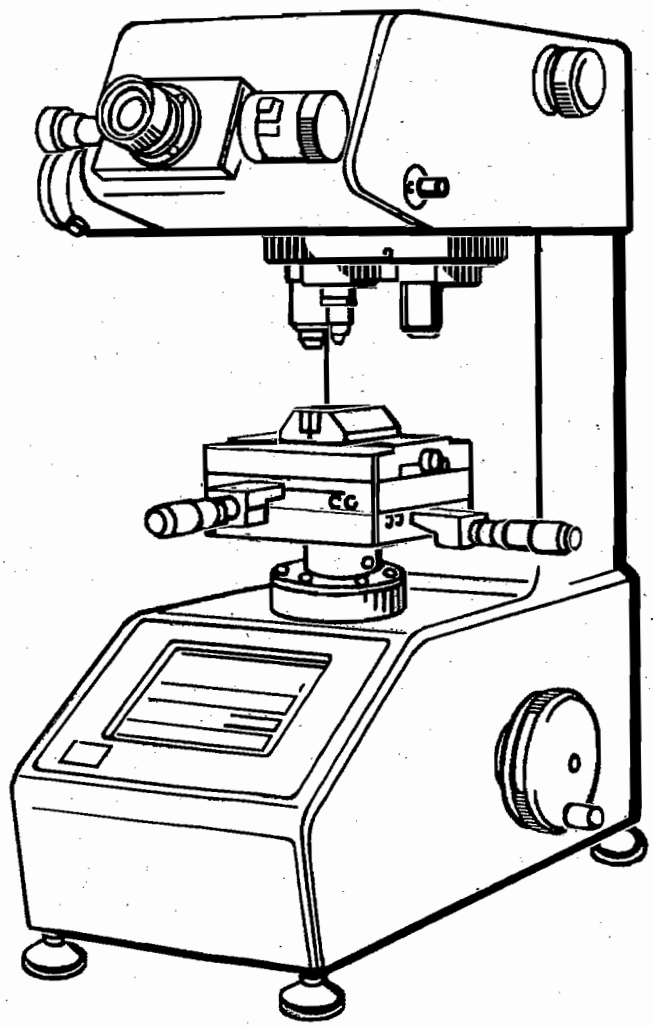
微小硬度計

取扱説明書

FM-1e
FM-1
FM-7e
FM-7

FM-700



株式会社 フューチュア テック
FUTURE-TECH CORP.

本製品をご使用になる前に

使用者の安全の確保と本製品の性能を十分に活用して作業効率を向上していただくため本取扱説明書の内容を理解した後、本製品をご使用、管理してください。

本取扱説明書中に使用者及び機械の安全確保を目的とした安全表記の[⚠注意]マークがあります。

⚠ 注意

取り扱いを誤った場合に、使用者が障害または物的損害を負う可能性が想定される場合。

1　本取扱説明書の記述と異なった取り扱いにたいして生じる損害については、使用者の自己責任となり、弊社は一切保証いたしません。

2　本製品を使用して得られるお客様の使用目的に対しての適合性、市場性や、そこから生じる直接的、間接的損害に対して、弊社は一切保証いたしません。

3　本製品を転売などして使用者が変わる場合、製品と共に必ず本取扱説明書をお渡しください。

4　本製品及び本取扱説明書を紛失、損傷した場合は、速やかに弊社までお問い合わせください。

目　次

1. 概　要 1

2. 原　理 2

3. 開梱方法 4

4. 特　長 5

5. 構成品 6

6. 仕　様 9

7. 外観図、構造図 11

8. 試験準備（図 7-1 参照） 13

9. 試験条件設定 15

10. 試験方法（図 7-1 参照） 51

11. 試験操作のフローチャート 62

12. 調整方法 64

13. 試験上の注意（参考：JIS-Z2251） 69

14. サービスを依頼される前に 74

1. 概　要

ビッカース硬さは、試験荷重に関係なく一定の硬度値が得られる、いわゆる相似の原則が成立することが大きな特長であり、試料の材質、形状等に応じて大小任意の試験荷重を使いわけることが出来ます。

この特長を利用して、金属箔のような非常に薄い材料から、細線、浅い硬化層、メッキ層、微細部品、金属組織及びガラス、セラミックス等の非金属材料まで大変幅広い分野に於ける硬さ試験に広く利用されており、今後もその応用範囲は一段と拡がるものと期待されます。

2. 原　理

(1) ビッカース硬さ

ビッカース硬さとは、対面角136°のダイヤモンド正四角錘圧子を用い、試験面にピラミッド型のくぼみをつけた時の試験荷重と、永久くぼみの対角線長から求めた表面積から、次の式で算出した値です。

$$HV = 0.102\frac{F}{S} = 0.102\frac{2F\sin\frac{\theta}{2}}{d^2} = 0.1891\frac{F}{d^2}$$

ここにHV：ビッカース硬さ
F：試験荷重（N）
S：くぼみの表面積（mm^2）
d：くぼみの対角線長さの平均（mm）
θ：ダヤモンド圧子の対面角（度）

⚠ 注意

試験荷重Fの単位がkgfの場合には、ビッカース硬さは次の式で算出します。

$$HV = \frac{F}{S} = \frac{2F\sin\frac{\theta}{2}}{d^2} = 1.854\frac{F}{d^2}$$

(2) ヌープ硬さ

ヌープ硬さは、対稜角が172.5°と130°のひし型のダイヤモンド四角錘圧子を用い、試験面にくぼみをつけたときの試験荷重と、くぼみの長いほうの対角線長から求めた投影面積から、次の式で算出した値です。

$$HK = 0.102\frac{F}{A} = 0.102\frac{F}{Cd^2} = 1.451\frac{F}{d^2}$$

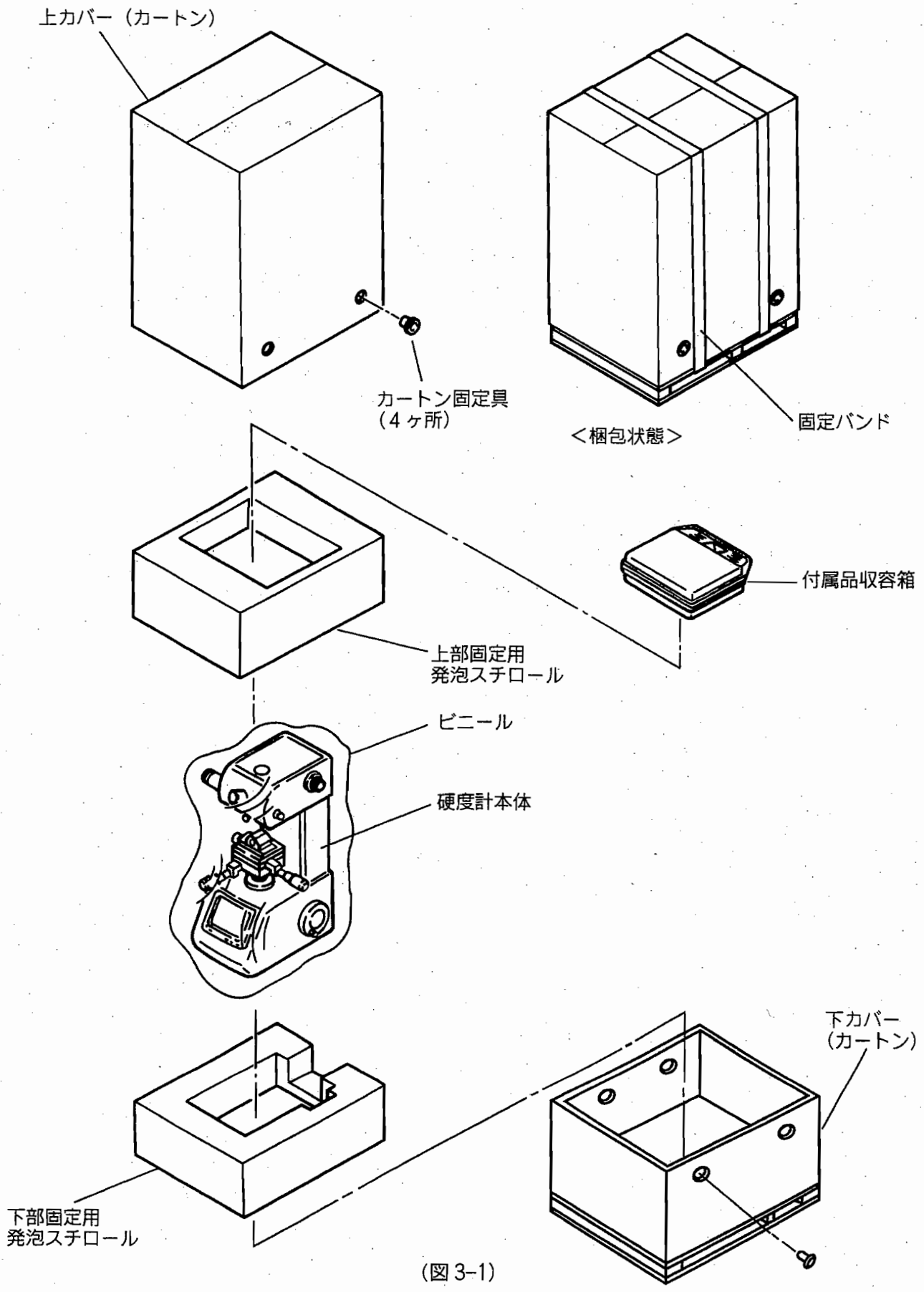
ここにHK：ヌープ硬さ
F：試験荷重（N）
A：くぼみ投影面積（mm^2）
C：圧子定数で、αからAを求める定数0.07028
d：くぼみの長い方の対角線長さ（mm）

⚠ 注意

試験荷重Fの単位がkgfの場合には、ヌープ硬さは次の式で算出します。

$$HK = \frac{F}{A} = \frac{F}{Cd^2} = 14.2\frac{F}{d^2}$$

3. 開梱方法


上カバー（カートン）
カートン固定具
（4ヶ所）
＜梱包状態＞
固定バンド
付属品収容箱
上部固定用
発泡スチロール
ビニール
硬度計本体
下カバー
（カートン）
下部固定用
発泡スチロール

（図 3-1）

4. 特　長

● **鮮明な視野の実現**

開口絞り及び視野絞りの交換が可能になったことにより、低倍率から高倍率まで、従来にない鮮明な視野を実現しました。(FM-7e、FM-7)

● **容易な圧痕計測**

光源部のカラーフィルタの交換が可能なため、少し悪い条件の試料面（キズ、汚れ等）でも圧痕計測が易しくなりました。(全機種)

● **細く鮮明な計測線**

ガラス蒸着の先進技術採用で、より細い計測線を実現。計測時、圧痕エッジに合わせ易くなりました。(全機種)

● **対物レンズ３本同時装着**

通常の計測用対物レンズ（40倍）の他、組織観察用として、異なる倍率のレンズ２本が同時装着可能です。(標準：40倍及び10倍)（FM-7e、FM-7)

● **オートタレット**

オートタレット機構を採用し、一連の荷重動作及び圧子～レンズの切替えはスタート・スイッチを押すだけで自動で行えます。手動切替えも可能です。(FM-1、FM-7)

● **先進のタッチパネルディスプレイ**

測定値、換算値等の各種データ、試験条件等は、美しく鮮明なLCDタッチパネル・ディスプレイで設定し、表示されます。(FM-7e、FM-7)

● **マイコン制御による多様な機能**

- 256データメモリ
- 連続的光量調節
- SI／グラム単位荷重表示切替
- OK／NG判定機能
- 換算機能
- データ編集機能

(FM-7e、FM-7)

● **光量自動調節機能**

光源電球の寿命を延ばす為、荷重負荷中は自動的に減光されます。(FM-7e、FM-7)

● **自動化・省力化への発展**

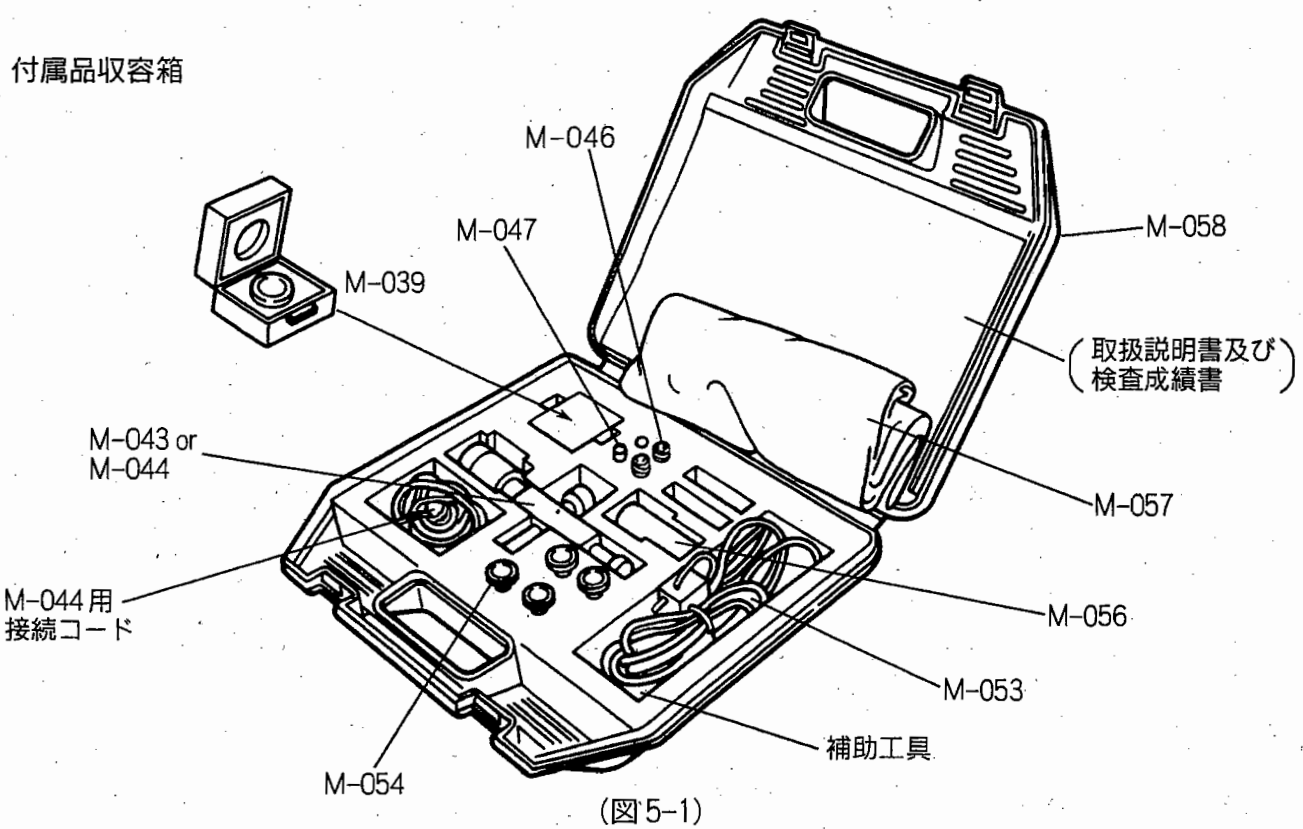
オートステージ、自動読取装置、パーソナル・コンピュータ、各種記録計を接続することにより、測定の個人誤差減少と共に、大きな省力効果が得られます。(全機種)

5. 構成品

(1) 標準付属品

コードNo.	品名		FM-1e	FM-1	FM-7e	FM-7
M-027	手動XYステージ	(本体装着)	1	1	1	1
M-028	精密バイス	(本体装着)	1	1	1	1
M-039	硬度基準片	(HV700)	1	1	1	1
M-014	ダイヤモンド圧子	HV用 (本体装着)	1	1	1	1
M-043	計測顕微鏡 (×10倍接眼レンズ付)	機械式	1	1	—	—
M-044		電子式	—	—	1	1
M-018	対物レンズ (本体装着)	×40	1	1	1	1
M-020		×10	1	1	1	1
M-054	水平調整用脚		4	4	4	4
M-055	圧子カバー	(本体装着)	1	1	1	1
M-056	写真撮影用スリーブ		1	1	1	1
M-057	機体カバー		1	1	1	1
M-046	予備ランプ	(6V 18W)	2	2	2	2
M-047	予備ヒューズ	100～120V 2A	1	1	1	1
		200～240V 1A	1	1	—	—
		200～240V 2A	—	—	1	1
M-053	電源コード		1	1	1	1
	補助工具 (ドライバー：プラス1本、マイナス1本)		1	1	1	1
M-041	硬度算出表	HV用	1	1	—	—
	硬度換算表		1	1	—	—
	取扱説明書		1	1	1	1
M-058	付属品収容箱		1	1	1	1

付属品収容箱

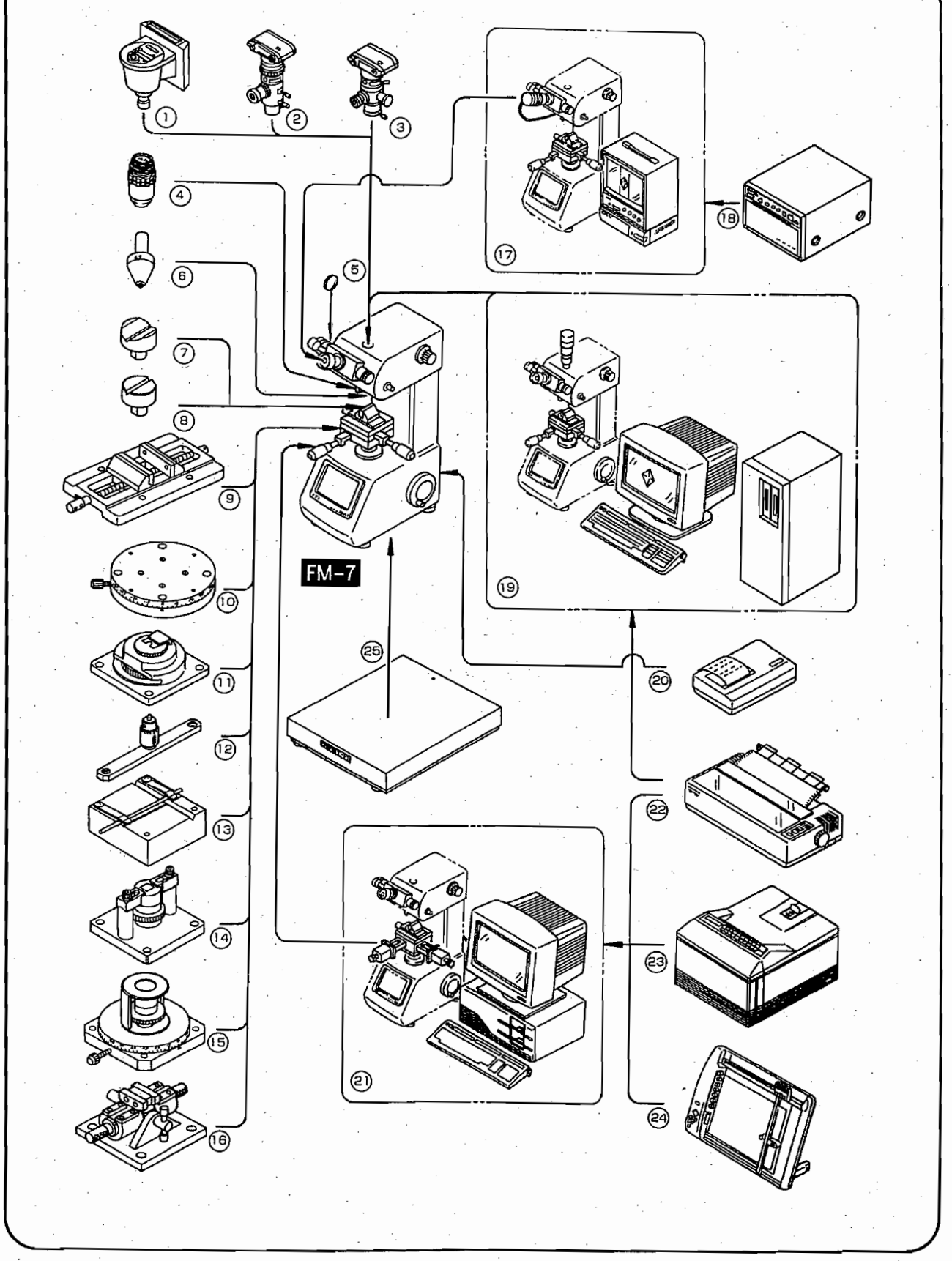


(図5-1)

(2) 特別付属品

コードNo.	品名			機種／内容	
M-015	ヌープ圧子		⑥	ヌープ硬度（HK）用菱形圧子	
M-041	硬度算出表	HV用		FM-1e、FM-1は標準、他機種はオプション	
M-042		HK用		全機種オプション	
M-016	対物レンズ		④	×100	
M-017				×60	
M-019				×20	
M-021				×5	
M-024	カラーフィルタ		⑤	φ20mm：イエロー、ブルー（標準：グリーン）	
M-025	開口絞り			FM-7e、FM7用（5種類）	
M-026	視野絞り			FM-7e、FM-7用（7種類）	
M-011	写真撮影装置	ポラロイド	①	MicroCam SLR	自動露出
M-012		35mm	②	PM-10M	リレーレンズ　NFK×3.3付
M-013			③	PM-6	
M-006	TV計測装置		⑰	CCDカメラ（白黒）／9"モニター	（硬さ計測及び観察用）
M-008	圧痕自動読取装置		⑲	フォーカスを合わせた後、圧痕対角線長を自動的に読取り、硬度表示する。 構成：CCDカメラ（白黒）＋PC（IBM互換機）＋画像処理ソフトウェア MODEL：FM-AR1	
M-010	自動XYステージ及び制御ユニット		㉑	XYステージ（FM-AS1）：移動量　：XY各50mm（標準型） 最小移動単位　：1μm（1/1000mm） ステージ寸法　：100×100mm 制御ユニット：PC＋ソフトウェア（国内：PC-98シリーズ、海外：IBM互換機）	
M-029	精密バイス		⑨	開口量　：100mm max.	
M-030	回転テーブル		⑩	回転角度目盛：5°テーブル直径：128mm	（XYステージに装着）
M-031	薄物測定台		⑪	試料厚さ：5mm max.	
M-032	細物測定台	竪型	⑫	試料直径：φ5mm max.	（断面測定用）
M-033		横型	⑬	試料直径：φ5mm max.	（円筒面測定用）
M-034	試料傾斜台		⑭	試料高　：5～20mm	（埋込試料測定用）
M-035	試料回転傾斜台		⑮	試料傾斜台＋回転テーブル 試料直径：φ25、31.5、37.5mm	（埋込試料測定用） （注文時に指定）
M-036	万能傾斜バイス		⑯	試料傾斜台＋バイス 開口量　：30mm	
M-037	アンビル	V型（大）	⑦	試料直径：φ13～φ40mm	（円筒面測定用）
M-038		V型（小）	⑧	試料直径：φ2～φ6mm	（円筒面測定用）
M-001	デジタルプリンタ		⑳	FT/FD-1RS　（RS232C仕様）	（硬度計単体用）
M-002			㉒	EPSON／VP-600　（セントロニクス仕様）	（自動ステージ用）
M-003	レーザプリンタ		㉓	CANON／LBP-A405Jr.　（A4対応）	（自動ステージ用）
M-004	ビデオグラフィックプリンタ		⑱	SONY／UP-880	（TV計測装置用）
M-005	XYプロッタ		㉔	GRAPHTEC／MP-5200（A3対応/8色/作図・作表）	（自動ステージ用）
M-045	除振台		㉕	MAGMATE-FT 磁気浮上型除振台 搭載重量：30kg max. 外形寸法：W 400×L 500×H 80mm 重量　：15kg	

