

動ひずみ測定器

AS2101、02、03

取扱説明書

NEC

NEC三栄株式会社

ご使用になる前に

▲はじめに▼

お買い上げいただき誠にありがとうございます。ご使用の際には、取扱説明書をよく読んでいただき、正しくお取り扱いくださるようお願い申し上げます。

取扱説明書は、本製品を正しく動作させ、安全にご使用いただくために、必要な知識を提供するためのものです。いつも本製品と一緒に置いて使用してください。

また、取扱説明書の内容について不明な点がございましたら、弊社セールスマンまでお問い合わせください。

▲梱包内容の確認▼

冬季の寒い時期などに急に暖かい部屋で開梱しますと、本製品の表面に露を生じ、本製品動作に異常をきたす恐れがありますので、室温に馴染ませてから開梱するようお願い申し上げます。

本製品は十分な検査を経てお客様へお届けいたしておりますが、ご受領後開梱しましたら、外観に損傷がないかご確認ください。また、本製品の仕様、付属品等についてもご確認をお願いいたします。

万一、損傷・欠品等がございましたら、ご購入先または弊社支店・営業所にご連絡ください。

安全上の対策**▲本製品を安全にご使用いただくために▼**

本製品は、安全に配慮して製造しておりますが、お客様の取り扱いや操作上のミスが大きな事故につながる可能性があります。
そのような危険を回避するために、必ず取扱説明書を熟読の上、内容を十分にご理解いただいた上で使用してください。

本製品のご使用にあたって、以下の事項を必ずお守りください。なお、取扱注意に反した行為による障害については保証できません。

本取扱説明書では、本製品を安全に使用していただくために以下のような事項を記載しています。

警 告

感電事故など、取扱者の生命や身体に危険がおよぶ恐れがある場合にその危険を避けるための注意事項が記されています。

注 意

機器を損傷する恐れがある場合や、取扱上の一般的な注意事項が記されています。

警 告

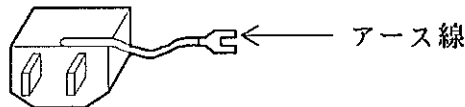
■電源について■

供給電源が本製品の定格銘板に記載されている定格内であることを確認してください。また、交換アダプタの電源ケーブルを接続する際は、必ず製品本体に接続された電源ケーブルの規格に適合するものを接続してください。製品本体に接続された電源ケーブルの規格に適合しない電源ケーブルを接続すると、製品が正常に動作しない場合があります。また、電源ケーブルの規格に適合しない電源ケーブルを接続すると、製品が正常に動作しない場合があります。また、電源ケーブルの規格に適合しない電源ケーブルを接続すると、製品が正常に動作しない場合があります。

■保護接地及び保護機能について■

本製品の電源を入れる前に必ず保護接地を行ってください。保護接地は本製品を安全にご使用いただき、お客様及び周辺機器を守る為に必要です。なお、次の注意を必ずお守りください。

- 1) 保護接地
本製品は感電防止などのために、接地線のある3極電源ケーブルを使用しています。必ず保護接地端子を備えた3極電源コンセントに接続してください。
- 2) 保護接地の注意
本製品の電源供給されている場合に、保護接地線の切断や保護接地端子の結線を外したりしないように、注意してください。もしこのような状態になりますと本製品の安全は保証できません。
- 3) 2極-3極交換アダプタ
電源プラグにアダプタを付けて使用するときには、2極-3極交換アダプタから出ているアース線、またはアース端子（追加保護接地端子、収納ケース使用時）を必ず外部のアース端子に接続して大地に保護接地をしてください。



■ガス中での使用■

可燃性、爆発性のガス、また蒸気のある雰囲気内で使用しないでください。お客様及び本製品に危険をもたらす原因となります。

■入力信号の接続■

本製品を確実に保護接地してから被測定装置への接続を行ってください。本製品と接続される測定器等との接地電位差が同相許容入力電圧範囲を越えないようにご注意ください。また、接続される測定器等と多点接地とならないように注意してください。

■出力信号の接続■

本製品の出力コモンは保護接地と同じ測定系の接地点に接続してください。

■ヒューズの交換■

本製品のヒューズの交換は、正面から見て左側の側面板を取り外して行います。側面板の上面、下面のネジを取り外し、背面側にずらすように取り外してください。ヒューズを交換する場合、下記の項目に十分注意を払って行ってください。

- 1) ヒューズ切れの場合、本体内部が故障していることが考えられますので、ヒューズを交換する前によくお確かめください。
- 2) ヒューズ交換するときは、必ず電源スイッチをOFFにし、電源ケーブルをコネクタより外し、入力ケーブルも外してください。
- 3) ヒューズは必ず指定の定格のものを使用してください。
- 4) 本製品内部にネジ等を落とさないように慎重に作業して下さい。

■ニカド電池の取り扱い■

本製品にはニカド電池が内蔵されています。(AS2102, AS2103, AS2202, AS2302)
本製品の廃棄の際はニカド電池を火の中に入れて投入したり、分解したりしないでください。ニカド電池は貴重資源となり、端子にテープを貼るなどの処置をしてからニカド電池リサイクル協力店に持参して下さい。
電池を取り外す際に、電池が液もれを起こしている場合は、目に入ったり、皮膚や衣服に付着したりしないように注意してください。もし、目に入ったり、付着したりした場合は、すぐにきれいな水で洗い流して下さい。

注 意

■ 取り扱い上の注意 ■

以下の事項に十分注意して、本製品をお取り扱いください。

- 1) 本製品の操作方法を理解している人以外の使用を避けてください。
- 2) 本製品の保存温度は、 $-20\sim 65^{\circ}\text{C}$ です。
特に、夏の時期には長時間日射の当たる場所や温度が異常に高くなる場所（自動車内等）での保管は避けてください。
- 3) 本製品を以下のような場所に設置しないでください。
 - ① 本体内部の温度上昇を防ぐため、通風孔があいています。
本製品のまわりを囲んだり、左右や上部に物を置くなど通風孔をふさぐようなことは絶対に行わないでください。
(本体内部温度の異常上昇につながり故障の原因となります。)
 - ② 紙などの燃えやすいものを本製品の近くに置かないでください。
- 4) 本製品を以下のような場所でご使用にならないでください。
 - ① 直射日光や暖房器具などで高温または多湿になる場所
(使用温度範囲： $-10\sim 50^{\circ}\text{C}$ 、湿度範囲： $20\sim 85\%$)
 - ② 水のかかる場所
 - ③ 塩分・油・腐食性ガスがある場所
 - ④ 湿気やほこりの多い場所
 - ⑤ 振動のはげしい場所
- 5) 電源電圧の変動に注意し、本製品の定格を越えると思われるときは、ご使用にならないでください。
- 6) 雑音の多い電源や、高圧電源の誘導等による雑音がある場合は、誤動作の原因となりますので、ノイズフィルタ等を使用してください。
- 7) 本製品の最大許容入力電圧を越えた入力を接続しますと故障の原因となりますので行わないでください。
- 8) 本製品の通風孔などの穴にとがった棒などを差し込まないでください。
故障の原因となります。
- 9) 本製品にはニカド電池が内蔵されています。(AS2102, AS2103, AS2202, AS2302)
長時間放置後は電池の容量が低下しますので、1ヶ月に1度、24時間程度、本製品に通電していただきますと長期に渡り、内蔵メモリが保持でき、電池の劣化も防げます。
- 10) 本製品の精度を維持するために、定期的な校正をお勧めします。1年に一度定期校正(有償)を行うことにより、信頼性の高い測定が行えます。
- 11) ご使用中に異常が起きた場合は、直ちに電源を切ってください。
原因がどうしてもわからないときは、ご購入先または弊社支店・営業にご連絡ください(その際、異常現象・状況等を明記してFAXにてお問い合わせください)。

NEC三栄株式会社

AS2000注意事項 5691-1749

平成7年6月 第1版発行

取扱上の注意事項

本器を使用する前に、取扱説明書を熟読されますようお願いいたします。

1. 本器の出力に外部から電圧・電流を加えないでください。
2. 本器の電源電圧はAC 85～110V、DC 10.5V～15Vの範囲で使用して下さい。
また、電源ヒューズは切れた原因をお調べの上、電源プラグは必ず抜いてから側板をはずしてとりかえて下さい。
ヒューズの定格をまちがえない様に注意して下さい。ヒューズはタイムラグヒューズ（Tマーク）を使用して下さい。
3. 使用温度範囲（-10～+50℃）、使用湿度範囲（20～85%RH、ただし結露除く）以内で御使用ください。
高湿度下、低温場所に保管されていた本器を取り出して使用するときには結露しやすいので、充分使用環境温度になじませてから御使用ください。
4. 本器の保管場所は、下記のような場所を避けてください。
 - 湿度の多い場所
 - 直射日光の当たる場所
 - 高温熱源の周辺
 - 振動の激しい場所
 - ちり、ゴミ、塩分、水、油、腐食性ガスの充満している場所
5. 多チャンネル使用時には、通風に充分注意し、ファンユニット等との併用を行なって下さい。
6. 本器を使用する場合、筐体を必ず接地して使用して下さい。
7. オートバランス機能のあるAS2000シリーズ製品にはニッケルカドミウム電池が内蔵されていますので、極端な高低温放置は避けて下さい。
また、長時間放置後は電池の容量が低下します。月に1日位、通電して頂きますと長期に渡り、内蔵メモリが保持でき電池の劣化も防げます。

目

次

取扱上の注意事項

目次

まえがき

計測のブロック・ダイアグラム

1. 各部の名称と機能	.....	1
1-1 前面パネル各部の名称と機能	.....	1
1-2 背面パネル各部の名称と機能	.....	2
2. 測定準備	.....	3
2-1 ケーブルの接続	.....	3
2-2 測定前の操作	.....	4
3. 測定方法	.....	8
3-1 測定前の注意事項	.....	8
3-2 入力部の接続	.....	9
3-3 出力と負荷の接続	.....	14
3-4 測定値の読み方	.....	15
3-5 特殊な使用法	.....	17
4. 動作原理	.....	19
5. オプション	.....	20
5-1 モニター (5636形、5638形)	.....	20
5-2 チェッカー (5410Y形)	.....	20
5-3 電流出力 (4~20mA / 0~+10V)	.....	21
6. 保守	.....	22
7. 仕様	.....	24
8. 資料編	.....	26
デジタル出力表示について (AS2103形のみ)	.....	26
周波数特性	.....	27
ケーブル類一覧表	.....	28
外形寸法	.....	30

ま え が き

このたびは当社動ひずみ測定器ASシリーズをお買上げいただき誠に有難うございました。当ASシリーズは6Mシリーズでの実績をふまえ、使い易さ、信頼性をさらに一段と向上させた製品となっております。

また、製品系列としてはACブリッジ方式、DCブリッジ方式とも出力デジタル表示機能搭載タイプを含め8機種をシリーズ化し、ひずみ測定、各種ひずみゲージ式変換器による物理量の測定に役立つことと確信しています。

なお、万一不備な点がありましたら保守の項をご覧ください、その上で最寄りの店所までご連絡いただきますようお願いいたします。

当社動ひずみ測定器には、下記の製品が販売されております。次の機会に是非ご検討下さい。

動ひずみ測定器

形 式	BV	形 状	パ ラ ン ス	周波数特性	感 度 (BV=2V 換 算)	主 用 途	
6M67	ACV	ユニット形	1ch/ユニット	オート	DC~ 2kHz	10V/ 200×10 ⁻⁶ ひずみ	計装、システム用
6M77	DCV	ユニット形	1ch/ユニット	オート	DC~ 10kHz	10V/2000×10 ⁻⁶ ひずみ	計装、システム用
4126	ACV	カート形	6Gシリーズ	オート	DC~ 10kHz	2V/ 200×10 ⁻⁶ ひずみ	屋外計測用
AH11-104	ACV	カート形	AHシリーズ	オート	DC~ 10kHz	5V/ 200×10 ⁻⁶ ひずみ	計装、システム用
AH11-204	ACV	カート形	AHシリーズ	オート	DC~ 2kHz	5V/ 200×10 ⁻⁶ ひずみ	計装、システム用
AH11-110	DCV	カート形	AHシリーズ	オート	DC~200kHz	5V/1000×10 ⁻⁶ ひずみ	計装、システム用
AS1201	ACV	ユニット形	1ch/ユニット	マニュアル	DC~ 2kHz	10V/ 250×10 ⁻⁶ ひずみ	汎用 ひずみ測定
AS1202	ACV	ユニット形	1ch/ユニット	オート	DC~ 2kHz	10V/ 250×10 ⁻⁶ ひずみ	
AS1203	ACV	ユニット形	1ch/ユニット	オート	DC~ 2kHz	10V/ 250×10 ⁻⁶ ひずみ	
AS1302	ACV	ユニット形	1ch/ユニット	オート	DC~ 10kHz	10V/ 500×10 ⁻⁶ ひずみ	
AS2101	DCV	ユニット形	1ch/ユニット	マニュアル	DC~200kHz	10V/2000×10 ⁻⁶ ひずみ		変換器用・ 直流増幅器 にも使用可
AS2102	DCV	ユニット形	1ch/ユニット	オート	DC~200kHz	10V/2000×10 ⁻⁶ ひずみ	
AS2103	DCV	ユニット形	1ch/ユニット	オート	DC~200kHz	10V/2000×10 ⁻⁶ ひずみ	
AS2202	DCA	ユニット形	1ch/ユニット	オート	DC~200kHz	10V/2000×10 ⁻⁶ ひずみ	
6M96	DCV	ユニット形	1ch/ユニット	マニュアル	DC~ 1kHz	10V/2000×10 ⁻⁶ ひずみ	変換器専用

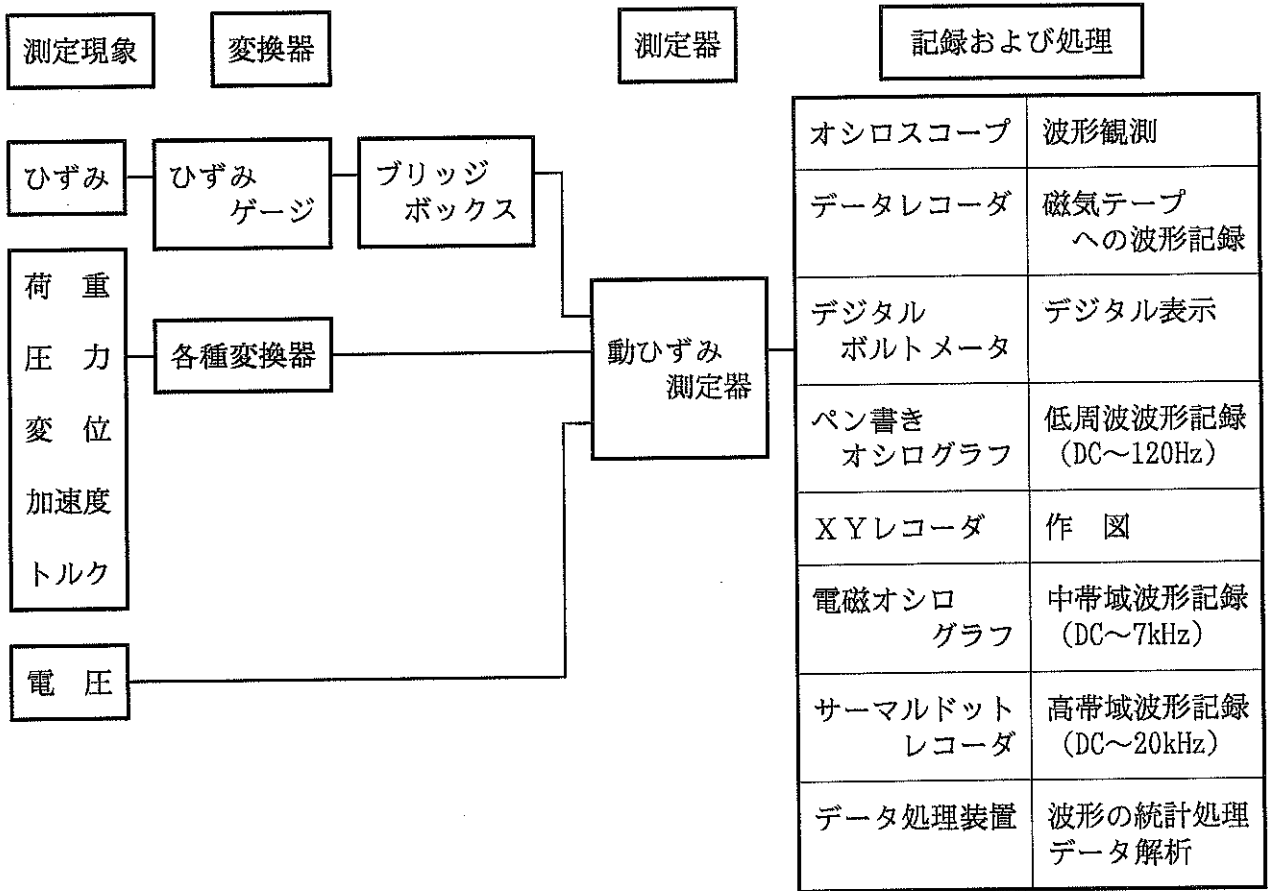
※感度はBV=2Vでの換算値です。6M77はBV=3V、9V、6M96はBV=10Vとなっております。

AS1000、AS2000シリーズには、下記のユニット台、およびユニットケースが用意されています。

	形 式	項 目	備 考
ユニット台	43721	1ch用ユニット台	
ベンチトップ ケース	7796	3chベンチトップケース	全CH ±CAL、AUTO BAL 電源SW付、他ケースとの連動可 (但し7796形はキャリア同期端子のみ連動可)
	7904	4ch "	
	7797	6ch "	
	7798	8ch "	
ラックマウント ケース	7799	8chラックマウントケース	

計測のブロック・ダイアグラム

本器を含む計測における測定系は、測定すべき現象（信号）の大きさ、周波数及び測定時間等を考慮して組まれますが、その中でも最も多く使用される測定系をブロック図に示します。



動ひずみ測定器の選び方

用途に応じて、最適なタイプを選択する目安を簡単に紹介します。

形 式 項 目	ACブリッジ方式		DCブリッジ方式	
	AS1201, 02, 03	AS1302	AS2101, 02, 03	AS2202
最大感度 測定レンジ	$\pm 250 \times 10^{-6}$ ひずみ (BV=2V)	$\pm 500 \times 10^{-6}$ ひずみ (BV=2V)	$\pm 2000 \times 10^{-6}$ ひずみ (BV=2V) $\pm 400 \times 10^{-6}$ ひずみ (BV=10V)	$\pm 1333 \times 10^{-6}$ ひずみ (120Ωブリッジ) $\pm 458 \times 10^{-6}$ ひずみ (350Ωブリッジ)
非直線性	±0.2%/FS以内	±0.2%/FS以内	±0.01%/FS以内	±0.01%/FS以内
周波数特性	DC~2kHz	DC~10kHz	DC~200kHz	DC~200kHz
ひずみゲージによる測定	◎	◎	△ 測定レベルに注意	△ 測定レベルに注意
衝撃波的なひずみ測定	×	×	◎	◎
ひずみゲージ式変換器測定	○	○	◎	◎
測定点と測定器の距離が長い場合	120Ωブリッジ…約15m 350Ωブリッジ…約50m	△ 精度1%/FS以内	◎*AS2101, 02, 03 リモートセンシングのとき 約600mまで可能	◎ 約1kmまで可能 精度0.1%/FS以内
直流増幅器としての使用	不可能	不可能	可能	可能

