

# 実験室用 精密級/定電圧 安定化電源 Ver.3 キット

大好評ロングセラー電源キット。

2SC5200を2個使った余裕のある設計(2N3055から2SC5200に変更されました)。

0Vから可変できるのが魅力です。

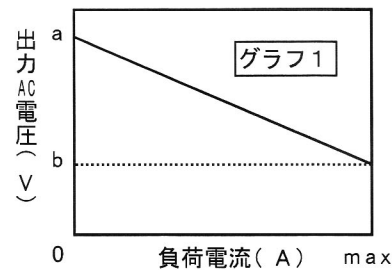
高精度電源用レギュレータNJM723とパラートランジスタ2SC5200×2個使用。

入力電圧範囲:DC 12 ~ 35V / 出力電圧範囲:DC 0V ~ 30V。



トランスの選定

- 一般に電源用トランスの2次側AC出力電圧と負荷電流の関係はグラフ1のような特性を示します。ですから使用しようとするトランスの実際の特性を事前に調べておくことを、お勧めします。
- aの電圧値は、29ACVを絶対に越えてはなりません。(29ACVを整流・平滑すると40DCVになり、723の最大定格値となるからです。)
- トランスの出力電流は、必要とするDC最大出力電流以上がとれなくてはなりません。(正確には1.7倍以上です。)



平滑用大容量コンデンサの選定

- Cxは、平滑用の大容量コンデンサです。このコンデンサの容量が最大出力電流に対して少ないと、出力リップルが増加したり、設定上の最大電流が予定通りとれなかったりするので、出来る限り容量の大きいコンデンサを使用して下さい。
- Cxの容量のめやすは、出力電流1A当り2000μF以上です。例えば、最大出力電流10Aとするなら、Cxは20000μF以上となります。

ダイオード・ブリッジ(D4)は、Page.4の『グラフ5』を参考にして、適切に放熱して下さい。

SENS機能

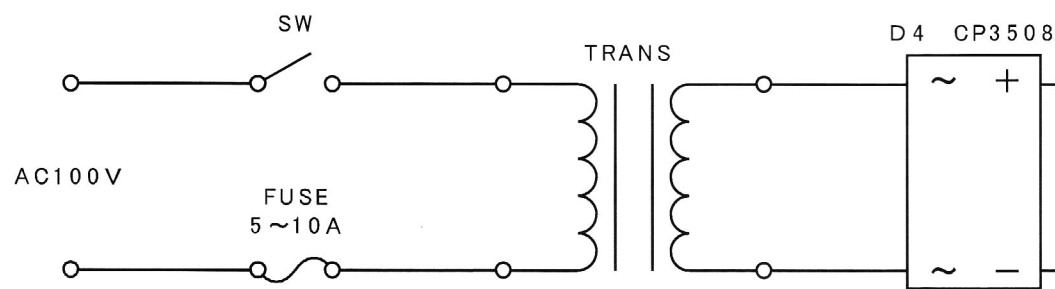
- SENS機能とは、負荷までの配線抵抗によって、電圧降下が発生した時、それを補正する機能です。特に、大電流を流す時や、長い配線で負荷まで電流を流す時や、電流計を入れた時に有効に働きます。ノイズを防ぐためになるべく、シールド線か、ツイスト・ペア線を使用して下さい。尚、SENS機能を使用すると、異常発振しやすくなるので注意して下さい。無負荷時の異常発振防止には、最大電流の5%程度を、アイドル電流として流しておくのが、お勧めです。通常は、+OUTは+SENS、-OUTは-SENSと基板上で接続しておいて下さい。ケースGNDは、特殊な場合を除いて、-OUTと接続して下さい。

電流制限機能

- 723には、電流制限機能があり、入力端子は2番ピンです。(14pinDip)この端子は、IC内部のCurrent Limiter TRのベースに接続されています。
- このキットでは、R7,8の両端の電位差が(VR1が最小の時)0.6V以上になると、この電流制限機能が働くようになっています。R7,8は電流→電圧変換用抵抗です。制限電流Iは、 $I = 0.6 / (R7 + R8)$ の式によって計算することができます。なお、(R7,8の合成抵抗) $= R7 \cdot R8 / (R7 + R8)$ です。VR1とR4は、R7,8の両端の電位差を分圧して、VR可変によって、制限電流を大きい方へと可変しています。

最大出力電圧 (※2.2kΩ以外はオプションです。)

- 最大出力電圧は、R5によって、決定されます。入力電圧=35.0V、無負荷時において、以下の様になります。
- |             |                  |
|-------------|------------------|
| R5 = 2.2 kΩ | → 最大出力電圧: 約21.0V |
| 3.3 kΩ      | → 最大出力電圧: 約28.8V |
| 3.6 kΩ      | → 最大出力電圧: 約32.5V |



