

記号の説明

一般的記号の表示方法

電気的特性などを表す略号として次の記号を使います。

V : 電圧	f : 周波数
I : 電流	C : 容量
P : 電力	N : 雑音
T : 温度	t : 時間

これらは直流の場合大文字、交流の場合小文字とし、これらのあとに添字を付け内容を説明します。

第1添字

- (1) 記号の補足説明 例 Tstg
- (2) 電極位置の説明 例 I_c
- (3) 伝達の方向説明
 - i : 入力
 - r : 逆伝達
 - f : 順伝達
 - o : 出力

第2添字

接地電極を示す 例 V_{CB0}

第3添字

- (1) 第1、第2添字以外の電極の状態の説明
 - S : 第3電極を接地電極に短絡する。
 - R : 第3電極と接地電極との間に規定の抵抗を接続する。
 - O : 第3電極を開放する。
- (2) 素子の電気的狀態の説明
 - (sat) : 素子が電気的特性上飽和状態であることを示す。
 - (off) : 素子が電気的特性上しゃ断状態であることを示す。

記号説明

- V_{CB0} : (コレクタ・ベース間電圧 Collector to Base Voltage) エミッタをオープンしたときのコレクタ・ベース間最大電圧。コレクタ・ベース接合の電子なだれ降伏電圧でありPN接合に10⁵V/cm以上加わると起こります。
- V_{EB0} : (エミッタ・ベース間電圧 Emitter to Base Voltage) コレクタをオープンしたときのエミッタ・ベース間最大電圧。エミッタ・ベース接合の電子なだれ降伏又はツェナー降伏です。
- V_{CE0} : (コレクタ・エミッタ間電圧 Collector to Emitter Voltage) ベースをオープンしたときの、コレクタ・エミッタ間最大電圧。V_{CB0}とh_{FE}により定まります。

$$V_{CE0} = \frac{V_{CB0}}{\sqrt{1+h_{FE}}} \quad m : 3\sim 4NPN$$

$$6\sim 8PNP$$

V_{CER} : (コレクタ・エミッタ間電圧 Collector to Emitter Voltage) ベース・エミッタ間に抵抗を接続したときのコレクタ・エミッタ間最大電圧、V_{CB0}とR_{BE}によって定まります。

$$V_{CER} = V_{CB0} \sqrt[1-m]{1 - \frac{I_{CB0}(r_b + R_{BE})}{V_{TF}}}$$

r_b : ベース抵抗

V_{TF} : ベース・エミッタ間順方向立上がり電圧

V_{CES} : (コレクタ・エミッタ間電圧 Collector to Emitter Voltage) ベース・エミッタ間をショートしたときのコレクタ・エミッタ間最大電圧。

$$V_{CES} = V_{CB0} \sqrt[1-m]{1 - \frac{I_{CB0} - r_b}{V_{TF}}} \approx V_{CB0}$$

I_c : (コレクタ電流 Collector Current) ベース・エミッタ間に順方向電圧を加えたときにコレクタ接合の逆方向に流れる電流。

エミッタから注入されたベースの少数キャリア成分とコレクタ空乏層で発生した多数キャリア成分とからなっている。

当社は通常T_{Jmax}以下においてh_{FE}が最大値の1/2～1/3に低下する電流としています。

I_B : (ベース電流 Base Current) ベース・エミッタ間に順方向電圧を加え、エミッタ・コレクタ間をショートしたときのベースに流れる電流。単体Trにおいて通常コレクタ電流の1/3程度です。

P_c : (コレクタ損失 Collector Dissipation) 電源からトランジスタに入り込む電力Pinから出力に取り出した電力Poutを引いた値がトランジスタのコレクタ内で消費された電力で、これをコレクタ損失といいます。通常素子接合部温度(T_J)が最大となるときにV_{CE} × I_cの積です。なおこの基準温度は25 度です。

