

(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2012-143830

(P2012-143830A)

(43) 公開日 平成24年8月2日(2012. 8. 2)

(51) Int.Cl.
B23Q 17/22 (2006.01)F I
B23Q 17/22テーマコード (参考)
3C029

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2011-2914 (P2011-2914)
(22) 出願日 平成23年1月11日 (2011. 1. 11)(71) 出願人 000001247
株式会社ジェイテクト
大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
(74) 代理人 100089082
弁理士 小林 脩
(74) 代理人 100130188
弁理士 山本 喜一
(72) 発明者 牧内 明
大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
株式会社ジェイテクト内
(72) 発明者 加藤 育也
大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
株式会社ジェイテクト内

最終頁に続く

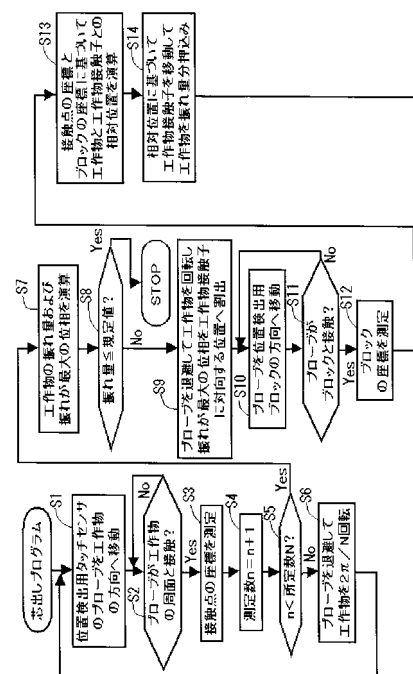
(54) 【発明の名称】 工作物の芯出し装置および芯出し方法

(57) 【要約】

【課題】 工作物の高精度な芯出しを簡易に行える工作物の芯出し装置および方法を提供する。

【解決手段】 位置検出用プローブにより回転テーブル上の工作物の周面の周方向に少なくとも3点の等角度の位置を測定する(S3)。等角度位置から工作物の芯の振れ量および該振れ量が最大の位相を演算する(S7)。回転テーブルを回転させて工作物の振れ量が最大の位相を芯出し装置の工作物接触子と対向させる(S9)。プローブにより工作物と位置検出用ブロックとの相対位置を導出し(S16)、工作物接触子の位置を補正する(S17)。芯出し装置の芯出し軸部材を移動して工作物接触子により工作物を振れ量分押込んで芯出しを行う(S18)。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転テーブル上に載置される円柱状または円筒状の工作物の芯を出す芯出し装置であって、

前記回転テーブルの回転軸と直交する方向に移動可能な芯出し軸部材と、

前記芯出し軸部材に設けられ、前記芯出し軸部材の移動により前記工作物の周面に当接して該工作物を径方向に押動可能な工作物接触子と、

前記芯出し軸部材に設けられた位置検出用ブロックと、

前記回転テーブルの回転軸と直交する方向に移動可能であり、前記工作物および前記位置検出用ブロックに接触可能な位置検出用プローブと、

前記芯出し軸部材および前記位置検出用プローブを制御して前記工作物の芯出しを行う芯出し制御装置と、を備え、

前記芯出し制御装置は、

前記回転テーブルの回転を停止した状態において、前記位置検出用プローブを前記工作物の周面の周方向に少なくとも 3 点接触させて、前記位置検出用プローブと前記工作物のそれぞれの接触位置を測定する工作物周面位置測定手段と、

測定した前記周面上位置に基づいて、前記工作物の芯の振れ量および該振れ量が最大の位相を演算する振れ演算手段と、

前記位置検出用プローブを前記位置検出用ブロックに接触させて、前記位置検出用ブロックの位置を測定するブロック位置測定手段と、

前記回転テーブルの回転により前記振れ量が最大の位相を前記工作物接触子と対向させた対向状態にする位相割出手段と、

前記工作物周面位置測定手段により測定された前記接触位置および前記ブロック位置測定手段により測定された前記位置検出用ブロックの位置に基づいて、前記回転テーブルの回転により前記振れ量が最大の位相を前記工作物接触子と対向させた状態における前記工作物と前記工作物接触子との相対位置を導出する相対位置導出手段と、

前記位相割出手段により前記対向状態にした後に、前記相対位置に基づいて前記芯出し軸部材を移動して前記工作物接触子により前記工作物を前記振れ量分押込むことにより前記工作物の芯を出す押込み手段と、を備える芯出し装置。

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記芯出し装置は、

前記回転テーブルが設けられているベッド上に設置されている芯出し装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、

前記芯出し制御装置は、

前記位置検出用プローブを前記工作物を挟んで前記工作物接触子と対向する側であって前記工作物の周面から前記振れ量分に相当する距離離間した位置に移動させて待機させ、前記工作物接触子により前記工作物を該工作物の周面が前記位置検出用プローブに接触するまで押込む芯出し装置。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 の何れか一項において、

