

実 技 編

実技課題(1) 光ファイバー結合レーザ干渉測長器

光ファイバーを用いてレーザ光源と干渉計を結合することによって小型化を実現したレーザ干渉計システムについて取扱いを習得する。

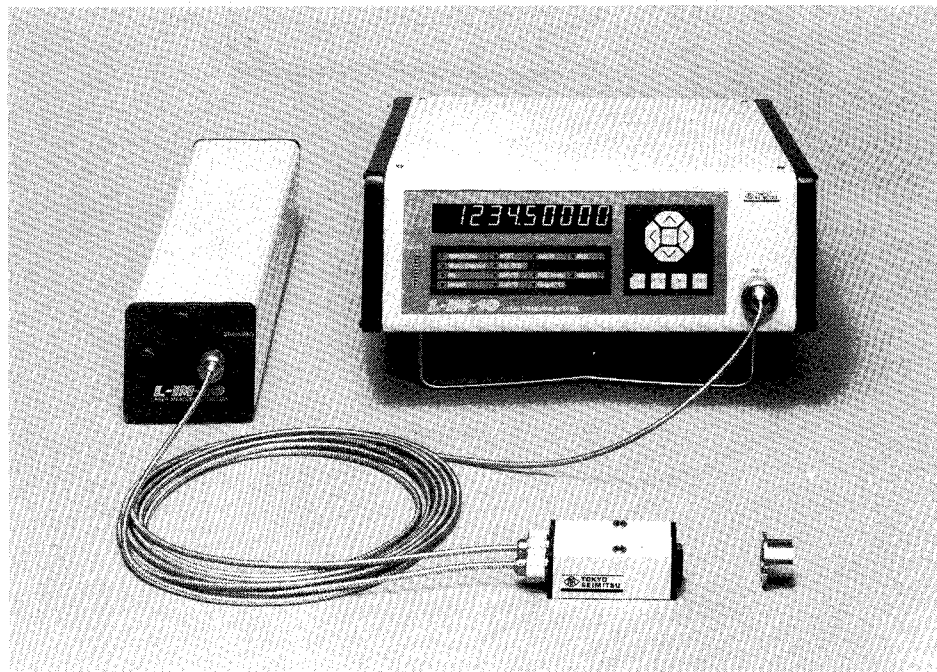


図 1-1

1. 構成

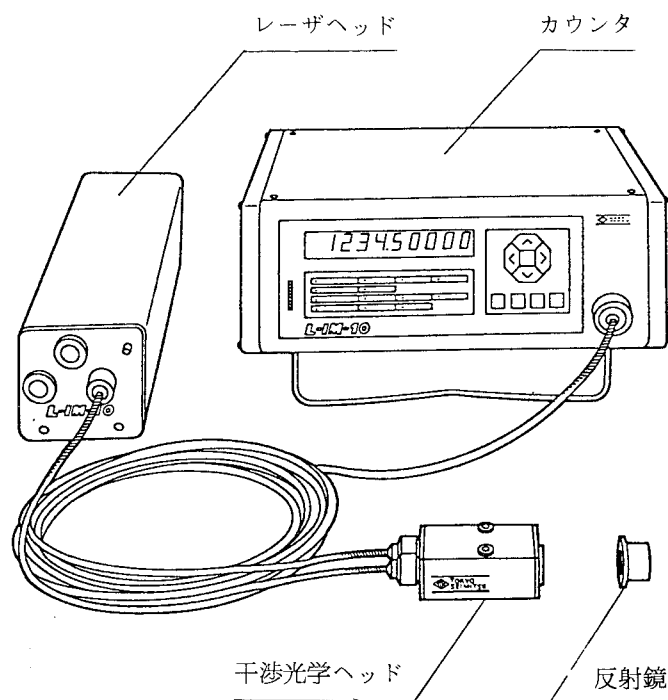


図1-2 全体構成

2. 仕様

1	光源	周波数安定化He-Neレーザー 出力 1 mW
2	分解能	0.01 μ m
3	測定精度	± 0.1 ppm
4	測定範囲	0 ~ 10m
5	応答速度	400mm/s
6	出力信号	バイナリーパラレル
7	動作温度	10~40 $^{\circ}$ C (但し電源投入時より $\pm 10^{\circ}$ C以上の変化がないこと)
8	動作湿度	10~90% (但し結露がないこと)
9	干渉計寸法 (W×D×H)	45×89×30mm
10	光ファイバー長	3 m (5 m、10m)

3. 各部の名称

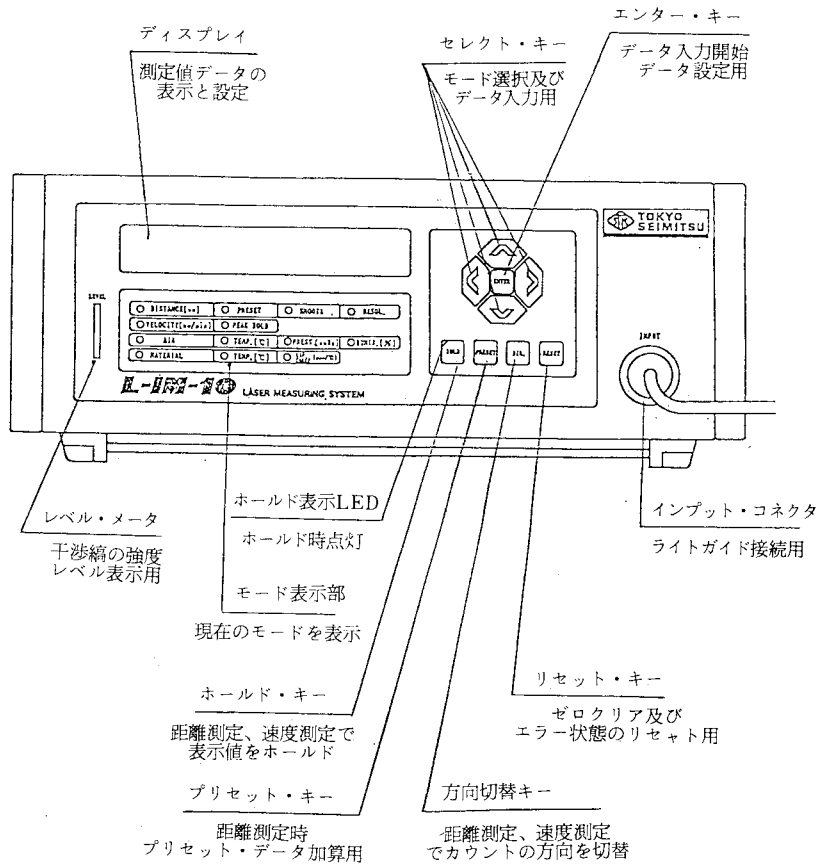


図 1-3

<input type="radio"/> DISTANCE(mm)	<input type="radio"/> PRESET	<input type="radio"/> SMOOTH	<input type="radio"/> RESOL.
<input type="radio"/> VELOCITY(mm/min)	<input type="radio"/> PEAK HOLD		
<input type="radio"/> AIR	<input type="radio"/> TEMP.[°C]	<input type="radio"/> PRESS.(mmHg)	<input type="radio"/> HUMID.(%)
<input type="radio"/> MATERIAL	<input type="radio"/> TEMP.[°C]	<input type="radio"/> EXP. COEFF (ppm/°C)	

メイン・モード表示部

データ設定モード表示部

図 1-4

4. 設置

図1-5の様に干渉光学ヘッド及び調整台を移動ワークになるべく近い場所に設置する。
さらにリフレクターを移動ワークに固定する。
カウンターとレーザーヘッドは測定邪魔にならない場所へ設置。

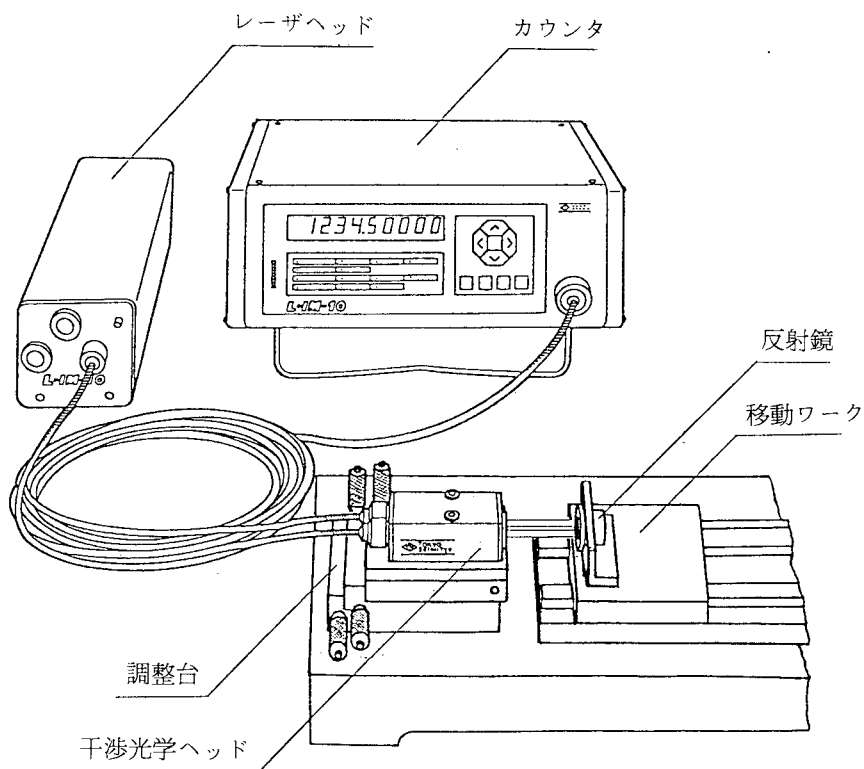


図1-5

5. アライメント

図1-6の様にメジャー・アライメント切替ベゼルを回してターゲット板を出す。

リフレクターから反射されて戻ってきた光がターゲット板の中心に当たる様にし、これが測定する全ストローク内で保たれる様、前述の調整台を調整し、合わせる。ストローク内での「ずれ」はコサインエラーとして測定精度に影響をおよぼす。

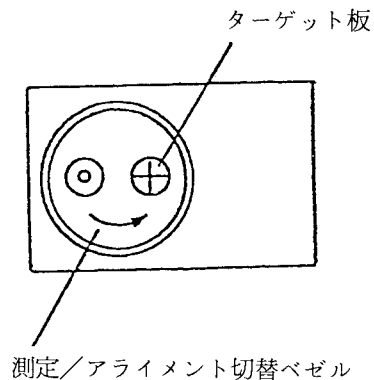


図1-6

6項のコサインエラーの項をよく読み、目標とする測定精度内にコサインエラーを収める必要がある。
 以上が完了したらメジャーアライメント切替ベゼルを回し、ターゲット板をなくす。

そしてレベルメーターが、測定する全ストローク内で緑色に点灯している事を確める。(点灯しない場合、アライメントをやり直す。)

レベルメーターは緑色に点灯している部分が多い程、レベルが高いことを示す。

レベルメーターが点灯しない場合、測定出来ない。

6. コサインエラー

コサインエラーとは、干渉光学ヘッドより出射するレーザー光の光軸と、移動ワークの移動方向とに角度がつき「ずれ」が出ることによる誤差である。

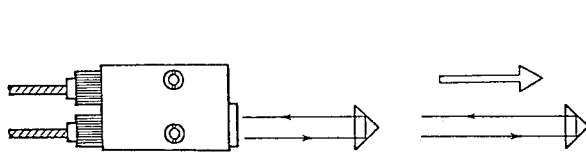


図1-7

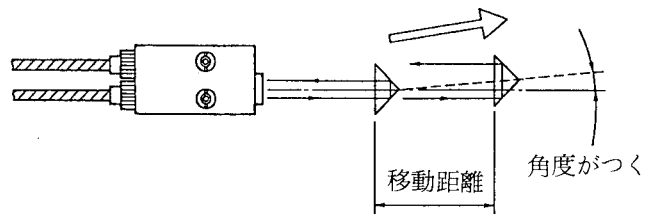


図1-8

図1-8のようにコサインエラーが有るとリフレクターより戻ってまた光のスポットがずれる。

測定精度を上げるにはコサインエラーを減らすことが必要不可欠である。上式を計算し、目標とする精度内にコサインエラーを収める。

図1-9の様にリフレクターの移動距離Lの時にずれ量がP有るとすると、コサインエラーEは次式のように表わされる。

コサインエラー	$E = \frac{P^2}{8L^2}$	(p.p.m.)
エラー量	$EL = \frac{P^2}{8L}$	(mm)

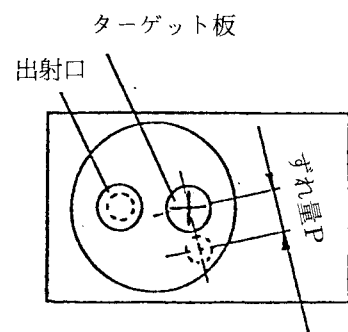


図1-9 干渉光学系前面で見た「ずれ」

7. デッドパスエラー

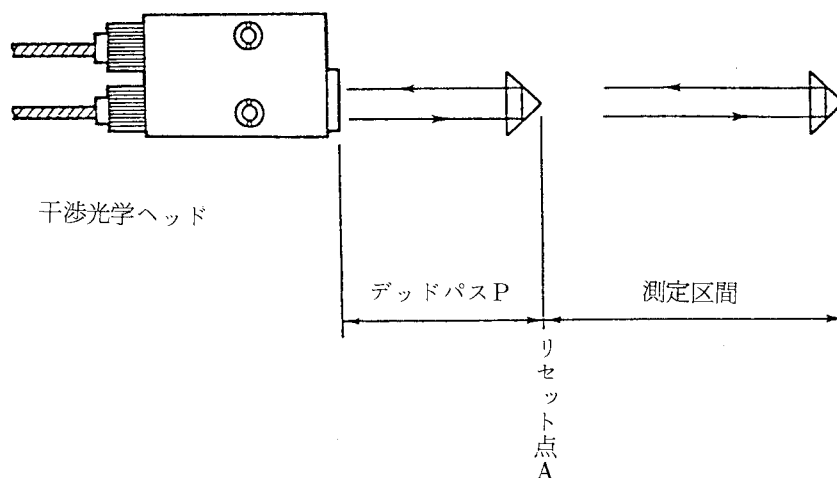


図1-10

図1-10のように測定区間Lを測定する為、点Aでリセットしたとする。このときのデッドパスPは上図のようになる。

デッドパスPが測定にもたらす誤差は、デッドパスP = 1 mのとき、

- 気温 1°C変化につき 1 μ mの誤差
- 気圧 2.5mmHg変化につき 1 μ mの誤差
- 湿度 60%変化につき 1 μ mの誤差

となりデッドパスが長い程、環境変化による誤差が大きくなる。干渉光学ヘッドをなるべく測定区間に近づけて、設置する事が肝要である。

8. 補正

レーザー干渉測長器においては、He-Nc波長安定化レーザーの波長(真空中では $\lambda = 632.8 \dots \text{nm}$)を基準に測定を行う。

空気中におけるレーザーの波長は、気温、気圧、湿度の影響を受けて刻々変化する。

このため、波長を気温、気圧、湿度の変化に合わせて補正する必要が有る。

気温、気圧、湿度がわかれば波長は計算できる。

本器では、気温、気圧、湿度のマニュアル入力(キー入力)にて、波長補正が可能である。

気温、気圧、湿度の変化の激しい場所だと、マニュアル入力による波長補正は困難なので、なるべく気温、気圧、湿度の変化の少ない場所にて測定することが必要である。

カウンター電源投入直後は真空中での波長が入力されている。(また気温、気圧、湿度センサーをつけることにより、自動波長補正も可能である。)

9. 測定

(1) 移動距離測定

① 移動距離の表示

移動距離は距離測定モード (DISTANCE) にて表示する。

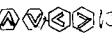
モードカーソル移動キー  により距離測定モードに合わせる。

図1-11のように点Aから点Bへの移動距離を測るとすると点Aにてリセットキーを押し、表示を000.00000にしておき、ワークが移動してB点に来たときに表示を読めば、表示は移動距離Dを表す。

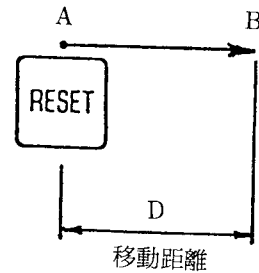


図1-11

(2) 速度測定

① 速度の表示

速度は速度測定モード (VELOCITY) にて表示する。

モードカーソル移動キー  により速度測定モードに合わせる。

ワークの移動速度が表示される。

実技課題(2) 高精度デジタル測長器

モアレ縞を原理とした光電変換により、移動量を検出する測定ヘッドと検出された測定値を最少単位 0.0001mm (0.1 μ m) でデジタル表示する表示ユニットから構成され、被測定物寸法を、広範囲・高精度に測定するもので、その取扱いを習得する。

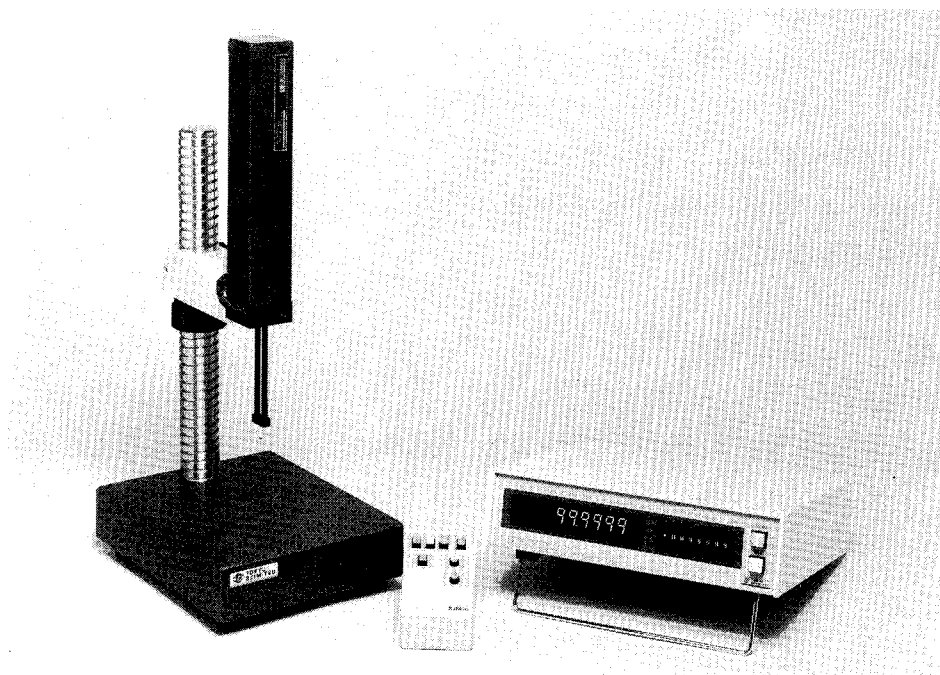


図 2 - 1

1. 構成

- (1) 測定ヘッド (PH-10M)
- (2) 表示ユニット (DH-140)

