

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 12 月 11 日 (11.12.2003)

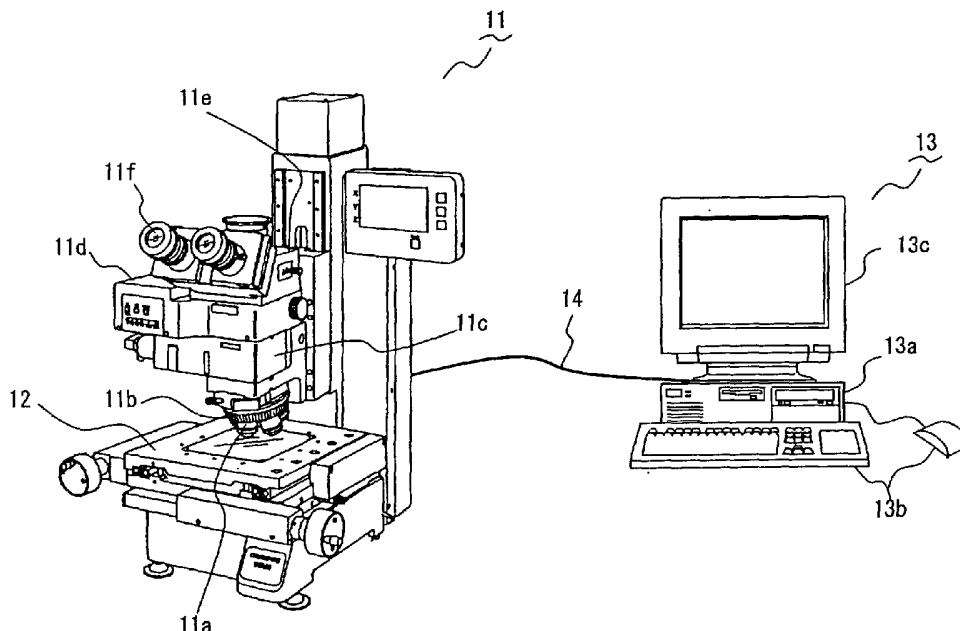
PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/102500 A1

- (51) 国際特許分類: G01B 11/00, 11/24, 9/04, G02B 21/00, 21/22
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/07042
- (22) 国際出願日: 2003 年 6 月 3 日 (03.06.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-163137 2002 年 6 月 4 日 (04.06.2002) JP
特願2002-164140 2002 年 6 月 5 日 (05.06.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): オリンパス株式会社 (OLYMPUS OPTICAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒151-0072 東京都 渋谷区 幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 西山 泰央 (NISHIYAMA, Yasuo) [JP/JP]; 〒191-0032 東京都 日野市 三沢 2 丁目 22 番 47 号 Tokyo (JP). 永田 渉 (NAGATA, Wataru) [JP/JP]; 〒192-0045 東京都 八王子市 大和田町 5 丁目 24 番 12 号 303 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大菅 義之 (OSUGA, Yoshiyuki); 〒102-0084 東京都 千代田区 二番町 8 番地 20 二番町ビル 3F Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): CN, KR, US.
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: METHOD OF OBTAINING 3-D COORDINATES

(54) 発明の名称: 三次元座標取得方法



(57) Abstract: A method of obtaining 3-D coordinates in a 3-D shape measuring device having a manual XY table (12) provided to a measuring microscope having an optical system and an auto-focus unit (11d), wherein the manual XY table (12) sets in advance a plurality of areas on an XY plane on which the XY table (12) can move, the XY coordinates of the XY table (12) on the XY plane are read at specified time intervals, and, if the read XY coordinates belong to the plurality of areas, the auto-focus unit (11d) is allowed to make auto-focusing to obtain 3-D coordinates at focusing.

[続葉有]

WO 03/102500 A1



(57) 要約: 光学系及びオートフォーカス部（１１ｄ）を有する測定顕微鏡に手動ＸＹテーブル（１２）を備えた三次元形状測定装置の三次元座標取得方法であって、前記手動ＸＹテーブル（１２）が移動可能なＸＹ平面上に予め複数の領域を設定し、所定時間間隔毎に前記ＸＹ平面上の前記手動ＸＹテーブル（１２）のＸＹ座標を読み込み、読み込んだＸＹ座標が予め設定した前記複数の領域に属するときは、前記オートフォーカス部（１１ｄ）にオートフォーカスを行わせて合焦時の三次元座標を取得する、三次元座標取得方法である。

明 細 書

三次元座標取得方法

5 技術分野

本発明は、オートフォーカス機能を有する測定顕微鏡に手動X Yテーブルを備えた三次元形状測定装置において、三次元座標を容易に取得するのに好適な技術に関する。

10 背景技術

従来、試料の三次元形状を測定する三次元形状測定装置がある。

図1は、その三次元形状測定装置の代表的な構成例である。

同図において、三次元形状測定装置は、オートフォーカス機能を有する測定顕微鏡1と、試料が載置される電動X Yテーブル2と、パーソナルコンピュー

15 タ（PC）3等から構成されている。

PC3は、通信ケーブル4を介して測定顕微鏡1に接続されており、この通信ケーブル4を介して測定顕微鏡1と電動X Yテーブル2を制御し、必要に応じて電動X Yテーブル2を所定の位置へ移動させて測定顕微鏡1にオートフォーカスを行わせ合焦時の三次元座標を取得する。

20 測定顕微鏡1は、電動X Yテーブル2を搭載し、この電動X Yテーブル2が移動可能なX Y平面に対して直交する方向（Z軸方向）に光学系を移動させながらオートフォーカスを行う。

25 このような構成を有する三次元形状測定装置では、PC3が、測定顕微鏡1と試料が載置されている電動X Yテーブル2を制御して、電動X Yテーブル2の移動、オートフォーカスの実行、及び三次元座標の取得等といった動作が繰

り返し行われることによって試料の三次元形状の測定が行われる。

尚、同図に示した構成以外にも、前述の測定顕微鏡 1、電動 X Y テーブル 2、及び P C 3 等の構成の一部又は全てが一体化されてなる三次元形状測定装置もある。

- 5 また、このような試料の三次元形状を測定する他の例として、例えば特開平 2 0 0 0 - 1 4 6 5 3 2 号公報には、測定物を X Y 方向にスキャンさせながら高さ情報を取得して測定物のエッジを検出し、測定物の寸法を非接触で測定する技術が記載されている。

ところで、前述の図 1 に示した三次元形状測定装置において、この三次元形
10 状測定装置を完全な自動器として使用する場合に不可欠な電動 X Y テーブル 2 は、高価な構成である。従って、これを完全な自動器として使用しないのであれば、高価な電動 X Y テーブルの代わりに安価な手動 X Y テーブルを用いて、装置を半自動器として安価に構成することが考えられる。

しかしながら、このような構成では、測定の度に、オペレータ（測定者等）
15 が手動 X Y テーブルを操作して測定位置を設定しなければならず、容易に三次元座標を取得することができない虞があった。特に、測定ポイントが多数になる場合には、オペレータの操作に係る負担は大きく、効率的に三次元座標を取得することができない虞があった。

また、上記公報に記載された技術においても、載置された測定物を X Y 方向
20 に移動させる構成を手動によるものとして、半自動器として安価に構成した場合には、同様の問題が生じる虞があった。

本発明は、係る事情に鑑みてなされたものであって、オートフォーカス機能を有する測定顕微鏡と安価な手動 X Y テーブルを用いて試料の三次元座標を容易に取得することが可能な三次元形状測定装置、その三次元座標取得方法、及
25 びその三次元座標取得プログラムを記録した記録媒体を提供することを目的と

する。

発明の開示

本発明の第一の態様は、光学系及びオートフォーカス部を有する測定顕微鏡
5 に手動X Yテーブルを備えた三次元形状測定装置の三次元座標取得方法であつて、前記手動X Yテーブルが移動可能なX Y平面上に予め複数の領域を設定し、所定時間間隔毎に前記X Y平面上の前記手動X YテーブルのX Y座標を読み込み、読み込んだX Y座標が予め設定した前記複数の領域に属するときは、前記オートフォーカス部にオートフォーカスを行わせて合焦時の三次元座標を取得
10 する、ようにした方法である。

上記の方法によれば、オペレータの操作により、試料が載置された手動X Yテーブルが移動されることにより、設定された複数の領域に応じて試料の三次元座標が自動的に取得されるようになり、試料の三次元座標の取得が容易になる。

15 また、本発明の第二の態様は、上記第一の態様において、前記領域は、前記X Y平面上に格子状に設定したポイントを中心とする所定範囲の領域である、ようにした方法である。

この方法によれば、複数の領域の設定が容易になる。例えば、格子のピッチ（X Yピッチ）とポイントからの距離を設定するだけで、複数の領域を容易に
20 設定することが可能になる。

また、本発明の第三の態様は、上記第二の態様において、前記X Y平面上の所定領域において、前記格子間隔を短く或いは長く設定する、ようにした方法である。

この方法によれば、測定領域の形状に応じて格子間隔を設定することが可能
25 になる。例えば、緩急の激しい測定領域においては格子間隔を短く、平坦な測

定領域においては格子間隔を長く設定することにより、より正確な三次元形状を測定することが可能になる。

また、本発明の第四の態様は、上記第二の態様において、前記複数の領域の中の一の領域を第一の領域とし、該第一の領域に隣接する前記複数の領域の中の一の領域を第二の領域とし、読み込んだX Y座標が前記第一の領域に属するときに取得したZ座標の値と、読み込んだX Y座標が前記第二の領域に属するときに取得したZ座標の値との差が所定値を超えていた場合は、少なくとも、前記第一及び第二の領域付近の領域、前記第一の領域の中心となるポイントを中心とする所定範囲の領域、及び前記第二の領域の中心となるポイントを中心とする所定範囲の領域、の何れかの領域において、前記格子間隔を短く設定する、ようにした方法である。

この方法によれば、測定領域の形状が緩急の激しい形状であった場合には、自動的に格子間隔が短く設定されるようになる。これにより、より正確な三次元形状を測定することが可能になる。

本発明の第五の態様は、上記第二の態様において、読み込んだX Y座標が前記複数の領域に属し、該読み込んだX Y座標が属していた領域についての三次元座標を既に取得済みであったときには、前記オートフォーカス部にオートフォーカスを行わずに合焦時の三次元座標を取得しない、ようにした方法である。

この方法によれば、同一の領域において複数の三次元座標を取得させないようにすることができる。例えば、手動X Yテーブルが停止されたままの状態のとき等に同一の三次元座標が取得されるのを防止することができる。

本発明の第六の態様は、光学系及びオートフォーカス部を有する測定顕微鏡に手動X Yテーブルと光学像を撮像する撮像部とを備えた三次元形状測定装置の三次元座標取得方法であって、前記手動X Yテーブルが移動可能なX Y平面

上に予め複数の領域を設定し、所定時間間隔毎に前記X Y平面上の前記手動X YテーブルのX Y座標を読み込み、読み込んだX Y座標が予め設定した前記複数の領域に属するときは、前記オートフォーカス部にオートフォーカスを行わせて合焦時の三次元座標を取得し、前記撮像部により撮像された光学像に応じた画像に基づく画像を、前記取得した三次元座標に基づく三次元形状像に重畳して表示させる、ようにした方法である。

上記の方法によれば、オペレータの操作により、試料が載置された手動X Yテーブルが移動されることにより、設定された複数の領域に応じて試料の三次元座標が自動的に取得されるようになるので、試料の三次元座標の取得が容易になる。また、その取得された三次元座標に基づく三次元形状像に撮像された画像が重畳されて表示されるようになるので、オペレータは実際の試料の表面形状及びその色に近い状態の三次元形状像を確認することができ、試料の表面形状の観察が容易になる。

本発明の第七の態様は、光学系及びオートフォーカス部を有する測定顕微鏡に手動X Yテーブルを備えた三次元形状測定装置の三次元座標取得方法であって、所定時間間隔毎に、前記オートフォーカス部にオートフォーカスを行わせて合焦時の三次元座標を取得する、ようにした方法である。

上記の方法によれば、オペレータの操作により、試料が載置された手動X Yテーブルが移動されることにより、試料等の三次元座標が自動的に取得されるようになり、試料の三次元座標の取得が容易になる。

本発明の第八の態様は、光学系及びオートフォーカス部を有する測定顕微鏡に手動X Yテーブルを備えた三次元形状測定装置の三次元座標取得方法であって、所定時間間隔毎に、前記手動X Yテーブルが移動可能なX Y平面上の前記手動X YテーブルのX Y座標を読み込み、読み込んだX Y座標と前記所定時間前に読み込んだX Y座標との距離が所定距離以下であった場合に、前記オート

フォーカス部にオートフォーカスを行わせて合焦時の三次元座標を取得する、ようにした方法である。

- 上記の方法によれば、オペレータの操作により、試料が載置された手動XYテーブルが移動・停止されることにより、試料の三次元座標が自動的に取得されるようになり、試料の三次元座標の取得が容易になる。

また、本発明は、更に、上記の方法を実現させるプログラムを記録した記録媒体、或いは上記の方法を行う装置として構成することも可能である。

図面の簡単な説明

- 10 本発明は、後述する詳細な説明を、下記の添付図面と共に参照すればより明らかになるであろう。

図1は、従来の三次元形状測定装置の代表的な構成例を示した図である。

図2は、本発明の第一の実施の形態に係る三次元形状測定装置の構成例を示した図である。

- 15 図3は、本発明の第一の実施の形態に係る三次元座標を取得する処理の一例を示したフローチャートである。

図4は、設定されるサンプリングエリアの一例を示した図である。

図5は、本発明の第二の実施の形態に係る三次元座標を取得する処理の一例を示したフローチャートである。

- 20 図6は、本発明の第三の実施の形態に係る三次元座標を取得する処理の一例を示したフローチャートである。

図7は、本発明の第四の実施の形態に係る三次元形状測定装置の構成例を示した図である。

- 25 図8は、オートフォーカスが実行され、合焦時の測定点における三次元座標データが取得される際の動作を示した図である。

図 9 は、多点測定に係る動作中に表示部に表示される表示画面の一例を示した図である。

図 10 は、多点測定に係る動作中に表示部に表示される表示画面の一例を示した図である。

- 5 図 11 は、多点測定に係る動作中に表示部に表示される表示画面の一例を示した図である。

図 12 は、多点測定に係る動作中に表示部に表示される表示画面の一例を示した図である。

図 13 は、表示画面上に表示されるマークの一例を示した図である。

- 10 図 14 は、表示画面上に表示されるマークの一例を示した図である。

図 15 は、隣接する格子状に分割された領域において各々取得された Z の座標データの差が一定の閾値レベルを超えていた場合に示される表示画面の一例を示した図である。

図 16 は、測定領域の他の分割例を示した図である。

- 15 図 17 は、XY テーブルの移動方向の一例を示した図である。

図 18 は、XY テーブルが図 17 のように移動されたときにデータが取得された測定点を示した図である。

図 19 は、本発明の第五の実施の形態に係る三次元形状測定装置の構成例を示した図である。

- 20 図 20 は、オートフォーカスが実行され、合焦時の測定点における三次元座標データとフレーム画像データが取得される際の動作を示した図である。

図 21 は、非同期リセット信号とフレーム画像信号の一例を示した図である。

図 22 は、三次元形状像がグラフィック表示された表示画面の一例を示した図である。

- 25 図 23 は、撮像された画像の視野範囲と格子状に分割された領域とのサイズ

を示した図である。

図 2 4 は、中心領域の間の部分についての色情報が補間される例を示した図である。

図 2 5 は、制御プログラムが記録される記録媒体の例を示した図である。

5

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

[第一の実施の形態]

図 2 は、本発明の第一の実施の形態に係る三次元形状測定装置の構成例である。
10

同図に示したように、本実施形態に係る三次元形状測定装置は、試料が載置される手動 X Y テーブル 1 2 を備えた、オートフォーカス機能を有する測定顕微鏡 1 1 と、パーソナルコンピュータ (P C) 1 3 等から構成されている。手動 X Y テーブル 1 2 は測定顕微鏡 1 1 に搭載されており、測定顕微鏡 1 1 は、
15 R S 2 3 2 C 等の通信ケーブル 1 4 を介して P C 1 3 と接続されている。

測定顕微鏡 1 1 は、オペレータ (測定者等) の手動操作に応じて X Y 方向に移動される手動 X Y テーブル 1 2 と、この手動 X Y テーブル 1 2 が移動可能な X Y 平面に対して直交する方向 (Z 軸方向) に移動可能な光学系と、その光学系を移動させるためのモータ等を備えている。光学系は、対物レンズ群 1 1 a
20 が取り付けられたレボルバ 1 1 b、落射照明 1 1 c、オートフォーカスを行うオートフォーカスユニット 1 1 d、鏡筒 1 1 e、及び接眼レンズ 1 1 f 等を備えている。また、鏡筒 1 1 e に C C D カメラ等を備え、 P C 1 3 のディスプレイ 1 3 c 上で試料観察できるようにしても良い。

