

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

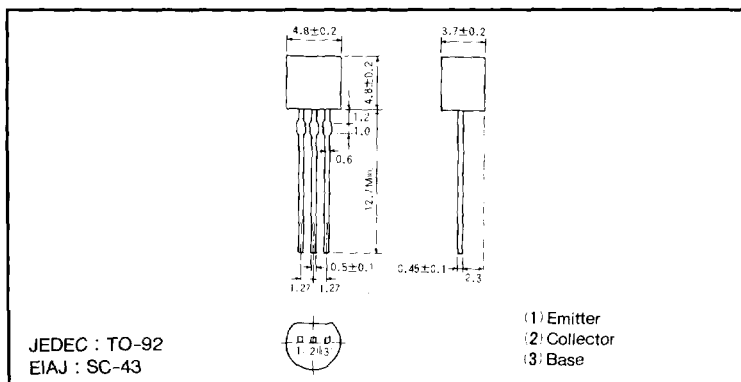
● 特長

- 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	$I_C/I_B=-50\text{mA}/-5\text{mA}$
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	hFE	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

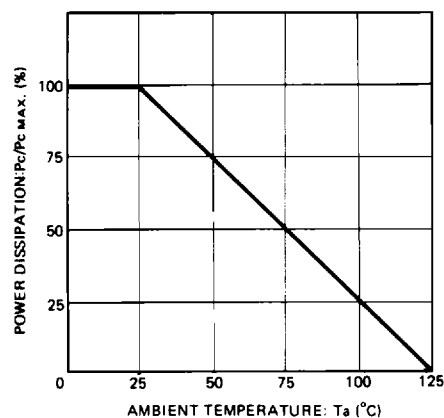


Fig.1 電力軽減曲線

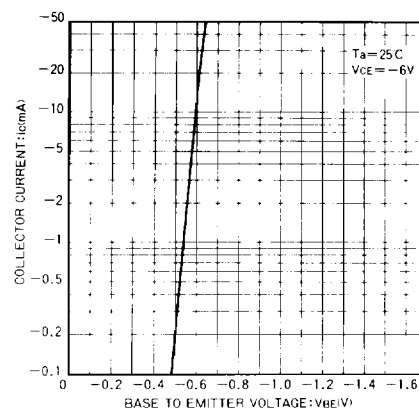


Fig.2 エミッタ接地伝達静特性

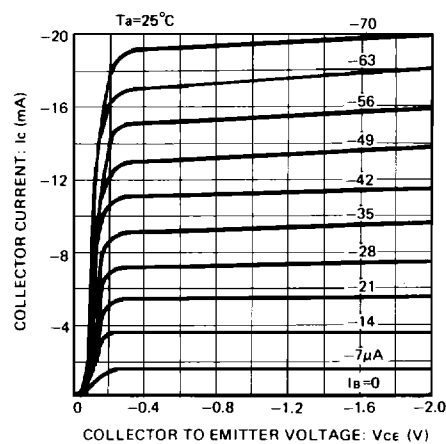


Fig.3 エミッタ接地出力静特性