2. 各部の名称及び機能

- (1) 測定ヘッド 内部に一定ピッチの格子線を持つスケールの移動に応じて正弦波状に変化する電気信号を作り出す光電検出部が組み込まれている。

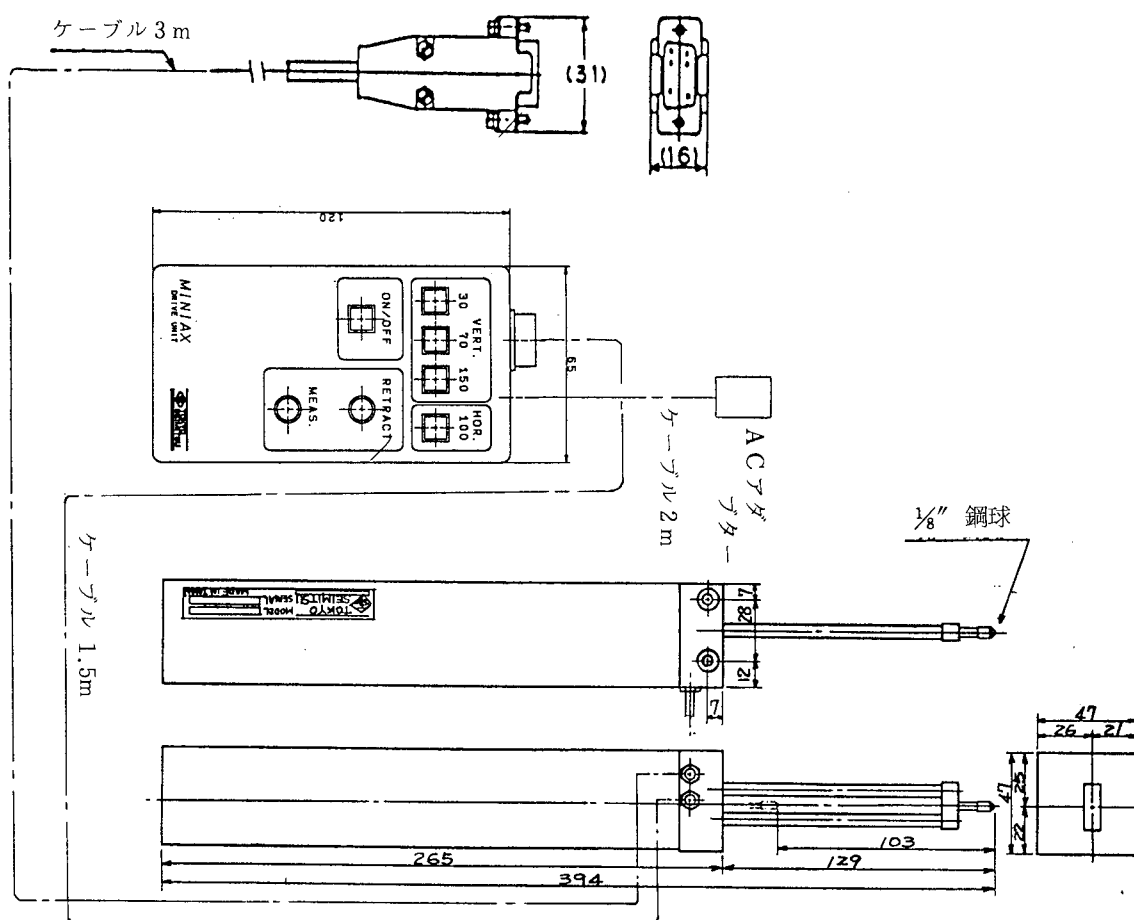


図 2-2 測定ヘッド外観図 (PH-10M)

- | | |
|------------|---------------------------------|
| ① ACアダプタ | AC100Vラインに接続する。コントローラの電源となる。 |
| ② 電源スイッチ | |
| ③ 選択スイッチ30 | 垂直下向きに取付けて、測定力30gfで測定するときに使用する。 |
| ④ 選択スイッチ70 | 垂直下向きに取付けて、測定力70gfで測定するときに使用する。 |

- ⑤ 選択スイッチ150 垂直下向きに取付けて、測定力150gfで測定するとき使用する。
- ⑥ 選択スイッチ100 水平方向に取付けたときに使用し、測定力は100gfである。
- ⑦ MEASスイッチ 押している間、先端子が測定方向に移動する。
- ③ RETRACTスイッチ 押している間、先端子が測定方向に移動する。

測定ヘッド仕様

形 式	PH-10M
測 定 範 囲	0 ~ 100mm
くりかえし精度	0.3 μ m (σ)
指 示 精 度	$\pm 1 \mu$ m (20°C)
ケ ー ブ ル 長 さ	3m (信号ケーブル) 1.5m (コントロールケーブル)
測 定 力	垂直下向き 30/70/150gf一定の3段切替 垂直上向き — 水平方向 100gf一定
取 付 寸 法	取付面 42×20、2- ϕ 5.5ネジ止メ
先 端 子	1/8鋼球
仕 様 温 度 範 囲	0°C ~ 40°C (保存温度-20°C ~ 70°C)
重 量 (ケーブル・コネクタ除く)	1.5kg

- (2) 表示ユニット 測定ヘッドからの信号はケーブルを通して表示ユニットに送られる。
測定ヘッドから送られてきた一定周期の信号を0.1 μ mごとのパルス信号に変換し、これを計数して表示管に表示する。

前面パネル

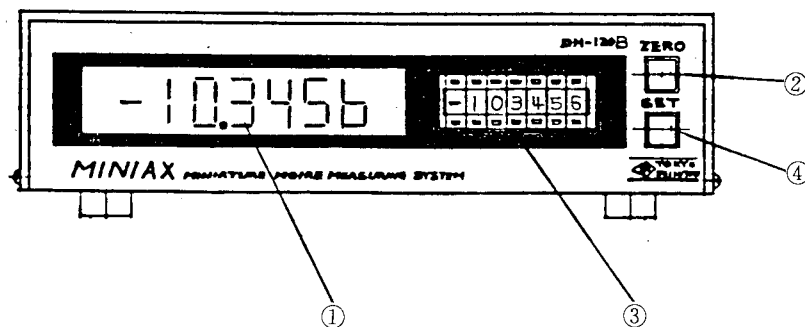


図 2-3

- ①計 数 表 示 部 緑色の蛍光表示により6桁の表示を行なう。
- ②ゼロセットスイッチ 表示ユニットの表示をゼロセットするスイッチである。

- このスイッチにより任意の位置で表示を「0」にすることができる。
 プリセット値を設定する。
- ③ デイジスイッチ
 このスイッチにより、デイジスイッチの値が計数表示部に、セットされる。
- ④ プリセットスイッチ

後面パネル

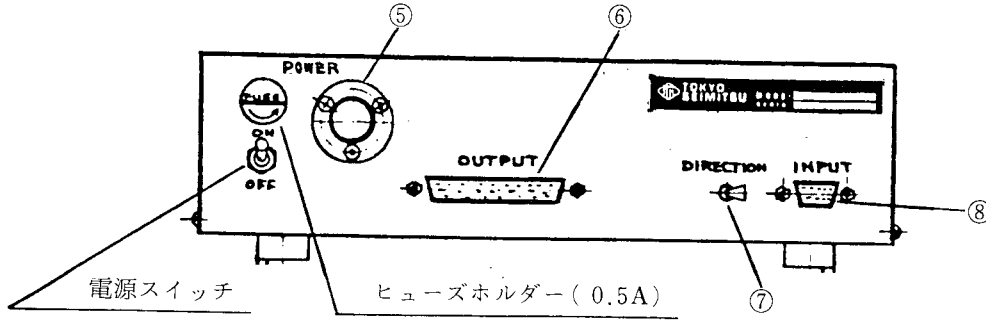


図 2-4

- ⑤ 電源入力コネクタ 電源コードによりAC100Vを表示ユニットに供給するコネクタである。
- ⑥ 出力コネクタ 計数値等を出力するためのコネクタである。
- ⑦ DIRECTIONスイッチ 計数方向を反転するためのスイッチである。
- ⑧ 入力コネクタ 測定ヘッドからの信号ケーブルを、接続するコネクタである。

表示ユニット仕様

形 式	DH-140	
表 示 素 子	緑色蛍光表示管	
表 示 桁 数	7桁および一表示	
最 小 読 取 値	0.1 μ m	
最 大 表 示 範 囲	± 999.9999 mm	
量 子 化 誤 差	± 1 カウント	
最 大 応 答 速 度	400mm/sec	
電 源	AC100V $\begin{matrix} +10\% \\ -15\% \end{matrix}$ 50/60Hz	
電 費	約20VA	
使 用 温 度 範 囲	0 $^{\circ}$ C ~ 40 $^{\circ}$ C (保存温度 -20 $^{\circ}$ C ~ 70 $^{\circ}$ C)	
デ ィ ジ タ ル 出 力	C-MOS ICレベル (74HCシリーズ) 正論理パラレル ファンアウト : 10 (SN74LSシリーズ)	
寸 法	278 (W) \times 81 (H) \times 300 (D)	
重 量	3.0kg	

機	ゼロセット	前 面 パ ネ ル	○
		外 部 セ ッ ト	○
	プリセット	前 面 パ ネ ル	○
		外 部 セ ッ ト	○
	ラッチ機能	外部ラッチ信号	○
能	計 数 方 向 切 換		○
	自 己 診 断		○

※外部ラッチ信号が入力されている間、表示とBCD出力がラッチされる。

3. 使用方法

- (1) 測定ヘッドからの信号ケーブルを表示ユニットの後面パネルの入力コネクタに、コントロールケーブルをコントローラに接続する。
- (2) 電源ケーブルを接続し、AC100Vを供給する。コントローラに接続されたACアダプタをAC100Vラインに接続する。
- (3) 電源スイッチをONにする。表示は「———、———」になる。
ゼロセット、又はプリセットすることにより使用状態になる。
- (4) コントローラの電源スイッチをONにする。測定に応じた選択スイッチをONする。
- (5) MEASスイッチとRETRACTスイッチを押して、表示ユニットの表示が移動量に対応して変化することを確認する。
- (6) 先端子移動方向と表示の極性が一致していない場合は、後面のDIRECTIONスイッチを逆に倒す。
- (7) 任意の基準位置で表示を「0」にする場合はゼロセットを押す。又、プリセットするとディジスイッチの値が表示する。この時は、その値から新たに計数が始まる。
- (8) 外部ラッチ信号が入力されている間、表示及びBCD出力はラッチされる。(但し、内部では測定ヘッドの移動量に応じて計数する。)
又、オプションのプリンターを接続して使用する時は、プリンターのプリント押釦スイッチを押すことによりその時の計数値をラッチし、印字終了後通常の表示にもどる。

4. 自己診断機能

下記の場合エラー表示される。

- (1) 測定スピードが許容値 (400mm/sec) を越えたとき。
- (2) 測定ヘッドのケーブルの断線、及び短絡のとき。
- (3) 電源瞬断時
エラー表示の解除は、ゼロセット、又はプリセットで行う。

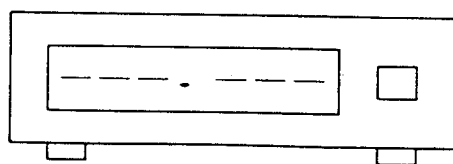


図 2-5 エラー表示

実技課題(3) 高分解能粗さ計（接触・非接触式）

触針による接触式測定と非点収差と言われる光学原理による非接触測定を選択可能な高精度・高分解能表面粗さ形状測定機について、その測定方法を習得する

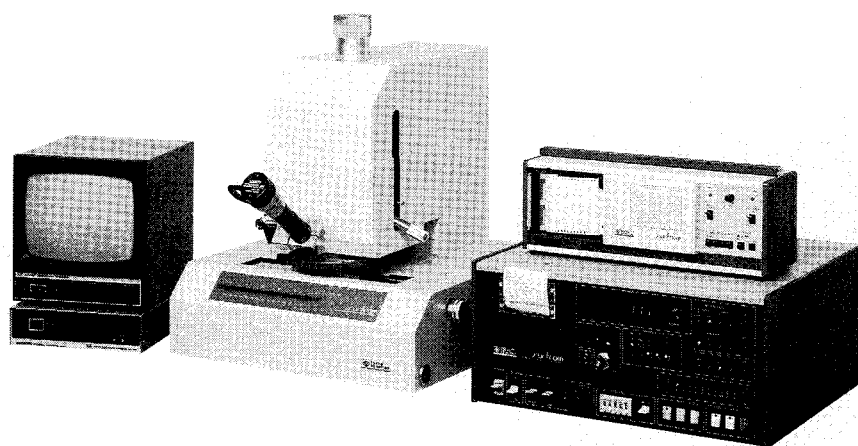


図 3 - 1

1. 各部の名称及び仕様

(1) 測定部

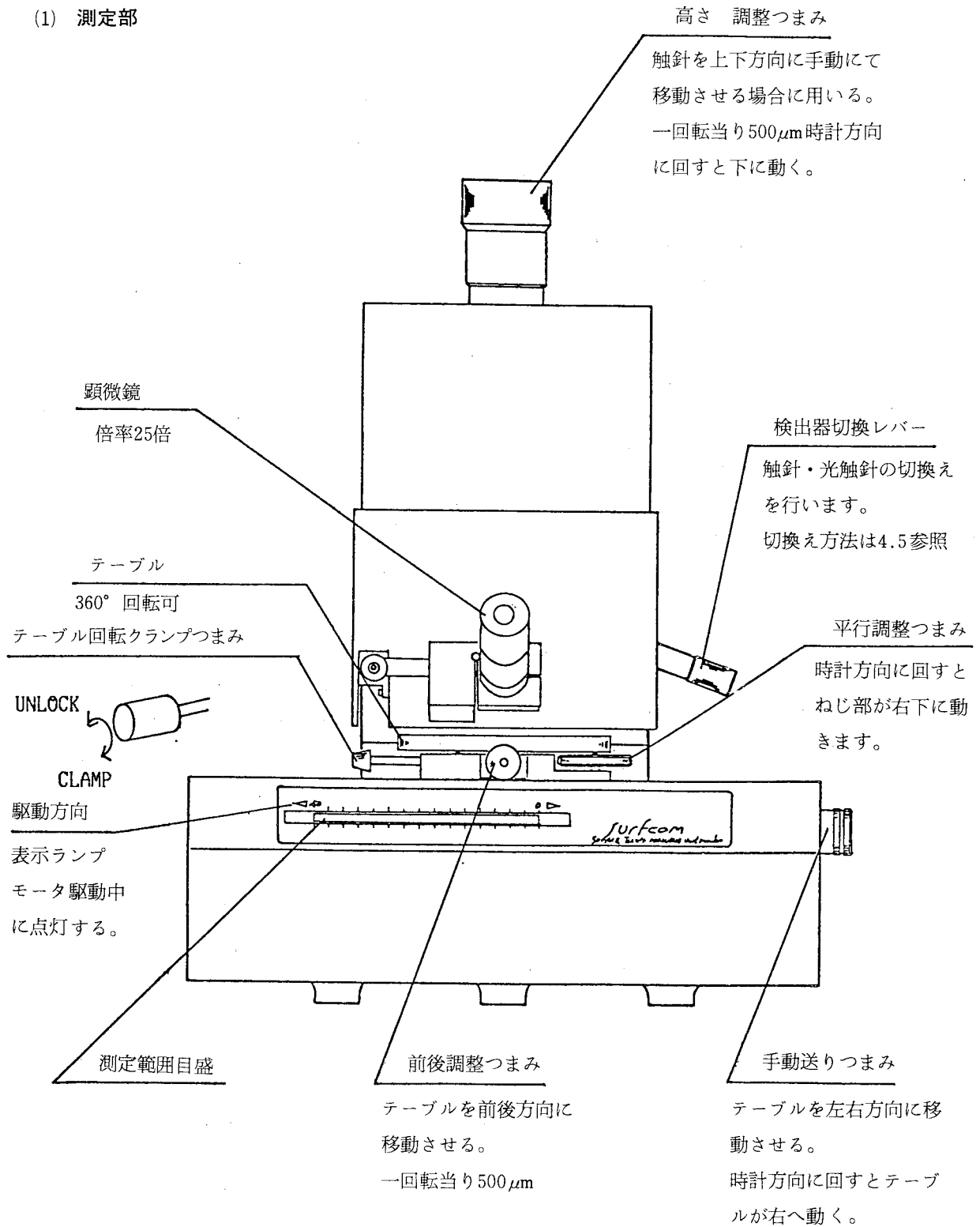
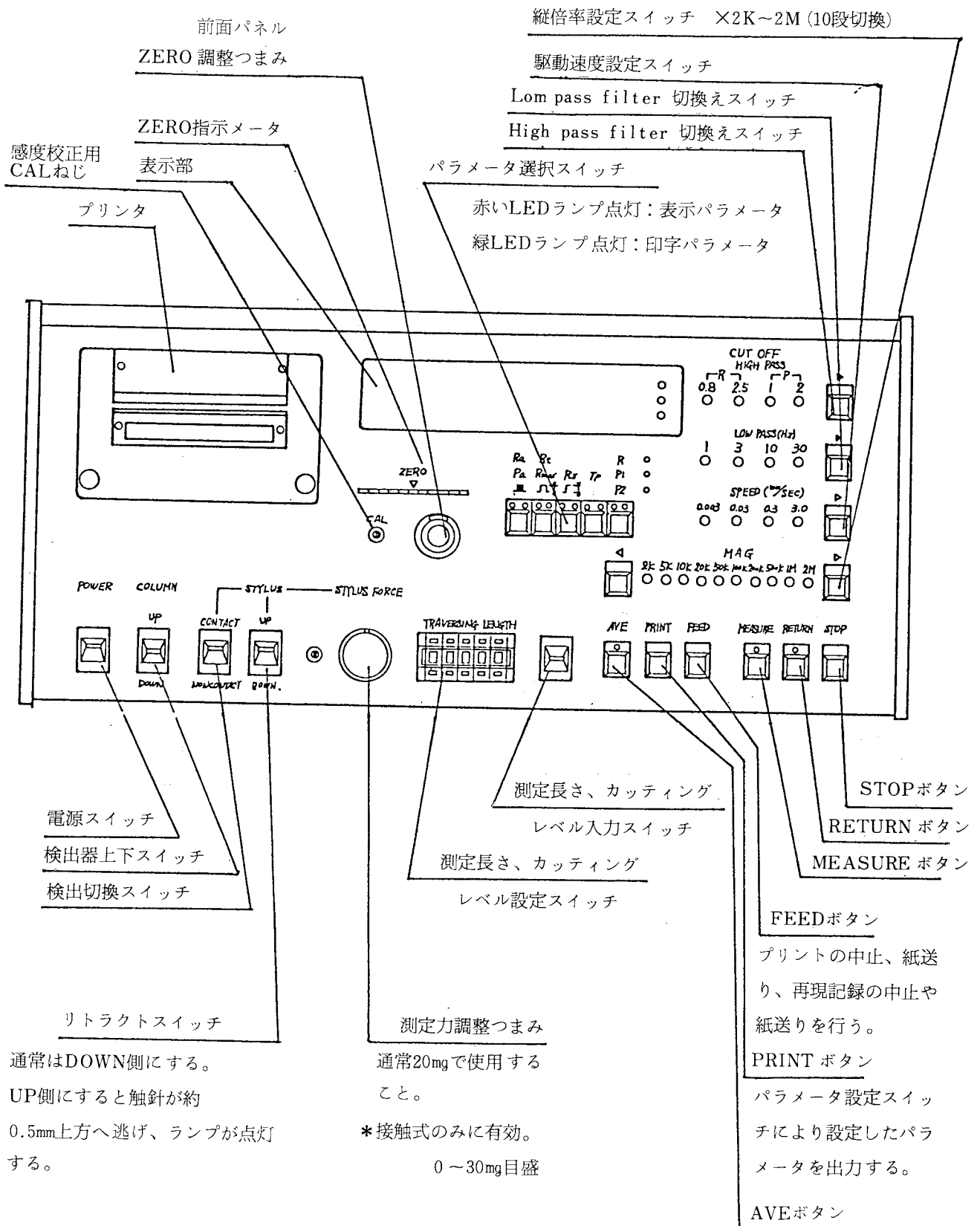