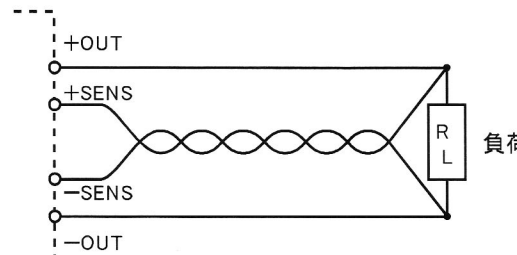
\* SW, FUSE, TRANS, Cx は、付属していません。破線はキット基板です。  
\* 特に、断りのない限り、抵抗は、1/4Wの物を使用。

高精度電源用レギュレータIC; 723 & 電力増幅用トランジスタ; 2SC5200×2ヶ使用

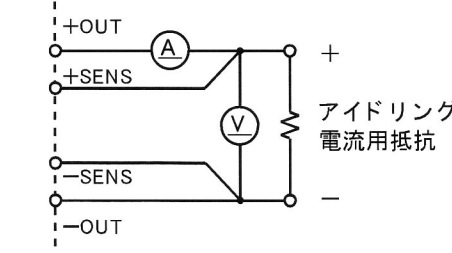
# 【実験室用精密級/定電圧】 安定化電源キット .Ver3

入力電圧範囲 DC 12V~35V  
出力電圧範囲 DC 0V~30V  
最大出力電流 10A

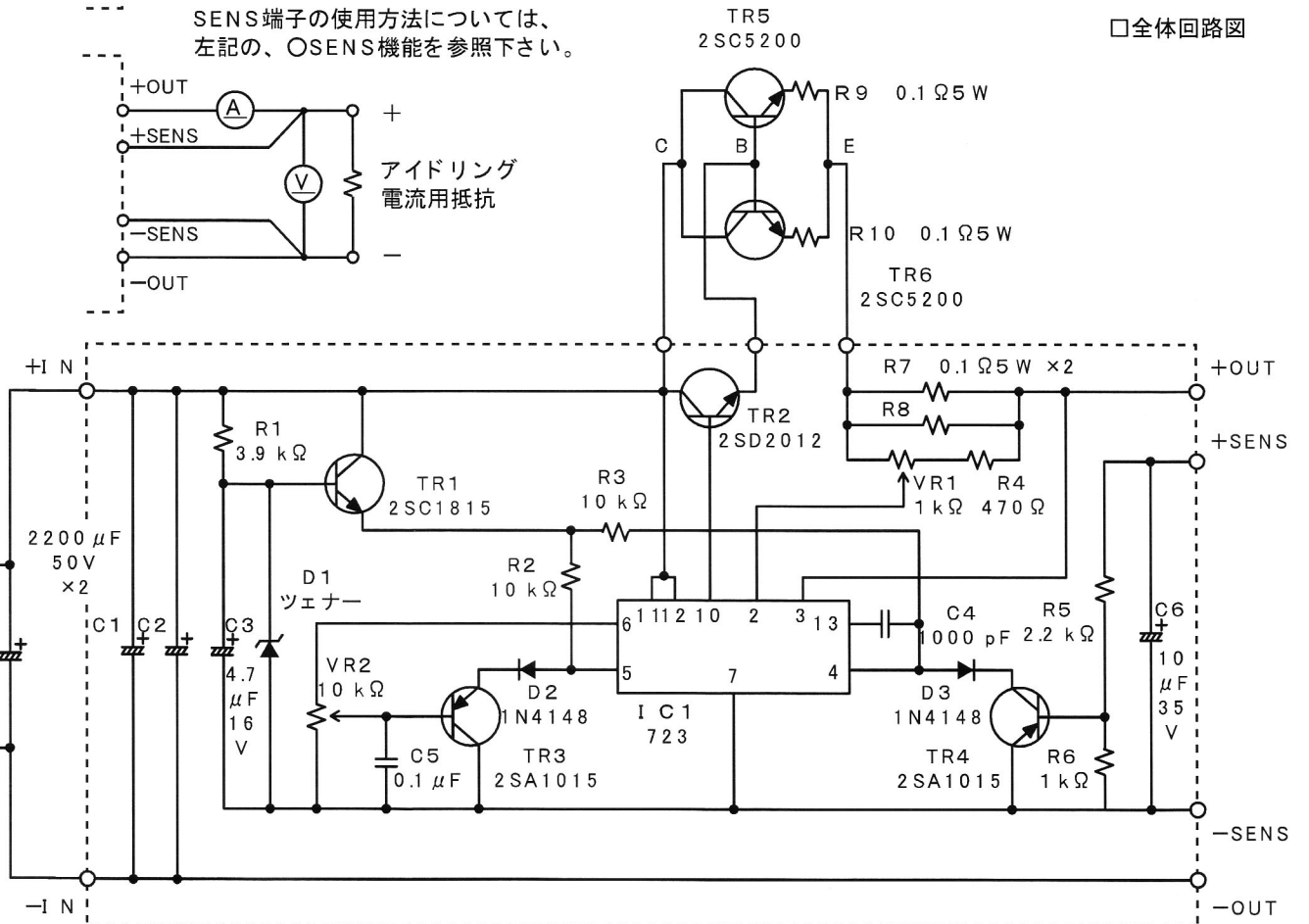
総合PD; 100W  
入出力間電位差10V



SENS端子の使用方法については、  
左記の、SENS機能を参照下さい。



□全体回路図



□部品表

■半導体 [部品は、改良の為、同等品となることがあります]

IC1	723	高精度電源用レギュレータIC(14pinDIP)	1個
TR1	2SC1815	NPN型小信号用トランジスタ	1個
TR2	2SD2012	NPN型電力増幅用トランジスタ	1個
TR3,4	2SA1015	PNP型小信号用トランジスタ	2個
TR5,6	2SC5200	NPN型電力増幅用トランジスタ	2個
D1	(8.2~11.0V)	ツェナー(定電圧)ダイオード	1個
D2,3	1N4148(1S1588,2076)	ダイオード	2個
D4	GP3508	整流用シリコンダイオード・ブリッジ	1個

■コンデンサ [コンデンサの耐圧は、さらに高い場合があります]

C1,2	2200 $\mu$ F以上	50V	電解コンデンサ	2個
C3	4.7(0.1~10) $\mu$ F	16V	電解コンデンサ	1個
C4	1000pF	50V	セラミックコンデンサ(表記:102)	1個
C5	0.1 $\mu$ F	50V	セラミックコンデンサ(表記:104)	1個
C6	10(4.7~10) $\mu$ F	35V	電解コンデンサ	1個

■抵抗

R1	3.9(3~33)k $\Omega$	1/4W	炭素皮膜抵抗(カラーコード:橙白赤金)	1個
R2,3	10k $\Omega$	1/4W	炭素皮膜抵抗(カラーコード:茶黒橙金)	2個
