

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5111589号
(P5111589)

(45) 発行日 平成25年1月9日(2013.1.9)

(24) 登録日 平成24年10月19日(2012.10.19)

(51) Int.Cl.
G05B 19/404 (2006.01)

F I
G O 5 B 19/404 G

請求項の数 1 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2010-241212 (P2010-241212)	(73) 特許権者	000154990
(22) 出願日	平成22年10月27日 (2010.10.27)		株式会社牧野フライス製作所
(65) 公開番号	特開2012-93989 (P2012-93989A)		東京都目黒区中根2丁目3番19号
(43) 公開日	平成24年5月17日 (2012.5.17)	(74) 代理人	100099759
審査請求日	平成22年10月27日 (2010.10.27)		弁理士 青木 篤
		(74) 代理人	100092624
			弁理士 鶴田 準一
		(74) 代理人	100102819
			弁理士 島田 哲郎
		(74) 代理人	100112357
			弁理士 廣瀬 繁樹
		(74) 代理人	100154380
			弁理士 西村 隆一
		(74) 代理人	100157211
			弁理士 前島 一夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 送り軸反転時の補正方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

数値制御工作機械の送り軸の移動方向反転時に生ずる象限突起を補正する象限突起補正方法において、

前記数値制御工作機械のNCプログラムから、前記送り軸のサーボモータに指令されるべき位置指令を現在の位置指令から所定時間後の位置指令まで所定の制御周期毎に記憶部に記憶し、

記憶された前記位置指令に基づいて反転補正指令を算出し、

前記記憶部に記憶された位置指令から求めた加速度、前記位置指令と前記サーボモータの実際の位置との間の位置偏差、前記サーボモータのトルク指令と実際のトルクとの間のトルク偏差、前記サーボモータの電流指令と実際の電流との間の電流偏差のいずれかと、前記反転補正指令を前記サーボモータの速度指令またはトルク指令に付加する時刻を前記サーボモータの反転時刻から繰上げる繰上時間との関係を予め求め、

実際の前記送り軸の移動に際し、前記予め求めた関係に基づいて、前記記憶部に記憶された位置指令から求めた加速度、前記位置指令と前記サーボモータの実際の位置との間の位置偏差、前記サーボモータのトルク指令と実際のトルクとの間のトルク偏差、前記サーボモータの電流指令と実際の電流との間の電流偏差のいずれかに対応した前記繰上時間を算出し、

前記サーボモータの反転時刻よりも前記繰上時間だけ繰上げた時刻に前記反転補正指令を前記サーボモータの速度指令またはトルク指令に付加して象限突起を補正する、ことを

10

20

特徴とする象限突起補正方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、数値制御工作機械の送り軸の移動方向反転時に生ずる象限突起を補正する補正方法に関する。

【背景技術】

【0002】

工作機械は一つ以上の直動軸および／または回転送り軸（以下、これら直動軸および回転送り軸を単に「送り軸」と呼ぶ場合がある）を含んでおり、これら送り軸を駆動するためのモータは数値制御装置により制御されている。工作機械においては、ワークの加工処理内容に応じて異なる工具が取付けられ、また、ワークを工作機械に取付けるための治具もワークに応じて使用される。

10

【0003】

このような工作機械において、ワークが設置された作業台または工具を互いに垂直な二つの方向に移動させることにより、ワークを例えば円弧状軌跡に沿って移動させることが行われている。このような加工を行う場合には、一方の送り軸に関するサーボモータを動作させつつ、他方の送り軸に関するサーボモータを瞬間的に停止させて再動作させる場合がある。

【0004】

20

従って、他方のサーボモータの出力軸は、動摩擦状態から静止摩擦状態を経て再び動摩擦状態になる。さらに、サーボモータの反転時にはサーボモータの伝達系におけるバックラッシュや弾性変形の影響を受ける。このため、他方のサーボモータの動作に応答遅れが生じ、これが象限突起Pとして実測値に出現する。それゆえ、ワークを例えば円弧に沿って切削加工する場合には、ワークが象限突起Pに対応する切削箇所において過剰に切削されるなどの問題が発生する。