また、手動 X Y テーブル 1 2 の X 方向及び Y 方向の移動軸には、この手動 X
25 Y テーブル 1 2 の X 座標 (X 軸方向の移動量) を取得するためのリニアスケ-

ルと、そのY座標（Y軸方向の移動量）を取得するためのリニアスケールが設けられている。これにより、手動XYテーブル12のXY座標を取得することによって、手動XYテーブル12に載置されている試料の観察位置であるXY座標を取得することが可能になる。

- 5 また、光学系の移動軸には、光学系のZ座標（Z軸方向の移動量）を取得するためのリニアスケールが設けられている。これにより、合焦時の光学系のZ座標を取得することによって、手動XYテーブル12に載置されている試料の観察位置であるZ座標を取得することが可能になる。

PC13は、PC本体13a、入力部13b、及びディスプレイ13c等により構成されている。PC本体13aは、内部に、CPU、メモリ、記録媒体等を備えている。CPUは、中央演算処理装置であり、前述のメモリに格納されている制御プログラムを読み出し実行することによって、この三次元形状測定装置全体の動作を制御する。例えば、測定顕微鏡11にオートフォーカスを行わせ、合焦時の光学系のZ座標と手動XYテーブル12のXY座標を取得することによって三次元座標（XYZ座標）を取得する、といった動作を制御する。

10

15

また、PC本体13aのメモリには、前述の制御プログラム等が格納されている。また、記録媒体には、取得された三次元座標等のデータが記録される。

入力部13bは、例えばキーボードやマウス等であり、オペレータからの各種入力や指示等を受け付け、その受け付けた入力や指示等を前述のCPUへ通知するものである。また、ディスプレイ13cは、必要に応じて各種の入力画面や出力画面等を表示する。

20

以上が三次元形状測定装置の構成である。

本実施形態では、このような構成の三次元形状測定装置において、オペレータが三次元座標を取得したいサンプリングエリアと座標読込周期とを予め設定

25

し、手動XYテーブル12に載置されている試料を観察しながら手動XYテーブル12を操作して三次元座標を取得したい領域をランダムに移動させることによって、試料の三次元座標が自動的に取得される等といった動作が行われる。

続いて、このような動作を実現する三次元形状測定装置のPC13のCPU
5 によって行われる制御処理について説明する。尚、この制御処理は、CPUがPC13のメモリに格納されている制御プログラムを読み込み実行することによって実現される。

図3は、三次元座標を取得する処理の一例を示すフローチャート、図4は、
設定されるサンプリングエリアの一例を示す図である。尚、図3に示した処理
10 は、例えば、オペレータが三次元座標を取得する処理の実行指示を行ったとき等に開始される。

同図において、まずS301では、「XとYのサンプリングピッチ（格子間
隔）を設定」の処理が行われる。すなわち、オペレータにより入力されたX方
向とY方向のサンプリングピッチが設定される。尚、このサンプリングピッチ
15 は、手動XYテーブル12が移動可能なXY平面上にサンプリングポイントを決
定するために設定されるものである。これにより、サンプリングピッチに応
じたサンプリングポイントが決定される。

S302では、「サンプリングエリアを設定」の処理が行われる。すなわち、
前ステップで決定されたサンプリングポイントを中心とするサンプリングエリ
20 アが設定される。尚、サンプリングエリアは、オートフォーカスが行われるエ
リアでもある。本実施形態では、オペレータによりサンプリングポイントから
の距離（ $D/2$ ）が入力されることによりサンプリングエリアが設定される。

このようにして設定されたサンプリングエリアを、図4に示す。

同図に示したように、手動XYテーブル12が移動可能なXY平面上に、格子
25 状にサンプリングポイント（同図の交点）が決定され、各サンプリングポイン

トを中心とする半径 $D/2$ （但し D は直径）の円形のサンプリングエリア（同図の網掛け部）が複数設定される。また、この設定状況はグラフィック等により、ディスプレイ 13 c にて確認できるようにすることもできる。この場合、その設定状況と試料画面を別々に表示させることもでき、或いはその設定状況
5 を試料画面に重畳させて表示させることもできる。このように、オペレータがサンプリングピッチとサンプリングポイントからの距離（ $D/2$ ）を入力するだけで、容易にサンプリングエリアの設定が可能になる。

図 3 に戻り、S 3 0 3 では、「座標読込周期を設定」の処理が行われる。すなわち、オペレータにより入力された座標読込周期が設定される。尚、この座
10 標読込周期とは、手動 X Y テーブル 1 2 の X Y 座標が読み込まれる周期のことである。

S 3 0 4 では、「開始指示？」の判定処理が行われる。すなわち、オペレータにより開始指示が為されたか否かが判定され、その判定結果が Y e s の場合にはタイマーカウントが開始されて S 3 0 5 へ処理が進み、N o の場合には本
15 ステップが繰り返される。

S 3 0 5 では、「座標読込周期か？」の判定処理が行われる。すなわち、タイマーカウントの値が、前述の S 3 0 3 で設定された座標読込周期に達したか否かが判定され、その判定結果が Y e s の場合には再びタイマーカウントが開始されて S 3 0 6 へ処理が進み、N o の場合には本ステップが繰り返される。

20 S 3 0 6 では、「現在 X、Y 座標取得」の処理が行われる。すなわち、通信ケーブル 1 4 を介して、手動 X Y テーブル 1 2 の X Y 座標が取得される。

S 3 0 7 では、「サンプリングエリア内か？」の判定処理が行われる。すなわち、前ステップで取得された X Y 座標が、前述の S 3 0 2 の処理で設定されたサンプリングエリアに属するか否かが判定され、その判定結果が Y e s の場
25 合には S 3 0 8 へ処理が進み、N o の場合には S 3 0 5 へ処理が戻る。これに

より、取得されたX Y座標がサンプリングエリアに属していない場合には、三次元座標の取得は行われなくなる。

S 3 0 8では、「未取得ポイントか？」の判定処理が行われる。すなわち、前ステップでX Y座標が属していたと判定されたサンプリングエリアにおいて、
5 三次元座標がまだ取得されていないか否かが判定され、その判定結果がY e sの場合にはS 3 0 9へ処理が進み、N oの場合にはS 3 0 5へ処理に戻る。これにより、三次元座標を取得済みのサンプリングエリアであった場合には、三次元座標の取得は行われなくなる。従って、1つのサンプリングエリア内で複数の三次元座標が取得されるのを防止することができ、例えば、手動X
10 Yテーブル1 2が停止されたままの状態で同一の三次元座標が複数取得されるのを防止することができる。

S 3 0 9では、「ブザーを鳴らす」の処理が行われる。すなわち、ブザーが鳴らされる。これにより、手動X Yテーブル1 2のX Y座標がサンプリングエリアに属したことをオペレータに通知させることができる。また、手動X Y
15 テーブル1 2の操作の停止をオペレータに促して、オートフォーカスが行われる際に手動X Yテーブル1 2が移動されて信頼性の低い三次元座標が取得されるのを防止することができる。

S 3 1 0では、「オートフォーカス実行」の処理が行われる。すなわち、オートフォーカスユニット1 1 dによるオートフォーカスが行われる。

20 S 3 1 1では、「合焦時のX、Y、Z座標取得」の処理が行われる。すなわち、通信ケーブル1 4を介して、合焦時の手動X Yテーブル1 2のX Y座標と光学系のZ座標が取得される。これにより、例えば試料表面に対しオートフォーカスが行われていた場合には、そのオートフォーカスが行われた位置の試料表面のX Y Z座標、すなわち、試料表面の三次元座標が取得される。

25 S 3 1 2では、「データ出力、三次元画像構築」の処理が行われる。すなわ

ち、取得されたX Y Z座標がP C本体1 3の記録媒体に出力され記録されると共に、取得されたX Y Z座標に基づいて三次元画像が構築され、該三次元画像がディスプレイ1 3 cに出力され表示される。これにより、三次元座標が取得されるにしたがって、ディスプレイ1 3 cには、全体としての三次元画像が
5 徐々に構築されるようになる。

S 3 1 3では、「終了指示？」の判定処理が行われる。すなわち、オペレータにより終了指示が為されたか否かが判定され、その判定結果がY e sの場合には本フローが終了し、N oの場合にはS 3 0 5へ処理が戻り、オペレータによる終了指示が為されるまで前述の処理が繰り返される。

10 以上、本実施形態によれば、オペレータがサンプリングエリアと座標読込周期とを予め設定し、手動X Yテーブル1 2に載置されている試料を観察しながら手動X Yテーブル1 2を操作して三次元座標を取得したい領域をランダムに移動させることにより、自動的に試料の三次元座標が取得されるようになるので、試料の三次元座標を容易に取得することが可能になり、試料の三次元形状
15 の測定が可能になる。

尚、本実施形態において設定されるサンプリングエリアは、図4に示したように、形状が同一で規則的に配列されるものであったが、サンプリングエリアの設定が容易であるならば、形状が同一でなくても良く、また規則的に配列されていなくても良い。

20 また、本実施形態において、前述のS 3 0 1の処理では、手動X Yテーブル1 2が移動可能なX Y平面上の何れの位置においても、X方向及びY方向のサンプリングピッチにしたがって等間隔にサンプリングポイントが決定されるものであったが、オペレータからの指示に応じて、そのX Y平面上の所定領域においては、そのX方向及びY方向のサンプリングピッチを変更可能に構成する
25 ようにしても良い。このような構成により、その所定領域においてはサンプリ

ングピッチを他よりも短く或いは長く設定することが可能になる。例えば、試料上の斜度変化の少ない平坦部のような領域においてはサンプリングピッチを長く設定し、試料上の斜度変化の大きい凹凸部のような領域においてはサンプリングピッチを短く設定することが可能になり、試料の三次元形状を効率良く正確に測定することが可能になる。

また、本実施形態において、一のサンプリングエリアで三次元座標が取得された際に、そのサンプリングエリアで取得されたZ座標と、そのサンプリングエリアに隣接するサンプリングエリアで既に取得されたZ座標との間に所定値以上の差があった場合には、その周辺領域のサンプリングピッチを短くするように、サンプリングピッチを設定し直すように構成しても良い。或いは、その場合には、何れかのサンプリングエリアのサンプリングポイントを中心とする所定範囲の領域のサンプリングピッチを短くするように、サンプリングピッチを設定し直すように構成しても良い。このような構成により、例えば、試料上の斜度変化の大きい凹凸部のような領域においては、サンプリングピッチが短く設定し直されるようになり、試料の三次元形状を効率良く正確に測定することが可能になる。

〔第二の実施の形態〕

次に、本発明の第二の実施の形態について説明する。

尚、本実施形態に係る三次元形状測定装置は、図2に示した構成と同様である。

本実施形態では、この三次元形状測定装置において、オペレータがサンプリング周期を予め設定し、手動XYテーブル12に載置されている試料を観察しながら手動XYテーブル12を操作して三次元座標を取得したい領域をランダムに移動させることによって、試料の三次元座標が自動的に取得される等といった動作が行われる。

このような動作を実現する三次元形状測定装置のP C 1 3のC P Uによって行われる制御処理を図5を用いて説明する。尚、この制御処理は、C P UがP C 1 3のメモリに格納されている制御プログラムを読み込み実行することによって実現される。

- 5 図5は、本実施形態に係る三次元座標を取得する処理の一例を示すフローチャートである。尚、同図に示した処理は、例えば、オペレータが三次元座標を取得する処理の実行指示を行ったとき等に開始される。

- 同図において、まずS 5 0 1では、「サンプリング周期を設定」の処理が行われる。すなわち、オペレータにより入力されたサンプリング周期が設定され
10 る。尚、サンプリング周期とは、三次元座標が取得される周期のことである。

S 5 0 2では、「開始指示？」の判定処理が行われる。すなわち、オペレータにより開始指示が為されたか否かが判定され、その判定結果がY e sの場合にはタイマーカウントが開始されてS 5 0 3へ処理が進み、N oの場合には本ステップが繰り返される。

- 15 S 5 0 3では、「サンプリング周期か？」の判定処理が行われる。すなわち、タイマーカウントの値が、前述のS 5 0 1で設定されたサンプリング周期に達したか否かが判定され、その判定結果がY e sの場合には再びタイマーカウントが開始されてS 5 0 4へ処理が進み、N oの場合には本ステップが繰り返される。

- 20 以降のS 5 0 4乃至S 5 0 7の処理では、前述の図3のS 3 0 9乃至S 3 1 2と同様の処理が行われる。

- S 5 0 8では、「終了指示？」の判定処理が行われる。すなわち、オペレータにより終了指示が為されたか否かが判定され、その判定結果がY e sの場合には本フローが終了し、N oの場合にはS 5 0 3へ処理が戻り、オペレータに
25 よる終了指示が為されるまで前述の処理が繰り返される。

以上、本実施形態によれば、オペレータがサンプリング周期を予め設定し、手動XYテーブル12に載置されている試料を観察しながら手動XYテーブル12を操作して三次元座標を取得したい領域をランダムに移動させることにより、自動的に試料の三次元座標が取得されるようになるので、試料の三次元座標を容易に取得することが可能になり、試料の三次元形状の測定が可能になる。

また、本実施形態では、設定されたサンプリング周期毎にオートフォーカスが行われて三次元座標が取得されるようになるので、オペレータが、三次元形状を取得する領域に応じて手動XYテーブル12の一サンプリング周期当たりの移動量を変更することにより、第一の実施の形態で述べたようなサンプリングピッチを容易に変更させることが可能になる。従って、例えば、試料上の斜度変化の少ない平坦部のような領域においては、一サンプリング周期当たりの移動量が大きくなるように手動XYテーブル12を移動させ、試料上の斜度変化の大きい凹凸部のような領域においては、一サンプリング周期当たりの移動量が少なくなるように手動XYテーブル12を移動させることにより、試料の三次元形状を、より効率良く正確に測定することが可能になる。

[第三の実施の形態]

次に、本発明の第三の実施の形態について説明する。

尚、本実施形態に係る三次元形状測定装置も、図2に示した構成と同様である。

本実施形態では、この三次元形状測定装置において、オペレータが座標読込周期と閾値とを予め設定し、手動XYテーブル12に載置されている試料を観察しながら手動XYテーブル12を操作して三次元座標を取得したい領域をランダムに移動・停止させることによって、試料の三次元座標が自動的に取得される等といった動作が行われる。

このような動作を実現する三次元形状測定装置のPC13のCPUによって

行われる制御処理を図6を用いて説明する。尚、この制御処理は、CPUがP
C 1 3のメモリに格納されている制御プログラムを読み込み実行することによ
って実現される。

図6は、本実施形態に係る三次元座標を取得する処理の一例を示すフローチ
5 ャートである。尚、同図に示した処理は、例えば、オペレータが三次元座標を
取得する処理の実行指示を行ったとき等に開始される。

同図において、まずS 6 0 1では、「座標読込周期を設定」の処理が行われ
る。すなわち、オペレータにより入力された座標読込周期が設定される。

S 6 0 2では、「停止と判断する距離Aを設定」の処理が行われる。すなわ
10 ち、オペレータにより入力された閾値（距離A）が設定される。尚、この閾値
とは、手動XYテーブル1 2が停止したと判断される、一座標読込周期当たり
に移動した手動XYテーブル1 2の移動距離のことである。但し、この閾値は
0であっても良い。

S 6 0 3では、「開始指示？」の判定処理が行われる。すなわち、オペレー
15 タにより開始指示が為されたか否かが判定され、その判定結果がY e sの場合
にはタイマーカウントが開始されてS 6 0 4へ処理が進み、N oの場合には本
ステップが繰り返される。

S 6 0 4では、「座標読込周期か？」の判定処理が行われる。すなわち、タ
イマーカウントの値が、前述のS 6 0 1で設定された座標読込周期に達したか
20 否かが判定され、その判定結果がY e sの場合には再びタイマーカウントが開
始されてS 6 0 5へ処理が進み、N oの場合には本ステップが繰り返される。

S 6 0 5では、「現在X、Y座標取得」の処理が行われる。すなわち、通信
ケーブル1 4を介して、手動XYテーブル1 2のXY座標が取得される。

S 6 0 6では、「前回読込座標との距離が所定値A以下か？」の判定処理が
25 行われる。すなわち、前ステップで取得されたXY座標と、後述するS 6 0 7

で保存されたXY座標（一座標読込周期前に取得されたXY座標）との間の距離が、S602で設定された閾値（距離A）以下であるか否かが判定され、その判定結果がYesの場合にはS608へ処理が進み、Noの場合にはS607へ処理が進む。尚、この処理では、閾値以下であると判定された場合に、手動XYテーブル12が停止されていると判断され、閾値以下でないと判定された場合に、手動XYテーブル12が停止されていない（移動中である）と判断される。これにより、手動XYテーブル12が停止されているか否かを判断することが可能になり、停止されていると判断された場合に限り、三次元座標の取得が行われるようになる。

10 S607では、「現在X、Y座標保存」の処理が行われる。すなわち、前述のS605又は後述のS610で取得された最新のXY座標がPC本体13aの記録媒体に保存され、S604へ処理が戻る。

S608乃至S611の処理では、前述の図3のS309乃至S312と同様の処理が行われる。

15 S612では、「終了指示？」の判定結果が行われる。すなわち、オペレータにより終了指示が為されたか否かが判定され、その判定結果がYesの場合には本フローが終了し、Noの場合にはS607へ処理が戻り、オペレータによる終了指示が為されるまで前述の処理が繰り返される。

