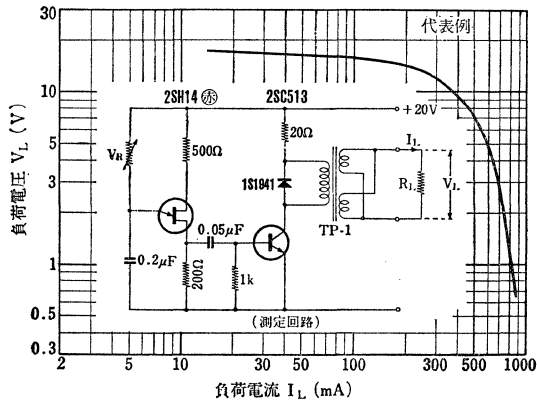


(b) トランジスタとUJTを使用した高利得位相制御回路

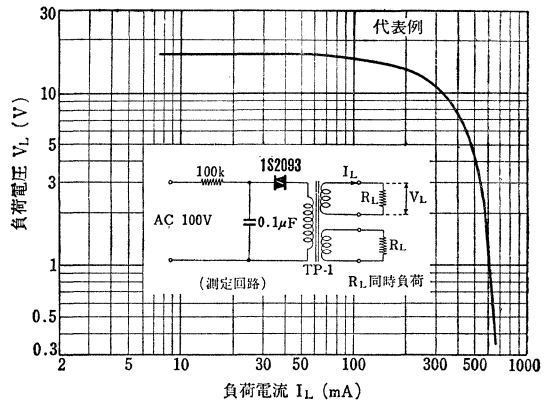
Phase shifter control circuit of using UJT and Transistor



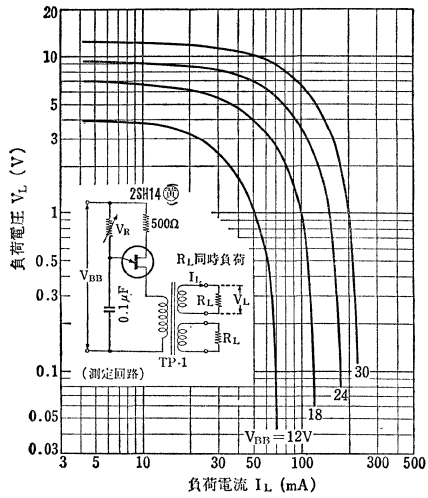
2SH14-R, 2SC513&TP-1組合せ出力特性
Output Characteristics



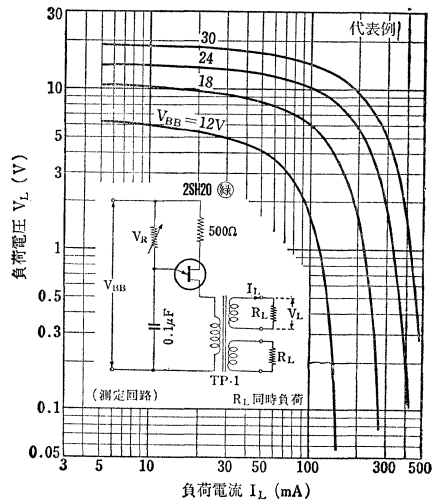
トリガダイオード1S2093&TP-1組合せ出力特性
Output Characteristics



UJT(2SH14-Y)&TP-1組合せ出力特性
Output Characteristics

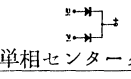

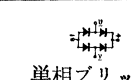
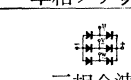


UJT(2SH20-G)とTP-1組合せ出力特性
Output Characteristics



- せん頭逆電圧 $V_{RM}=600,800,1000V$ (1素子当り/per cell)
- 出力電流 $I_o=1.2A$ (1素子当り/per cell)

最大定格 Maximum Ratings

Type	回路 circuit	素子せん頭逆電圧 V_{RM} (per cell) (V)	出力電流 $I_o(A)$ $T_a=50^\circ C$ 自冷Note1 Free convection	せん頭サージ電流 $I_{surge}(A)$				
				1 cycle	10 cycle			
1S1890-2C2 1S1891-2C2 1S1892-2C2	 单相センタータップ	600 800 1,000	2.4	60	27			
1S1890-3A2 1S1891-3A2 1S1892-3A2	 三相半波	600 800 1,000				3.6	60	27
1S1890-4B2 1S1891-4B2 1S1892-4B2	 单相ブリッジ	600 800 1,000						
1S1890-6A2 1S1891-6A2 1S1892-6A2	 三相全波	600 800 1,000	3.6	60	27			

Note 1 抵抗および誘導負荷 / Resistive and Inductive Load

Note 2 端子はすべて端子記号および色別マークで明示してあります。

端子記号 Terminal Symbol	色別 Color coding
正(+)	赤 Red
負(-)	青 Blue
交流(~)	黄 Yellow

注 意

1. 容量負荷の場合は出力電流を60%に下げてください。
2. 交流入力電圧は2倍のサージ電圧を考慮してあります。従って2倍以上のサージ発生が予想される場合は尖頭逆電圧の範囲内になるように素子を選出してください。
3. 直列または並列使用の場合はバランサーを必要としますがその場合でも定格の70~80%で設計してください。
4. 放熱板が垂直になるように取付けてください。
5. 出来得る限り通風のよい場所に取付けてください。密閉した場所に使用する場合は特に周囲温度にご注意ください。

3G2C2~3N6A2, 6G2C2~6N6A2 12G2C2~12N6A2, 25G2C2~25N6A2

整流スタック
RECTIFIER STACK

- せん頭逆電流: $V_{RM}=400, 600, 1,000V$ (1素子当り / per cell)
- 出力電流: $I_o=3\sim 25A$ (1素子当り / per cell)

最大定格 Maximum Ratings

Type	回路 Circuit	素子せん頭 逆電圧 per cell $V_{RM}(V)$	出力電流 $I_o(A)$ Note 1 $T_a=60^\circ C$	せん頭サージ電流 $I_{surge}(A)$	
				1 cycle	10 cycle
3G2C2	Fig. 1	400	5.5(自冷)	90	57
3J2C2		600	Free		
3N2C2		1000	convection		
3G4B2	Fig. 2	400	〃	〃	〃
3J4B2		600			
3N4B2		1000			
3G3A2	Fig. 3	400	8(自冷)	〃	〃
3J3A2		600	Free		
3N3A2		1000	convection		
3G6A2	Fig. 4	400	〃	〃	〃
3J6A2		600			
3N6A2		1000			
6G2C2	Fig. 1	400	12(自冷)	200	127
6J2C2		600	Free		
6N2C2		1000	convection		
6G4B2	Fig. 2	400	〃	〃	〃
6J4B2		600			
6N4B2		1000			
6G3A2	Fig. 3	400	16(自冷)	〃	〃
6J3A2		600	Free		
6N3A2		1000	convection		
6G6A2	Fig. 4	400	〃	〃	〃
6J6A2		600			
6N6A2		1000			
12G2C2	Fig. 1	400	22(自冷)	300	170
12J2C2		600	Free		
12N2C2		1000	convection		
12G4B2	Fig. 2	400	〃	〃	〃
12J4B2		600			
12N4B2		1000			
12G3A2	Fig. 3	400	28(自冷)	〃	〃
12J3A2		600	Free		
12N3A2		1000	convection		
12G6A2	Fig. 4	400	〃	〃	〃
12J6A2		600			
12N6A2		1000			
25G2C2	Fig. 1	400	50(強制空冷 3m/s)	600	280
25J2C2		600	Forced Air		
25N2C2		1000			
25G4B2	Fig. 2	400	〃	〃	〃
25J4B2		600			
25N4B2		1000			
25G3A2	Fig. 3	400	66(強制空冷 3m/s)	〃	〃
25J3A2		600	Forced Air		
25N3A2		1000			
25G6A2	Fig. 4	400	〃	〃	〃
25J6A2		600			
25N6A2		1000			

Note 1 抵抗および誘導負荷

Resistive and Inductive Load

Note 2 端子はすべて端子記号および色別マークで明示してあります。

端子記号
Terminal Symbol

正 (+)
負 (-)
交流 (~)

色別
Color coding

赤 (Red)
青 (Blue)
黄 (Yellow)

単相センタータップ

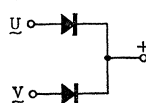


Fig. 1

単相ブリッジ

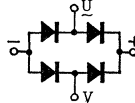


Fig. 2

三相半波

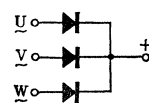


Fig. 3

三相全波

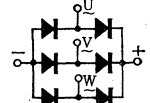


Fig. 4

○単相交流電力制御用

○ Single Phase AC Power Control Applications

- せん頭逆電圧 :

: $V_{RM} = 600, 1200V$ (1 素子当り/Per cell)

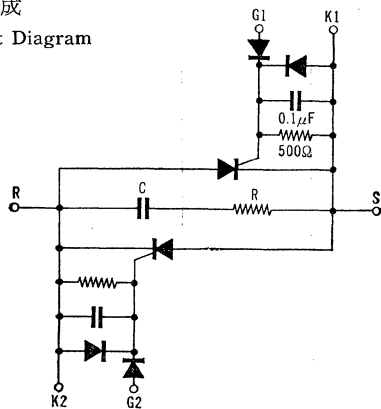
- 出力電流 : $I_0 = 16 \sim 300A$ (1 素子当り/Per cell)

最大定格 Maximum Ratings

Type	ライン電圧 V_{RMS} (V)	素子せん頭 逆電圧 V_{RM} (V) (percell)	ライン電流 $I_{RMS}(A)$ $T_a = 60^\circ C$		せん頭サージ電流 I_{surge} (A)	
			自 冷 Free Con- vection	強制空冷 5m/s For- ced Air	1 cycle	10 cycle
SF16J2H1	220	600	16	27	135	85
SF16Q2H1	440	1200				
SF30J2H1	220	600	32	59.5	600	330
SF30Q2H1	440	1200				
SF50J2H1	220	600	49	101	1000	740
SF50Q2H1	440	1200				
SF80J2H1	220	600	82	155	1600	1300
SF80Q2H1	440	1200				
SF150J2H1	220	600	150	290	3200	1800
SF150Q2H1	440	1200				
SF300J2H1	220	600	180	390	5000	3100
SF300Q2H1	440	1200				

* 回路構成

Circuit Diagram



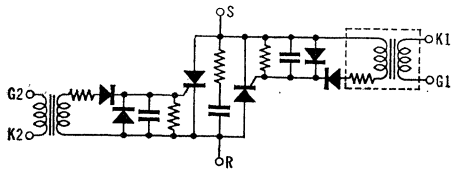
**サージ吸収回路

Surge Absorber

Type	R(Ω)	C(μF)
SF16J2H1 SF16Q2H1	30	0.1
SF30J2H1~SF80J2H1 SF30Q2H1~SF80Q2H1	30	0.22
SF150J2H1~SF300J2H1 SF150Q2H1~SF300Q2H1	30	0.47

*** AC Input Volt. 440V用で各素子にパルストランスを付属させた下記品名のものがあります。

SF16Q2H2~SF300Q2H2



**** 本単相交流制御用スタックとゲートユニット (GU-5) を組合せた
コントロールユニット CU30J11-2H3~CU300J(U)11-2H3 があ
ります。

SF16J4B1~SF300J4B1 SF80U4B1~SF300U4B1

サイリスタスタック
THYRISTOR STACK

○単相ブリッジ整流制御用

○ Single Phase Bridge with 4SCR'S

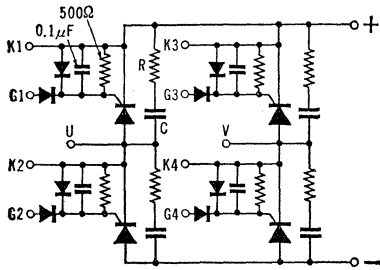
- せん頭逆電圧 : $V_{RM}=600, 1600V$ (1素子当り/Per cell)
- 出力電流 : $I_o=16\sim 300A$ (1素子当り/Per cell)

最大定格 Maximum Ratings

Type	交流入力電圧 V_{RMS} (V)	素子せん頭逆電圧 per cell $V_{RM}(V)$	直流出力電流 $I_{DC}(A) T_a=60^\circ C$		せん頭サージ電流 $I_{surge}(A)$	
			自冷 Free con- vection	強制空冷 Forced Air	1 cycle	10 cycle
SF16J4B1	220	600	16	27	135	85
SF30J4B1	220	600	33	54	600	330
SF50J4B1	220	600	54	98	1000	740
SF80J4B1	220	600	80	155	1600	1300
SF80U4B1	440	1600				
SF150J4B1	220	600	135	265	3200	1800
SF150U4B1	440	1600				
SF300J4B1	220	600	155	390	5000	3100
SF300U4B1	440	1600				

* 回路構成

Circuit Diagram



** サージ吸収回路

Surge Absorber

Type	R (Ω)	C (μF)
SF16J4B1	30	0.1
SF30J4B1~ SF80J(U)4B1	30	0.22
SF150J(U)4B1 SF300J(U)4B1	30	0.47

*** AC Input. 440V用で各素子にパルストランスを付属させた下記品名があります。

SF80U4B2~SF300U4B2 (With Pulse Trans)

**** 本単相整流制御用スタックとゲートユニット (GU-5) を組合せたコントロールユニット CU30J11-4B3~CU300J(U)11-4B3 があります。

○三相交流制御用

○ Three Phase AC Power Control

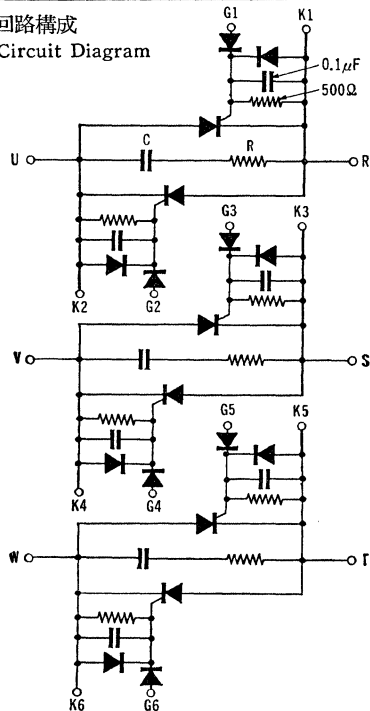
- せん頭順電圧および逆電圧: $V_{FXM} = V_{RXM} = 600, 1200V$
(1素子当り/per cell)
- 出力電流: $I_o = 16 \sim 300A$ (1素子当り/per cell)

最大定格 Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ C$)

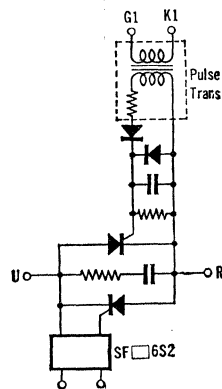
Type	ライン電圧 $V_{RMS}(V)$	せん頭順および逆電圧 $V_{FXM} = V_{RXM}(V)$ per cell	ライン電流 $I_{RMS}(A)$ $T_a = 60^\circ C$		せん頭サージ電流 $I_{surge}(A)$	
			自冷 Free con- vection	強制空冷 Forced Air5m/s	1 cycle	10 cycle
SF16J6S1	220	600	16	27	135	85
SF16Q6S1	440	1200				
SF30J6S1	220	600	32	57	600	330
SF30Q6S1	440	1200				
SF50J6S1	220	600	49	101	1000	740
SF50Q6S1	440	1200				
SF80J6S1	220	600	80	154	1600	1300
SF80Q6S1	440	1200				
SF150J6S1	220	600	140	275	3000	1600
SF150Q6S1	440	1200				
SF300J6S1	220	600	175	390	5000	3100
SF300Q6S1	440	1200				

* 回路構成

Circuit Diagram



**サージ吸収回路
Surge Absorber



**** AC Input Volt 440V用で各素子にパルストランスを付属させた下記品名のものがあります。SF16Q6S2~SF300Q6S2

*** 本サイリスタスタックとゲートユニット (GU-6) を組合せたコントロールユニットCU30J11-6S3~CU300J(U)11-6S3があります。

(With Pulse Trans)

SFR16J4BB~SFR300J4BB SFR80U4BB~SFR300U4BB

サイリスタスタック
THYRISTOR STACK

○単相混合ブリッジ整流制御用

○ Single Phase Bridge with 2 SCR'S on Common A-C line

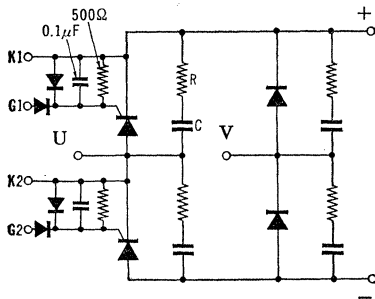
- せん頭順および逆電圧: $V_{FXM} = V_{RXM} = 600, 1600V$ (1素子当り/per cell)
- 出力電流: $I_o = 16 \sim 300A$ (1素子当り/per cell)

最大定格 Maximum Ratings

Type	交流入力電圧 $V_{RMS}(V)$	素子せん頭順および逆電圧 per cell $V_{FXM} = V_{RXM}(V)$	直流出力電流 $I_{DC}(A) T_a = 60^\circ C$		せん頭サージ電流 $I_{surge}(A)$	
			自冷 Free con- vection	強制空冷 Forced Air	1 cycle	10 cycle
SFR16J4BB	220	600	14	26	135	85
SFR30J4BB	220	600	30	54	600	330
SFR50J4BB	220	600	44	90	1000	740
SFR80J4BB	220	600	75	140	1600	1300
SFR80U4BB	440	1600				
FSR150J4BB	220	600	125	265	3200	1800
SFR150U4BB	440	1600				
SFR300J4BB	220	600	170	330	5000	3100
SFR300U4BB	440	1600				

* 回路構成

Circuit Diagram



** サージ吸収回路

Surge Absorber

Type	R(Ω)	C(μF)
SFR16J4BB	30	0.1
SFR30J4BB~ SFR80J(U)4BB	30	0.22
SFR150J(U)4BB SFR300J(U)4BB	30	0.47

*** AC Input Volt. 440V用で各素子にパルストランスを付属させた下記品名があります。

SF16Q4BB1~SF300Q4BB1 (With Pulse Trans.)

