

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-96722

(P2010-96722A)

(43) 公開日 平成22年4月30日(2010.4.30)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G 0 1 B 11/26 (2006.01)	G 0 1 B 11/26	2 F 0 6 5
B 2 4 B 49/12 (2006.01)	B 2 4 B 49/12	3 C 0 3 4

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2008-270042 (P2008-270042)	(71) 出願人	000002107
(22) 出願日	平成20年10月20日(2008.10.20)		
		(74) 代理人	100091340
			弁理士 高橋 敬四郎
		(74) 代理人	100105887
			弁理士 来山 幹雄
		(74) 代理人	100141302
			弁理士 鶴飼 伸一
		(72) 発明者	清田 芳永
			神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友重
			機械工業株式会社横須賀製造所内
		(72) 発明者	小松 広和
			神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友重
			機械工業株式会社横須賀製造所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 姿勢測定方法及び研削装置

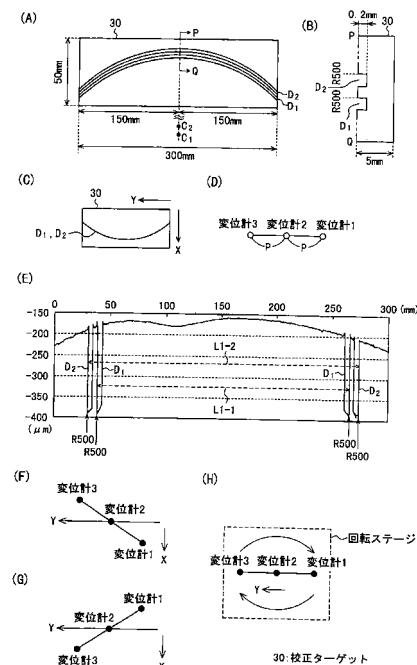
(57) 【要約】

【課題】 複数のセンサの計測位置を結ぶ直線とスキャン方向との相対位置関係を高精度に計測する。

【解決手段】 (a) 評価対象物の表面上で計測位置を移動させることによって、表面の高さ方向の、面内における変化を計測する第1及び第2のセンサの計測位置を、1つの円周の少なくとも一部を構成する段差パターンと2箇所で交差する直線に沿って並進移動させ、第1及び第2のセンサの計測位置が、段差パターンと交差する面内位置の情報を取得する。(b) 取得された情報に基づいて、第1のセンサの計測位置と第2のセンサの計測位置とを結ぶ直線と、並進移動の方向との相対位置関係を求める。

【選択図】

図 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

(a) 評価対象物の表面上で計測位置を移動させることによって、該表面の高さ方向の、面内における変化を計測する第 1 及び第 2 のセンサの該計測位置を、1 つの円周の少なくとも一部を構成する段差パターンと 2 箇所で交差する直線に沿って並進移動させ、該第 1 及び第 2 のセンサの該計測位置が、該段差パターンと交差する面内位置の情報を取得する工程と、

(b) 取得された前記情報に基づいて、前記第 1 のセンサの前記計測位置と前記第 2 のセンサの前記計測位置とを結ぶ直線と、前記並進移動の方向との相対位置関係を求める工程と

10

を有するセンサの姿勢測定方法。

【請求項 2】

前記工程 (b) において、

前記第 1 のセンサの計測位置が前記段差パターンと交差した 2 箇所の間の距離、及び、前記第 2 のセンサの計測位置が前記段差パターンと交差した 2 箇所の間の距離に基づいて、前記第 1 のセンサの前記計測位置と前記第 2 のセンサの前記計測位置とを結ぶ直線と、前記並進移動の方向との相対位置関係を求める請求項 1 に記載のセンサの姿勢測定方法。

【請求項 3】

前記工程 (a) において、前記第 1 及び第 2 のセンサの計測位置を、等速で並進移動させる請求項 1 または 2 に記載のセンサの姿勢測定方法。

20

【請求項 4】

更に、

前記工程 (a) において、評価対象物の表面上で計測位置を移動させることによって、該表面の高さ方向の、面内における変化を計測する第 3 のセンサの該計測位置を、前記段差パターンと 2 箇所で交差する直線に沿って並進移動させ、前記第 3 のセンサの計測位置が、前記段差パターンと交差する面内位置の情報を取得し、

