

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4819665号
(P4819665)

(45) 発行日 平成23年11月24日(2011.11.24)

(24) 登録日 平成23年9月9日(2011.9.9)

(51) Int. Cl. F 1
G 0 5 B 19/404 (2006.01) G 0 5 B 19/404 G
B 2 3 Q 15/00 (2006.01) B 2 3 Q 15/00 3 0 7

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2006-339871 (P2006-339871)	(73) 特許権者	000149066
(22) 出願日	平成18年12月18日(2006.12.18)		オークマ株式会社
(65) 公開番号	特開2008-152536 (P2008-152536A)		愛知県丹羽郡大口町下小口五丁目25番地の1
(43) 公開日	平成20年7月3日(2008.7.3)	(74) 代理人	100075258
審査請求日	平成21年11月9日(2009.11.9)		弁理士 吉田 研二
		(74) 代理人	100096976
			弁理士 石田 純
		(72) 発明者	江場 浩二
			愛知県丹羽郡大口町下小口5丁目25番地の1 オークマ株式会社大口工場内
		審査官	松浦 陽

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非真円形状加工装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

加工物の回転に同期した工具の移動を制御して非真円形状を加工する装置において、
 工具を直線移動させる工具移動機構であって、可動の可動部と可動しない非可動部とを
 備える工具移動機構と、

前記非可動部の、ワークと工具との距離を変化させる所定のベクトル方向の変位量を検
 出する第一検出手段と、

保持部材により保持されたワークの、ワークと工具との距離を変化させる所定のベクト
 ル方向の変位量を取得する第二検出手段と、

検出された前記非可動部の変位量および前記ワークの変位量に基づいて、前記非可動部
 および前記ワーク間の変位量を相対変位量として算出する相対変位演算手段と、

前記工具移動機構による工具の移動量を検出する工具位置検出手段と、

前記工具の移動量および前記相対変位量に基づいて、ワークに対する工具の実際の位置
 を算出する手段と、

を備えることを特徴とする非真円形状加工装置。

【請求項2】

請求項1に記載の非真円形状加工装置であって、

前記第一検出手段および第二検出手段は、それぞれ、

前記非可動部またはワークの前記所定のベクトル方向の加速度を検出する加速度センサ
 と、

10

20

加速度センサの出力値を二回積分することで、前記非可動部またはワークの前記所定のベクトル方向の変位量を求める変位量演算部と、

加速度センサの出力値に含まれるオフセット値を、当該加速度センサの出力値に基づいて定期的に算出するとともに、算出されたオフセット値に基づいて、変位量演算部に入力される加速度センサの出力値を補正するオフセット測定部と、

を備えることを特徴とする非真円形状加工装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の非真円形状加工装置であって、さらに、

第一検出手段および第二検出手段を校正する校正手段を備え、

前記校正手段は、

前記第一検出手段の加速度センサおよび第二検出手段の加速度センサの相対距離変化を測定する校正用位置センサと、

工具移動機構を駆動して、予め定められた周波数および振幅距離で工具を往復移動させる校正指令を発生する校正指令発生手段と、

工具が移動した際に得られる前記加速度センサおよび前記校正用位置センサの出力値から、前記所定の周波数成分または n 次高調波成分を校正用成分として抽出するとともに、各校正用成分の振幅および相対位相差を計測する同期振動計測部と、

校正用位置センサの出力から得られた校正用成分と、加速度センサの出力から得られた校正用成分と、の比較に基づいて、加速度センサの周波数毎のゲイン誤差と位相誤差を求める周波数特性構成部と、

を備えることを特徴とする非真円形状加工装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転する加工物を旋削あるいは研削して非円形断面を有する製品にする NC 旋盤あるいは NC 研削盤などの非真円形状加工装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の非真円形状加工装置の一例として、加工誤差を補正する機能を有した下記特許文献 1 に記載されている構成が知られている。ここでは、この特許文献 1 に記載の機械構成の一例として従来の非真円形状加工装置の動作を説明する。図 7 は、この従来の非真円形状加工装置の機械構成図（概略正面図）であり、図 8 は当該装置のブロック図である。

【0003】

図 8 に図示するとおり、ワーク 1 は主軸モータ 3 により一定の回転数にて回転させられ、主軸エンコーダ 4 により回転角度が検出される。一方、工具 7 は、X 軸モータ 10 により直線駆動される刃物台 8 に取り付けられており、X 軸モータ 10 の回転に従ってワーク 1 の径方向（X 軸方向）に往復運動を行い、移動距離が X 軸リニアスケール 12 によって検出される。そして、制御装置にて主軸エンコーダ 4 からの検出値を元にワーク 1 の回転に同期した X 軸モータ 10 の駆動により刃物台 8 が前後移動され、刃物台 8 に取付けられた工具 7 によりワーク 1 が旋削加工される。また、ワーク 1 の長手方向（Z 軸方向、紙面垂直方向）へ工具を移動させるため、刃物台と中台を含む X 軸可動部 9 は、X 軸にとって非可動部であるサドル 11 とともに Z 軸モータ 13 を用いてベッド 14 上を直交方向に移動できる構造となっている。