前記芯出し装置は、

前記芯出し軸部材が前記プローブ移動手段の移動方向である前記回転テーブルの回転軸と直交する方向に対し所定角度傾斜するように配置され、

前記位置検出用ブロックの前記位置検出用プローブとの接触面が、前記位置検出用プローブの移動方向と直交するように設けられている芯出し装置。

【請求項 5】

回転テーブルの回転軸と直交する方向に移動可能な芯出し軸部材と、

前記芯出し軸部材に設けられ、前記芯出し軸部材の移動により前記回転テーブル上に載

10

20

30

40

50

置される円柱状または円筒状の工作物の周面に当接して該工作物を径方向に押動可能な工作物接触子と、

前記芯出し軸部材に設けられた位置検出用ブロックと、

前記回転テーブルの回転軸と直交する方向に移動可能であり、前記工作物および前記位置検出用ブロックに接触可能な位置検出用プローブと、

前記芯出し軸部材および前記位置検出用プローブを制御して前記工作物の芯出しを行う芯出し制御装置と、を備える芯出し装置における前記工作物の芯出し方法であって、

前記回転テーブルの回転を停止した状態において、前記位置検出用プローブを前記工作物の周面の周方向に少なくとも3点接触させて、前記位置検出用プローブと前記工作物とのそれぞれの接触位置を測定する工作物周面位置測定工程と、

測定した前記周面上位置に基づいて前記工作物の芯の振れ量および該振れ量が最大の位相を演算する振れ演算工程と、

前記位置検出用プローブを前記位置検出用ブロックに接触させて、前記位置検出用ブロックの位置を測定するブロック位置測定工程と、

前記回転テーブルの回転により前記振れ量が最大の位相を前記工作物接触子と対向させた対向状態にする位相割出工程と、

前記工作物周面位置測定手段により測定された前記接触位置および前記ブロック位置測定手段により測定された前記位置検出用ブロックの位置に基づいて、前記回転テーブルの回転により前記振れ量が最大の位相を前記工作物接触子と対向させた状態における前記工作物と前記工作物接触子との相対位置を導出する相対位置導出工程と、

前記位相割出手段により前記対向状態にした後に、前記相対位置に基づいて前記芯出し軸部材を移動して前記工作物接触子により前記工作物を前記振れ量分押込む押込み工程と、を備える工作物の芯出し方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転テーブル上に載置される円筒状の工作物の芯を出す芯出し装置および芯出し方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

例えば特開2004-82242号公報（特許文献1）には、工具主軸に装着可能な芯出し治具と、主軸に取付けられる工作物の芯ずれに伴う振れを測定する振れ測定装置とを備えた工作機械が記載されている。この工作機械における工作物の芯出し方法は、主軸を回転させて工作物の振れを振れ測定装置によって測定する。そして、工具主軸を移動させて芯出し治具を工作物に押付け、測定した工作物の振れに基づいて芯出し治具により工作物を押動して工作物の芯を出す。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2004-82242号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述の工作物の芯出し方法では、芯出し治具を工作物に押付け過ぎて工作物の中心軸が主軸の回転中心軸を超えてしまった場合、工作物の振れは発散することになる。すなわち、工作物の回転力と芯出し治具の押付け力とにより、工作物の中心軸と主軸の回転中心軸との距離はさらに大きく離間し、最終的には工作物が主軸から脱落するおそれがある。

【0005】

この事態を防止するためには、芯出し治具による工作物の押動を低速で行う必要があるが、芯出し作業に多大な時間が掛かることになる。また、工作物の中心軸が主軸の回転中

10

20

30

40

50

心軸と一致する手前で芯出し治具による工作物の押動を停止すればよいが、工作物の振れを完全に無くすることができず、工作物の芯出しが誤差を含んだものとなる。

【0006】

また、芯出し治具は工具主軸に装着されるため、工具主軸に対して芯出し治具と工具とを自動的に交換する装置が必須となる。よって、該交換作業に多大な時間が掛かることになる。また、芯出し治具が工具主軸に装着されているため、工具主軸の移動中に芯出し治具が他部材と干渉するおそれがある。

【0007】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、工作物の高精度な芯出しを簡易に行うことが可能な工作物の芯出し装置および芯出し方法を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

(工作物の芯出し装置)

(請求項1) 本発明の工作物の芯出し装置は、回転テーブル上に載置される円柱状または円筒状の工作物の芯を出す芯出し装置であって、前記回転テーブルの回転軸と直交する方向に移動可能な芯出し軸部材と、前記芯出し軸部材の端部に設けられ、前記芯出し軸部材の移動により前記工作物の周面に当接して該工作物を径方向に押動可能な工作物接触子と、前記芯出し軸部材の端部に設けられた位置検出用ブロックと、前記回転テーブルの回転軸と直交する方向に移動可能であり、前記工作物および前記位置検出用ブロックに接触可能な位置検出用プローブと、前記芯出し軸部材および前記位置検出用プローブを制御して前記工作物の芯出しを行う芯出し制御装置と、を備え、前記芯出し制御装置は、前記回転テーブルを停止した状態において、前記位置検出用プローブを前記工作物の周面の周方向に少なくとも3点接触させて、前記位置検出用プローブと前記工作物とのそれぞれの接触位置を測定する工作物周面位置測定手段と、測定した前記周面上位置に基づいて、前記工作物の芯の振れ量および該振れ量が最大の位相を演算する振れ演算手段と、前記位置検出用プローブを前記位置検出用ブロックに接触させて、前記位置検出用ブロックの位置を測定するブロック位置測定手段と、前記回転テーブルの回転により前記振れ量が最大の位相を前記工作物接触子と対向させた対向状態にする位相割出手段と、前記工作物周面位置測定手段により測定された前記接触位置および前記ブロック位置測定手段により測定された前記位置検出用ブロックの位置に基づいて、前記回転テーブルの回転により前記振れ量が最大の位相を前記工作物接触子と対向させた状態における前記工作物と前記工作物接触子との相対位置を導出する相対位置導出手段と、前記位相割出手段により前記対向状態にした後に、前記相対位置に基づいて前記芯出し軸部材を移動して前記工作物接触子により前記工作物を前記振れ量分押込むことにより前記工作物の芯を出す押込み手段と、を備える。