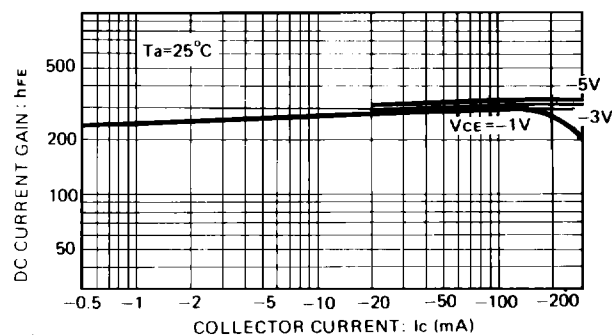


Fig.4 直流電流増幅率—コレクタ電流特性

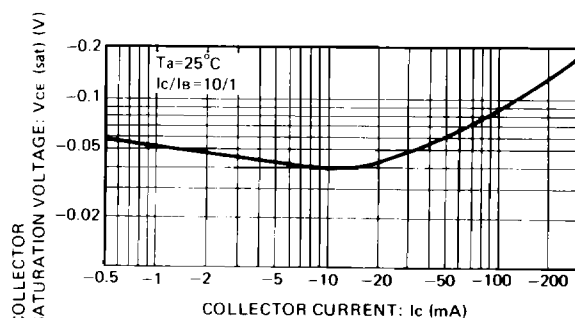


Fig.5 コレクタ・エミッタ飽和電圧—コレクタ電流特性

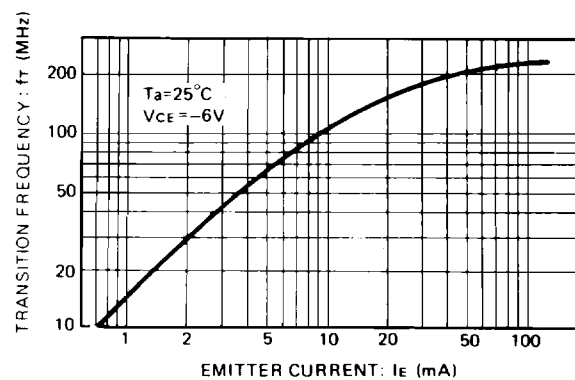


Fig.6 利得帯域幅積—エミッタ電流特性

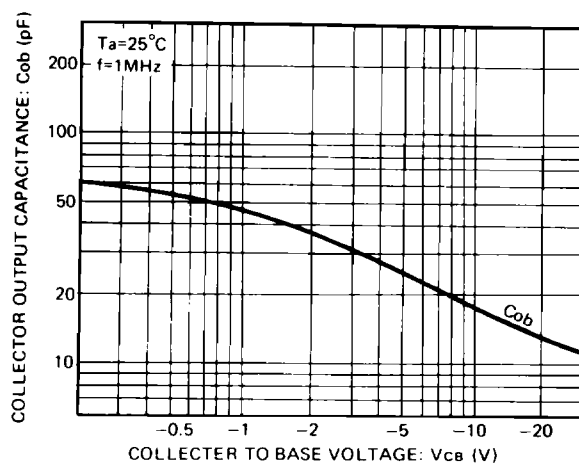


Fig.7 コレクタ出力容量—コレクタ・ベース電圧特性

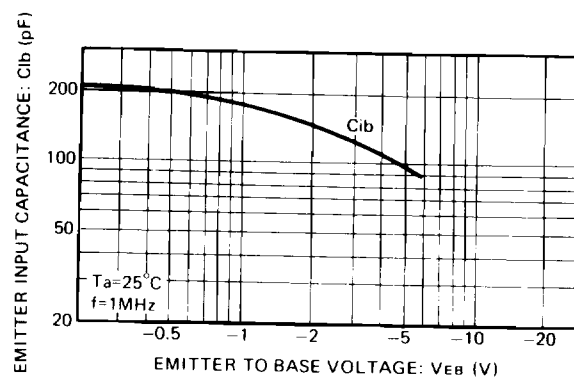


Fig.8 エミッタ入力容量—エミッタ・ベース電圧特性

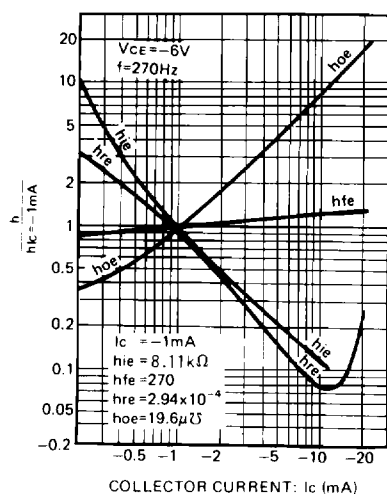


Fig.9 h定数—コレクタ電流特性

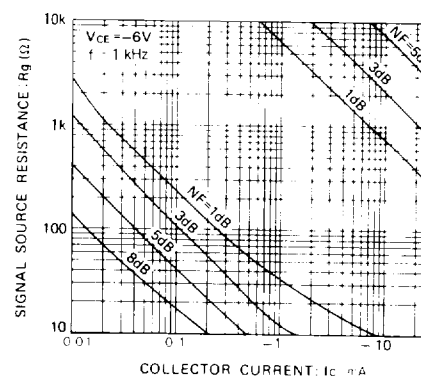


Fig.10 雑音特性 (I)

