

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(10) 国際公開番号

WO 2011/104757 A1

(43) 国際公開日

2011年9月1日(01.09.2011)

PCT

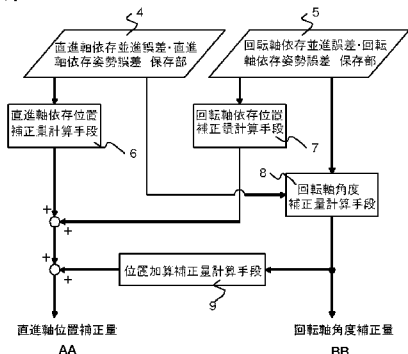
- (51) 国際特許分類:  
G05B 19/04 (2006.01) B23Q 15/26 (2006.01)  
B23Q 15/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/001286
- (22) 国際出願日: 2010年2月25日(25.02.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 佐藤隆太(SATO, Ryuta) [—/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 小野俊郎(ONO, Shunro) [—/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 中村直樹(NAKAMURA, Naoki) [—/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 藤野大助(FUJINO, Daisuke) [—/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 高橋省吾, 外(TAKAHASHI, Shogo et al.); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号三菱電機株式会社 知的財産センター内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: NUMERIC CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 数値制御装置

[図1]



- 4 TRANSLATIONAL AXIS DEPENDENT TRANSLATION ERROR/ TRANSLATIONAL AXIS DEPENDENT ATTITUDE ERROR STORAGE UNIT
- 5 ROTATIONAL AXIS DEPENDENT TRANSLATION ERROR/ ROTATIONAL AXIS DEPENDENT ATTITUDE ERROR STORAGE UNIT
- 6 TRANSLATIONAL AXIS DEPENDENT POSITION CORRECTION AMOUNT CALCULATION MEANS
- 7 ROTATIONAL AXIS DEPENDENT POSITION CORRECTION AMOUNT CALCULATION MEANS
- 8 ROTATIONAL AXIS ANGLE CORRECTION AMOUNT CALCULATION MEANS
- 9 POSITION-ADDED-CORRECTION-AMOUNT CALCULATION MEANS
- AA TRANSLATIONAL AXIS POSITION CORRECTION AMOUNT
- BB ROTATIONAL AXIS ANGLE CORRECTION AMOUNT

(57) Abstract: Disclosed is a numeric control device for controlling a machine tool having a translational axis and a rotational axis in order to achieve high-precision processing by correcting effects of translation error and attitude error dependent on movement of the translational axis and translation error and attitude error dependent on movement of the rotational axis; said numeric control device comprising a translational axis dependent position correction amount calculation means (6) for calculating a position correction amount of a translational axis from the translation error and attitude error dependent on movement of the translational axis; a rotational axis dependent position correction amount calculation means (7) for calculating a position correction amount of a translational axis from the translation error and attitude error dependent on movement of the rotational axis; a rotational axis angle correction amount calculation means (8) for calculating an angle correction amount of a rotational axis from a portion of the attitude error dependent on movement of the translational axis and a position-added-correction-amount calculation means (9) for calculating a position correction amount of a translational axis corresponding to the rotational axis correction amount.

(57) 要約: 直進軸の運動に依存する並進誤差および姿勢誤差と、回転軸の運動に依存する並進誤差と姿勢誤差による影響を補正して高精度な加工を実現するため、直進軸と回転軸とを有する工作機械を制御する数値制御装置において、直進軸の運動に依存する並進誤差と姿勢誤差とから直進軸の位置補正量を計算する直進軸依存位置補正量計算手段(6)と、回転軸の運動に依存する並進誤差と姿勢誤差とから直進軸の位置補正量を計算する回転軸依存位置補正量計算手段(7)と、直進軸の運動に依存する姿勢誤差の一部と回転軸の運動に依存する姿勢誤差の一部とから回転軸の角度補正量を計算する回転軸角度補正量計算手段(8)と、前記回転軸補正量に対応する直進軸の位置補正量を計算する位置加算補正量計算手段(9)とを有する構成とした。

段(6)と、回転軸の運動に依存する並進誤差と姿勢誤差とから直進軸の位置補正量を計算する回転軸依存位置補正量計算手段(7)と、直進軸の運動に依存する姿勢誤差の一部と回転軸の運動に依存する姿勢誤差の一部とから回転軸の角度補正量を計算する回転軸角度補正量計算手段(8)と、前記回転軸補正量に対応する直進軸の位置補正量を計算する位置加算補正量計算手段(9)とを有する構成とした。

WO 2011/104757 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

**発明の名称**： 数値制御装置

**技術分野**

[0001] 本発明は、直進軸と回転軸とを有する工作機械を制御する数値制御装置に係り、特に直進軸および回転軸がもつ誤差による影響を補正して高精度な加工を行うことができる数値制御装置に関する。

**背景技術**

[0002] 先ず、直進軸の運動により生じる姿勢誤差について、図5を使って説明する。案内部2により運動方向を拘束されたX軸方向に運動するテーブル1について考えると、X軸方向の並進誤差、Y軸方向の並進誤差およびZ軸方向の並進誤差に加えて、Z軸回りに回転する姿勢誤差（ヨー）、Y軸回りに回転する姿勢誤差（ピッチ）およびX軸回りに回転する姿勢誤差（ロール）が存在することが公知である。各方向の並進誤差は、テーブル1上の基準点からの距離によらず一定であるが、姿勢誤差による影響は前記基準点からの距離により異なるため、その補正はより困難である。

[0003] また直角度誤差や回転軸中心線の傾きについて、図6を使って説明する。例えばX軸とZ軸との関係について考えると、理想的には完全に直角であることが望ましいが、図6左図に示すように、実際には組み立て誤差等の影響による直角度誤差が存在する。このような直角度誤差が存在すると、直進軸の運動による並進誤差が生じる。同様に、例えば傾斜回転テーブル3の組み立て誤差等の影響により、本来X軸と平行であるべきA軸回転中心線やZ軸と平行であるべきC軸回転中心線にも平行度誤差が存在し、このような誤差が存在すると回転軸の運動による並進誤差と姿勢誤差とが生じる。さらに、図6右図に示すように、A軸の運動を拘束するベアリング等の影響により、A軸を回転させた場合にC軸回転中心線方向が変動する現象が観察される場合もあり、回転軸の運動による並進誤差と姿勢誤差の原因となる。

[0004] ところで、従来、回転軸中心位置が本来の位置から乖離または傾斜してい

る場合や、主軸旋回中心が本来の位置から乖離または傾斜している場合において、回転2軸を使って工具方向を補正し、直進3軸を使って工具先端位置を補正するための方法が提案されている（例えば特許文献1参照）。

- [0005] また、直進軸に依存した並進誤差と回転誤差、および回転軸に依存した並進誤差と回転誤差とから、工具先端位置に生じる並進誤差量を計算し、回転軸2軸は指令された角度へ、直進軸3軸は前記並進誤差量分だけ補正された位置へ駆動する方法が提案されている（例えば特許文献2参照）。

## 先行技術文献

### 特許文献

- [0006] 特許文献1：特許第4038185号公報  
特許文献2：特許第4327894号公報

### 発明の開示

#### 発明が解決しようとする課題

- [0007] しかしながら、特許文献1に記載の誤差補正方法では、回転軸中心位置のずれや傾斜に起因する工具先端位置の並進誤差と姿勢誤差を補正できるが、中心位置のずれや傾斜として表現できない、例えば図6右側に示すような誤差による影響は補正できない。また、回転2軸を使って3方向の姿勢誤差を補正するため、姿勢誤差の方向によっては回転軸がオペレータの予想を超えた運動をする恐れがあるほか、同じ軸構成の機械で同じ形状を加工する場合にも、姿勢誤差の方向により全く異なる動きとなってしまう。さらに、直進軸に依存する並進誤差と姿勢誤差は補正できないという問題がある。
- [0008] また、特許文献2に記載の方法では、直進軸に依存する並進誤差と姿勢誤差および回転軸に依存する並進誤差と姿勢誤差による工具先端位置のずれを補正できるが、回転軸は指令された角度へと駆動されるため、姿勢誤差は全く補正されない。
- [0009] 本発明は、前記課題に鑑みてなされたもので、工具先端位置を誤差のない位置に移動しつつ、無理なく補正可能な方向の工具姿勢については誤差のな

