

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3748866号

(P3748866)

(45) 発行日 平成18年2月22日(2006.2.22)

(24) 登録日 平成17年12月9日(2005.12.9)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 3 Q 17/22 (2006.01)	B 2 3 Q 17/22 D
B 2 3 Q 17/24 (2006.01)	B 2 3 Q 17/24 B

請求項の数 10 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2003-206569 (P2003-206569)	(73) 特許権者	000242792
(22) 出願日	平成15年8月7日(2003.8.7)		牧野フライス精機株式会社
(65) 公開番号	特開2005-52910 (P2005-52910A)		神奈川県愛甲郡愛川町中津4029番地
(43) 公開日	平成17年3月3日(2005.3.3)	(74) 代理人	100099759
審査請求日	平成15年8月7日(2003.8.7)		弁理士 青木 篤
		(74) 代理人	100092624
			弁理士 鶴田 準一
		(74) 代理人	100082898
			弁理士 西山 雅也
		(72) 発明者	青山 藤詞郎
			神奈川県横浜市港北区日吉3-14-1
			慶應義塾大学 理工学部内
		(72) 発明者	井上 茂
			神奈川県厚木市山際221-4

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 工具測定装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転切削工具の最大外径を与える位相角度位置を測定するための工具測定装置において

、
 回転切削工具をその中心軸線回りに回転自在に支持する工具支持手段と、
 前記回転切削工具をその中心軸線回りに回転させる回転手段と、
 前記回転切削工具の前記中心軸線回りの位相角度を検知する位相角検知手段と、
 前記位相角検知手段からの信号に基づいて、前記回転切削工具を前記中心軸線回りに複数
 の位相角位置に位置決めする工具回転位置決め手段と、
 前記複数の位相角度位置に位置決めされた回転切削工具の各々の外径に対応した信号を
 出力する工具外径測定手段と、

前記位相角検知手段からの信号と前記工具外径測定手段からの信号とに基づき、最大外
 径を与える凡その位相角度基準位置を求めた後、該位相角度基準位置を中心とする所定の
 位相角度測定範囲を定め、該位相角度測定範囲内の多数の位相角度で前記回転切削工具の
 外径を前記工具外径測定手段で測定し、前記位相角度と前記外径との関係を最小二乗法に
 より二次曲線で近似して該二次曲線から前記回転切削工具の最大外径を与える新たな位相
 角度基準位置を演算すると共に、該演算をした後に前記位相角度測定範囲を狭めた条件で
 前記外径を測定し、より正確な位相角度基準位置を算出するための同様の演算をする最大
 外径位相角度位置演算手段と、を具備する工具測定装置。

【請求項2】

前記工具外径測定手段は、投光部と受光部とを有して前記投光部から前記受光部へ向けて前記回転切削工具の前記中心軸線を横断させて光を照射し、前記受光部が受けた光の明暗に対応した信号を出力する光学センサを具備する請求項 1 に記載の工具測定装置。

【請求項 3】

前記工具支持手段は、前記中心軸線に沿って延設された主軸と、前記主軸を回転自在に支持するハウジングとを備えた主軸頭を具備する請求項 1 または 2 に記載の工具測定装置。

【請求項 4】

前記位相角検知手段は、前記主軸の回転角度を検知するロータリーエンコーダを具備する請求項 3 に記載の工具測定装置。

【請求項 5】

前記回転手段は前記主軸を回転するサーボモータを具備し、工具回転位置決め手段は、前記サーボモータを制御する数値制御装置を具備する請求項 3 または 4 に記載の工具測定装置。

【請求項 6】

前記主軸頭は、前記中心軸線と平行な軸線方向に直線移動自在に配設されている請求項 2 から 5 の何れか 1 項に記載の工具測定装置。

【請求項 7】

前記工具測定装置は、

前記主軸頭を前記軸線に沿って移動する軸送り手段と、

前記主軸頭の前記中心軸線に平行な軸線に沿った位置を検知する軸位置検知手段とを具備し、

前記軸線に沿った 2 点において、前記回転切削工具の最大外径を与える位相角度位置を演算し、両者の差分である位相角度差と、前記 2 点間の距離とに基づいて前記回転切削工具の切刃のねじれ角を演算するねじれ角演算手段とを更に具備する請求項 6 に記載の工具測定装置。

