

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4762980号
(P4762980)

(45) 発行日 平成23年8月31日 (2011.8.31)

(24) 登録日 平成23年6月17日 (2011.6.17)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 3 Q 15/02 (2006.01)	B 2 3 Q 15/02
B 2 4 B 49/04 (2006.01)	B 2 4 B 49/04 Z
B 2 4 B 5/42 (2006.01)	B 2 4 B 5/42

請求項の数 15 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2007-513963 (P2007-513963)	(73) 特許権者	500200708
(86) (22) 出願日	平成17年6月1日 (2005.6.1)		マーボス、ソチエタ、ベル、アツィオーニ
(65) 公表番号	特表2008-501536 (P2008-501536A)		MARPOSS S. P. A.
(43) 公表日	平成20年1月24日 (2008.1.24)		イタリア国ベンティボーリオ、ピア、サリ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2005/052514		チェート、13
(87) 国際公開番号	W02005/119383	(74) 代理人	100075812
(87) 国際公開日	平成17年12月15日 (2005.12.15)		弁理士 吉武 賢次
審査請求日	平成20年4月4日 (2008.4.4)	(74) 代理人	100091982
(31) 優先権主張番号	B02004A000356		弁理士 永井 浩之
(32) 優先日	平成16年6月4日 (2004.6.4)	(74) 代理人	100096895
(33) 優先権主張国	イタリア (IT)		弁理士 岡田 淳平
		(74) 代理人	100117787
			弁理士 勝沼 宏仁
		(74) 代理人	100105795
			弁理士 名塚 聡

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 機械部品の機械加工を制御するための方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転している部品(18、38)と機械加工領域(W)で接触する砥石車(4)を持つ研削盤において、前記回転している部品(18、38)の機械加工を、少なくとも一つの検査領域(G)で前記部品(18、38)と協働する検査装置によって制御するための方法であって、

前記部品(18、38)の半径方向寸法を示す瞬間値(V(i))を検出する工程(54)と、

前記検出された瞬間値(V(i))を演算処理する工程(57、59、60)と、
検出され且つ演算処理された瞬間値に基づいて、少なくとも一つの機械加工工程を制御する工程(62、63)と、を含む、方法において、

前記瞬間値(V(i))を演算処理する前記工程は、
前記機械加工中に前記瞬間値(V(i))の平均値(M(j))を動的に計算する工程(57)と、

前記機械加工中の前記平均値(M(j))の傾向を示す変化指数(P)を取得する工程(59)と、を含み、

前記瞬間値(V(i))を演算処理する工程は、さらに、
計算によって得られた平均値(M(j))、変化指数(P)、及び少なくとも一つの補正係数(K)に基づいて瞬間的寸法(R_T)を動的に計算する工程(60)を含み、
前記補正係数(K)が、前記機械加工領域(W)と前記少なくとも一つの検査領域(G)

)との互いの配置に基づいて評価され、

前記瞬間的寸法 (R_I) が、前記機械加工領域 (W) での前記部品 (18、38) の寸法の評価であり、

前記少なくとも一つの機械加工工程は、計算によって得られた瞬間的寸法 (R_I) に基づいて制御される (62)、ことを特徴とする方法。

【請求項2】

請求項1に記載の方法において、

前記平均値 (M (j)) は、機械加工中に前記部品 (18、38) が完全に一回転する際に検出された一連の瞬間値 (V (i)) に基づいて動的に計算される、方法。

【請求項3】

請求項1又は2に記載の方法において、

前記検査装置は、前記少なくとも一つの検査領域 (G) で前記部品 (18、38) と接触した少なくとも一つの接触子 (17) を持つ検査ヘッド (39) を含み、前記補正係数 (K) は、前記部品 (18、38) に関する前記砥石車 (4) 及び前記少なくとも一つの接触子 (17) の配置の幾何学的特徴 () に基づいて評価される、方法。

【請求項4】

請求項3に記載の方法において、

前記検査ヘッド (39) は、V形状基準装置 (20) を含み、前記少なくとも一つの接触子 (17) は、前記V形状の二分線と実質的に一致する方向に沿って、又は前記二分線に関して僅かに角度をなした方向に沿って移動可能であり、前記計算によって得られた瞬間的寸法 (R_I) は半径方向寸法である、方法。

【請求項5】

請求項1乃至4のうちのいずれか一項に記載の方法において、

前記変化指数 (P) は、計算により求められる、方法。

【請求項6】

請求項5に記載の方法において、

前記変化指数 (P) は、動的計算によって得られた最も新しい平均値 (M (j)) に基づいて計算される、方法。

【請求項7】

請求項6に記載の方法において、

前記変化指数 (P) の計算の基礎となった前記平均値 (M (j)) は、所定数 (C) 存在する、方法。

【請求項8】

請求項7に記載の方法において、

前記変化指数 (P) は、下式

【数1】

$$P = \frac{\sum_{j=s-(C-1)}^{s-1} (M(j+1) - M(j))}{C-1}$$

によって計算される、方法。

【請求項9】

請求項1乃至8のうちのいずれか一項に記載の方法において、

前記部品 (18、38) の公称寸法 (R_F) に到達するまで機械加工を制御するために、前記部品 (18、38) の機械加工を、前記計算によって得られた瞬間的寸法 (R_I) と前記公称寸法 (R_F) との間の比較 (61) に基づいて制御する、方法。

【請求項10】

回転している部品 (18、38) と機械加工領域 (W) で接触する砥石車 (4) を支持する砥石車スライド (1) を備えた数値制御装置 (33) 付き研削盤での機械加工中、前記回転している部品 (18、38) を検査するための装置において、

