

# 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

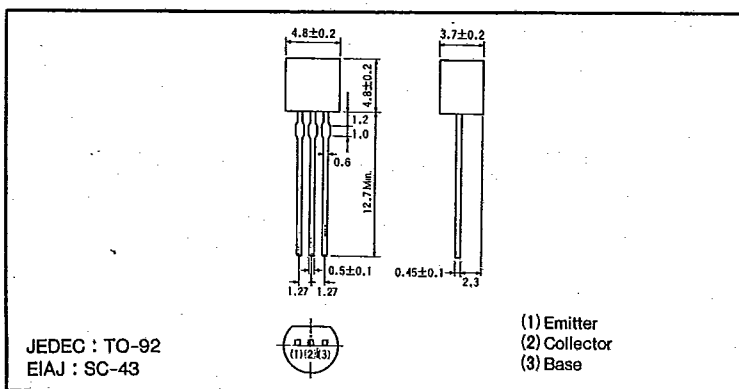
## ● 特長

- 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  $2\Omega$  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	$\mu\text{A}$	$V_{CB}=-30\text{V}$
エミッタシャ断電流	$I_{EBO}$	—	—	-0.5	$\mu\text{A}$	$V_{EB}=-4\text{V}$
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	$\Omega$	$V_{CE}=-6\text{V}$ , $I_C=-1\text{mA}$ , $f=30\text{MHz}$
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	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

