

2SB737

エピタキシャルプレーナ形 PNP シリコントランジスタ
低 $r_{bb'}$ 低雑音増幅用/Low $r_{bb'}$ Low Noise Amp.
Epitaxial Planar PNP Silicon Transistor

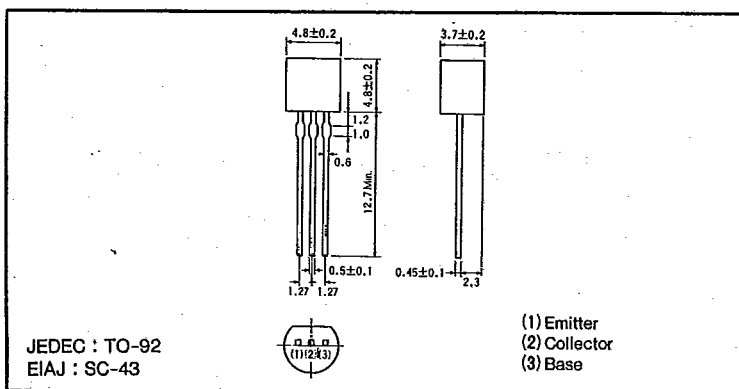
● 特長

- 1) 超低雑音である (低 R_g で低雑音)。
NF=2.5dB Typ.
(at $f=10\text{Hz}$, $R_g=10\Omega$, $V_{CE}=-6\text{V}$,
 $I_C=-3\text{mA}$)
- 2) $r_{bb'}$ が 2Ω と小さい。
- 3) 電圧性雑音が少ない。
 $e_n \approx 0.55\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ (at 10Hz, 10mA)
- 4) 2SD786 とコンプリである。

● Features

- 1) Ultra-low noise. (Excellent noise response at low R_g):
NF=2.5dB Typ.
(at $f=10\text{Hz}$, $R_g=10\Omega$, $V_{CE}=-6\text{V}$,
 $I_C=-3\text{mA}$)
- 2) Low base resistance: $r_{bb'}=2\Omega$
- 3) Low voltage noise: $e_n=0.55\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
(at 10Hz, 10mA)
- 4) Complementary pair with 2SD786.

● 外形寸法図/Dimensions (Unit: mm)



● 絶対最大定格/Absolute Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Parameter	Symbol	Limits	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}	-40	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EBO}	-5	V
コレクタ電流	I_C	-300	mA
コレクタ損失	P_C	250	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 ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit	Conditions
コレクタ・エミッタ降伏電圧	BV_{CEO}	-40	—	—	V	$I_C=-1\text{mA}$
コレクタ・ベース降伏電圧	BV_{CBO}	-50	—	—	V	$I_C=-50\mu\text{A}$
エミッタ・ベース降伏電圧	BV_{EBO}	-5	—	—	V	$I_E=-50\mu\text{A}$
コレクタシャ断電流	I_{CBO}	—	—	-0.5	μA	$V_{CB}=-30\text{V}$
エミッタシャ断電流	I_{EBO}	—	—	-0.5	μA	$V_{EB}=-4\text{V}$
コレクタ・エミッタ飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	—	-0.06	-0.5	V	$I_C/I_E=-50\text{mA}/-5\text{mA}$
直流電流増幅率	h_{FE}	120	—	560	—	$V_{CE}/I_C=-6\text{V}/-10\text{mA}$
利得帯域幅積 (トランジション周波数)	f_T	—	100	—	MHz	$V_{CE}=-6\text{V}$, $I_E=10\text{mA}$
ベース拡がり抵抗	$r_{bb'}$	—	2	4	Ω	$V_{CE}=-6\text{V}$, $I_C=-1\text{mA}$, $f=30\text{MHz}$
実効値雑音電圧	NV_1	—	—	150	mV	FLAT AMP ($G_v=80\text{dB}$) $V_{CE}=-10\text{V}$, $I_C=-1\text{mA}$ $R_g=100\text{k}\Omega$

h_{FE} の値により下表のように分類します。

Item	Q	R	S
h_{FE}	120~270	180~390	270~560

● 標準品・準標準品一覧表

(◎: 標準品 ○: 準標準品)

Type	h_{FE}	包装名	バルク	テーピング		
		記号		T91	T92	T93
		基本発注単位(個)	1 000	1 500	1 500	3 000
2SB737	QRS		◎	◎	◎	◎

