

---

# Power Supply Tester

---

## Power Products

Automatic Switching Power Supply Evaluation/Test System  
Switching Power Supply Simulation Software  
Differential Probe, USB-GPIB Converter  
Electronic Load, Ripple&NoiseMeter  
High Quality Power Amplifier

# model-600E

## OPERATION MANUAL

M-2103 — Rev1.4



Engineering Company

**KG** KEISOKU  
GIKEN

---

# model-600E

(測定・負荷・スキャナ ユニット)

取扱説明書

---

0 安全にご使用頂く為に.....	5
安全記号（マーク）について.....	8
1 概要.....	10
2 特長.....	10
3 御使用上の注意.....	10
4 仕様.....	11
付属品.....	12
5 各部の名称説明.....	13
6 スキャナ部の仕様.....	16
6.1 リモートボックスインターフェイス（標準装備）.....	17
6.2 OV スキャナー（標準装備）.....	18
6.3 DVM マルチプレクサ（標準装備・オプション）.....	19
6.4 ユーザーコンタクト（オプション）.....	21
6.5 デジタル I/O（標準装備・オプション）.....	22
6.6 シーケンスユニット（オプション）.....	24
7 使用上の注意.....	26
7.1 リップルノイズ測定のカابل接続方法.....	26
7.2 電圧測定と負荷端子の接続に関して.....	26
7.3 過電圧保護試験の接続に関して.....	26
7.4 過電圧試験用電源の保護回路に関して.....	27
7.5 負荷チャンネルの選択方法に関して.....	27
7.6 負荷チャンネルの並列接続に関して.....	27
7.7 負荷チャンネルの最小動作電圧と負荷動作領域に関して.....	28
7.8 供試電源投入時の負荷動作に関して.....	29
7.8.1 定電流設定：立ち上がり速度が遅い供試電源接続時.....	29
7.8.2 定抵抗設定：立ち上がり速度が遅い供試電源接続時.....	29
7.8.3 定電流設定：立ち上がり速度が早い供試電源接続時.....	30
7.8.4 定抵抗設定：立ち上がり速度が早い供試電源接続時.....	30
8 供試電源との接続例.....	31

---

9	リップル・ノイズ測定と誤差の要因について .....	32
9.1	スイッチング電源特有のノイズ発生メカニズム .....	32
9.2	ノイズ発生源のモデル .....	32
9.3	コモンモード電流による影響 .....	33
9.4	コモンモード電流を減らす方法 .....	34
9.5	コモンモードインピーダンスについて .....	35
9.6	コモンモード誤差の早見表 .....	36
9.7	差動プローブ、差動アンプによる検出方法 .....	36
9.8	コモンモードノイズの影響を調べる簡単な方法 .....	36
9.9	プローブケーブルについて .....	37
9.10	入カインピーダンスについて .....	38
10	リップル・ノイズの測定について .....	39
10.1	用語の説明 .....	39
10.2	一般的なスイッチングリップル波形 .....	39
10.3	RC-01 リップルコンバータによる方式 .....	40
10.3.1	パルス幅デューティ比による分離方式 .....	40
10.3.2	リップル分離比(RIPPLE RATIO%)の設定方法 .....	40
10.3.3	ACリップルとスイッチングリップルの重畳している場合の影響 .....	41
10.4	RC-03 リップルコンバータによる方式 .....	42
10.4.1	フィルタの種類と測定方式 .....	42
10.4.2	フィルタの指定で測定できる波形の例 .....	42
11	システム接続例 .....	45
11.1	AC(MODEL-602) / DC(MODEL-519) ソース接続 .....	45
11.2	AC(GPIB 制御) / DC(MODEL-519) ソース接続 .....	45
11.3	AC(MODEL-512) / DC(MODEL-519) ソース接続 .....	46
12	保守・点検 .....	47
12.1	DC 電圧測定用(INPUT)測定リレーの交換に関して .....	47
12.2	過電圧試験用の逆接続保護ヒューズの交換に関して .....	47
12.3	長期にわたり、御利用いただくために .....	48

## 0 安全にご使用頂く為に

本器を安全にご使用いただく為の注意事項です。  
内容をご理解いただき、必ずお守りください。  
当社では注意事項を守らなかった場合の事故、不適切な使用方法等によって発生した事故についての責任は、負いかねますのでご了承ください。

### 機 器 の 分 解



本器の内部には、高電圧など身体に危険を及ぼす箇所がありますので、カバーやパネルなどを取り外すことはしないでください。

### 設 置 環 境



安全のために、爆発性および腐食性のガスが周囲にあるような環境では使用しないでください。

強電磁界環境下での使用は機器の特性上入力ケーブルに誘起したノイズも入力信号として測定されるため、測定値に影響をおよぼす恐れがありますので、強電磁界環境下での使用は避けてください。



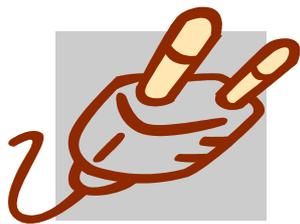
高温になる場所や直射日光にあたる場所は避けてください。  
湿度の高い場所は避けてください。  
規定の周囲条件・・・温度：23℃±5℃ 湿度：70%以下で使用してください。

結露した場合には完全に乾くまで本機を使用しないでください。



ほこりやチリの多い場所や、傾いた、あるいは振動のある場所での使用は避けてください。  
風通しの悪い場所での使用は避けてください。  
本器は強制空冷のため、吸気口や排気口を物で塞がないように周囲に十分な空間を確保してください。

## 入力電源



本器の入力電源電圧は、必ず定格範囲でご使用ください。

(本器入力定格 AC100V~240V 50/60Hz)

また本器に付属された電源ケーブルをご使用ください。

(付属品電源ケーブル定格 AC125V)

海外で使用される場合は、その地域にあった形状及び電源電圧に適した電源ケーブルを使用してください。

## ヒューズ



本器は AC インレットにあるヒューズを交換することができます。交換する場合は、本器に適合した形状、定格及び特性のヒューズをご使用ください。(本器ヒューズ定格 250V/3.15A)

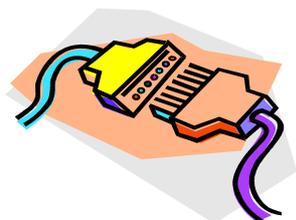
## オペレータ



本器は、適切な電気知識のある方が十分に本書の内容を理解した上でご使用してください。

電氣的知識がない方が使用する場合は、必ず電氣的知識を有する方の監督下にてご使用ください。

## 機器の接続



機器との接続、取り外しの際には、必ず各々の機器の電源を切断して行ってください。

## 移 動



電源スイッチを OFF し、配線ケーブルをすべて外してから移動してください。

本器を移動する際は、取扱説明書も添付してください。

本器を輸送する場合には、必ず専用の梱包材を使用してください。専用の梱包材が無い場合は同等以上の梱包材を使用してください。

## 保 守・点 検



保守・点検を行う際は感電事故を防ぐ為に、必ず電源プラグを抜いてください。

本器の安全性を維持する為、定期的な保守、点検、清掃をお勧めします

また本器の性能を維持する為、定期的な校正を勧めします。

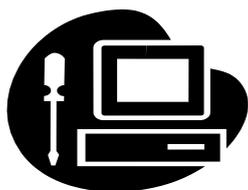
## オ ー バ ー ロ ード



本本のコネクタ及び入力端子を、本書に記載されている用途以外で使用しないでください。

また、仕様範囲外の電圧を印可しないでください。

## 修 理・調 整



本器の調整や修理は弊社にて行います。

修理や調整が必要な場合は、購入元の代理店または弊社へご連絡ください。

## 安全記号（マーク）について

本器を安全に正しくお使いいただくため、本書及び製品には次のような記号を使用しております。記号の意味をご理解いただき、常に安全に心がけてご使用いただくようお願いいたします。



本器及び本書で使用しているシンボルラベルで警告・危険・注意すべき箇所または、内容を知らせる記号です。本器上にこのラベルが表示されている場合は、本取扱説明書の該当箇所を参照する必要があることを示します。



正しく操作しないと、使用者が重度の人身障害（死亡や重症など）を負う可能性がある事を示します。記載内容を十分にご理解頂いてから、手順に従ってください。



者が

正しく操作しないと、本器や他の接続機器の損傷及び、使用者が軽度の人身障害につながる可能性があることを示します。記載内容を十分にご理解頂いてから、手順に従ってください。



禁止する行為を示します。



操作手順などの補足説明を記載しています。



製品性能上で注意することを記載しています。



## 1 概要

本器は、直流安定化電源の出力を最大 5 チャンネルまで接続可能な電子負荷と試験に必要な測定系が組み合わされたパワーサプライテスターです。

現在のコンピュータで標準仕様となっている USB インターフェイスにより制御します。

## 2 特長

- ・ DC 電圧測定系は商用周波数のハムによる影響を受けにくい標準測定モードと、高速測定モードの 2 種類を選択できます。
- ・ 直流安定化電源（スイッチング電源）に発生する 50MHz までのスパイクノイズやリップルノイズを当社独自の測定回路 RC-01 を装備する事で測定できます。  
また、高速にスパイクノイズを測定したい場合には、RC-03（工場出荷オプション）を選択する事ができます。（RC-01 と RC-03 の何れかの選択になります）
- ・ 直流安定化電源の検査に必要とされる出力電圧及び汎用の DC 電圧測定・フォトカプラによる入出力 I/O・過電圧試験用の電源とスキャナが標準装備となっておりさまざまな検査に対応する事が可能となっています。
- ・ 検査内容によりシーケンス測定やリレー接点が必要な場合、拡張スロット（3 スロット）にオプションユニットを追加し機能を拡張できます。
- ・ 検査を行う際、キーボードを使用せずに専用のリモートボックスを接続して検査を行う事も可能となっています。
- ・ DC コントローラ(model-519)や AC 入力ソース(model-502P, model-512)を制御する為の専用 I/F も装備しています。

## 3 御使用上の注意

- ・ 測定系は全て直流電圧測定用に設計されていて、2Vrms(5.5Vp-p)を超える AC 電圧が連続して印加されると故障の原因となります。
- ・ 各負荷チャンネルには保護回路や警告回路がありますが、負荷チャンネルの定格を超える負荷を間違えて接続すると故障の原因となります。  
**検査を行う場合、供試電源の定格や接続方法に十分注意して下さい。**
- ・ 拡張ユニットを使用する際、スキャナユニットのアドレス設定やユニット間の接続に注意して下さい。特に本器の内部電源を使用する場合、負荷容量や配線を間違えない様に十分に注意して下さい。動作不良や故障の原因となります。
- ・ スwitchング電源のリップル・ノイズの測定は、スイッチング電源特有の複雑なリップル・ノイズ発生メカニズムにより、信号ケーブルの接続方法などの使用条件によってリップル・ノイズの測定に誤差を生じる事があります。  
**御使用前に『リップル・ノイズの測定について』を御覧下さい。**

## 4 仕様

直流電圧測定						
レンジ [V]		6	30	100		
チャンネル数		5ch切り替え				
分解能		0.001% of f.s.				
測定精度(※1)		Fast $\pm(0.1\% \text{ of rdg.} + 0.25\% \text{ of f.s.})$ / Slow $\pm(0.05\% \text{ of rdg.} + 0.05\% \text{ of f.s.})$				
標準測定時間		Fast 10mS / Slow 25mS (チャンネル及びレンジ切り替え時 + 10mS)				
入力インピーダンス		1M $\Omega$				
DVM測定						
レンジ [V]		6	30	100		
チャンネル数		16ch切り替え				
分解能		0.001% of f.s.				
測定精度(※1)		Fast $\pm(0.1\% \text{ of rdg.} + 0.25\% \text{ of f.s.})$ / Slow $\pm(0.05\% \text{ of rdg.} + 0.05\% \text{ of f.s.})$				
標準測定時間		Fast 10mS / Slow 25mS (チャンネル及びレンジ切り替え時 + 10mS)				
測定機能		直流電圧測定				
入力インピーダンス		1M $\Omega$				
直流電流測定						
		CH1	CH2	CH3	CH4	CH5
レンジ [A]		50	20	20	10	10
分解能		0.001% of f.s.				
測定精度(※1)		Fast $\pm(0.2\% \text{ of rdg.} + 0.25\% \text{ of f.s.})$ / Slow $\pm(0.1\% \text{ of rdg.} + 0.1\% \text{ of f.s.})$				
標準測定時間		Fast 10mS / Slow 25mS (チャンネル切り替え時 + 10mS)				
負荷設定						
		CH1	CH2	CH3	CH4	CH5
最大定格	定格電力 [W]	300	100	100	50	50
	定格電圧 [V]	70				
	定格電流 [A]	50	20	20	10	10
定電流設定	HIGHレンジ [A]	50	20	20	10	10
	LOWレンジ [A]	5	2	2	1	1
	公称分解能(※2)	0.04% of レンジ				
	設定精度(※1)	$\pm(0.5\% \text{ of stg.} + 0.1\% \text{ of Curr.High f.s.})$				
定抵抗設定	HIGHレンジ [ $\Omega$ ]	0.1~0.2K	0.25~0.5K	0.25~0.5K	0.5~1K	0.5~1K
	LOWレンジ [ $\Omega$ ]	1~2K	2.5~5K	2.5~5K	5~10K	5~10K
	Autoレンジ切り替え [ $\Omega$ ]	2.5	5	5	10	10
	公称分解能(※2)	0.04% of 1/レンジ				
	設定精度(※1,※3)	$\pm(0.5\% \text{ of Conv.Curr.} + 0.3\% \text{ of Curr.High f.s.})$				
機能	内部抵抗 [ $\Omega$ ]	0.02	0.06	0.12		
	最小動作指定	無効:電位差があれば動作、有効:定電流設定のみ約 1.6Vにて動作				
	保護機能	過電流保護, 過電力保護, 温度保護				
	警告機能	過電圧警告, 逆接続警告				
過電圧試験用電源						
設定電圧		1V ~ 70V				
出力電流		0.0A ~ 0.5A (過電流リミッタ付)				
公称分解能(※2)		0.04% of レンジ				
設定精度(※1)		$\pm(0.1\% \text{ of stg.} + 0.2\% \text{ of f.s.})$				
リモートボックス I/F						
仕様		SC-816A制御専用				
OVスキャナ						
出力チャンネル		8				
接点定格		70V, 0.5A				
DVMマルチプレクサ						
入力回路数		16				
接点定格		DC100V, 10mA				
デジタルI/O						
入力回路形式		フォトカプラ絶縁入力 [入力抵抗 1K $\Omega$ 、12V/10mA(最大16mA)]				
入力回路数		8				
出力回路形式		フォトカプラ絶縁オープンコレクタ [12V/10mA(最大24V/16mA)]				
出力回路数		8				
CONTROL I/F						
入力機器制御 I/F		model-519(DC PSコントローラ), model-512(ACソース)				
レンジ [V](※4)		3				
分解能		0.001% of f.s.				
測定精度(※1)		$\pm(0.05\% \text{ of rdg.} + 0.05\% \text{ of f.s.})$				
標準測定時間		接続する機器に依存します				
制御 I/F						
PCAT接続 I/F		USB1.1に準拠				
一般仕様						
入力仕様		AC 100V~240V, 50Hz/60Hz				
消費電力		200VA				
外形寸, 重量		430(W)×198.2(H)×500(D) 突起物含まず, 15kg				

※1 周囲温度 23 $\pm$ 5 $^{\circ}$ C 湿度70%以下において6ヶ月保証します。

※2 公称分解能とは、各設定モードで想定している分解能の概算を示します。

※3 Conv.Currは、『入力電圧/設定抵抗値』の理想電流値を示します。

※4 接続した機器の最大 DC $\pm$ 3Vの電圧を測定し条件に合わせて換算して結果を返します。

RC-01(ノイズ・リップル 測定)		
レンジ [mVpp]	200	2000
分解能 [mV]	0.1	1
測定精度(※1)	±(2% of rdg. + 2 % of f.s.)	
測定時間 [ms](※2)	300~2000	
公称帯域幅	50MHz	
リップル測定方式	分離比設定方式	
リップル・ノイズ分離比	1% ~ 15%	
THRU	50Hz ~ 50MHz	
L. P. F.	50Hz ~ 3kHz	
H. P. F.	1kHz ~ 50MHz	
入力インピーダンス	50Ω (高周波 1MHz以上)	
ケーブル	50Ω 同軸ケーブル 1.5M	

※1 周囲温度 23±5℃ 湿度70%以下において6ヶ月保証します。

※2 同一測定モードとレンジの場合の測定時間です。

RC-03(高速 p-p測定方式)			
レンジ [mVpp]	100.0	600.0	3000
分解能 [mV]	0.1	0.6	3
測定精度(※1,3)	±1% of rdg. ±2% of fs.		
測定時間 [ms](※2)	10mS(H.P.F. 5KHz) / 80mS(H.P.F. 50Hz)		
公称帯域幅	50MHz(-3dB以内)		
リップル測定方式	フィルタ設定方式		
L. P. F.	~2kHz / ~300KHz / ~20MHz / ~50MHz		
H. P. F.	50Hz ~ / 5kHz ~		
入力インピーダンス	50Ω (高周波)		
ケーブル	50Ω 同軸ケーブル 1.5M		

