

可変直流定電圧・定電流電源

PAD35-300LPT 形

PAD60-200LPT 形

取扱説明書

- 保証 -

この製品は、菊水電子工業株式会社の厳密な試験・検査を経て、その性能は規格を満足していることが確認され、お届けされております。

弊社製品は、お買上げ日より1年間に発生した故障については、無償で修理いたします。但し、次の場合には有償で修理させていただきます。

1. 使用上の誤り、不当な改造、調整、修理による故障および損傷。
2. お買上げ後の移動、輸送、落下などによる故障および損傷。
3. 火災、地震、風水害、落雷、その他の天変地異、公害、塩害、異常電圧など外部要因による故障および損傷。
4. 接続している他の機器による故障および損傷。

なお、この保証は日本国内に限り有効です。

This warranty is valid only in Japan.

取扱説明書について

ご使用前に本書をよくお読みの上、正しくお使いください。お読みになったあとは、いつでも見られるように必ず保存してください。また製品を移動する際は、必ず本書を添付してください。

本書に乱丁、落丁などの不備がありましたら、お取り替えいたします。また、本書を紛失または汚損した場合は、新しい取扱説明書を有償でご提供いたします。どちらの場合もお買上げ元または当社営業所にご依頼ください。その際は、このページに記載されている「Kikusui Part No.」をお知らせください。

本書の内容に関しては万全を期して作成いたしましたが、万一不審な点や誤り、記載漏れなどありましたら、当社営業所にご連絡ください。

輸出について

特定の役務または貨物の輸出は、外国為替法および外国貿易管理法の政令／省令で規制されており、当社製品もこの規制が適用されます。

政令に非該当の場合でもその旨の書類を税関に提出する必要があるため、該当の場合は通産省で輸出許可を取得し、その許可書を税関に提出する必要があります。

当社製品を輸出する場合は、事前にお買上げ元または当社営業所にご確認ください。

本製品および取扱説明書の一部または全部の転載、複写は著作権者の許諾が必要です。

製品の仕様ならびに取扱説明書の内容は予告なく変更することがあります。

目 次

	頁
1 章 概 要	1
1-1 概 説	1
1-2 仕 様	2
* 消費電流グラフ	5
* 外形図	7
2 章 使 用 法	9
2-1 使用前の注意事項	9
* パネル図	14
2-2 パネルの説明	16
2-3 定電圧電源としての使用法	20
2-4 定電流電源としての使用法	21
3 章 保護回路	22
3-1 概 要	22
3-2 各種保護回路	22
3-3 過電圧保護 (OVP) の使用法	24
4 章 応 用	25
4-1 リモートセンシング(サンプリング)	25
4-2 定電圧のリモートコントロール(抵抗・電圧)	26
4-3 出力のオン・オフ	30
4-4 定電流のリモートコントロール(抵抗・電圧)	31
4-5 ワンコントロール並列運転	34
4-6 ワンコントロール直列運転	36
4-7 バッテリ・コンデンサの定電流充放電	38
4-8 電源スイッチの遮断	40
4-9 定電圧・定電流動作の接点出力	40
5 章 動作原理	41
5-1 概 説	41
5-2 制御整流回路、平滑回路	42
5-3 位相制御回路	42
5-4 定電圧回路	43
5-5 定電流回路	44
5-6 理想的電圧源・電流源との相違点	46
* ブロック・ダイアグラム	48
6 章 保 守	49
6-1 点検・調整	50
6-2 故障の症状と原因	54

1 章 概 要

1-1 概 説

本機は十分に余裕をもった合理的回路設計により、高い信頼性と優れた電気特性を持ち研究・実験用の可変電源、長期エージング用固定電源など広い用途に使用できるユニバーサル形の工業用電源装置です。

“PAD-L”シリーズの特徴は

1. 低出力電圧時の力率の向上

整流平滑回路にチョーク・インプット回路を採用した為、入力皮相電流が少なくなり力率が改善されています。このため電源トランスが小さくなり、装置の小形・軽量に大きく貢献しました。

2. 交流入力電圧の波形歪みの減少

チョーク・インプット回路を採用したため入力電流に高調波成分が少なくなり、波形の歪みが少なく、ラインに与える妨害がわずかです。

3. すぐれた温度係数

使用部品の選定、回路の改良、強制空冷による放熱処理により50ppm/°Cの低温度ドリフトのほか、放置(経時)ドリフトもすぐれています。

4. 速い過渡応答

広帯域な誤差増幅器は安定な周波数・利得・位相特性で高い周波数までループゲインを持っているため、出力インピーダンスが低く急激な変化にも十分応答できます。

5. 低リップル・ノイズ電圧

実効値はもちろん、ピーク値も十分低くおさえてあります。

出力電圧および電流は10回転ポテンショメータを使用し、0より定格まで微細に可変することができます。

カレント／ボルテージ・リミット・スイッチによって電流電圧のプリセットが可能なほか、運転中に定電圧 定電流の設定値を確認することができます。

本機の保護回路は内部に電圧検出回路・電流検出回路・温度検出回路を持っているほか、パネル面より電圧設定可能な高速形過電圧保護回路(サイリスタ・クローバ方式)を標準で内蔵しています。

また、本機はE I A規格またはJ I S規格ラックに取り付けることができます。

ご使用に際しては本取扱説明書を熟読の上、十分にご活用ください。

(不明な点やお気付きの点がございましたら代理店、営業所、本社までご連絡ください。)

1-2 仕様

入 力		形 名	
入力電源	3相 AC 200V 定格負荷 (標準値)	PAD 35-300LPT	PAD 60-200LPT
消費電力	3相 AC 200V 定格負荷 (標準値)	3相 AC 200V ±10%, 50/60Hz	
出 力		約 18 kVA	約 19 kVA
出力電圧	10 回転	0 ~ 35 V	0 ~ 60 V
電圧分解能 (理論値)		約 7 mV	約 11 mV
出力電流	10 回転	0 ~ 300 A	0 ~ 200 A
電流分解能 (理論値)		約 90 mA	約 60 mA
定格圧特性			
安定度	電源電圧の±10%変動に対して	*1	
	出力電流の0~100%変動に対して	0.005% + 1 mV	
リップル・ノイズ	実効値 (5 Hz ~ 1 MHz)	*2	
過渡応答特性	10%~100% (標準値)	*3	
温度係数 (標準値)		500 μV rms	
抵抗によるリモートコントロール値		100 μSec	
電圧によるリモートコントロール値		50 ppm/°C	
定格電流特性			
安定度	電源電圧の±10%変動に対して	30 mA	
	出力電圧の0~100%変動に対して	30 mA	
リップル・ノイズ	実効値 (5 Hz ~ 1 MHz)	200 mA rms	100 mA rms
抵抗によるリモートコントロール値		約0~500 Ω	
電圧によるリモートコントロール値		約0~330 mV	
使用周囲温度範囲		0 ~ 40°C	
使用周囲湿度範囲		10 ~ 90% RH	
冷却方式		ファンによる強制空冷	
出力極性		正または負接地可能	
対接地電圧		DC ±250V	

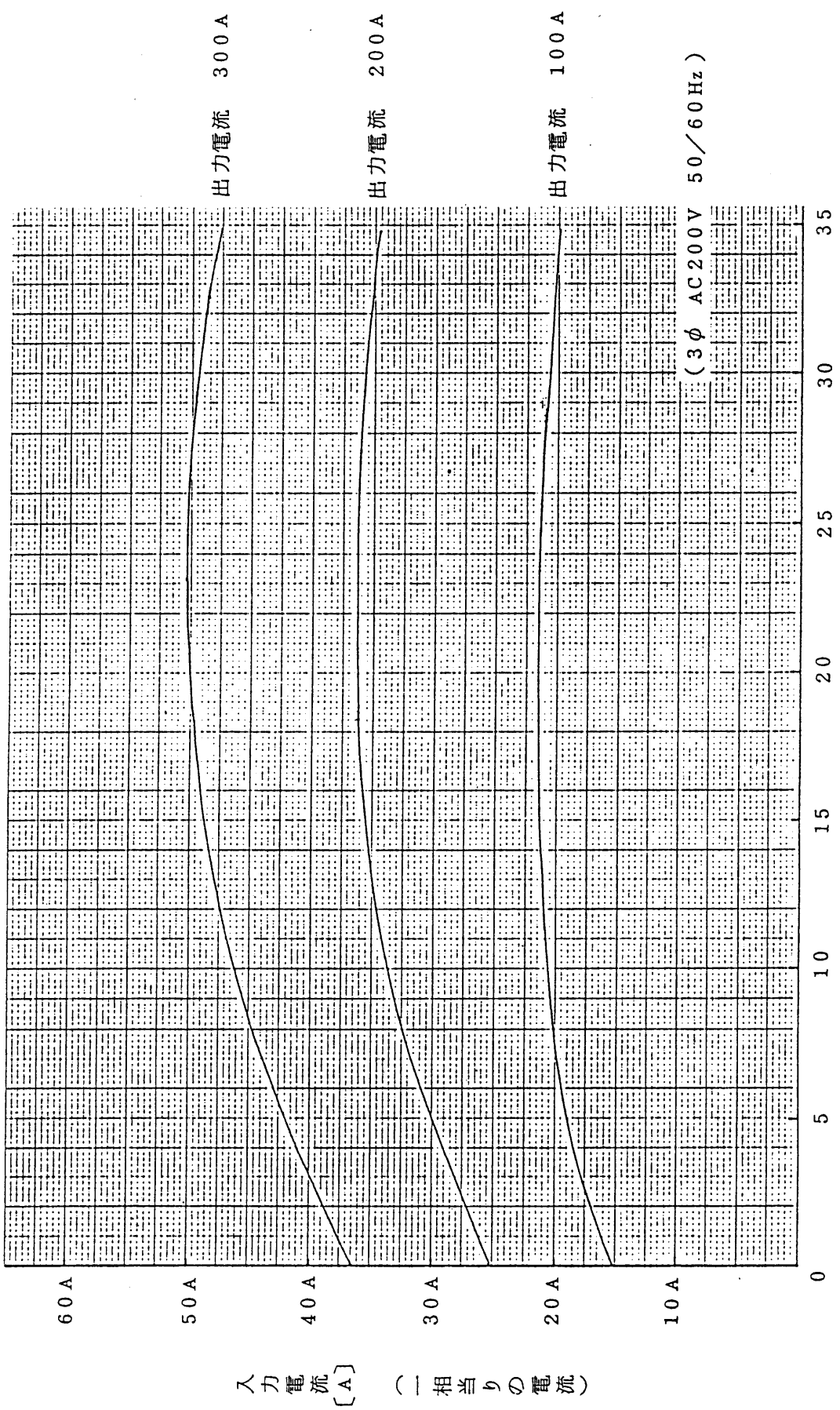
保 護 装 置		形 名		PAD 35-300LPT	PAD 60-200LPT
過電圧保護回路					
設定電圧可変範囲 (標準値)			3 ~ 38 V	3 ~ 66 V	
動作ハルス幅			200 μ Sec		
保護動作					
OVP サイリスタ SV					
ON					
OFF					
過電流保護					
突入電流防止回路					
過熱保護回路 (入力スイッチを遮断)					
			クーリング・パッケージにおいて 100°C \pm 5°C		
			電源トランスにおいて 130°C		
入力ヒューズ定格					
出力ヒューズ定格			60 A	70 A	
温度ヒューズ定格			300 A	200 A	
出力信号	後面 6ピン DIN 端子 (接点出力)		135°C		
指示計					
定電圧動作表示			C.V 動作時 ON (メーク)		
定電流動作表示			C.C 動作時 ON (メーク)		
電源 ON-OFF 表示			ON および OFF (メーク&ブ레이크)		
入力信号	電源スイッチの遮断		ON (メーク) 接点 (フロロインギングされた接点にて)		
電圧計					
電圧計	フルスケール JIS 1.5 級		DC 40 V	DC 66 V	
電流計	フルスケール JIS 1.5 級		DC 300 A	DC 200 A	
定電圧動作表示					
定電流動作表示			C.V 緑色ランプにて表示		
			C.C 赤色ランプにて表示		

絶縁抵抗	形名	PAD 35-300LPT	PAD 60-200LPT
シャッシー入力電源間		DC 500V 30MΩ以上	
シャッシー出力端子間		DC 500V 20MΩ以上	
寸法		430 W × 840 H × 600 D [mm]	
	(最大部)	440 W × 942 H × 750 D [mm]	
ラック取付		BH19	
EIA規格 (インチラック) 用ブラケット (オプション)		BH17M	
JIS規格 (ミリラック) 用ブラケット (オプション)		約 220 kg	約 210 kg
重量			
付属品 (細包品)		1 部	
取扱説明書			
入力電源コード		4 芯 14mm ² キヤブタイケーブル (約4m)	1 本
電圧チェック・チップ		2 個	
入力電源ヒューズ (予備)	3 本	200V/JI 60A	200V/JI 70A
ガードキャップ		1 式	
ランプ (OL-394)		12V 40mA	2 本
DIN コネクタ (6PIN)		1 個	

- 注 意
- * 1 センシング端子を使用して測定。
 - * 2 正または負出力のいずれかを接地して測定。
 - * 3 測定方法 0.05%+10mV 以内に復帰する時間。
 - * 4 OVP を動作させるに必要な110%パルス幅
 - * 5 ラック・マウント・アングル(オプション)にて EIA規格 またはJIS規格ラックに取り付け可能

消費電流特性

PAD 35 - 300LPT



出力電流 300 A

出力電流 200 A

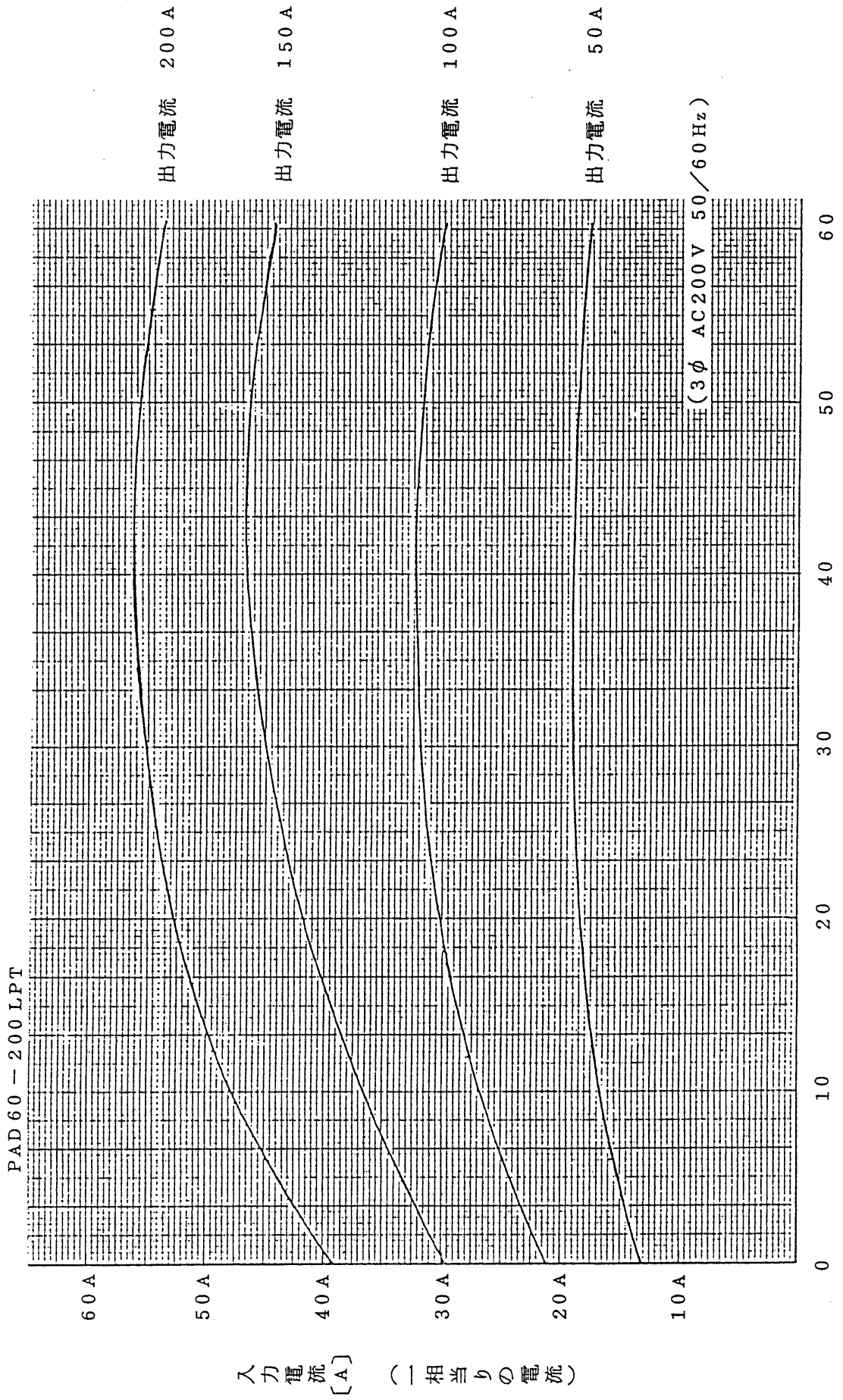
出力電流 100 A

(3φ AC200V 50/60Hz)