20

30

【0009】

(請求項2) 前記芯出し装置は、前記回転テーブルが設けられているベッド上に設置されるようにしてもよい。

【0010】

40

(請求項3) 前記芯出し制御装置は、前記位置検出用プローブを前記工作物を挟んで前記工作物接触子と対向する側であって前記工作物の周面から前記振れ量分に相当する距離離間した位置に移動させて待機させ、前記工作物接触子により前記工作物を該工作物の周面が前記位置検出用プローブに接触するまで押込むようにしてもよい。

【0011】

(請求項4) 前記芯出し装置は、前記芯出し軸部材が前記プローブ移動手段の移動方向である前記回転テーブルの回転軸と直交する方向に対し所定角度傾斜するように配置され、前記位置検出用ブロックの前記位置検出用プローブとの接触面が、前記位置検出用プローブの移動方向と直交するように設けられているようにしてもよい。

【0012】

50

(工作物の芯出し方法)

(請求項5) 本発明の工作物の芯出し方法は、回転テーブルの回転軸と直交する方向に移動可能な芯出し軸部材と、前記芯出し軸部材に設けられ、前記芯出し軸部材の移動により前記回転テーブル上に載置される円柱状または円筒状の工作物の周面に当接して該工作物を径方向に押動可能な工作物接触子と、前記芯出し軸部材の端部に設けられた位置検出用ブロックと、前記回転テーブルの回転軸と直交する方向に移動可能であり、前記工作物および前記位置検出用ブロックに接触可能な位置検出用プローブと、前記芯出し軸部材および前記位置検出用プローブを制御して前記工作物の芯出しを行う芯出し制御装置と、を備える芯出し装置における前記工作物の芯出し方法であって、前記回転テーブルの回転を停止した状態において、前記位置検出用プローブを前記工作物の周面の周方向に少なくとも3点接触させて、前記位置検出用プローブと前記工作物とのそれぞれの接触位置を測定する工作物周面位置測定工程と、測定した前記周面上位置に基づいて前記工作物の芯の振れ量および該振れ量が最大の位相を演算する振れ演算工程と、前記位置検出用プローブを前記位置検出用ブロックに接触させて、前記位置検出用ブロックの位置を測定するブロック位置測定工程と、前記回転テーブルの回転により前記振れ量が最大の位相を前記工作物接触子と対向させた対向状態にする位相割出工程と、前記工作物周面位置測定手段により測定された前記接触位置および前記ブロック位置測定手段により測定された前記位置検出用ブロックの位置に基づいて、前記回転テーブルの回転により前記振れ量が最大の位相を前記工作物接触子と対向させた状態における前記工作物と前記工作物接触子との相対位置を導出する相対位置導出工程と、前記位相割出手段により前記対向状態にした後に、前記相対位置に基づいて前記芯出し軸部材を移動して前記工作物接触子により前記工作物を前記振れ量分押込む押込み工程と、を備える。

【発明の効果】

【0013】

(請求項1) 芯出し制御装置は、位置検出用プローブを回転テーブル上の工作物の周面の周方向に少なくとも3点接触させて、位置検出用プローブと工作物とのそれぞれの接触位置を測定する。そして、測定した周面上位置に基づいて、工作物の芯の振れ量および該振れ量が最大の位相を演算する。これにより、工作物の中心位置および半径を求めることができ、工作物の回転テーブルに対する芯ずれの量および芯ずれの方向を精度よく求めることができる。続いて、回転テーブルを回転させて工作物の振れ量が最大の位相を芯出し装置の工作物接触子と対向させた対向状態にする。そして、工作物の周面上位置および位置検出用ブロックの位置に基づいて、工作物と工作物接触子との相対位置を導出する。これにより、工作物と位置検出用ブロックとの相対位置を求めることができる。そして、位置検出用ブロックの接触面と工作物接触子の工作物に対する接触面との位置関係は既知であるので、工作物接触子の工作物に対する相対位置を精度よく導出することができる。以上により、工作物と回転テーブルと工作物接触子との位置関係が判明するので、芯出し装置の芯出し軸部材を移動して工作物接触子により工作物を振れ量分押込むことにより、工作物の高精度な芯出しを行うことができる。