10

20

30

40

50

前記回転している部品(18、38)と少なくとも一つの検査領域(G)で協働し、前記部品(18、38)の寸法を示す電気信号を送出するようになった検査ヘッド(39)と、

前記検査ヘッド(39)及び前記研削盤の前記数値制御装置(33)に接続された演算処理-表示装置(22)であって、前記検査ヘッド(39)から前記信号を受け取り、瞬間値($V(i)$)を検出し且つ演算処理し、前記瞬間値($V(i)$)の平均値($M(j)$)を動的に計算し、前記部品(18、38)の寸法を示す信号を前記数値制御装置(33)に提供するようになっている、演算処理-表示装置(22)と、を含み、該演算処理-表示装置(22)は、以下の動的計算、即ち、

計算によって得られた前記平均値($M(j)$)のうちの一つ、機械加工中の前記平均値($M(j)$)の変化を示す変化指数(P)、及び前記機械加工領域(W)と前記少なくとも一つの検査領域(G)との互いの配置に基づいて評価される少なくとも一つの補正係数(K)に基づく、前記機械加工領域(W)での前記部品(18、38)の瞬間的寸法(R_I)の計算、を実行するようになっており、

前記演算処理-表示装置(22)は、前記数値制御装置(33)に前記機械加工領域(W)での前記部品(18、38)の前記瞬間的寸法(R_I)を提供するようになっている、装置。

【請求項11】

請求項10に記載の装置において、

前記検査ヘッド(39)は、検査されるべき部品(18、38)と接触するようになっている、少なくとも一つの接触子(17)及びV形状基準装置(20)を含み、前記少なくとも一つの接触子(17)は、前記V形状基準装置(20)に関して移動可能である、装置。

【請求項12】

請求項11に記載の装置において、

回転軸線(8)を中心として軌道運動しているピン(18)を検査するために、前記V形状基準装置(20)は、実質的に重力によって、前記ピン(18)と接触し、この接触を維持するようになっている、装置。

【請求項13】

請求項12に記載の装置において、

前記検査ヘッド(39)を移動自在に支持し、且つ、前記ピン(18)の軌道運動中、前記接触子(17)及び前記V形状基準装置(20)を前記ピンと接触した状態に維持できるようにするための支持構造(5、6、9、10、12)を含む、装置。

【請求項14】

請求項13に記載の装置において、

前記支持構造(5、6、9、10、12)は、前記研削盤の前記砥石車スライド(1)に連結されており、且つ、往復動をなして回転する連結エレメント(9、12)を含む、装置。

【請求項15】

請求項10乃至14のうちのいずれか一項に記載の装置において、

前記演算処理-表示装置(22)は、動的に計算した最も新しい平均値($M(j)$)に基づいて、前記変化指数(P)の動的計算を行うようになっている、装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転している部品の工作機械での機械加工を検査装置によって制御するための方法に関する。この方法は、部品の半径方向寸法を示す瞬間値を検出する工程と、検出された瞬間値を演算処理する工程と、少なくとも一つの機械加工工程を、検出され且つ演算処理された瞬間値に基づいて制御する工程とを含む。

【0002】

10

20

30

40

50

本発明は、更に、回転している部品を数値制御式工作機械の機械加工中に検査するための装置に関する。この装置は、回転している部品と協働し、この部品の寸法を示す電気信号を送出するようになった検査ヘッドと、この検査ヘッド及び工作機械の数値制御装置に接続された演算処理 - 表示装置とを含む。演算処理 - 表示装置は、検査ヘッドから信号を受け取り、瞬間値を検査し且つ演算処理し、部品の寸法を示す信号に数値制御を行うようになっている。

【背景技術】

【0003】

機械部品を、更に詳細には数値制御式研削盤で、製造過程中検査を行いながら、機械加工することは既知である。製造過程中検査は、機械加工の停止及び/又は続いて行われる機械加工工程への移行を制御するため、部品の寸法を機械加工中に検出し、予め設定された寸法に達したことを示す信号を送出する、計測ヘッド又は他の検査及び/又は計測装置を使用することによって行われる。

10

【0004】

欧州特許第EP - A - 0791873号には、研削盤における特定の機械加工方法が開示されている。この方法によれば、機械加工を受ける部品は、クランクシャフトのクランクピンであり、シャフトの主軸線を中心として軌道運動する。この際、砥石車スライドは、主軸線に関して並進する。

【0005】

この種の部品の機械加工では、現在必要とされている極めて高い精度標準に達することは困難である。これは、現在、製造時間を益々短くすることが必要とされているためである。実際、機械加工サイクルは非常に短くなければならず、ピンに向かって移動する砥石車の機械加工送り速度（素材除去速度を決定する）と、シャフトの回転速度との間の比が大きい。従って、機械加工を受けるピンの断面は、瞬間毎に、及び最終工程まで、例えば「スパークアウト(sparkout)」工程まで、軸線方向対称性が悪化し、即ち半径方向寸法が、要求精度に関し、周囲の一つの点から他の点まで大幅に変化する。このため、ピンの特定の表面領域（この表面領域は、機械加工が行われている瞬間に実際に機械加工されている領域から必然的に離れている）だけと接触する一つ又はそれ以上の接触子を持つ既知のヘッドによって行われる製造過程中検査は特に困難である。上文中に言及した欧州特許第EP - A - 0791873号による機械加工方法は、砥石車スライドをピンに向かって機械加工送りしているとき（軌道回転するピンに材料の除去を行わずに追従するため、スライドが変位し続けているとき）、予め設定された直径寸法を、所望の最終寸法よりも大きい特定の削り代だけ越えたことを示す信号を製造過程中検査ヘッドが送出した場合に、中間位置で停止する工程を含む一連の工程を想定している。この方法は、更に、砥石車スライドが中間位置にある場合に、ピンの一回転又はそれ以上の回転で検出された寸法を演算処理して平均値を計算し、この平均値から、所望の寸法に達する上で必要な、続いて行われる砥石車スライドの送り量を決定することを想定している。機械加工の最後の部分で検査ヘッドを引っ込めて不作動にする。これは、砥石車スライドを所定量機械加工送りし、最終の「スパークアウト」工程を行うことを想定している。このとき、砥石車スライドを再度停止する。