以上、本実施形態によれば、オペレータが座標読込周期と閾値とを予め設定し、手動XYテーブル12に載置されている試料を観察しながら手動XYテーブル12を操作して三次元座標を取得したい領域をランダムに移動・停止させることにより、自動的に試料の三次元座標が取得されるようになるので、試料の三次元座標を容易に取得することが可能になり、試料の三次元形状の測定が可能になる。

25 また、手動XYテーブル12が停止されていると判断された場合にのみオー

トフォーカスが行われて三次元座標の取得が行われるので、手動X Yテーブル1 2が停止されていると判断されない場合の手動X Yテーブル1 2の移動中にオートフォーカスが行われて信頼性の低いデータが取得されるのを防止することができ、より正確な三次元座標の取得が可能になる。

- 5 また、本実施形態では、座標読込周期毎の判断において手動X Yテーブル1 2が停止されたと判断された場合にオートフォーカスが行われて三次元座標が取得されるようになるので、オペレータが、三次元形状を取得する領域に応じて手動X Yテーブル1 2の一座標読込周期当たりの移動量を変更することにより、第一の実施の形態で述べたようなサンプリングピッチを容易に変更させる
- 10 ことが可能になる。従って、例えば、試料上の斜度変化の少ない平坦部のような領域においては、一座標読込周期当たりの移動量が大きくなるように手動X Yテーブル1 2を移動させて停止させ、試料上の斜度変化の大きい凹凸部のような領域においては、一座標読込周期当たりの移動量が少なくなるように手動X Yテーブル1 2を移動させて停止させることにより、試料の三次元形状を、
- 15 より効率良く正確に測定することが可能になる。

[第四の実施の形態]

次に、本発明の第四の実施の形態について説明する。

図7は、本発明の第四の実施の形態に係る三次元形状測定装置の構成例である。

- 20 同図において、三次元形状測定装置は、測定顕微鏡2 1、手動X Yテーブル2 2、P C 2 3等を備えて構成されている。

- 測定顕微鏡2 1には、ベース2 4上に、試料が載置される手動X Yテーブル2 2が取り付けられている。手動X Yテーブル2 2には、オペレータの操作に応じて、この手動X Yテーブル2 2をX方向及びY方向に移動させるためのハンドル2 2 a及び2 2 bが設けられている。また、不図示ではあるが、手動X
- 25

Yテーブル22の内部には、この手動XYテーブル22のX方向の移動量（X座標）を検出するX検出器、及びそのY方向の移動量（Y座標）を検出するY検出器が備えられている。

また、手動XYテーブル22の上方には、Z軸モータを備えたZステージ25が設けられている。このZステージ25には対物レンズ26が取り付けられ、前述のZ軸モータの駆動により、コラム27に設けられたガイド28等の案内によってZステージ25の上下移動が行われるようになっている。尚、この上下移動は、手動XYテーブル22に対し垂直な方向に行われる。また、不図示ではあるが、コラム27の内部には、Zステージ25の移動量（Z座標）を検出するZ検出器が備えられている。また、Zステージ25にはオートフォーカスユニット29が取り付けられ、試料と対物レンズ26との相対距離を一定に保たせることが可能なようになっている。また、オートフォーカスユニット29の上方には、接眼鏡筒30が取り付けられている。

また、X検出器、Y検出器、及びZ検出器の出力信号は、コラム27内の不図示の信号演算回路により演算され、それぞれの出力信号に基づく移動量データ（座標データ）がX表示部31a、Y表示部31b、Z表示部31cへ送られ、その移動量データに基づく座標がX表示部31a、Y表示部31b、Z表示部31cに表示されるようになっている。また、この移動量データは、外部通信ケーブル32を介してホストコンピュータ23へも送られる。

ホストコンピュータ23は、データ処理部23a、表示部23b、及び入力部（不図示）等を備えて構成されている。データ処理部23aには、CPU、メモリ、及び記録媒体等が備えられている。CPUは、中央演算処理装置であり、メモリに格納されている制御プログラムを読み出し実行することによって、この三次元形状測定装置全体の動作を制御する。また、入力部は、オペレータからの各種指示等を受け付け、受け付けた指示等をCPUへ通知する。また、

記録媒体には、取得された三次元座標データ等が記録される。

次に、上述した構成の三次元形状測定装置の動作について説明する。

尚、この三次元形状測定装置の動作は、前述した通り、データ処理部 2 3 a の CPU がメモリに格納されている制御プログラムを読み込み実行することによって実現されるものである。

図 8 は、オートフォーカスが実行され、合焦時の測定点における三次元座標データ（XYZ の各移動量データ）が取得される際の動作を示した図である。

同図に示したように、手動 XY テーブル 2 2 上には試料 4 1 が載置されている。また、前述したように対物レンズ 2 6 が取り付けられた Z ステージ 2 5 は Z 軸モータ 4 2 の駆動により上下に移動し、その移動により試料 4 1 と対物レンズ 2 6 との相対距離が変化するようにになっている。

まず、ホストコンピュータ 2 3 から合焦検出制御部 4 3 へオートフォーカスの実行指示が出力されると、合焦検出部 4 4 では、レーザプローブ光 4 4 a が出射され、焦点面 4 4 b の前方に設けられたピンホール 4 4 c を通過して受光面 4 4 d に受光された光（試料 4 1 からの光）に基づく信号と、焦点面 4 4 e の後方に設けられたピンホール 4 4 f を通過して受光面 4 4 g に受光された光（試料 4 1 からの光）に基づく信号とが合焦検出制御部 4 3 へ出力される。合焦検出制御部 4 3 では、これらの信号との差から焦点信号が求められ、この焦点信号に応じた駆動信号が Z 軸駆動回路 4 5 へ出力される。

Z 軸駆動回路 4 5 は、この駆動信号に応じて Z 軸モータ 4 2 を駆動する。これにより、Z ステージ 2 5 が焦点位置へ移動され合焦状態となる。Z ステージ 2 5 が焦点位置へ移動されると、合焦検出制御部 4 3 から合焦信号が発生され、この合焦信号が X 軸移動量カウンタ 4 6、Y 軸移動量カウンタ 4 7、及び Z 軸移動量カウンタ 4 8 へ出力される。X 軸移動量カウンタ 4 6、Y 軸移動量カウンタ 4 7、及び Z 軸移動量カウンタ 4 8 では、合焦信号が入力されると、この

合焦信号が入力された時の、X軸検出器49の出力信号に基づく移動量データ、Y軸検出器50の出力信号に基づく移動量データ、及びZ軸検出器51の出力信号に基づく移動量データがホストコンピュータ23へ出力される。

このような動作により、ホストコンピュータ23では、合焦時の測定点におけるXYZの各移動量データ、すなわち、合焦時の測定点における三次元座標データが取得される。

続いて、上述した動作が繰り返し行われて多数の測定点の三次元座標データが取得される多点測定に係る動作について説明する。

図9、図10、図11、及び図12は、多点測定に係る動作中に表示部23bに表示される表示画面の一例である。また、図13及び図14は、その表示画面上に表示されるマークの一例である。

尚、これらの表示画面は、データ処理部23aのCPUがメモリに格納されている制御プログラムを読み込み実行することによって、表示部23bに表示されるものである。

図9は、多点測定が開始される前に表示される表示画面の一例である。

同図に示したように、まず、多点測定が開始される前に、オペレータの指示に応じて設定された測定領域61が表示される。この測定領域61は、オペレータの指示に応じて設定された試料41のXY方向の測定範囲を示す領域である。また、この測定領域61において、格子状に分割された複数の領域は、オペレータの指示に応じて設定された一定のピッチ62a、62bによって得られたものである。尚、この分割された一の領域を格子領域とも言う。

また、領域63は、手動XYテーブル22の可動範囲を示す領域である。従って、領域63内の領域であって測定領域61以外の領域は、試料41の測定範囲外を示す領域になる。

図10は、多点測定が開始されたときに表示される表示画面の一例である。

同図に示したように、多点測定が開始されると、手動XYテーブル22の現在位置を示すマーク64が測定領域61上に表示されるとともに、手動XYテーブル22の現在位置が含まれる格子領域65が、色或いはパターン等によって他の格子領域と区別して表示される。同図の例では、その格子領域65が網掛けパターンにより示されている。

これにより、オペレータは多点測定開始時の手動XYテーブル22の現在位置を確認することができる。

また、多点測定中は、X軸移動量カウンタ46及びY軸移動量カウンタ47から手動XYテーブル22のXYの各移動量データがホストコンピュータ23により定期的に読み出され、オペレータによる手動XYテーブル22のハンドル22a、22bの操作により手動XYテーブル22が移動されると、読み出された移動量データに応じて、前述のマーク64の表示位置が移動される。但し、定期的に読み出された移動量データに変化が無い場合には、マーク64が十字マークとして現在位置が含まれる格子領域上に表示され、その移動量データに変化があった場合には、図13に示したように、マーク64がその変化量から求められるベクトル方向を向いた矢印マーク、すなわち手動XYテーブル22の移動方向を示した矢印マークとして現在位置が含まれる格子領域上に表示される。

これにより、オペレータは、手動XYテーブル22を移動させても手動XYテーブル22の現在位置を確認できると共に、移動中の手動XYテーブル22の移動方向をも確認することができる。

尚、矢印マークとして示されたマーク64として、オペレータが手動XYテーブル22の移動方向を確認可能な、その他の形状の図形、記号、文字、若しくはこれらの結合等が表示されるものであっても良い。又は、矢印マークとして示されたマーク64として、現在位置が含まれる格子領域が、オペレータが

手動XYテーブル22の移動方向を認識可能な色、パターン若しくはグラデーション等により着色されて表示されるものであっても良い。また、十字マークとして示されたマーク64として、その他の形状の図形、記号、文字、若しくはこれらの結合等が表示されるものであっても良い。

- 5 また、オペレータにより手動XYテーブル22が移動され、図14に示したように、手動XYテーブル22の現在位置が、例えば境界71を越えて隣接する格子領域72に入ると、オートフォーカスの実行指示が合焦検出制御部43へ出力され、オートフォーカスが1回実行されて合焦時の測定点における三次元座標データがホストコンピュータ23へ出力される。尚、手動XYテーブル
- 10 22の現在位置が隣接する格子領域に入ったか否かは、読み出された手動XYテーブル22のXYの移動量データに基づく座標が、隣接する格子領域72に含まれたか否かにより判断可能である。

ホストコンピュータ23では、この三次元座標データがデータ処理部23aの記録媒体に記録される。

- 15 但し、格子領域内で一度データが取得されると、引き続き手動XYテーブル22が移動されても、データが取得されていない格子領域との境界を越えるまでは、ホストコンピュータ23から合焦検出制御部43へオートフォーカスの実行指示が出力されない。すなわち、一の格子領域に対しては、1回だけオートフォーカスが実行され、そのときの合焦時の測定点における三次元座標データのみが取得されるようになる。このように、既にデータが取得されている格子領域に再び手動XYテーブル22が移動されたときにオートフォーカスを実行させないようにすることで、一の格子領域において、必要以上のデータを取得させないようにすることができる。
- 20

- これにより、オペレータがXYテーブルを操作するような手動式のXYテーブルを適用した構成であっても、三次元座標データが取得される測定点の間隔
- 25

が大きくばらつくことなく、多数の測定点の三次元座標データが、予めオペレータにより定められたピッチに応じて半自動化されて取得されるようになる。

また、オペレータにより手動XYテーブル22が操作されて、手動XYテーブル22が複数の格子領域上を移動されると、データを取得済みの格子領域は、
5 その格子領域の色或いはパターンによって、現在位置が含まれる格子領域及びデータをまだ取得していない格子領域と区別可能に表示される。

図11は、そのような場合に表示される表示画面の一例である。

同図に示したように、網掛けパターンにより示された複数の格子領域66は、三次元座標データを取得済みの格子領域であり、他の網掛けパターンにより示
10 された格子領域68は、手動XYテーブル22の現在位置が含まれる格子領域であり、他の複数の格子領域67は、三次元座標データがまだ取得されていない格子領域である。

これにより、オペレータは、三次元座標データが取得された領域と取得されていない領域を容易に識別可能になり、三次元座標データを取得すべき測定点
15 を見失うことを回避できる。また、オペレータは、所望の測定を行うために、手動XYテーブル22をどのように移動させればよいかを測定中に認識することができ、測定に必要な三次元座標データの取得漏れを防止することができる。

尚、本実施形態において、データ処理部23aのメモリに、Zの座標値と表示輝度又は表示色等を対応させたルックアップテーブルを予め格納させておき、
20 三次元座標データが取得された格子領域が、ルックアップテーブルに基づいて、そのZの座標データに基づくZの座標値に応じた表示輝度または表示色等に着色されて表示されるようにしても良い。

図12は、そのような場合に表示される表示画面の一例である。

同図に示したように、三次元座標データが取得された格子領域が、そのZの
25 座標データに基づくZの座標値に応じた表示輝度又は表示色等に着色されて表

示される。尚、同図では、着色された格子領域を網掛けパターンにより示している。これにより、オペレータは、多点測定中に試料 4 1 の表面形状の概略を確認することができる。

尚、このルックアップテーブルにおいて、Z の座標値と表示輝度又は表示色
5 等の対応の代わりに、Z の座標データと表示輝度又は表示色等の対応を格納させておき、三次元座標データが取得された格子領域が、ルックアップテーブルに基づいて、その Z の座標データに応じた表示輝度または表示色等に着色されて表示されるようにしても良い。

また、多点測定中に、オペレータの操作により手動 X Y テーブル 2 2 の位置
10 が測定領域 6 1 から外れたときは、測定領域 6 1 以外の領域 6 3 をハイライト表示または点滅表示等させることでオペレータに注意を促すようにしても良い。

また、オペレータにより特定の格子領域が指示されることにより、その指示された格子領域ではオートフォーカスの実行が禁止されるようにしても良い。これにより、オペレータは、測定領域 6 1 において三次元座標データを取得す
15 る必要のない格子領域を設定することができる。

また、合焦検出制御部 4 3 に、例えばフットスイッチ等のような ON / OFF 制御可能なスイッチ部を接続し、このフットスイッチが ON されている間は、オートフォーカスが実行されないようにしてもよい。

また、本実施形態において、多点測定が開始される前に、測定範囲の代わり
20 に測定開始位置が指示され、多点測定が開始された後は手動 X Y テーブル 2 2 が移動された格子領域のみが動的に表示部 2 3 b に表示されるようにしても良い。但し、この場合、格子領域は、例えば測定開始位置を基準にしてピッチ 6 2 a 、 6 2 b によって決定される。

また、本実施形態において、隣接する格子領域において各々取得された Z の
25 座標データの差が一定の閾値レベルを超えていた場合には、その隣接する格子

領域を更に複数の領域に分割し、その隣接する格子領域を、色或いはハイライト等により区別可能に表示させるようにしても良い。

図 1 5 は、そのような場合に表示される表示画面の一例である。

同図の例では、隣接する格子領域において各々取得された Z の座標データの
5 差が閾値レベルを超えていた格子領域群 7 6、7 7 を、網掛けパターンにより示している。また、その格子領域群 7 6、7 7 の各格子領域は、同図に示したように更に複数の領域に分割される。

これにより、オペレータに対し、その隣接する格子領域の詳細なデータを取
得させるように促すことが可能になり、データ取得後の、その隣接する格子領
10 域の段差測定や距離測定等に係る測定精度を向上させることが可能になる。

また、本実施形態では、図 9 に示したように、ピッチ 6 2 a、6 2 b にした
がって一律に測定領域 6 1 が分割されるものであったが、測定領域 6 1 の分割
のされ方は、これに限定されるものではなく、例えばデータを取得したい測定
点等を考慮した、他の分割のされ方であっても良い。

15 図 1 6 は、測定領域 6 1 の他の分割例を示した図、図 1 7 は、手動 X Y テー
ブル 2 2 の移動方向の一例を示した図、図 1 8 は、手動 X Y テーブル 2 2 が図
1 7 のように移動されたときにデータが取得された測定点を示した図である。

図 1 6 に示した分割例は、例えば、測定領域 6 1 がピッチ 6 2 a、6 2 b に
したがって一律に分割された後に、偶数ラインの領域を奇数ラインの領域に対
20 して X 方向へ 0.5 ピッチづつシフトされることにより得られたものである。

このように分割された測定領域 6 1 において、例えば、オペレータにより図
1 7 の矢印に示したように手動 X Y テーブル 2 2 がほぼ等速に移動されると、
図 1 8 に示したようにデータが取得される測定点の位置が各ラインの領域にお
いて同一若しくはほぼ同一になる。

25 また、図 1 7 の矢印に示した以外にも、手動 X Y テーブル 2 2 が所定のライ

ンの領域上を移動された後に、隣接するラインの隣接する格子領域へ移動されて該隣接するラインの領域上を移動される、等といったように手動XYテーブル22の移動が繰り返されることによっても同様に、データが取得される測定点の位置が各ラインの領域において同一若しくはほぼ同一になる。