T_J : (接合部温度 Junction Temperature) 素子で消費される電力による熱および周囲温度の和であり、許容最大接合部温度(T_{Jmax})は、素子材料およびパッケージ材料で制限され、その温度での放置あるいは動作寿命の結果により決定されます。

Tstg : (保存温度範囲 Storage Temperature Range) 電気的に無負荷の状態では放置できる周囲温度の範囲をいい、上限は許容最大接合部温度、下限はパッケージ材料で決定されます。

C_{ib} : (エミッタ入力容量 Emitter input Capacitance) ベース接地における入力容量、コレクタ開放で規定のエミッタ・ベース電圧および周波数で測定したエミッタ・ベース間容量で、ケースの浮遊容量を含みます。

Cob : (コレクタ出力容量 Output Capacitance) ベース接地における出力容量、エミッタ開放で規定のコレクタ・ベース電圧および周波数で測定したコレクタ・ベース間容量でケースの浮遊容量を含みます。

Cre : (帰還容量 Small Signal Reverse Transfer Capacitance) Y_{re} の虚数部です。

f_T : (利得帯域幅積 Transition frequency) エミッタ接地小信号電流増幅率 h_{FE} が規定の V_{CE} 、 I_C で1になる周波数。

Cc・r_{bb'} : (コレクタ・ベース時定数 Collector to Base Time Constant) コレクタ容量Ccとベース抵抗r_{bb'}の積。最大発振周波数f_{Max.}としゃ断周波数には次の関係があります。

$$f_{Max.}^2 \approx \frac{f_{\alpha}}{8\pi Cc \cdot r_{bb'}}$$

h_{FE} : (エミッタ接地直流電流増幅率 DC Current Transfer Ratio) 規定の V_{CE} 、 I_C における I_C/I_B の比です。

h_{ie} : (閉路小信号入力インピーダンス) 出力短絡における交流入力電圧と交流入力電流との比。(エミッタ接地) 通常f = 270Hz

h_{re} : (閉路小信号逆電圧増幅率 Reverse Voltage Transfer Ratio) 出力短絡における交流出力電流と交流入力電流との比。(エミッタ接地) 通常f = 270Hz

h_{oe} : (閉路小信号出力アドミタンス Output Admittance) 入力開放における交流出力電流と出力端子に加えられた交流電圧との比。(エミッタ接地) 通常f = 270Hz

I_{CBO} : (コレクタしゃ断電流 Collector Cutoff Current) エミッタ開放におけるコレクタ・ベース間に規定の電圧を印加したときのコレクタに流れる電流です。

I_{CEO} : (コレクタしゃ断電流 Collector Cutoff Current) ベース開放における、コレクタ・エミッタ間に規定の電圧を印加したときのコレクタに流れる電流。なおI_{CEB}はベース・エミッタ間に規定の抵抗を接続したとき、またI_{CES}はベース・エミッタ間を短絡したときのコレクタに流れる電流です。

I_{EBO} : (エミッタしゃ断電流 Emitter Cutoff Current) コレクタ開放における、エミッタ・ベース間に規定の電圧を印加したときのエミッタに流れる電流です。

NF : (雑音指数 Noise Figure) 装置の単位帯域幅当りの有能雑音出力電力と、入力端子に実際に接続されている信号源抵抗によって生じる雑音出力の比を、標準温度290°Kにおいて測定したものです。

$$NF = 10 \log \frac{\text{全有能雑音出力電力}}{\text{信号源抵抗の熱雑音によって生じる出力雑音電力}}$$

$$= 10 \log \frac{\text{入力の信号対雑音比}}{\text{出力の信号対雑音比}} = \frac{S_i N_i}{S_o N_o}$$

$$= 10 \log \frac{E_{ni}^2}{E_i^2}$$

なお、 E_{ni} は等価入力雑音 E_i は入力抵抗の熱雑音増幅器の雑音は、入力端子に直列の電圧源 e_n (インピーダンスゼロ)、入力端子に並列に電流源 i_n (インピーダンス無限大)と両者の相関係数C(図には示しておりません)で表されます。