【請求項 8】

回転切削工具の最大外径を与える位相角度位置を測定するための工具測定装置において

、
回転切削工具を回転自在に支持する主軸頭と、

前記回転切削工具を回転させるサーボモータと、

前記回転切削工具の中心軸線回りの位相角度を検知するロータリーエンコーダと、

前記回転切削工具の各々の外径に対応した信号を出力する光学センサとを具備し、

前記ロータリーエンコーダからの信号と前記光学センサからの信号とに基づき、最大外径を与える凡その位相角度基準位置を求めた後、該位相角度基準位置を中心とする所定の位相角度測定範囲を定め、該位相角度測定範囲内の多数の位相角度で前記回転切削工具の外径を前記工具外径測定手段で測定し、前記位相角度と前記外径との関係を最小二乗法により二次曲線で近似して該二次曲線から前記回転切削工具の最大外径を与える新たな位相角度基準位置を演算すると共に、該演算をした後に前記位相角度測定範囲を狭めた条件で前記外径を測定し、より正確な位相角度基準位置を算出するための同様の演算をする工具測定装置。

【請求項 9】

回転切削工具の最大外径を与える位相角度位置を測定するための工具測定方法において

、
(a) 回転切削工具をその中心軸線回りに回転自在に支持する段階と、

(b) 前記回転切削工具を前記中心軸線回りの位相角度位置に位置決めする段階と、

(c) 前記複数の位相角度位置に位置決めされた回転切削工具の外径を測定する段階と

、
(d) 前記段階 (b) 及び (c) を所定回数繰り返す段階と、

(e) 前記段階 (d) により、最大外径を与える凡その位相角度基準位置を求めた後、該位相角度基準位置を中心とする所定の位相角度測定範囲を定め、該位相角度測定範囲内

10

20

30

40

50

の多数の位相角度位置と前記外径との関係を最小二乗法により二次曲線で近似し、該二次曲線から前記回転切削工具の最大外径を与える新たな位相角度基準位置を演算すると共に、該演算をした後に前記位相角度測定範囲を狭めた条件で前記外径を測定し、より正確な位相角度基準位置を算出するための同様の演算をする段階とを具備する工具測定方法。

【請求項 10】

(f) 前記回転切削工具を前記中心軸線に沿った 1 点に位置決めする段階と、
 (g) 前記段階 (b) ~ (e) を実行する段階と、
 (h) 前記回転切削工具を前記中心軸線に沿った他の 1 点に位置決めする段階と、
 (i) 前記段階 (b) ~ (e) を実行する段階と、
 (j) 前記中心軸線に沿った 2 点において、前記回転切削工具の最大外径を与える位相角度位置を演算し、両者の差分である位相角度差と、前記 2 点間の距離とに基づいて前記回転切削工具の切刃のねじれ角を演算する段階とを更に具備する請求項 8 に記載の工具測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、回転切削工具の最大外径を与える位相角度位置を測定するための工具測定装置および工具測定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

エンドミルなどの回転切削工具を自動で再研削する場合、NC 工具研削盤上での自動位置決めが必要となる。回転切削工具を位置決めするために、一般的にはタッチプローブを利用したセンサが用いられている。然しながら、測定対象となる回転切削工具が、例えば 0.1 ~ 0.3 mm といった直径 1 mm 以下の小径工具の場合、工具自体の剛性がきわめて低いために、センサのタッチプローブが作動する前に、回転切削工具が撓んだり折れたりして測定できないことが多い。

【0003】

一方、光学センサを用いて非接触に測定する場合、回転切削工具の直径が小さくなるほど光の回折現象が顕著になり、ねじれている切刃を有した回転切削工具の研削開始点、つまり、回転切削工具の中心軸線回りの回転角の原点（位相角度位置の原点）を正確に求めることが難しくなる。