● 電気的特性曲線/Electrical Characteristic Curves

T-27-09

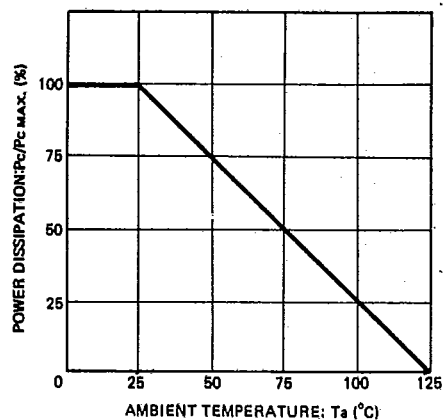


Fig.1 電力軽減曲線

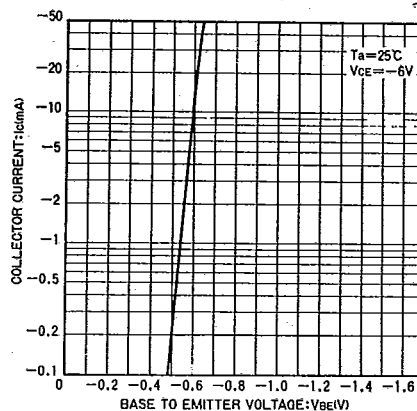


Fig.2 エミッタ接地伝達静特性

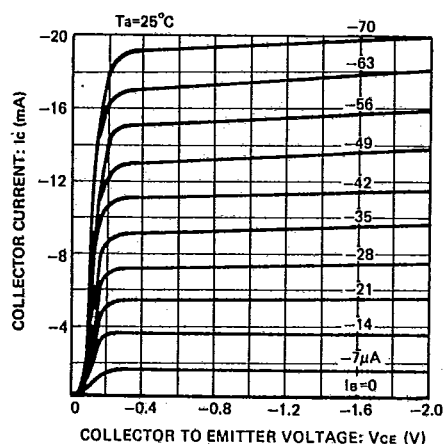


Fig.3 エミッタ接地出力静特性

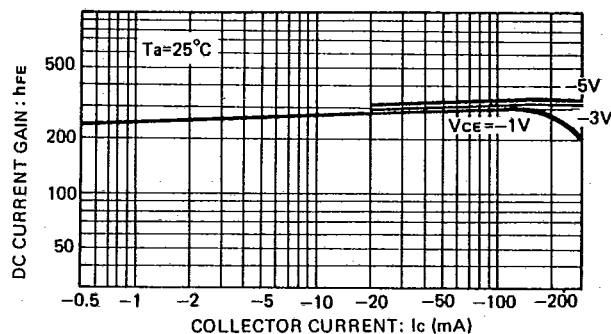


Fig.4 直流電流増幅率-コレクタ電流特性

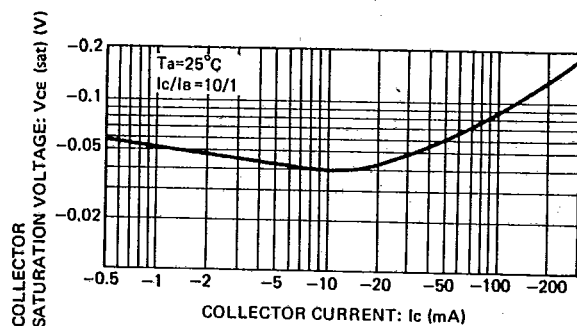


Fig.5 コレクタ・エミッタ飽和電圧-コレクタ電流特性

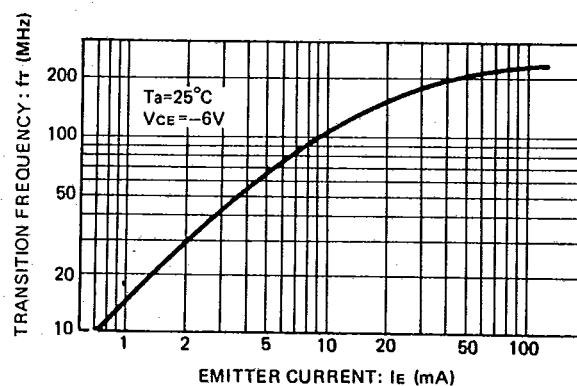