○三相混合ブリッジ制御用 (フリーホイールダイオード付)

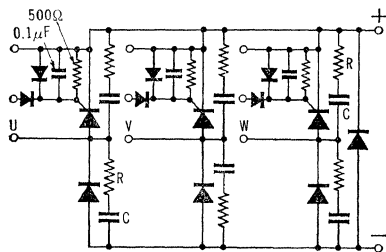
○ Three Phase Bridge on 3 SCR'S (With Free Wheel Diode)

- せん頭順電圧および逆電圧: $V_{FXM} = V_{RXM} = 600, 1600V$
(1素子当り/per cell)
- 出力電流: $I_o = 16 \sim 300A$ (1素子当り/per cell)

最大定格 Maximum Ratings

Type	交流入力電圧 $V_{RMS}(V)$	素子せん頭順および逆電圧 (V) $V_{FXM} = V_{RXM}$ (per cell)	直流出力電流 $I_{DC}(A) Ta = 60^\circ C$		せん頭サージ電流 $I_{surge}(A)$	
			自冷 Free con- vection	強制空冷 m/s Forced Air	1 cycle	10 cycle
SFR16J6P1	220	600	21	35	135	85
SFR30J6P1	220	600	43	70	600	330
SFR50J6P1	220	600	66	130	1000	740
SFR80J6P1	220	600	110	210	1600	1300
SFR80U6P1	440	1600				
SFR150J6P1	220	600	200	350	3200	1800
SFR150U6P1	440	1600				
SFR300J6P1	220	600	220	500	5000	3100
SFR300U6P1	440	1600				

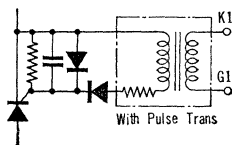
* 回路構成
Circuit Diagram



** サージ吸収回路
Surge Absorber

Type	R(Ω)	C(μF)
SFR16J6P1	30	0.1
SFR30J6P1~SFR80J6P1 SFR80U6P1	30	0.22
SFR150J6P1~SFR300J6P1 SFR150U6P1~SFR300U6P1	30	0.47

*** AC Input Volt. 440V用で各素子にパルストランスを付属させた下記品名があります。
SFR16Q6P2~SFR300Q6P2



SF16J6A1~SF300J6A1 SF80U6A1~SF300U6A1

サイリスタスタック
THYRISTOR STACK

○三相ブリッジ制御用

○ Three Phase Bridge on 6 SCR'S

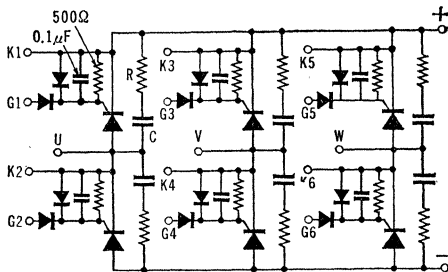
- せん頭順電圧および逆電圧： $V_{FXM} = V_{RXM} = 600, 1600V$
(素子当り/per cell)
- 出力電流： $I_o = 16 \sim 300A$
(/ / /)

最大定格 Maximum Ratings

Type	交流入力電圧 V_{RMS} (V)	素子せん頭順および逆電圧 $V_{FXM} = V_{RXM}$ (V) (pre cell)	直流出力電流 I_{DC} (A) $T_a = 60^\circ C$		せん頭サージ電流 I_{surge} (A)	
			自冷 Free con- vection	強制空冷 (5m/s) Forced Air	1 cycle	10 cycle
SF16J6A1	220	600	21	35	135	85
SF30J6A1	220	600	43	70	600	330
SF50J6A1	220	600	66	130	1000	740
SF80J6A1	220	600	110	210	1600	1300
SF80U6A1	440	1600				
SF150J6A1	220	600	200	350	3200	1800
SF150U6A1	440	1600				
SF300J6A1	220	600	220	500	5000	3100
SF300U6A1	440	1600				

* 回路構成

Circuit Diagram



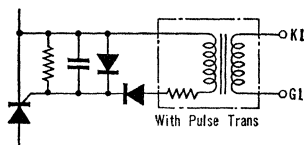
** サージ吸収回路

Surge Absorber

Type	R(Ω)	C(μF)
SF16J6A1	30	0.1
SF30J6A1~ SF80J(U)6A1	30	0.22
SF150J(U)6A1~ SF300J(U)6A1	30	0.47

*** AC Input Volt. 440V用で各素子にバルストランスを付属させた下記品名のものがあります。

SF16Q6A2~SF300Q6A2



**** 本3相整流制御用スタックとゲートユニット (GU-6) を組合せたコントロールユニット CU30J11-6A3~CU300J(U)11-6A3
があります。

○三相電力制御用

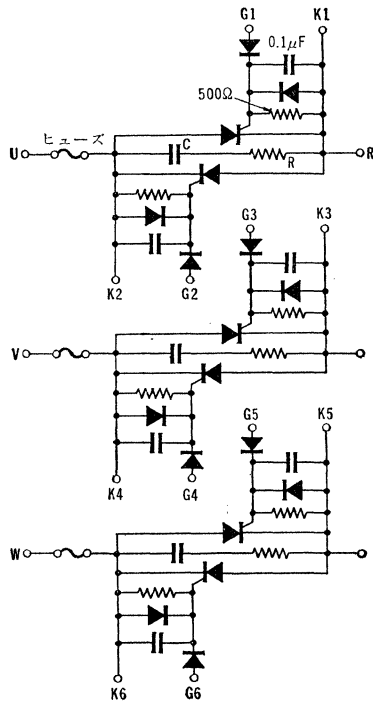
○ Three Phase AC Power Control

- せん頭順および逆電圧: $V_{FXM} = V_{RXM} = 600V$ (1素子当り per cell)
- 出力電流: $I_o = 80, 150, 300A$ (1素子当り/per cell)

Type	ライン電圧 V_{RMS} (V)	ヒューズ容量 fuse capacity	素子せん頭順及び逆電圧 $V_{FXM} = V_{RXM}$ per cell(V)	ライン電流 $I_{RMS}(A)$, $T_a = 60^\circ C$		せん頭サージ電流 $I_{surge}(A)$	
				自冷 Free convection	強制空制 Forced Air	1 cycle	10 cycle
SF80J6S3	220	150A	600V	93	178	1600	1300
		250V		(整流負荷)	(整流負荷)		
SF150J6S3	220	300A	600V	160	275	3200	1800
		250V		($\%$)	($\%$)		
SF300J6S3	220	400A	600V	180	425	5000	3100
		250V		($\%$)	($\%$)		

* 回路構成

Circuit Diagram



** サージ吸収回路

Surge Absorber

Type	R(Ω)	C(μF)
SF80J6S3	30	0.47
SF150J6S3	30	0.47
SF300J6S3	30	0.47

BW2-2Z4~BW4-2Z11, CW2-2Z4~CW4-2Z11 EW2-2Z4~EW4-2Z2, FW2-2Z4~FW4-2Z2

サイリスタスタック
THYRISTOR ATCKS

○溶接用

○ Welder Applications

1. 一般用

WES 規格サイズ	ライン電圧		回路図
	220V	440V	
Bサイズ	BW2-2Z10A	BW4-2Z10A	Fig. 1
Cサイズ	CW2-2Z10A	CW4-2Z10A	
Eサイズ	EW2-2Z4	EW4-2Z4	Fig. 2
Fサイズ	FW2-2Z4	FW4-2Z4	

2. イグナイトロン代替用

WES規格サイズ	ライン電圧		回路図
	220V	440V	
Bサイズ	BW2-2Z4	BW4-2Z4	Fig. 3
Cサイズ	CW2-2Z4	CW4-2Z4	
Eサイズ	EW2-2Z2	FW4-2Z2	Fig. 4
Fサイズ	FW2-2Z2	FW4-2Z2	

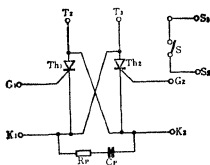
* Eサイズ×1.5

3. マグネットコンタクト代替用

WES 規格サイズ	ライン電圧		回路図
	220V	440V	
Bサイズ	BW2-2Z11	BW4-2Z11	Fig. 5
Cサイズ	CW2-2Z11	CW4-2Z11	

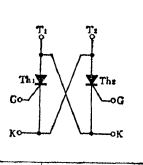
回路図 Circuit Diagram

Fig. 1



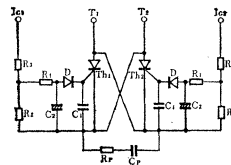
Th1, Th2: サイリスタ (C) W (C)
R1: 30Ω 10W
R2: 0.47(0.5)μF 1000VWV
S: マイクロコンタクト MSO-300

Fig. 2



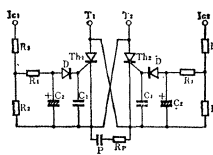
記号 内容
Th1, Th2 溶接用サイリスタ

Fig. 3



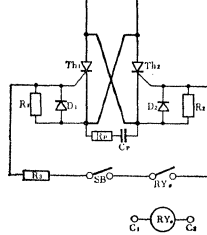
記号	内容
Th1, Th2	溶接用サイリスタ
C1	0.01μF 50V
C2	22μF 50V
C3	0.5μF 1,000V
R1	20Ω 5W
R2	2Ω 5W
R3	30Ω 20W
R4	30Ω 10W
D	1N3153

Fig. 4



記号	内容
Th1, Th2	溶接用サイリスタ
D	1N3153
C1	0.01μF 50VWV
C2	22(20)μF 50VWV
C3	0.5μF 1000VWV
R1	20Ω 5W
R2	2Ω 5W
R3	30Ω 20W
R4	30Ω 10W

Fig. 5



記号	内容
R1	20Ω 5W
R2	20Ω 5W
R3	15(10)Ω 5W
D1, D2	1N3153
R4	30Ω 10W
C1	0.47μF 1,000VWV
Th1, Th2	BW-2 (CW-2)
FY	AC110V用
SE	マイクロコンタクトイー

○電子管代替用

○ Replacement for Electron tube

- SF16R12-1Z1 : 相当電子管名/Equivalent tube 5G32/C3J
: ウエルダースタック制御用/Welder stack control
- SH5J12-4Z1 : 相当電子管名/Equivalent tube 1G45P/3C45
: レーダパルス変調用/Lader pulse Modulation

最大定格 Maximum Ratings

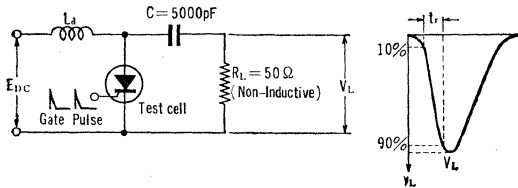
Type	Top Base	Base	Maximum Rating			
			せん頭順お よび逆電圧 $V_{FXM} =$ $V_{RXM}(V)$	くり返なし せん頭順電 圧 V_{RXM} (non-rep) (V)	電流 2 乗時 間積 $I^2.t$	保存温度 $T_{stg}(^{\circ}C)$
SF16R12-1Z1	A14S	D16S-2	1200	1440	91	-20~70
SH5J12-4Z1	A9S	∕	3000	3000	18	-40~70

電気的特性 Electrical Characteristics

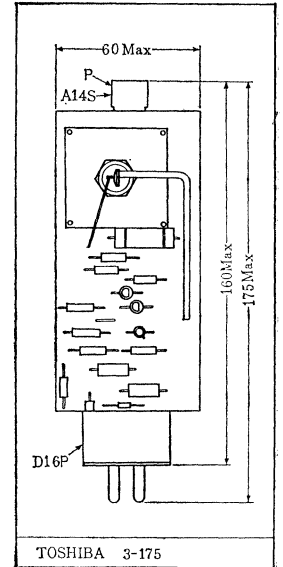
Type	出力電流 $I_o(A)$	順電圧上昇率 dv/dt (Min.)(V/ μ s)	上昇時間 t_r (Typ.) (μ s)	遅れ時間 t_d (Typ.) (ns)
SF16R12-1Z1	2.5	50(Typ.)	—	—
SH5J12-4Z1	—	50	50	200

* t_r 測定回路と波形

t_r Test Circuit and Waveforms



Unit in mm



TOSHIBA 3-175

VG-204, VG-205B, VG-206B, VG-207B, VG-211B, VG-216, VG-221, VG-236, VG-237, VG-238, VG-239

放熱フィン
Heat Sink

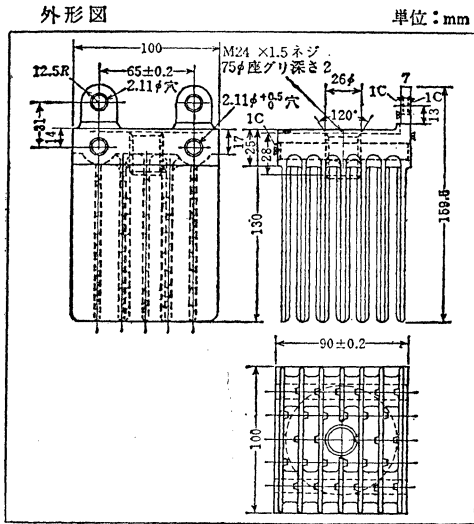
形名 Type	熱抵抗 Thermal Resistance		重量 Weight gr	ネジ穴径 Tapped Dia mm	適用素子 Applicable Device
	°C/W	Condition			
VG-204	0.125	風速5m/s (Air Flow 5m/s) 自冷 (Free Air)	1100	M24×1.5	整流素子 Rectifier 1S1647/R, 1S1648/R, 300ND11~300YD11, 300LD11A~300WD11A, 300EXD11, 300FXD11, サイリスタ Thyristor SF150G11~SF150U11, SF300G11~SF300U11, SH80N12~SH80U12, SH150D11~SH150L11, SH250L11~SH250R11, SH300D11~SH300L11,
	0.68				
VG-205B	1.1	風速5m/s (Air Flow 5m/s) 自冷 (Free Air)	80	M5×0.8	整流素子 Rectifier 1S1823-08(N), 1S1823-10(N), 1S1823-12(N), 1S1626~1S1628, 6GC12~6NC12, 6CC13~6FC 13, 6CD13~6FD13 サイリスタ Thyristor SF5B11~SF5J11
	7				
VG-206B	1.7	風速5m/s (Air Flow 5m/s) 自冷 (Free Air)	40	M5×0.8	整流素子 Rectifier 1S1626~1S1628, 3CC13~3FC13, 1S1629~1S1631, 3GC12~3NC12, 3CD13~3FD13 6GC12~6NC12, 1S1822-08(N), 1S1822-10(N), 1S1822-12(N) サイリスタ Thyristor SF5B13~SF5J13, SH5B13~SH5J13, SH5B14~SH5J14,
	12				
VG-207B	0.8	風速5m/s (Air Flow 5m/s) 自冷 (Free Air)	180	M6	整流素子 Rectifier 12LF11~12QF11, 1S1825-08(N), 1S1825-10(N), 1S1825-12(N), 1S1417~1S1419, 1S1827-08(N), 1S1827-10(N), 1S1827-12(N), 1S1652/R, 1S1653/R, 6FXF11, 12FXF11 サイリスタ Thyristor SF10B12~SF10N12, SF16B12~SF16R12, SH16B12~SH16J12
	4.5				
VG-211B	0.4	風速5m/s (Air Flow 5m/s) 自冷 (Free Air)	420	M12×1.5	整流素子 Rectifier 1S1614~1S1616, 1S1828-08(N), 1S1828-10(N), 1S1828-12(N), 1S1643/R, 1S1644/R サイリスタ Thyristor SF50D11~SF50R11, SH50D11~SH50L11
	1.7				
VG-216	0.125	風速5m/s (Air Flow 5m/s) 自冷 (Free Air)	1100	M20×1.5	整流素子 Rectifier 150LD11~150TD11, サイリスタ Thyristor SF80D11~SF80U11, SH80D11~SH80L11
	0.68				
VG-221 (水冷 フィン) (Water Cooled Fin)	0.18	水量2ℓ/min (Water Flow 2ℓ/min)	800	M24×1.5	整流素子 Rectifier 300ND11~300YD11, 300EXD11, 300FXD11 サイリスタ Thyristor SF150G11~SF150U11, SF300G11~SF300U11, SH80N12~SH80U12, SH150D11~SH150L11, SH250L11~SH250R11, SH300D11~SH300L11,
VG-236	0.5	風速5m/s (Air Flow 5m/s) 自冷 (Free Air)	350	M8×1.25	整流素子 Rectifier 25FXF11 サイリスタ Thyristor SF30D11~SF30R11, SF50D12~SF50R12, SH30 D11~SH30L11 トライアック Triac SM30D13, SM30G13
	2.3				
VG-237	0.07	風速5m/s (Air Flow 5m/s) 自冷 (Free Air)	2070	平型用	整流素子 Rectifier 800UD22~800EXD22, 500HXD22 サイリスタ Thyristor SF500U23~SF500EXD23
	0.45				
VG-238	0.25	風速5m/s (Air Flow 5m/s) 自冷 (Free Air)	620	M12×1.5	整流素子 Rectifier 1S1614~1S1616, 1S1828-08(N), 1S1828-10(N), 1S1828-12(N), 1S1643/R, 1S1644/R サイリスタ Thyristor SF50D11~SF50R11, SH50D11~SH50L11
	1.6				
VG-239	0.20 1.0	風速5m/s (Air Flow 5m/s) 自冷 (Free Air)	940	M20×1.5	整流素子 Rectifier 150LD11~150TD11, サイリスタ Thyristor SF80D11~SF80U11, SH80D11~SH80L11