※1 周囲温度 23±5℃ 湿度70%以下において6ヶ月保証します。

※2 H.P.F.の選択により測定時間が決定されます。チャンネルおよびモード切り替え等の処理含まず。

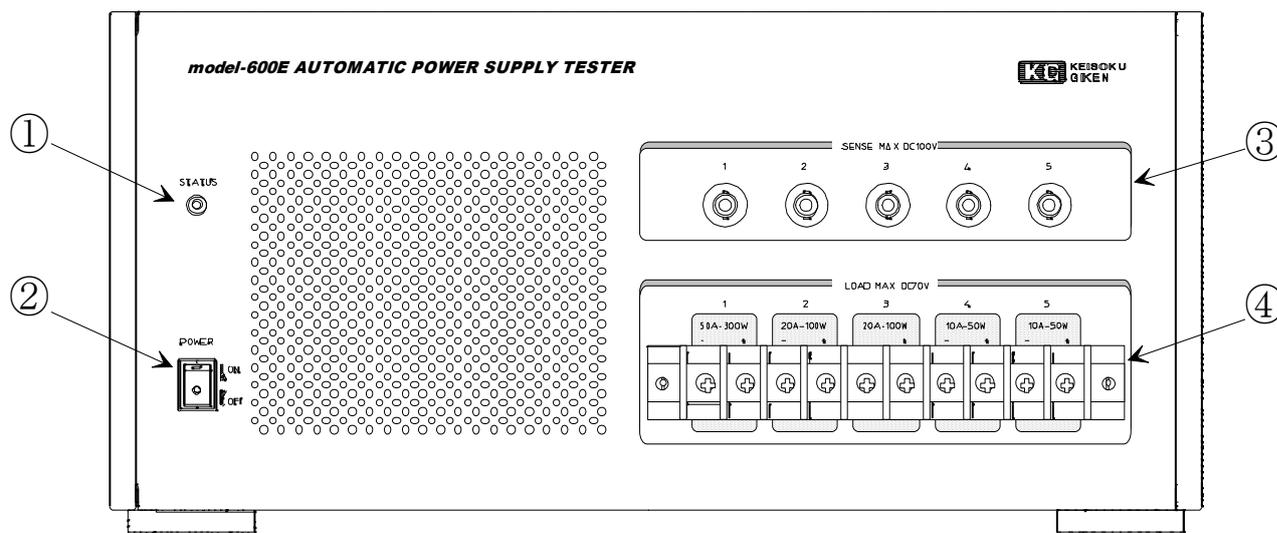
※3 10KHz ~ 10MHz の周波数の範囲の場合です。

## 付属品

品名	型名	数量
取扱説明書	model-600E取扱説明書	1
電源ケーブル	3P 2m 電源ケーブル	1
USBケーブル	1.8m USBケーブル	1
信号ケーブル	BM-58U-150K0	5
OV用 コネクタ	17JE-23370-02D8A (DDK)	1
DVM用 コネクタ	17JE-13370-02D8A (DDK)	1
DI/DO用 コネクタ	57-30360 (DDK)	1
LOAD端子台カバー	GM-110-10P用カバー	1

## 5 各部の名称説明

フロントパネル



### ① STATUS

ステータス表示 LED、点灯内容は下表のようになっております。

使用する場合、緑の LED が点灯している事を確認して使用して下さい。

LED	状 態
緑	正常動作中
赤点滅	アラーム状態
橙	ファームウェア更新可能状態
橙点滅	ファームウェア更新可能状態でアラーム状態

### ② POWER

本器の電源スイッチです。

### ③ SENSE MAX DC100V

DC 電圧およびリップルノイズ電圧測定用の入力 BNC コネクタです。

(50Ω 同軸ケーブルを使用し接続します)

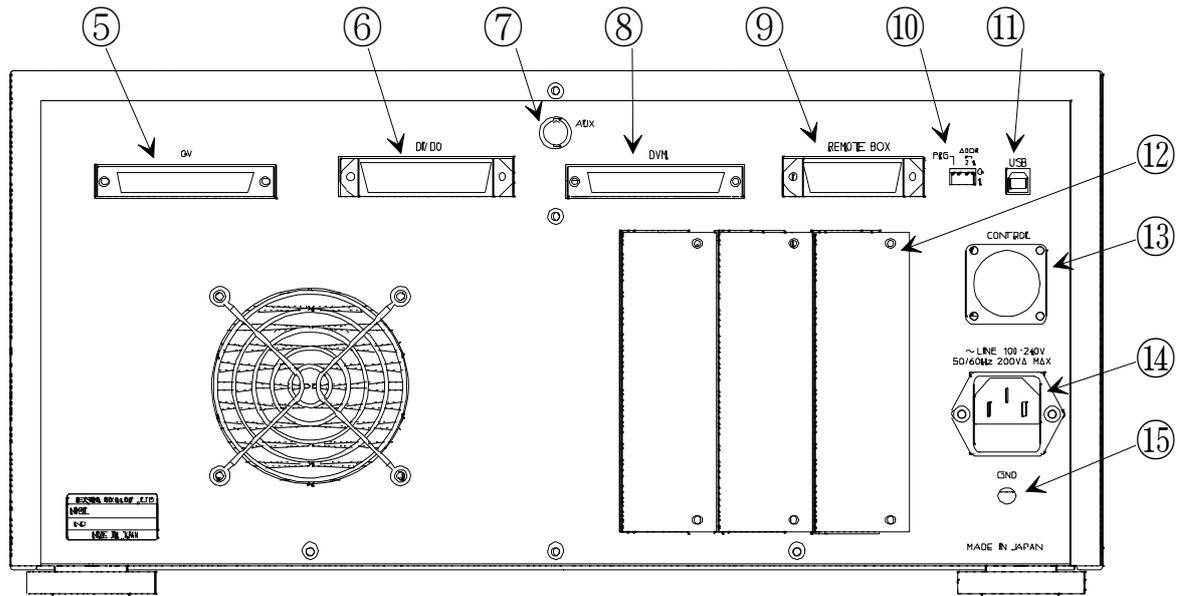
### ④ LOAD MAX DC70V

最大印加電圧 DC70V の負荷端子です。

チャンネルにより電流容量・電力容量・設定分解能が異なります。

接続する供試電源の仕様に合わせて適切なチャンネルを選択して下さい。

リアパネル



⑤ OV

過電圧保護試験を行う時に使用するコネクタで本器内部の過電圧用電源(70V/0.5A)を 8 チャンネルのスカナを通して出力されます。

簡易的な擬似電圧源としても使用できます。

⑥ DI/DO

フォトカプラの入出力 I/O で外部の回路を制御したい時に使用できます。

⑦ AUX

DVM マルチプレクサ SC-830 を増設した場合に SC-830 の AUX コネクタと接続する為の BNC コネクタです。

増設したスカナユニットのチャンネルは 17 チャンネルから割り振られ本器内部のスカナと連動します。

⑧ DVM

16 チャンネルのマルチプレクサを通して本器内部の DC 電圧測定系を使用し DC 電圧を測定します。AC 電圧及びリップルノイズ測定は行えません。

⑨ REMOTE BOX

検査を行う時に使用するリモートボックス(SC-816A)を接続する為の専用コネクタです。

⑩ PRG/ADDR

本器のファームウェア更新およびユニットアドレスの設定を行います。  
 ユニットアドレスの指定により 4 台まで認識できるようになっています。



⑪ USB

USB インターフェイス で本器をコンピュータにて制御する為のコネクタです。

⑫ 拡張スロット

オプションのスキヤナユニットをセットする為の拡張スロットです。  
 3 スロット同じ仕様になっています。

⑬ CONTROL

弊社製品の入力ソースを制御する為の I/F です。  
 DC ソースコントローラ model-519 および旧製品の AC ソース model-512 を制御します。

⑭ AC100V～AC240V / 50Hz～60Hz

本器の電源入力コネクタです。

⑮ GND

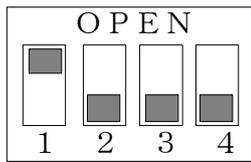
本器のフレームグラウンドです。

## 6 スキャナ部の仕様

本器はスキャナユニットの機能の一部を標準仕様としている関係で、オプションユニットの拡張に際して、スキャナユニットのアドレスと選択されるチャンネルはユニットの種類により異なります。また、増設できないユニットもあります。スキャナユニットのボードにあるスイッチは、下表を参考に設定して下さい。

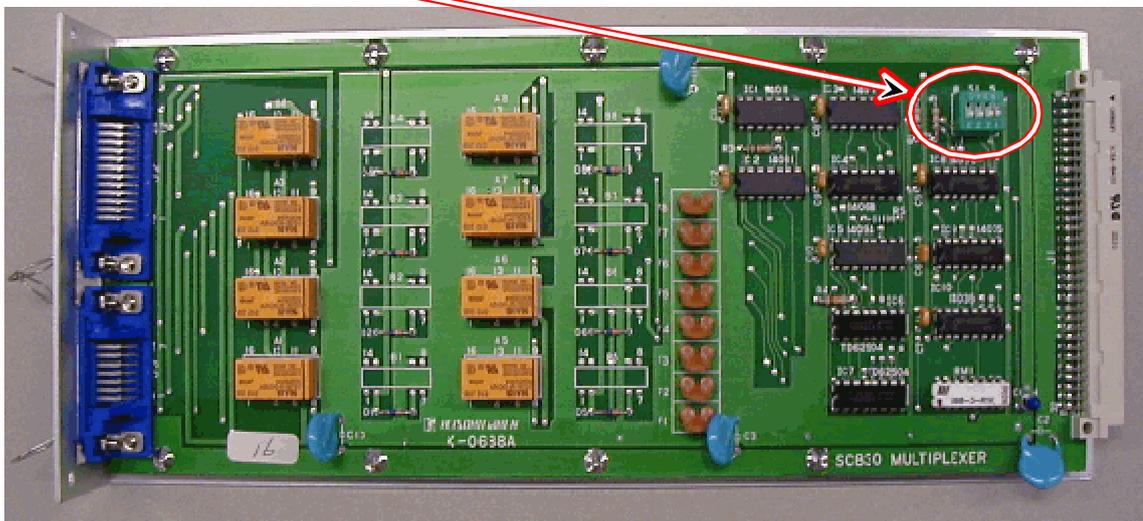
スキャナユニット		標準装備	オプション チャンネル			
品名	型名	チャンネル	A	B	C	D
REMOTE BOX	SC-810	○	×	×	×	×
OV スキャナ	SC-820	1 ~ 8	×	×	×	×
DVM マルチプレクサ	SC-830	1 ~ 16	17 ~ 24	25 ~ 32	33 ~ 40	41 ~ 48
ユーザーコンタクト	SC-840	—	1 ~ 8	9 ~ 16	17 ~ 24	25 ~ 32
デジタル I/O	SC-850	1 ~ 8	9 ~ 16	17 ~ 24	25 ~ 32	33 ~ 40
シーケンス	SC-860	—	1 ~ 8	9 ~ 16	17 ~ 24	25 ~ 32

○：標準装備、—：標準装備は無し、×：増設不可



- 1：連動単独モード  
model-600Eでは必ず連動モードに設定して下さい
- 2：未使用
- 3：アドレス設定
- 4：アドレス設定

アドレス	A	B	C	D
3	0	0	1	1
4	0	1	0	1



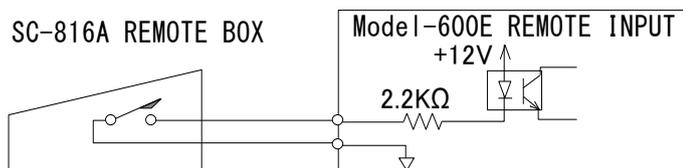
## 6.1 リモートボックスインターフェイス (標準装備)

リモートボックスインターフェイスはSC-816Aリモートボックスの制御に必要な機能のみ対応しています。

### 1) リモートボックスインターフェイス入出力仕様

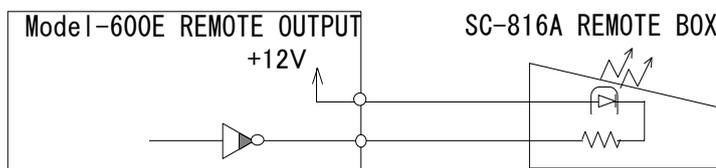
- 入力仕様

フォトカプラ入力駆動仕様となっています。



- 出力仕様

LED 駆動仕様となっています。



### 2) コネクタピン配置仕様

名 称 : REMOTE			
適合コネクタ : 57-30240 (DDK)			
1	I1	13	I1i
2	I2	14	I2i
3	I3	15	I3i
4		16	I4i
5		17	
6		18	
7		19	I7i
8	01	20	03
9	02	21	04
10		22	
11	+12V	23	0V
12	+12V	24	0V

SC-816Aインターフェイス仕様		
名称	内 容	I/F
S1	ALL PRINT	I1 入力
S2	NG PRINT	I2 入力
S3	STOP on NG	I3 入力
S4	EMERGENCY	I7i 入力
S5	CURSOR ↑	I1i 入力
S6	CURSOR ↓	I2i 入力
S7	NO	I3i 入力
S8	YES/START	I4i 入力
L1	TEST	O1 出力
L2	PASS	O2 出力
L3	FAIL	O3 出力
BZ	BUZZER	O4 出力

In : スイッチ入力、Ini : キー入力、On : 出力  
 n : 番号 、 +12V, 0V : 電源

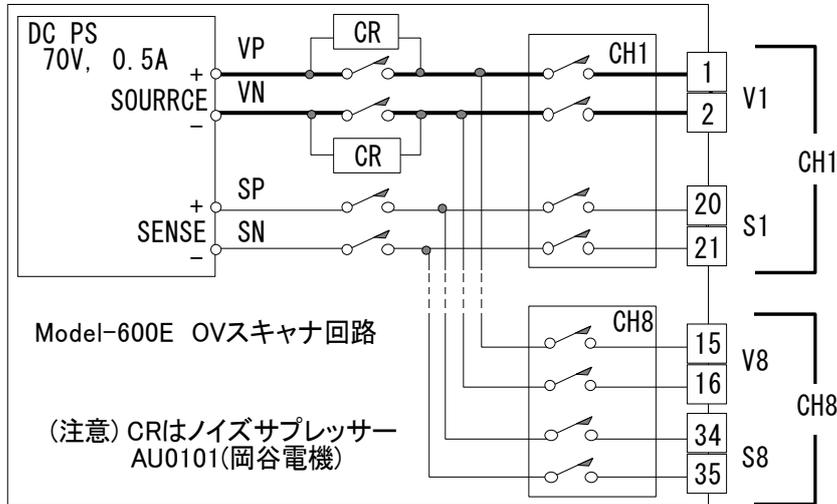
# model-600E

## 6.2 OV スキャナー (標準装備)

電圧印加方式による過電圧保護試験を行う際に使用する OV スキャナユニットの装備です。

model-600E 搭載の 70V/0.5A の過電流リミッタ付の電源出力を任意の 1 チャンネルに出力します。

### 1) OV スキャナ部のブロック図



### 2) コネクタピン配置仕様

名称 : OV OUTPUT			
適合コネクタ : 17JE-23370-02D8A (DDK)			
1	V1P	20	S1P
2	V1N	21	S1N
3	V2P	22	S2P
4	V2N	23	S2N
5	V3P	24	S3P
6	V3N	25	S3N
7	V4P	26	S4P
8	V4N	27	S4N
9	V5P	28	S5P
10	V5N	29	S5N
11	V6P	30	S6P
12	V6N	31	S6N
13	V7P	32	S7P
14	V7N	33	S7N
15	V8P	34	S8P
16	V8N	35	S8N
17		36	
18		37	
19			

