

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5350169号  
(P5350169)

(45) 発行日 平成25年11月27日(2013.11.27)

(24) 登録日 平成25年8月30日(2013.8.30)

(51) Int. Cl.	F 1
GO 1 B 21/30 (2006.01)	GO 1 B 21/30 1 O 2
GO 1 B 5/00 (2006.01)	GO 1 B 5/00 P
GO 1 B 5/28 (2006.01)	GO 1 B 5/28 1 O 2
GO 1 B 5/012 (2006.01)	GO 1 B 5/012

請求項の数 2 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2009-236122 (P2009-236122)	(73) 特許権者	000137694
(22) 出願日	平成21年10月13日(2009.10.13)		株式会社ミットヨ
(65) 公開番号	特開2011-85399 (P2011-85399A)		神奈川県川崎市高津区坂戸一丁目20番1号
(43) 公開日	平成23年4月28日(2011.4.28)	(74) 代理人	110000637
審査請求日	平成24年9月3日(2012.9.3)		特許業務法人樹之下知的財産事務所
		(72) 発明者	福本 泰
			神奈川県川崎市高津区坂戸1-20-1
			株式会社ミットヨ内
		(72) 発明者	小松 浩一
			神奈川県川崎市高津区坂戸1-20-1
			株式会社ミットヨ内
		(72) 発明者	竹村 文宏
			神奈川県川崎市高津区坂戸1-20-1
			株式会社ミットヨ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 オフセット量校正方法および表面性状測定機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被測定物を載置するステージと、前記被測定物の表面に接触されるスタイラスを有する接触式検出器と、前記被測定物の表面画像を撮像する画像プローブと、前記接触式検出器および前記画像プローブと前記ステージとを相対移動させる相対移動機構と、前記相対移動機構の駆動を制御するとともに、前記接触式検出器から得られる測定データおよび前記画像プローブで取得された画像データを処理する制御装置とを備えた表面性状測定機において、前記接触式検出器と前記画像プローブとのオフセット量を求めるオフセット量校正方法であって、

基板と、この基板の表面に2本の交差する直線で4分割形成された分割領域を有し、この分割領域の一方の対角分割領域が他方の対角分割領域の表面よりも高い段差に形成された校正用パターンを表面に形成した校正用治具を、前記ステージ上にセットする校正用治具セット工程と、

前記接触式検出器のスタイラスを前記校正用治具の分割領域を跨ぐように相対移動させて、前記分割領域の段差位置を複数測定し、得られた段差位置測定値に対して直線を当てはめ、この当てはめられた2本の直線の交点座標から前記校正用パターンの基準位置を求める第1の校正測定工程と、

前記画像プローブによって前記校正用治具の分割領域を撮像して分割領域のエッジを複数検出し、得られたエッジ検出値に対して直線を当てはめ、この当てはめられた2本の直線の交点座標から前記校正用パターンの基準位置を求める第2の校正測定工程と、

10

20

前記第1の校正測定工程によって求められた基準位置と前記第2の校正測定工程によって求められた基準位置との差からオフセット量を求めるオフセット量算出工程と、  
を備えたことを特徴とするオフセット量校正方法。

【請求項2】

被測定物を載置するステージと、前記被測定物の表面に接触されるスタイラスを有する接触式検出器と、前記被測定物の表面画像を撮像する画像プローブと、前記接触式検出器および前記画像プローブと前記ステージとを相対移動させる相対移動機構と、前記相対移動機構の駆動を制御するとともに、前記接触式検出器から得られる測定データおよび前記画像プローブで撮像された画像データを処理する制御装置とを備えた表面性状測定機において、

10

前記請求項1のオフセット量校正方法で求められたオフセット量を記憶するオフセット量記憶手段を備え、

前記制御装置は、前記画像プローブによって取り込まれた前記被測定物の画像を基に測定開始位置が指定されると、前記オフセット量記憶手段に記憶されたオフセット量を補正值として、前記接触式検出器のスタイラスが前記被測定物の測定開始位置に接するように、前記相対移動機構の移動軌跡を算出して記憶する移動軌跡算出手段と、この移動軌跡算出手段で求められた移動軌跡に従って前記相対移動機構を動作させるスタイラスセット手段とを含んで構成されている、

ことを特徴とする表面性状測定機。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、スタイラスを有する接触式検出器と画像プローブとを備えた表面性状測定機、および、接触式検出器と画像プローブとのオフセット量を求めることができるオフセット量校正方法に関する。

【背景技術】

【0002】

被測定物の表面にスタイラスを接触させた状態において、スタイラスを被測定物の表面に沿って移動させ、このとき、被測定物の表面形状や表面粗さによって生じるスタイラスの変位を検出し、このスタイラスの変位から被測定物の表面形状や表面粗さ等の表面性状を測定する表面性状測定機が知られている（例えば、特許文献1参照）。

30

【0003】

従来、表面性状測定機において、被測定物の表面形状や表面粗さ等を測定する場合、測定者は、目視で、スタイラスの先端と被測定物の測定箇所との相対位置を調整しながら、スタイラスの先端を被測定物の測定開始位置にセットし、この後、スタイラスを被測定物の表面に沿って相対移動させる。すると、被測定物の表面形状や表面粗さ等によってスタイラスが上下に変位するから、そのスタイラスの上下変位から被測定物の表面形状や表面粗さ等の表面性状が測定される。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0004】

【特許文献1】特開平5-87562号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

近年、被測定物の微細化、細線化の流れのなかで、被測定物や測定箇所が微細化している今日、上述したスタイラスのセッティング作業は、非常に困難で、かつ、時間が掛かることから、測定者への負担も大きい。

また、被測定物によっては、スタイラスと被測定物とが干渉（衝突）し、スタイラスや被測定物の破損を招く場合も想定される。

50

## 【 0 0 0 6 】

そこで、本出願人は、被測定物の表面に接触されるスタイラスを有する接触式検出器のほかに、被測定物の表面画像を撮像する画像プローブを設けた表面性状測定機の開発に取り組んでいる。

これは、最初に、画像プローブによって被測定物の画像を取り込み、この取り込んだ被測定物の画像から測定開始位置を指定すると、接触式検出器のスタイラスが被測定物の測定開始位置に接するように、相対移動機構の移動軌跡が算出、記憶される。測定が指令されると、記憶された移動軌跡に従って相対移動機構が動作され、接触式検出器のスタイラスが被測定物の測定開始位置に自動的に接触される。