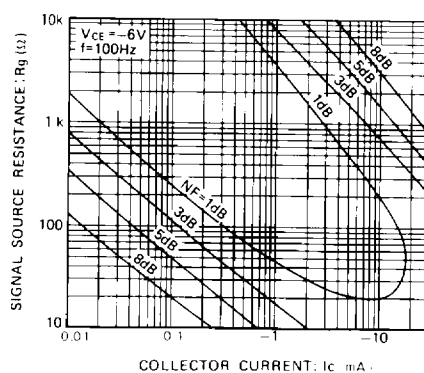


Fig.11 雑音特性 (II)

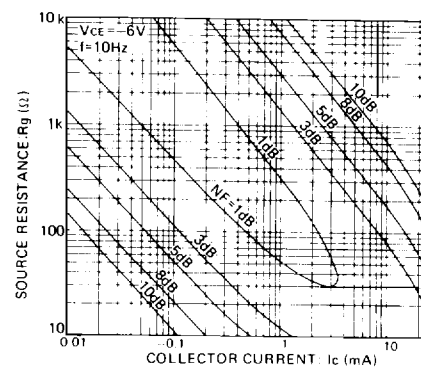


Fig.12 雑音特性 (III)

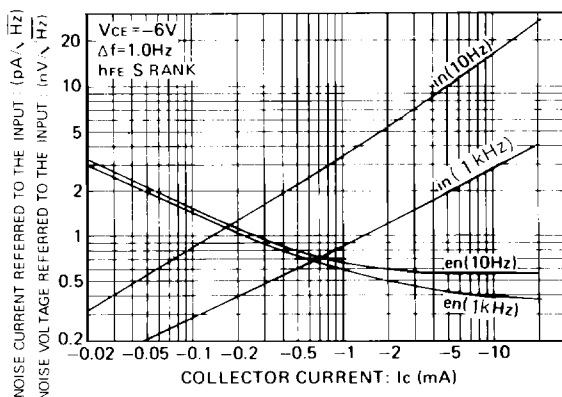


Fig.13 電圧性雑音電流性雑音—コレクタ電流特性

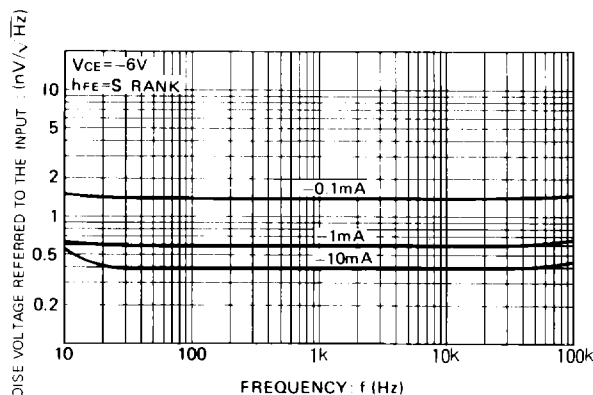


Fig.14 電圧性雑音—周波数特性

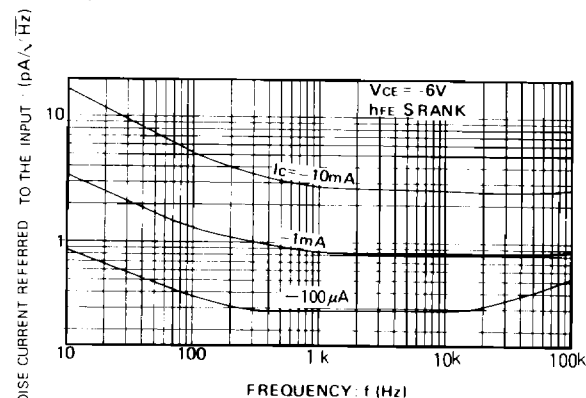


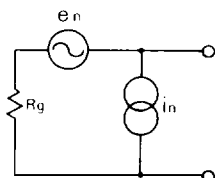
Fig.15 電流性雑音—周波数特性

● 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 : ホルツマン定数
 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 $\approx 4\Omega$, 2SB737 $\approx 2\Omega$ を達成しました。これにより e_n は、

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

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

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。