1. 各部の名称と機能

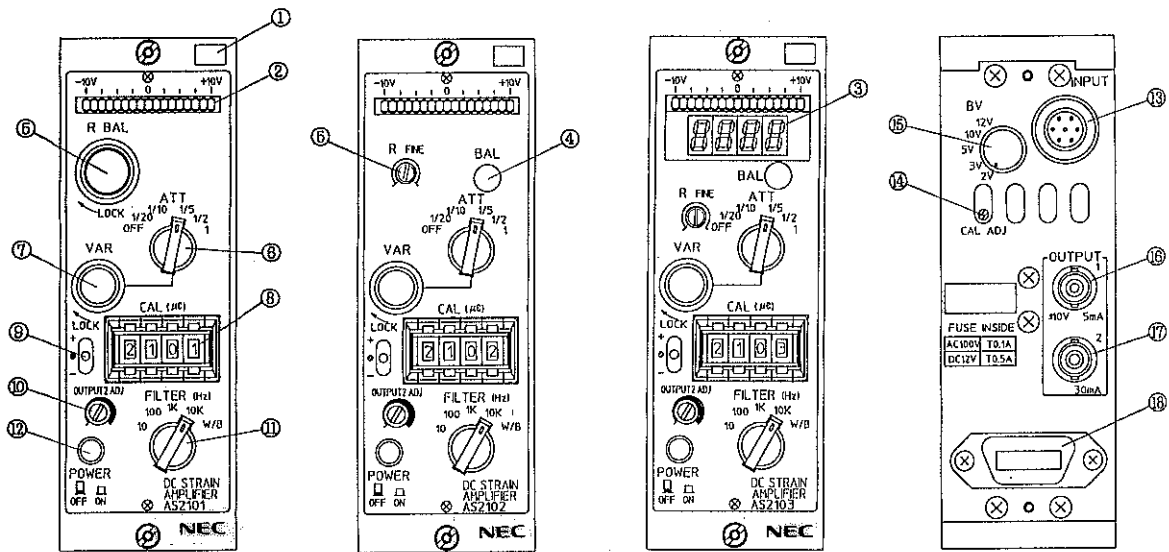


図 1

1-1 前面パネル各部の名称と機能

番号	名 称	機 能
①	CH番号	CH番号を貼ります。
②	モニタメータ	現象のモニタ用です。中央の緑のLEDは出力が±約100mV以内で点灯します。出力が±約10.5V以上になると、オーバーした側のLEDが点滅します。
③	デジタル出力表示LED (AS2103形のみ)	OUTPUT 2 ⑬の出力電圧をデジタル表示します。OUTPUT 2 ADJ ⑩右一杯、出力10Vで [10.00] と表示します。⑩の併用により 2 t → 10Vの変換器を使用するときなど、2 t → [2.00] と表示する事ができます。
④	オートバランス 押しボタンスイッチ (AS2102、03)	このボタンを押すことにより、抵抗バランスが自動的に(0.1秒以内)にとれます。
⑤	抵抗調整ツマミ	AS2101形では、10回転のポテンショメータにより抵抗バランスの調整ができます。右へ回すと出力は正(プラス)へ、左へ回すと負(マイナス)へ移動します。外側のロックツマミを右へ回すとロック(固定)できます。AS2102、03形では、1回転の半固定トリマで微調整が出来ます。付属の調整ドライバーで調整して下さい。
⑥	減衰器ツマミ (ATT)	感度切換スイッチです。右へ回すと感度は増加します。出力10V/100000×10 ⁻⁶ ひずみ(ATT=1/20)から10V/5000×10 ⁻⁶ ひずみ(ATT=1)まで変化できます。 (BV=2V、感度微調整ツマミVAR ⑦左一杯)
⑦	感度(利得) 微調整ツマミ (VAR)	左へ一杯に回したときの感度(利得)は⑥の設定値になり、右へ回すに従って感度(利得)は増加します。右一杯に回すと⑥の設定値の約2.5倍になります。外側のロックツマミを右へ回すとロック(固定)できます。
⑧	校正值設定 スイッチ (CAL(με))	表示値は入力換算値です。1με~9999μεまで1μεステップで設定できます。値はゲージ率2.0で1ゲージ法での等価電圧値です。(1με=1×10 ⁻⁶ ひずみ)

前面パネル各部の名称と機能 (つづき)

番号	名 称	機 能
⑨	校正值印加 スイッチ	⑧で設定された値を印加するためのスイッチです。上に倒せばプラス (テンション)、下へ倒せばマイナス (コンプレッション) になります。使用後は必ず中央OFFに戻して下さい。
⑩	OUTPUT 2 レベル調整器	OUTPUT 2 の出力電圧を定格10Vから左一杯で約2Vまで調整できます。AS2103形ではデジタル出力表示のスケーリングにも使用できます。付属の調整ドライバーで調整して下さい。
⑪	ローパスフィルタ 切換スイッチ (FILTER)	本器のフィルタは3ポールベッセル形となっています。カットオフ周波数は、10、100、1k、10kHz、W/B (200kHz) です。
⑫	電源スイッチ (POWER)	スイッチを押すと本器に電源が供給されます。再びスイッチを押すとボタンがでて電源はOFFになります。この時スイッチのノブに黄色のリングが現われます。

1-2 背面パネル各部の名称と機能

番号	名 称	機 能														
⑬	入力コネクタ (INPUT)	ブリッジボックス、変換器のプラグを接続します。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Ⓐ +BV</td> <td style="width: 50%;">Ⓑ -入力</td> </tr> <tr> <td>Ⓒ -BV</td> <td>Ⓓ +入力</td> </tr> <tr> <td>Ⓔ ガーディングコモン</td> <td>Ⓕ +リモートセンス</td> </tr> <tr> <td>Ⓖ -リモートセンス</td> <td></td> </tr> </table> </div>	Ⓐ +BV	Ⓑ -入力	Ⓒ -BV	Ⓓ +入力	Ⓔ ガーディングコモン	Ⓕ +リモートセンス	Ⓖ -リモートセンス							
Ⓐ +BV	Ⓑ -入力															
Ⓒ -BV	Ⓓ +入力															
Ⓔ ガーディングコモン	Ⓕ +リモートセンス															
Ⓖ -リモートセンス																
⑭	CAL ADJ	15回転のトリマです。外部校正入力に対して内部校正器のレベル合わせに使用します。														
⑮	ブリッジ電圧切換 スイッチ (BV)	ブリッジ電源電圧が2、3、5、10、12Vの5段のステップで切換えられます。ブリッジ電圧がどこに設定されていても、校正值は校正值設定スイッチ⑧の値になります。														
⑯	出力コネクタ 1 (OUTPUT 1)	出力電圧、電流は±10V、±5mAです。電圧入力の記録器 (データレコーダ、直流増幅器付オシログラフ)、A/D変換器などを接続します。														
⑰	出力コネクタ 2 (OUTPUT 2)	出力電圧、電流は±10V、±30mAです。主に電磁オシログラフを接続しますが、電圧入力の記録器なども接続できます。前面パネル⑩の半固定トリマにより出力レベルが10Vから約2Vまで可変できます。														
⑱	マルチコネクタ	電源供給の他、オートバランス、校正量の印加などに使用します。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">① AC100V</td> <td style="width: 50%;">⑧ AC100V</td> </tr> <tr> <td>② DC12V(+)</td> <td>⑨ DCOV(-)</td> </tr> <tr> <td>③ 筐体(GND)</td> <td>⑩</td> </tr> <tr> <td>④ オートバランス</td> <td>⑪ +CAL</td> </tr> <tr> <td>⑤ 出力コモン</td> <td>⑫ -CAL</td> </tr> <tr> <td>⑥ OUTPUT1</td> <td>⑬</td> </tr> <tr> <td>⑦</td> <td>⑭</td> </tr> </table> <p style="text-align: right; margin-top: 5px;">(本器マルチコネクタ)</p> </div> <p>※④ピンのオートバランス、⑪⑫ピンの±CALは⑤ピンの出力コモンに接続すると機能します。</p>	① AC100V	⑧ AC100V	② DC12V(+)	⑨ DCOV(-)	③ 筐体(GND)	⑩	④ オートバランス	⑪ +CAL	⑤ 出力コモン	⑫ -CAL	⑥ OUTPUT1	⑬	⑦	⑭
① AC100V	⑧ AC100V															
② DC12V(+)	⑨ DCOV(-)															
③ 筐体(GND)	⑩															
④ オートバランス	⑪ +CAL															
⑤ 出力コモン	⑫ -CAL															
⑥ OUTPUT1	⑬															
⑦	⑭															

2. 測定準備

2-1 ケーブルの接続

2-1-1 入力ケーブルの接続

- (1) 測定する場所に先ずひずみゲージを貼って下さい。
- (2) ひずみゲージをブリッジボックスに接続して下さい。測定点と本器との接続ケーブルを短くした方が線間抵抗による電圧降下が小さくなります。
- (3) ブリッジ電圧切換スイッチ (BV) をひずみゲージに合わせて設定して下さい。一般の 120Ω のひずみゲージでは $2V$ に設定し、各種変換器等は入力電圧範囲に注意して、 3 、 5 、 10 、 $12V$ に合わせて下さい。
詳細は、3-2-3 変換器を使用したときの測定 を参照して下さい。
とくに、半導体変換器では温度補償のできる電圧に合わせて下さい。
- (4) ブリッジボックス、変換器を背面の入力コネクタ③に差し込んで下さい。
※詳細は3-1 測定前の注意事項を参照して下さい。

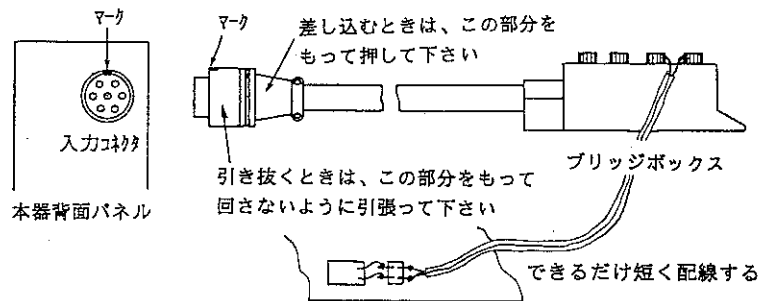


図 2

2-1-2 電源、出力ケーブルの接続

- (1) 使用する電源に合わせ AC $100V$ 用 (AC $85\sim 110V$) または DC $12V$ 用 ($10.5\sim 15V$) 電源ケーブルを接続します。

注) ブリッジ抵抗 60Ω 、ブリッジ電圧 $2V$ で本器を動作させる場合に負荷電流 $30mA$ とする時は、AC $90V$ 以上、DC $11V$ 以上の電源電圧で御使用下さい。

- (2) 接続する記録器に合わせ出力ケーブルを接続します。
※詳細は3-3 出力と負荷の接続の項を参照して下さい。
※本器の筐体は出力コモンと接続されておりませんので、システムコモンに接地して下さい。

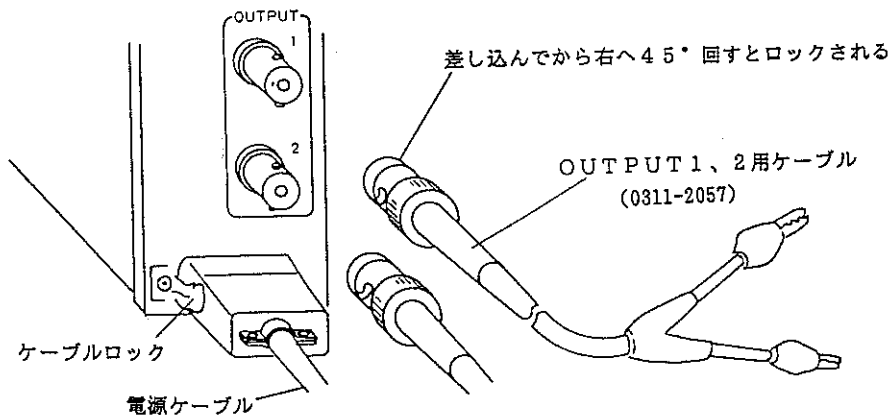


図 3

2-2 測定前の操作

2-2-1 単体（ユニット）操作のとき

- (1) 減衰器ツマミ (ATT) を OFF、校正値印加スイッチ (+ ● -) を ● (OFF) の位置にして下さい。
- (2) 上記以外のスイッチ、例えば校正値設定スイッチ (CAL)、ローパスフィルタ切換スイッチ (FILTER) 等は、どの位置でもかまいません。
- (3) 電源スイッチ (POWER) を押し込むと電源が供給されます。
- (4) 減衰器ツマミ OFF の位置ではモニタメータの中央の緑色の LED が点灯します。約 10 分間予熱を行なって下さい。
- (5) 正常なひずみ測定を行なうためにはブリッジの初期バランスをとる必要があります。減衰器ツマミを必要な設定に合わせるとともに無負荷状態での出力を零に調整します。

a) 手動バランス (AS2101形)

モニタメータを見ながら抵抗調整ツマミ (R-BAL)、減衰器ツマミ (ATT) を操作し初期バランスをとります。減衰器ツマミを右へ回すと、利得は大きく (測定範囲は小さく) になります。

モニタメータが正 (プラス) 側 (テンション側) を表示しているときは抵抗調整ツマミを左へ回して中央の緑色の LED が点灯するようにします。負 (マイナス) 側を表示している時は逆にして下さい。

減衰器ツマミを徐々に右へ回しながら上記操作を繰返し、中央の緑色の LED が点灯しているように調整して下さい。

なお、初期バランス調整範囲は $\pm 10000 \times 10^{-6}$ ひずみです。

b) オートバランス (AS2102、03形)

減衰器ツマミを右へ回し利得を上げ、オートバランス押しボタンスイッチを押すと自動的 (約 0.1 秒) に初期バランスがとれモニタメータ中央の緑色の LED が点灯します。さらに微調整が必要な場合は抵抗調整ツマミ (R-FINE) を回すことにより行います (調整範囲は $\pm 50 \times 10^{-6}$ ひずみ)。

- (6) 予想されるひずみの大きさに対応して校正値設定スイッチを設定し測定に入ります。校正値を印加する事により測定範囲を確認することができます。なお、本器の測定範囲は下表のようになっています。

表 1 測定範囲

ATT ツマミ	VAR 調整器	測定可能なひずみ量 ($\times 10^{-6}$ ひずみ)				
		BV=2V	BV=3V	BV=5V	BV=10V	BV=12V
1	最大	± 2000	± 1333	± 800	± 400	± 333
	最小	± 5000	± 3333	± 2000	± 1000	± 833
1/2	最大	± 4000	± 2666	± 1600	± 800	± 666
	最小	± 10000	± 6666	± 4000	± 2000	± 1666
1/5	最大	± 10000	± 6666	± 4000	± 2000	± 1666
	最小	± 25000	± 16666	± 10000	± 5000	± 4166
1/10	最大	± 20000	± 13333	± 8000	± 4000	± 3333
	最小	± 50000	± 33333	± 20000	± 10000	± 8333
1/20	最大	± 40000	± 26666	± 16000	± 8000	± 6666
	最小	± 100000	± 66666	± 40000	± 20000	± 16666

2-2-2 ユニット組合せのとき

(1) 3、4、6、8チャンネルケースに収納するとき (7796、7904、7797、7798、7799(8chラック用))

a) 電源ケーブルの接続

AC電源ケーブルはケース専用(47326)を使用します。

DC電源ケーブルはケース専用(47229)を使用します。

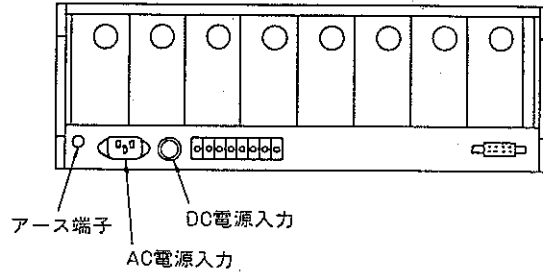


図 4

ケースにユニットを収納しバッテリー(DC12V)で使用する時には、DC電源ケーブルの線長及び線径による電圧降下に注意して下さい。多チャンネル使用時や長い距離、電源ケーブルを伸ばす時などは電圧降下を生じ、本器のマルチコネクタでの電源入力範囲10.5Vを下回ってしまう場合があります。

例えば、DC電源ケーブル(47229形)は 1.25 mm^2 のケーブルですが、8チャンネル内蔵した場合 $0.4\text{ A} \times 8 = 3.2\text{ A}$ 流れ、10mに延長した場合は0.5Vの電圧降下を発生します。同様に、 0.75 mm^2 のケーブル10mでは1.65V電圧降下します。このような状況で使用される場合はあらかじめ電圧降下を見込んで電源を供給するか、線径や線長を再検討する必要があります。

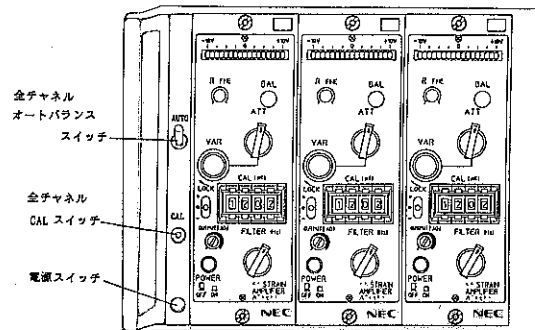


図 5

b) オートバランススイッチの使用法

3、4、6、8チャンネルケースの全チャンネルAUTOスイッチを倒すと全チャンネルオートバランスがとれます(AS2102、03形)。

単体でのオートバランスは各チャンネルのオートバランススイッチ④を押して下さい。

c) 校正值印加スイッチの使用法

3、4、6、8チャンネルケースの全チャンネルCALスイッチを倒すと各ユニットの校正值印加スイッチがどの位置(+●-)でも、全チャンネルCALスイッチが優先して、各ユニットで設定された校正量が印加されます。