R4	470 $\Omega$	1/4W	炭素皮膜抵抗(カラーコード:黄紫茶金)	1個
R5	2.2k $\Omega$	1/4W	炭素皮膜抵抗(カラーコード:赤赤赤金)	1個
R6	1k $\Omega$	1/4W	炭素皮膜抵抗(カラーコード:茶黒赤金)	1個
R7,~10	0.1(0.1~0.2) $\Omega$	5~10W	セメント抵抗	4個
VR1	1k $\Omega$		半固定抵抗(表記:102) 制限電流設定用	1個
VR2	10(10~50)k $\Omega$		半固定抵抗(表記:103) 出力電圧可変用	1個

■その他

専用プリント基板(AE-723),1枚・14pinICソケット(723用),1個・  
放熱ラバーシート(2SC5200用),2枚

■キット以外に用意していただく部品

電源トランス(TRANS)・平滑用大容量コンデンサ(Cx)・放熱器・その他

※TR1(2SC1815)とTR3,4(2SA1015)は、高性能ダイオードとして使用おり、増幅率(hFE)は低くてもOKです。  
本キットでは、Y(イエロー)ランク; hFE=120~240、又は、GR(グリーン)ランク; hFE=200~400 を使用します。

□製作 [製作前に、Page.1~4を、もう一度、よく御覧下さい。]

■背の低い部品から取り付けるなど、作業性を良く考えて、ハンダ付けして下さい。

■R8は、基板に記載がありませんが、R7と並列に接続して下さい。

■TR5,6は、基板外に取付けます。基板の(C),(B)をTR5,6の(C),(B)に接続し、基板の(E)とTR5,6の(E)の間には、バランス抵抗R9,1.0 $\Omega$ を、それぞれ接続します。基板の(E),(C),(B)とTR5,6の(E),(C),(B)の配列順は揃ってませんので、ご注意下さい。なお、動作バランスがとれる様、TR5,6の配線長は、均等にして下さい。

□動作テスト

■まず最初に、誤配線・ハンダ不良などの有無のチェックは、最低限のルールなので、詳しくは述べませんが、必ず行なって下さい。

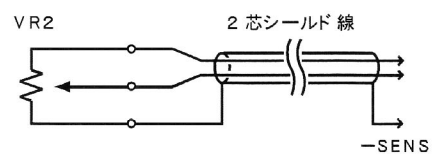
■VR2を右に回すと出力電圧が上がります。電源投入前には、左に一杯に回しておきます。