システムチャート　<オプション構成>



(図 5-2)

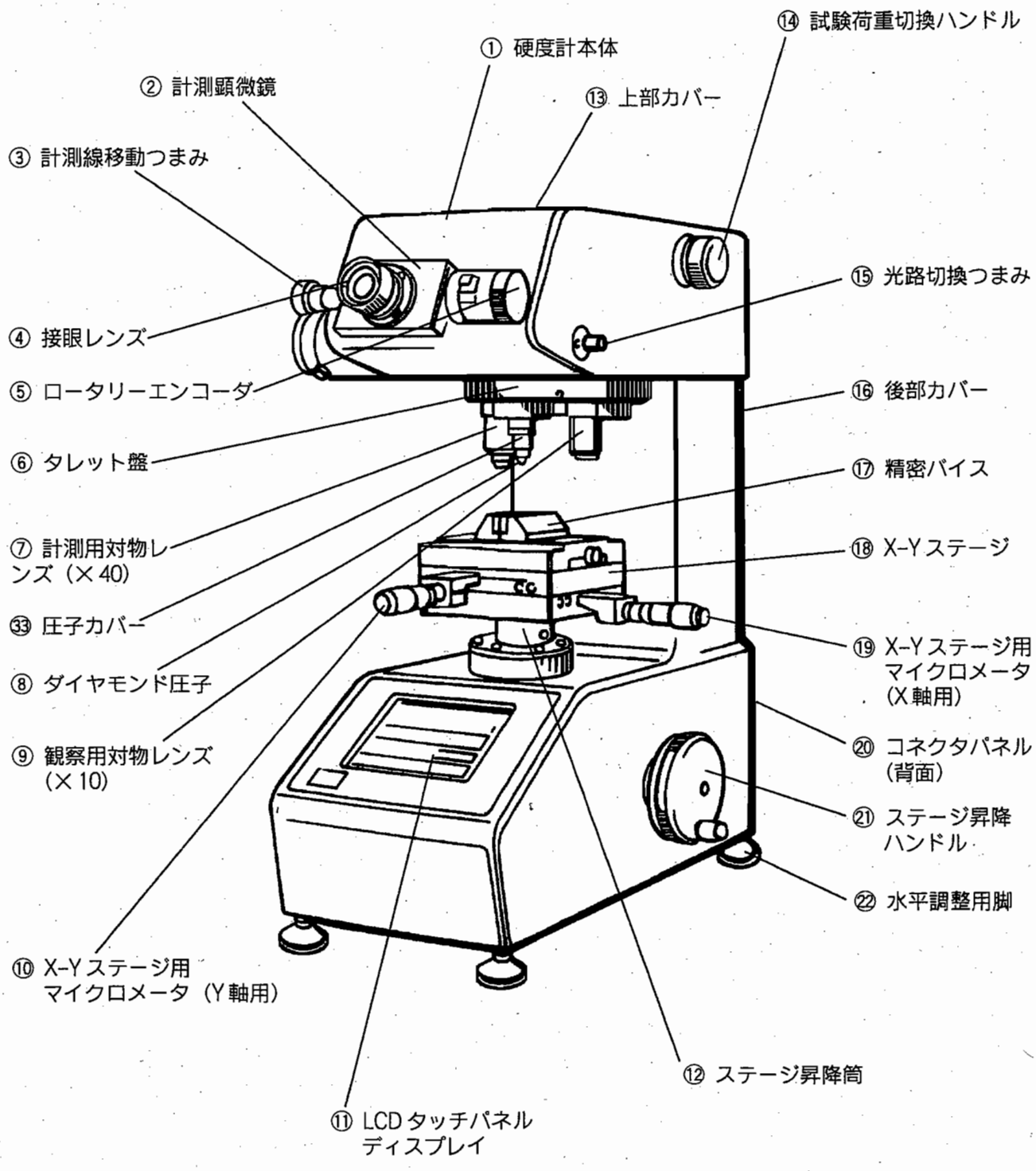
6. 仕　様

項　目		FM-1e			FM-1		FM-7e			FM-7
試験荷重（標準）	Aタイプ	(mN) (gf)	98.7 10	245.2 25	490.3 50	980.7 100	1961 200	2942 300	4903 500	9807 1000
	Bタイプ	(mN) (gf)	49.03 5	98.07 10	245.2 25	490.3 50	980.7 100	1961 200	2942 300	4903 500
	Cタイプ	(mN) (gf)	245.2 25	490.3 50	980.7 100	1961 200	2942 300	4903 500	9807 1000	19614 2000
（オプション）	Dタイプ	(mN) (gf)	9.807 1	49.03 5	98.07 10	490.3 50	980.7 100	2942 300	4903 500	9807 (19647) 1000(2000)
荷重機構		自動負荷・保持・解除方式								
荷重負荷速度		50 μm／sec								
荷重保持時間		5～40 sec					5～99 sec			
圧子～レンズ切替（自動）		―			オートタレット		―			オートタレット
対物レンズ設定		2本装着（標準×10、×40）					最大3本装着可（標準×10、×40）			
顕微鏡倍率		計測用：×400（対物40×接眼10） 観察用：×100（対物10×接眼10）								
計測顕微鏡		機械式					電子式			
	最大計測長	200 μm								
	最小目盛	0.5 μm					0.1 μm			
	最小計測単位	0.1 μm								
LCDタイプ タッチ・キー操作パネル及びデータ表示		―					① 操作・条件設定 試料NO.（数字、英字）、プリンタ選択、演算倍率選択、通信フォーマット設定、荷重保持時間、光源輝度調整、荷重負荷スタート、タレット盤回転　等 ② データ表示 圧痕対角線長（D1/D2）、硬度値（HV/HK）、換算値、試験荷重（N/gf）、測定回数、OK/NG判定、データ編集機能（256データ記憶）、等			
試料最大高		91mm								
試料最大奥行		110mm								
XYステージ		手動								
	寸　法	100×100mm								
	移動量	25×25mm								
	最小目盛	1/100mm								
精密バイス		最大開口量：50mm								
硬度換算機能		―					SEA（J-417b）、ASTM（E-140）、JISに規定の換算、表示			
データ・メモリ機能		―					最大256データまで記憶			
データ出力		―					① RS232C（ボーレート：300～19200bps、出荷時1200bpsに設定） ② セントロニクス、シリアル（指定なき場合はセントロニクス） ③ 外部制御用入出力（オープンコレクタ負論理5～12V）			
合否判定機能		―					プリセットした硬度リミットに対し、OK/NG判定を行なう。			
光源		6V18W					6V18W（荷重負荷中は自動減光）			
光学機能		カラーフィルタ：交換可					① 開口絞り　：交換可 ② 視野絞り　：交換可 ③ カラーフィルタ　：交換可			

項　目	FM-1e	FM-1	FM-7e	FM-7
データ編集機能 [設定回数の測定終了後]	—		① 実測データの編集（訂正、削除） ② 換算データの表示 ③ 記憶データの一括換算 ④ 統計データの表示（平均値、最大値、最小値、標準偏差、バラツキR） ⑤ データ編集後の印字出力（a.実測値、最大値、最小値、バラツキR、平均値、標準偏差、b.換算値、最大値、最小値、バラツキR、平均値、標準偏差）	
RS232C出力及び プリンタ印字モード	—		① 全データ［硬さ（HV/HK）、荷重、対角線長、換算スケール、換算値、合否判定］ ② 実測データのみ ③ 実測データ及び合否判定 ④ 実測データの最大値、最小値、バラツキR、平均値、標準偏差 ⑤ 実測データ、平均値及び平均値での合否判定 ⑥ 換算データのみ ⑦ 換算データ及び合否判定 ⑧ 換算データの最大値、最小値、バラツキR、平均値、標準偏差 ⑨ 換算データ、平均値及び平均値での合否判定 ⑩ 印字動作を行わない＜出荷時はNo.②モードに設定＞ ※ RS232C出力：　①モード ※ セントロニクス出力：　②～⑨モード及び荷重、対角線長 ※ シリアル出力：　②④⑥⑧モード	
精度	JIS B-7734、ASTME-384に準拠			
光路切換	写真撮影装置及びTVカメラは常時装着可能（オプション）			
機体寸法	W 186 × D 435 × H 499			
機体重量	約30kg（標準付属品を含む）			
使用電源	国内：AC 100V　50/60HZ 海外：AC 100～240V　50/60HZ			

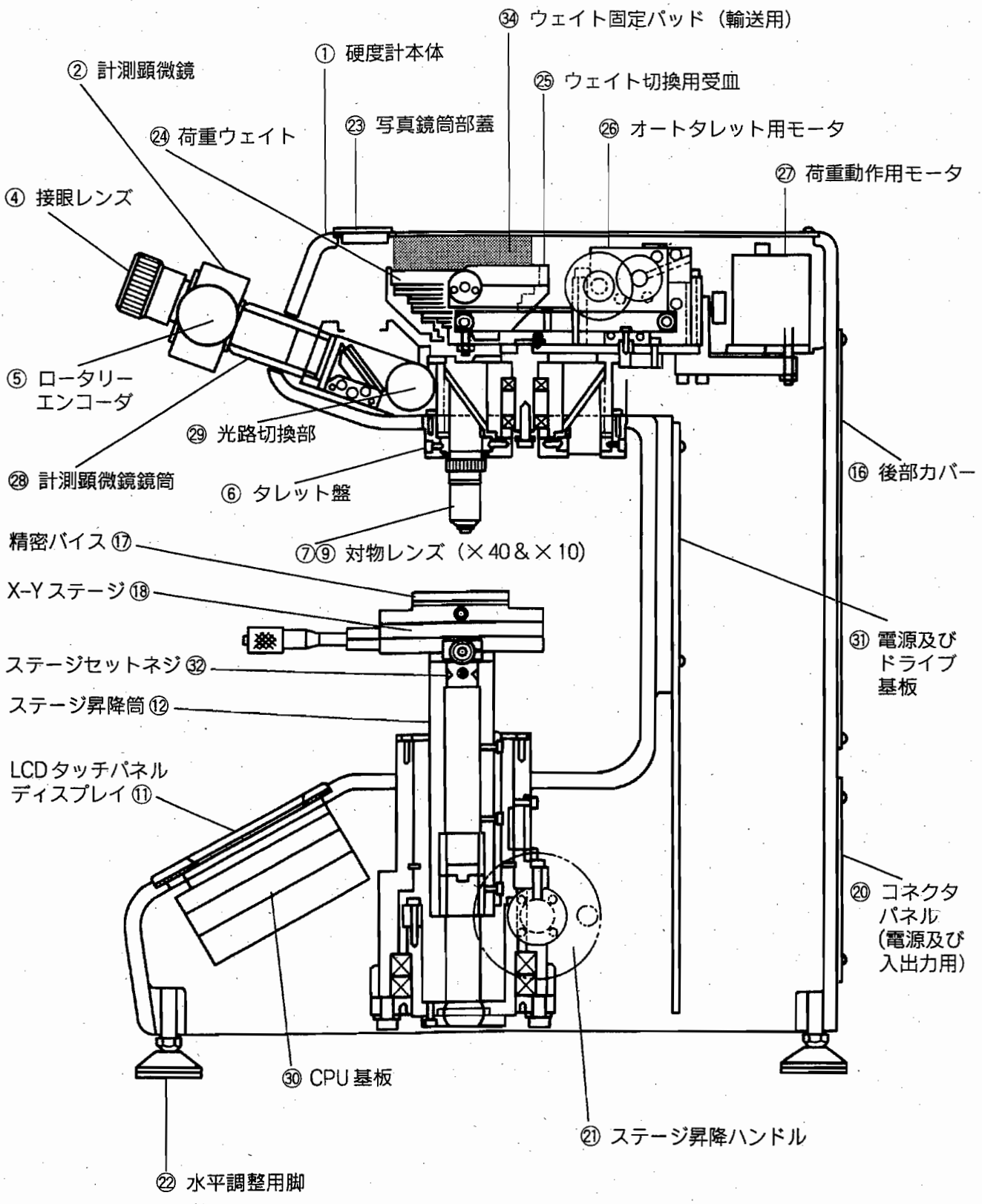
7. 外観図、構造図

(1) 外観図（FM-7）



（図 7-1）

(2) 構造図（FM-7）


㉞ ウェイト固定パッド（輸送用）
① 硬度計本体
② 計測顕微鏡
㉕ ウェイト切換用受皿
㉓ 写真鏡筒部蓋
㉔ 荷重ウェイト
㉖ オートタレット用モータ
㉗ 荷重動作用モータ
④ 接眼レンズ
⑤ ロータリー
エンコーダ
㉙ 光路切換部
㉘ 計測顕微鏡鏡筒
⑥ タレット盤
⑯ 後部カバー
⑦⑨ 対物レンズ（×40＆×10）
精密バイス ⑰
X-Y ステージ ⑱
㉛ 電源及び
ドライブ
基板
ステージセットネジ ㉜
ステージ昇降筒 ⑫
LCD タッチパネル
ディスプレイ ⑪
⑳ コネクタ
パネル
（電源及び
入出力用）
㉚ CPU 基板
㉑ ステージ昇降ハンドル
㉒ 水平調整用脚

（図 7-2）

8. 試験準備（図7-1及び7-2参照）

(1) 微小硬度計は、試験荷重が小さいため、外部振動の影響による測定値誤差が起こる虞れがあります。
従って、設置場所は振動の極力少ない場所を選び、架台も、試験操作中に決して動かないしっかりしたものをお選び下さい。
もし外部振動が来ることが懸念される場合は、専用の除振台（P.8オプション構成図No. ㉕参照）を使用されることをお勧めします。

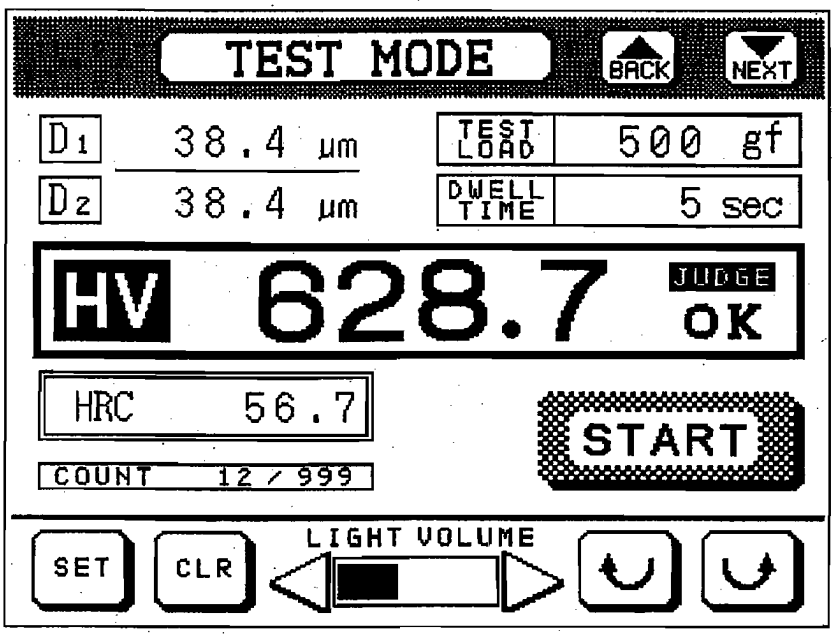
(2) 架台上に試験機を載せましたら、まず4箇所の水平調整用脚㉒を取付け、水準器等を使って水平を出します。

(3) 上部カバー⑬を取りはずし、輸送中のウエイト固定パッド㉞を取り除きます。この時荷重切替ハンドル⑭を回転させ、ウエイト受皿㉕がスムーズに上下し、ウエイトが正しい位置（受皿のほゞ中心）にあるかを確認して下さい。
確認後、上部カバーを取り付けます。

(4) 2本の対物レンズ⑦、⑨が、輸送中に緩んでいないかを点検して下さい。

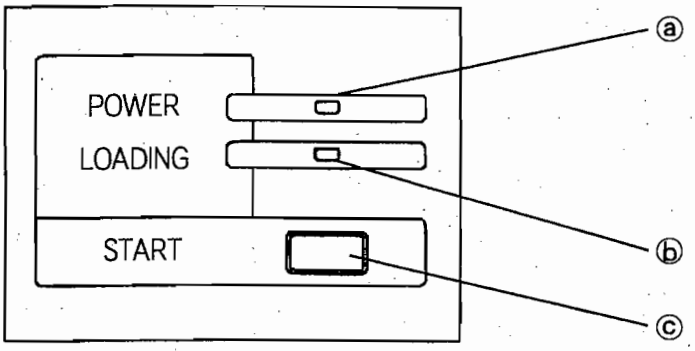
(5) ダイヤ圧子カバー㉝を、輸送中の固定状態から通常の測定状態に下げます。

(6) 電源コードを電源コネクター⑳に接続し、主電源スイッチⓓ及び副電源スイッチⓔをONにします。通電するとLCDタッチパネルディスプレイ⑪上に＜TEST MODE／基本操作画面＞が表示されます。(FM-7e、FM-7)（図9-2参照）



（図8-1　基本操作画面）

※ FM-1e、FM-1の場合は、電源スイッチⓑ（図9-1参照）をONにすると、下図操作パネル上のPOWER用パイロットランプⓐ（レッド）（図8-2参照）が点燈し、通電の有無を表示します。

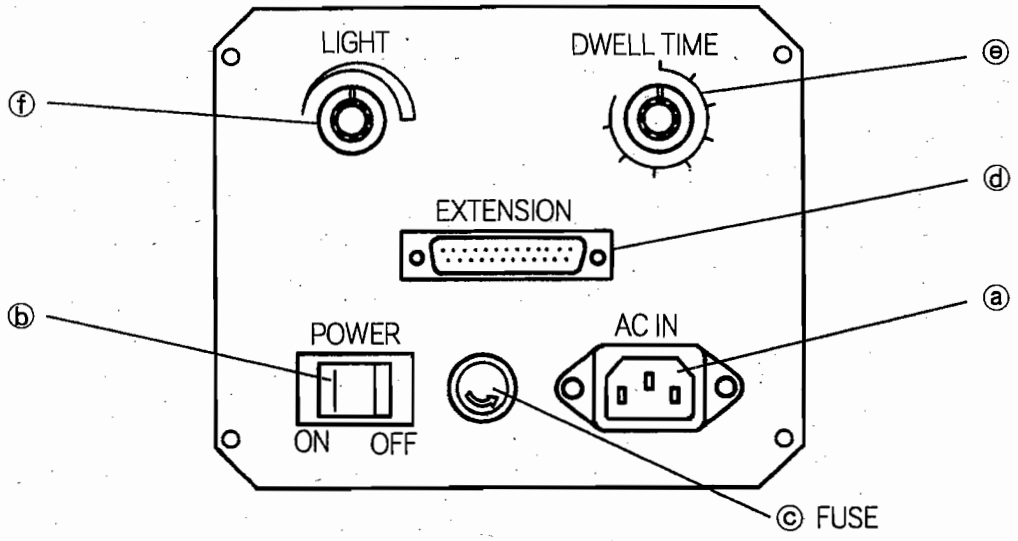


（図8-2　操作パネル）

以上にて試験準備は完了ですが、測定に入る前に、タレット盤⑥の回転及び試料昇降装置⑫がスムーズに動作するかを確認してみて下さい。

9. 試験条件設定

(1) FM-1e、FM-1の場合



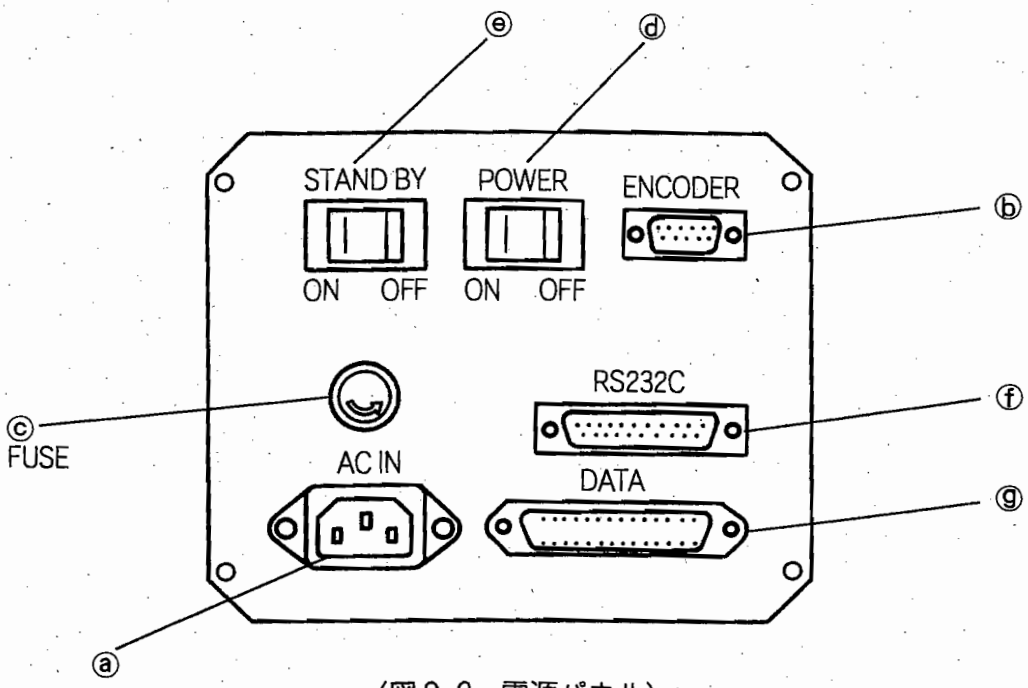
(図 9-1　電源パネル)

1) 試験荷重の選択：<図 7-1 参照>
試験荷重切替ハンドル⑭を廻し、測定したい荷重を選択します。

2) 荷重保持時間の設定：<図 9-1 参照>
DWELL TIME（荷重保持時間）設定タイマーⓔ（5～40 sec）にて任意の時間を設定します。通常、5～15 sec の間で使用します。尚、JIS 規格では、10～15 sec とする、と規定しています。