### コネクタピンの名称について

VnP : 0V電源の+出力  
 VnN : 0V電源の-出力  
 SnP : 0V電源の+センス  
 SnS : 0V電源の-センス

n : チャンネル 1~8を示します。

### 6.3 DVM マルチプレクサ (標準装備・オプション)

DVM マルチプレクサは 16 チャンネルが標準装備で±100V の DC 電圧を切り替えできます。

チャンネルを増設する場合には SC-830 DVM マルチプレクサユニットを追加します。

SC-830 DVM マルチプレクサユニットを増設する場合には、ユニットのアドレスを設定し本器の拡張スロットに挿入します。

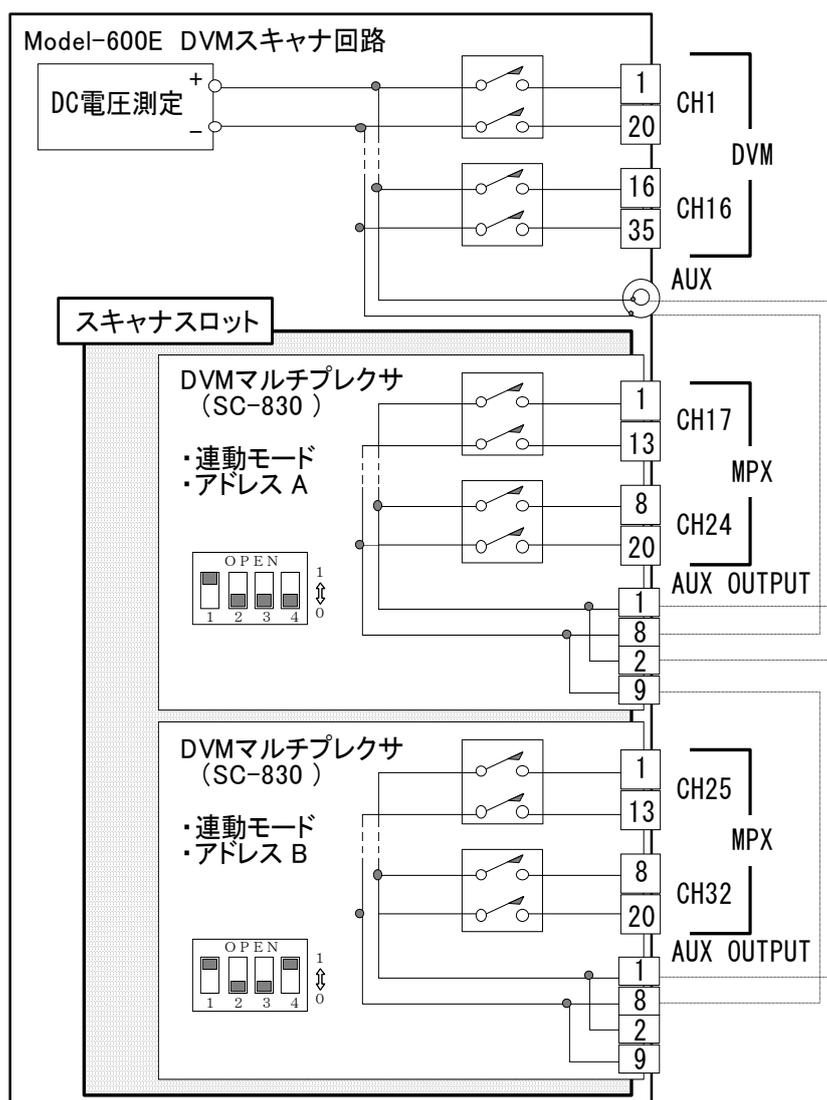
スキャナユニット		標準装備	オプション チャンネル			
品名	型名	チャンネル	A	B	C	D
DVM マルチプレクサ	SC-830	1 ~ 16	17 ~ 24	25~32	33~40	41~48

スロットに挿入後、本器の AUX コネクタと SC-830 の AUX コネクタを接続します。

#### 1) DVM マルチプレクサユニット(SC-830)の仕様

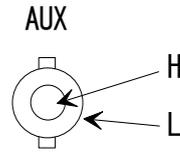
- ・回路方式 小信号 マグネットリレー
- ・チャンネル数 8
- ・接点定格 DC220V, AC250V 10mA
- ・増設可能枚数 4

#### 2) DVM マルチプレクサ部のブロック図



3) model-600E 標準装備の DVM コネクタ接続ピン仕様

名 称 : DVM			
適合コネクタ : 17JE-13370-02D8A (DDK)			
1	1H	20	1L
2	2H	21	2L
3	3H	22	3L
4	4H	23	4L
5	5H	24	5L
6	6H	25	6L
7	7H	26	7L
8	8H	27	8L
9	9H	28	9L
10	10H	29	10L
11	11H	30	11L
12	12H	31	12L
13	13H	32	13L
14	14H	33	14L
15	15H	34	15L
16	16H	35	16L
17		36	
18		37	
19			



適合コネクタ : BNCコネクタ

コネクタピンの名称について

- nH : +入力
- nL : -入力
- H : AUX+入力
- L : AUX-入力

n : チャンネル 1~8を示します。  
 AUX H, Lはチャンネル指定はありません。  
 スキャナユニット拡張用の入力コネクタです。

4) SC-830 DVM マルチプレクサのコネクタ接続ピン仕様

名 称 : MPX			
適合コネクタ : 57-30240 (DDK)			
1	1H	13	1L
2	2H	14	2L
3	3H	15	3L
4	4H	16	4L
5	5H	17	5L
6	6H	18	6L
7	7H	19	7L
8	8H	20	8L
9	H	21	L
10	GURAD	22	GURAD
11	GURAD	23	GURAD
12	GURAD	24	GURAD

名 称 : AUX OUTPUT			
適合コネクタ : 57-30140 (DDK)			
1	H	8	L
2	H	9	L
3	GURAD	10	GURAD
4	GURAD	11	GURAD
5	GURAD	12	GURAD
6	GURAD	13	GURAD
7	GURAD	14	GURAD

コネクタピンの名称について

- nH : +入力
- nL : -入力
- H : AUX+出力
- L : AUX-出力
- GURAD : フレームグラウンド

n : チャンネル 1~8を示します。  
 AUX H, Lはチャンネル指定はありません。  
 スキャナユニット拡張用の入出力コネクタです。

### 6.4 ユーザーコンタクト (オプション)

ユーザーコンタクトはC接点になっていて回路にはノイズサプレッサが挿入されています。

SC-840のユニットアドレスは以下の様に設定します。

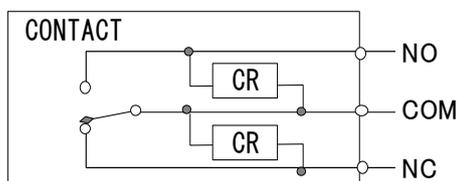
スキャナユニット		標準装備	オプション チャンネル			
品名	型名	チャンネル	A	B	C	D
ユーザーコンタクト	SC-840	—	1~8	9~16	17~24	25~32

○：標準装備、—：標準装備は無し

#### 1) ユーザーコンタクトユニット(SC-840)の仕様

- ・回路方式            マグネットリレーによるメカニカル接点
- ・チャンネル数        8
- ・接点定格            C接点(トランスファー) DC30V 1A/ AC250V 1A
- ・増設可能枚数       4

#### 2) コンタクト部のブロック図



(注意) CRはノイズサプレッサ  
XE1201(岡谷電機)

#### 3) コネクタピン配置仕様

名称：CONTACT			
適合コネクタ：17JE-23250-02D8A (DDK)			
1	1COM	14	5COM
2	1NO	15	5NO
3	1NC	16	5NC
4	2COM	17	6COM
5	2NO	18	6NO
6	2NC	19	6NC
7	3COM	20	7COM
8	3NO	21	7NO
9	3NC	22	7NC
10	4COM	23	8COM
11	4NO	24	8NO
12	4NC	25	8NC
13	0V		

コネクタピンの名称について

nCOM：コモン  
nNO：ノーマルオープン  
nNC：ノーマルクローズ

n：チャンネル 1~8を示します。

### 6.5 デジタル I/O (標準装備・オプション)

フォトカプラによる 8 入力、8 出力のユニットで、各回路は全て分離されています。

SC-850 のユニットアドレスは以下の様に設定します。

スキャナユニット		標準仕様	オプション チャンネル			
品名	型名	チャンネル	A (0)	B (1)	C (2)	D (3)
デジタル I/O	SC-850	1 ~ 8	9~16	17 ~24	25~32	33~40

外部に電源が無い場合には、本器ユニットのコネクタより+12V の電源を得る事ができます。

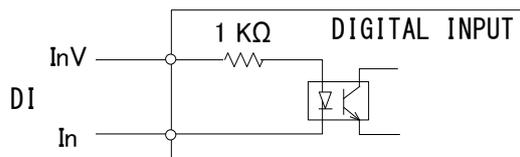
但し、本器の+12V 電源を使用する場合に全電流容量が 200mA 以下で必ずご使用下さい。

#### 1) デジタル I/O ユニット(SC-850)の仕様

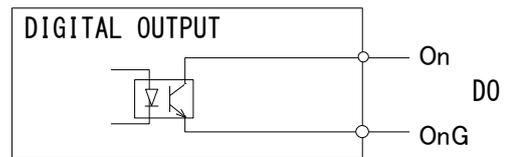
- ・回路方式            フォトカプラによるアイソレーション入出力
- ・チャンネル数        入力 8、出力 8
- ・回路定格            入力 12V/10mA(最大 16mA)、出力 12V/10mA(最大 24V/16mA)
- ・増設可能枚数        4

#### 2) デジタル入出力部のブロック図

- ・ デジタル入力 (DI)



- ・ デジタル出力 (DO)



#### 3) コネクタピン配置仕様

名 称 : DIGITAL I/O			
適合コネクタ : 57-30360 (DDK)			
1	I1	19	I1V
2	I2	20	I2V
3	I3	21	I3V
4	I4	22	I4V
5	I5	23	I5V
6	I6	24	I6V
7	I7	25	I7V
8	I8	26	I8V
9	O1	27	O1G
10	O2	28	O2G
11	O3	29	O3G
12	O4	30	O4G
13	O5	31	O5G
14	O6	32	O6G
15	O7	33	O7G
16	O8	34	O8G
17	+12V	35	0V
18	+12V	36	0V

#### コネクタピンの名称について

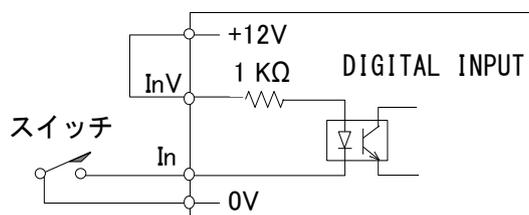
- InV : フォトカプラ アノード入力
- In : フォトカプラ カソード入力
- On : フォトカプラ コレクタ出力
- OnG : フォトカプラ エミッタ出力
- +12V : model-600E +12V電源
- 0V : model-600E +12Vグラウンド

n : チャンネル 1~8を示します。

## 4) 応用回路例

## ・ デジタル入力(DI) 内部電源使用例

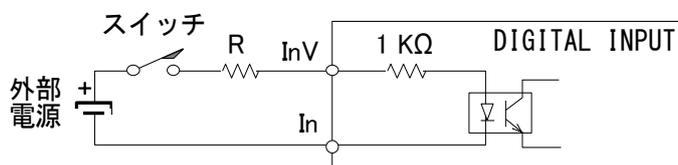
本器の内部電源を利用する場合、下図の様にリレー接点で動作させる等、外部電源と本器の電源が接続されない場合に限り使用できます。



注意) 接続によっては内部回路を破損する可能性がありますので、使用には十分注意して下さい。

## ・ デジタル入力(DI) 外部電源使用例

下図の様に外部電源を使用する場合の接続、入力の方向及びフォトカプラに流す電流に注意して



使用して下さい。

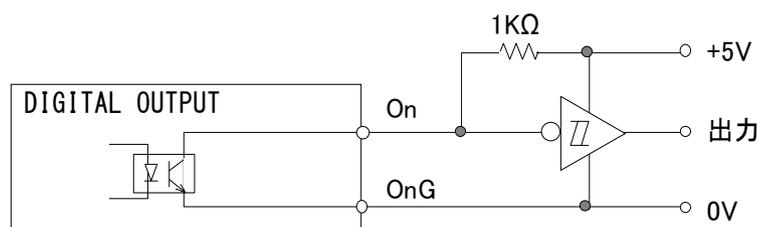
外部電源の電圧が 5V~12V の場合には、抵抗 R は不要です。

12V を超える場合にはフォトカプラの電流が 10mA 程度になる様に抵抗 R を挿入して下さい。

例) 外部電源 24V の場合、抵抗 R は 1KΩ 程度となります。

## ・ デジタル出力(DO)使用例

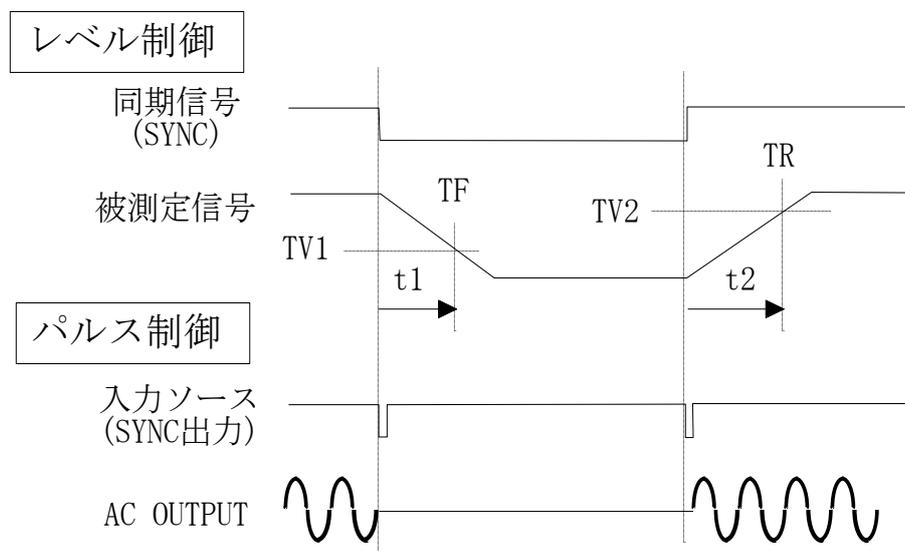
IC を駆動させる場合の例で、プルアップ抵抗を 1KΩ 程度を接続しフォトカプラの出力に 5mA 程度の負荷が掛かる様に、IC はシュミットトリガー入力の物を使用します。





## 3) シーケンス処理に関して

シーケンスユニット(SC-860)は SYNC の立ち上がり、下がり指定して測定を開始します。測定終了は SIG に接続した被測定信号が設定した電圧で変化した時に終了します。



上図のレベル制御波形を例に説明します。

同期信号が LOW になった時に被測定信号も LOW になり HIGH になると被測定信号も HIGH になる波形の時間を測定する場合の設定条件は以下の様になります。

シーケンスユニットは SYNC 信号の立ち上がり、下がり指定して測定を開始します。

従って、レベル制御・パルス制御に関係なく動作させる事ができます。

但し、model-600E で制御する弊社の入力ソース関係は全てパルス制御(パルス幅 0.1mS 以下)となっています。弊社の入力ソースのトリガーと併用して使用する場合、上図のパルス制御の SYNC 波形を考慮して回路を作成して下さい。

## レベル制御

## 同期信号 HIGH → LOW

入力開始トリガー TF(立ち下り)設定

被測定信号トリガー TF(立ち下り)設定で設定電圧 TV1 を下限終了値で設定します。

測定結果は 同期信号 LOW から TV1 の立下りまでの時間  $t_1$  が測定されます。

## 同期信号 LOW → HIGH

入力開始トリガー TR(立ち上り)設定

被測定信号トリガー TR(立ち上り)設定で設定電圧 TV2 を上限終了値で設定します。

測定結果は 同期信号 HIGH から TV2 の立下りまでの時間  $t_2$  が測定されます。

トリガー入力の TR/TF の設定を間違えると開始および終了条件になりません。

注意) マイナス電源を測定する場合には、TR/TF の関係が逆にさるので注意して下さい。

## 7 使用上の注意

### 7.1 リップルノイズ測定のカابل接続方法

リップルノイズの測定ケーブルは 50Ω 同軸ケーブルを使用しできる限りケーブル長を短くして配線します。

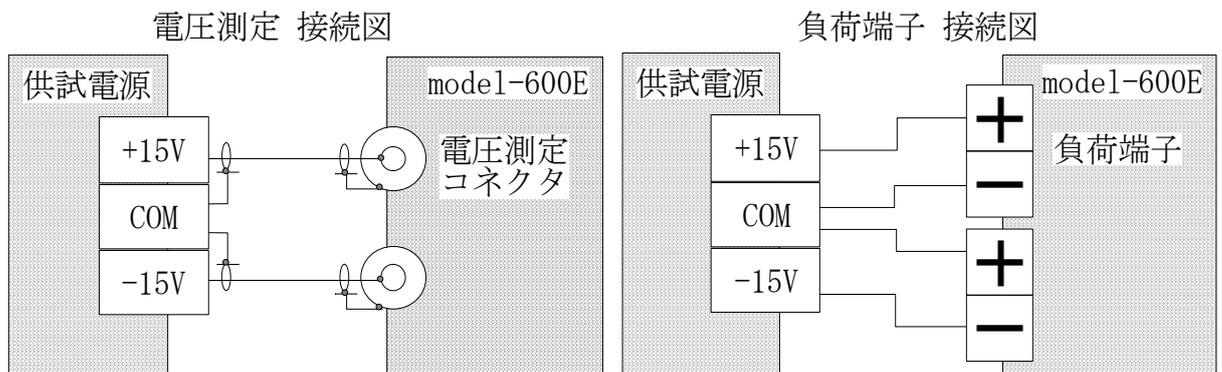
特に、供試電源と接続する同軸ケーブルの加工は剥き出しが多くなならない様に配線します。