単体で校正值を印加する場合は各チャンネルの印加スイッチを操作しますが、その際、ケースの全チャンネル印加スイッチがOFFになっていることを確認して下さい。

d) 4、6、8チャンネルケースの相互結線について

このケースでは、全チャンネルオートバランス、校正量の印加等の相互結線ができます。下図のように、ケース背面の端子台を相互結線しますと、どのケースからでも全チャンネルのオートバランス、校正量の印加が行えます。また、下図のごとくに小さな箱などにスイッチを入れて結線されても同様の動作が行えます。

AUTOのSWは、誤動作を防ぐためにもロック付きが望ましく、モーメンタリー型のスイッチにしてください。

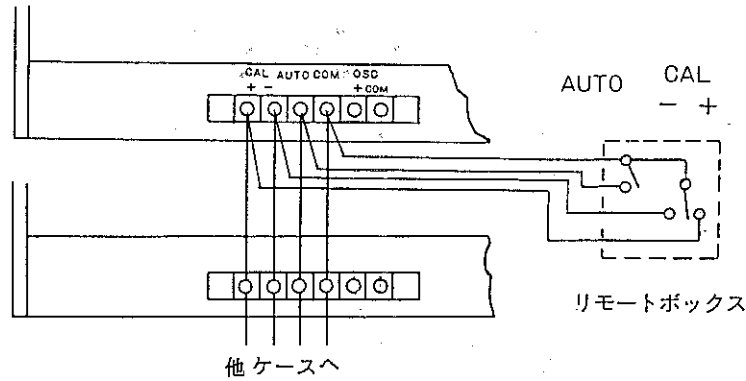


図 6

e) 3チャンネルケースの相互結線について

このケースでは、ブリッジ電源の同期端子が付いているだけです。外部からのリモート信号によって3チャンネルケースの全チャンネルオートバランス、校正量印加はできません。

2-2-3 ケース収納時の放熱対策について

a) ラックケース1台の設置

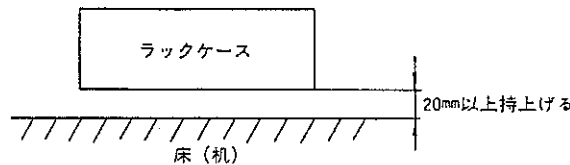


図 7

b) ラックケースの多数実装

この場合、実装段数・負荷条件・環境温度によってユニット内部の温度が上昇し、信頼性が低下しますので、下表を参考にしておよそのファンの数量を決めて下さい。

表 2

ラックケースの数	最悪環境下 (注) ファンユニットB
1 ~ 3	1
3 ~ 6	2
6 ~ 9	3

(注) この場合最悪環境下とは
 ○電源電圧AC110V(+10%)
 ○出力電圧・電流+10V、30mA
 ○使用温度+50°C (周囲温度)
 としています

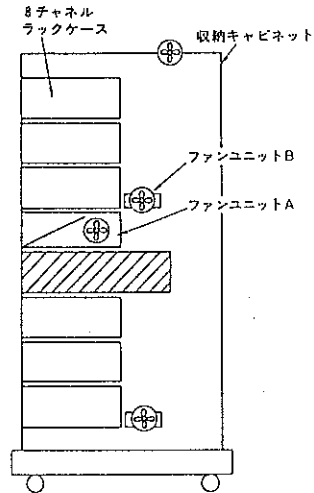


図 8

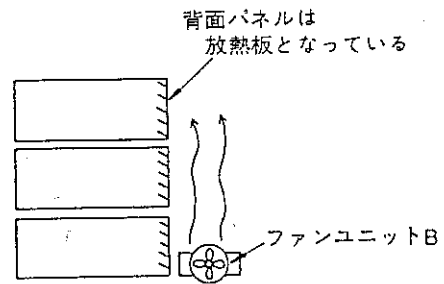


図 9

ここで、ファンユニットAは風の上昇を妨げるケース（図の斜線・奥行の異なるケース）がある場合、すぐ上に入れて、換気を促し、ファンユニットBは自然対流を促進します。ファンユニットBは、多数実装時にはおよそ3対1の割合で、ラックケースに密着するようにおいて下さい。（アンプの背面パネルは放熱板となっています。）

なお、ユーザ側で実装するときは実装方法を当社に問い合わせ下さい。

3. 測定方法

3-1 測定前の注意事項

測定前には次表の諸点を注意してください。

表 3

項目	注意事項	理由
ひずみゲージ、ブリッジボックスの設置環境	・接続個所は半田付とし、コネクタ類は確実に取り付ける。	接続不良、雑音発生、動作不安定
	・ひずみゲージの絶縁抵抗は60MΩ以上	動作不安定、雑音の混入
	・強力な磁界あるいは電界内に設置しない	雑音の混入
	・周囲の湿気が少なく、高温を避ける。	動作不安定
	・ひずみゲージとブリッジボックス間のリード線は必要以上に長くしない。出来るだけシールド線を用いる。	ゲージ率の低下、出力の直線性が悪くなる 雑音の混入
	・ブリッジボックスと本器との間のケーブルを必要以上に長くしない。	ブリッジ電圧降下により信号と内部校正器との間に誤差を生ずる
動ひずみ測定器の設置環境	・周囲温度、湿度は-10~+50℃、20~85%RH（結露除く）以内で使用する。	動作不安定
	・振動は3G(29.4m/s ²)以内にする。(3000rpm、0.6mmp-p)	破損の恐れ、ノイズの混入
	・強力な磁界あるいは電界内に設置しない	雑音の混入
	・ケースは必ず接地する(AC電源使用時)	雑音の混入
動ひずみ測定器の操作	・ブリッジ電圧はひずみゲージに合った電圧にする。	ひずみゲージの発熱
	・コネクタはしっかりと接続する。	動作不安定、接触不良
	・入力コネクタに油、泥など入らないこと	動作不安定、接触不良
	・電源電圧は仕様内か、確認する。 AC85V~110V DC10.5~15V を確認する。特に、DC12V使用時には極性に注意する。	電源電圧が低いと動作不安定、高いと発熱、素子の破壊を招く DC電源の逆接続では動作しない(バッテリー、本体とも異常は起こさない。)
	・電源スイッチは減衰器ツマミをOFFにした後に入れる。	ブリッジがアンバランスであると高出力となる。
	・オートバランス時には、ひずみゲージにひずみを加えない。	バランスが取れなくなる
	・測定中、減衰器ツマミおよび利得微調整ツマミは動かさない。	設定した校正値の振幅が変化する。
	・ローパスフィルターは特性を理解して使用する。	振幅の減少、位相差の発生
	・出力ケーブルをショートしない。	電源が起動しないことがある。回路の発熱
雑音対策	①ゲージリード線にシールド線を用い、ブリッジボックスのE端子とシールド線の外披を接続する。 ②ブリッジボックスの接地端子とE端子を接続し母材に接続する。 ③出力コモンを接地する。 ①~③の全て、あるいはいずれかを実施することにより雑音低減に効果があります。	

3-2 入力部の接続

3-2-1 ひずみゲージによるブリッジ構成例

ブリッジの四辺にひずみゲージを組込む場合、ゲージは1、2、4枚の組合せが行えます。

また、ひずみゲージの受けるひずみにより、同符号同値、異符号同値、異符号一定比例値などの場合に分けて組合せが考えられます。さらに、ブリッジの特長を有効に利用し、温度補償、誤差消去および出力の増大策などがとられます。

ここでは、一般に用いられるひずみゲージによるブリッジ構成例を記します。

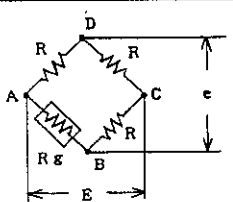
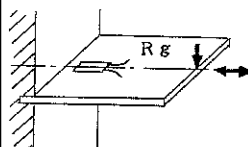
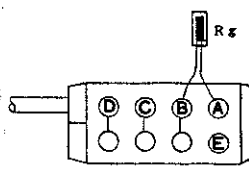
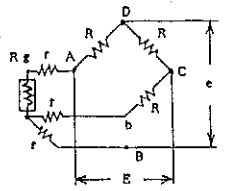
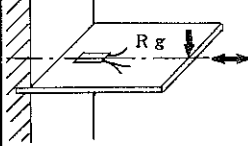
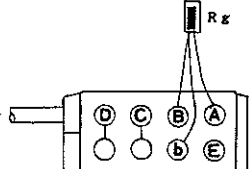
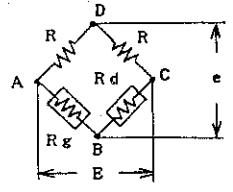
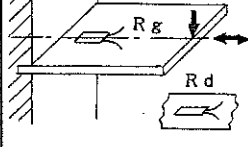
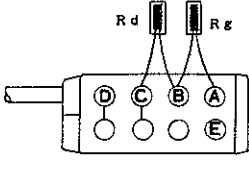
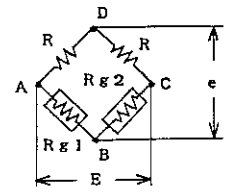
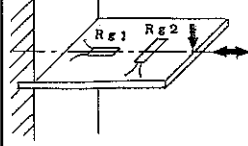
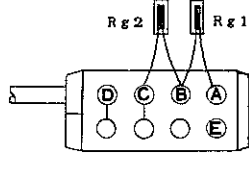
なお、使用する記号は次の通りです。

- R : 固定抵抗の値 (Ω)
- R_g : ひずみゲージの抵抗値 (Ω)
- R_d : ダミーゲージの抵抗値 (Ω)
- r : リード線の抵抗値 (Ω)
- e : ブリッジからの出力電圧 (V)
- K : 使用ひずみゲージのゲージ率 (2.0とする)
- ϵ : 現象ひずみの値 (10^{-6} ひずみ)
- E : ブリッジの印加電圧 (V)
- ν : 被測定体のポアソン比

ひずみゲージの貼り方、ゲージ自体の特徴はひずみゲージメーカーの技術資料および日本非破壊検査協会編集「ひずみ測定Ⅰ」「ひずみ測定Ⅱ」等を参照して下さい。

ブリッジボックス配線法は当社5370形のブリッジボックスを使用した場合です。

表 4 ホイートストーンブリッジ接続表

回路	ゲージ法	具体例	ブリッジボックス配線法	備考
	1ゲージ法			<ul style="list-style-type: none"> ・単純引張り、圧縮または単純曲げの場合に適する。 ・周囲の温度変化が少ない場合に適する。 ・校正値そのまま計算
	1ゲージ3線式結線法			<ul style="list-style-type: none"> ・単純引張り、圧縮または単純曲げの場合に適する。 ・ひずみゲージリード線の温度補償 ・校正値そのまま計算
	1アクチブ 1ダミーゲージ法			<ul style="list-style-type: none"> ・単純引張り、圧縮または単純曲げの場合に適する。 ・温度補償 ・校正値そのまま計算
	2アクチブゲージ法			<ul style="list-style-type: none"> ・単純引張り、圧縮または単純曲げの場合に適する。 ・温度補償 ・校正値$\times 1/(1+\nu)$ ・または現象値$\times 1/(1+\nu)$で計算

回路	ゲージ法	具体例	ブリッジボックス配線法	備考
	2アクチブゲージ法			<ul style="list-style-type: none"> ・ 曲げひずみの検出 ・ 引張り、圧縮ひずみを消去 ・ 温度補償 ・ 校正値$\times 1/2$または現象値$\times 1/2$で計算
	対辺2アクチブゲージ法			<ul style="list-style-type: none"> ・ 引張り、圧縮ひずみのみ検出 ・ 曲げひずみを消去 ・ 温度変化の影響は倍増される ・ 校正値$\times 1/2$または現象値$\times 1/2$で計算
	対辺2アクチブゲージ3線式結線法			<ul style="list-style-type: none"> ・ 引張り、圧縮ひずみのみ検出 ・ 曲げひずみを消去 ・ 温度変化の影響は倍増される ・ ひずみゲージリード線の温度補償 ・ 校正値$\times 1/2$または現象値$\times 1/2$で計算
	4アクチブゲージ法			<ul style="list-style-type: none"> ・ 引張り、圧縮ひずみのみ検出 ・ 曲げひずみを消去 ・ 温度補償 ・ 校正値$\times 1/2(1+\nu)$または現象値$\times 1/2(1+\nu)$で計算
	4アクチブゲージ法			<ul style="list-style-type: none"> ・ 曲げひずみのみ検出 ・ 引張り、圧縮ひずみを消去 ・ 温度補償される ・ 校正値$\times 1/4$または現象値$\times 1/4$で計算
	4アクチブゲージ法			<ul style="list-style-type: none"> ・ ねじりひずみのみ検出 ・ 引張り、圧縮、曲げひずみを消去 ・ 温度補償 ・ 校正値$\times 1/4$または現象値$\times 1/4$で計算

3-2-2 ブリッジボックス

ブリッジボックスは端子箱、ケーブルおよびコネクタよりなり、端子箱にはひずみゲージ接続用端子を設け、3個の高性能抵抗（例えば、5370形では120Ω）を内蔵しています。これに、ひずみゲージを接続してブリッジ回路を構成します。

現在、当社では下記のような5種類のブリッジボックスを用意しております。

表 5

	一般型	超小型
120Ω用	5370形	5379形
350Ω用	5373形	5380形
トヨタ工機製変換器用	5372形	

[注意] 5372形は、ACストレンアンプでは使用できません。

(1) 設置方法

- なるべく測定点に近い場所に置いて下さい。
- 固定する場合には図10に示す取付穴を利用してビス止めします。
- 水気の多い所、温度変化の激しい所および強電界、強磁界中に設置するのは好ましくありません。
- 設置が完了したら接続ケーブルはなるべく動かさないよう固定して動ひずみ測定器に接続して下さい。

(2) ブリッジボックスの結線(5370, 5373, 5379, 5380)

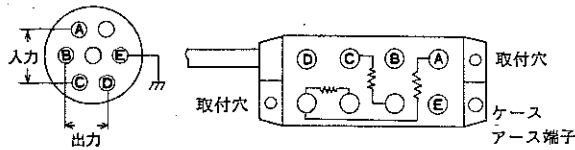


図 10

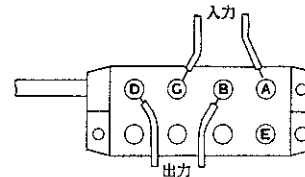


図 11

- ブリッジボックス（5370, 5373, 5379, 5380形）のコネクタの結線は、図10に示すようにピン番号A、Cがブリッジ電源の供給で、B、Dが動ひずみ測定器への入力となります。Eはコモン端子です。
- ひずみゲージの使用には種々の接続法が用いられます。これらの接続法は、前項3-2-1を参照して下さい。またブリッジボックスを中継して各種の変換器を使用する場合には図11のように接続して下さい。
- ブリッジボックスまたは変換器より本器までのケーブルが長い場合にはケーブルの導体抵抗により、表6のようにブリッジ電圧が降下します。また、周囲の温度変動によってもケーブルの導体抵抗が変化し、表7のようにブリッジ電圧が降下します。

表 6 ブリッジ電圧降下率 (%) (0.5 mm² 線材、+20℃)

ブリッジ抵抗	本器からブリッジボックスまでの長さ (m)			
	20m	50m	100m	200m
60Ω	-2.4	-5.8	-11.0	-19.9
120Ω	-1.2	-3.0	-5.8	-11.0
350Ω	-0.4	-1.1	-2.1	-4.1
500Ω	-0.3	-0.7	-1.5	-2.9
1000Ω	-0.1	-0.4	-0.7	-1.5

表 7 ケーブル長50mの場合の電圧降下率 (%)

ブリッジ抵抗	温 度			平均 値
	-10℃	+20℃	+50℃	
60Ω	-5.2	-5.8	-6.5	-0.22/+10℃
120Ω	-2.7	-3.0	-3.4	-0.12/+10℃
350Ω	-0.9	-1.1	-1.2	-0.04/+10℃
500Ω	-0.6	-0.7	-0.8	-0.03/+10℃
1000Ω	-0.3	-0.4	-0.4	-0.01/+10℃

ブリッジ電圧の降下によりブリッジからの出力電圧と校正值 (CAL) との間に誤差を生じるため校正值の補正が必要となります。補正の方法は3-4-1項を参照して下さい。

- d) 結線方法は5370、5373形がネジ止め及びハンダ付けで行い、5379、5380形はハンダ付けです。また、5372形は端子はさみ込みで行ないます。
- e) 5372形ブリッジボックスは、トヨタ工機製変換器用ブリッジボックスです。AS2101、02、03形では使用できません。
- f) ひずみゲージよりブリッジボックスまでのリード線が長い場合、初期バランスがとれたとしても見掛け上ゲージ率が低下したり、出力の直線性が悪くなります。ひずみゲージからのリード線はできるだけ短くして下さい (2m以下)。また、目的によってはリード線付ひずみゲージを使用して下さい。

3-2-3 変換器を使用したときの測定

ひずみゲージ式変換器の多くは測定しようとする物理量を弾性体で受け、これに生ずるひずみを電気量に変換しています。

この弾性体の部分を受感部または起わい部と呼びます。受感部の材料は比例限度が高くクリープやヒステリシスの小さなものが使用されています。受感部にはひずみゲージを接着しブリッジに結線され、温度補償を行い、さらに防湿処理が施されています。なお、各種変換器についての詳細は各メーカーの技術資料を参照して下さい。

