

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5042409号
(P5042409)

(45) 発行日 平成24年10月3日 (2012. 10. 3)

(24) 登録日 平成24年7月20日 (2012. 7. 20)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 B 5/00 (2006. 01)

G O 1 B 5/00 P

G O 1 B 5/008 (2006. 01)

G O 1 B 5/008

請求項の数 7 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2000-611030 (P2000-611030)	(73) 特許権者	391002306
(86) (22) 出願日	平成12年4月7日 (2000. 4. 7)		レニショウ パブリック リミテッド カ
(65) 公表番号	特表2002-541469 (P2002-541469A)		ンパニー
(43) 公表日	平成14年12月3日 (2002. 12. 3)		RENISHAW PUBLIC LIM
(86) 国際出願番号	PCT/GB2000/001315		ITED COMPANY
(87) 国際公開番号	W02000/062015		英国 グロスターシャー州 ワットン-アン
(87) 国際公開日	平成12年10月19日 (2000. 10. 19)		ダー-エッジ ニューミルズ (番地なし)
審査請求日	平成19年4月9日 (2007. 4. 9)	(74) 代理人	100077481
(31) 優先権主張番号	9907868.5		弁理士 谷 義一
(32) 優先日	平成11年4月8日 (1999. 4. 8)	(74) 代理人	100088915
(33) 優先権主張国	英国 (GB)		弁理士 阿部 和夫
		(72) 発明者	デービット ロバーツ マクマートリイ
			イギリス ジーエル12 7イーエフ グ
			ロスターシャ ワットン-アンダー-エッ
			ジ タバナックル ロード 20
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 走査システムを校正する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

a) 製品の表面に向かって該表面に理論上垂直な方向にプローブスタイラスを移動させ、該表面の複数の特定基準点で該表面に接触させるステップ、

b) 機械の移動とプローブスタイラスの振れの、その接触点で表面に垂直である成分のみを使用し、スタイラス先端がちょうど表面に接触状態になる瞬間に、基準点各々の位置の決定をするステップ、

c) 基準点を理論上通過しながら、製品の表面を横切ってプローブを走査するステップ、

d) ステップ c) の走査から、さらに、基準点各々の見かけ上の位置の決定をし、ステップ b) で決定された位置とのどんな差をも記録するステップ、

e) 前記差を蓄積するステップ、

とを備えることを特徴とする測定機械及びワークピース接触用スタイラスを有するプローブを備える走査システムを校正する方法。

【請求項 2】

ステップ a) 及び b) において、スタイラスの先端がちょうど表面と接触状態になる瞬間におけるその点の位置が、該点を越えて表面に向かってプローブの移動を続けることにより決定され、該点において、最初にスタイラスが所定距離の間表面に接触し続け、一方同時に機械位置とプローブの振れを間隔をおいて蓄積し、次に、蓄積された位置と振れを外挿し、またプローブの振れが最初にゼロになるときの機械位置を決定することを特徴とする請求項 1 による方法。

【請求項 3】

ステップ a) 及び b) において、スタイラスの先端がちょうど表面と接触状態になる瞬間におけるその点の位置が、該点を越えて表面に向かってプローブの移動を続けることにより決定され、該点において、最初にスタイラスが所定距離表面に接触し、その後移動を逆にし、一方同時にスタイラスが表面との接触を失うまで機械位置とプローブの振れを間隔をおいて蓄積し、次に、蓄積された位置と振れを外挿し、またプローブの振れが最初にゼロになるときの機械位置を決定することを特徴とする請求項 1 による方法。

【請求項 4】

ステップ b) 及び d) の決定は、表面に垂直である、機械の移動の成分及びプローブの測定成分を使用することを特徴とする請求項 1 による方法。

10

【請求項 5】

ステップ c) 及び d) は、多数の異なる走査速度で繰り返され、ステップ d) において記録された差から、基準点の位置測定値の変化が所定の許容範囲内に留まっている最も早い走査速度を確認するステップをさらに含んでいることを特徴とする請求項 1 による方法。

