

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3961293号
(P3961293)

(45) 発行日 平成19年8月22日(2007.8.22)

(24) 登録日 平成19年5月25日(2007.5.25)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 B 21/00 (2006.01)

GO 1 B 21/00 E

GO 1 B 21/20 (2006.01)

GO 1 B 21/20 1 O 1

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2002-620 (P2002-620)
 (22) 出願日 平成14年1月7日(2002.1.7)
 (65) 公開番号 特開2003-202219 (P2003-202219A)
 (43) 公開日 平成15年7月18日(2003.7.18)
 審査請求日 平成16年10月28日(2004.10.28)

(73) 特許権者 000137694
 株式会社ミットヨ
 神奈川県川崎市高津区坂戸一丁目20番1号
 (74) 代理人 100079083
 弁理士 木下 實三
 (74) 代理人 100094075
 弁理士 中山 寛二
 (74) 代理人 100106390
 弁理士 石崎 剛
 (72) 発明者 野田 孝
 栃木県宇都宮市下栗町2200番地 株式会社ミットヨ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表面性状倣い測定方法、プログラムおよび記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

倣いプローブによって被測定物の表面性状を測定する表面性状倣い測定方法において、
 前記被測定物を測定する際の、前記被測定物の表面輪郭に対する前記倣いプローブの測定基準位置への測定オフセットを算出するステップと、

前記被測定物の表面輪郭を示す表面輪郭データを入力するステップと、

前記表面輪郭データに対して、前記被測定物の表面輪郭の略法線方向の外側へ前記測定オフセットだけ離隔した倣い測定軌道を算出するステップと、

前記倣い測定軌道に沿って前記倣いプローブを相対移動させて前記被測定物を軌道倣い測定するステップと、

前記被測定物を測定する際の前記倣いプローブの変位出力の適正限界を設定するステップとを備え、

前記測定ステップにおいて、前記倣いプローブの変位出力が前記適正限界を超えた際に、前記倣いプローブの変位出力によって前記表面輪郭を探索しながら測定する自律倣い測定を行うことを特徴とする表面性状倣い測定方法。

【請求項2】

請求項1に記載の表面性状倣い測定方法において、

前記測定ステップにおいて前記自律倣い測定を行う際、前記測定基準位置の前記測定軌道からの離隔距離が所定値以内である場合、前記自律倣い測定に代えて前記軌道倣い測定を行うことを特徴とする表面性状倣い測定方法。

【請求項 3】

倣いプローブによって被測定物の表面性状を測定する表面性状倣い測定方法において、
前記被測定物を測定する際の、前記被測定物の表面輪郭に対する前記倣いプローブの測定基準位置への測定オフセットを算出するステップと、

前記被測定物の表面輪郭を示す表面輪郭データを入力するステップと、

前記表面輪郭データに対して、前記被測定物の表面輪郭の略法線方向の外側へ前記測定オフセットだけ離隔した倣い測定軌道を算出するステップと、

前記倣い測定軌道に沿って前記倣いプローブを相対移動させて前記被測定物を軌道倣い測定するステップと、

前記被測定物を測定する際の前記倣いプローブの変位出力の適正限界を設定するステップとを備え、

前記測定ステップにおいて、前記倣いプローブの変位出力が前記適正限界を超えた際に、前記倣いプローブの変位出力が前記適正限界内となるように、前記測定オフセットを修正することによって前記倣い測定軌道を修正することを特徴とする表面性状倣い測定方法。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の表面性状倣い測定方法において、

前記表面輪郭データは、前記被測定物の設計データであることを特徴とする表面性状倣い測定方法。

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の表面性状倣い測定方法において、

前記表面輪郭データは、前記被測定物の基準マスターを測定した測定データであることを特徴とする表面性状倣い測定方法。

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の表面性状倣い測定方法をコンピュータに実行させる、ことを特徴とした表面性状倣い測定プログラム。

【請求項 7】

請求項 6 に記載のプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、倣いプローブによる被測定物の粗さ、うねり、輪郭、真円度などの表面性状の倣い測定方法、プログラムおよび記録媒体に関し、特に、被測定物の表面輪郭に沿って倣いプローブを相対移動させて測定を行う表面性状倣い測定方法、プログラムおよび記録媒体に関する。

【0002】

【背景技術】

被測定物の表面性状を測定する測定機としては、粗さ測定機、輪郭形状測定機、真円度測定機、三次元測定機などが知られている。これらの測定機による測定では、接触式あるいは非接触式の測定センサを基準ガイドに沿って移動させ、定盤上に載置された被測定物と測定センサの位置関係から被測定物の表面性状を測定している。

例えば、特願2001-177278号に開示された粗さ測定機では、接触式の検出子をX軸ガイドに沿って駆動し、被測定物の表面の凹凸による検出子の先端の微小な上下変位（Z軸変位）出力と、検出子のX軸方向の変位を検出するX軸検出器出力とから、被測定物の粗さ、うねり、あるいは輪郭形状を測定可能としている。この場合の検出子はX軸ガイドに沿って駆動され、被測定物の凹凸（Z軸変位）に応じて出力を行うので、接触式の1軸倣いプローブとして機能し、測定結果はX軸とZ軸の二次元の倣い測定データとして得られる。この倣い測定は、検出子をガイドによって駆動するので、ガイド倣い測定である。