(1) 本器と変換器の接続

各種の変換器を本器と組合せて使用する場合には図12のように結線します。

なお、各種変換器と動ひずみ測定器を直接接続するケーブルには図13のようなものがあります。

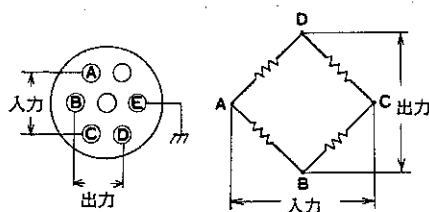


図 12

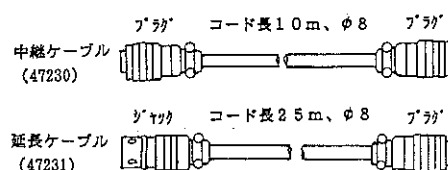


図 13

(2) 変換器使用上の注意事項

- a) 変換器の固定が不安定であると誤動作、雑音発生などの原因となるので変換器メーカーの取扱説明書を参照してしっかり固定して下さい。
- b) 変換器、接続コネクタは一般には耐湿性ですが、水、雨などがかからないようにして絶縁を保って下さい。
- c) 本器から変換器までのケーブルが長い場合の注意事項は3-2-2の(2)-c項によります。
変換器の線長を含めあらかじめ校正されたものでの線長補正は不要です。
- d) 使用する変換器は本器のコモン (E) 端子と他の端子 (A、B、C、D) が接続されていないものを使用して下さい。
- e) 変換器および接続ケーブルは強力な電界中や磁界中に置かないようにして下さい。

f) 変換器に印加できる最大ブリッジ電圧はブリッジ許容電流、ドリフトなどを考慮して次表のようになります。詳細は変換器の取扱説明書を参照して下さい。

表 8

ブリッジ抵抗	ブリッジ電圧(V)
60 Ω	2 V以内
120 Ω	3 V以内
350 Ω	10 V以内
500 Ω	12 V以内
1000 Ω	12 V以内

注) 半導体変換器は温度補償のできる電圧に合わせて下さい。

3-2-4 直流増幅器として使用する時

AS2101、02、03形では動はずみ測定器としてばかりでなく直流増幅器としても使用できます。

(1) ブリッジボックスを利用して直流増幅器として用いる時

この場合は、若干同相分弁除去比 (CMRR) が悪くなります。

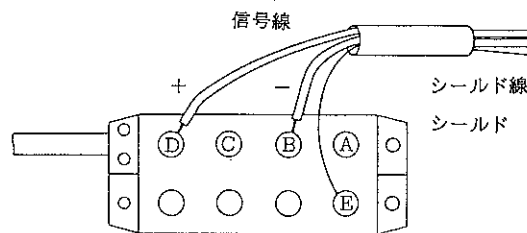


図 14

(2) 直流増幅器用入力ケーブル (47228) を用いて直流増幅器として用いる時

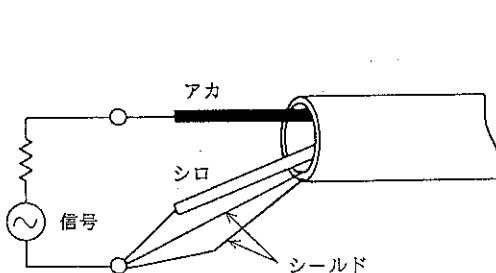


図 15

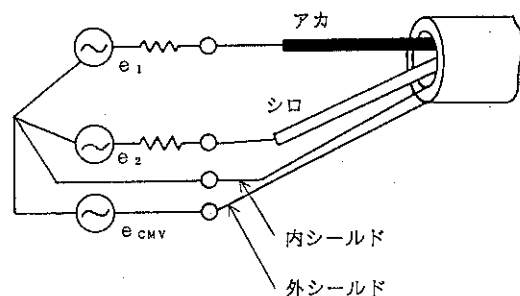


図 16

a) 片線接地で使用する時

図 15 の場合、増幅器は同相出力になります。信号のほかに商用交流 (ハム) の影響がある場合も信号とみなされ、増幅され出力されます。逆相出力にしたい場合は芯線の赤、白を逆に接続して下さい。なお、本器の電源ノイズが混入する場合には、図 15 の赤芯線をできるだけ短くして下さい。

b) 差動入力で使用する時

本器は平衡差動入力増幅器ですので、同相電圧 e_{cmv} ($\pm 7V$) は出力には現われません。 e_1 、 e_2 の差分のみが増幅されて出力されます。

(3) 使用上の注意事項

- a) 許容入力電圧は±15V以下です。
- b) 同相入力電圧は±7V以下です。
- c) アッテネータと利得との関係は、利得微調整つまみ左一杯のときに、次表のようになります。ただし、利得微調整つまみを右一杯にすると表の約2.5倍になります。

表 9

ATT	OFF	1/20	1/10	1/5	1/2	1
利得	OFF	100倍	200倍	400倍	1000倍	2000倍

- d) 利得100倍のときの入力範囲は±100mVとなります。これ以上、大きな電圧を入力したい時は、1/100アッテネータプローブ(47332形)を使用して下さい。ただし、アッテネータプローブ使用時は、周波数特性がDC~30kHzとなりますのでご注意下さい。
- e) 直流増幅器として使用するときも、校正値を印加する事ができます。AS2101、02、03形ではBVを2Vに設定しますと、校正値設定スイッチの単位 $\mu\varepsilon$ はそのまま μV と読み変えて使用することができます。

3-3 出力と負荷の接続

本器にはOUTPUT 1、OUTPUT 2の2通りの出力が用意されています。

(1) OUTPUT 1

この出力は出力電圧、電流は±10V、±5mA(2k Ω 負荷以上)なので、ここにはデータレコーダ、ペン書きオシログラフなどの電圧入力機器を接続して下さい。

17ドットモニタメータにはこの出力が表示されます。

(2) OUTPUT 2

この出力は出力電圧、電流は±10V、±30mA(332 Ω 負荷以上)なので、ここには、電磁オシログラフなどを接続して下さい。

なお、この出力電圧はOUTPUT 2 ADJにより±10~±約2Vまで可変できます。AS2103ではこの出力をデジタル数値表示しますので、出力電圧を調節し物理量表示(スケールリング)させることも可能です。

3-3-1 データレコーダとの接続

データレコーダの入力レベルに十分注意して下さい。とくにFM変調方法によるデータレコーダでは過大入力における過変調により記録できなくなります。そのため本器は過大な出力電圧を表示する機能を持っています。

図のように過大レベル(±約10.5V)を越えた側で一定時間点滅を繰り返します。モニタメータは、およそ1kHzまでの過大レベルのチェックができます。

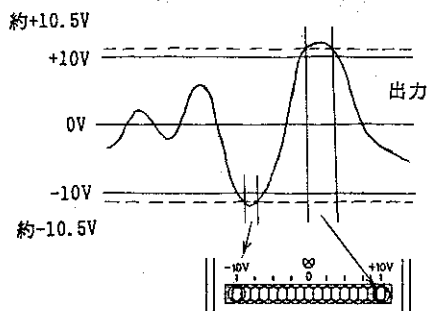


図 17

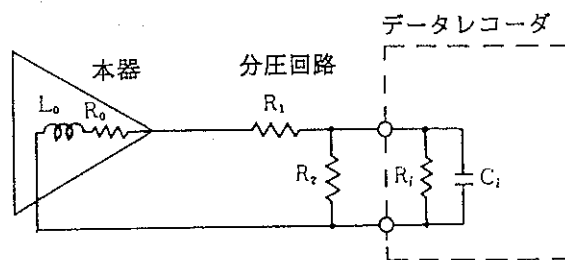


図 18

データレコーダとの接続では次の点に注意して下さい。

(1) 直接接続できる場合

入力レベルが20V_{p-p} (±10V) 以上印加できるデータレコーダは、直接接続できます。

(2) 入力に分圧回路を必要とする場合

データレコーダの入力レベルが±1Vのものは分圧回路が必要です。このときは、インピーダンスにご注意下さい。

一般的に出力インピーダンスは帯域が上がると大きくなるので

$$R_0 (\Omega) + L_0 (\mu H)$$

の表示を用います。

図18のように分圧回路を入れた場合、下記の例のように誤差を生じます。

例) データレコーダの入力インピーダンス $R_i = 100 \text{ k}\Omega$ 、 $C_i = 100 \text{ pF}$ 、
本器の出力インピーダンス $R_0 = 1 \Omega$ 、 $L_0 = 200 \mu H$ のとき1/10の分圧比を得た場合、次表のような誤差を生じます。

表 10

R1 (kΩ)	R2 (kΩ)	分圧回路によって生ずる誤差 (%)				
		直流	1 kHz	2 kHz	5 kHz	10 kHz
90	11.1	-0.08	-0.08	-0.09	-0.12	-0.24
9	1.01	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02

3-4 測定値の読み方

オシログラフに接続して波形を記録したとき測定値の読み方について説明します。

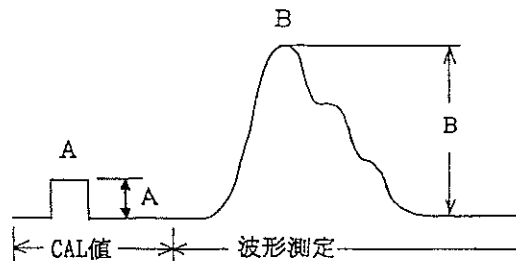


図 19

$$\text{B点の測定値} = \left\{ \frac{B (\text{B点での振幅})}{A (\text{校正値の振幅})} \right\} \times \text{校正値の設定}$$

(1) ひずみゲージを使用したときの測定

CAL設定値 : 500×10^{-6} ひずみ

CAL波形の振幅 : 10mm

B点の振幅 : 22mm

B点のひずみ量 = $\{ 22 / 10 \} \times 500 \times 10^{-6}$ ひずみ

$$= 1100 \times 10^{-6} \text{ひずみ}$$

ただし、ゲージ率2.00、1ゲージ法で測定した場合

(2) 各種変換器を使用したときの測定

この校正電圧値はブリッジ電圧と連動し、常にパネル表示値 ($1 \times 10^{-6} \sim 9999 \times 10^{-6}$ ひずみ) の値で校正量が印加できます。

例) 定格容量1 t、定格出力1 mV/Vのロードセルを使用するとき定格出力1 mV/Vをひずみ換算するにはロードセルをBV (E) = 2 Vで使用した場合、定格出力は

$$1 \text{ mV/V} \times 2 \text{ V} = 2 \text{ mV}$$

ゲージ率 (K) を2.0、1ゲージ法とした場合、ブリッジに印加されるひずみ量 (ε) と出力電圧 (e) の関係は次式の通りになります。

$$\begin{aligned} e &= 1/4 \times K \times \varepsilon \times E \\ &= 1/4 \times 2 \times 2 \times \varepsilon \\ &= \varepsilon \end{aligned}$$

すなわち、10⁻⁶ひずみは1マイクロボルト (μV) に、また1000×10⁻⁶ひずみは1 mVに相当し、定格出力2 mVは2000×10⁻⁶ひずみに相当します。従って、校正値と物理量との関係はブリッジ電圧に関係なく次のようになります。

表 11

ひずみ校正値	物理量校正値
2000×10 ⁻⁶ ひずみ	1 t × 1 = 1 t
1000×10 ⁻⁶ ひずみ	1 t × 1/2 = 500 kg
500×10 ⁻⁶ ひずみ	1 t × 1/4 = 250 kg
200×10 ⁻⁶ ひずみ	1 t × 1/10 = 100 kg

計算式は次のようになります。

$$\text{物理量校正値} = \frac{\text{本器の} 10^{-6}\text{ひずみ校正値}}{\text{定格出力値} (10^{-6}\text{ひずみ})} \times \text{定格容量}$$

物理量の算出として求めますと

$$\text{物理量校正値} : 250 \text{ kg} (500 \times 10^{-6}\text{ひずみ})$$

$$\text{CAL 波形の振幅} : 10 \text{ mm}$$

$$\text{B 点の振幅} : 22 \text{ mm}$$

以上から

$$\begin{aligned} \text{B 点の荷重} &= \frac{22}{10} \times 250 \text{ kg} \\ &= 550 \text{ kg} \end{aligned}$$

となります。

3-4-1 校正値 (CAL) の補正

(1) ゲージ率の異なる場合

本器のゲージ率は2.00になっているのでゲージ率2.00以外のひずみゲージを使用した場合は下記の計算により求めます。

$$\text{真の校正値 (CAL)} = \frac{2.00}{K_c (\text{使用ゲージのゲージ率})} \times \text{本器の校正値}$$

(2) ゲージ法の異なる場合

本器の校正値 (CAL) は、ゲージ率2.00、1ゲージ法での等価電圧値です。従って、2、4ゲージ法での校正値は次表のようになります。

ブリッジ電圧とブリッジ出力電圧には次の式が成立します。

$$e = (K \times \varepsilon \times E \times \text{ゲージ法}) / 4$$

ここで、K : ゲージ率

ε : ひずみ量 (10⁻⁶ひずみ)

E : ブリッジ電圧

表 1 2

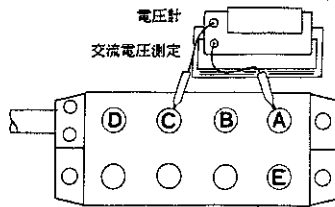
ゲージ法		真の校正値
2ゲージ法	1アクティブ1ダミー	パネル表示校正値 × 1
	2アクティブ	パネル表示校正値 × 1/2
	対辺2アクティブ	パネル表示校正値 × 1/2
4ゲージ法	4アクティブ	パネル表示校正値 × 1/4
変換器	4アクティブ	パネル表示校正値 × 1(※)

詳細はホイートストンブリッジの接続表の備考欄を参照して下さい。

(※)変換器は一般的に4ゲージ法ですが変換器出力は1ゲージ法に対応するようになっています。

(3) ブリッジボックスと本器との距離が長い場合

ブリッジボックスまたは変換器より本器までのケーブルが長い場合にはケーブルの導体抵抗によりブリッジ電圧が降下します。このことにより、ブリッジ出力電圧と校正値(CAL)との間に誤差を生じます。電圧降下率は3-2-2の(2)-C項を参考にされるか、ブリッジボックスのA、C端子間を電圧計でチェックしてブリッジ電圧降下率を求めてください。



ブリッジボックス

図 20

例) 気温20℃、ケーブル長100m、ゲージ抵抗が120Ωの場合、表6よりブリッジボックスA、C端子間で5.8%、ブリッジ電圧が低くなりますので真の校正値は、次のように表わされます。

$$\text{真の校正値} = \frac{1}{0.942} \times \text{パネル表示校正値}$$

なお、AS2101、02、03形でリモートセンスを使用する場合は校正値設定スイッチに設定された値が真の校正値となります。

(注) AS2101、02、03形でリモートセンスを使用する場合、ケーブルは0.5mm²×6芯ケーブルを使用して約600mまで動作します。

3-5 特殊な使用法

ここでは一電源(別電源含む)で多数のブリッジを構成する例と、変換器を数個使用して加算値、平均値、減算値を求める方法を記載します。

3-5-1 一電源で多数のブリッジを構成する場合

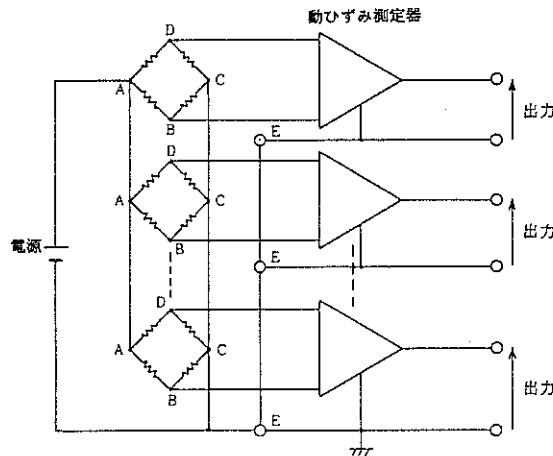


図 21

各ブリッジボックスのE端子を結線します。別電源の場合は電源のどちらかをブリッジボックスのE端子へ結んで下さい。本器の同相入力電圧（±7V）を越えないようにして下さい。

3-5-2 変換器の特殊な使用方法

(1) 加算値を求める場合 (図 22)

E1、E2、E3 と別々の電源が必要です。本器の場合、このような使用方法では商用交流の影響により出力に50、60Hzの影響が現われやすくなりますが、各電源間にコンデンサを入れることで多少小さくなります。

(2) 減算値を求める場合 (図 23)

E1とE2の別々の電源が必要です。この場合も(1)と同様に、このような使用方法では商用交流の影響により出力に50、60Hzの影響が現われやすくなりますが、各電源間にコンデンサを入れることで多少小さくなります。

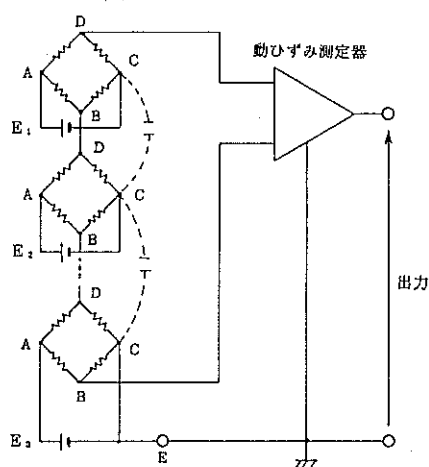


図 22

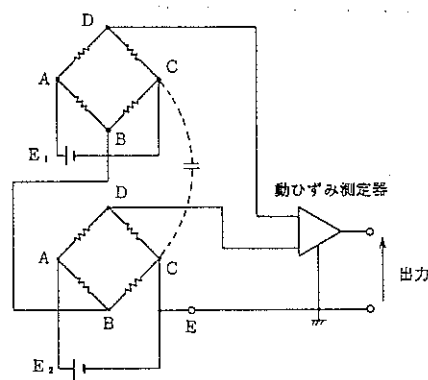


図 23

(3) 平均値を求める場合

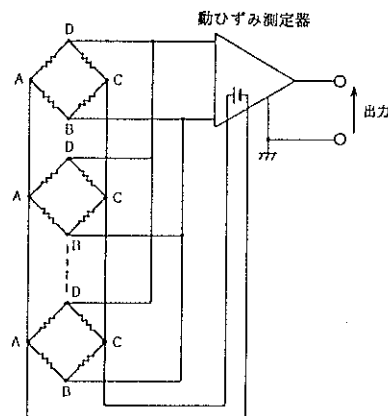


図 24

図 22、23、24 のような使用のとき変換器の条件としては定格出力が等しいことが必要で動はずみ測定器についてはブリッジ電源の容量に注意する必要があります。

4. 動作原理

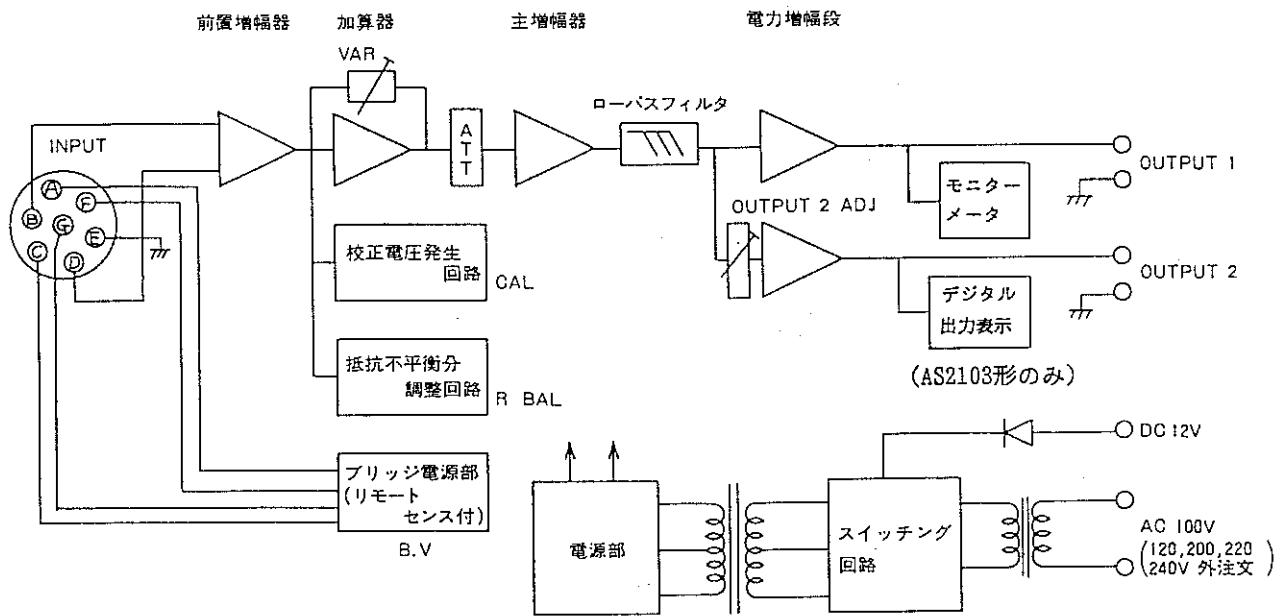


図 25 ブロック図

ブリッジボックス、変換器からの信号は、本器のINPUTコネクタに接続され、高入力インピーダンス、低ドリフトの前置増幅器によって増幅されます。

この信号は次段の加算器へ導かれ、4桁デジタル設定の校正電圧発生回路(CAL)、抵抗分不平衡調整回路(RBAL)からの出力が加え合わされ、主増幅器、フィルタ回路を経て出力されます。出力は2系統あり、OUTPUT1の出力は17ドットLEDモニターメータに表示され、OUTPUT2の出力は3 1/2桁の7セグメントLEDにデジタル表示されます(AS2103形のみ)。