い姿勢に保つことで、高精度な加工を実現できる数値制御装置を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0010] 本発明に係る数値制御装置は、直進軸と回転軸とを有する工作機械を制御する数値制御装置において、回転軸の運動に依存する並進誤差と姿勢誤差とから直進軸の位置補正量を計算する回転軸依存位置補正量計算手段と、回転軸の運動に依存する姿勢誤差の一部から回転軸の角度補正量を計算する回転軸角度補正量計算手段と、前記回転軸補正量に対応する直進軸の位置補正量を計算する位置加算補正量計算手段とを有するものである。

[0011] また本発明に係る数値制御装置は、直進軸と回転軸とを有する工作機械を制御する数値制御装置において、直進軸の運動に依存する並進誤差と姿勢誤差とから直進軸の位置補正量を計算する直進軸依存位置補正量計算手段と、直進軸の運動に依存する姿勢誤差の一部から回転軸の角度補正量を計算する回転軸角度補正量計算手段と、前記回転軸補正量に対応する直進軸の位置補正量を計算する位置加算補正量計算手段とを有するものである。

[0012] また本発明に係る数値制御装置は、直進軸と回転軸とを有する工作機械を制御する数値制御装置において、直進軸の運動に依存する並進誤差と姿勢誤差とから直進軸の位置補正量を計算する直進軸依存位置補正量計算手段と、回転軸の運動に依存する並進誤差と姿勢誤差とから直進軸の位置補正量を計算する回転軸依存位置補正量計算手段と、直進軸の運動に依存する姿勢誤差の一部と回転軸の運動に依存する姿勢誤差の一部とから回転軸の角度補正量を計算する回転軸角度補正量計算手段と、前記回転軸補正量に対応する直進軸の位置補正量を計算する位置加算補正量計算手段とを有するものである。

### 発明の効果

[0013] 本発明によれば、工具先端位置を誤差のない位置に移動しつつ、無理なく補正可能な方向の工具姿勢については誤差のない姿勢に保つことで、高精度な加工を実現する数値制御装置を提供することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0014] [図1]本発明の実施例1にかかる数値制御装置の構成図である。
- [図2]本発明が適用されるテーブル旋回形5軸加工機を説明する模式図である。
- [図3]本発明が適用される混合形5軸加工機を説明する模式図である。
- [図4]本発明が適用される主軸頭旋回形5軸加工機を説明する模式図である。
- [図5]直進軸の運動に依存する姿勢誤差を説明する模式図である。
- [図6]直角度誤差および回転軸中心線の傾きを説明する模式図である。

### 発明を実施するための最良の形態

- [0015] 実施例1.

以下、本発明の実施例1を、図1～図4を使って説明する。なお、図1は実施例1における数値制御装置の直進軸位置補正量と回転軸角度補正量の計算を行う箇所の構成図を示す。また、この実施例1における数値制御装置のハードウェア構成は、CPU、メモリなどからなる一般的な構成であり、また保存部4、5（メモリ）以外の構成要素（直進軸依存位置補正量計算手段6、回転軸依存位置補正量計算手段7、回転軸角度補正量計算手段8、位置加算補正量計算手段9など）は主にソフトウェアにより構成されている。

- [0016] 図1において、直進軸依存並進誤差・直進軸依存姿勢誤差保存部4（以下、直進軸依存誤差保存部と称す）では、直進軸の運動に依存する並進誤差と姿勢誤差を、直進軸の指令位置に対応した数値データとして保存する。直進軸3軸（X軸、Y軸およびZ軸）を有する機械においては、X軸の運動に依存する誤差成分として、 $x_{tx}$ 、 $x_{ty}$ 、 $x_{tz}$ 、 $x_{rx}$ 、 $x_{ry}$ 、 $x_{rz}$  の6成分が存在することが知られている。ここで、 $x_{tx}$ はX軸の運動に伴うX軸方向の並進誤差を表し、 $x_{ty}$ はX軸の運動に伴うY軸方向の並進誤差を表す。並進誤差の単位はメートルである。また、 $x_{rx}$ はX軸の運動に伴うX軸回りの姿勢誤差（ロール）を表し、 $x_{ry}$ はX軸の運動に伴うY軸回りの姿勢誤差（ピッチ）を表す。姿勢誤差の単位はラジアンである。

- [0017] 同様に、Y軸についても、 $y_{tx}$ 、 $y_{ty}$ 、 $y_{tz}$ 、 $y_{rx}$ 、 $y_{ry}$ 、 $y_{rz}$  の6成分の誤差が存在し、Z軸についても、 $z_{tx}$ 、 $z_{ty}$ 、 $z_{tz}$ 、 $z_{rx}$ 、 $z_{ry}$ 、 $z_{rz}$  の6成分の誤差が存

在する。加えて、Z軸とY軸との間に存在する直角度誤差 $y_{wx}$ 、Y軸とZ軸との間に存在する直角度誤差 $z_{wy}$ 、およびZ軸とX軸との間に存在する直角度誤差 $z_{wx}$ とが存在するので、直進軸の運動に依存する誤差は、都合21成分となる。なお、直進軸の運動に依存する姿勢誤差は、工作物と工具との間の相対角度誤差として定義される。

[0018] 回転軸依存並進誤差・回転軸依存姿勢誤差保存部5（以下、回転軸依存誤差保存部と称す）では、回転軸の運動に依存する並進誤差と姿勢誤差を、回転軸の指令角度に対応した数値データとして保存する。例えば、回転軸をZ軸回りに回転するC軸のみ有する機械においては、C軸の回転に依存する誤差成分として、直進軸の場合と同様に、 $ct_x$ 、 $ct_y$ 、 $ct_z$ 、 $cr_x$ 、 $cr_y$ 、 $cr_z$  の6成分が存在する。C軸とはC軸の回転中心線を意味するので、 $ct_x$  はC軸の回転に伴う回転中心位置のX軸方向の並進誤差を表し、 $ct_y$  はC軸の回転に伴う回転中心位置のY軸方向の並進誤差を表す。並進誤差の単位はメートルであり、機械原点に固定された機械座標系上で定義される。また、 $cr_x$  はC軸の回転に伴うX軸回りの回転中心線の姿勢誤差を表し、 $cr_y$  はC軸の回転に伴うY軸回りの回転中心線の姿勢誤差を表す。姿勢誤差の単位はラジアンであり、機械原点に固定された機械座標系上で定義される。

[0019] 直進軸3軸に回転軸2軸を有する数値制御工作機械は、例えば5軸加工機と呼ばれ、産業界で広く用いられている。5軸加工機は、2つの回転軸を工具側と工作物側のどちら側に配置するかによって、大きく3つのタイプに分類される。1つ目は、例えば図2に示されるように、2つの回転軸が工作物側に配置されたものであり、「テーブル旋回形」と呼ばれる。2つ目は、例えば図3に示されるように、1つの回転軸が工具側、もう1つの回転軸が工作物側に配置されたものであり、「混合形」ないしは「主軸頭・テーブル旋回形」と呼ばれる。3つ目は、例えば図4に示されるように、2つの回転軸が工具側に配置されたものであり、「主軸頭旋回形」と呼ばれる。