### 7.2 電圧測定と負荷端子の接続に関して

電圧測定は±の測定ができますので、下図の電圧測定接続図の様に COM をグランドに接続することができます。負荷端子は極性がありますのでマイナス電源の接続には極性の注意が必要です。

下図の負荷端子接続図を参考に接続して下さい。

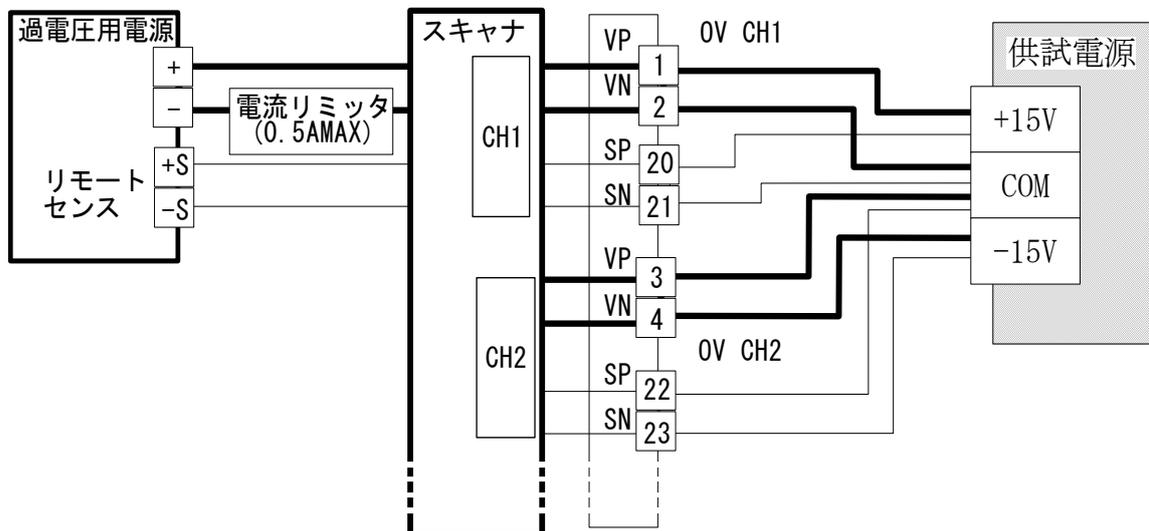


### 7.3 過電圧保護試験の接続に関して

過電圧保護試験用の電源は負荷端子の接続と同じ様に極性がありますのでマイナス電源の接続には極性の注意が必要です。下図の OV CH2 はマイナス電源時の接続です。

また、VP,VN は負荷電流を流すので 0.5A 以上の電流を流せる線材を使用して下さい。

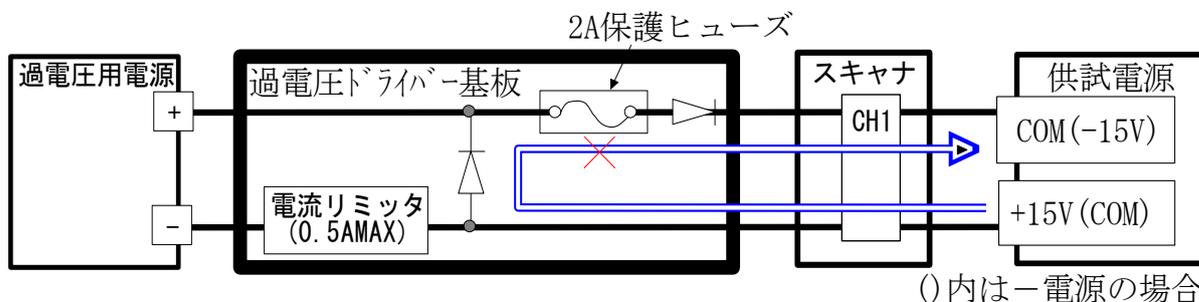
SP, SN はリモートセンスなので 0.1A 程度の電流を流せる線材で十分です。



#### 7.4 過電圧試験用電源の保護回路に関して

過電圧保護試験用の電源の出力短絡に関しては 0.5A で電流リミッタ回路が働き出力短絡に関して故障は発生しませんが、供試電源を逆接続した場合にはスキャナ用リレーと配線を保護する為の 2A ヒューズが切れて回路を保護します。ヒューズが切れた場合には交換が必要です。

過電圧試験用電源に供試電源間違って接続した場合の電流の流れ図



交換ヒューズ F-7142 2.0A(サトーパーツ(株)) 相当品

交換方法)

カバーを外し右側面の過電圧ドライバー基板のヒューズを交換します。

#### 7.5 負荷チャンネルの選択方法に関して

model-600E では 3 種類の負荷定格があり、それぞれ定格電流・定格電力が異なります。

使用する負荷を選択する際は、供試電源の定格電流だけでなく過電流保護試験等の負荷電流を考える必要があります。また、負荷電流だけで判断すると負荷電力が足りず検査中に過電力アラームが発生し検査ができない場合があります。

負荷チャンネルを選択する場合、検査中に設定する最大電流と最大電力を確認して負荷チャンネルを選択してください。

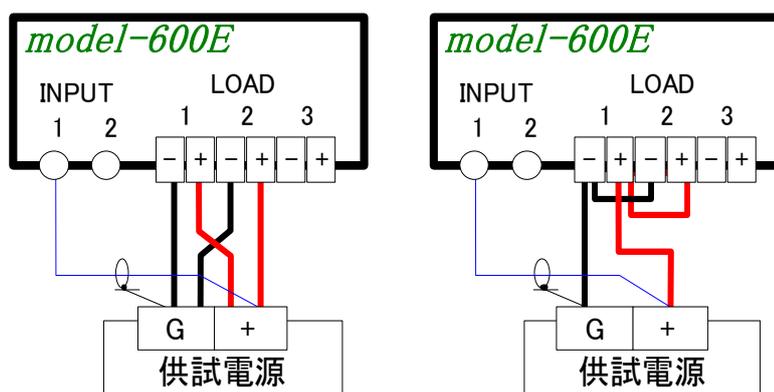
また、定格電流および定格電力が少ない供試電源を検査する時に負荷容量の大きなチャンネルを選択すると設定誤差電流により検査データにバラツキが発生する場合があります。

負荷チャンネルを選択する場合、供試電源の定格電力・定格電流を確認し最適な負荷チャンネルを選択してください。

#### 7.6 負荷チャンネルの並列接続に関して

制御するソフトで負荷の並列接続設定をしても model-600E として内部で接続されません。

並列接続を指定した場合には負荷端子も下図の何れかの方法で接続します。

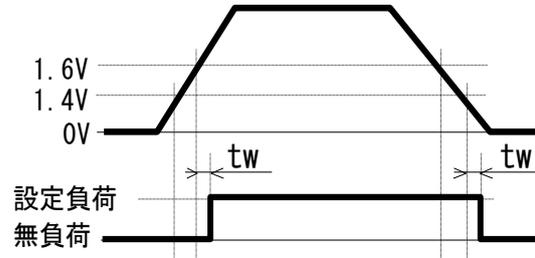


### 7.7 負荷チャンネルの最小動作電圧と負荷動作領域に関して

model-600E では定電流設定に関して最小動作電圧の設定の有無を選択できます。

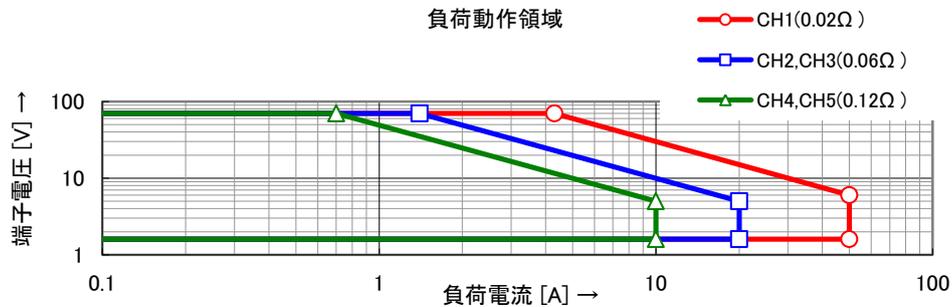
最小動作電圧：有効（デフォルト設定）

定電流設定のみ最小動作電圧指定ができ、下図の様に定電流設定をしている状態でも供試電源が約 1.6V 以上で負荷を取り始め、約 1.4V 以下で無負荷設定とします。



また、負荷電流は最小動作電圧を検出してから  $tw$  (約  $450 \mu\text{S}$ ) 後に動作します。

下図が定電流設定の最小動作有効時の負荷動作領域です。

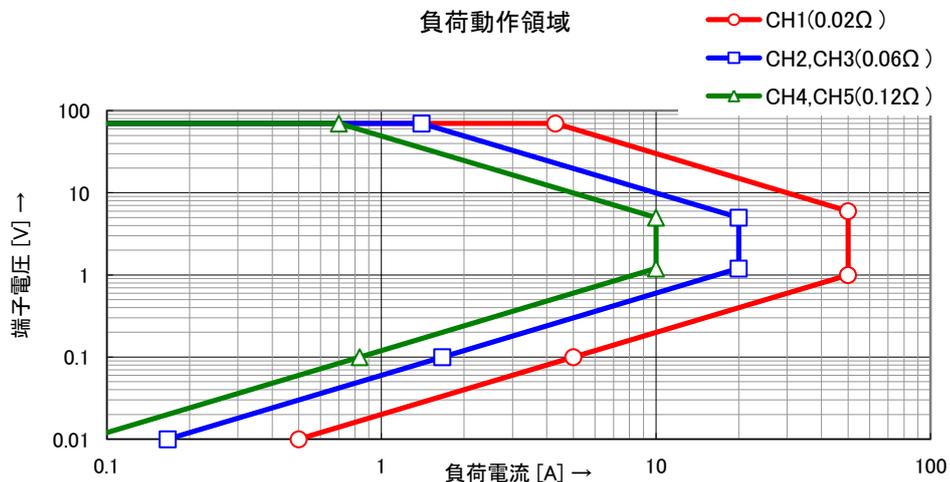


最小動作電圧：無効

電源投入と共に設定した負荷電流を流そうとしますが、model-600E の内部抵抗の関係で 0V から最大負荷電流を流す事はできません。

下図が model-600E の動作可能範囲で、model-600E の端子台での電圧が 1V 以下では内部抵抗により定格負荷を流す事ができません。

また、端子電圧が高くなると定格電力を超えるのでアラームとなり無負荷設定になります。



## 7.8 供試電源投入時の負荷動作に関して

本器には定電流設定と定抵抗設定の2種類のモードがあり、モードに応じて供試電源を動作させた時の応答が異なります。

下記のデータは本器のCH4,5の定格負荷10Aで測定した結果です。

CH1の定格負荷50Aでは5倍、CH2,3の定格負荷20Aでは2倍の電流が流れます。

7.8.1~7.8.4を御覧になる際は、負荷定格に合わせて電流を換算して御覧下さい。

### 7.8.1 定電流設定：立ち上がり速度が遅い供試電源接続時

図7-8-1が定電流50mA設定後に5Vの供試電源を動作させた時の電圧と負荷電流の波形です。

本器の設定で最小動作電圧指定により1.6Vの電圧検出後、負荷設定されます。

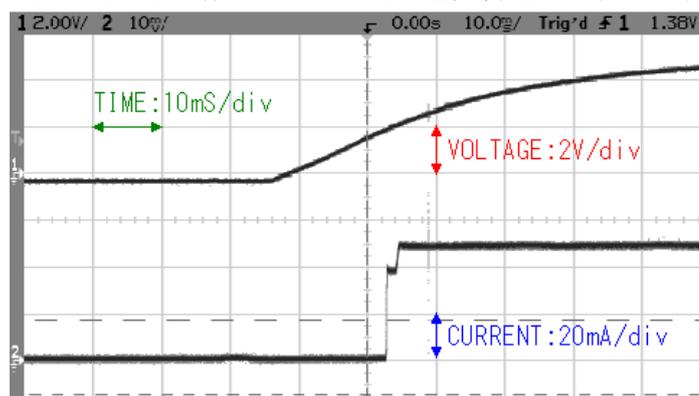


図7-8-1

### 7.8.2 定抵抗設定：立ち上がり速度が遅い供試電源接続時

図7-8-2が定抵抗200Ω設定後に5Vの供試電源を動作させた時の電圧と負荷電流の波形です。

通常電圧に追従する形で負荷電流が決定されますが、本器は図7-8-2のように1mS以下で60mAのスパイク電流が流れます。

この電流は本器の負荷制御部分が安定動作に必要な時間となっています。

この電流は、本器の負荷チャンネルの定格電流により異なります。

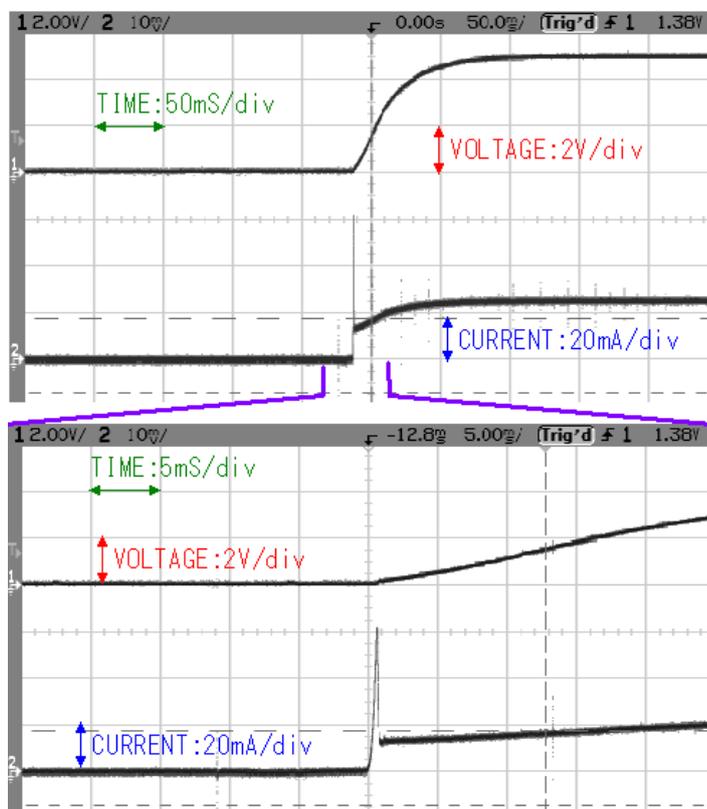


図7-8-2

補足)

CH 1 : 300mA

CH 2, 3 : 120mA

CH 4, 5 : 60mA

### 7.8.3 定電流設定：立ち上がり速度が早い供試電源接続時

図 7-8-3 が定電流 0A 設定で、5V の供試電源を動作させた時の電圧と負荷電流の波形です。電源投入直後、300mA のパルス負荷電流が  $5\mu\text{S}$  の間流れます。

補足)

- CH 1 : 1500mA
- CH 2, 3 : 600mA
- CH 4, 5 : 300mA

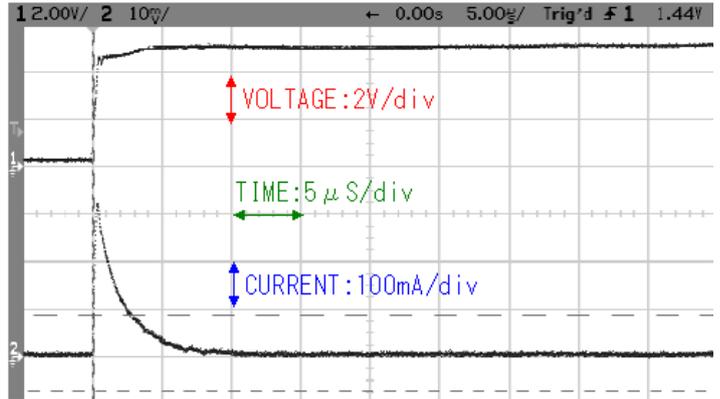


図 7-8-3

### 7.8.4 定抵抗設定：立ち上がり速度が早い供試電源接続時

図 7-8-4 が定抵抗設定の最大抵抗値を設定した時の電圧と負荷電流の波形です。定抵抗設定の場合、回路が常に動作状態にあり電圧の変化に対して直ぐに追従してしまいます。定電流設定の様にカットオフ回路が無い為に動作の早い立ち上がりに関しては、2A 程度のパルス電流が  $20\mu\text{S}$  の間流れます。

補足)