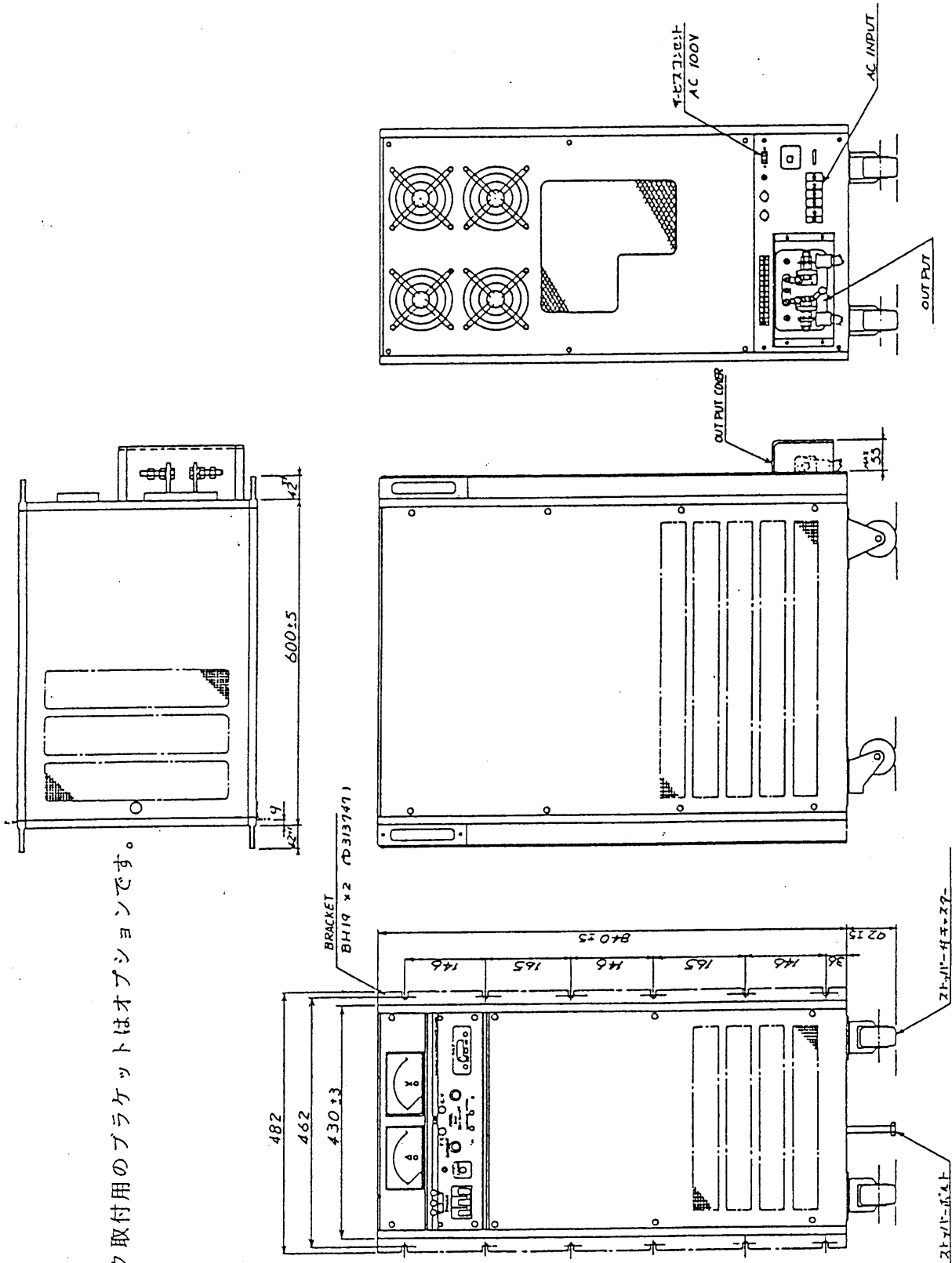
入力電流 [A] (一相当りの電流)

出力電圧 [V]

消費電流特性



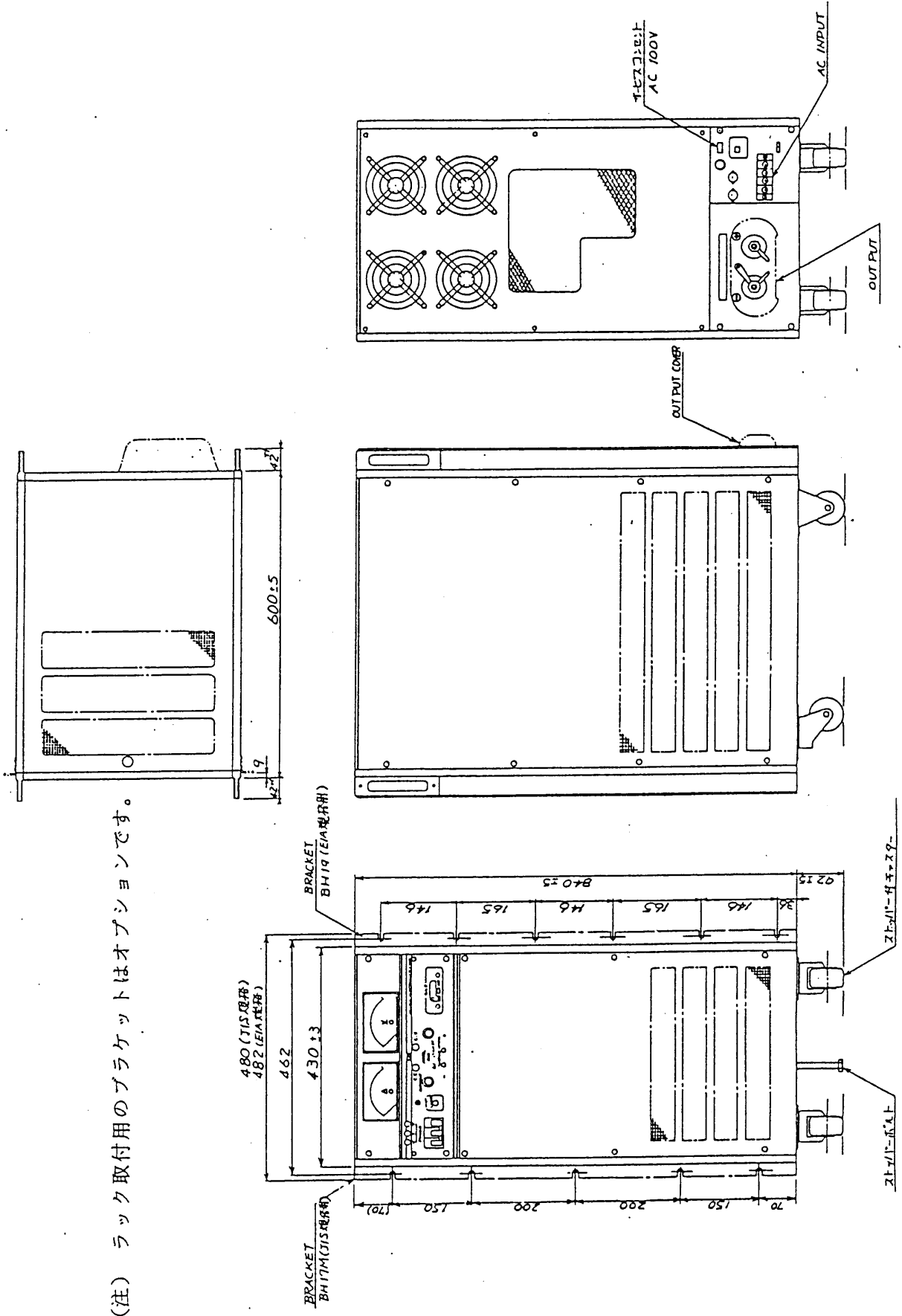
* 外形図 (PAD 35-300LPT)



(注) ラック取付用のブラケットはオプションです。

* 外形図

* 外形図 (PAD 60-200LPT)



(注) ラック取付用のブラケットはオプションです。

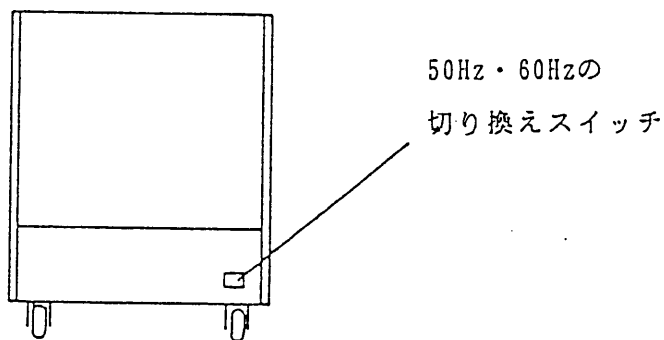
* 外形図

2 章 使用法

2-1 使用前の注意事項

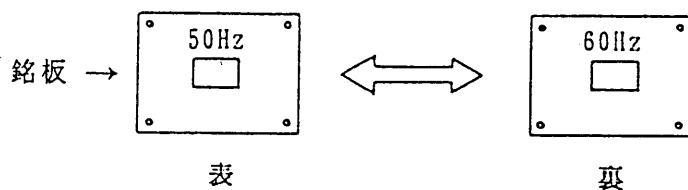
1. 入力電源について

- 3相 180~220V、50Hz 又は 60Hzで ご使用ください。
- 本機は 50Hz地域と 60Hz地域を、下図のように後面スイッチにより選択してご使用ください。



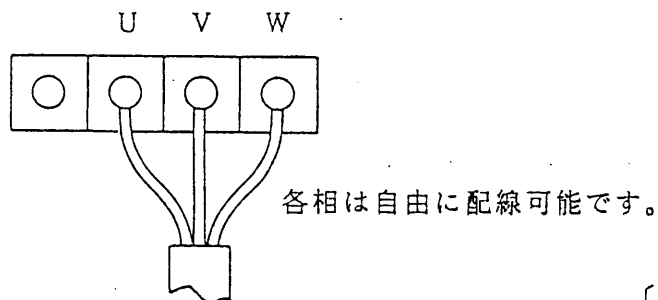
〔図2-1〕

銘板を裏返すことにより 50Hz と 60Hz の切り換えができます。



〔図2-2〕

- 本機は入力電源の相回転方向が自由に選べる方式を採用していますので、入力端子台に表示してあるU V W各相とは無関係に入力電源の配線ができます。

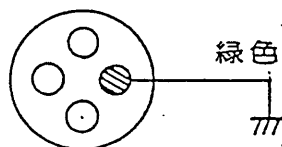


〔図2-3〕

- 消費電力は消費電流特性グラフを参照してください。

2. 電源コードについて

- 本機に付属している電源コードは 14mm²です。
- 他のコードを使用する場合は公称断面積が 14mm²以上のキャブタイヤ・コードを使用して、圧着端子等でしっかりと配線してください。
- 付属コードで緑色の線は接地用です。安全のため必ず接地してください。



〔図 2 - 1〕 キャブタイヤ・ケーブルの断面積

Ta 30°C

公称断面積	当社推奨電源	電気設備技術基準(告示29条)
2mm ²	10 A	27 A
5.5mm ²	20 A	49 A
8mm ²	30 A	61 A
14mm ²	50 A	88 A
22mm ²	80 A	115 A
30mm ²		139 A
38mm ²	100 A	162 A
50mm ²		190 A
60mm ²		217 A
80mm ²	200 A	257 A
100mm ²		298 A
125mm ²	300 A	344 A
150mm ²		395 A
200mm ²		469 A

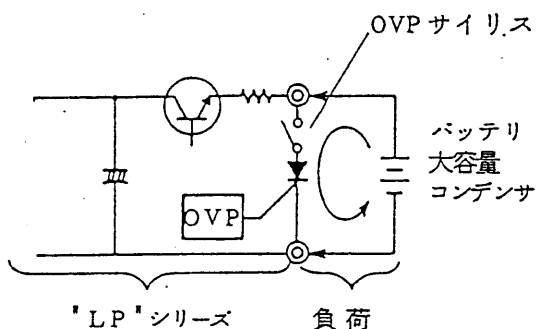
〔表 2 - 1〕 電線電流容量表

3. 並列運転・バッテリー充電時の注意

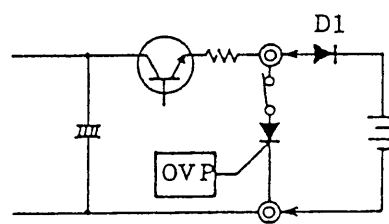
“LP”シリーズは図2-5の通り、サイリスタ・クローバ OVP を内蔵しているため、バッテリーや大容量のコンデンサの充電に使用の際や電源の並列運転で使用する場合には、必ず前面パネルの OVP サイリスタ・スイッチを OFF にするか、負荷に直列にダイオードを挿入して下さい。(図2-5, 図2-6 参照)

万一、OVP が動作すると負荷をショートすることになり危険です。

クローバサイリスタは ON (負荷をショート)と同時に電源のブレーカーを OFF することが条件で設計されているため、負荷から電流が流れ続けると焼損する恐れがあります。また、ワンコントロール並列運転で使用する場合は 34頁 4-5 項を参照して下さい。



〔図2-5〕

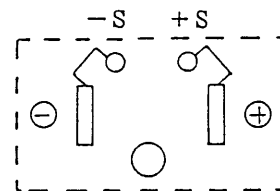
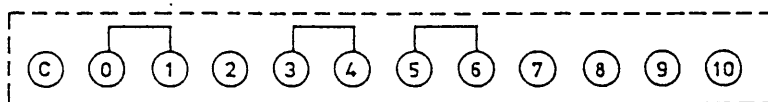


〔図2-6〕

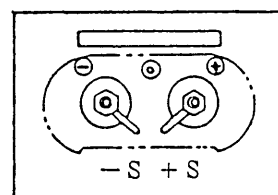
4. 出力について

○ 後面端子台の各ジャンパーはしっかりと図2-7のように締まっていることを確認してください。

(後面出力端子台)



PAD35-300LPT



PAD60-200LPT

〔図2-7〕

- 通常は出力端子のいずれか一方を、ショートバーで GND に接続して使用してください。
- 負荷への配線材は10頁の電線電流容量表に従った電線を使用してください。細い電線を使用すると電圧降下のため負荷端で電圧の変動になるほか、電線が発熱して危険です。

5. 周囲温度について

- 本機の仕様を満足する温度範囲は 0～40℃です。なるべくこの範囲内でご使用ください。

周囲温度の高い所で使用すると内部の温度検出回路が動作し、電源スイッチを遮断して保護します。その場合は機器を冷してから再投入してください。

一般に半導体の平均寿命、電解コンデンサの寿命、トランス等に使用されている絶縁体の寿命と周囲温度との間には指数函数的な関係が成立し、周囲温度の上昇に対して部品の劣化は急速に進行することが予想されます。

周囲温度をひくくおさえることは機器の寿命の点からも大切なことです。
- -10℃以下の低温で使用した場合、回路が不安定になる事が考えられます。特に低温環境での使用はご指定ください。

6. 設置場所について

- 通気口(底面および上面)、ファン吹出口をふさがないようにしてください。
- ファン吹出口は熱風が吹き出すため、熱に弱い物は置かないようにしてください。
- 多湿度、ほこりの多い場所での使用は故障の原因となります。
- 振動のなるべく少ない場所に設置してください。
- 装置の上や横に高感度な計器を置かないでください。

本機のような大容量電源になるとトランスやチョークコイルから漏洩する電磁界の強度も大きくなり無視できなくなります。

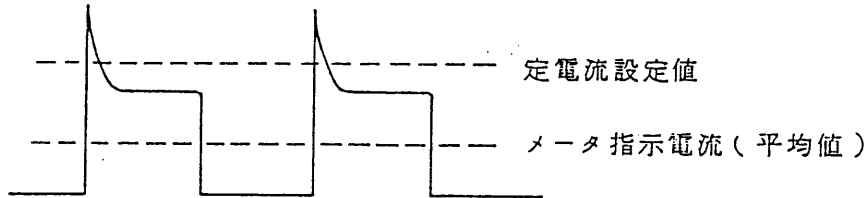
7. 移動

- 本機の重心はやや前面よりにあり、重量は 200kg を超えるため移動する場合は十分に注意をしてください。

8. 負荷について

次のような負荷の場合に出力が不安定になるため注意してください。

- (a) メータの指示(平均値)では電流設定値以下でも、負荷に流れる電流がピークを持っていて、ピーク値が電流設定値より大きいと、そこで定電流領域に瞬時入るため出力電圧が低下します。注意して見ると定電流動作表示ランプがうすく点灯しています。