本器のブリッジ電源部は、定電圧出力(リモートセンス付)となっています。

5. オプション

5-1 モニター (5636、5638形)

3、4、6、8チャンネルケースに収納して使用します。

ケースの左側ファンクションパネルの隣りに必ずモニターを入れて下さい。その右隣りから1CH、2CH・・・とならびます。

モニターの背面パネルのコネクタとケース (TO MONITOR) のコネクタとを付属のケーブルで接続します。▼マークに注意して接続して下さい。ケーブルは必ずロックして下さい。但し、このモニターを抜き出す時にはその前にケーブルをはずして下さい。

この接続をしますと、1CH～7CHまでの動ひずみ測定器の出力がチャンネルセレクトスイッチによりモニターの前面パネル (MONITOR) に出力され、同時にデジタル表示 (5636形のみ) されます。

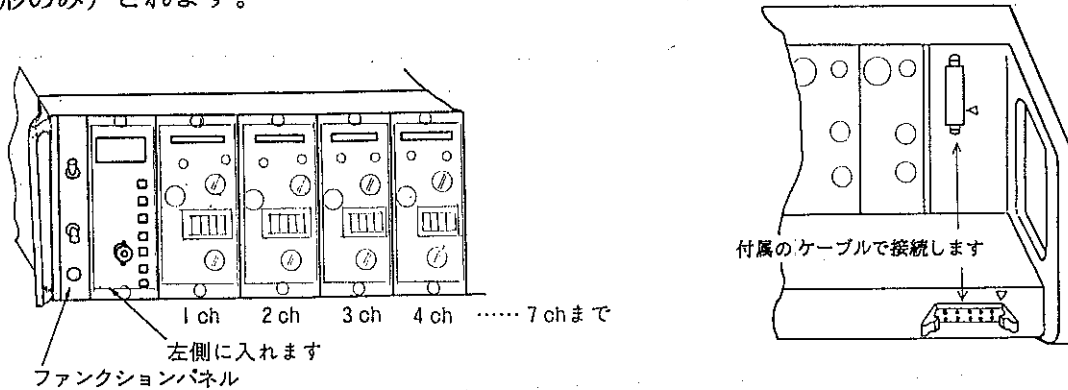


図 26

5-2 チェッカー (5410Y形)

動ひずみ測定器は入力信号の値を内部校正器の値で比較しますので、この内部校正器の正確さが測定器の精度として問題となります。当社では、簡単に内部校正器の精度を確認するためにチェッカー5410Y形 (内蔵ブリッジ抵抗350Ω) を用意しております。これを用いて動ひずみ測定器の内部校正器を調整する方法を述べます。

表 13

内部・外部 ひずみ量	ATT	AS2101、 02、03	備 考 (BV=10V、VAR左一杯にて)
200×10^{-6} ひずみ	1	約2V	
500×10^{-6} ひずみ	1	約5V	
1000×10^{-6} ひずみ	1	約10V	内部校正入力に較べて、外部校正入力は+0.1%大きい
2000×10^{-6} ひずみ	1/2	約10V	内部校正入力に較べて、外部校正入力は+0.2%大きい
3000×10^{-6} ひずみ	1/5	約6V	内部校正入力に較べて、外部校正入力は+0.3%大きい

表13の値を目安とし、外部校正入力 (チェッカーで印加) と内部校正入力 (CALでの印加) との差が出力にて $\pm 50 \text{ mV}$ 以内となるように、本器の背面パネルのCAL ADJを付属の調整用ドライバーで調整します。右へ回すと値が大きくなります (変化幅約 $\pm 1\%$)。

1ゲージ法での構成のため、外部校正値が内部校正値より理論上大きくなるのが無視できないレンジでは外部校正入力時の出力を換算後、比較して下さい。

校正量のプラス、マイナスの値の折れは、本器の校正器精度内までは考えられます。それ以上異なるときは、ブリッジ電圧のバランス調整が必要となります。(弊社サービスまで)

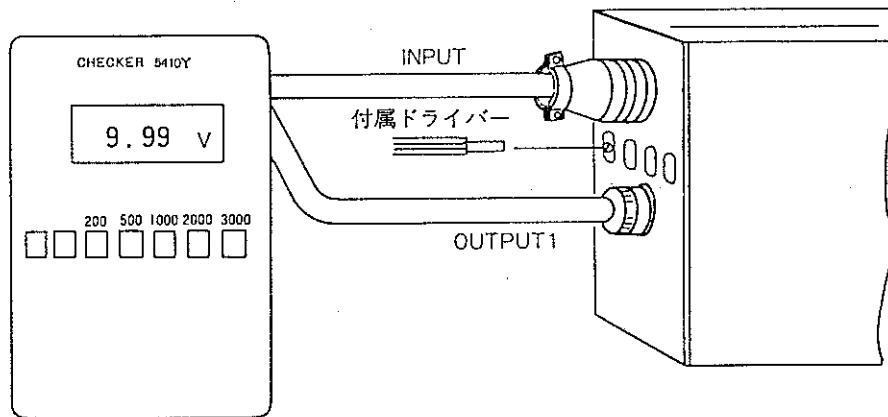


図 27

5-3 電流出力 (4~20 mA / 0~+10 V)

このオプションは、本器に内蔵され、通常OUTPUT 2に出力される電圧出力を電流出力に変換して出力します。本器の出力電圧が0 V~+10 V変化したとき電流が4~20 mA出力されます。BNCコネクタの芯線から電流が出力され、コネクタ外側が出力コモンになっています。前面パネルOUTPUT 2 ADJは、右一杯に回しておいて下さい。

本器の出力電圧が負電圧になると出力電流は4 mAから減り始め約0 mAまで変化します。

5-3-1 仕様

出力電流範囲：約0~20 mA以上

入力電圧：0~10 V

電流：4~20 mA 負荷500 Ω以下

出力抵抗：約5 MΩ

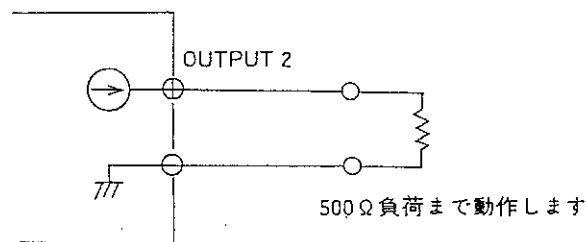


図 28

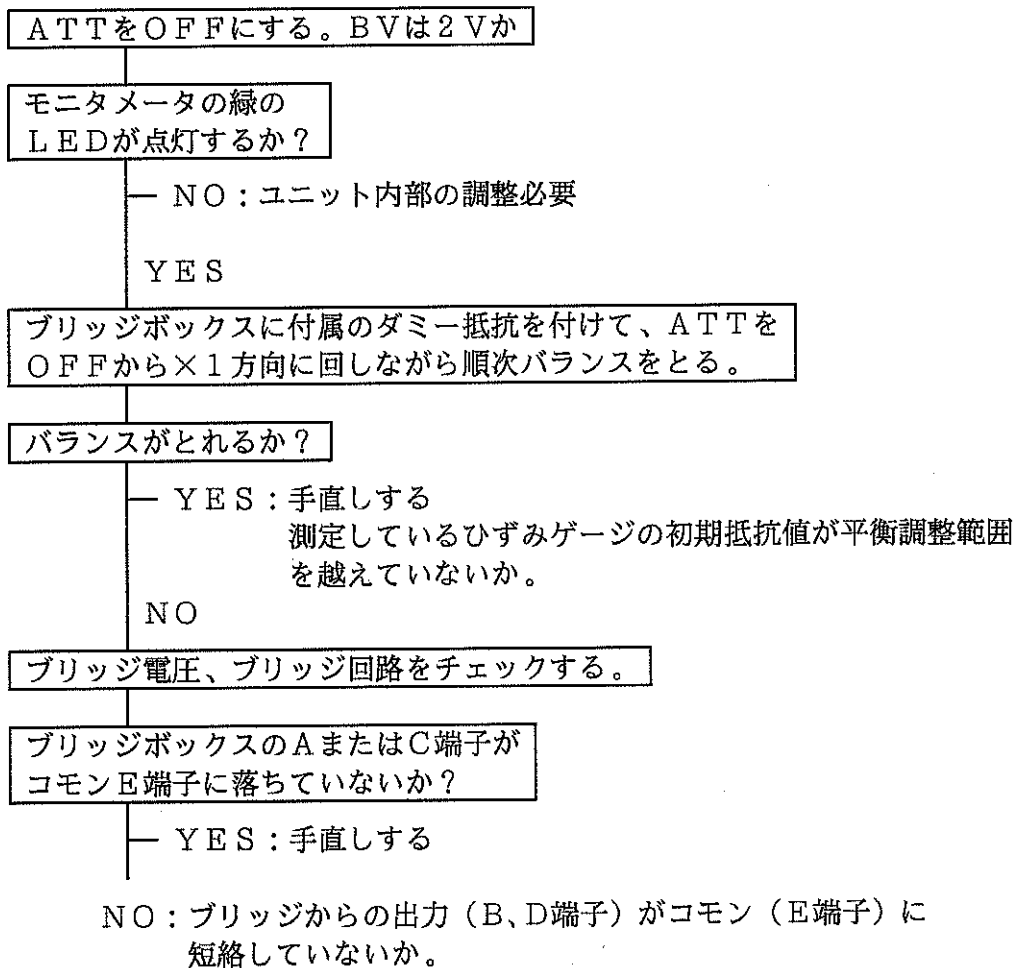
6. 保 守

これからのチェックは、まず電源電圧を確認してから進めて下さい。

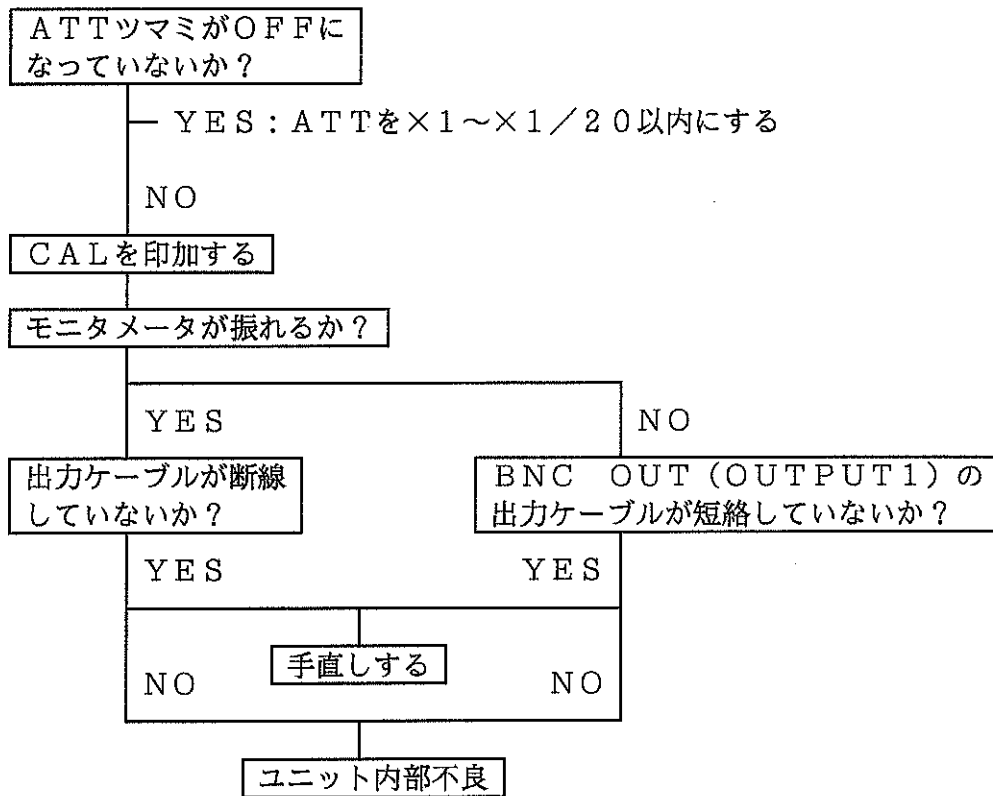
使用電源電圧範囲

直流電圧	10.5~15V
交流電圧	85~110V 50,60Hz

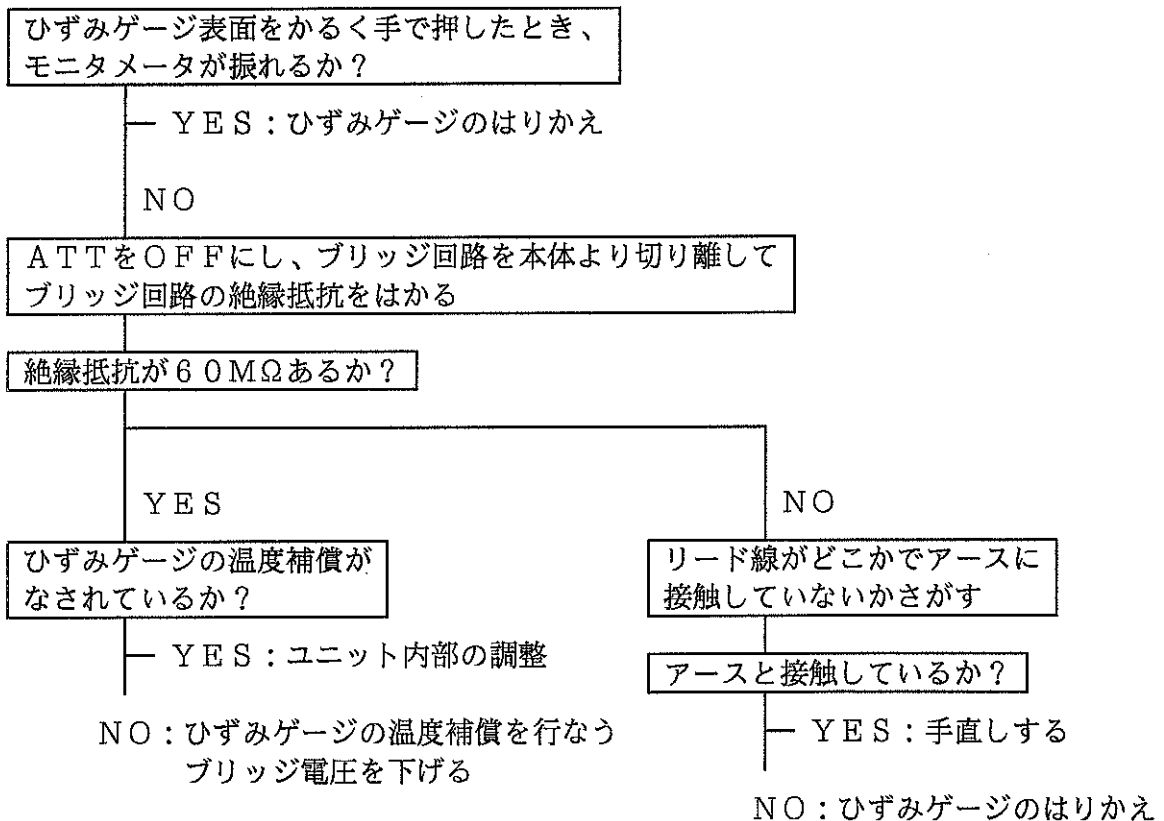
症状1 バランスがとれない



症状2 出力が出ない



症状3 バランスがとれたが、時間と共に零点が移動する



7.仕様

ひずみ測定器としての仕様

- | | |
|----------------------------|---|
| 1. チャンネル数 | 1チャンネル/ユニット (電源内蔵) |
| 2. 適用ゲージ抵抗 | 60Ω~1kΩ |
| 3. 設定ゲージ率 | 2.00 |
| 4. ブリッジ電源 | 直流電圧 2、3、5、10、12V 精度 ±0.1%以内
リモートセンス回路付 (0.5mm ² 6芯ケーブルにて約600mまで) |
| 5. 平衡調整方式 | AS2101 : 抵抗分手動バランス
AS2102、AS2103 : 抵抗分自動バランス
(ハックアップ、フルチャージ時常温にて約1ヶ月) |
| 6. 平衡調整範囲 | 抵抗値偏差 ±約2% (±約10000×10 ⁻⁶ ひずみ) |
| 7. 自動平衡精度・時間 | AS2102、AS2103 : ±5×10 ⁻⁶ ひずみ入力換算値以内、0.1秒以内
(ATT=1、VAR最小、BV=2V) |
| 8. 電圧感度 | 100×10 ⁻⁶ ひずみ入力にて0.5V以上 (ATT=1、VAR最大、BV=2V) |
| 9. 減衰器 (ATT) | OFF、1/20、1/10、1/5、1/2、1
微調整 ×1~×約2.5 |
| 10. 内部校正器 | ±1~±9999×10 ⁻⁶ ひずみ 精度 ±0.2%/FS以内
(エト背面より内部校正量、微調整可能) |
| 11. 非直線性 | ±0.01%/FS以内 |
| 12. 周波数特性 | DC~200kHz +1dB、-3dB |
| 13. ローパスフィルタ | 3ポールベッセル型、DC~10、100、1k、10kHz |
| 14. 安定度 | ATT=1、VAR最小、BV=2Vにて
零点 ±1×10 ⁻⁶ ひずみ/°C以内
±5×10 ⁻⁶ ひずみ/24h以内
±0.25%/FS/電源変化±10%以内
感度 ±0.01%/°C以内、±0.05%/24h以内
±0.01%/電源変化±10%以内 |
| 15. 雑音 | 60×10 ⁻⁶ ひずみp-p入力換算 (W/B、ATT=1、VAR最小、BV=2V)
15×10 ⁻⁶ ひずみp-p入力換算 (DC~10kHz、同上)
但し、帯域内雑音 |
| 16. 出力 | 最大出力 ±10V以上
電圧電流 OUTPUT1 ±10V ±5mA
OUTPUT2 ±10V ±30mA
(単独に×1~×1/5まで可変)
出力抵抗 0.5Ω以下
容量負荷 0.1μFまで動作 |
| 17. 出力モニター | 17ドットLED表示 約±10.5V以上で両端のLED点滅 |
| 18. 出力デジタル表示
(AS2103のみ) | 3 1/2 デジタル表示 (OUTPUT2 ADJにてスケーリング表示可能)
確度 : 読取り値±0.05%±1カウント以内
安定度 : ±0.005%FS/°C以内
変換回数 : 約4回/秒 |
| 19. 耐振性 | 3G (29.4m/s ²) (3000rpm、0.6mm) |
| 20. 絶縁抵抗 | DC500Vカテ-で100MΩ以上 (入力各端子(A、B、C、D、E)とケース間) |
| 21. 耐電圧 | 入力各端子(A、B、C、D、E)とケース間 AC250V 1分間
AC電源入力と入出力、ケース間 AC1kV 1分間 |
| 22. 電源 | AC100V (85V~110V) 50、60Hz 約8VA
DC12V (10.5V~15V) 約0.4A |
| 23. 使用温度・湿度範囲 | -10~+50°C、20~85%RH以内 (結露を除く) |
| 24. 外形寸法・質量 | 約143 (H) × 50 (W) × 254 (D) mm (但し突起物含まず)
約1.2kg (AS2103形 : 約1.3kg) |
- (注) 特に注記なき場合 120Ωゲージ使用時の特性