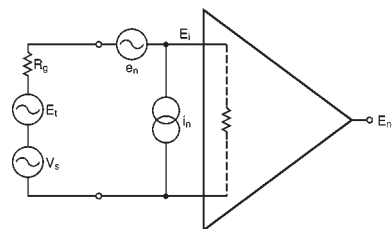


Fig.1

$$E_{ni}^2 = E_i^2 + e_n^2 + i_n^2 R_g^2$$

$$E_i^2 = 4KTR_g \quad f$$

すなわち

$$NF = 10 \log \frac{4KTR_g + e_n^2 + i_n^2 R_g^2}{4KTR_g}$$

また、トランジスタの1/f雑音を除いた中域周波数における雑音は

$$e_n^2 = 4KTr_{bb'} + 2qI_{CB}^2$$

$$i_n^2 = 2qI_B$$

で表され、 $r_{bb'}$ の低減と h_{FE} の上昇が雑音の改善に必要となります。

NV₁ : (実効値雑音電圧 Noise Voltage (RMS)) 指定の増幅器において(通常 $G_v = 80\text{dB}$ 、 $f = 20 \sim 20\text{kHz}$ $\pm 0_{-3}^0 \text{dB}$ 、FLAT Amp.)トランジスタの各電極に指定の直流電圧、電流を与え、指定の信号源抵抗における増幅器出力の雑音電圧の実効値。

NV₂ : (せん頭値雑音電圧 Noise Voltage (peak)) NV₁と同じ増幅器出力の雑音電圧のせん頭値。

PG : (電力利得 Power Gain) トランジスタの入力側に供給される電力と出力側に得られる電力との比。

$$G = \left(\frac{i_o}{i_i} \right)^2 \cdot \frac{R_o}{R_i} = \frac{V_{o|o}}{V_{i|i}}$$

R_{BE} : (ベース・エミッタ間抵抗 External Base to Emitter Resistance) ベース・エミッタ間に外付けする抵抗。

$r_{bb'}$: (ベース拡がり抵抗 Base Resistance) ベースの直列抵抗で不活性ベース領域内のベース拡がり抵抗および活性領域での横方向オーミック電圧降下をもたらす抵抗成分の総和。

t_d : (遅延時間 Delay Time) 入力パルスが加わってから、出力パルスが最大振幅の10%に達するまでの時間。(Fig.2)

t_r : (上昇時間 Rise Time) 出力パルスが最大振幅の10%から90%まで増加するまでの時間。(Fig.2)

t_{stg} : (蓄積時間 Storage Time) 入力パルスが終わってから出力パルスが最大振幅の90%に減少するまでの時間。(Fig.2)

t_f : (下降時間 Fall Time) 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。(Fig.2)

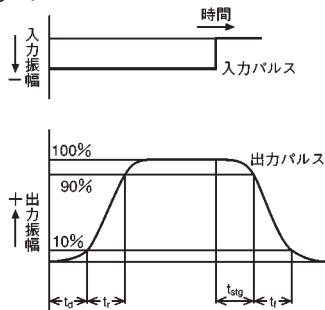


Fig.2 パルス応答 (PNPエミッタ接地例)

$V_{CE(sat)}$: (コレクタ飽和電圧 Collector Saturation Voltage) エミッタ接地増幅回路でベース電流を十分流したとき、コレクタ・エミッタ電圧が減少してベースコレクタ接合も順バイアスとなった状態。規定の V_{CE} 、 I_C において I_B を整数分(通常10)の1にとって測定します。