【0005】

このような問題を解決するために、特許文献1においては、位置指令に対して、補正指令を追加し、それにより、象限突起を抑えることが行われている。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第2875646号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ここで、補正指令の追加は、反転時よりも前から行うのが好ましい。その理由は、ボールねじ駆動の送り軸等の場合には、弾性要素とみなされる機械系の一部によりロストモーションが発生し、これを補償するために指令に先行して動作させる必要があるためである。

40

【0008】

特許文献1においては、反転時を基準として制御周期の範囲において象限突起の補正指令を反転時よりも早めに追加している。しかしながら、制御周期は通常、数ミリ秒単位であるので、補正指令を追加する時刻と反転時との間はせいぜい数ミリ秒である。しかしながら、補正指令の追加は反転時よりも数十ミリ秒前に行われるのが望ましい場合が多い。従って、特許文献1においては補正指令の追加を行う時期を早めているにも関わらず、その時期は十分に早いとはいえない。従って、従来技術においては、補正指令を追加したとしても、象限突起が依然として残るといった事態が起きていた。

【0009】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、象限突起を高精度で補正するこ

50

とのできる象限突起補正方法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】

前述した目的を達成するために1番目の発明によれば、数値制御工作機械の送り軸の移動方向反転時に生ずる象限突起を補正する象限突起補正方法において、前記数値制御工作機械のNCプログラムから、前記送り軸のサーボモータに指令されるべき位置指令を現在の位置指令から所定時間後の位置指令まで所定の制御周期毎に記憶部に記憶し、記憶された前記位置指令に基づいて反転補正指令を算出し、前記記憶部に記憶された位置指令から求めた加速度、前記位置指令と前記サーボモータの実際の位置との間の位置偏差、前記サーボモータのトルク指令と実際のトルクとの間のトルク偏差、前記サーボモータの電流指令と実際の電流との間の電流偏差のいずれかと、前記反転補正指令を前記サーボモータの速度指令またはトルク指令に付加する時刻を前記サーボモータの反転時刻から繰上げる繰上時間との関係を予め求め、実際の前記送り軸の移動に際し、前記予め求めた関係に基づいて、前記記憶部に記憶された位置指令から求めた加速度、前記位置指令と前記サーボモータの実際の位置との間の位置偏差、前記サーボモータのトルク指令と実際のトルクとの間のトルク偏差、前記サーボモータの電流指令と実際の電流との間の電流偏差のいずれかに対応した前記繰上時間を算出し、前記サーボモータの反転時刻よりも前記繰上時間だけ繰上げた時刻に前記反転補正指令を前記サーボモータの速度指令またはトルク指令に付加して象限突起を補正する、ことを特徴とする象限突起補正方法が提供される。

【発明の効果】

【0014】

1番目の発明においては、サーボモータの動作またはサーボモータへの指令により得られる情報に基づいて、サーボモータの反転時刻から繰上げる繰上時間を算出し、繰上時間を考慮した時刻において、補正指令を追加するようにしている。繰上時間は、数値制御工作機械の制御周期に関わらずに決定できるので、補正指令の追加を行う時期を十分に早く設定できる。このため、象限突起を高精度で補正することができ、ワークの加工面の品位向上を図ることができる。

さらに、1番目の発明においては、記憶部に記憶された複数の位置指令から求められる加速度を利用しているので、新たな特別な情報を必要とすることなしに、繰上時間を簡易に求めることができる。なお、加速度の平方根と繰上時間との間の関係を予め求めておき、この関係から繰上時間を決定するのが好ましい。

さらに、1番目の発明においては、位置指令とサーボモータの実際の位置とから得られる位置偏差を用いているので、ロストモーションの影響が十分に考慮された繰上時間を求めることができる。