図 3-2

(2) 増幅指示部



通常はDOWN側にする。

UP側にすると触針が約

0.5mm上方へ逃げ、ランプが点灯する。

通常20mgで使用すること。

*接触式のみ有効。

0~30mg目盛

FEEDボタン
プリントの中止、紙送り、再現記録の中止や紙送りを行う。

PRINTボタン
パラメータ設定スイッチにより設定したパラメータを出力する。

AVEボタン
データの平均値処理を行う。

図3-3

データの平均値処理を行う。

(3) 記録計

注一) INTERLOCKスイッチは、増幅部と記録紙送りの連動を行なうものである。

ONでは、測定時のみ記録紙が送られる。

OFFでは、記録紙送りは記録計単体で制御される。

通常は、ONの状態で使用する。

注二) CHART SPEEDボタンとSTOPボタンのいずれも押さない状態で測定を行なうと、ペン先が記録紙

を破りゴムローラを傷つける事がある。

必ずどれかの押された状態で使用する。

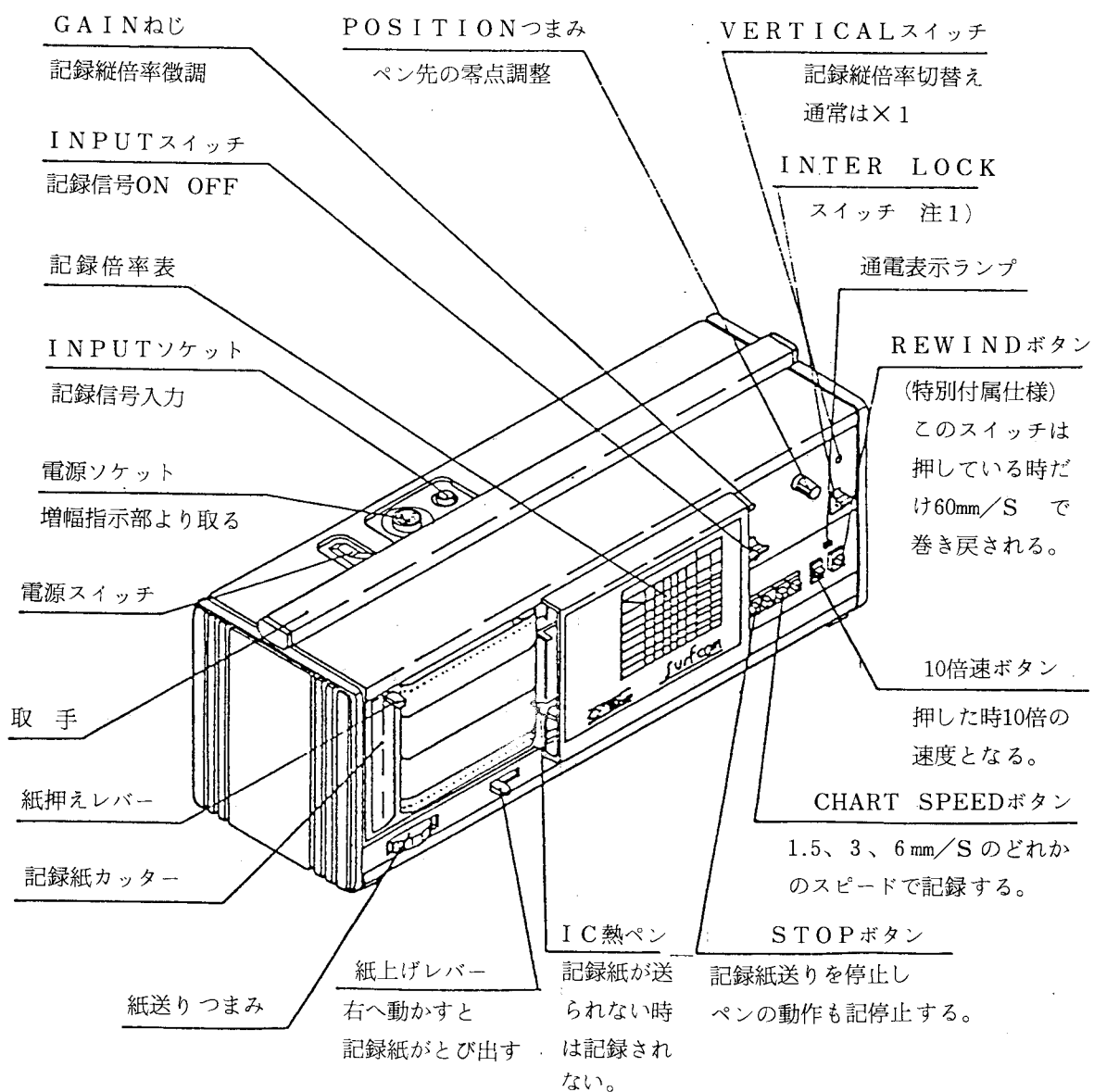


図 3-4

(4) 仕様

光触針測定：スポット径 1.1 μ m
記録縦倍率 20,000~2,000,000倍
測定範囲 2 μ m
触針測定：先端形状 1 μ mR
測定力 0.01~0.3mN (1~30mgf)
記録縦倍率 2,000~2,000,000倍
測定範囲 25 μ m
演算パラメータ：Ra、Rt、Pa、Rmax、Rz、TP、P-P値、面積
印 字：全パラメータ、粗さ曲線、断面曲線
駆動距離：150mm
駆動速度：0.003、0.03、0.3、3mm/s
真直度精度：0.15 μ m/150mm
最大積載径： ϕ 360mm
測定高さ：25mm

2. 増幅指示部記録縦倍率の校正（接触式測定）

- (1) 電源を投入してから記録縦倍率の校正をするまでに、30分以上の時間をおく。
- (2) 増幅指示部及び記録計の各スイッチやつまみを下記のごとく設定する。

(図3-3、3-4参照)

—増幅指示部—

縦倍率設定スイッチ	(MAGNIFICATION)	×10K
LOW PASS FILTER切換スイッチ	(CUTOFF: LOW-PASS)	30Hz
HIGH PASS FILTER切換スイッチ	(CUTOFF: HIGH-PASS)	(NO FILTER) P ₂
駆動速度設定スイッチ	(SPEED)	0.03mm/s
リトラクトスイッチ	(STYLUS)	DOWN
測定力調整つまみ	(STYLUS FORCE)	任意 (20mg)
ZERO調整つまみ	(ZERO)	任意 (0)

—記録計—

INPUTスイッチ	(INPUT)	ON
VERTICALスイッチ	(VERTICAL)	×1
INTERLOCKスイッチ	(INTERLOCK)	ON
CHART SPEEDボタン	(CHART SPEED)	6 mm/s

- (3) 付属の段差マスターを測定部のテーブル上にセットする。

この時、測定部の触針が段差マスターのマスター大範で段差領域内の位置に接触する様にセットする。(図3-5)

- (4) 段差マスターの領域内の両端にてレベリング調整(平行調整)を行う。
 (5) 顕微鏡を見ながら、触針を段差マスターの溝以外の所で接触する様にセットする。
 (6) 図3-6の位置のスイッチを押す、ボタン内の赤いランプを点灯させる。

表示部の表示値がZEROとなる様に測定部の高さ調整つまみ又は、増幅指示部の零調整つまみで調整する。

- (7) 手動送りつまみで測定物を移動して触針を段差マスターの溝の所にセットする。

このとき、段差マスターの実測値表示部の値と増幅指示部表示部の値が同じになる様に図3-7中のCALねじを⊖ドライバーで校正する。

- (8) MEASUREボタンを押して、段差マスターの段差領域内を測定する。
 (9) 記録紙上に描かれた記録図形から、段差寸法を読取る。

この段差寸法が段差マスターの実測値表示部に示してある値に相当する値となる様、記録計のGAINねじを用いて校正する。

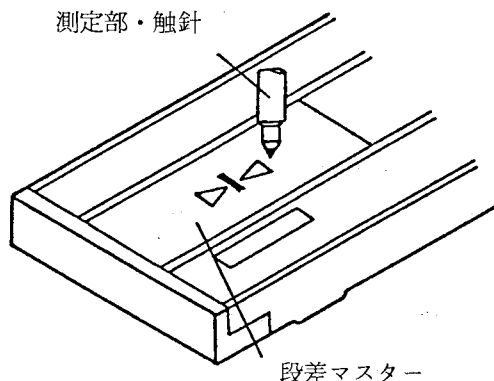
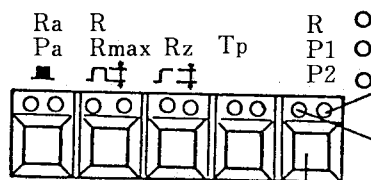


図3-5 触針のセット



- ・スイッチを押す
- 1回……赤のランプ点灯
- 2回……緑のランプが反転
(消灯時点灯、点灯時消灯)

図3-6 スイッチの操作方法

3. 記録縦倍率の校正 (非接触測定)

- (1) 検出器の切換え手順 (接触式→非接触式)
- ① 増幅指示部の検出器上下スイッチをUP側に押し上げると、検出器が上方へ動く。そのまま、上方いっぱいまで動いて、停止する所まで押し続ける。
 - ② 検出器切換えレバーを反時計方向に3回転位回すとねじ部がはずれ、軽く回る様になる。

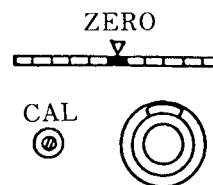
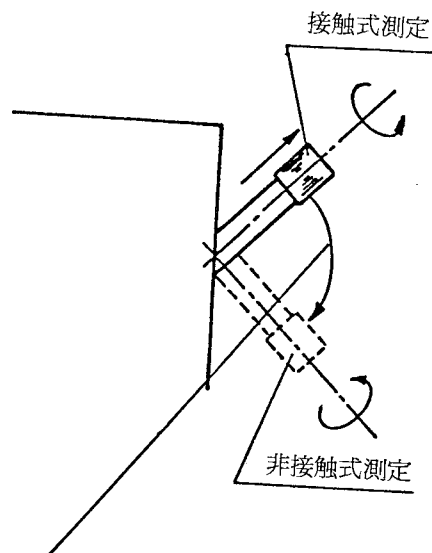


図3-7 感度公正つまみ

- ③ 検出器切換えレバーを手の方向にひっぱったまま、図3-8の様にレバーをゆっくり、ストッパーに当たるまで倒す。これで検出器が切換えられたことになる。
- ④ 検出部を切換えた後、レバーを軽く押しながらねじ込んで行く。最後に緩みがない様にしっかり締める。
- ⑤ 図3-8の様に、レバーが上にある場合は接触式検出器、下にある場合は非接触式検出器を使用する状態となる。

(2) 校正

- ① 増幅指示部及び記録計の各スイッチやつまみを2.(2)と同じに設定する。
(図3-3、3-4 参照)
- ② 付属の段差マスターを測定部のテーブル上にセットする。
- ③ 非接触式検出器を標準片の溝以外（蒸着されている面）の所で零検出を行う。
- ④ 段差マスターの領域内の両端にてレベリング調整（平行調整）を行う。



レバーはコラム最上部にある
ときのみ切換え可能である。

図3-8 検出器切換え手順

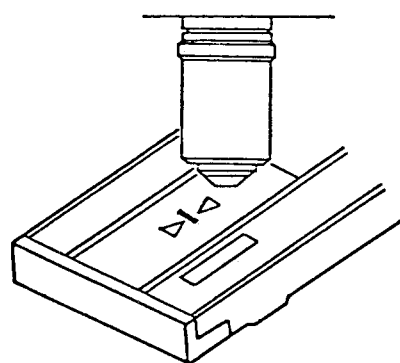


図3-9 非接触式検出器のセット

- ⑤ 増幅指示部のパラメータ切換えスイッチの右端のボタンを押し、ボタン内の赤いランプが点灯し、表示部右側の μm のランプが点灯していることを確認する。

表示部の表示値が“00.000”となる様に、測定部の高さ調整つまみ又はZERO調整つまみでセットする。

次に、手動送りつまみで測定物を移動して検出部を段差マスターの溝の所にセットする。このとき、段差マスターの実測値表示部に示す値と表示部の値が同じになる様に増幅指示部後面の非接触用CALねじをドライバで校正する。

- ⑥ MEASUREボタンを押して、段差マスターの段差領域内を測定する。
- ⑦ 記録紙上に描かれた記録図形から、断差寸法を読取る。この段差寸法が標準片の実測値表示部に示してある値に相当する値となるよう、記録計のGAINねじを用いて校正する。

4. 測定方法

(1) 接触式測定の測定要領

図3-10に示すように、増幅指示部のスイッチで測定条件を設定する。

また、検出器が非接触用の場合、3.(1)項を参考にして検出器を切替える。

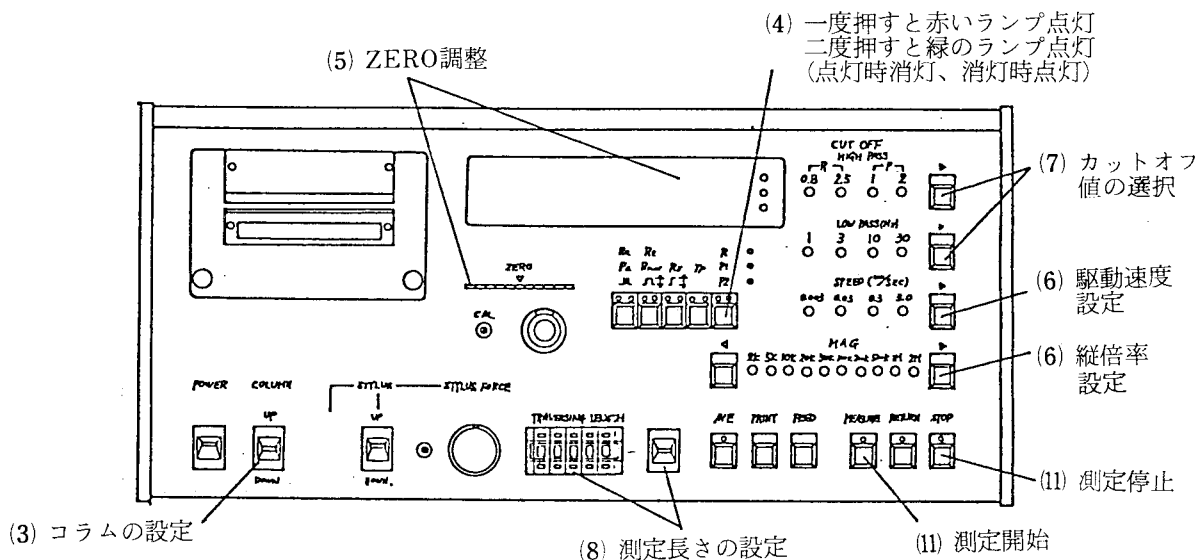


図3-10 増幅指示部の機能と操作方法

- ① 測定部のテーブル上に測定物をセットし、レベリング調整を行う。
- ② 測定物の測定領域の左端に触針が位置するようにテーブルを移動する。
- ③ 増幅指示部の検出器上下スイッチをDOWN方向に押し下げ、触針の動きが止まるまで押し下げる。
- ④ 増幅指示部のパラメータ切換えスイッチ右端の赤いランプが点灯していることを確認する。
- ⑤ 次に、表示部が0 μ mとなる様、測定部の高さ微調整つまみ又は、増幅指示部のZERO調整つまみにて調整する。
- ⑥ 増幅指示部の縦倍率設定スイッチ (MAG.)、駆動速度設定スイッチ (SPEED) を、要望のレンジに合わせる。