Fig.6 利得帯域幅積-エミッタ電流特性

T-27-09

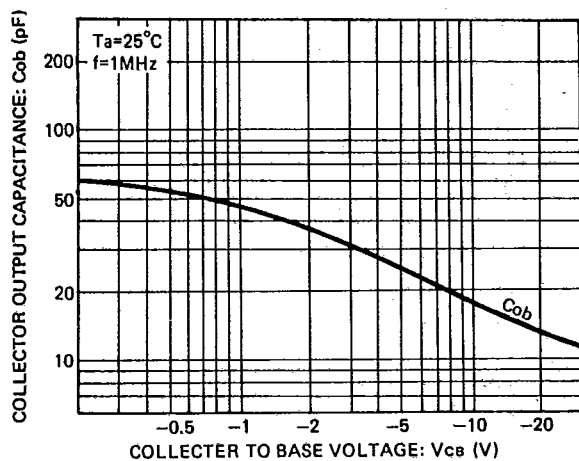


Fig.7 コレクタ出力容量—コレクタ・ベース電圧特性

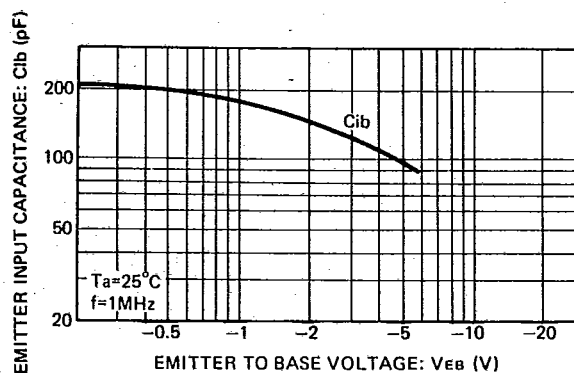


Fig.8 エミッタ入力容量—エミッタ・ベース電圧特性

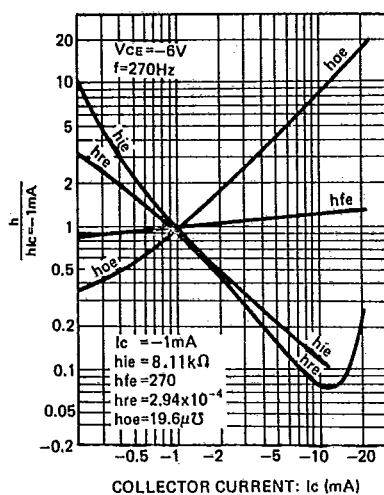


Fig.9 h定数—コレクタ電流特性

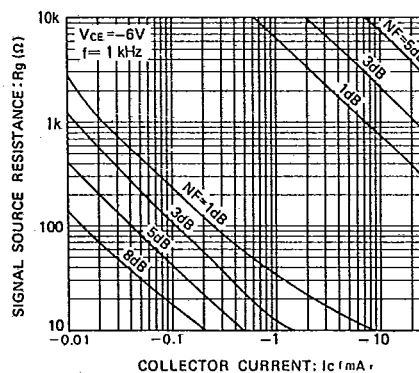


Fig.10 雑音特性 (I)

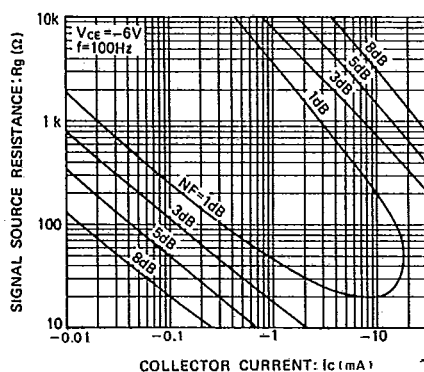


Fig.11 雑音特性 (II)

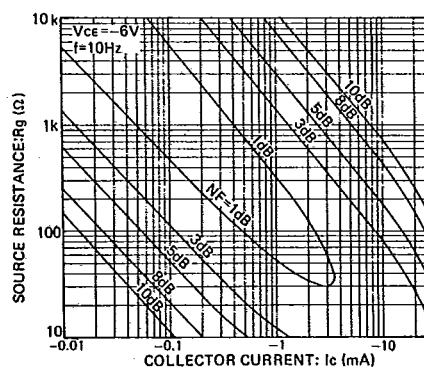


Fig.12 雑音特性 (III)

