(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3736039号
(P3736039)
(45)発行日　平成18年1月18日(2006.1.18)　(24)登録日　平成17年11月4日(2005.11.4)

(51)Int.Cl.　F I
B23B 39/00 (2006.01)　B23B 39/00 B

請求項の数 2　(全 6 頁)

(21)出願番号　特願平9-146193
(22)出願日　平成9年6月4日(1997.6.4)
(65)公開番号　特開平10-337603
(43)公開日　平成10年12月22日(1998.12.22)
審査請求日　平成15年2月12日(2003.2.12)

(73)特許権者　000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真１００６番地
(74)代理人　100097445
弁理士　岩橋　文雄
(74)代理人　100109667
弁理士　内藤　浩樹
(74)代理人　100109151
弁理士　永野　大介
(72)発明者　丸山　照雄
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内

審査官　田村　嘉章

最終頁に続く

(54)【発明の名称】加工方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
能動制御型の軸受によって支持される主軸に設けられたバイトが中空部を有するワークを処理する加工方法であって、前記主軸の中心が前記中空部内にあり、かつ、前記主軸が一自転する間に前記ワークに対して一公転することで、前記ワークの内周面を処理することを特徴とする加工方法。
【請求項２】
バイトの磨耗量Δｒを検出しながら、バイトの公転半径をΔｒだけ補正することを特徴とする請求項１に記載の加工方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は精密部品の穴の加工装置に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
機械加工の中で最も大きな比率を占める穴加工の対象としては、ドリル穴、リーマ穴、タップ穴、ボーリング穴および段付き穴など多様な種類がある。
【０００３】
その中でもボーリング工具による穴の仕上げ加工は、もっとも一般的に行われており、下穴の加工精度に依存しにくいため、深穴を高精度で加工できるという特徴を有する。図５

は従来から用いられているボーリングヘッドであり、１００はツールシャンク部、１０１は先端にチップ１０６が設けられたバイト、１０２はバイトホルダー、１０３はアジャストスクリュー、１０４は調整リング、１０５はバーニアである。工具径（同図中のＲ）の調整は、ギヤが設けられた調整リング１０４を回転させることにより、前記アジャストスクリュー１０３を半径方向へ移動させて行う。加工終了後はワークの内径を外部に設置されたタッチセンサにより計測する。もし前記チップ１０６の摩耗等によりボーリング内径が所定の仕様を満足していなければ、再度前記アジャストスクリュー１０３を調整し、仕様を満足する様に工具径を設定するのである。

【０００４】

しかし、バックラッシュを基本的にともなうギヤを介在しての工具径の調整には加工精度の点で限界があった。したがって、上記調整工程を自動化した場合、得られる加工精度はせいぜい３～４μｍが限界であった。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、従来のマシニングセンタでの高精度穴加工において、工具のセッティング、バイトの摩耗量補正、工具の管理等、熟練作業が必要にもかかわらず、加工精度に限界があったボーリング加工を根底から改善する新加工装置を提供するものである。

【０００６】

【課題を解決するための手段】

本発明は、能動制御型の軸受によって支持される主軸に設けられたバイトが中空部を有するワークを処理する加工方法であって、前記主軸の中心が前記中空部内にあり、かつ、前記主軸が一自転する間に前記ワークに対して一公転することで、前記ワークの内周面を処理するものである。

【０００７】

本発明により、バイトの摩耗量を逐次補正する高精度の穴加工、任意の形状の非真円加工、微小な傾斜角を持つテーパ穴加工等が実現できる。

【０００８】

【発明の実施の形態】

本発明の請求項１に記載の発明は、能動制御型の軸受によって支持される回転側の主軸と、この主軸を収納する固定側のホルダーと、前記主軸を回転駆動するモータと、前記主軸のワーク側に装着された刃具を有するボーリングヘッドとからなるスピンドルと前記スピンドルを搭載してワークの穴加工を行うボーリング用の加工装置において、前記刃具先端の軌跡が所定の内面加工形状と一致する様に、前記主軸の中心位置を前記主軸の回転と同期して制御することを特徴とするものであり、熟練した作業者を必要としないで、たとえばバイトの摩耗量を自動的に補正する高精度の穴加工が実現できる。

【０００９】

以下本発明をまず原理図である図１（ａ）（ｂ）をもとに説明する。

図１（ａ）（ｂ）において１はバイト、２はバイトホルダー、３は被加工物であるワークを示す。バイトホルダー２は、図２で後述する様に能動制御型の磁気軸受によって支持されている。

【００１０】

図１（ａ）はバイト１がまだ摩耗していない状態を示す。この段階ではバイトホルダー２、すなわち図２に示す磁気軸受スピンドルのシャフト１０の中心（図１に示す中心４）はボーリング穴の中心位置５に設置される。すなわち従来のボーリング加工と同様に、ボーリング穴の中心位置５を軸芯として、バイト１は回転する。