5 すなわち、図16に示したように測定領域61を分割し、手動XYテーブル22を前述したように移動させることにより、データが取得される測定点の位置を、各ラインの領域において同一若しくはほぼ同一にさせることが可能になる。従って、予めこのような測定点においてデータを取得したい場合等に好適である。

10 また、上述してきた例では、分割された一の領域が矩形とされた例を示したが、その領域は矩形に限定されず、試料41の形状に合わせて、例えば円形等その他の任意形状であっても良い。

以上、本実施形態によれば、手動XYテーブルを用いた安価かつ簡易な構成を用いて多点測定等のように多数の三次元座標データが取得される場合に、測定領域と、三次元座標データが取得された領域と、三次元座標データが取得されてい
15 ない領域と、XYテーブルの現在位置が、一度に表示画面上に識別可能に表示され、三次元座標データが、予めオペレータにより定められたピッチに準じて半自動化されて取得されるようになる。これにより、オペレータは三次元座標データを取得すべき測定点を見失うことを回避でき、三次元形状を測定
20 するための多数の測定点の三次元座標データを容易に取得することが可能になり、測定に係るオペレータの負担を軽減させることができる。

尚、本実施形態では、手動XYテーブルを用いた構成において特に有効であることを説明したが、測定中の経過がわかりやすくリアルタイムに表示されるようになるので、電動XYテーブルを用いた構成に応用しても有効である。

25 また、本実施形態の変形例として次のように構成することも可能である。

設定した測定点の数が極めて多数であった場合に、表示されている測定領域を拡大表示させることも可能である。但し、この場合、測定中には、現在位置を基準として拡大された測定領域がスクロールされるようになる。

このようにすることにより、測定領域が格子状に多数に分割され、測定領域全体を表示させると個々の格子領域が細かく表示されてしまうような場合であっても、オペレータに負担をかけずに済む。

また、測定領域が拡大されて表示されるときには、拡大されて表示される領域が測定領域全体の中の何れの領域になるのかを示すために、別途、測定領域の全体とその測定領域全体中の拡大されている領域とを示すビューワを表示させるようにしても良い。これにより、測定領域全体の中での位置を見失うことが避けられる。

[第五の実施の形態]

次に、本発明の第五の実施の形態について説明する。

図19は、本発明の第五の実施の形態に係る三次元形状測定装置の構成例である。

尚、同図において、図7に示した構成と同一の構成については同一の符号を付して示している。

図19において、接眼鏡筒30上には、結像レンズを内蔵する鏡筒81とカラーカメラ82等を備えた撮像装置が取り付けられ、この撮像装置により撮像された画像信号は、不図示の画像取込回路により、ケーブル83を介してホストコンピュータ23へ送られるように構成されている。尚、撮像装置により撮像される画像信号は、対物レンズ26及び鏡筒81からなる拡大光学系により得られた光学像に基づくものである。その他の構成については、図7に示した構成と同様である。

次に、上述した構成の三次元形状測定装置の動作について説明する。

尚、この三次元形状測定装置の動作は、前述した通り、データ処理部 2 3 a の CPU がメモリに格納されている制御プログラムを読み込み実行することによって実現されるものである。

図 2 0 は、オートフォーカスが実行され、合焦時の測定点における三次元座標データとフレーム画像データが取得される際の動作を示した図である。

尚、同図において、図 8 に示した構成と同一の構成については同一の符号を付して示している。

図 2 0 において、ホストコンピュータ 2 3 から合焦検出制御部 4 3 へオートフォーカスの実行指示が出力されてから、合焦信号が入力された時の、X 軸検出器 4 9 の出力信号に基づく移動量データ、Y 軸検出器 5 0 の出力信号に基づく移動量データ、及び Z 軸検出器 5 1 の出力信号に基づく移動量データが、ホストコンピュータ 2 3 へ出力されるまでの動作は、前述の図 8 を用いて説明した通りである。

但し、図 2 0 に示した動作においては、更に次のような動作が行われる。

合焦検出制御部 4 3 から出力された合焦信号は、同時に画像取込回路 8 4 へも入力される。画像取込回路 8 4 では、この合焦信号が入力されると、カラーカメラ 8 2 に対して非同期リセット信号が与えられる。カラーカメラ 8 2 では、この非同期リセット信号が与えられると、新しいフレーム画像の取得が開始されるように同期信号がリセットされ、新しいフレーム画像の取得が開始される。画像取込回路 8 4 では、カラーカメラ 8 2 により取得されたフレーム画像信号が取り込まれ、該フレーム画像信号がホストコンピュータ 2 3 へ出力される。ホストコンピュータ 2 3 では、この入力されたフレーム画像信号（フレーム画像データ）が、前述の X Y Z の各移動量データ（三次元座標データ）と関連づけられてデータ処理部 2 3 a の記録媒体に記録される。

図 2 1 は、非同期リセット信号とフレーム画像信号の一例を示した図である。

同図上段に示した信号において、パルス信号 9 0 は、非同期リセット信号を示している。また、同図下段に示した信号において、信号 9 1 a は奇数フィールドの 1 ライン分のフレーム画像信号を示し、信号 9 1 b は偶数フィールドの 1 ライン分のフレーム画像信号を示している。尚、1 ライン分のフレーム画像
5 信号 9 1 は、この奇数フィールドの 1 ライン分のフレーム画像信号 9 1 a と、偶数フィールドの 1 ライン分のフレーム画像信号 9 1 b からなる。

同図に示したように、非同期リセット信号 9 0 が与えられると、同期信号がリセットされ、奇数フィールドの 1 ライン分のフレーム画像信号 9 1 a と偶数フィールドの 1 ライン分のフレーム画像信号 9 1 b が、ホストコンピュータ 2
10 3 に取り込まれ、1 ライン分のフレーム画像信号 9 1 が取得される。

このように、奇数フィールドの 1 ライン分のフレーム画像信号と偶数フィールドの 1 ライン分のフレーム画像信号が、順次ホストコンピュータ 2 3 に取り込まれることにより、1 フレーム分のフレーム画像が取得される。

このようにすることで、オートフォーカス完了時（合焦時）とカラーカメラ
15 8 2 による撮像開始時とのディレイを最小限にして、合焦時の測定点における画像を取得するようにしている。

尚、ここでは、画像信号の取得方式として、インターレース方式を採用したが、プログレッシブ方式を採用することも可能である。

続いて、上述した動作が繰り返し行われて多数の測定点の三次元座標データ
20 が取得される多点測定に係る動作について説明する。

本実施形態に係る多点測定に係る動作は、第一の実施の形態に係る多点測定に係る動作と同様に測定領域が格子状に分割されて行われる。すなわち、オペレータにより手動 X Y テーブル 2 2 が移動されると、手動 X Y テーブル 2 2 が移動された各格子領域において、1 回だけオートフォーカスが実行されて合焦
25 時の測定点における三次元座標データがホストコンピュータ 2 3 へ出力される。

ホストコンピュータ 23 では、この合焦時の測定点における三次元座標データが、データ処理部 23 a の記録媒体に記録される。

但し、この三次元座標データは、前述の合焦時にカラーカメラ 82 により撮像されたフレーム画像信号（フレーム画像データ）と共に記録される。

- 5 このようにして記録された多数の測定点における三次元座標データは、ホストコンピュータ 23 により、三次元像化されて表示部 23 b にグラフィック表示される。

図 22 は、このときにグラフィック表示された表示画面の一例である。

- 同図に示したように、取得された多数の測定点における三次元座標データに
10 基づく三次元形状像がグラフィック表示される。

ところで、前述のカラーカメラ 82 により撮像されたフレーム画像信号に基づく画像は、対物レンズ 26 及び鏡筒 81 からなる拡大光学系により、格子領域のサイズに比べて広い視野範囲になっている。

- 図 23 は、撮像された画像の視野範囲と格子領域とのサイズを示した図であ
15 る。

同図において、範囲 100 は、撮像された画像の視野範囲を示し、領域 101 は、格子領域のサイズを示している。また、点 102 は、撮像された画像の中心 (x_1 , y_1) を示し、点 103 は、格子領域の中心 (x_2 , y_2) を示している。

- 20 尚、オペレータが手動 XY テーブル 22 をどのように移動させるかによって、格子領域内の任意の位置でオートフォーカスが実行されてデータが取得されるようになるので、点 102、103 に示したように、撮像された画像の中心と格子領域の中心は必ずしも一致しない。

- この撮像された画像の格子領域に対応する部分は、撮像された画像の中心を
25 X 方向に ($x_2 - x_1$)、Y 方向に ($y_2 - y_1$) の量だけシフトさせた位置

を中心とし、その中心の位置と格子領域のピッチにより抽出される（切り出される）。

このようにして各格子領域に対応する部分が切り出された各画像は、対応する各格子領域の位置において貼り合わせが行われ、1つのカラー画像に合成される。この合成されたカラー画像は、ホストコンピュータ23により画像処理され、図22に示した三次元形状像の表面に重畳されて（貼り付けられて）表示される。

尚、このような三次元グラフィックは、例えばOpenGL（登録商標）等のような近年一般化されている技術により、容易に回転表示させることができ、また任意の視点から観察することが可能である。この三次元グラフィック上では、例えばマウス等の指示部で指示した位置の最近傍で取得された三次元座標データが演算されることにより、距離や段差等の測定が可能になる。

尚、本実施形態では、撮像された画像が切り出されてそのまま対応する格子領域の位置に貼り合わされるものであったが、格子領域のピッチが短い場合、すなわち切り出された画像のサイズが十分に小さい場合には、切り出された画像に含まれる画素から色平均を求め、その求めた色平均の色の画像を貼り合わせるようにしても良い。これにより、格子領域間の境界部の色が滑らかになるようなカラー画像を得ることができる。

また、本実施形態において、格子領域内の中心領域に対応する部分のみを切り出してその色平均を求め、その求めた色平均の色の画像を、対応する中心領域の位置に張り合わせ、各中心領域の間の部分については、隣接する格子領域の中心領域の色情報と隣接する格子領域の中心領域からの距離に応じた重みに基づいて平均化された色情報を割り当てる、といった補間によりカラー画像を得るようにしても良い。このような手法によっても、格子領域間の境界部の色が滑らかになるようなカラー画像を得ることができる。

図 2 4 は、そのような手法によって中心領域の間の部分についての色情報が補間される例を示した図である。

同図において、点 A は、本例において色情報を取得する点である。また、領域 1 1 1、1 1 2、1 1 3、1 1 4 は、隣接する格子領域の中心領域を示し、
 5 (R 1, G 1, B 1) は中心領域 1 1 1 の色情報、(R 2, G 2, B 2) は中心領域 1 1 2 の色情報、(R 3, G 3, B 3) は中心領域 1 1 3 の色情報、(R 4, G 4, B 4) は中心領域 1 1 4 の色情報を示している。尚、これらの色情報は、前述した通り、中心領域に含まれる画素の色平均により求めたものである。

10 また、距離 d 1 は中心領域 1 1 1 から点 A までの距離、距離 d 2 は中心領域 1 1 2 から点 A までの距離、距離 d 3 は中心領域 1 1 3 から点 A までの距離、距離 d 4 は中心領域 1 1 4 から点 A までの距離を示している。

点 A の色情報 (R, G, B) は、隣接する各中心領域 1 1 1、1 1 2、1 1 3、1 1 4 の各 R G B に対して、

15 $R = \alpha 1 \times R 1 + \alpha 2 \times R 2 + \alpha 3 \times R 3 + \alpha 4 \times R 4$ 、
 $G = \alpha 1 \times G 1 + \alpha 2 \times G 2 + \alpha 3 \times G 3 + \alpha 4 \times G 4$ 、
 $B = \alpha 1 \times B 1 + \alpha 2 \times B 2 + \alpha 3 \times B 3 + \alpha 4 \times B 4$ 、
 とすることにより求められる。

ここで、

20 $\alpha 1 + \alpha 2 + \alpha 3 + \alpha 4 = 1$ 、 $D = d 1 + d 2 + d 3 + d 4$ 、
 としたときに、

$\alpha 1 = D / (\beta \times d 1)$ 、

$\alpha 2 = D / (\beta \times d 2)$ 、

$\alpha 3 = D / (\beta \times d 3)$ 、

25 $\alpha 4 = D / (\beta \times d 4)$ 、

$$\beta = (D/d_1) + (D/d_2) + (D/d_3) + (D/d_4)$$

となっている。

或いは、点Aの色情報を距離の2乗に関連づけて求めるようにしても良い。

この場合、例えば、前述の式に対して、

$$5 \quad D = d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + d_4^2$$

としたときに、

$$\alpha_1 = D / (\beta \times d_1^2),$$

$$\alpha_2 = D / (\beta \times d_2^2),$$

$$\alpha_3 = D / (\beta \times d_3^2),$$

$$10 \quad \alpha_4 = D / (\beta \times d_4^2),$$

$$\beta = (D/d_1^2) + (D/d_2^2) + (D/d_3^2) + (D/d_4^2)$$

のような関係で求めるようにすれば良い。

尚、同図に示した例では、中心領域の間の点Aの色情報が補間される例を示したが、中心領域の間の所定領域の色情報が補間される場合についても同様に

15 して色情報が求められる。

以上、本実施形態によれば、取得された多数の測定点の三次元座標データを三次元像化して表示し、その三次元形状像上に試料のカラー画像を重畳させることができるので、三次元座標データに基づく三次元形状像であっても、実際の試料の表面形状及びその色に近い状態で表示させることができる。

20 また、三次元形状像がカラー像になることで、オペレータは、測定顕微鏡21により二次元観察した場合の観察像との対比が容易になり、所望の三次元距離等の測定を行うための測定位置の決定が容易になる。

尚、上述した第一乃至第三の実施の形態において、三次元形状測定装置が測定中の測定領域を表示させるときに、上述の第四の実施の形態に係る三次元形状測定装置が行ったようにして、測定領域を表示させるようにしても良い。

25

また、上述した第一乃至第三の実施の形態において、三次元形状測定装置が光学像を撮像する撮像部を備えるようにし、上述の第五の実施の形態に係る三次元形状測定装置が行ったようにして、撮像部により撮像された光学像に応じた画像を、取得した三次元座標に基づく三次元形状像に重畳させて表示させるようにしても良い。

また、上述した第一乃至第五の実施の形態において、一の実施の形態に係る三次元形状測定装置が、必要に応じて、他の実施の形態に係る三次元形状測定装置によって行われる処理を更に組み合わせて行うようにしても良い。

また、上述した第一乃至第五の実施の形態において、P C本体1 3 aのC P
10 Uによって行われる制御処理、及びホストコンピュータ2 3のデータ処理部2
3 aのC P Uによって行われる制御処理を、例えば図2 5に示したようなコン
ピュータに実行させることも可能である。この場合、P C本体1 3 aのメモリ
及びデータ処理部2 3 aのメモリに格納されている制御プログラムを、同図に
示したように、C D-R O M 1 2 1、フロッピーディスク1 2 2（或いはM O、
15 D V D、C D-R、C D-R W、リムーバブルハードディスク等であっても良
い）等の可搬記録媒体1 2 3に記録しておき、挿入された（矢印1 2 4）その
可搬記録媒体1 2 3をコンピュータ1 2 5の媒体駆動装置1 2 6により読み取
り、読み取った制御プログラムをコンピュータ1 2 5の内部のメモリ（R A M、
R O M、又はハードディスク等）1 2 7に格納し、その制御プログラムをコン
20 ピュータ1 2 5が実行するようにしても良い。或いは、その制御プログラムを
情報提供者の外部の装置（サーバー等）1 2 8内の記録部（データベース等）
1 2 9に記録しておき、ネットワーク回線1 3 0を介して通信によりコンピ
ュータ1 2 5に転送して内部のメモリ1 2 7に格納し、その制御プログラムをコ
ンピュータ1 2 5が実行するようにしても良い。尚、これらに記録される制御
25 プログラムは、前述のP C本体1 3 aのC P Uによって行われる制御処理、又

はホストコンピュータ 2 3 のデータ処理部 2 3 a のCPUによって行われる制御処理の一部の処理のみを実行するものであっても良い。

以上、本発明の三次元形状測定装置、その三次元座標取得方法、及びその三次元座標取得プログラムを記録した記録媒体等について詳細に説明したが、本
5 発明は上記実施形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良及び変更を行っても良いのはもちろんである。

以上、詳細に説明したように、本発明によれば、オートフォーカス機能を有する測定顕微鏡と安価な手動XYテーブルを備えた三次元形状測定装置において、試料の三次元座標を容易に取得することが可能になる。また、多点測定等
10 のように多数の三次元座標を取得する場合に、三次元座標を取得した領域と取得していない領域とを容易に識別でき、測定に係るオペレータの負担を軽減させることができる。また、実際の試料の表面形状及びその色に近い状態の三次元形状像を得ることができ、試料の表面形状の観察を容易にすることができる。