(注1) トランジスタ用のラジェータホールダについては「トランジスタ回路の熱安定度と放熱設計」の項をごらんください。

(注2) 適用素子欄の形名で 1S1647/R などと表示してあるものは、1S1647 および 1S1647R の両形名を表わします。

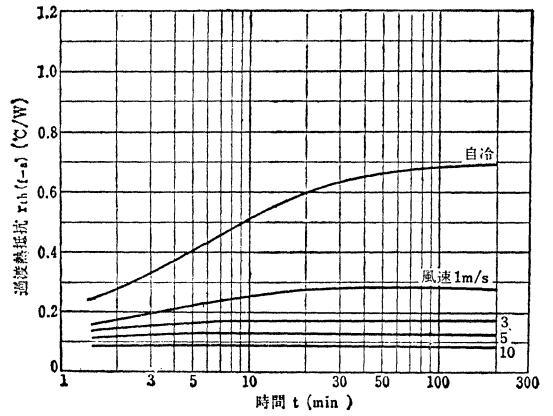
VG-204, VG-205B, VG-206B, VG-207B, VG-211B, VG-216, VG-221, VG-236, VG-237, VG-238, VG-239

VG-204

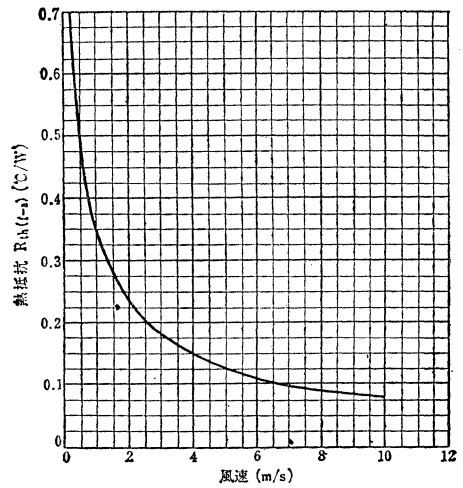


過渡熱抵抗特性

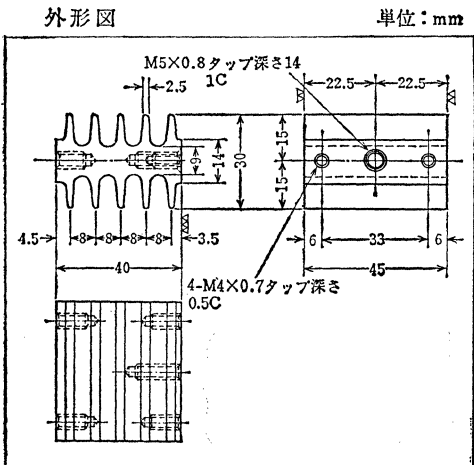
Transient Thermal Resistance (Junction to Case)