【0003】

また、他の例として、図5は、倣いプローブ118を三次元測定機100のZ軸スピンドル

10

20

30

40

50

ル 1 1 7 の先端に取り付けて用いる場合の例を示している。

この三次元測定機 1 0 0 は次のように構成されている。

除振台 1 1 1 の上には、定盤 1 1 2 がその上面をベース面として水平面と一致するように載置され、この定盤 1 1 2 の両側端から立設されたビーム支持体 1 1 3 a、1 1 3 b の上端で X 軸方向に延びるビーム 1 1 4 を支持している。ビーム支持体 1 1 3 a は、その下端が Y 軸駆動機構 1 1 5 によって Y 軸方向に駆動される。また、ビーム支持体 1 1 3 b は、その下端がエアベアリングによって定盤 1 1 2 に Y 軸方向に移動可能に支持されている。ビーム支持体 1 1 3 a、1 1 3 b の移動現在位置は Y 軸スケール 2 4 5 (図 6 参照) によって検出される。

【 0 0 0 4 】

ビーム 1 1 4 は、垂直方向 (Z 軸方向) に延びるコラム 1 1 6 を支持する。コラム 1 1 6 は、ビーム 1 1 4 に沿って X 軸方向に駆動される。コラム 1 1 6 の移動現在位置は X 軸スケール 2 4 4 (図 6 参照) によって検出される。コラム 1 1 6 には、Z 軸スピンドル 1 1 7 がコラム 1 1 6 に沿って Z 軸方向に駆動されるように設けられている。Z 軸スピンドル 1 1 7 の移動現在位置は Z 軸スケール 2 4 6 (図 6 参照) によって検出される。

【 0 0 0 5 】

Z 軸スピンドル 1 1 7 の下端には、一例として、接触式の測定子 (接触球) 1 2 1 を備えた倣いプローブ 1 1 8 が装着されている。この倣いプローブ 1 1 8 が、定盤 1 1 2 上に載置された被測定物を測定する。X 軸スケール 2 4 4、Y 軸スケール 2 4 5、Z 軸スケール 2 4 6 には例えば光学式のリニヤスケールなどが使用される。

図 6 のブロック図に示すように、倣いプローブ 1 1 8 には X 軸センサ 2 5 1、Y 軸センサ 2 5 2、Z 軸センサ 2 5 3 が内蔵されており、測定子 1 2 1 の X 軸、Y 軸、Z 軸方向への変位に従って、その変位量を各々出力する。

【 0 0 0 6 】

駆動装置 2 6 0 には、X 軸駆動機構 1 0 5 を駆動する X 軸駆動回路 2 6 1、Y 軸駆動機構 1 1 5 を駆動する Y 軸駆動回路 2 6 2、Z 軸駆動機構 1 2 5 を駆動する Z 軸駆動回路 2 6 3、X 軸スケール 2 4 4 の出力を計数する X 軸カウンタ 2 6 4、Y 軸スケール 2 4 5 の出力を計数する Y 軸カウンタ 2 6 5、Z 軸スケール 2 4 6 の出力を計数する Z 軸カウンタ 2 6 6、X 軸センサ 2 5 1 の出力を計数する X 軸 P カウンタ 2 6 7、Y 軸センサ 2 5 2 の出力を計数する Y 軸 P カウンタ 2 6 8、Z 軸センサ 2 5 3 の出力を計数する Z 軸 P カウンタ 2 6 9 が含まれており、各々は計算機 2 7 0 に接続されている。従って、三次元測定機 1 0 0 の X 軸、Y 軸、Z 軸の各軸は計算機 2 7 0 の指令によって任意速度で任意位置に位置決めが可能である。又、計算機 2 7 0 は各カウンタ 2 6 4 ~ 2 6 9 の計数値を入力して、スピンドル 2 1 7 の X 軸、Y 軸、Z 軸の各軸の現在位置および倣いプローブ 1 1 8 の測定子 1 2 1 の現在変位を知ることが出来るように構成されている。

【 0 0 0 7 】

計算機 2 7 0 は、駆動装置 2 6 0 と情報交換を行うための図示しない接続装置を備えるほかは、公知の計算機と同様で、中央演算装置、記憶装置、入力装置、表示装置、印字装置、出力装置を備えており、記憶装置に格納されたプログラムによって、三次元測定機 1 0 0 の誤差補正、倣いプローブデータの収集、誤差の算出、誤差の表示、誤差の関数化、補正データの出力などの校正処理全般および倣い測定処理全般が自動制御あるいは必要に応じてそれぞれの機能を半自動制御あるいは手動制御される。尚、プログラムや各種データは入力装置を用いて記憶装置へ格納することができる他、出力装置を用いて外部出力できる。