■まず無負荷で、次に実験負荷を接続し、0V~(入力電圧-5~8)Vの出力電圧可変が出来るか、テストします。負荷が重い程、出力可能な最大電圧は、入力電圧より下がります。

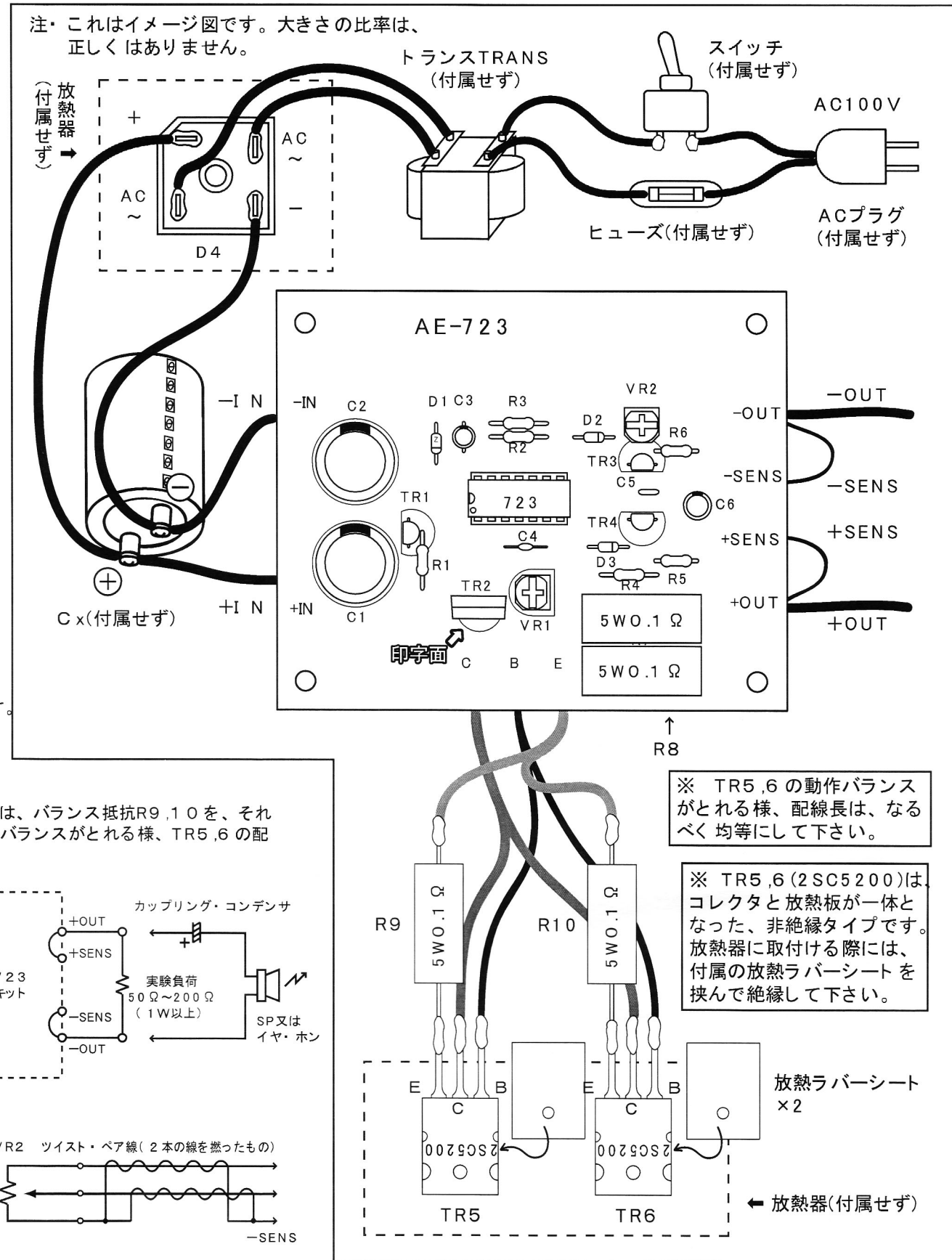
■出力ノイズ(発振)がないかも、ぜひ確認して下さい。オシロ/シンクロ・スコープがない場合は、出力端子に0.1 $\mu$ F~1 $\mu$ F位のコンデンサをカップリングさせ、SPカイヤホンなどで、モニターして、異常発振音がしなければ正常です。