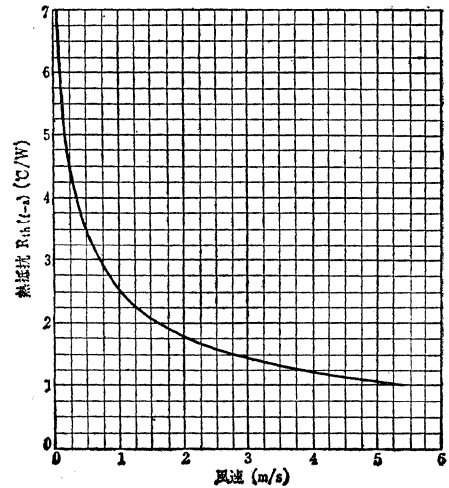
R_{th} -Air Flow Characteristics



VG-205B

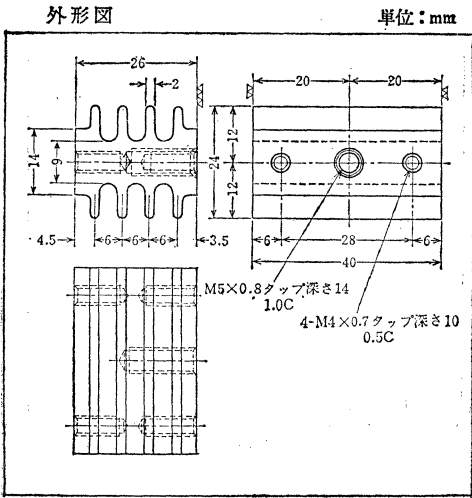


R_{th} -Air Flow Characteristics

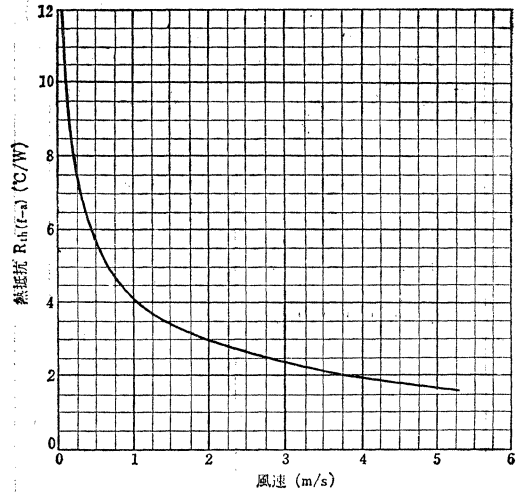


**VG-204, VG-205B, VG-206B, VG-207B, VG-211B, VG-216,
VG-221, VG-236, VG-237, VG-238, VG-239**

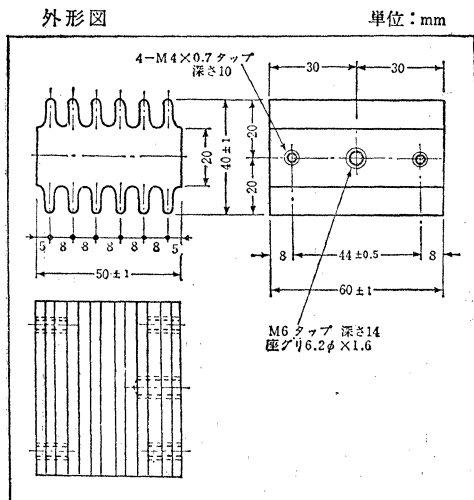
VG-206B



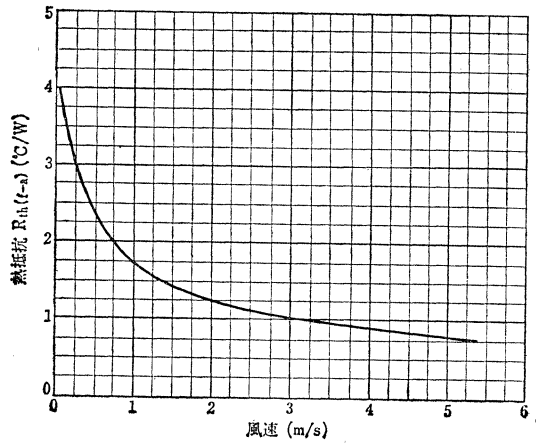
R_{th}-Air Flow Characteristics



VG-207B

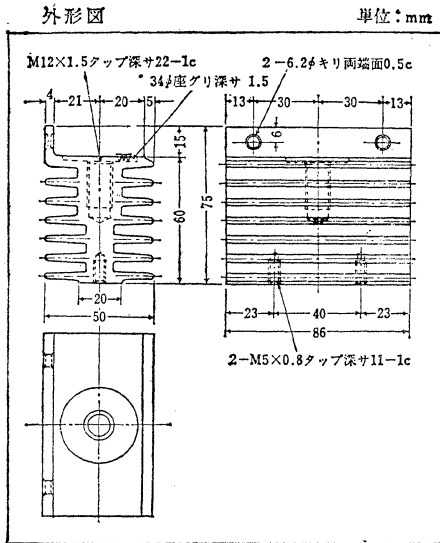


R_{th}-Air Flow Characteristics

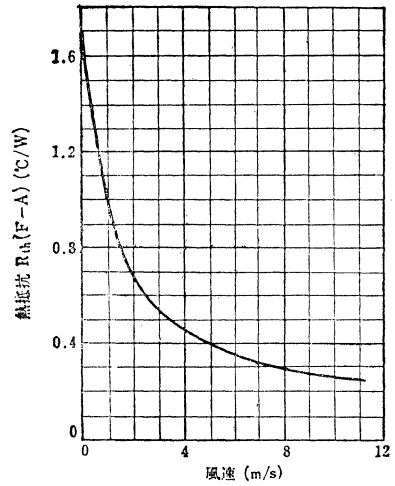


VG-204, VG-205B, VG-206B, VG-207B, VG-211B, VG-216, VG-221, VG-236, VG-237, VG-238, VG-239

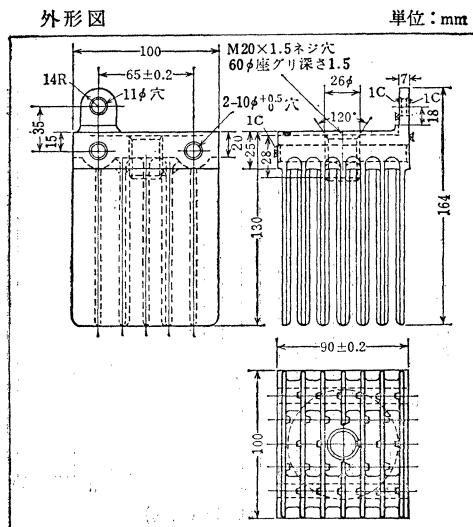
VG-211B



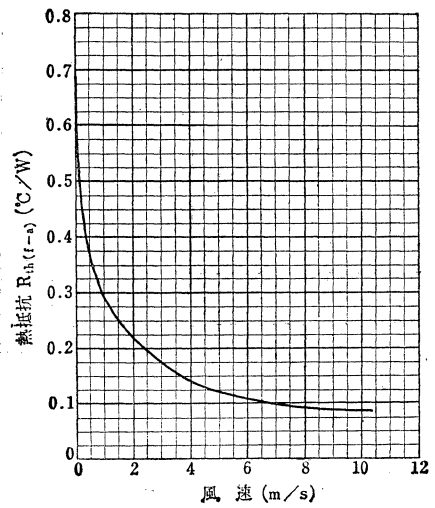
R_{th}-Air Flow Characteristics



VG-216

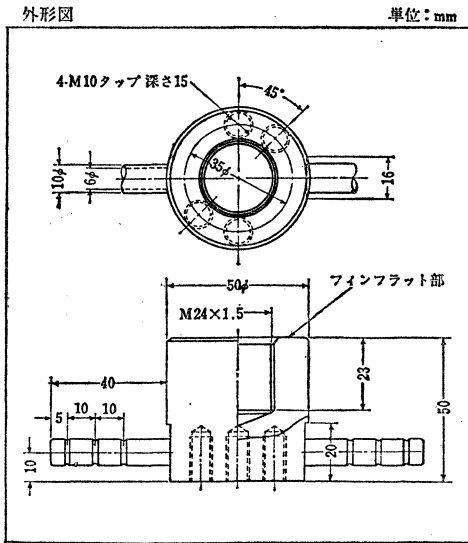


R_{th}-Air Flow Characteristics

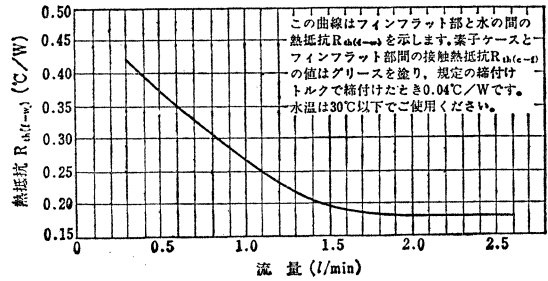


VG-204, VG-205B, VG-206B, VG-207B, VG-211B, VG-216, VG-221, VG-236, VG-237, VG-238, VG-239

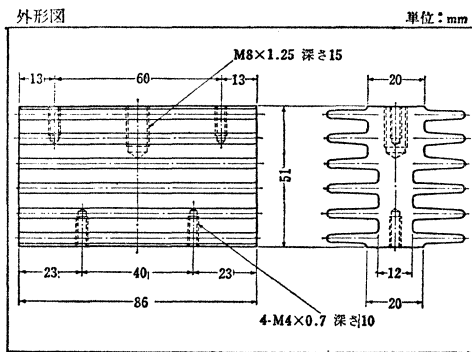
VG-221



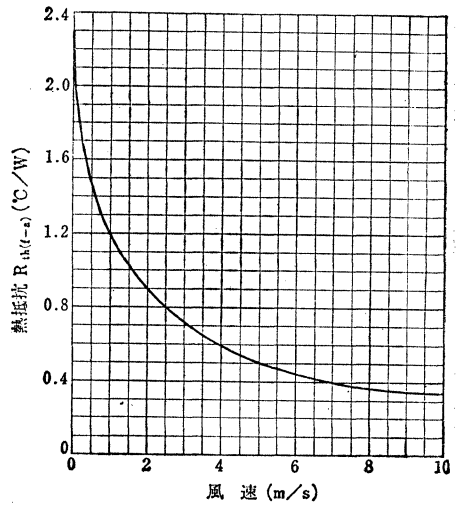
R_{th} -Water Flow Characteristics



VG-236

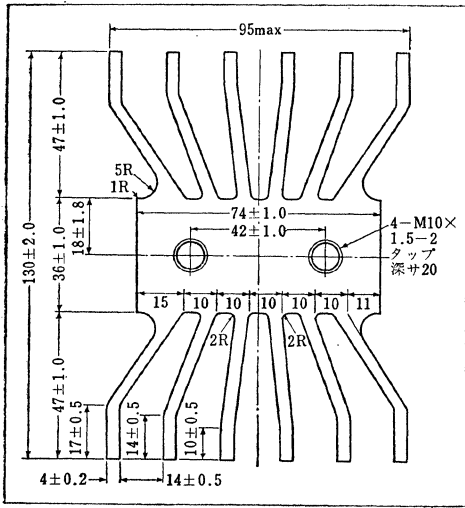


R_{th} -air Flow Characteristics

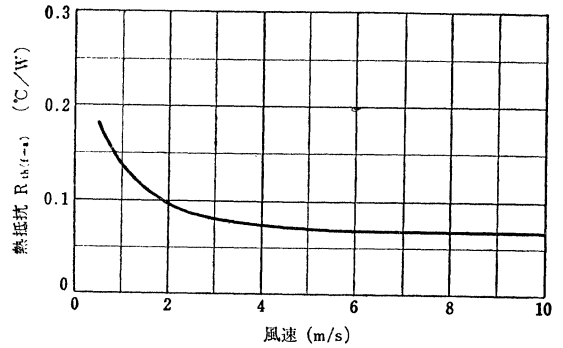


VG-204, VG-205B, VG-206B, VG-207B, VG-211B, VG-216, VG-221, VG-236, VG-237, VG-238, VG-239

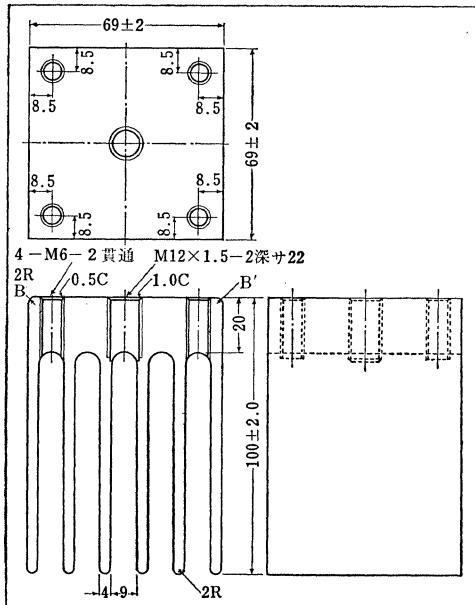
VG-237



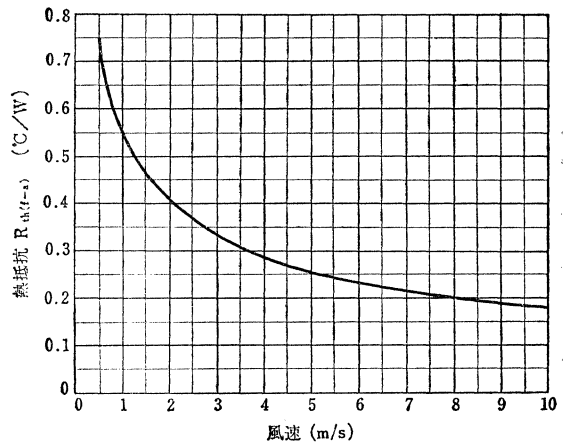
R_{th}-Air Flow Characteristics



VG-238

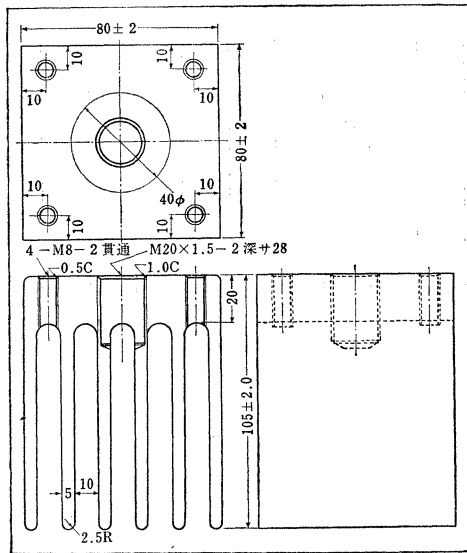


R_{th}-Air Flow Characteristics

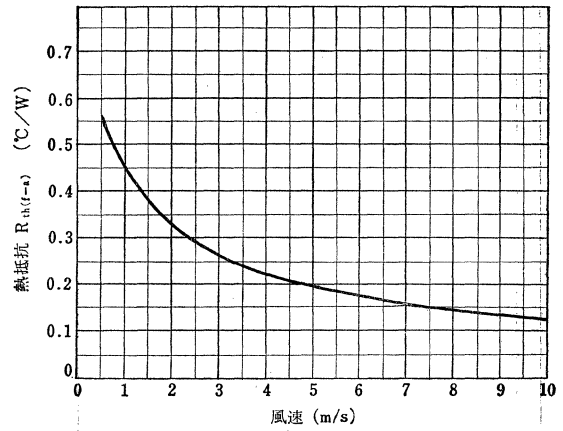


**VG-204, VG-205B, VG-206B, VG-207B, VG-211B, VG-216,
VG-221, VG-236, VG-237, VG-238, VG-239**

VG-239



R_{th} -Air Flow Characteristics



㊦規格 (NHK半導体規格) について

NHKでは、NHKで使用する放送機器の信頼度を向上させるため、放送機器に使用するトランジスタ、ダイオード等半導体製品を信頼度と互換性を考慮して統一規格 (㊦規格) を設け、NHK納入機器には、この㊦規格製品を使用することを原則としております。

東芝でも、上記㊦規格並びにNHKの定める「NHK半導体素子品質保証試験要項」に基いた試験・検査、および東芝通信工業用品質検査を実施して、性能・信頼度を含めて、次頁一覧表に掲げる製品が㊦規格製品として参加を認められております。

また㊦規格製品は信頼度が高いので、一般の通信工業用機器への使用にも好適であります。

NHKの定める〔NHK半導体規格 (㊦規格)〕とは概略次の通りであります。

なおNHK機器に半導体素子を使用する場合、NHKの定める〔トランジスタの使用基準〕および〔シリコン整流素子の使用基準〕をご参照ください。

㊦規格化の目的

NHKで使用する放送機器の高信頼度化を考えた設計、並びに製作、また保守上の必要性から、高信頼度品種であることを第一条件として

- (1) NHKで使用実績が多く、かつ今後も多数使用される見込みのある品種。
- (2) 新しく開発された品種でも、今後多数使用を予定される品種。
- (3) 特殊な目的のため、性能を特に厳重におさえる必要のある

品種等について、品種の統合、標準化を考慮して制定した規格である。

また、同一規格品種で数社が製造している場合㊦規格は、大体それぞれの定格を最大公約に一本化したもので、最大定格については、特に信頼度を考慮して規定していません。

要約すると、㊦規格品種はNHKとしての所用規格を満足する品種であり、NHK機器には最優先的に使用する品種です。

㊦規格化による利点

㊦規格品種を積極的に採用することにより、次のような利点があります。

- (1) 信頼度に関係ある電気的特性も規定し、あわせて信頼度の確認を行なっているため、㊦規格品種は高信頼度品種といえます。
- (2) 規格の幅を必要範囲におさえているので、機器設計が容易になり、回路部品定数などもトランジスタに合わせて調整する必要がなくなり、機器の調整も容易になります。
- (3) 機器メーカーが異なるための半導体の採用形名の違いによる回路定数の不統一が少なくなります。
- (4) 機器メーカーで、特に同一形名内での選別が不要となります。
- (5) 各社同等品種間の互換性が明らかなので、単体交換が容易で保守用品種も少なくできるので、半導体機器の保守が容易になります。

(参考) NHK半導体ハンドブック '69年3月改訂版

NHK規格品種
シリコンPNPトランジスタ

形名	構造	用途	最大定格										電気的特性 (Ta=25°C)															外形					
			周囲温度 (Ta=25°C)					T _{stg}	T _i	I _{cb0}			f _T (f _α)				h _{FE} (h _{FE}) (注1)				飽和電圧				C _{ob} (f=1MHz)				r _{bb}			NF	
			V _{cb0}	V _{ceo}	V _{ebo}	I _c	P _c			MAX	条件	MIN	TYP	条件	MIN	TYP	MAX	条件	V _{CE(sat)}	V _{BE(sat)}	条件	MAX	条件	MAX	条件	MAX	条件		MAX	条件	MAX	条件	
			(V)	(V)	(V)	(mA)	(mW)	(°C)	(°C)	(μA)	(V)	(mA)	(MHz)	(MHz)	(V)	(mA)	MIN	TYP	MAX	V _{CE}	I _c	V _{CE}	V _{BE}	I _c	I _B	V _{CE}	I _c		V _{CE}	I _c	f	MAX	条件
2SA518①	三重拡散 プレーナ形	映像増幅 高周波増幅	-80	-60	-5	-1.5 A	0.8W *8W	-65 -175	175	-0.1	-30	0	30	50	-10	30	35 (注2)	200	-2	-200	-0.5	-1.0	-200	-20	50	-10	0	20	-10	30	30	(注7)	TO-39
2SA518A①	三重拡散 プレーナ形	映像増幅 高周波増幅	-120	-100	-5	-1.5 A	0.8W *8W	-65 -175	175	-0.1	-30	0	30	50	-10	30	35 (注2)	200	-2	-200	-0.5	-1.0	-200	-20	50	-10	0	20	-10	30	30	(注7)	TO-39
2SA522①	エビタキシャル プレーナ形	映像増幅 高周波増幅	-30	-20	-5	-100	250	-65 -175	175	-0.05	-15	0	100	300	-10	10	35 (注2)	200	-1	-10	-0.4	-1.0	-10	-1	7	-10	0	70	-10	10	30	(注7)	TO-18
2SA522A①	エビタキシャル プレーナ形	映像増幅 高周波増幅	-50	-40	-5	-100	250	-65 -175	175	-0.05	-15	0	100	300	-10	10	35 (注2)	200	-1	-10	-0.4	-1.0	-10	-1	7	-10	0	70	-10	10	30		TO-18
2SA580①	エビタキシャル プレーナ形	映像増幅 高周波増幅	-80	-60	-5	-0.8 A	0.8W *6W	-65 -175	175	-0.1	-30	0	100	150	-10	30	35 (注2)	200	-2	-150	-0.5	-1.5	-150	-15	25	-10	0	25	-10	1	30	(注7)	TO-39

*Pcの測定条件 Tc=25°Cのときの値

シリコンNPNトランジスタ

形名	構造	用途	最大定格										電気的特性 (Ta=25°C)															外形						
			周囲温度 (Ta=25°C)					T _{stg}	T _i	I _{cb0}			f _T (f _α)				h _{FE} (h _{FE}) (注1)				飽和電圧				C _{ob} (f=1MHz)				r _{bb}			NF		
			V _{cb0}	V _{ceo}	V _{ebo}	I _c	P _c			MAX	条件	MIN	TYP	条件	MIN	TYP	MAX	条件	V _{CE(sat)}	V _{BE(sat)}	条件	MAX	条件	MAX	条件	MAX	条件		MAX	条件	MAX	条件		
			(V)	(V)	(V)	(mA)	(mW)	(°C)	(°C)	(μA)	(V)	(mA)	(MHz)	(MHz)	(V)	(mA)	MIN	TYP	MAX	V _{CE}	I _c	V _{CE}	V _{BE}	I _c	I _B	V _{CE}	I _c		V _{CE}	I _c	f	MAX	条件	
2SC518①	三重拡散 プレーナ形	映像増幅 高周波増幅	100	60	5	1.5A	0.8W *8W	-65 -175	175	0.1	30	0	30	50	10	-30	35 (注2)	200	2	200	0.5	1.0	200	20	40	10	0	20	10	-30	30	(注7)	TO-39	
2SC518A①	三重拡散 プレーナ形	映像増幅 高周波増幅	140	100	5	1.5A	0.8W *8W	-65 -175	175	0.1	30	0	30	50	10	-30	35 (注2)	200	2	200	0.5	1.0	200	20	40	10	0	20	10	-30	30	(注7)	TO-39	
2SC560①	エビタキシャル プレーナ形	映像増幅 高周波増幅	80	60	5	0.8A	0.8W *6W	-65 -175	175	0.1	30	0	100	150	10	-30	35 (注2)	200	2	150	0.5	1.5	150	15	25	10	0	25	10	-1	30	(注7)	TO-39	
2SC587①	エビタキシャル プレーナ形	映像増幅 高周波増幅	45	35	5	30	300	-65 -175	175	0.01	10	0	50	80	10	-0.5 (100)	(注3) (500)									6	10	0	200	10	-2	30		TO-18
2SC587A①	エビタキシャル プレーナ形	映像増幅 高周波増幅	45	35	5	30	300	-65 -175	175	0.01	10	0	50	80	10	-0.5 (100)	(注3) (500)									6	10	0	200	10	-2	30	V _{CE} =3V I _B =10mA f=1MHz (注4)	TO-18
2SC594①	エビタキシャル プレーナ形	映像増幅 高周波増幅	60	30	5	200	750 *5W	-65 -175	175	0.05	30	0	100	10	-10	35 (注2)	200	10	10	0.35	1.25	30	10	7	10	0	120	10	-10	200	(注7)	TO-39		
2SC595①	エビタキシャル プレーナ形	高周波増幅 高速度スイッチング	30	20	5	100	300	-65 -175	175	0.05	15	0	250	400	10	-10	35 (注2)	200	1	10	0.3	1.0	10	1	6	10	0	80	10	-10	200	(注7)	TO-18	
2SC597①	エビタキシャル プレーナ形	高周波電力増幅	65	40	4	1.0A	*6W	-65 -175	175	5	30	0	300	400	28	-100	(30)															(注7)	TO-39	
2SC598①	エビタキシャル プレーナ形	高周波電力増幅	65	40	4	1.5A	*10W	-65 -175	175	5	30	0	300	400	28	-150	(30)															I _C = 0.25A	TO-60	
2SC600①	エビタキシャル プレーナ形	高周波電力増幅	65	40	4	3.0A	*20W	-65 -175	175	10	30	0	250	350	28	-150	(30)															I _C = 0.25A	TO-60	
2SC693①	三重拡散メサ形	高電圧増幅 水平偏肉	450	300	6	2A	*25W	-65 -150	150	0.1mA	200	0	10	20	10	-0.1A	40	80	200	10	0.1A	1.2	1.5	1A	200	*40 100	10	0					TO-66	

シリコンNPNパワートランジスタ

形名	構造	用途	電 気 的 特 性 (Ta=25°C)																												外形 条件						
			最大定格					電 気 的 特 性 (Ta=25°C)													電 気 的 特 性 (Ta=25°C)																
			周囲温度 (Ta=25°C)					T _{vik}	T _j	I _{CBO}			f _r (f _α)		h _{FE} (h _{FE})				飽和電圧				C _{ob} (f=1MHz)		r _{bb}			NF									
			V _{CEO}	V _{CE0}	V _{BE0}	I _C	P _C			MAX	条 件	MIN	TYP	MAX	条 件	MAX	条 件	MAX	条 件	MAX	条 件	MAX	条 件	MAX	条 件	MAX	条 件	MAX	条 件	MAX		条 件					
(V)	(V)	(V)	(A)	(W)	(°C)	(°C)	(μA)	(V)	(mA)	(MHz)	(MHz)	(V)	(A)	MIN	TYP	MAX	V _{CE}	I _C	V _{CE(sat)}	V _{BE(sat)}	I _C	I _B	*TYP	V _{CE}	I _g	MAX	条 件	MAX	条 件	MAX	条 件	MAX	条 件				
2SD51①	三重拡散メ サ形	低周波大電力増幅 大電力スイッチング DC-DCコンバータ	100	50	7	5	*50	-65 -150	150	50	50	0	(5)	(20)	10	-0.5	30	60	120	3	2	1.0	1.6	2	0.4	250	50	0									TO-3
2SD51A①	三重拡散メ サ形	低周波大電力増幅 大電力スイッチング DC-DCコンバータ	150	110	7	5	*50	-65 -150	150	50	50	0	(5)	(20)	10	-0.5	30		120	3	2	1.0	1.6	2	0.4	250	50	0									TO-3
2SD52①	拡散接合形	低周波大電力増幅 大電力スイッチング DC-DCコンバータ	100	80	12	6	*80	-65 -175	175	10	50	0	1		12	-0.5	10		40	5	3	1.5	2.5	3	0.6	*250	50	0									TO-3
2SD52A①	拡散接合形	低周波大電力増幅 大電力スイッチング DC-DCコンバータ	150	110	12	6	*80	-65 -175	175	10	50	0	1	2	12	-0.5	10	20	40	5	3	1.5	2.5	3	0.6	*150	50	0									TO-3
2SD53①	拡散接合形	低周波大電力増幅 大電力スイッチング DC-DCコンバータ	100	80	12	10	*100	-65 -150	150	10	50	0	0.5		6	-0.5	12	25	48	5	5	1.5	2.5	5	0.5	*150	50	0									TO-3
2SD53A①	拡散接合形	低周波大電力増幅 大電力スイッチング DC-DCコンバータ	150	110	12	10	*100	-65 -150	150	10	50	0	0.5	1.2	6	-0.5	12	25	48	5	5	1.5	2.5	5	0.5	*150	50	0									TO-3
2SD55①	拡散接合形	低周波大電力増幅 大電力スイッチング DC-DCコンバータ	100	55	12	20	*200	-65 -150	150	100	50	0	0.5	1.0	10	-1	12	24	48	5	10	1.5	2.5	10	2	*400	50	0									TO-3
2SD55A①	拡散接合形	低周波大電力増幅 大電力スイッチング DC-DCコンバータ	150	110	12	20	*200	-65 -150	150	100	50	0	0.5	1	10	-1	12	24	48	5	10	1.5	2.5	10	2	*400	50	0									TO-3

*Pcの測定条件 Tc=25°Cのときの値。

シリコン接合形電界効果トランジスタ

形名	構造 (接合形)	用途	電 気 的 特 性 (Ta=25°C)																												外形 条件		
			最大定格					電 気 的 特 性 (Ta=25°C)													電 気 的 特 性 (Ta=25°C)												
			周囲温度 (Ta=25°C)					T _{vik}	T _j	I _{CSS}			I _{DSS}		g _m (f=1kHz)				V _F		C _{GD5} (f=1MHz)		NF (f=1kHz)										
			V _{GDS}	I _G	P	MAX	条 件			MIN	MAX	MIN	TYP	MAX	条 件	MIN	MAX	MIN	MAX	V _{D5}	I _D	MAX	条 件	MAX	条 件	MAX	条 件						
(V)	(mA)	(mW)	(nA)	(V)	(V)	(mA)	(mA)	(V)	(V)	(μV)	(μV)	(μV)	(V)	(V)	(V)	(V)	(V)	(V)	(V)	(pF)	(pF)	(V)	(V)	(dB)	条 件								
2SK12①	Nチャネル	高入力抵抗増幅 低雑音増幅 チョップ増幅	-20	10	100	-65 -150	150	-0.1	-10	0	0.45	5.0	10	0	800	2000	3200	10	0	-0.65	-4.5	-10	0.1	5.0	-10	0	(注6)	3	V _{D5} =10V I _D =0.45mA R _g =1MΩ				TO-17

シリコンダイオード

形名	構造	用途	電 気 的 特 性 (Ta=25°C)																												外形 条件				
			最大定格										電 気 的 特 性 (Ta=25°C)																						
			周囲温度 (Ta=25°C)						T _{vik}	T _j	V _F		I _R		V _Z				r _Z		r _{ZK}		α _{VZ}												
			V _R	V _{IR}	推 定	P	I _O	I			MAX	条 件	MAX	条 件	MIN	TYP	MAX	条 件	TYP	MAX	条 件	MAX	条 件	MAX	条 件	MAX	条 件								
Peak	(V)	V _I	(W)	(mA)	(A)	(V)	(A)	(V)	(V)	(V)	(V)	(V)	(V)	(V)	(V)	(V)	(mA)	(mA)	(Ω)	(Ω)	(mA)	(mA)	(Ω)	(mA)	(mA)	(mV/°C)	(mA)								
1S105①	拡散接合形	電源整流	600	420	140		750	20	-40 -150	150	1.2	1	5	600																					3-7H
1S107①	拡散接合形	電源整流	800	560	185		750	20	-40 -150	150	1.2	1	5	800																					3-7H
1S109①	拡散接合形	電源整流	1000	700	230		750	20	-40 -150	150	1.2	1	5	1000																					3-7H
1S1540①	拡散接合形	定電圧			35		370		-55 -150	150	3	10	10	60	68	75	83	20																	TO-3 1-19A
1S1542①	拡散接合形	定電圧			35		260		-55 -150	150	3	10	10	90	103	108	115	20																	TO-3 1-19A
1S1543①	拡散接合形	定電圧			35		170		-55 -150	150	3	10	10	120	140	150	168	20																	TO-3 1-19A