前記工程 (b) において、前記工程 (a) で取得された情報に基づいて、前記第 1 ～第 3 のセンサの計測位置の並び方向と、前記並進移動の方向との相対位置関係を求める請求項 1 に記載のセンサの姿勢測定方法。

【請求項 5】

30

加工対象物を保持する保持面であって、1 つの円周の少なくとも一部を構成する段差パターンが形成された保持面を備え、前記保持面に保持された加工対象物を第 1 の方向に移動させるステージと、

前記保持面に保持された加工対象物の表面を研削する砥石と、

前記砥石で研削された加工対象物の表面上で計測位置を移動させることによって、該表面の高さ方向の、面内における変化を計測する第 1 及び第 2 のセンサと、

前記砥石を前記第 1 の方向と交差する第 2 の方向、及び前記第 1 及び第 2 の方向と交差し、前記ステージの前記保持面に向かう第 3 の方向に移動可能に支持するとともに、前記第 1 及び第 2 のセンサを前記第 2 の方向に並進移動可能に支持する支持部材と、

前記第 1 及び第 2 のセンサの計測位置を、前記段差パターンと 2 箇所で交差する直線に沿って並進移動させ、前記第 1 及び第 2 のセンサの計測位置が、前記段差パターンと交差する面内位置の情報を取得し、取得された前記情報に基づいて、前記第 1 のセンサの前記計測位置と前記第 2 のセンサの前記計測位置とを結ぶ直線と、前記並進移動の方向との相対位置関係を求める制御装置と

40

を有する研削装置。

【請求項 6】

前記第 1 及び第 2 のセンサは、並び方向を回転可能に支持されており、

前記制御装置は、前記直線と前記並進移動の方向とのなす角が 0 に近づくように、前記第 1 及び第 2 のセンサの並び方向を回転させる請求項 5 に記載の研削装置。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、センサの姿勢を測定する方法に関する。また、研削対象物を研削する研削装置に関する。

【背景技術】

【0002】

図5は、超精密門型平面研削盤10を示す概略図である。超精密門型平面研削盤10は、門型部材11、砥石頭12、砥石13、センサヘッド14、及びテーブル15を含んで構成される。説明のために、図示するようにXYZ直交座標系を画定する。

【0003】

10

テーブル15上に、加工（研削）対象物20が載置される。テーブル15は、加工対象物20をX軸方向と平行な方向に移動させることができる。砥石頭12が、門型部材11に、Y軸に平行な方向、及びZ軸に平行な方向に移動可能に保持される。砥石頭12には、砥石13及びセンサヘッド14が取り付けられる。

【0004】

テーブル15による加工対象物20のX軸方向に沿う移動、及び砥石頭12のY軸及びZ軸方向への動作によって、砥石13を加工対象物20上のすべての位置に移動させ、被研削面の研削加工を行うことができる。

【0005】

20

センサヘッド14に取り付けられたセンサ、たとえば一列に配置された複数のレーザ変位計を用いて、研削加工された加工対象物20の表面形状が測定される。レーザ変位計は、加工対象物20の表面上で計測位置を移動させることにより、加工対象物20表面の高さ方向の、面内における変化を計測する。

【0006】

センサヘッド14は、砥石頭12下面の、砥石13に近い位置に設置される。センサヘッド14に取り付けられたレーザ変位計で加工対象物20上を格子状にスキャンし、各計測ライン上のプロファイルデータを得る。そしてそれらのデータを重ね合わせて加工対象物20の表面形状を導く。

【0007】

30

各スキャンにおいては、すべてのレーザ変位計の通るライン（計測ライン）が一致することが望ましい。

【0008】

あらかじめ診断するための複数の基準データを準備し、それらのデータとの比較からセンサヘッドの取付け状態を診断し、指示ランプにより、少なくとも3段階の表示を行う、位置検出装置の取付け状態診断表示方法の発明が開示されている（たとえば、特許文献1参照）。