- ⑦ 増幅指示部のCUTOFFスイッチにて、HI-PASS・LOW-PASSの両フィルターを選択する。
- ⑧ 測定長さ設定スイッチにより測定長さを選択する。
例えば、5 mm測定する場合、左より3番目のスイッチを5とする(+を押すと数は増え、-で小さくなる)。
つまり、スイッチの5桁は“005.00mm”に対応している。
次に、測定長さ・カッティングレベル入力スイッチを上にかチッと音がするまで押し上げる。
- ⑨ 記録計のINPUTスイッチがONであること、VERTICALスイッチが×1であることを確認する。
又、POSITIONつまみを用いて、ICペンが記録紙上の記録位置のほぼ中央位置となるよう調整する。
- ⑩ 記録計のCHART SPEEDボタンにて紙送り速度を選択する。
- ⑪ 増幅指示部のMEASUREボタンを押す。MEASUREボタン中のランプが点灯し、測定・記録を開始する。設定した測定長さの測定が終了したら、自動的に停止する。

(2) 非接触式測定の測定要領

- ① 測定部のテーブル上に、測定物をセットし、レベリング調整を行う。
- ② 測定物の測定領域の左端に非接触式検出器の対物レンズの中心が位置するようにテーブルを移動する。

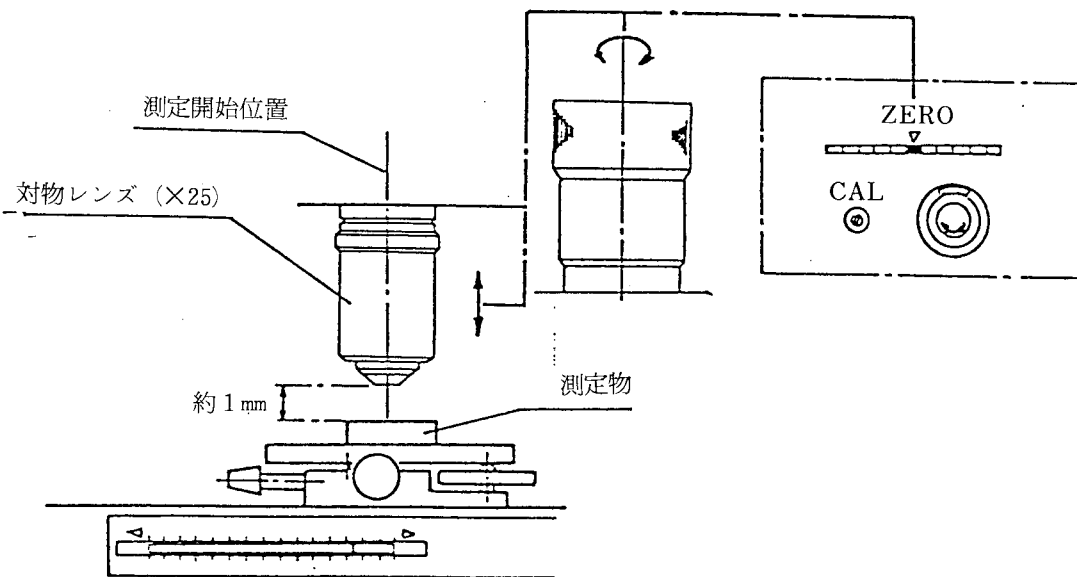


図 3-11

- ③ 増幅指示部の検出器上下スイッチをDOWN方向に押し下げる。コラムは検出器保護のため、一度上昇した後、低速で下降し始める。

注) 非接触式測定の場合、測定物の反射率等によりオートストップ機能が働かない場合がある。そのため測定物に対物レンズが近づいたら、接触しないよう十分注意する。又、オートストップ機

能が働く場合、増幅指示部のZERO指示メータが変化するので、測定物との距離(約1mmでストップ)とともに留意する。

- ④ オートストップにより検出器が停止する。
- ⑤ 増幅指示部の表示部がZEROになっていない場合、高さ調整つまみ又は、増幅指示部のZERO調整つまみにて表示部を0 μ mとなるよう調整する。
- ⑥ 以後の手順は接触式と同様になる。

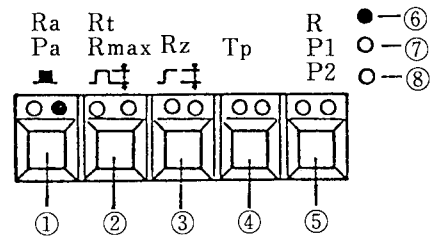
5. 測定結果のパラメータ表示

測定結果のパラメータを表示させる場合、図3-6における①~⑤に該当するスイッチを一度押して、赤いランプを点灯させる。なお、既に点灯している場合は押す必要はない。

(1) 粗さ測定：R

- ・粗さ測定を行った場合、⑥のランプが点灯する。

- ① Ra (中心線平均粗さ)
- ② Rt (最大高さ)
- ③ 該当するパラメータはない。
- ④ 該当するパラメータはない。
- ⑤ 検出器モニター値



上図ではRaがディスプレイに表示されていることを示す。

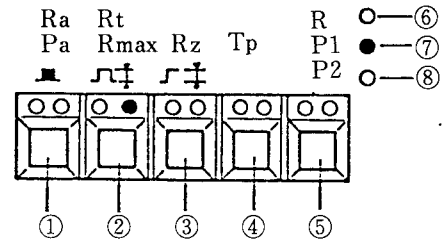
- ・粗さ曲線を記録計へ再現出力させたい場合①を押しながら⑤のスイッチを押す。
- ・測定中に⑤が選択されている場合には記録計に同時記録される。

図3-12 断面測定 I

(2) 断面測定：P1

- ・断面測定を行った場合、⑦のランプが点灯する。

- ① Pa (中心線平均断面)
- ② Rt (最大高さ)
- ③ Rz (十点平均粗さ)
- ④ Tp (接触比)



上図ではRmaxがディスプレイに表示されていることを示す。

- (カッテングレベルを設定する必要がある)

- ⑤ 検出器のモニター値

図3-13 断面測定 I

- ・断面曲線を記録計へ再現出力させたい場合、①を押しながら⑤のスイッチを押す。
(この場合記録図形は傾斜補正される。)
- ・測定中に⑤が選択されている場合は記録計に同時記録される。
(記録図形は傾斜補正されない。)

カッティングレベルの設定方法

1. デジスイッチを設定したい数値に合わせる。

(設定値は絶対量で、 $0.01\mu\text{m}$ 単位で、
Rmax値まで設定できる)

2. トグルスイッチを下に1回押す。

これで設定は終了する。この設定は何回でも変更できる。

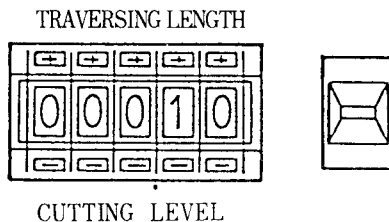


図3-14 カッティングレベルの設定方法

6. 測定結果のプリント出力

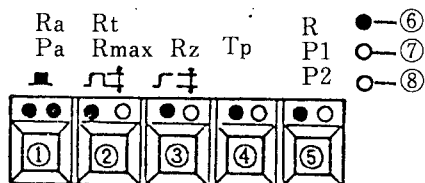
測定結果をプリント出力したい場合、あらかじめ出力したい項目を選択した上で、PRINTボタンを押す。

出力項目の選択は、その項目のスイッチを1度押して赤いランプを点灯させディスプレイ表示させた上でもう1度そのスイッチを押すと緑色のランプが反転（現在点灯している場合消灯、現在消灯している場合点灯）する。緑色のランプが点灯している項目のみプリント出力される。電源投入時は全ての項目がプリント出力されるように設定されている。

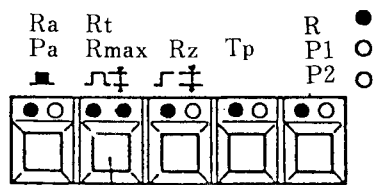
(1) 粗さ測定：R

粗さ測定を行った場合、⑥のランプが点灯する。

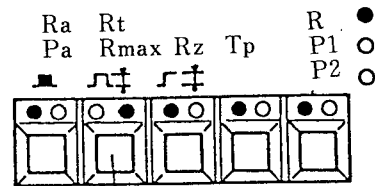
- ① Ra (中心線平均粗さ)
- ② Rt (最大高さ)
- ③ 出力設定しても出力されない。
- ④ 出力設定しても出力されない。
- ⑤ 簡易粗さ曲線



例. プリント出力項目からRtを除く場合



押す



もう一度押す

図3-15

粗さ測定プリント出力例

粗さ測定 (非接触)	ROUGHNESS (NON CONTACT)
カットオフ	CUTOFF = 0.25 mm
ローパスフィルタ	LOW PASS = 1 Hz
測定長さ	TRAVERSING LENGTH
	= 1.00 mm
測定倍率	MAG. = 50K
パラメータ	R_a = 0.020 μm
	R_t = 0.143 μm

ROUGHNESS DATA (NON CONTACT)

V-MAG = 50K
H-MAG = 125

簡易粗さ曲線

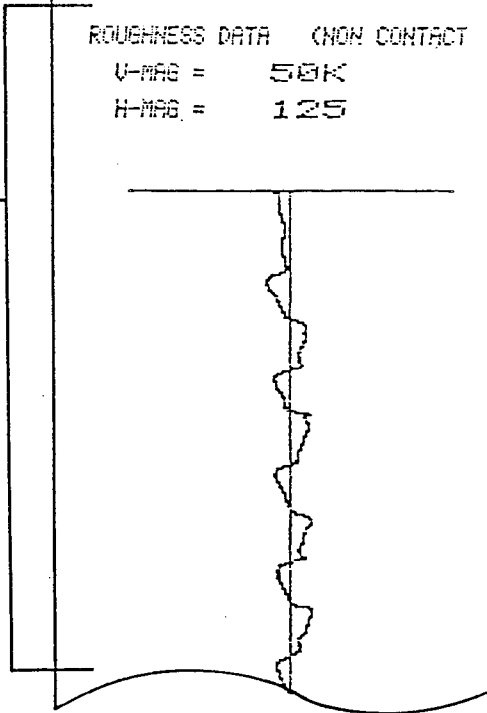


図 3-16 粗さ測定の実験結果

実技課題(4) 非接触平面度粗さ・形状測定機

フリッジスキニング法を採用したレーザ干渉計による高精度・高分解能非接触平面度・粗さ形状測定機の測定法を習得する。

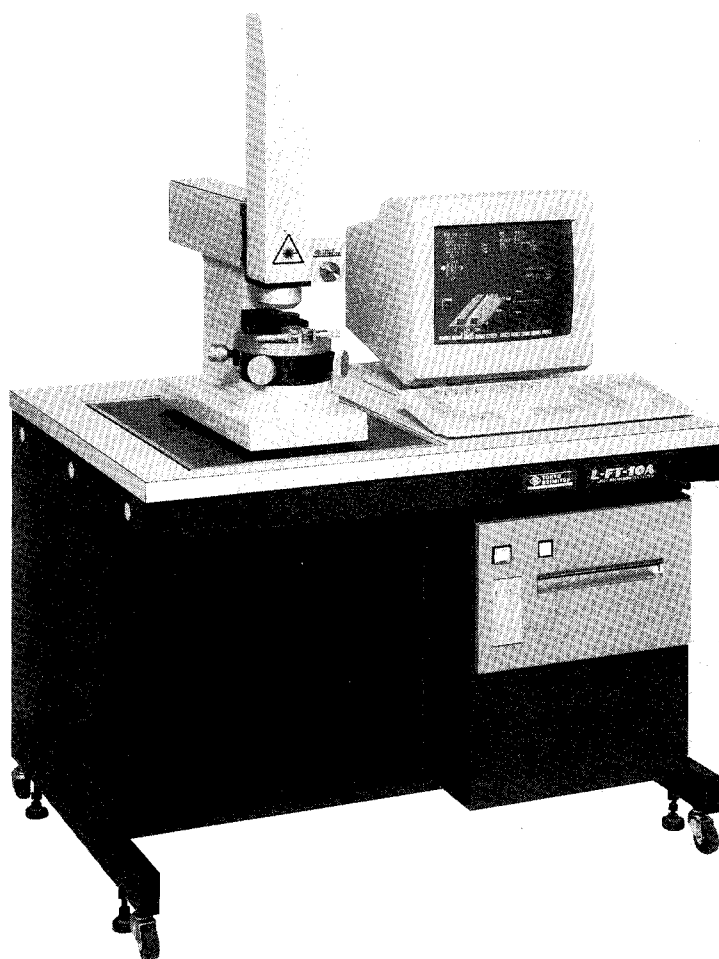


図 4 - 1

1. 各部の名称

(1) 測定部

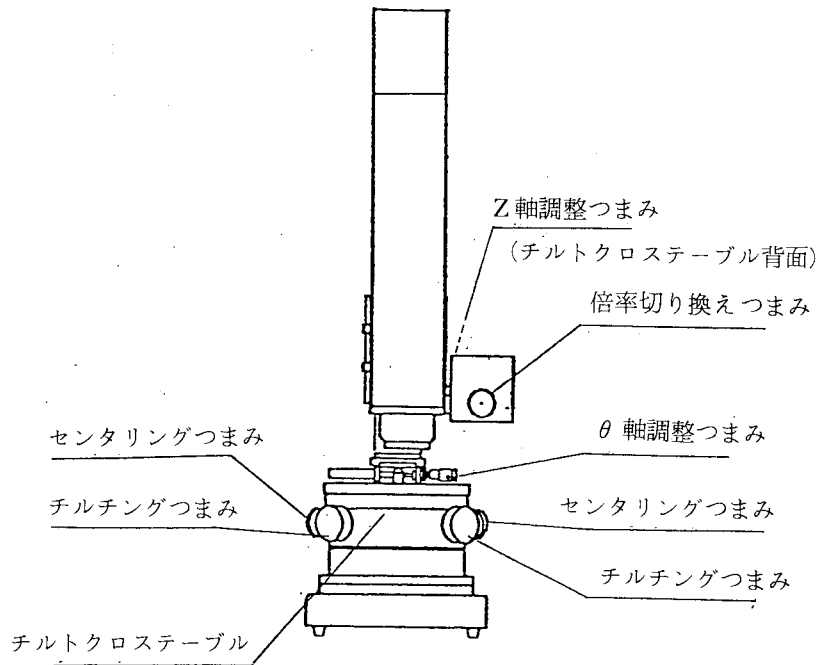


図 4-2

(2) プリンター及びテーブル

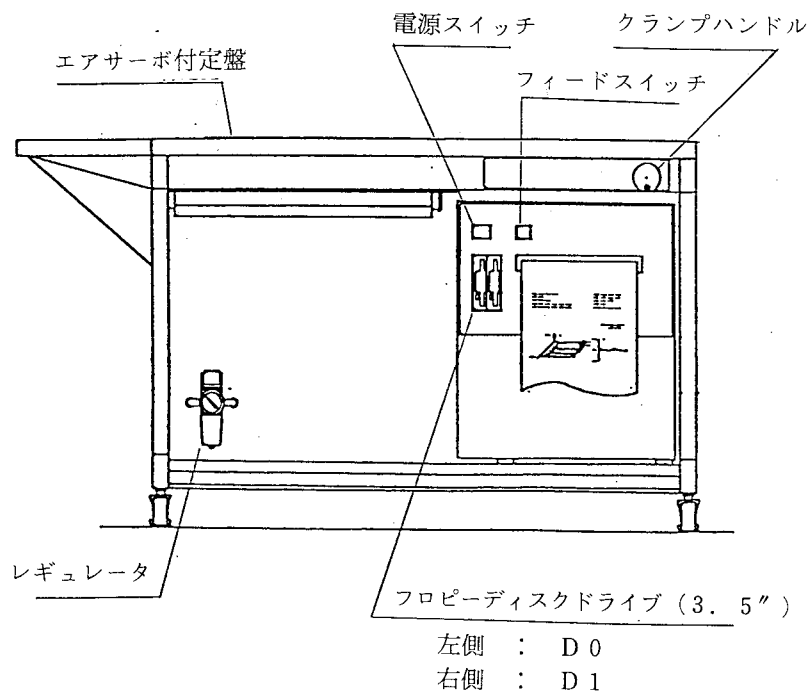
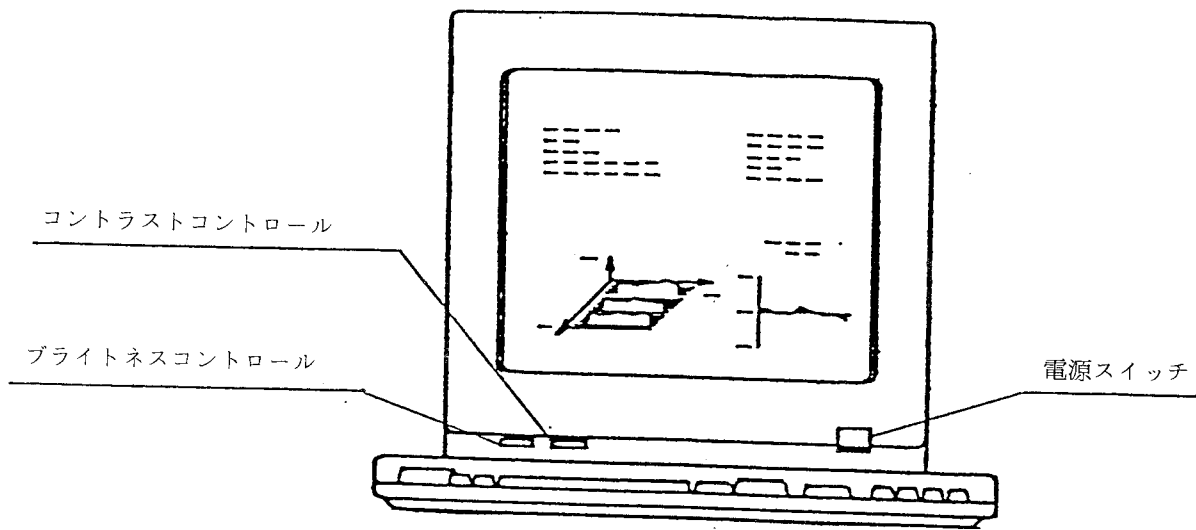
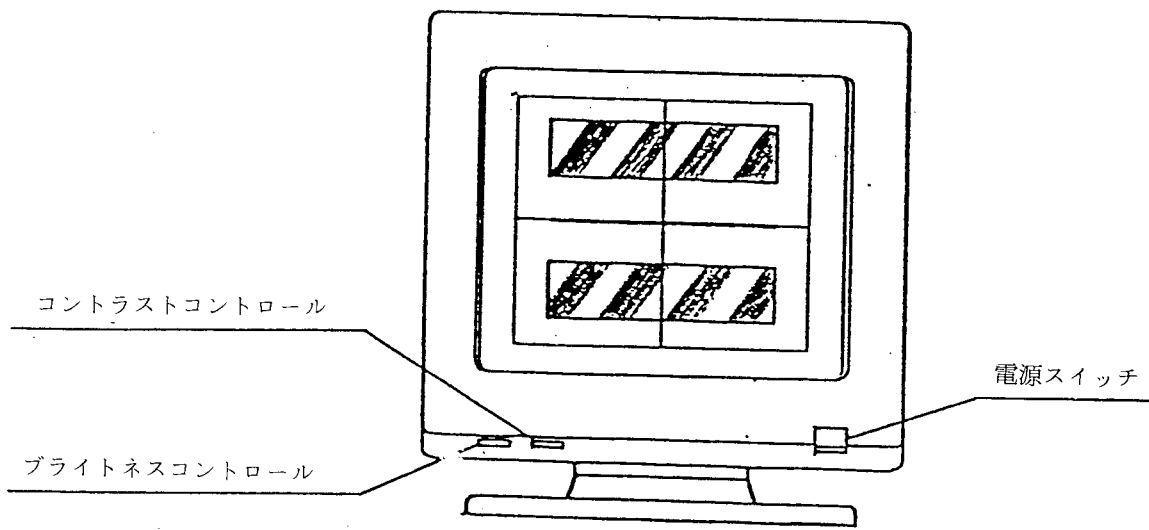