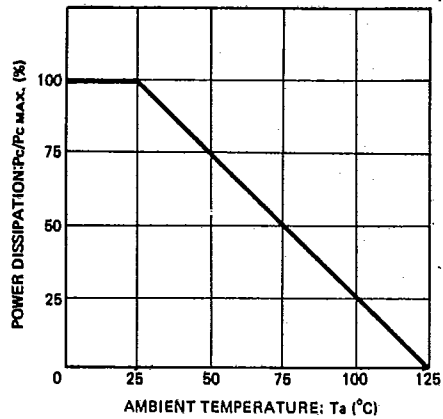


Fig.1 電力軽減曲線

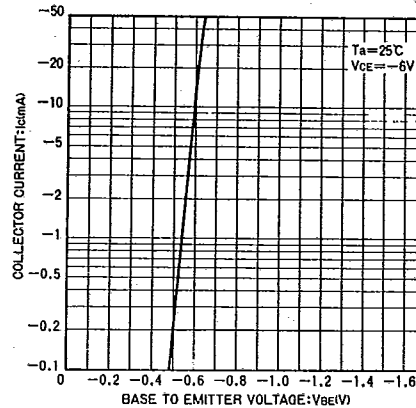


Fig.2 エミッタ接地伝達静特性

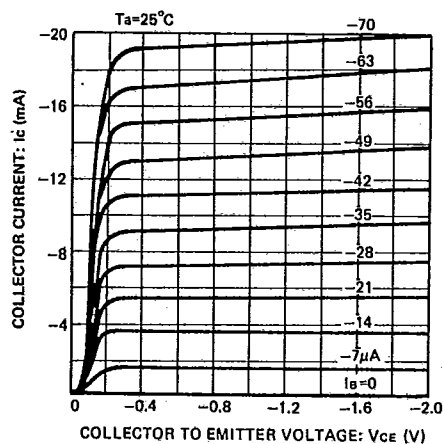


Fig.3 エミッタ接地出力静特性

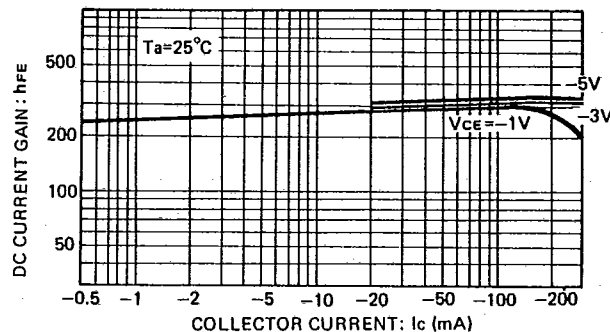


Fig.4 直流電流増幅率—コレクタ電流特性

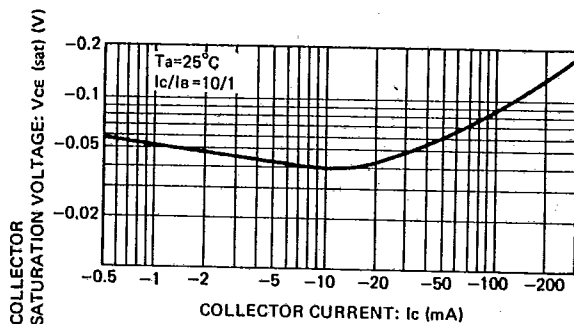


Fig.5 コレクタ・エミッタ飽和電圧—コレクタ電流特性

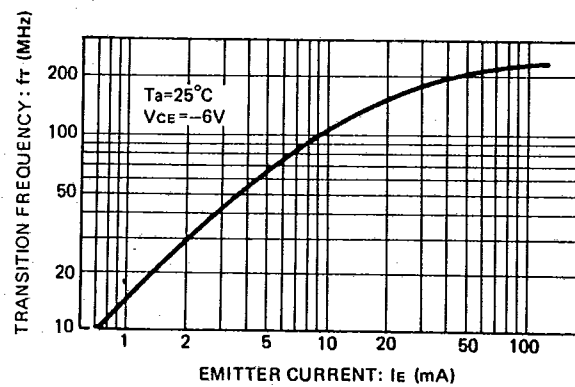


Fig.6 利得帯域幅積—エミッタ電流特性

T-27-09

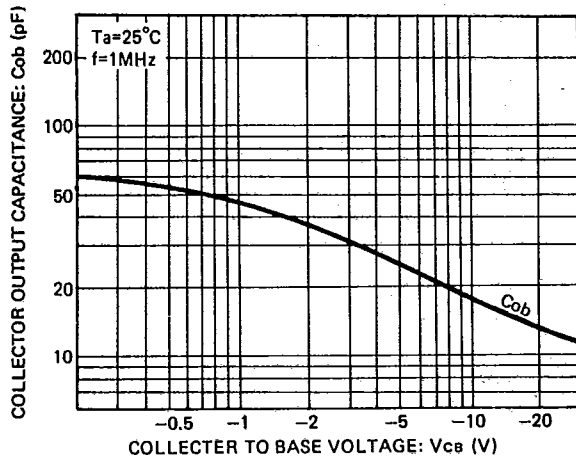


Fig.7 コレクタ出力容量—コレクタ・ベース電圧特性

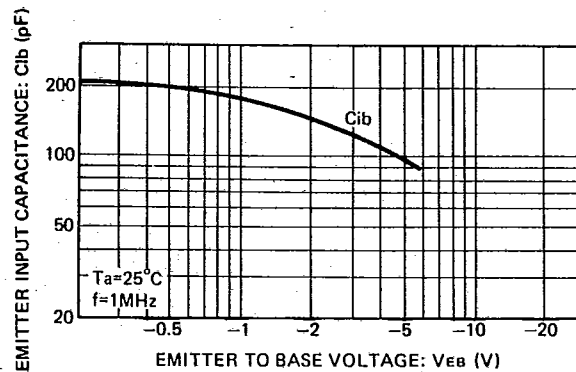


Fig.8 エミッタ入力容量—エミッタ・ベース電圧特性

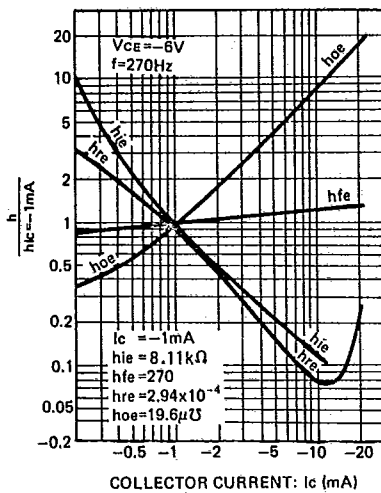


Fig.9 h定数—コレクタ電流特性

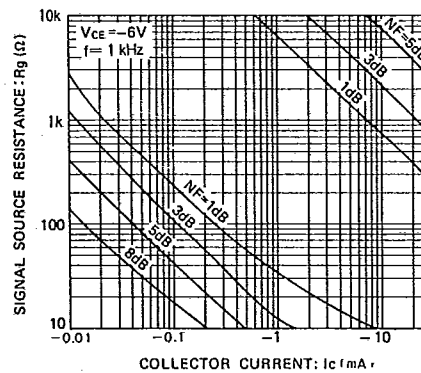


Fig.10 雑音特性 (I)