さらに、1番目の発明においては、トルク偏差または電流偏差を用いて繰上時間を調節している。従って、トルク偏差または電流偏差が考慮された、より正確な繰上時間を求めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の数値制御工作機械の概略図である。

【図2】本発明の数値制御工作機械を制御するサーボ制御部の構成ブロック線図である。

【図3】象限突起を補正する補正方法を説明するためのフローチャートである。

【図4】加速度の平方根と繰上時間との関係を示す図である。

【図5】(a) 加速度と繰上時間とのマップを示す図である。(b) 位置偏差と繰上時間とのマップを示す図である。(c) トルク偏差と繰上時間とのマップを示す図である。(d) 電流偏差と繰上時間とのマップを示す図である。

【図6】速度指令と時間との関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、添付図面を参照して本発明の実施形態を説明する。以下の図面において同様の部

10

20

30

40

50

材には同様の参照符号が付けられている。理解を容易にするために、これら図面は縮尺を適宜変更している。

【 0 0 2 0 】

図 1 は本発明の数値制御工作機械の概略図である。図 1 において、数値制御工作機械 10 は所謂横形マシニングセンタであり、工場等の床面に設置されるベッド 12 を具備している。ベッド 12 の上面には、Z 軸ガイドレール 28 が水平な Z 軸方向（図 1 において左右方向）に延設されており、Z 軸ガイドレール 28 には、ワーク用ジグ G を介してワーク W を固定するためのテーブル 14 が摺動自在に取り付けられている。図 1 は、テーブル 14 上に B 軸方向に回転送り可能な NC ロータリテーブルを固定し、その上にワーク W を積載している例を示しているが、NC ロータリテーブルを介在させることなくテーブル 14 上に直接ワーク W を積載しても良い。

10

【 0 0 2 1 】

ベッド 12 の上面には、更に、X 軸ガイドレール 36 が Z 軸に直交し、かつ水平な X 軸方向（図 1 の紙面に垂直方向）に延設されており、X 軸ガイドレール 36 にはコラム 16 が摺動自在に取り付けられている。コラム 16 においてワーク W に対面する前面には、X 軸および Z 軸に直交する Y 軸方向（図 1 において上下方向）に Y 軸ガイドレール 34 が延設されており、Y 軸ガイドレール 34 には、主軸 20 を回転自在に支持する主軸頭 18 が摺動自在に取り付けられている。

【 0 0 2 2 】

ベッド 12 内においてテーブル 14 の下側には Z 軸送りねじ 24 が Z 軸方向に延設されており、テーブル 14 の下面には Z 軸送りねじ 24 に螺合するナット 26 が固定されている。Z 軸送りねじ 24 の一端には Z 軸送りサーボモータ M_z が連結されており、Z 軸送りサーボモータ M_z を駆動し Z 軸送りねじ 24 を回転させることにより、テーブル 14 は Z 軸ガイドレール 28 に沿って移動する。同様にベッド 12 内においてコラム 16 の下側には X 軸送りねじ（図示せず）が X 軸方向に延設されており、コラム 16 の下面には前記 X 軸送りねじに螺合するナット（図示せず）が固定されている。

20

【 0 0 2 3 】

前記 X 軸送りねじの一端には X 軸送りサーボモータ M_x が連結されており、X 軸送りサーボモータ M_x を駆動し前記 X 軸送りねじを回転させることにより、コラム 16 は X 軸ガイドレール 36 に沿って移動する。更に、コラム 16 内には Y 軸送りねじ 32 が Y 軸方向に延設されており、主軸頭 18 の背面には Y 軸送りねじ 32 に螺合するナット 30 が固定されている。Y 軸送りねじ 32 の上端には Y 軸送りサーボモータ M_y が連結されており、Y 軸送りサーボモータ M_y を駆動し Y 軸送りねじ 32 を回転させることにより、主軸頭 18 は Y 軸ガイドレール 34 に沿って移動する。