20

30

40

【0006】

上文中に言及した欧州特許出願による方法は、製造速度及び結果としての精度に関する格段に高い必要条件によって生じた問題点を解決しようとするものである。

【0007】

しかしながら、提案された機械加工サイクルは、所望の寸法に達する前に、砥石車スライドの機械加工送りの中断と続行を行うための制御及び追加の作業が負担であった。これは、機械加工時間短縮の必要と相いれない。更に、このような追加の作業は、関連した電気部品及び機械部品の劣化につながり、研削盤の故障や性能低下の原因となる。

【0008】

軌道運動しているクランクピンの製造過程中検査を行うための装置は、本願の出願人が

50

出願した国際特許出願第WO-A-9712724号に記載されている。この装置は、検査されるべきピンの表面の二つの点に載止するV形状基準エレメントと、二つの載止点の間でピンの表面と接触し、「V」を二分する線と実質的に一致する所定の方向に沿った変位をトランスジューサー手段に伝達する移動自在の接触子を持つ検査ヘッドを含む。

【0009】

本特許出願の所有者が、国際特許出願第WO-A-9712724号の教示に従って製造した装置は、冶金学的観点から優れた結果を保証し、応用が最高度に簡単であり、慣性力が小さく、関連出願において研削盤で達成された性能の標準により、採用された解決策の品質及び信頼性が優れていることが確認される。

【0010】

しかしながら、精度を変えずに又は向上しつつ、機械加工速度を高くするという要件のため、上文中に言及した不都合は、こうした装置にもある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明の目的は、かなり正確であり且つ信頼性のある機械加工を極めて短時間で行うことができる、機械部品の機械加工を制御するための方法及び関連した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】

これらの及び他の目的は、請求項1に記載の方法及び請求項12に記載の装置によって達成される。

【0013】

本発明による方法及び装置は、有利には、軌道運動しているピンを研削するための作業の制御に使用される。

【0014】

本発明による方法及び装置が提供する利点の一つは、例えば「V」形状基準エレメントを持つ装置を使用することにより起こり得るエラーを効率的に補償することができるということである。

【0015】

本発明の好ましい実施形態を示す、非限定的例として与えられた添付図面を参照して本発明を以下に説明する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

図1は、工作機械での部品の機械加工を制御するための本発明による装置を示し、更に詳細には、計算機数値制御装置(CNC)33を備えた研削盤でクランクシャフト34のクランクピン18を検査するための、製造過程での装置を示す。クランクピン18は実質的に円筒形状であり、対称軸線2を画成する。クランクシャフト34の主ジャーナル38を同じ装置で検査できる。この装置の構造上の多くの特徴が、上文中に言及した国際特許出願第WO-A-9712724号に示されており且つ説明された構造上の特徴と対応する。

【0017】

図1に示す実施形態では、砥石車4が砥石車スライド1に連結されている。スライド1は、砥石車4についての回転軸線3を定める。工作台23が、クランクシャフト34を支持しており、このクランクシャフト34の回転軸線8を定める。砥石車スライド1は、支持エレメント5と、第1の回転連結エレメント9と、第2の回転連結エレメント12とを含む支持装置を支えている。支持エレメント5は、砥石車4の回転軸線3及びクランクシャフト34の回転軸線8と平行な第1の回転軸線7を画成する回転ピン6によって、第1の回転連結エレメント9を支持する。この連結エレメント9は、砥石車4の回転軸線3及びクランクシャフト34の回転軸線8と平行な第2の回転軸線11を画成する回転ピン1

10

20

30

40

50

0によって、第2の回転連結エレメント12を支持する。連結エレメント12の自由端には、チューブ状のガイドケーシング15が連結されている。ガイドケーシング15では、検査されるべきピン18の表面と接触するための接触子17を支持する伝達ロッド16が軸線方向に並進できる。チューブ状のケーシング15、ロッド16、及び接触子17は、計測ヘッド即ち検査ヘッド39の部分である。検査ヘッド39は、更に、チューブ状のガイドケーシング15の下端に固定された支持ブロック19を含む。このブロック19は、回転ピン6及び10によって許容された回転によって、検査されるべきピン18の表面と係合するようになった、V形状の基準装置20を支持する。伝達ロッド16は、実質的に、基準装置20のV形を二分する線に沿って移動できるか或いは、この二分線に関して僅かに角度をなした所定の方向に従って移動できる。

10

【0018】

支持ブロック19は、更に、ガイド装置21を支持する。このガイド装置は、上文中に言及した国際特許出願第WO-A-9712724号に記載されているように、基準装置20を案内し、検査されるべきピンと係合させ、基準装置20がピンから遠ざかる方向に変位する際にピンと接触した状態を維持するのに役立つ。これは、ピン6及び10によって画成された回転軸線7、11を中心とした第1の連結エレメント9及び第2の連結エレメント12の回転を制限するためである。