〔図2-8〕 負荷電流がピークを持っている場合

この場合、設定値を大きくするか、電流容量の増加が必要です

- (b) 電源(本機)へ電力を回生するような負荷(インバータ、コンバータ、変成器のような負荷)の場合、負荷からの逆電流を吸収できないため出力電圧が上昇して、出力の安定化ができなくなります。
この場合、逆電流をバイパスさせるため負荷に並列に抵抗器(R)を接続し、その抵抗に逆電流の最大値以上を流してください。

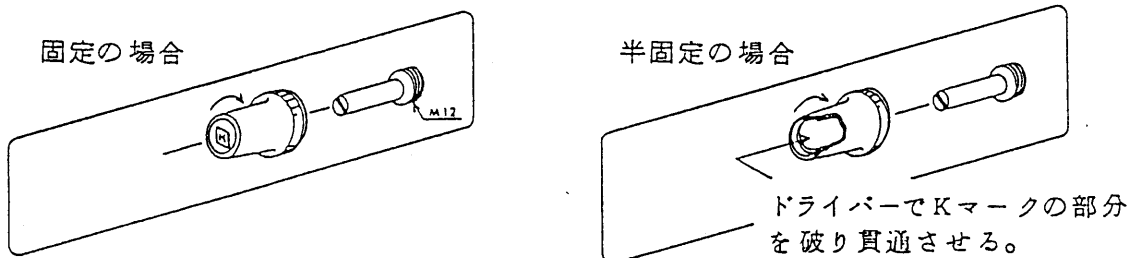
ここで E_0 は出力電圧

$$R [\Omega] \leq \frac{E_0 [V]}{I_{RP} [A]}$$

I_{RP} は逆電流の最大値

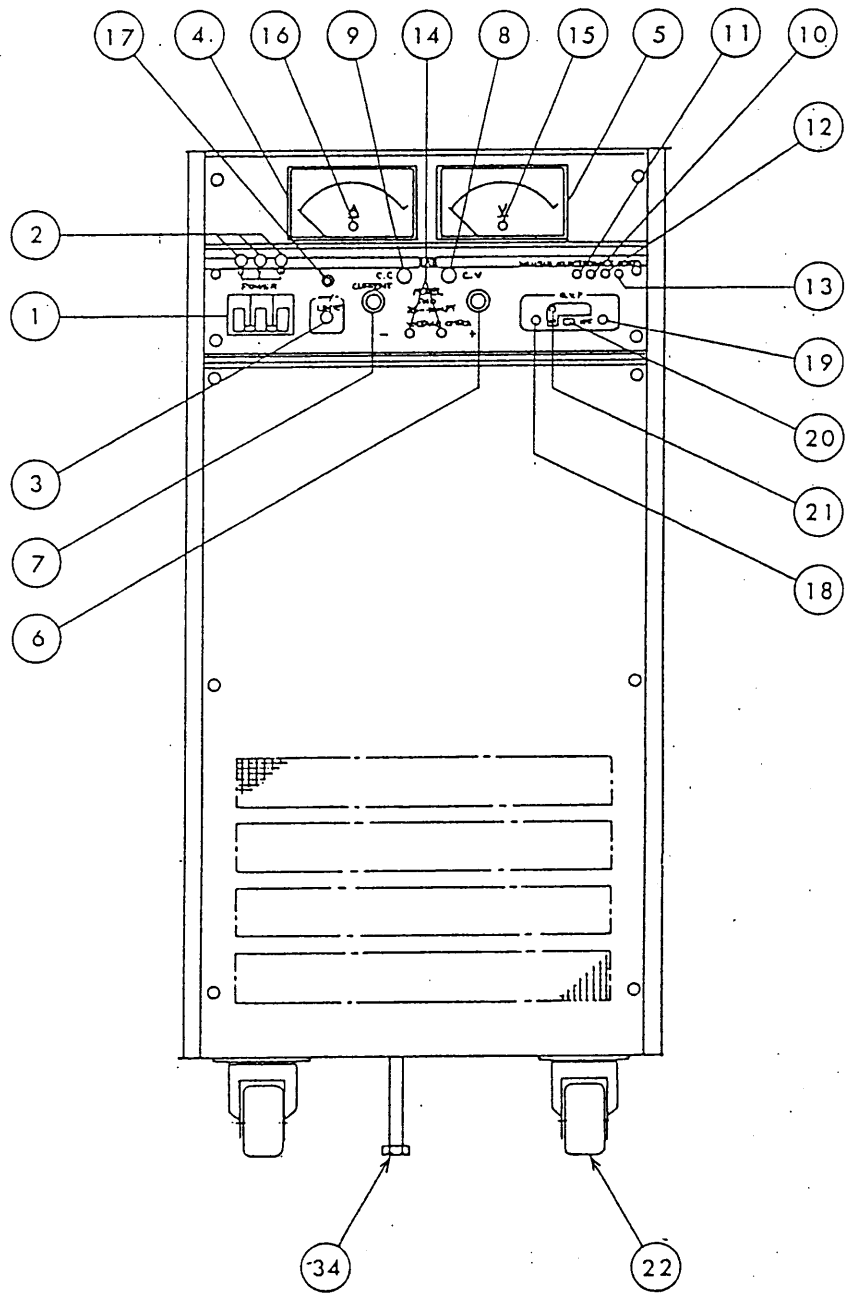
9. ガードキャップについて

付属のガードキャップを使用すると、固定または半固定つまみにすることができます。電流、電圧調整用抵抗器 両方に使用可能です。

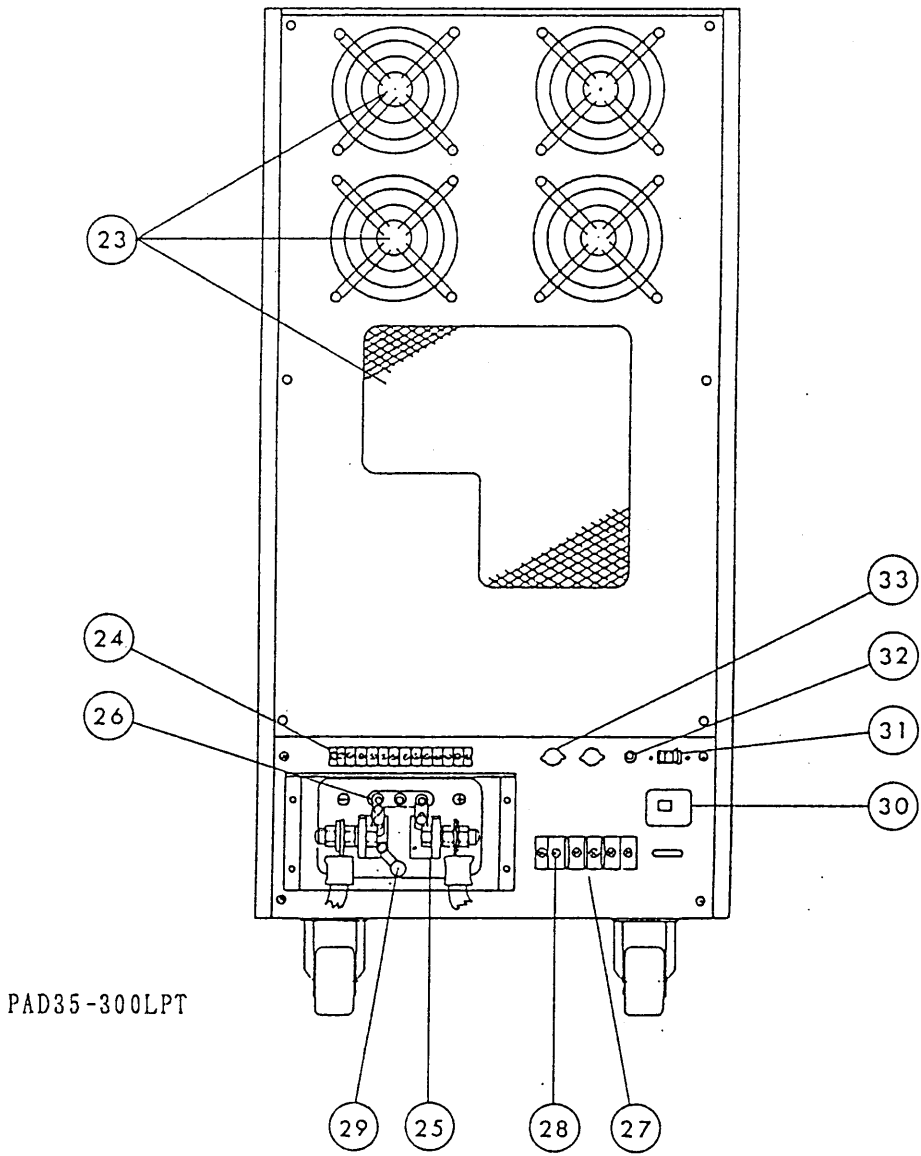


〔図2-9〕

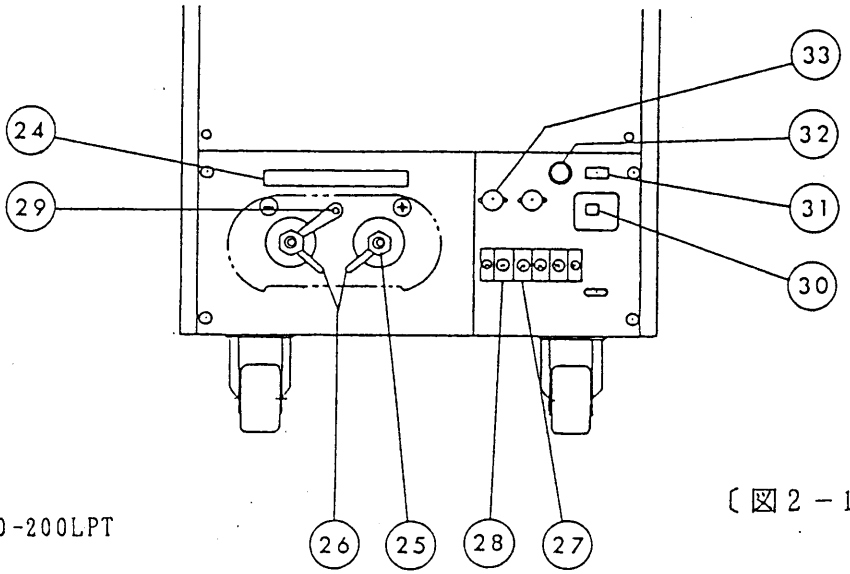
〔図2-10〕 パネル図（前面）



PAD35-300LPT
 PAD60-200LPT



PAD35-300LPT



PAD60-200LPT

〔図2-11〕 パネル図（背面）

2-2 パネルの説明

各部の名称と動作説明

- ① POWER
電源スイッチ
- 電源を開閉するスイッチです。上に倒しますと電源表示ランプが点灯し、電源が供給されます。
- 注：内蔵されている保護回路(過電圧保護回路・電圧検出回路・電流検出回路・温度検出回路)が動作すると自動的に遮断されます。遮断すると直ちに投入はできません。原因を取り去って60秒ほど待って、再投入してください。
- ② 電源表示ランプ
- 正常な動作の時には、POWER 電源スイッチを ON にすると全て点灯します。
- 入力電源が欠相の時または万一入力用ヒューズが切れてしまった時は、その相が点灯せずに知らせます。
- (図6-1参照) PAD35-300LPT …… 60A
PAD60-200LPT …… 70A
- ③ CURRENT/VOLT LIMIT
カレント/ボルテージ
リミット・スイッチ
- 押している間電流計は定電流の設定値を表示し、電圧計は定電圧の設定値を表示します。
- ④ 電流計
- 出力電流の指示計です。 JIS 1.5級
- ⑤ 電圧計
- 出力電圧の指示計です。 JIS 1.5級
- ⑥ 電圧設定つまみ
- 定電圧動作時の電圧を設定します。10回転です。ガードキャップを使用すると固定・半固定つまみにすることができます。(13頁参照)
- ⑦ 電流設定つまみ
- 定電流動作時の電流を設定します。10回転です。ガードキャップを使用すると固定・半固定つまみにすることができます。(13頁参照)
- ⑧ C.V
定電圧動作表示ランプ
- 本機が定電圧動作をしていることを表示します。
- 緑色 ランプ：OL-394 (12V 40mA)

- ⑨ C.C
定電流動作表示ランプ
 - 本機が定電流動作をしていることを表示します。
赤色 ランプ : 0L-394 (12V 40mA)

- ⑩ 電圧計校正用抵抗器
 - これによって電圧計を定期的に校正してください。
(保守の章参照)

- ⑪ 電流計校正用抵抗器
 - これによって電流計を定期的に校正してください。
(保守の章参照)

- ⑫ 出力電流オフセット
可変抵抗器(I.os)
 - 電流設定つまみを左いっぱいにしたときの出力電流の調整、また電圧によるリモートコントロール時の入力オフセット電圧の調整用です。

- ⑬ 出力電圧オフセット
可変抵抗器(V.os)
 - 電圧設定つまみを左いっぱいにしたときの出力電圧の調整、また電圧によるリモートコントロール時の入力オフセット電圧の調整用です。

- ⑭ VOLTAGE CHECK
 - パネル面より出力電圧をチェックできます。
付属のチップを使用して、出力電圧を正確に設定することができます。0.1Aのヒューズを内蔵しています。

- ⑮ 電圧計ゼロ調整
 - 電圧計の機械的ゼロを合わせるための調整穴です。

- ⑯ 電流計ゼロ調整
 - 電流計の機械的ゼロを合わせるための調整穴です。

- ⑰ アラーム表示ランプ
— ALARM —
 - 下記の保護回路が動作すると電源スイッチを遮断してランプを点灯します。ランプのリセットは原因を除いた後、電源スイッチの再投入で行なわれます。
 - ◇ 高速 OVP (過電圧保護装置)
 - ◇ 電圧検出回路)
 - ◇ 温度検出回路) 3章 保護回路の項
 - ◇ 入力電源過電流検出回路) 参照

- ⑱ 過電圧保護装置の設定穴(3-3 過電圧保護の使用法の項参照)
(O.V.P) ○ 誤操作や故障により出力電圧が設定値を越すと瞬時に電源スイッチを遮断し、負荷を保護します。トリップ電圧の設定は OVP プリセット・スイッチを押して電圧計を見ながら行えます。
- ⑲ OVP プリセット・スイッチ ○ ボタンを押すと過電圧保護装置 (OVP) の設定電圧を指示計に表示します。
- ⑳ OVP サイリスタ・スイッチ (CROWBAR 選択スイッチ) ○ 過電圧保護装置の動作時に出力端に接続されているサイリスタを点弧して負荷を保護する (CROWBAR という) モードを選択するスイッチで半導体等、過電圧に弱い負荷の場合は ON にし、バッテリー等の場合は OFF にします。
- ㉑ クローバ (CROWBAR) 表示 LED ○ ㉑で CROWBAR (OVP 動作時に出力端をサイリスタで短絡する保護動作) が選択されると点灯します。
(3-3 参照)
- ㉒ キャスター ○ 前側の2つはロック付きとなっています。本機を設置した後でキャスターをロックしてください。
- ㉓ ファン吹出口 ○ クーリング・パッケージの空気吹出口です。
熱風が出ますので熱に弱いものは置かないでください。
壁面から 30cm 以上離してください。
- ㉔ 端子台 ○ リモートコントロール・直並列運転を行なう場合に使用する端子台です。(くわしくは応用の項を参照)
- ㉕ 出力端子 ○ 出力を取り出せます。端子部 M12

- ⑳ センシング端子
 - 定電圧電源として動作する場合、この端子が出力電圧を安定化します。
 - リモート・センシングを行なう場合は、出力端子とセンシング端子間のジャンパーをはずして、安定化した負荷点にセンシングを配線します。(応用の項参照)
 - センシング端子からは負荷をとらないでください。
- ㉑ 入力端子台
 - 三相交流 200V 50/60Hz の入力用端子台です。公称断面積 14mm²以上の太さのキャブタイヤコードを使用してください。(2-1 参照)
- ㉒ GND (接地)端子
 - 安全のため必ず大地に接地してご使用してください。(2-1 参照)
- ㉓ 接地方式選択バー
 - 出力端子の ⊕側または ⊖側の一方を接地するためのショートバーです。通常は、どちらかに接地してご使用ください。(2-1 参照)
- ㉔ 電源周波数切換スイッチ
 - 電源周波数50Hz/60Hz に合わせてスイッチを切り換えてください。銘板の表裏で切り換えを行ないます。(2-1 参照)
- ㉕ サービス・コンセント
 - AC 100V 1Aの出力がとれます。保守サービス用
- ㉖ ヒューズ・ホルダー
 - サービス・コンセント用ヒューズ・ホルダーで1Aのヒューズを内蔵しています。
- ㉗ DIN 端子
 - 定電圧、定電流動作、電源 ON・OFF の接点信号出力を取り出せます。(4-9 参照)
- ㉘ ストッパーボルト
 - 前後に各1本ずつ付属しています。装置を設置、固定する場合ご利用ください。(M10)