【0004】

図 7 は主軸エンコーダ 4 の検出角度に同期して、工具 7 の移動指令を発生する制御装置の機能ブロック図であり、この図に従って、制御内容を説明する。始めにワーク 1 を主軸モータ 3 で所望の回転数にて回転させる。主軸エンコーダ 4 はワーク 1 の回転角度を検出して 2 相正弦波信号を主軸エンコーダインタフェース 24 に伝達し、当該インタフェースがワークの回転角 を出力する。指令位置データ記憶部 21 には工具 7 の目標位置 f () 又は目標位置 f () に近似した値が指令位置 c () として予め記憶されており、指

10

20

30

40

50

指令位置データ読出部 22 はワーク 1 の回転角 θ に対応する指令位置 $c(\theta)$ を指令位置データ記憶部 21 から読出して X 軸サーボ装置 23 を制御する。そして、検出位置データ書込部 26 は X 軸リニアスケール 12 により検出される工具 7 の位置 $a(\theta)$ をワーク 1 の 1 回転分、即ち、 θ が 0° から 360° までの範囲について検出位置データ記憶部 25 に記憶させる。目標位置データ記憶部 27 には工具 7 の目標位置 $f(\theta)$ が予め記憶されており、指令位置データ補正部 20 は目標位置データ記憶部 27 から読出した目標位置 $f(\theta)$ と検出位置データ記憶部 25 から読出した検出位置 $a(\theta)$ との差に基づいて、指令位置 $c(\theta)$ を下記の式 1 により補正した補正指令位置 $c_c(\theta)$ を指令位置データ記憶部 21 に記憶させる。

$$c_c(\theta) = c(\theta) + (f(\theta) - a(\theta)) \cdots \text{式 1}$$

10

【0005】

そして、指令位置データ読出部 22 は主軸エンコーダインタフェース 24 から読出したワーク 1 の回転角 θ に対応する補正指令位置 $c_c(\theta)$ を指令位置データ記憶部 21 から読出して X 軸サーボ装置 23 を制御する。そして、検出位置データ書込部 26 は X 軸リニアスケール 12 により検出される位置 $a(\theta)$ をワーク 1 の 1 回転分、即ち、 θ が 0° から 360° までの範囲について検出位置データ記憶部 25 に記憶させる。そして、指令位置データ補正部 20 は検出位置データ記憶部 25 から読出した検出位置 $a(\theta)$ と目標位置データ記憶部 27 から読出した目標位置 $f(\theta)$ との偏差が一定値以上であるか否かを判定し、偏差が一定値以上であれば全ての処理を終了する。一方、偏差が一定値以上でない場合は指令位置データ補正部 20 は指令位置 $c(\theta)$ を補正指令位置 $c_c(\theta)$ に置換え、上述した動作を繰返す。

20

【0006】

【特許文献 1】特開平 5 - 173619 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、上述した従来の非真円形状加工装置においては、図 8 における X 軸リニアスケール 12 の出力を、ワーク 1 と工具 7 間の相対移動距離に等しいものとして制御を実施している。しかしながら、X 軸を高い加速度で往復運動させた場合、工具や可動部重量が重い場合には、X 軸可動部 9 が加減速する反力を受け、X 軸の非可動部であるサドル 11 が逆方向に周期振動する。機械全体でみると、主軸 1 回転で機械の重心位置は移動しないため、X 軸反動によるサドル 11 の揺れと、ベッド 14 を介してワーク 1 が周期振動する揺れは、ほぼ逆位相となり、両者の相対距離の変化は数ミクロン程度に達する場合がある。このため、X 軸リニアスケール 12 の出力値を目標位置に一致するように制御しても、前記 X 軸可動部 9 の加減速反力による機械全体の振動により、所望のワーク外形形状通り加工できないという課題があった。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の上記従来の課題を解決するために、加工物の回転に同期した工具の移動を制御して非真円形状を加工する装置において、工具を直線移動させる工具移動機構であって、可動の可動部と可動しない非可動部とを備える工具移動機構と、前記非可動部の、ワークと工具との距離を変化させる所定のベクトル方向の変位量を検出する第一検出手段と、保持部材により保持されたワークの、ワークと工具との距離を変化させる所定のベクトル方向の変位量を取得する第二検出手段と、検出された前記非可動部の変位量および前記ワークの変位量に基づいて、前記非可動部および前記ワーク間の変位量を相対変位量として算出する相対変位演算手段と、前記工具移動機構による工具の移動量を検出する工具位置検出手段と、前記工具の移動量および前記相対変位量に基づいて、ワークに対する工具の実際の位置を算出する手段と、を備えることを特徴とする。