T-27-09

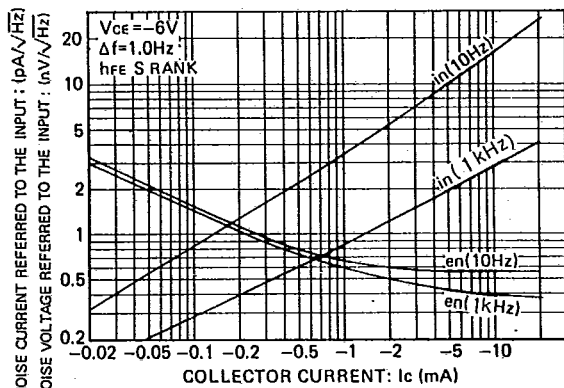


Fig.13 電圧性雑音電流性雑音—コレクタ電流特性

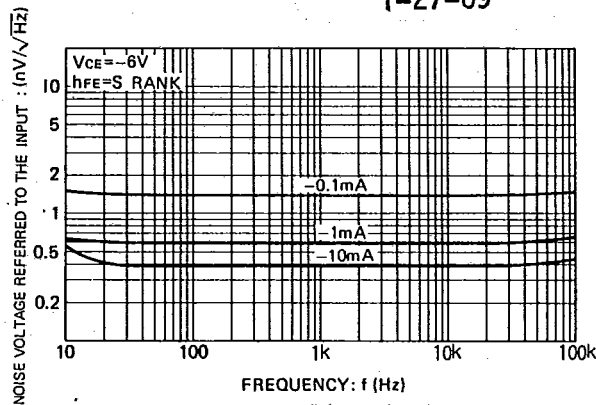


Fig.14 電圧性雑音—周波数特性

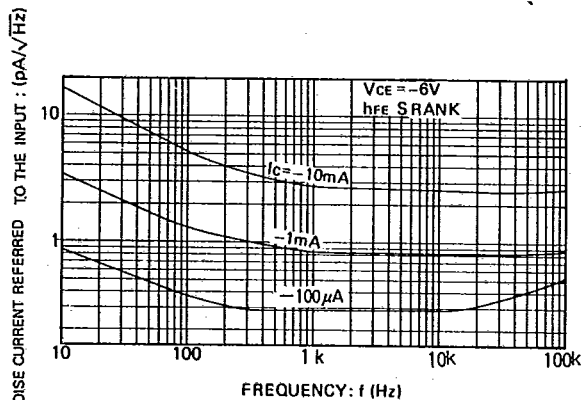


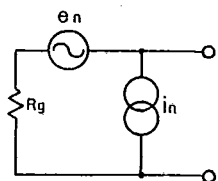
Fig.15 電流性雑音—周波数特性

● 2SB737と2SD786の雑音特性について

MC用ヘッドアンプなどは、低信号源抵抗 (R_g) に対する雑音が重要です。これは、MCカートリッジのインピーダンスが2~100Ωと低いからです。

アンプの出力雑音電圧を入力電圧に換算すると、

$$V_i = \sqrt{e_n^2 + 4KTR_g + I_n^2 R_g^2}$$



測定回路

e_n : 電圧性雑音
 T : 絶対温度
 K : ボルツマン定数
 I_n : 電流性雑音

となります。すなわち、低 R_g においては、 e_n (電圧性雑音) が支配的となり、この e_n はつぎの式によって表わされます。

$$e_n = \sqrt{4KT \left(r_{bb'} + \frac{r_e}{2} \right) \Delta f} \quad r_{bb'} : \text{ベース抵抗}$$

$$r_e = \frac{KT}{q \cdot I_E} \quad r_e : \text{エミッタ抵抗}$$

(エミッタ接合の交流的な抵抗)

e_n を下げるためには、

(1) r_e を下げる (すなわち I_E を大きくする)。

(2) $r_{bb'}$ を下げる。

ことが必要となり、 $r_{bb'}$ 低減のために特殊な拡散技術、また、それに伴うパッシベーションを新たに開発し、2SD786

$$2SD786 \approx 0.55 \text{ nV} / \sqrt{\text{Hz}} \text{ (at 10Hz, 10mA)}$$

$$2SB737 \approx 0.55 \text{ nV} / \sqrt{\text{Hz}} \text{ (at 10Hz, 10mA)}$$

を得ました。しかし、 r_e を下げるため電流を流すと、 I_n (電流性雑音) が無視できなくなります。

この I_n はつぎの式によって表わせます。

$$I_n = \sqrt{2q \cdot I_B}$$

I_B の増加により I_n は増加し、 I_B を減らすためには h_{FE} を上げることが必要となります。しかし、 h_{FE} をあげると、ベース幅が狭くなり、 $r_{bb'}$ が大きくなります。すなわちベース幅を狭くせずに h_{FE} を上げるという背反事象を解決しなければなりません。当社ではこの点についても特殊な拡散技術で解決しました。

2SD786, 2SB737は多くの新技術で e_n 及び I_n を低減しましたが、この結果、つぎのように従来にない超低雑音を達成しました。

R_g	雑音指数	条件
10Ω	2.5dB	$f=10\text{Hz}$, $V_{CE}=6\text{V}$, $I_C=3\text{mA}$
100Ω	1.0dB	$f=10\text{Hz}$, $V_{CE}=6\text{V}$, $I_C=1\text{mA}$

2SB737, 2SD786を使用することにより、超高性能ヘッドアンプが可能となりました。

一例ですが入力換算雑音電圧-159dB, S/N比81dB (at 0.125mV 入力) を容易に達成できます。