なお、図2～図4において、3は傾斜回転テーブル、10は主軸頭、11は工具、12は工作物、13はコラム、14はチャック、15はユニバーサルヘッドである。

[0020] 図2に示すテーブル旋回形の場合には、A軸の回転角度によりC軸回転中心線の方向が変化するため、C軸の回転に伴う並進誤差および姿勢誤差も、A軸の回転による影響を受ける。同様に、図4に示す主軸頭旋回形の場合にも、C軸の回転角度によりB軸回転中心線の方向が変化するため、B軸の回転に伴う並進誤差および姿勢誤差は、C軸の回転による影響を受ける。このような場合、回転軸の運動に依存する並進誤差と角度誤差は、2つの回転軸の運動による2次元テーブルとして設定されることが望ましい。すなわち、テーブル旋回形の場合には工作物に近い側、主軸頭回転型の場合には工具に近い側の回転軸中心線の並進誤差および姿勢誤差として、 $r_{tx}$ 、 $r_{ty}$ 、 $r_{tz}$ 、 $r_{rx}$ 、 $r_{ry}$ 、 $r_{rz}$  を設定する。これらの誤差成分は、2つの回転軸の所定の指令角度に対応した数値データとして保存する。

[0021] 一方、図3に示す混合形の場合には、2つの回転軸がそれぞれ工具側と工作物側とに分かれて配置されているため、1つの回転軸の回転角度がもう1つの回転軸の回転中心線の方向に影響を及ぼすことはない。このような場合には、回転軸ごとの並進誤差と姿勢誤差とを、C軸の回転に依存する誤差成分  $ct_x$ 、 $ct_y$ 、 $ct_z$ 、 $cr_x$ 、 $cr_y$ 、 $cr_z$  と、B軸の回転に依存する誤差成分  $bt_x$ 、 $bt_y$ 、 $bt_z$ 、 $br_x$ 、 $br_y$ 、 $br_z$  のように、各回転軸の所定の指令角度に対応した数値データとしてそれぞれ設定する。

[0022] 直進軸依存位置補正量計算手段6では、直進軸依存誤差保存部4に保存されている直進軸依存並進誤差と直進軸依存姿勢誤差とから、工具先端位置での位置誤差を計算する。直進軸依存並進誤差および姿勢誤差により生じる工具先端位置における位置誤差を $E_T$ は、指令位置を $X$ 、工具ベクトルを $X_t$ とすると、数式1により計算できる。直進軸依存位置補正量は、数式1の符号を反転したものとなる。

(数式1)

$$E_T = P + AX + A_t X_t$$

ここで、

$$\mathbf{E}_T = \begin{bmatrix} e_{xT} \\ e_{yT} \\ e_{zT} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{X} = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}, \quad \mathbf{X}_t = \begin{bmatrix} x_t \\ y_t \\ z_t \end{bmatrix}, \quad \mathbf{P} = \begin{bmatrix} xtx + ytx + ztx \\ xty + yty + zty \\ xtz + ytz + ztz \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{A}_t = \begin{bmatrix} 0 & -(xrz + yrz + zrz) & xry + yry + zry \\ xrz + yrz + zrz & 0 & -(xrx + yrx + zrx) \\ -(xry + yry + zry) & xrx + yrx + zrx & 0 \end{bmatrix}$$

[0023] 数式1における行列Aは、直進軸の軸構成に応じて変化する。例えば、直進軸3軸全てが主軸側に存在する場合には数式2、Y軸が工作物側、X軸とZ軸が主軸側に存在する場合には数式3、Z軸のみ主軸側で、X軸とY軸が工作物側に存在する場合には数式4のように計算できる。ほかの軸構成についても同様の数式を導くことが容易に可能であることは公知である。

(数式2)

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 0 & -ywx & zwx \\ 0 & 0 & -zwy \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

(数式3)

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 0 & -ywx & zwx + yry \\ 0 & 0 & -(zwy + yrx) \\ yry & -yrx & 0 \end{bmatrix}$$

(数式4)

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 0 & -ywx & zwx + xry + yry \\ 0 & 0 & -(zwy + xrx + yrx) \\ xry + yry & -(xrx + yrx) & 0 \end{bmatrix}$$

[0024] 数式1における指令位置Xは、テーブル旋回形の場合には機械原点に対する主軸端における主軸回転中心位置、混合形の場合には機械原点に対する工具側回転軸と主軸中心線の交点位置（ピボット点）、主軸頭旋回側の場合には

機械原点に対する工具側の2つの回転軸中心線の交点位置（ピボット点）を意味する。また、数式1における工具ベクトル $X_t$ は、テーブル旋回形の場合には主軸端における主軸回転中心位置に対する工具先端また先端球の中心位置、混合形と主軸頭旋回形の場合には、上記ピボット点に対する工具先端また先端球の中心位置を表す。

- [0025] 工具側に回転軸を有する場合には、工具ベクトル $X_t$ は回転軸の回転角度により変化する。この場合の工具ベクトル $X_t$ は、回転軸の指令角度が0度であるときの工具軸ベクトル $X_{t0}$ から計算できることは公知であり、例えば、工具側にB軸を有する混合形の場合には数式5、工具側にB軸とC軸を有する主軸頭旋回形の場合には数式6により計算できる。ここで、 $\theta_B$ と $\theta_C$ はそれぞれB軸とC軸の指令角度[rad]である。

(数式5)

$$\mathbf{X}_t = \begin{bmatrix} x_t \\ y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta_B & 0 & \sin \theta_B \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \theta_B & 0 & \cos \theta_B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{t0} \\ y_{t0} \\ z_{t0} \end{bmatrix}$$

(数式6)

$$\mathbf{X}_t = \begin{bmatrix} x_t \\ y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta_C \cos \theta_B & -\sin \theta_C & \cos \theta_C \sin \theta_B \\ \sin \theta_C \cos \theta_B & \cos \theta_C & \sin \theta_C \sin \theta_B \\ -\sin \theta_B & 0 & \cos \theta_B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{t0} \\ y_{t0} \\ z_{t0} \end{bmatrix}$$

- [0026] 回転軸依存位置補正量計算手段7では、回転軸依存誤差保存部5に保存されている回転軸依存並進誤差と回転軸依存姿勢誤差とから、工具先端位置での位置誤差を計算する。回転軸依存並進誤差および姿勢誤差により生じる工具先端位置における位置誤差を $E_R$ は、回転中心位置からみた工具先端位置を $X_p$ 、工具ベクトルを $X_t$ とすると、数式7により計算できる。回転軸依存位置補正量は、数式7の符号を反転したものとなる。右肩のダッシュは、工作物側の姿勢誤差行列であることを表している。

(数式7)

$$\mathbf{E}_R = \mathbf{P}_R + \mathbf{A}'_R \mathbf{X}_P + \mathbf{A}_R \mathbf{X}_t$$

ここで、

$$\mathbf{E}_R = \begin{bmatrix} e_{xR} \\ e_{yR} \\ e_{zR} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{X}_P = \begin{bmatrix} x_P \\ y_P \\ z_P \end{bmatrix}$$

[0027] また、数式7における回転中心位置からみた工具先端位置 $X_p$ は、図2または図3より、指令位置 $X$ 、工具ベクトル $X_t$ 、および回転中心位置 $X_c$ とから数式8として計算できることがわかる。また工具ベクトル $X_t$ は、直進軸依存位置補正量の場合と同様に、例えば数式5や数式6により計算できる。

(数式8)

$$\mathbf{X}_P = \mathbf{X} - \mathbf{X}_C + \mathbf{X}_t = \begin{bmatrix} x - x_c + x_t \\ y - y_c + y_t \\ z - z_c + z_t \end{bmatrix}$$