30

【 0 0 2 4 】

主軸 20 の先端には工具 22、例えばエンドミルが装着されている。工具 22 を回転させながら、コラム 16、主軸頭 18、テーブル 14 を各々 X 軸、Y 軸、Z 軸方向に動作させることにより、テーブル 14 に固定されたワーク W を所望形状に切削加工する。NC ロータリテーブルが固定されている場合、数値制御工作機械 10 は、更に B 軸を有する 4 軸の数値制御工作機械と言える。

40

【 0 0 2 5 】

数値制御工作機械 10 は、コラム 16、主軸頭 18、テーブル 14 の X 軸、Y 軸、Z 軸方向に移動させる X 軸、Y 軸、Z 軸送りサーボモータ M_x、M_y、M_z を制御する数値制御部 40 を具備している。NC ロータリテーブルを有する場合には、B 軸送りサーボモータ（図示せず）を具備している。

【 0 0 2 6 】

数値制御部 40 は、NC プログラム 42 を読み取りこれを解釈するプログラム読取解釈部 44、解釈されたプログラムを一時的に記憶する解釈済みプログラム記憶部 46、解釈済みプログラム記憶部 46 からプログラムを適宜引き出して実行プログラムデータを発するプログラム実行指令部 48、プログラム実行指令部 48 からの実行プログラムデータに

50

基づいてX軸、Y軸、Z軸の各々への位置指令値、速度指令値、トルク指令値を発する分配制御部50、分配制御部50からの位置指令値、速度指令値、トルク指令値および後述するフィードバック信号に基づいて送り軸モータ駆動部54へトルク指令値または電流指令値を発するサーボ制御部52を含んでいる。なお、B軸についても同様に、分配制御部50がB軸への位置指令値、角速度指令値、角加速度指令値等を発する。

【0027】

送り軸モータ駆動部54は、サーボ制御部52からのトルク指令値または電流指令値に基づき電流を出力してX軸、Y軸、Z軸の各々の送り軸モータ（サーボモータ）M_x、M_y、M_zを駆動する。更に、本実施形態では、サーボ制御部52から送り軸モータ駆動部54へのトルク指令値または電流指令値を補正する演算制御部56が設けられている。演算制御部56は、後述するモデル化処理、制御パラメータの算出などの各種の処理を行う役目を果たす。

【0028】

図2は本発明の数値制御工作機械を制御するサーボ制御部の構成ブロック線図である。以下の記載ではテーブル14に関するZ軸の送り制御についてのみ説明するが、X軸、Y軸およびB軸の送り制御についても概ね同様に構成されていることは理解されよう。

【0029】

図2に示されるように、サーボ制御部52は、位置・速度・加速度指令分配制御部50からの位置指令値、速度指令値、加速度指令値と、テーブル14に到着したデジタル直線スケール等の位置検出器SPからの位置フィードバック信号とを比較する減算器58、減算器58からの出力を増幅する位置制御部60、位置制御部60の出力値と送り軸モータM_zに設けたパルスコーダPCからの速度フィードバック信号を比較する減算器62、減算器62の出力を増幅する速度制御部64を含んでいる。

【0030】

図2から分かるように、分配制御部50から供給された制御周期毎の位置指令はバッファ90に一時的に記憶され、減算器58に順に入力される。図2に示されるバッファ90は、D1～D50の50個のカラムを有し、各カラムに単一の位置指令が記憶されている。現在の位置指令はカラムD50内の位置指令であり、カラムD1～D49内の位置指令は将来の位置指令である。図2から分かるように、次の制御周期では、カラムD1～D49の位置指令がそれぞれカラムD2～D50に移動すると共に、カラムD50内の位置指令が減算器58に入力される。そして、新たな位置指令がカラムD1に記憶される。このような処理を制御周期毎、例えば1ミリ秒毎に行い、位置指令が順次、減算器58に入力される。