図 4-3

(3) モニター部



モニター1 (グラフィック出力用)



モニター2 (干渉縞出力用)

図4-4

2. 仕様

(1) 性能

① 測定対象

基準平面に対して干渉縞が生成可能であるような測定面を測定対象とする。(反射率3%~50%。50%を超える反射率のワークを測定する際には、付属の減衰板を使用する。)

② 測定内容

上記①についての微細形状を求める。

③ 干渉光源

He-Neレーザー ($\lambda \approx 632.8\text{nm}$) を使用。

④ 測定精度

$\lambda/20$ 以内

(ただし、基準温度 $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 、基準平面板測定時)

⑤ 繰返精度

$\lambda/40 (\pm 2\sigma)$ 以内

(ただし、基準温度 $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 、基準平面板測定時)

⑥ 最少分解能

$\lambda/400 (\approx 1.6\text{nm})$

⑦ 測定点数

400点×400点 (最大)

⑧ 空間分解能

$12\mu\text{m}$ (X)× $10\mu\text{m}$ (Y)

⑨ 測定時間

測定時間=データ取込時間 (約1秒)+演算時間 (0.7msec/dot)+グラフィック出力時間
(1~5秒)

ただし、演算処理内容により異なる

3. 測定手順

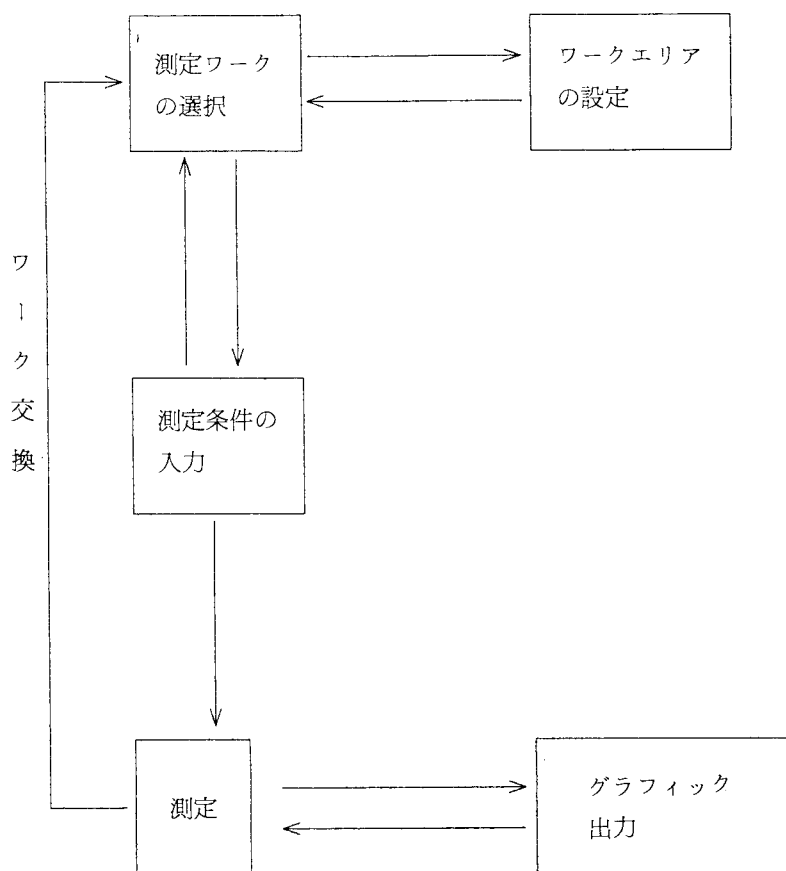


図 4-5

(1) ワークセット

- ① ワークは付属のワーク台に乗せ、モニター2を観察しながら有効測定エリア内(緑色の枠の内側)に置く。(図4-4)。
- ② モニター2を観察しながら、ワーク上に干渉縞が現れる用に、チルチングつまみを調整する。

(2) ワークエリアの設定

測定するエリアを設定し登録する。

- ① (図4-6)において、キーを操作し「No.11 ワーク設定」を選択し、キーを押す。
- ② 「ワーク設定O.K? YES/NO」が表示されたら、キー又は、キーを押す。
- ③ 次に(図4-6)が表示されたら、登録するNo.1~10を・キーで選択し、リターンキーを押す。
- ④ 「No.1~10 O.K? YES/NO」と表示されるので、YESの場合はキー又は、キーを、NOの場合はキーを押す。

(3) 測定するワークの選択

登録された10個のワークの中から、測定するワークを選択する。

- ① ・キーによりNo.1～10を選び キーを押す。
- ② 「No.1 O.K? YES/NO」と表示されるので、YESの場合は キー又は、キーを押す。NOの場合は キーを押す。

(4) 測定条件入力

ワークの測定条件を入力する。各項目の入力方法は、画面右側に表示される (図4-8)。

(5) スタートスイッチ

測定条件入力終了したら、スタートスイッチ入力待ちとなる。 キーを押す。

(6) 測定

スタートスイッチ入力後、約1秒で「**データの取り込みは終了しました。**」と、表示される。次のワークに交換する。

(7) 結果出力

測定終了後、3次元グラフィックとなる。

* 測定するワークの選択 *

NO.	NAME	SIDE	MEMO	DATE
1	TEST1	S	ABCDEFGHIJKLMNO	88/09/19
2	TSET2	S	ABCDEFGHIJKLMNO	88/09/19
3	TEST3	S	ABCDEFGHIJKLMNO	88/09/19
4	TEST4	S	ABCDEFGHIJKLMNO	88/09/19
5	TEST5	S	ABCDEFGHIJKLMNO	88/09/19
6	TEST6	D	ABCDEFGHIJKLMNO	88/09/19
7	TEST7	D	ABCDEFGHIJKLMNO	88/09/19
8	TEST8	D	ABCDEFGHIJKLMNO	88/09/19
9	TEST9	D	ABCDEFGHIJKLMNO	88/09/19
10	TEST10	D	ABCDEFGHIJKLMNO	88/09/19
11	ワーク設定			

↑・↓ キーでワークを選択し RETURN KEY を押して下さい

図 4-6

* 設定するワークの選択 *

NO.	NAME	SIDE	MEMO	DATE
1	TEST1	S	ABCDEFGHIJKLMNO	88/09/19
2	TEST2	S	ABCDEFGHIJKLMNO	88/09/19
3	TEST3	S	ABCDEFGHIJKLMNO	88/09/19
4	TEST4	S	ABCDEFGHIJKLMNO	88/09/19
5	TEST5	S	ABCDEFGHIJKLMNO	88/09/19
6	TEST6	D	ABCDEFGHIJKLMNO	88/09/19
7	TEST7	D	ABCDEFGHIJKLMNO	88/09/19
8	TEST8	D	ABCDEFGHIJKLMNO	88/09/19
9	TEST9	D	ABCDEFGHIJKLMNO	88/09/19
10	TEST10	D	ABCDEFGHIJKLMNO	88/09/19

↑・↓ キーでワークを選択し RETURN KEY を押して下さい

YES NO 測定

図 4-7

* 測定条件入力 *

日 付	88/09/19	[END]
時 間	13:18:48	データ設定を終了する
ワーク 名前	TEST1	ときは リターンキーを
ロット NO.	123	押して下さい
ワーク NO.	123	
オペレータ	TSK	
メ モ	ABCDEFGHIJKLMNO	
トラック測定	YES NO	
プリント アウト	YES NO	
スムージング	YES NO	
トラック延長 長さ	0 μm	
サンプリング間隔-X	1	
サンプリング間隔-Y	1	
データ設定 終了		

↑・↓ キーで設定する項目を選択して下さい

再選択

図 4-8

4. 測定データの処理

(1) 1面測定の場合

測定データを最少自乗平面に回帰する。

(2) 2面測定の場合

まず、モニター上で上側の測定領域をA面、下側をB面とする。そこでA面、B面の各々の最少自乗平面が、下図の点Cで $\pm\lambda/4$ ($\lambda=632.8\text{nm}$) 以内で交わると仮定したとき求まる最少自乗平面に回帰する。

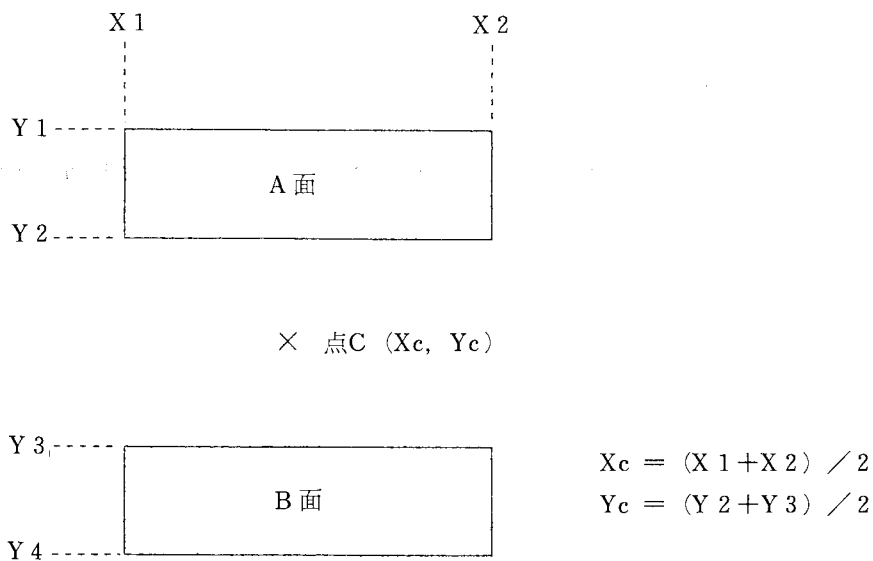


図4-9

(3) トラック測定の場合

トラックの中央の点が、「6.10.2」で求めた最少自乗平面に対して、 $\pm\lambda/4$ ($\lambda=632.8\text{nm}$) 以内であると仮定し、その最少自乗平面との距離でトラック値を表わす。

5. 3次元グラフィック (図4-12、図4-14)

ここで表示されるパラメータ及び形状は、最少自乗平面で回帰した後のデータを使用する。

パラメータ

(1) 1面測定の場合

Max. P-V : 測定データの最高値と最低値との差である。

(2) 2面測定の場合

- Max. P-VofA+B : A面、B面の測定データの最高値と最低値との差である。
Max. P-VofA : A面の測定データの最高値と最低値との差である。
Max. P-VofB : B面の測定データの最高値と最低値との差である。
X-TILT : A面、B面の各々の最少自乗平面のX軸方向での相対的な傾きを示す。

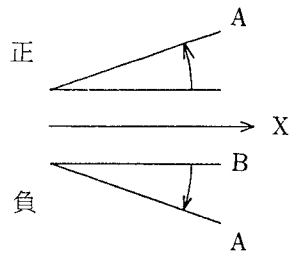


図4-10

- Y-TILT : A面、B面各々の最少自乗平面のY軸方向での相対的な傾きを示す。

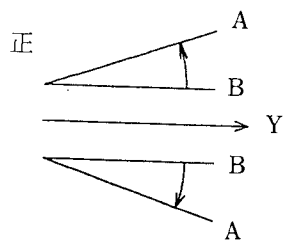


図4-11

(3) トラック測定の場合

- TRACK-P : トラック部分の最高値である。
TRACK-V : トラック部分の最低値である。

6. 測定例

(1) ミラー面の測定

WORK NAME : TEST2	DATE : 88/09/19
LOT NO : 100	TIME : 10:50:26
WORK NO : 1	OPERATOR : TSK
MAX.P-V → 49nm	MEMO : ABCDEFGHIJKLMNO

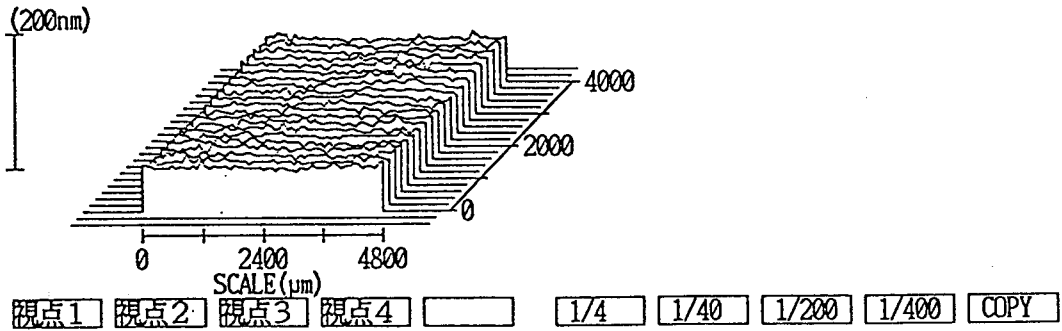
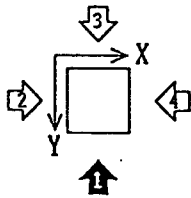


図 4-12

CONTOUR (ピッチ = 18nm)

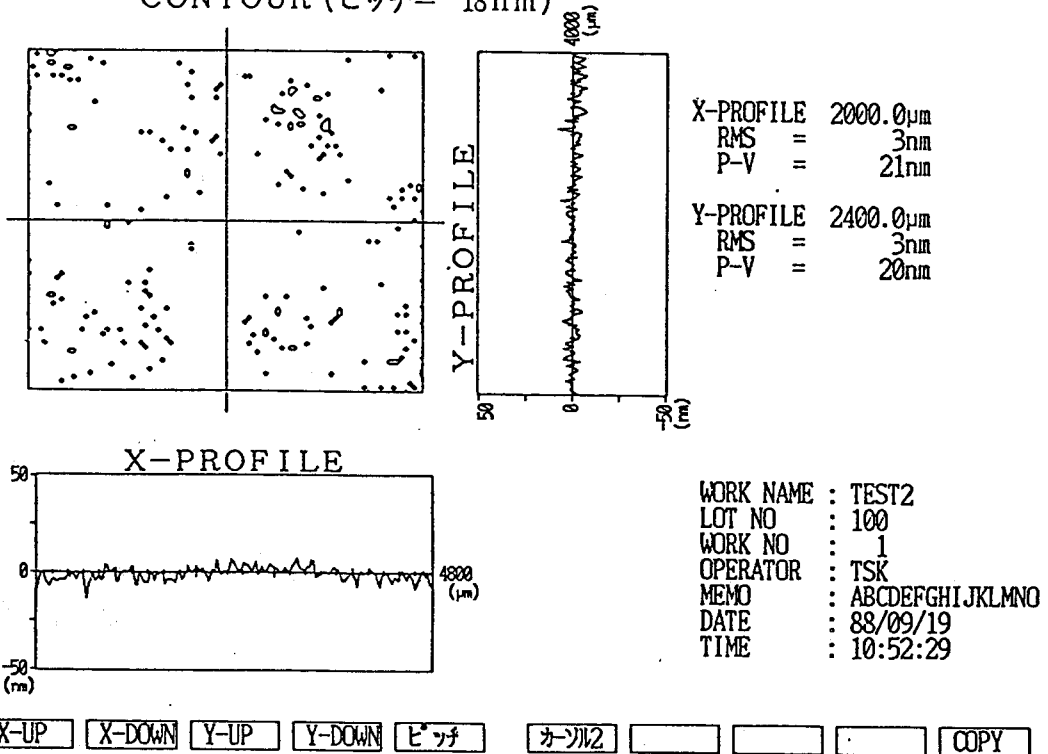
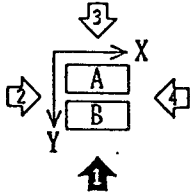


図 4-13

(2) ハードディスク用磁気ヘッドの測定

WORK NAME : TEST6
 LOT NO : 100
 WORK NO : 1
 MAX.P-V of A+B → 72nm
 MAX.P-V of A → 54nm
 MAX.P-V of B → 36nm