従って、接触式検出器のスタイラスを被測定物の測定開始位置に自動的にセッティングできるから、つまり、従来のように、測定者が、目視でスタイラスの先端と被測定物の測定開始位置の相対位置を調整しながら、スタイラスの先端を被測定物の測定開始位置にセッティングしなくてもよいから、測定者への負担を軽減できるとともに、スタイラスと被測定物との干渉を防止できる。

10

## 【 0 0 0 7 】

ところが、スタイラスを有する接触式検出器と画像プローブとは、物理的・構造的な理由から、同一システム上においてオフセットして配置される。

そのため、画像プローブから接触式検出器への切換時、あるいは、接触式検出器から画像プローブへの切換時に、接触式検出器と画像プローブとのオフセット量を補正した制御を行わなければならないため、接触式検出器と画像プローブとのオフセット量を正確に把握しておくことが、高精度測定を実現するうえで重要となる。

20

## 【 0 0 0 8 】

本発明の目的は、接触式検出器と画像プローブとを備えた表面性状測定機において、接触式検出器と画像プローブとのオフセット量を正確に求めることができるオフセット量校正方法およびこれを用いた表面性状測定機を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 9 】

本発明のオフセット量校正方法は、被測定物を載置するステージと、前記被測定物の表面に接触されるスタイラスを有する接触式検出器と、前記被測定物の表面画像を撮像する画像プローブと、前記接触式検出器および前記画像プローブと前記ステージとを相対移動させる相対移動機構と、前記相対移動機構の駆動を制御するとともに、前記接触式検出器から得られる測定データおよび前記画像プローブで取得された画像データを処理する制御装置とを備えた表面性状測定機において、前記接触式検出器と前記画像プローブとのオフセット量を求める表面性状測定機のオフセット量校正方法であって、基板と、この基板の表面に2本の交差する直線で4分割形成された分割領域を有し、この分割領域の一方の対角分割領域が他方の対角分割領域の表面よりも高い段差に形成された校正用パターンを表面に形成した校正用治具を、前記ステージ上にセットする校正用治具セット工程と、前記接触式検出器のスタイラスを前記校正用治具の分割領域を跨ぐように相対移動させて、前記分割領域の段差位置を複数測定し、得られた段差位置測定値に対して直線を当てはめ、この当てはめられた2本の直線の交点座標から前記校正用パターンの基準位置を求める第1の校正測定工程と、前記画像プローブによって前記校正用治具の分割領域を撮像して分割領域のエッジを複数検出し、得られたエッジ検出値に対して直線を当てはめ、この当てはめられた2本の直線の交点座標から前記校正用パターンの基準位置を求める第2の校正測定工程と、前記第1の校正測定工程によって求められた基準位置と前記第2の校正測定工程によって求められた基準位置との差からオフセット量を求めるオフセット量算出工程と、を備えたことを特徴とする。

30

40

## 【 0 0 1 0 】

このような構成によれば、校正用パターンを有する校正用治具をステージ上にセットしたのち（校正用治具セット工程）、接触式検出器によって校正用治具の校正用パターンを測定し、校正用パターンの基準位置を求める（第1の校正測定工程）。また、画像プロー

50

ブによって校正用治具の校正用パターンを撮像し、校正用パターンの基準位置を求める（第2の校正測定工程）。最後に、第1の校正測定工程によって求められた基準位置と第2の校正測定工程によって求められた基準位置との差からオフセット量を求める（オフセット量算出工程）。

従って、接触式検出器の測定によって求めた校正用パターンの基準位置と、画像プローブの撮像によって求めた校正用パターンの基準位置との差から、接触式検出器と画像プローブとのオフセット量を求めるようにしたから、接触式検出器と画像プローブとのオフセット量を正確、かつ、簡易に求めることができる。

【0012】

さらに、本発明では、基板の表面に2本の交差する直線で4分割形成された分割領域の一方の対角分割領域が他方の対角分割領域の表面よりも高い段差に形成された校正パターンを有する校正用治具を用いるとともに、第1の校正測定工程において、接触式検出器のスタイラスを校正用治具の分割領域を跨ぐように相対移動させて、分割領域の段差位置を複数測定する。そして、得られた段差位置測定値に対して直線を当てはめるとともに、この当てはめられた2本の直線の交点座標を求めれば、その交点座標から校正用パターンの基準位置を求めることができる。

10

また、第2の校正測定工程において、画像プローブによって校正用治具の分割領域を撮像し、つまり、分割領域を跨ぐように走査することにより、分割領域のエッジを複数検出する。そして、得られたエッジ検出値に対して直線を当てはめるとともに、この当てはめられた2本の直線の交点座標を求めれば、その交点座標から校正用パターンの基準位置を求めることができる。

20

従って、基板の表面に2本の交差する直線で4分割形成された分割領域の一方の対角分割領域が他方の対角分割領域の表面よりも高い段差に形成された校正用パターンを有する校正用治具を用いたので、比較的簡単かつ安価な校正用治具で、接触式検出器と画像プローブとのオフセット量を正確に求めることができる。

【0015】

本発明の表面性状測定機は、被測定物を載置するステージと、前記被測定物の表面に接触されるスタイラスを有する接触式検出器と、前記被測定物の表面画像を撮像する画像プローブと、前記接触式検出器および前記画像プローブと前記ステージとを相対移動させる相対移動機構と、前記相対移動機構の駆動を制御するとともに、前記接触式検出器から得られる測定データおよび前記画像プローブで撮像された画像データを処理する制御装置とを備えた表面性状測定機において、前述した本発明のオフセット量校正方法で求められたオフセット量を記憶するオフセット量記憶手段を備え、前記制御装置は、前記画像プローブによって取り込まれた前記被測定物の画像を基に測定開始位置が指定されると、前記オフセット量記憶手段に記憶されたオフセット量を補正值として、前記接触式検出器のスタイラスが前記被測定物の測定開始位置に接するように、前記相対移動機構の移動軌跡を算出して記憶する移動軌跡算出手段と、この移動軌跡算出手段で求められた移動軌跡に従って前記相対移動機構を動作させるスタイラスセット手段とを含んで構成されている、ことを特徴とする。