直流増幅器としての仕様

1. チャンネル数	1チャンネル/ユニット (電源内蔵)
2. 入力	差動入力、入出力直結形増幅器 入力インピーダンス 約 $5\text{M}\Omega$ +約 $5\text{M}\Omega$ (直流にて)
3. 利得 (ATT表示)	OFF、 $\times 100$ (1/20)、 $\times 200$ (1/10)、 $\times 400$ (1/5)、 $\times 1000$ (1/2)、 $\times 2000$ (1) 精度 $\pm 0.1\%$ /FS以内 安定度 $\pm 0.01\%$ / $^{\circ}\text{C}$ 微調整 $\times 1 \sim \times$ 約2.5
4. 非直線性	$\pm 0.01\%$ /FS以内
5. 周波数特性	DC $\sim 200\text{kHz}$ +1dB、-3dB
6. ローパスフィルタ	3ポールベッセル型、DC ~ 10 、100、1k、10kHz
7. 同相分弁別比(CMRR)	1k Ω 平衡入力において 80dB (50、60Hz)
8. 最大許容入力電圧	$\pm 15\text{VDC}$ またはACピーク
9. 同相許容入力電圧	$\pm 7\text{VDC}$ またはACピーク
10. 零ドリフト	入力換算 $\pm 1\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ 以内 (ATT=1、VAR最小、BV=2V)
11. 雑音	60 $\mu\text{Vp-p}$ 入力換算 (W/B、ATT=1、VAR最小、BV=2V) 15 $\mu\text{Vp-p}$ 入力換算 (DC $\sim 10\text{kHz}$ 、同上) 但し、帯域内雑音
12. 零調整範囲	約 $\pm 10\text{mV}$ 入力換算 (BV=2V)
13. 内部校正器	$\pm 1 \sim \pm 9999\mu\text{V}$ (BV=2V) 精度 $\pm 0.2\%$ /FS以内
14. 出力	最大出力 $\pm 10\text{V}$ 以上 電圧電流 OUTPUT 1 $\pm 10\text{V}$ $\pm 5\text{mA}$ OUTPUT 2 $\pm 10\text{V}$ $\pm 30\text{mA}$ (単独に $\times 1 \sim \times 1/5$ まで可変) 出力抵抗 0.5 Ω 以下 容量負荷 0.1 μF まで動作

※特に記載なき項目についてはひずみ測定器としての仕様に準じる

8. 資料編

デジタル出力表示について (AS2103形のみ)

1) 物理量 (スケール) 表示について

本器のデジタル出力表示は、OUTPUT 2 の出力をモニタしておりますので、出力電圧が +10V のとき [10.00]、-10V のとき [-10.00] と表示します。

OUTPUT 2 は OUTPUT ADJ により 10V の出力を 2V 以下にまで絞ることが出来ます。この機能を利用して出力電圧の表示をそのまま物理量として読み取る簡易的な指示計として使用することができます。

例として、定格容量 2 [t]、定格出力 1.5mV/V (3000×10⁻⁶ひずみ) の荷重変換器を使用する場合について述べます。

①変換器を接続後、無負荷にてオートバランスを取る。

②OUTPUT 2 ADJ を右一杯の位置にしておく

③+3000×10⁻⁶ひずみの校正値を入力し、デジタル出力表示にて [10.00] と表示するように、ATT、VAR を調整する。

以上の操作で、定格容量 2 [t] にて 10V を出力するとともに [10.00] と表示します。

④OUTPUT 2 ADJ を左 (反時計) 方向へまわし、表示を [2.00] とする。これにより、定格容量 2 [t] にて OUTPUT 1 の出力は +10V、OUTPUT 2 の出力は +2V となり、[2.00] と表示されます。

注) OUTPUT 2 ADJ を右一杯のまま、ATT と VAR により出力値を 2V に調整しても [2.00] と表示させることは出来ますが、出力での S/N が悪くなり分解能が低下します。

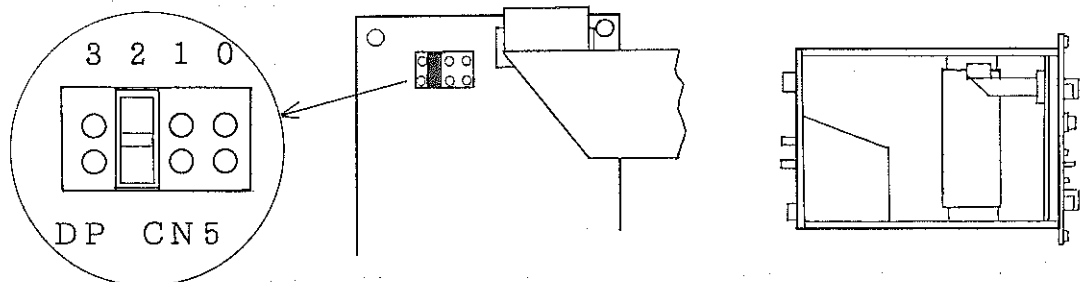
2) デシマルポイントの移動について

上記の例で定格出力が 20 [t] となった場合、デシマルポイントの変更により [20.0] と表示させることが出来ます。以下に、デシマルポイントの変更方法を述べます。

①まず、電源を OFF にして、ユニット前面から見て左側の側面板を止めている上下 2 個のねじを取ります。

②次に、側面板を取り外しますが側面板と表示部とを結ぶ配線がコネクタ結線されていますので気を付けて取り外して下さい。

③手前側に取り付けられている基板上の左上に、デシマルポイント変更用のコネクタ CN5 があります。



④コネクタのすぐ上方の「3、2、1、0」は 10 を底にしたときの指数を表わしています。このジャンパソケットの位置を変えることにより、デシマルポイントは次のように変更できます。

0	.....	10 ⁰	.....	[ 1000]
1	.....	10 ¹	.....	[100.0]
2	.....	10 ²	.....	[10.00]
3	.....	10 ³	.....	[1.000]

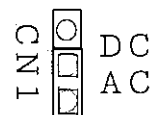
3) 交流電圧表示について

先ほどの基板、中央付近にある CN1 のジャンパソケットを DC 側から AC 側へ差替えると交流電圧値の表示に切り換えることが出来ます。

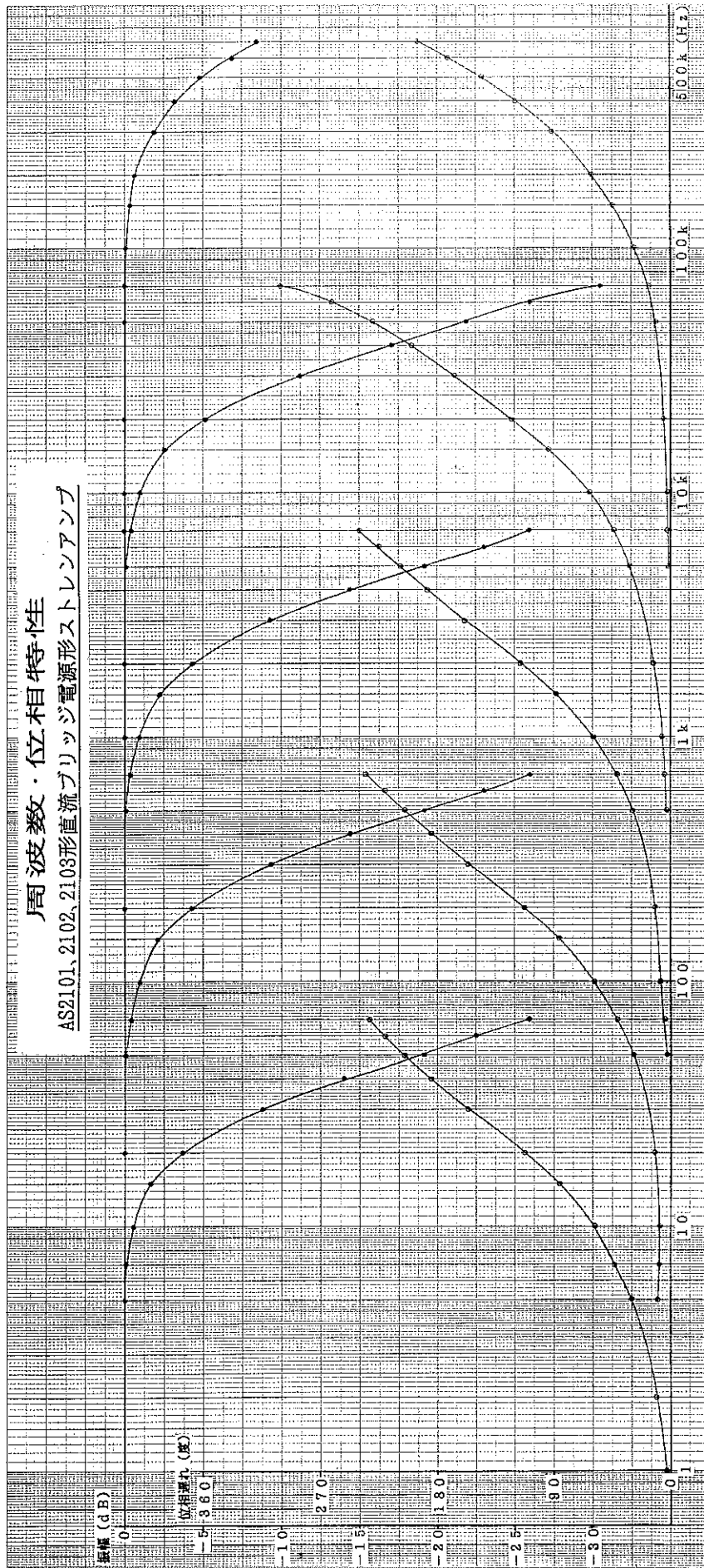
表示される値は、正弦波での平均値を実効値に換算した値です。

100Hz の正弦波信号で調整されていますので 30Hz 以下や 50kHz 以上の信号に対しては表示部での誤差が大きくなります (約 0.5%/FS)。

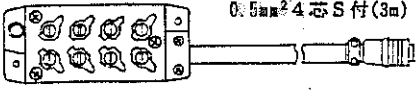
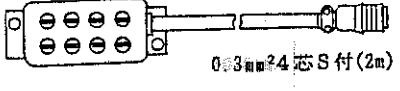
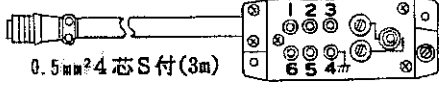
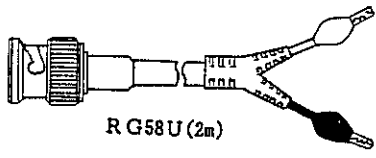
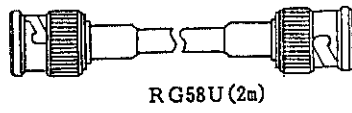
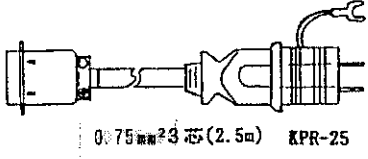
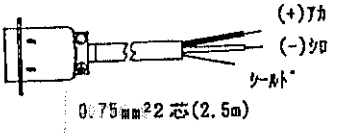
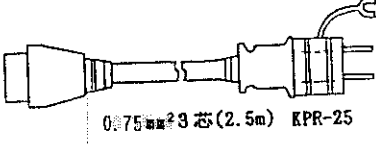
振動波形の振幅測定などに利用できます。

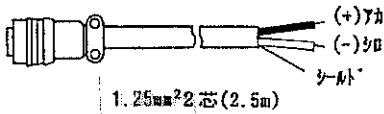
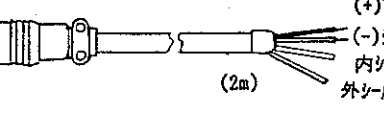
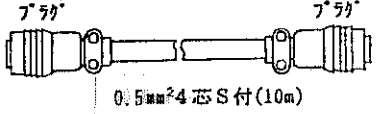
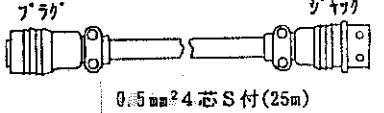
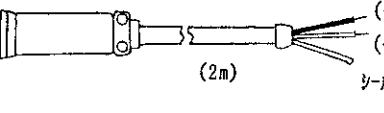


周波数・位相特性
AS2101, 2102, 2103形直流ブリッジ電源形ストレンアンプ

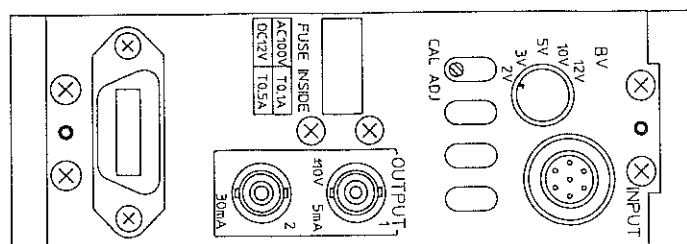
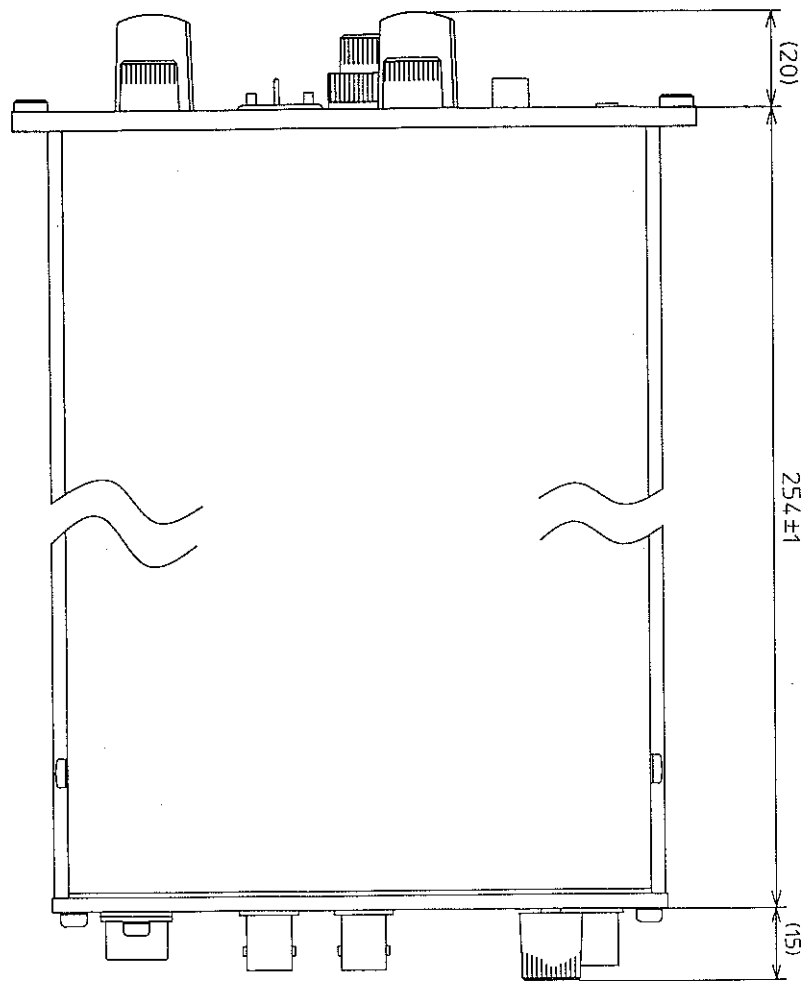
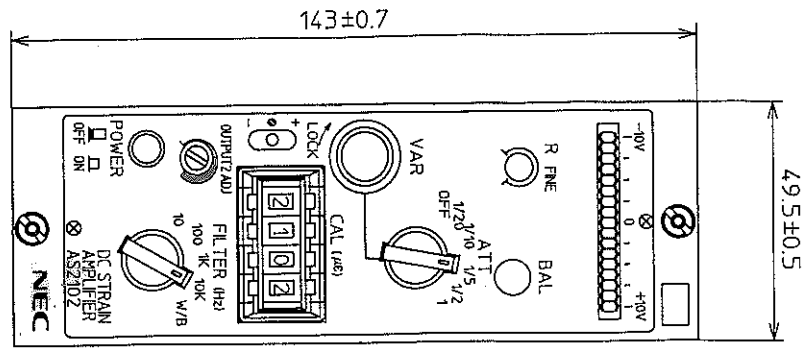