【0019】

基準位置に関する伝達ロッド16の軸線方向変位は、ケーシング15に固定された計測用トランスジューサーによって検出される。トランスジューサーは、例えば、LVDT型又はHBT型(それ自体既知であり、ここには詳細に説明しない)のトランスジューサー41であり、固定捲線と、伝達ロッド16とともに移動できる強磁性体製のコアとを備えている。

20

【0020】

ヘッド39のトランスジューサー41は、演算処理-表示装置22に接続されており、この装置は、研削盤の数値制御装置33に接続されている。

【0021】

検査されるべきクランクシャフト34を、スピンドルと心押台と(図示せず)との間で工作台23上に位置決めする。スピンドル及び心押台は、クランクシャフト34の幾何学的主軸線と一致する回転軸線8を画成する。クランクピン18及び主ジャーナル38は、軸線8を中心として回転する。クランクピン18は、所定の軌道経路を通過する。

30

【0022】

アクチュエータ装置は、例えば液圧型の複動式シリンダ28を含む。このシリンダ28は、砥石車スライド1によって支持されており、シリンダのピストンに連結されたロッド29を含む。ロッドの自由端にはキャップ30が設けられている。エレメント9の一端にアーム14が連結されており、このアームは、その反対側の端部のところで、アイドルホイール26を含む衝合体を支持する。シリンダ28を作動させてピストン及びロッド29を右方に(図1に関して)向かって変位すると、キャップ30が衝合体26と接触し、検査装置を休止位置まで変位し、これに従って、基準装置20がピンの表面から離れる。オーバーハング13が支持エレメント5にしっかりと固定されており、コイル戻しばね27が、オーバーハング13及びアーム14に連結されている。装置を検査状態まで変位できるようにするため、ロッド29を引っ込め、キャップ30が衝合体即ちアイドルホイール26から離れたとき、支持ブロック19は、連結エレメント9、12が回転することにより、クランクピン18(又は主ジャーナル38)に近づき、装置は検査状態に到達し、この状態を維持する。これは、実質的に、上文中に言及した国際特許出願第WO-A-9712724号に記載された方法で行われる。更に詳細に説明するため、これに言及する。クランクピン18又は主ジャーナル38と基準装置20との間の協働は、重力によって維持される。コイルばね27の作用は、図1に示す、軌道運動を行うクランクピン18の検査において特に重要である。実際、ばね27の張力は、支持ブロック19を下げるに従って大きくなり、クランクピン18の変位に追従することによって移動する検査装置の構成

40

50

部品の慣性による力を部分的に且つ動的に相殺する。このようにして、例えば、下位置（参照番号18' 'で示す）において、基準装置20とクランクピン18との間に過度の応力が加わることを阻止できる。基準装置20とクランクピン18との間に過度の応力が加わると、基準装置20のV形を変形させてしまう。他方、装置の上方移動中（上位置18' 'に向かうクランクピンの回転による）、ばね27の引っ張り作用が減少するため、V形状基準装置20とクランクピン18とが係合した状態から外そうとする、上位置18' 'での慣性力を適切に相殺できる。この後者の場合、ばね27の引っ張り作用を減少することによって相殺作用が得られるということは理解されるべきである。換言すると、コイル戻しばね27は、基準装置20とクランクピン18との間に圧力を全く発生せず、基準装置20とクランクピン18は重力だけで互いに協働する。

10

【0023】

ヘッド39のトランスジューサー41は、演算処理 - 表示装置22に信号を送出する。これらの信号の値は、伝達ロッド16の位置、及びかくして接触子17の位置を示す。メモリーユニット24を含むこのような装置22では、ヘッド39から到着した信号を、図2、図3、及び図4を参照して以下に説明するように演算処理する。

【0024】

図2は、クランクピン18の製造過程検査工程中の、ヘッド39の接触子17、伝達ロッド16、及びV形状基準装置20を簡単な形態で示す。この工程は、図1にも示してあり、図1には、クランクピン18の外表面を研削している砥石車4が示してある。ピン18は、シャフト34の軸線8を中心として、及び従ってその軸線2を中心として矢印Aが示す方向に軌道運動で回転する。この工程では、砥石車スライド1は、数値制御装置33から制御を受け取ったとき、ピン18の軌道運動変位に追従するため、軸線8に関して方向Xに沿って並進変位し、ピン18の表面から材料を除去するため、ピン18の軸線2に関して方向Xに沿って追加の機械加工送りを行う。多くの種類の工作機械は、上文中に言及した追従変位及び/又は機械加工変位を実施するため、工作台23を変位することを想定できる。

20

【0025】

円をなした二つの線18I及び18Fは、瞬間Iでのピン18の外表面の輪郭を概略に示す。これらの輪郭は、夫々、砥石車スライド1の機械加工送りを同じ瞬間Iに停止することによって得ることができる、表面の最終的な輪郭である。図2には、スライド1の機械加工送り速度とピン18の回転速度との間の比で決まる、螺旋形状の輪郭18Iが、例示の目的で、実際の大きさに関して故意に誇張して示してあるということは理解されるべきである。

30

【0026】

図2の断面では、砥石車4及び接触子17と瞬間毎に接触するピン18の表面上の点に参照符号W及びGが付してある。W及びGは、夫々、機械加工領域及び検査領域を示す。点Gを含むロッド16の変位方向は、実質的にピン18の軸線2に向かっており、砥石車4との接触点Wを含む、ピン18の軸線2に向かう直線に関し、角度 θ をなす。