30

【0016】

このような構成によれば、まず、画像プローブによって被測定物の画像を取り込んだ後、この取り込まれた被測定物の画像を基に測定開始位置を指定すると、移動軌跡算出手段によって、オフセット量記憶手段に記憶されたオフセット量を補正值として、接触式検出器のスタイラスが被測定物の測定開始位置に接するように、相対移動機構の移動軌跡が算出されて記憶される。こののち、測定を実行すると、移動軌跡算出手段で求められた移動軌跡に従って相対移動機構が動作される。つまり、相対移動機構が記憶された移動軌跡に従って動作され、接触式検出器のスタイラスが被測定物の測定開始位置に接触される。

40

従って、接触式検出器のスタイラスを被測定物の測定開始位置に自動的にセッティングできるから、つまり、従来のように、測定者が、目視でスタイラスの先端と被測定物の測定開始位置の相対位置を調整しながら、スタイラスの先端を被測定物の測定開始位置にセ

50

ッティングしなくてもよいから、測定者への負担を軽減できるとともに、スタイラスと被測定物との干渉を防止できる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の一実施形態に係る表面性状測定機を示す斜視図。

【図2】同上実施形態の接触式検出器および画像プローブ部分を示す拡大斜視図。

【図3】同上実施形態の接触式検出器および画像プローブ部分を示す正面図。

【図4】同上実施形態の画像プローブを示す図。

【図5】同上実施形態の制御システムを示すブロック図。

【図6】同上実施形態のオフセット量校正方法に用いる校正用治具を示す斜視図。

10

【図7】同上実施形態のオフセット量校正方法に用いる校正用治具の格子パターンを示す図。

【図8】同上実施形態のオフセット量校正方法の手順を示すフローチャート。

【図9】同上実施形態のオフセット量校正方法の第1測定工程を示す図。

【図10】同上実施形態のオフセット量校正方法の第2測定工程を示す図。

【図11】同上実施形態のオフセット量校正方法に用いる校正用治具の他の例を示す図。

【図12】図11に示す校正用治具を用いたオフセット量校正方法の手順を示すフローチャート。

【図13】図11に示す校正用治具を用いた第1測定工程を示す図。

【図14】図11に示す校正用治具を用いた第2測定工程を示す図。

20

【発明を実施するための形態】

【0018】

<表面性状測定機の説明(図1~図5参照)>

本実施形態に係る表面性状測定機は、図1および図2に示すように、設置台1と、この設置台1の上面に固定されたベース2と、このベース2上に載置され上面に被測定物を載置するステージ10と、被測定物の表面に接触されるスタイラス24を有する接触式検出器20と、被測定物の表面画像を撮像する画像プローブ30と、接触式検出器20および画像プローブ30とステージ10とを相対移動させる相対移動機構40と、制御装置50とを備える。

【0019】

30

相対移動機構40は、ベース2とステージ10との間に設けられステージ10を水平方向の一方方向(Y軸方向)へ移動させる第1移動機構としてのY軸駆動機構41と、ベース2の上面に立設されたコラム42と、このコラム42に上下方向(Z軸方向)へ移動可能に設けられた昇降部材としてのZスライダ43と、このZスライダ43を上下方向へ昇降させる第2移動機構としてのZ軸駆動機構44と、Zスライダ43に回転機構45(図5参照)を介してY軸を中心として回転可能に設けられた回転プレート46と、この回転プレート46に設けられステージ10の移動方向(Y軸方向)およびZスライダ43の昇降方向(Z軸方向)に対して直交する方向(X軸方向)へ移動可能に設けられたスライド部材としてのXスライダ47と、このXスライダ47をX軸方向へ移動させる第3移動機構としてのX軸駆動機構48とを備える。

40

【0020】

本実施形態では、接触式検出器20および画像プローブ30が、Xスライダ47に取り付けられている。従って、相対移動機構40は、ステージ10をY軸方向へ移動させるY軸駆動機構41と、接触式検出器20および画像プローブ30をZ軸方向へ移動させるZ軸駆動機構44と、接触式検出器20および画像プローブ30をX軸方向へ移動させるX軸駆動機構48とを含む三次元移動機構によって構成されている。

【0021】

Y軸駆動機構41およびZ軸駆動機構44は、図示省略されているが、例えば、ボールねじ軸と、このボールねじ軸に螺合されたナット部材とを有する送りねじ機構によって構成されている。

50

X軸駆動機構48は、駆動機構本体48AにX軸方向と平行に設けられXスライダ47を移動可能に支持したガイドレール48Bと、このガイドレール48Bに沿ってXスライダ47を往復移動させる駆動源(図示省略)等を含んで構成されている。

【0022】

接触式検出器20は、図3に示すように、Xスライダ47に吊り下げ支持された検出器本体21と、この検出器本体21にX軸方向と平行に支持された接触式プローブ22とを備える。接触式プローブ22は、プローブ本体23と、このプローブ本体23に揺動可能に支持され先端にスタイラス24を有するアーム25と、このアーム25の揺動量を検出する検出部26とから構成されている。

【0023】

画像プローブ30は、連結部材31を介して、Xスライダ47に接触式検出器20とともに一体的に連結された筒状のプローブ本体32と、このプローブ本体32の先端に下向きに支持されたプローブヘッド33とを備える。

プローブヘッド33は、図4に示すように、対物レンズ35と、この対物レンズ35の外周に配置された光源としてのLED36と、対物レンズ35を透過した被測定物からの反射光を受光し被測定物の画像を撮像するCCDセンサ37と、LED36の周囲を覆うカバー38とを含んで構成されている、

【0024】

画像プローブ30は、接触式検出器20に対してオフセットされた位置に配置されている。具体的には、図2に示すように、画像プローブ30の対物レンズ35の焦点位置が、Z軸方向において、接触式検出器20のスタイラス24の先端よりもオフセット量OFzだけ下方位置に、また、Y軸方向において、スタイラス24の軸線よりもオフセット量OFyだけ後方へずれた位置に配置されている。なお、X軸方向においては、スタイラス24の軸線と同じ位置、つまり、オフセット量OFx=0の位置に配置されている。