ケーブル類一覧表

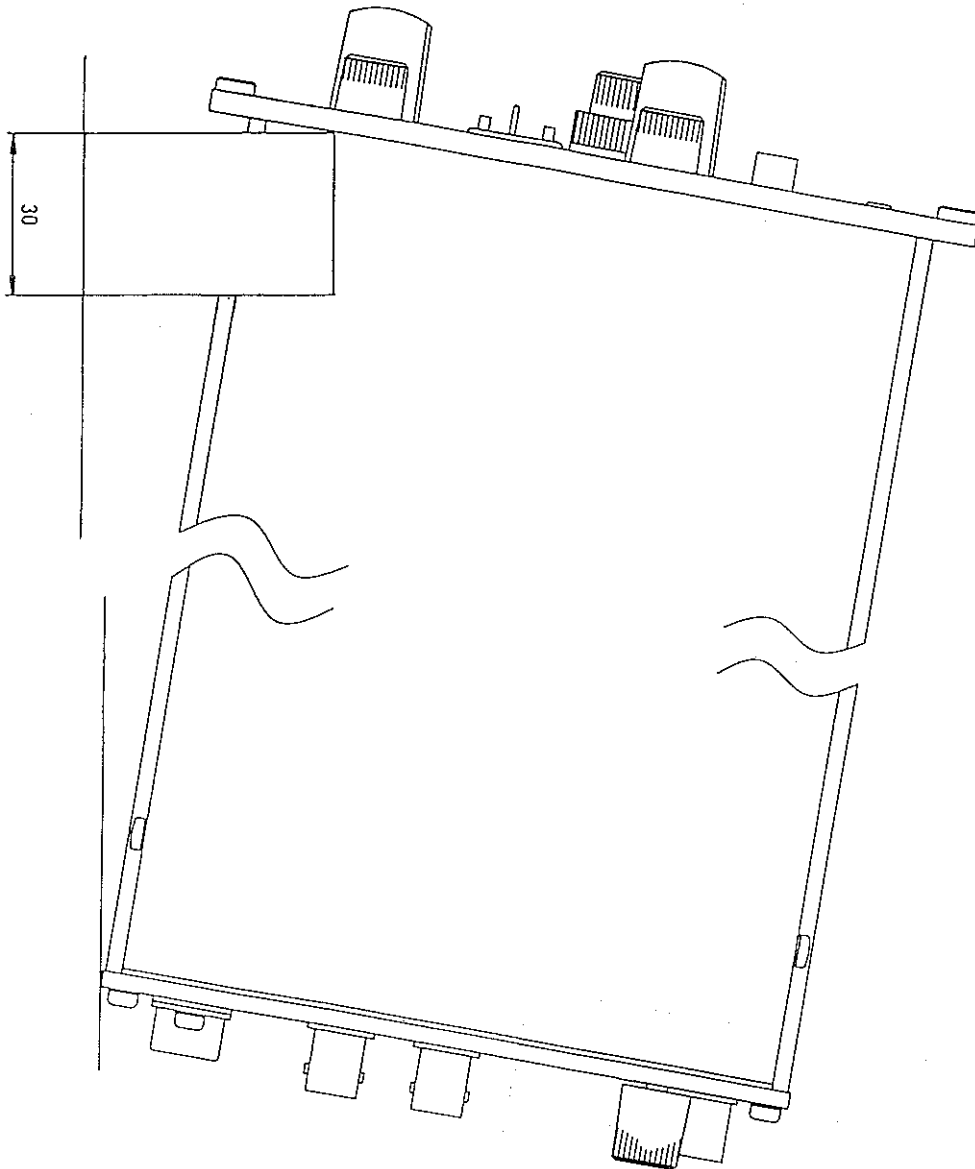
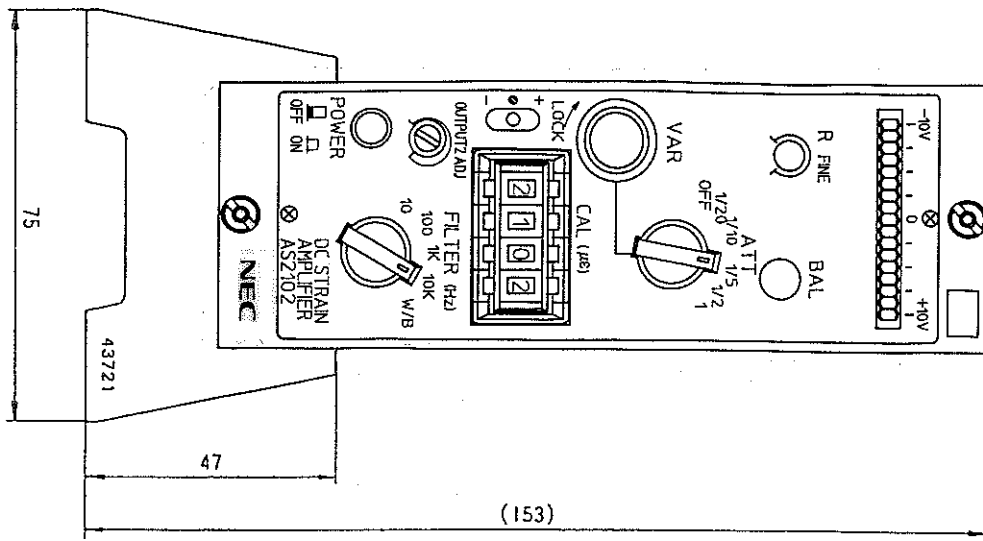
ケーブルの名称	形 状	ピン配置	使用コネクタ	備考
ブリッジボックス 形式 5370(120Ω) 5373(350Ω)		A...+BV B...-入力 C...-BV D...+入力 E...接地	多治見無線 PRC03-12A10- 7M10.5	オプション
ミニブリッジボックス 形式 5379(120Ω) 5380(350Ω)		A...+BV B...-入力 C...-BV D...+入力 E...接地	多治見無線 PRC03-12A10- 7M10.5	オプション
豊田工機製変換器 用ブリッジボックス 形式 5372			多治見無線 PRC03-12A10- 7M10.5	オプション
出力ケーブル 形式 0311-2057 (黒モールド) 形式 0311-5084 (赤モールド)		赤...+出力 (BNC心線) 黒...コモン	DDK BNC-P-58U-CR10	オプション
出力ケーブル 形式 47226			DDK BNC-P-58U-CR10	オプション
ユニット用 電源ケーブル (AC 100V) 形式 47418		1...AC 8...AC 3...アース	DDK 57-30140 アダプタ KPR-25	オプション
ユニット用 電源ケーブル (DC 12V) 形式 47227		(+)7カ (-)9カ 接地	DDK 57-30140	オプション
ケース用 電源ケーブル (AC 100V) 形式 47326			(仕) 0311-2030 アダプタ KPR-25	オプション

ケーブルの名称	形 状	ピン配置	使用コネクタ	備考
ケース用 電源ケーブル (DC 12V) 形式 47229	 1.25mm ² 2芯(2.5m)	A…DC(+) B…DC(-)	多治見無線 PRC03-12A10- 2M10.5	オプション
直流入力ケーブル 形式 47228	 (2m)	アカ…+入力 クロ…-入力 内シールド… …シールド 外シールド…コモン	多治見無線 PRC03-12A10- 7M10.5	オプション
中継ケーブル 形式 47230	 0.5mm ² 4芯S付(10m)	A…+BV B…-入力 C…-BV D…+入力 E…シールド	多治見無線 PRC03-12A10- 7M10.5	オプション
延長ケーブル 形式 47231	 0.5mm ² 4芯S付(25m)	A…+BV B…-入力 C…-BV D…+入力 E…シールド	多治見無線 PRC03-12A10- 7M10.5 PRC03-32A10- 7F10.5	オプション
入力アッテネータ プローブ (1/100) 形式 47332	 (2m)	アカ…+入力 クロ…-入力 シールド…コモン		オプション

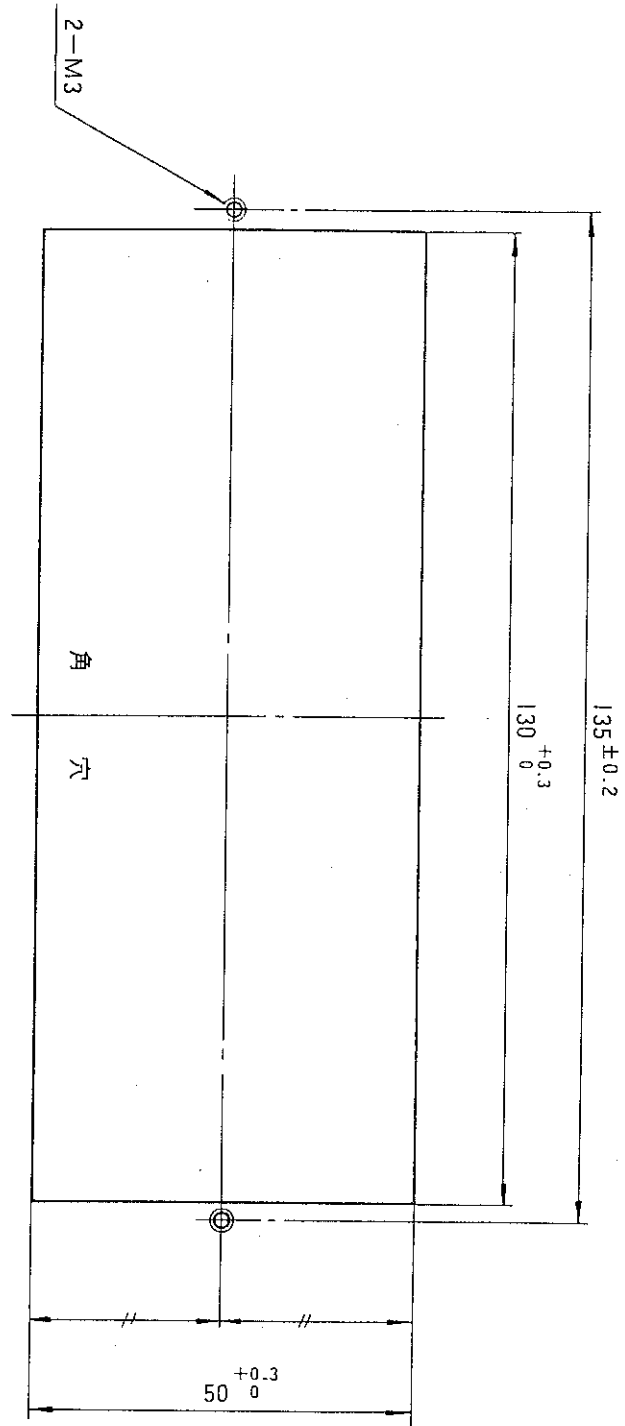
外形寸法
1. ユニット単体



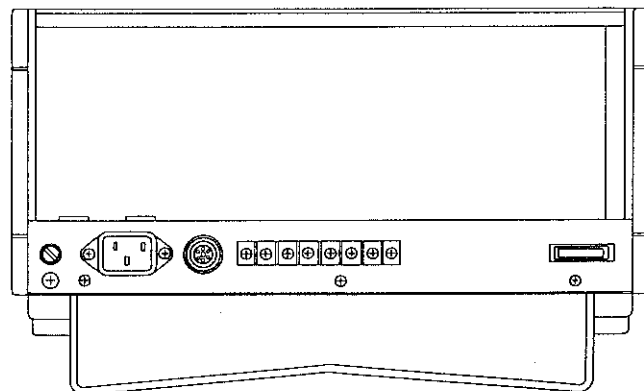
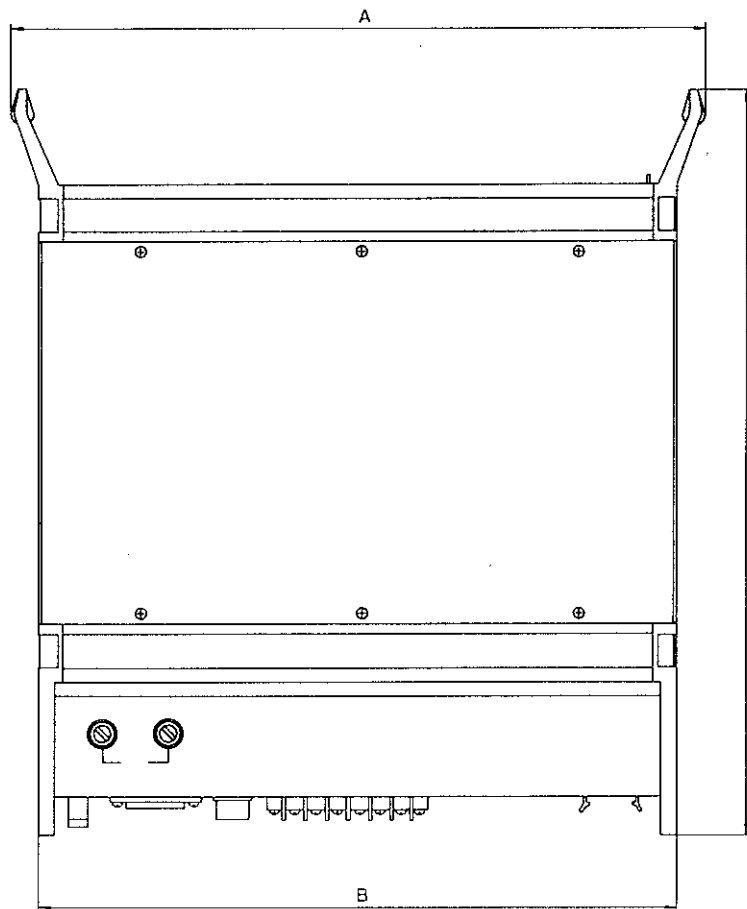
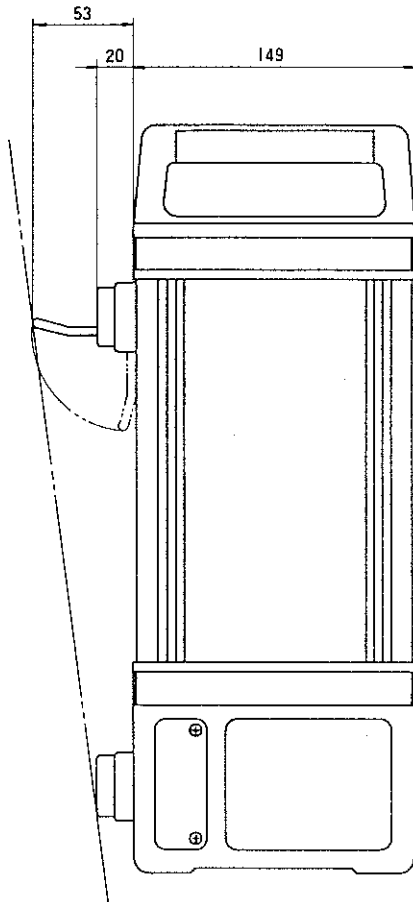
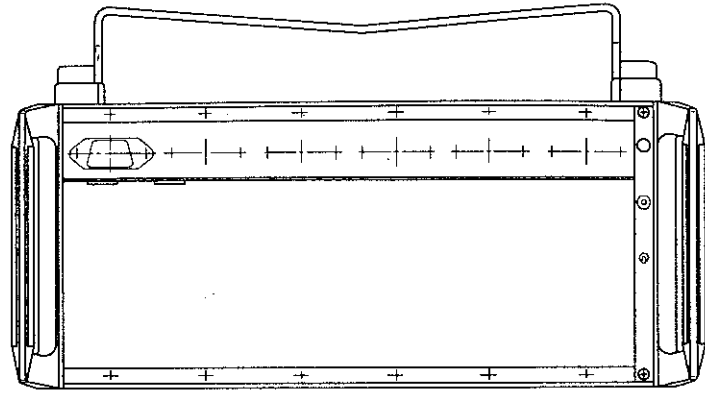
2. ユニット台 (43721形)



3. パネルカット寸法

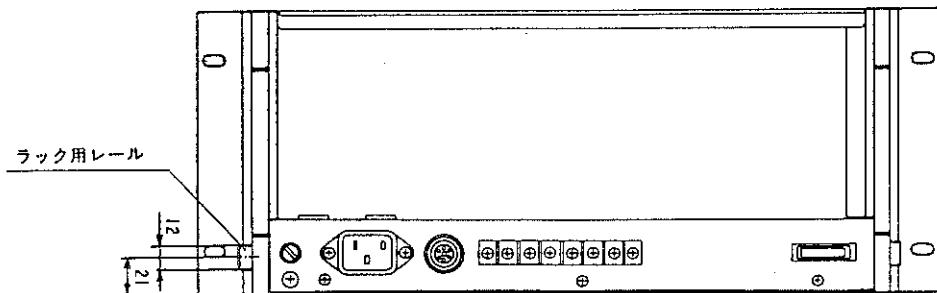
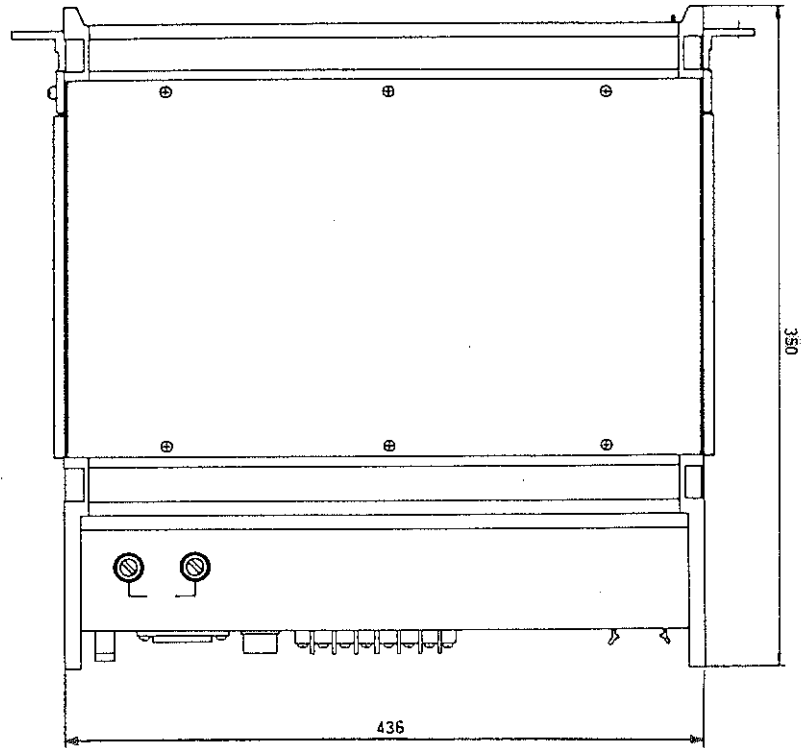
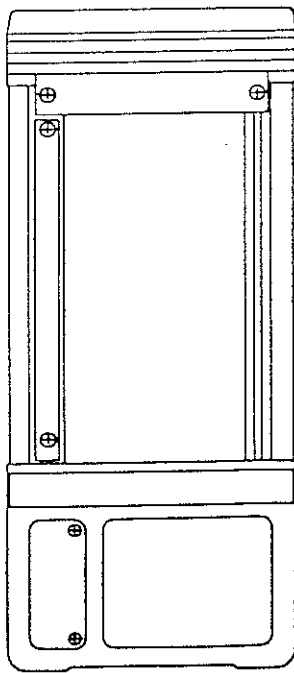
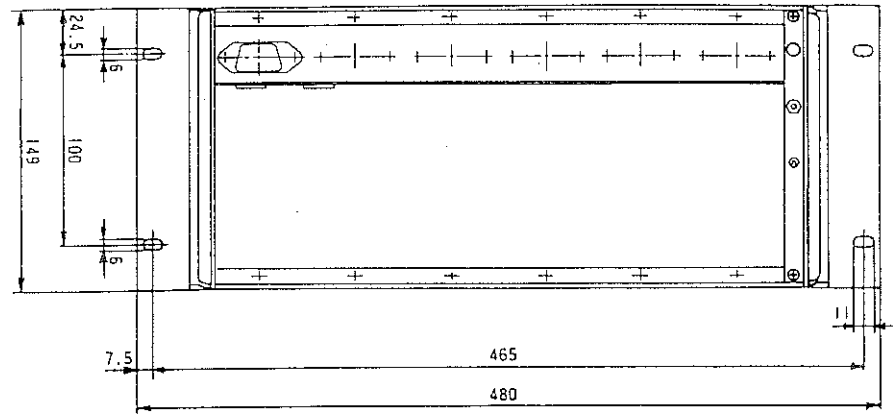