3) 光源ランプの輝度調整：<図 9-1 参照>
LIGHT SOURCE（光源）調整用ボリュームⓕのつまみを回転させて視野の明るさを調整します。

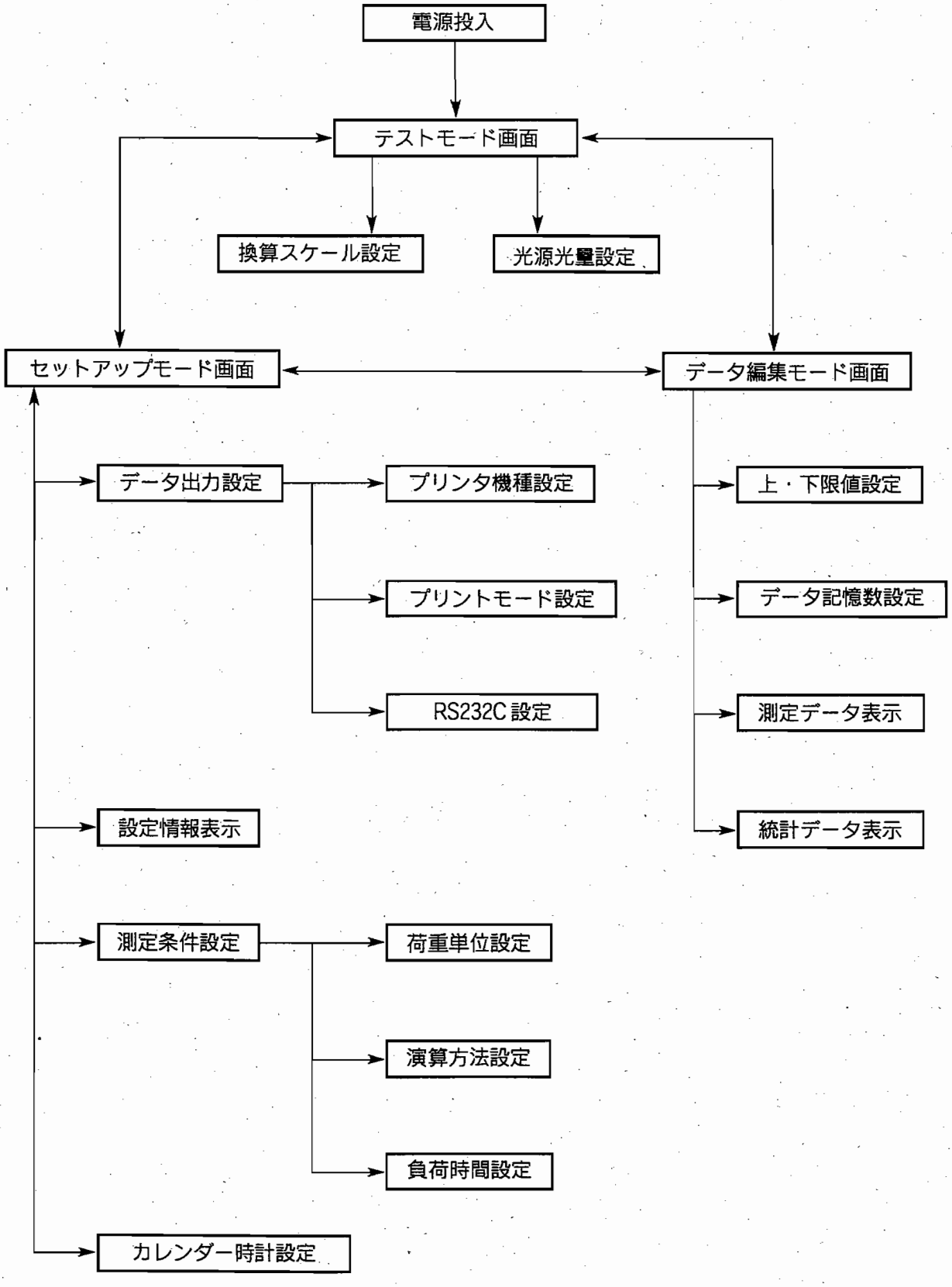
(2) FM-7e、FM-7 の場合（図 7-1 参照）



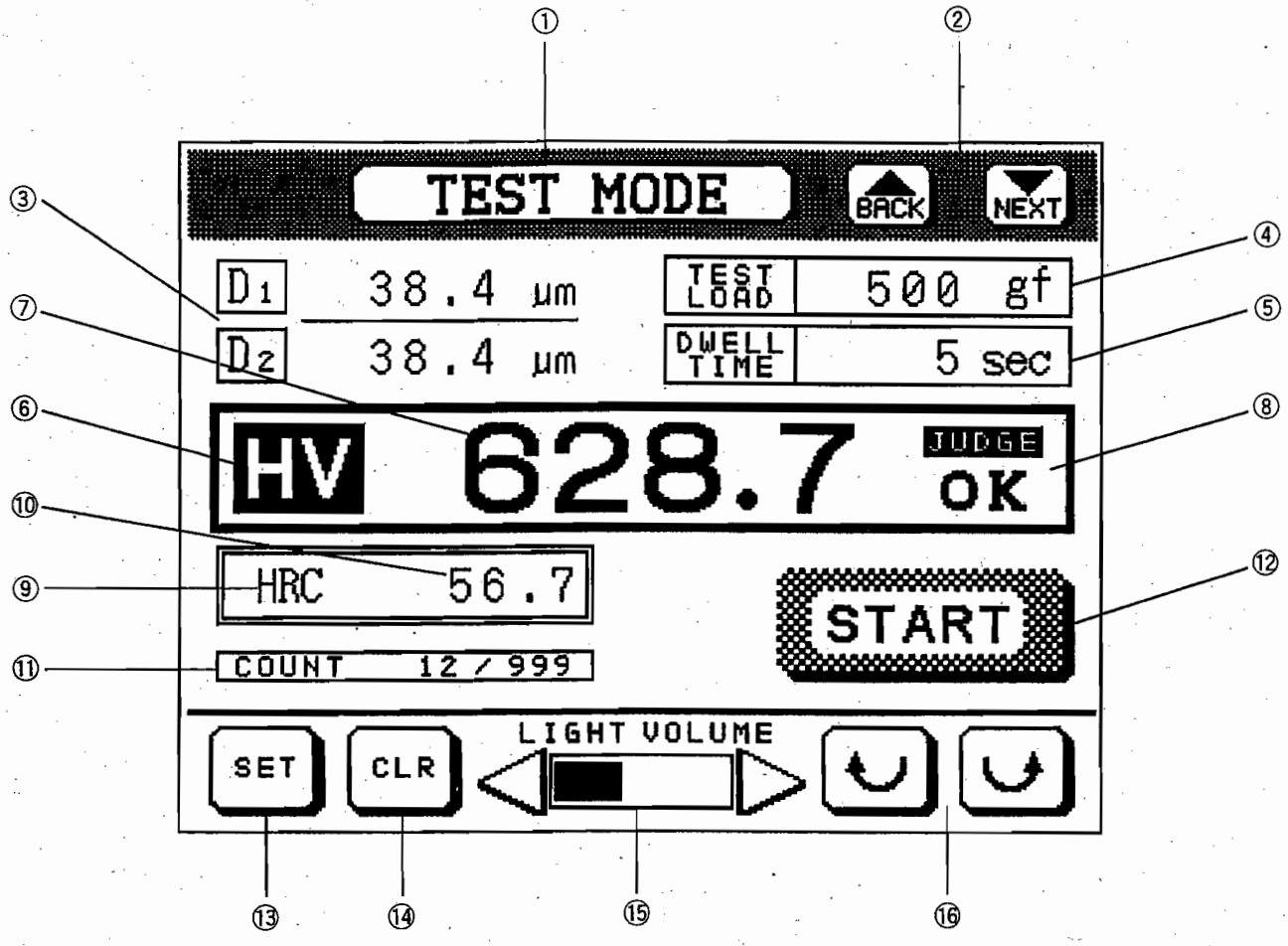
（図 9-2　電源パネル）

この 2 機種における測定条件の設定は、試験荷重を試験荷重切替ハンドル⑭にて選定する外は、全てタッチパネルディスプレイ ⑪ にて行います。

1） 画面フローチャート


電源投入
テストモード画面
換算スケール設定
光源光量設定
セットアップモード画面
データ編集モード画面
データ出力設定
プリンタ機種設定
プリントモード設定
RS232C 設定
上・下限値設定
データ記憶数設定
測定データ表示
統計データ表示
設定情報表示
測定条件設定
荷重単位設定
演算方法設定
負荷時間設定
カレンダー時計設定

2) 基本操作画面



(図9-3)

① 画面モード　　現在の画面モードを表示します。

② ▼BACK ▲NEXT　　画面モードを変更します。
▼を押した場合の表示切替え順は以下の通りです。(▲は逆順になります。)

→ 測定モード (TEST) → セットアップモード (SETUP) → データ編集モード (DATA EDIT) →

③ D1/D2　　圧痕対角線長さの計測値を表示します。
ＨＫの場合、D1のみの表示になります。

④ TEST LOAD　　現在の試験荷重値を表示します。試験荷重切換ハンドル⑭を廻すことにより表示が変わります。
単位の設定によりgfまたはSI単位 (N) に替わります。(P.40 6) ー2 ①) 項参照)

⑤ DWELL TIME　　現在の荷重保持時間を表示します。

⑥ HV（HK）　　測定モードを表示します。
表示枠を押すと、HV←→HKで切替わります。

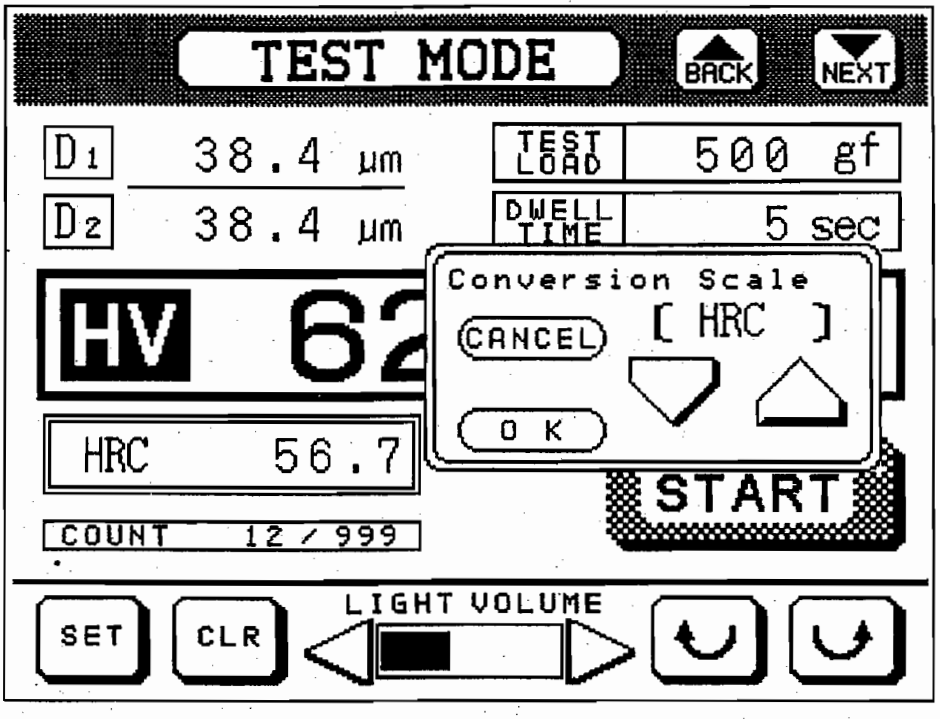
⑦ 硬度値　　測定硬度値を表示します。

⑧ 合否判定値　　測定データに対するOK／NG（HI・LO）判定表示をします。
上限値、下限値の設定はP.47　7）－2①②項の手順で行います。

⑨ 換算スケール　　現在の換算スケールを表示します。(H):HARD・(S):SOFT
換算スケールの標示枠 ▭ を押すと下記のようなスケール選択ウィンドウが表示されますので、希望のスケールを選択し OK または CANCEL を押してください。

▽を押した場合の表示切り替え順は以下の通りです。（△は逆順になります。）

HV (H) → HK (H) → HBS (H) → HBW → HRA (H) → HRC → HRD → 15N → 30N → 45N → HS (H) → TSA (H) → HV (S) → HK (S) → HBS (S) → HRB (S) → HRF → HRG → HRE → HRK → 15T → 30T → 45T → HS (S) → TSA (S) →



(図9-4)

⑩ 換算硬度値　　測定データに対する換算硬度値を表示します。

⑪ COUNT　　測定データ数／最大記憶データ数を表示します。

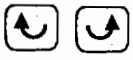
⑫ START　　荷重負荷動作を行います。負荷動作中は点滅します。

⑬ SET　　計測線の０セットをします。

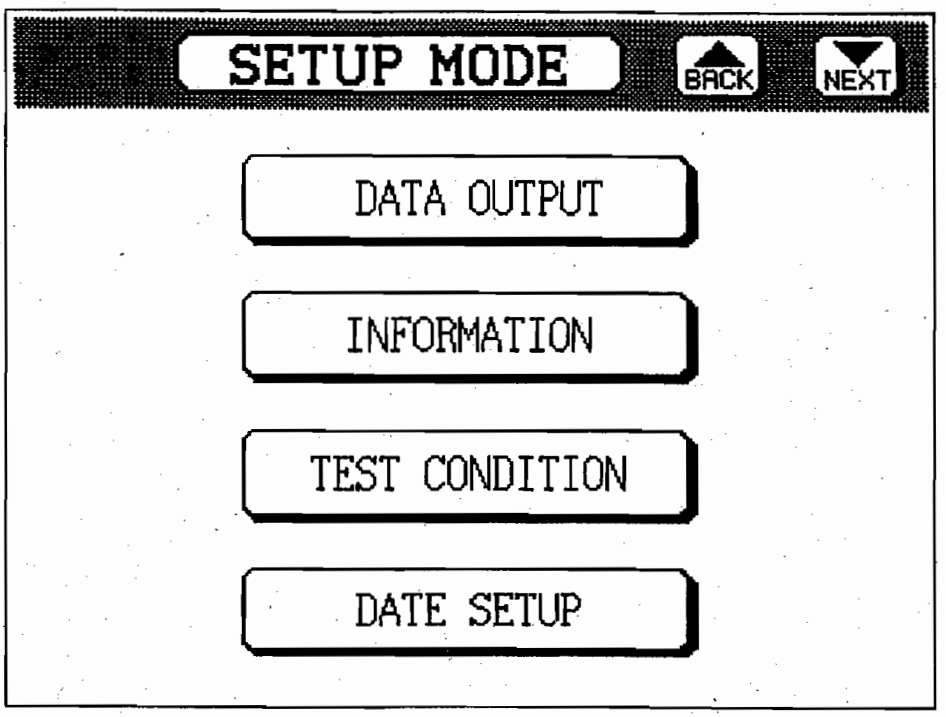
⑭ CLR　　メモリデータをクリアします。

⑮ LIGHT VOLUME　　光源の光量設定を表示します。

◁：光源を暗くします。
▷：光源を明るくします。

⑯  　　タレットの切替えを行います。

3) セットアップ画面

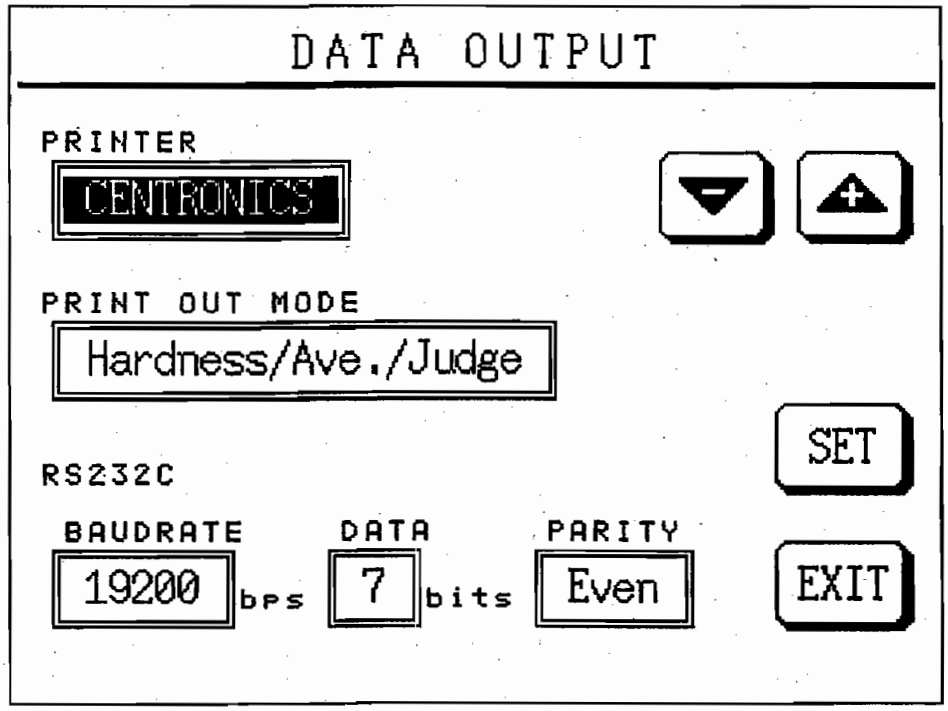


(図 9–5)

各メユーの表示枠内を押して、メニューを選択します。

DATA OUTPUT	データ出力設定画面に移ります。
INFORMATION	設定情報表示画面に移ります。
TEST CONDITION	硬度計設定画面に移ります。
DATE SETUP	内臓カレンダー時計の設定画面に移ります。

3) －1　データ出力設定画面



(図9-6)

項目の表示枠内（例 ▒▒▒ 位置）を押して設定する項目を選択します。

① PRINTER　　プリンタの機種を選択します。
▲または▼キーを押してRS232Cまたはセントロニクスシリアルプリンタを選択します。

② PRINT OUT MODE　　プリンタの出力モードを選択します。
プリンタの出力モードは以下の通りです。

1) 硬度値
2) 硬度値、合否判定
3) 硬度値、統計データ
4) 硬度値、平均、合否判定
5) 換算データ
6) 換算データ、合否判定
7) 換算データ、統計データ
8) 換算データ、平均、統計データ
9) 出力なし

▲または▼キーを押して選択します。

③ RS232C　　HOST 通信用 RS232C の通信条件を選択します。
通信条件は以下の組合わせで選択します。

ボーレート	300、600、1200、2400、4800、9600、19200bps
データ	7、8ビット
パリティ	偶数（EVEN），奇数（ODD），なし

④ ▲▼　　項目選択キーです。

⑤ SET　　各項目の設定を確定するキーです。
このキーを押さないで前画面に戻ると前回の設定のままになります。

⑥ EXIT　　前画面に戻ります。

3) －2　プリンタ出力

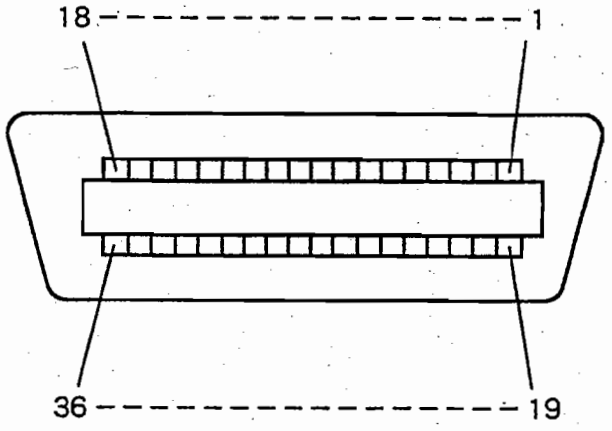
本装置はセントロニクス　プリンタ、シリアル　プリンタに接続できます。

また、プログラムモードのプリンタモード入力により８種類の印字フォーマットが選択できます。

プリンタ・モード	印字内容	シリアル	セントロ
モード１	測定データのみ	○	○
モード２	測定データ、合否判定	○	○
モード３	測定データ、最大値、最小値 ばらつき、平均値、標準偏差	○	○
モード４	測定データ、平均値、 平均値での合否判定	○	○
モード５	換算データのみ	○	○
モード６	換算データ、合否判定	○	○
モード７	換算データ、最大値、最小値、 ばらつき、平均値、標準偏差	○	○
モード８	換算データ、平均値 平均値での合否判定	○	○
モード９	印字動作を行わない	○	○

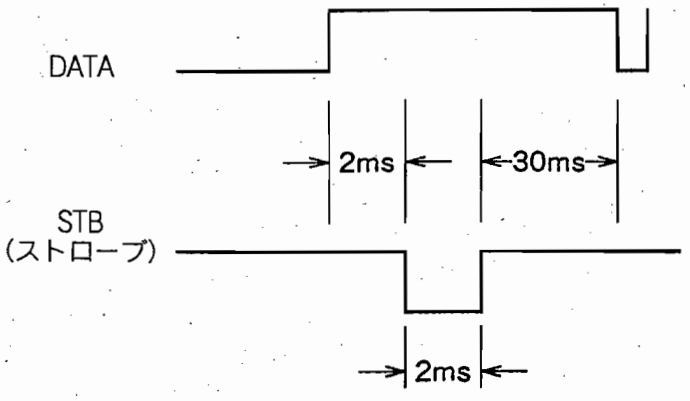
3) －3　セントロニクス　プリンタ　コネクタ表

端子番号	信号名	ピンコネクション
1	STB	
2	D1	
3	D2	
4	D3	
5	D4	
6	D5	
7	D6	
8	D7	
9	D8	
11	BUSY	
16	GND	
19	GND	
～	～	
30	GND	



(図9-7)

出力タイミング：



印字フォーマット

(a) セントロニクスプリンタ

プリンタモード 1

```
DATE      YYYY. MM. DD
LOT NO.   nnnnnnnnnn
01   P=nnnngf   d1=nnn.n   d2=nnn.n   HV=nnnn.n
02   P=nnnngf   d1=nnn.n   d2=nnn.n   HV=nnnn.n
50   P=nnnngf   d1=nnn.n   d2=nnn.n   HV=nnnn.n
                                      ..........演算方法
```

プリンタモード 2

```
DATE      YYYY. MM. DD
LOT NO.   nnnnnnnnnn
01   P=nnnngf   d1=nnn.n   d2=nnn.n   HV=nnnn.n LO
02   P=nnnngf   d1=nnn.n   d2=nnn.n   HV=nnnn.n HI
50   P=nnnngf   d1=nnn.n   d2=nnn.n   HV=nnnn.n OK
```

プリンタモード 3

```
DATE      YYYY. MM. DD
LOT NO.   nnnnnnnnnn
01   P=nnnngf   d1=nnn.n   d2=nnn.n   HV=nnnn.n
02   P=nnnngf   d1=nnn.n   d2=nnn.n   HV=nnnn.n
50   P=nnnngf   d1=nnn.n   d2=nnn.n   HV=nnnn.n
MAX = nnnn.n .....測定値の最大値
MIN = nnnn.n .....   〃    最小値
RNG = nnnn.n .....   〃    ばらつき
AV  = nnnn.n .....   〃    平均値
DEV = nnnn.n .....   〃    標準偏差値
```

プリンターモード4

```
DATE      YYYY. MM. DD
LOT NO.   nnnnnnnnnn
01   P=nnnngf   d1=nnn.n   d2=nnn.n   HV=nnnn.n
02   P=nnnngf   d1=nnn.n   d2=nnn.n   HV=nnnn.n
50   P=nnnngf   d1=nnn.n   d2=nnn.n   HV=nnnn.n
     AV = nnnn.n  OK
```