□出力電圧可変用ボリューム(VR2)について

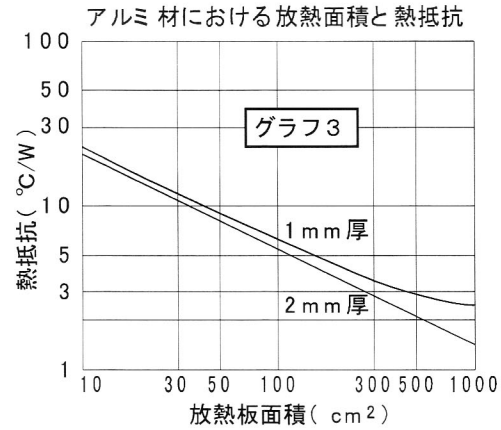
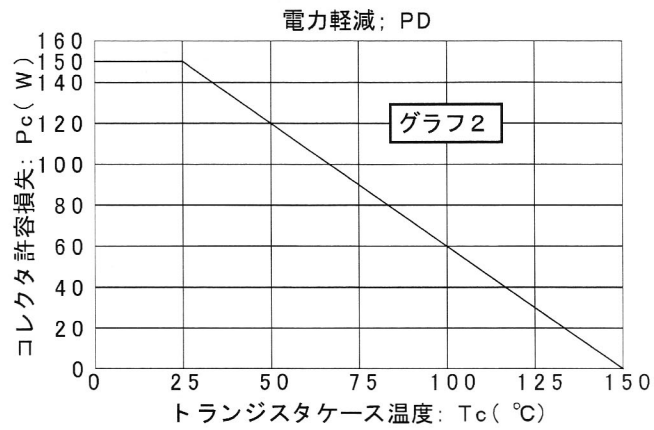
■VR2を基板から引離す場合、配線は極力短くし、出来れば配線材として2芯シールド線か、ツイスト・ペア線を使用して下さい。(VR2は、特に必要が有るばあいを除いて、異常発振を起こさせないという理由から、なるべく基板上に取付けて下さい。必要があって、基板から引離す場合でも一旦は、基板上にキット内部品の半固定抵抗を取付けて初期実験を行なう事をお勧めします。)



□実体配線図







□トランジスタ(2SC5200)の安全使用

■「トランジスタ」を安全に使用するには、「絶対最大定格」と「安全動作領域」を守る事が重要です。しかし、「トランジスタ」は電力消費が大きいほど発熱して機能不全を生じ、破壊に繋がる事も忘れてはなりません。「トランジスタ」の発熱を防ぐには、「適切な放熱」と、放熱が間に合うように「電力軽減(パワー・ディレイティング; Power Derating; PD)」する事が重要です。

■「トランジスタ」の[消費電力; Power Dissipation; Pd]は、「ベース; B」よりもずっと電力が消費される「コレクタ; C」に注目した、[コレクタ損失; Pc]とほぼ同等です。『グラフ2』は、「トランジスタ(2SC5200)」の『絶対最大定格』を基に作成した、「電力軽減; PD」を示すもので、[コレクタで許容できる損失; Pc]と[トランジスタのケース温度; Tc]との関係を示しています。つまり、[Tc]が上がるほど、[Pc]が下がり、[Tc=150°C]で[Pc=0W]となります。又、[Tc=0~25°C]では、[Pc=150W]ですが、「トランジスタ」の発熱に対し、一般的には、放熱が追い付きません。

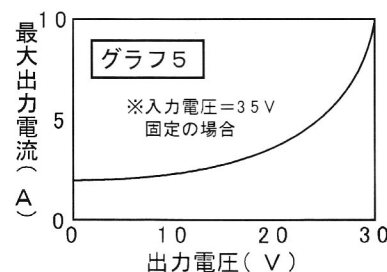
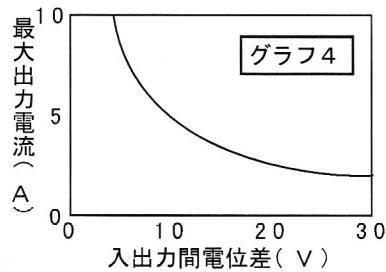
■「トランジスタ」の放熱は、「放熱器」を取付けるのが一般的です。「放熱器」の性能は、[熱抵抗; θ(°C/W)]で表現され、[θ]が小さいほど放熱効果に優れます。そして、[θ=(Tc-Ta)/Pc]、(周囲温度; Ta)の関係があります。この関係式と『グラフ2』より、[Ta=25°C]として、「電力軽減; PD」と「適切な放熱」を考慮した結果、「トランジスタ(2SC5200)」においては、以下の様になります。