【0031】

さらに、サーボ制御部52は、反転補正指令を減算器62に入力する繰上時間T_aを計算する反転補正繰上時間計算部92と、送り軸のバックラッシュに関する反転補正指令C_aを計算する反転補正計算部94とを含んでいる。ここで、繰上時間T_aとは、反転補正指令を減算器62に入力する時刻をサーボモータの反転時から繰上げる時間を指す。なお、反転補正繰上時間計算部92および反転補正計算部94には、バッファ90の少なくとも一つの位置指令が適宜入力されるものとする。さらに、図2から分かるように、トルク検出部72により検出された送り軸モータMのトルクと、電流検出部74により検出された送り軸モータMに流れる電流とは、反転補正繰上時間計算部92に入力されうる。

【0032】

図3は、象限突起を補正する補正方法を説明するためのフローチャートである。以下、図2および図3を参照しつつ、本発明における象限突起Pの補正について説明する。はじめに、ステップS11において、分配制御部50からの位置指令を制御周期毎にバッファ90に記憶する。前述したようにバッファ90は複数のカラムD1～D50を含んでいるので、最新の位置指令がカラムD1に記憶されると、カラムD1～D49に記憶されていた位置指令はカラムD2～カラムD50に移動する。そして、カラムD50の位置指令が現在の位置指令として使用される。

【 0 0 3 3 】

次いで、ステップ S 1 2 において、反転補正計算部 9 4 は、バッファ 9 0 の位置指令を用いて、象限突起 P を補正するための反転補正指令 C a を計算する。なお、他の手法を用いて、反転補正指令 C a を作成してもよい。

【 0 0 3 4 】

その後、ステップ S 1 3 において、反転補正繰上時間計算部 9 2 は、送り軸モータ M の動作または送り軸モータ M への指令により得られる情報を用いて、繰上時間 T a を算出する。ここで、送り軸モータ M の動作または送り軸モータ M への指令により得られる情報は、例えば送り軸モータ M の加速度である。加速度は、バッファ 9 0 に記憶された、連続する少なくとも三つの位置指令から算出される。また、送り軸モータ M に設けた図示しない加速度検出器から、送り軸モータ M の加速度を検出するようにしてもよい。

10

【 0 0 3 5 】

図 4 は加速度の平方根と繰上時間 T a との関係を示す図であり、加速度の平方根と繰上時間 T a とは、図示される指数関数の関係をなしている。このような関係は実験等により予め求められているものとする。本発明では、図示される関数から、送り軸モータ M の加速度の平方根に対応する繰上時間 T a を求める。あるいは、図 5 (a) に示されるような予め求められた加速度と繰上時間とのマップに基づいて、繰上時間 T a を決定するようにしてもよい。

【 0 0 3 6 】

最終的に、ステップ S 1 4 においては、バッファ 9 0 における位置指令の値から送り軸モータ M が反転する反転時刻を求める。反転時刻は、位置指令の符号が切り替わるときであり、図 2 においてはカラム D 2 からカラム D 1 への切替時期である。従って、カラム D 1 の位置指令が実際の位置指令として使用される時刻に送り軸モータ M は反転する。そのような反転時刻は、現在の位置指令を含むカラム D 5 0 と反転時の位置指令を含むカラム D 1 との間の所定の制御周期の数を用いて算出できる。