プリンタモード5

```
DATE      YYYY. MM. DD
LOT NO.   nnnnnnnnnn
01   P=nnnngf   H:HK =nnnn.n
02   P=nnnngf   H:HK =nnnn.n
50   P=nnnngf   H:HK =nnnn.n
                ............ 換算スケール
```

プリンタモード6

```
DATE      YYYY. MM. DD
LOT NO.   nnnnnnnnnn
01   P=nnnngf   H:HK =nnnn.n   LO
02   P=nnnngf   H:HK =nnnn.n   HI
50   P=nnnngf   H:HK =nnnn.n   OK
```

プリンタモード7

```
DATE      YYYY. MM. DD
LOT NO.   nnnnnnnnnn
01   P=nnnngf   H:HK =nnnn.n
02   P=nnnngf   H:HK =nnnn.n
50   P=nnnngf   H:HK =nnnn.n
     MAX = nnnn.n .....換算値の最大値
     MIN = nnnn.n .....   〃    最小値
     RNG = nnnn.n .....   〃    ばらつき
     AV  = nnnn.n .....   〃    平均値
     DEV = nnnn.n .....   〃    標準偏差値
```

プリンタモード8

```
DATE        YYYY. MM. DD
LOT NO.     nnnnnnnnnn
01    P=nnnngf    H:HK =nnnn.n
02    P=nnnngf    H:HK =nnnn.n
50    P=nnnngf    H:HK =nnnn.n
      AV = nnnn.n   OK
```

(b) シリアルプリンタ

プリンタモード1

```
HV = n n n n. n
HV = n n n n. n
HV = n n n n. n
        .
        .
        .
HV = n n n n. n
  . . . . . . . . . . 演算方法
```

プリンタモード2

```
HV = n n n n. n    LO
HV = n n n n. n    HI
HV = n n n n. n    OK
        .
        .
        .
HV = n n n n. n    OK
```

プリンタモード3

```
HV=nnnn.n
HV=nnnn.n
HV=nnnn.n
      .
      .
      .
HV=nnnn.n

MAX=nnnn.n ・・・・・・ 測定値の最大値
MIN=nnnn.n ・・・・・・ 〃 最小値
RNG=nnnn.n ・・・・・・ 〃 ばらつき
AV=nnnn.n ・・・・・・ 〃 平均値
DEV=nnnn.n ・・・・・・ 〃 標準偏差値
```

プリンタモード4

```
HV=nnnn.n
HV=nnnn.n
HV=nnnn.n
      .
      .
      .
HV=nnnn.n

AV=nnnn.n   OK
```

プリンタモード5

```
H:HK =nnnn.n
H:HK =nnnn.n
H:HK =nnnn.n
      .
      .
      .
H:HK =nnnn.n
      ・・・・・・・・・・・ 換算スケール
```

プリンタモード6

```
H:HK =nnnn.n      LO
H:HK =nnnn.n      HI
H:HK =nnnn.n      OK
      .
      .
      .
H:HK =nnnn.n      OK
```

プリンタモード7

```
H:HK=nnnn.n
H:HK=nnnn.n
H:HK=nnnn.n
      .
      .
      .
H:HK=nnnn.n

MAX=nnnn.n  ・・・・・  測定値の最大値
MIN=nnnn.n  ・・・・・   〃    最小値
RNG=nnnn.n  ・・・・・   〃    ばらつき
AV=nnnn.n   ・・・・・   〃    平均値
DEV=nnnn.n  ・・・・・   〃    標準偏差値
```

プリンタモード8

```
H:HK=nnnn.n
H:HK=nnnn.n
H:HK=nnnn.n
      .
      .
      .
H:HK=nnnn.n

AV=nnnn.n    OK
```

4) 通信フォーマット（RS232C 出力）

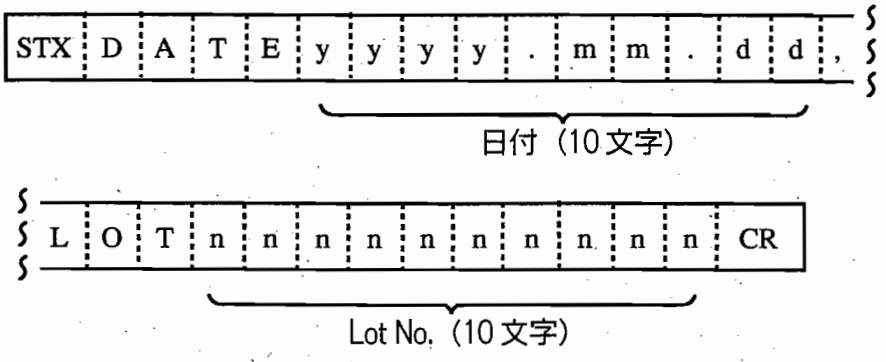
同期方式	調歩式	スタートビット	1 ビット
		データビット	8 ビット
		ストップビット	1 ビット

伝送速度	300／600／1200／2400／4800／9600／19200 BPS 選択	
誤り検出	偶数パリティ／パリティなし 選択	
コード	JIS 8 ビット	STX = 02 (HEX) CR = 0D (HEX)

4) －1 データフォーマット

4) －1－1 日付け、ロット No.

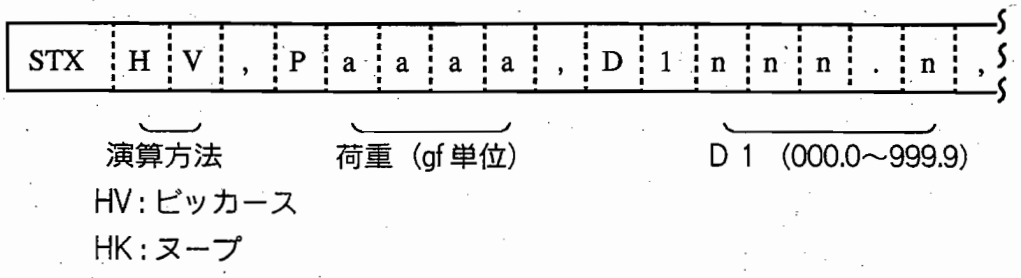
Set Up モードで設定されたロット No.及び出力時の時間を、全てのプリンタモードで、測定データ出力時に 1 度出力します。



4) －1－2 測定データ

Read SW を押され、硬度演算終了時に出力します。

gf 単位測定時



D	2	n	n	n	.	n	,	H	n	n	n	n	.	n	,	n	,

D2（000.0～999.9）　　硬度値（0000.0～9999.9）　　変換スケールNo.

注）HK時出力しません。

0：SOFT STEEL

1：HARD STEEL

a	a	a	,	n	n	n	n	.	n	,	n	CR

換算スケール　　換算硬度値　　合否判定

1：OK

0：NG

SI単位測定時

STX	H	V	,	P	a	a	a	a	a	,	D	1	n	n	n	.	n	,

演算方法　　荷重（gf単位）　　D 1（000.0～999.9）

HV：ビッカース

HK：ヌープ

D	2	n	n	n	.	n	,	H	n	n	n	n	.	n	,	x	x	x	x	x	,

D2（000.0～999.9）　　硬度値（0000.0～9999.9）　　硬さ記号

注）HK時出力しません。

n	,	a	a	a	,	n	n	n	n	.	n	,	n	CR

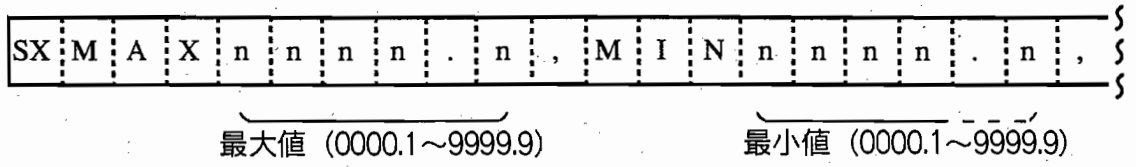
変換スケールNo.　換算スケール　　換算硬度値　　合否判定

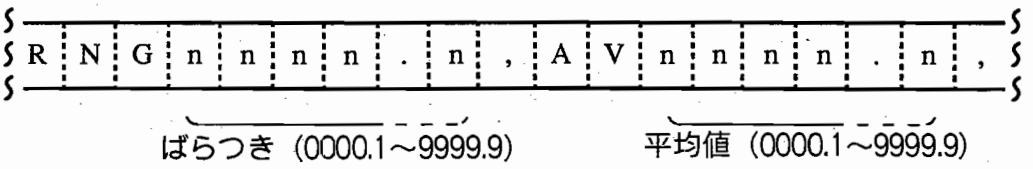
0：SOFT STEEL　　1：OK

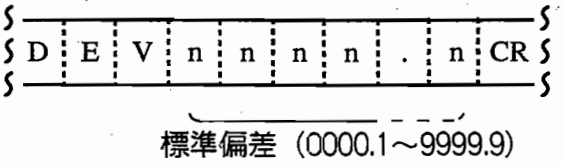
1：HARD STEEL　　0：NG

4) －1－3　最大値、最小値、ばらつき、平均値、標準偏差値

プリンタモード3または6で（3は測定値、6は換算値で演算する）、測定データ数分のデータ出力後に出力します。

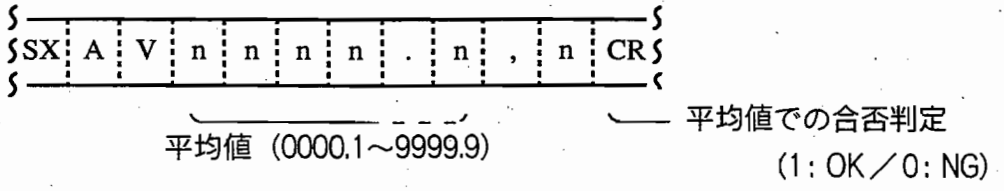






4) －1－4　平均値及び平均値での合否判定

プリンタモード4または8で（4は測定値、8は換算値で演算する）、測定データ出力後に出力します。



4) －2　通信コマンド

4) －2－1　コマンド

負荷開始コマンド

STX = 02 (HEX)
CR = 0D (HEX)

STX	S	G	CR

負荷状態コマンド

STX	S	T	CR

ＯＫ．レスポンス

STX	O	K	CR

負荷動作終了コマンド

STX	E	N	CR

エラーレスポンス

STX	E	n	CR

エラー番号

エラー番号	説　明
0	受信コマンド以外のコマンドを受信した
3	硬度計エラー（モータまたはセンサーの故障）
4	測定モード以外でコマンドを受信した
5	圧子位置が負荷可能状態でない
7	負荷動作中である
8	タレットモータまたはセンサーの故障（FM-1、FM-7 タイプ時）

ターレット切替えコマンドはFM-1、FM-7の場合のみ使用可能

レンズA選択コマンド

STX	L	A	CR

レンズB選択コマンド

STX	L	B	CR

レンズC選択コマンド

STX	L	C	CR

圧子選択コマンド

STX	T	L	CR

ターレット動作終了コマンド

STX	E	T	CR

ターレット動作中コマンド

STX	T	R	CR

光源値

STX	LT	aa	CR

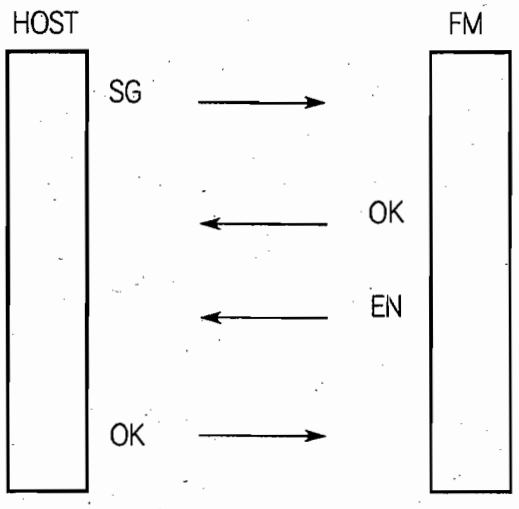
aa　・・　光源値　(aa：0～63)

H　・・　Host
FM・・　硬度計

コマンド	方向	処理内容	応答コマンド
ST	H → FM	負荷動作チェックコマンド	E4 E5 E6 TR OK
SG	H → FM	負荷開始コマンド	E4 E5 E6 TR OK E3 EN
LA LB L TL	H → FM	レンズA選択コマンド レンズB選択コマンド レンズB選択コマンド 圧　子　選択コマンド	E4 E6 TR OK E7 ET
LT	H → FM	光量切替えコマンド	COMERR OK
E3	H ← FM	硬度計エラーコマンド（ロードモータ）	なし
E4	H ← FM	測定画面以外でのコマンド受信	
E5	H ← FM	圧子位置が負荷動作可能状態でない	
E6	H ← FM	負荷動作中	
E7	H ← FM	硬度計エラーコマンド（ターレットモータ）	
EN	H ← FM	負荷動作終了コマンド	
TR	H ← FM	ターレット動作中コマンド	
ET	H ← FM	ターレット動作終了コマンド	
COMERR	H ← FM	パラメータ設定ミス	
OK	H ← FM	OK レスポンス	

4) －2－2　コマンドシーケンス

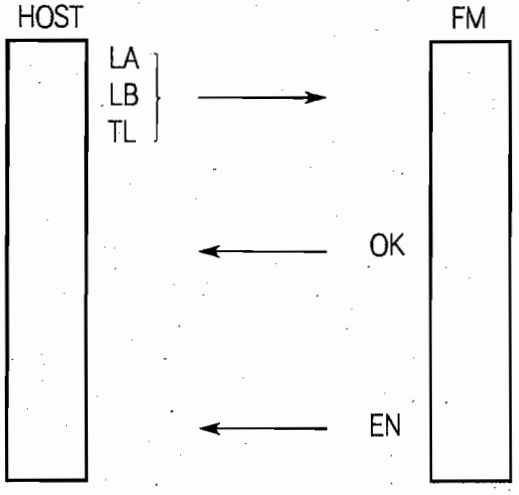
負荷開始コマンド



ホスト側より負荷開始

（注１ OK 以外に E4、E5、E6、TR コマンドが送信される場合もあります。）
（注２ EN 以外に E3 コマンドが送信される場合もあります。）

4) －2－3　レンズ切替えコマンド・シーケンス

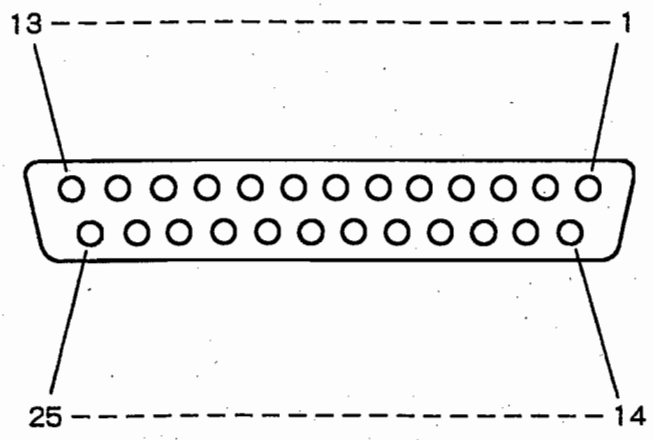


（注１ OK 以外に E4、E5、TR コマンドが送信される場合もあります。）

（注２　ET 以外に E7 が送信される場合もあります。）

5) RS-232C コネクタ表

端子番号	信号名	備考	ピンコネクション
1	GND	FG フレームグランド	
2	TXD	SD 送信データ	
3	RXD	RD 受信データ	
4	RTS	RS 送信要求	
5	CTS	CS 送信可	
6	DSR	DR データセットレディー（注）	
7	GND	SG 信号用グランド	
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

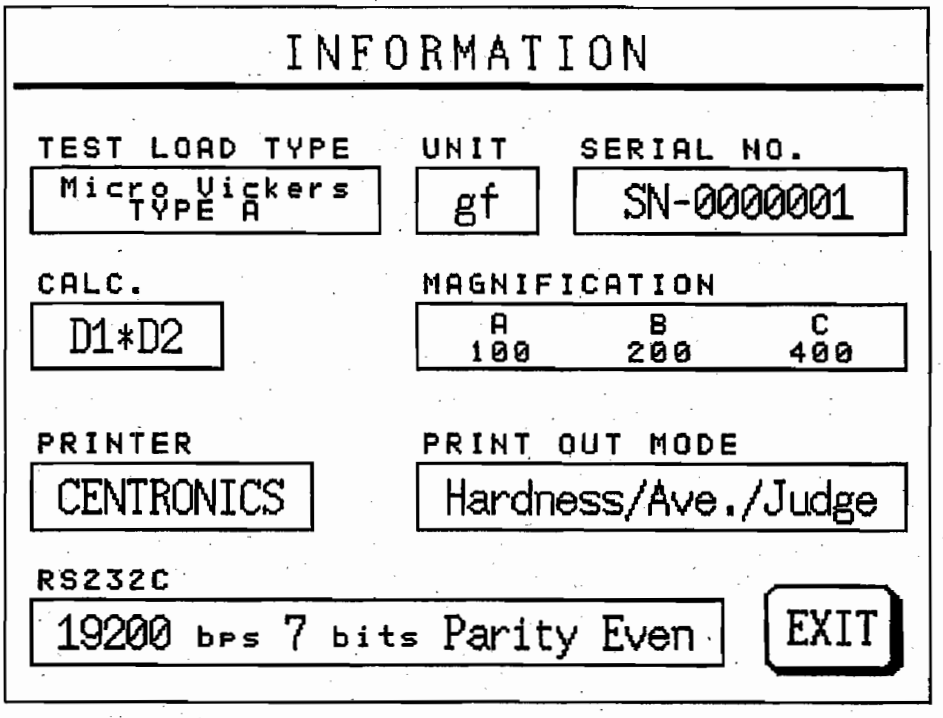


(図 9-8)

注意

内部でプルアップしています。
測定データの送信は、測定終了（硬さ表示）し、プリンタ印字終了後 1sec 以内に本機より一方的に行われます。

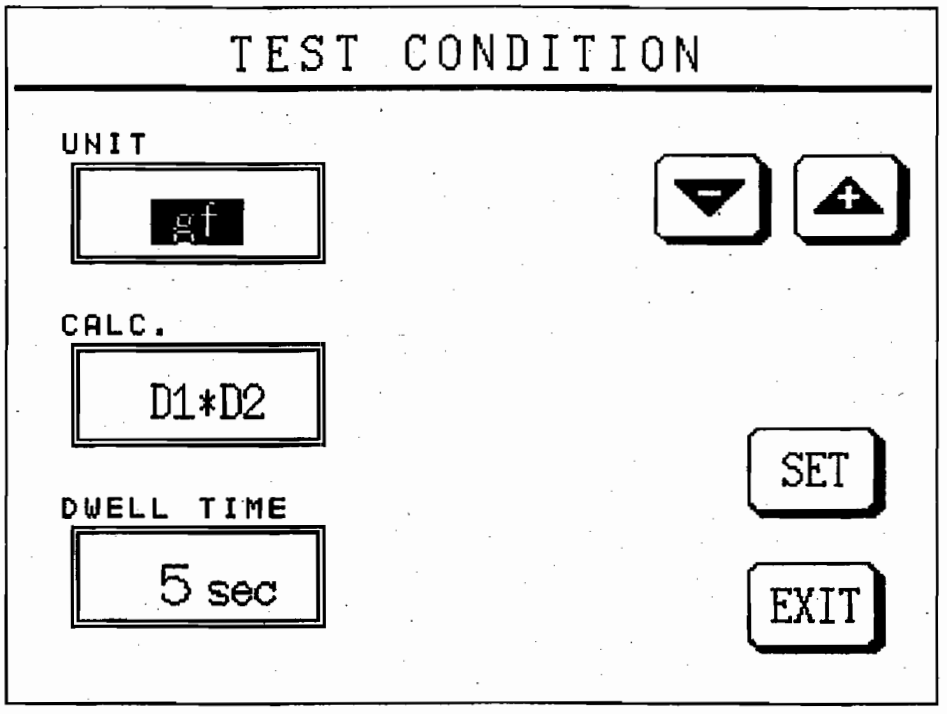
6) －1　設定情報表示画面



(図 9-9)

設定を行った各データを表示します。
EXIT キーを押すと、前画面に戻ります。

6) －2　硬度計設定画面



(図9-10)

項目の表示枠内（例 ▒▒▒ 位置）を押して設定する項目を選択します。

① UNIT　　荷重の単位を選択します。
▲または▼キーを押してgfまたはSI（N）の選択をします。

② CALC.　　硬度値の演算方式を選択します。
▲または▼キーを押してD1*D2または$D1^2$の選択をします。

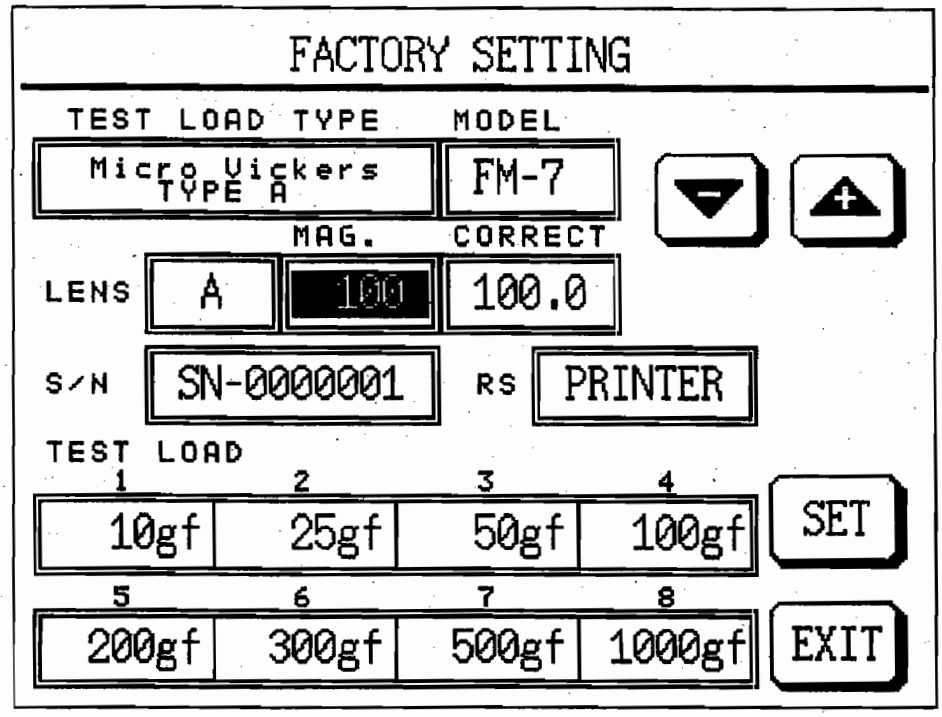
③ DWELL TIME　　荷重保持時間を設定します。
設定時間は5～99秒で、▲または▼キーを押して数値入力します。

④ SET　　各項目の設定を記憶させるキーです。
このキーを押さないで前画面に戻ると前回の設定のままになります。

⑤ EXIT　　前画面に戻ります。

画面タイトルの TEST の位置を押すと、メーカー工場出荷時設定画面（FACTORY SETTING）が表示されます。

6) －2－1　工場出荷時設定画面



(図9-11)