- CH 1 : 10A
- CH 2, 3 : 4A
- CH 4, 5 : 2A

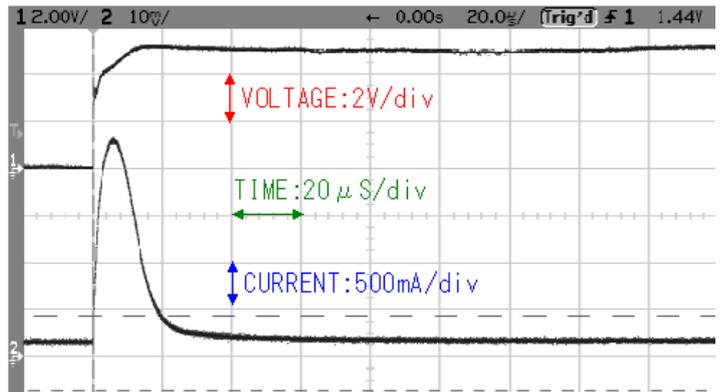


図 7-8-4

## 8 供試電源との接続例

供試電源の定格仕様が下記の場合の接続例です。

入力 : AC 100V~120V, 50/60Hz

出力 CH 1 : +5V, 15A, 75W

出力 CH 2 : +15V, 1A, 15W

出力 CH 3 : -15V, 1A, 15W

その他の仕様

過電流保護 : CH 1 のみ 105%~110%で動作 MAX 16.5A までの負荷が必要

過電圧保護 : CH 1 のみ 120%~140%で動作 7V までの過電圧電源が必要

CH 2, 3 はコモン共通電源

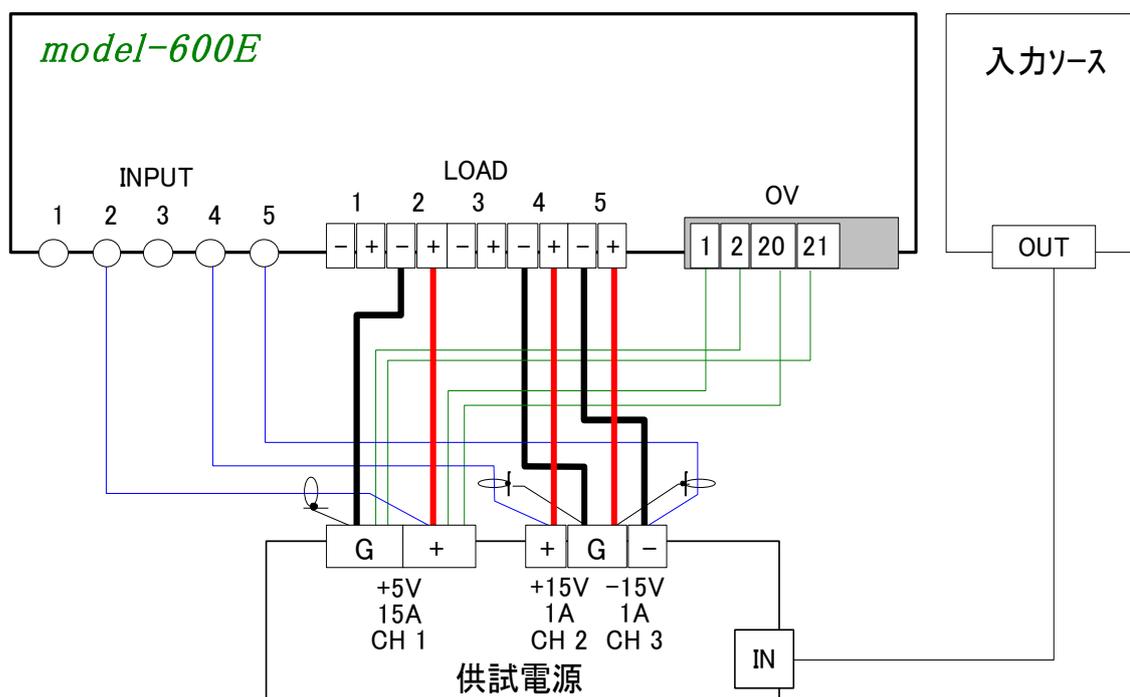


図 8 供試電源との接続例

接続は図 8 が供試電源との接続例です。

接続例では model-600E の CH2 を使用していますが、CH3 も同仕様なので、使用するチャンネルは 3,4,5 でも問題ありません。CH1 を選択しなかった理由は、設定分解能が粗くなる為です。

従って、上記例の供試電源 CH 1 は 5V, 15A, 75W なので、model-600E の CH 2 の負荷 20A, 100W を選択、供試電源の CH2,3 は共に 15V, 1A, 15W なので、model-600E の CH 4,5 の負荷 10A, 50W を選択するのが良いと判断します。

過電圧保護試験には OV チャンネル 1 を使用し OV 電源の Load と Sense を供試電源の CH1 に接続します。

供試電源の CH2 と CH3 の GND は共通仕様になっているので、model-600E の負荷端子台への接続は図 8 の様に接続します。

特に、CH3 はマイナス電源なので model-600E の負荷端子との接続は注意が必要です。

CH3 の電圧測定(INPUT)への接続は他のチャンネルと同様に接続します。

## 9 リップル・ノイズ測定と誤差の要因について

ここでは、リップル・ノイズ測定と誤差の要因について技術的解説をしています。

RC-01、RC-03リップルコンバータのリップル・ノイズ測定に関しては同様に考えることができます。

### 9.1 スイッチング電源特有のノイズ発生メカニズム

一般的なスイッチング電源は、交流又は直流の一次入力を一旦、高周波数にてパワースイッチングを行なった後、目的の直流電圧に変換する方式であり、原理的に、ノイズ源となりやすい性質を持っています。

内部回路では、直流出力よりも大きい電力を持ったパルス波形が、トランジスタやパワートランスにより駆動されており、ノイズを発生させない事は不可能であって、発生したものをいかに出力させないかを対策しています。

電源内部のパワースイッチング波形は、次の様な経路でノイズとして外部に発散されます。

- ① 直流出力端子
- ② 交流(直流)入力端子
- ③ 磁界
- ④ 電界
- ⑤ 電磁輻射

スイッチング電源が製品に組み込まれた状態においては、前記の様々な経路のノイズが複合的に作用して、製品内部に悪影響を与えたり、周囲の他の機器に影響を及ぼす事があるので、ノイズ発生を極力低減させる様に対策をしている訳です。

リップル・ノイズメータはこれらのノイズ源のうち直流出力端子成分について、波形の peak to peak 値を測定することを目的としています。

これはスイッチング電源単体を評価する方法として最も一般に行なわれている方法で、オシロスコープによる直流出力端子電圧を観測する方法と同じ目的であります。

### 9.2 ノイズ発生源のモデル

スイッチング電源の概略構成は、図 9-2-1 のように表わす事が出来ます。

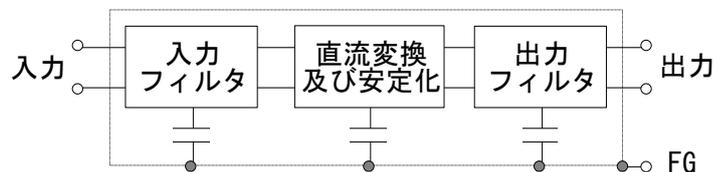


図9-2-1 スイッチング電源の構成

この中でパワースイッチングが行なわれているのは、直流変換部であり、通常 100~200V の高電力パルス波が使用されています。

このノイズ発生源を、出力させないために、入・出力側に、ノイズフィルタを設け、出力端子間ノイズ(eo)を 10~100mV のオーダーに抑えます。

しかし、他の端子間には、同程度かそれ以上のノイズ電圧(ei,eg)が存在したり、様々な浮遊容量を通して、大電力パルスによる高周波ノイズ電流が各部に流出します。

数種類のサンプルによる実測例を下記に表わします。

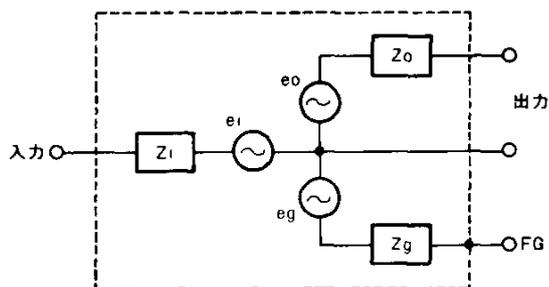


図 9-2-2 電源端子から見たノイズの発生源のモデル

$e_o$ : 出力端子ノイズ電圧	5~50mVpp
$Z_o$ : 出力端子インピーダンス	0.1~2Ω (100kHz~10MHz)
$e_i$ : 入力端子ノイズ電圧	1~15Vpp
$Z_i$ : 入力端子インピーダンス	100~2kΩ
$e_g$ : FG 端子ノイズ電圧	50~500mVpp
$Z_g$ : FG 端子インピーダンス	10~200Ω

このように、測定しようとする出力端子間の電圧に対し他の端子間電圧が無視できず、測定系にこれらによる回り込み電流が発生して後述のコモンモードノイズとなって測定値に大きな誤差を与える事が多く見られます。

単一の電圧源の電圧を測定するのとくらべ、上記の理由で、スイッチング電源ノイズの正確な測定を困難にしている一因があります。

### 9.3 コモンモード電流による影響

リップル・ノイズ測定時の回り込みノイズに対する等価回路を図 9-3 に示します。

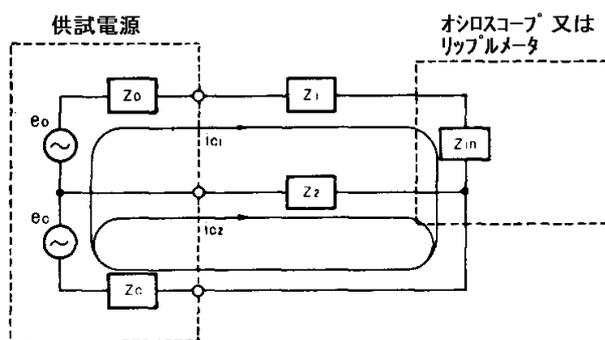


図 9-3 コモンモードノイズに対する等価回路

$e_o$ : 出力端子ノイズ電圧
$e_c$ : コモンモード電圧
$Z_o$ : 出力端子インピーダンス
$Z_c$ : コモンモードインピーダンス
$Z_1$ : プロブケーブル芯線インピーダンス
$Z_2$ : プロブケーブル先端グランド線インピーダンス
$Z_{in}$ : 測定器の入カインピーダンス

入力端子及び FG 端子に存在するノイズ電圧を代表して、コモンモード電圧  $e_c$  とすると、これによる電流ループ  $i_{c1}$ 、 $i_{c2}$  が発生します。

測定器の入カインピーダンス  $Z_{in}$  は、一般に高い値であり、 $i_{c1}$  は  $i_{c2}$  よりも十分小さな値となります。

従って、測定器にて観測される電圧はおよそ、 $e_o + i_{c2} \times Z_2$  となり、 $i_{c2}$  及び  $Z_2$  を十分考慮しなければなりません。

### 9.4 コモンモード電流を減らす方法

供試電源の各端子から見たノイズ発生源及び測定系を含む等価回路を図 9-4-1 に示します。

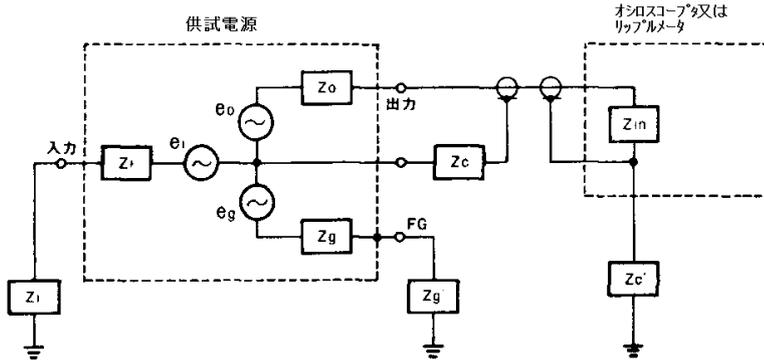


図 9-4-1 各端子ノイズ発生源と測定系の等価回路

$Z_i'$  : 供試電源入力の対地インピーダンス(電源ケーブルを含む)

$Z_{g'}$  : 供試電源筐体の対地インピーダンス

$Z_{c'}$  : 測定器入力の対地インピーダンス(電源ケーブルを含む)

$Z_c'$  : プロブケーブル先端グラウンド線インピーダンス

#### (a) 測定器入力端子の対地インピーダンスを高くする方法

理論上では  $Z_{c'}$  を充分高くすることによりコモンモード電流を減らせる訳ですが、測定器の電源ケーブルや筐体及び信号ケーブルの対地インピーダンスにより、高周波まで高い値を得ることはできません。

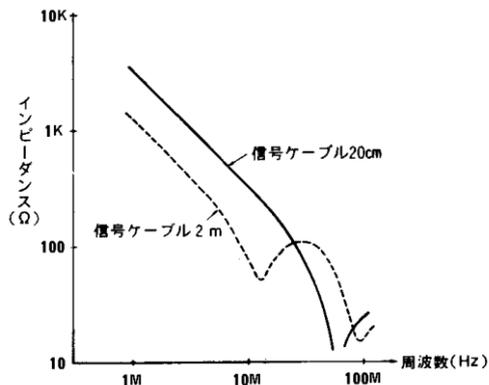


図 9-4-2 リップルメータ対地インピーダンスの例

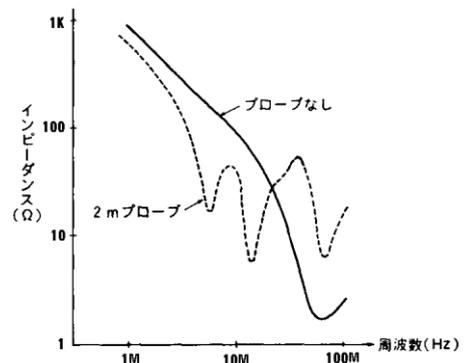


図9-4-3 100MHzオシロスコープの対地インピーダンスの例

本器及び、オシロスコープの一例を下記に示します。

これからわかる様に、測定器本体のみの対地容量が  $50 \sim 200\text{pF}$  あるほか、信号ケーブル又はプローブを接続すると対地容量は、ケーブルの空間位置によって変動する上、ケーブルの長さ、これら対地容量により複雑な共振現象を示し、周波数によっては数  $\Omega \sim$  数  $100 \Omega$  まで低下します。

この事から交流電源ケーブルを通してのコモンモード電流ではない事を物語っており、仮にバッテリー駆動の測定器でも、同様の影響が考えられます。

#### (b) 供試電源のフレームグランド(FG)を接地する方法

図 9-4-1 の等価回路において FG 端子のノイズ電圧源  $e_g$  が十分小さく且つ、そのインピーダンス  $Z_g$  が小さいときには FG 端子を接地する事により、入力端子のノイズ電圧源  $e_i$  によるコモンモード電流を減少させられます。

しかし  $e_g$  が大きい場合には、これによるループ電流が増大し、かえって悪影響を及ぼすことになります。

#### (c) 供試電源入力端子に、コモンモードのチョークコイルを挿入する方法

図 9-4-1 において、入力端子のノイズ電圧源  $e_i$  による電流を減らす為にコモンモードチョークにより入力端子のインピーダンス  $Z_i'$  を上げる方法です。

このとき、チョークコイルは、端子に最短距離で接続することが必要です。

#### (d) 供試電源出カコモン端子と測定器のコモン側を接続する方法

図 9-4-1 の等価回路上で、容易に理解できることは、プローブケーブル先端グランド線インピーダンス  $Z_c$  に、コモンモード電流が通過する事により誤差を発生する訳ですから、電源コモン端子と測定器のコモン端子を短絡し  $Z_c$  に流れない様にする事が考えられます。

しかし、現実には  $Z_c$  は数 cm の電線という低いインピーダンスであり、これをバイパスさせる為のさらに十分低い短絡線を得る事は困難であり、あまり効果的な方法ではありません。

### 9.5 コモンモードインピーダンスについて

前項に述べたコモンモード電流によって生じる誤差電圧のうち、一番大きな要素として、プローブケーブル先端部のグランド線インピーダンスが挙げられます。

又、プローブケーブル自身のシースインピーダンスも考えられますが、同軸構造のケーブルである限り、クロストークはほとんど無視できます。

従って、前述のグランド線インピーダンスについて着目し、可能な限り低い値に保つ事が大切です。

一般的に数cmのグランド線が使われ、このインピーダンスのほとんどがインダクタンスと考えても良く、高周波数ほどインピーダンスが上がります。

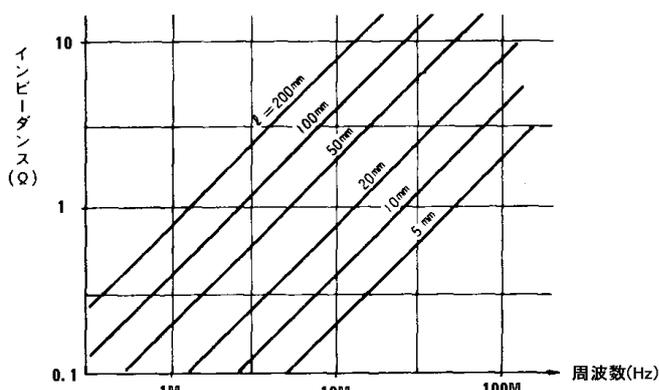


図9-5 グランド線の長さとのインピーダンスの関係

### 9.6 コモンモード誤差の早見表

グラウンド線の長さ、コモンモード電流による誤差電圧の関係を図式化すると、図 9-6 のようになります。

図 9-6 表の読み方には 2 通りの方法があります。

(a) 周波数成分  $f$  (例 10MHz) のコモンモード電流  $i$  (1mA<sub>pp</sub>) がグラウンド線長  $l$  (例 5 cm) によって発生する誤差電圧  $e$  (例 2mV<sub>pp</sub>) を求められます。