形名	構造	用途	最大定格						電気的特性							備考	外形 (注)
			V _{RM} (V)	I _o (A)	I _{surge} (A)	P _{RM} (kW)	T _j (°C)	T _{stg} (°C)	V _{FM}		I _{RM}		V _Z				
									MAX (V)	条件 (V)	MAX (mA)	条件 (V)	MIN (V)	MAX (V)	条件 (mA)		

1Aシリーズ

1S1021-08N	拡散接合形	高压整流電源用	* 800	**1.0	50	1.0	-40~150	-40~150	1.2	5	△0.4	800	1000	1300	1	*T _j =-40~150°C **T _a =50°C △T _j =150°C	3-7 J
1S1021-10N	拡散接合形	高压整流電源用	*1000	**1.0	50	1.0	-40~150	-40~150	1.2	5	△0.4	1000	1250	1500	1		3-7 J
1S1021-12N	拡散接合形	高压整流電源用	*1200	**1.0	50	1.0	-40~150	-40~150	1.2	5	△0.4	1200	1500	1900	1		3-7 J

3Aシリーズ

1S1022-08	拡散接合形	高压整流電源用	800	*3.0	90	1.4	-40~175	-40~175	1.3	15	0.72	800	1000	1300	5	*T _c =150°C アクセサリ : AC33A付属	3-7 E
1S1022-10	拡散接合形	高压整流電源用	1000	*3.0	90	1.4	-40~175	-40~175	1.3	15	0.56	1000	1250	1550	5		3-7 E
1S1022-12	拡散接合形	高压整流電源用	1200	*3.0	90	1.4	-40~175	-40~175	1.3	15	0.47	1200	1500	1900	5		3-7 E

6Aシリーズ

1S1023-08	拡散接合形	高压整流電源用	800	*6.0	150	2.0	-40~175	-40~175	1.4	30	1.6	800	1000	1300	5	*T _c =148°C アクセサリ : AC33A付属	3-7 E
1S1023-10	拡散接合形	高压整流電源用	1000	*6.0	150	2.0	-40~175	-40~175	1.4	30	1.3	1000	1250	1550	5		3-7 E
1S1023-12	拡散接合形	高压整流電源用	1200	*6.0	150	2.0	-40~175	-40~175	1.4	30	1.0	1200	1500	1900	5		3-7 E

12Aシリーズ

1S1025-08	拡散接合形	高压整流電源用	800	12	240	3.8	-40~175	-40~175	1.5	50	2.0	800	1000	1300	5	アクセサリ : AC32付属	3-11C
1S1025-10	拡散接合形	高压整流電源用	1000	12	240	3.8	-40~175	-40~175	1.5	50	1.75	1000	1250	1550	5		3-11C
1S1025-12	拡散接合形	高压整流電源用	1200	12	240	3.8	-40~175	-40~175	1.5	50	1.5	1200	1500	1900	5		3-11C

25Aシリーズ

1S1027-08	拡散接合形	高压整流電源用	800	25	500	8.0	-40~175	-40~175	1.4	100	3.5	800	1000	1300	5	アクセサリ : AC32付属	3-11C
1S1027-10	拡散接合形	高压整流電源用	1000	25	500	8.0	-40~175	-40~175	1.4	100	3.0	1000	1250	1550	5		3-11C
1S1027-12	拡散接合形	高压整流電源用	1200	25	500	8.0	-40~175	-40~175	1.4	100	2.5	1200	1500	1900	5		3-11C

50Aシリーズ

1S1828-08	拡散接合形	高压整流電源用	800	50	1500	16	-40~175	-40~175	1.4	200	7	800	1000	1300	10		3-27
1S1828-10	拡散接合形	高压整流電源用	1000	50	1500	16	-40~175	-40~175	1.4	200	6	1000	1250	1550	10		3-27
1S1828-12	拡散接合形	高压整流電源用	1200	50	1500	16	-40~175	-40~175	1.4	200	5	1200	1500	1900	10		3-27

(注) 3-7J : 1 LF11~1 QF11の外形と同じ
 3-7E : 1 S1620~1 S1631の外形と同じ
 3-11C : 12LF11~12QF11の外形と同じ
 3-27 : 1 S1614~1 S1616の外形と同じ

(注1) $h_{FE}(h_{fe})$ ベア規格を適用する品種は下表のように区別されます。表示例 2SA522A①-Y

分類	色別	$h_{FE}(h_{fe})$	注 2	注 3
-R	赤	10-25	適用区分	適用区分
-O	橙	20-40		
-Y	黄	35-70		
-GR	緑	60-120		
-BL	青	100-200		
-V	紫	170-350		
-S	灰	250-500		

分類、色別は現品に記号もしくは色ドットで表示してあります。

(注2) この品種は $h_{FE}=35\sim 200$ (区分なし) のほかにベア規格として下記の分類をしております。

-Y -GR -BL

(注3) この品種は $h_{FE}=100\sim 500$ (区分なし) のほかにベア規格として下記の分類をしております。

-BL -V -S

(注4) 2SC587A①は一覽表掲載NFのほかに次のNFも規定しています。

形名	NF (2) (dB)				NF (3) (dB)			
	MIN	TYP	MAX	条 件	MIN	TYP	MAX	条 件
2SC587A①	-	-	7.5	$V_{CB}=5V$ $I_E=-40\mu A$ $R_s=10k\Omega$ $f=120Hz$	-	-	1.5	$V_{CB}=5V$ $I_E=-40\mu A$ $R_s=10k\Omega$ $f=10kHz$

(注5) PNP, NPNコンプリメンタリ用途のトランジスタ

PNP	NPN	外 形
2SA518①	2SC518①	TO-18
2SA516A①	2SC516A①	TO-39
2SA522①	2SC585①	TO-39
2SA580①	2SC580①	TO-39
2SA584①	2SC584①	TO-39
2SA587①	2SC587①	TO-39

防衛庁(海幕)認定品
通信工業用シリコントランジスタ

認定番号	形名	構造	用途	最大定格 (Ta=25°C)													電気的特性 (Ta=25°C)																	外形	
				Vcbo	Vceo	Vcbo	Ic	Pc	Tj	Icbo		fr		hFE		飽和電圧		Cob		r _{in}			スイッチング時間												
				(V)	(V)	(V)	(mA)	(mW)	(°C)	MAX	条件	MIN	TYP	条件	MIN	MAX	条件	V _{CE(sat)}	V _{BE(sat)}	条件	TYP	MAX	条件	MAX	条件	t _{on}	t _{off}	t _f							
				(V)	(V)	(V)	(mA)	(mW)	(°C)	(μA)	(V)	(MHz)	(MHz)	(V)	(mA)	MIN	MAX	V _{CE}	I _C	MAX	MAX	I _C	I _B	(pF)	(pF)	(V)	(Ω)	V _{CE}	I _E	f	TYP	TYP	TYP		
M30001-00403	2SA499-M	PNP エビタキシャル プレーナ形	高周波増幅用 スイッチング用 高逆耐圧用	-50	-40	-5	-100	250	175	-0.5	-15	100	250	-10	10	50	150	-1	-10	-0.4	-1.0	-10	-1	5	7	-10	70	-6	1	30	MAX 50	MAX 500	MAX 50	TO-18	
M30001-00403	2SA500-M	PNP エビタキシャル プレーナ形	高周波増幅用 スイッチング用	-30	-20	-5	-100	250	175	-0.5	-15	100	250	-10	10	50	150	-1	-10	-0.4	-1.0	-10	-1	5	7	-10	70	-6	1	30	MAX 50	MAX 500	MAX 50	TO-18	
M30002-00501	2SA503-M	PNP エビタキシャル プレーナ形	高周波増幅用 スイッチング用	-60	-50	-5	-600	800	175	-0.5	-30	50		-10	10	50	150	-2	-150	-0.5	-1.5	-150	-15	30	-10	25	-10	1	30	MAX 70	MAX 800	MAX 130	TO-39		
M30002-00502	2SA510-M	PNP エビタキシャル プレーナ形	高周波増幅用 スイッチング用	-120	-100	-5	-1.5 A	800	175	-1	-30	20		-10	30	50	150	-2	-200	-0.6	-1	-200	-20	50	-10	50	-10	30	30	MAX 250	MAX 5μs	MAX 500	TO-39		
M30002-00502	2SA512-M	PNP エビタキシャル プレーナ形	高周波増幅用 スイッチング用	-80	-60	-5	-1.5 A	800	175	-1	-30	20		-10	30	50	150	-2	-200	-0.6	-1	-200	-20	50	-10	50	-10	30	30	MAX 250	MAX 5μs	MAX 500	TO-39		
M30002-00508	2SA594-M	PNP エビタキシャル プレーナ形	高周波増幅用 スイッチング用	-50	-30	-5	-200	750	175	-0.1	-30	100	400	-10	10	50	150	-1	-10	-0.5	-1.2	-100	-10	10	-10	120	-10	10	30	MAX 120	MAX 750	MAX 100	TO-39		
M30012-00727	2SC390-M	NPN エビタキシャル プレーナ形	高周波増幅用	30	20	3	20	200	175	0.5	10	600		10	-2	50	150	10	2	0.6	1.1	10	1	1.5	10								注2		TO-72
M30001-00404	2SC400-M	NPN エビタキシャル プレーナ形	高周波増幅用 スイッチング用	30	20	5	100	250	175	0.5	15	100	300	10	-10	50	150	1	10	0.5	0.95	10	1	4	6	10	150	6	-2	30	MAX 50	MAX 500	MAX 50	TO-18	
M30001-00405	2SC503-M	NPN エビタキシャル プレーナ形	高周波増幅用 スイッチング用	60	50	5	600	800	175	0.5	30	50	150	10	-10	50	150	2	150	0.5	1.5	150	15	13	30	10	25	6	-1	30	MAX 70	MAX 400	MAX 50	TO-39	
M30001-00406	2SC510-M	NPN 三重拡散 プレーナ形	高周波増幅用 スイッチング用 電力増幅用 高逆耐圧用	140	100	5	1.5 A	*8W 800	175	1.0	30	20	80	10	-30	50	150	2	200	0.6	1.0	200	20	25	40	10	50	10	-3	30	MAX 230	MAX 5μs	MAX 500	TO-39	
M30001-00406	2SC512-M	NPN 三重拡散 プレーナ形	高周波増幅用 スイッチング用 電力増幅用 高逆耐圧用	100	60	5	1.5 A	*8W 800	175	1.0	30	20	80	10	-30	50	150	2	200	0.6	1.0	200	20	25	40	10	50	10	-3	30	MAX 230	MAX 5μs	MAX 500	TO-39	
M30001-00408	2SC522-M	NPN 三重拡散 プレーナ形	高周波増幅用 スイッチング用 電力増幅用 高逆耐圧用	140	100	5	1.5 A	*10W	175	1.0	30	20	80	10	-30	50	150	2	200	0.6	1.0	200	20	25	50	10	50	10	-3	30	MAX 230	MAX 5μs	MAX 500	TO-39F	
M30001-00408	2SC524-M	NPN 三重拡散 プレーナ形	高周波増幅用 スイッチング用 電力増幅用 高逆耐圧用	100	60	5	1.5 A	*10W	175	1.0	30	20	80	10	-30	50	150	2	200	0.6	1.0	200	20	25	50	10	50	10	-3	30	MAX 230	MAX 5μs	MAX 500	TO-39F	
M30001-00407	2SC519A-M	NPN 三重拡散メサ形	スイッチング用 電力増幅用 高逆耐圧用	130	110	5	7 A	*50W	150	1.0 mA	50	10	20	5	-0.5 A	40	120	5	1A	2.0	2.5	5A	1A									MAX 500	MAX 6μs	MAX 500	TO-3
M30001-00407	2SC520A-M	NPN 三重拡散メサ形	スイッチング用 電力増幅用 高逆耐圧用	100	80	5	7 A	*50W	150	1.0 mA	50	10	20	5	-0.5 A	40	120	5	1A	2.0	2.5	5A	1A									MAX 500	MAX 6μs	MAX 500	TO-3
M30002-00508	2SC587-M	NPN プレーナ形	高周波増幅用	45	35	5	30	300	175	0.1	10	50		10	-0.5	180	520	5	2					6	10	200	V _{CE} -15	-2	30				TO-18		
M30002-00508	2SC587A-M	NPN プレーナ形	低雑音増幅用	45	35	5	30	300	175	0.1	10	50		10	-0.5	180	520	5	2					6	10	200	V _{CE} 15	-2	30	注3			TO-18		
M30002-00507	2SC594-M	NPN エビタキシャル プレーナ形	高周波増幅用 スイッチング用	60	30	5	200	750	175	0.1	30	100	450	10	-10	50	150	1	10	0.5	1.2	100	10	7	10	50	V _{CE} 10	-10	30	MAX 120	MAX 750	MAX 100	TO-39		

*Pcの測定条件Tc=25°Cのときの値。

注1. 2SA500-Mと2SC400-M, 2SA503-Mと2SC503-M, 2SA510-Mと2SC510-M, 2SA512-Mと2SC512-M, 2SA594-Mと2SC594-Mはコンプリメンタリとして使用できます。

*TO-39に取付用フランジが付いています(東芝外形図2-9C)

注2. NF=3.0dB(MAX)at V_{CE}=10V, I_E=-2mA, R_G=150Ω, f=100MHz

注3. NF=3.0dB(MAX)at V_{CE}=10V, I_E=-2mA, R_G=150Ω, f=100MHz

通信工業用シリコントランジスタ

認定番号	形名	構造	用途	最大定格 (Ta=25°C)																電気的特性 (Ta=25°C)																外形						
				V _{CEO}	V _{CE0}	V _{BS0}	I _C	P _C	T _J	R _{th}	I _{CEO}		f _r				h _{FE}				飽和電圧				C _{oss} (f=1MHz)				r _{bb'}			スイッチング特性										
				(V)	(V)	(V)	(mA)	(W)	(°C)	(°C/W)	MAX	条件	MIN	TYP	条件	MIN	MAX	条件	V _{CE} (sat)	V _{BE} (sat)	条件	TYP	MAX	条件	TYP	MAX	条件	TYP	MAX	条件	TYP	MAX	条件	t _{on}	t _{rise}		t _f					
				(V)	(V)	(V)	(mA)	(W)	(°C)	(°C/W)	(mA)	(V)	(MHz)	(MHz)	(V)	(mA)	MIN	MAX	V _{CE} (V)	I _C (mA)	TYP	MAX	TYP	MAX	I _C (mA)	I _B (mA)	(pF)	(pF)	(V)	(Ω)	V _{CE} (V)	I _B (mA)	f (MHz)	MAX	MAX		MAX					
MS0902-60583	2SD103-M	NPN拡散接合	スイッチング用 電力増幅用	70	50	10	3A	*25	150	5.0	100 μA	50	-	1	10	-500	50	150	5	500	0.5	1.0	1.3	1.5	3A	300									30	150	100	TO-66				
MS0902-60584	2SD110-M	NPN拡散接合	スイッチング用 電力増幅用	130	110	10	10A	*100	150	1.25	1.0	50	-	2	10	-500	50	150	5	1A	0.8	1.5	1.6	2.5	5A	1A											20	120	90	TO-3		
MS0902-60584	2SD111-M	NPN拡散接合	スイッチング用 電力増幅用	100	80	10	10A	*100	150	1.25	1.0	50	-	2	10	-500	50	150	5	1A	0.8	1.5	1.6	2.5	5A	1A												20	120	90	TO-3	
MS0902-60585	2SD113-M	NPN拡散接合	スイッチング用 電力増幅用	100	80	10	30A	*200	150	0.625	5	50	-	1.5	10	-500	50	150	5	1A	0.8	1.5	1.6	2.5	15A	3A													50	100	100	TO-3
MS0902-60585	2SD114-M	NPN拡散接合	スイッチング用 電力増幅用	70	50	10	30A	*200	150	0.625	5	50	-	1.5	10	-500	50	150	5	1A	0.8	1.5	1.6	2.5	15A	3A													50	100	100	TO-3