【請求項 6】

さらに、走査システムの機械を静的に誤差マップ化し、走査データの修正用に得られた機械誤差を蓄積するステップを備えることを特徴とする請求項 1 による方法。

【請求項 7】

a) 走査システムの機械の静的な誤差をマップ化するステップ、
b) プローブに対してスタイラスの先端の直径及びその位置を決定するステップ、
c) 表面に向かって理論上垂直な方向にプローブスタイラスを移動させ、該プローブスタイラスが表面と接触状態にあり、少なくともスタイラスの振れの表面に垂直な成分がゼロである時、製品表面上における多数の基準点の位置を決定するステップ、
d) その結果が所定の許容範囲内で繰り返し可能である、理論上のスタイラスの振れで、かつ速度で、基準点を通過しながら製品の表面を走査するステップ、
e) 理論上の振れで表面に垂直な方向の、走査工程に起因すると考えられる測定誤差を決定するために、ステップ d) で測定された基準点の位置からステップ c) で決定された基準点の位置を差し引くステップ、
f) 同じ速度と振れで類似の製品上で取られた測定値の以後の補正用に誤差値を蓄積するステップ、

20

とを備えることを特徴とする測定機械及びワークピース接触用スタイラスを有するプローブを備える走査システムを動的に校正する方法。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は、走査システムを校正する方法に関する。本明細書における走査システムは、その大きさ、形状すなわち表面の輪郭について情報を得るために、一緒に製品を走査するのに使用できる機械とプローブとの組合せを意味するものと理解されるべきである。機械は、座標測定機械 (CMM) またはロボットであってもよい。また、プローブは、ワークピース接触スタイラスを有してもよいし、又は非接触プローブであってもよいアナログプローブである。機械は、3つの理論上の直角方向 (X、Y 及び Z 軸と称される) に機械部品の移動を測定する測定器を有する。また、プローブは、3つの理論上の直角方向 (a、b 及び c 軸と称される) のプローブの振れを示す出力を生成する測定変換器 (measuring transducers) を含んでいる。

40

【0002】

大まかに言えば、本発明は、走査システムを動的に校正する方法に関する。それで、異なる走査速度で (及びそれ故に異なる加速度で) 製品を走査する時に生じたシステムの誤差は、プローブそれ自身を校正する必要なしに、マップ化されてもよい。

【0003】

誤差を引き起こす加速度に対し機械を補正する方法は、公知である。

50

【 0 0 0 4 】

そのような方法の一つの例が、欧州特許第 3 1 8 5 5 7 号明細書に記載されている。この方法においては、1 バッチ分の理論上全く同一の物品からの最初の物品が、物品の多数の基準点の位置測定値をノートしながら、比較的ゆっくりとした速度で走査される。走査の作業は、同じ点の位置の測定値をノートしながら、比較的早い速度で繰り返される。測定値のいかなる差も補正表の誤差としてノートされる。

【 0 0 0 5 】

その後、全ての物品は、各物品の対応する点の位置測定値をとりながら、比較的早い速度で走査される。そして、これらの測定値は、以前にノートされた誤差を使って機械の加速度に対し補正される。

10

【 0 0 0 6 】

この方法は、プローブに測定値がとられる前に正確に校正されていることを求める。そして、この方法は、動的振れ以外の機械の誤差を考慮しない。

【 0 0 0 7 】

このような方法の別の例が、米国特許第 5 5 9 4 6 6 8 号明細書に記載されている。この特許は、異なる速度でそしてそれ故に異なる機械のスライド加速度でリングゲージを走査し、X、Y 方向における機械の加速度成分の作用として、多数の基準点の測定された X、Y 値の差を決定することを開示している。これらの測定は、機械の作業範囲中のいくつかの異なる場所に配置されたリングゲージにより繰り返される。そして、一組の補正データが、ワークピース測定のための補正用に蓄積される。