【0027】

検査領域は点Gで示すことができるが、機械加工領域は、図1及び図2の平面に対して垂直方向に所定の長さを有するという事は、概念的観点から理解されるべきである。しかしながら、本説明では、簡略化及び明瞭化を図るため、図示の断面でのピン18と砥石車4との間の接触点Wだけを参照する。

40

【0028】

ピン18の回転中にヘッド39によって送出され、装置22で所定の頻度で検出された信号は、ピン18の半径方向寸法と比例する一連の瞬間値 $V(i)$ を形成する。図2に示すように、任意の瞬間Iにおいて、砥石車4との接触点Wでのピン18の半径方向寸法は、点Gでヘッド39が検出した寸法と異なっている。従って、検出された瞬間値 $V(i)$ の各々は、所定の遅延の後、点Wのところで実際に到達した機械加工寸法を示す。

【0029】

50

装置 2 2 で行われる第 1 の演算処理により、以下の式 1 により与えられる平均値 $M(j)$ を動的に計算できる。

【数 1】

$$M(j) = \frac{\sum_{i=s-(N-1)}^s V(i)}{N} \quad (1)$$

ここで、 s は、最も新しく検出された瞬間値 $V(i)$ を示す漸増数であり、 N は、シャフト 3 4 が軸線 8 を中心として完全に一回転するときを検出され、ユニット 2 4 に記憶された瞬間値 $V(i)$ の数である。

10

【0030】

平均値 $M(j)$ 、即ち瞬間転動平均値により、とりわけ、接触子 1 7 の望ましからぬ変位を生じるピン 1 8 の形状誤差の影響を受け易い V 形状装置 2 0 が、ピン 1 8 の表面と接触することによって導入された、検出された値 $V(i)$ の変化を補償できる。転動平均値 $M(j)$ は、一連の瞬間値のうちの全ての最新の瞬間値 $V(i)$ に合わせて連続的に更新される。瞬間 I での、前の一回転で検出された瞬間値 $V(i)$ の平均値 $M(j)$ もまた、点 W で機械加工されている寸法に関して「遅延」している。図 2 は、瞬間 I での平均値 $M(j)$ の半径方向位置を示し、破線 1 8 I' は、平均値 $M(j)$ の計算の基礎となる輪郭の部分を示す。

【0031】

20

図 1 及び図 2 に示す装置を用いたピンの機械加工を制御するための本発明による方法を、図 3 のブロックダイアグラム及び図 4 のグラフを参照して以下に説明する。

【0032】

図 3 のダイアグラムのブロックには、以下の機能がある。

ブロック 5 0 - 制御手順の開始。

ブロック 5 1 - 軌道運動しているピン 1 8 上でヘッド 3 9 を検査位置に位置決めする。この際、砥石車スライド 1 は方向 X に沿った変位を実行している。これには、ピン 1 8 に向かう機械加工送りが含まれる。

ブロック 5 2 - データを取得し、制御変数を初期設定する。

ブロック 5 3 - 数値制御装置 3 3 の制御により、製造過程中検査工程の開始について検証する。

30

ブロック 5 4 - ヘッド 3 9 から伝達された信号に基づいて、瞬間値 $V(i)$ を取得し、記憶する。

ブロック 5 5 - 接触子 1 7 がピン 1 8 の表面上で行った、 360° に亘る最初の走査が完了したことについて検証する。

ブロック 5 6 - 取得された瞬間値 $V(i)$ の番号を増大する。

ブロック 5 7 - 最も新しい 360° に亘る走査で取得した一連の瞬間値 $V(i)$ の平均値 $M(j)$ を動的に計算し、記憶する。

ブロック 5 8 - 記憶した平均値 $M(j)$ の数と予め決定された設定された数との間を比較する。

40

ブロック 5 9 - 最も新しく取得され且つ記憶された平均値 $M(j)$ の数 C 変化の傾向を示す変化指数 P を取得する、更に詳細には動的に計算し、記憶する。

ブロック 6 0 - ピン 1 8 の瞬間的寸法 R_I を動的に計算する。

ブロック 6 1 - 計算した瞬間的寸法 R_I を研削盤の数値制御装置 3 3 に伝達する

ブロック 6 2 - 計算した瞬間的寸法 R_I と所望の公称寸法 R_F との間で比較を行う。

ブロック 6 3 - 砥石車スライド 1 の機械加工送りを停止するために制御する。

ブロック 6 4 - ユニット 2 4 に記憶された最も古い平均値 $M(j)$ を削除する。

ブロック 6 5 - 数値制御装置 3 3 の制御時に製造過程中検査工程が終了したことを検証する。

ブロック 6 6 - 制御手順の終了。

50

【 0 0 3 3 】

図4のグラフは、曲線V、M、及びRを示す。これらの曲線は、検出された瞬間値V (i)、平均値M (j)、及び計算した瞬間的半径方向寸法R_Iの夫々の時間的順序における傾向を示す。