4. ベンチトップケース (7796、7904、7797、7798形)

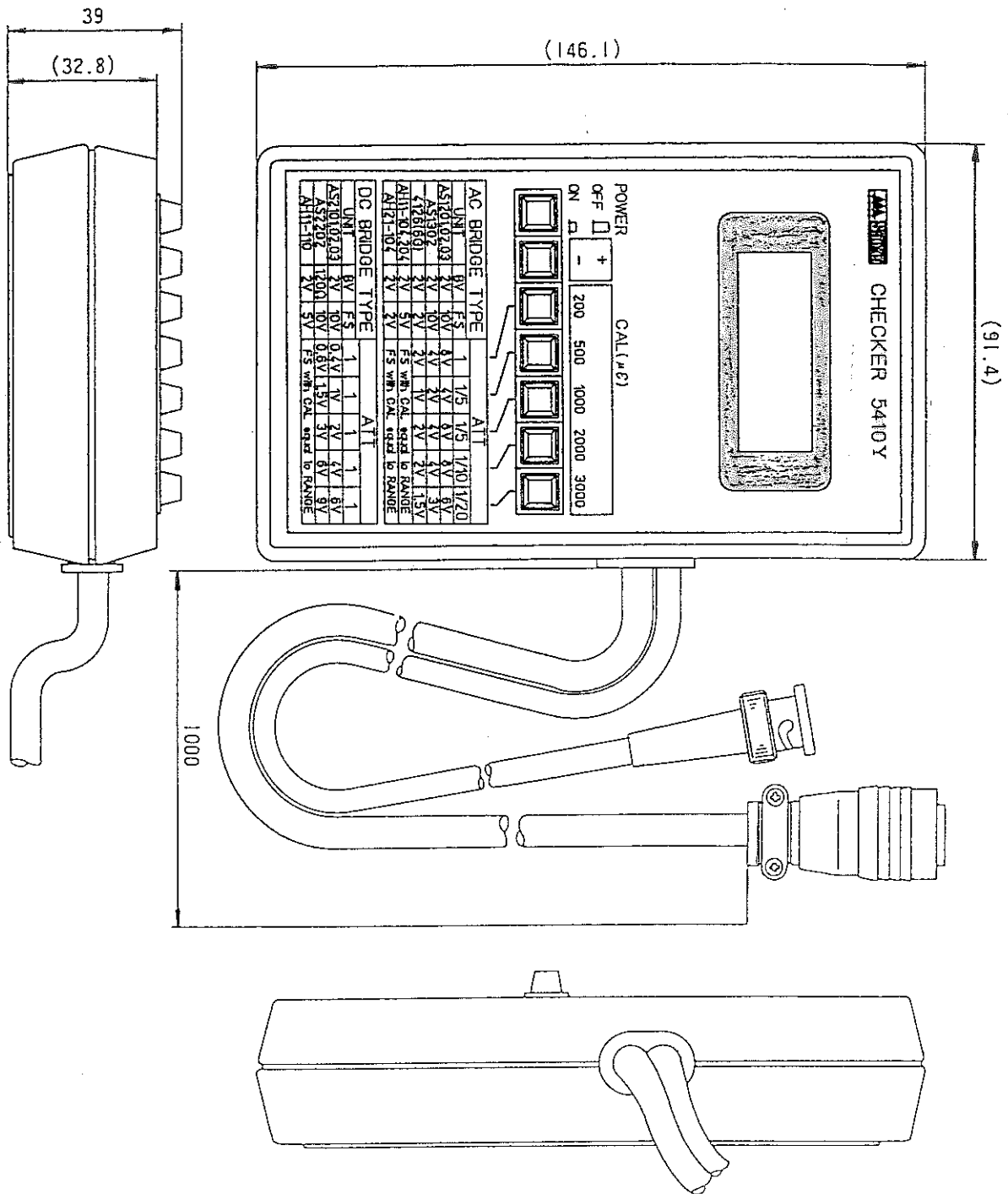


形式	幅	A	B
3チャンネルベンチトップケース 7796		212.6	186
4チャンネルベンチトップケース 7904		262.6	236
6チャンネルベンチトップケース 7797		362.6	336
8チャンネルベンチトップケース 7798		462.6	436

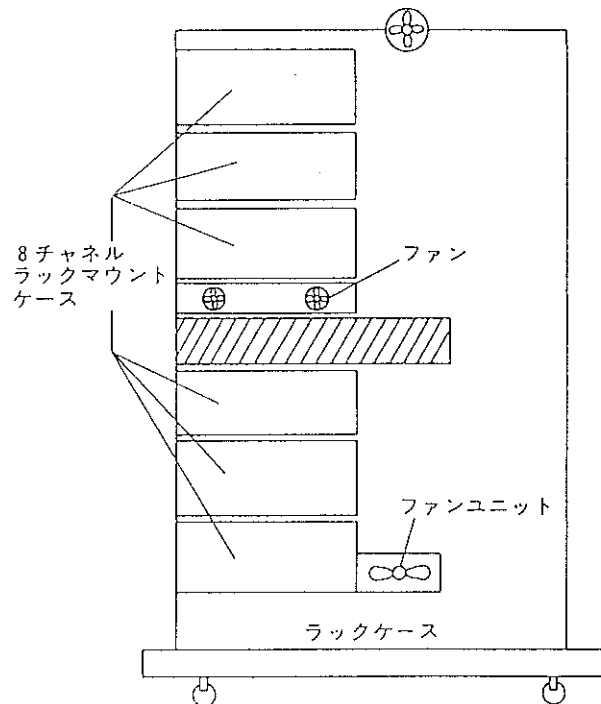
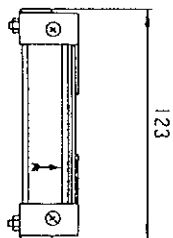
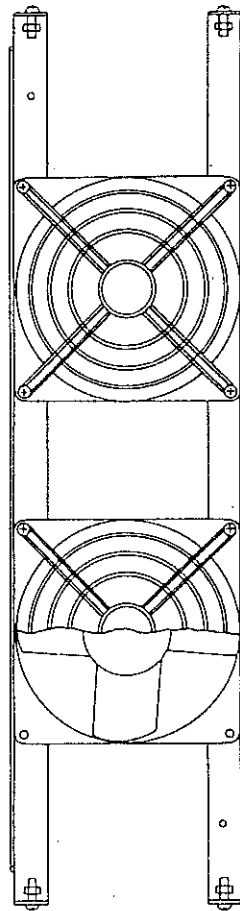
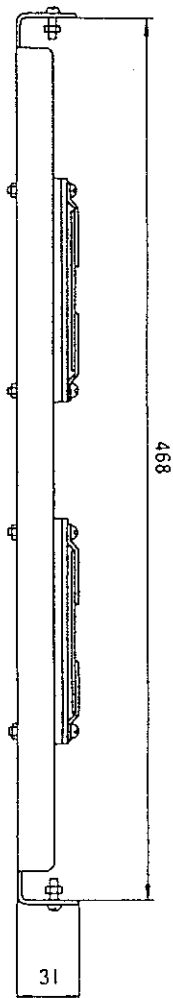
5.8CHラックマウントケース (7799形)



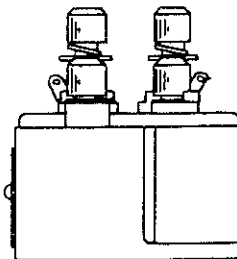
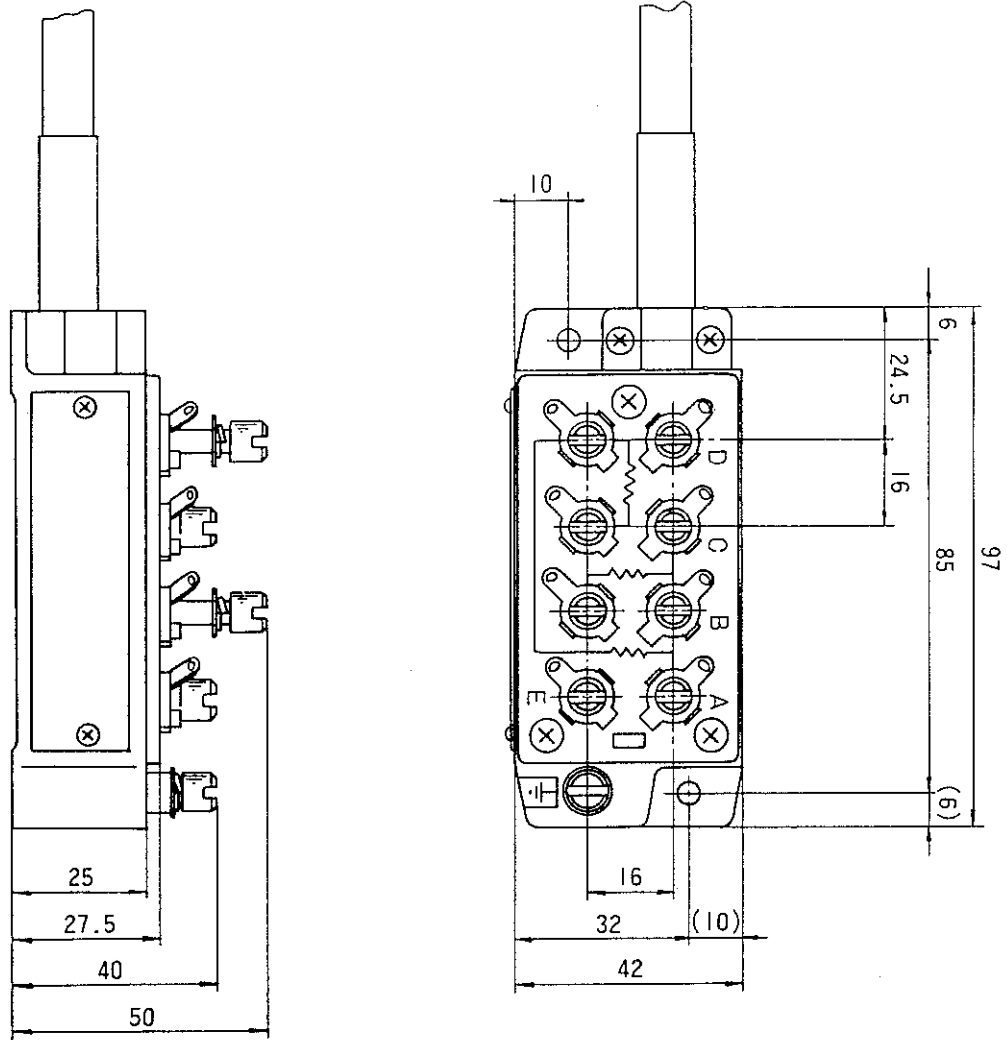
6. チェッカー (5410Y形)



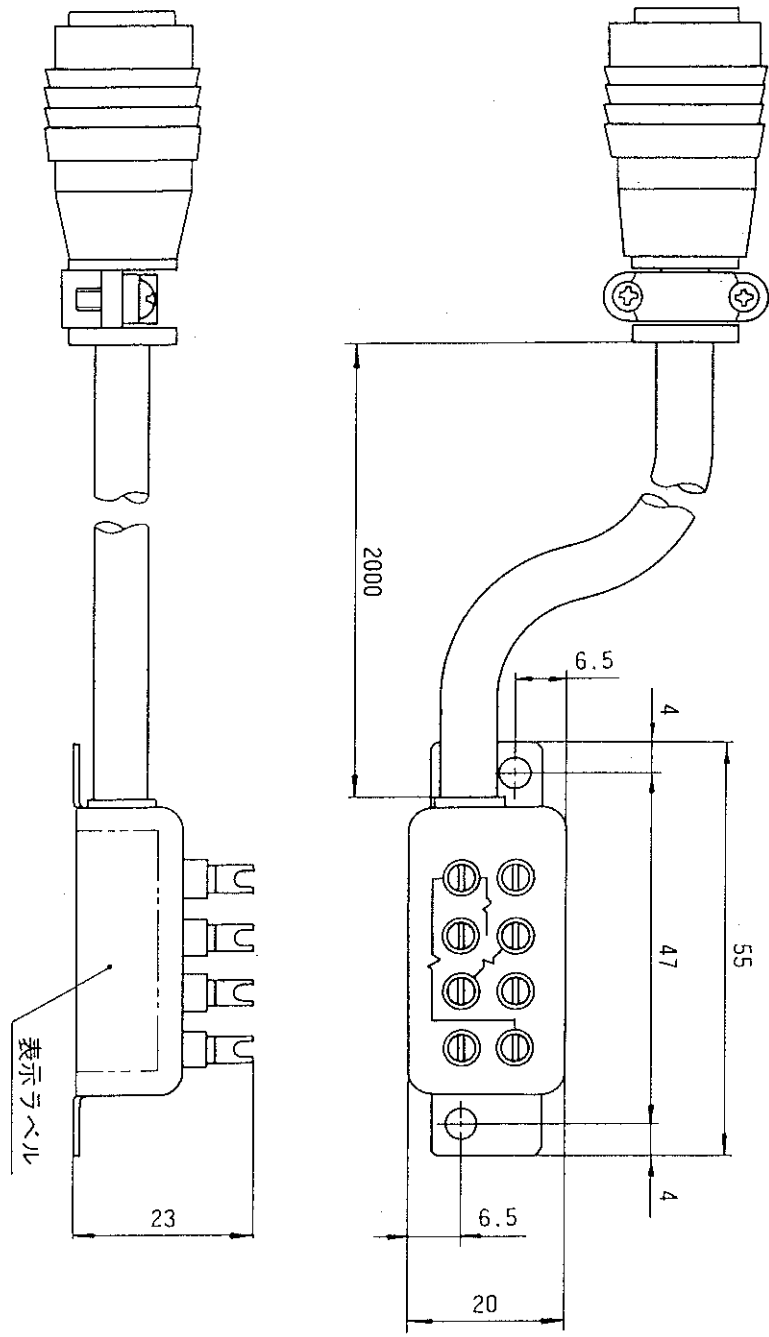
7. ファンユニット (43527形)



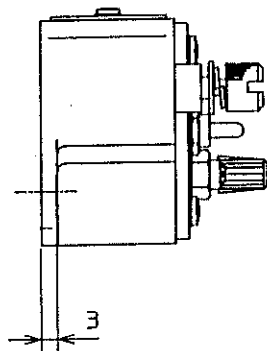
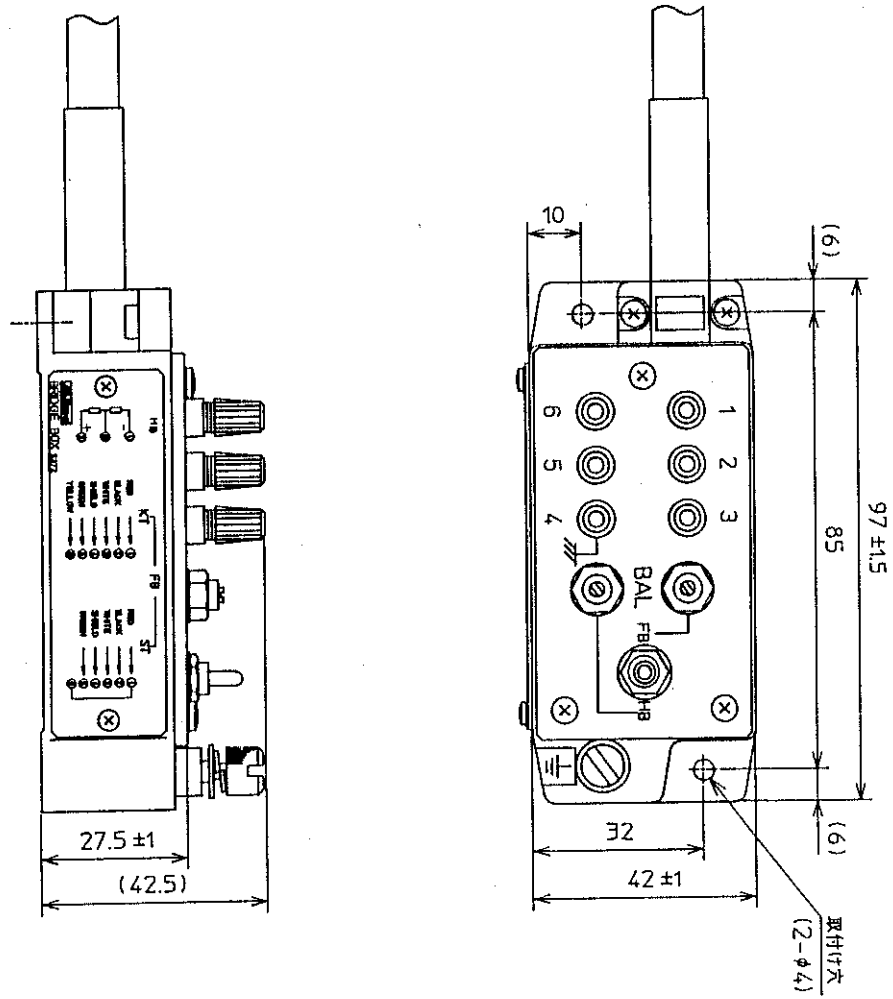
8. ブリッジボックス (5370、5373形)



9. ミニブリッジボックス (5379、5380形)



10. 豊田工機製変換器用ブリッジボックス (5372形)



- (1) 本書の内容の全部または、一部を無断で転載することは固くお断りいたします。
(2) 本書の内容に関しては、将来予告なしに変更する事があります。

動ひずみ測定器
AS2101、02、03 取扱説明書
5691-1475
1991年 10月初版発行
発行 NEC三栄株式会社

1995年 1月第3版
1995年 7月第4版
1996年 7月第5版

NEC NEC三栄株式会社

本社：東京都小平市天神町
技術センター：東京都小平市大沼町