20

【 0 0 0 8 】

この方法は、対称形状の正確に知られたゲージに基づく補正マップ (a map of corrections) を作り出すが、非対称のワークピースに適用できる結果を必ずしも作り出すものではないし、表面仕上げ又は異なる材料を考慮していない。

【 0 0 0 9 】

我々は、ワークピース接触スタイラスを有するプローブを使用する時、校正用に使用されている表面のスタイラスの滑りが、校正 / 補正データの誤差につながる、基準点として使用されている該表面上の点の位置測定における重大な誤差の原因となり得ることを見出した。

【 0 0 1 0 】

該誤差は、機械の変位とプローブスタイラスの振れとの間の想定される単純な相関関係が、スタイラスの滑りにより破壊されることから発生する。

30

【 0 0 1 1 】

スタイラスの滑りは、何がしかの理由で、接触されている表面の平面方向のプロービング力の成分が、当該表面に垂直な方向の当該力の成分と有効摩擦係数との積を越える時に発生する。そのような状態は、1 又はそれ以上の理由、例えば、命令されている機械の方向が接触されている表面に正確に垂直でないとか、及び / 又は機械の不正確さが、機械が命令された方向に正確に移動しないことをもたらすとか、及び / 又はプローブの不正確さ (すなわち設計) がプロービング力方向をプローブの振れ方向と異ならせるとか、から起こり得る。

40

【 0 0 1 2 】

本発明は、プローブ及び / 又は機械の不正確さにより引き起こされるスタイラスの滑りの影響が最小化される走査システムを校正する方法を提供する。

【 0 0 1 3 】

本発明の 1 つの形態によれば、以下のステップを備える走査システムを校正する方法が提供される。

【 0 0 1 4 】

a) 製品の表面に向かって該表面に理論上垂直な方向にプローブスタイラスを移動させ、該表面の特定基準点 (N) で該表面に接触させるステップ、

【 0 0 1 5 】

50

b) 機械の移動とプローブスタイラスの振れの、その接触点で表面に垂直である成分のみを使用し、スタイラス先端がちょうど表面と接触状態になる瞬間に基準点各々の位置の決定をするステップ、

【0016】

c) 所定の測定可能なプローブスタイラスの振れで、数度基準点を理論上通過するたびに多数の異なる速度で、製品の表面を走査するステップ、

【0017】

d) 機械の移動とプローブスタイラスの振れの、表面に垂直である成分を使用し、さらに、基準点(N)各々の見かけ上の位置の決定をし、各速度に対しステップb)で決定された位置との垂直方向のどんな差をも記録するステップ、

【0018】

e) ステップd)で記録された差から、各走査中にノートされた基準点の位置測定値の変化が所定の許容範囲内に留まっている最も早い走査速度を確認するステップ、

【0019】

f) 確認された速度及びその速度における測定値の差を蓄積するステップ。

【0020】

本発明による方法は、2つの理論に基づく。第1は、製品の表面に垂直な方向にはスタイラスの滑りは全くあり得ないということである。あらゆるスタイラスの滑りは、表面に平行でなければならない。第2は、上記プローブの不正確さは、プローブの振れがゼロである時無視してよい状態になるということである。

【0021】

したがって、機械移動とスタイラスの振れの、表面に垂直である成分のみを利用し、スタイラスがちょうど表面に接触状態となっているが振れていない時のこれらの値を決定することにより、結果として生じる基準点の測定値は、プローブの誤差がなく、スタイラスの滑りによる誤差もないものとなる。

【0022】

スタイラス先端がちょうど製品の表面に接触状態となる瞬間における各基準点の位置の決定は、スタイラスの振れが所定の限界に達するまで、プローブを表面へ駆動し、同時に、機械移動とプローブの振れの表面に垂直である成分を記録することにより達成される。次に、記録された値は、外挿され(extrapolated)、またスタイラスがちょうど表面に接触状態になった時、表面に垂直な方向の機械の位置を決定する。