40

【0009】

好適な態様では、前記第一検出手段および第二検出手段は、それぞれ、前記非可動部ま

50

たはワークの前記所定のベクトル方向の加速度を検出する加速度センサと、加速度センサの出力値を二回積分することで、前記非可動部またはワークの前記所定のベクトル方向の変位量を求める変位量演算部と、加速度センサの出力値に含まれるオフセット値を、当該加速度センサの出力値に基づいて定期的に算出するとともに、算出されたオフセット値に基づいて、変位量演算部に入力される加速度センサの出力値を補正するオフセット測定部と、を備える。

【0010】

他の好適な態様では、さらに、第一検出手段および第二検出手段を校正する校正手段を備え、前記校正手段は、前記第一検出手段の加速度センサおよび第二検出手段の加速度センサの相対距離変化を測定する校正用位置センサと、工具移動機構を駆動して、予め定められた周波数および振幅距離で工具を往復移動させる校正指令を発生する校正指令発生手段と、工具が移動した際に得られる前記加速度センサおよび前記校正用位置センサの出力値から、前記所定の周波数成分または n 次高調波成分を校正用成分として抽出するとともに、各校正用成分の振幅および相対位相差を計測する同期振動計測部と、校正用位置センサの出力から得られた校正用成分と、加速度センサの出力から得られた校正用成分と、の比較に基づいて、加速度センサの周波数毎のゲイン誤差と位相誤差を求める周波数特性構成部と、を備える。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、非可動部の変位量および前記ワークの変位量を検出し、この両検出量に基づいて非可動部およびワーク間の変位量を相対変位量として算出する。そして、得られた相対変位量も考慮して、工具の位置を算出しているため、より正確な工具位置を得ることができる。その結果、従来に比べて加工精度をより向上できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。なお、以下の実施形態ではいずれも X 軸の移動に回転型モータを使用した説明を行っているが、リニアモータ用いた場合においても制御上、何ら変わらないため本発明を適用することができる。

【0013】

実施形態1.

本発明の実施形態1の概略機械構成および構成ブロック図を図1, 2にそれぞれ示す。この図1, 2において、図7、図8と同一機能を有する部分には同一符号を付けている。また、以下の説明では、従来装置との相違点のみを重点的に説明する。

【0014】

図1は、機械構成を示す図であり、工具7を移動させる X 軸可動部9が乗ったサドル11のワーク側端面に、工具7の先端とワーク1の中心を結ぶ線に平行な加速度成分を検出する第一加速度センサ6が設けてある。ここで、サドル11は、工具を直線移動させる移動機構の非可動部として機能し、第一加速度センサ6は、当該非可動部の変位量を検出する第一検出手段の一部として機能する。また、ワーク1を回転させる主軸の主軸軸受5に、工具7の先端とワーク1の中心を結ぶ線に平行な加速度成分を検出する第二加速度センサ15が追加されている。ここで、主軸軸受5は、ワーク1に近接する部材であり、ワーク1が振動等が原因で変位した場合は当該ワーク1と連動して変位する部材と考えられる。したがって、当該主軸軸受5に装着された第二加速度センサ15で検出される加速度は、ワーク1の加速度と見なすことができる。そして、この第二加速度センサ15は、ワークの変位量を検出する第二検出手段の一部として機能する。

【0015】

図2は制御ブロック図であり、従来例の図7に対して前記第一、第二加速度センサ6, 15に加えて、両センサ6, 15の出力から、ワーク1とサドル11間の相対変位を演算する相対変位演算部38、相対変位演算部が演算した変位量を、 X 軸リニアスケール12の出力に加算する加算器37が追加されており、加算器37の出力 a ()が、検出位置

10

20

30

40

50

データ書込部 26 に送られる。次に相対変位演算部 38 内の詳細ブロックについて説明する。

【0016】

第一加速度センサ 6 の出力から、後述する第一オフセット測定部 32 の出力が減算器 32 にて差し引かれ、第一変位量演算部 28 に入力される。第一変位量演算部 28 は、入力を積分することで第一加速度センサ 6 が装着されたサドル 11 の速度を、さらに速度を積分することで位置（変位量）を求める。この 2 回積分して求められた第一加速度センサ 6 の位置は、加速度センサのゲイン誤差ならびに位相誤差を含むため、第一ゲイン・位相誤差補正部 34 で振幅、位相を補正されて、減算器 36 に入力される。この第一ゲイン・位相誤差補正部 34 で行われる補正の補正值は、予め、後述する校正方法にて取得され、記憶された値である。以上の流れで、この第一ゲイン・位相誤差補正部 34 から出力された値は、サドル 11 の変位量を示す値といえる。つまり、この第一加速度センサ 6、第一変位量演算部 28、第一オフセット測定部 30、第一ゲイン・位相補正部 34 は、移動機構の非可動部の変位量を検出する第一検出手段として機能するといえる。