(b) 周波数帯域  $f$  (例 100MHz) の成分まで、コモンモード誤差  $e$  (例 2mV<sub>pp</sub>) 以内で測定する為のグラウンド線長  $l$  及びコモンモード電流  $i$  の積の値 (例 0.5 cm · App) が求められます。

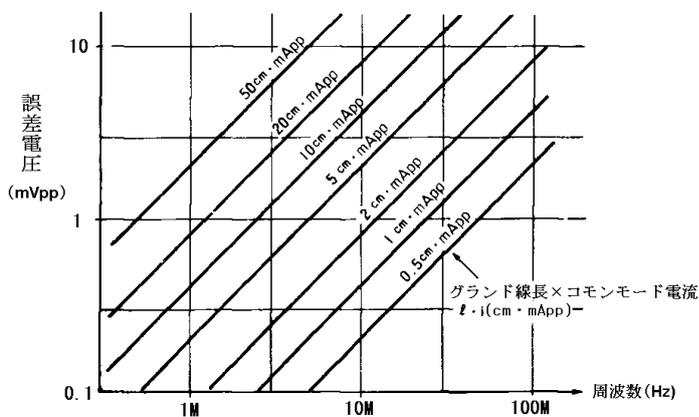


図9-6 コモンモード誤差の早見表

この積の値以下になる様に測定系のグラウンド線長を短くするか又は、コモンモード電流を小さくなる様にします。

### 9.7 差動プローブ、差動アンプによる検出方法

コモンモードノイズの影響を積極的に防止する方法に、差動プローブ又は差動アンプを使う方法があります。

供試電源の評価試験など、正確さを期す場合には、この方法が理想的とされています。

高周波帯域まで十分な同相電圧除去比(CMRR)をもったものを使う必要があります。(100MHz 帯域等) また、これらを使用した測定法でも、2 入力端子への信号線の接続方法やグラウンド線の処理が不適当であれば、良い結果が得られません。

入力信号線はシールド線又は同軸線にて出来るだけ短く、そして 2 本を等しい長さに保ち、被測定端子側のシールドシース同志を接続します。

又、入力信号ケーブルが 20 cm 以上になる時には、ケーブルが分布定数共振器とならないように特性インピーダンスにて終端しなければなりません。

(後項「9.9 プローブケーブルにてついて」を御参照下さい。)

これらの方法は、高価になるため本器では採用していません。

### 9.8 コモンモードノイズの影響を調べる簡単な方法

今迄述べて来たように、いずれの測定器を使う場合もコモンモードノイズの影響を常に考慮しておかなければなりません。

では、その測定系にてどの程度のコモンモードノイズを拾っているかを調べるには、プローブ先端の信号線とグラウンド線を実際の長さのままで短絡し、供試電源出力の片線にのみ接続して見ることです。

このとき観測される電圧は、無入力信号における値であり、コモンモードノイズ等による誤差電圧であります。

供試電源出力の 2 端子間に接続し、リップル・ノイズ電圧を測定したときに比べ、コモンモードノイズによる誤差電圧は、十分小さくなければ正確な測定とは言えません。

この 2 者の比(S/N)以上の測定精度は、期待出来ません。

(例えば、S=20mV N=2mV のときおよそ 10%以上の精度は期待できません。)

### 9.9 プローブケーブルについて

#### (a)同軸ケーブルの特性

オシロスコープなどのように高インピーダンス入力(1MΩ 20pF など)に専用プローブを使わず、同軸ケーブルを使用する事があります。

この場合、受端にてインピーダンス不整合のため反射を起こし、ケーブル長さを 1/4 波長とする特定周波数及びその高次波にて、完全な共振現象を起こします。

その一例の電圧伝達特性を図 9-9-1 に示します。

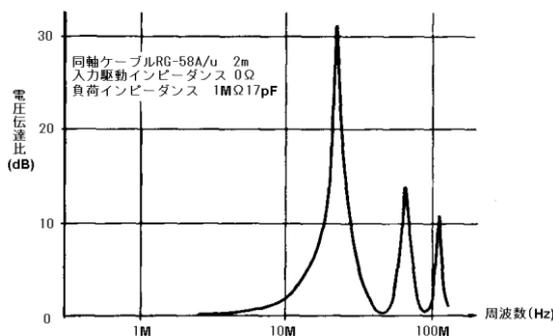


図9-9-1 負荷開放時の同軸ケーブル電圧伝達比

電源出力のように非常に低いインピーダンスの信号源に、負荷開放端の同軸ケーブルを接続したときには、図 9-9-1 の入力駆動インピーダンス(0Ω)に近い状況になり、共振周波数では数倍～数 10 倍の電圧を発生することになります。

不整合をなくすには、ケーブル特性インピーダンスにて負荷端を終端するのが一般的であります。

不整合による共振周波数はケーブルの長さによつて

変わり、短いケーブルの時には高い周波数で共振します。

リップルメータにおいては、2m ケーブルの共振周数が 22MHz であるのに対して、1MHz よりも高い周波数のみを 50Ω 終端しています。

オシロスコープに同軸ケーブルを使用する場合には、終端抵抗に直流カット及び高域終端用としてコンデンサを直列に入れた図 9-9-2 のようなマッチングボックスを接続することをおすすめします。

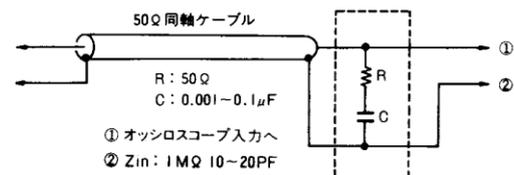


図9-9-2 マッチングボックス

また、電源出力端のインピーダンスが十分に低い事を利用して、ケーブルの入力端でのみ整合させる図 9-9-3 の直列マッチング法もあります。

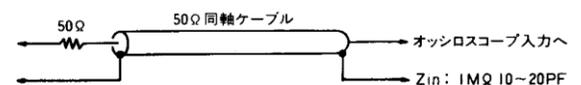


図9-9-3 直列マッチング法

又同軸ケーブルの大きな特長の一つとして、ケーブルがいくら長くなっても入力から見たインピーダンスは、ほぼ純抵抗で一定(50Ω)である事が挙げられ、もう一つの特徴はオシロスコープ用ケーブルにくらべ、非常に低損失であることです。

特性の一例を表 9-9-1 に示します。

周波数 (MHz)	1	10	30	100
減衰量 (dB/m)	0.014	0.048	0.081	0.16
静電容量 (pF/m)	94			
特性インピーダンス	50			

表 9-9-1 RG58A/U 同軸ケーブルの特性例

(b)オシロスコープに使用されている 1/10 ケーブルは、同軸ケーブルに比べ、極細の抵抗線を芯線として共振現象に損失を与え、負荷開放状態においても共振をしない様に工夫されています。

しかしケーブル単体では、同軸ケーブルにくらべ高域にて非常に大きな損失があり、1/10 プローブの状態において周波数補償を行なっています。

減衰比を 1/1、1/10 に切換できるプローブの場合、1/1の状態の周波数特性はケーブルの損失を補うことが不可能であるため、非常に帯域幅が狭くなるのが普通です。

2m ケーブルの一例をあげると、100MHz 用 1/10 プローブの場合、1/1 の状態では 6.7MHz、入力容量 105pF です。

このように、低いレベルのリプルやノイズを測定する場合、オシロスコープ本体の感度がたりないからと言って、1/1 プローブを使用すると、周波数帯域が極端に低下し、さらに、高域での入力インピーダンスも極端に低くなって(100MHz にて 15Ω など)好ましくありません。

## 9.10 入力インピーダンスについて

測定器の入力インピーダンスは、被測定端子よりも十分高く、接続した事によって被測定物の条件を乱さない事が必要です。

オシロスコープのように、電子回路の様々な測定点を観測するには、十分に高い入力インピーダンスが要求され、10MΩ、10~20pF の 1/10 プローブを使用するのが一般的です。

しかしこれでさえも、10MΩ のインピーダンスは DC~1KHz 程度までであり、100MHz においては、80~160Ω にまで低下します。

ここで、直流電源出力を対象とした専用測定器に限定すると被測定端子内には、リプルやノイズを除去する為のバイパスコンデンサが接続されており、きわめて低いインピーダンスであるのが一般的です。

このバイパスコンデンサには高周波特性の良い電解コンデンサや、小容量の高域用コンデンサの並用が行なわれ、DC~30MHz では、2Ω 以下のものが多いようです。(電源出力リード線を使用しているものは別として)

100MHz になると、10m のリード線のみで 3Ω 程度になりバイパスコンデンサから出力端子までの距離による出力インピーダンスが上がる場合があります。

このように低いインピーダンスを持つ供試電源に対し、50Ω の入力インピーダンスにて測定しても、それほど大きな誤差とはなりません。

電源内部のバイパスコンデンサから、出力端子あるいは出力リード線が長くなっている場合、リード線インダクタンスによって、広域までインピーダンスが上がります。

このとき、測定器の入力インピーダンスによる負荷効果にて、観測される電圧は低下するはずですが、しかし、実際の供試電源においては、前記「コモンモード電流による影響」が大きく働いて、逆にノイズ電圧が大きく観測されるのが普通です。

従って、正確さを期すには、このコモンモードノイズを減少させる為に、最短距離でプロービングするか、又は、出力リード線の先端に別にバイパスコンデンサを付けた状態(電源の実装状態に近い条件)で測定するのが最良の方法です。

## 10 リップル・ノイズの測定について

### 10.1 用語の説明

スイッチング電源の代表的な出力電圧波形の例を図 10-1 に表わしました。

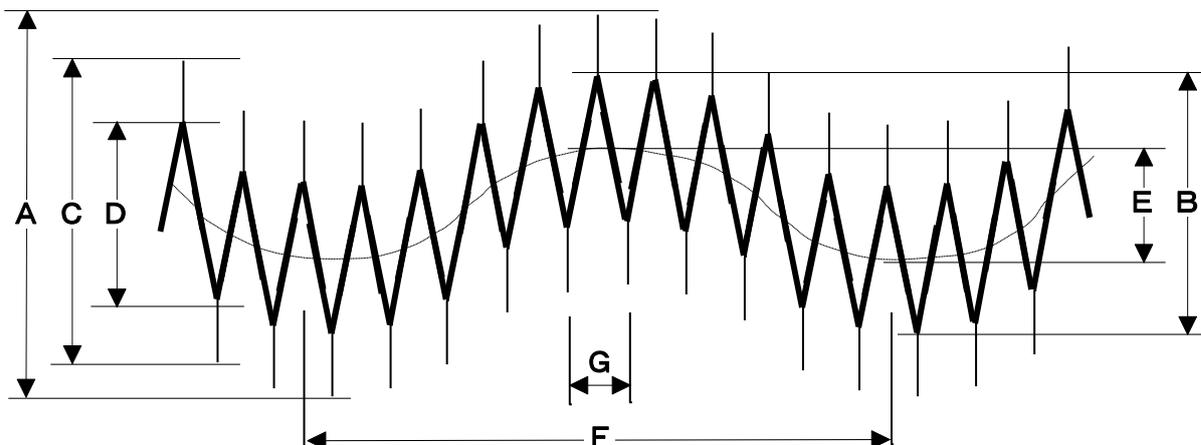


図 10-1

波形の各部を次の様に定義します。

- |                |                           |
|----------------|---------------------------|
| A:リップルノイズ電圧    | (LF+HF, NOISE)            |
| B:リップル電圧       | (LF+HF, RIPPLE)           |
| C:ノイズ電圧        | (HF, NOISE)               |
| D:スイッチングリップル電圧 | (HF, RIPPLE)              |
| E:AC リップル電圧    | (LF, RIPPLE)              |
| F:入力電圧周期       |                           |
| G:スイッチング周期     | ( )内は、本機のフィルタ及びモードを表わします。 |

### 10.2 一般的なスイッチングリップル波形

スイッチング電源の出カリップル及びスパイクノイズは、一般に図 10-2 の様な波形となります。

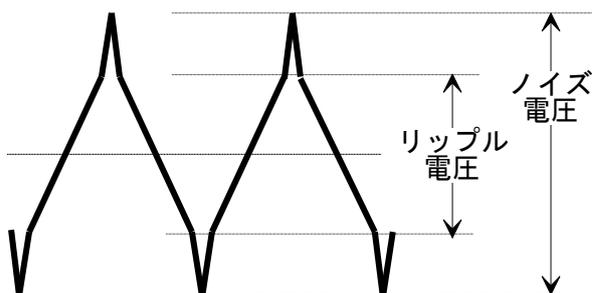


図 10-2

半導体スイッチ素子によりスイッチング周期毎に ON,OFF を繰返され、平滑コンデンサやフィルタにより積分された三角波状のリップル電圧を発生します。

又、スイッチングの過渡期には大きなスパイク状のノイズを伴ない、リップル電圧の頂点付近に重畳されます。

この総合波形からリップル電圧を分離測定するには、種々の方法が考えられ、簡便な方法としてはスパイクノイズの高周波成分を低域フィルタで除去し、リップル電圧と見なして測定します。

しかし、この方法では、スパイク成分だけを理想的に取り除くことは出来ず、更にリップル電圧波形も変化を受けて正確な測定は出来ません。

又、スイッチング周波数が大幅に変化したり (20KHz や 500KHz など)スパイクのパルス幅が広い場合にはフィルタによる分離は困難となります。

### 10.3 RC-01 リップルコンバータによる方式

#### 10.3.1 パルス幅デューティ比による分離方式

RC-01 方式では、リップル電圧の分離方式として以下に述べるパルス幅デューティ比による方式を採用しています。

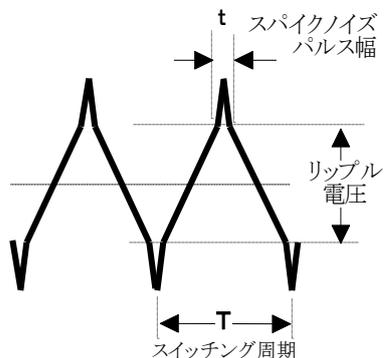


図 10-3-1

図 10-3-1 の波形の場合には、スイッチング周波数の周期  $T$  に対し除去したいスパイクノイズのパルス幅を  $t$  とすると、 $t/T \times 100(\%)$  を、リップル分離比と呼び 0~15%の範囲にて指定できます。

すなわち、スイッチングの 1 周期について、指定したリップル分離比に対し、スパイクノイズのパルス幅デューティ比が等しくなるレベルを求めリップル電圧とします。

この方法では、全帯域幅のまま原波形に影響を与えずに分離できるため、従来のオシロスコープによる観測測定値と良く一致した結果が得られます。

#### 10.3.2 リップル分離比(RIPPLE RATIO%)の設定方法

リップル分離比の設定値により異なった測定結果となります。

それは、スパイクノイズをどれだけ分離した後のリップル電圧であるかを意味するのであり、リップル電圧値はリップル分離比の関数であると言えます。

すなわち、リップルやスパイクノイズを振幅成分に着目して定量的に表現するには、リップル分離比毎(0~15%など)のリップル電圧値をそれぞれ測定する事が理想的です。

しかし一般的には、複数のリップル測定値が存在することがまぎらわしく、又測定にも手間がかかります。

そこで、従来から行なわれているオシロスコープによる目視測定結果と一致するリップル分離比の設定方法を以下に述べます。

まず、代表的なリップル・ノイズ電圧波形 A に対するリップル電圧測定値 B を、リップル分離比設定ごとに表わすと第 10-3-2 図のような傾向になります。

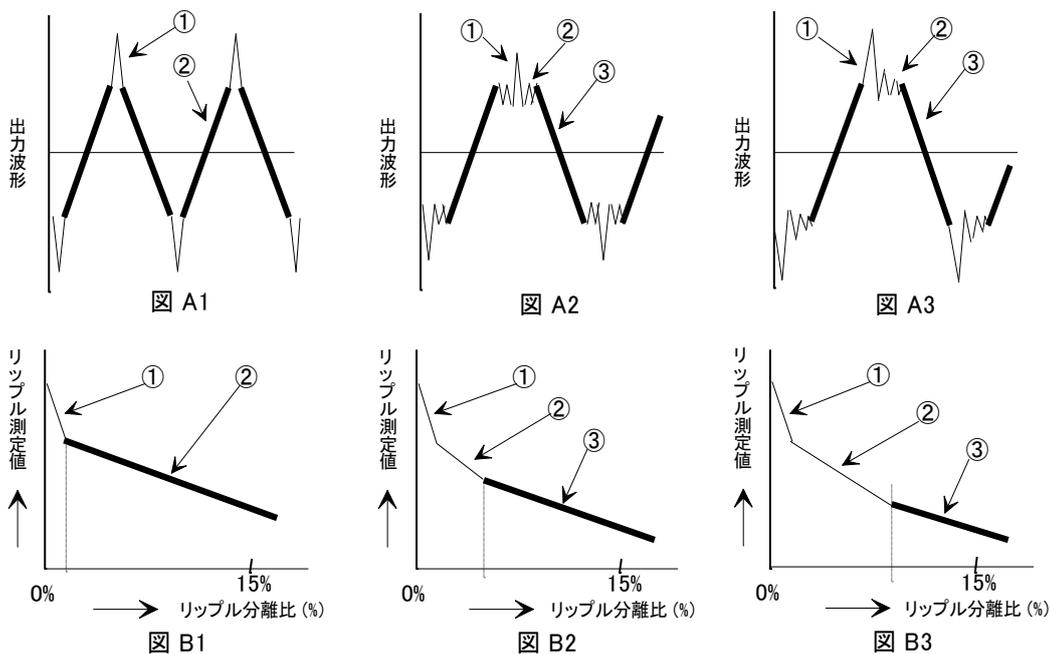


図 10-3-2

リップル分離比の変化に対するリップル測定値を見ると、0%時には、スパイクノイズの先端をとらえて一番大きな値を示し、分離比の増加と共に急激な傾斜で降下する①の部分があります。