【0025】

制御装置50には、図5に示すように、相対移動機構40、接触式検出器20、画像プローブ30のほかに、入力装置51、表示装置52、記憶装置53が接続されている。

入力装置51は、例えば、携帯型のキーボードやジョイスティックなどによって構成され、各種動作指令やデータの入力のほか、画像プローブ30で取得した画像から、スタイラス24をセットする位置(測定開始位置)を指定できるようになっている。

表示装置52には、画像プローブ30で取得した画像が表示されるとともに、接触式検出器20によって得られた形状や粗さデータが表示される。

記憶装置53には、測定プログラム等を記憶したプログラム記憶部54、接触式検出器20のスタイラス24と画像プローブ30のオフセット量OFx, OFy, OFzを記憶したオフセット記憶手段としてのオフセット量記憶部55、および、測定時に取り込んだ画像データや測定データなどを記憶するデータ記憶部56などが設けられている。

【0026】

制御装置50は、プログラム記憶部54に記憶された測定プログラムに従って、画像プローブ30によって取り込まれた被測定物の画像を基に測定開始位置が指定されると、オフセット量記憶部55に記憶されたオフセット量OFx, OFy, OFzを補正值として、接触式検出器20のスタイラス24が被測定物の測定開始位置に接するように、相対移動機構40の移動軌跡を算出して記憶する移動軌跡算出手段と、この移動軌跡算出手段で求められた移動軌跡に従って相対移動機構40を動作させるスタイラスセット手段と、接触式検出器20のスタイラス24と被測定物とが接触された状態において、相対移動機構40を動作させて接触式検出器20と被測定物とを相対移動させながら被測定物の表面性状を測定する測定実行手段とを備える。

【0027】

更に、制御装置50は、画像プローブ30によって取り込まれた被測定物の画像から被測定物のエッジを検出するエッジ検出機能や、被測定物の高さ方向(Z軸方向)の面に対物レンズの焦点位置が一致するように、対物レンズ35を高さ方向へ変位させて、この変

10

20

30

40

50

位置から被測定物の高さ方向の位置を検出するオートフォーカス機能を備える。エッジ検出機能としては、公知の検出原理を用いることができるが、例えば、画像プローブ30の検出方向に対して直交する方向の平均濃度（明るさの濃度）を求め、この平均濃度が予め設定された閾値を以下の位置をエッジとして検出する方法でもよい。

#### 【0028】

<校正用治具の説明（図6～図7参照）>

校正用治具70は、図6に示すように、略四角板状の固定用台座71と、ガラス製の基板73と、この基板73を固定用台座71に固定する2本の金具72とから構成されている。

固定用台座71は、内部中央部に基板73の裏面をステージ10から浮かすための開口71Aを備えている。

基板73は、表面に段差を有する校正用パターンとしての格子パターン74を備えている。格子パターン74は、図7に示すように、2本の交差する直線、ここでは、2本の直交する直線で4分割形成された分割領域75A, 75B, 75C, 75Dを有し、この分割領域75A, 75B, 75C, 75Dのうち一方の対角分割領域75A, 75Cが他方の対角分割領域75B, 75Dの表面よりも高い段差に形成されている。具体的には、一方の対角分割領域75A, 75Cに、Crなどの材料によって膜厚が約1,100（オングストローム）程度の薄膜が形成され、これにより、分割領域75A, 75B, 75C, 75D間には段差AB, BC, CD, ADを有する格子パターン74が形成されている。

#### 【0029】

<オフセット量校正方法の説明（図8～図10参照）>

接触式検出器20と画像プローブ30とのオフセット量を求めるには、図8のフローチャートに従って処理を行う。

ステップ（以下、STと略す）1において、校正用治具70をステージ10上にセットする（校正用治具セット工程）。

ST2において、接触式検出器20のスタイラス24によって校正用治具70の格子パターン74を測定し、格子パターン74の基準位置、ここでは、中心位置を求める（第1の校正測定工程）

これには、図9に示すように、接触式検出器20のスタイラス24を格子パターン74の分割領域75A～75Dを跨ぐように相対移動させて、分割領域75A～75D間の段差AB, CD, AD, BCの位置を複数箇所（少なくとも2箇所以上）測定する（ST2-1）。得られた段差位置測定値に対して直線X, Yを当てはめ、この当てはめられた2本の直線X, Yの交点座標から格子パターン74の基準位置P1を求める（ST2-2）。

#### 【0030】

ST3において、画像プローブ30によって校正用治具70の格子パターン74を撮像し、格子パターン74の基準位置を求める（第2の校正測定工程）。

これには、図10に示すように、画像プローブ30によって校正用治具70の分割領域75A～75Dを撮像して分割領域75A～75D間の段差AB, CD, AD, BC、つまり、エッジの位置を複数箇所（少なくとも2箇所以上）検出する（ST3-1）。得られたエッジ検出値に対して直線X, Yを当てはめ、この当てはめられた2本の直線X, Yの交点座標から格子パターン74の基準位置P2を求める（ST3-2）。

#### 【0031】

ST4において、第1の校正測定工程によって求められた基準位置P1と第2の校正測定工程によって求められた基準位置P2との差（P1-P2）からオフセット量を求めたのち（オフセット量算出工程）、そのオフセット量をオフセット量記憶部55に記憶させる。これにより、オフセット量の校正が完了する。

#### 【0032】

<測定動作の説明>

測定にあたっては、入力装置 5 1 からの指令で、画像プローブ 3 0 によって被測定物の画像を取得する。すると、被測定物の画像データがデータ記憶部 5 6 に格納されたのち、表示装置 5 2 に表示される。

#### 【 0 0 3 3 】

ここで、表示装置 5 2 に表示された画像を基に、入力装置 5 1 から測定開始位置（接触式検出器 2 0 のスタイラス 2 4 を最初に接触させる位置）を指定すると、制御装置 5 0 は、オフセット量記憶部 5 5 に記憶されたオフセット量  $OF_x$  ,  $OF_y$  ,  $OF_z$  を考慮して、接触式検出器 2 0 のスタイラス 2 4 が被測定物の測定開始位置に接するように、相對移動機構 4 0 の移動軌跡を算出してプログラム記憶部 5 4 に記憶する。