【0009】

【特許文献1】特開2005-127728号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0010】

本発明の目的は、複数のセンサの計測位置を結ぶ直線とスキャン方向との相対位置関係を高精度に計測することのできる、センサの姿勢測定方法を提供することである。

【0011】

また、上記姿勢測定方法を実施することのできる研削装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の一観点によれば、（a）評価対象物の表面上で計測位置を移動させることによって、該表面の高さ方向の、面内における変化を計測する第1及び第2のセンサの該計測位置を、1つの円周の少なくとも一部を構成する段差パターンと2箇所で交差する直線に

50

沿って並進移動させ、該第 1 及び第 2 のセンサの該計測位置が、該段差パターンと交差する面内位置の情報を取得する工程と、(b) 取得された前記情報に基づいて、前記第 1 のセンサの前記計測位置と前記第 2 のセンサの前記計測位置とを結ぶ直線と、前記並進移動の方向との相対位置関係を求める工程とを有するセンサの姿勢測定方法が提供される。

【0013】

また、本発明の他の観点によれば、加工対象物を保持する保持面であって、1 つの円周の少なくとも一部を構成する段差パターンが形成された保持面を備え、前記保持面に保持された加工対象物を第 1 の方向に移動させるステージと、前記保持面に保持された加工対象物の表面を研削する砥石と、前記砥石で研削された加工対象物の表面上で計測位置を移動させることによって、該表面の高さ方向の、面内における変化を計測する第 1 及び第 2 のセンサと、前記砥石を前記第 1 の方向と交差する第 2 の方向、及び前記第 1 及び第 2 の方向と交差し、前記ステージの前記保持面に向かう第 3 の方向に移動可能に支持するとともに、前記第 1 及び第 2 のセンサを前記第 2 の方向に並進移動可能に支持する支持部材と、前記第 1 及び第 2 のセンサの計測位置を、前記段差パターンと 2 箇所で見交差する直線に沿って並進移動させ、前記第 1 及び第 2 のセンサの計測位置が、前記段差パターンと交差する面内位置の情報を取得し、取得された前記情報に基づいて、前記第 1 のセンサの前記計測位置と前記第 2 のセンサの前記計測位置とを結ぶ直線と、前記並進移動の方向との相対位置関係を求める制御装置とを有する研削装置が提供される。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、複数のセンサの計測位置を結ぶ直線とスキャン方向との相対位置関係を高精度に計測することが可能な、センサの姿勢測定方法を提供することができる。

【0015】

また、上記姿勢測定方法を実施することが可能な研削装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

先に、門型平面研削盤で研削された加工対象物の表面形状を得るためのスキャンにおいては、センサヘッドに取り付けられた各レーザ変位計の通るライン（計測ライン）が一致することが望ましいと述べた。後に詳述する実施例によるセンサの姿勢測定方法は、たとえばセンサヘッドに配設される複数のレーザ変位計の並び方向とスキャン方向とのなす角度を正確に計測して、これを可能にする方法である。

【0017】

図 1 を参照して、実施例によるセンサの姿勢測定方法の原理とアルゴリズムについて説明する。

【0018】

図 5 に示す超精密門型平面研削盤 10 のセンサヘッド 14 に、たとえばレーザ変位計である変位計 1 及び変位計 2 が、間隔 p で固定的に配設されていると仮定する。レーザ変位計 1 及び 2 は、それぞれたとえば直下の位置における計測対象物の高さを計測することができる。図 1 中の「変位計 1」、「変位計 2」は、各変位計それ自身の位置を示すとともに、各変位計で計測される計測位置を示す。

【0019】

変位計 1 の計測位置と変位計 2 の計測位置とを結ぶ直線ののびる方向、すなわちこの場合は、変位計 1 及び 2 の並び方向は、Y 軸と角度 θ をなしているとする。図 1 に示す Y 軸は、たとえば図 5 における Y 軸に等しい。また、図 5 に示す超精密門型平面研削盤 10 のテーブル 15 上に、本図に示すような半径 r の仮想的な円が画定されていると考える。

【0020】

センサヘッド 14 の取り付けられた砥石頭 12 が Y 軸と平行な方向（Y 軸方向）に移動することによって、センサヘッド 14 に配設された変位計 1 及び変位計 2 が、仮想的な円の画定されたテーブル 15 上を Y 軸方向にスキャンする。