又、分離比をどんどん増やしていくと、最終的には一番ゆるい傾斜を示す③の部分になります。

A2やA3の波形のようにスパイクノイズに振動をともなう場合には前記①と③の間に、中間的な傾斜を示す②の部分があります。

オシロスコープによる目視測定では、A1～A3に示した波形のうち、スイッチング基本波成分の太線で示した部分が、輝線として最も明るく見え、スパイクノイズ部分は急峻な変化をするため暗く見えます。

従ってリップル電圧成分としては太線部分の振幅を読み取っている訳です。

結論として、前記B1～B3のグラフにおいて、最もゆるい傾斜を示す③の直線の左端部に相当するリップル分離比に設定すると良いことになります。

一度決定した分離比は、同一種類の供試電源に対しては、ほとんど変える必要はありません。

### 10.3.3 ACリップルとスイッチングリップルの重畳している場合の影響

RC-01によるリップル電圧分離方式において、2周波数の基本波を持つ信号に対して、直接(フィルタ THRU の状態で)リップル変換を行なった場合、低目の測定値となります。

それは、スイッチング基本波を1周期とせず、最も長い周期(AC成分など)を1周期とし、その1周期間におけるスパイク電圧の総平均デューティ比がリップル分離比設定値となるレベルを測定する訳ですが、AC成分の谷間の部分にて、途切れたスパイク成分を補うために山間部のスイッチング基本波成分に食い込むように、レベルが下がるからです。

このように、2周波数の基本波を持つ測定に対しては、フィルタを LF+HF モードにすると正しい結果が得られます。

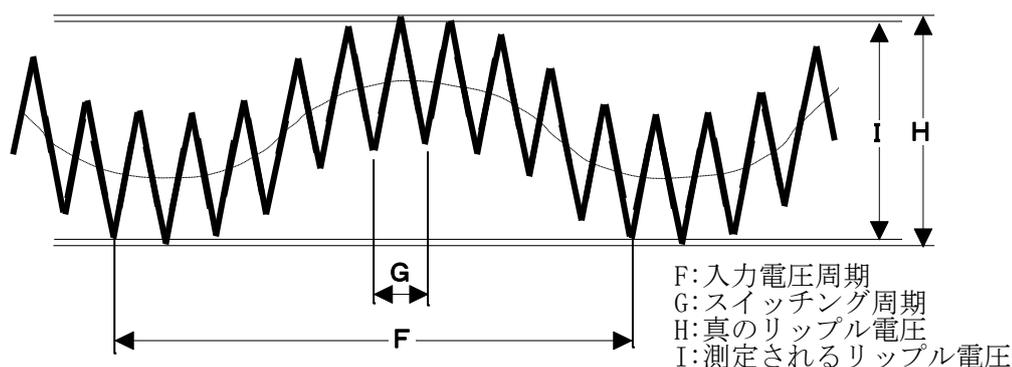


図 10-3-3

## 10.4 RC-03 リップルコンバータによる方式

### 10.4.1 フィルタの種類と測定方式

RC-03 はピーク測定方式となっている為、リップル電圧測定はフィルタの出力電圧のピーク電圧を測定する事になります。

ローパスフィルタは4種類あり下記の様な用途に使用します。

- ～2KHz : ACリップルの測定を行う場合に選択します。
- ～300KHz : リップルの測定を行う場合に選択します。
- ～20MHz : 20MHzのノイズ測定を行う場合に選択します。
- ～50MHz : 50MHzのノイズ測定を行う場合に選択します。

ハイパスフィルタは2種類あり下記の様な用途に使用します。

- 50Hz～ : ACリップルを含むリップル・ノイズ測定を行う場合に選択します。
- 5KHz～ : ACリップルを除くリップル・ノイズ測定を行う場合に選択します。

測定速度

選択したハイパスフィルタにより決定されます。

高速(5KHz) : 約3mSの間入力安定を待ち、約5mSの間ピーク測定を行います。

低速(50Hz) : 約50mSの間入力安定を待ち、約25mSの間ピーク測定を行います。

### 10.4.2 フィルタの指定で測定できる波形の例

図10-4-2が電源波形とした時に各波形を測定に必要な設定モードを表10-4-2に示します。

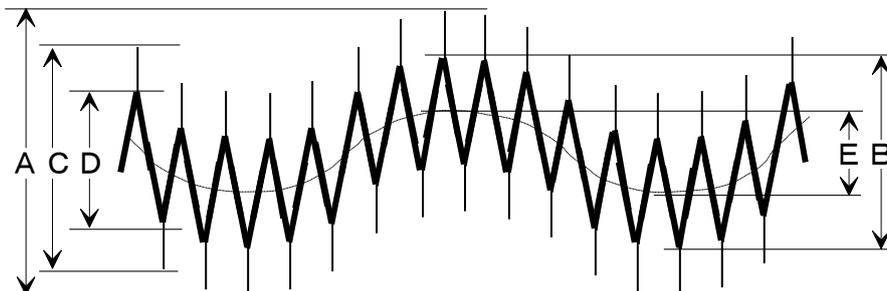


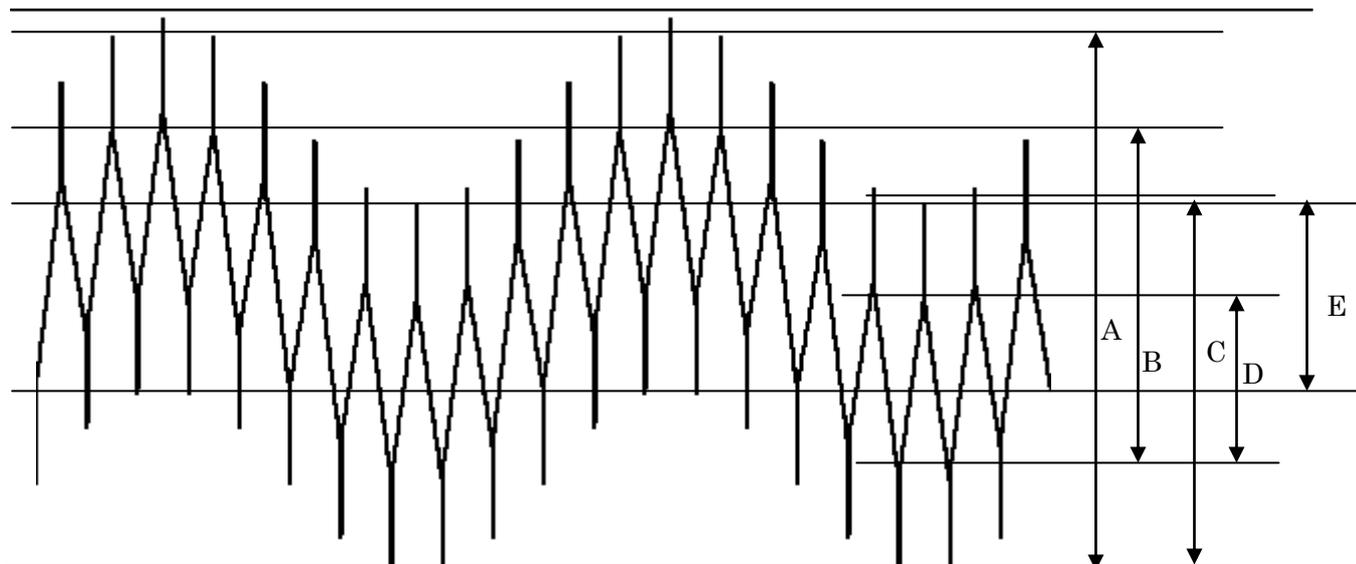
図10-4-2

各部	名 称	L.P.F.	H.P.F.	選択される測定速度
A	リップル・ノイズ電圧	20MHz, 50MHz	50Hz	低速
B	リップル電圧	300KHz	50Hz	低速
C	ノイズ電圧	20MHz, 50MHz	5KHz	高速
D	スイッチングリップル電圧	300KHz	5KHz	高速
E	ACリップル電圧	2KHz	50Hz	低速

表 10-4-2

リップルノイズの分離方式について

スイッチング電源の出力波形には下図のように複数の成分が含まれており、リップル(ノイズ)電圧を測定するためにはこの波形からリップル(ノイズ)成分を分離する必要があります。



PW-600E の測定負荷ユニット(model-600E)はリップルノイズを測定するためのモジュールとして次のような2種類のリップルノイズ測定オプションを選択することが出来ます。これらのタイプは共に波形の P-P を測定しますが、リップル成分を分離する方法が異なります。

タイプ	測定方式	備考
RC-01	パルス幅デューティ比設定方式	弊社独自のリップルノイズ分離方式(特許)とフィルタの組み合わせにより分離条件を細かく指定することが可能です。
RC-03	デジタルピークホールド方式	リップルの分離はフィルタの組み合わせのみで行うため分離条件を細かく指定することは出来ませんが、高速に測定することが出来ます。検査の高速性を最優先とお考えのお客様はこちらのオプションの選択をお勧めします。

ソフトウェア(PowerTestSite)では、これらのタイプの違いを特に意識する必要は無く、次のような設定でA～Eの波形を測定することが出来ます。

	測定項目(名称)	ソフトウェアの設定	RC-01	RC-03
A	リップルノイズ	NOISE, LF+HF	LPF=3kHz HPF=1kHz	LPF=2kHz HPF=5kHz
B	リップル	RIPPLE, LF+HF	LPF=3kHz HPF=1kHz	LPF=2kHz, 300kHz HPF=5kHz
C	ノイズ	NOISE, HF	HPF=1kHz	HPF=5kHz
D	スイッチングリップル	RIPPLE, HF	HPF=1kHz	LPF=300kHz HPF=5kHz
E	ACリップル	RIPPLE, LF	LPF=3kHz	LPF=2kHz

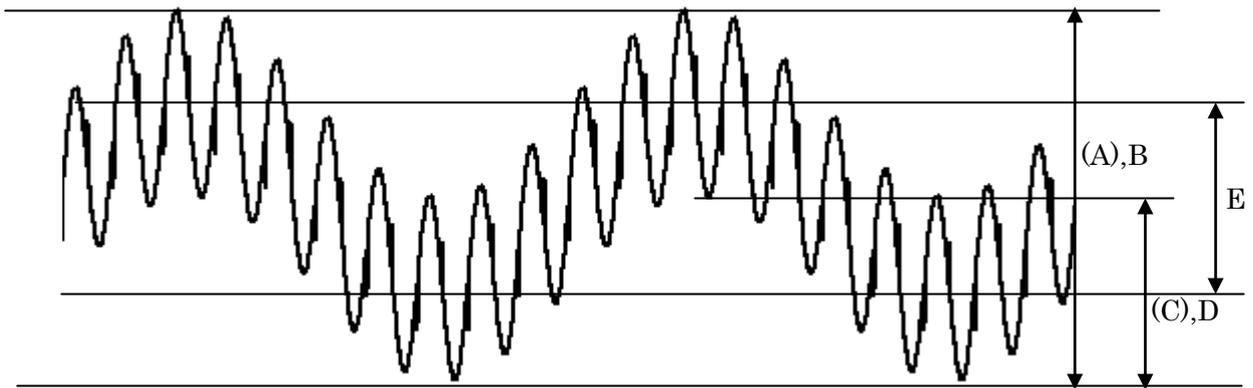
※フィルタ設定が LF+HF のとき、各フィルタで測定した個々の結果の合計値となります。

※測定周波数帯域は RC-01, 03 共に 50MHz となっています。

## model-600E

リップルノイズ測定は高周波の測定であり、しかもノイズ成分を測定するという特異な性質を持っております。従って、その測定には様々なノウハウや注意すべき点が有ります。また、前項で2種類の測定方式をご説明しましたが、これらの測定方式は測定原理が異なるため異なる測定結果となる場合が有りますのでご注意ください。

スイッチングの過渡期には大きなスパイク状のノイズを伴ない、リップル電圧の頂点付近に重畳されていない下図のようなスイッチング電源の出力波形の場合、リップルとノイズ成分とを前項で説明しました2種類の測定方式では分離することができません。



スイッチングの過渡期には大きなスパイク状のノイズを伴ない、リップル電圧の頂点付近に重畳されていないこの総合波形からリップル電圧を分離測定することはできなく、下記の表のように設定して測定した場合、リップルノイズ(A)とリップル(B)、ノイズ(C)とスイッチングリップル(D)との測定結果が同じになります。

	測定項目(名称)	ソフトウェアの設定	RC-01	RC-03
A	リップルノイズ (リップル)	NOISE, LF+HF	LPF=3kHz HPF=1kHz	LPF=2kHz HPF=5kHz
B	リップル	RIPPLE, LF+HF	LPF=3kHz HPF=1kHz	LPF=2kHz, 300kHz HPF=5kHz
C	ノイズ (スイッチングリップル)	NOISE, HF	HPF=1kHz	HPF=5kHz
D	スイッチングリップル	RIPPLE, HF	HPF=1kHz	LPF=300kHz HPF=5kHz
E	ACリップル	RIPPLE, LF	LPF=3kHz	LPF=2kHz

スイッチング電源の出力波形をオシロスコープによる目視測定を行い、目視測定結果と一致するリップル分離比、フィルタ設定をしてください。一度決定した分離比等は、同一種類の供試電源に対しては、ほとんど変える必要はありません。