【0014】

(請求項2) 芯出し装置を回転テーブルが設けられているベッド上に設置することにより、以下の効果を得ることができる。すなわち、従来必要であった工具主軸に対して芯出し治具と工具とを自動的に交換する装置が不要となり、自動交換装置の設置スペースを確保する必要がなくなる。また、従来は芯出し治具が工具主軸に装着されているため工具主軸の移動中に芯出し治具が他部材と干渉するおそれがあるが、かかる干渉の問題は解消される。また、芯出し装置と回転テーブルとの相対的な熱変位を小さくすることができる。

【0015】

(請求項3) 芯出し制御装置は、位置検出用プローブを工作物を挟んで前記工作物接触子と対向する側であって工作物の周面から振れ量分に相当する距離離間した位置に移動させて待機させる。そして、工作物接触子により工作物を該工作物の周面が位置検出用プローブに接触するまで押込む。よって、工作物を振れ量分だけ確実に押動させたことを確認

することができ、芯出しのサイクルタイムを短縮させることができる。

【0016】

(請求項4) 芯出し軸部材がプローブ移動手段の移動方向である回転テーブルの回転軸と直交する方向に対し所定角度傾斜するように芯出し装置を配置する。よって、位置検出用プローブの移動中における位置検出用プローブと芯出し装置との干渉を回避することができる。また、位置検出用ブロックの位置検出用プローブとの接触面が、位置検出用プローブの移動方向と直交するように設けられている。よって、位置検出用ブロックの位置を高精度に検出することができる。

【0017】

(請求項5) 本発明の工作物の芯出し方法によれば、上述した工作物の芯出し装置における効果と同様の効果を奏する。また、工作物の芯出し装置における他の特徴部分について、本発明の工作物の芯出し方法に同様に適用できる。そして、同様の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】 (A) は、芯出し装置を備えた立形研削盤の正面図、(B) は、その平面図である。

【図2】 (A) は、芯出し装置の平面図、(B) は、そのA-A線断面図である。

【図3】 芯出し制御装置の機能ブロック図である。

【図4】 芯出しプログラムのフローチャートである。

【図5】 芯出しにおける工作物の測定点を示す図である。

【図6】 芯出しプログラムにおいて割込可能なプログラムのフローチャートである。

【図7】 (A), (B), (C) は、図6の割込可能なプログラムによる芯出しの一連の動作を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

(1. 芯出し装置を備えた立形研削盤の機械構成)

芯出し装置は、円筒状の工作物の芯を出す装置であり、一例として、立形研削盤に装備された場合を例に挙げ、図1を参照して説明する。そして、当該研削盤1により工作物の外周面を研削するときの芯出しを行う場合を例に挙げて説明する。

【0020】

図1に示すように、立形研削盤1は、ベッド2と、回転テーブル3と、コラム4と、スライダ5と、工具主軸ヘッド6と、位置検出用タッチセンサ7と、芯出し装置8と、制御装置9とから構成される。

【0021】

ベッド2は、ほぼ矩形状からなり、床上に配置される。ただし、ベッド2の形状は矩形状に限定されるものではない。ベッド2上には、回転テーブル3および芯出し装置8が備えられている。また、ベッド2の後方側には、コラム4が立設されている。

【0022】

回転テーブル3は、円形状からなり、ベッド2に備えられた上下方向(Z軸方向)に延びる回転主軸31の上部に一体的に回転可能に設けられている。そして、回転主軸31(回転テーブル3)をZ軸回りで回転させるギヤ機構32を有する回転主軸用モータ33が、ベッド2に内蔵されている。この回転主軸用モータ33はエンコーダを有しており、エンコーダにより回転主軸用モータ33の回転角を検出することができ、回転主軸31(回転テーブル3)を任意の回転角度位置(位相)に停止することができる。回転テーブル3上には、工作物が載置され磁気吸着されて固定される。

【0023】

コラム4は、ほぼ門形状からなり、ベッド2の後方側に立設されている。コラム4の脚部材41には、制御装置9が備えられ、コラム4の上部材42には、スライダ5が備えられている。

【0024】

スライダ 5 は、コラム 4 の上部材 4 2 の前面に形成された案内面 4 3 に沿って左右方向（X 軸方向）に移動可能に設けられている。そして、スライダ 5 を X 軸方向に移動させるボールネジ機構 5 1 を有するスライダ用モータ 5 2 が、コラム 4 の上部材 4 2 に備えられている。

【0025】

工具主軸ヘッド 6 は、スライダ 5 の前面に形成された案内面 5 3 に沿って上下方向（Z 軸方向）に移動可能に設けられている。工具主軸ヘッド 6 には、工具主軸 6 1 が上下方向（Z 軸方向）に延在し、かつ Z 軸回りで回転可能に支持されている。そして、工具主軸ヘッド 6 には、工具主軸 6 1 を Z 軸回りで回転させるギヤ機構 6 2 を有する工具主軸用モータ 6 3 が内蔵されている。工具主軸 6 1 の下端には、工作物の外周面を研削する砥石車 6 4 が着脱可能に装着されている。つまり、砥石車 6 4 は、工具主軸ヘッド 6 に対して、Z 軸回りに回転可能に取り付けられている。