計算機 2 7 0 と駆動装置 2 6 0 との情報交換は通常は有線通信で IEEE 4 8 8 などの伝送制御手順を利用して行われるが、必要に応じて無線通信や光通信などを用いても良い。

【 0 0 0 8 】

ここで用いられる倣いプローブ 1 1 8 の例としては、特開平 5-256640 号公報に示されたプローブがある (図 7 参照)。このプローブは、基台に対してそれぞれ直交方向に移動自在な X スライダと Y スライダと Z スライダを介して触針が支持されており、この基台及び 3

10

20

30

40

50

つのスライダの間の摺動部には加圧空気が送出され空気軸受けを構成することにより極めて摩擦が少ない案内機構が構成されている。また、この基台とZスライダ、ZスライダとYスライダ、YスライダとXスライダの各々の相対変位を検出するZセンサ、Yセンサ、Xセンサの3つのセンサが設けられており、これら3つのセンサによって触針の三次元的な変位量を求めることができるようになっている。

【0009】

これらのセンサは例えばアブソリュート光学式直線スケールが用いられる。従って、この倣いプローブの触針24の先端の測定子（接触球）を被測定物の表面に接触させたまま、被測定物に対して倣いプローブを、被測定物の表面方向に相対移動させれば、測定子は被測定物の表面の輪郭形状に沿って変位するので、被測定物の輪郭形状データを連続的に収集することが出来る。この場合、輪郭形状データは、倣いプローブから出力される3つのセンサの変位出力と、三次元測定機の駆動機構の変位を測定するリニヤスケールの値を合成して求めることが出来、これによって直交3軸（X軸、Y軸、Z軸）による、三次元倣い測定データが得られる。

なお、測定子が被測定物に接触していない場合の倣いプローブのXスライダ、Yスライダ、Zスライダの通常停止位置（復帰位置）は、各々のアブソリュートセンサの原点位置とされる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

これらの測定機による被測定物の測定は次のように行う。

まず、粗さ測定機などによるガイド倣い測定の場合は、被測定物の測定開始点と測定終了点を決定し、その測定範囲において、被測定物表面の凹凸が検出子の測定範囲を超えないように、被測定物の姿勢調整を行った上で、検出子を被測定物表面に接触させ、X軸ガイドにそって検出子を駆動して測定を行う。このように、検出子はX軸ガイドに沿って駆動されるので、被測定物の表面方向がX軸ガイドのガイド方向と一致している必要がある。検出子の測定範囲が狭い場合は、より厳密にこの姿勢調整を行う必要があり、測定能率を低下させるという問題点があった。

【0011】

また、三次元測定機の場合は、特開平3-84408号公報に開示されるように、ワークの測定基準線に対するプローブの方向が一定になるように各軸を同時制御しつつ倣い測定を行う方法の他、特開昭63-131016号公報や特開昭63-131017号公報あるいは特開平8-178646号公報に開示されるような、倣いプローブの測定子の被測定物への押込み量（例えばX、Y、Z軸センサの変位出力合成量）が略一定となるように、常時倣いプローブと被測定物の相対位置関係を制御して倣い測定を行う方法がある。ところが、これらの倣い測定方法（いわゆる自律倣い測定方法）は、輪郭形状未知の被測定物の表面性状の測定が可能であるという利点を有する反面、倣いプローブの姿勢や測定子の押込み量を被測定物との位置関係において常に把握・判断しながら一定制御して被測定物の表面輪郭を探索しながら測定する必要があることから、測定速度を高速化できず、測定能率の向上が難しいという問題点があった。

【0012】

【課題を解決するための手段】

前記問題を解決するために、本発明の表面性状倣い測定方法は、倣いプローブによって被測定物の表面性状を測定する表面性状倣い測定方法において、前記被測定物を測定する際の、前記被測定物の表面輪郭に対する前記倣いプローブの測定基準位置への測定オフセットを算出するステップと、前記被測定物の表面輪郭を示す表面輪郭データを入力するステップと、前記表面輪郭データに対して、前記被測定物の表面輪郭の略法線方向の外側へ前記測定オフセットだけ離隔した倣い測定軌道を算出するステップと、前記倣い測定軌道に沿って前記倣いプローブを相対移動させて前記被測定物を軌道倣い測定するステップと、前記被測定物を測定する際の前記倣いプローブの変位出力の適正限界を設定するステップとを備え、前記測定ステップにおいて、前記倣いプローブの変位出力が前記適正限界

10

20

30

40

50

を超えた際に、前記倣いプローブの変位出力によって前記表面輪郭を探索しながら測定する自律倣い測定を行うことを特徴とする。

【0013】

また、本発明は、上述した表面性状倣い測定方法において、前記測定ステップにおいて前記自律倣い測定を行う際、前記測定基準位置の前記測定軌道からの離隔距離が所定値以内である場合、前記自律倣い測定に代えて前記軌道倣い測定を行うことが好ましい。