請 求 の 範 囲

1. 光学系及びオートフォーカス部を有する測定顕微鏡に手動X Yテーブルを備えた三次元形状測定装置の三次元座標取得方法であって、
 - 5 前記手動X Yテーブルが移動可能なX Y平面上に予め複数の領域を設定し、
所定時間間隔毎に前記X Y平面上の前記手動X YテーブルのX Y座標を読み込み、
読み込んだX Y座標が予め設定した前記複数の領域に属するときは、前記オートフォーカス部にオートフォーカスを行わせて合焦時の三次元座標を取得する、
10 ことを特徴とする三次元座標取得方法。
2. 前記領域は、
前記X Y平面上に格子状に設定したポイントを中心とする所定範囲の領域で
15 ある、
ことを特徴とする請求の範囲第1項記載の三次元座標取得方法。
3. 前記X Y平面上の所定領域において、前記格子間隔を短く或いは長く設定する、
20 ことを特徴とする請求の範囲第2項記載の三次元座標取得方法。
4. 前記複数の領域の中の一の領域を第一の領域とし、
該第一の領域に隣接する前記複数の領域の中の一の領域を第二の領域とし、
読み込んだX Y座標が前記第一の領域に属するときに取得したZ座標の値と、
25 読み込んだX Y座標が前記第二の領域に属するときに取得したZ座標の値との

差が所定値を超えていた場合は、少なくとも、前記第一及び第二の領域付近の領域、前記第一の領域の中心となるポイントを中心とする所定範囲の領域、及び前記第二の領域の中心となるポイントを中心とする所定範囲の領域、の何れかの領域において、前記格子間隔を短く設定する、

5 ことを特徴とする請求の範囲第 2 項記載の三次元座標取得方法。

5. 読み込んだ X Y 座標が前記複数の領域に属し、該読み込んだ X Y 座標が属していた領域についての三次元座標を既に取得済みであったときには、前記オートフォーカス部にオートフォーカスを行わずに合焦時の三次元座標を取
10 得しない、

ことを特徴とする請求の範囲第 2 項記載の三次元座標取得方法。

6. 更に、測定領域を表示させるときに、前記三次元座標が取得された領域と取得されていない領域を識別できるように前記測定領域を表示させると共に、
15 前記 X Y テーブルの現在位置が含まれる領域と他の領域を区別できるように前記測定領域を表示させる、

ことを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の三次元座標取得方法。

7. 前記測定領域は、格子状に分割される、
20 ことを特徴とする請求の範囲第 6 項記載の三次元座標取得方法。

8. 前記三次元座標が取得された領域に、該三次元座標が取得された際の検出部により検出された Z ステージの座標に応じた色を着色して表示させる、

ことを特徴とする請求の範囲第 7 項記載の三次元座標取得方法。

9. 前記X Yテーブルの現在位置が含まれる領域上に、前記X Yテーブルの移動方向を示すマークを表示させる、

ことを特徴とする請求の範囲第7項記載の三次元座標取得方法。

- 5 10. 光学系及びオートフォーカス部を有する測定顕微鏡に手動X Yテーブルと光学像を撮像する撮像部とを備えた三次元形状測定装置の三次元座標取得方法であって、

前記手動X Yテーブルが移動可能なX Y平面上に予め複数の領域を設定し、

所定時間間隔毎に前記X Y平面上の前記手動X YテーブルのX Y座標を読み

- 10 込み、

読み込んだX Y座標が予め設定した前記複数の領域に属するときは、前記オ

ートフォーカス部にオートフォーカスを行わせて合焦時の三次元座標を取得し、

前記撮像部により撮像された光学像に応じた画像に基づく画像を、前記取得した三次元座標に基づく三次元形状像に重畳して表示させる、

- 15 ことを特徴とする三次元座標取得方法。

11. 前記領域は、

前記X Y平面上に格子状に設定したポイントを中心とする所定範囲の領域である、

- 20 ことを特徴とする請求の範囲第10項記載の三次元座標取得方法。

12. 前記X Y平面上の所定領域において、前記格子間隔を短く或いは長く設定する、

ことを特徴とする請求の範囲第11項記載の三次元座標取得方法。

- 1 3. 前記複数の領域の中の一の領域を第一の領域とし、
該第一の領域に隣接する前記複数の領域の中の一の領域を第二の領域とし、
読み込んだX Y座標が前記第一の領域に属するときに取得したZ座標の値と、
読み込んだX Y座標が前記第二の領域に属するときに取得したZ座標の値との
5 差が所定値を超えていた場合は、少なくとも、前記第一及び第二の領域付近の
領域、前記第一の領域の中心となるポイントを中心とする所定範囲の領域、及
び前記第二の領域の中心となるポイントを中心とする所定範囲の領域、の何れ
かの領域において、前記格子間隔を短く設定する、
ことを特徴とする請求の範囲第11項記載の三次元座標取得方法。
- 10
- 1 4. 読み込んだX Y座標が前記複数の領域に属し、該読み込んだX Y座標
が属していた領域についての三次元座標を既に取得済みであったときには、前
記オートフォーカス部にオートフォーカスを行わずに合焦時の三次元座標を
取得しない、
15 ことを特徴とする請求の範囲第11項記載の三次元座標取得方法。
- 1 5. 更に、測定領域を表示させるときに、前記三次元座標が取得された領
域と取得されていない領域を識別できるように前記測定領域を表示させると共
に、前記X Yテーブルの現在位置が含まれる領域と他の領域を区別できるよう
20 に前記測定領域を表示させる、
ことを特徴とする請求の範囲第10項記載の三次元座標取得方法。
- 1 6. 前記測定領域は、格子状に分割される、
ことを特徴とする請求の範囲第15項記載の三次元座標取得方法。

17. 前記三次元座標が取得された領域に、該三次元座標が取得された際の検出部により検出されたZステージの座標に応じた色を着色して表示させる、
ことを特徴とする請求の範囲第16項記載の三次元座標取得方法。
- 5 18. 前記XYテーブルの現在位置が含まれる領域上に、前記XYテーブルの移動方向を示すマークを表示させる、
ことを特徴とする請求の範囲第16項記載の三次元座標取得方法。
19. 光学系及びオートフォーカス部を有する測定顕微鏡に手動XYテーブルを備えた三次元形状測定装置の三次元座標取得方法であって、
10 所定時間間隔毎に、前記オートフォーカス部にオートフォーカスを行わせて合焦時の三次元座標を取得する、
ことを特徴とする三次元座標取得方法。
- 15 20. 光学系及びオートフォーカス部を有する測定顕微鏡に手動XYテーブルを備えた三次元形状測定装置の三次元座標取得方法であって、
所定時間間隔毎に、前記手動XYテーブルが移動可能なXY平面上の前記手動XYテーブルのXY座標を読み込み、
読み込んだXY座標と前記所定時間前に読み込んだXY座標との距離が所定
20 距離以下であった場合に、前記オートフォーカス部にオートフォーカスを行わせて合焦時の三次元座標を取得する、
ことを特徴とする三次元座標取得方法。
21. 光学系及びオートフォーカス部を有する測定顕微鏡に手動XYテーブルを備えた三次元形状測定装置のコンピュータに、
25

前記手動X Yテーブルが移動可能なX Y平面上に予め複数の領域を設定する機能と、

所定時間間隔毎に前記X Y平面上の前記手動X YテーブルのX Y座標を読み込む機能と、

- 5 読み込んだX Y座標が予め設定した前記複数の領域に属するときは、前記オートフォーカス部にオートフォーカスを行わせて合焦時の三次元座標を取得する機能と、

を実現させるための三次元座標取得プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

10

2 2. 測定領域を表示させるときに、前記三次元座標が取得された領域と取得されていない領域を識別できるように前記測定領域を表示させると共に、前記X Yテーブルの現在位置が含まれる領域と他の領域を区別できるように前記測定領域を表示させる機能、

- 15 を更に含むことを特徴とする請求の範囲第2 1項記載の三次元座標取得プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

2 3. 前記測定領域は、格子状に分割される、

- 20 ことを特徴とする請求の範囲第2 2項記載の三次元座標取得プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

2 4. 前記三次元座標が取得された領域に、該三次元座標が取得された際の検出部により検出されたZステージの座標に応じた色を着色して表示させる、

- 25 ことを特徴とする請求の範囲第2 3項記載の三次元座標取得プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

25. 前記XYテーブルの現在位置が含まれる領域上に、前記XYテーブルの移動方向を示すマークを表示させる、

5 ことを特徴とする請求の範囲第23項記載の三次元座標取得プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

26. 光学系及びオートフォーカス部を有する測定顕微鏡に手動XYテーブルと光学像を撮像する撮像部とを備えた三次元形状測定装置のコンピュータに、前記手動XYテーブルが移動可能なXY平面上に予め複数の領域を設定する

10 機能と、

所定時間間隔毎に前記XY平面上の前記手動XYテーブルのXY座標を読み込む機能と、

15 読み込んだXY座標が予め設定した前記複数の領域に属するときは、前記オートフォーカス部にオートフォーカスを行わせて合焦時の三次元座標を取得する機能と、

前記撮像部により撮像された光学像に応じた画像に基づく画像を、前記取得した三次元座標に基づく三次元形状像に重畳して表示させる機能と、

を実現させるための三次元座標取得プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

20

27. 測定領域を表示させるときに、前記三次元座標が取得された領域と取得されていない領域を識別できるように前記測定領域を表示させると共に、前記XYテーブルの現在位置が含まれる領域と他の領域を区別できるように前記測定領域を表示させる機能、

25 を更に含むことを特徴とする請求の範囲第26項記載の三次元座標取得プロ

グラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

28. 前記測定領域は、格子状に分割される、

5 ことを特徴とする請求の範囲第27項記載の三次元座標取得プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

29. 前記三次元座標が取得された領域に、該三次元座標が取得された際の検出部により検出されたZステージの座標に応じた色を着色して表示させる、

10 ことを特徴とする請求の範囲第28項記載の三次元座標取得プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

30. 前記XYテーブルの現在位置が含まれる領域上に、前記XYテーブルの移動方向を示すマークを表示させる、

15 ことを特徴とする請求の範囲第28項記載の三次元座標取得プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

31. 光学系及びオートフォーカス部を有する測定顕微鏡に手動XYテーブルを備えた三次元形状測定装置のコンピュータに、

20 所定時間間隔毎に、前記オートフォーカス部にオートフォーカスを行わせて合焦時の三次元座標を取得する機能、

を実現させるための三次元座標取得プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

32. 光学系及びオートフォーカス部を有する測定顕微鏡に手動XYテーブルを備えた三次元形状測定装置のコンピュータに、

25

所定時間間隔毎に、前記手動X Yテーブルが移動可能なX Y平面上の、前記手動X YテーブルのX Y座標を読み込む機能と、

読み込んだX Y座標と前記所定時間前に読み込んだX Y座標との距離が所定距離以下であった場合に、前記オートフォーカス部にオートフォーカスを行わ

5 せて合焦時の三次元座標を取得する機能と、

を実現させるための三次元座標取得プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

3 3. 光学系及びオートフォーカス部を有する測定顕微鏡に手動X Yテーブルを備えた三次元形状測定装置であって、

10

前記手動X Yテーブルが移動可能なX Y平面上に予め複数の領域を設定する設定部と、

所定時間間隔毎に前記X Y平面上の前記手動X YテーブルのX Y座標を読み込む読込部と、

15 該読込部により読み込んだX Y座標が予め設定した前記複数の領域に属するときは、前記オートフォーカス部にオートフォーカスを行わせて合焦時の三次元座標を取得する取得部と、

を備えたことを特徴とする三次元形状測定装置。

20 3 4 光学系及びオートフォーカス部を有する測定顕微鏡に手動X Yテーブルを備えた三次元形状測定装置であって、

所定時間間隔毎に、前記オートフォーカス部にオートフォーカスを行わせて合焦時の三次元座標を取得する取得部、

を備えたことを特徴とする三次元形状測定装置。

35. 光学系及びオートフォーカス部を有する測定顕微鏡に手動XYテーブルを備えた三次元形状測定装置であって、

所定時間間隔毎に、前記手動XYテーブルが移動可能なXY平面上の、前記手動XYテーブルのXY座標を読み込む読込部と、

- 5 読み込んだXY座標と前記所定時間前に読み込んだXY座標との距離が所定距離以下であった場合に、前記オートフォーカス部にオートフォーカスを行わせて合焦時の三次元座標を取得する取得部と、

を備えたことを特徴とする三次元形状測定装置。

- 10 36. 光学系及びオートフォーカス部を有する測定顕微鏡に手動XYテーブルを備えた三次元形状測定装置であって、

前記手動XYテーブルが移動可能なXY平面上に予め複数の領域を設定する設定部と、

前記XY平面上の前記手動XYテーブルのXY座標を読み込む読込部と、

- 15 該読込部により読み込んだXY座標が予め設定した前記複数の領域に属するときは、前記オートフォーカス部にオートフォーカスを行わせて合焦時の三次元座標を取得する取得部と、

測定領域を表示させるときに、前記三次元座標が取得された領域と取得されていない領域を識別できるように前記測定領域を表示させる表示部と、

- 20 を備えたことを特徴とする三次元形状測定装置。

37. 光学系及びオートフォーカス部を有する測定顕微鏡に手動XYテーブルと光学像を撮像する撮像部とを備えた三次元形状測定装置であって、

前記手動XYテーブルが移動可能なXY平面上に予め複数の領域を設定する

- 25 設定部と、

前記X Y平面上の前記手動X YテーブルのX Y座標を読み込む読込部と、
該読込部により読み込んだX Y座標が予め設定した前記複数の領域に属する
ときは、前記オートフォーカス部にオートフォーカスを行わせて合焦時の三次
元座標を取得する取得部と、