DATE : 88/09/19
 TIME : 10:58:17
 OPERATOR : TSK
 MEMO : ABCDEFGHIJKLMNO
 X-TILT → 5.5sec
 Y-TILT → 0.7sec



* TRACK *

TRACK P = 15nm
 V = -5nm

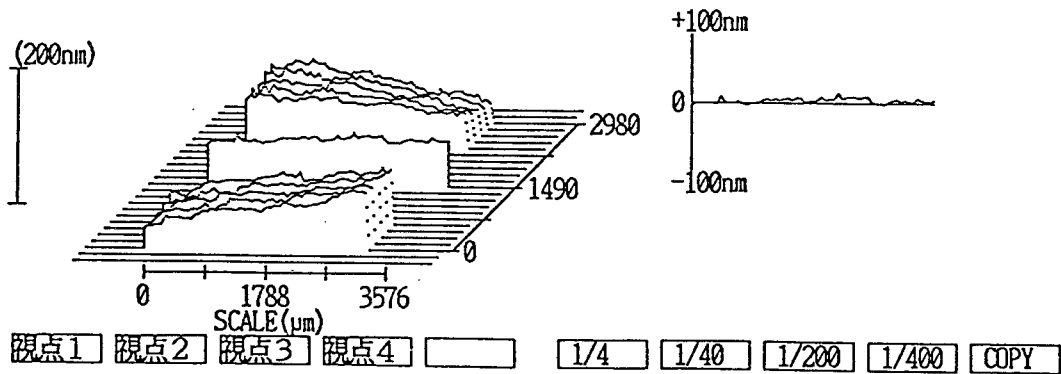
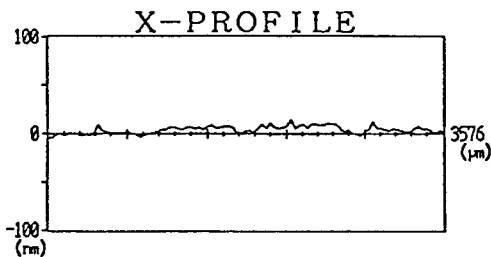
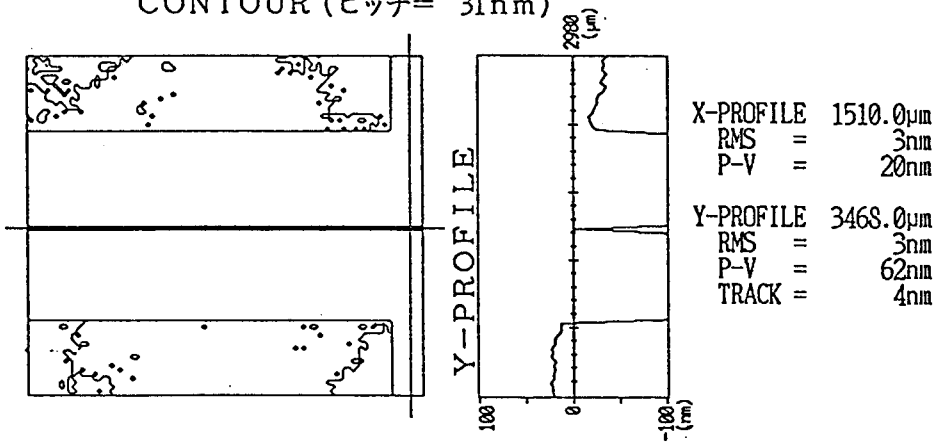


図 4-14

CONTOUR (ピッチ= 31nm)



WORK NAME : TEST6
 LOT NO : 100
 WORK NO : 1
 OPERATOR : TSK
 MEMO : ABCDEFGHIJKLMNO
 DATE : 88/09/19
 TIME : 10:59:12

X-UP X-DOWN Y-UP Y-DOWN ピッチ カリ2 COPY

図 4-15

実技課題(5)

エアベアリングを使用した回転テーブル上の測定物の表面に測定子を接触させ、電気マイクロメータで理想円からの偏差を測定する、半径法真円度測定機についてその測定法を習得する。

最小領域法を含む各種の自動偏心補正機能や傾斜補正機能と、各種パラメータの表示及び印字機能を備え、回転軸方向への測定子の真直送り機能と合せて、各種の形状精度（真円度・同心度・同軸度・円筒度・真直度・平均直角度・テーパ・びびり等）の測定及び記録を行うことができる。

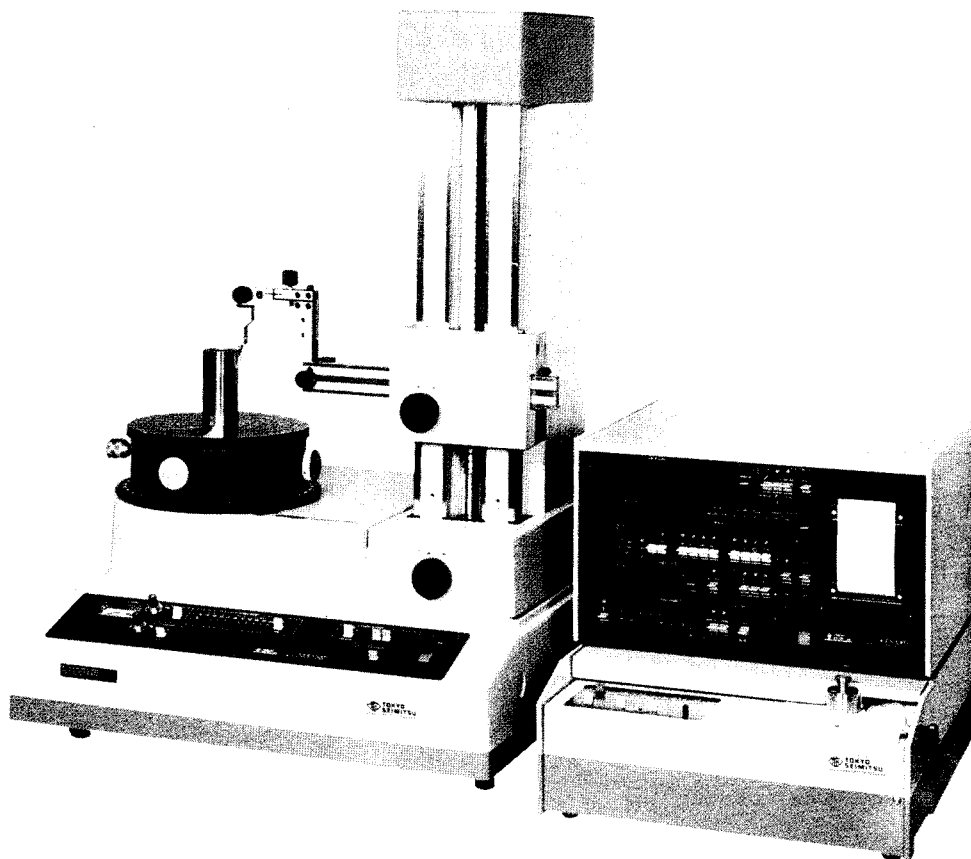


図 5-1

1. 各部の名称

(1) データ処理部

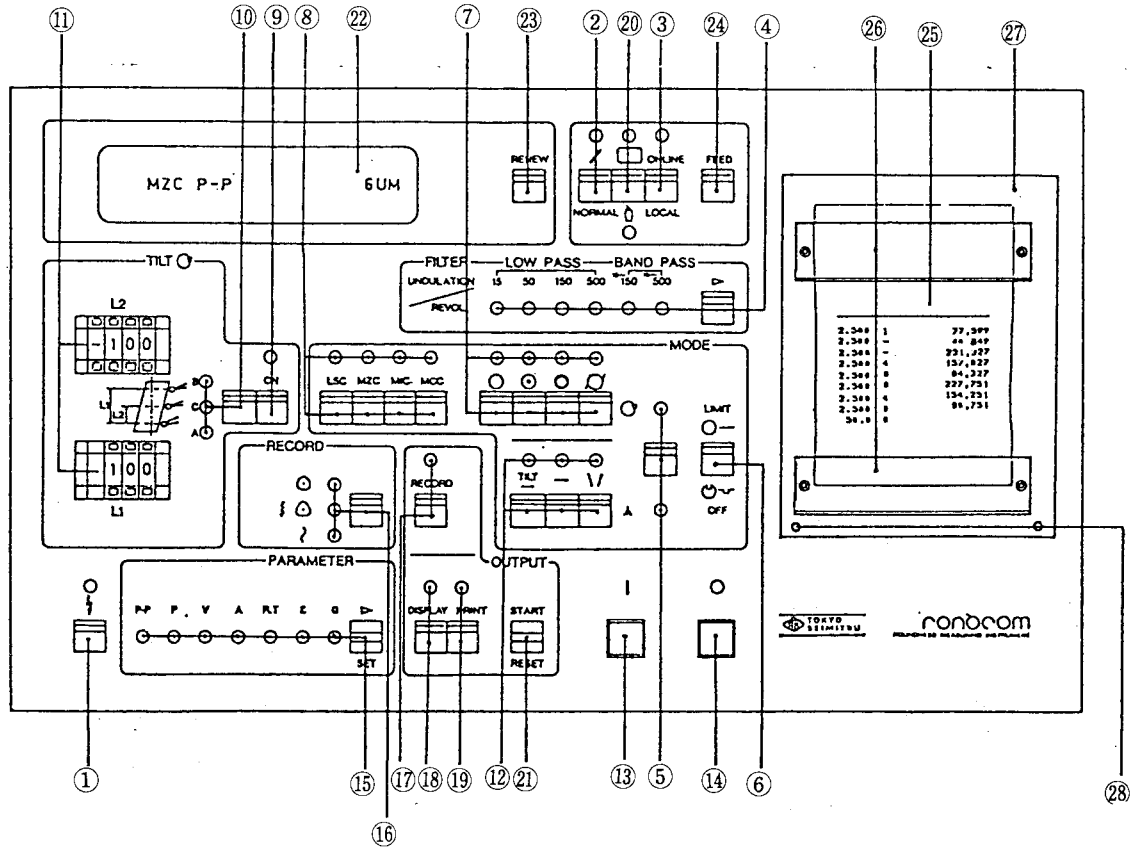


図 5-2

① 電源スイッチ及び電源ランプ

電源スイッチをOFFにすると記録計の電源も切れる。

② 測定—校正切替スイッチ及び校正ねじ

測定の場合はスイッチを下側へ、倍率校正あるいは検出力値を表示部でモニターする場合はレバーを上側(ノ)へ設定する。

校正ねじは倍率校正時に用いる。

③ ONLINE—LOCAL切替スイッチ及びモニターランプ

スイッチがONLINEでは測定データ採取後各種の演算機能が使用できる。測定結果は表示部記録計及びプリンタへ出力される。

LOCALでは取り込んだデータがそのまま記録計へ出力される。

- ④ FILTER切替スイッチ及びモニターランプ
フィルターは7種類の切替が可能である。
- ⑤ 測定モード切替スイッチ及びモニターランプ
測定モードを指定するスイッチで上側 (⊙) では回転方向測定 (真円度系)、また下側 (△) では直動方向測定 (真直度系) の指定となる。
- ⑥ LIMIT指定ON—OFFスイッチ
測定データが演算可能範囲を越えることの可否を指定するスイッチである。
- ⑦ 真円度系解析モード指定スイッチ及びモニターランプ
スイッチの設定により4種類の解析モードが指定できる。
○：真円度 ⊙：同心、同軸度
◎：径偏差 ⊕：円筒度 (傾斜補正による円筒度)
- ⑧ 真円度判定モード指定スイッチ及びモニターランプ
真円度系の測定における中心点検出 (偏心補正) 方法の選択をする。
LSC：最小二乗中心法 MZC：最小領域中心法
MIC：最大内接円中心法 MCC：最小外接円中心法
- ⑨ 真円度系傾斜補正指定スイッチ及びモニターランプ
傾斜補正による同心度・同軸度・平均円筒度の際にレバーを上側へ設定する。
- ⑩ 傾斜補正A—B—C切替スイッチ及びモニターランプ
傾斜補正測定 (⑨の傾斜補正スイッチがON) をする場合、ポジションAとBは基準円周AとBの測定に、またポジションCは測定円周Cの測定に用いる。
- ⑪ 傾斜補正定数指定スイッチL₁及びL₂
傾斜補正による同心度、同軸度、平均円筒度測定における各円周の高さ方向の距離値を設定する。
L₁は基準円周A、B間の距離を、L₂は基準円周A、測定円周Cの距離を設定する。
- ⑫ 真直度系解析モード指定スイッチ及びモニターランプ
スイッチの指定により形状出力、平均値出力、傾斜補正の切替が可能である。
—：真直度 (円筒度・同軸度・直角度…形状出力)
∨：径偏差 (テーパー比) ……………平均値出力
TILT：傾斜補正指定制御……………真直度径偏差についての傾斜補正の指定
- ⑬ 起動スイッチ
測定開始のための起動スイッチでスイッチを押すと⑤の測定モード切替スイッチが回転方向測定 (⊙) では回転テーブルが回転を始め、また直動方向測定 (△) では検出器が上昇し始める。
- ⑭ 停止スイッチ
- ⑮ パラメータ指定スイッチ及びモニターランプ (緑)
表示部及びプリンタへ出力するパラメータの選択をするスイッチである。
- ⑯ 記録計記録モード指定スイッチ及びモニターランプ
スイッチにより3通りの出力の指定ができる。

- ⑰ 記録計出力指定スイッチ及びモニターランプ
- ⑱ 表示部DISPLAY指定スイッチ及びモニターランプ
- ⑲ プリンタ出力指定スイッチ及びモニターランプ
- ⑳ 自動—手動切替スイッチ及びモニターランプ

表示部・記録計又はプリンタへ測定結果を出力させるときに、自動的に出力させるか、あるいは⑳のSTART/RESETスイッチをスタート側に倒すことによって出力させるかを指定するスイッチである。

- ㉑ START/RESETスイッチ

測定結果を表示部・記録計・プリンタへ出力する際の開始／中断の制御をするスイッチである。

- ㉒ 表示部 (DISPLAY)

緑色のLED表示部で装置の状態・測定結果のパラメータ値・オペレータの操作に対するエラー内容・検出出力値を表示する。

- ㉓ RENEWスイッチ

表示部が測定結果のパラメータ値を表示する際の表示変更を制御するスイッチである。

- ㉔ FEEDスイッチ

プリンタの印字紙送り用スイッチで、レバーを押すと印字紙が6行分送られる。

(2) 記録計

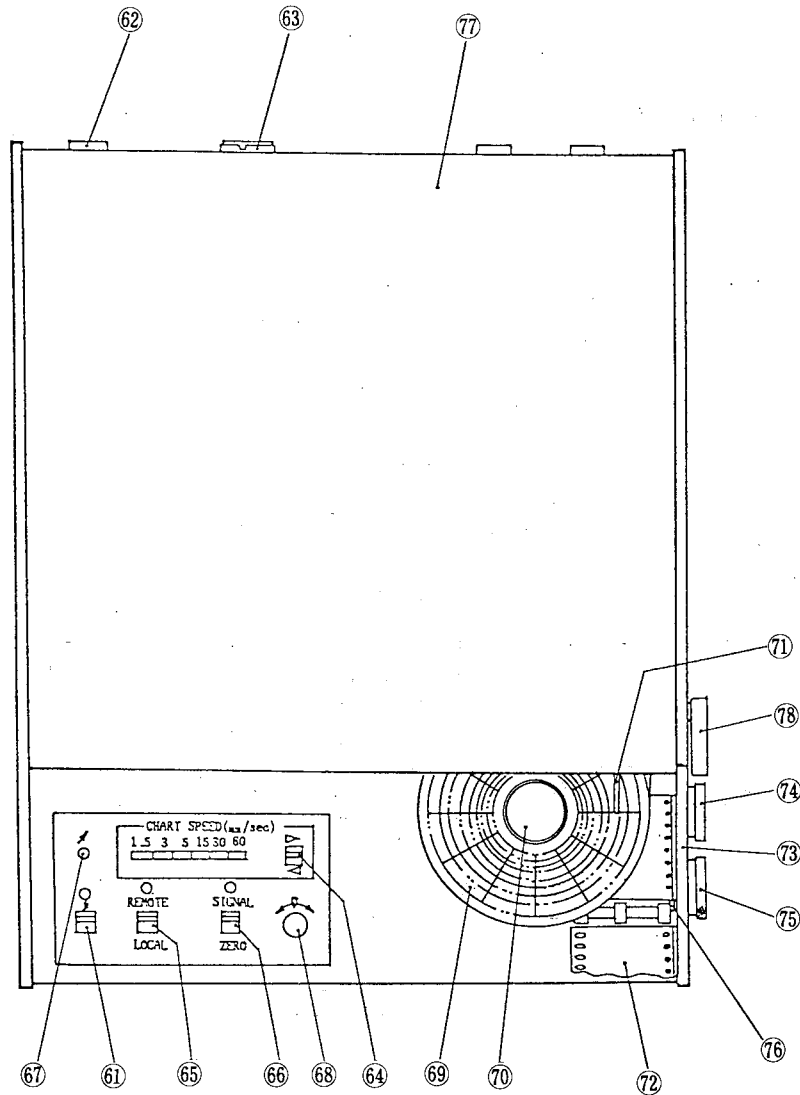


図 5-3

- ⑥1 電源スイッチ及び電源ランプ
- ⑥4 直動記録紙チャート速度切替スイッチ及びモニターランプ
直動記録紙の送り速度を切替えるスイッチである。
- ⑥5 REMOTE/LOCAL切替スイッチ及びモニターランプ
記録計を単独で動かすか、連動とするかを切替えるスイッチである。
- ⑥6 ペン動作制御スイッチ及びモニターランプ
通常はシグナル (SIGNAL) で使用する。
- ⑥7 校正ねじ
記録計の感度を校正するねじである。
- ⑥8 ペンゼロ調整つまみ