通信工業用シリコン電界効果トランジスタ

認定番号	形名	構造	用途	最大定格 (Ta=25°C)							電気的特性 (Ta=25°C)																外形	
				V _{GS}	I _G	P	T _J	I _{GSS}		I _{DSS}		V _P (V _{P1})		gm (f=1kHz)			G _{DS} (f=1MHz)		NF									
				(V)	(mA)	(mW)	(°C)	MAX	条件	MIN	MAX	条件	MIN	MAX	条件	MIN	MAX	条件	MAX	条件	MAX	条件						
				(V)	(mA)	(mW)	(°C)	(nA)	(V)	(V)	(mA)	(mA)	(V)	(V)	(V)	(V)	(μA)	(mU)	(mU)	(V)	(V)	(pF)	(V)	(V)	(dB)	条件		
MS0912-60730	2SK15-M	Nチャネル接合形	低周波増幅 低周波低雑音増幅	-30	10	100	150	-100 PA	-10	0	0.8	2.8	0	10	-0.9	-3.0	10	0.1	1.0	3.0	10	0	5.0	-10	0	3.0	V _{GS} =10V, I _D =0.45mA, f _g =1MHz, f=1kHz	TO-17
MS0912-60731	3SK28-M	Nチャネル接合形	高周波低雑音増幅	V _{GS} = -15 V _{GS} = -15	I _{G1} =10 I _{G2} =10	200	150	20	V _{GS} = -15 V _{GS} = 0	0	3.7	22	V _{GS} = V _{GS} = 0	10	(-1.2)	(-5.5)	10	1 (V _{GS} =0)	4.5	13	10	V _{GS} =0 V _{GS} =0				2.5	V _{GS} =10V, V _{DS} =0 f=100MHz	TO-72

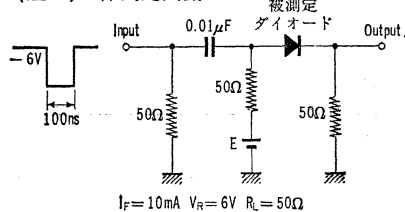
シリコン整流素子

認定番号	形名		構造	用途	最大定格				電気的特性						備考	外形	
	基板側の極性	基板側の極性			V _{RM}	V _I	I _o	I _{o,avg}	T _{rise}	V _F (Ta=25°C)			I _F (T _J =150°C)				
	N	P			(T _J =150°C)	(T _J =150°C)	(Ta=50°C)	(T _J =150°C)	(°C)	MAX	条件	MAX	条件	MAX			条件
					(V)	(V)	(A)	(A)		(V)	I _F (A)	(mA)	V _F (V)				
MS0810-60505	1S105-M		拡散接合形	一般整流	600	400	*0.75	20	-55-150	1.2	1	0.25	600				
MS0810-60505	1S107-M		拡散接合形	一般整流	800	560	*0.75	20	-55-150	1.2	1	0.25	800				
MS0810-60505	1S109-M		拡散接合形	一般整流	1000	700	*0.75	20	-55-150	1.2	1	0.25	1000				

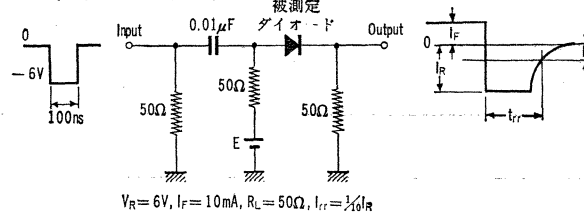
シリコンダイオード

認定番号	形名	構造	用途	最大定格 (Ta=25°C)					電気的特性 (Ta=25°C)								備考	外形
				V _{RM}	I _{FM}	I _s	I _{surge}	T ₁₇₅	V _F		I _R		C _T		η	t _{rr}		
									MAX	条件	MAX	条件	MAX	条件				
									(V)	(mA)	(mA)	(mA)	(°C)	(V)				
MS0902-60589	1S1972-M	エピタキシャル プレーナ形	超高速 スイッチング	75	500	200	*2000	-65~175	1	100	0.5	50	3.5	0		4(注2)	*1μs	DO-35
MS0902-60589	1S1973-M	エピタキシャル プレーナ形	超高速 スイッチング	35	300	100	*2000	-65~175	1.3	100	0.5	30	4	0		4(注2)	*1μs	DO-35
MS0912-60739	1S1263-M	拡散接合形	一般整流	400		3.0	200	-40~150	1.2	3(A)	1(mA)	400						
MS0912-60739	1S1265-M	拡散接合形	一般整流	600		3.0	200	-40~150	1.2	3(A)	1(mA)	600						
MS0912-60739	1S1267-M	拡散接合形	一般整流	800		3.0	200	-40~150	1.2	3(A)	1(mA)	800						

(注1) t_{rr}測定回路



(注2) t_{rr}測定回路



定電圧ダイオード

認定番号	形名	構造	最大定格 (Ta=25°C)					電気的特性 (Ta=25°C)										外形			
			P	P _{ZM}	T _J	T ₁₇₅	I _{surge}	V _Z			γ _a (f=1kHz)		γ _z		I _R						
								MIN	TYP	MAX	TYP	MAX	TYP	MAX	条件	条件	MAX		条件	MAX	条件
								(mW)	(mW)	(°C)	(°C)	(mA)	(V)	(V)	(V)	(Ω)	(Ω)		(%/°C)	(%/°C)	I _Z
MS0003-60770	0225.8A-M	シリコン プレーナ形	250	1250	175	-65~175	210	5.3	5.6	6.0	4	35	0.032	0.050	10	5	2	0.7	42		
	0226.2A-M						190	5.8	6.2	6.6	5	20	0.042	0.060	10	5	3	0.6	38		
	0226.8A-M						180	6.4	6.8	7.2	7	10	0.048	0.065	8	50	5	0.5	35		
	0227.5A-M						160	7.1	7.5	7.9	8	10	0.055	0.070	8	30	6	0.5	32		
	0228.2A-M						150	7.7	8.2	8.7	10	15	0.060	0.077	8	5	6.5	0.5	29		
	0228.1A-M						130	8.6	9.1	9.6	15	20	0.065	0.081	6	2	7	0.55	26		
	02210A-M						120	9.4	10	10.6	18	25	0.070	0.085	6	2	8	0.6	24		
	02211A-M						110	10.4	11	11.6	22	35	0.074	0.088	6	2	8.4	0.65	22		
	02212A-M						100	11.4	12	12.6	27	35	0.077	0.090	5	2	9.1	0.7	20		
	02213A-M						89	12.4	13	14.1	32	40	0.080	0.092	5	2	9.9	0.8	18		
	02215A-M						80	13.9	15	15.6	38	45	0.084	0.095	5	2	11	0.9	16		
	02216A-M						74	15.4	16	17.1	46	60	0.087	0.097	3.5	2	12	1.0	15		
	02218A-M						65	16.9	18	19.1	54	70	0.092	0.099	3.5	2	14	1.2	13		
	02220A-M						59	18.9	20	21.2	59	80	0.093	0.100	3.0	2	15	1.4	12		
	02222A-M						54	20.7	22	23.5	64	100	0.094	0.101	2.5	2	17	1.6	11		
	02224A-M						49	22.7	24	25.9	70	200	0.095	0.103	2.5	2	18	1.8	9.7		

定電圧ダイオード

認定番号	形名	構造	最大定格 (Ta=25°C)				電 気 的 特 性 (Ta=25°C)										外形
			P (W)	P _{ZM} (0.01Sec) (W)	T _J (°C)	T ₁₁₈ (°C)	V _Z			7d(f=1kHz)	7z	測定条件 I _Z (mA)	I _R (1)	I _R (2)	測定条件 V _R (V)		
							MIN	TYP	MAX	MAX	MAX		(μA)	(μA)			
							(V)	(V)	(V)	(Ω)	(%/°C)		初期値最大	終止点最大			
MS0003-80771	126.8-M	拡散型	1	5	150	-65~150	6.4	6.8	7.5	5	0.057	35	150	300	5.0		
	127.5-M						7.1	7.5	7.9	5	0.061	35	75	200	6.0		
	126.2-M						7.7	8.2	8.7	7	0.065	35	50	100	6.5		
	128.1-M						8.6	9.1	9.6	8	0.068	25	25	50	7.0		
	1210-M						9.4	10	10.6	8	0.071	25	10	50	8.0		
	1211-M						10.4	11	11.6	8	0.073	25	5	20	8.4		
	1212-M						11.4	12	12.6	9	0.076	20	5	20	9.1		
	1213-M						12.4	13	14.1	10	0.079	20	5	20	9.9		
	1215-M						13.9	15	15.6	20	0.082	20	5	20	11		
	1216-M						15.4	16	17.1	25	0.083	15	5	20	12		
	1218-M						16.9	18	19.1	35	0.085	15	5	20	14		
	1220-M						18.9	20	21.2	40	0.086	15	5	20	15		
	1222-M						20.8	22	23.3	45	0.087	10	5	20	17		
	1224-M						22.7	24	25.9	50	0.088	10	5	20	18		
	1227-M						25.1	27	28.9	70	0.090	10	5	20	21		
	1230-M						28	30	32.0	80	0.091	7.5	5	20	23		
	1233-M						31	33	35.0	90	0.092	7.5	5	20	25		
	1236-M						34	36	38.0	100	0.093	7.5	5	20	27		
	1238-M						37	39	41.0	100	0.094	6.0	5	20	30		
	1243-M						40	43	45.0	100	0.095	6.0	5	20	33		
	1247-M						44	47	50.0	110	0.095	6.0	5	20	36		
	1251-M						48	51	54	110	0.096	4.5	5	20	39		
	1256-M						53	56	60	120	0.096	4.5	5	20	43		
	1262-M						58	62	66	125	0.097	4.5	5	20	47		
	1268-M						64	68	72	150	0.097	3.5	5	20	52		
	1275-M						71	75	79	175	0.098	3.5	5	20	56		
	1282-M						77	82	87	200	0.098	3.5	5	20	62		
	1281-M						86	91	96	250	0.099	2.5	5	20	69		
	12100-M						94	100	106	350	0.100	2.5	5	20	76		
	12110-M						104	110	116	450	0.100	2.5	5	20	84		
12120-M	114	120	126	550	0.100	2.0	5	20	91								
12130-M		130	141	700	0.100	2.0	5	20	99								
12150-M		150	156	1000	0.100	2.0	5	20	114								

定電圧ダイオード

認定番号	型名	構造	最大定格 (Ta = 25°C)				電気的特性 (Ta = 25°C)							外形	
			P (W)	P _{ZM} (W)	T _J (°C)	T _{stg} (°C)	V _Z			r _d (f=1kHz)	τ _Z	測定条件 I _Z (mA)	I _R		
							MIN	TYP	MAX	MAX	MAX		MAX		MAX
							(V)	(V)	(V)	(Ω)	(%/°C)	(μA)	測定条件 V _R (V)		
MS0003-80772	10Z6.8-M	拡散型	10	50	150	-65~150	6.4	6.8	7.2	1.2	0.057	350	150	5.0	
	10Z7.5-M						7.1	7.5	7.9	1.3	0.061	350	100	6.0	
	10Z8.2-M						7.7	8.2	8.7	1.5	0.065	350	50	6.5	
	10Z9.1-M						8.6	9.1	9.6	2.0	0.068	250	25	7.0	
	10Z10-M						9.4	10	10.6	3.0	0.071	250	25	8.0	
	10Z11-M						10.4	11	11.6	3.0	0.073	250	10	8.4	
	10Z12-M						11.4	12	12.6	3.0	0.076	200	10	9.1	
	10Z13-M						12.4	13	14.1	3.0	0.079	200	10	9.9	
	10Z15-M						13.9	15	15.6	3.0	0.082	200	10	11	
	10Z16-M						15.4	16	17.1	4.0	0.083	150	10	12	
	10Z18-M						16.9	18	19.1	6.0	0.085	150	10	14	
	10Z20-M						18.9	20	21.2	7.0	0.086	150	10	15	
	10Z22-M						20.8	22	23.3	8.0	0.087	100	10	17	
	10Z24-M						22.7	24	25.9	9.0	0.088	100	10	18	
	10Z27-M						25.1	27	28.9	11.0	0.090	100	10	21	
	10Z30-M						28.0	30	32.0	11.0	0.091	75	10	23	
	10Z33-M						31	33	35.0	11.0	0.092	75	10	25	
	10Z36-M						34	36	38.0	11.0	0.093	75	10	27	
	10Z39-M						37	39	41.0	11.0	0.094	60	10	30	
	10Z43-M						40	43	45.0	12.0	0.095	60	10	33	
	10Z47-M						44	47	50.0	14.0	0.095	60	10	36	
	10Z51-M						48	51	54	15.0	0.096	45	10	39	
	10Z55-M						53	56	60	16.0	0.096	45	10	43	
	10Z62-M						58	62	66	17.0	0.097	45	10	47	
	10Z68-M						64	68	72	18.0	0.097	35	10	52	
	10Z75-M						71	75	79	22.0	0.098	35	10	56	
	10Z82-M						77	82	87	25.0	0.098	35	10	62	
	10Z91-M						86	91	96	35.0	0.099	25	10	69	
	10Z105-M						94	100	106	40.0	0.100	25	10	76	
	10Z110-M						104	110	116	55.0	0.100	25	10	84	
10Z120-M	114	120	126	75.0	0.100	20	10	91							
10Z130-M	124	130	141	100	0.100	20	10	99							
10Z150-M	139	150	156	175	0.100	20	10	114							

電々公社認定品

シリコンNPNトランジスタ

形名	構造	用途	最大定格 (Ta=25°C)					電気的特性 (Ta=25°C)															外形							
			V _{CE0}	V _{CEO}	V _{EB0}	I _C	P _C	T _J	I _{CB0}			f _T			h _{FE}			飽和電圧				C _{ob}			スイッチング特性					
									MAX	条件	I _E	MIN	TYP	条件	I _E	MIN	MAX	条件	I _C	V _{CE(sat)}	V _{BE(sat)}	条件		TYP	MAX	条件	t _{on}	t _{10%}	t _f	
																						V _{CB}								V _{CE}
(V)	(V)	(V)	(A)	(W)	(°C)	(μA)	(V)	(mA)	(MHz)	(MHz)	(V)	(A)			(V)	(A)	(V)	(V)	(A)	(A)	(pF)	(pF)	(V)	(μs)	(μs)	(μs)				
2SD110 ①	シリコンNPN 拡散接合形	スイッチング用 電力増幅用	130	110	10	10	*100	150	10	50	0	0.5	—	10	1	30	300	5	1	1.5	2.5	5	1	150	300	50	3	7	5	TO-3

*P_Cの測定条件T_C=25°Cのときの値

マイクロ波トランジスタ

形名	用途	構造	最大定格 (Ta=25°C)					電気的特性 (Ta=25°C)															外形				
			V _{CE0}	V _{CEO}	V _{EB0}	I _C	P _C	T _J	I _{CB0}		h _{FE}				f _T				C _{ob} (f=1MHz)			P ₀					
									MAX	条件	MIN	MAX	条件		MIN	TYP	条件		TYP	MAX	条件	MIN		TYP	条件		
													V _{CB}	V _{CE}			I _C	I _E							V _{CB}	f	P ₁
(V)	(V)	(V)	(mA)	(W)	(°C)	(μA)	(V)			(V)	(mA)	(GHz)	(GHz)	(V)	(mA)	(pF)	(pF)	(V)	(W)	(W)	(GHz)	(W)	(V)				
2SC1200 ①	L-Sバンド 電力増幅・発振	エピタキシャル プレーナ形	40	20	3.5	180	*2.5	175	1	20	20	250	5	100	1	1.7	5	100	2.3	3	18	0.9	1.05	2	0.4	18	2-3B

*P_Cの測定条件T_C=25°Cのときの値

東芝半導体製品保守廃止品種一覧表 Maintenance hist

47年4月現在次の品種が保守及び廃止品種となっておりますので、新規採用は代替品種にてご検討くださいますようお願い申し上げます。

○ 記号の説明

形名欄 ▲：保守品種 Renewal Use
 ▲：廃止品種 Discontinued Type

S・43年までに廃止となっている品種は除いてあります。

(新)…新規設計の場合の代替推奨品種

Recommended products for newdesign

トランジスタ Transistor

形名 Type	代替品種 Recommended Type
▲ 2SA49 ㊄	(新)2SA495 ㊄
▲ 2SA50	(新)2SA495 ㊄
▲ 2SA52 ㊄	(新)2SA495 ㊄
▲ 2SA53 ㊄	(新)2SA495 ㊄
▲ 2SA74	(新)2SC394
▲ 2SA75 ㊄	(新)2SA522 ㊄
▲ 2SA127	(新)2SC499
▲ 2SA127 ㊄	(新)2SA429 ㊄
▲ 2SA128	(新)2SA467 ㊄
▲ 2SA129	(新)2SA467 ㊄
▲ 2SA229	(新)2SC385A
▲ 2SA229 ㊄	(新)2SC390
▲ 2SA230	(新)2SC399
▲ 2SA230 ㊄	(新)2SC387A ㊄
▲ 2SA239	(新)2SC785, C394
▲ 2SA240	(新)2SC784
▲ 2SA276	(新)2SC395A, C752 ㊄
▲ 2SA277	(新)2SA495 ㊄
▲ 2SA278	(新)2SA495 ㊄
▲ 2SA278 ㊄	(新)2SA522 ㊄
▲ 2SA282	(新)2SA467 ㊄
▲ 2SA283	(新)2SA467 ㊄
▲ 2SA284	(新)2SA467 ㊄
▲ 2SA304	(新)2SA495 ㊄
▲ 2SA305	(新)2SA495 ㊄
▲ 2SA311	(新)2SA467 ㊄
▲ 2SA312	(新)2SA467 ㊄
▲ 2SA313	(新)2SA495 ㊄
▲ 2SA314	(新)2SA495 ㊄
▲ 2SA315	(新)2SA495 ㊄
▲ 2SA316	(新)2SA495 ㊄
▲ 2SA372	(新)2SC395A, C752 ㊄
▲ 2SA433	(新)2SC380A
▲ 2SA446	(新)2SC395A
▲ 2SA466	(新)2SC941
▲ 2SA468	(新)2SA495
▲ 2SA468 ㊄	(新)2SA495 ㊄