【0023】

他に、そして好ましくは、プローブは、スタイラスの振れが所定の限界に達するまで表面へ駆動され、次に公知の制御された低い速度で後退する。後退中、機械の移動とプローブの振れとの表面に垂直な成分は、スタイラスが表面を去るまで記録される。次に、記録された値は、スタイラスがちょうど表面を去った時、表面に垂直な方向の機械の位置を決定するために外挿される。これは、スタイラスがちょうど表面に接触した時の位置と実際上同じである。

【0024】

走査ステップ中、a、b、c軸におけるプローブの測定変換器の出力は、プローブ変換マトリックスを使ってX、Y及びZの増分値に変換される。

【0025】

一度最大走査速度がこの方法により確立されると、(n)点における表面に垂直な方向の誤差マップ(a map of the error)が、走査速度、特定の製品すなわち特徴、特定のCMM及び該CMMの部品の位置と方向、特定のプローブとスタイラスの形状、及び使用されたプローブマトリックスと理論上のプローブの振れに関するデータと一緒に蓄積され得る。

【0026】

機械のコンピュータにこのデータを蓄積する代わりに、できる限り他のワークピースに関する多くの他の誤差マップ(error maps)と一緒に、本発明の新規な特徴に従って、この

10

20

30

40

50

データは、ワークピースと関連する部品プログラムの一部として又は該プログラムに関連して機械の外部に蓄積されてもよい。部品プログラムは、ワークピースが測定されることになっている時測定機械のコンピュータに書き込まれ、そして測定されるワークピースの詳細及び必要とされる測定値を作成するために機械により成し遂げられる移動の両方を測定機械に確認するソフトウェアプログラムである。

【0027】

結果の正確さに影響を及ぼす機械の誤差を避けるために、機械を誤差マップ化し、機械のスピンドル軸に関するその直径と位置についてスタイラス先端を修正することが好ましい。

【0028】

したがって、本発明のさらに付け加えられた形態によれば、走査システムを動的に校正する方法は、以下のステップを備えている。

【0029】

a) システムを静的に誤差マップ化するステップ、

【0030】

b) 基準領域を使用して、プローブに関するスタイラス先端の直径及びその位置を決定するステップ、

【0031】

c) 製品の表面に接触状態にあるプローブスタイラスで、少なくともスタイラスの振れの表面に垂直な成分がゼロである時、前記表面上における多数の基準点の位置を決定するステップ、

【0032】

d) 結果が所定の許容範囲内で繰り返し可能である理論上のスタイラスの振れで及び最大速度で基準点を通過して製品の表面を走査するステップ、

【0033】

e) 理論上の振れで表面に垂直な方向の走査工程に起因する測定誤差を決定するために、走査中に取り出された基準点の位置からスタイラスの垂直方向の振れがゼロで決定された基準点の位置を差し引くステップ、

【0034】

f) 同じ速度と振れで類似の製品からとられる測定値の以後の補正のために誤差値を蓄積するステップ。

【0035】

本発明の好ましい実施形態が添付されている図面を参照してより詳細に説明される。

【0036】

さて、図1を参照すると、機械のクイル10に据え付けられたプローブヘッド1が示されている。プローブヘッドは、その自由端にあるスタイラス球4を持つスタイラス3を有する測定プローブ2を運ぶ。スタイラスは、ワークピース5のボアと接触状態で示されている。ボアは、理論上の半径Rを有し、機械の軸座標における理論上の位置 X_c 、 Y_c 及び Z_c にその中心Oがある。スタイラス球は、所定の半径rを有する。

【0037】

いくつかの準備ステップが本方法から最もよい結果を得るために利用されることが好ましい。例えば、機械は、取り付けられたプローブとともに、機械誤差が結果から校正されるように、従来の手段、例えばレーザ干渉分光法、により誤差マップ化されることが好ましい。また、プローブは、基準領域における公知の修正手順を使用して、スタイラス先端の大きさ(直径)について予め修正されるべきである。