[Pc=50W]として [Tc=108.3°C] まで動作保証する場合 → [θ=1.67°C/W]

[Pc=40W]として [Tc=116.7°C] まで動作保証する場合 → [θ=2.29°C/W]

なお、参考までに、アルミ平板の熱抵抗『グラフ3』では、[θ=2°C/W]の場合、厚(2mm)×面積(約500cm²)となります。また、「放熱器」と「トランジスタ」間にも、取付け方によっては、大きな[θ]が発生しますので、注意してください。

■「本キット」では、「トランジスタ(2SC5200)」を「2ヶ」並列使用するので、[総合Pd≒Pc=2×50=100(W)]となります。但し、この際、「2つのトランジスタ」がバランス良く均等に動作している事が前提です。その為には、「2つのトランジスタ」の「エミッタ; E」に「バランス抵抗」をそれぞれ接続します。また、「基板」から「2つのトランジスタ」への配線も、それぞれ均等にして下さい。さらに、「2つのトランジスタ」を同じ「放熱器」に取付けて、同じ温度で動作させる事も必要です。この際に必要な「放熱器」は、「1つのトランジスタ」で使用する「放熱器」の2倍の大きさとなります。



□電源としての安全使用

■[総合Pd≒Pc=100W]の意味ですが、「トランジスタ」の[コレクタ損失; Pc]は、[コレクタ電流; Ic]と[コレクタ・エミッタ間電圧; Vce]との積であり、「電源」で言うならば[出力電流]と[入出力間電位差]との積にあたります。つまり、[出力電流]が欲しい際には[入出力間電位差]を小さくし、[入出力間電位差]が大きい際には[出力電流]を多く取ってはダメと言う事です。『グラフ4』がそれを示します。『グラフ5』は、[入力電圧=3.5V]とした場合を示し、[出力電圧]を低くしている時は、[出力電流]を多く取ってはいけません。[入出力間電位差]の調整には、例えば、「センタータップを備えたトランス」等を用意して、[入力電圧]を切り替えると良いでしょう。また、[Ta=25°C]での使用を前提としているので、「放熱器」の周辺の換気や、室温が上昇する夏期は、ご注意ください。

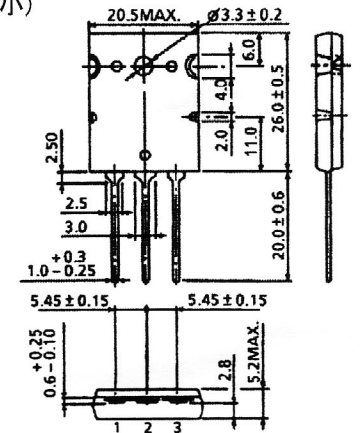
東芝トランジスタ シリコンNPN三重拡散形 2SC5200

絶対最大定格 (Ta = 25°C)

○電力増幅用

Vce0=230V(最小)

項目	記号	定格	単位
コレクタ・ベース間電圧	Vcbo	230	V
コレクタ・エミッタ間電圧	Vceo	230	V
エミッタ・ベース間電圧	Vebo	5	V
コレクタ電流	Ic	15	A
ベース電流	Ib	1.5	A
コレクタ損失	Pc	150	W
接合温度	Tj	150	°C
保存温度	Tstg	-55~150	°C