#### 【 0 0 3 4 】

その後、測定開始指令が出されると、制御装置 5 0 は、移動軌跡算出手段で求められた移動軌跡に従って相對移動機構 4 0 を動作させたのち、接触式検出器 2 0 のスタイラス 2 4 と被測定物とを接触させる。この状態において、相對移動機構 4 0 を動作させて接触式検出器 2 0 と被測定物とを相對移動させながら被測定物の表面性状を測定する。

#### 【 0 0 3 5 】

<実施形態の効果>

本実施形態によれば、被測定物の表面に接触されるスタイラス 2 4 を有する接触式検出器 2 0 と、被測定物の表面画像を撮像する画像プローブ 3 0 とを備えたので、画像プローブ 3 0 によって被測定物の画像を取り込んだのち、この取り込んだ画像を基に、接触式検出器 2 0 のスタイラス 2 4 を被測定物の測定箇所自動的に接触させるようにしたので、従来のように、測定者が、目視でスタイラスの先端と被測定物の測定箇所の相對位置を調整しながら、スタイラスの先端を被測定物の測定開始位置にセッティングしなくてもよいため、測定者への負担を軽減できるとともに、スタイラス 2 4 と被測定物との干渉を防止できる。

#### 【 0 0 3 6 】

また、接触式検出器 2 0 のスタイラス 2 4 と画像プローブ 3 0 とは、Z 軸方向および Y 軸方向にオフセット量  $OF_z$  ,  $OF_y$  だけずれて配置されているから、それぞれの測定時に他を退避させる機構を付けなくても、測定に支障を与えることがない。

しかも、接触式検出器 2 0 のスタイラス 2 4 の先端と画像プローブ 3 0 とのオフセット量  $OF_x$  ,  $OF_y$  ,  $OF_z$  はオフセット量記憶部 5 5 に記憶され、このオフセット量記憶部 5 5 に記憶されたオフセット量を考慮して、接触式検出器 2 0 のスタイラス 2 4 が被測定物の測定開始位置に接触するように、相對移動機構 4 0 の移動軌跡が算出され、この移動軌跡に従って相對移動機構 4 0 が動作されるから、接触式検出器 2 0 のスタイラス 2 4 を被測定物の測定開始位置に正確に接触させることができる。

#### 【 0 0 3 7 】

また、接触式検出器 2 0 のスタイラス 2 4 と画像プローブ 3 0 とのオフセット量の校正にあたって、基板 7 3 の表面に 2 本の交差する直線で 4 分割形成された分割領域 7 5 A ~ 7 5 D の一方の對角分割領域 7 5 A , 7 5 C が他方の對角分割領域 7 5 B , 7 5 D の表面よりも高い段差に形成された格子パターン 7 4 を有する校正用治具 7 0 を用いるとともに、第 1 の校正測定工程において、接触式検出器 2 0 のスタイラス 2 4 を校正用治具 7 0 の分割領域 7 5 A ~ 7 5 D を跨ぐように相對移動させて、分割領域 7 5 A ~ 7 5 D 間の段差位置の測定を行う。そして、得られた段差位置測定値に対して直線を当てはめるとともに、この当てはめられた 2 本の直線の交点座標を求めれば、その交点座標から格子パターン 7 4 の基準位置 P 1 を求めることができる。

#### 【 0 0 3 8 】

また、第 2 の校正測定工程において、画像プローブ 3 0 によって校正用治具 7 0 の分割領域 7 5 A ~ 7 5 D を撮像し、つまり、分割領域 7 5 A ~ 7 5 D を跨ぐように走査することにより、分割領域 7 5 A ~ 7 5 D のエッジを検出する。そして、得られたエッジ検出値に対して直線を当てはめるとともに、この当てはめられた 2 本の直線の交点座標を求めれば、その交点座標から格子パターン 7 4 の基準位置 P 2 を求めることができる。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 3 9 】

最後に、オフセット量算出工程において、第1の校正測定工程によって求められた基準位置P1と第2の校正測定工程によって求められた基準位置P2との差を求めれば、接触式検出器20と画像プローブ30とのオフセット量を求めることができる。

このようにして、接触式検出器20と画像プローブ30とのオフセット量を求めるようにしたので、簡易かつ安価な構成で、接触式検出器20と画像プローブ30とのオフセット量を正確に求めることができる。

## 【 0 0 4 0 】

また、画像プローブ30を備えているので、画像プローブ30の単独使用による測定も可能である。

例えば、画像プローブ30によって取得した画像から、線幅や孔径などを測定することができるほか、画像プローブ30のオートフォーカス機能を用いて、対物レンズ35の光軸方向の寸法（段差寸法）なども測定できる。

## 【 0 0 4 1 】

また、相対移動機構40は、被測定物を載置するステージ10をY軸方向へ移動させるY軸駆動機構41と、接触式検出器20および画像プローブ30をX軸方向およびZ軸方向へ移動させるX軸駆動機構48およびZ軸駆動機構44とを含んで構成されているから、被測定物と接触式検出器20および画像プローブ30とを三次元方向、つまり、互いに直交するX軸方向、Y軸方向およびZ軸方向へ移動させることができる。従って、被測定物の測定部位がどのような向きや姿勢であっても形状や表面粗さを測定できる。

しかも、接触式検出器20および画像プローブ30は、共に、Xスライダ47にオフセットして取り付けられているから、接触式検出器20および画像プローブ30を別々に移動させる機構を設ける場合に比べ、構造を簡素化でき、安価に構成できる。

## 【 0 0 4 2 】

また、画像プローブ30は、対物レンズ35と、この対物レンズ35の外周に配置された光源としてのLED36と、対物レンズ35を透過した被測定物からの反射光を受光し被測定物の画像を撮像するCCDセンサ37とを含んで構成されているから、被測定物の表面画像を対物レンズ35を通じてCCDセンサ37で高精度に取得できる。しかも、対物レンズ35の周囲にLED36が配置されているから、照明装置を別途設ける場合に比べ、コンパクト化できる。

## 【 0 0 4 4 】

本発明には含まれないが、校正用治具については、次のような構成とすることもできる。例えば、基板73の表面に形成される校正用パターンについては、図11に示すように、中心に円形領域77Aを有し、この円形領域77Aの内側および外側のいずれか一方、ここでは、内側が外側領域77Bの表面よりも高い段差に形成された校正用パターンとしての円形パターン76であってもよい。