また、本発明の他の表面性状倣い測定方法は、倣いプローブによって被測定物の表面性状を測定する表面性状倣い測定方法において、前記被測定物を測定する際の、前記被測定物の表面輪郭に対する前記倣いプローブの測定基準位置への測定オフセットを算出するステップと、前記被測定物の表面輪郭を示す表面輪郭データを入力するステップと、前記表面輪郭データに対して、前記被測定物の表面輪郭の略法線方向の外側へ前記測定オフセットだけ離隔した倣い測定軌道を算出するステップと、前記倣い測定軌道に沿って前記倣いプローブを相対移動させて前記被測定物を軌道倣い測定するステップと、前記被測定物を測定する際の前記倣いプローブの変位出力の適正限界を設定するステップとを備え、前記測定ステップにおいて、前記倣いプローブの変位出力が前記適正限界を超えた際に、前記倣いプローブの変位出力が前記適正限界内となるように、前記測定オフセットを修正することによって前記倣い測定軌道を修正することを中心とする。

【0014】

さらに、本発明は、上述した表面性状倣い測定方法において、前記表面輪郭データは、前記被測定物の設計データであることが好ましい。

また、本発明は、上述した表面性状倣い測定方法において、前記表面輪郭データは、前記被測定物の基準マスターを測定した測定データであることが好ましい。

また、本発明による表面性状倣い測定方法をコンピュータに実行させる表面性状倣い測定プログラムやこのプログラムを記録した記録媒体とすることが好ましい。このようにすれば、例えば、安価な汎用のコンピュータを用いて、そのコンピュータに本プログラムを実行させることが容易になり、本発明の利用促進を大幅に図ることができる。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を用いた好適な実施の形態について図面を用いて説明する。なお、全図中において同一符号を付したものは同一構成要素を表わしている。また、以下の全ての実施形態で用いられる倣いプローブ118は触針の先端に、被測定物Wと接触して測定を行う球状の測定子（接触球）121を備えており、図5に示す三次元測定機100のZ軸スピンドル117の下端に取り付けられて用いられる。

【0016】

図1は、本発明の第1実施形態にかかる表面性状倣い測定方法を示す。

まず、S10で処理を開始し、次にS20において、倣いプローブ118をZ軸スピンドル117の下端へ取付け、被測定物Wを定盤112へ設置する。

その後、S30において、倣いプローブ118によって、定盤上に設置された半径既知の基準球120の測定を行ない、倣いプローブ118の校正を行う。具体的には、測定子121を基準球120に接触させて、3箇所以上の測定を行って、基準球120の中心座標を求め、その中心座標と基準球120の既知の半径から、測定子121の半径 r と測定子121が復帰位置にある場合の中心座標（測定基準位置）を求めて、倣いプローブ118の校正を行う。つまり、この倣いプローブの校正処理によって、X、Y、Z軸カウンタ264、265、266の値は、測定子121の中心座標（測定基準位置）を示すように校正される。

【0017】

次に、S40で測定オフセットを算出する。この測定オフセット Q は、測定子121の半径 r と測定子121の被測定物への押込み量 r から、 $Q = r - r$ として求める。ここで、半径 r はS30で求めたように個別の倣いプローブ118によって決まる固有の値であり、押込み量 r は測定子121を適正量だけ被測定物Wに押込んだ状態での、倣いプ

ロープの各軸の変位出力（X、Y、Z軸Pカウンタの出力）の原点位置からのずれ量の合成値を示す。つまり測定オフセットQは、倣い測定時における測定子121の中心位置（測定基準位置）から被測定物Wの表面輪郭までの距離を示す。これは、測定子121の見かけ上の半径を示す。

【0018】

次に、S50において、被測定物Wの表面輪郭データを入力する。この表面輪郭データは、被測定物Wを設計した際の設計データ（例えばCADデータ）や、被測定物の基準マスターを測定した測定データを計算機270の入力装置（例えば磁気テープ入力装置）から入力したり、あるいはキーボードなどの入力装置を用いて入力する。ここで、被測定物Wは通常、機械加工されたワークであるため、表面輪郭形状に対して加工公差が設定されているが、基準マスターとは、例えばこの公差の中央値となるように仕上げられたワークを言う。

10

【0019】

その後、S60によって被測定物Wの特徴部分を測定して被測定物Wが定盤112上へ設置された位置と姿勢を求めて被測定物座標系を設定する。その後、表面輪郭データの座標系が被測定物座標系に一致するように照合校正を行う。より具体的には、X、Y、Z軸カウンタ264、265、266の値が、表面輪郭データの座標系において測定子121が復帰位置にある場合の測定子121の中心座標（測定基準位置）を示すように照合校正される。ここで、被測定物Wの特徴部分としては、穴中心位置、平面の座標値、球面の中心位置などが用いられるが、一般的には被測定物Wを設計した際の設計上の基準点を用いる

20

【0020】

次に、S70において、被測定物の表面輪郭の略法線方向の外側へ前記測定オフセットだけ離隔した表面輪郭データに対する倣い測定軌道Mを算出する。例えば、半径Rの球状の被測定物Wの倣い測定箇所Tを測定する場合において、図4（a）、（b）に示すように倣い測定箇所Tにおける法線方向の外側へ測定オフセットQだけ離隔した倣い測定軌道Mを算出する。この例では被測定物Wとして球の例を示したが、幾何形状としては任意でよく、また複数の幾何形状の組み合わせであっても良い。