記録ペンのゼロレベルを調整するつまみである。

- ⑦⑩ 円形記録紙押さえ
- ⑦④ 直動記録紙巻き戻しつまみ
- ⑦⑤ 直動記録紙送りつまみ
- ⑦⑧ 記録ペンUP-DOWNレバー

(3) 測定部

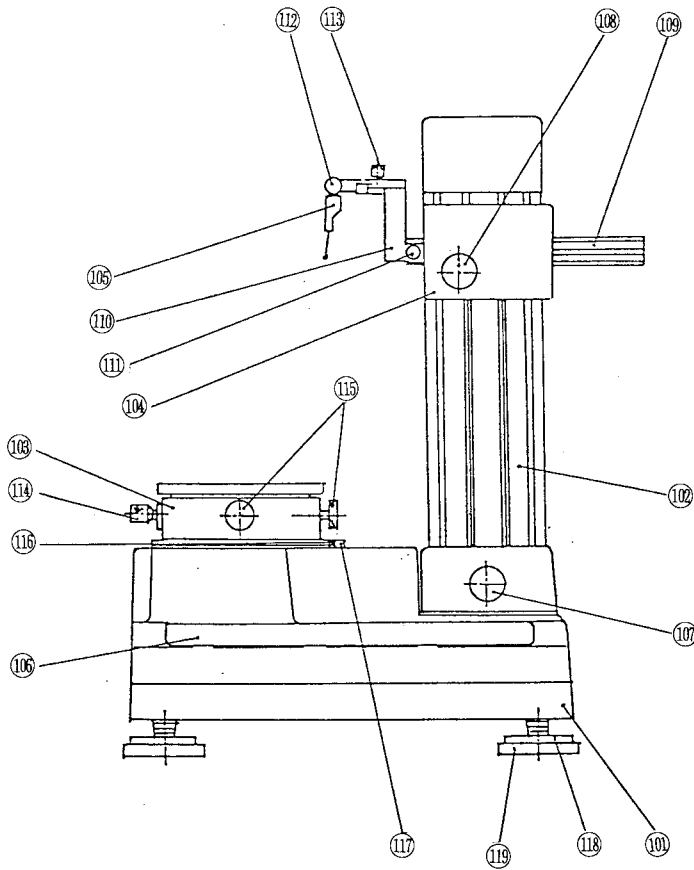


図 5 - 4

前面関係

- ⑩③ 回転テーブル (θ軸)
- ⑩④ キャリッジ (R軸)
- ⑩⑤ 検出器
- ⑩⑦ 検出器上下送りつまみ
- ⑩⑧ 検出器左右送りつまみ
- ⑩⑩ 検出器ホルダー
- ⑩⑪ 検出器ホルダー固定つまみ
- ⑩⑬ 零調整つまみ

検出出力値のレベルを機械的に調整するつまみ

- ⑪ センタリングつまみ
- ⑫ チルチングつまみ

コントロールパネル関係

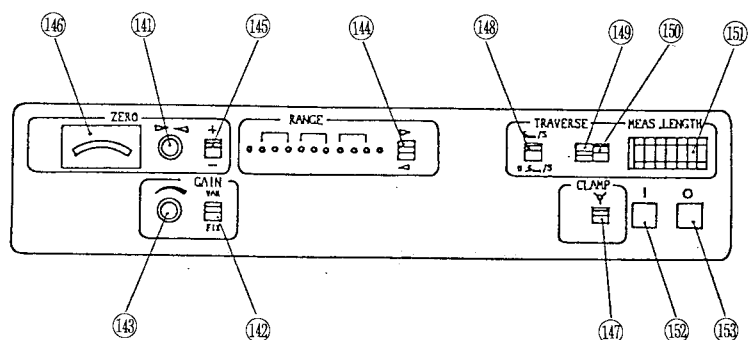


図 5 - 5

- ⑬ 零調整つまみ
検出出力値のレベルを電氣的に調整するつまみである。
- ⑭ FIX- VAR切替スイッチ及びモニターランプ
検出出力の感度を切替えるスイッチである。
"VAR" にすると⑬の倍率調整ボリュームにより任意の感度が得られる。
- ⑮ 倍率調整つまみ
⑭のFIX- VAR切替スイッチが"VAR" のときに有効で"FIX" の感度に対し80~300%の調整範囲がある。
- ⑯ 倍率切替スイッチ及びモニターランプ $\times 100 \sim 500$ 、 $\times 1 K \sim 5 K$ 、 $\times 10 K \sim 50 K$ の3グループは測定後のグループ内での倍率切替が可能である。
- ⑰ 極性切替スイッチ
検出出力の極性を切替えるスイッチである。
- ⑱ 検出出力モニターメータ
検出器の変位量を指示するメータで倍率切替スイッチの指定に応じ感度が変わる。
- ⑲ 回転テーブルクランプスイッチ
直動方向(真直度系)測定の際の回転テーブルのふらつきを防止し精度よく測定するためのものである。
- ⑳ 検出器駆動速度切替スイッチ
真直度系測定での駆動速度を切替えるスイッチである。
- ㉑ INCHINGスイッチ

測定物設定時に検出器を上下に微動させるスイッチである。

⑮ 検出器移動方向切替スイッチ

検出器の上下に動く方向を切替えるスイッチである。

⑯ 測定長さ設定スイッチ

直動方向（真直度系）測定のときの測定長さを設定するスイッチである。

⑰ 起動スイッチ

⑱ 停止スイッチ

2. 仕様

(1) 測定部仕様

回転精度：(0.025 + 5 H/10000) μm

回転速度及方向：4 r.p.m時計方向回転（手動時は任意回転可）

センタリング調整範囲： $\pm 5\text{ mm}$

チルチング調整範囲： $\pm 2^\circ$

積載荷重：30kgf

許容偏心荷重：300kgf $\cdot\text{mm}$

真直度精度：0.15 $\mu\text{m}/100\text{mm}$ (0.3 $\mu\text{m}/350\text{mm}$)

上下ストローク：最大350mm（ストローク範囲調整機構付）

駆動速度及び方向：0.6及び6 mm/sec 上昇方向駆動

平行度精度：2 $\mu\text{m}/350\text{mm}$ （固定式）

半径方向範囲：-2 mm～+130mm 手動送り式

測定倍率：11レンジ

倍率	$\times 50$	$\times 100$	$\times 200$	$\times 500$	$\times 1\text{K}$	$\times 2\text{K}$	$\times 5\text{K}$	$\times 10\text{K}$	$\times 20\text{K}$	$\times 50\text{K}$	$\times 100\text{K}$
範囲	$\pm 4\text{ mm}$	$\pm 400\mu\text{m}$			$\pm 40\mu\text{m}$			$\pm 4\mu\text{m}$			$\pm 0.4\mu\text{m}$

主要寸法：785 (W) \times 598 (D) \times 970 (H) mm

重量：約260kg

(2) データ処理部仕様

測定モード

円周方向測定（4種より、複数のモード指定可能）

- 真円度、平面度、偏肉度、平行度
- 同心度、同軸度、平均直角度
- 径偏差
- 平均円筒度
- 円筒度

回転軸方向測定（2種より、複数のモード指定可能）

－ 真直度、傾斜補正付真直度、円筒度、同軸度、直角度

∨ 径偏差、テーパ比

フィルターカットオフ値

ローパスフィルタ 15、50、150、500U/r

バンドパスフィルタ 15～150、15～500U/r

フィルタなし

主なパラメータ

記号	表現	内 容	単 位	回転	直動
P-P	最大高さ	形状誤差の最小値から最大値までの偏差	μm	○	○
P	山高さ	平均円（線）から最大値までの偏差	μm	○	○
V	谷深さ	平均円（線）から最小値までの偏差	μm	○	○
MLA	平均高さ	最小自乗法による形状誤差の平均値	μm	○	○
E	偏心量	回転軸と測定円軸心との心ずれ	μm	○	
A	偏心角	回転軸に対する測定円軸心の偏心方向	度、分	○	
R	径偏差	平均円（線）との半径差	μm	○	
T	傾斜量	真直送りと測定面の測定長さでの平行度	μm		○
RAD	径偏差	2つの測定円の半径差	μm	○	
CON	同心度	2つの測定円の心ズレ量の2倍の値	μm	○	
C _y	円筒度	円筒部分を2つの同軸の幾何学的円筒ではさんだとき、両円筒面の間隙が最小となる円筒面の半径差	μm	○	
COA	同軸度	基準軸直線に対する測定円周中心の心ズレ量の2倍の値	μm	○	

形状誤差の判定基準方式

記号	表現	内 容	回転	直動
LSC	最小自乗中心法	基準からの偏差：自乗が最小なるもの	○	○
MZC	最小領域中心法	内外接円の半径差が最小となる中心	○	
MIC	最大内接円中心法	内接円のうち最大径となる円の中心	○	
MCC	最小外接円中心法	外接円のうち最小径となる円の中心	○	
N.C	補正なし	測定機の軸心基準	○	○

電 源：単相AC100V 50/60Hz 90VA

主要寸法：442 (W)×410 (D)×262 (H) mm

重 量：約27kgf

3. 倍率校正

(1) 校正準備

- ① 検出器を測定部より取り外し、倍率校正器セットに図5-6のように取付け、検出器の先端子が倍率校正器セットの上面部に当るように調整する。

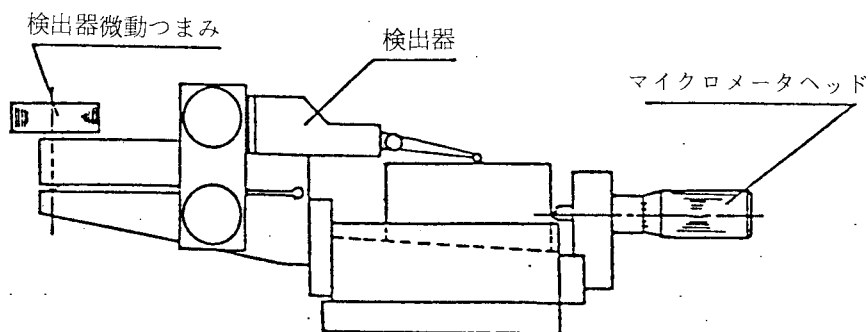


図5-6

- ② 検出出力モニター値が $00.0\mu\text{m}$ となるように、マイクロメータヘッド、あるいは検出器微動つまみを回転させるか、コントロールパネルのゼロ調整つまみによって調整する。
- ③ 記録計のペン動作制御スイッチ⑥のレバーをZERO側にし、記録ペンの先が記録紙の目盛線中央の位置に来るようにペンゼロ調整つまみを合わせる。

(2) 校正

- ① 倍率校正器のマイクロメータヘッドをプラス側へ $20\mu\text{m}$ 回す。
このとき検出出力モニター値が $+20.0\mu\text{m}$ となることを確認する。
 $+20.0\mu\text{m}$ と表示されていない時には、データ処理部の校正ねじ②にて $+20.0\mu\text{m}$ となる様に調整する。
- ② 記録計のペンが記録計のプラス側最大目盛り ($+20\mu\text{m}$) のところにあることを確認する。もしプラス側最大目盛り ($+20\mu\text{m}$) の位置をペンが指示していなければ記録計の校正ねじ③にて $+20\mu\text{m}$ を指示するように調整する。
- ③ 以上がよければマイクロメータヘッドを $00.0\mu\text{m}$ の位置にもどす。そして $00.0\mu\text{m}$ の位置を基準として、今度は倍率校正器のマイクロメータヘッドをマイナス側へ $20\mu\text{m}$ 回す。 $-20.0\mu\text{m}$ を表示する事を確認する。

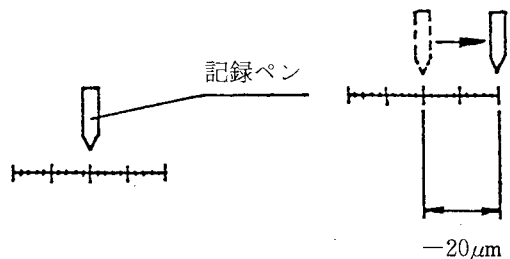


図5-7

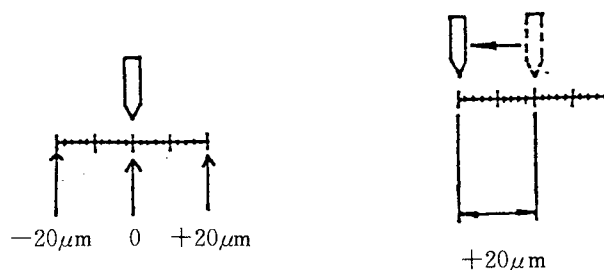


図5-8

4. センタリング・チルチング

(1) センタリング方法

- ① 測定物をテーブル上面の円形に合わせて乗せる。
- ② 検出器の先端子を測定物から0.5～1mm離し、目視にてセンタリングする。
- ③ 0°の時の隙間aと180°の時の隙間bとの差の1/2の量をAのつまみで調整する。テーブルを回す時は、テーブルの下のローレット部をこすって回す。
- ④ Bのつまみについても同様に行う。

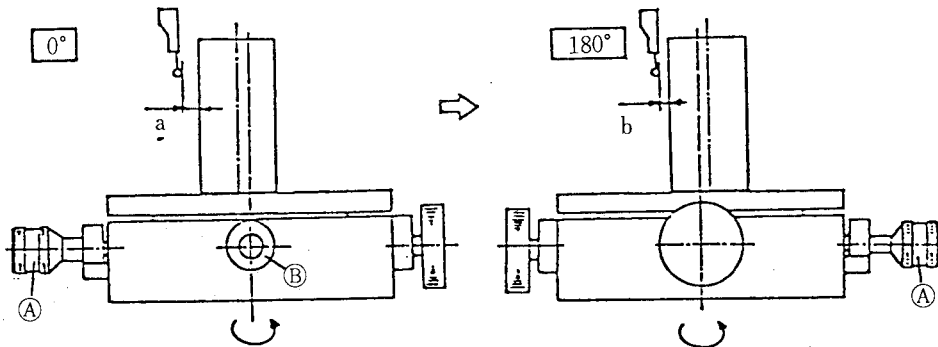


図5-9

- ⑤ 先端子を測定物に当て、0°の時、検出出力メータの指針が中央に来るように、R軸零調整つまみ⑬かゼロ調整つまみ⑭にて調整する。
- ⑥ テーブルを180°回転させた時の指針の振れbを確認する。
- ⑦ 指針が中央aからbまでの振れ量の1/2の位置へ来るようにAのつまみにて調整する。調整後、検出出力メータの中央に指針が来るようにR軸零調整つまみ⑬またはゼロ調整つまみ⑭にて調整する。

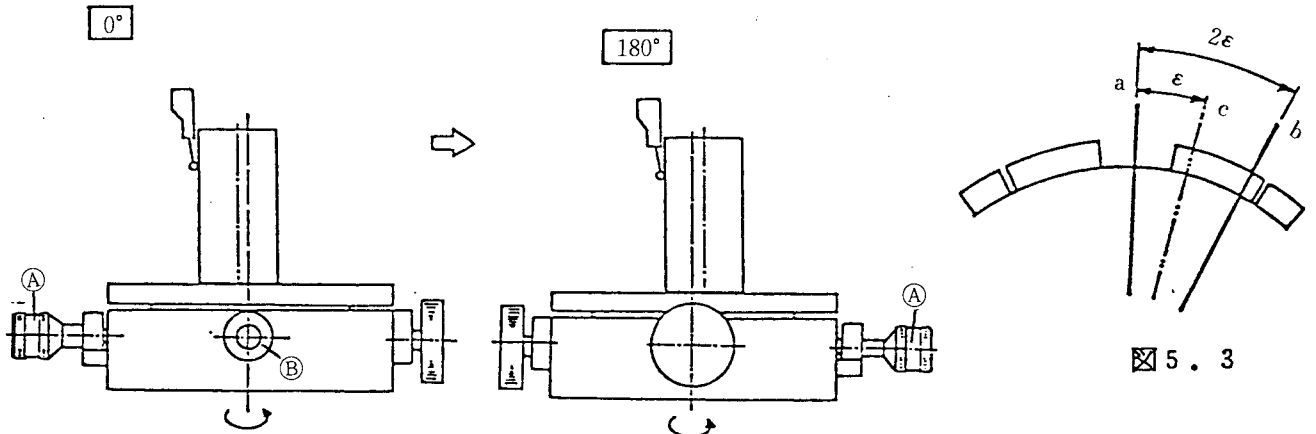


図5-10

(2) 測定物外周（内周）基準におけるチルチング方法

- ① テーブル上面75mmの位置におけるセンタリングを行う。
- ② ①の位置より上部の部分に先端子を当てる(図5-11)。この時、指針が検出出力の中央aに来る

ようにR軸零調整つまみ⑬又は零調整つまみ⑭にて調整する。

* 検出器を当てる位置は75mm位置より出来る限り離れた位置となるようにする。

- ③ テーブルを180°回転させた時の指針の振れbを確認する。
- ④ 指針が中央aからbまでの振れ量の1/2の位置へ来るように⑮のチルチングつまみにて調整する。
⑯のチルチングつまみ⑭についても同様に行う。
- ⑤ 測定レンジを低倍率から高倍率へと上げながら上記の操作を行い、指針の振れが最小となるように調整する。

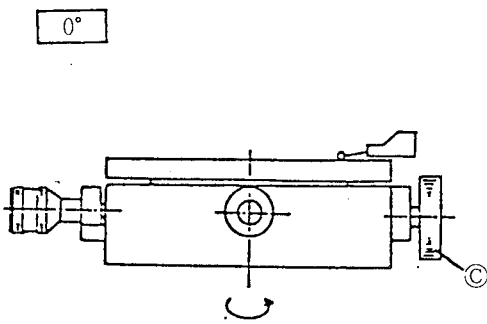


図 5-11

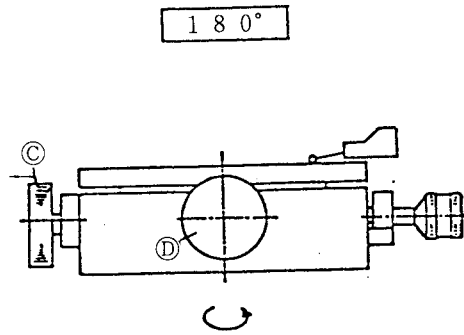


図 5-12

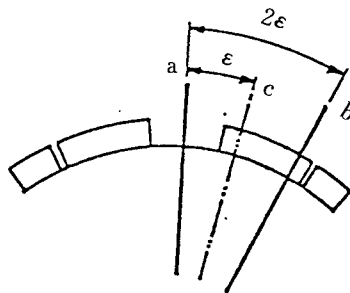


図 5-13

5. 測定

A 真円度（平面度及び平行度）測定

① 測定準備

- (1) 測定物をテーブル上に取付ける。
- (2) 真円度測定の場合は図5-14のように測定円周の位置を決める。
- (3) 測定する各円周の偏心（平面度・平行度では測定物の傾き）による測定部の検出出力モニタータの指針の振れがほとんど無くなるように、センタリング・チルチング調整を行う。

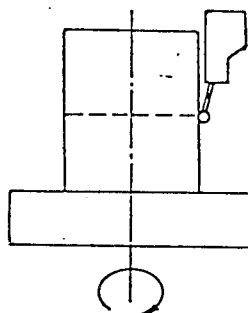


図5-14

② 測定条件設定

- (1) ③、⑤、⑥、⑦、⑨のスイッチを図5-15の様に設定する。
- (2) 真円度判定モード指定スイッチ⑧より偏心補正方法の選定をする。
- (3) FILTER切替えスイッチ④により使用したいフィルタ値を選定する。
- (4) 結果を自動的に出力させたい場合は、自動—手動切替スイッチ⑩を自動側（↑↔↓）に設定する。