[0028] 数式7における並進誤差行列 $\mathbf{P}_R$ 、工作物側の姿勢誤差行列 $\mathbf{A}'_R$ および工具側の姿勢誤差行列 $\mathbf{A}_R$ は、図2に示すテーブル旋回形の場合には数式9、図3に示す混合形の場合には数式10、および図4に示す主軸頭旋回形の場合には数式11により表される。

(数式9)

$$\mathbf{P}_R = \begin{bmatrix} rtx \\ rty \\ rtz \end{bmatrix}, \quad \mathbf{A}'_R = \begin{bmatrix} 0 & -rrz & rry \\ rrz & 0 & -rrx \\ -rry & rrx & 0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{A}_R = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

(数式10)

$$\mathbf{P}_R = \begin{bmatrix} rtx \\ rty \\ rtz \end{bmatrix}, \quad \mathbf{A}'_R = \begin{bmatrix} 0 & -rrz & rry \\ rrz & 0 & -rrx \\ -rry & rrx & 0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{A}_R = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

(数式11)

$$\mathbf{P}_R = \begin{bmatrix} rx \\ ry \\ rz \end{bmatrix}, \quad \mathbf{A}'_R = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{A}_R = \begin{bmatrix} 0 & -rrz & rry \\ rrz & 0 & -rrx \\ -rry & rrx & 0 \end{bmatrix}$$

- [0029] 回転軸角度補正量計算手段8では、直進軸依存誤差保存部4および回転軸依存誤差保存部5に保存されている直進軸依存姿勢誤差と回転軸依存姿勢誤差とから、制御対象の数値制御工作機械がもつ回転軸の軸構成に応じた無理なく補正ができる方向の姿勢誤差のみを抽出して回転軸角度補正量を計算する。
- [0030] ここでの無理なく補正ができるとは、回転軸の角度補正量を、角度補正量による運動がオペレータにより視認できない程度の角度、または角度補正量による工具先端位置への影響が線形近似できる程度の角度にとどめることを意味し、これにより、角度補正量により機械がオペレータの理解を超える運動をすることを回避できるとともに、角度補正量に伴う工具先端位置の変位が線形演算により計算できるので、計算量を大幅に低減できるという効果を有する。
- [0031] また、5軸加工機においては、多くの場合に回転軸を所定の角度に固定するため機械的にクランプした状態で加工が行われるが、この場合に回転軸の角度補正量が存在すると機械的なクランプが不可能になる問題が生じる。この場合の無理なく補正ができるとは、機械的なクランプが必要な回転軸については角度補正量をゼロにすることも意味する。回転軸を有しない方向の角度補正量も当然ゼロである。
- [0032] 以下に、回転軸角度補正量計算手段8において、無理なく補正ができる方向の姿勢誤差のみを抽出して回転軸角度補正量を計算するための具体的な方法の一例を説明する。例えば図2に示すテーブル旋回形の5軸加工機の場合、X軸回りの回転軸であるA軸とZ軸回りの回転軸であるC軸とを有している。このような軸構成をもつ機械の場合、テーブルに固定された座標系におけるY軸回りの姿勢誤差を補正するためには、C軸を180度回転させた上でA軸を回転させる必要があり、僅かな姿勢誤差の補正のためだけに運動としては急激な加減速

が生じてしまう。

[0033] さらに、C軸の回転中心線の方法はA軸の回転角度によって変化するため、C軸の回転により補正可能となる姿勢誤差の方法は、A軸の回転角度によって変化することになり、煩雑な計算処理が必要になってしまう。

[0034] 本発明の実施例1にかかる回転軸角度補正量計算手段8では、ほかの回転軸の影響により回転中心線の方法が変化しない回転軸である、A軸のみを使って補正可能な姿勢誤差のみを抽出して回転軸角度補正量を計算する。図2に示すテーブル旋回形の5軸加工機において、A軸を使って補正可能な姿勢誤差はX軸回りの姿勢誤差であるから、A軸の角度補正量 $\Delta a'$ は、直進軸依存姿勢誤差の一部および回転軸依存姿勢誤差の一部から数式12により計算できる。ここで、右肩のダッシュは、工作物側の角度補正量であることを示している。なお、数式12において回転軸に依存する姿勢誤差の一成分である $rrx$ のみ符号が逆になっているが、これは工作物側の回転軸に依存する姿勢誤差を機械座標系上で定義しているためである。

(数式12)

$$\Delta a' = -(xrx + yrx + zrx - rrx)$$

[0035] 図3に示すような混合形の場合、一方の回転軸の回転によりもう一方の回転軸の回転中心線の方法が変化することはない。このような場合には、2つの回転軸を使って2つの方法の姿勢誤差を補正する。B軸の角度補正量 $\Delta b$ とC軸の角度補正量 $\Delta c'$ は、直進軸依存姿勢誤差の一部および回転軸依存姿勢誤差の一部から数式13により計算できる。ここで、右肩のダッシュは、工作物側の角度補正量であることを示している。また、C軸に依存する姿勢誤差である $cr_y$ と $cr_z$ のみ符号が逆になっているが、これはC軸が工作物側に配置されているためである。

(数式13)

$$\begin{cases} \Delta b = -(xry + yry + zry + bry - cry) \\ \Delta c' = -(xrz + yrz + zrz + brz - crz) \end{cases}$$

[0036] 図4に示すような主軸頭旋回形の場合、B軸の回転中心線の方法はC軸の回転

角度により変化する。よって、C軸により補正可能なZ軸回りの姿勢誤差のみを抽出して回転軸角度補正量を計算する。C軸の角度補正量 $\Delta c$ は、直進軸依存姿勢誤差の一部および回転軸依存姿勢誤差の一部から数式14により計算できる。

(数式14)

$$\Delta c = -(xrz + yrz + zrz + rrz)$$

[0037] 無理なく補正可能な姿勢誤差の方向は、回転軸の軸構成によって異なるため、回転軸角度補正量計算手段8では回転軸の軸構成情報から補正可能な方向の姿勢誤差を判別する。この判別を容易にするために、直進軸依存誤差保存部4および回転軸依存誤差保存部5では、直進軸および回転軸に依存する姿勢誤差を方向ごとに分類して保存しておいてもよいし、姿勢誤差の方向に応じたインデックスを付加しておいてもよい。

[0038] 回転軸角度補正手段8において計算された回転軸角度補正量分だけ回転軸を回転させると、工具先端位置に位置誤差が生じる。位置加算補正量計算手段9では、回転軸角度補正量による工具先端位置の位置誤差 $E_{R+}$ を計算する。工具側に配置された回転軸に対する角度補正量を $(\Delta a, \Delta b, \Delta c)$ 、工作物側に配置された回転軸に対する角度補正量を $(\Delta a', \Delta b', \Delta c')$ とすると、角度補正量による工具先端位置の位置誤差 $E_{R+}$ は、回転中心位置からみた工具先端位置 $X_p$ と工具ベクトル $X_t$ から以下の数式15により計算でき、位置加算補正量は、数式15の符号を反転したものとなる。なお、右肩のダッシュは工作物側に配置された回転軸の角度補正量行列を表している。

(数式15)

$$E_{R+} = A'_{R+} X_p + A_{R+} X_t$$

ここで、

$$E_{R+} = \begin{bmatrix} e_{xR+} \\ e_{yR+} \\ e_{zR+} \end{bmatrix}, \quad A'_{R+} = \begin{bmatrix} 0 & -\Delta c' & \Delta b' \\ \Delta c' & 0 & -\Delta a' \\ -\Delta b' & \Delta a' & 0 \end{bmatrix}, \quad A_{R+} = \begin{bmatrix} 0 & -\Delta c & \Delta b \\ \Delta c & 0 & -\Delta a \\ -\Delta b & \Delta a & 0 \end{bmatrix}$$