【0021】

その後、S80において、倣い測定プローブ118の測定基準位置（X、Y、Z軸カウンタ264、265、266の値）が倣い測定軌道Mに沿うように倣いプローブ118を移動させて被測定物Wの倣い測定箇所Tの軌道倣い測定を行う。但し、この軌道倣い測定において、測定子121の半径は r （ $>$ 測定オフセットQ）であるので、測定子121の中心が実際に倣い測定軌道Mに沿って移動するわけではないが、このように制御を行うことによって、倣いプローブ本体に対して測定子121が押込まれ（変位し）、最適な押込み量 r が維持されたまま軌道倣い測定が行われる。

30

【0022】

この測定において、例えば一定時間ごとにX、Y、Z軸Pカウンタ267、268、269とX、Y、Z軸カウンタ264、265、266の値をサンプリングして記憶・格納しておく。そして、サンプリング終了後、X軸Pカウンタ267とX軸カウンタ264の値、Y軸Pカウンタ268とY軸カウンタ265の値、Z軸Pカウンタ269とZ軸カウンタ266の値を、それぞれ合成することによって倣い測定箇所Tの倣い測定値を得ることができる。この倣い測定値の座標系は、表面輪郭データの座標系と一致しているので、両者を照合して誤差を算出する。

40

その後、S90において全ての測定処理を終了する。

【0023】

この図1に示す第1の実施形態によれば、次に示す効果がある。

（1）被測定物の表面輪郭データを元にして倣い測定軌道を算出し、この倣い測定軌道に沿って倣いプローブ118を相対移動させて被測定物Wの軌道倣い測定を行うので、倣いプローブの変位出力によって表面輪郭を探索しながら測定する場合の自律倣い測定速度（

50

例えば 20 mm/sec) に比べて、表面輪郭を探索する必要がなくなるので、はるかに高速 (例えば 100 mm/sec) で測定が行え、測定能率が飛躍的に向上する。

(2) 倣いプローブ 118 の測定子 121 の半径 r と最適押込み量 r から測定オフセット Q を算出し、この測定オフセット Q を用いて倣い測定軌道 M を算出するので、最適な倣い測定軌道が算出でき、倣い測定精度が向上する。

【0024】

(3) 座標系照合を行って、被測定物座標系が表面輪郭データの座標系と一致するように照合校正を行うので、被測定物 W を定盤 112 へ設置する場合に、位置条件や姿勢条件などの設置条件の制約を解消でき、測定段取りの短縮化が可能となる。

(4) 被測定物 W の表面輪郭データとして、設計データを用いることができるので、表面輪郭データの入力処理が簡略化できて測定段取りが短縮化できるほか、表面輪郭データの精度を向上できるので、倣い測定軌道 M の精度向上、ひいては倣い測定精度が向上する。

(5) 被測定物 W の表面輪郭データとして、マスター測定データを用いることができるので、マスターとの誤差照合が容易かつ正確になる。より具体的には、例えば合せ金型などにおいて、雄型をマスターとして倣い測定し、これを表面輪郭データとして用いれば、雌型の倣い測定において、より精度の高い測定が可能となり、合せ金型としての良否の判定が容易になる。

【0025】

つぎに図 2 において、本発明の第 2 実施形態にかかる表面性状倣い測定方法を示す。

S110 から S140 までは、図 1 における S10 から S40 と同一であるので、説明 を省略する。

S150 では、倣い測定における適正限界の設定を行う。この適正限界とは、倣い測定において、測定子 121 が被測定物 W に押込まれ、倣いプローブ本体に対して測定子 121 が変位した時の、 X 、 Y 、 Z 軸 P カウンタの個々の変位限界およびこれら 3 軸の合成変位 (X 、 Y 、 Z 軸 P カウンタの個々の変位の自乗加算値の平方根) の変位限界をいう。この適正限界は、通常、最適な押込み量 r に対して、 $r + L$ 及び $r - L$ のように両側 (押込みが深くなる側の限界と押込みが浅くなる場合の限界の両者) に設定するが、 $r + L$ あるいは、 $r - L$ のように片側のみに設定しても良い。

【0026】

S160 から 180 は図 1 における S50 から S70 と同一であるので、説明を省略する 。

S190 では、倣い測定プローブ 118 の測定基準位置 (測定子 121 の中心位置 = X 、 Y 、 Z 軸カウンタ 264、265、266 の値) が倣い測定軌道 M に沿うように倣いプローブ 118 を移動させて被測定物 W の倣い測定箇所 T の軌道倣い測定を開始する。