V_{BE} : (ベース・エミッタ間電圧 Base to Emitter Voltage) 規定の V_{CE} 、 I_C において測定します。

V_F : (順方向電圧 Forward Voltage) 規定の順方向電流を流したときの順方向電圧。

y_{ie} : (閉路小信号、入力アドミタンス input Admittance) 出力短絡における交流入力電流と交流入力電圧との比。(エミッタ接地)

$$y_{ie} = \frac{1}{r_{ie}} + j\omega C_{ie}$$

Y_{re} : (閉路小信号逆伝達アドミタンス Reverse Transfer Admittance) 入力短絡における入力側にあらわれた交流電流と出力端子に加えられた交流電圧との比。(エミッタ接地)

$$Y_{re} = |y_{re}| \exp(j\theta_{re})$$

Y_{fe} : (閉路小信号順伝達アドミタンス Forward Transfer Admittance) 出力短絡における、交流出力電流と交流入力電圧との比。(エミッタ接地)

$$Y_{fe} = |y_{fe}| \exp(j\theta_{fe})$$

Y_{oe} : (閉路小信号出力アドミタンス Output Admittance) 入力短絡における、交流出力電流と出力端子に加えられた交流電圧との比。(エミッタ接地)

$$y_{oe} = \frac{1}{r_{oe}} + j\omega C_{oe}$$

SOA : (安全動作領域 Safety Operating Area) トランジスタを破壊、劣化なく使用できる動作範囲領域1. 電流制限領域。最大コレクタ電流 I_{CMax} により制限される領域です。

領域2. 熱抵抗制限領域(P_C 領域)。すなわち熱抵抗により制限される領域で、コレクタ・エミッタ間電圧を V_{CE} 、コレクタ電流を I_C とすれば、トランジスタの消費電力 $P_C = V_{CE} \times I_C$ P_{CMax} でなければなりません。

領域3. 2次降伏制限領域。トランジスタの2次降伏により制限される領域で電圧が高くなるほどチップ内の欠陥やチップ接合部の不均一の箇所局部的な電流集中(hotspot)が起こり、トランジスタは2次降伏に突入しやすくなります。

この領域はトランジスタ破壊強度の差が出やすいので通常破壊強度はこの領域を管理いたします。領域4. 電圧制限領域。最大コレクタ・エミッタ間電圧 V_{CEOMax} により制限されます。

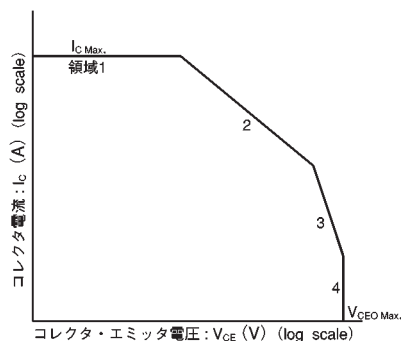


Fig.3 安全動作領域 (SOA)

Sパラメータ : (S parameter) 極超短波帯用のトランジスタの等価回路表現方法として散乱マトリクス(scattering matrix)の考え方を採用

$$b_1 = S_{11a1} + S_{12a2}$$

$$b_2 = S_{21a1} + S_{22a2}$$

として表したときの、四つの媒介変数 S_{11} 、 S_{12} 、 S_{21} 、 S_{22} をSパラメータという。

S_{11e} : 入力反射係数を表します。(エミッタ接地)
 S_{12e} : 逆方向伝送係数を表します。(エミッタ接地)
 S_{22e} : 順方向伝送係数を表します。(エミッタ接地)
 S_{22e} : 出力反射係数を表します。(エミッタ接地)
 以上のSパラメータはマイクロ波等の立体回路の特性を表示するもので反射波と透過波により定義されています。(Fig.4参照)

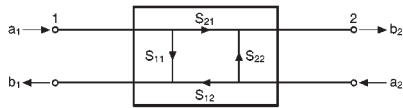


Fig.4

$$S_{11} = \left. \frac{b_1}{a_1} \right|_{a_2=0} \quad \text{出力2を終端して入射波}a_1\text{と反射波}b_1\text{の比で表示されます。}$$

$$S_{12} = \left. \frac{b_1}{a_2} \right|_{a_1=0} \quad \text{入力1を終端して入射波}a_2\text{と透過波}b_1\text{の比で表示されます。}$$

$$S_{21} = \left. \frac{b_2}{a_1} \right|_{a_2=0} \quad \text{出力2を終端して入射波}a_1\text{と透過波}b_2\text{の比で表示されます。}$$

$$S_{22} = \left. \frac{b_2}{a_2} \right|_{a_1=0} \quad \text{入力1を終端して入射波}a_2\text{と反射波}b_2\text{の比で表示されます。}$$