項目の表示枠内（例 ▒▒▒ 位置）を押して設定する項目を選択します。

① TEST LOAD TYPE　　硬度計（試験荷重）タイプを設定します。
▲または▼キーを押して選択します。
硬度計タイプは、下記の5種類から選択可能です。
Micro Vickers TYPE A-E（TYPE Eは任意に荷重設定可能）

② MODEL　　硬度計のモデルを設定します。
▲または▼キーを押して選択します。

③ LENS　　対物レンズ倍率の設定をします。
レンズの選択は [A] の位置を押して、▲または▼キーでA，B，Cの選択をします。

A：×40　計測用（標準）
B：×10　観察用（標準）
C：×5　観察用（オプション）
　　×20　観察用（オプション）
　　×60　観察用（オプション）
　　×100 観察用（オプション）

倍率の設定は、MAG. の表示枠内（100 の位置）を押して、▲または▼キーで倍率を選択します。
レンズ倍率は、下記の5種類から選択可能です。
100倍、200倍、400倍、600倍、1000倍、設定なし

パルス補正値の設定は、CORRECTの表示枠内を押すと数字入力画面が表示されますので90.0-110.0の範囲で入力してください。
入力する値は、100μmのスケールを目視計測した時の実測値（例：100.5μm）です。
補正値を設定すると、パルスカウント（D1／D2）は
表示＝パルスカウント／（目視値／100.0μm）
になります。

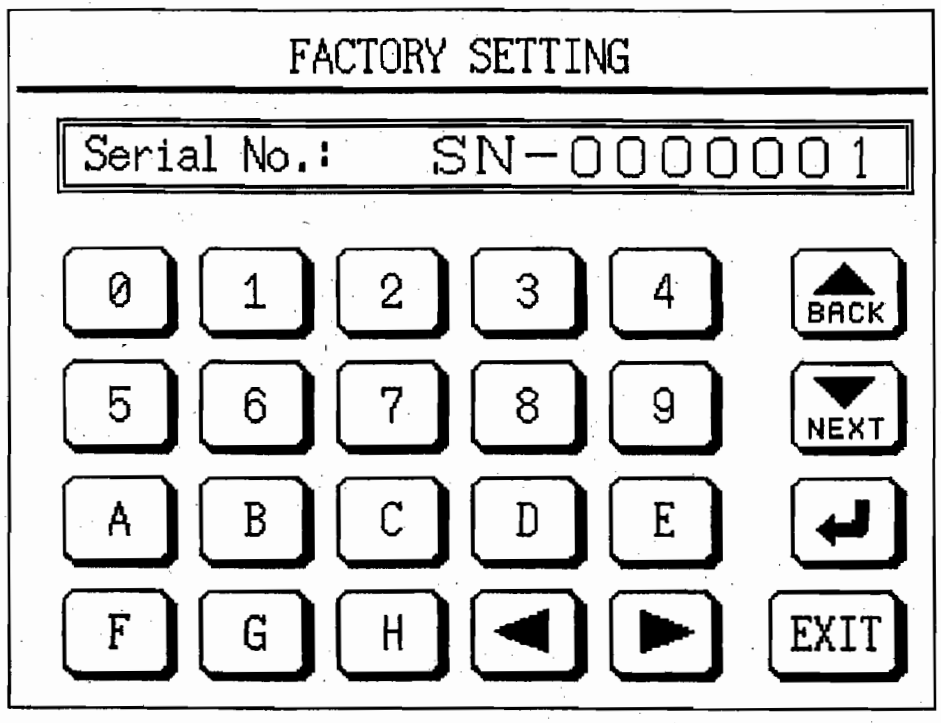
④ S／N　シリアル番号（最大8文字）を設定します。
表示枠内を押して選択すると、次頁のようなキー入力画面（図9-12）が表示されますので英数字、記号で入力してください。

⑤ RS　RS232Cの出力データフォーマットを設定します。
▲または▼キーを押してPRINTERまたはHOSTを選択します。
PRINTER ：シリアルプリンタフォーマットで出力します。
HOST　：ホストI／Fフォーマットで出力します。

⑥ TEST LOAD　①の硬度計タイプに対応する荷重表を表示します。
硬度計タイプ8種類の内Micro Vickers TYPE EとVickers TYPE Cは荷重表の入力が可能です。
荷重表の設定する位置を押して、▲または▼キーで荷重の選択をします。
選択できる荷重は下記の通りです。
0.5g, 1g, 2g, 2.5g, 3g, 5g, 10g, 15g, 20g, 25g, 50g, 100g, 200g, 300g, 500g, 1000g, 2000g, 0.3Kg, 0.5Kg, 1Kg, 5Kg, 10Kg, 20Kg, 30Kg, 50Kg, ------（設定なし）

⑦ SET　各項目の設定を確定するキーです。
このキーを押さないで前画面に戻ると前回の設定のままになります。

⑧ EXIT　前画面に戻ります。



(図9-12)

▲ ▼ BACK NEXT　キーボードは3画面で構成され、BACK, NEXTキーで表示を切換えます。
各ページのキーボードは、以下の通りです。

[第1キーボード]	[第2キーボード]	[第3キーボード]
01234	IJKLM	CLR SP ! # $
56789	NOPQR	( ) ※ + ,
ABCDE	STUVW	- . / : ;
FGH◀▶	XYZ◀▶	< = > ◀ ▶

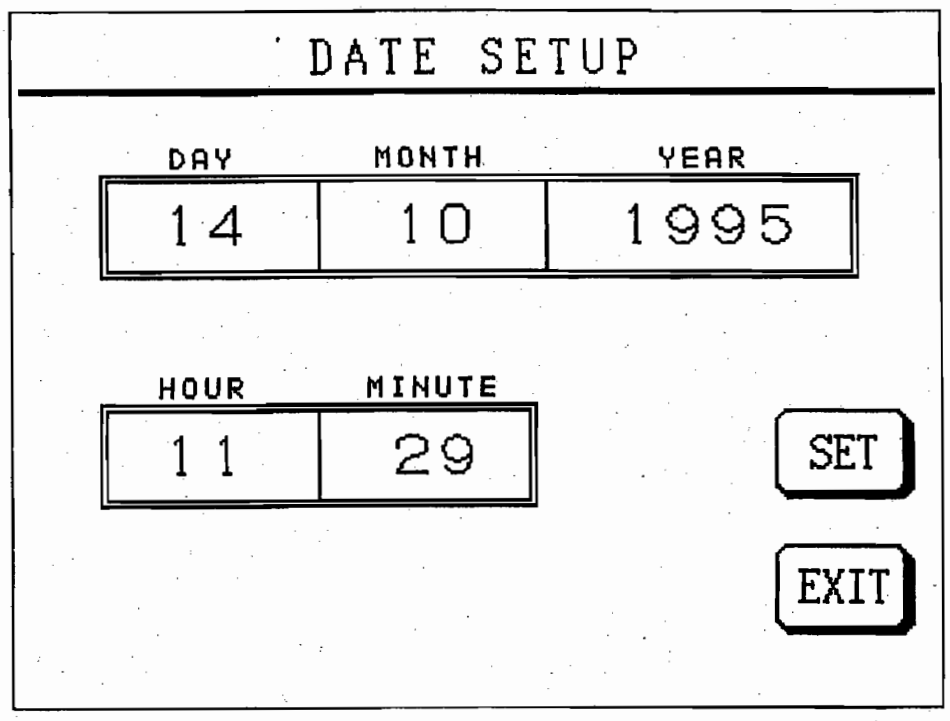
◀ ▶　カーソル移動キーです。
カーソル位置にデータを入力します。

↵　データ確定キーです。
↵キーを押すと、データを変更し工場出荷時設定画面に戻ります。

EXIT　EXITキーを押すと、前の設定のまま工場出荷時設定画面に戻ります。

※第3キーボード画面のCLR、SPはデータクリアキーとスペースキーです。

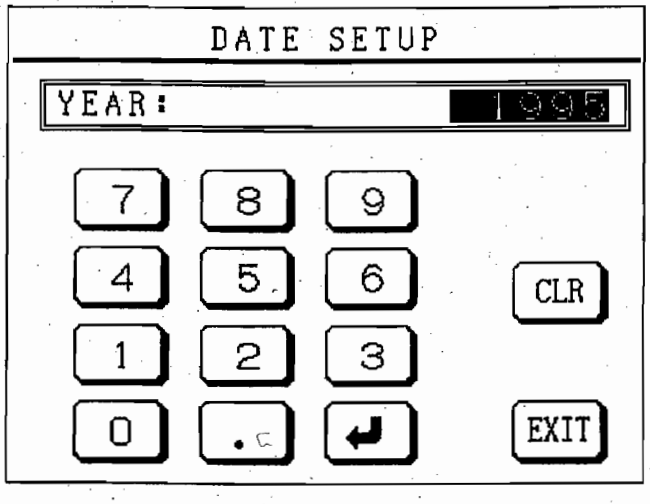
6) －3　カレンダー時計設定画面



(図 9-13)

内臓カレンダー時計の日、月、年、時、分を設定します。

表示枠内を押して選択すると、下記のようなキー入力画面が表示されますので数字を入力してください。



(図 9-14)

テンキーで数字を入力し、↵キーを押してください。

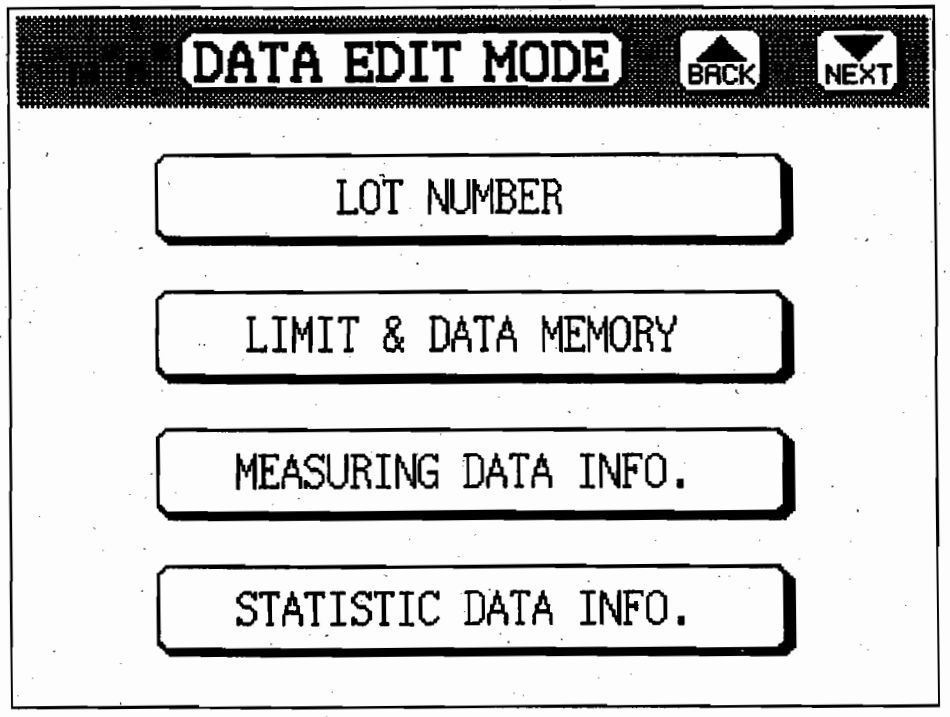
CLR キーを押すと、データが 0 クリアされます。

↵キーを押すと、データを変更しカレンダ時計設定画面に戻ります。

EXITキーを押すと、前の設定のままカレンダ時計設定画面に戻ります。

変更後、SET キーを押すと日付、時刻が設定されます。
SET キーを押さずに EXIT キーを押すと、前の設定のまま前画面に戻ります。

7) データ編集画面

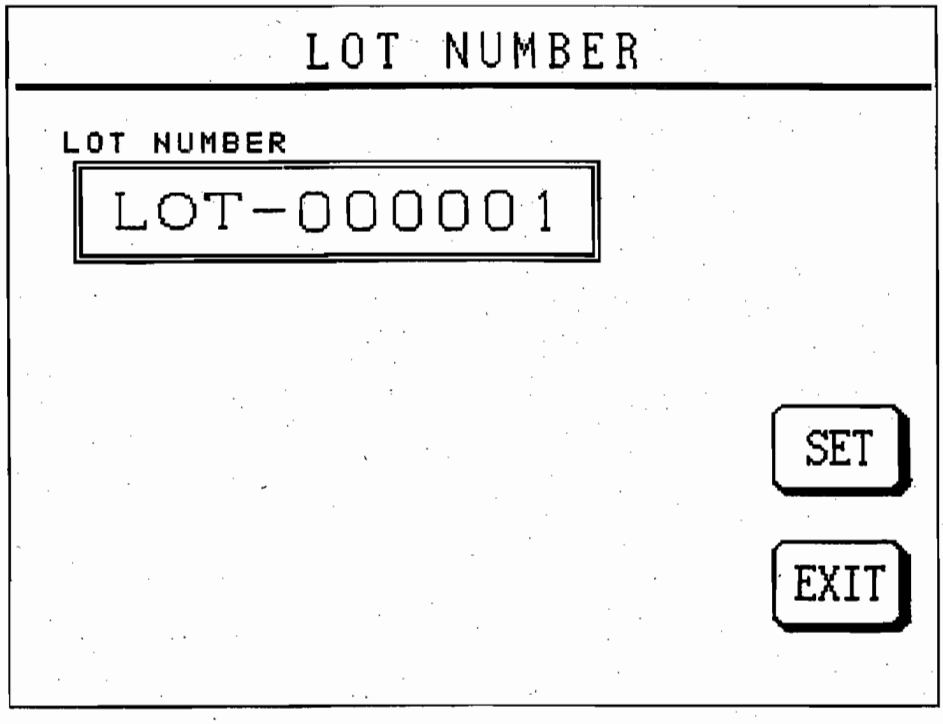


(図 9-15)

各メニューの表示枠内を押して、メニューを選択します。

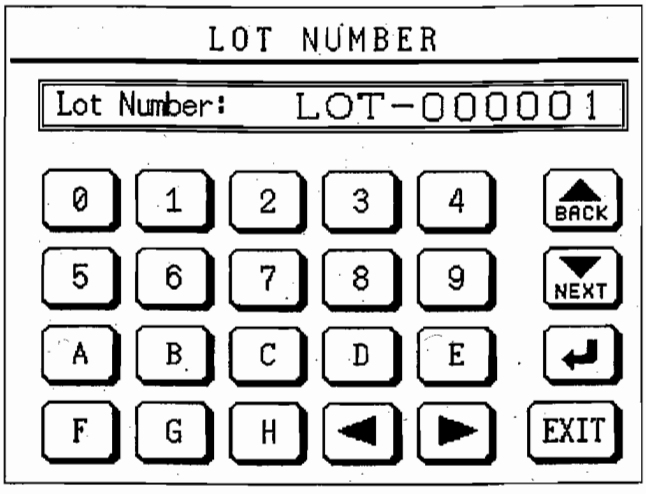
LOT NUMBER	ロット番号設定画面に移ります。
LIMIT & DATA MEMORY	上･下限設定値およびメモリデータ数設定画面に移ります。
MEASURING DATA INFO.	測定データの修正、表示画面に移ります。
STATISTIC DATA INFO.	統計データの表示画面に移ります。

7) －1　ロット番号設定画面



(図9-16)

ロット番号の表示枠内（　　位置）を押すと、下記のようなキー入力画面が表示されますので英数字を入力してください。
入力桁数は最大10文字で、入力方法はシリアル番号と同様です。

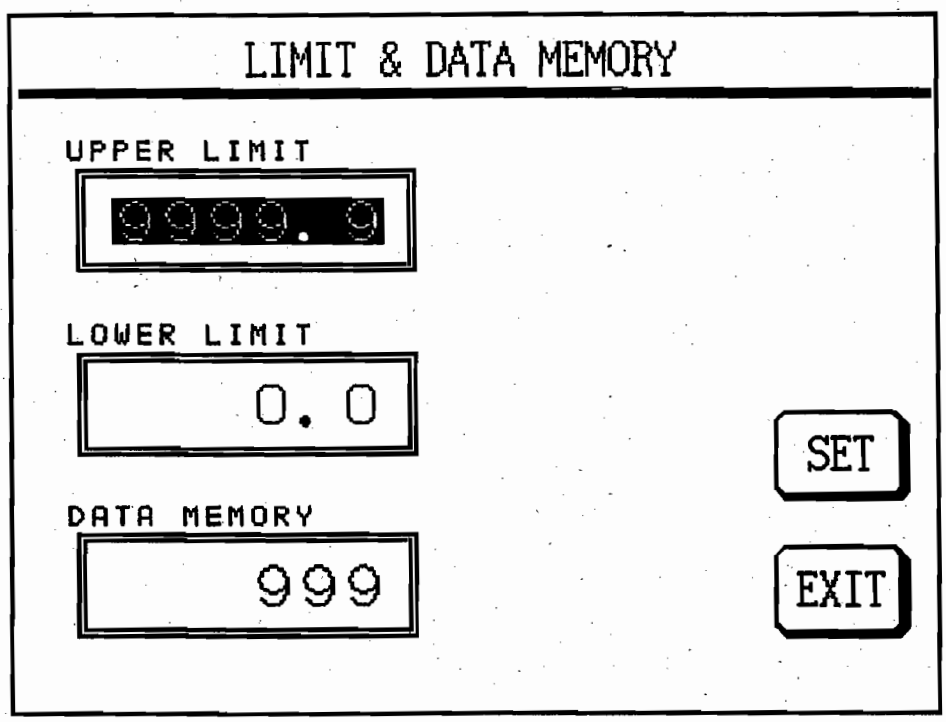


英数字を入力し、↵キーを押すとデータを変更し前画面に戻ります。

EXITキーを押すと、前の設定のまま前画面に戻ります。

(図9-17)

7) ー2　上・下限値＆測定データ記憶数設定画面



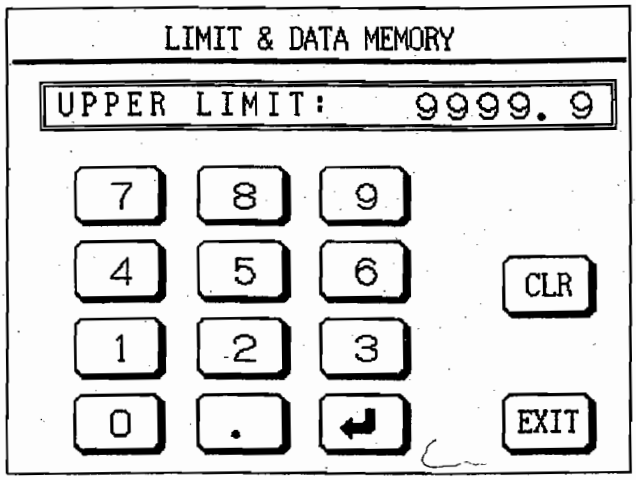
(図 9-18)

項目の表示枠内（例：▒▒▒位置）を押して設定する項目を選択すると、下記のようなキー入力画面が表示されますので数字を入力してください。

① UPPER LIMIT　　測定データの合否判定上限値を入力します。
　　0～9999.9 の範囲で入力可能です。

② LOWER LIMIT　　測定データの合否判定下限値を入力します。
　　0～9999.9 の範囲で入力可能です。

③ DATA MEMORY　　測定データの最大記憶数を設定します。
　　1～999 の範囲で入力可能です。



(図 9-19)

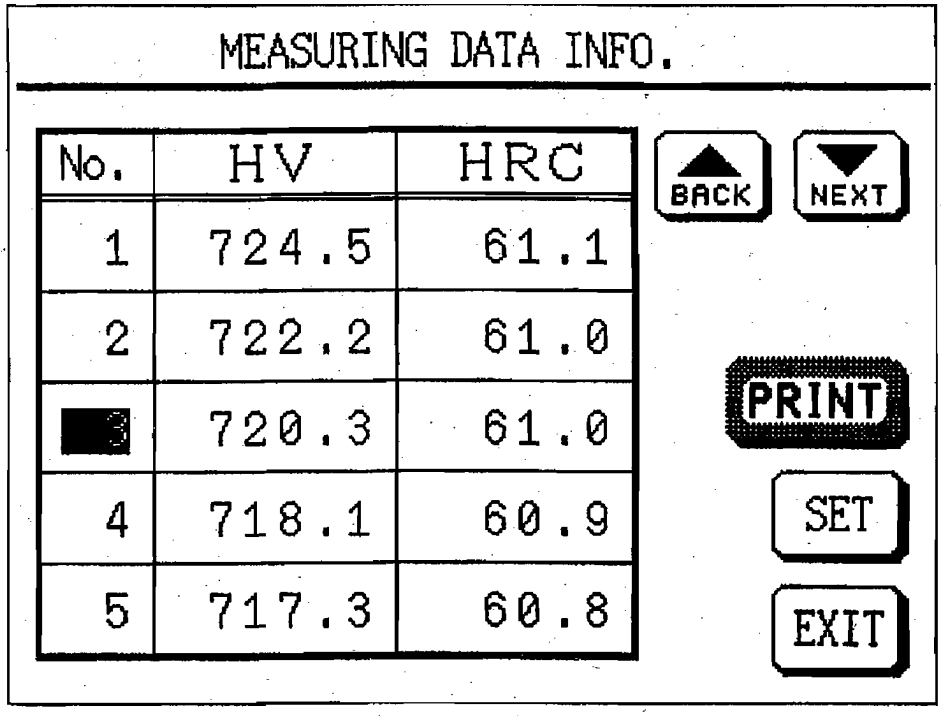
テンキーで数字を入力し、↵キーを押してください。

CLR キーを押すと、データが 0 クリアされます。

↵キーを押すと、データを変更し前画面に戻ります。

EXITキーを押すと、前の設定のまま前画面に戻ります。

7) ―3　測定データ表示画面



(図 9-20)