注: 使用条件が絶対最大定格以内でも、高負荷での連続使用においては、信頼性が著しく低下する恐れがあります。

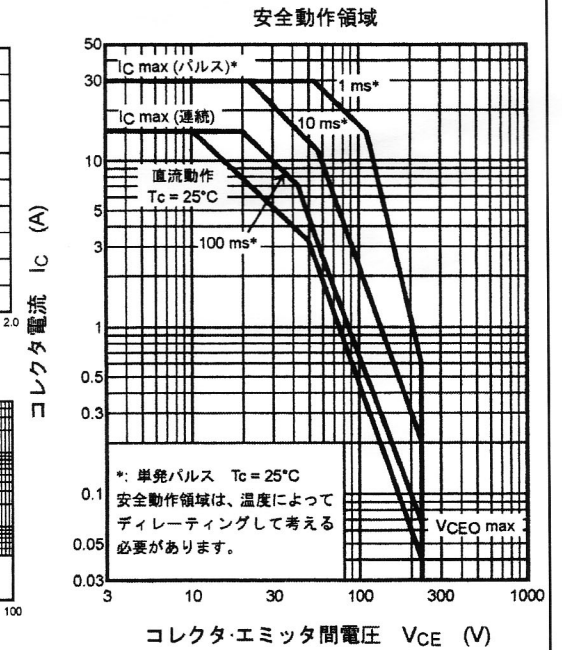
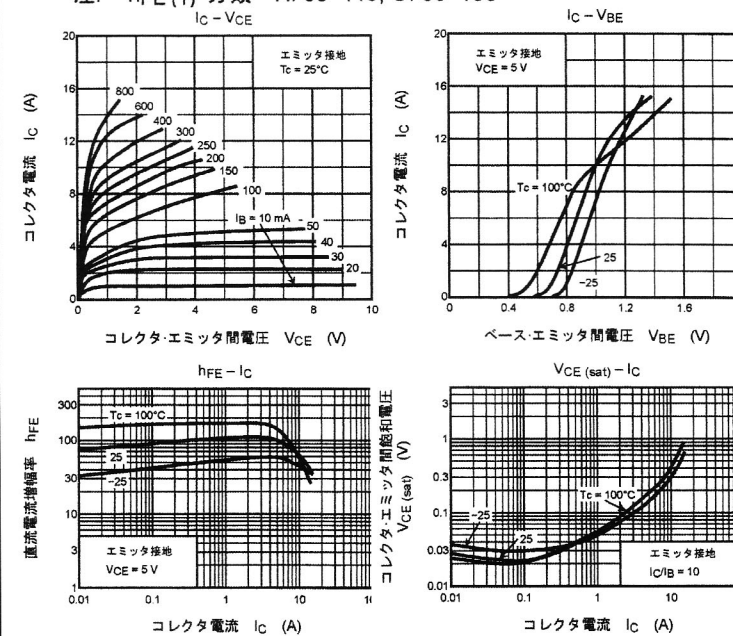
1. ベース
2. コレクタ(放熱板)
3. エミッタ

電気的特性 (Ta = 25°C)

参考資料

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
コレクタしや断電流	Icbo	Vcb = 230V, Ie = 0	—	—	5.0	μA
エミッタしや断電流	Iebo	Veb = 5V, Ic = 0	—	—	5.0	μA
コレクタ・エミッタ間降伏電圧	V(BR)CEO	Ic = 50mA, Ib = 0	230	—	—	V
直流電流増幅率	hFE(1)	Vce = 5V, Ic = 1A	55	—	160	
	hFE(2)	Vce = 5V, Ic = 7A	35	60	—	
コレクタ・エミッタ間飽和電圧	Vce(sat)	Ic = 8A, Ib = 0.8A	—	0.4	3.0	V
ベース・エミッタ間電圧	Vbe	Vce = 5V, Ic = 7A	—	1.0	1.5	V
トランジション周波数	fT	Vce = 5V, Ic = 1A	—	30	—	MHz
コレクタ出力容量	Cob	Vcb = 10V, Ie = 0, f = 1MHz	—	200	—	pF

注: hFE(1) 分類 R: 55~110, O: 80~160



トランジスタ

E: エミッタ  
C: コレクタ  
B: ベース

2SD2012 2SC5200  
低周波電力増幅用 電力増幅用  
(型番表記あり) (型番表記あり)

2SA1015/2SC1815  
小信号用  
(型番表記あり)

NPN型  
2SC...  
2SD...

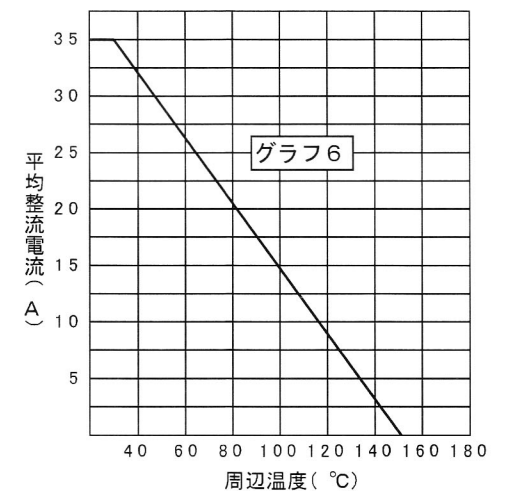
PNP型  
2SA...