2-3 定電圧電源としての使用法

入力電源が AC 200V ±10%の範囲内であることを確認して入力を接続してください。

- (1) 電流設定つまみを反時計方向いっぱい(左いっぱい)に回します。
- (2) 電源スイッチを投入すると C.C ランプ(赤)が点灯して動作状態になります。
- (3) カレント/ボルテージ・リミット・スイッチを押したまま電圧設定つまみで希望の電圧を設定します。これで出力電圧のプリセットができます。
(この状態では出力端子には電圧が出ていません。)
- (4) 電流設定つまみを時計方向に回してゆくと C.Vランプ(緑)が点灯して出力に電圧がでます。

電流制限の設定

- (5) カレント/ボルテージ・リミット・スイッチを押したまま電流設定つまみで定電流値を設定します。これで負荷が急変しても設定値以上に電流が流れることはありません。(この動作をオートマチッククロスオーバーと言ひ、定電圧動作から定電流動作に自動的に移行して負荷を保護します。)

- 注意
1. O.V.P の設定電圧に注意してください。動作すると電源スイッチを遮断します。O.V.P をセットする場合は10%程高い電圧に設定してください。
 2. 負荷の抵抗値が不明の場合や抵抗値が大きく変化する場合、また、大きなインダクタンスをもっていて急激な電圧印加が好ましくない時は、出力電圧を徐々にあげてゆくとか電流設定つまみを反時計方向からゆっくり時計方向に回して、電流を徐々にあげる方法をとってください。

2-4 定電流電源としての使用法

入力電圧が AC 200V \pm 10%の範囲内であることを確認して入力を接続してください。

- (1) 電源スイッチを投入すると C.V あるいは C.C が点灯して動作状態になります。
- (2) カレント／ボルテージ・リミット・スイッチを押したまま、定電流つまみ(CURRENT)で希望の電流値に設定するとともに定電圧つまみ(VOLTAGE)で電圧の制限値を設定します。これで電圧の制限を設定したことになり過電圧に弱い負荷の保護ができます。
- (3) 一度電源スイッチを切って負荷を出力端に接続して再度スイッチを入れてください。

- 注意
1. 負荷が大きなインダクタンスを持っている場合などで、急激な電流の印加が好ましくない負荷の場合は、電流設定つまみを反時計方向いっぱいに戻しておいて電源スイッチを投入し、徐々に電流を増加させる方法をとってください。
 2. 定電流動作中カレント／ボルテージ・リミット・スイッチを押すと、出力電流が設定値より最大約 2 mA 減少しますので、この 2 mA の変動が影響する負荷の場合注意してください。

3 章 保護回路

3-1 概要

安定化電源装置はその名が示すように負荷への安定な電力の供給を目的とする機器でその用途は近年急速に拡大されてきました。それは他の電子機器と同様に高精度、高速応答、高信頼度、高効率、高力率、小形軽量などの高性能化と低価格化の方向に進んで、多くの種類の電源装置が誕生しています。これらの安定化電源の選択に際しては、要求される性能を満足するという事のほかに、一般の電気信号を処理する機器とは多少異なった重要な選択基準に注意を払わなければなりません。

それは安定化電源の取扱う対象が「電力」であるためです。装置の故障や誤操作による事故は、システム全体の運転中止の他、電源装置および高価な負荷の破壊につながり、最悪の場合には火災も考えられます。電源はすべて電気回路、電子回路およびそれらによって構成されるシステムの基礎になるため「故障しない」という信頼性は非常に重要になります。万一故障が発生しても未然に事故を防ぐ保護回路は重要な選択基準になります。

PAD “L” シリーズは、これらの点を十分考慮した高信頼性の電源装置として設計開発されました。使用部品は多方面から吟味され十分なディレーティングがとられていると同時に保護回路も安全な方向に確実に動作するものが内蔵されています。以下本機の保護回路について説明します。

3-2 各種保護回路

- | | |
|------------------------|--|
| (1) 欠相検出回路 | 入力3相電源の欠相を検出し、同時にパネル面のパワーランプで欠けた相が表示されます。 |
| (2) 過電圧保護回路
— OVP — | 出力電圧が OVP設定値以上になると(動作パルス幅200 μ S)電源スイッチを瞬間に遮断します。
OVP サイリスタ SW を ON にして CROWBAR(クローバ)モードをとると出力端をサイリスタで短絡する高速形過電圧保護をします。 |

- (3) 電圧検出回路 後面端子板にあるジャンパーの取付け忘れ等の誤操作や整流回路の故障により平滑用電解コンデンサの電圧が定格電圧以上になると瞬時に動作して電源スイッチを遮断します。
- (4) 過電流保護回路 出力電流を定格の 120%以下に制限します。
- (5) 温度検出回路 クーリングパッケージ(半導体冷却器)の温度を検出しています。周囲温度の上昇、ファンの停止によってクーリングパッケージが 100℃以上になると動作して電源スイッチを遮断します。また電力型抵抗器の端子温度、主電源トランスのコア温度も監視して設定値を越えると電源スイッチを遮断します。
- (6) 突入電流防止回路 電源スイッチ投入時の突入電流を 300A(ピーク値)以下に制限します。
- (7) 電源ヒューズ 入力電流を制限します。
- (8) 出力ヒューズ 出力電流を制限します。
ともに JIS および電気用品取締規則による型式認可の限流ヒューズで磁器絶縁筒と硅砂消弧剤を使用し、遮断時に火炎などの噴出はありません。
- (9) 過電流検出回路 入力電源に過電流が流れると瞬時に動作して電源スイッチを遮断します。

3-3 過電圧保護 (OVP) の使用法

設定手順

1. 負荷が過電圧耐量の小さい半導体等の場合 OVP サイリスタスイッチを「ON」
それ以外は「OFF」にします。
2. プリセット・ボタンを押すと、電圧計は OVP の設定電圧を指示します。
3. ボタンを押しながら、マイナス、ドライバーで希望電圧を設定します。
4. 出力電圧を上げて OVP が動作するのを確かめて、ご使用ください。
(入力スイッチは 60秒程待たないと、再投入できないことがあります。)
 - CURRENT/VOLT. LIMIT スイッチと OVP PRESET スイッチを同時に押した場合は、
OVP PRESET スイッチが優先します。
 - 電源を使用中でも、負荷に影響を与えずに保護動作をしたまま設定電圧の確認
が行なえます。

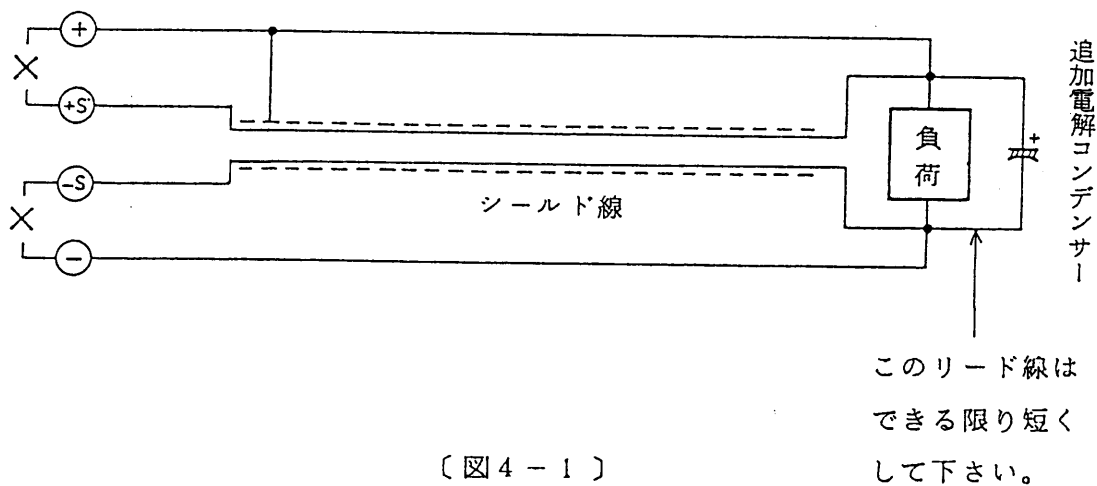
[注意] 負荷がバッテリーや大容量のコンデンサーの場合また電源の並列接続の場合は
必ず OVP サイリスタ・スイッチを「OFF」で使用してください。
(万一 OVPが動作した時スイッチ ON ですとサイリスタを焼損する恐れがありま
す。 11頁 参照)

4 章 応 用

4-1 リモートセンシング

導線の抵抗による電圧降下や、接触抵抗による安定度の悪化をふせぐ方法です。

1. 電源のスイッチを切ります。
2. 後面端子台の +S → ⊕、-S → ⊖ 間のジャンパーをはずします。
3. 安定化したい場所に +S、-S を接続します。（誘導によるリップル電圧の悪化をふせぐためシールド線を使用してください。この場合シールド外被線は ⊕ 出力に接続してください。）



〔図4-1〕

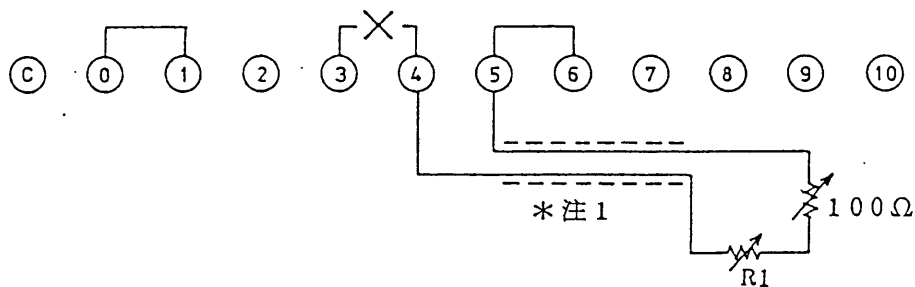
- 注) ○ 本機は片みちで約 1.2V 程度の電圧降下まで補償することができますが 0.3V 以上の電圧降下はその分だけ最大定格電圧が低下します。
- 負荷への配線が 3 ~ 5 m 以上になると配線のインダクタンスと容量による位相推移が無視できなくなり、発振をおこすことがあります。その場合、図 4-1 に示す通りセンシング端子に最短距離で数千 μF 以上の電解コンデンサーを接続してください。

4-2 定電圧のリモートコントロール(抵抗・電圧)

□ 抵抗によるコントロール I

(抵抗値に比例した出力電圧を出すことができます。)

1. 電源スイッチを切ります。(後面端子台を操作するときには必ず電源を切ってください。)
2. ③-④ のジャンパーをはずします。
3. ④-⑤ に抵抗器 100Ω と R1 を接続してください。
4. R1 がゼロのとき、出力電圧がゼロとなるように 100Ω を調整してください。



〔図4-2〕

$$\text{出力電圧 } E_o = \frac{E_{MAX} \cdot R_1}{10} \quad [V] \quad \text{但し } 10 \geq R_1 \quad [k\Omega]$$

E_{MAX} 定格出力電圧 [V]

④-⑤ 間に流れる電流は 1 mA です。

*注1 2芯シールド線またはツイストペア線を使用してください。

シールドは⊕の出力端子に接続してください。

R1は温度係数、経年変化、ノイズの少ない良質の抵抗器を使用してください。

注2 ④-⑤間の回路がオープンになると制御不能となり、出力電圧が急上昇しますので取り扱いには注意してください。

○ 応 用

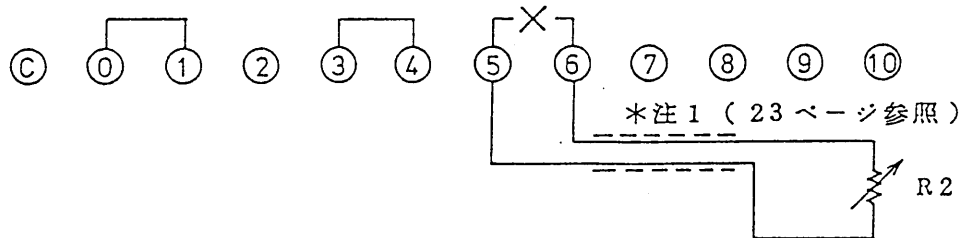
- ・固定抵抗器と可変抵抗器を使用すると設定電圧の±数%を可変できます。
- ・出力電圧の分解能は抵抗Rで決定されるため任意の分解能が得られます。
- ・スイッチ設定された抵抗値を切り換えるとプログラムされた電圧が出せます。(スイッチは切換時、回路が閉じているクローズドサーキットまたはコンティニューアスタイプを使用してください。)

□ 抵抗によるコントロール II

(抵抗値の切り換え時にオーバーシュートのないフェイル・セーフ方式です。)

1. 電源スイッチをを切ります。
2. ⑤-⑥ のジャンパーをはずします。
3. ⑤と⑥ の間に抵抗器R 2を接続します。

[図4-3]



$$\text{出力電圧 } E_o = \frac{b}{a + R_2} \times E_{\text{ref}} \quad [\text{V}] \quad E_{\text{ref}} : \text{基準電圧 } 0 \sim 10\text{V}$$

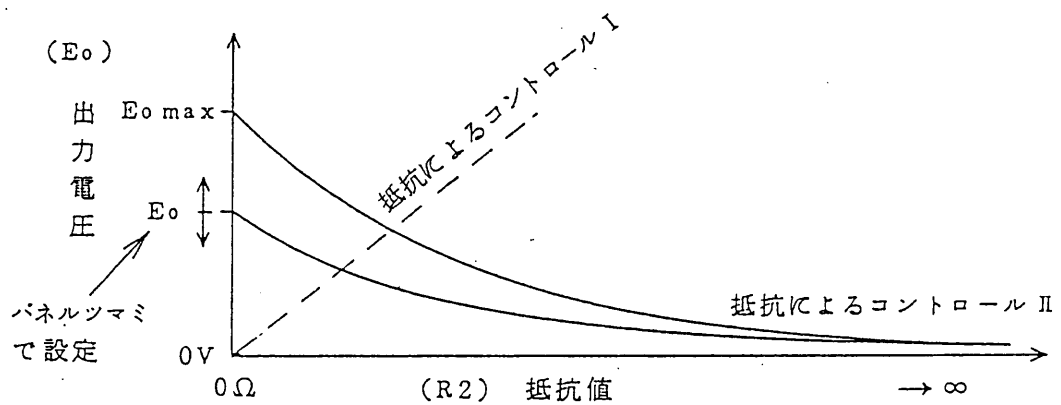
$$0 \leq R_2 \leq \infty (\text{無限大})$$

a : b : 機種による定数

PAD-			35-300LPT	60-200LPT		
a [kΩ]			3.4	5.2		
b [kΩ]			12	31.6		

[表4-1]

出力電圧E_oと抵抗値R₂は下図に示すように反比例の関係になります。
したがって抵抗器切り換え時や事故で回路が開放(オープン)になった場合、抵抗値は∞(無限大)となって出力はゼロになります。



[図4-4]

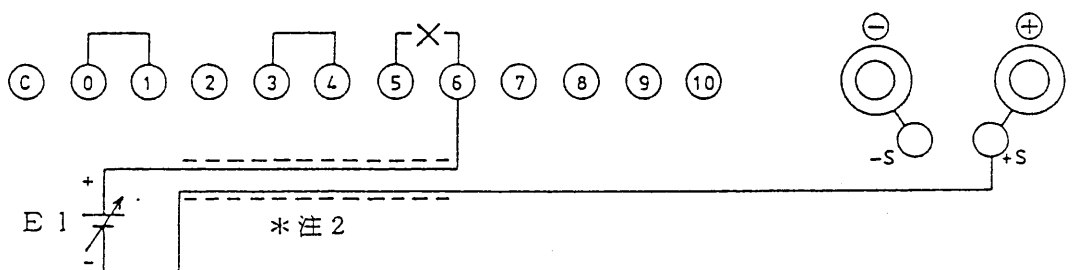
- 出力電圧 E_o は式から R_2 と E_{ref} によって決定されます。 E_{ref} はパネル面の電圧設定つまみで設定します。（パネルのつまみを無効にする場合は「抵抗によるコントロール」によって ③-④ のショートバーをはずし ④-⑤ 間に $10k\Omega$ の温度係数の良い抵抗器を接続してください。）
- この応用の長所は回路がオープンになった場合、出力電圧が低下するフェイル・セーフ的動作をすることですが、短所は低電圧をプログラムする場合には非常に大きな高抵抗が必要になるため実用的でないことです。実際の応用では $0 \sim 200k\Omega$ 程度の可変抵抗器の利用が適します。（一般に高抵抗は温度係数やノイズに関して注意してください）

□ 電圧入力によるコントロール

1. 電源スイッチを切ります。
2. ⑤-⑥ のジャンパーをはずします。
3. ⑥- +S に電圧を加えてください。（極性に注意してください。）

制御のコモンは +S です。E1 に使用する電源には、フローティング出力でリップル・ノイズの少ない物を使用してください。フローティング出力以外の電源を接続すると機器を損傷する恐れがありますので注意してください。また、定電圧、定電流を同時にコントロールする場合にも、電圧コントロールのコモンが共通でないためコントロール用外部電源にはそれぞれフローティング出力の物が必要です。