測定データ（HV／HK）、測定画面で設定した換算スケールおよび換算値を表示します。

換算スケールを変更した場合、変更したスケールの換算値で表示します。

番号の表示枠内（例：▒▒▒位置）を押して修正する測定No. を選択すると、次頁のようなキー入力画面が表示されますので数字を入力してください。

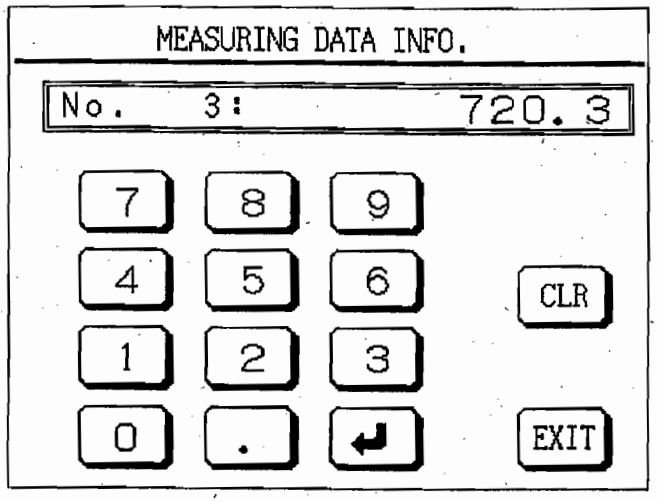
修正されたデータのD1, D2は、D1 ＝ D2の条件で書き変られます。

▲BACK ▼NEXT キーで表示頁を切替えます。

PRINT キーを押すとプリンタ出力モードで設定したフォーマットで印字します。

変更後、SET キーを押すと測定データが更新されます。

SET キーを押さずに EXIT キーを押すと、前の設定のまま前画面に戻ります。



テンキーで数字を入力し、↵キーを押してください。

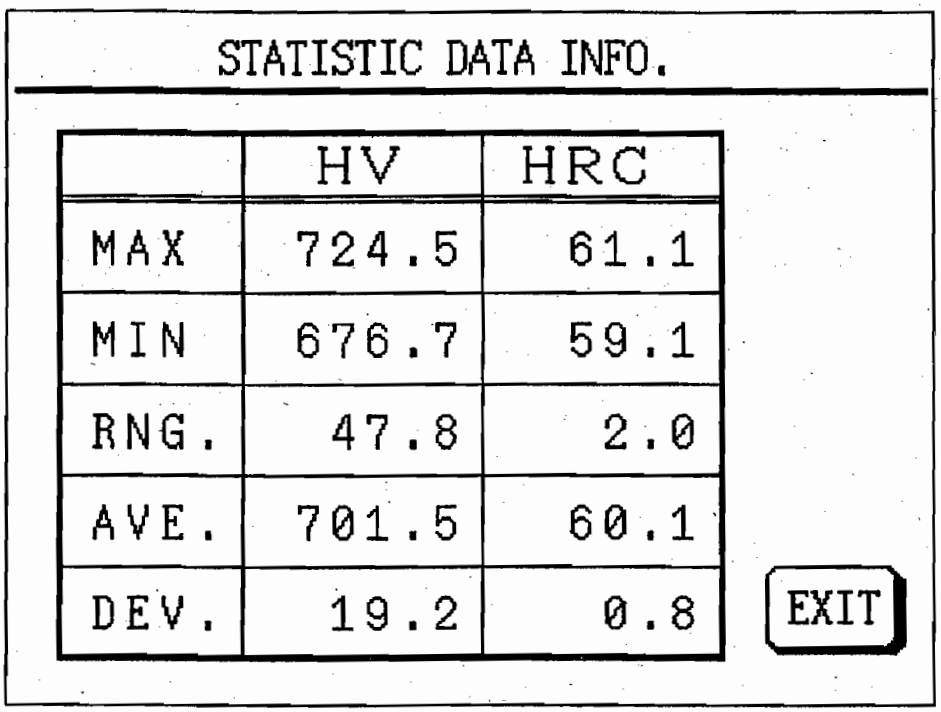
CLRキーを押すと、データが0クリアされます。

↵キーを押すと、データを変更し前画面に戻ります。

EXITキーを押すと、前の設定のまま前画面に戻ります。

(図9-21)

7) ー4　統計データ表示画面



(図9-22)

測定データおよび換算データの統計情報を表示します。

EXITキーを押すと、前画面に戻ります。

8) 資料

8) ー1 荷重表（gf）

	荷重切替え							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Micro Vickers TYPE A	10g	25g	50g	100g	200g	300g	500g	1000g
Micro Vickers TYPE B	5g	10g	25g	50g	100g	200g	300g	500g
Micro Vickers TYPE C	25g	50g	100g	200g	300g	500g	1000g	2000g
Micro Vickers TYPE D	1g	5g	10g	50g	100g	300g	500g	1000g
Micro Vickers TYPE E	----	----	----	----	----	----	----	----
Vickers TYPE A	1K	5K	10K	20K	30K	50K	——	——
Vickers TYPE B	0.3K	0.5K	1K	5K	10K	20K	——	——
Vickers TYPE C	----	----	----	----	----	----	----	----

Micro VickersTYPE E および Vickers TYPE C の荷重表は、工場出荷時設定画面から設定してください。

8) ー2 荷重表（SI 単位）

	荷重切替え							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Micro Vickers TYPE A	98.07mN	0.2452N	0.4903N	0.9807N	1.961N	2.942N	4.903N	9.807N
Micro Vickers TYPE B	49.03mN	98.07mN	0.2452N	0.4903N	0.9807N	1.961N	2.942N	4.903N
Micro Vckers TYPE C	0.2452N	0.4903N	0.9807N	1.961N	2.942N	4.903N	9.807N	19.61N
Micro Vickers TYPE D	9.807mN	49.03mN	98.07mN	0.4903N	0.9807N	2.942N	4.903N	9.807N
Micro Vickers TYPE E	----	----	----	----	----	----	----	----
Vickers TYPE A	9.807N	49.03N	98.07N	196.1N	294.2N	490.3N	----	----
Vickers TYPE B	2.942N	4.903N	9.807N	49.03N	98.07N	196.1N	----	----
Vickers TYPE C	----	----	----	----	----	----	----	----

10. 試験方法（図7-1及び7-2参照）

(1) FM-1e、FM-1の場合

試験は9－(1)項にて設定された試験条件によって行われます。

1) 試料をX-Yステージ⑱上に載せます。試料が不安定の場合は精密バイス⑰をX-Yステージに取付け、試料が荷重負荷中に動かないように固定します。

⚠ 注意

固定する場合は、試料の測定面が圧子⑧の下降に対し垂直になるようにすることが重要ですので、慎重に行って下さい。

2) X-Yステージ昇降ハンドル㉑を回転させて試料を上昇させ、計測用対物レンズ（×40）⑦に近づけ、計測顕微鏡②の接眼レンズ④を覗いて試料面に焦点を合わせます。

⚠ 注意

細い試料の場合など、試料先端で対物レンズを突き上げないよう十分注意して下さい。この突き上げを防止する為に、試料を一旦レンズのすぐ近くまで上昇させ、それから接眼レンズを覗き、少しずつ下降させながら焦点を合わせる方法で行うことをお勧めします。

3) ほゞ試料面に焦点が合ったところで、測定者の眼に合わせた視度調節を必ず行います。接眼レンズを廻しながら視野内の2本の計測線（P.58図10-12）が最もハッキリするよう調節します。

⚠ 注意

視度は各測定者により異なるので、人が替わった時は必ずこの調節を一度行って下さい。

4) 接眼レンズを覗きながら、X-Yステージのマイクロメータヘッド⑩⑲をまわして測定個所を決定します。
X軸、Y軸の各移動量は25mmです。

5) これ以降のタレット盤回転、試験荷重負荷の動作は、FM-1eとFM-1では大変違いますので、それぞれにつき説明致します。

A. FM-1e：手動タレット型

① タレット盤⑥を手動で回転させ、ダイヤモンド圧子を測定位置に移動させます。この位置で、圧子先端と試料面との隙は0.8mmです。

⚠ 注意

タレット回転時に試料面の凸部などに圧子先端をぶつけないようご注意ください。

② 図8-2参照
本体正面の操作パネル上の試験荷重負荷スタートスイッチⓒを押し荷重負荷をスタートさせます。

③ 圧子は静かに下降し、試料面に圧痕を形成します。
9－(1)－2) 項で設定した荷重保持時間経過後、圧子は上昇し元の位置に戻ります。

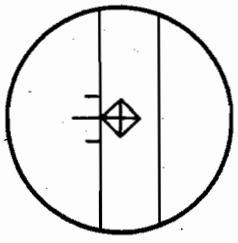
④ 再びタレット盤を手動で回転させ、計測用レンズ（×40）⑦をセンター位置に移動させます。この位置で接眼レンズを覗くと、視野のほゞ中心に形成した圧痕を見ることが出来ます。

ここで、正しく圧痕エッジの焦点を合わせます。

⑤ 圧痕対角線長さの計測

a. ビッカース硬さ（HV）の場合

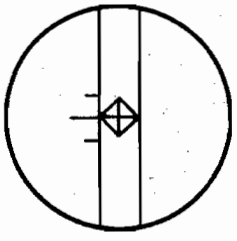
a-1



（図 10-1）

まず対角線 D1 の計測を行います。
計測顕微鏡②の左側回転つまみ③を廻し、左側計測線の内側を圧痕の左側エッジに合わせます。

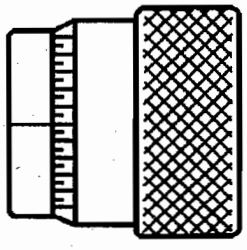
a-2



（図 10-2）

次に計測顕微鏡の右側回転つまみ⑤（マイクロメータ）を廻し、右側計測線の内側を圧痕の右側エッジに合わせます。

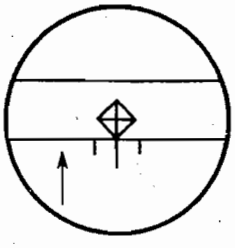
a-3



（図 10-3）

この時の右側マイクロメータの数値を最小 0.1 μm の単位で読取ります。（例：D1 = 50.3 μm）
マイクロメータは 1 回転 25 μm で、最小目盛は 0.5 μm ですが、読取りは 0.1 μm 単位まで行います。

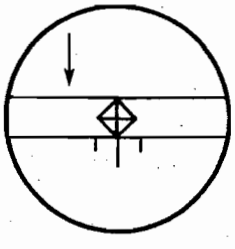
a-4



（図 10-4）

次に計測顕微鏡を90°回転させ同じように対角線長さ D2 の計測を行います。
先ず、圧痕の下方エッジに下側の計測線を合わせます。

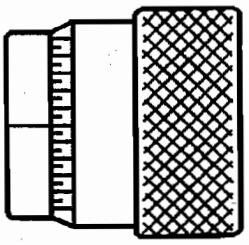
a-5



（図 10-5）

引続き、上方エッジに上側の計測線をあわせます。

a-6



この時のマイクロメータの数値を最小0.1 μm単位で読取ります。(例：D2 = 50.5 μm)

(図 10-6)

a-7

HV硬さを知るための対角線長さはD1とD2の平均長さですので、この例の場合は、

$\frac{50.3 + 50.5}{2}$ = 50.4 μmとなります。

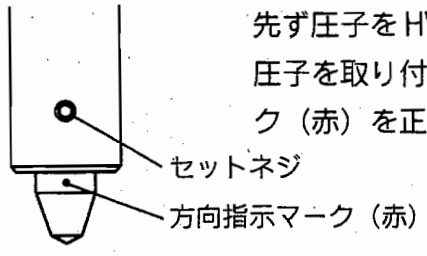
この数値と使用している荷重から、付属のビッカース硬度算出表（M-041）を用いてHV硬度が判明します。

例えば、荷重P = 1kgf、対角線長D = 50.4 μmの場合　HV硬さ = 730となります。

b. ヌープ硬さ（HK）の場合

オプション部品のKnoop（ヌープ）圧子を用いて、ヌープ硬さの測定が出来ます。この場合は、HV硬さと異なり、長手方向の圧痕対角線長さD_1のみの計測でHK硬さを算出します。

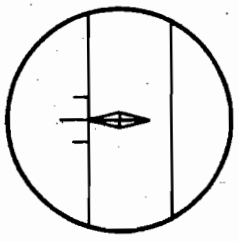
b-1



先ず圧子をHV用からHK用に交換します。
圧子を取り付ける際は、セットネジと方向指示マーク（赤）を正しく合わせてください。

（図 10-7）

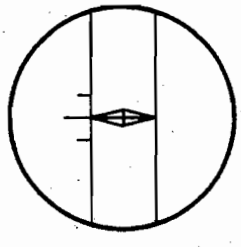
b-2



圧痕エッジの焦点をしっかり合わせた後、まず左側計測線の内側を圧痕の左側エッジに合わせます。

（図 10-8）

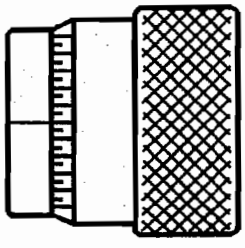
b-3



続いて、右側計測線の内側を圧痕の右側エッジに合わせます。

（図 10-9）

b-4



この時の右側つまみの数値を最小0.1 μm単位で読み取り、ヌープ硬度算出表を用いてHV硬さと同じように、HK硬さを算出します。

（図 10-10）

B. FM-1：オートタレット型

このモデルは、計測用対物レンズ（×40）→ダイヤモンド圧子→荷重負荷スタート→保持（タイマー）→解除→計測用対物レンズ（×40）の一連の動作が自動で行われます。

① 測定位置が決ったら、操作パネル（図8-2）上の試験荷重負荷スタートスイッチⓒを押すと、上記のタレット回転と荷重負荷解除の一連の動作が自動的に行われます。

② 9－(1)－2) 項で設定された荷重保持時間（DWELL TIME）経過後、圧子は元の位置に上昇し、タレットは計測用対物レンズ（×40）の位置に自動的に回転します。

③ 接眼レンズを覗くと、視野のほゞ中心に形成された圧痕を見ることが出来ます。
ここで正しく圧痕エッジの焦点を合わせます。

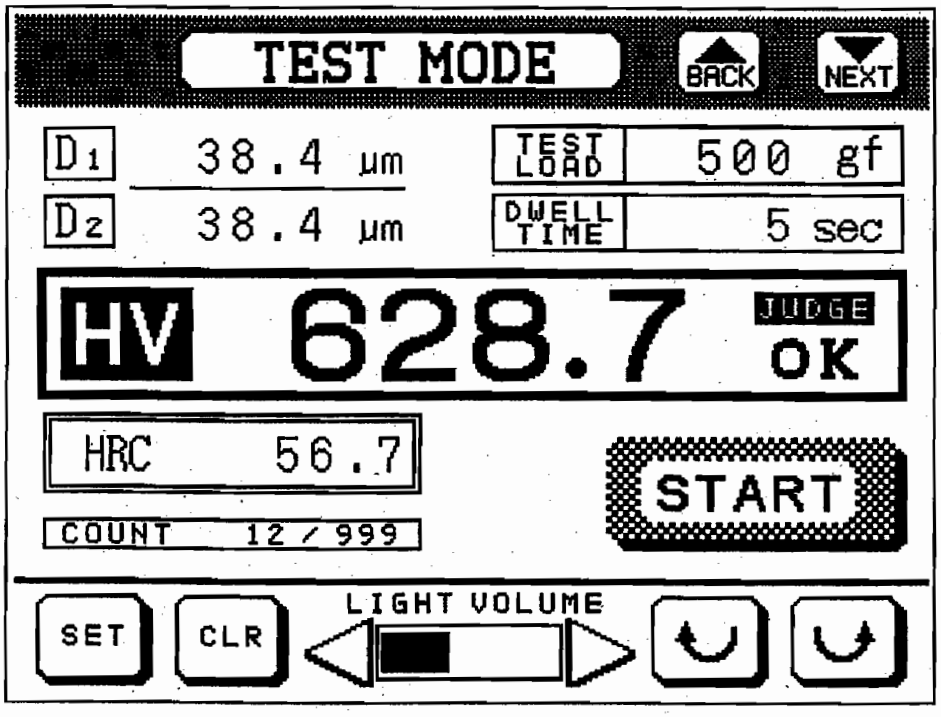
④ 以降の圧痕対角線長さの計測の方法は、FM-1eの場合と全く同じです。
(A-⑤-a～b参照)

(2) FM-7e、FM-1の場合

試験は9－(2)項にて設定された試験条件によって行われます。
電源を投入すると、本体正面のLCDタッチ・パネル・ディスプレイに下図の「TEST MODE」画面（基本操作画面）が表示されます。

画面には試験に必要な最も重要な基本的条件
TEST LOAD（試験荷重）
DWELL TIME（荷重保持時間）

と、換算スケールが表示されていますので、測定に入る前によく確認することが大切です。



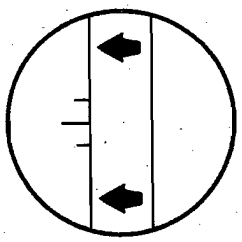
（図10-11　基本操作画面）

1) 試料のX-Yステージ上へのsetから、試料面上に所定の圧痕を形成し、計測用対物レンズ（×40）が所定計測位置に至る一連の動作は、FM-7e（手動タレット型）はFM-1eと、またFM-7（オート・タレット型）はFM-1と全く同じです。

2) 圧痕対角線長さの計測（図7-1参照）

圧痕計測に入る前に必ず計測線のゼロ点が正しいかを確認します。もしゼロ点が合っていない時は2本の計測線の内側を正しく合わせ、ゼロセットを行います。

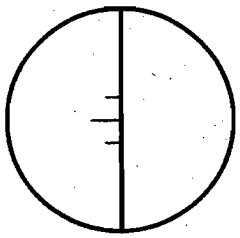
①



(図10-12)

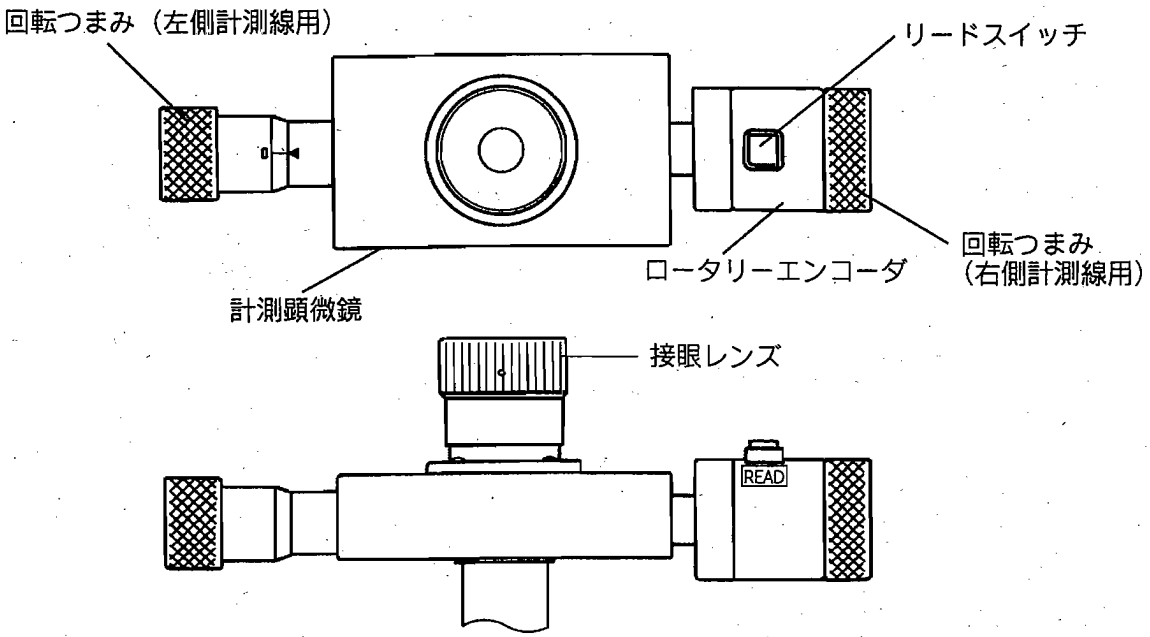
2本の計測線は通常離れた位置にあります。2本の線の内側を接した時に画面上の D_1 D_2 の表示が0.0 μmになっていれば、ゼロセットの必要はありません。

②



(図10-13)

計測顕微鏡②の右側ロータリーエンコーダ⑤の回転つまみを廻して、右側計測線を左に移動させ、左右の計測線の内側が接するところで停止させ、基本操作画面（P.18図9-3）のSETスイッチ⑬を押します。



(図10-14)

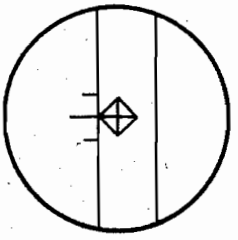
③ D_1 0.0 μm
D_2 0.0 μm

基本操作画面上の D_1 D_2 の数字が0.0 μmとなり、ゼロ・セットは完了です。

④　圧痕計測

a.　ビッカース硬さ（HV）の場合（図7-1及び9-3参照）

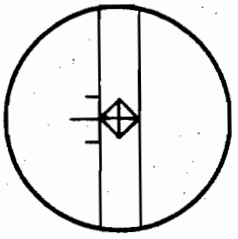
a-1



（図10-15）

まず対角線 D_1 の計測を行います。
計測顕微鏡②の左側回転つまみ③を廻し、左側計測線の内側を圧痕の左側エッジに合わせます。

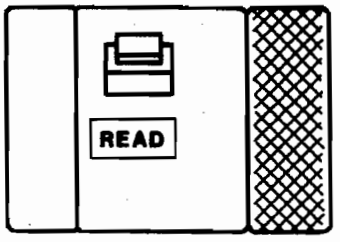
a-2



（図10-16）

次に計測顕微鏡の右側ロータリーエンコーダ⑤の回転つまみを廻し、右側計測線の内側を圧痕の右側エッジに合わせます。

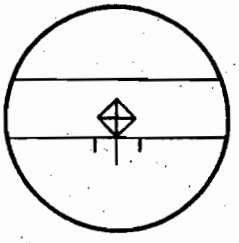
a-3



（図10-17）

ここでロータリーエンコーダのリードスイッチを押すと、TEST MODE 画面上の $D_1$③の位置に最小0.1 μm単位で対角線長さ D_1 が表示されます。
（例：D_1 = 50.3 μm）

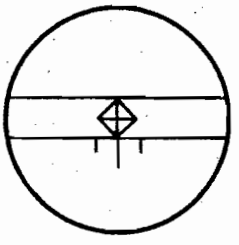
a-4



（図10-18）

次に計測顕微鏡を90°回転させ、同じように対角線長さ D_2 の計測を行います。
先ず、圧痕の下方エッジに、下側の計測線を合わせます。

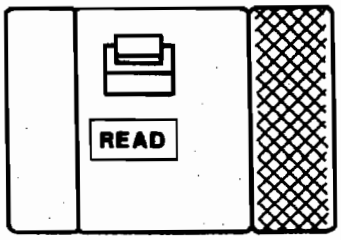
a-5



（図10-19）

引続き、上方エッジに上側の計測線を合わせます。

a-6



(図 10-20)

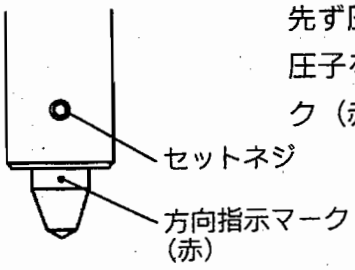
ここで、ロータリーエンコーダのリードスイッチを押すと、TEST MODE 画面上の D_2 の位置に最小 0.1 μm単位で対角線長さ $D_2$③が表示され（例：D_2 = 50.5 μm）、内部CPUによって、D_1 D_2 の平均計算とHV算出の計算を瞬時に行い、画面上にHV硬さ値⑦を表示します。

TEST MODE画面（基本操作画面）上には、9項目で設定された、換算値⑩、合否判定結果⑧等も同時に表示されます。

b. ヌープ硬さ（HK）の場合

オプション部品のKnoop（ヌープ）圧子を用いて、ヌープ硬さの測定が出来ます。この場合は、HV硬さと異なり、長手方向の圧痕対角線長さ D_1 のみの計測でHK硬さを算出します。

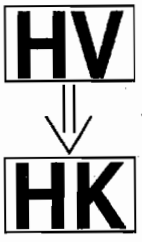
b-1



(図 10-21)