[0039] 工具側に回転軸をもたないテーブル旋回形の場合、数式15における工具側回転軸の角度補正量行列 $A_{R+}$ の成分は全てゼロとなり、工作物側回転軸の角度補正量行列 $A'_{R+}$ の成分のうち、回転軸角度補正量計算手段8において値が決められた成分以外はゼロとする。工作物側に回転軸をもたない主軸頭旋回形の場合には、工作物側回転軸の角度補正量行列 $A'_{R+}$ の成分は全てゼロとなり、工具側回転軸の角度補正量行列 $A_{R+}$ の成分のうち、回転軸角度補正量計算手段8において値が決められた成分以外はゼロとする。工具側と工作物側の両方に回転軸をもつ混合形の場合には、工具側回転軸の角度補正量行列 $A_{R+}$ と工作物側回転軸の角度補正量行列 $A'_{R+}$ の両方について、回転軸角度補正量計算手段8において値が決められ、値が決められた成分以外はゼロとする。また、工具先端位置 $X_p$ は数式8により計算され、工具ベクトル $X_t$ は例えば数式5や数式6により計算される。

[0040] 直進軸位置補正量 $(\Delta x, \Delta y, \Delta z)$ は、直進軸依存位置補正量計算手段6で計算された直進軸依存位置補正量 $-E_T$ 、回転軸依存位置補正量計算手段7で計算された回転軸依存位置補正量 $-E_R$ 、および位置加算補正量計算手段9で計算された位置加算補正量 $-E_{R+}$ とから、数式16により計算される。

(数式16)

$$\begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{bmatrix} = -E_T - E_R - E_{R+} = - \begin{bmatrix} e_{xT} + e_{xR} + e_{xR+} \\ e_{yT} + e_{yR} + e_{yR+} \\ e_{zT} + e_{zR} + e_{zR+} \end{bmatrix}$$

[0041] 数式16により計算された直進軸位置補正量を直進軸の指令位置に加算し、回転軸角度補正量計算手段8により計算された回転軸角度補正量を回転軸の角度指令に加算することで、直進軸依存の並進および姿勢誤差と、回転軸依存の並進および姿勢誤差による工具先端位置のずれを補正でき、工具姿勢についても無理なく補正できる範囲で補正される。なお、直進軸位置補正量および回転軸角度補正量の符号および単位は、数値制御工作機械と制御装置の座標系および単位系に応じて適宜変更されるべきものである。

- [0042] さらに、バックラッシュ補正や熱変位補正等による位置補正量および角度補正量が存在する場合には、本発明による直進軸位置補正量および回転軸角度補正量にさらに加算して使用することができる。
- [0043] 直進軸依存誤差補正部4および回転軸依存誤差補正部5には、1つの数値制御工作機械に対して複数の直進軸依存並進誤差および姿勢誤差データと、回転軸依存並進誤差および姿勢誤差データとを保存しておくこともでき、さらに複数データ間を補間することも可能である。これにより、例えば大型の工作機械において加工エリアごとに誤差データを設定しておくことや、周辺温度ごとあるいは加工開始からの経過時間ごとの誤差データを設定、ないしは運動方向ごとの誤差データを設定しておくことが可能となる。
- [0044] 図1に示す本発明の実施例1における直進軸位置補正量と回転軸角度補正量の計算方法において、直進軸依存誤差保存部4と直進軸依存位置補正量計算手段6とを省略するか、直進軸依存並進誤差および姿勢誤差を全てゼロとすれば、回転軸依存並進誤差および姿勢誤差による影響のみに対する直進軸位置補正量と回転軸角度補正量とが計算される。同様に、回転軸依存誤差保存部5と回転軸依存位置補正量計算手段7とを省略するか、回転軸依存並進後および姿勢誤差を全てゼロとすれば、直進軸依存並進誤差および姿勢誤差による影響のみに対する直進軸位置補正量と回転軸角度補正量とが計算される。
- [0045] 回転軸の運動に依存する並進誤差ならびに姿勢誤差を測定する際には、多くの場合、直進軸の運動を基準に、直進軸に対する誤差として測定される。そのため、直進軸に誤差が存在する場合には、直進軸の運動に依存する誤差も回転軸の運動に依存する誤差に含まれた状態で測定されてしまうという問題点が生じる。
- [0046] そこで本発明の数値制御装置では、まず直進軸の運動に依存する並進誤差および姿勢誤差のみを測定して直進軸依存誤差保存部4に設定し、直進軸の運動に依存する誤差による影響を補正した状態で回転軸の運動に依存する誤差を測定する。これにより、直進軸の運動に依存する誤差による影響を受けずに、回転軸の運動に依存する誤差のみを測定でき、より正確な直進軸位置補

正量と回転軸角度補正量とを計算できるという効果を有する。

[0047] 例えば図2に示すテーブル旋回形の機械でA軸を所定の角度、例えば90度に機械的に固定して加工を行う場合がある。この場合、C軸の回転中心線の方法はY軸方向を向き、Y軸回りに回転するB軸とみなすことができる。このような場合には、回転軸角度補正量計算手段8ではY軸回りの姿勢誤差のみを抽出して回転軸角度補正量とすることもできる。90度以外の角度で固定された場合についても同様である。

[0048] 以上説明したように、この実施例によれば、直進軸に依存する並進誤差と姿勢誤差、および回転軸に依存する並進誤差と姿勢誤差とから、工具先端位置を補正するための直進軸依存位置補正量と回転軸依存位置補正量を計算するとともに、姿勢誤差の一部から回転軸の角度補正量を計算し、さらに角度補正量による工具先端位置のずれを補正するための位置加算補正量を計算するようにしたので、工具先端位置を誤差のない位置に移動しつつ、無理なく補正可能な方向の工具姿勢については誤差のない姿勢に保つことで、高精度な加工を実現することができる。

### 産業上の利用可能性

[0049] 本発明の数値制御装置は、特に5軸加工機の機械誤差を補正する数値制御装置として用いられるのに適している。

### 符号の説明

[0050] 1 テーブル、2 運動案内内部、3 傾斜回転テーブル、4 直進軸依存誤差保存部、5 回転軸依存誤差保存部、6 直進軸依存位置補正量計算手段、7 回転軸依存位置補正量計算手段、8 回転軸角度補正量計算手段、9 位置加算補正量計算手段、10 主軸頭、11 工具、12 工作物、13 コラム、14 チャック、15 ユニバーサルヘッド。

## 請求の範囲

- [請求項1] 直進軸と回転軸とを有する工作機械を数値制御する数値制御装置において、
- 回転軸の運動に依存する並進誤差と姿勢誤差とから直進軸の位置補正量を計算する回転軸依存位置補正量計算手段と、
- 回転軸の運動に依存する姿勢誤差の一部から回転軸の角度補正量を計算する回転軸角度補正量計算手段と、
- 前記回転軸補正量に対応する直進軸の位置補正量を計算する位置加算補正量計算手段と
- を有することを特徴とする数値制御装置。
- [請求項2] 直進軸と回転軸とを有する工作機械を数値制御する数値制御装置において、
- 直進軸の運動に依存する並進誤差と姿勢誤差とから直進軸の位置補正量を計算する直進軸依存位置補正量計算手段と、
- 直進軸の運動に依存する姿勢誤差の一部から回転軸の角度補正量を計算する回転軸角度補正量計算手段と、
- 前記回転軸補正量に対応する直進軸の位置補正量を計算する位置加算補正量計算手段と
- を有することを特徴とする数値制御装置。
- [請求項3] 直進軸と回転軸とを有する工作機械を数値制御する数値制御装置において、
- 直進軸の運動に依存する並進誤差と姿勢誤差とから直進軸の位置補正量を計算する直進軸依存位置補正量計算手段と、
- 回転軸の運動に依存する並進誤差と姿勢誤差とから直進軸の位置補正量を計算する回転軸依存位置補正量計算手段と、
- 直進軸の運動に依存する姿勢誤差の一部と回転軸の運動に依存する姿勢誤差の一部とから回転軸の角度補正量を計算する回転軸角度補正量計算手段と、