【0038】

校正方法の第1ステップとして、プローブは、その自由状態で零点調整されてもよい。このことは、何等接触のない、すなわちスタイラスに作用する慣性力が全くなく、全ての3つの軸においてこれらをゼロに設定する、あるいは他に、それらが全ての以後の読取り値から差し引かれ得るように、これらの読取り値を蓄積する時、単純にプローブ測定変換器

10

20

30

40

50

からの読取り値を利用することを含む。多様な読取り値が、機械のノイズ、振動等を考慮すべく利用され平均化されることが必要であることに注意されたい。

【 0 0 3 9 】

次のステップにおいて、X、Y及びZ座標におけるボアの中心位置が次のように推定されてもよい。中心位置が公知の方法で校正され得る表面周囲の少なくとも3つの位置における点の測定値を取ることににより、及び等価のデフォルトプローブ変換マトリックスを、プローブのa、b、c出力を機械のX、Y、Z座標に変えるための出発点として、使用することにより推定されてもよい。このステップは、校正方法の次のステップでボアへの接触が要求され、一方機械ができるだけ半径方向に近い方向に駆動されるので、有益である。しかしながら、円の中心位置がこの段階で正確に知られることは、重要ではない。したがって、このステップは、もしボアの理論上の位置、大きさ及び方向が十分に正確であるならば、特に必要ではない。

10

【 0 0 4 0 】

上で述べたように、表面の局部平面において何らかの滑りが生じる。したがって、その滑りは、真の半径方向の成分がゼロであり、近似的な半径方向に非常に小さい成分のみを有する。また、一度プローブの測定装置の出力がゼロになる、あるいは、該出力がプローブの振れのない状態にプローブとともに校正されると、その振れのない状態においてスタイラスで作成される全てのプローブ測定値は、プローブ誤差が実質的にない。

【 0 0 4 1 】

スタイラスがちょうど表面に接触した時及びスタイラスが振れる前に、直接何らかの測定値を作成することは、普通可能ではなく、また、何らかのスタイラスの振れは避けることができないので、本発明は、プローブの振れの読取り値がゼロである点に戻って機械のX、Y及びZの読取り値を外挿することに関して、欧州特許第599513号明細書に記載されているがしかしいくつかの新規な改良を加えられた方法を使用させる。

20

【 0 0 4 2 】

理論上プローブの振れの方向が知られている（すなわち、それは、機械の移動方向と反対方向である）ので、そして、適度に正確なプローブ変換マトリックスがa、b、cのプローブ振れ出力を増分のX、Y、Z座標に変えるために供給され得るのであるなら、いずれの接触に対してもプローブの振れの近似的な半径成分が計算され得る。したがって、円周囲の各接触に対し部分的にボアの円を最初に測定する時、最初の推定値は、円の中心から目標とされた接触点までの半径方向から作成される。この決定は、上で述べられた準備ステップで確立された近似の中心位置から作成され得る。

30

【 0 0 4 3 】

本発明の方法に従って、プローブスタイラスは、所定のスタイラスの振れが達せられるまで、ボアの表面に理論上垂直な方向にボアの表面と接触状態へ駆動される。この振れの大きさは、真正なゼロ点を見つけ出すのに十分なデータを得る必要性により簡単に決定される。

【 0 0 4 4 】

上述したように、一度スタイラスの要求された振れが達成されると、機械は、後退される。さらに、機械は、同時に機械の測定装置の、及びプローブの測定変換器の出力を記録する。

40

【 0 0 4 5 】

この工程は、ボアの表面周囲の多数の他の点に対して繰り返される。例えば、少なくとも9点好ましくは50点又はそれ以上の点が表面周囲の合理的な分布を達成すべく調べられる。

【 0 0 4 6 】

次に、各接触に対して、プローブ変換マトリックスを使用して、プローブの振れの理論上の半径方向成分が機械移動の理論上の半径方向成分に対して計算される。このことが、スタイラス先端が表面を去る時、過度的部分によりつながられた近似的に直線状である2つの点の連続を与え（図2に極端に減衰されたプローブ応答として示されている）、各連