このような円形パターン76を有する校正用治具80を用いて、接触式検出器20と画像プローブ30とのオフセット量を求めるには、図12のフローチャートに従って処理を行う。

## 【 0 0 4 5 】

ST11において、校正用治具80をステージ10上にセットする（校正用治具セット工程）。

ST12において、接触式検出器20のスタイラス24によって校正用治具80の円形パターン76を測定し、円形パターン76の基準位置を求める（第1の校正測定工程）。

これには、図13に示すように、接触式検出器20のスタイラス24を円形領域77Aを跨ぐように相対移動させ、例えば、円形領域77Aの中心から外側へ向かって相対移動させ、円形領域77Aと外側領域77Bとの間の段差ABの位置を複数箇所（少なくとも3箇所以上）測定する（ST12-1）。得られた段差位置測定値に対して円（理想円）を当てはめ、この当てはめられた円の中心座標から円形パターン76の基準位置P1を求める（ST12-2）。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 6 】

S T 1 3 において、画像プローブ 3 0 によって校正用治具 8 0 の円形パターン 7 6 を撮像し、円形パターン 7 6 の基準位置を求める（第 2 の校正測定工程）。

これには、図 1 4 に示すように、画像プローブ 3 0 によって校正用治具 8 0 の円形領域 7 7 A を撮像して円形領域 7 7 A のエッジ、つまり、段差 A B の位置を複数箇所（少なくとも 3 箇所以上）検出する（S T 1 3 - 1）。そして、得られたエッジ検出値に対して円を当てはめ、この当てはめられた円の中心座標から校正用パターンの基準位置 P 2 を求める（S T 1 3 - 2）。

## 【 0 0 4 7 】

S T 1 4 において、第 1 の校正測定工程によって求められた基準位置 P 1 と第 2 の校正測定工程によって求められた基準位置 P 2 との差（P 1 - P 2）からオフセット量を求めたのち（オフセット量算出工程）、そのオフセット量をオフセット量記憶部 5 5 に記憶させる。

従って、基板 7 3 の表面に、円形領域 7 7 A を有し、この円形領域 7 7 A の内側および外側のいずれか一方が他方の表面よりも高い段差に形成された円形パターン 7 6 を有する校正用治具 8 0 を用いたため、比較的簡易かつ安価な構成で、接触式検出器 2 0 と画像プローブ 3 0 とのオフセット量を正確に求めることができる。

## 【 0 0 4 8 】

## &lt; 変形例 &gt;

本発明は、前述の実施形態に限定されるものでなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良などは本発明に含まれる。

接触式検出器 2 0 は、先端にスタイラス 2 4 を有するアーム 2 5 と、このアーム 2 5 の揺動量を検出する検出部 2 6 とを有する接触式プローブ 2 2 を含んで構成されていたが、スタイラス 2 4 が被測定物に表面に接触しながら、被測定物の表面形状や粗さなどを測定できる機構であれば、他の構造であってもよい。

## 【 0 0 4 9 】

画像プローブ 3 0 は、対物レンズ 3 5 と、この対物レンズ 3 5 の外周に配置された光源としての L E D 3 6 と、対物レンズ 3 5 を透過した被測定物からの反射光を受光し被測定物の画像を撮像する C C D センサ 3 7 とを有するプローブヘッド 3 3 を含んで構成されていたが、これに限られない。

例えば、光源としての L E D 3 6 は、画像プローブとは別に設けてもよい。また、対物レンズ 3 5 を交換可能にして、倍率の異なる対物レンズ 3 5 に交換できるようにすれば、被測定物の測定箇所の大きさに応じて最適な作業が実施できる。

## 【 0 0 5 0 】

相対移動機構 4 0 は、ステージ 1 0 を Y 軸方向へ、接触式検出器 2 0 および画像プローブ 3 0 を X 軸方向および Z 軸方向へ移動可能に構成したが、これに限られない。要するに、ステージ 1 0 と接触式検出器 2 0 および画像プローブ 3 0 とが三次元方向へ移動可能であれば、どちらが移動する構造であっても構わない。

また、接触式検出器 2 0 と画像プローブ 3 0 とを別々の相対移動機構によって独立的に移動させるようにしてもよい。

## 【 産業上の利用可能性 】

## 【 0 0 5 1 】

本発明は、例えば、機械加工された複雑形状の被測定物の形状や表面粗さを自動測定する場合などに利用できる。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 5 2 】

- 1 0 ... ステージ、
- 2 0 ... 接触式検出器、
- 2 4 ... スタイラス、

10

20

30

40

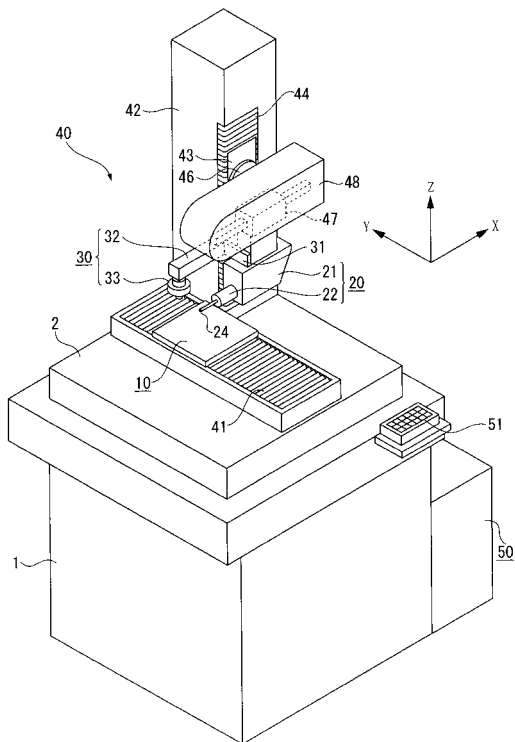
50

- 30 ... 画像プローブ、
- 35 ... 対物レンズ、
- 36 ... LED (光源)
- 37 ... CCDセンサ
- 40 ... 相対移動機構、
- 41 ... Y軸駆動機構 (第1移動機構)、
- 42 ... コラム、
- 43 ... Zスライダ、
- 44 ... Z軸駆動機構 (第2移動機構)、
- 47 ... Xスライダ (スライド部材)、
- 48 ... X軸駆動機構 (第3移動機構)
- 55 ... オフセット量記憶部 (オフセット量記憶手段)
- 70 ... 校正用治具、
- 73 ... 基板、
- 74 ... 格子パターン (校正用パターン)、
- 75 A ~ 75 D ... 分割領域、
- 76 ... 円形パターン (校正用パターン)、
- 77 A ... 円形領域、
- 77 B ... 外側領域、
- 80 ... 校正用治具、
- AB, BC, CD, AD ... 段差、
- OFx, OFy, OFz ... オフセット量、
- P1, P2 ... 基準位置。