なおSパラメータとYパラメータ変換はTable1に示されます。

デジタルトランジスタの記号

- V_{CC} : (電源電圧 Power Supply Voltage) 特性、動作レベルが保証できる電圧の最大許容値です。この値はDC的な変動(一次電源、負荷の変動、温度経時変化)およびAC的な変動(リップル、雑音、スパイク電流)等を含めた値です。
- V_{IN} : (入力電圧 Input Voltage) 素子の動作が保証できる電圧の最大入力許容値です。
- I_o : (出力電流 Output Current) IN端子、GND端子間に順方向電圧 (V_1) を加え、OUT端子に連続的に流しうる電流の最大出力許容値です。

$I_{C(Max)}$: (コレクタ電流 Collector Current) 構成トランジスタ単体として流せる電流の最大値を示しています。

$I_{o(OFF)}$: (出力しゃ断電流 Output Cutoff Current) IN端子開放における、OUT端子、GND端子間に規定の電圧 (V_o) を印加したときのOUT端子に流れる電流です。

P_d : (許容損失 Power Dissipation) 素子の動作時に連続的に消費しうる電力の最大許容値です。

$V_{I(ON)Min.}$: (入力電圧 Input ON Voltage) OUT端子、GND端子間に順方向電圧 (V_o) を加え、規定の出力電流 (I_o) を流しうるに必要な最小入力電圧、つまりデジタルトランジスタがONである領域の最小入力電圧値をいいます。したがって、ON状態からOFF状態にしようとするれば、この最小入力電圧値よりもさらに下げる必要がありますので、良品の値はこれ以下になります (Fig.5参照)。

$V_{I(OFF)Max.}$: (入力電圧 Input OFF Voltage) OUT端子、GND端子間に規定の電源電圧 (V_{CC})、出力電流 (I_o) を加えた状態でIN端子、GND端子間に得られる最大入力電圧、つまりデジタルトランジスタがOFF状態を保つことができる領域の最大入力電圧値をいいます。したがって、OFF状態からON状態にしようとするれば、この最大入力電圧値よりもさらに上げる必要がありますので、良品の値はこれ以上になります。(Fig.5参照)。

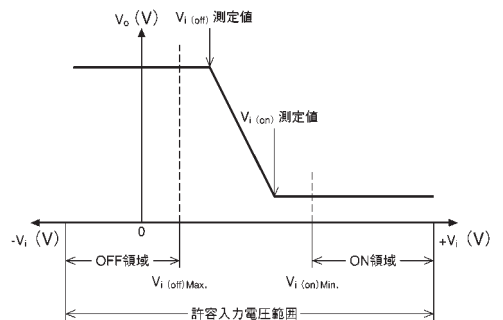


Fig.5 OFF領域 ON領域

Table1

S_{11}	$\frac{(1-y_{11})(1+y_{22})-y_{12}y_{21}}{(1+y_{11})(1+y_{22})-y_{12}y_{21}}$	y_{11}	$\frac{(1+S_{22})(1-S_{11})+S_{12}S_{21}}{(1+S_{11})(1+S_{22})-S_{12}S_{21}}$
S_{12}	$\frac{-2y_{12}}{(1+y_{11})(1+y_{22})-y_{12}y_{21}}$	y_{12}	$\frac{-2S_{12}}{(1+S_{11})(1+S_{22})-S_{12}S_{21}}$
S_{21}	$\frac{-2y_{21}}{(1+y_{11})(1+y_{22})-y_{12}y_{21}}$	y_{21}	$\frac{-2S_{21}}{(1+S_{11})(1+S_{22})-S_{12}S_{21}}$
S_{22}	$\frac{(1+y_{11})(1-y_{22})+y_{12}y_{21}}{(1+y_{11})(1+y_{22})-y_{12}y_{21}}$	y_{22}	$\frac{(1+S_{11})(1-S_{22})+S_{12}S_{21}}{(1+S_{11})(1+S_{22})-S_{12}S_{21}}$