【0021】

変位計 1 の計測位置の移動軌跡と仮想的な円の円周との交点を結んでできる弦 1 の長さを $L1$ とし、変位計 2 の計測位置の移動軌跡と仮想的な円の円周との交点を結んでできる弦 2 の長さを $L2$ とする。また、仮想的な円の中心と、弦 1 及び弦 2 との距離を、それぞれ $h1$ 、 $h2$ とする。

【0022】

このとき、 $h1$ と $L1$ との関係は、下の式 (1) で表される。

$$h1 = \sqrt{r^2 - \frac{(L1)^2}{4}} \quad 10$$

【0023】
・ ・ (1)

また、 $h2$ と $L2$ との関係は、下の式 (2) で表される。

$$h2 = \sqrt{r^2 - \frac{(L2)^2}{4}} \quad 20$$

【0024】
・ ・ (2)

更に、 $h1$ 、 $h2$ の差 d を、下の式 (3) で定義する。

$$d = h1 - h2 \quad 30$$

【0025】
・ ・ (3)

このとき角度 θ は、下の式 (4) で得ることができる。

$$\theta = \sin^{-1} \left(\frac{d}{p} \right) \quad 40$$

【0026】
・ ・ (4)

$h1 > h2$ の場合、 $d > 0$ であるから、角度 $\theta > 0$ となる。また、 $h1 < h2$ の場合、 $d < 0$ より、角度 $\theta < 0$ となる。よって、角度 θ の正負より、変位計 1 及び 2 の並び方向が Y 軸と角度をなす向きがわかる。

【0027】

正負の符号を含めた角 θ の値が得られたら、角 θ を0に近づけるようにセンサヘッドの回転ステージを回転させる。変位計1及び2は、回転ステージに固定的に配置されており、回転ステージを回転させることによって、変位計1及び2の並び方向を変化させることができる。角 θ を0に近づけること、望ましくは角 θ を0とし、変位計1及び2の並び方向とスキャン方向とを一致させることで、加工対象物の表面形状を高精度に測定することができる。

【0028】

以上のように考えると、加工対象物の表面形状を高精度に測定するためには、弦1及び2の長さ L_1 及び L_2 がわかればよいことになる。

10

【0029】

なお、上述の説明においては、スキャン方向をY軸方向としたが、X軸方向にスキャンし、変位計1及び2の並び方向と、X軸とのなす角度を正負の符号つきで求めてもよい。

【0030】

図2(A)～(H)を参照して、実施例によるセンサの姿勢測定方法について説明する。

【0031】

図2(A)は、実施例によるセンサの姿勢測定方法に使用する校正ターゲット30の概略的な平面図、図2(B)は、図2(A)のP-Q線に沿う断面図である。

【0032】

校正ターゲット30は、1つの円周の少なくとも一部を構成する段差パターンを有する。校正ターゲット30は、たとえば深さ0.2mmの2本の溝 D_1 、 D_2 が形成された、厚さ5mmの鉄板であり、その平面形状はたとえば縦50mm、横300mmの長方形である。

20

【0033】

溝 D_1 、 D_2 はそれぞれ C_1 、 C_2 を中心とする半径500mmの円の円周(円弧)に沿って形成されている。中心 C_1 、 C_2 間の距離は2mmで、両者は長方形の縦方向(短い辺に平行な方向)に沿って離れている。図2(B)において「R500」と示した、溝 D_1 、 D_2 の外側のエッジ(R500エッジ)は、正確に C_1 、 C_2 からの距離が500mmのラインを示す。これらのエッジは高精度に加工がなされている。

30

【0034】

図2(C)を参照する。図5に示す超精密門型平面研削盤10のテーブル15上に、校正ターゲット30を載置する。本図にはその載置例を示す。図示するように、校正ターゲット30は、たとえば縦方向とX軸方向とが平行となるように、また、横方向とY軸方向とが平行となるように位置合わせを行って載置される。

【0035】

図2(D)を参照する。超精密門型平面研削盤10のセンサヘッド14には、変位計1、変位計2、及び変位計3が、一列に、隣り合う変位計間の間隔を p として、固定的に配設されている。