【 0 0 3 4 】

図3のダイヤグラムによる方法は、研削盤で機械加工されるピン18上にヘッド39を物理的に位置決めする(ブロック51)と同時に、幾つかのパラメータの取得及び設定を行う(ブロック52)開始工程を想定している。こうしたパラメータには、研削盤の機械加工パラメータである部品の回転速度、接触子17がピン18の表面と接触する点Gを示す角度、瞬間値V (i)のサンプリング期間T、及び例えばオペレータによって設定される、平均値M (j)の数を決める数Cが含まれる。これらのパラメータは、以下に更に詳細に説明するように、適当な演算処理を行うためにメモリーユニット24に同時に保持しなければならない。ピンの完全な一回転毎に検出された瞬間値V (i)の、上文中に言及した数Nは、部品の回転速度 (例えばrpmで表される)及びサンプリング期間T (例えば秒で表される)に関するパラメータから、以下の式2に示すように得ることができるということは理解されるべきである。

【数2】

$$N = \frac{60}{\omega * T} \quad (2)$$

【 0 0 3 5 】

研削盤の数値制御装置33が、製造過程中検査サイクルを開始するための信号を送出したとき(ブロック53)、瞬間値V (i)のサンプルを取得し、記憶する工程を開始する(ブロック54、56)。例えばN番目の瞬間値V (i)が取得されたことを検査することによって、360°に亘る走査が完了したことが検出されたとき(ブロック55)、第1平均値M (j)を式1によって動的に計算し(ブロック57)、ユニット24に記憶する。瞬間値V (i)を取得するための工程(ブロック54)、及びこれに続いて平均値M (j)を計算する工程(ブロック57)は、メモリーユニット24内に同時に存在する平均値M (j)の数が、設定された数Cと一致するまで続行される(ブロック58)。かくして、このような平均値M (j)を使用し、変化指数Pの値を、以下の式3によって計算する(ブロック59)。変化指数Pの値は、図4において、平均値M (j)の時間における傾向を示す曲線の傾きを示す。

【数3】

$$P = \frac{\sum_{j=s-(C-1)}^{s-1} (M(j+1) - M(j))}{C-1} \quad (3)$$

【 0 0 3 6 】

指数Pは、所定の数Cの平均値に基づいて、一つのサンプルと他のサンプルとの間の平均値M (j)の平均的变化を示す、負の数である。

【 0 0 3 7 】

現在の平均値M (j)、変化指数P、及び補正係数Kに基づき、瞬間的半径方向寸法R_Iを以下の式4によって動的に計算する。補正係数Kは、システムの形状によって、更に詳細には点Gと点Wの互いの配置によって導入される評価の遅れを考慮する係数である。

【数4】

$$R_I = M(j) + P * K \quad (4)$$

ここで、

10

20

30

40

【数5】

$$K = N * \frac{\alpha + 180}{360} \quad (5)$$

である。

【0038】

実際には、Kは、ピンの完全な一回転毎に検出された瞬間値V(i)の、上文中に言及した数Nと、平均値M(j)と同じ瞬間Iに機械加工点Wのところで到達した寸法との間の遅れとを考慮に入れた補正係数である。

【0039】

図4のグラフを参照すると、瞬間Iで、

- 値V(i)が検出され、
- 最後の360°の回転で検出された*i* = (s - (N - 1))、...、sについてのN個の瞬間値V(i)に基づいて平均値M(j)を計算し、これを記憶し、
- *j* = (s - (C - 1))、...、sについての最後のC個の平均値M(j)に基づいて、曲線Mの傾きを示す指数Pを評価し、
- 瞬間的半径方向寸法R_Iを計算する。

【0040】

ピンの表面の機械加工が行われる点Wでのピン18の半径方向寸法の評価である寸法R_Iを演算処理 - 表示装置22から研削盤の数値制御装置33に伝達する(ブロック61)。数値制御装置33は、有利には、瞬間的半径方向寸法R_Iが所望の公称寸法R_Fの値に達したときにこれを検証し(ブロック62)、及び従って、砥石車スライド1の機械加工送りの停止を制御する(ブロック63)。装置22によって提供された瞬間的半径方向寸法R_Iの管理は、いずれにせよ、上文中に言及したように、ブロック62及び63を参照して説明した作動、及び/又は他の可能な機械加工変位を適当なプログラムに基づいて制御する研削盤の数値制御装置33によって決定されるということは理解されるべきである。プログラムは、とりわけ、機械加工を受ける部品の特徴で決まる。製造過程中検査の終了(ブロック66)は、同様に、砥石車4の機械加工送りを停止した後、又は例えばその後数値制御装置33の制御により直ちに確認される(ブロック65)。図3のブロック64は、最後のC個の計算された平均値M(j)だけをメモリーユニット24に保持するための、記憶された平均値の更新を簡単な形態で示す。この更新は、例えば、指数Pの計算に使用された値のうち、*j* = (s - (C - 1))についての最も古い値M(j)を削除することによって行われる。これは、更新後に、この最も古い値を、続いて行われる演算処理(ブロック57)で新たな値と入れ換えるために行われる。

【0041】

図4のグラフでは、瞬間I_Fは、計算により得られた寸法R_Iが値R_Fに達した瞬間を示す。上文中に説明した例によれば、数値制御装置33は、軌道運動しているピン18に関する砥石車スライド1の方向Xでの機械加工送りの停止を制御する。機械加工は、砥石車スライド1が、シャフト34の回転軸線8に関して横方向に変位し続けている工程で続行される。これは、例えばピン18の一回の軌道回転時に、実質的にピン18の軸線2に向かう機械加工送り変位なしで、ピン18に追従するためである。この最終的な工程において、図2に示す、参照番号18Fによって示された輪郭を獲得するため、ピン18の外面を実質的に円形にする。