前記回転軸補正量に対応する直進軸の位置補正量を計算する位置加算補正量計算手段とを有することを特徴とする数値制御装置。

[請求項4]

前記回転軸の運動に依存する並進誤差と姿勢誤差は、  
前記直進軸の運動に依存する並進誤差と直進誤差による影響を請求項2に記載の数値制御装置によって補正した状態で測定されることを特徴とする請求項3に記載の数値制御装置。

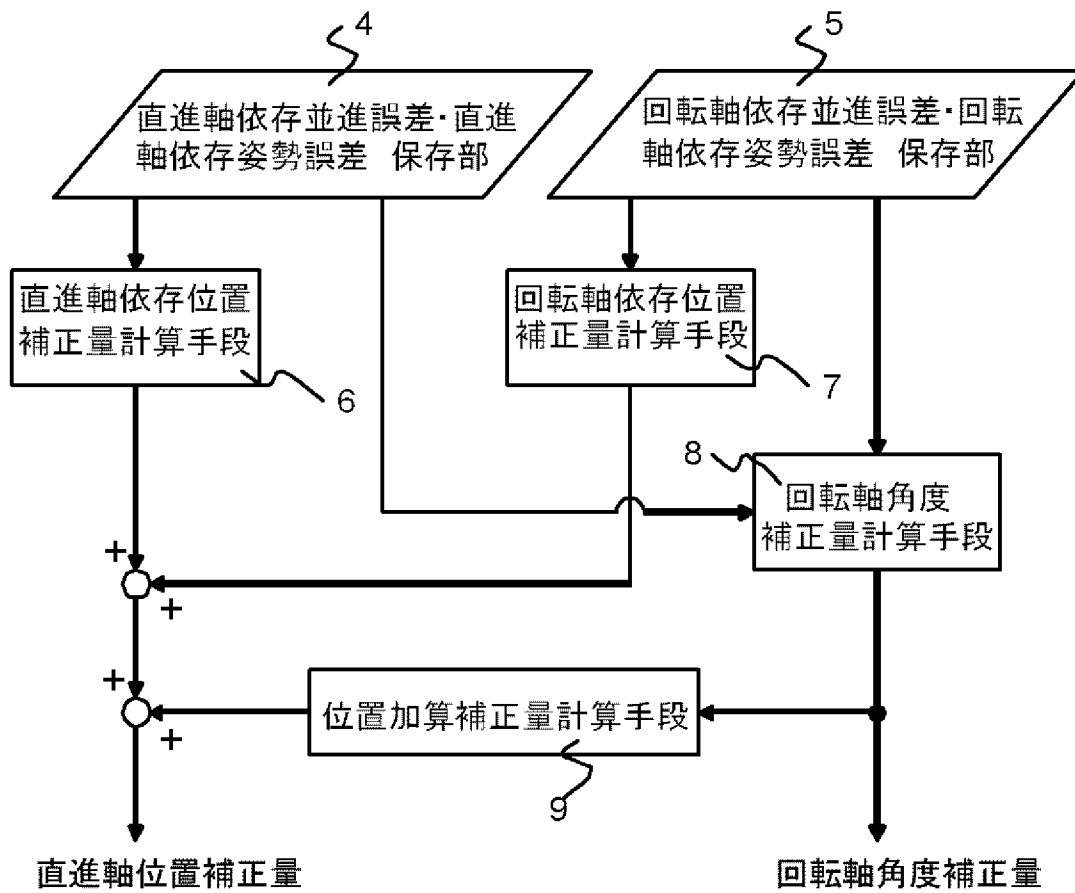
[請求項5]

2つ以上の回転軸を有する数値制御工作機械において、  
前記回転軸補正量計算手段は、一方の回転軸の運動により回転中心線の方向が変化しない回転軸の角度補正量を計算することを特徴とする請求項1から4のいずれか1つに記載の数値制御装置。

[請求項6]

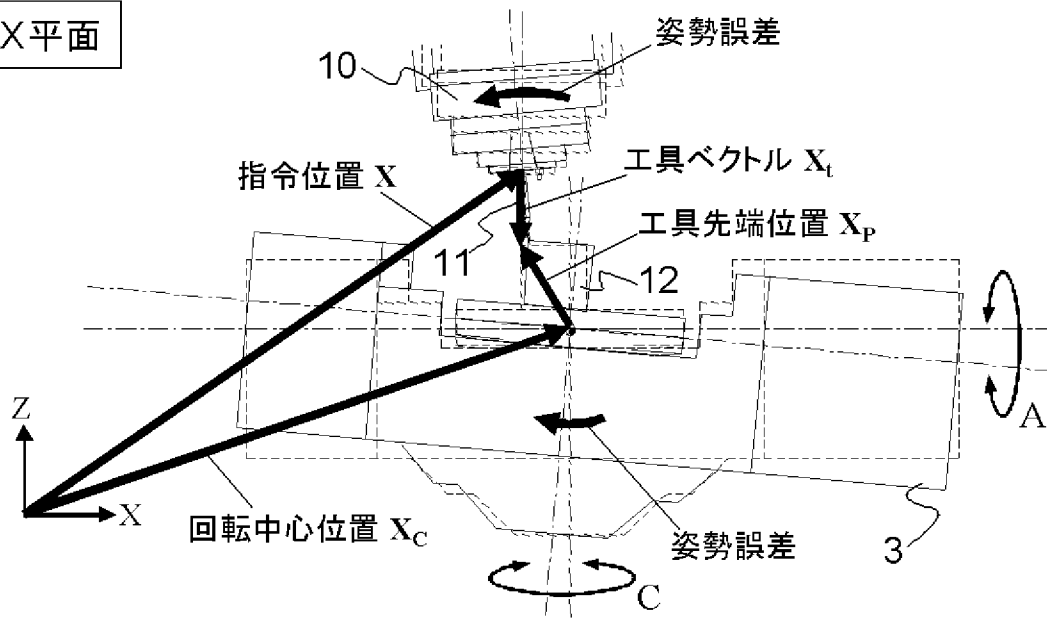
前記回転軸補正量計算手段は、所定の角度で機械的にクランプされた回転軸の角度補正量は0とすることを特徴とする請求項1から4のいずれか1つに記載の数値制御装置。

[圖1]