【0036】

図2(E)を参照する。変位計1～3の計測位置の移動軌跡が、テーブル15上に載置された校正ターゲット30の溝 D_1 、 D_2 を、それぞれ2箇所通るように、すなわち全変位計1～3のスキャンラインが校正ターゲット30上の弧(溝)に対して弦を描くように、センサヘッド14の取り付けられた砥石頭12を、Y軸方向に、たとえば等速で移動させる。

40

【0037】

変位計1～3は、たとえばレーザ変位計である。変位計1～3は、校正ターゲット30上をY軸方向に並進的にスキャンして、それぞれの計測ラインにおける、校正ターゲット30の表面高さを計測し、変位計1～3の計測位置が、段差パターンと交差する面内位置の情報を取得する。

50

【0038】

図2(E)には、ある一つの変位計、たとえば変位計1による、校正ターゲット30の表面位置の測定データを示す。図の横軸は、校正ターゲット30の面内方向の位置を単位「mm」で表し、縦軸は、厚さ方向の位置を単位「 μm 」で表す。

【0039】

スキャンにより、深さ $200\mu\text{m}$ (0.2mm)の溝 D_1 、 D_2 の形成位置が測定されることがわかる。この測定データを処理して、両溝 D_1 、 D_2 のR500エッジの位置を検出し、R500エッジ間の距離(半径500mmの円弧に対する弦の長さ)を算出する。本図には、変位計1で測定された溝 D_1 のR500エッジ間の距離を $L1-1$ 、溝 D_2 のR500エッジ間の距離を $L1-2$ と表示した。これらのエッジ間距離は、変位計1のY軸方向への移動速度から計算される。

10

【0040】

変位計1による溝 D_1 、 D_2 のR500エッジ間の距離 $L1-1$ 、 $L1-2$ の測定と並行して、変位計2による溝 D_1 、 D_2 のR500エッジ間の距離 $L2-1$ 、 $L2-2$ の測定、及び、変位計3による溝 D_1 、 D_2 のR500エッジ間の距離 $L3-1$ 、 $L3-2$ の測定が行われる。

【0041】

距離 $L1-1$ 、 $L1-2$ 、 $L2-1$ 、 $L2-2$ 、 $L3-1$ 、及び $L3-2$ の値が得られたら、式(1)～(4)を用いて、たとえば隣接する変位計の並び方向とY軸方向とのなす角を求め、これを基に、変位計1～3の並び方向とY軸方向とのなす角度 θ を算出する。

20

【0042】

まず、式(1)の $L1$ に $L1-1$ 、式(2)の $L2$ に $L2-1$ を代入して、変位計1、2の並び方向とY軸方向とのなす角 θ_{12-1} を計算する。次に、式(1)の $L1$ に $L1-2$ 、式(2)の $L2$ に $L2-2$ を代入して、変位計1、2の並び方向とY軸方向とのなす角 θ_{12-2} を算出する。続いて、式(1)の $L1$ に $L2-1$ 、式(2)の $L2$ に $L3-1$ を代入して、変位計2、3の並び方向とY軸方向とのなす角 θ_{23-1} を計算する。更に、式(1)の $L1$ に $L2-2$ 、式(2)の $L2$ に $L3-2$ を代入して、変位計2、3の並び方向とY軸方向とのなす角 θ_{23-2} を導出する。最後に、角 θ_{12-1} 、 θ_{12-2} 、 θ_{23-1} 、及び θ_{23-2} の平均をとって、変位計1～3の並び方向とY軸方向とのなす角 θ とする。

30

【0043】

このようにして、変位計1～3の計測位置を結ぶ直線ののびる方向、この場合は、変位計1～3の並び方向と、スキャン方向、この場合は、Y軸方向との相対位置関係を求めることができる。

【0044】

変位計の並び方向が、Y軸に対して角度をなす向きは、得られた角 θ の符号によって判断される。角 θ の符号が負の場合は、変位計の並び方向とY軸とは、図2(F)に示すように、変位計1が変位計3よりX軸正方向に傾く関係となり、正の場合は、両者は、図2(G)に示すように、変位計3が変位計1よりX軸正方向に傾く関係となる。