50

続に対して最も良く合った直線が計算される。最も良く合った直線の算出の精度を改善するために、交点近傍の過度的領域の点が除外されることが好ましい。

【 0 0 4 7 】

本方法で使用される本当の接触位置は、これらの 2 本の直線間の交点として定められる。第 1 の線はプローブの振れの垂直成分対機械の移動の垂直成分である単位勾配を理論上有する。理想状態において、これらの 2 つの成分は 1 : 1 の関係を有する。第 2 の直線は、傾きゼロであり、スタイラスが表面を去った後のプローブの振れ（すなわち、完全に零点調整されたプローブに対しゼロである）対機械の移動の垂直成分である。ボア周囲の点の各々に対する本当の接触位置は、機械座標で X_0 、 Y_0 、 Z_0 位置と言われる。

【 0 0 4 8 】

命令された半径方向が間違いであった場合には、以下のように繰り返し行うことが有益である。新しく取得された一組の X_0 、 Y_0 、 Z_0 位置から円の新しい“実際の”中心が計算され得る。そして、各接触に対する新しい半径方向が決定される（すなわち、実際の中心から X_0 、 Y_0 、 Z_0 位置の各々へ）。プローブの振れの新しい半径方向成分が計算され、新しい X_0 、 Y_0 、 Z_0 点が見出されそして新しい中心が見出され、そしてこの工程は、その変化が満足できるほど小さくなるまで続けられる。

【 0 0 4 9 】

しかしながら、製品の表面に関する垂直成分（ボアを測定する場合上記例では半径方向）が機械の X 、 Y 及び Z 座標で上述したように容易に見出され得るのに対して、プローブの設計、構造及び変換マトリックスの全てが非常に正確でないとすると、同じことが必ずしもプローブ出力に当てはまらない。誤差は、理論上のプローブの振れの半径方向成分の典型的連続が、ある程度表面におけるスタイラスの粘着力 / 滑りのために、必ずしも直線を形成しないことが理解され得る図 3 及び 4 に示される状態を生じさせる。最も良く合った直線を使用してさえも、その点を介しての推定値は、交点の真の点での重大な誤差を生じさせ得る。したがって、新しい中心を見出すための上述した分析技術の代替として、本発明の新規な特徴に従って使用され得る別の技術が、図 4 に示される真直度誤差に対しプローブの半径方向の振れのプロットを分析し、該プロットが最小の真直度誤差を有するまで方向を（3Dに）回転することになっている。

【 0 0 5 0 】

このことから、プローブの振れの見かけ上の方向に関わりなく、プローブの振れの 3D 方向の最大傾斜対機械の半径方向位置プロットに関する蓄積されたデータを再検討するアルゴリズムを使用することにより、プローブ変換マトリックスのほとんど全ての方向すなわち全ての非半径方向のプロービング方向から開始することが実現されてもよい。このプロットの真直度が、評価される。もし誤差が所定の許容誤差以下であるならば、一方傾斜が 1 に十分に近いならば、傾斜ゼロの線に対するこの線の外挿は、要求される精度に応じた交点を与える。もし真直度誤差が度を越しているならば、このときアルゴリズムは、より直線的に見え、さらに要求される傾斜を有する別の方向を探す。線がより直線的になればなるほどその方向は真に垂直になるに違いなく、その外挿は正確になる。

【 0 0 5 1 】

上記した測定工程は、CMM 及び / 又はプローブ誤差によるプローブの滑りにもかかわらず極小のプローブ誤差を含む基準点の位置の正確な測定値を生み出すであろう。これらの測定から、ボアの中心及び半径が正確に決定され得る。