- 5 前記撮像部により撮像された光学像に応じた画像に基づく画像を、前記取得
部により取得された三次元座標に基づく三次元形状像に重畳して表示させる表
示部と、

を備えたことを特徴とする三次元形状測定装置。

1/25

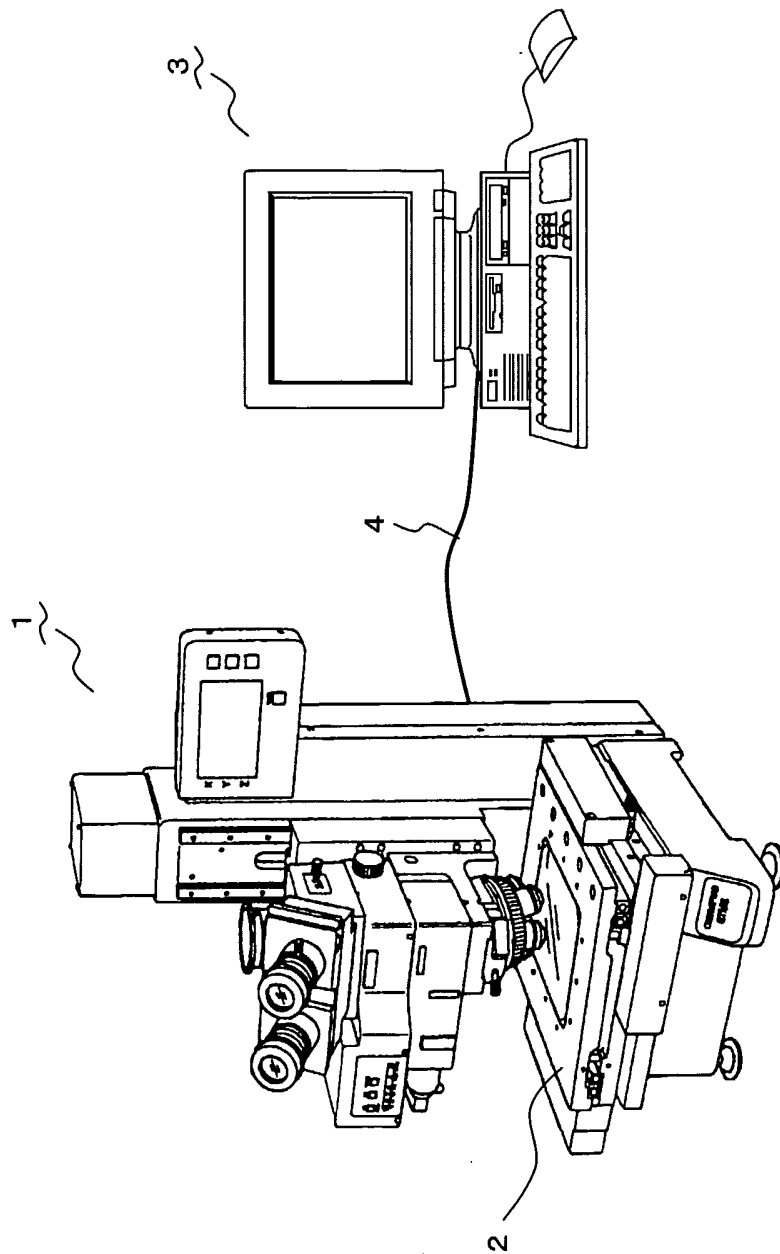


図 1

2 / 2 5

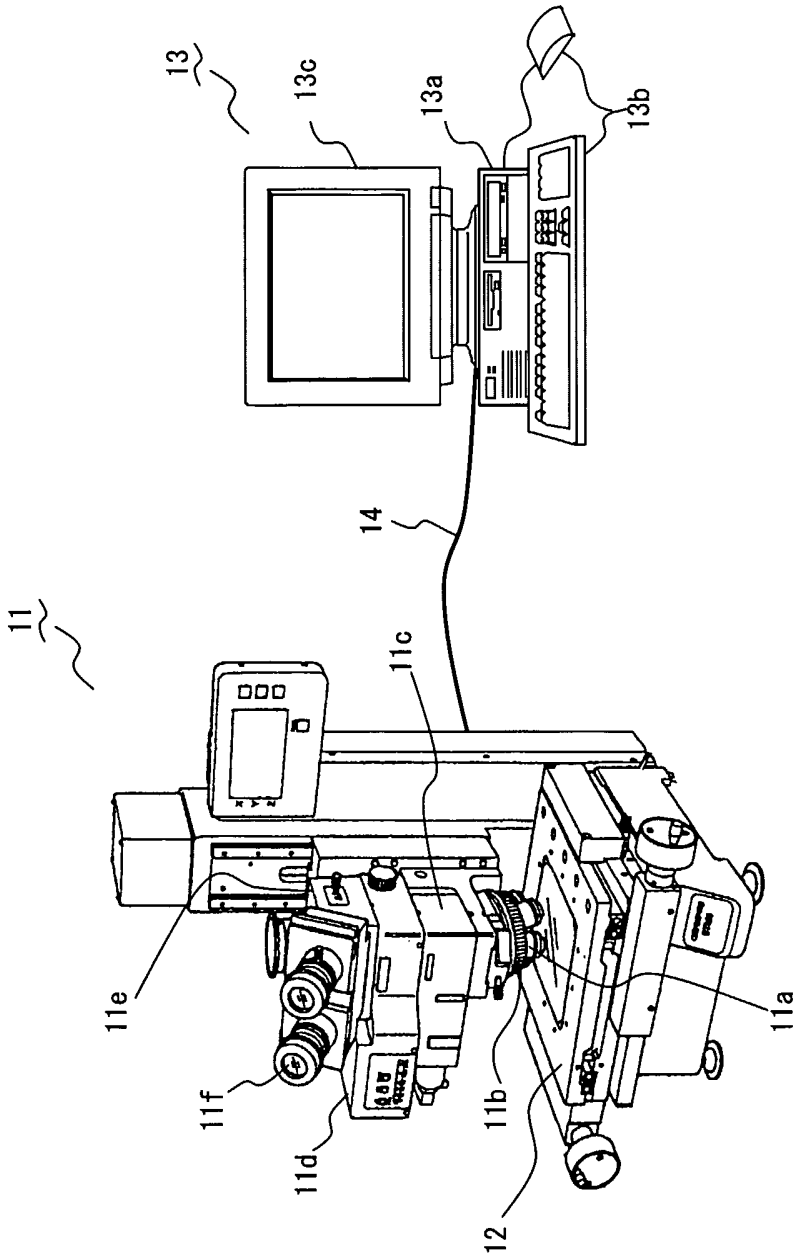


図2

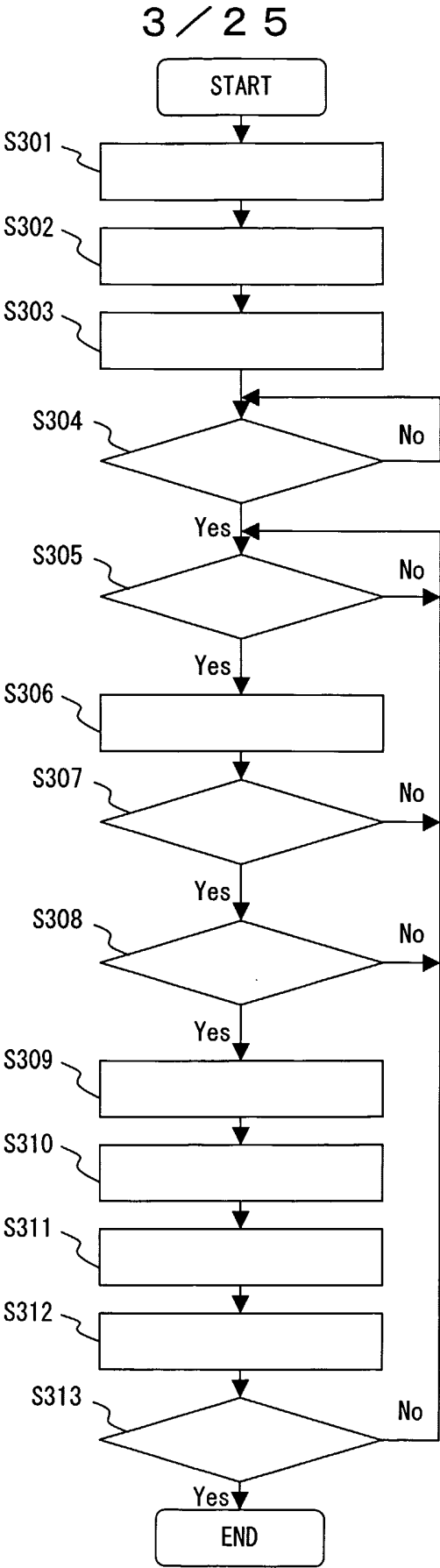


図3

4 / 2 5

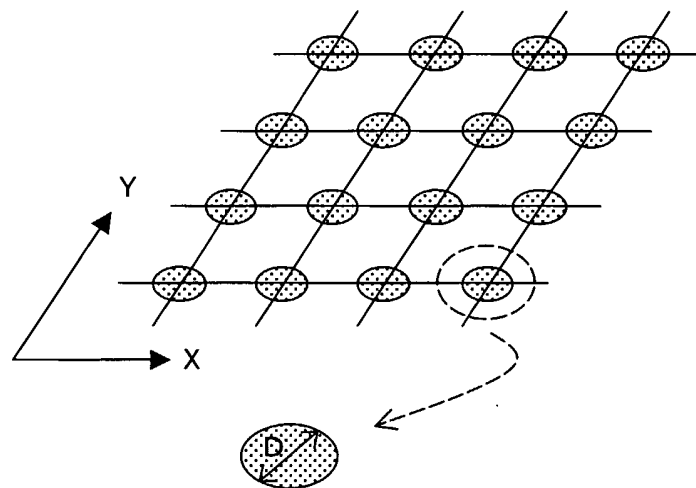


図4

5 / 2 5

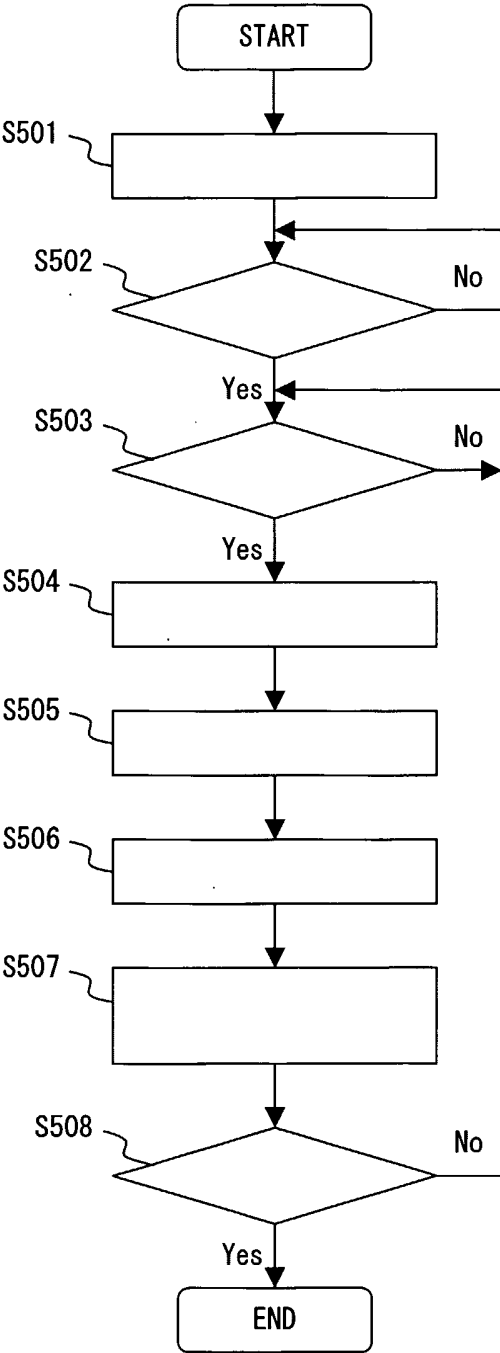


図5

6 / 25

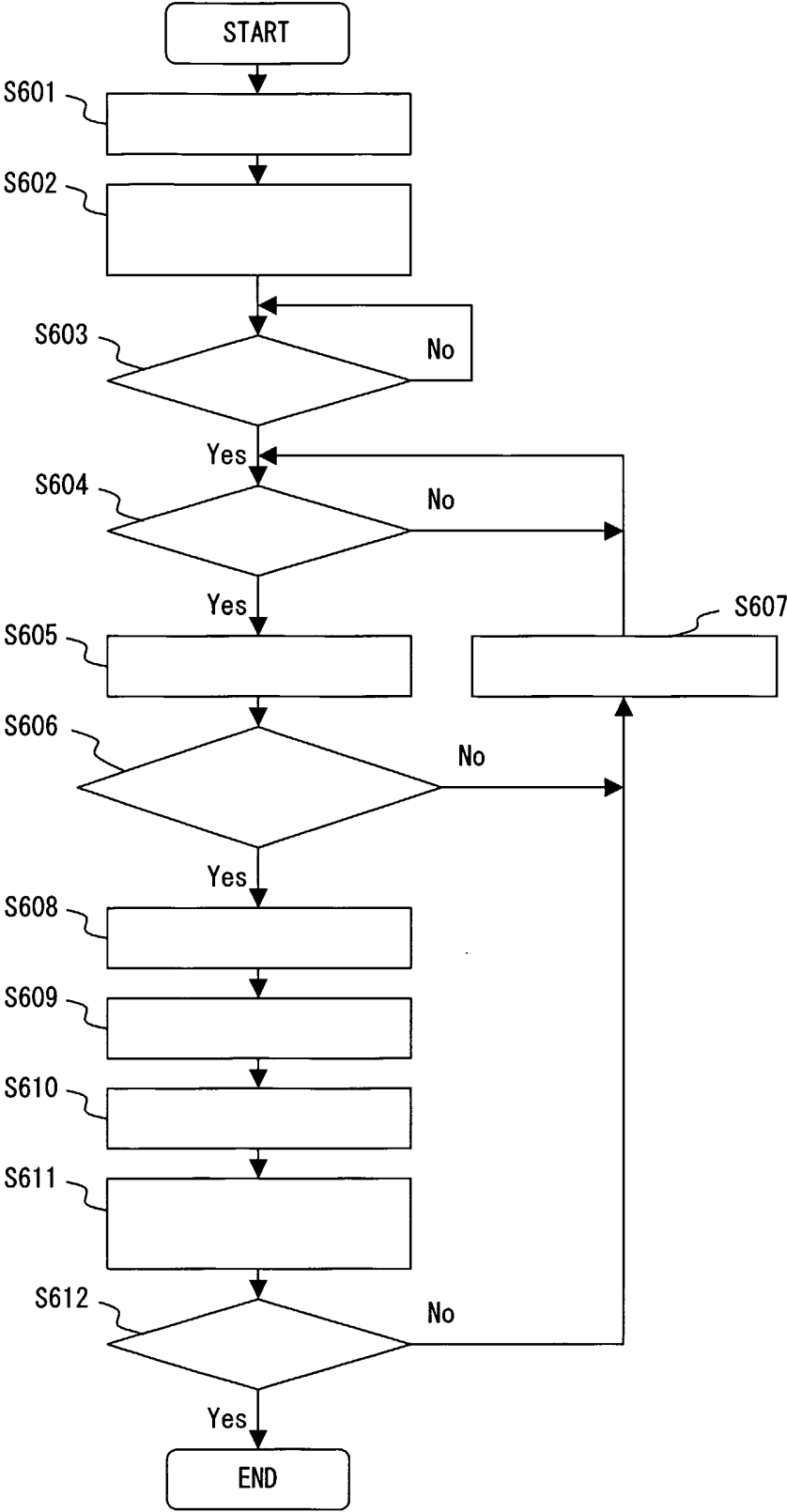


図6

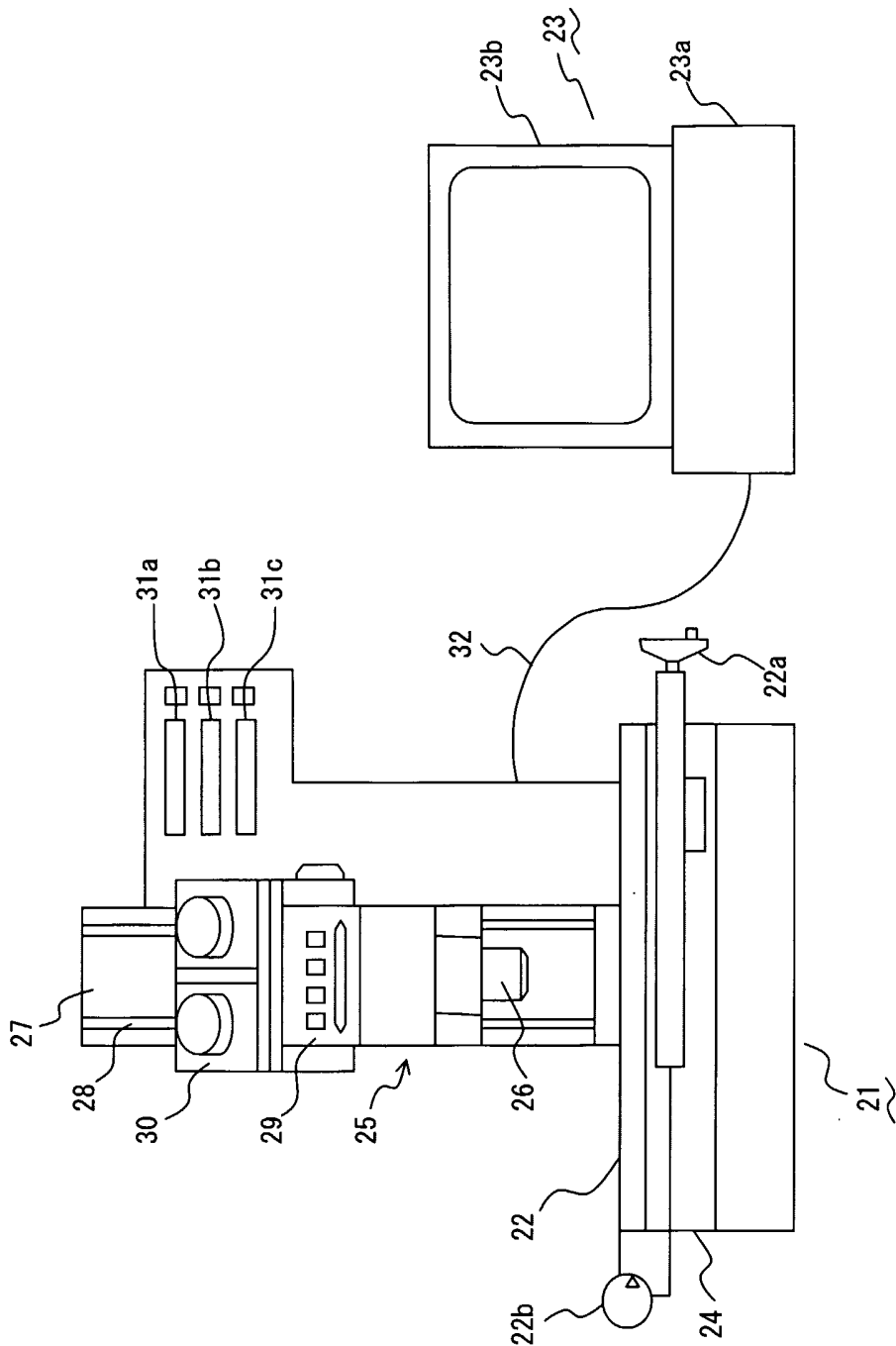
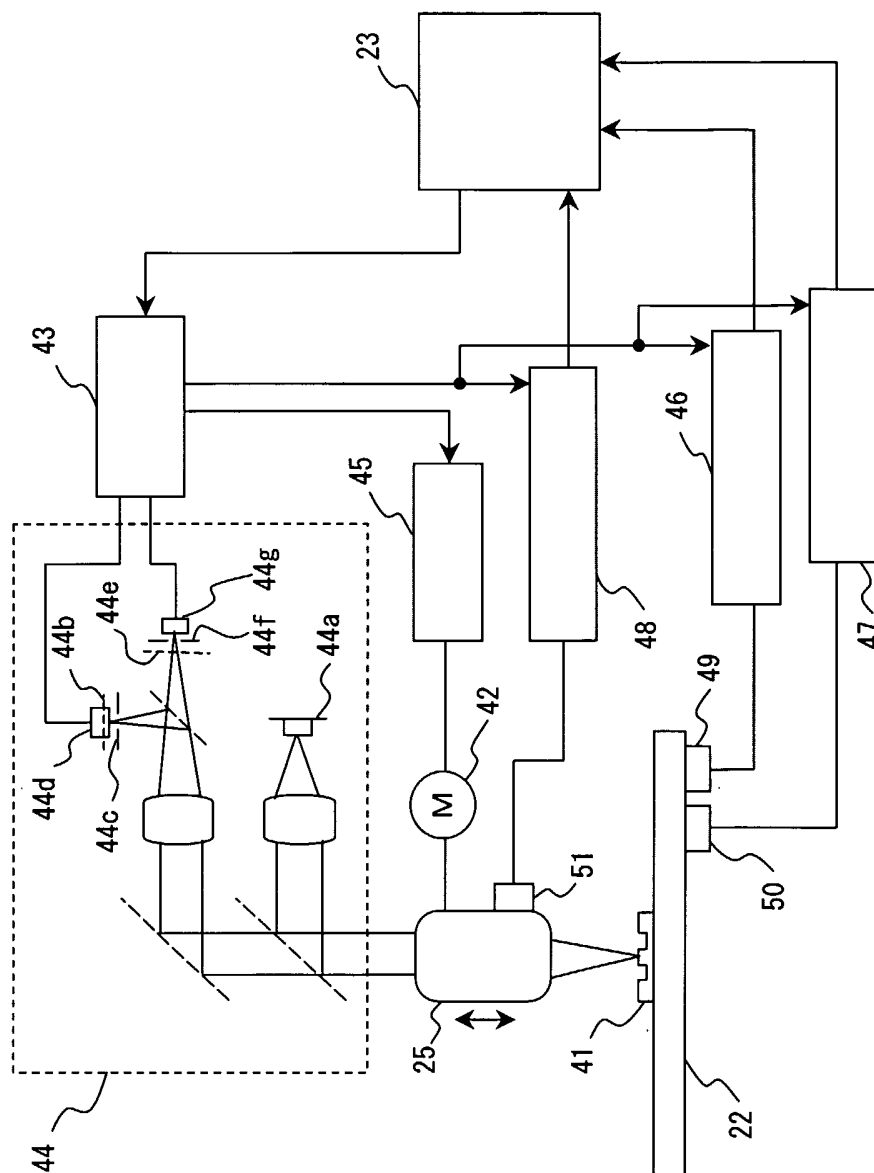