【００１１】

図１（ｂ）は、バイト１が寸法△ｒだけ摩耗した場合を示す。この摩耗量：△ｒは、たとえば外部に設けられた計測手段等によってあらかじめ分かっており、スピンドルのシャフト１０の中心４は、最初に設定したボーリング穴の中心５に対して△ｒだけ偏芯した状態で旋回運動をする。この旋回運動は磁気軸受の持っているマイクロアクチュエータ機能

によってなされる。すなわち地球に対する月の運動の様に、バイトホルダー２は一回転する間に一公転する。バイトホルダー２の回転角と回転速度及び旋回運動は完全に同期がとれており、バイトの先端位置は常に加工面に接触した状態を保っている。

【００１２】

以下本発明の一実施の形態を図２をもとに説明する。

図２はボーリングヘッドが装着された磁気軸受スピンドルを示す。この磁気軸受スピンドルのメカニズムの基本構成は公知のものである。１０はスピンドルの主軸、１１はモータのロータ、１２はモータのステータ、１３はフロント側のラジアル磁気軸受のロータ、１４はステータ、１５はリアー側のラジアル磁気軸受のロータ、１６はステータ、１７はスラスト磁気軸受のロータ、１８，１９はステータ、２０は上記磁気軸受とモータを収納する固定側のスリーブである。２１ａ、２１ｂは主軸１０の半径方向位置を検出するためのフロント側のＸ軸変位センサー、２２ｃ（図示せず）、２２ｄ（破線）は主軸１０の軸方向位置を検出するためのＹ軸変位センサーである。Ｘ軸変位センサー２１ａ、２１ｂとＹ軸変位センサー２２ｃ、２２ｄは直交して設けられている。図面の裏側に配置されたＹ軸センサー２２ｄを破線で示す。２４ａ、２４ｂは主軸１０の半径方向位置を検出するためのリアー側のＸ軸変位センサー、２４ｃ（図示せず）、２４ｄ（破線）はＹ軸変位センサーである。前述したフロント側において、磁気軸受のロータ１３、磁気軸受のステータ１４、前記Ｘ軸変位センサー２１ａ，２１ｂ、前記Ｙ軸変位センサー２２ｃ，２２ｄにより、前記主軸１０の軸芯$O_1$２５（図１の４に相当）の径方向位置を決め、かつボーリング穴の中心$O_2$２６（図１の５に相当）を中心に、この軸芯$O_1$２５に規則正しい旋回運動を発生させるフロント側磁気軸受アクチュエータ５０を構成している。リアー側磁気軸受アクチュエータ５１の構成要素も同様である。また２７は主軸１０の回転角と回転速度を検出するためのエンコーダのロータ、２８はステータであり、主軸１０の上端部と固定部材２９の間に設けられている。またモータのロータ１１、ステータ１２、エンコーダのロータ２７、ステータ２８により、エンコーダによる回転位置情報をもとに、主軸１０を規則正しく回転させる回転アクチュエータ５２を構成している。６０は磁気軸受スピンドルの主軸１０に装着されたボーリングヘッド、３０はバイトであり先端にはチップ３１が装着されている。３２は被加工物であるワークである。

【００１３】

図３にフロント側磁気軸受アクチュエータ５０を駆動する旋回運動制御部５３としてのブロック図を示す。この旋回運動制御部５３では、回転運動と同期した状態で磁気軸受の各軸が駆動されている。図中に磁気軸受の構成モデルを記載しており、前記ステータ１４はＸ軸ステータ１４ａ、１４ｂ及びＹ軸ステータ１４ｃ、１４ｄより構成されている。主軸１０に半径：△ｒの旋回運動を与えるために、前記Ｘ軸ステータ、Ｙ軸ステータの駆動回路に９０°の位相差を持つ正弦波が与えられる。リアー側の磁気軸受アクチュエータ５１を制御し駆動する方法も同様である。なお旋回半径：△ｒは、量産現場に適用した実施例では、加工後のボーリング穴径をサンプル抽出して実測し、設計値と実測値の差から穴径の補正値として求めた。

【００１４】

図４は本実施例の制御回路全体のブロック図である。回転信号発生器５４で、回転数と回転位置を決める周波数（パルス列）を出力させる。この出力の一方は回転運動制御部５５へ入力される。この回転運動制御部５５では回転アクチュエータ５２を駆動制御する信号が作られる。

【００１５】

一方旋回運動制御部５３では、回転信号発生器５４から得られたパルス列を磁気軸受アクチュエータ５０の図３に示すＸ軸及びＹ軸信号処理部５８，５９へ送る。なお図４において鎖線で示す様に、エンコーダ２７，２８からの出力を旋回運動制御部５３へフィードバックすることにより、回転運動と旋回運動間の位相を正確に制御することができる。

【００１６】

【発明の効果】

本発明により、実施形態で説明した様にバイトのチップの摩耗を逐次自動的に補正できる高精度のボーリング穴加工が実現できる。本発明を量産現場に適用することにより、従来のベテランの作業者でも数ミクロンの精度が限界だったボーリング穴加工において、サブミクロンオーダーの高精度加工の自動化が可能となる。