【 0 0 5 2 】

一度基準点の位置が正確に決定されると、校正の最終段階が着手される。

【 0 0 5 3 】

ボアは、プローブスタイラスが同じ 50 又はそれ以上の基準点を通過することを確保しつつ、所定の測定可能なプローブスタイラスの振れで、比較的ゆっくりとした速度で、何度か走査される。

【 0 0 5 4 】

走査ステップ中、 a 、 b 、及び c 軸のプローブの測定変換器からの出力は、上で言及され

10

20

30

40

50

たプローブ変換マトリックスを使って、X、Y及びZの増分値に変換される。

【0055】

走査中に得られた基準点の位置測定値と前記基準測定値との差が走査毎にノートされる。

【0056】

基準点を理論上通る走査の動きが、同じ速度で2回の走査の測定値の記録された差の変化が定められた許容範囲に関して過大の状態になるまで、同じ理論上のスタイラスの振れでそしてますます大きな速度で繰り返される。差の変化が定められた許容範囲内に含まれた最後の速度が最大走査速度として記録される。

【0057】

走査工程は、高速で開始し、その結果によってより早く又はよりゆっくりとした速度で繰り返されることが理解されるべきでる。

10

【0058】

一度最大走査速度がこの最終段階で確立されると、基準点の位置的誤差のマップが、走査速度、特定の製品すなわち特徴、特定のCMM、特定のプローブとスタイラス形状及び使用されたプローブの振れと変換マトリックスに関するデータと一緒に蓄積される。

【0059】

このマップ及び関連データは、特定のワークピースに関する部品プログラムの一部として、機械のコンピュータ又は機械の外部に蓄積される。

【0060】

次に、このマップから、実際のデータが得られた半径方向の中間の角度において、得られた半径方向の誤差に書き換えることが可能である。

20

【0061】

スタイラス先端とワークピースとの間の摩擦係数の変化は、測定精度に影響を与え得る。もし誤差が重大になりそうであるならば、例えば、プローブの振れのベクトルの方向を測定された点の軌跡から決定される表面垂直線の方角と比較することにより、実際の摩擦係数を測定することが可能である。摩擦係数の変化により必要とされる、要求された測定値の補正の標示と基準化が、例えば、2つの異なる方向に走査することにより、予め決められていても良い。

【0062】

本発明の方法は、プローブを単独に校正する必要性を避け、したがって、より速くより正確なシステムの履行のためにアルゴリズムの開発の時間とコストを節約する。

30

【0063】

また、機械使用者のために、プローブ校正、プローブの静的及び動的マップの作成、及びCMMの動的マップの作成を1つの(自動的な)作業にまとめ、結局より早い速度で走査することができることによる重要な時間の節約がある。

【0064】

本発明は、2次元問題であるボア内の円の走査に関して述べられてきたけれども、この方法は、より一般に応用可能であり、平面又は3次元の製品を含む他の製品すなわち特徴を走査するのに使用され得る。

【0065】

40

また、CMMのオペレータが最も早い走査速度で製品を走査したいと普通思うけれども、なぜ、異なる走査速度で記録されたデータマップが、補正が異なる速度でとられた走査データに作成されることを可能とするために、蓄積されてはならないのか理由が何もない。

【0066】

方法の最初のステップ、すなわち、基準点を見出すことは、ワークピース接触スタイラスを持つプローブに関して述べてきた。

【0067】

もし、非接触プローブが使用されるならば、正確な基準点がプローブの誤差のない状態及び機械の慣性力のない状態、例えば一定速度で、を使用して見出されるに違いない。

【図面の簡単な説明】

50

【図 1】 ワークピースのボアを測定する位置に走査プローブを据え付けている CMM のクイル (the quill) に取り付けられたプローブヘッドを含む走査システムを示す。