図 7

8 / 2 5



9 / 2 5

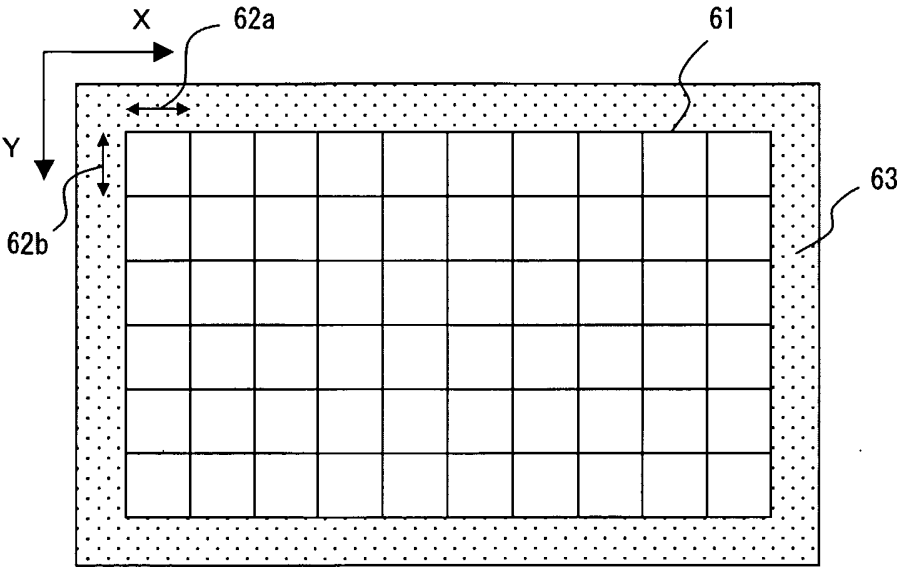


図 9

1 0 / 2 5

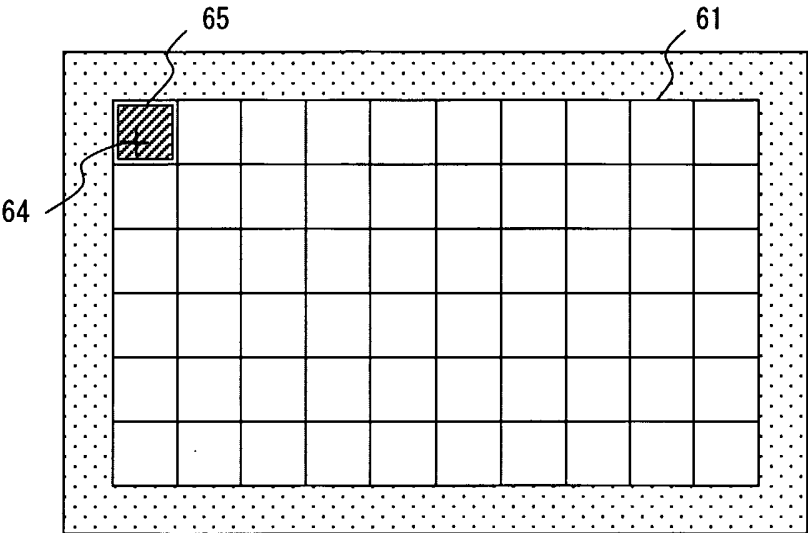


図 1 0

1 1 / 2 5

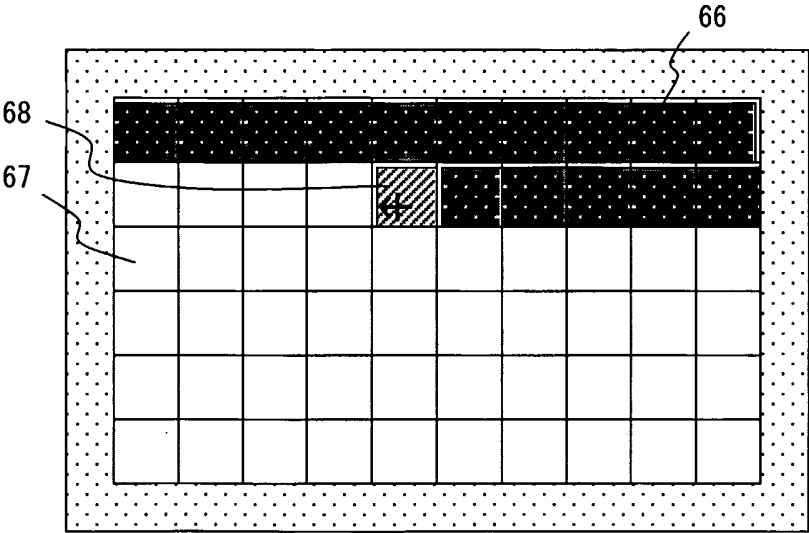


図 1 1

1 2 / 2 5

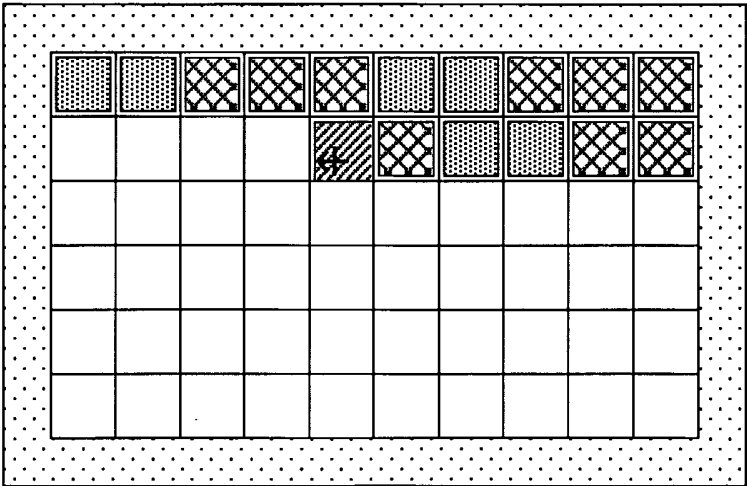


図 1 2

1 3 / 2 5

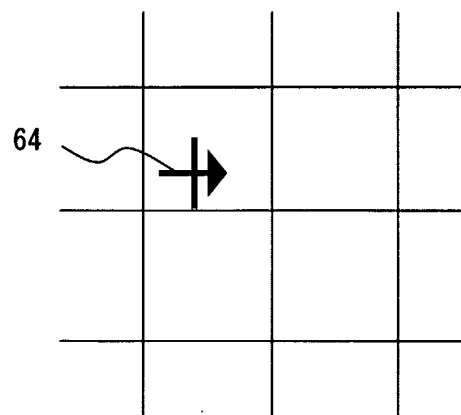


図 13

1 4 / 2 5

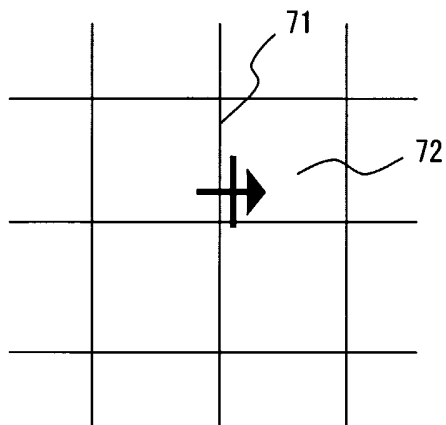


図 14

1 5 / 2 5

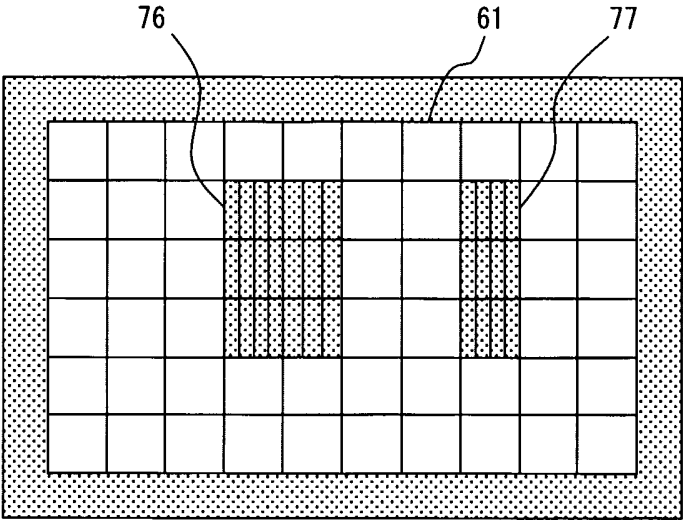


図 1 5

1 6 / 2 5

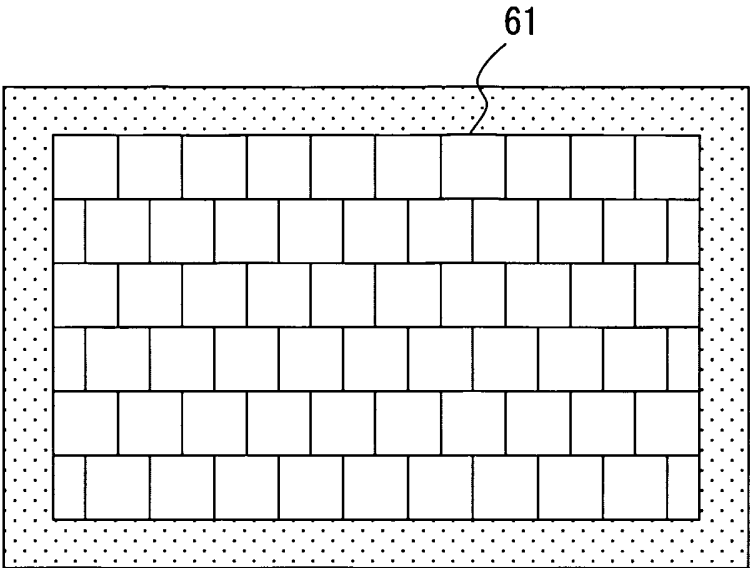


図 1 6

1 7 / 2 5

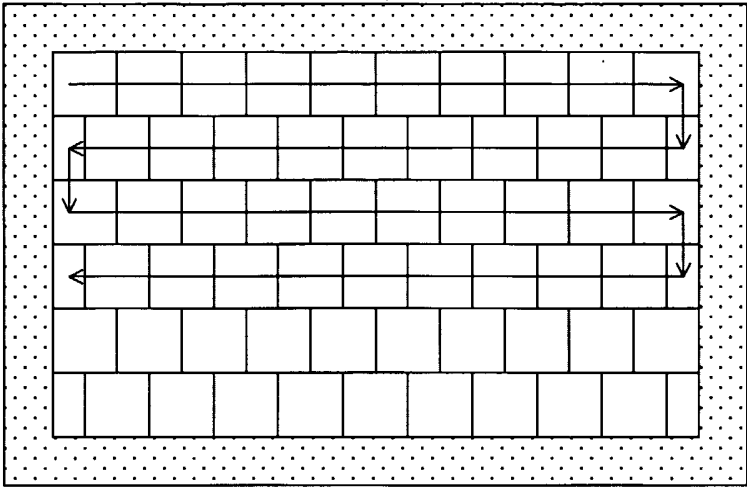


図 1 7

1 8 / 2 5

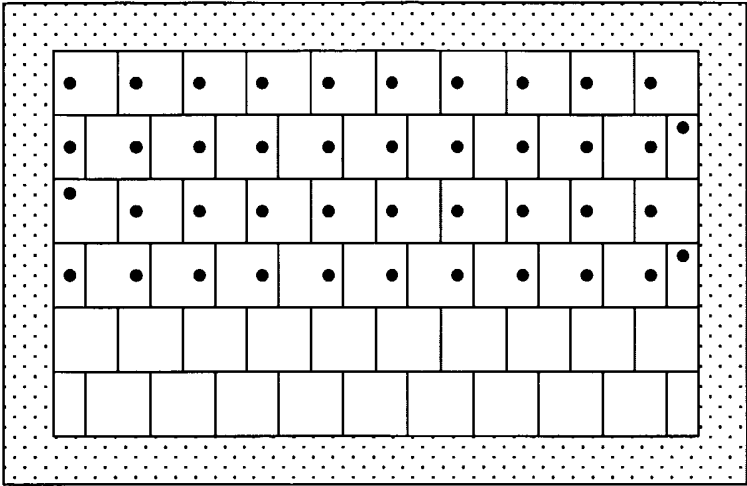


図 1 8

1 9 / 2 5

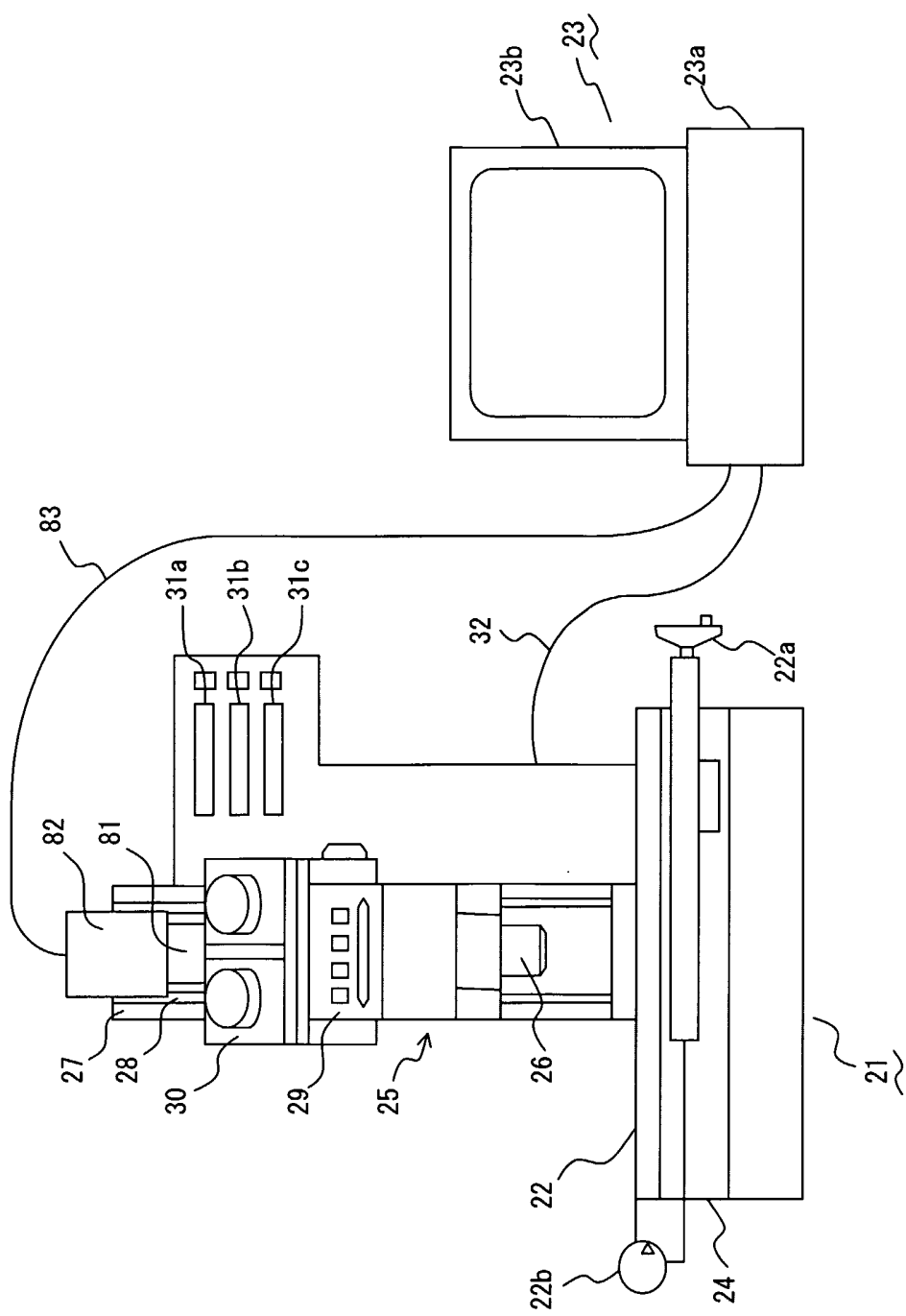


図 1 9

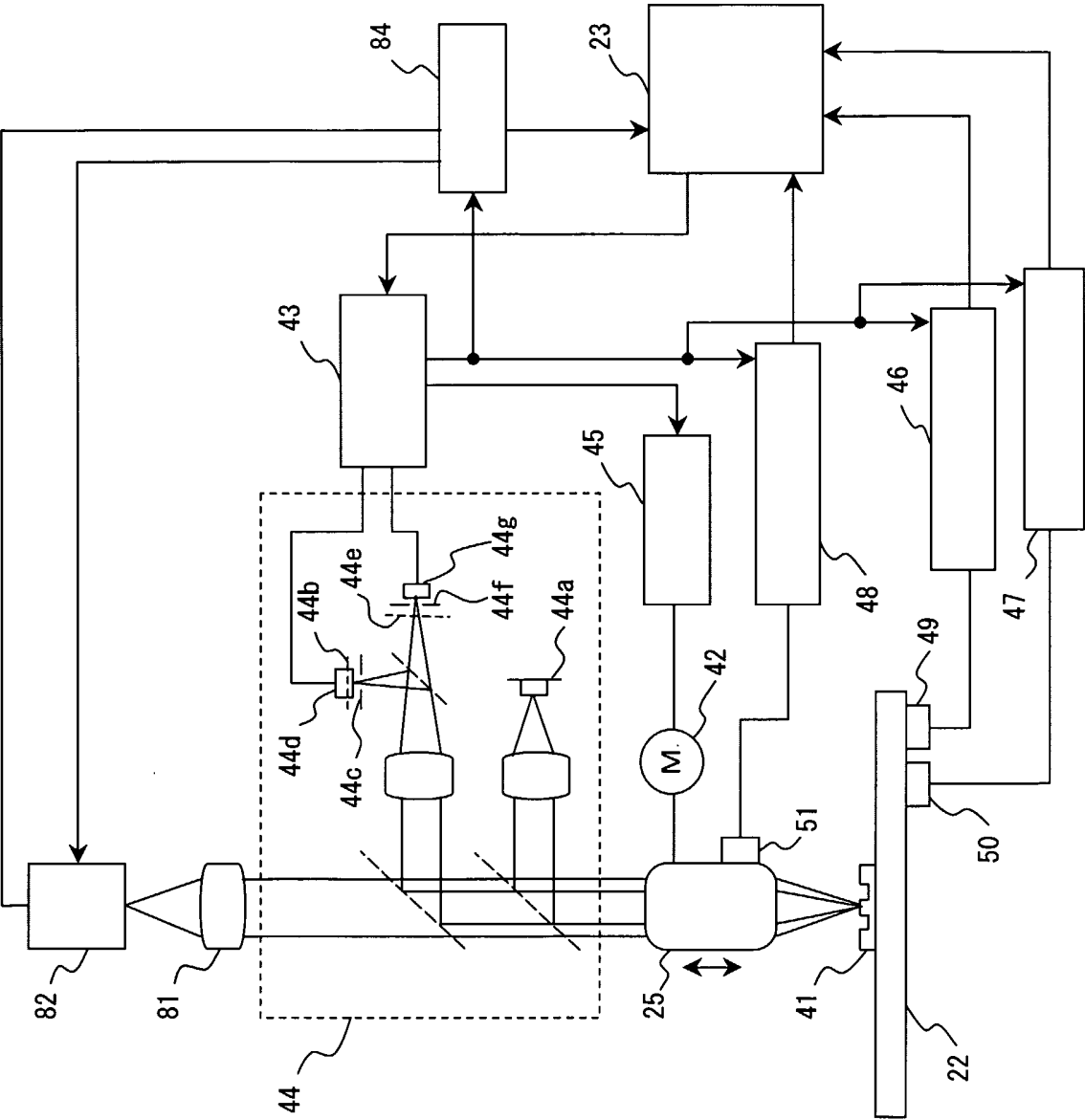
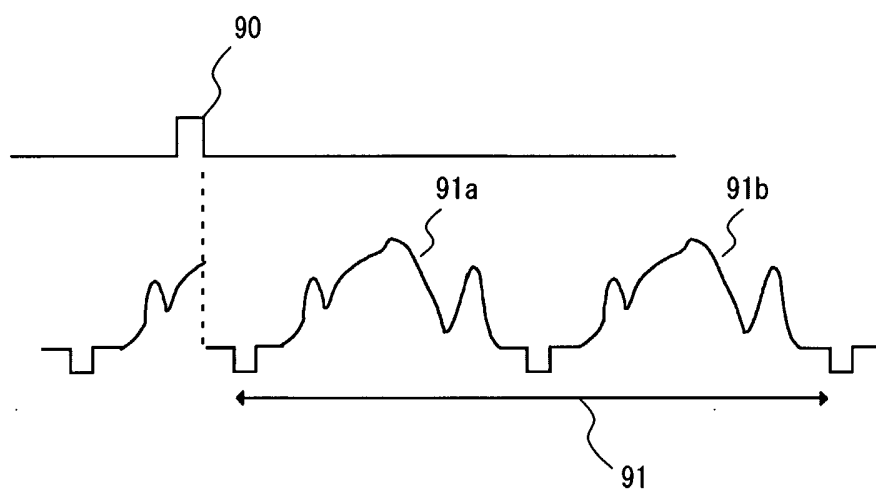


図 20

21 / 25



22 / 25

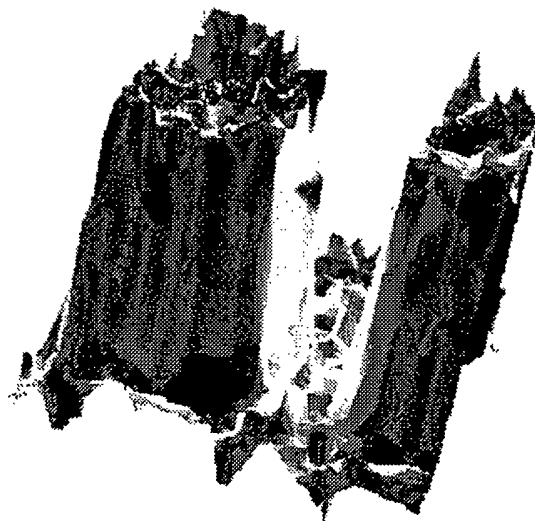


図 22

差替え用紙（規則26）

23 / 25

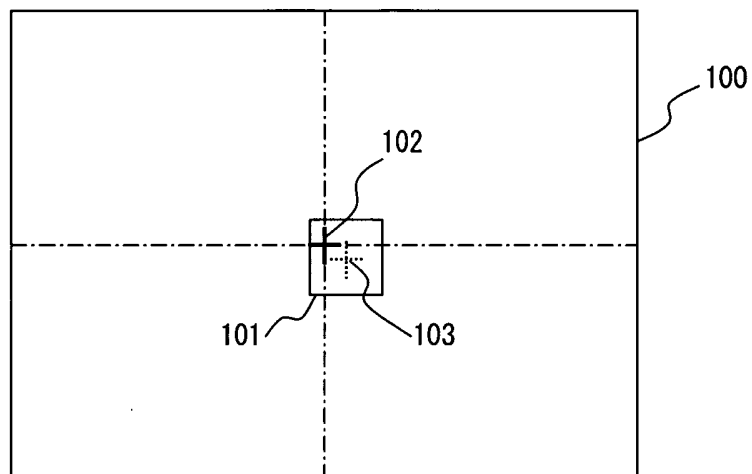
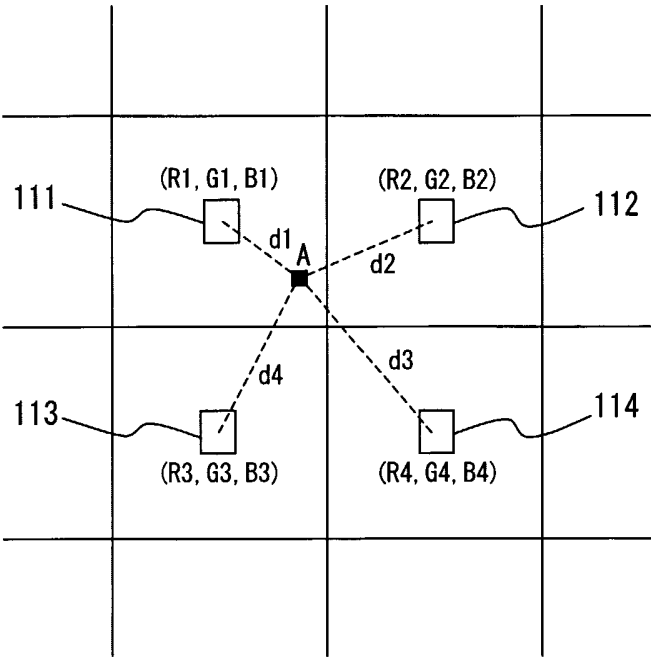


図 23

2 4 / 2 5



2 5 / 2 5

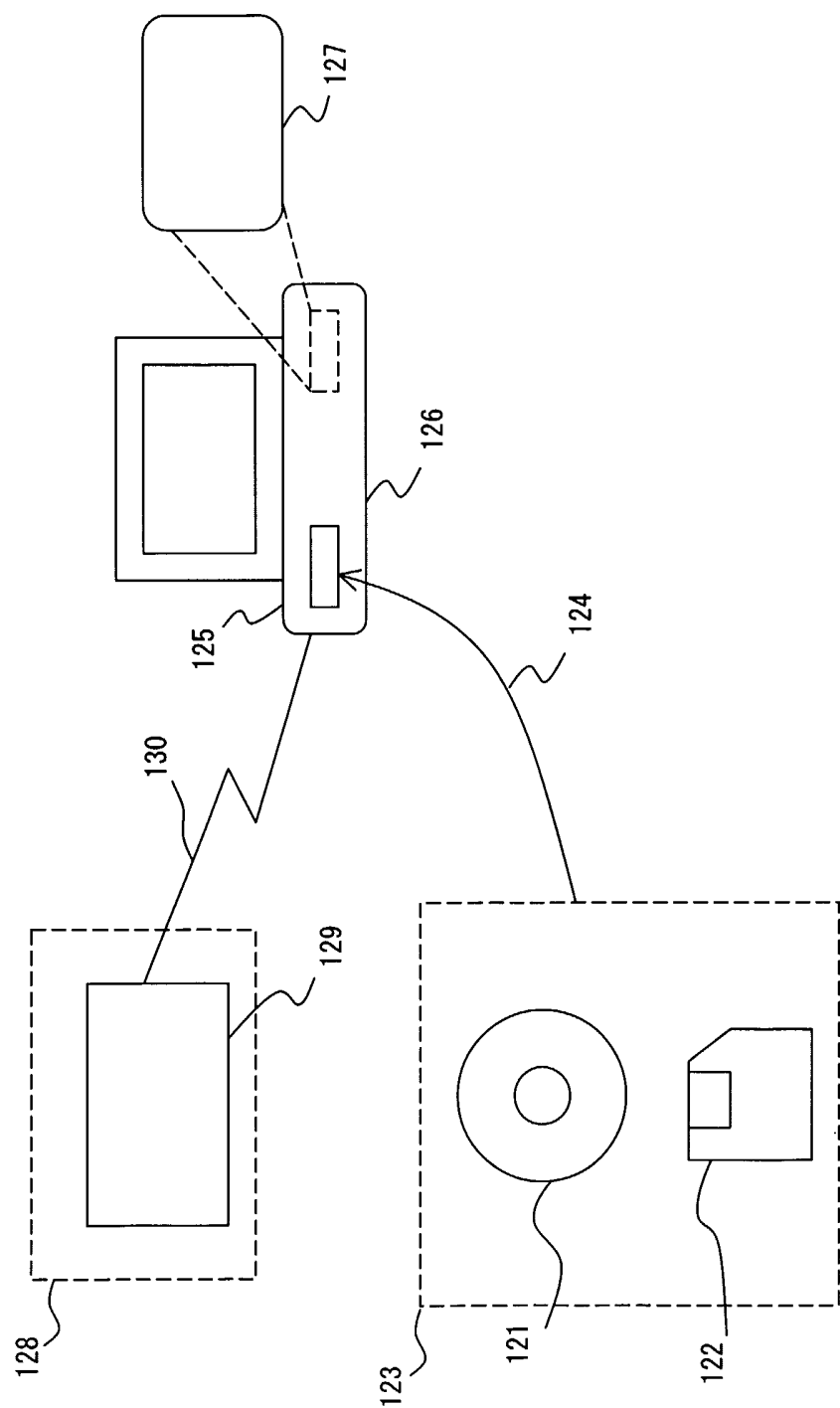


図 2 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/07042

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G01B11/00, G01B11/24, G01B9/04, G02B21/00, G02B21/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G01B11/00, G01B11/24, G01B9/04, G02B21/00, G02B21/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-4329 A (Keyence Corp.), 12 January, 2001 (12.01.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-37
Y	JP 4-145406 A (NEC Corp.), 19 May, 1992 (19.05.92), Full text; all drawings (Family: none)	1-37
Y	JP 2001-145124 A (Asahi Optical Co., Ltd.), 25 May, 2001 (25.05.01), Par. Nos. [0053], [0061]; Fig. 15 (Family: none)	4, 13

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
21 August, 2003 (21.08.03)

Date of mailing of the international search report