★ 誤配線、過入力等は機器を損傷する恐れがありますから、電源投入前に再度ご確認ください。



〔図4-5〕

E_o (V) : 出力電圧

$$\text{出力電圧 } E_o = \frac{E_{MAX} \cdot E_1}{10} \text{ (V)}$$

E_1 (V) : 入力信号電圧

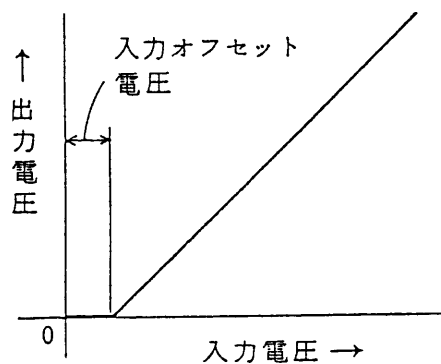
E_{MAX} (V) : 最大定格電圧

但し $0 \leq E_1 \leq 11V$

- 注意
1. 出力電圧は必ず最大定格電圧を越えないでください。
 2. 過出力に備えて、OVP を設定してから行なってください。
 3. 入力電圧は 0 V ~ 11 V の範囲内で印加してください。
 4. ⑥ - +S 間の入力抵抗は約 3 ~ 10 k Ω です。
 5. 入力電圧中のノイズは増幅されて出力に現われますので、十分なノイズ対策をしてください。

*注2 2芯シールドまたはツイストペア線を使用してください。
シールドは⊕の出力端子に接続してください。

○ 本機の標準仕様では入力電圧に対する出力電圧の関係は下図のように入力オフセット電圧が存在します。出力を正確にプログラミングする場合は出力電圧オフセット可変抵抗器(V.os)で入力オフセット電圧を調整します。

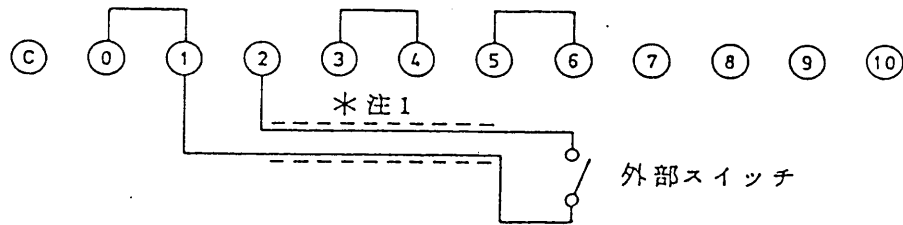


[図 4 - 6]

4-3 出力のオン・オフ

□ 出力オフ時にボルテージ・リミット・スイッチで電圧のプリセットができる方法

1. 電源スイッチを切ります。
2. ①-② 間に外部スイッチを接続します。
3. 電源スイッチを入れて外部スイッチを、オンしますと出力は、ほぼゼロになります。外部スイッチをオフしますと出力が出ます。



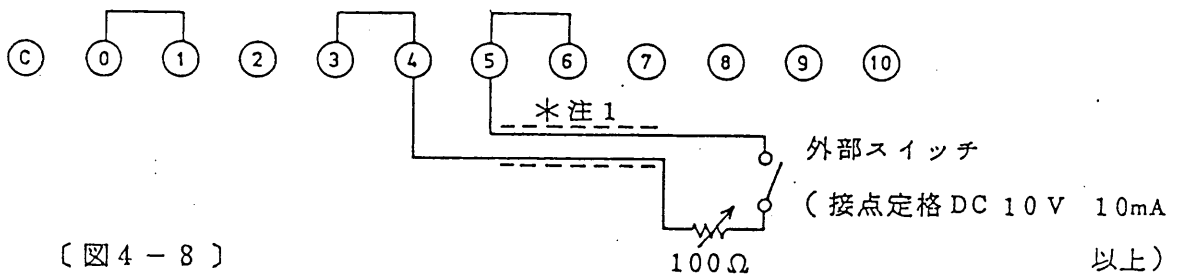
〔図4-7〕

注意 この場合、出力オフ状態では、機種によって出力に 0.6V 以内の逆極性の電圧が現われ、数10mA 程度流れますので、これが問題になるときは次の項の方法によってください。

出力オフのときカレント・リミット・スイッチは使用できません。

□ 出力電圧を正確にゼロボルトにすることができる方法

1. 電源スイッチを切ります。
2. ④-⑤ 間に外部スイッチと可変抵抗 100Ω を接続します。
3. 電源スイッチを入れて、外部スイッチを、オンします。
4. この時、出力電圧を、可変抵抗によって、ゼロボルトに調整します。
5. 外部スイッチをオンしますと出力電圧はゼロボルトになり、外部スイッチをオフしますと出力がでます。



〔図4-8〕

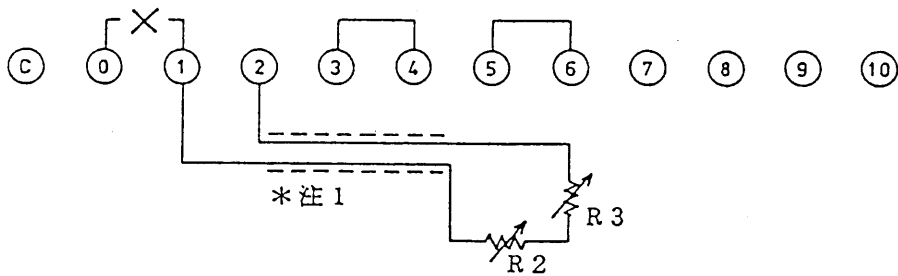
注意 出力オフの場合ボルテージ・リミット・スイッチは使用できません。

*注意 1. 2芯シールド線またはツイストペア線を使用してください。
シールドは⊕の出力端子に接続してください。

4-4 定電流のリモートコントロール(抵抗・電圧)

□ 抵抗によるコントロール

1. 電源スイッチを切ります。(後面端子台を操作するときは必ず電源を切ってください。)
2. ①-①間のジャンパーをはずします。
3. ①-②間に抵抗器 R2, R3を接続してください。
4. R2がゼロのとき出力電流がゼロとなるようにR3を調整してください。



[図 4 - 9]

$$\text{出力電流 } I_o = \frac{R_2 \cdot I_{\text{omax}}}{B} \quad [A] \quad \text{但し、} R_2 \leq B \quad [\Omega]$$

*注 2

I_{omax} : 定格出力電流 [A]

R_3 : 10 Ω ~ 30 Ω

形名 PAD-			35-300LPT	60-200LPT		
B			500	500		

[表 4 - 2]

*注 1. 2芯シールド線またはツイストペア線を使用してください。

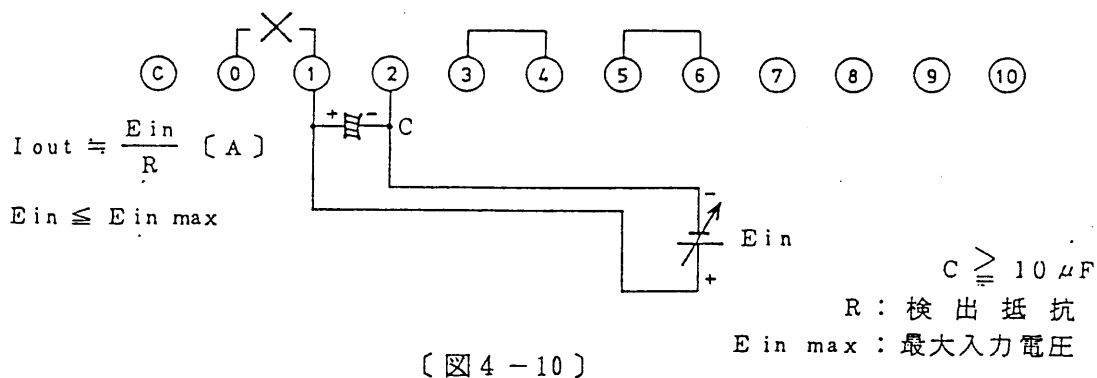
シールドは⊕の出力端子に接続してください。

*注 2. R_2 と I_o との直線性は約 5 % 以内です。

R_2 は温度係数、経年変化、ノイズのない良質の抵抗器を使用してください。

□ 電圧によるコントロール

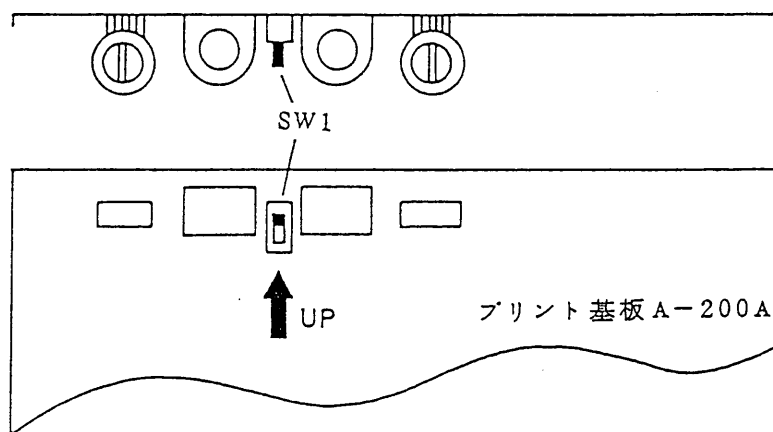
1. 電源スイッチを切ります
2. 0 - ① のジャンパーをはずします。
3. 図4-11のように PCB A-200A 上のスイッチ SW1 を上方へ移動させます。
PCB の取付位置は図6-1を参照してください。
4. ① - ② に電解コンデンサCを取り付けます。
5. ① - ② 間に電圧を加えてください。制御のコモン ② 端子は出力の ⊕ 端子とほぼ同電位です。E_{in} に使用する電源には、フローティング出力の物を使用してください。



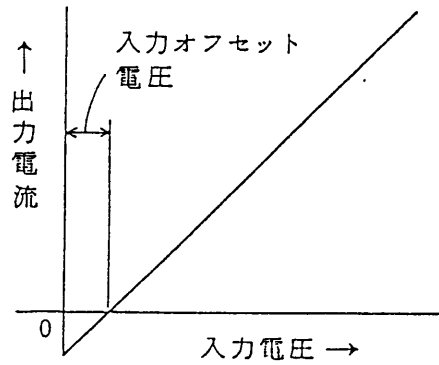
形名PAD-			35-300LPT	60-200LPT		
R(Ω)			0.001	0.0015		
E _{in} max			0.33V	0.33V		

〔表4-3〕

- 注意
1. 出力電流は必ず最大定格電流を越えないでください。
 2. 入力電圧は必ず0V～最大入力電圧の範囲内で印加してください。
 3. 入力電圧中のノイズは増幅されて出力に現われますので十分なノイズ対策をしてください。
 4. リモートコントロール使用後は必ずSW1をもとにもどしてください。



- 本機の標準仕様では入力電流に対する出力電流の関係は下図のように入力オフセット電圧が存在します。出力を正確にプログラミングする場合は出力電流オフセット可変抵抗器(1.os)で入力オフセット電圧を調整します。



(図 4 - 12)

4-5 ワンコントロール並列運転

1台(主機)のみの操作で何台でも並列接続して電流容量を増加する方法です。

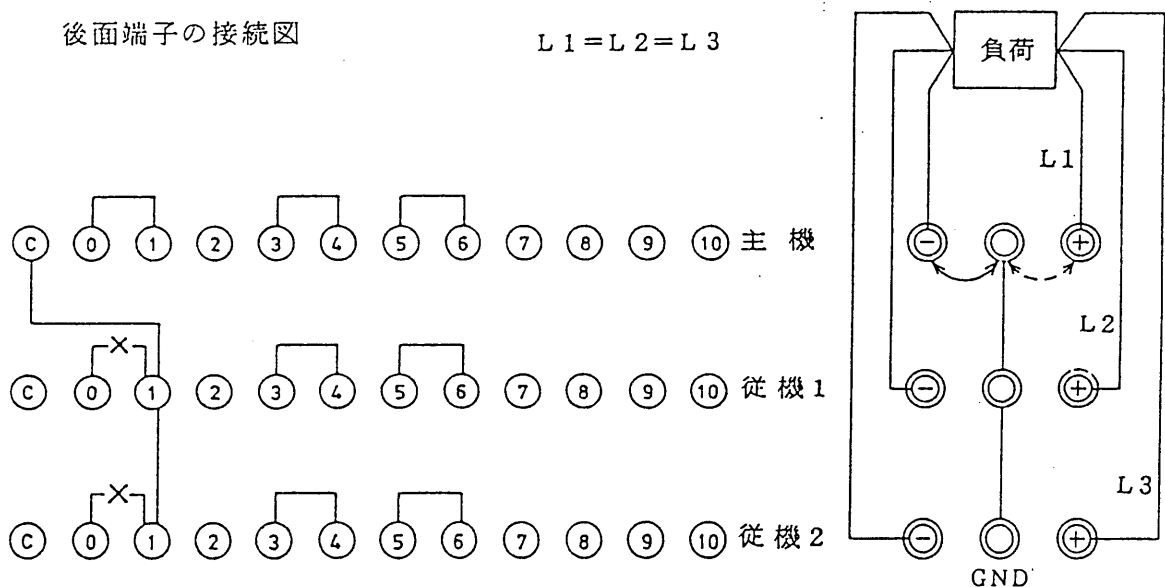
4-5-1 OVP サイリスタ・スイッチが OFF の場合

サイリスタ式高速OVP がセットされている場合は4-5-2の方法をとってください。

1. 電源スイッチを切ります。
2. 従機の①-①のジャンパーをはずします。
3. 主機の⑩とすべての従機の①を接続します。
4. 各機の出端子から負荷へそれぞれ同じ長さの線で配線してください。(プラス側の配線の長さが違うと各機の電流が異なります。)

後面端子の接続図

$$L1 = L2 = L3$$



すべての従機は定電圧設定つまみを最大にします。
 主機は定電圧動作状態を示す緑色ランプが点灯し、
 従機は定電流動作の赤色ランプが点灯します。

〔図4-13〕

5. ワンコントロール並列運転の場合は図4-13のように接地してください。
6. リモートセンシングをしたワンコントロール並列運転の場合は、主機のみ +S → ⊕, -S → ⊖ 間のジャンパーをはずし、配線してください。

(4-1 リモートセンシングを参照)

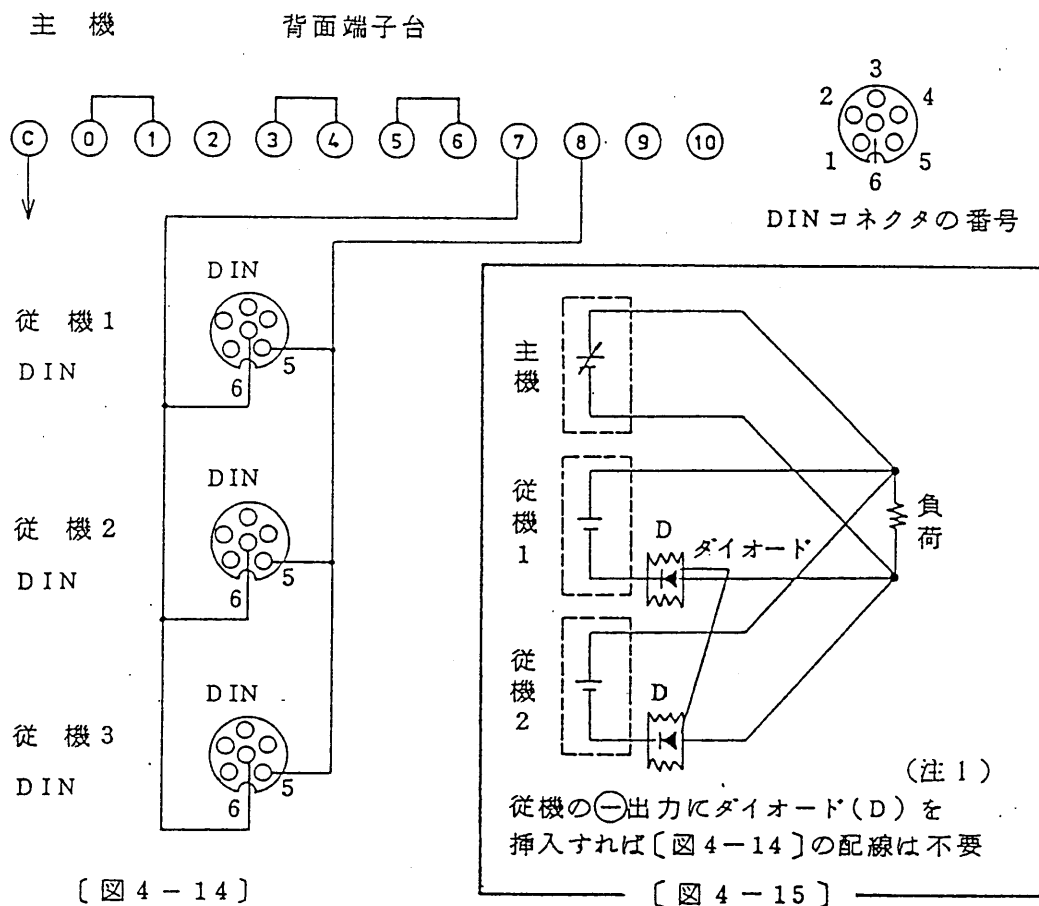
注意1. 従機は定電圧設定つまみを最大にしてください。

使用線材の電流容量は10頁の電線電流容量表を参照してください。

注意2. OVP サイリスタ・スイッチが ON で OVP が動作すると並列接続された電源の全電流がサイリスタに集中して流れ続けるため焼損する恐れがあります。必ず4-5-2の方法をとってください。