【0004】

【特許文献 1】

特開平 06 - 109440 号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

そこで、本発明は、こうした従来技術の問題を解決することを技術課題としており、回転切削工具の最大外径を与える切刃先端の位相角度を正確に測定可能にした工具測定装置および工具測定方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載の発明は、回転切削工具の最大外径を与える位相角度位置を測定するための工具測定装置において、回転切削工具をその中心軸線回りに回転自在に支持する工具支持手段と、前記回転切削工具をその中心軸線回りに回転させる回転手段と、前記回転切削工具の前記中心軸線回りの位相角度を検知する位相角検知手段と、前記位相角検知手段からの信号に基づいて、前記回転切削工具を前記中心軸線回りに複数の位相角位置に位置決めする工具回転位置決め手段と、前記複数の位相角度位置に位置決めされた回転切削工具の各々の外径に対応した信号を出力する工具外径測定手段と、前記位相角検知手段からの信号と前記工具外径測定手段からの信号とに基づき、最大外径を与える凡その位相角度基準位置を求めた後、該位相角度基準位置を中心とする所定の位相角度測定範囲を定め、

10

20

30

40

50

該位相角度測定範囲内の多数の位相角度で前記回転切削工具の外径を前記工具外径測定手段で測定し、前記位相角度と前記外径との関係を最小二乗法により二次曲線で近似して該二次曲線から前記回転切削工具の最大外径を与える新たな位相角度基準位置を演算すると共に、該演算をした後に前記位相角度測定範囲を狭めた条件で前記外径を測定し、より正確な位相角度基準位置を算出するための同様の演算をする最大外径位相角度位置演算手段と、を具備する工具測定装置を要旨とする。

【0007】

また、本発明の他の特徴によれば、回転切削工具の最大外径を与える位相角度位置を測定するための工具測定方法において、

- (a) 回転切削工具をその中心軸線回りに回転自在に支持する段階と、
- (b) 前記回転切削工具を前記中心軸線回りの位相角度位置に位置決めする段階と、
- (c) 前記複数の位相角度位置に位置決めされた回転切削工具の外径を測定する段階と

10

(d) 前記段階(b)及び(c)を所定回数繰り返す段階と、

(e) 前記段階(d)により、最大外径を与える凡その位相角度基準位置を求めた後、該位相角度基準位置を中心とする所定の位相角度測定範囲を定め、該位相角度測定範囲内の多数の位相角度位置と前記外径との関係を最小二乗法により二次曲線で近似し、該二次曲線から前記回転切削工具の最大外径を与える新たな位相角度基準位置を演算すると共に、該演算をした後に前記位相角度測定範囲を狭めた条件で前記外径を測定し、より正確な位相角度基準位置を算出するための同様の演算をする段階とを具備する工具測定方法が提供される。

20

【0008】

前記方法は、段階(a)(b)の間に実行する、(f)前記回転切削工具を前記中心軸線に沿った1点に位置決めする段階と、

- (g) 前記段階(b)～(e)を実行する段階と、
- (h) 前記回転切削工具を前記中心軸線に沿った他の1点に位置決めする段階と、
- (i) 前記段階(b)～(e)を実行する段階と、
- (j) 前記中心軸線に沿った2点において、前記回転切削工具の最大外径を与える位相角度位置を演算し、両者の差分である位相角度差と、前記2点間の距離とに基づいて前記回転切削工具の切刃のねじれ角を演算する段階とを更に具備することができる。

30

【0010】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して、本発明の好ましい実施形態を説明する。

本実施形態による工具測定装置10は、工具支持手段としての主軸頭12を具備している。主軸頭12は、先端に工具ホルダ16を介してボールエンドミル等の回転切削工具Tを装着する主軸14と、主軸14を水平なA軸回りに回転自在に支持するハウジングとを具備している。主軸14は、該主軸14および回転切削工具Tを、該回転切削工具Tの中心軸線としてのA軸回りに回転する回転手段としてのサーボモータ(図示せず)に連結されている。該サーボモータは主軸頭12のハウジング内に配置したビルトインモータとすることができる。

40

【0011】

主軸14の後端には、主軸14のA軸回りの回転位置を検知するための位相角検知手段としてロータリーエンコーダ18が取付けられている。ロータリーエンコーダ18は、該工具測定装置10の動作を制御する数値制御装置26に接続されている。数値制御装置26には、また、前記回転手段としてのサーボモータが接続されており、該サーボモータの動作もまた数値制御装置26により制御される。一方、数値制御装置26は、最大外径位相角度位置演算手段およびねじれ角演算手段を形成するパーソナルコンピュータ28にバス結合等の通信手段を介して接続されている。