10

【0026】

位置検出用タッチセンサ 7 は、スライダ 5 の前面に上下方向（Z 軸方向）に移動可能に設けられている。位置検出用タッチセンサ 7 は、スライダ 5 の移動により回転テーブル 3 の回転軸と直交する方向に移動可能となっている。そして、位置検出用タッチセンサ 7 を Z 軸方向に移動させる図略のボールネジ機構を有するセンサ用モータが、スライダ 5 に備えられている。位置検出用タッチセンサ 7 には、下方向（Z 軸方向）に延びる位置検出用プローブ 7 1 が設けられている。位置検出用プローブ 7 1 の軸中心 C p と、回転主軸 3 1（回転テーブル 3）の軸中心 C t と、工具主軸 6 1 の軸中心 C g とは、X 軸方向に延びる直線 L 上に載るように設けられている。

20

【0027】

芯出し装置 8 は、固定部 8 1 と、可動部 8 2 と、芯出し軸部材 8 3 と、工作物接触子 8 4 と、位置検出用ブロック 8 5 とを備えている。詳細は後述する。この芯出し装置 8 は、回転テーブル 3 が設けられているベッド 2 上に設置されているため、従来必要であった工具主軸に対して芯出し治具と工具とを自動的に交換する装置が不要となり、自動交換装置の設置スペースを確保する必要がなくなる。また、従来は芯出し治具が工具主軸に装着されているため工具主軸の移動中に芯出し治具が他部材と干渉するおそれがあるが、かかる干渉の問題は解消される。また、芯出し装置 8 と回転テーブル 3 との相対的な熱変位を小さくすることができる。

30

【0028】

芯出し軸部材 8 3 は、その中心軸が回転主軸 3 1（回転テーブル 3）の軸中心 C t を通り、かつ直線 L に対し所定角度 θ 傾斜した直線 L a と一致するように配置されている。すなわち、芯出し軸部材 8 3 は、位置検出用プローブ 7 1 の移動方向である回転主軸 3 1（回転テーブル 3）の回転軸と直交する X 軸方向に対し所定角度 θ 傾斜するように配置されている。よって、位置検出用プローブ 7 1 の移動中における位置検出用プローブ 7 1 と芯出し装置 8 3 との干渉を回避することができる。

【0029】

制御装置 9 は、芯出し装置 8 の芯出し動作を制御する芯出し制御装置 9 0 と、立形研削盤 1 の研削動作を制御する研削制御装置 9 1 とを備えている。ただし、芯出し制御装置 9 0 は、制御装置 9 の内部に備えるものに限られず、外部装置として適用することもできる。芯出し制御装置 9 0 は、回転主軸用モータ 3 3、スライダ用モータ 5 2、センサ用モータおよび後述する可動部用モータ 8 7 b を制御して、工作物の軸中心と回転主軸 3 1（回転テーブル 3）の軸中心 C t との振れを求めることにより工作物の芯出しの制御を行う。詳細は後述する。研削制御装置 9 1 は、工具主軸用モータ 6 3 等を制御して、工作物を Z 軸回りに回転させ、砥石車 6 4 を Z 軸回りに回転させ、且つ、工作物と砥石車 6 4 とを Z 軸方向および X 軸方向の相対移動することにより工作物の外周面の研削の制御を行う。

40

【0030】

（２．芯出し装置の機械構成）

次に、芯出し装置 8 について、図 2 の概略構成図を参照して説明する。固定部 8 1 は、

50

ほぼ矩形状からなり、ベッド 2 上に固定されている。可動部 8 2 は、ほぼ矩形状からなり、固定部 8 1 上において芯出し軸部材 8 3 の軸方向（直線 L a 方向）に移動可能なように設けられている。固定部 8 1 の上面には、一対の可動部用ガイドレール 8 6 a, 8 6 b が、芯出し軸部材 8 3 の軸方向に延びるように、且つ、相互に平行に形成されている。一対の可動部用ガイドレール 8 6 a, 8 6 b は、可動部 8 2 が摺動可能なレールである。

【0031】

さらに、固定部 8 1 には、一対の可動部用ガイドレール 8 6 a, 8 6 b の間に、可動部 8 2 を芯出し軸部材 8 3 の軸方向に駆動するための、可動部用ボールねじのねじ軸 8 7 a が配置され、このねじ軸 8 7 a を回転駆動する可動部用モータ 8 7 b が配置されている。また、可動部 8 2 には、ねじ軸 8 7 a に螺合される可動部用ボールねじのナット 8 7 c が配置されている。可動部 8 2 は、可動部用モータ 8 7 b の駆動により一対の可動部用ガイドレール 8 6 a, 8 6 b に沿って移動する。可動部用モータ 8 7 b はエンコーダを有しており、エンコーダにより可動部用モータ 8 7 b の回転角を検出することができる。

10

【0032】

芯出し軸部材 8 3 は、該軸が直線 L a と一致するように可動部 8 2 の回転テーブル 3 側の端面に突設されている。芯出し軸部材 8 3 は、可動部 8 2 と共に回転テーブル 3 の回転軸と直交する方向に移動可能に設けられている。芯出し軸部材 8 3 は、上述のエンコーダを有する可動部用モータ 8 7 b により、任意の移動位置に停止可能となっている。