4-5-2 OVP サイリスタ・スイッチがON の場合

1. OVP サイリスタ・スイッチが ON の場合は、4-5-1 の接続方法と、さらに次の配線を行ってください。
2. 主機の背面端子台の ⑦、⑧番端子に従の DIN コネクタの ⑥、⑤ を接続してください。〔図4-14〕



3. 電源投入順序は従機を先に投入してから主機を投入してください。
(従機が OFF の場合主機の電源スイッチは入りません。)

○ 過電圧保護動作

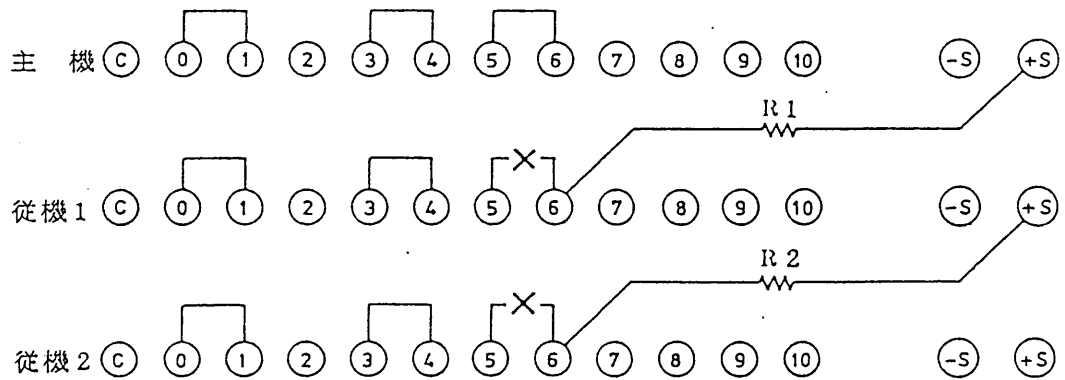
出力端子間のサイリスタが導通すると同時に主機の電源スイッチが遮断され、全出力がダウンします。電源に冗長性をもたせる場合は〔図4-15〕の様に従機の⊖出力側にダイオード(D)を挿入してください。〔図4-14〕の配線は不要です。主機に対する冗長性はありませんが従機のどれかに異常が発生してもその機の OVP が動作するのみで全体はダウンしません。

注1. ダイオードDは出力電流の最大定格以上の電流を流せるものでヒートシンクが必要になります。

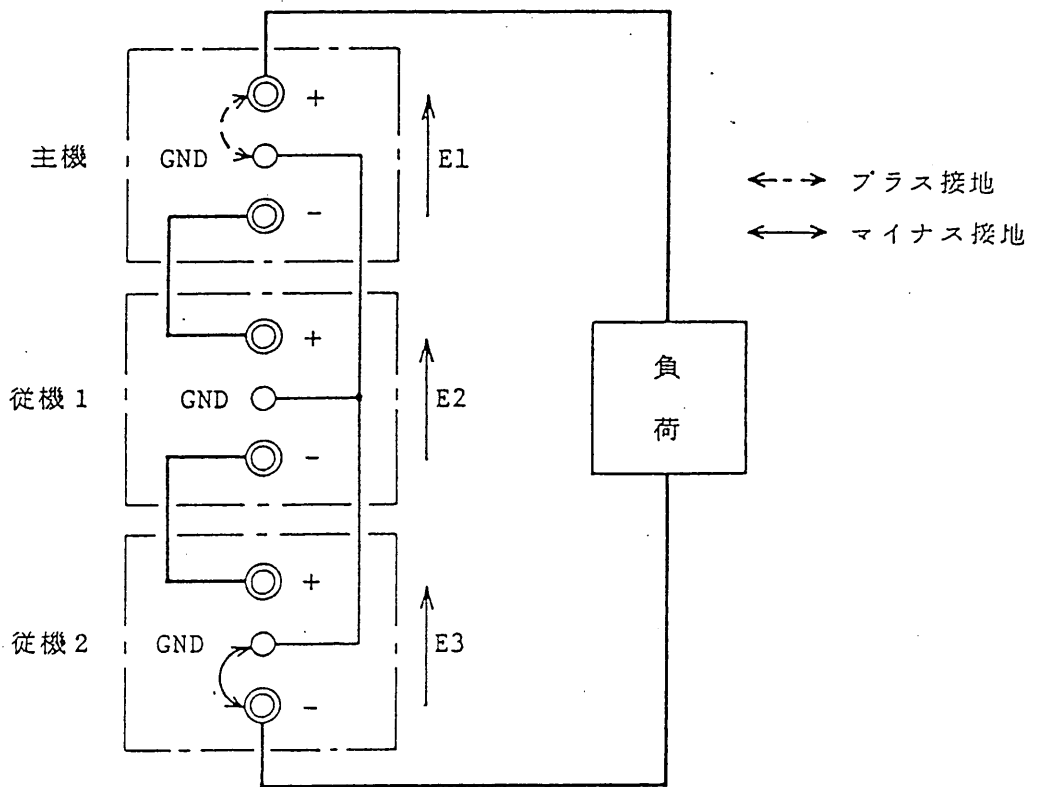
4-6 ワンコントロール直列運転

1台(主機)のみの操作で何台でも直列接続して出力電圧を増大する方法です。

1. 電源スイッチを切ります。
2. 従機の⑤-⑥のジャンパーをはずします。
3. 図4-16に示すように外部に抵抗を接続してください。
4. 図4-16に示すように各機の+S⑥を直列に配線してください。
5. 各出力端子を直列に配線してください。
6. 各GND端子は図4-17のように接続してください。
7. 従機の電流設定つまみを最大にします。



〔図4-16〕 背面端子の接続



〔図4-17〕 出力端子の接続

外部抵抗 R 1 , (R 2) の決定

$$R 1 = \left(\frac{E 1}{E 2} \times A \right) - B \quad E 1 [V] : \text{主機出力電圧}$$

E 2 [V] : 主機出力電圧 E 1 の時の従機 1 の出力電圧

但し R 1 ≥ 0 [kΩ] A , B : 従機 1 の定数(表 4 - 4 参照)

R 2 の決定は上式において E 1 のかわりに E 2 、 E 2 のかわりに E 3 を代入して同様に求められます。つまり従機 1 が主機に従機 2 が従機 1 になります。

PAD-			35-300LPT	60-200LPT		
A [kΩ]			12	31.6		
B [kΩ]			3.4	5.2		

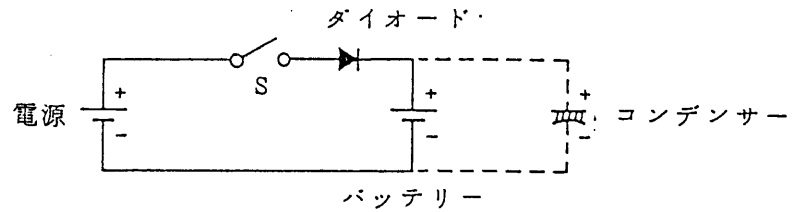
[表 4 - 4]

- 注意
- 直列接続の最大電圧は対接地電圧未満にしてください。
 - 従機は定電流設定つまみを最大にしてください。
 - 外部抵抗 R 1 (R 2) は電力損失に十分余裕をみてください。また温度係数、経時変化の少ない抵抗器を選定してください。
 - R 1 (R 2) は計算値に対して多少ずれる場合があります。その場合は R 1 (R 2) の値を調整してください。

- 応用
1. リモートセンシングをしたワンコントロール直列運転は、主機の +S → ⊕ 間のジャンパーおよび従機 2 (最後の従機) の -S → ⊖ 間のジャンパーをはずして配線してください。(リモートセンシングの項参照)
 2. 本機同タイプ他機種とのワンコントロール直列運転も可能です。
その場合出力電流は、最も電流定格の少ない機器に制限されますので、最も電流定格の少ない機器を主機にすることをおすすめします。

4-7 バッテリ・コンデンサの定電流充放電

□ 充電(定電流)

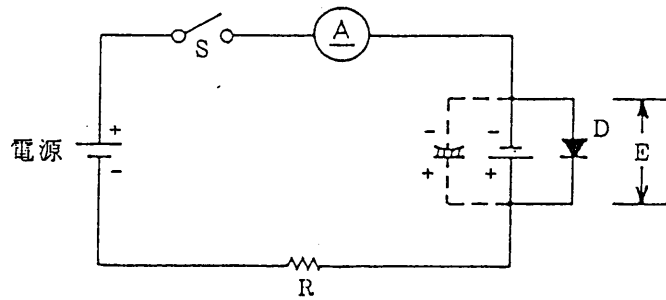


〔図4-18〕

1. カレント／ボルテージ・リミット・スイッチを押しながら定電圧設定つまみで充電終了電圧を、定電流設定つまみで充電電流を設定します。
2. スイッチSを閉じれば自動的に定電流充電して停止します。
(本機はポテンショメータ焼損防止回路を採用しています。)

- 注意 ○ 電源とバッテリーは同一極性に接続してください。
(逆に接続すると本機を損傷します。)
- 電源の出力電圧がバッテリー電圧に比べて低い場合や電源スイッチがOFFの場合は、電源に向かって数百mA電流が流れます。この電流が問題になる時は図4-18のようにダイオードを直列に接続してください。

□ 放電(定電流)



〔図4-19〕

E : 放電開始時のバッテリー、またはコンデンサ端子電圧

R : 放電用負荷抵抗

I : 放電電流(定電流値)

D : 逆充電防止ダイオード

$$R = \frac{E \text{ [V]}}{I \text{ [A]}}$$

抵抗での消費電力は $P = I^2 R \text{ [W]}$

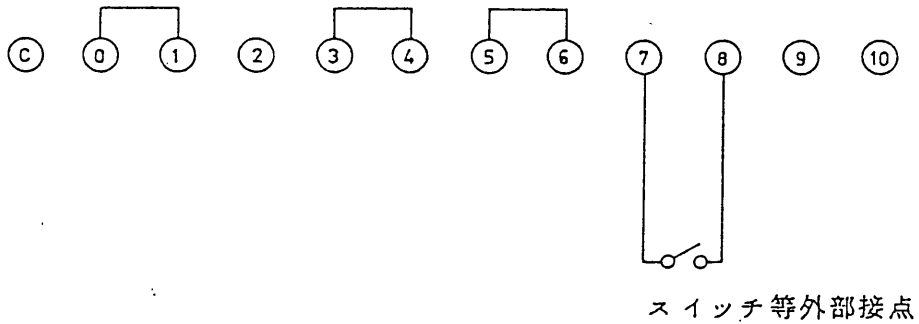
1. 定電圧設定つまみで出力電圧を放電するバッテリーまたはコンデンサ端子電圧より数V高く設定します。(これにより0Vになるまで定電流放電ができます。)
2. 放電用負荷抵抗値Rを決定します。消費電力に注意してください。
3. カレント/ボルテージ・リミット・スイッチを押して定電流設定つまみで放電電流を設定します。
4. Sを閉じると定電流放電を開始します。

- 注) ○ 放電を中止する場合はスイッチSを開いてください。(本機の電源スイッチを切っても出力に並列に入っているダイオードを通して流れつづけます。)
- 放電する場合は必ず負荷抵抗Rを接続してください。(直接バッテリーまたはコンデンサを接続すると本機を損傷します。)
- 逆充電防止ダイオードは忘れずに接続してください。

4-8 電源スイッチの遮断

後面にある端子台 ⑦-⑧ を短絡すると電源は瞬時に遮断します。

注意 この ⑦、⑧ 番端子は整流平滑コンデンサの ⊕ 端子と同電位にあるため外部からの接点信号はフローティングされたものが必要です。

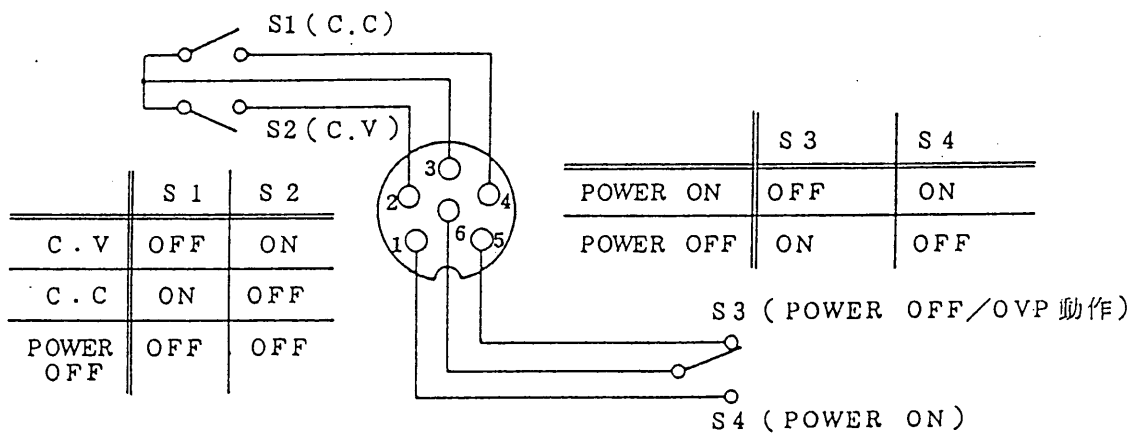


〔図 4-20〕

4-9 定電圧・定電流動作の接点出力

後面にあるDIN端子に絶縁された接点出力を出します。

- 定電圧(C.V) 定電流(C.C) 動作表示用接点出力 …… 下図参照
- OVP 動作(電源 ON, OFF) 表示用接点出力 …… 下図参照



後面DINターミナル

〔後面から見た図〕

〔図 4-21〕

絶縁はシャーシと端子間DC 250V

接点容量は DC 24V, 0.2A/AC 100V, 0.05A C.V C.C接点

DC 24V, 1A/AC 100V, 0.4A ON-OFF 接点

5-1 概 説

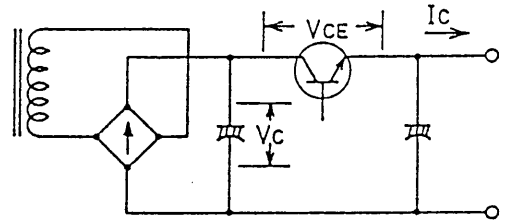
各部の動作原理を説明する前に、本機の概略を理解していただく為、可変直流安定化電源の変遷について簡単に述べてみます。

図5-1に直列制御方式の回路図を示します。この方式は他の制御方式に比較して高精度で品質の良い出力が得られ、また出力電圧を高範囲に変化させることが可能なため、可変直流安定化電源にひろく使用されています。

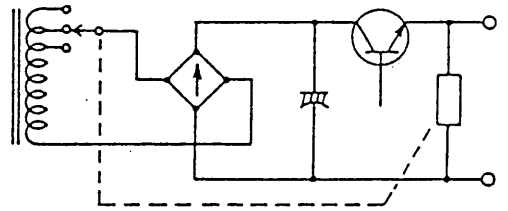
ところがこの方式は出力電圧をひくくして負荷をとった時、 V_{CE} の増加からコレクタ損失 $P_c (P_c = V_{CE} \times I_c)$ が増大するために出力電圧に合わせて整流電圧 V_c を変化させる必要があります。図5-2に出力電圧を検出してリレーでトランスのタップ電圧を切り換える方式を示します。PACシリーズはこの方式を使用した200W程度までの優秀な定電圧定電流電源です。しかし扱う電力が大きくなると機械的な接点は寿命があり保守が必要になり、またコレクタ損失をすくなくするにはリレーが多数必要になるため信頼性の低下やコストの上昇を招くこととなります。そこで接点の半導体化がおこなわれました。

図5-3にSCRを使用したPADシリーズの方式を示します。この方式は応答がはやく、位相制御によって V_{CE} をほとんど一定に保つことができるため、大容量で高精度な可変直流電源として認められ数多く生産されました。しかし平滑回路がコンデンサインプット形のため、大電流になると、電解コンデンサのリプル電流の増加、SCRのサージ電流の問題又、力率悪化時のトランスの銅損による発熱が設計段階で問題になっていました。