【図 2】 原則的に、本発明の方法の測定ステップ中における CMM の半径方向の位置とプローブスタイラスの半径方向の振れとの間の関係を示す。

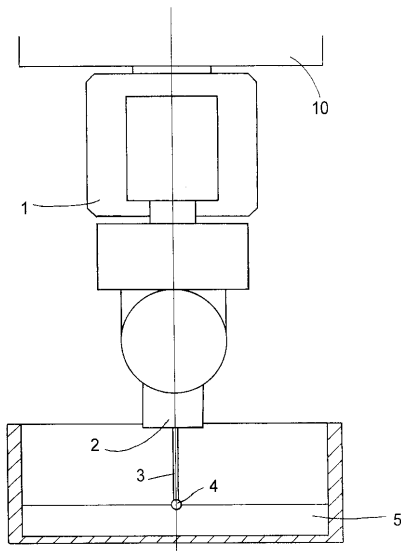
【図 3】 機械が測定ステップ中において後退する時、不完全なプローブの a 及び b 軸出力を示す。

【図 4 a】 CMM の移動方向が、半径方向の成分が真に半径方向である時の出力と比較して、正確に半径方向でない時、推定された半径方向及び接線方向のプローブの変位ベクトルの実際の出力成分をそれぞれ示す。

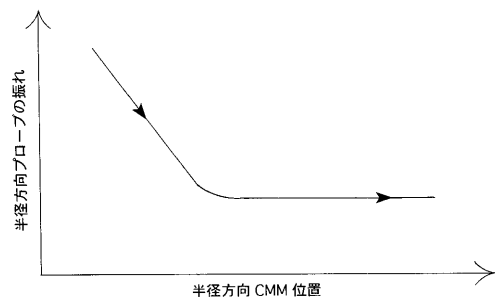
【図 4 b】 CMM の移動方向が、半径方向の成分が真に半径方向である時の出力と比較して、正確に半径方向でない時、推定された半径方向及び接線方向のプローブの変位ベクトルの実際の出力成分をそれぞれ示す図であって、図 4 a とは別に測定されたデータを示す。

10

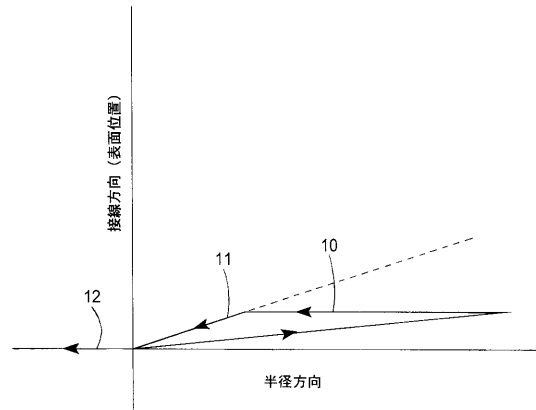
【図 1】



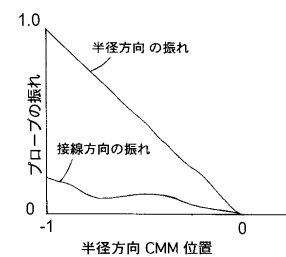
【図 2】



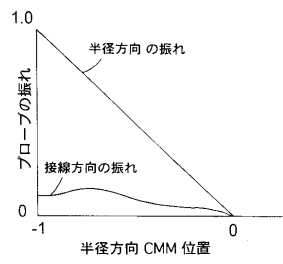
【図 3】



【図 4 a】



【図 4 b】



フロントページの続き

- (72)発明者 アレクサンダー テナント サザーランド
イギリス イーエイチ 13 0 エヌエイ エジンバラ ヘイルズ アベニュー 15
- (72)発明者 デービッド アラン ライト
イギリス イーエイチ 13 0 ディーエル エジンバラ カーネシー アベニュー 11

審査官 うし 田 真悟

- (56)参考文献 特開平 07 - 3 2 4 9 2 9 (J P , A)
特開平 04 - 1 7 8 5 0 9 (J P , A)
特開平 07 - 3 2 4 9 2 8 (J P , A)
特表平 01 - 5 0 3 7 3 3 (J P , A)
特開平 03 - 0 2 1 8 1 3 (J P , A)

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