【0033】

工作物接触子 8 4 は、ほぼ直方体状に形成され、芯出し軸部材 8 3 の移動により工作物の周面に当接して該工作物を径方向に押動可能なように芯出し軸部材 8 3 の自由端部に設けられている。

20

【0034】

位置検出用ブロック 8 5 は、ほぼ棒状に形成され、芯出し軸部材 8 3 の自由端部において工作物接触子 8 4 の下方から芯出し軸部材 8 3 の軸と直交する方向に突設されている。位置検出用ブロック 8 5 の自由端部には、工作物接触子 8 4 の位置を補正するために、位置検出用プローブ 7 1 が接触可能な接触面 8 5 a が設けられている。この接触面 8 5 a は、直線 L に対し直交するように、すなわち位置検出用プローブ 7 1 の移動方向と直交するように設けられている。よって、位置検出用ブロック 8 5 の位置を高精度に検出することができる。

30

【0035】

（3．芯出し制御装置の構成）

次に、芯出し制御装置 9 0 について、図 3 の機能ブロック図を参照して説明する。ここで芯出し制御装置 9 0 を説明するに当たり、図 3 には、上述した立形研削盤 1 の一部構成についても記載する。ここで、図 3 において、図 1 の立形研削盤 1 の構成と同一構成については、同一符号を付す。

【0036】

芯出し制御装置 9 0 は、軸移動部 9 2 と、テーブル回転部 9 3 と、プローブ移動部 9 4 と、工作物周面位置測定部 9 5 と、振れ演算部 9 6 と、ブロック位置測定部 9 7 と、位相割出部 9 8 と、相対位置導出部 9 9 と、押込み部 1 0 0 とを備えて構成される。軸移動部 9 2 は、可動部用モータ 8 7 b を駆動制御して芯出し軸部材 8 3 を移動する。テーブル回転部 9 3 は、回転主軸用モータ 3 3 を駆動制御して回転主軸 3 1（回転テーブル 3）を回転する。プローブ移動部 9 4 は、スライダ用モータ 5 2 を駆動制御してスライダ 5（位置検出用タッチセンサ 7）を X 軸方向に移動し、また、センサ用モータを駆動制御して位置検出用タッチセンサ 7（位置検出用プローブ 7 1）を Z 軸方向に移動する。

40

【0037】

工作物周面位置測定部 9 5 は、回転テーブル 3 の回転を停止した状態において、位置検出用プローブ 7 1 を工作物の外周面の周方向に少なくとも 3 点接触させて、位置検出用プローブ 7 1 と工作物とのそれぞれの接触位置を測定する。振れ演算部 9 6 は、工作物周面位置測定部 9 5 により測定した周面上位置に基づいて、工作物の芯の振れ量および該振れ

50

量が最大の位相を演算する。ブロック位置測定部 97 は、位置検出用プローブ 71 を位置検出用ブロック 85 に接触させて、位置検出用ブロック 85 の位置を測定する。位相割出部 98 は、回転テーブル 3 の回転により振れ量が最大の位相を工作物接触子 84 と対向させた対向状態にする。相対位置導出部 99 は、工作物周面位置測定部 95 により測定された接触位置およびブロック位置測定部 97 により測定された位置検出用ブロック 85 の位置に基づいて、回転テーブル 3 の回転により振れ量が最大の位相を工作物接触子 84 と対向させた状態における工作物と工作物接触子 84 との相対位置を導出する。押込み部 100 は、位相割出部 98 により対向状態にした後に、相対位置に基づいて芯出し軸部材 83 を移動して工作物接触子 84 により工作物を振れ量分押込むことにより工作物の芯を出す。

10

【0038】

(4. 芯出し制御装置による処理)

次に、芯出し制御装置 90 による芯出しプログラムの実行について、図 4 を参照して説明する。芯出しプログラムは、回転テーブル 3 上に載置された円筒状の工作物の芯を出すために芯出し装置 8 等の動作を制御する。以下に詳細に説明する。

【0039】

図 4 に示すように、位置検出用タッチセンサ 7 の位置検出用プローブ 71 を回転テーブル 3 上に載置された工作物の方向へ移動する (ステップ S1)。そして、位置検出用プローブ 71 が工作物の外周面と接触したか否かを判定する (ステップ S2)。位置検出用プローブ 71 が工作物の外周面と接触した場合には、該接触点の座標を測定する (ステップ S3)。

20

【0040】

測定数 n に “1” を加算し (ステップ S4)、測定数 n が所定数 N に達したか否かを判定する (ステップ S5)。所定数 N は、工作物の端面の円形状の中心座標および半径を求めるために少なくとも “3” 必要であり、本例では “4” の場合について説明する。

【0041】

測定数 n が所定数 N に達していない場合には、位置検出用プローブ 71 を工作物の外周面から退避させ、回転テーブル 3 を回転して工作物を $2\pi/N$ の角度回転させる (ステップ S6)。そして、ステップ S1 に戻って、上述の処理を測定数 n が所定数 N に達するまで繰り返す。