09 September, 2003 (09.09.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/07042

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 94/24518 A (Omron Corp.), 27 October, 1994 (27.10.94), Page 41, line 21 to page 42, line 3; Fig. 25 & EP 706027 A1 & JP 2867704 B & US 6362877 B1	6, 7, 15, 16, 22, 23, 36
Y	JP 2001-82935 A (Keyence Corp.), 30 March, 2001 (30.03.01), Par. Nos. [0025], [0031]; all drawings (Family: none)	8-10, 17, 18, 24, 26, 37
Y	JP 9-329420 A (Topcon Corp.), 22 December, 1997 (22.12.97), Claims; Par. Nos. [0056], [0119]; Fig. 11 (Family: none)	9, 18, 25

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ G01B 11/00, G01B 11/24, G01B 9/04, G02B 21/00, G02B 21/22		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ G01B 11/00, G01B 11/24, G01B 9/04, G02B 21/00, G02B 21/22		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2003年 日本国実用新案登録公報 1996-2003年 日本国登録実用新案公報 1994-2003年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語) WPI		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-4329 A (株式会社キーエンス) 2001. 1. 12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-37
Y	JP 4-145406 A (日本電気株式会社) 1992. 5. 19, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-37
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 21. 08. 03	国際調査報告の発送日 09.09.03	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 小野寺 麻美子 電話番号 03-3581-1101 内線 3256	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-145124 A (旭光学工業株式会社) 2001. 5. 25, 段落番号【0053】、【0061】、第15図 (ファミリーなし)	4, 13
Y	WO 94/24518 A (オムロン株式会社) 1994. 10. 27, 第41頁第21行-第42頁第3行, 第25図 &EP 706027 A1 &JP 2867704 B &US 6362877 B1	6, 7, 15, 16, 22, 23, 36
Y	JP 2001-82935 A (株式会社キーエンス) 2001. 3. 30, 段落番号【0025】、【0031】、全図 (ファミリーなし)	8-10, 17, 18, 24, 26, 37
Y	JP 9-329420 A (株式会社トプコン) 1997. 12. 22, 段落番号【0056】、【0119】、第11図 (ファミリーなし)	9, 18, 25