先ず圧子をHV用からHK用に交換します。
圧子を取り付ける際は、セットネジと方向指示マーク（赤）を正しく合わせて下さい。

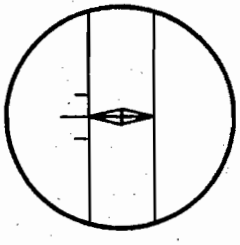
b-2



(図 10-22)

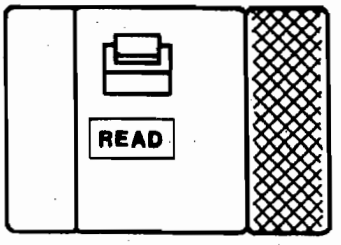
TEST MODE 画面上の HV ⑥を押し、HK に切り替えます。これにより内部CPUの硬度算出計算もHVからHKに切り替わります。

b-3



(図 10-23)

圧痕計測は対角線の長手方向 D_1 のみでよく、2本の計測線を圧痕のエッジに正しく合わせます。



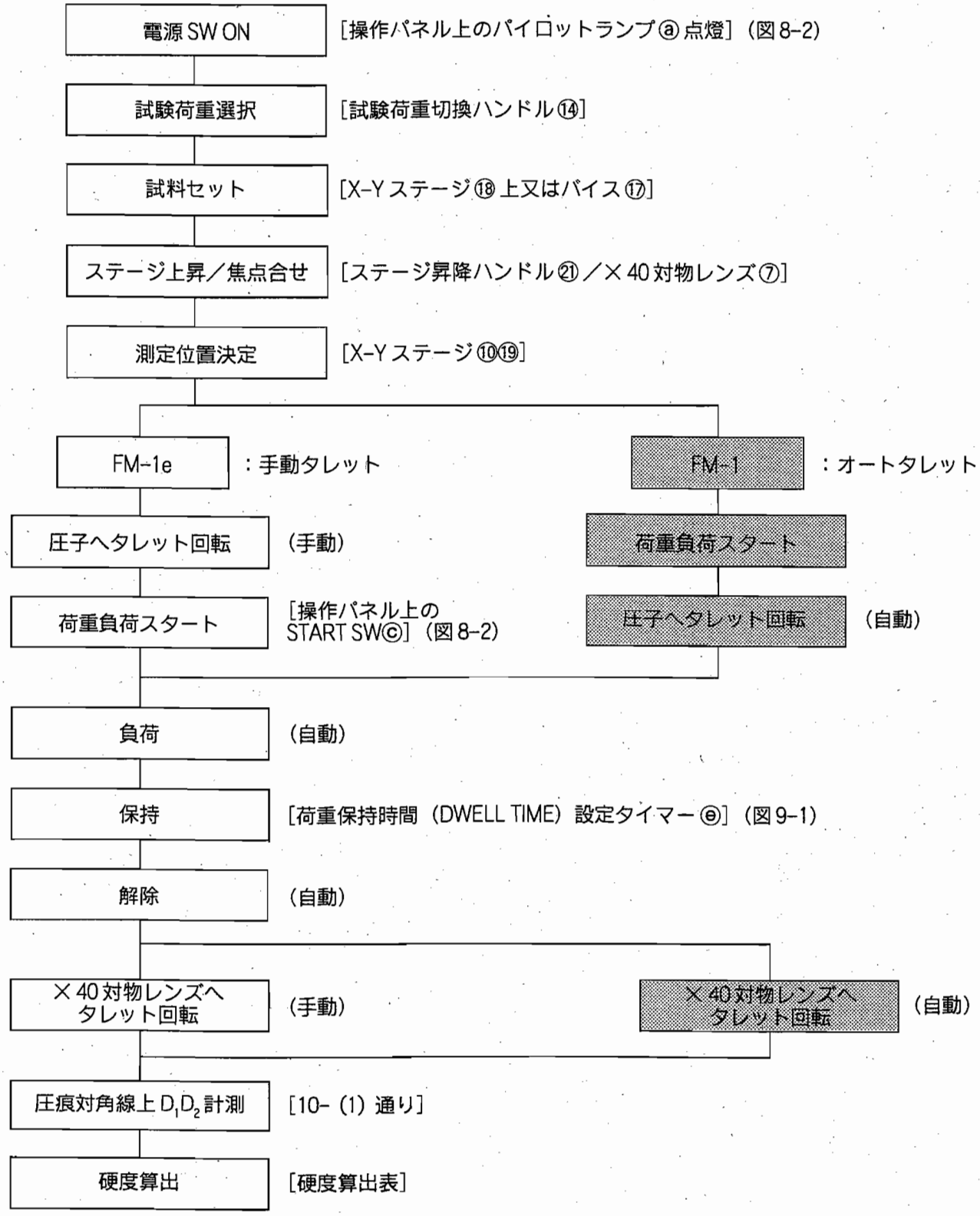
(図 10-24)

ここで、ロータリーエンコーダのリードスイッチを押すと、画面上のD_1の位置に最小0.1 μm単位で対角線長さが表示され、内部CPUによって瞬時にHK算出計算を行い、画面に硬さ値を表示⑦します。

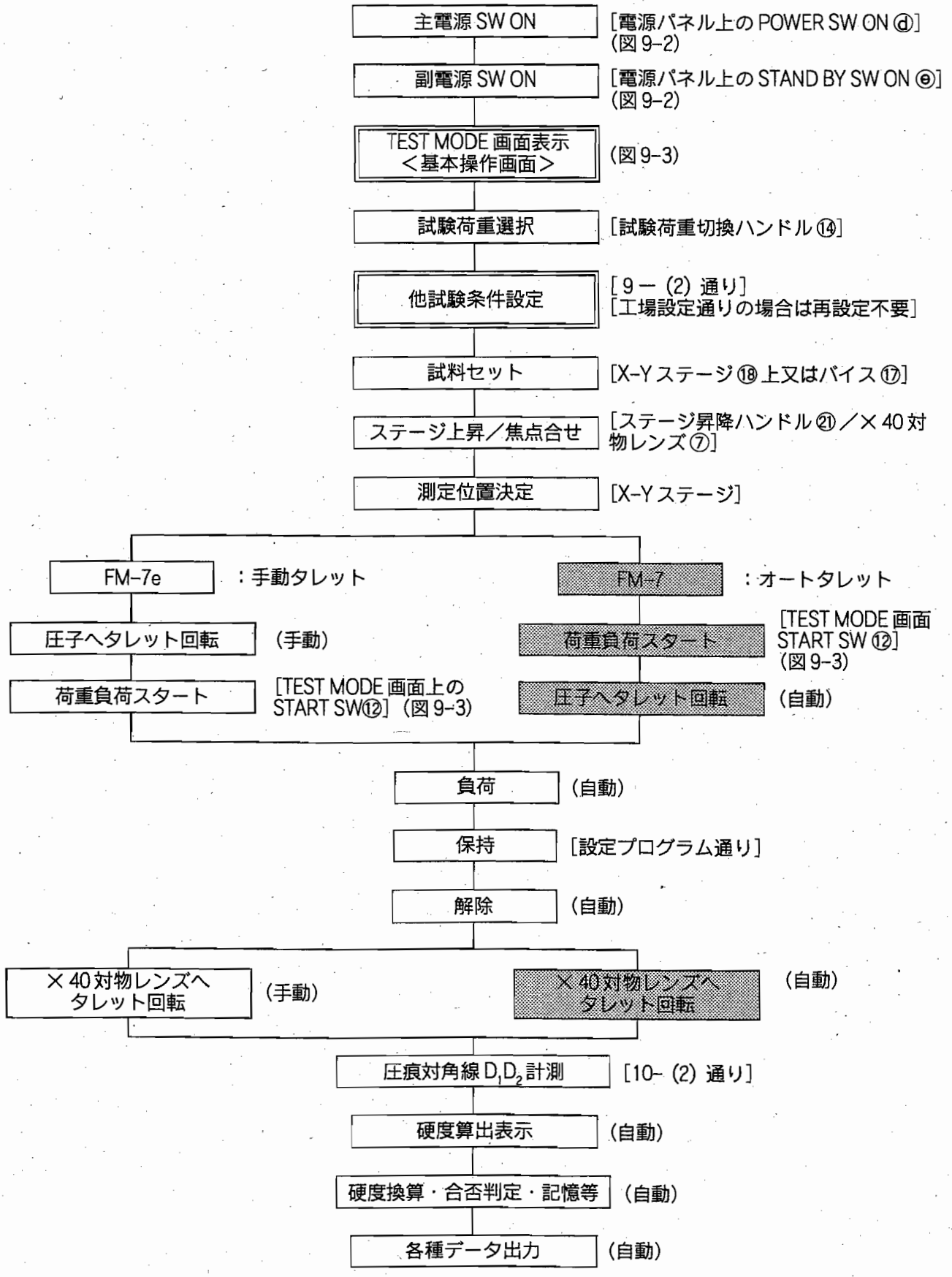
以上にて通常の試験方法の説明を終わります。

11. 試験操作のフローチャート

(1) FM-1e 及び FM-1 の場合 (図 7-1 参照)



(2) FM-7e 及び FM-7 の場合（図 7-1 参照）



Kc（破壊靭性値）の測定（図 7-1 ／図 9-3 参照）

（JIS R1607/IF 法準拠）

主電源 SW ON ［電源パネル上の POWER SW ON ⓓ］（図 9-2）

副電源 SW ON ［電源パネル上の STAND BY SW ON ⓔ］（図 9-2）

TEST MODE 画面表示 ＜基本操作画面＞ （図 9-3）

試験荷重選択 ［試験荷重切換ハンドル⑰］

他試験条件設定 ［Kc モードの選択］（図 11-2）［弾性率 E（Pa）を入力］（図 11-3）［9－（2）通り］［工場設定通りの場合は再設定不要］

試料セット ［アンビル㉑上］

試料上昇／焦点合せ ［試料昇降ハンドル⑬／×10 対物レンズ⑧］

測定位置決定

FM-7e ：手動タレット

圧子へタレット回転 （手動）

荷重負荷スタート ［TEST MODE 画面上の START SW⑫］（図 9-3）

FM-7 ：オートタレット

荷重負荷スタート ［TEST MODE 画面 START SW ⑫］（図 9-3）

圧子へタレット回転 （自動）

負荷 （自動）

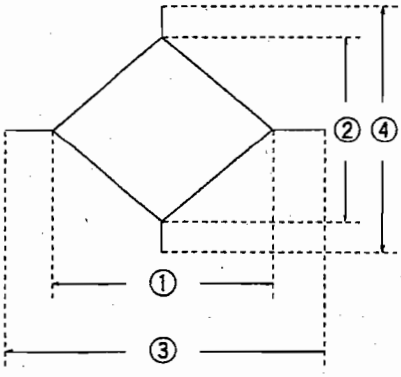
保持 ［設定プログラム通り］

解除 （自動）

×10 対物レンズへタレット回転 （手動）

×10 対物レンズへタレット回転 （自動）

【測定箇所】



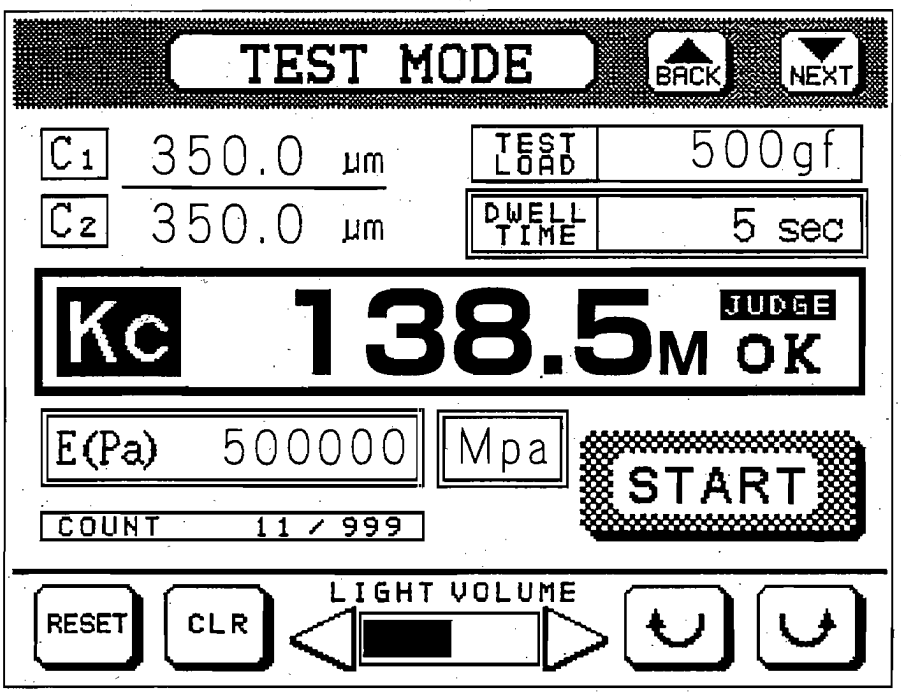
（図 11-1）

圧痕対角線 D_1D_2 計測 ①②（図 11-1）［10-（2）通り］

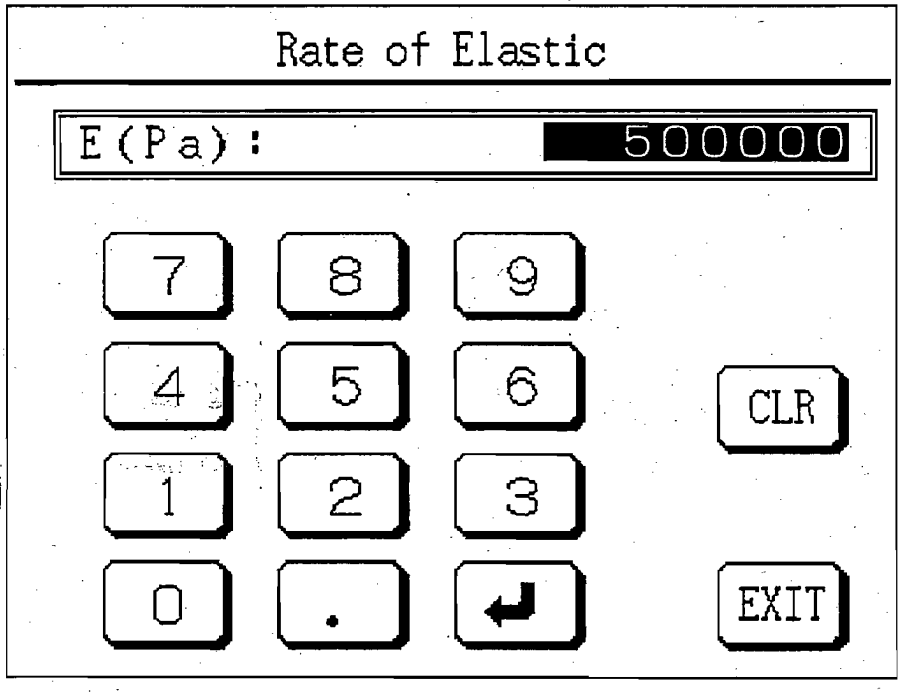
クラック全長 C_1C_2 計測 ③④（図 11-1）

Kc 値算出表示 （自動）

データ出力 （自動）



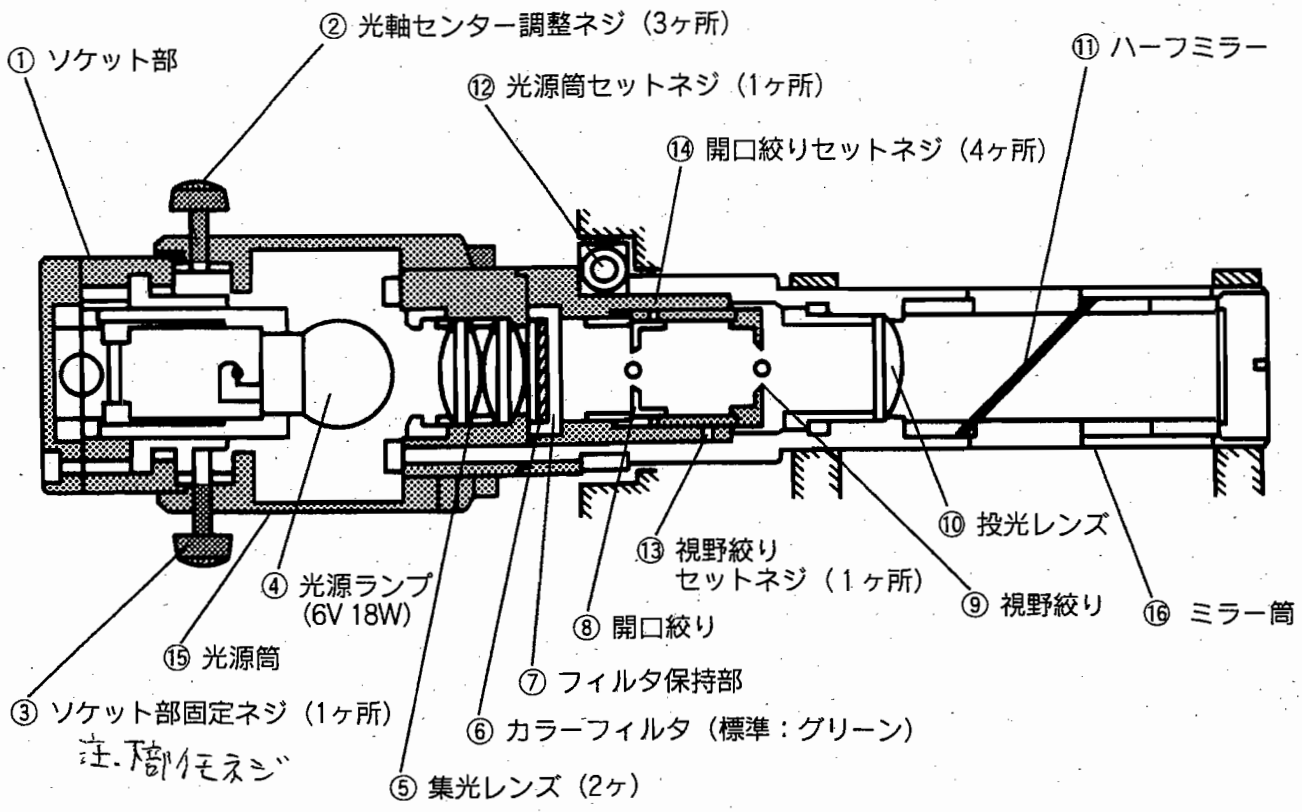
(Fig.11-2)



(Fig.11-3)

12. 調整方法

＜光源部構造図＞



（図 12-1）

(1) 光軸センター調整（図 12-1 参照）

光軸が正しくでていて、視野の明るさが均等であることは、圧痕対角線長の正確な読取りや試料表面の組織観察に極めて重要なことである。光源ランプを交換した場合などには光軸を正しく合わせることが大切です。

1）光源ランプの交換

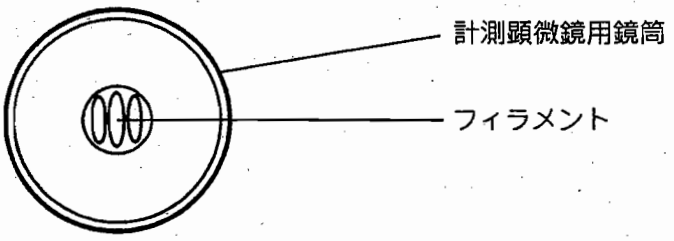
ソケット部固定ネジ③を緩めると、ソケット部①が、光源ランプ④が付いた状態で抜けます。ランプは少し押し込んで左へ廻すと簡単にはずれます。新たなランプを付ける場合は逆に少し押し込んで右へ廻すと、固定されます。

⚠ 注意

ランプはメーカー指定の正しい規格（6V 18W）のものをお使い下さい。ランプ交換時は電源SWをOFFにして下さい。

2) 光軸センター調整

電源を投入後、硬度基準片をステージ上に置き、試料表面に焦点を合わせます。その状態で計測顕微鏡（図7-1②）を抜きとり、計測顕微鏡用鏡筒（図7-2㉘）を覗いて、その中心にランプのフィラメントが均一に見えるように、3本の光軸センター調整ネジ②を廻して調整します。



（図12-2）

⚠ 注意

鏡筒を覗く時は、測定者の眼の保護の為に、光量を少し絞って、調整して下さい。

(2) カラーフィルタの交換（図12-1参照）

標準としてグリーンフィルタを装着していますが、金属組織の観察、写真撮影等において、他の色のフィルタを使用した方が、より鮮明な視野が得られる場合があります。
オプションとしてイエローとブルーのフィルタを用意しております。
カラーフィルタ⑥の交換は、光源筒を機体より取りはずさずに、フィルタ保持部⑦を指で上方に引き出すことにより簡単に行えます。

(3) 開口絞り及び視野絞りの交換（図12-1参照）

これら異なるサイズの絞りは、標準と異なる倍率の対物レンズ（例：×5、×100 etc）を用いた時に、より良い視野を得るためと小さな圧痕を高倍率で計測する場合に、目視による計測精度をより向上させる等のために用います。

両絞りの交換手順

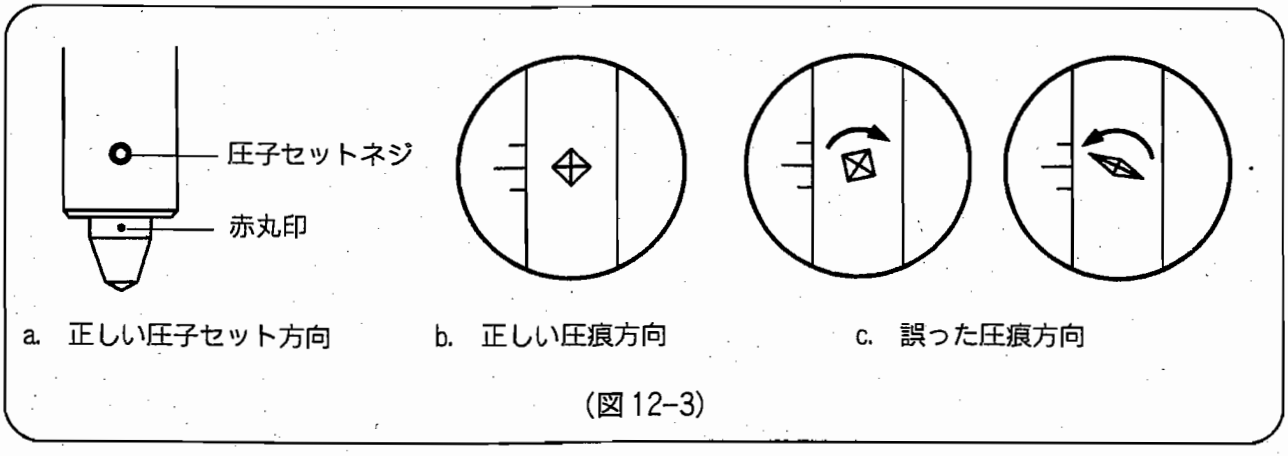
1) 光源筒セットネジ⑫（M5×25mm）を緩め、光源筒⑮全体を抜き出します。

2) 視野絞りセットネジ⑬（M3×3mm）を緩め、開口絞り及び視野絞りを抜き出します。（両絞りはネジでセットされている。）

3) 開口絞りセットネジ⑭（M2×2mm）4ヶ所を緩め、両絞りを分離します。

これで、両絞りを他の絞り穴径のものと交換することが出来ます。尚、工場出荷時は開口絞りは2mmφ、視野絞りは6mmφの穴径のもの（標準）を装着してあります。オプションとして穴径1mmφ～7mmφの絞りを1mm間隔で準備しております。