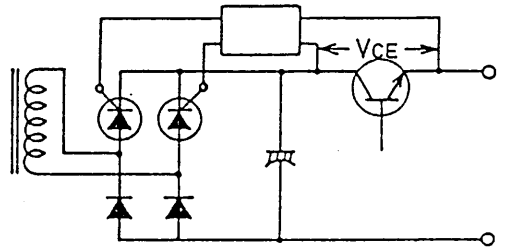
本機PAD“L”シリーズはこれらの問題をチョークインプット形平滑回路の導入で解決した最も信頼性のある可変直流安定化電源装置です。



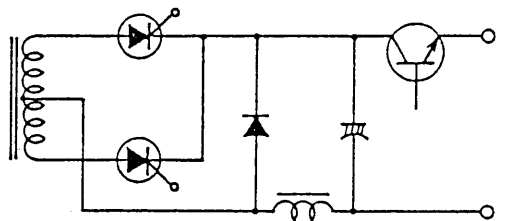
[図 5-1]
直列制御方式の電源回路



[図 5-2]
リレー切換による可変直流安定化電源の原理図

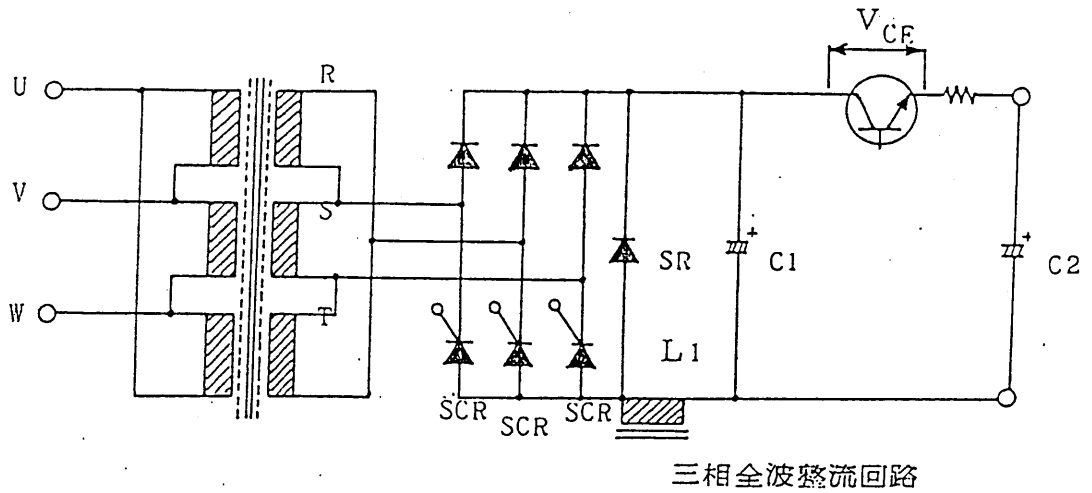


[図 5-3]
SCR使用による可変直流安定化電源



[図 5-4]
PAD“L”シリーズの原理図

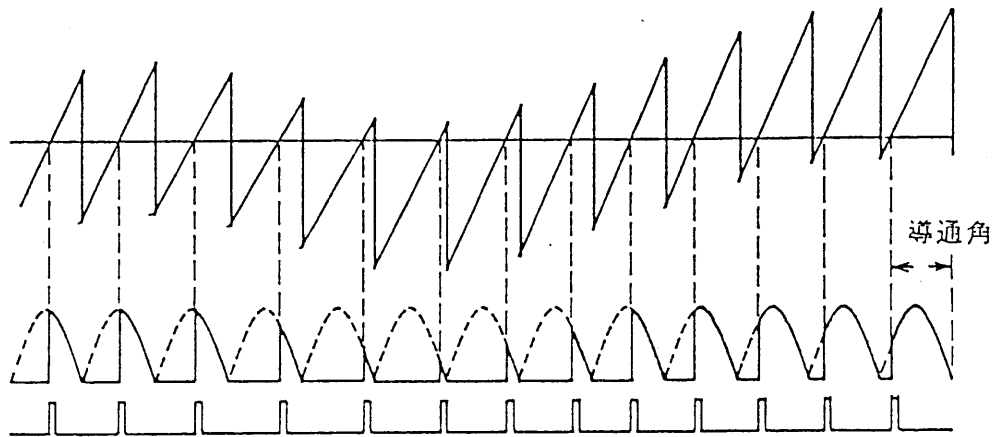
5 - 2 制御整流回路・平滑回路



〔図 5 - 5 〕

- この回路は SCR で位相制御しながら整流し直列制御トランジスタのコレクタ・エミッタ間の電圧をほぼ一定に保ってコレクタ損失を軽減しています。
- 平滑回路はチョークインプット逆L形1段です。
- SR は整流回路の負荷(平滑回路)が誘導性のためリアクトルのエネルギーを転流させて SCR を OFF するためのフリーホイールダイオードです。
- この回路はコンデンサインプット形に比較して SCR の導通角が狭くなった時、位相制御特有の力率の悪化を改善できるほか、平滑用電解コンデンサのリプル電流、トランスの発熱等の問題もなく整流リップルも小さくなります。

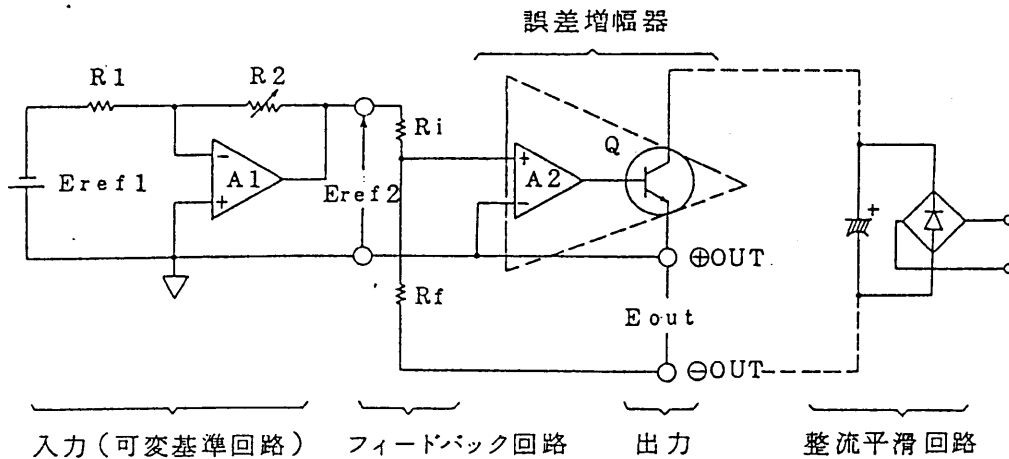
5 - 3 位相制御回路



〔図 5 - 6 〕

この回路は電源周波数に同期した一種のパルス位相変調器で直列トランジスタのコレクタ・エミッタ間にかかる電圧 (V_{ce}) が大きいと導通角がせまいパルス、 V_{ce} が小さくなると導通角の広いパルスを発生して V_{ce} が一定になるように SCR を点弧します。

5-4 定電圧回路



- E_{ref1} : 基準電圧 1
- E_{ref2} : 基準電圧 2
- R_i : 入力抵抗
- R_f : 帰還抵抗

〔図 5-7〕

出力電圧 E_{out} は次式に従います。(A1 は理想増幅器)

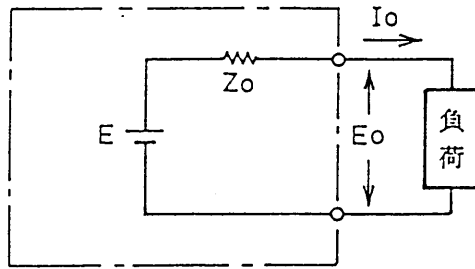
$$E_{out} = - \frac{R_f}{R_i} E_{ref2}$$

この式より、出力電圧は E_{ref2} 、 R_i 、 R_f のみで決定されることがわかります。出力電圧を可変するには R_f 、 E_{ref2} は E_{out} に対して比列関係があるので、本機では E_{ref2} を可変することによって出力電圧を直線的に可変します。また E_{ref2} は E_{ref1} を A1 で増幅することによって作り、 R_2 によって直線的に可変します。

出力電圧を安定化するには、 E_{ref1} 、 R_1 、 R_2 、 R_i 、 R_f 、A1、A2 は外部の影響に対して、十分安定なことが必要です。本機では基準電圧 1 に低温度係数のツェナーダイオードを使用し、各抵抗には経年変化温度係数のすぐれた金属皮膜抵抗器、巻線抵抗器を使用しています。また A1、A2 には高利得、高帯域でしかもドリフトの少ないモノリシック IC を使用しています。

電源変動の影響は誤差増幅器の動作点の変化と基準ダイオードの動抵抗による基準

電圧の変化がほとんどのため、内部の補助電源を安定化して変化をなくしています。
 負荷変動($\delta V_o / \delta I_o$: 出力電流の変化による出力電圧の変化分)は出力インピーダンス(内部抵抗) Z_o が影響します。(図5-8参照)



$$E_o = E - I_o Z_o$$

$I_o Z_o$: 負荷変動成分

〔図5-8〕

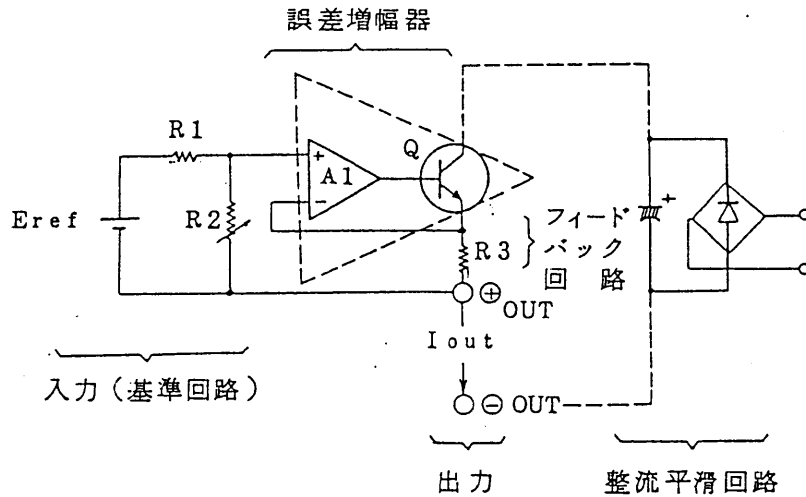
今、誤差増幅器AとパワートランジスタQによる開利得(オープンループゲイン)をAとすると、出力インピーダンス Z_o は

$$Z_o = \frac{R_o}{1 + AB} \quad \text{但し } B = \frac{R_i}{R_f + R_i}$$

ここで R_o は誤差増幅器を接続しない場合の出力インピーダンスです。

この式は増幅器Aを接続して負帰還をかけることによって、出力インピーダンスを $1/(1 + AB)$ に改善していることを示しています。

5-5 定電流回路



〔図5-9〕

E_{ref} : 定電流基準電圧

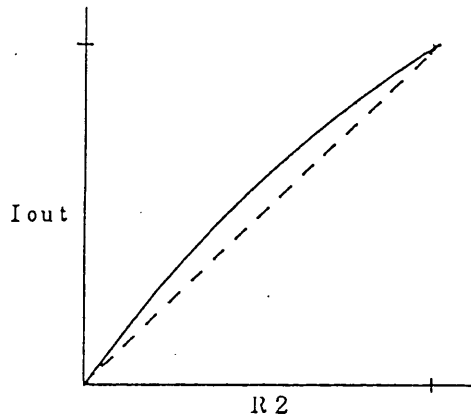
R_2 : 出力電流可変用抵抗器

R_3 : 出力電流検出抵抗器

出力電流 I_{out} は次式に従います。(A 1 は理想増幅器とします。)

$$I_{out} = \frac{R_2}{R_3(R_1 + R_2)} \times E_{ref}$$

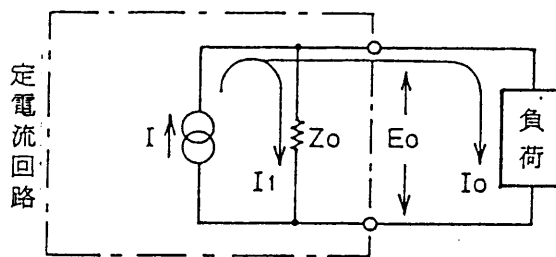
この式から出力電流は E_{ref} , R_2 , R_3 によって決定されます。本機では R_2 を可変することによって出力電流を可変します。したがって R_2 と I_{out} は比例にはならず図 5-10 の実線のようにになりますので注意してください。



〔図 5-10〕

出力電流を安定化するには、外部の影響(電源電圧、周囲温度、経年変化および負荷変動など)に対して、 E_{ref} , R_1 , R_2 , R_3 は十分安定にして、誤差増幅器 A 1 もドリフトの少ない高利得・広帯域の直流増幅器が必要です。

定電流回路では負荷変動($\delta I_o / \delta V_o$: 出力電圧の変化による出力電流の変動)は出力インピーダンス Z_{out} が大きいほど少なくなります。(図 5-11 参照)



$$I_o = I - I_1 \quad I_1 : \text{負荷変動成分}$$

$$I_1 = \frac{E_o}{Z_o}$$

〔図 5-11〕

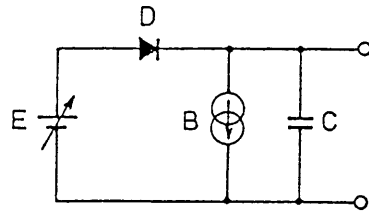
今、誤差増幅器 A 1 とパワートランジスタ Q による相互コンダクタンスを g_m とすると出力インピーダンス Z_o は

$$Z_o = (1 + g_m R_3) R_o$$

ここで R_o は誤差増幅器を接続する前の回路の出力インピーダンスです。

この式は増幅器 A 1 を接続して負帰還をほどこすことによって出力インピーダンスを $(1 + g_m R_3)$ 倍に改善していることを示しています。

5 - 6 A 理想的定電圧源との相違点



- E 理想的定電圧源
- D 理想的ダイオード
- B 内部ブリーダ回路
- C 出力コンデンサ

〔図5-12〕 直列制御形・直流定電圧電源の等価回路

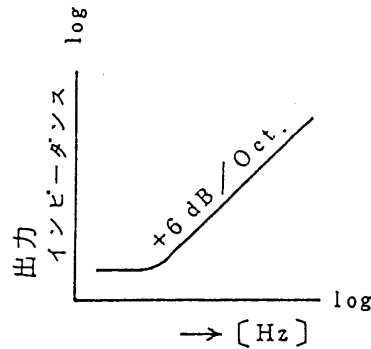
○ 電流の吸い込みができません

図5-12は本機ならびに一般にひろく使用されている直列制御形・直流電源の等価回路で、理想的ダイオードが直列に入って表わされています。

これは主に負荷への電流供給を目的に設計された為で、その様な目的には具合が良いのですが逆に電流を流しこんでくる負荷の場合、バッテリーのように電流を吸い込むことはできません。

並列制御形電源あるいは両極性の出力を持った電源ですとこのような問題はありませんが、効率が悪くなったり同一出力に対して大きく高価になります。

この問題は負荷に並列に抵抗器を接続して、それに逆電流の最大値以上を流しておくことで解決できます。又逆電流がすくない場合は負荷端に電解コンデンサを接続しても効果があります。インバータ等の場合入力にフィルタを取りつけ逆電流を減らすのも一方法です。



〔図5-13〕

出力インピーダンス周波数特性

○ 出力インピーダンスが有限で周波数特性をもっています。

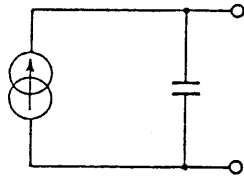
図5-13は本機の出力インピーダンス(内部抵抗)が周波数と共に上昇していることを示しています。これは誤差増幅器を含んだ系のループゲインが減少するためです。電源の特性としては負荷変動のような直流の出力インピーダンスのほかに、その周波数特性の良いことが重要になります。