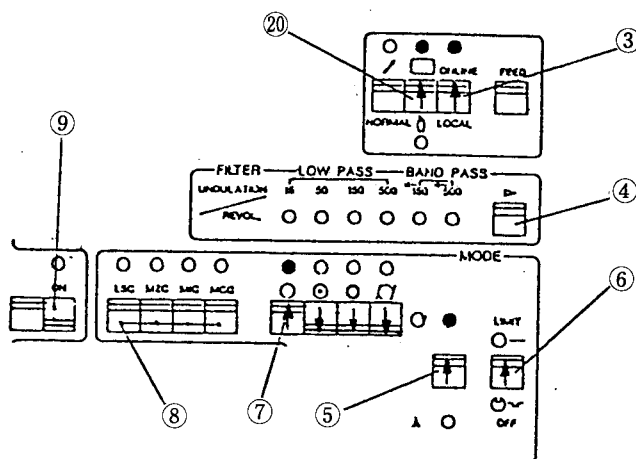


図5-15

3 出力条件設定

- (1) 表示部に結果を出力させたい場合は、DISPLAYスイッチ⑱をON側に倒す。また表示部に表示させたいパラメータをパラメータ指定スイッチ⑮により指定する。
- (2) 記録計に結果を出力させたい場合は、記録計出力指定スイッチ⑰をON側に倒す。
- (3) プリンタに結果を出力させたい場合は、プリンタ出力スイッチ⑲をON側に倒す。

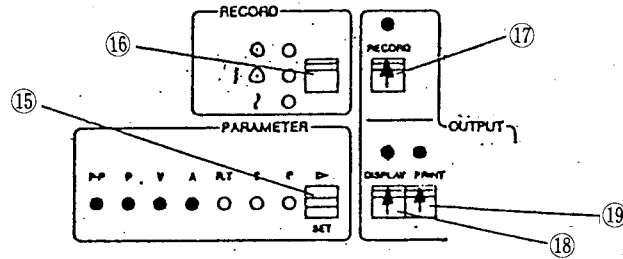


図 5-16

4 測定

- (1) 測定部の角度目盛りをテーブルの180°の位置に合わせる。
- (2) 起動スイッチを押し、基準円周Aの測定を行う。

5 測定結果出力

自動出力の場合は、測定終了後結果が出力される。手動出力の場合は測定終了後START/RESETスイッチ⑳をSTART側に倒すと出力できる。

6 判定 真円度 (偏心補正有り)

- (1) パラメータ……LSC、MZC、MIC、MCC
P-P……………真円度
 P……………LSC平均レベルからの山高さ
 V……………LSC平均レベルからの谷深さ
 A……………LSC平均レベルを基準とした平均値
- (2) 記録計出力 (形状出力) ……LSC、MZC、MIC、MCC

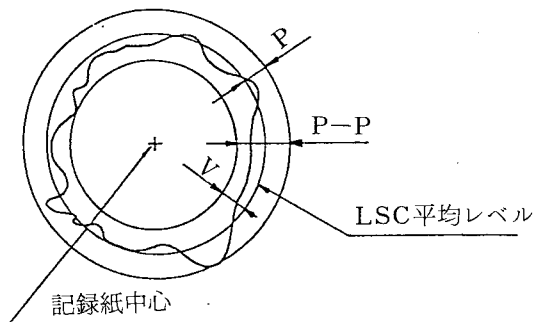


図 5-17

- (注1) LSC平均レベル(基準円)はゼロレベル(ペンのセット位置)に一致する。
 (注2) 記録中心は測定物中心と一致する。
 (注3) 判定法がLSC以外ではLSC平均レベル(基準円)を他の判定法の基準円とする。

7 判定 平面度

- (1) パラメータ……LSC、MZC、MIC、MCC
P-P………平面度(真円度)
 P………LSC平均レベルからの山高さ
 V………LSC平均レベルからの谷深さ
 A………LSC平均レベルを基準とした平均値
- (2) 記録計出力(形状出力)……LSC、MZC、MIC、MCC

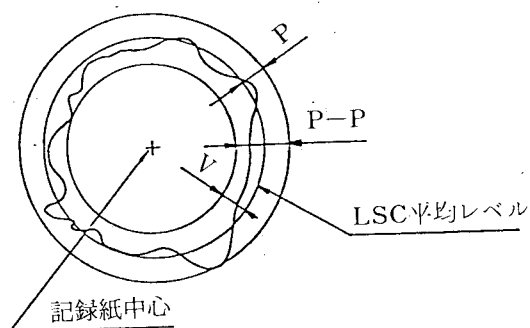


図5-18

- (注1) 記録紙中心は測定物中心に一致する。
 (注2) 本測定では測定半径Rで代表された平面度が求められる。
 (注3) この時、JISに相当するのはMZCで、形状の谷をデータムとする時はMIC、形状の山をデータムとする時はMCCを用いる。

⑧ 判定 平行度

(1) パラメータ……NC

P-P……………平行度

P……………ゼロレベルからの山高さ

V……………ゼロレベルからの谷深さ

A……………ゼロレベルを基準とした平均値

(2) 記録計出力 (形状出力) ……NC

(a) 平行度

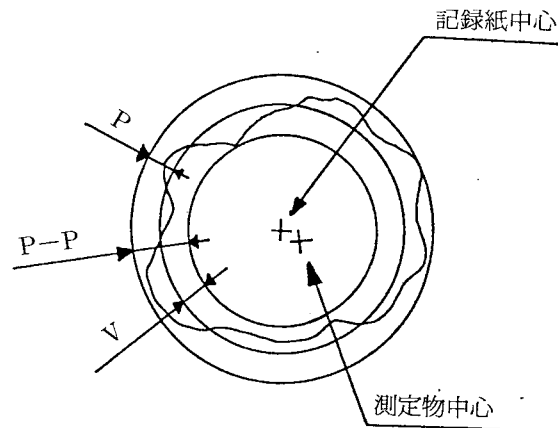


図 5-19

(注1) ゼロレベルは記録ペンのセット位置に一致する。

(注2) 本測定では測定半径Rで代表された平行度が求められる。

B 測定物軸心基準の同軸度測定

① 基準円周D₁の測定準備

- (1) 測定物をテーブル上に取付ける。
- (2) 図5-20の様に基準円周D₁、D₂及び測定円周D₃の位置を定める。
- (3) 測定する各円周の偏心による測定部の検出出力モニターメータの指針の振れがほとんどなくなるように、センタリング・チルチング調整を行う。

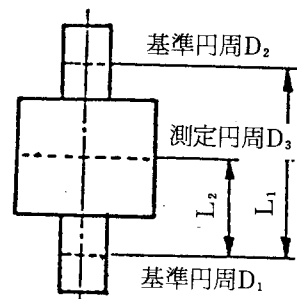


図 5-20

② 測定条件設定

- (1) ③、⑤、⑥、⑦、⑨のスイッチを図5-21の様に設定する。
- (2) 真円度判定モード指定スイッチ⑧より偏心補正方法の選定をする。
- (3) FILTER切替スイッチ④により使用したいフィルタ値を選定する。
- (4) A-B-C切替スイッチ⑩のAを指定する。

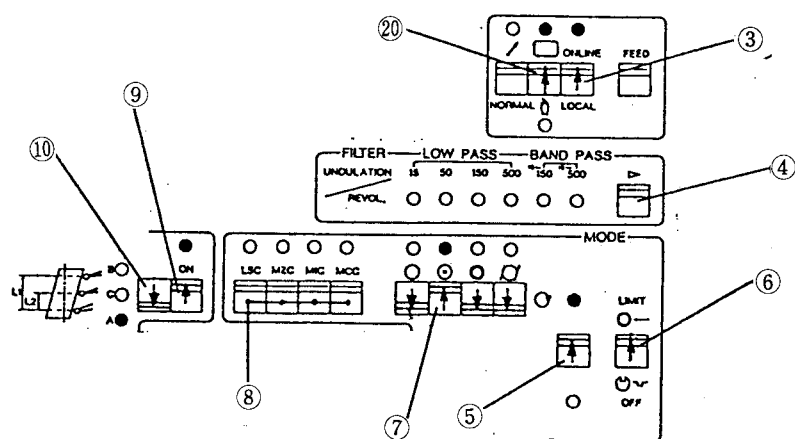


図 5-21

3 出力条件設定

- (1) 表示部に結果を出力させたい場合は、DISPLAYスイッチ⑬をON側に倒す。また表示部に表示させたいパラメータをパラメータ指定スイッチ⑮により指定する。
 - (2) 基準円周 D_1 、 D_2 の測定時は記録計出力指定スイッチ⑰をOFF側に倒す。
 - (3) プリンタに結果を出力させたい場合は、プリンタ出力スイッチ⑱をON側に倒す。
- * 同軸度は記録図形より判定する。

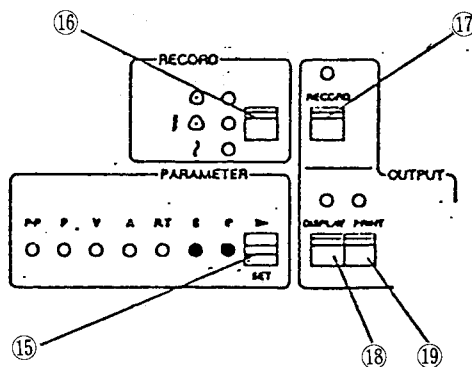


図 5-22

4 測定 D_1

- (1) 測定部の角度目盛をテーブルの 180° 位置に合わせる。
- (2) 起動スイッチを押し、基準円周 D_1 の測定を行う。

5 D_1 の測定結果出力

- (1) 自動出力の場合は、測定終了後結果が出力される。手動出力の場合は測定終了後START/RESETスイッチ⑳をSTART側に倒すと出力できる。

6 測定 D_2

- (1) 検出器を D_2 点へ移す。

- (2) A—B—C切替スイッチ⑩のBを指定する。
- (3) 測定部の角度目盛りをテーブルの180°位置に合わせる。
- (4) 起動スイッチ⑬を押し、基準円周D₂の測定を行う。

7 D₂の測定結果出力

- (1) D₁の測定と同様にして結果が出力される。

8 測定D₃

- (1) 記録計指定スイッチをON側に倒す。
- (2) 検出器をD₃点へ移す。
- (3) A—B—C切替スイッチ⑩のCを指定する。
- (4) 測定部の角度目盛りをテーブルの180°位置に合わせる。
- (5) 傾斜補正定数指定スイッチ⑪にてD₁—D₂間の距離=L₁、D₁—D₂間の距離=L₂、及び極性を設定する。
- (6) 起動スイッチ⑬を押し、測定円周D₃の測定を行う。

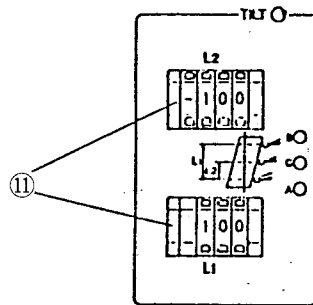


図 5—23

9 D₃Cの測定結果出力

- (1) D₁、D₂の測定と同様にして結果が出力される。

10 測定円周が数箇所 (D₄、D₅) ある場合

- (1) 検出器をD₄またはD₅点へ移す。
- (2) 傾斜補正定数指定スイッチ⑪にてD₁—D₄ (D₁—D₅)間の距離=L₂及び極性を設定する。
- (3) 起動スイッチ⑬を押し、測定円周D₄ (D₅) の測定を行う。

11 判定 同軸度

- (1) パラメータ……LSC、MZC、MIC、MCC
 - ε：測定物基準軸心に対する測定円周中心の心ズレ量
 - α：測定物基準軸心に対する測定円周中心の心ズレ方向
- (2) 形状出力………LSC、MZC、MIC、MCC

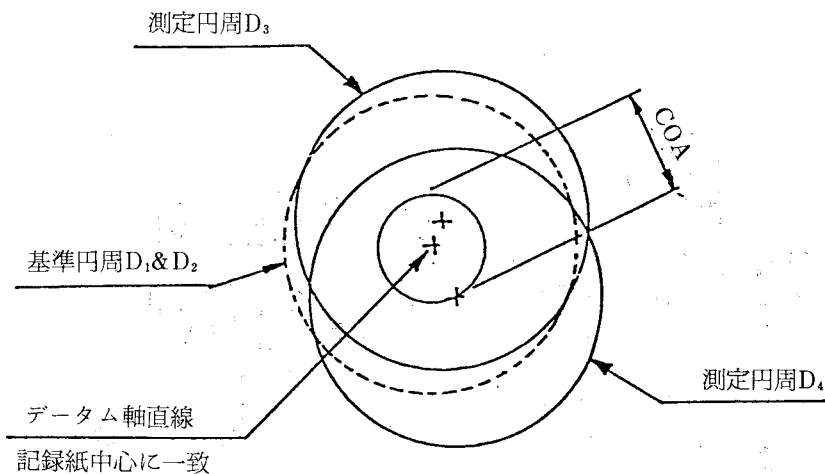


図 5-24

$$C_0 = 2 \times \varepsilon \quad (\varepsilon \text{は測定値の最大値})$$

(注1) 同軸度はすべての測定円周の ε のうち最大の値の2倍となる。

(注2) LSC、MZC、MIC、MCCのいずれも使用できるが、同軸度では一般的にはLSCが最も問題の少ない判定法である。

C 真直度測定

1 測定準備

- (1) 測定物をテーブル上に取付ける。
- (2) 図5-25の様に真直度を測定する区間 S_1 、 S_2 の位置を定める。
- (3) 測定開始点 S_1 及び終点 S_2 での偏心または傾きによる測定部の検出力モニターメータの指針の振れがほとんど無くなるように、センタリング・チルチング調整を行う。

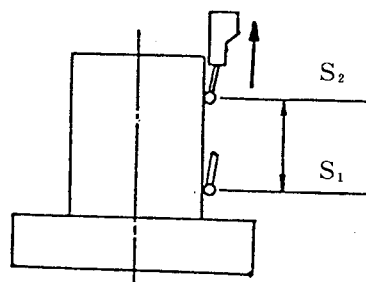


図 5-25

2 測定条件設定

- (1) ③、⑤、⑥、⑫、⑭のスイッチを図5-26の様に設定する。
- (2) FILTER切替スイッチ④により使用したいフィルタ値を選定する。
- (3) 検出器駆動速度スイッチ⑮により、検出器駆動速度を選定する。
- (4) 測定長さを⑯にて選定する。
- (5) 記録紙送り速度を⑰にて選定する。

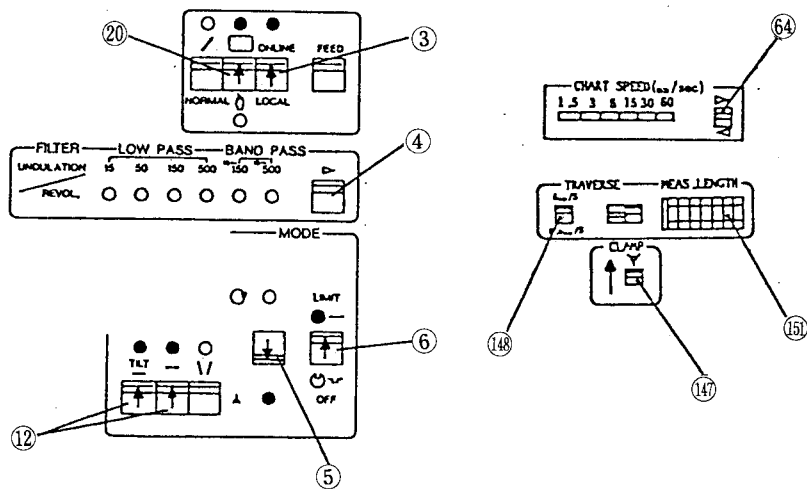


図 5-26

3 出力条件設定

- (1) 表示部に結果を出力させたい場合は、DISPLAYスイッチ⑬をON側に倒す。また表示部に表示させたいパラメータをパラメータ指定スイッチ⑮により指定する。
- (2) 記録計に結果を出力させたい場合は、記録計出力指定スイッチ⑰をON側に倒す。
- (3) プリンタに結果を出力させたい場合は、プリンタ出力スイッチ⑱をON側に倒す。

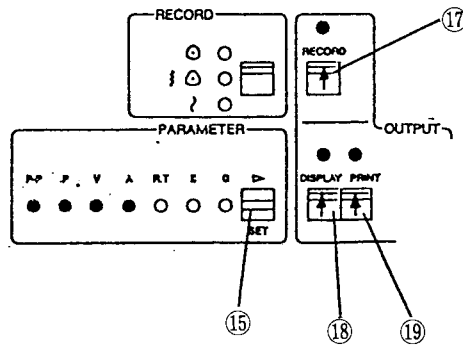


図 5-27

4 測定

- (1) 起動スイッチ⑬を押し、 S_1-S_2 間の測定を行う。停止後データが出力される。

5 測定結果出力

- (1) 自動出力の場合は、測定終了後出力される。手動出力の場合は測定終了後START/RESETスイッチ⑳をSTART側に倒すと出力できる。

⑥ 判定 真直度 (傾斜補正有り)

(1) パラメータ……LSC

P-P……………真直度

P : LSC平均レベルからの山高さ

V : LSC平均レベルからの谷深さ

A : LSC平均レベルを基準とした平均値

(2) 記録計出力 (形状出力) ……LSC

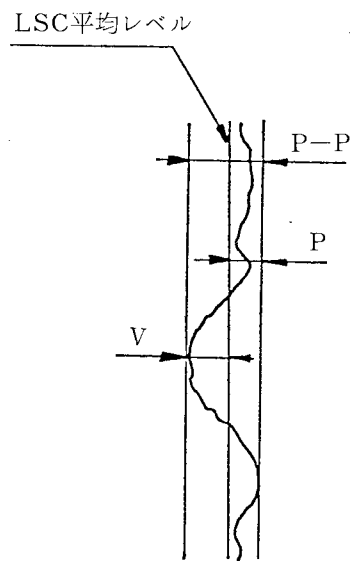


図 5-28