10

【0017】

ところで、第一変位量演算部 28 の出力は、X 軸がワーク 1 の回転に同期して往復する周期振動を測定したものであるから、ワーク 1 の回転角が同じであれば同一値を繰り返す。第一オフセット測定部 30 では主軸エンコーダインタフェース 24 の出力する が 1 回転する前後の変位量演算部 1 が同一となるよう、オフセット値を増減する。この第一オフセット測定部 30 の機能について、より詳細に説明すると、通常、加速度センサの出力である電圧値は、徐々に変化し、全体としてオフセットが生じてくる。第一オフセット測定部 30 は、ワーク 1 の N 回転目に得られた第一加速度センサ 6 の出力値に基づいて、当該 N 回転目に第一加速度センサ 6 からの出力値に含まれるオフセット値を求める。そして、この算出された N 回転目のオフセット値をフィードバック（負帰還）して、N + 1 回転目に得られた第一加速度センサ 6 の出力値からオフセット量相当を除去している。

20

【0018】

同様の流れでワーク 1 の変位量も算出される。すなわち、第二加速度センサ 15 からの出力は、第二オフセット測定部 29 の出力が減算器 33 にて差し引かれて、第二変位量演算部 29 に入力される。第二変位量演算部 29 は、入力された値を二回積分して、ワーク 1 の変位量を求める。得られた変位量は、第二ゲイン・位相補正部 35 により所定の補正処理が施されて、最終的なワーク 1 の変位量として出力される。また、第二変位量演算部 29 で算出された変位量は、第二オフセット測定部 31 にも入力され、第二加速度センサ 15 の出力値に含まれるオフセット値が算出される。

30

【0019】

第一ゲイン・位相補正部 34 からの出力（サドル 11 の変位量）は、第二ゲイン・位相補正部 35 からの出力（ワーク 1 の変位量）が減算器 36 にて差し引かれる。この減算後の値は、サドル 11（ひいては工具 7）とワーク 1 との相対変位を示す相対変位となる。この相対変位は、加工装置全体に生じる振動や、機械撓み等に起因する工具 7 の相対的な変位量を示す値と言える。この振動等に起因する工具 7 の変位量を、X 軸リニアスケール 12 からの出力値に加算することで、より正確な工具 7 の位置を検出することができる。そして、正確な工具位置に基づいて、従来の加工装置と同様に、学習制御する。

40

【0020】

以上の説明から明らかとなっており、本実施形態によれば、2 つの加速度センサによって、工具を X 軸方向に往復させたときに、X 軸非可動部ならびにワーク間に発生する相対距離変化を工具の位置フィードバックに加算して学習するため、工具の移動加速度が高い場合や、工具重量が通常より重い場合においても、機械各部の周期的撓み振動による寸法変化の影響を受けずに精度良くワーク外形形状を加工することができる。また、加速度センサを X 軸可動部ではなく、X 軸の非可動部に実装しているため、加速度センサに X 軸指令分の加速度が重畳されず、加速度センサに広いダイナミックレンジが無くては、正確な位置変化を検出することができる。

50

【 0 0 2 1 】

実施形態 2 .

次に、本発明の実施形態 2 を図 3 および図 4 を用いて説明する。図 3 , 図 4 において、図 1、図 2 と同一機能を有する部分には同一符号を付けている。そして、以下の説明では、実施形態 1 との相違点を中心に説明する。図 3 に図示した本実施形態の機械構成においては、工具 7 を移動させる X 軸モータの負荷慣性質量を増加させることなく X 軸方向の工具移動距離を増加させるために、工具移動機構 (X 軸モータ 1 0 や X 軸可動部 9、中台 1 6 など構成) が、さらに、第二の移動機構 (X M 軸モータや X M 軸ボールネジなどで校正) により X 軸方向に移動可能となっている。具体的には、移動機構の非可動部である中台 1 6 が、X M 軸モータ 1 8 により自転する X M 軸ボールネジ 1 7 に螺合されている。そのため、X M 軸モータ 1 8 の駆動に応じて中台 1 6、ひいては、工具の移動機構全体が X 軸方向に移動可能に構成されている。この機械構成において、第二の移動機構は、Z 軸モータ 1 3 の駆動によりサドル 1 1 の Z 軸座標が変化した場合に、X 軸方向の工具移動ストロークのオフセット量を変化させる様に動き、ワーク 1 の 1 回転動作内では、同一指令値が与えられるのが一般的である。