その後、S200 において、倣いプローブ 118 の X 、 Y 、 Z 軸 P カウンタの各軸の変位出力値、あるいはそれらの合成値が、適正限界を超過しているか否かがチェックされ、超過している場合は S210 へ、超過していない場合は S220 へ処理が分岐される。この S200 での限界超過チェックは、後述する自律倣い測定が行われた場合には、倣いプローブ 118 の測定基準位置 (X 、 Y 、 Z 軸カウンタ 264、265、266 の値) が倣い測定軌道 M からずれている量を計算し、そのずれ量が $+L$ あるいは $-L$ を超えているか否 かによって、超過している場合は S210 へ、超過していない場合は倣い測定プローブ 118 の測定子 121 の中心 (測定基準位置) を倣い測定軌道 M へ位置決めした後、S220 へ処理が分岐される。

【0027】

S210 が実行された場合は、自律倣い測定が行われる。この自律倣い測定が実行されると、倣いプローブ 118 の X 、 Y 、 Z 軸 P カウンタの各軸の変位出力値、及びそれらの合成値が、最適な押込み量 r になるように、 X 軸駆動回路 261、 Y 軸駆動回路 262、 Z 軸駆動回路 263 を制御して被測定物の表面輪郭を探索しながら測定が行われるので、倣い測定軌道 M は無視される。ここでの自律倣い測定は各種の公知の技術を用いることができる。

S 2 2 0 が実行された場合は、図 1 の S 8 0 と同様に、倣い測定プローブ 1 1 8 の測定基準位置 (X、Y、Z 軸カウンタ 2 6 4、2 6 5、2 6 6 の値) が倣い測定軌道 M に沿うように倣いプローブ 1 1 8 を移動させて被測定物 W の倣い測定箇所 T の軌道倣い測定を行う。

【 0 0 2 8 】

その後、S 2 3 0 において被測定物 W の倣い測定箇所 T がすべて測定されたか否かがチェックされる。そして、測定が完了していない場合は S 2 0 0 へ処理が分岐され、測定が完了している場合は、S 2 4 0 によって倣い測定終了処理が行われる。すなわち、S 2 4 0 では X 軸 P カウンタ 2 6 7 と X 軸カウンタ 2 6 4 の値、Y 軸 P カウンタ 2 6 8 と Y 軸カウンタ 2 6 5 の値、Z 軸 P カウンタ 2 6 9 と Z 軸カウンタ 2 6 6 の値、をそれぞれ合成することによって倣い測定箇所 T の倣い測定値を得る。この倣い測定値の座標系は、表面輪郭データの座標系と一致しているので、両者を照合して誤差を算出する。

その後、S 2 5 0 において全ての測定処理を終了する。

【 0 0 2 9 】

この図 2 に示す第 2 の実施形態によれば、第 1 実施形態における (1) ~ (5) の効果の他に次に示す効果がある。

(6) 倣い測定における測定子 1 2 1 の被測定物 W への押込み量について適正限界の設定を行い、この適正限界判断の結果、押込みが深すぎる、あるいは浅すぎる場合は、自律倣い測定に切替えることができるので、表面輪郭データと被測定物 W の輪郭形状の一部が異なる場合であっても正確に倣い測定を行うことが出来る。

(7) 一時的に自律倣い測定に切り替わった場合であっても、倣いプローブ 1 1 8 の測定基準位置 (X、Y、Z 軸カウンタ 2 6 4、2 6 5、2 6 6 の値) と倣い測定軌道 M のずれ量を計算し、そのずれ量が所定値以内となった場合は、自律倣い測定を解除し、倣い測定軌道 M 上での軌道倣い測定を行えるので、測定的高速性が犠牲とならない。

【 0 0 3 0 】

つぎに図 3 において、本発明の第 3 実施形態にかかる表面性状倣い測定方法を示す。

この第 3 実施形態と第 2 実施形態の相違点は、S 4 0 0 における限界超過チェックの内容と、S 4 1 0 における倣い測定軌道修正処理を行う点のみが相違し、その他は第 2 実施形態と同一である。すなわち、S 3 1 0 から S 3 9 0 および、S 4 2 0 から S 4 5 0 は、図 2 における S 1 1 0 から S 1 9 0 および、S 2 2 0 から S 2 5 0 に同一である。

S 4 0 0 における限界超過チェックは、倣いプローブ 1 1 8 の各軸の変位出力値 (X、Y、Z 軸 P カウンタの各軸の出力値)、あるいはそれらの合成値が、適正限界を超過しているか否かがチェックされ、超過している場合は S 4 1 0 へ、超過していない場合は S 4 2 0 へ処理が分岐される。

【 0 0 3 1 】

S 4 1 0 が実行された場合は、倣い測定軌道 M が修正される。S 4 0 0 でチェックされた測定子 1 2 1 の押込み量が $r + L$ を超えている場合 (大きい場合) は、押込みが深すぎることになるので、測定オフセット Q を L だけ大きくして、S 3 8 0 と同様に倣い測定軌道 M を算出する。一方、S 4 0 0 でチェックされた測定子 1 2 1 の押込み量が $r - L$ を超えている場合 (小さい場合) は、押込みが浅すぎることになるので、測定オフセット Q を L だけ小さくして、S 3 8 0 と同様に倣い測定軌道 M を算出する。その後、倣いプローブ 1 1 8 の測定子 1 2 1 の中心位置 (測定基準位置) が修正された倣い測定軌道 M 上に位置するよう倣いプローブ 1 1 8 を移動させた後、S 4 2 0 において軌道倣い測定を継続する。