【0012】

主軸頭12は、鉛直なW軸回りに回転自在に設けられた旋回台20の上面に取付けられて

50

いる。より詳細には、旋回台 20 の上面には、A 軸に平行に延設された U 軸案内レール 22 が配設されており、主軸頭 12 はスライダ 23 により U 軸案内レール 22 に沿って水平な直線方向である U 軸方向に往復自在となっている。また、旋回台 20 には、主軸頭 12 を U 軸方向に直線往復移動させるための、U 軸送り装置（図示せず）が配設されている。U 軸送り装置は、例えば、U 軸方向に延設された送りねじ（図示せず）、主軸頭 12 に固定され前記送りねじに係合するナット（図示せず）、および、前記送りねじの一端に連結され数値制御装置 26 により制御されるサーボモータ（図示せず）を具備することができる。更に主軸頭 12 の U 軸に沿った位置を検知する軸位置検知手段として数値制御装置 26 に接続された U 軸スケール（図示せず）が設けられている。

【0013】

旋回台 20 には、工具外径測定手段として投光部 24 と受光部 25 から成る光学センサが配設されている。光学センサ 24、25 は、好ましくは、A 軸に垂直な方向に横断させて光を照射するように配設されている。光学センサ 24、25 は、投光部 24 内に配設された発光ダイオード 24a から光を照射し、この光を光拡散ユニット 24b、コリメータレンズ 24c を通して、均一な平行光として受光部 25 に照射するようになっている。受光部 25 は、受光した光の平行光のみを CCD（電荷結合素子）25a に結び、その明暗のエッジ位置 Ed を検出することで、回転切削工具 T の外径を測定するようになっている。測定結果は、受光部 25 内に配設されている A/D 変換器（図示せず）によりデジタル化され、シリアル結合等の通信手段を介してパーソナルコンピュータ 28 に送信される。なお、工学センサ 24、25 はレーザー光を用いてもよい。

【0014】

なお、既述した工具測定装置 10 は、独立した工具測定装置として構成することもできるが、工具測定装置 10 を NC 研削盤の一部として組み込むことにより、工具研削プロセスの一部として後述する工具測定プロセスを実行することが可能となり非常に有利である。

【0015】

以下、本実施形態の作用を説明する。

先ず、回転切削工具 T を主軸 14 の先端に装着する。上述したように、工具測定装置 10 が NC 研削盤の一部として組み込まれている場合には、回転切削工具 T は、その切刃研削プロセスの一部として既に主軸 14 の先端に装着されていることとなる。次いで、投光部 24 から光を照射する。

【0016】

次いで、前記 U 軸送り装置により、回転切削工具 T を主軸 14 に装着した状態で主軸頭 12 を U 軸案内レール 22 に沿って移動させる。移動中の主軸頭 12 の U 軸に沿った軸位置を U 軸スケールにより測定し数値制御装置 26 に読み込む。こうして、回転切削工具 T の中心軸線（A 軸）に沿った所望位置が投光部 24 からの光を横断するように、主軸頭 12 を回転切削工具 T を U 軸に沿って位置決めする。このプロセスは、例えば、投光部 24 から照射される光を回転切削工具 T が横切らない位置から主軸頭 12 を前進させ、回転切削工具 T の先端が、投光部 24 からの光を横切った遮断した瞬間に、受光部 25 から数値制御装置 26 へスキップ信号を送出するようにして、そのときの U 軸スケールの読み U 軸の原点として、該原点から所望の距離を以て主軸頭 12 を更に前進させることにより行うことができる。

【0017】

次いで、投光部 24 から光を照射して回転切削工具 T の外径を測定しながら、主軸 14 を A 軸回りに所定角度を以て回転させ、最大外径を与える位相角度位置を記憶する。このとき、回転切削工具 T の外径として、回転切削工具 T の回転中心である A 軸の高さ（W 軸に沿った座標位置）を参照することにより、回転切削工具 T の半径を求めることが好ましい。これにより、回転切削工具 T が奇数個の切刃を有している場合や、偶数個の切刃を有している場合でも、直径を挟んだ位置にある 2 つの切刃が、正確に 180° の位相差を以て配置されていない場合でも回転切削工具 T の最大外径を与える位相角度位置を測定することが可能となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 8 】

次に、この最大外径を与える位相角度位置を中心として、所定の位相角度範囲、例えば $\pm 5^\circ$ の位相角度範囲内で、所定角度、例えば 1° 毎に回転切削工具Tの外径を測定し、最大外径を与える位相角度位置を求める。次に、この最大外径を与える位相角度位置を中心として所定の位相角度範囲、例えば $\pm 1^\circ$ の位相角度範囲内で、所定角度、例えば 0.1° 毎に回転切削工具Tの外径を測定する。