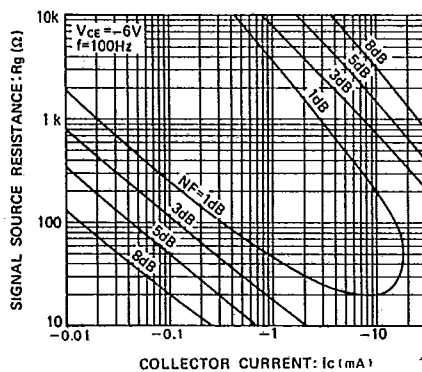


Fig.11 雑音特性 (II)

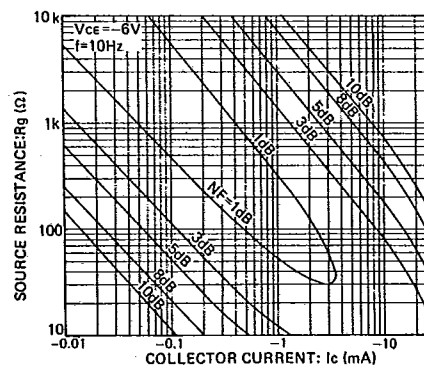


Fig.12 雑音特性 (III)

トランジスタ  
2SBタイプ

T-27-09

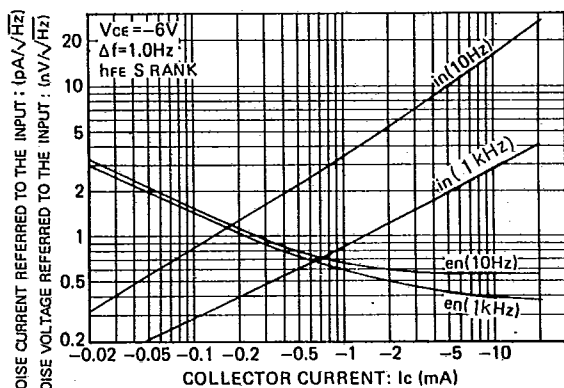


Fig.13 電圧性雑音電流性雑音—コレクタ電流特性

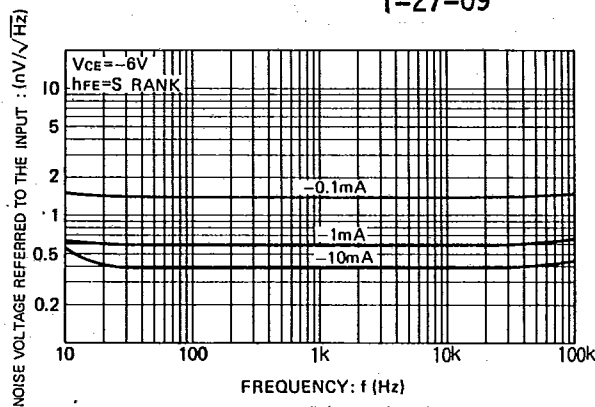


Fig.14 電圧性雑音—周波数特性

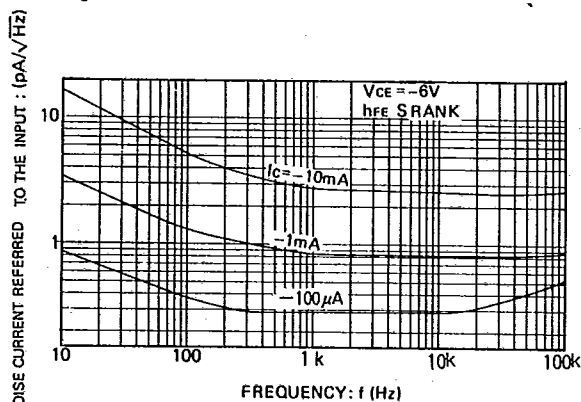


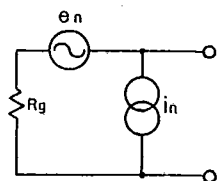
Fig.15 電流性雑音—周波数特性

## ● 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。