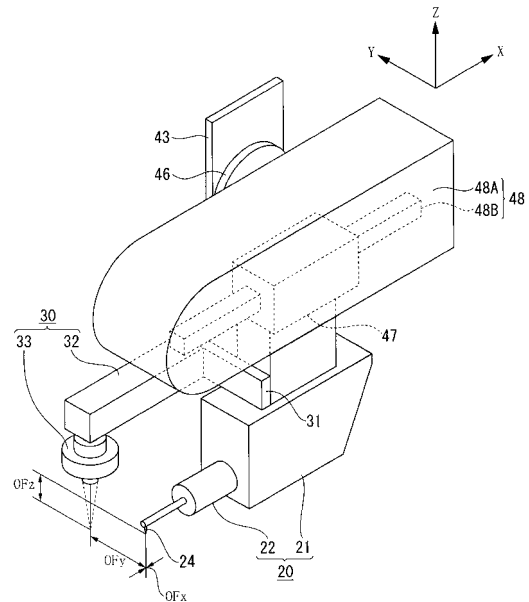
10

20

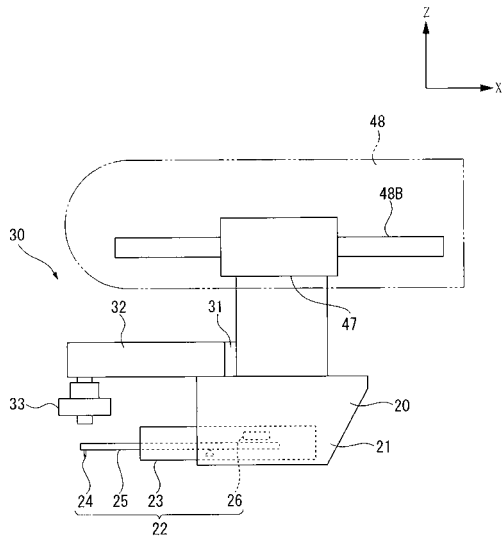
【図1】



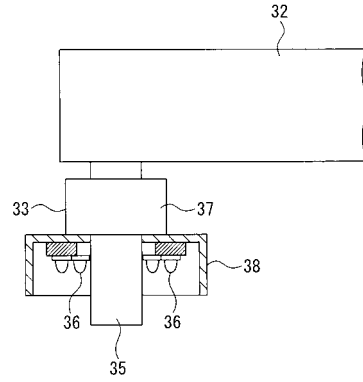
【図2】



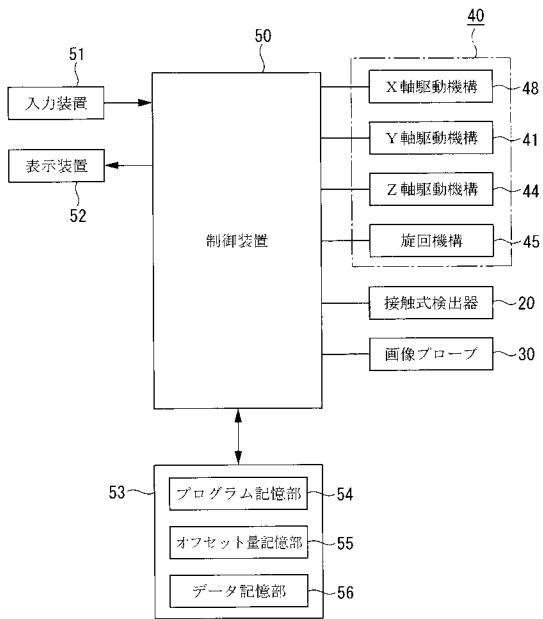
【図3】



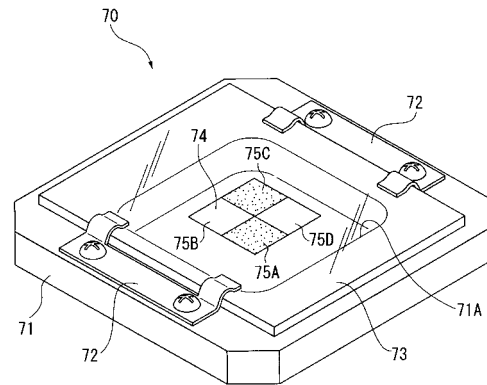
【図4】



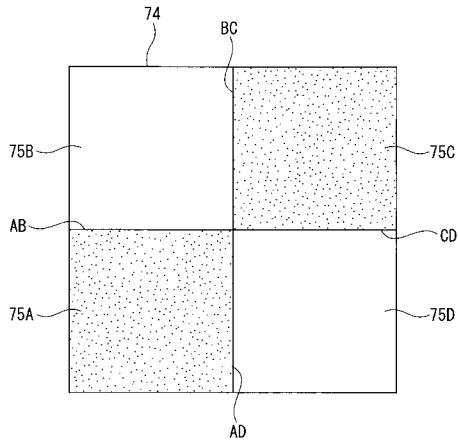
【図5】



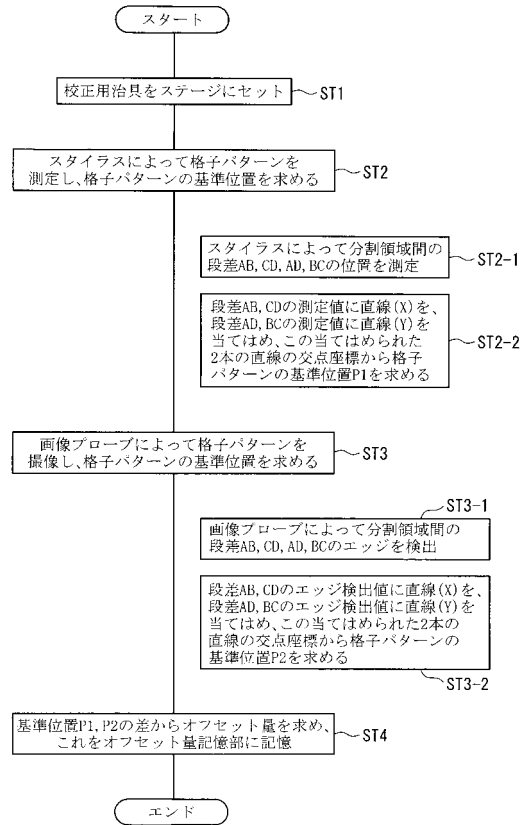
【図6】



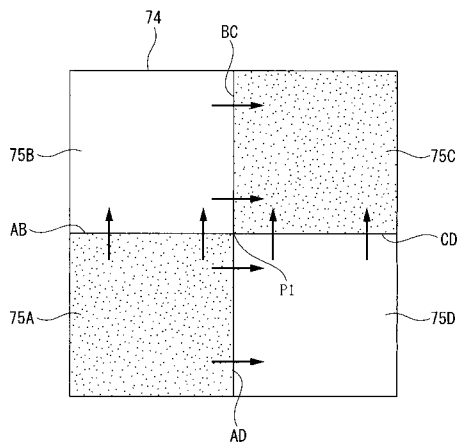
【図7】



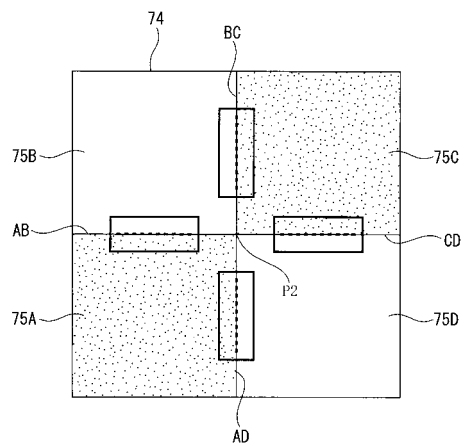
【図8】



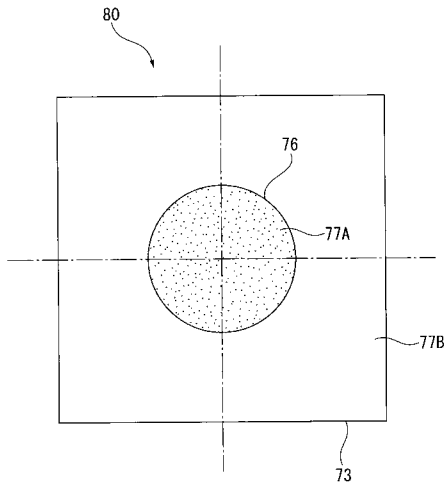
【図9】