形名 Type	代替品種 Recommended Type
▲ 2SA469	(新)2SA495
▲ 2SA469 ㊄	(新)2SA495 ㊄
▲ 2SA470	(新)2SC394
▲ 2SA471	(新)2SC380
▲ 2SA472	(新)2SC394
▲ 2SA474	(新)2SA495
▲ 2SA474 ㊄	(新)2SA495 ㊄
▲ 2SA475	(新)2SA495 ㊄
▲ 2SA476	(新)2SC394
▲ 2SA476 ㊄	(新)2SA495 ㊄
▲ 2SA477	(新)2SA495
▲ 2SA477 ㊄	(新)2SA495 ㊄
▲ 2SA478	(新)2SA467 ㊄
▲ 2SA479	(新)2SA467 ㊄
▲ 2SA494 ㊄	(新)2SA493 ㊄
▲ 2SA501	2SA594
△ 2SA511	2SA510
△ 2SA513	2SA512
▲ 2SA517	(新)2SA495
▲ 2SA517 ㊄	(新)2SA495 ㊄
▲ 2SA518	(新)2SA495
▲ 2SA518 ㊄	(新)2SA495 ㊄
▲ 2SA525	(新)2SC784
▲ 2SA525 ㊄	(新)2SC387A ㊄
▲ 2SA538	(新)2SA495 ㊄
▲ 2SB25 ㊄	-
▲ 2SB26A	(新)2SC789
▲ 2SB40	(新)2SA495 ㊄
▲ 2SB43	(新)2SA562
▲ 2SB43A	(新)2SA561
▲ 2SB43 ㊄	(新)2SA495 ㊄
▲ 2SB44	2SB54(新)2SA561
▲ 2SB44 ㊄	(新)2SA495 ㊄
△ 2SB55	(新)2SA561
△ 2SB56A	(新)2SA561
▲ 2SB69 ㊄	(新)2SD52 ㊄
▲ 2SB94	2SB56

形名 Type	代替品種 Recommended Type
▲ 2SB149 ㊄	(新)2SD51 ㊄
▲ 2SB150	(新)2SA429 ㊄
△ 2SB189 ㊄	(新)2SA467 ㊄
▲ 2SB200	2SB461(新)2SA496
▲ 2SB200A	2SB461(新)2SA505
▲ 2SB200 ㊄	(新)2SA467 ㊄
▲ 2SB201	(新)2SA467 ㊄
▲ 2SB202	2SB461(新)2SA496
▲ 2SB202 ㊄	(新)2SA467 ㊄
▲ 2SB235	(新)2SD113
▲ 2SB236	(新)2SD114
▲ 2SB236 ㊄	(新)2SD55 ㊄
▲ 2SB237	(新)2SD114
▲ 2SB257	2SB440(新)2SC732
▲ 2SB258	(新)2SC793
▲ 2SB258 ㊄	(新)2SD114
▲ 2SB259	(新)2SC793
▲ 2SB259 ㊄	(新)2SD114
▲ 2SB260	(新)2SC793
▲ 2SB260 ㊄	(新)2SD114
▲ 2SB265	(新)2SA495 ㊄
▲ 2SB290	(新)2SA493 ㊄
▲ 2SB290 ㊄	(新)2SC587A ㊄
▲ 2SB291	(新)2SA493 ㊄
▲ 2SB292	(新)2SA493 ㊄
▲ 2SB292 ㊄	(新)2SA560 ㊄
▲ 2SB292A	(新)2SA493 ㊄
▲ 2SB292A ㊄	(新)2SA560 ㊄
▲ 2SB296	(新)2SC558
▲ 2SB296 ㊄	(新)2SA656
▲ 2SB306	(新)2SA429 ㊄
▲ 2SB415 ㊄	(新)2SA503
▲ 2SB421	(新)2SA682
▲ 2SB421 ㊄	(新)2SA512
▲ 2SB422	-
▲ 2SB423	-
△ 2SB424	(新)2SC791

形名 Type	代替品種 Recommended Type
▲ 2SB424 ㊟	(新)2SB502.
△ 2SB425	(新)2SA489
△ 2SB425 ㊟	(新)2SB502
△ 2SB426	(新)2SA489
△ 2SB426 ㊟	(新)2SB503
△ 2SB426A	(新)2SA489
▲ 2SB439 ㊟	(新)2SA493 ㊟
▲ 2SB440 ㊟	(新)2SA493 ㊟
△ 2SB462	(新)2SA489
△ 2SB462 ㊟	(新)2SB503, B434 ㊟
△ 2SB463 ㊟	(新)2SB435 ㊟
▲ 2SB464	(新)2SC789
▲ 2SB464 ㊟	(新)2SA657
▲ 2SB465	(新)2SC789
▲ 2SB465 ㊟	(新)2SA658
▲ 2SB482	(新)2SA495
▲ 2SB483	(新)2SA495
▲ 2SB486	(新)2SA493
▲ 2SC13	(新)2SC372 ㊟, C373 ㊟
▲ 2SC14	(新)2SC372 ㊟, C373 ㊟
▲ 2SC19	2SC504
▲ 2SC20	2SC504
▲ 2SC70	2SC788
▲ 2SC71	(新)2SC372 ㊟, C373 ㊟
▲ 2SC72	(新)2SC372 ㊟, C373 ㊟
▲ 2SC74	(新)2SC594
▲ 2SC74 ㊟	2SC594 ㊟
▲ 2SC101	2SC521A
△ 2SC101A	(新)2SC521A
▲ 2SC102	2SC521A
▲ 2SC106	2SC517, C1237
▲ 2SC107	2SC517, C1237
▲ 2SC108	2SC108A
▲ 2SC109	2SC109A
△ 2SC199	—
▲ 2SC316 ㊟	2SC587A ㊟
▲ 2SC351	2SC380A
△ 2SC367	2SC735
△ 2SC368	(新)2SC1380A
▲ 2SC369	(新)2SC732
△ 2SC369 ㊟	2SC1000 ㊟
▲ 2SC370	(新)2SC372, C380
△ 2SC371	(新)2SC372
△ 2SC371 ㊟	(新)2SC372 ㊟
△ 2SC374	(新)2SC373, C733
▲ 2SC375	2SC784

形名 Type	代替品種 Recommended Type
▲ 2SC376	2SC499
▲ 2SC376 ㊟	2SC780A ㊟
△ 2SC377	2SC941
▲ 2SC379	2SC380A
△ 2SC384	2SC784
▲ 2SC385	2SC385A
▲ 2SC386	2SC386A
▲ 2SC387	2SC387A
▲ 2SC387 ㊟	2SC387A ㊟
▲ 2SC388	2SC388A
▲ 2SC389	2SC392
▲ 2SC391	2SC392A
▲ 2SC395	2SC395A
▲ 2SC396	2SC395A
▲ 2SC397	(新)2SC390
▲ 2SC483	2SC791
△ 2SC489	(新)2SC789
△ 2SC490	(新)2SC789
△ 2SC491	(新)2SC789
△ 2SC493	(新)2SC789
△ 2SC494	(新)2SC789
△ 2SC501	2SC594
▲ 2SC502	2SC481
△ 2SC511	2SC510
△ 2SC513	2SC512
△ 2SC515	2SC515A
▲ 2SC518	2SC558
▲ 2SC520	2SC520A
▲ 2SC521	2SC521A
△ 2SC523	2SC522
△ 2SC525	2SC524
▲ 2SC550	(新)2SC1241
▲ 2SC552	(新)2SC1242
▲ 2SC554	2SC548, C998
△ 2SC556	2SC1164
▲ 2SC559	2SC481
▲ 2SC588 ㊟	2SC594 ㊟
▲ 2SC601 ㊟	—
△ 2SC602 ㊟	—
△ 2SC611 ㊟	—
△ 2SC612 ㊟	—
▲ 2SC780 ㊟	2SC780A ㊟
△ 2SC794	2SC793
△ 2SC863	2SC383
△ 2SC864	2SC383
▲ 2SC991	2SC998

形名 Type	代替品種 Recommended Type
▲ 2SC992	2SC998
▲ 2SC999	—
▲ 2SC1002	2SC1120
▲ 2SC1003	2SC1121
△ 2SC1005	(新)2SC1172
△ 2SC1005A	(新)2SC1172A
▲ 2SC1122	2SC1122A
△ 2SC1170	(新)2SC1170A, C1172
▲ 2SD43	(新)2SC735
▲ 2SD43A	(新)2SC734
▲ 2SD104	(新)2SC509
▲ 2SD105	(新)2SC509
▲ 2SD107	—
▲ 2SD108	—
▲ 2SD191	2SC366 ㊟
▲ 2SD192	2SC366 ㊟
▲ 2SD193	2SC366 ㊟
▲ 2SD194	2SC366 ㊟
▲ 2SH22	2SH21
▲ 2SJ11	(新)2SK12, K15
▲ 2SJ12	(新)2SK12, K15
▲ 2SJ12 ㊟	—
▲ 2SJ13	(新)2SK15
△ 2SK13	2SK15
△ 2SK13 ㊟	2SK12 ㊟
▲ 2SK17	2SK30A
△ 3SK23	3SK28
▲ OS15	OS18
▲ OS16	OS18
▲ OS17	OS18

ダイオード Diode

形名 Type	代替品種 Recommended Type
△ M8482	(新)1S2187
△ 1S48	(新)1S1658
▲ 1S49	1S1658
△ 1S71	(新)1S2462
△ 1S72	(新)1S2462
△ 1S81	(新)1S2462
△ 1S82	(新)1S1587
△ 1S86	(新)1S2236
△ 1S87	(新)1S1588
△ 1S88	(新)1S1588
△ 1S89	(新)1S1588
▲ 1S127	-
▲ 1S128	-
△ 1S129	(新)1S1587
△ 1S130	(新)1S1587
△ 1S135	02Z5.6A
▲ 1S136	02Z6.2A
▲ 1S137	02Z7.5A
▲ 1S138	02Z8.2A
▲ 1S139	02Z9.1A
▲ 1S140	02Z11A
▲ 1S141	02Z13A
▲ 1S142	02Z15A
▲ 1S143	02Z16A
△ 1S145	(新)1S2236
△ 1S180	(新)1S2460
△ 1S181	(新)1S2461
△ 1S182	(新)1S2462
△ 1S183	(新)1S2463
▲ 1S184	1S1588
▲ 1S185	1S1588
△ 1S215	(新)1S212
△ 1S216	(新)1S213
▲ 1S217	1S214
▲ 1S218	1S1588
▲ 1S324	1S1588
▲ 1S325	1S1588
▲ 1S810	1S1585
▲ 1S989	1S276
△ 1S1514	(新)1S1585
△ 1S1515	(新)1S1586
△ 1S1516	(新)1S1587
▲ 1S1621	1S2091
△ 1S1722	(新)1S1549
△ 1S1807	(新)1S2187
▲ 1S2095	1S2095A

整流素子 Rectifier

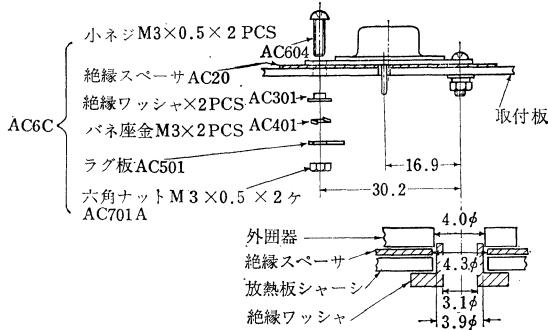
形名 Type	代替品種 Recommended Type
△ 1S1237	1S1834
△ 1S1238	1S1835
▲ 1S1465	
▲ 1S1719	1S2093
▲ 300GD12	300LD11
▲ 300JD12	"
▲ 300LD12	"
▲ M8320	152237B
▲ M8371-10K	1N44A1
▲ SF 3 B11	SF 3 B14
▲ SF 3 D11	SF 3 D14
▲ SF 3 G11	SF 3 G14
▲ SF 3 B12	SF 3 B14
▲ SF 3 D12	SF 3 D14
▲ SF 3 G12	SF 3 G14
▲ SF 3 B13	SF 3 B14
▲ SF 3 D13	SF 3 D14
▲ SF 3 G13	SF 3 G14
△ SF 5 Z11	SF 5 B12
△ SF 5 A11	"
△ SF 5 B11	"
△ SF 5 C11	SF 5 D12
△ SF 5 D11	"
△ SF 5 E11	SF 5 F12
△ SF 5 F11	"
△ SF 5 G11	SF 5 G12
△ SF 5 H11	SF 5 J 12
△ SF 5 J 11	"
▲ SF10Z11	SF10B12
▲ SF10A11	"
▲ SF10B11	"
▲ SF10C11	SF10D12
▲ SF10D11	SF10D12
▲ SF10E11	SF10F12
▲ SF10F11	"
▲ SF10G11	SF10G12
▲ SF10H11	SF10J 12
▲ SF10J 11	"
▲ SF10L11	SF10L12
▲ SF10N11	SF10N12
▲ SF16Z11	SF16B12
▲ SF16A11	"
▲ SF16B11	"
▲ SF16C11	SF16D12
▲ SF16D11	"
▲ SF16E11	SF16F12

形名 Type	代替品種 Recommended Type
▲ SF16F11	SF16F12
▲ SF16G11	SF16G12
▲ SF16H11	SF16J 12
▲ SF16J 11	"
▲ SF16L11	SF16L12
▲ SF16N11	SF16N12
▲ SF16R11	SF16Q12
△ SF50D11	SF50D12
△ SF50G11	SF50G12
△ SF50J 11	SF50J 12
△ SF50L11	SF50L12
△ SF50N11	SF50N12
△ SF50R11	SF50R12
△ SH 5 B11	SH 5 B12
△ SH 5 D11	SH 5 D12
△ SH 5 F11	SH 5 F12
△ SH 5 G11	SH 5 G12
△ SH 5 H11	SH 5 H12
△ SH 5 J 11	SH 5 J 12
△ SH16B11	SH16B12
△ SH16D11	SH16D12
△ SH16F11	SH16F12
△ SH16G11	SH16G12
△ SH16H11	SH16H12
△ SH16J 11	SH16J 12
△ SM 5 B11	SM 6 B14
△ SM 5 D11	SM 6 D14
△ SM 5 G11	SM 6 G14
△ SM 5 B12	SM 6 B14
△ SM 5 D12	SM 6 D14
△ SM 5 G12	SM 6 G14
▲ SM 5 B13	SM 6 B14
▲ SM 5 D13	SM 6 D14
▲ SM 5 G13	SM 6 G14
△ SM10B11	SM10B14
△ SM10D11	SM10D14
△ SM10G11	SM10G14
△ SM10B12	SM10B14
△ SM10D12	SM10D14
△ SM10G12	SM10G14
▲ SM10B13	SM10B14
▲ SM10D13	SM10D14
▲ SM10G13	SM10G14

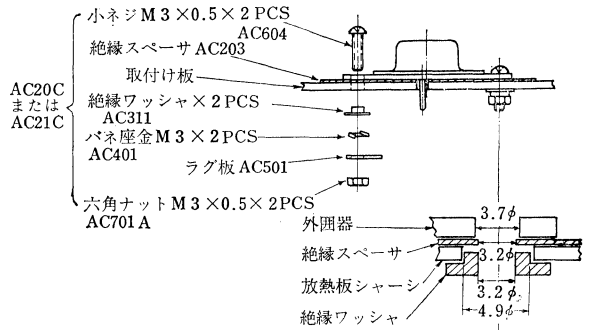
アクセサリについて / Mounting Kits and Parts

半導体を使用するとき、アクセサリの必要なものがありますが、それらについては個別規格の外形図の下にある番号の部品が、原則として適用されます。それについての使用法を図示しますと、次のようになります。

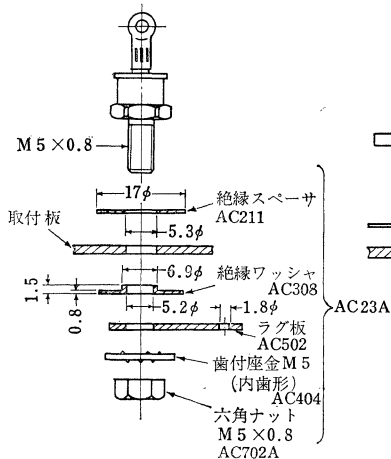
AC6C (2-19A(Si), TO-3に適用)



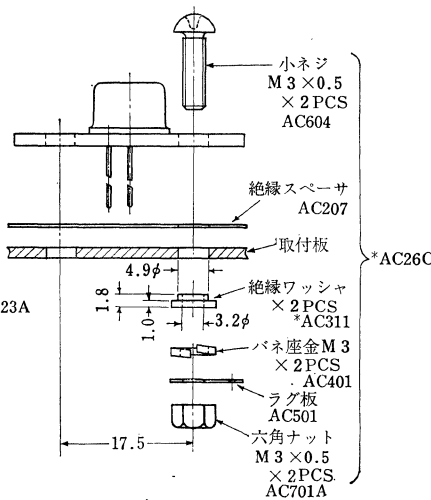
**AC20C (2-13B, TO-66に適用)
AC21C (2-13B, TO-66に適用)**