30

【0042】

測定数 n が所定数 N に達した場合には、測定した接触点の座標に基づいて、工作物の振れ量および振れが最大の位相を演算する (ステップ S7)。例えば、図 5 に示すように、回転軸 31 (回転テーブル 3) の軸中心 C_t を通る直交座標 X , Y における工作物 W の外周面 W_a の 4 点 A , B , C , D の座標 $A(X_1, 0)$ 、 $B(X_2, 0)$ 、 $C(0, Y_1)$ 、 $D(0, Y_2)$ を測定したとすると、これらから工作物 W の中心 C の座標 (α, β) および半径 R を次式 (1) から (3) により求める。

【0043】

$$\alpha = (X_1 + X_2) / 2 \cdots (1)$$

$$\beta = (Y_1 + Y_2) / 2 \cdots (2)$$

$$R = ((X_1 - \alpha)^2 + \beta^2)^{0.5} \cdots (3)$$

40

【0044】

$(\alpha^2 + \beta^2)^{0.5}$ が工作物 W の振れ量 D であり、回転軸 31 (回転テーブル 3) の軸中心 C_t から工作物 W の中心 C を通って延びる直線 LL と工作物 W の外周面 W_a との交点 P が、振れが最大の位相となる。このように、工作物の外周面の接触点を等角度 (本例では、90 度) の間隔で測定することにより、工作物の振れ量および振れの最大の位相を容易に求めることができる。ただし、工作物の外周面の接触点を任意の角度の間隔で測定しても、工作物の振れ量および振れの最大の位相を求めることができる。

【0045】

ステップ S8 において、工作物の振れ量が芯出しの規定値以下であるか否かを判定し、

50

工作物の振れ量が芯出しの規定値以下である場合には、芯出しが完了したとして芯出しプログラムの処理を終了する。一方、工作物の振れ量が芯出しの規定値を超えている場合には、位置検出用プローブ71を工作物の外周面から退避させ、回転テーブル3を回転して振れが最大の位相を工作物接触子84に対向する位置へ割出す（ステップS9）。

【0046】

位置検出用プローブ71を位置検出用ブロック85の方向へ移動する（ステップS10）。そして、位置検出用プローブ71が位置検出用ブロック85の接触面85aと接触したか否かを判定する（ステップS11）。位置検出用プローブ71が位置検出用ブロック85の接触面85aと接触した場合には、該接触面85aの座標を測定する（ステップS12）。

10

【0047】

ここで、位置検出用ブロック85の接触面85aと工作物接触子84の工作物に対する接触面との位置関係は既知であるので、工作物の外周面の接触点の座標および位置検出用ブロック85の接触面85aの座標に基づいて、工作物の外周面における振れの最大位相と工作物接触子84の接触面との相対位置を導出する（ステップS13）。

【0048】

工作物接触子84を工作物の方向に移動して工作物接触子84の接触面を工作物の外周面における振れの最大位相に接触させ、工作物接触子84により工作物を振れ量分押込む（ステップS14）。そして、ステップ1に戻って工作物の振れ量が芯出しの規定値以下となるまで上述の芯出しプログラムの処理を繰り返す。以上の処理により、工作物Wの芯を高精度に出すことができる。

20

【0049】

なお、ステップS9において回転テーブル3を回転して振れが最大の位相を工作物接触子84に対向する位置へ割出す処理を行うことにより、ステップS13における相対位置の導出処理が簡易になる。しかし、割出し時の回転テーブル3の回転角度は検出されているので、ステップS9の処理をステップS13の処理の後に行うように構成してもよい。

【0050】

（5．芯出しプログラムによる効果）

位置検出用プローブ71を回転テーブル3上の工作物の外周面の周方向に少なくとも3点接触させて、位置検出用プローブ71と工作物とのそれぞれの接触位置を測定する。そして、測定した周面上位置に基づいて、工作物の芯の振れ量および該振れ量が最大の位相を演算する。これにより、工作物の中心位置および半径を求めることができ、工作物の回転テーブル3に対する芯ずれの量および芯ずれの方向を精度よく求めることができる。

30

【0051】

続いて、回転テーブル3を回転させて工作物の振れ量が最大の位相を芯出し装置8の工作物接触子84と対向させた対向状態にする。そして、工作物の周面上位置および位置検出用ブロック85の位置に基づいて、工作物と工作物接触子84との相対位置を導出する。これにより、工作物と位置検出用ブロック85との相対位置を求めることができる。そして、位置検出用ブロック85の接触面85aと工作物接触子84の工作物に対する接触面との位置関係は既知であるので、工作物接触子84の工作物に対する相対位置を精度よく導出することができる。以上により、工作物と回転テーブル3と工作物接触子84との位置関係が判明するので、芯出し装置8の芯出し軸部材83を移動して工作物接触子84により工作物を振れ量分押込むことにより、工作物の高精度な芯出しを行うことができる。

40

【0052】

（6．芯出し制御装置による別の処理）

上述の芯出しプログラムのステップ18において割込可能な芯出しプログラムの実行について、図6および図7を参照して説明する。位置検出用プローブ71を工作物Wを挟んで工作物接触子84と対向する側に移動させる（ステップS21）。そして、位置検出用プローブ71が工作物Wの外周面Waと接触したか否かを判定する（ステップS22）。