これは単に誤差増幅器の利得が高い周波数までのびているだけではなく、その時の位相特性も正しく設計されている必要があります。

◎ 過渡応答時間が短いということは出力インピーダンスの周波数特性が良好であることを意味しています。

過渡応答は時間領域での特性、試験方法で出力インピーダンスは周波数領域での試験方法になるわけです。

5 - 6 B 理想的定電流源との相違点

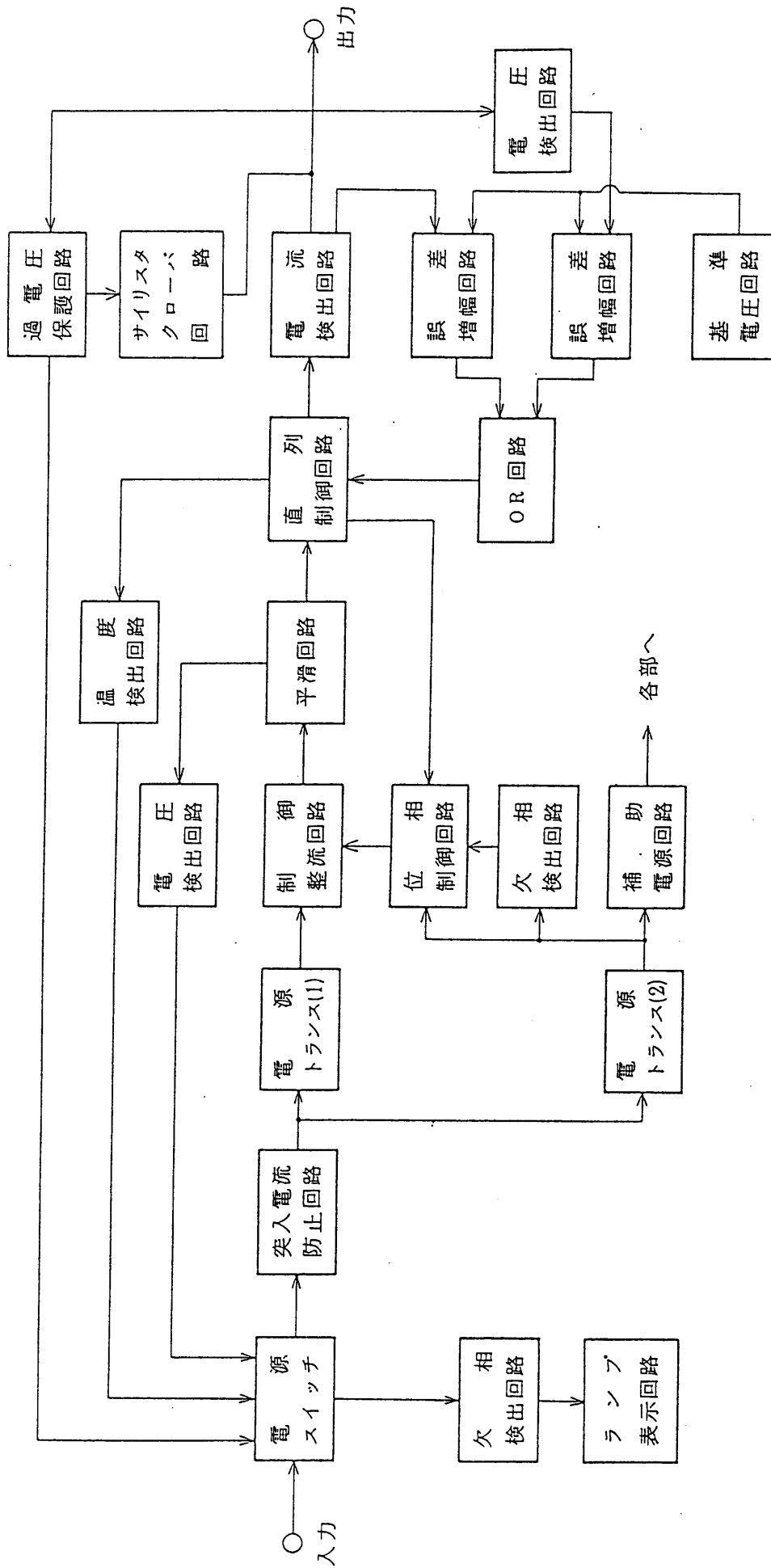


〔図 5 - 14〕

上図 5 - 14 は

本機が定電流電源として動作している場合の等価回路で理想的電流源に並列にコンデンサが接続されています。

したがって抵抗負荷のような場合には問題がありませんが、負荷が急峻に変化するような場合は出力電圧も急激に変化するため出力のコンデンサの充放電電流が出力電流に重畳するので注意が必要です。



ブロック・ダイアグラム

6 章 保 守

6-1 点検・調整

いつまでも初期の性能を保つよう点検・調整を一定期間毎にしてください。

- 6-1-1 ほこり・よごれの清掃
- 6-1-2 電源コード・プラグの点検
- 6-1-3 電圧計の校正
- 6-1-4 電流計の校正
- 6-1-5 カレント／ボルテージ・リミット・スイッチの校正
- 6-1-6 定電圧最大可変範囲の調整
- 6-1-7 定電流最大可変範囲の調整

6-1-1 ほこり・よごれの清掃

パネル面がよごれた場合は、布にうすめた中性洗剤かアルコールをつけて軽くふきとり、からぶきしてください。

ベンジン・シンナーは避けてください。

ケース風穴のほこりや内部にたまったほこりはコンプレッサーや電気掃除機の排気を利用してはらってください。

6-1-2 電源コードの点検

ビニール被ふくが敗れていないか、またプラグのガタ、ワレ、、内部のネジのゆるみを点検してください。

6-1-3 電圧計の校正

出力に確度 0.5%以上の電圧計を接続し、出力電圧を表 6-1 の値にしてフロントパネルの抵抗器で電圧計を校正します。(図 6-1 参照)

6-1-4 電流計の校正

出力に確度 0.5%以上の電流計を接続し、出力電流を表 6-1 の値にしてフロントパネルの抵抗器で電流計を校正します。(図 6-1 参照)

6-1-5 カレント／ボルテージ・リミット・スイッチの校正

○ カレント・リミットの校正

出力電流を表 6-1 の値にしてカレント／ボルテージ・リミット・スイッチを押して電流計の指示が同じになるように R253 で校正します。

○ ボルテージ・リミットの校正

出力電圧を表 6-1 の値にして、カレント／ボルテージ・リミット・スイッチを押して電圧計の指示が同じになるよう R209 で校正します。(図 6-1 参照)

6-1-6 定電圧最大可変範囲の調整

出力に確度 0.5%以上の電圧計を接続し、定電圧の設定を最大(時計方向いっぱい)にして出力電圧が表 6-1 の値になるよう PCB A-200A 上の R220 を調整します。

(図 6-1 参照)

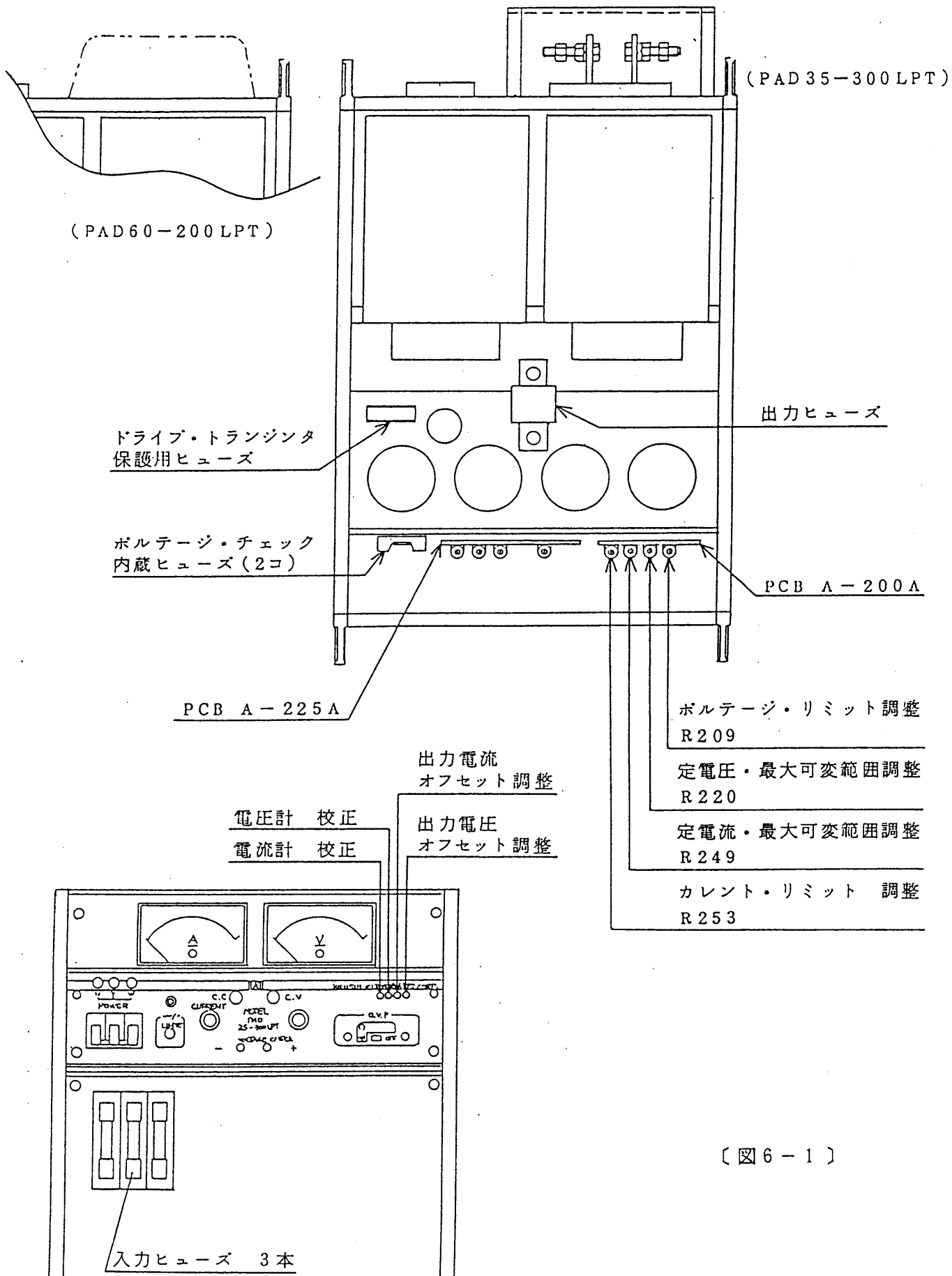
6-1-7 定電流最大可変範囲の調整

出力に確度 0.5%以上の電流計を接続し、定電流の設定を最大(時計方向いっぱい)にして出力電流が表 6-1 の値になるよう PCB A-200A 上の R249 を調整します。

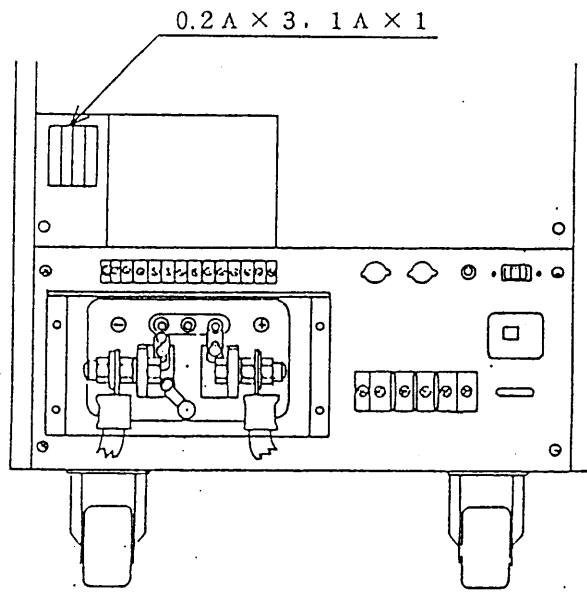
(図 6-1 参照)

PAD			35-300LPT	60-200LPT		
電 圧 計 調 整			35 V	60 V		
電 流 計 調 整			300 A	200 A		
カレントリミット調整	R253		300 A	200 A		
ボルテージリミット調整	R209		35 V	60 V		
最 大 電 圧 調 整	R220		36 V	61 V		
最 大 電 流 調 整	R249		305 A	205 A		

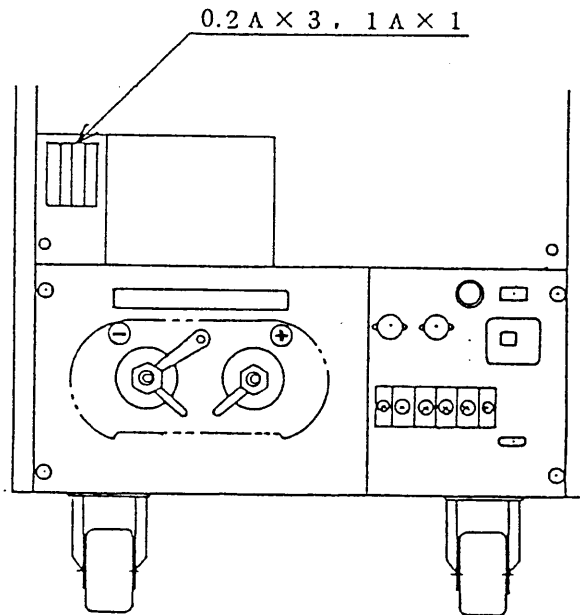
[表 6-1]



[図 6 - 1]



(PAD35-300LPT)



(PAD60-200LPT)

[图 6 - 2]

6-2 故障の症状と原因

動作に異状がありましたらチェックしてみてください。万一故障の場合はご連絡ください。修理は原則として当社又は認定サービス代理店で行なうこととします。

症 状	チェック項目	原 因
○電源スイッチがはいらない(または切れる)。アラームが点灯。	1. OVP が動作していないか?	○設定電圧の低くすぎ
	2. ショートバーがはずれていないか?	○ショートバーの取付忘れ、ゆるみ
	3. ファンが止まっていないか?	○温度保護回路の動作
	4. 電源周波数は合っているか?	○周波数スイッチの切換。
	5. 以上に該当しない場合	○整流回路の故障による保護回路の動作
○出力がでない(まったくでない。またはすこししかでない。)	ランプはついているか? ついていなければ	○欠相検出回路の保護動作
	1. 入力ヒューズはとんでないか?	○電源電圧が高すぎ。ヒューズの交換 (図6-1参照) 注意! 0.2A×3の小容量ヒューズも確認のこと。
	2. 欠相(一相がおちている)? 又は電源ケーブルの断線?	
	3. ランプがかわって動作領域が移行していないか?	○定電圧・定電流の設定範囲が、せますぎる。
	4. ショートバーがちがっていないか?	○ショートバーの取付ミス
	5. 出力ヒューズが切れてないか?	○電流を定格以上流した ○パワートランジスタの不良
	6. 発振していないか?	○リモートセンシング時の配線による位相回転(電解コンデンサを負荷端に接続する) 4-1参照 ○(再調整)
	7. 負荷をつながないでも電流が流れていないか?	流れていれば ○出力に並列に入っている保護ダイオードの不良(バッテリなどを逆極性に接続すると、これを焼損します)
8. 以上の項目に該当しない時	○回路故障	

症 状	チェック項目	原 因
○過大出力が でる	1. ショートバーがはずれていないか？ ③-④	○ショートバーの取付け忘れまたはゆるみ ○OVP 回路の故障
	2. 出力電圧(電流)がさがらない	○パワートランジスタの不良 ○ブリーダ回路の故障
○出力が不安 定	1. ショートバーがゆるんでいないか？	○ショートバーの取付け不良
	2. リモート・コントロール中？	○リード線からのノイズ。
	3. 電源電圧は正常か？	○入力電圧の範囲外
	4. 負荷が特殊なものでないか？	
	5. リモートセンシング中？	○負荷端の電解コンデンサ忘れ
	6. ドリフトが問題の時	○予熱時間は30分程度とってください。
	7. 以上の項目に該当しない時	○回路の故障
○リップル電 圧が大きい	1. 電源電圧は正常か？	○入力電圧がひくすぎる
	2. 出力端子とセンシング端子が浮いていないか？	○センシング端子をしっかりと接続する。
	3. 近くに強力な磁界または電界 (スライダック・トランス・発振源がないか？特に定電流時)	○電磁誘導 (発生源から遠ざける。配線は2本よりにする。)
	4. 以上の項目に該当しない時	○回路故障 ○再調整



菊水電子工業株式会社

本社・技術センター	〒224-0023 横浜市都筑区東山田1-1-3	TEL : 045-593-0200(代)	FAX : 045-593-7591
首都圏南営業所	〒224-0023 横浜市都筑区東山田1-1-3	TEL : 045-593-7530(代)	FAX : 045-593-7531
東北営業所	〒981-3133 仙台市泉区泉中央3-19-1 リシューループルST1階	TEL : 022-374-3441(代)	FAX : 022-374-5557
東関東営業所	〒310-0911 水戸市見和3-632-2	TEL : 029-255-6630(代)	FAX : 029-255-6651
北関東営業所	〒372-0026 伊勢崎市宮前町215-1	TEL : 0270-23-7050(代)	FAX : 0270-23-8157
首都圏西営業所	〒190-0023 立川市柴崎町5-8-25 ヘルメゾンS	TEL : 042-529-3451(代)	FAX : 042-529-3450
東海営業所	〒465-0097 名古屋市名東区平和が丘2-143	TEL : 052-774-8600(代)	FAX : 052-774-6660
関西営業所	〒536-0004 大阪市城東区今福西6-3-13	TEL : 06-6933-3013(代)	FAX : 06-6933-4859
九州営業所	〒810-0074 福岡市中央区大手門3-10-4 丸尾ビル1階	TEL : 092-771-7951(代)	FAX : 092-715-0350
富士勝山事業所	〒401-0310 山梨県南都留郡勝山村字上伝水2805	TEL : 0555-83-2121(代)	FAX : 0555-83-2680



古紙配合率70%再生紙を使用しています(表紙を除く)



本書は、エコマーク認定の再生紙を使用しています