【 0 0 3 2 】

この図 3 に示す第 3 の実施形態によれば、前記実施形態における (1) ~ (7) の効果の他に次に示す効果がある。

(8) 倣い測定における測定子 1 2 1 の被測定物 W への押込み量について適正限界の設定を行い、この適正限界判断の結果、押込みが深すぎる、あるいは浅すぎる場合は、測定オフセット Q を修正し、倣い測定軌道 M を修正して測定を続行できるので、表面輪郭データ

10

20

30

40

50

と被測定物Wの輪郭形状の一部あるいは全部が異なる場合であっても、測定の高速度を保ちつつ、正確に軌道倣い測定を行うことができる。

(9) 測定オフセットQの修正は何回でも行うことができる他、正值に限らず負値となっても良いので、倣い測定軌道Mの修正自由度が大きく、表面輪郭データと被測定物Wの輪郭形状との差違が大きい場合であっても、測定の高速度を保ちつつ、正確に軌道倣い測定を行うことができる。

【0033】

以上、本発明について好適な実施形態を挙げて説明したが、本発明は、この実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲での変更が可能である。

たとえば、各実施形態においては、接触式のプローブに限って説明したが、CCDカメラやイメージセンサあるいは静電容量式や電磁誘導式の非接触倣いプローブでもよい。さらに距離計や粗さ測定機や真円度測定機、輪郭形状測定機などに用いられる変位計を用いた倣いプローブであっても良い。この場合、測定オフセットQは、例えばCCDカメラやイメージセンサの焦点位置あるいは変位計の測定基準位置に対してゼロとすることができる。

【0034】

さらに、倣い測定プローブの測定子は球状でなくとも、算盤珠状、円盤状などでも良い。また、倣いプローブ118の校正は基準球120を用いる場合に限って説明したが、精密加工されたゲージブロックなどを用いても良い。

また、測定装置としては三次元測定機を用いる場合に限って説明したが、その他の粗さ測定機、輪郭形状測定機、真円度測定機、画像測定機などに用いられる倣いプローブであっても、本発明による高精度な表面性状倣い測定方法を実施することができる。

【0035】

さらに、これらの表面性状倣い測定方法をコンピュータに実行させる表面性状倣い測定プログラムとしてもよく、この表面性状倣い測定プログラムは、CD-ROMなどの可搬形の記憶メディアを用いて、各種のコンピュータで実行可能な形で格納することができる。また、この表面性状倣い測定プログラムは、機械言語に翻訳されるコンパイル形式であっても、あるいは中間言語に翻訳されるインタプリタ形式であっても良い。

【0036】

また、計算機270に前記表面性状倣い測定プログラムを実行させてプローブの表面性状倣い測定装置を構成することができる。すなわち、図1から図3のS30、S130、S320によって倣いプローブ校正手段を、S40、S140、S340によって測定オフセット算出手段、S50、S160、S360によって表面輪郭データ入力手段、S60、S170、S370によって座標系照合手段、S70、S180、S380によって倣い測定軌道算出手段、S80、S220、S420によって倣い測定手段、S150、S350によって適正限界設定手段、S190、S390によって倣い測定開始手段、S200、S400によって限界超過判定手段、S230、S430によって倣い測定終了判定手段、S240、S440によって倣い測定終了手段、S210によって自律倣い測定手段、S410によって倣い測定軌道修正手段を構成することができる。

【0037】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、被測定物の表面性状倣い測定を高精度かつ高速度で能率よく行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る第1実施形態の表面性状倣い測定方法を示すフローチャートである。