40

【0045】

図2(H)中の矢印は、センサヘッド14の回転ステージの正方向を示す。角 θ の値が得られたら、センサヘッド14の回転ステージを回転させ、変位計1～3の並び方向とY軸方向とを一致させ、加工対象物の表面形状を正確に測定することができる。

【0046】

本願発明者らは、実施例によるセンサの姿勢測定方法を用いて、変位計の並び方向とスキャン方向とのなす角 θ を求めた後、センサヘッド14の回転ステージを回転させることにより、両方向のなす角を小さくした。その結果、両方向のなす角を $140\mu\text{rad}$ として、高精度に加工対象物の表面形状を測定するスキャンを行うことができた。

【0047】

50

実施例によるセンサの姿勢測定方法によれば、複数の変位計を直線上に設置した治具（センサヘッド）をステージ上方に配設したときに、変位計の並び方向と、センサヘッド及びステージの動作方向とのなす角度の絶対量を、非接触で高精度に得ることが可能である。

【0048】

なお、実施例によるセンサの姿勢測定方法において変位計をスキャンするに当たっては、校正ターゲット30に形成された、円弧状の溝 D_1 、 D_2 の中心 C_1 、 C_2 から離れた位置を、すなわち切り取られる弦の長さが短くなるようにスキャンすることで、角度 θ を高精度に検出することができる。

【0049】

また、校正ターゲット30の溝 D_1 、 D_2 の円弧半径 r が大きいほど、校正ターゲット30の設置精度は要求されない。

【0050】

更に、校正ターゲット30の溝 D_1 、 D_2 が円弧状に形成されているため、校正ターゲットの設置の仕方の自由度が大きい。

【0051】

以上、実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0052】

たとえば、実施例においては、2本の溝 D_1 、 D_2 が形成された校正ターゲット30を用いたが、校正ターゲット30に形成される溝は1本でもよい。ただし、実施例のように、2本の溝を形成したほうが、角度検出の誤差を低減することができる。

【0053】

また、実施例においては、隣接する変位計の並び方向とY軸方向とのなす角を求め、これを基に、変位計1～3の並び方向とY軸方向とのなす角度 θ を算出したが、隣接しない変位計1及び3の並び方向とY軸方向とのなす角度を求め、これを使って角度 θ を算出することもできる。

【0054】

図3（A）及び（B）に校正ターゲット30の他の例を示した。

【0055】

実施例で用いた校正ターゲット30には、R500エッジを備える溝が形成されていたが、図3（A）に示すように、R500エッジを備える凸部が形成された校正ターゲット30を用いることもできる。

【0056】

また、図3（B）に示すように、R500エッジを備える円盤を校正ターゲット30として、テーブル15上に載置してもよい。

【0057】

更に、図4に示すように、従来技術の超精密門型平面研削盤10のテーブル15上に、円弧状のエッジを有する溝15a等、1つの円周の少なくとも一部を構成する段差パターンを形成することも可能である。この場合、制御装置16は、テーブル15上に形成された段差パターンを用いて、たとえば上述した実施例によるセンサの姿勢測定方法を実施する制御を行う。また、センサヘッド14の回転ステージを回転させることにより、変位計の計測位置の並び方向とスキャン方向とのなす角を0に近づけ、その後、加工対象物の表面形状を得るためのスキャンを実行してもよい。