【0042】

かくして、本発明による方法により、例えば上文中に説明した実施形態による方法により、ヘッド39が検出した、点Wが砥石車4と接触した瞬間に実際に到達したピン18の半径方向寸法である瞬間値V(i)に基づいて検証を行うことができる。従って、ピン18の機械加工を、例えば所望の公称寸法R_Fに達するまで、連続的に制御できる。かくして、特に高精度に且つ信頼性を以て機械加工を施した部品が、極めて短い時間で、砥石車4の機械加工送りを中断する必要なしに得られる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 3 】

上文中に説明した方法は、砥石車スライド 1 の機械加工送りが比較的高速（例えば 15 $\mu\text{m}/\text{s}$ ）であり、シャフトの回転が比較的低速（例えば 20 rpm 乃至 60 rpm）であり、サンプリング期間が 0.5 ms 乃至 4 ms であることを想定した機械加工に適用できる。ピンの回転毎のサンプル数 N は、1000 個単位であってもよいが、指数 P を計算するための平均値 $M(j)$ の数 C は、例えば、約 10 個であってもよい。

【 0 0 4 4 】

角度 の代表的な値は、例えば、120° である。図 1 及び図 2 に示す用途等の用途では、角度 の大きさは、部品の回転中、システムの幾何学的及び運動学的特徴に応じて僅かに変化するという事は理解されるべきである。しかしながら、ピン 18 の半径方向寸法の検査では、+ / - 5° の範囲にとどまるこれらの変化は、完全に無視できる。実際、式 5 によれば、精度が 5° 低下すると、1.3% (5 / 360) の変化が生じ、平均値 $M(j)$ は一定であり、値 R_I の計算に実質的に影響しない。

10

【 0 0 4 5 】

式 5 によって計算された補正係数 K により、本発明による方法を適用して優れた結果を得ることができる。更に、平均値 $M(j)$ の計算の基礎となる、検出された N 個の瞬間値 $V(i)$ の、点 G に関する僅かなオフセットを、補正係数を計算するための以下の式によって、許容することができる。

【 数 6 】

$$K' = N * \frac{\alpha + 180}{360} + \frac{1}{2} \quad (5')$$

20

【 0 0 4 6 】

しかしながら、ほとんどの場合において、N が数 10 個以上である場合（上述のように、代表的な値は約 1000 個である）には、K と K' との間の相違は、實際上、検出不能である。

【 0 0 4 7 】

本明細書中上文中に説明した方法に関するこの他の可能な変形例は、とりわけ、変化指数の異なる計算を想定している。こうした計算は、例えば上述の例で言及した負の数 P の代わりに、検出された量と計算された量との間の角度又は比を評価することによる。その結果、瞬間的半径方向寸法 R_I の計算について、式 4 が変化する。

30

【 0 0 4 8 】

別の実施形態では、変化指数 P の取得は、計算によってではなく、例えばオペレータが、機械加工送り速度に基づいて、所定の値を直接設定することによって行われる。実際、機械加工送り速度が一定である場合には、指数 P もまた一定であり、部品の各回転時に変化指数 P を動的に計算する必要がない。換言すると、機械加工送り速度が一定である場合には、曲線 M の傾きは一定であり、演算処理 - 表示ユニット 22 に変化指数 P を提供でき、これ以上の演算処理を行わない。

【 0 0 4 9 】

この実施形態は、部品に、二回又はそれ以上の機械加工工程を異なる機械加工送り速度で加える場合に特に有利である。各機械加工工程について変化指数 P の値を設定することによって、一方の機械加工工程から他方の機械加工工程に移行するとき、及びかくして一方の機械加工送り速度から他方の機械加工送り速度に移行するときの瞬間的半径方向寸法 R_I の動的計算における精度を高めることができる。

40

【 0 0 5 0 】

別の実施形態では、変化指数 P を、予め設定された数の初期値 $M(j)$ に基づいて動的に計算できる。次いで、計算された変化指数 P を、続いて行われる演算処理で、本明細書中上文中に説明したのと全く同様の方法で使用する。変化指数 P を計算する上でのエラーを最小にするため、予め設定された数の変化指数 P の計算された値の平均値を評価できる。

50

【 0 0 5 1 】

機械加工した部品の形状誤差の性質が、前もって実質的に既知の特定の用途では、平均値 $M(j)$ を、プログラムできる所定の大きさ（例えば、幅が 120° 又は 180° ）を持つ移動自在の角度範囲に基づくのではなく、 N 個よりも少数の所定数の瞬間値 $V(i)$ に基づいて評価できる。

【 0 0 5 2 】

明らかに、本発明による方法は、ヘッド 39 の信号によって検出された瞬間値 $V(i)$ に、例えば熱の変化やヘッド 39 の直線性が制限されていることによる変化を補償するために他の演算処理を加える用途でも可能である。

【 0 0 5 3 】

本発明による方法及び装置は、有利には、上文中に説明したように、軌道運動しているピンを、V形状基準装置を持つヘッドによって検査するのに適用される。同様の方法及び装置は、図 1 を参照して説明したシャフト 34 の主ジャーナル 38 の機械加工を制御するために適用できる。

【 0 0 5 4 】

更に、例えば部品自体の軸線を中心として回転する部品の直径寸法を示す信号を提供する二つの接触子を備えたヘッドを使用する制御方法及び装置、又は無接触検査ヘッド（光学式又は他の種類）を使用する同様の制御方法及び装置は、本発明の範疇に含まれ、多くの用途において、研削盤等の工作機械での機械加工の精度、信頼性、及び速度の標準を同じにして制御できる。