10

【 0 0 2 2 】

この機械構成例において、第一加速度センサ 6 は、工具移動機構の非可動部である中台 1 6 のワーク側端面に、工具 7 の先端とワーク 1 の中心を結ぶ線に平行方向の (X 軸方向) の加速度成分を検出するよう設置される。図 4 の制御ブロックにおいて、図 2 と異なるのは、第一変位量演算部 2 8 の出力から X M 軸エンコーダ 1 9 の出力を減算器 3 9 を用いて減算し、第一ゲイン・位相補正部 3 4 ならびに第一オフセット測定部 3 1 に入力している点、ならびに X M 軸エンコーダ 1 9 の値を加算器 4 0 を使用して検出位置 a () に加算している点である。図 3 の機械構成においては、X 軸可動部 9 が高加速度で周期的に運動すると、中台 1 6、サドル 1 1、ベッド 1 4 が周期振動するだけでなく、X M 軸ボールネジ 1 7 に加わる反力に対し X M 軸モータ 1 8 の速度制御応答が遅れ、微小角度で回されてしまう。X M 軸モータの回転角を X M 軸エンコーダ 1 9 で検出し、a () に加算する一方、変位量演算部 1 の出力からは減算することで、第一加速度センサ 6 からの変位検出の大きさを抑え、第一加速度センサ 6 のオフセット誤差、ゲイン誤差の影響をより小さくしている。なお、このシステムでは、通常は主軸 1 回転の間 X M 軸を停止して X 軸による加工を行うが、上記加減算を行うことで、X M 軸の動作を重畳しても第一加速度センサ 6 のオフセット誤差、ゲイン誤差の影響を受けにくく、高精度の補正を行うことができる。

20

30

【 0 0 2 3 】

実施形態 3 .

次に、本発明の実施形態 3 について図 5 および図 6 を用いて説明する。実施形態 3 は、第一加速度センサ 6 および第二加速度センサ 1 5 のゲインおよび位相誤差を校正する機能を除き、実施形態 1 と同一のため、以下では加速度センサの校正のみについて説明する。図 5 は、校正を実施する際の機械構成例を示す図である。加速度センサの校正の際には、所定の校正用位置センサ 5 0 が用いられる。この校正用位置センサ 5 0 は、一般的に工作機械の軌跡精度評価に用いられるダブルボールバー測定に用いられるセンサであり、両端に金属球を取り付けた棒状の距離センサである。この校正用位置センサ 5 0 を、主軸側はチャックで啞えた台座で、刃物側は、サドル 1 1 に取り付けた治具上の台座にて磁石で支持する。図 6 の制御ブロックを用いて、校正用位置センサ 5 0 を用いた校正手順を説明する。

40

【 0 0 2 4 】

校正用指令発生部 6 0 は、一定振幅で周波数 の正弦波状の位置指令を X 軸サーボ装置 2 3 に与え、X 軸モータ 1 0 を回転させて、X 軸可動部 9 を移動させることで機械を振動させる。この際の振幅は、工具移動機構のストローク内、かつ、X 軸モータ 1 0 のトルクが飽和しない範囲で、周波数毎に予めできるだけ大きく選定しておく。校正用位置センサ 5 0 の出力は校正用センサインタフェース 6 1 を介して、検出された位置は同期信号検出部 6 2 に送られる。同期信号検出部 6 2 では、校正用指令発生部 6 0 から送られた周波数

50

に一致する周波数成分の位置検出値 $X_d(\)$ を抽出する。この $X_d(\)$ は、下記式 2 として表現することができる。なお、式 2 において、 D 、 θ は、それぞれ所定の値の定数であり、 t は回転角度である。

$$X_d(\) = D \times \sin(\theta + t) \cdots \text{式 2}$$

【0025】

一方、第一加速度センサ 6 ならびに第二加速度センサ 15 の出力から演算された、第一変位量演算部 28、第二変位量演算部 29 の出力も、同様に同期信号検出部 63、64 によって周波数 ω の成分のみが取り出され、 $x_1(\)$ ならびに $x_2(\)$ となる。 $x_1(\)$ ならびに $x_2(\)$ は、下記式 3、式 4 で表される。式 3、4 において、 A' 、 B' 、 θ_1 、 θ_2 は、それぞれ、所定の値の定数である。

$$x_1(\) = A' \times \sin(\theta_1 + t) \cdots \text{式 3}$$

$$x_2(\) = B' \times \sin(\theta_2 + t) \cdots \text{式 4}$$

【0026】

ここで、この $x_1(\)$ および $x_2(\)$ は、それぞれ、サドルおよび主軸軸受に生じた振動を表す式である。しかし、この $x_1(\)$ および $x_2(\)$ は、いずれも、校正前の加速度センサ 6、15 の検出結果に基づいて導出された式である。したがって、この $x_1(\)$ および $x_2(\)$ における振幅値 A' および B' には誤差が含まれている。一方、誤差を含まない正確なサドルおよび主軸軸受の振動 $X_1(\)$ 、 $X_2(\)$ の振幅値を、それぞれ、 A 、 B とした場合、記述の $X_d(\)$ は、次の式 5 で表すことができる。

$$X_d(\) = A \times \sin(\theta + t) - B \times \sin(\theta + t) \cdots \text{式 5}$$