【0058】

また、実施例においては、直下の位置における計測対象物の高さを計測する変位計を用いたが、直下でない位置の計測対象物の高さを計測する変位計を使用することもできる。

【0059】

更に、実施例においては、センサヘッド14に3つの変位計1～3が配設されているが、たとえば5つの変位計をセンサヘッド14に配設し、そのうちの2つ以上の変位計を任

10

20

30

40

50

意に選択して姿勢測定を行ってもよい。

【0060】

その他、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者には自明であろう。

【産業上の利用可能性】

【0061】

種々の加工、たとえば研削加工に好適に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0062】

【図1】実施例によるセンサの姿勢測定方法の原理とアルゴリズムについて説明するための図である。

10

【図2】(A)～(H)は、実施例によるセンサの姿勢測定方法について説明するための図である。

【図3】(A)及び(B)は、校正ターゲット30の他の例を示す概略図である。

【図4】実施例による超精密門型平面研削盤を示す概略図である。

【図5】従来例による超精密門型平面研削盤10を示す概略図である。

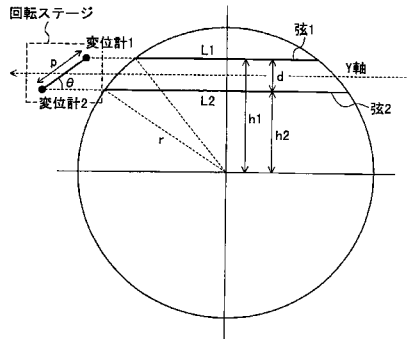
【符号の説明】

【0063】

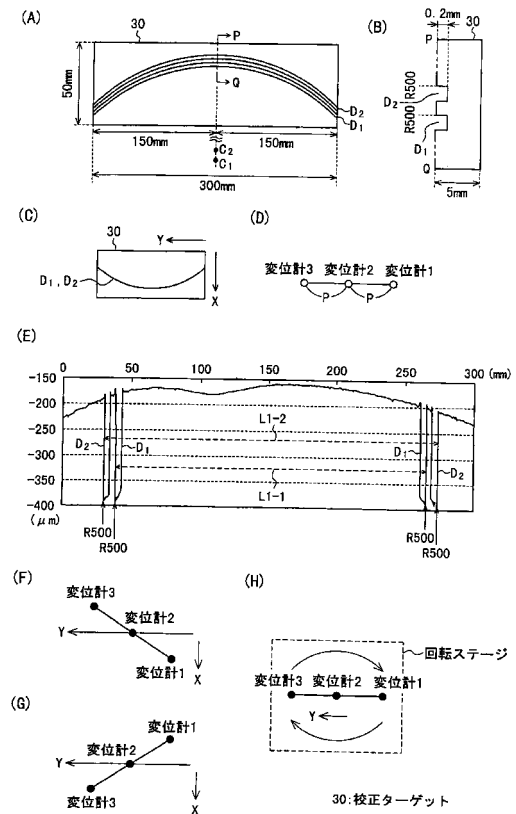
- 10 超精密門型平面研削盤
- 11 門型部材
- 12 砥石頭
- 13 砥石
- 14 センサヘッド
- 15 テーブル
- 15a 溝
- 16 制御装置
- 20 加工対象物
- 30 校正ターゲット

20

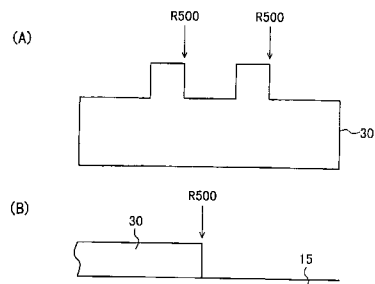
【図 1】



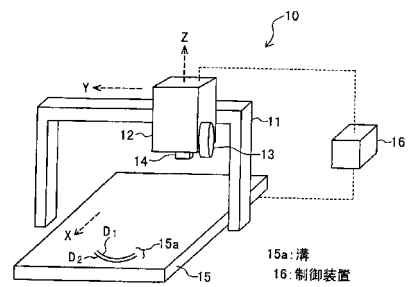
【図 2】



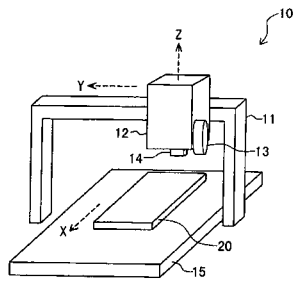
【図 3】



【図 4】



【図 5】



- 10: 超精密門型平面研削盤
- 11: 門型部材
- 12: 磁石頭
- 13: 磁石
- 14: センサヘッド
- 15: テーブル
- 20: 加工対象物

フロントページの続き

(72)発明者 市原 浩一

岡山県倉敷市玉島乙島 8 2 3 0 番地 住友重機械ファインテック株式会社内

Fターム(参考) 2F065 AA06 AA20 AA24 AA37 AA53 BB01 DD06 FF41 FF61 GG04

JJ05 MM07 MM08 PP05 QQ25 QQ30

3C034 AA07 CA11 CA22 CB14 DD20