$|s_{21e}|^2$: (順方向伝達利得 : Insertion Gain) 複素数表示される順方向伝送係数の絶対値の2乗をデシベル表示したものです。

$V_{O(ON)}$: (出力電圧 Output Voltage) 絶対最大定格を越えない任意の入力条件のもとでの出力端子電圧です。GND接地増幅回路で入力電流を十分流した時、出力電圧が減少してIN、OUT接合も順バイアスとなった状態。規定の V_o 、 I_o において I を整数(通常10~20)分の1にとって測定します。

$I_{I(Max.)}$: (入力電流 Input Current) IN端子、GND端子間に順方向電圧(V_i)を加え、IN端子に連続的に流しうる電流の最大入力許容値です。

G_i : (GND接地直流電流増幅率 DC Current Gain) 規定の V_o 、 I_o における I_o/I_i の比です。

R_i : (入力抵抗 Input Resistance) IN端子、トランジスタベース間に内蔵されている抵抗です。 R_i の許容範囲は $\pm 30\%$ としています。

R_2/R_1 : (抵抗比率 Resistance Ratio) 内蔵されている入力抵抗に対するトランジスタのベース・エミッタ間抵抗の比率です。

ご 注 意

本資料の一部または全部をロームの許可なく、転載・複写することを堅くお断りします。

本資料の記載内容は改良などのため予告なく変更することがあります。

本資料に記載されている内容は製品のご紹介資料です。ご使用にあたりましては、別途仕様書を必ずご請求のうえ、ご確認ください。

本資料に記載されております応用回路例やその定数などの情報につきましては、本製品の標準的な動作や使い方を説明するものです。したがって、量産設計をされる場合には、外部諸条件を考慮していただきますようお願いいたします。

本資料に記載されております情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、万が一、当該情報の誤り・誤植に起因する損害がお客様に生じた場合においても、ロームはその責任を負うものではありません。

本資料に記載されております技術情報は、製品の代表的動作および応用回路例などを示したものであり、ロームまたは他社の知的財産権その他のあらゆる権利について明示的にも黙示的にも、その実施または利用を許諾するものではありません。上記技術情報の使用に起因して紛争が発生した場合、ロームはその責任を負うものではありません。

本資料に掲載されております製品は、一般的な電子機器（AV機器、OA機器、通信機器、家電製品、アミューズメント機器など）への使用を意図しています。

本資料に掲載されております製品は、「耐放射線設計」はなされていません。

ロームは常に品質・信頼性の向上に取り組んでおりますが、種々の要因で故障することもあり得ます。

ローム製品が故障した際、その影響により人身事故、火災損害等が起こらないようご使用機器でのディレーティング、冗長設計、延焼防止、フェイルセーフ等の安全確保をお願いします。定格を超えたご使用や使用上の注意書が守られていない場合、いかなる責任もロームは負うものではありません。

極めて高度な信頼性が要求され、その製品の故障や誤動作が直接人命を脅かしあるいは人体に危害を及ぼすおそれのある機器・装置・システム（医療機器、輸送機器、航空宇宙機、原子力制御、燃料制御、各種安全装置など）へのご使用を意図して設計・製造されたものではありません。上記特定用途に使用された場合、いかなる責任もロームは負うものではありません。上記特定用途への使用を検討される際は、事前にローム営業窓口までご相談願います。

本資料に記載されております製品および技術のうち「外国為替及び外国貿易法」に該当する製品または技術を輸出する場合、または国外に提供する場合には、同法に基づく許可が必要です。



ローム製品のご検討ありがとうございます。
より詳しい資料やカタログなどご用意しておりますので、お問合せください。

ROHM Customer Support System

<http://www.rohm.co.jp/contact/>