この式 5 と式 2 の関係から正確な振幅値 A 、 B を D 、 θ 、 θ_1 、 θ_2 で表したのが次の式 6、式 7 となる。

$$A = D \times \sin(\theta - \theta_1) \div \sin(\theta) \cdots \text{式 6}$$

$$B = D \times \sin(\theta - \theta_2) \div \sin(\theta) \cdots \text{式 7}$$

【0027】

式 6、式 7 に含まれる複数の定数のうち、この $X_d(\)$ の振幅 D は、 $X_d(\)$ を振幅検出 65 に入力することで得られる。また、 $X_d(\)$ の位相 θ は、 $x_1(\)$ を基準として $x_1(\)$ および $X_d(\)$ を位相差検出 66 に入力することで得られる。さらに、 $X_2(\)$ の位相 θ_2 は、 $x_1(\)$ を基準として、 $x_1(\)$ および $x_2(\)$ を位相検出 68 に入力することで得られる。そして、 D 、 θ 、 θ_1 、 θ_2 を、上記式 6、式 7 に対応する演算ブロック 70、71 に入力することで、誤差を含まない $X_1(\)$ および $X_2(\)$ の振幅 A 、 B が得られる。 A' と B' のゲイン誤差は、振幅検出 67、69 の出力と前記 A 、 B との比が除算器 72、73 で演算されて、それぞれ周波数 ω 毎に第一ゲイン誤差テーブル 75 ならびに第二ゲイン誤差テーブル 77 に入力される。最初の周波数 ω_0 について前記ゲイン誤差テーブルへの登録が終了すると、校正用指令発生部 60 は予め登録された次の周波数 ω_1 を出力し、ゲイン誤差テーブルに、予め定めた周波数毎のゲイン誤差が順次格納されてゆく。測定が終了したテーブルは、図 2 の第一ゲイン・位相補正部 34、第二ゲイン・位相補正部 35 に送られて、変位量の補正に使用される。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図 1】特許請求範囲 1 に対応する実施形態の一例を示す機械の構成図である。