(4) 圧子の交換（図12-3参照）

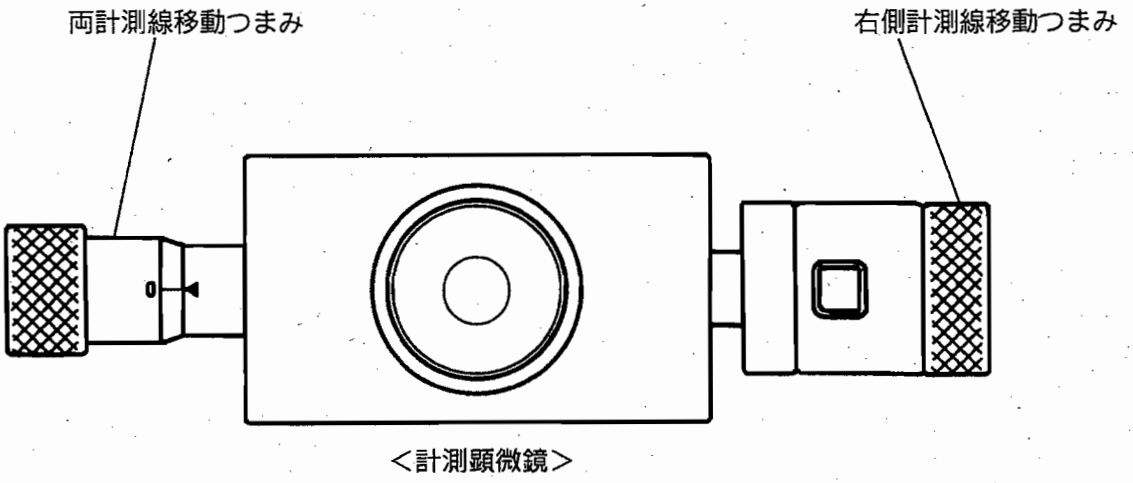


（図12-3）

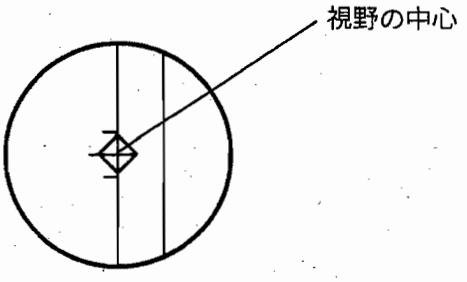
圧子を交換しセットする時は、その取付の方向に十分ご注意下さい。
正しいセット方向は、圧子の赤丸印を荷重軸前面の圧子セットネジと同じ位置に合わせセットした時の向きで、もし向きがズレている場合は、圧痕はC図のように誤った方向に傾くこととなります。この時は、圧子のセット位置を少しずらしてセットし、再度確認し、正しい位置に固定して下さい。

(5) 圧痕の視野センター合せ

＜正確な視野のセンター＞



(図 12-4)



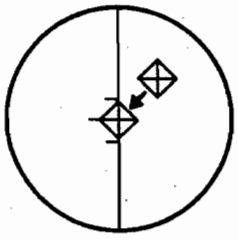
(図 12-5)

正しい視野のセンターとは、計測顕微鏡の左側つまみの０基線を◀印の先端に合わせた時に、顕微鏡視野内の左側計測線の内側と視野の上下の中心を示す３本の基線の中心線が合う位置です。

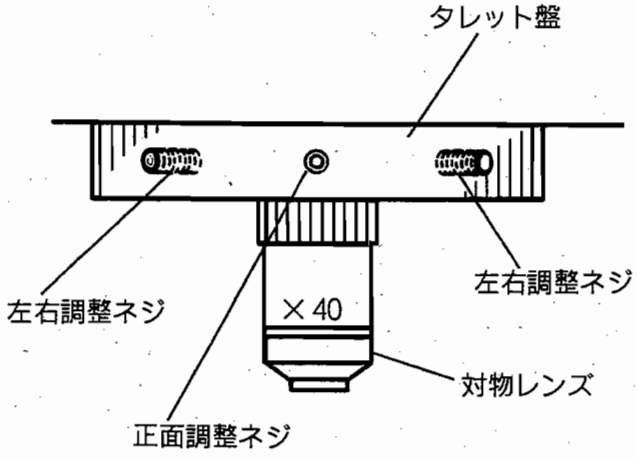
圧痕は常に視野のほゞ中心に位置するのが正しく、それが大きくズレると、正しい計測にも支障をきたすので調整が必要となります。

調整の方法は次の通りです。

<センター調整方法>



(図 12-6)



(図 12-7)

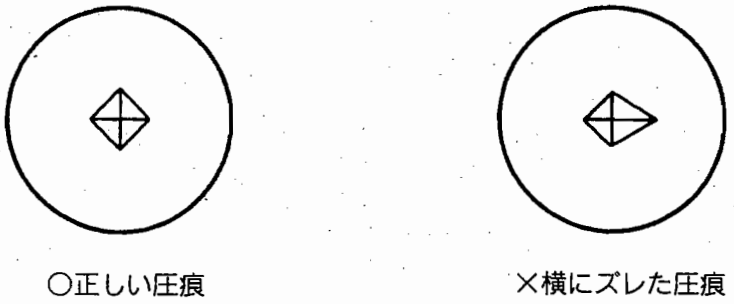
圧痕が図12-5のように、視野のセンターをはずれて形成される時は、対物レンズが取付けられているタレット盤上の3本の調整ネジでセンターへの移動を行います。調整は付属のL型レンチを用い、接眼レンズを覗きながら3本のネジを少しずつ緩めたり、締めたりして行います。慣れないと時間を要しますが、焦らず少しずつ移動させることがコツです。尚、左ネジを緩め、右ネジを締め込めば、圧痕は右から左方向へ移動し、正面ネジを締め込むと圧痕は下方向へ移動します。逆に緩めると上方向へ移動します。但し、左右ネジがしっかり固定されていると移動出来ない場合があります。あくまでも、接眼レンズを覗きながら行うことが重要です。

13. 試験上の注意（参考：JIS-Z2251）

(1) 試　料

1) 試料保持

試験面は圧子軸に対し常に垂直になるように保持することが重要です。垂直が正しく出ていなかったり、荷重負荷中に試料が動いたりすると正しい圧痕が形成されません。



（図 13-1）

2) 表面研磨

微小硬度計は試験荷重が極めて小さいため、試料表面の粗さの影響を受けます。正しく測定出来る美しい圧痕を形成する為に、通常は表面を研磨します。研磨は、圧痕対角線長さを、その測定値の0.4%、または0.2 μ mの内、いずれか大きい値まで容易に測定できる程度に仕上げる必要があります。このため、通常1000番程度のエメリー紙を用いてなめらかに仕上げ、更にアルミナ液等を用いて布磨きを行い鏡面に仕上げます。研磨の際は、表面硬化をおこさない為に、専門の研磨装置を使うことをお勧めします。

また、試料が小さかったり、薄くて直接研磨のしずらい場合は、適当な大きさに切断後、樹脂に埋め込み、それを研磨するのが一般的です。樹脂埋込の際は、その方法が試料の硬さに影響を及ぼすものであってはなりません。

参考：**試料作成装置**

① 湿式試料切断機
② 試料埋込機
③ 試料研磨機
　　準備研磨用：　エメリー紙
　　仕上げ研磨用：布

尚、試験面には、油や錆などの異物があってはならないことは当然です。

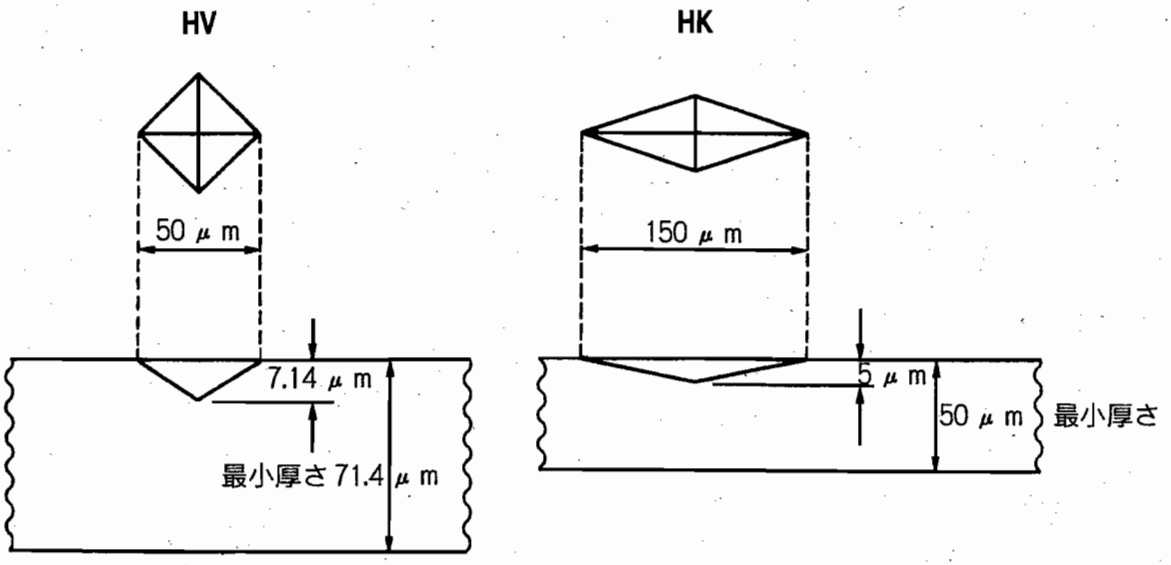
3) 試料最小厚さ

正しい測定を行う為に必要な試料の最小厚さ（表面硬化試料の場合は、硬化層厚さ）は、圧痕深さの10倍以上と規定（JIS）されています。

ビッカース硬さ（HV）の場合、圧痕深さは対角線長さの約1／7なので、必要な試料厚さは対角線長さの約1.5倍（1.43倍）以上となります。

また、ヌープ硬さ（HK）の場合は、圧痕深さは、長手方向の対角線長さ（D_1）の約1／30なので、必要な試料厚さは、D_1の約1／3以上あれば良いということになります。

例



（図 13–2）

上の例で分かるように、ほゞ同じ硬さの試料の場合、ヌープ硬さ試験の方が、ビッカース硬さ試験よりも、薄い試料（又は硬化層）の試験に適していることがご理解頂けると思います。

(2) 試　験

1) 荷　重

試験荷重は他に制限のない限り、大きいものを選ぶのが良い。大きな圧痕は小さい圧痕より、読取り誤差の硬さ値に与える影響は小さくなります。

2) 計測範囲

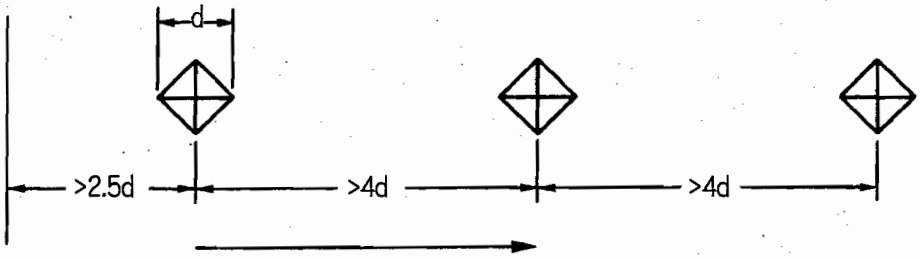
計測顕微鏡は、その視野直径の70%の範囲内で、圧痕対角線長さの測定に用いるのがよい。

3) 荷重保持時間

荷重保持時間（DWELL TIME）は15秒を標準としますが、試料の材質、振動の影響等を考慮して最短5秒迄短縮しても差し支えありません。

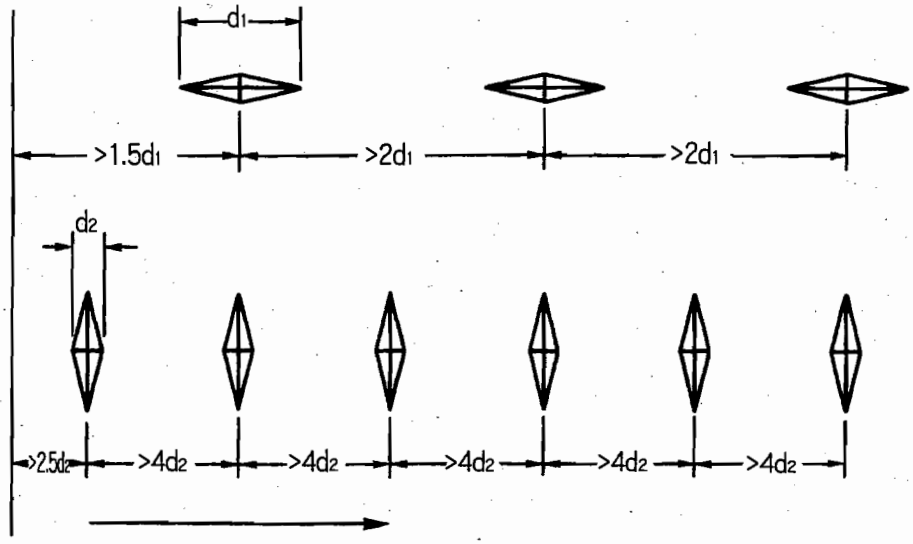
4) 圧痕の間隔

ビッカース硬さを測る圧痕の中心位置は、既にある圧痕の中心から、対角線長さの4倍以上、また、試料の縁から2.5倍以上であることが望ましい。



（図13-3）

ヌープ硬さを測る圧痕の中心位置は、既にある圧痕の中心から長い方の対角線の方向では、同対角線長の2倍以上、また、試料の縁から1.5倍以上であることが望ましい。
短い方の対角線の方向では、同対角線の4倍以上、また試料の縁から2.5倍以上であることが望ましい。



（図13-4）

5) 振動対策

試験中に圧痕の大きさや形状に明らかな異状が認められるような振動がある状態では、正しい測定値を得ることは出来ません。このような環境下では、専用の除振台を使うのが極めて有効です。

（例：磁気浮上型除振台
Model：MAGMATE-FT）

(3) 精度管理

常に正しい測定結果を得る為には、日頃の試験機の維持管理及び測定者の計測精度の維持向上が重要となります。

1) 荷　重

重錘が正しく切り替わるかどうか、時々荷重切替ハンドルを廻して確認して下さい。また荷重負荷・解除動作がスムーズに行われているかの確認も行って下さい。

2) 圧　子

正しい測定が行われている限りにおいては、圧子は極めて長期間使用することが出来ますが、誤った使用法や試料の脱着時に圧子先端にぶつけてしまう等で、破損することもあります。日常の試験の中で圧痕の状態を注意深く観察することにより異常を発見することが出来ます。色々な荷重で、異なる大きさの圧痕をつけてみることも、異常発見の有効な方法です。また長年の使用の後、圧痕の中心部や綾線が白く光るような状態になった場合は、圧子の摩耗が考えられます。このような場合は、圧子を新しいものに交換し、摩耗したと思われる圧子は再研磨をする必要があります。

日常の使用に於いては、圧子先端に油、ゴミ等が付着していないように、きれいな布や紙にエーテル等を用いて、常に清浄に保って下さい。

また、正常な状態であっても、時には圧子を荷重軸よりはずし、20～25倍のルーペを使って先端をチェックすることをお勧めします。

3) 計測顕微鏡

対物レンズを含め光学系部品は精密であり、これを正しく使い維持することは、正確な計測結果を得る為には極めて重要です。

まず、計測顕微鏡の扱いやタレット盤の手動での回転（FM-1e、FM-7e）は静かに行って下さい。

圧子同様、対物レンズに試料等をぶつけないこと。特にレンズ面に試料先端をぶつけたりして疵を付けると、視野が不鮮明となり、正しい圧痕計測が出来なくなりますので十分ご注意下さい。また対物レンズ、接眼レンズに油、ゴミ等のないよう時々清浄な布、紙等で拭いて下さい。

計測顕微鏡内部は通常使用では清掃の必要はありません。

内部構造は比較的繊細な構造になっていますので、もし分解の必要性を感じた際は、メーカーへご連絡下さい。メーカーへ返送し分解清掃修理等行うことが安全です。

4) 計測精度の維持管理

目視計測による微小硬さ試験で最も重要なことは、如何に小さな圧痕の対角線長さを、2本の計測線を用いて正確に読取るかです。

圧痕読取りの精度を向上させる最も実際的な方法は「定クボミ」管理法です。これは硬度基準片に一定の圧痕（クボミ）を作り、それを定期的に計測し、個人のバラツキや複数の計測者間の誤差を把握し、それを±0に近ずける訓練をするわけです。

訓練を継続した結果、一定圧痕の対角線長さに対し、±0.2μm位の読取誤差になれば、読取り精度として全く問題ありません。

14. サービスを依頼される前に

修理を依頼される前に下記の事項をよくお読みになった上、もう一度点検をして下さい。
点検後、なお異常が起こるときは、当社担当課（下記）または取扱商社までご連絡下さい。

株式会社フューチュアテック　技術サービス課
〒140　東京都品川区南大井5-26-11
ルート南大井ビル3F
TEL　(03) 5763-0901
FAX　(03) 5763-0904

症状	確認事項	処置方法
電源がＯＮしない	・電源コードが電源プラグに入っていますか。 ・ヒューズが切れていませんか。	・電源コードを、電源コネクターに確実に接続して下さい。 ・ヒューズを交換して下さい。
顕微鏡の視野が暗い、または見えない	・ランプが切れていませんか。 ・電源がOFFになっていませんか。 ・対物レンズに疵がありませんか。	・12項を参照して、ランプを交換して下さい。 ・電源をONにして下さい。 ・レンズの交換が必要です。
圧痕が視野の中心に寄らない	・12項を参照して、調整を行って下さい。	・それでも圧痕が寄らない場合には当社または取扱商社までご連絡下さい。
硬度値がおかしい	・本体が水平に置かれていますか。 ・圧子または試料面が、汚れていませんか ・試料が斜めになっていませんか。 ・外部振動はありませんか。	・水準器を使用して、水平にして下さい。 ・きれいな布にベンジン、アルコール等をつけ、きれいに拭いて下さい。 ・試料が圧子軸に対して垂直になるように固定して下さい。 ・防振対策をして下さい。
運転中に停止した	・ディスプレイ上に、エラー表示のWINDOWがでていませんか。(P.75参照) ・停電または、瞬停ではないか。 ・モーターから異臭がしていないか。	・表示した、エラーの内容を確認して下さい。 ・一度電源を切り、再度電源を入れ直して下さい。 ・モーターの焼損の可能性があります。当社に連絡して下さい。

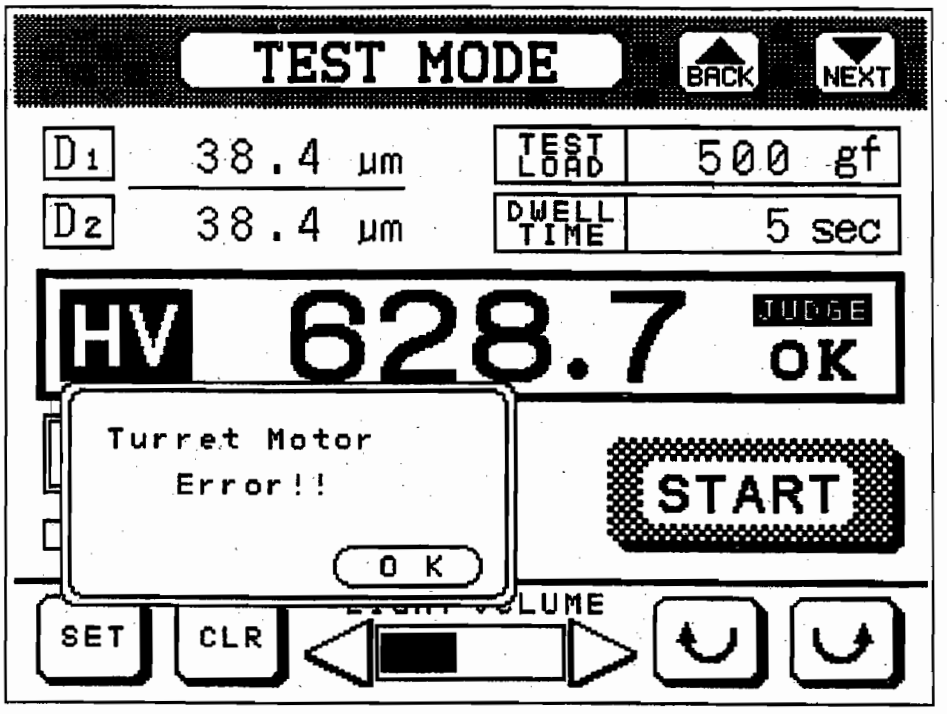
エラーメッセージ

(1) エラーメッセージと内容

エラー発生時には、ブザー音と下記のようなエラーメッセージウィンドウが表示されますので、内容を確認して OK ボタンを押してください。

OK ボタンを押すとエラーメッセージが消去されます。

エラー内容は、エラーメッセージ一覧を参照してください。



(図 14-1)

(2) エラーメッセージ一覧

メッセージ	内　容
Turret Motor Error!!	タレットモータが動かない。 または、タレットのセンサ不良です。
Turret Position Error!!	タレットがレンズの位置で負荷スタートした。 (FM-7e)
Load Motor Error!!	負荷モータが動かない。 または、センサ不良です。
Test Load Dial Position Error!	荷重ダイヤルが読めません。
Test Load Dial Select Error!	選択した荷重ダイヤル位置に荷重値の設定がありません。

予告なく外観または仕様の一部を改善のため変更することがあります。
本取扱説明書に基づいた正しい使用以外で発生した事故に因る損害につきましては責任を負いかねます。

株式会社 フューチュア テック

株式会社 フューチュア テック
FUTURE-TECH CORP.

本　社　：〒140-0013　東京都品川区南大井1丁目13番地5号
東急南大井ビル3F
TEL (03) 5763-0901　FAX (03) 5763-0904

USA OFFICE　：35296 MOUND RD., STERLING HEIGHTS,
MI 48310, USA
TEL (810) 264-3711　FAX (810) 264-7477

SOUTH EAST ASIA SERVICE CENTRE :

SINGAPORE　：63 HILLVIEW AVENUE #09-01,
LAM SOON INDUSTRIAL BUILDING,
SINGAPORE 669569
TEL : 762-7211　FAX : 762-7798

MALAYSIA　：20 JALAN SS 15/8 SUBANG JAYA,
47500 PETALING JAYA,
SELANGOR, WEST MALAYSIA
TEL : 735-2922/731-3423　FAX : 733-0360

生産提携　：鈴木機械株式会社
〒020-01　岩手県岩手郡滝沢村滝沢大崎94-419
TEL (0196) 88-2611　FAX (0196) 88-4726

'95.12.T