【００１７】

また、スピンドルの旋回半径は任意に設定できるため、ゆるい傾斜角を持つテーパ穴加工、自動車のエンジンのシリンダ等に用いられる楕円加工、あるいは任意の形状の非真円加工にも適用でき、その効果は絶大である。

【図面の簡単な説明】

【図１】（ａ）はバイトの摩耗量の補正がないときの本発明の原理図
（ｂ）はバイトの摩耗を補正する場合の本発明の原理図

【図２】本発明の一実施形態における加工装置のボーリングヘッドが装着されたスピンドルの正面断面図

【図３】図２に示すスピンドルを駆動する旋回運動制御部のブロック図

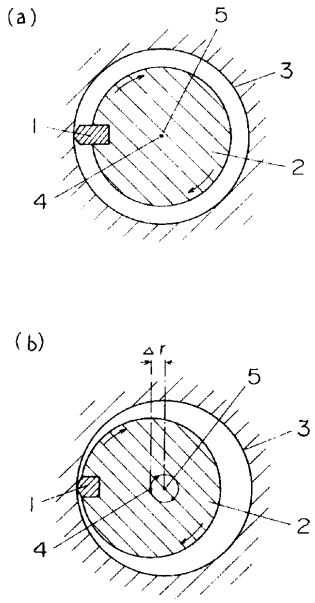
【図４】本発明の一実施形態における加工装置の制御系全体のブロック図

【図５】従来の加工装置におけるボーリングヘッドの正面断面図

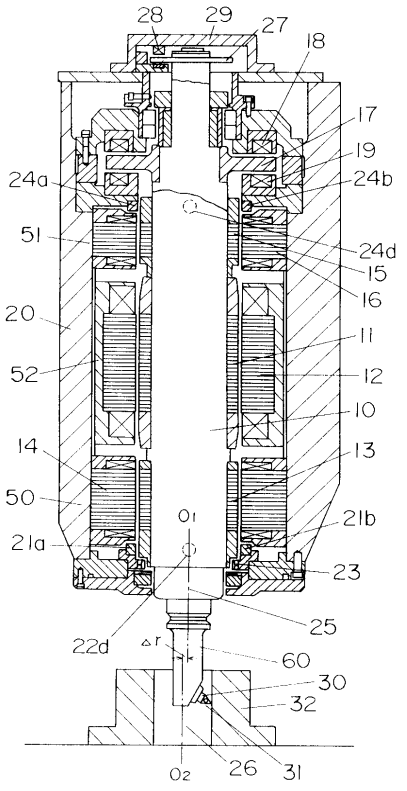
【符号の説明】

１０　主軸
１１　ホルダー
１１，１２　モータ
３０　ボーリングヘッド
３１　ワーク
２５　主軸の中心位置

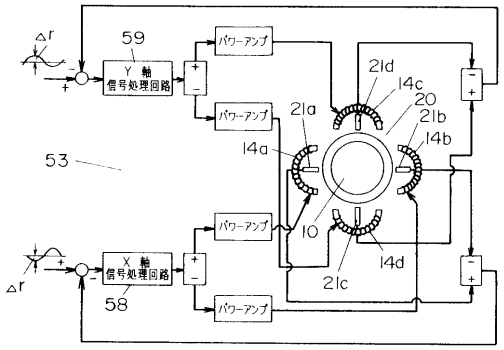
【図１】



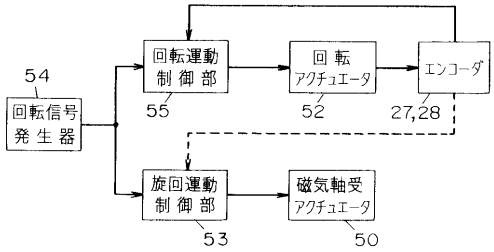
【図２】



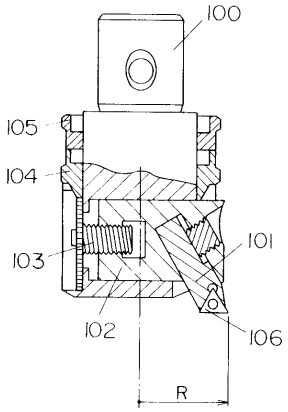
【図３】


△r
59
Y 軸
信号処理回路
パワーアンプ
パワーアンプ
パワーアンプ
パワーアンプ
21d
14c
20
21b
14b
21a
14a
53
10
14d
21c
△r
X 軸
信号処理回路
58

【図４】


54
回転信号
発生器
回転運動
制御部
55
回転
アクチュエータ
52
エンコーダ
27,28
旋回運動
制御部
53
磁気軸受
アクチュエータ
50

【図５】


100
105
104
103
101
102
106
R

フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭６１－１５２３０４（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－１５２７５７（ＪＰ，Ａ）
実開昭６２－１１３９１０（ＪＰ，Ｕ）
特開昭６１－１０３７１２（ＪＰ，Ａ）
特開昭５７－２０１１０８（ＪＰ，Ａ）
実公昭４７－０２１２５４（ＪＰ，Ｙ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
B23B 39/00
B23C 5/24