## 1 1 システム接続例

接続例では 入力ソースは AC/DC を共に制御する接続方法のみ示しています。

### 11. 1 AC(model-602) / DC(model-519) ソース接続

入力ソースの仕様により構成が変化しますが、model-600E を使用した標準的なシステム構成図です。

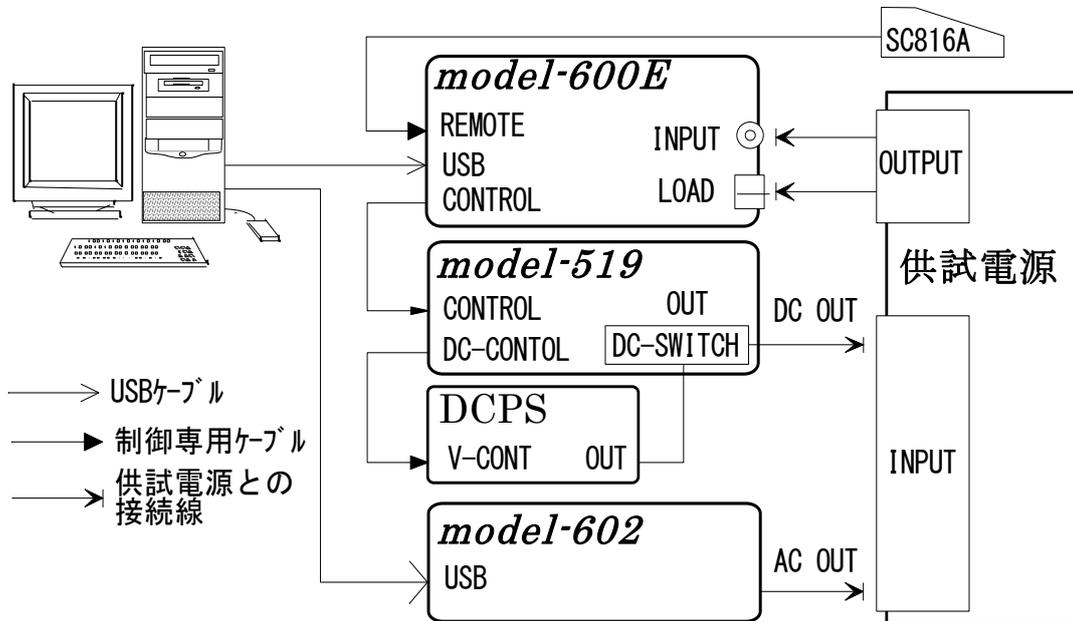


図 11-1

### 11. 2 AC(GPIB 制御) / DC(model-519) ソース接続

入力ソースを GPIB にて制御し電力測定をパワーメータで検査する仕様で DC 電源も使用する場合のシステム構成図です。

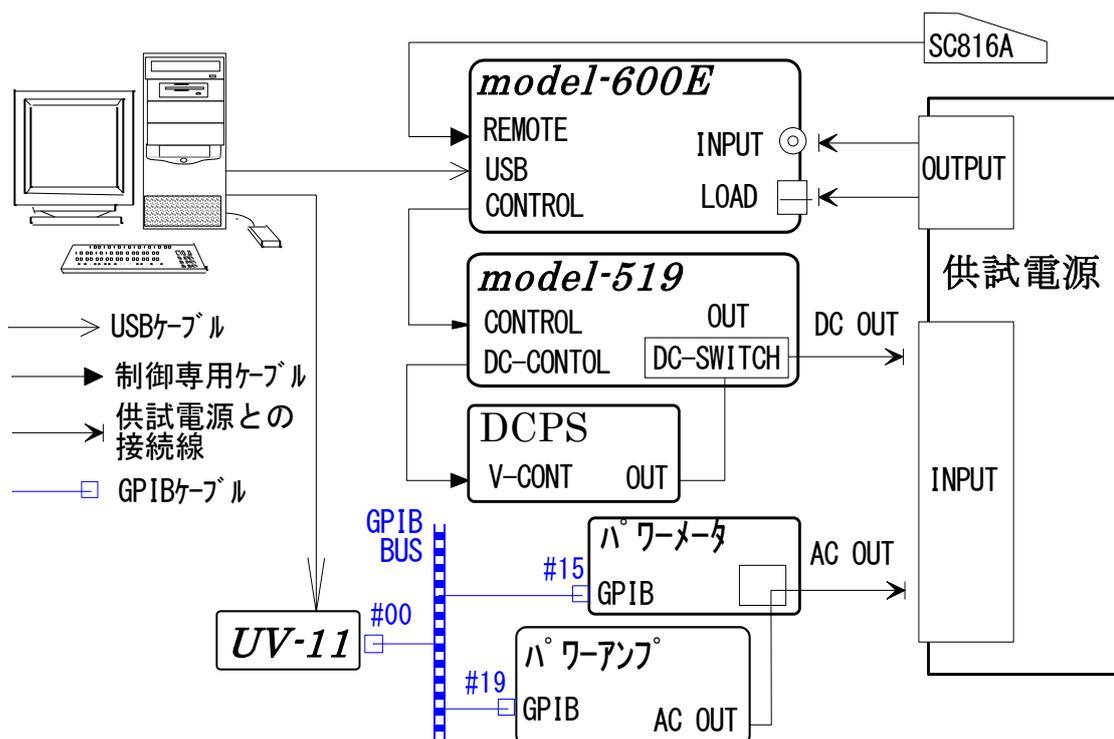


図 11-2

**11.3 AC(model-512) / DC(model-519) ソース接続**

入力ソースを旧製品の model-512 と突入試験ユニット SW-100 の仕様で DC 電源も使用する場合のシステム構成図です。SW-100 の突入試験用 LINE は通常は商用 LINE に接続しますが、任意の電圧にて検査を行いたい場合には、model-512 の出力に接続する必要があります。この場合、突入のピーク電流は model-512 の電流リミッタの上限までとなります。

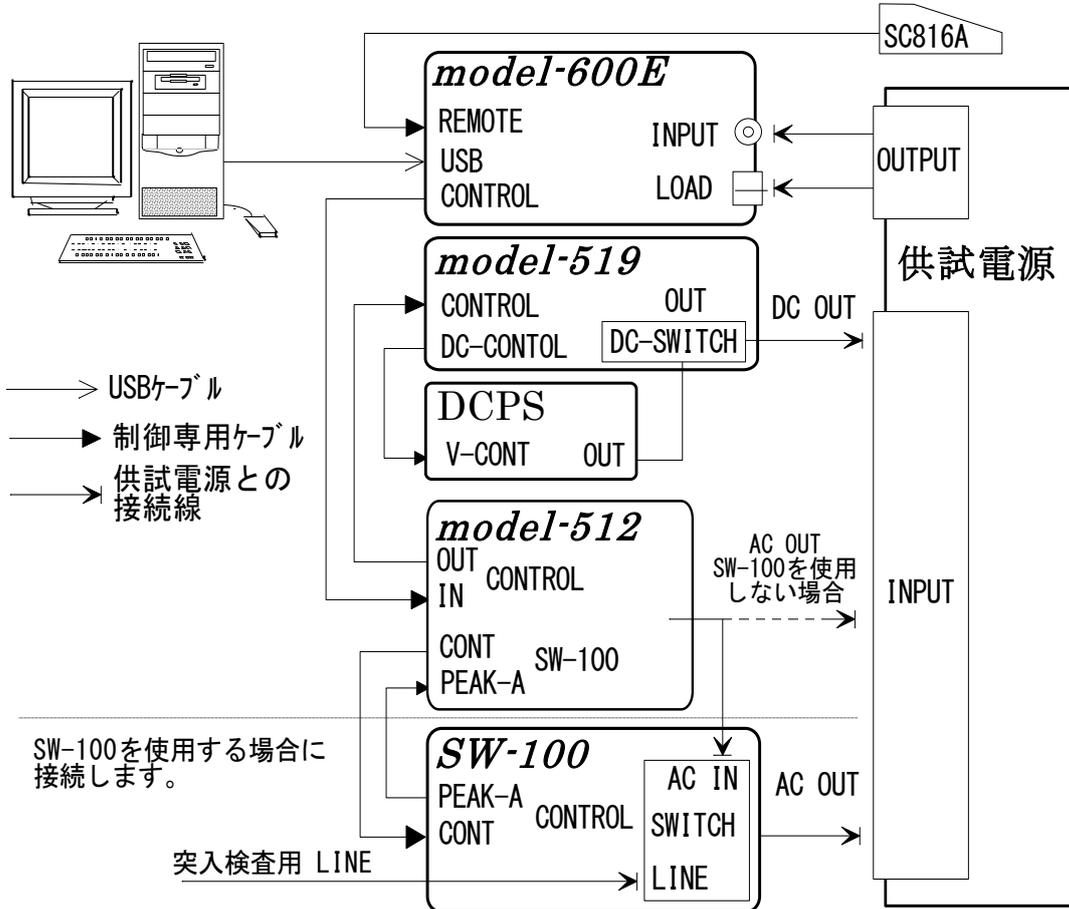


図 11-3

## 12 保守・点検

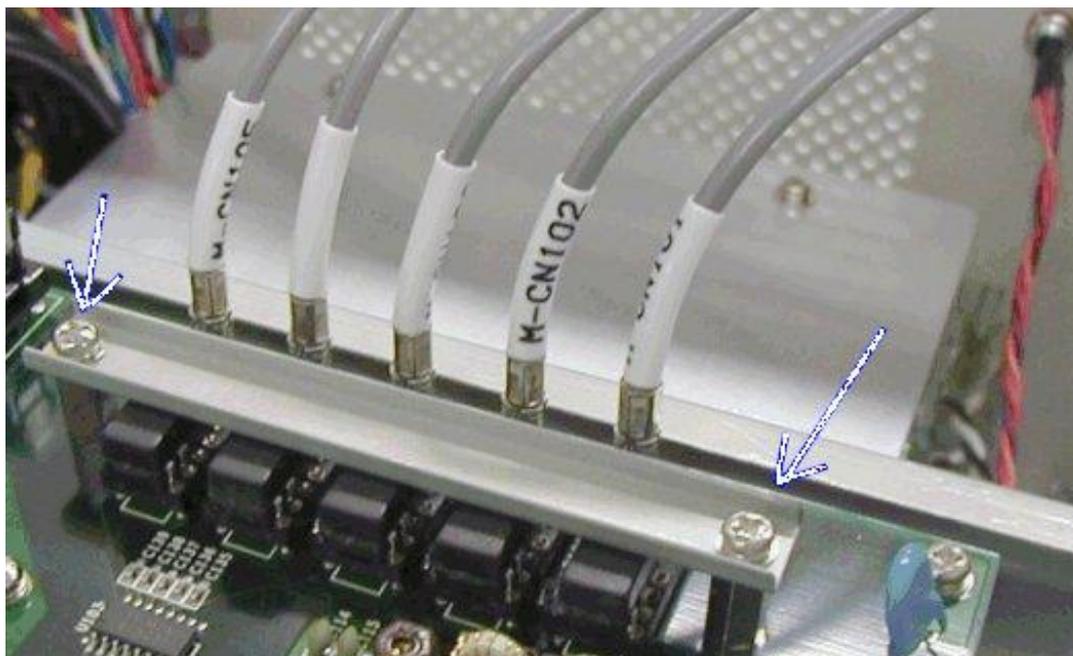
### 12.1 DC 電圧測定用(INPUT)測定リレーの交換に関して

DC 電圧測定用(INPUT)のチャンネル切り替えのリレーは検査する供試電源により寿命が極端に短くなる場合があります。

そこで、本器では DC 電圧測定用(INPUT)のチャンネルのリレーに限りソケットを使用し簡単にリレーを交換できる構造となっています。

交換は、全てのケーブルを本器から外した後にカバーを外し基板のリレー固定金具を外し故障したリレーの交換を行って下さい。

交換部品 品名：リードリレー 型名：DIP-2M-05S 製造社：(株)沖田製作所

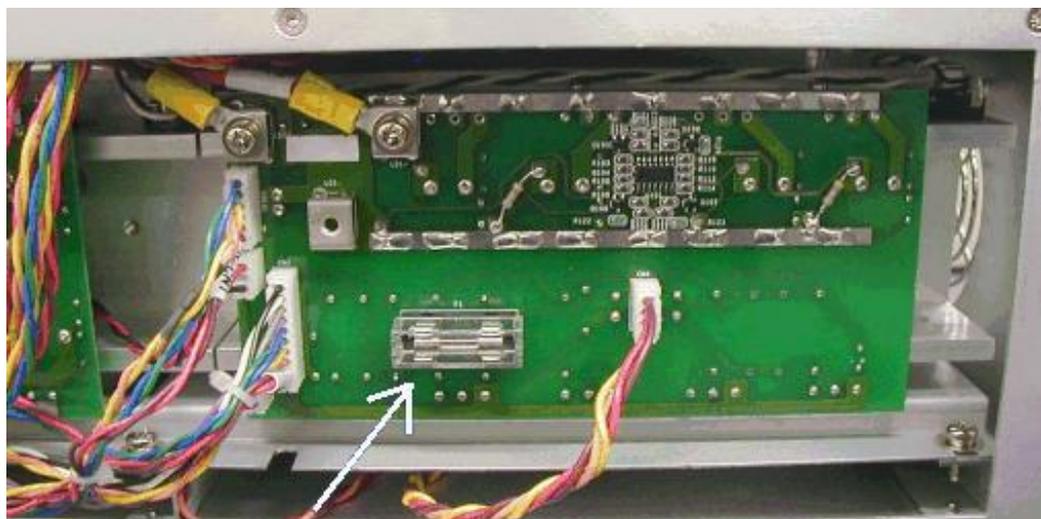


### 12.2 過電圧試験用の逆接続保護ヒューズの交換に関して

過電圧試験の逆接続保護ヒューズの故障に関する内容は『7. 4 過電圧試験用電源の保護回路に関して』の項目を参照して下さい。

ヒューズの交換は、全てのケーブルを本器から外した後にカバーを外し右側面の後ろにある基板上のヒューズホルダのカバーを外し、ヒューズを交換します。

交換部品 品名：ヒューズ 型名：F-7142 2.0A 製造社：サトーパーツ (株)



### 12.3 長期にわたり、御利用いただくために

長期にわたり、御利用いただくために、定期的な保守・点検を行ってください。

#### ・ 清掃

本器の汚れは、やわらかい布または、湿らせた布で適宜に拭きとってください。



- ・ 必ず電源スイッチを OFF にし、AC 電源コードのプラグを抜いてから行ってください。
- ・ プラスチック類を変質させる恐れのある有機溶剤（ベンゼン・アセトン等）は使用しないでください。また溶剤などの液体が、機器内部へしみ込むことのないよう注意してください。

#### ・ ヒューズ交換

本器には電源ヒューズがあり、交換時には以下の手順に従い交換してください。

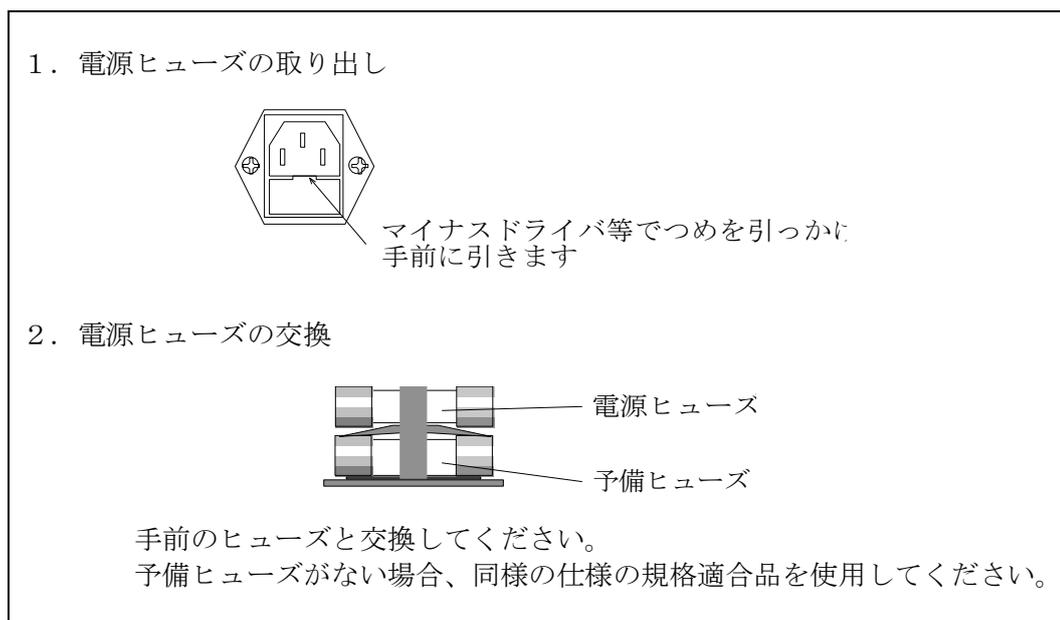


必ず電源スイッチを OFF にし、AC 電源コードのプラグを抜いてから行ってください。



- ・ 火災や感電の防止のため、交換するヒューズは内蔵の予備ヒューズまたは、使用する国の安全規格適合品を使用してください。指定外のヒューズを用いることや、ヒューズホルダを短絡することは大変危険です。絶対に止めてください。
- ・ ヒューズ交換以前に異臭や異音などの故障と思われる症状が発生していた場合は、速やかに使用を中止し、修理の依頼をしてください。

下図に示すように、電源ヒューズを取り出し、ヒューズ交換を行ってください。



#### ・ 入力電源コード

被覆の破れやプラグのがた、割れなどがいないか確認・点検してください。



- ・ 被覆の破れなどがありますと、感電の危険があります。すぐに使用を中止してください。

付属品の購入は、購入元の代理店または弊社までお問い合わせください。

#### 12.4 校正

本器に関する校正は、購入元の代理店または弊社までご依頼ください。

#### 12.5 保管

本器を長時間使用しない場合は、ビニール・カバーに被せたりダンボールに入れる等を行い、埃を防ぎ、直射日光の当たらない、乾燥した場所に保管してください。

保存温度範囲は、0～50℃です。

## 著作権について

本取扱説明書の内容は著作権法に基づき(株)計測技術研究所にその全ての権利があります。書面による許可なくまたその手段を問わず、複写等を行うことを禁止致します。

## 取扱説明書について

必ずご使用の前に、本書をよくお読みください。その上正しくお使い下さい。本書はいつでも見られるように保存するようにしてください。製品移動時には本書も必ず添付してください。

本書は、model-600E の出荷時の機能に対応した内容が記載されております。従って、バージョンアップ等による仕様変更等に伴い予告なく変更されることがあります。あらかじめご了承ください。

## 登録商標

MicrosoftWindows、MicrosoftExcel、ActiveX、VisualBasic、VisualC++は米国 Microsoft社の米国及びその他の国における登録商標です。

**System Power Supply Tester  
model-600E  
OPERATION MANUAL**

**M-2103  
Rev1.4**

株式会社 計測技術研究所  
住所: 〒212-0055 川崎市幸区南加瀬 4-11-1  
URL <https://www.keisoku.co.jp>

本製品についてのお問い合わせに付きましては以下にご連絡ください。

営業的なお問い合わせ  
TEL: 044-223-7950  
FAX: 044-223-7960

E-mail: [PWsales@hq.keisoku.co.jp](mailto:PWsales@hq.keisoku.co.jp)

技術的なお問い合わせ  
TEL: 044-223-7970  
FAX: 044-223-7960

E-mail: [PW-support@hq.keisoku.co.jp](mailto:PW-support@hq.keisoku.co.jp)