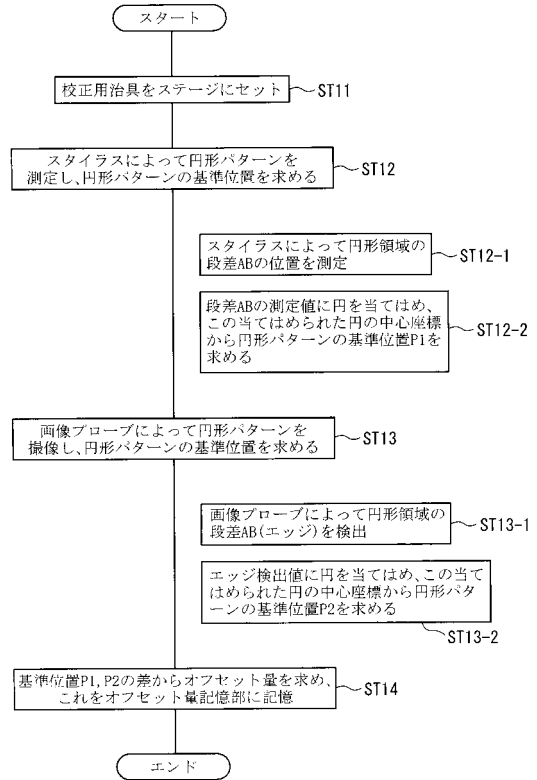
【図10】



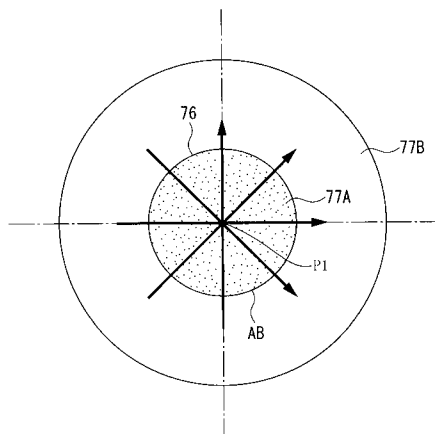
【図11】



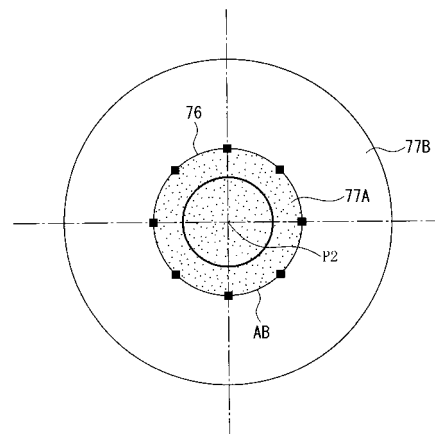
【図12】



【図13】



【図14】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 有田 貞治  
広島県呉市広古新開6 - 8 - 20 株式会社ミットヨ内
- (72)発明者 平野 宏太郎  
広島県呉市広古新開6 - 8 - 20 株式会社ミットヨ内

審査官 梶田 真也

- (56)参考文献 独国特許出願公開第102006014509 (DE, A1)  
特開平11 - 351858 (JP, A)  
特開2003 - 097939 (JP, A)  
特開平10 - 062155 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B	21/00	-	21/32
G01B	5/00	-	5/30