【図 2】特許請求範囲 1 に対応する実施形態の一例を示す機能ブロック図である。

【図 3】特許請求範囲 1 に対応する別の実施形態の一例を示す機械の構成図である。

【図 4】特許請求範囲 1 に対応する別の実施形態の一例を示すブロック図である。

【図 5】特許請求範囲 2 に対応する実施形態の一例を機械の構成図である。

【図 6】特許請求範囲 2 に対応する実施形態の一例を示すブロック図である。

【図 7】従来の装置の一例を示すブロック図である。

【図 8】従来の装置の一例を示す機械構成図である。

【符号の説明】

【0029】

10

20

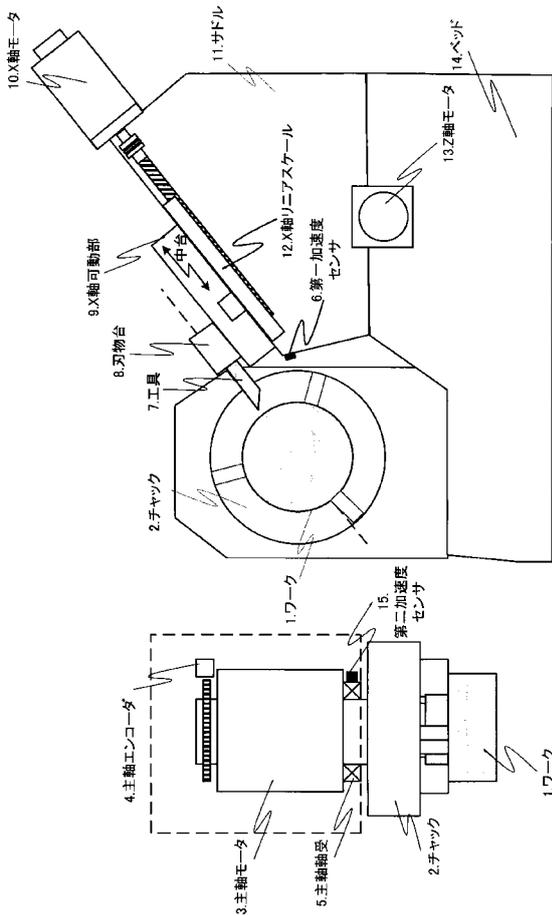
30

40

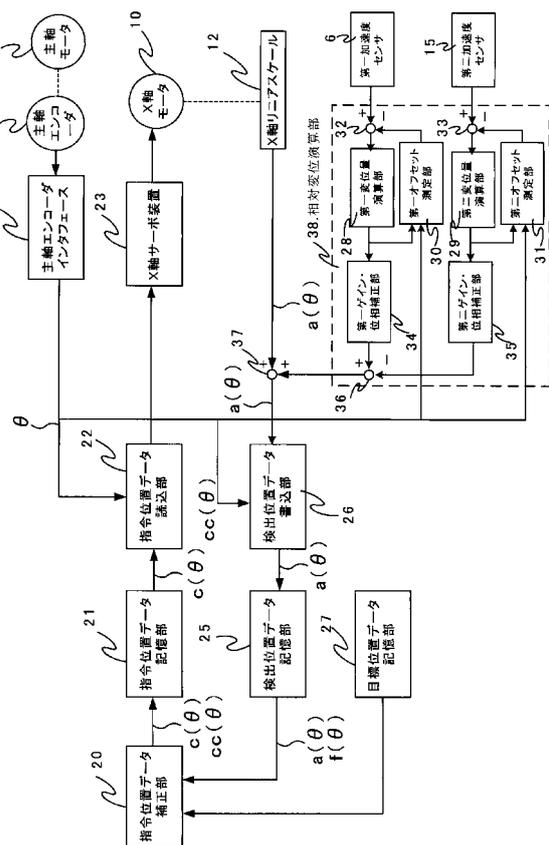
50

1 ワーク、2 チャック、3 主軸モータ、4 主軸エンコーダ、5 主軸軸受、6
 , 15 加速度センサ、7 工具、8 刃物台、9 X軸可動部、10 X軸モータ、1
 1 サドル、12 X軸リニアスケール、13 Z軸モータ、14 ベッド、16 中台
 、17 XM軸ボールネジ、18 XM軸モータ、19 XM軸エンコーダ、20 指令
 位置データ補正部、21 指令位置データ記憶部、22 指令位置データ読出部、23
 X軸サーボ装置、24 主軸エンコーダインタフェース、25 検出位置データ記憶部
 、26 検出位置データ書込部、27 目標位置データ記憶部、28 , 29 変位量演算
 部、30 , 31 オフセット測定部、32 , 33 , 36 減算器、34 , 35 ゲイン・
 位相補正部、37 , 40 加算器、38 相対変位演算部、50 校正用位置センサ、6
 0 校正用指令発生部、61 校正用センサインタフェース、62 , 63 , 64 同期信
 号検出部、65 , 67 , 69 振幅検出、66 , 68 位相差検出、70 , 71 演算ブ
 ロック、72 , 73 除算器、75 , 77 ゲイン誤差テーブル。