50

【0053】

図7(A)に示すように、位置検出用プローブ71が工作物Wの外周面Waと接触した場合には、図7(B)に示すように、位置検出用プローブ71を工作物Wの外周面Waから振れ量D分に相当するX軸方向の距離 α 離間した位置に移動させて待機させる(ステップS23)。そして、工作物接触子84を工作物Wの方向に移動して工作物接触子84の先端面を工作物Wの外周面Waにおける最大位相Pに接触させ、工作物接触子84により工作物Wを中心Cに向かって押込む(ステップS24)。

【0054】

工作物Wの外周面Waが位置検出用プローブ71に接触したか否かを判定し(ステップS25)、図7(C)に示すように、工作物Wの周面Waが位置検出用プローブ71に接触した場合には、割込み芯出しプログラムの処理を終了する。位置検出用プローブ71により、工作物Wを振れ量D分だけ確実に押動させたことを確認することができ、芯出しのサイクルタイムを短縮させることができる。

【0055】

(7. 芯出し制御装置の変形態様)

なお、上述の実施形態では、X軸方向に延びる直線L上を移動する位置検出用プローブ71と芯出し装置8との干渉を回避するため、芯出し装置8を直線Lに対し所定角度 θ 傾斜させて配置した構成とした。しかし、位置検出用プローブ71の移動制御等により芯出し装置8との干渉を回避可能であれば、芯出し装置8を直線L上に配置した構成としてもよい。

【0056】

また、芯出し装置8を用いて上述の芯出しプログラムにより工作物の芯出しを行うようにしたが、工作物を外径基準で加工する際に使用する振止装置やシュー研削装置を用いて上述の芯出しプログラムにより工作物の芯出しを行うようにしてもよい。

【0057】

また、工作物の外周面を研削するために外径基準で芯出しを行う場合を説明したが、工作物の内周面を研削するために内径基準で芯出しを行う場合も上述の芯出しプログラムを同様に適用することができる。

【0058】

また、位置検出用タッチセンサ7をスライダ5に設けた構成としたが、位置検出用タッチセンサ7をベッド2等に設けた構成としても同様の効果を得ることができる。

【符号の説明】

【0059】

1：立形研削盤、 2：ベッド、 3：回転テーブル、 4：コラム、 5：スライダ、 6：工具主軸ヘッド、 7：位置検出用タッチセンサ、 8：芯出し装置、 9：制御装置

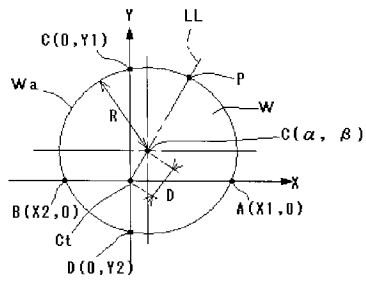
31：回転主軸、 33：回転主軸用モータ

71：位置検出用プローブ

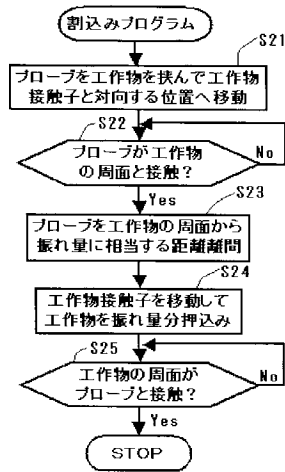
81：固定部、 82：可動部、 83：芯出し軸部材、 84：工作物接触子、 85：位置検出用ブロック、 85a：接触面、 87b：可動部用モータ

90：芯出し制御装置、 92：軸移動部、 93：テーブル回転部、 94：プローブ移動部、 95：工作物周面位置測定部、 96：振れ演算部、 97：ブロック位置測定部、 98：位相割出部、 99：相対位置導出部、 100：押込み部

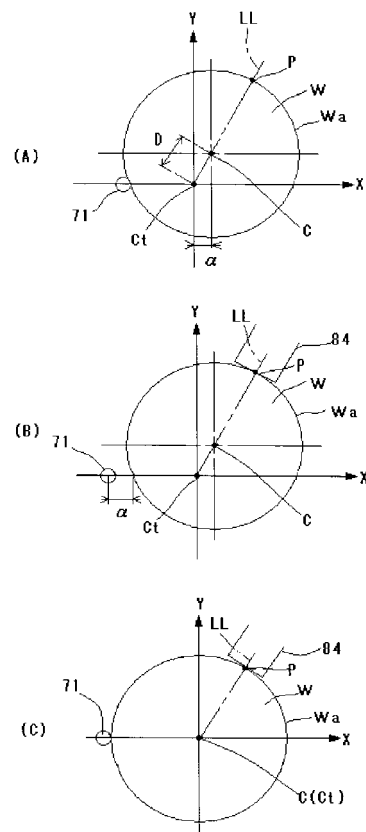
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 後藤 慶太
大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内
- (72)発明者 惣明 義博
大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内
- (72)発明者 矢吹 憲一
大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内
- Fターム(参考) 3C029 AA02 AA06