【 0 0 1 9 】

本発明によれば、測定結果から最小二乗法を用いて位相角度と外径との関係を表し、最大外径を与える位相角度位置が求められる。ここで、図3を参照すると、位相角度位置 x に対する外径 y の関係を示すグラフが示されている。回転切削工具Tの切刃先端はA軸回りに円軌道を周回するので、理論的には $y = \cos x$ (\cos は定数)となる。然しながら、測定する位相角度範囲 x が十分に小さければ以下の式(1)で示す二次曲線で近似することができる。

【 数 1 】

$$y = ax^2 + bx + c \quad \dots(1)$$

但し、 a 、 b 、 c は定数である。

【 0 0 2 0 】

このとき、残差の二乗和 u は以下の式(2)にて表される。

【 数 2 】

$$u = \sum_{i=1}^n \{y_i - (ax_i^2 + bx_i + c)\}^2 \quad \dots(2)$$

但し、 i は複数の位相角度位置の各々における測定を表す整数である。

【 0 0 2 1 】

残差の二乗和 u が最小になるように各係数 a 、 b 、 c を求めるために、 u を a 、 b 、 c で偏微分した式を $=0$ とした連立方程式(3)~(5)を解く。

【 数 3 】

$$\frac{\partial u}{\partial a} = -2 \sum_{i=1}^n \{y_i - (ax_i^2 + bx_i + c)\} x_i^2 = 0 \quad \dots(3)$$

$$\frac{\partial u}{\partial b} = -2 \sum_{i=1}^n \{y_i - (ax_i^2 + bx_i + c)\} x_i = 0 \quad \dots(4)$$

$$\frac{\partial u}{\partial c} = -2 \sum_{i=1}^n \{y_i - (ax_i^2 + bx_i + c)\} = 0 \quad \dots(5)$$

【 0 0 2 2 】

このとき、最大外径を与える位相角度位置 x は以下の式(6)で表される。

【 数 4 】

$$x = -\frac{b}{a} \quad \dots(6)$$

【 0 0 2 3 】

また、図 4 に示すように、U 軸方向に所定距離 u を置いた 2 点 u_1 、 u_2 において同様に最大外径を与える位相角度位置 x_1 、 x_2 を求めることにより、ねじれ角 θ は以下の式 (7) にて求めることができる。 10

【 数 5 】

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{(x_2 - x_1)\pi D}{\Delta u \times 360} \right) [\text{rad}] \quad \dots(7)$$

【 0 0 2 4 】

本発明は直径 1 mm 以下の小径の回転切削工具を測定するのに特に適しているが、直径 1 mm 以上の回転切削工具を測定するために用いても良い。 20

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の好ましい実施形態による工具測定装置の略示図である。

【 図 2 】 回転切削工具と光学センサの位置関係を示す略示図である。

【 図 3 】 最大外径を与える位相角度位置を求めるための方法を説明するためのグラフである。

【 図 4 】 回転切削工具のねじれ角を測定する方法を示す略示図である。

【 符号の説明 】

- 1 0 ... 工具測定装置 30
- 1 2 ... 主軸頭 1 2
- 1 4 ... 主軸
- 1 6 ... 工具ホルダ
- 1 8 ... ロータリーエンコーダ
- 2 0 ... 旋回台
- 2 2 ... U 軸案内レール
- 2 3 ... スライダ
- 2 4 ... 投光部 (光学センサ)
- 2 5 ... 受光部 (光学センサ)
- 2 6 ... 数値制御装置 40
- 2 8 ... パーソナルコンピュータ
- T ... 回転切削工具

フロントページの続き

- (72)発明者 寺尾 光義
神奈川県愛甲郡愛川町中津7369 ハイツ相武102
- (72)発明者 岩田 信行
神奈川県秦野市堀西769

審査官 齋藤 健児

- (56)参考文献 特開平04-190103(JP,A)
特開平06-294643(JP,A)
特開平10-138097(JP,A)
特開平06-109440(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- B23Q 17/22
 - B23Q 17/24
 - B23B 19/02
 - G01B 11/00 - G01B 11/30