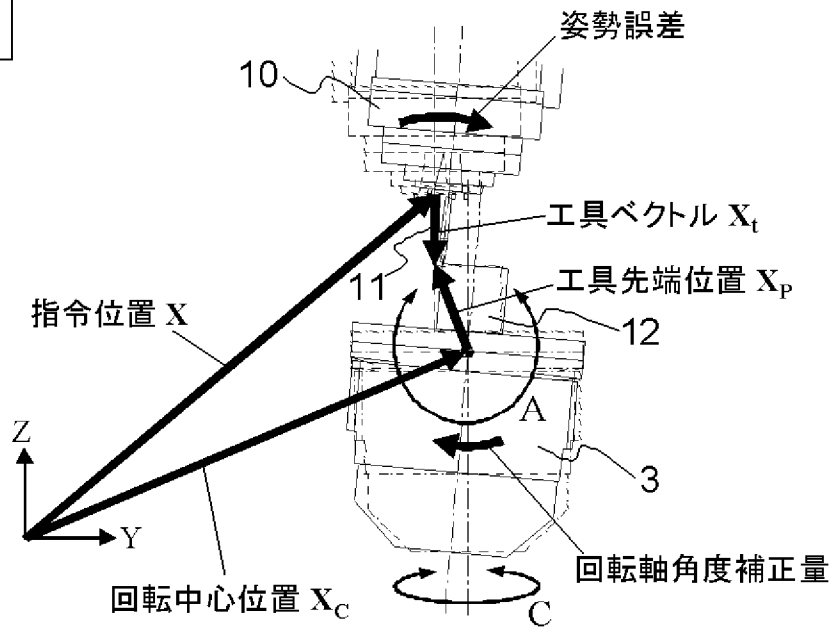


[図2]

ZX平面

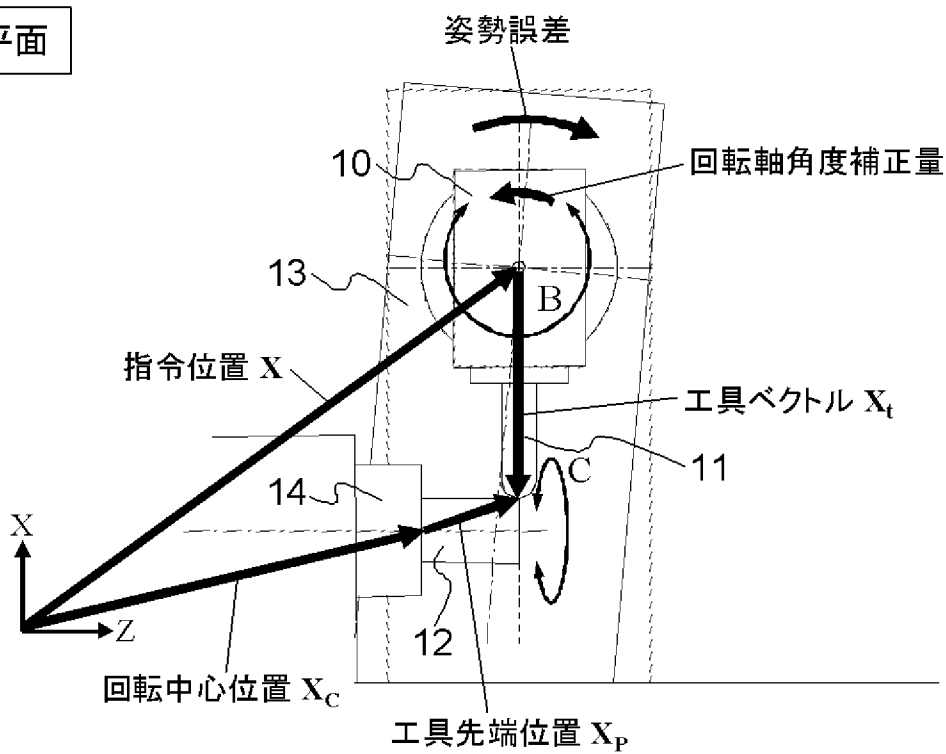


YZ平面

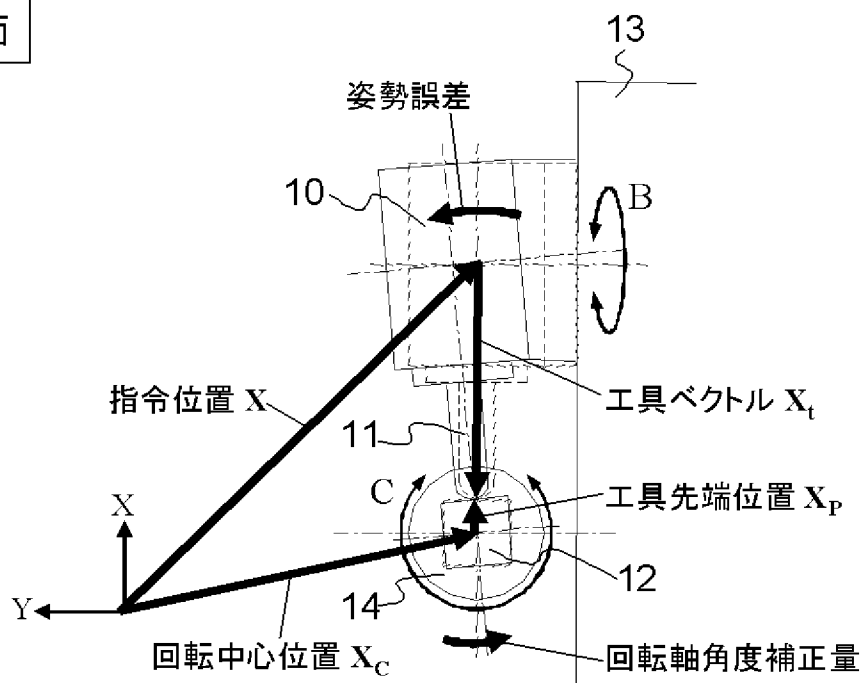


[図3]