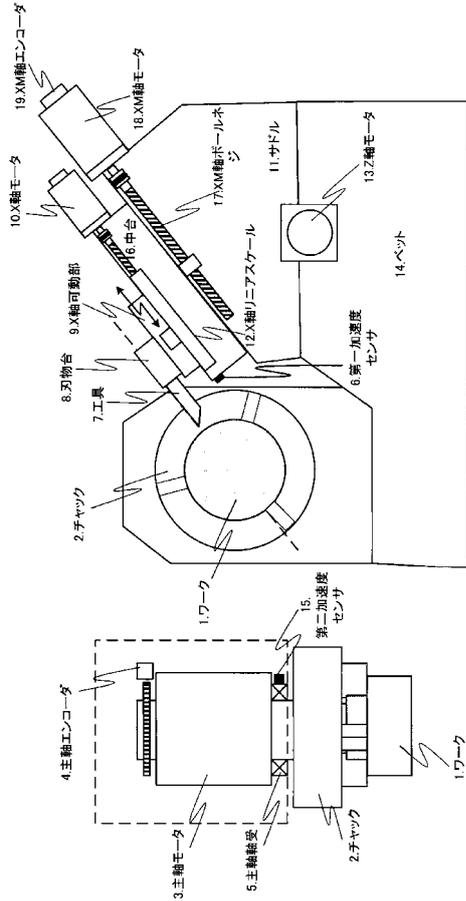
【図1】



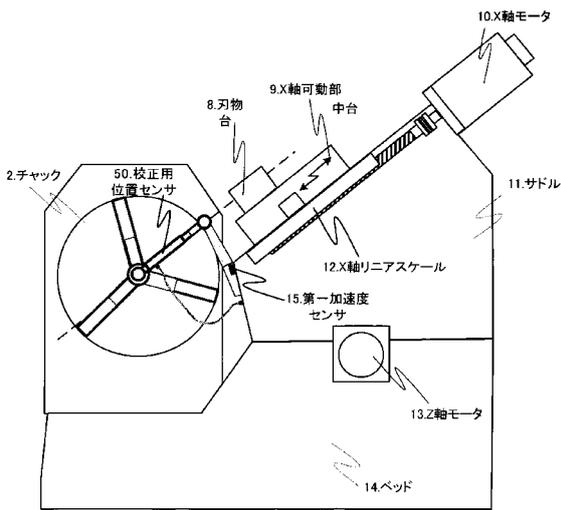
【図2】



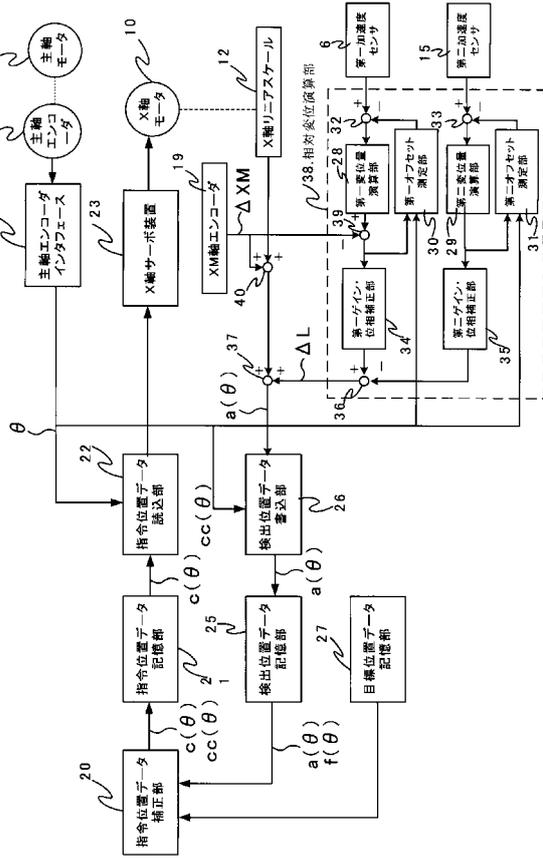
【図3】



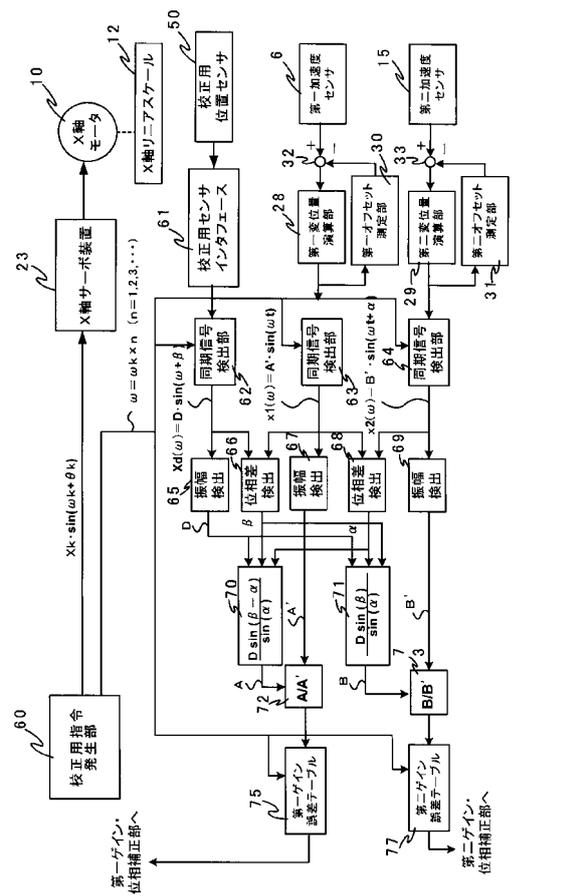
【図5】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平04 - 129601 (JP, A)
特開平04 - 326102 (JP, A)
特開平07 - 110716 (JP, A)
特開2006 - 321033 (JP, A)
特開平05 - 173619 (JP, A)
特開平09 - 212218 (JP, A)
特開2003 - 315360 (JP, A)
特開昭63 - 077638 (JP, A)
特開2005 - 250985 (JP, A)
特開平10 - 118811 (JP, A)
特開2003 - 294786 (JP, A)
特開2005 - 062140 (JP, A)
特開2004 - 347587 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05B 19/18 - 19/46

B23Q 15/00 - 15/28