【 0 0 5 5 】

上述のように、本発明による方法及び装置により、機械加工される部品の工具と接触した領域での実際の寸法を示す値（ R_I として）を、瞬間毎に得ることができる。一つ又はそれ以上の機械加工工程を制御するためにこのような値（ R_I ）を使用することは、一般的には、機械の制御装置（例えば数値制御装置 33）によって決定され、管理される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 6 】

【 図 1 】 図 1 は、クランクシャフト研削盤の砥石車スライドに取り付けられた計測装置の、クランクピンの検査中の加工状態での側面図である。

【 図 2 】 図 2 は、図 1 の概略拡大詳細図である。

【 図 3 】 図 3 は、本発明による制御方法の好ましい実施形態のブロックダイアグラムである。

【 図 4 】 図 4 は、図 3 の方法に従って検出し、計算した幾つかの量の傾向を示すグラフである。

10

20

30

【 図 1 】

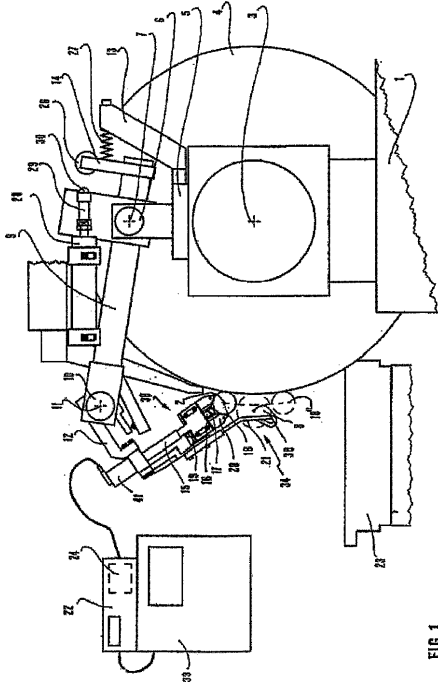


FIG. 1

【 図 2 】

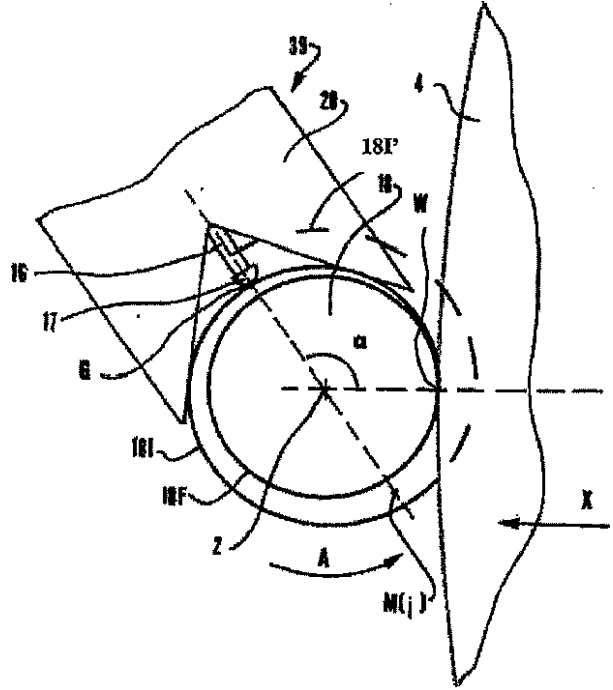


FIG. 2

【 図 3 】

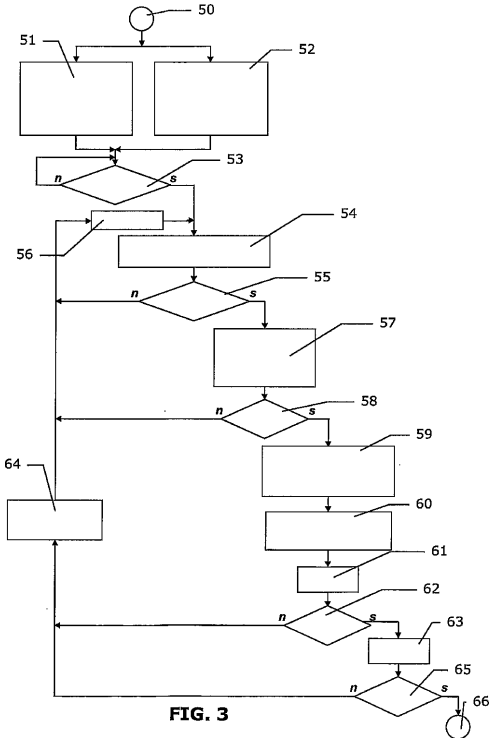


FIG. 3

【 図 4 】

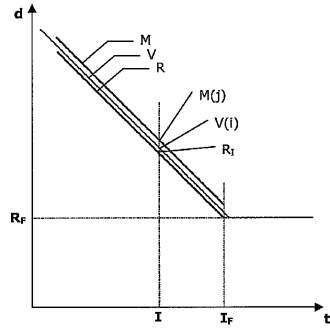


FIG. 4

フロントページの続き

(72)発明者 ウィリアム、モンタナーリ
イタリア国ボローニャ、カステル、マジョーレ、ピア、エ・モンターレ、2

審査官 金丸 治之

(56)参考文献 特開平08-168957(JP,A)
特開平08-090409(JP,A)
特開平07-328892(JP,A)
特表平11-513317(JP,A)
特開昭55-042773(JP,A)
特開2001-252867(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23Q 15/02
B24B 5/42
B24B 49/04