ZX平面

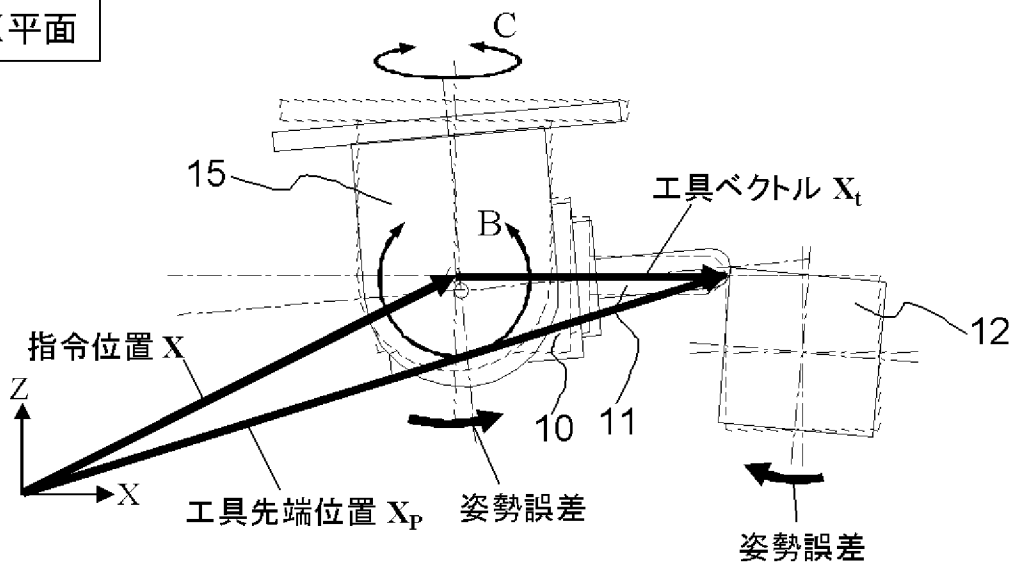


XY平面

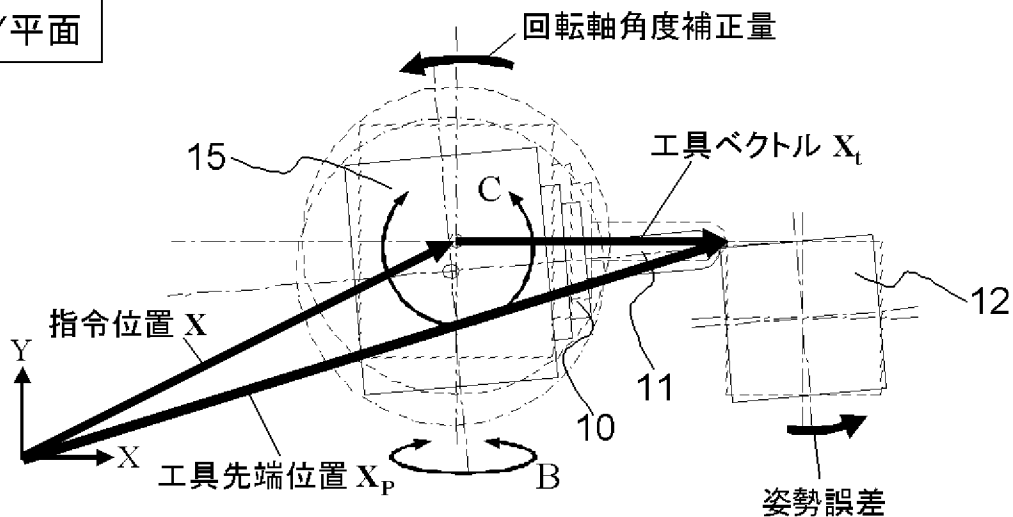


[図4]

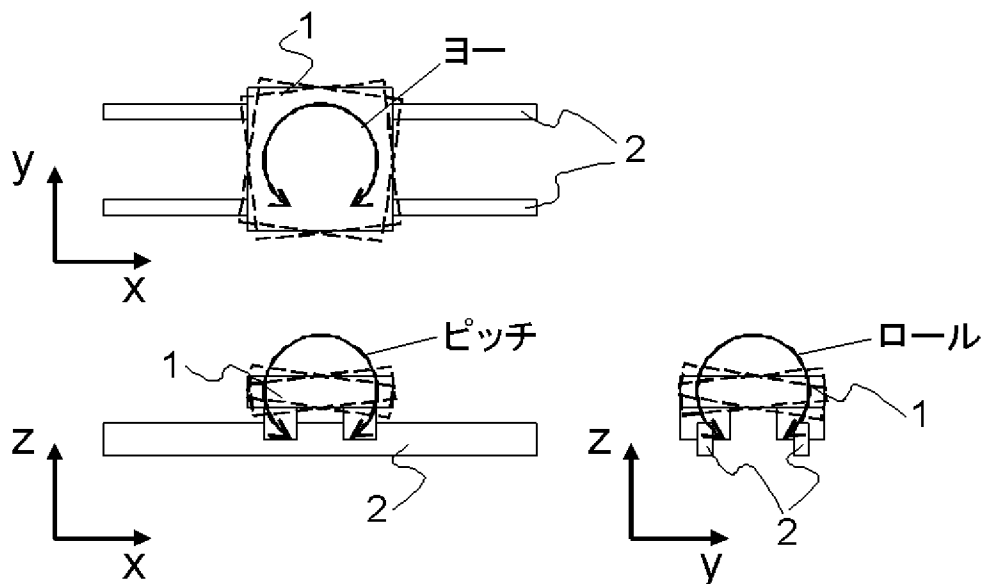
ZX平面



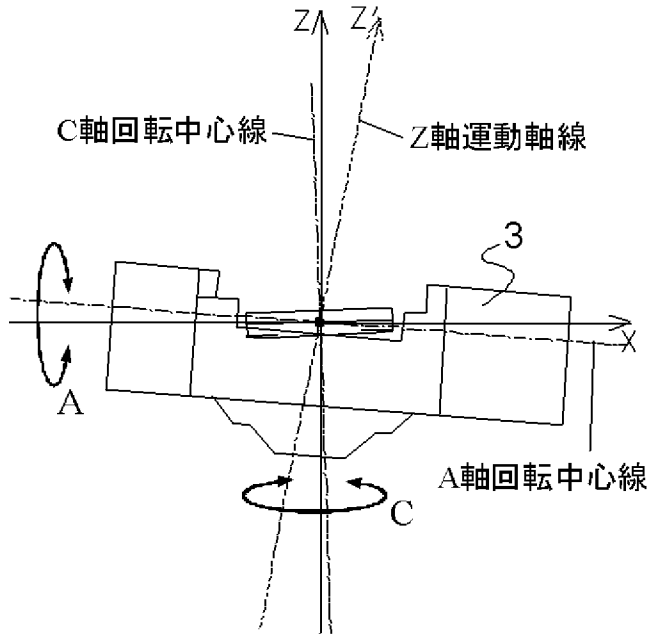
XY平面



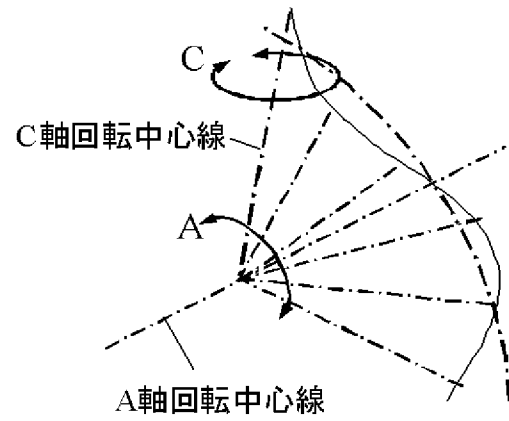
[図5]



[図6]



直角度と回転軸中心線の傾き



回転軸依存の姿勢誤差

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/001286

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05B19/404(2006.01) i, B23Q15/24(2006.01) i, B23Q15/26(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G05B19/18-19/416, G05B19/42-19/46, B23Q15/00-15/28

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

Google scholar

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4327894 B2 (Fanuc Ltd.), 09 September 2009 (09.09.2009), entire text; all drawings & US 2009/0140684 A1 & EP 2065771 A2 & CN 101446819 A	1-6
A	JP 2009-9274 A (Fanuc Ltd.), 15 January 2009 (15.01.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2008-269316 A (Makino Milling Machine Co., Ltd.), 06 November 2008 (06.11.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
03 June, 2010 (03.06.10)Date of mailing of the international search report  
15 June, 2010 (15.06.10)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2010/001286

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-155530 A (Mitsubishi Electric Corp., Yamazaki Mazak Corp.), 15 June 2006 (15.06.2006), entire text; all drawings & US 2006/0136088 A1 & DE 102005057409 A & CN 1781662 A	6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. G05B19/404(2006.01)i, B23Q15/24(2006.01)i, B23Q15/26(2006.01)i

B. 調査を行った分野  
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. G05B19/18-19/416, G05B19/42-19/46, B23Q15/00-15/28

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの  
 日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2010年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2010年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2010年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)  
 Google scholar

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 4327894 B2 (ファナック株式会社) 2009.09.09, 全文、全図 & US 2009/0140684 A1 & EP 2065771 A2 & CN 101446819 A	1-6
A	JP 2009-9274 A (ファナック株式会社) 2009.01.15, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2008-269316 A (株式会社牧野フライス製作所) 2008.11.06, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6

C欄の続きにも文献が列挙されている。  パテントファミリーに関する別紙を参照。

<p>* 引用文献のカテゴリー                  「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの                  「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの                  「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)                  「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献                  「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</p>	<p>の日の後に公表された文献                  「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの                  「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの                  「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの                  「&amp;」同一パテントファミリー文献</p>
--	---

国際調査を完了した日 03.06.2010	国際調査報告の発送日 15.06.2010
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 沼生 泰伸 電話番号 03-3581-1101 内線 3324

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2006-155530 A (三菱電機株式会社、ヤマザキマザック株式会社) 2006.06.15, 全文、全図 & US 2006/0136088 A1 & DE 102005057409 A & CN 1781662 A	6