【図2】本発明に係る第2実施形態の表面性状倣い測定方法を示すフローチャートである。

【図3】本発明に係る第3実施形態の表面性状倣い測定方法を示すフローチャートである。

【図4】本発明に係る表面性状倣い測定方法の説明図である。

【図 5】本発明を実施する三次元測定機の斜視図である。

【図 6】同三次元測定機システムのブロック図である。

【図 7】倣いプローブの構造を示す断面図である。

【符号の説明】

100 三次元測定機

118 プローブ

120 基準球

121 測定子

260 駆動装置

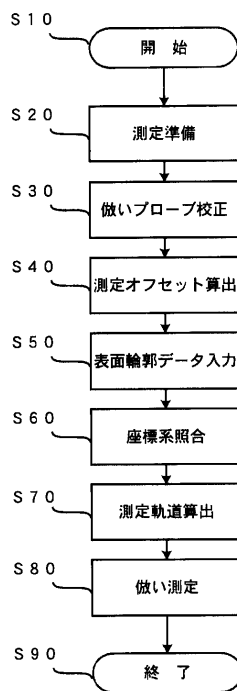
270 計算機

Q 測定オフセット

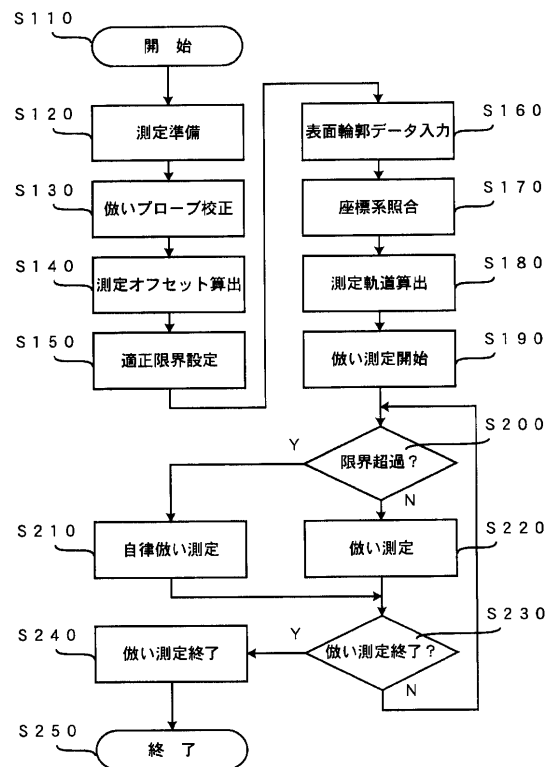
T 倣い測定箇所

M 倣い測定軌道

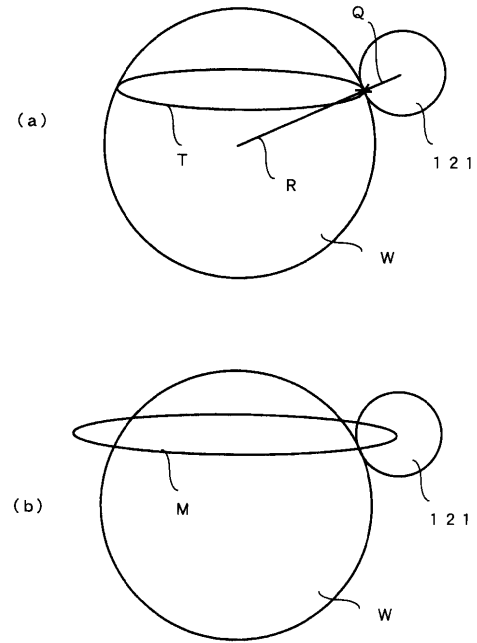
【図 1】



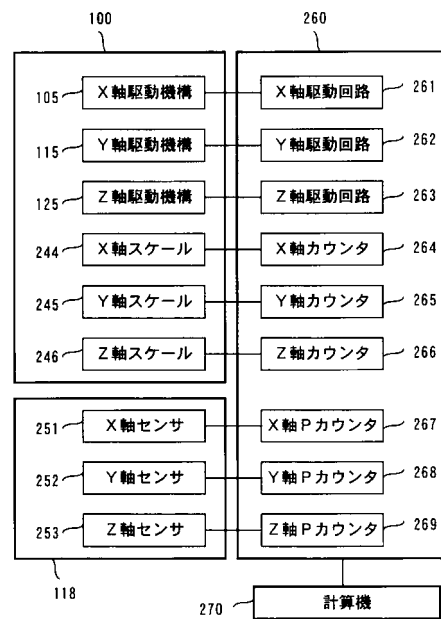
【図 2】



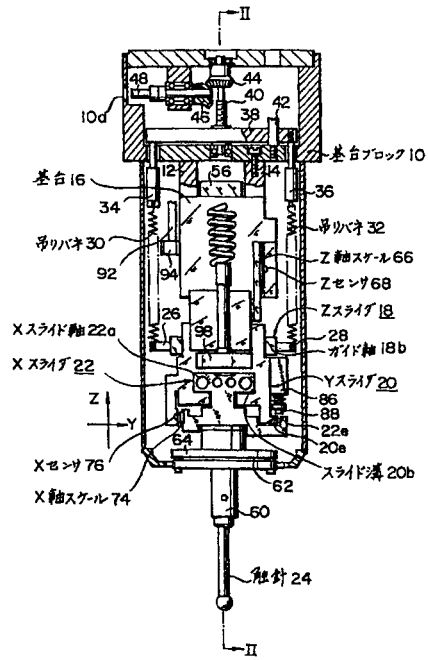
【 図 4 】



【 図 6 】



【圖 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 水上 一己
栃木県宇都宮市下栗町2200番地 株式会社ミットヨ内
- (72)発明者 青柳 信一郎
栃木県宇都宮市下栗町2200番地 株式会社ミットヨ内
- (72)発明者 杉田 耕造
栃木県宇都宮市下栗町2200番地 株式会社ミットヨ内

審査官 山田 昭次

- (56)参考文献 特開昭62-226008(JP,A)
特開平05-223560(JP,A)
特開2001-099639(JP,A)
特開平08-178646(JP,A)
特開2000-039302(JP,A)
特開平06-161533(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01B 21/00-21/32
G01B 5/00- 5/30