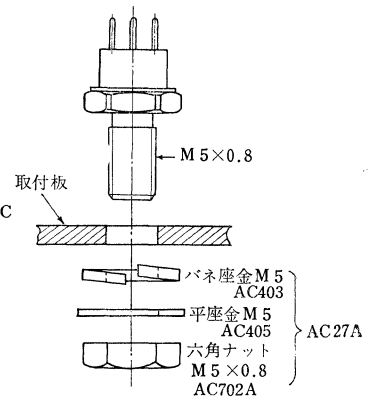
AC23A (3-11D, 3-11Hに適用)



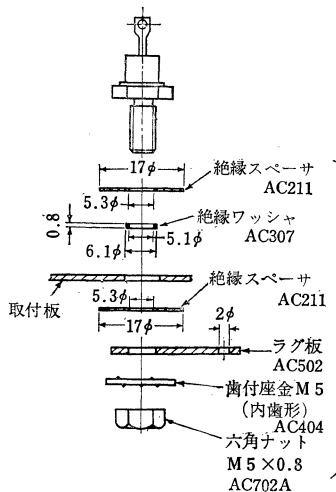
AC26C (2-9に適用)



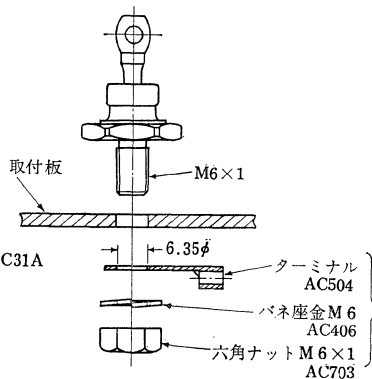
AC27A (2-9A, TO-60に適用)



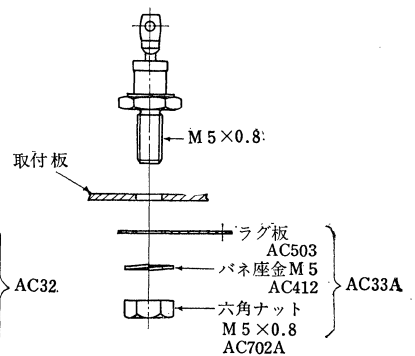
AC31A (3-7D, 3-8G, 3-8Kに適用)



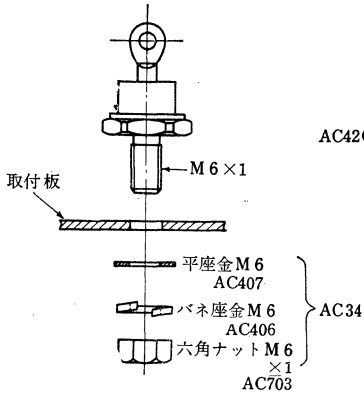
AC32 (3-11Cに適用)



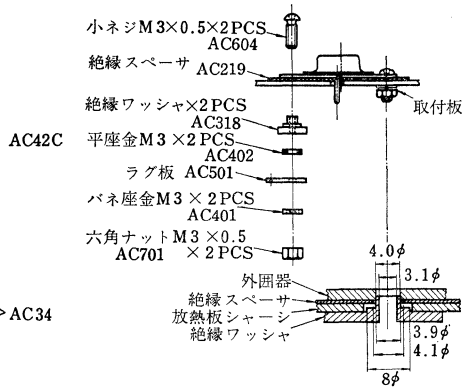
AC33A (3-7Eに適用)



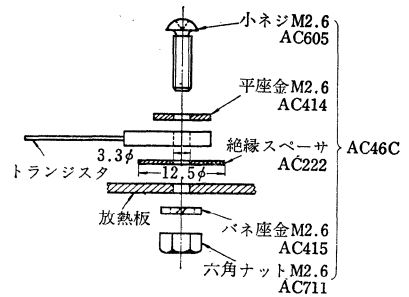
AC34 (3-12, 3-13Gに適用)



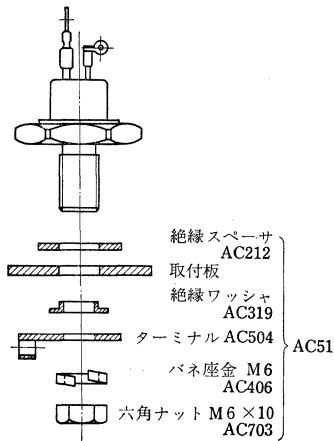
AC42C (2-19C, TO-3に適用)



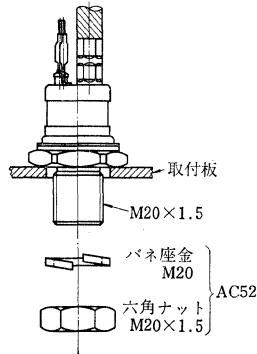
AC46C (2-8Lに適用)



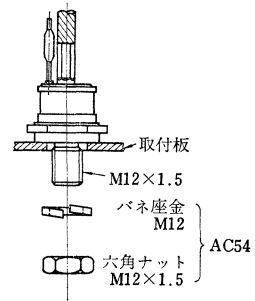
AC51 (3-11Lに適用)



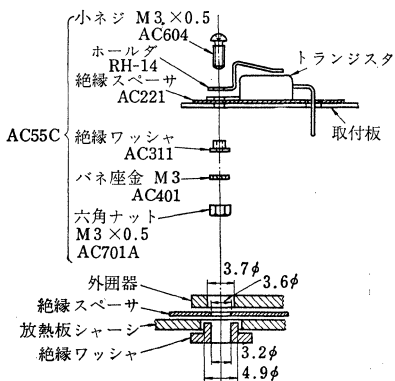
AC52 (3-35, 3-35Aに適用)



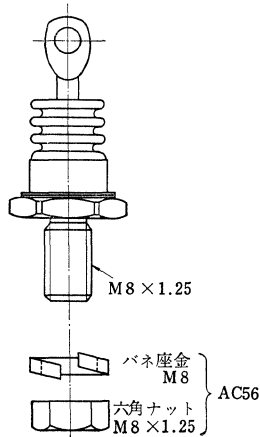
AC54 (3-27Bに適用)



AC55C (2-10に適用)



AC56 (3-12B, 3-13H, 3-19A, 3-13Mに適用)



備考

- 1.小ネジおよび六角ナットはISOネジを採用しております
- 2.取り付けにあたっては絶縁スペーサにシリコングリス(東芝シリコンコンパウンド TSK-550 または相当品)を塗布して使用すると放熱効果がいちじるしく向上します ISO standards are adopted for small screws and hexagonal nuts. Radiation effect is marvelously enhanced when applying silicon grease (Toshiba Silicon Compound TSK-550 or equivalent) to the insulating spacer when installing

絶縁スペーサ Insulating spacers

No.	材 料	規 格 寸 法 (mm)									図
		ϕb	e	ϕd	q	s	U_1	U_2	t		
AC201	マイカ	2.0	10.9	4.3	30.15	16.87	46.0	32.0	0.05~0.08	1	
AC202	マイラー	2.0	10.9	4.3	30.15	16.87	46.0	32.0	"	1	
AC203	マイカ	2.0	5.08	3.2	24.38	14.7	34.0	20.0	"	1	
AC204	マイラー	2.0	5.08	3.2	24.38	14.7	34.0	20.0	"	1	
AC207	マイカ	0.75	5.08	3.3	17.5	—	27.4	14.7	"	2	
AC211	"	5.3	—	—	—	—	17	—	0.15~0.20	3	
AC212	"	6.3	—	—	—	—	21.5	—	0.10~0.16	3	
AC219	"	2.0	10.9	4.1	30.15	16.87	50.0	36	0.13~0.18	1	
AC221	"	2.0	5.08	3.6	—	14.7	25	15	0.05~0.08	4	
AC222	"	3.3	—	—	—	—	12.5	—	"	3	

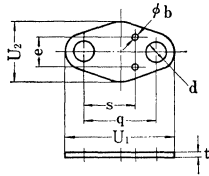


図 1

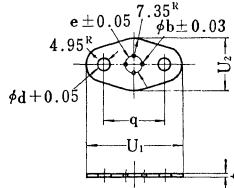


図 2

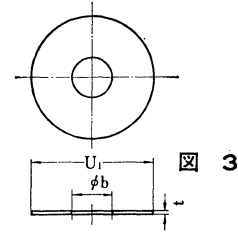


図 3

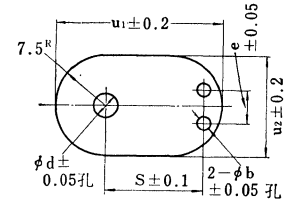


図 4

絶縁ワッシャ Insulating Washers

No.	材 質	規 格 寸 法 (mm)							図
		ϕD_1	ϕD_2	ϕD_3	ϕD_4	H	h_1	h_2	
AC301	デルリン	3.1	3.9	8.0		3.0	1.0		1
AC311	66ナイロン	3.2	4.9	8.0		1.8	1.0		1
AC307	テフロン	5.1	—	6.9		—	0.8		2
AC308	デュラコン	5.2	6.9	17		1.5	0.8		1
AC318	66ナイロン	3.1	3.9	8.0	12	6.0	2.0	3.5	3
AC319	デルリン	6.3	8.0	14.0		2.2	0.8		1

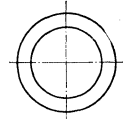
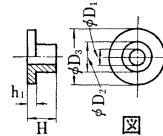


図 2

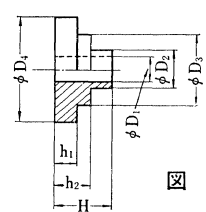
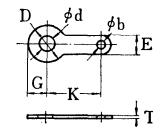


図 3

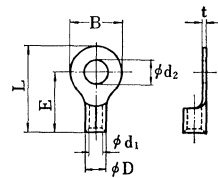
ラグ板 lug plates

No.	材 料	規 格 寸 法 (mm)							JIS名称
		ϕb	ϕd	ϕD	E	G	K	T	
AC501	黄銅 Niメッキ	1.5	3.5	7.0	4.0	3.5	8.5	0.3	JIS C 2803 ET型類似
AC502	"	1.8	5.0	11.0	4.0	5.5	12.7	0.5	JIS C 2803 ET型端子
AC503	"	"	"	"	"	"	15	"	JIS C 2803 ET型



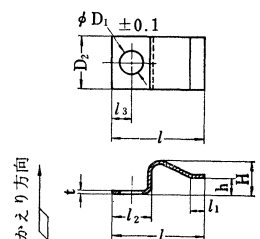
ターミナル Terminal

No.	材 料	規 格 寸 法 (mm)						
		L	E	B	ϕd_1	ϕD	ϕd_2	t
AC504	銅 Niメッキ	25.8	19.5	13.5	3.4	5.5	6.8	1.0



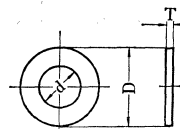
ラジエータホルダ Radiator Holder

No.	材 料	規 格 寸 法 (mm)								
		ϕD_1	D_2	H	h	l	l_1	l_2	l_3	t
RH-14	リン青銅 Niメッキ	3.6	8	5	2.5	14	2	6	3	0.5



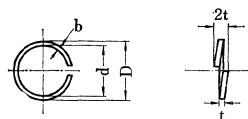
平座金 Plain washers

No.	材 料	規格寸法 (mm)			J I S 名称
		d	D	T	
AC402	黄銅 Niメッキ	3.3	6	0.5	JIS B1256 シガキ丸1種M3BsP
AC405	黄銅 Niメッキ	5.5	12	0.8	JIS B1256 M5BsP
AC407	"	6.5	11.6	0.8	"
AC414	"	2.9	5	0.5	JIS B1256 シガキ丸1種M2.6BsP



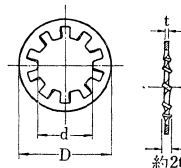
バネ座金 Spring washer

No.	材料処理	規格寸法 (mm)			J I S 名称
		d	b × t	DMax	
AC401	リン青銅 Niメッキ	3.1	1.1 × 0.7	5.9	JIS B 1251バネ 座金2号3PBW
AC403	"	5.1	1.7 × 1.3	9.2	" 2号M5
AC406	鉄 Niメッキ	6.1	2.7 × 1.5	12.2	" 2号M6
AC412	"	5.1	1.7 × 1.3	9.2	" 2号M5
AC415	PHB Niメッキ	2.7	1.0 × 0.6	5.3	" 2号M2.6PB



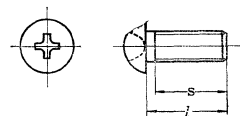
歯付き座金 Toothed lock washers

No.	材 料	規格寸法 (mm)					JIS名称
		呼び	d	D	t	歯数	
AC404	鉄 Snメッキ	5	5.3	10.0	0.63	10	JIS B1255 内歯形5F



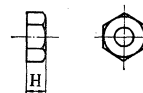
小ネジ Small screws

No.	材 料	規格寸法 (mm)			J I S 名称
		呼び × ピッチ	ℓ	S	
AC604	黄銅 Niメッキ	M3 × 0.5	12	12	JIS B1111 十字穴付ナベ小ネジ M3 × 0.5 × 12Bs
AC605	"	M2.6 × 0.45	10	10	JIS B1111 十字穴付ナベ小ネジ M2.6 × 10Bs



六角ナット Hexagonal Nuts

No.	材 料	規格寸法 (mm)		J I S 名称
		呼び × ピッチ	H	
AC701A	黄銅 Niメッキ	M3 × 0.5	2.4	JIS B1181 六角ナット1種2級 M3 × 0.5BsB
AC702A	"	M5 × 0.8	4	" 1種2級 M5 × 0.8Bs
AC703	"	M6	5	" 1種上2級 M6Bs
AC711	"	M2.6 × 0.45	2	" 1種上2級 M2.6Bs



新製品ガイド\New Product Guide

(詳細についてはお問い合わせください)

1. トランジスタ Transistor

• 回復時間： $t_{rr}=6\mu s$ 以下

• エポキシ，モールド形

2SA740

シリコンPNP三重拡散メサ形トランジスタ

○垂直出力用

- 高耐圧です： $V_{CEO}=150V$
- 電流容量が大きい： $I_C=1.5A$
- 2SC1448とコンプリメンタリになります
- プラスチックモールド形です
(TOSHIBA 2-10)

2SC1242A (TENTATIVE)

シリコンNPNエビタキシャルプレーナ形トランジスタ

○VHF (144~175MHz) 移動無線送信機出力段用
(低電圧用)

- 高電力利得 10dB (Min.)
- 10~15W無線送信機終段用に最適
- エミッタ電極がスタッドに接続されているため
動作安定
- (JEDEC TO-10A)

2SC1447

シリコンNPNエビタキシャルプレーナ形トランジスタ

○垂直励振増幅用

- 高耐圧です： $V_{CEO}=300V$
- プラスチックモールド形です
(TOSHIBA 2-10)

2SC1448

シリコンNPN三重拡散メサ形トランジスタ

○垂直出力用

- 高耐圧です： $V_{CEO}=150V$
- 電流容量が大きい： $I_C=1.5A$
- 2SA740とコンプリメンタリになります
- プラスチックモールド形です
(TOSHIBA 2-10)

2. 整流素子 Rectifier

1S1832

シリコン拡散接合形整流素子

○TV クランプ用

- せん頭逆電圧： $V_{RM}=1800V$
- 平均整流電流： $I_O=0.7A$

1R5BZ61, 1R5DZ61, 1R5GZ61

シリコン拡散接合形整流素子

○一般用

- せん頭逆電圧： $V_{RM}=100\sim 400V$
- 平均整流電流： $I_O=1.5A$
- ガラスパッケージ形

3. サイリスタ Thyristor

SH300J22, SH300J22A

シリコン拡散合金接合形サイリスタ

○高速用

- せん頭順阻止電圧およびせん頭逆電圧
： $V_{FM}=V_{RM}=600V$
- 平均順電流： $I_O=300A$
- ターンオフタイム： $t_{off}=15\mu s$ 以下
- 両面冷却，風冷形

SM2B42, SM2D42, SM2G42

シリコン拡散接合形双方向サイリスタ

○交流電力制御用

- せん頭阻止電圧： $V_{DRM}=100\sim 400V$
- 実効通電々流： $I_{T(RMS)}=2A$
- エポキシモールド形

SM16D12, SM16G12

シリコン拡散接合形双方向サイリスタ

○交流電力制御用

- せん頭阻止電圧： $V_{DRM}=200\sim 400V$
- 実効通電々流： $I_{T(RMS)}=16A$
- フラットベース形

'73

東芝半導体ハンドブック

NDC 548

昭和47年11月1日 第1版発行 ©

定価 5000円

編者 東京芝浦電気株式会社
発行者 川崎嘉信
発行所 株式会社 誠文堂新光社
東京都千代田区神田錦町1の5
郵便番号101
電話(292)1211(代表)
振替口座東京6294

—発行雑誌—

無線と実験・初歩のラジオ・電子展望・子供の科学・天文ガイド
農耕と園芸・ガーデンライフ・商店界・ブレン・アイデア・
四喜・愛犬の友

印刷・信毎書籍印刷株式会社 製本・(神田)若林製本所
Printed in Japan