整流用シリコン  
ダイオード  
・ブリッジ  
(型番標記/極性  
の標記または  
表現あり)

CP3508

切り欠き ↑

最大尖頭逆耐電圧	800V
最大実効入力電圧	560V
最大直流破壊電圧	800V
最大平均整流電流	35A
$T_c = 55^\circ\text{C}$	
最大サージ電流 (波高値、1サイクル)	400A
最大順方向電圧 (素子当り、 $I_F = 1.25\text{A}$ )	1.2V
最大逆方向電流	$10\mu\text{A}$
熱抵抗	$2.0^\circ\text{C}/\text{W}$
動作温度	$-55 \sim +150^\circ\text{C}$
保存温度	$-55 \sim +150^\circ\text{C}$



セメント抵抗  
(抵抗値/容量標記あり)

5W  
0.1Ω

炭素皮膜抵抗  
(カラーコード  
による  
抵抗値標記あり)

ダイオード  
(極性標記あり)

ツェナーダイオード  
(電圧/極性標記あり)

半固定抵抗  
(抵抗値標記あり)

セラミック  
コンデンサ  
(容量標記あり)

電解コンデンサ  
(容量/耐圧/極性標記あり)

□キットに関する御質問について□

ご面倒ですが、往復ハガキor返信用切手同封の封書に於いてのみ、お受け致します。→(宛先参照)  
誠に申し訳ありませんが、電話回線混雑の為、電話&ファクシミリでは、ご返答できません。

□宛先□ 〒158-0095 東京都世田谷区瀬田5-35-6  
(株)秋月電子通商 キット質問受付係

高精度電源用レギュレータ NJM723 ■ 等価回路

■ 概要

NJM723は、一般用の高精度電圧レギュレータICです。このICは、温度補償型基準電源、誤差増幅器、出力容量150mAの直列制御トランジスタと電流制限回路を内蔵しています。スタンバイ電流が小さくリップル除去比が大きく、正・負電圧の直列型、並列型、スイッチング方式の電源として、小信号増幅器の電源、オンカード電源等デジタルアナログ回路の小電力用電源に最適です。

■ 特徴

- 過電流保護回路内蔵
- 動作電源電圧 (+12V~+40V)
- 高リップルリジェクション
- スタンバイ機能内蔵
- バイポーラ構造
- 外形 DIP14, DMP14, SSOP-14

■ 絶対最大定格 ( $T_a = 25^\circ\text{C}$ )

項目	記号	定格	単位
電源電圧	$V^*/V$	40	V
入出力電圧差	$\Delta V_{IO}$	40	V
差動入力電圧	$V_{IN}(\text{diff})$	$\pm 5$	V
最大出力電流	$I_o$	150	mA
消費電流	$P_D$	(Dタイプ) 700 (Mタイプ) 700(注) (Vタイプ) 450(注)	mW mW
端子電流	$I_{REF}(V_{REF})$	15	mA
動作温度	$T_{opr}$	$-20 \sim +75$	$^\circ\text{C}$
保存温度	$T_{stg}$	$-40 \sim +125$	$^\circ\text{C}$

(注) 本規定は基板実装時とします。

■ 電気的特性 ( $T_a = 25^\circ\text{C}$ ,  $V^* = V_c = 12\text{V}$ ,  $V = 0\text{V}$ ,  $V_0 = 5\text{V}$ ,  $R_{SC} = 0$ ,  $C_1 = 100\text{pF}$ ,  $C_{REF} = 0$ ,  $I_L = 1\text{mA}$ )

項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
ラインレギュレーション	$\Delta V_{IO} - V_{IN}$	$V_{IN} = 12 \sim 15\text{V}$ $V_{IN} = 12 \sim 40\text{V}$	-	0.01 0.1	0.1 0.5	% $V_{OUT}$
ロードレギュレーション	$\Delta V_O - V_O$	$I_o = 1 \sim 50\text{mA}$	-	0.03	0.2	% $V_{OUT}$
リップル除去比	RR	$f = 50 \sim 10\text{kHz}$ , $C_{REF} = 0$ $f = 50 \sim 10\text{kHz}$ , $C_{REF} = 5\mu\text{F}$	-	74 86	-	dB
出力電圧温度係数	$\Delta V_O / \Delta T$	$-20 \leq T_a \leq 75^\circ\text{C}$	-	0.003	0.018	%/ $^\circ\text{C}$
電流制限回路動作電流	$I_{CL}$	$R_{SC} = 10\Omega$ , $V_{OUT} = 0$	-	65	-	mA
基準電圧	$V_{REF}$		6.8	7.15	7.5	V
出力雑音電圧	$V_{NO}$	$BW = 100\text{Hz} \sim 10\text{kHz}$ , $C_{RF} = 0$ $BW = 100\text{Hz} \sim 10\text{kHz}$ , $C_{RF} = 5\mu\text{F}$	-	100 2.5	-	$\mu\text{V}_{rms}$
入出力間電位差	$V_{IO}$		3.0	-	38	V
スタンバイ電流	$I_{STDBY}$	$I_L = 0$ , $V_{IN} = 30\text{V}$ , $V_O = V_{REF}$	-	2.3	4.0	mA
入力電圧範囲	$V_{IN}$		9.5	-	40	V
出力電圧範囲	$V_O$		2.0	-	37	V

参考資料