20

【 0 0 3 7 】

そして、反転時刻を繰上時間 T a だけ繰上た時刻に、減算器 6 2 に反転補正指令 C a を付加する。図 6 は、速度指令と時間との関係を示す図である。実線で示す D 5 0 の位置指令の曲線は、カラム D 5 0 から送出される刻々の位置指令の軌跡である。破線で示す D 1 の位置指令の曲線は、カラム D 1 に入力される刻々の位置指令の軌跡であり、実線で示す D 5 0 の位置指令の軌跡の 5 0 ミリ秒前の状態を表わしている仮想の軌跡である。実線で示す D 5 0 の位置指令の軌跡の頂点が、実際の送り軸モータ M の反転時刻である。破線で示す D 1 の位置指令の軌跡の頂点は、実際の送り軸モータ M の反転時刻より 5 0 ミリ秒前の仮想の反転時刻である。その仮想の反転時刻においてカラム D 5 0 から送出される実際の位置指令は、 - 0 . 4 8 であることを示している。そして、図 6 には、反転補正指令 C a 0、C a が示されている。一方の破線で示す反転補正指令 C a 0 は、特許文献 1 に示すような従来の技術では制御周期の範囲内でカラム D 5 0 の位置指令を表わす軌跡曲線の頂点の直前に入力されるものであり、繰上時間 T a 0 が短すぎて、象限突起 P を部分的にしか解消できない。

30

【 0 0 3 8 】

これに対し、図 6 に実線で示される本発明の反転補正指令 C a は、送り軸モータ M の実際の反転時刻より繰上時間 T a だけ早めて入力される。繰上時間 T a は繰上時間 T a 0 よりも十分に長いので、反転補正指令 C a により速度指令が十分に早く補正され、その結果、象限突起 P をほぼ完全に解消できる。なお、図 2 等を参照して説明した実施形態においては、反転補正指令 C a を速度指令に追加しているが、同様にして別途作成された反転補正指令 C a をトルク指令に追加するようにしてもよい。

40

【 0 0 3 9 】

このように、本発明では、サーボモータの動作により得られる情報、例えば加速度に基づいて、繰上時間 T a を算出し、繰上時間 T a が考慮された時刻において、反転補正指令 C a を追加している。そして、繰上時間 T a は、数値制御工作機械 1 0 の制御周期に依存

50

せずに定まるので、制御周期よりもかなり長い繰上時間 T_a 、例えば制御周期の数十倍の長さの繰上時間 T_a を作成できる。従って、補正指令の追加を行う時期を十分に早く設定することが可能となる。それゆえ、本発明においては、象限突起 P を高精度で補正でき、その結果、ワーク W の加工面の品位を高めることが可能となる。

【 0 0 4 0 】

また、図 5 (b) は位置偏差と繰上時間とのマップを示す図 5 (a) と同様な図である。ここで、図 5 (b) における位置偏差 P は、位置検出器 S_p で検出される送り軸モータ M の位置と分配制御部 5 0 から出力される位置指令との間の偏差である。本発明では、この位置偏差 P をサーボモータの動作により得られる情報として使用することもできる。

10

【 0 0 4 1 】

すなわち、位置偏差 P から図 5 (b) のマップを用いて繰上時間 T_b を定め、繰上時間 T_b を繰上時間 T_a の代わりに用いる。このようにして位置偏差 P から求められた繰上時間 T_b は、ロストモーションの影響を排除するのに十分な値である。従って、より適切な繰上時間 T_b を求められ、その結果、象限突起 P をさらに高精度で補正して、ワーク W の加工面の品位をさらに高められるのが分かるであろう。

【 0 0 4 2 】

また、図 5 (c) はトルク偏差と繰上時間とのマップを示す図である。分配制御部 5 0 からのトルク指令と、トルク検出部 7 2 により検出される実際のトルクとの間のトルク偏差を算出し、トルク偏差に基づいて予め定めたマップから繰上時間 T_c を求めてもよい。また、図 5 (d) は電流偏差と繰上時間とのマップを示す図である。分配制御部 5 0 からの電流指令と、電流検出部 7 4 により検出される実際の電流との間の電流偏差 I を算出し、電流偏差 I に基づいて予め定めたマップから繰上時間 T_d を求めてもよい。

20

【 0 0 4 3 】

これら繰上時間 T_c 、 T_d を、繰上時間 T_a の代わりに使用してもよい。あるいは、これら繰上時間 T_c 、 T_d のうちの少なくとも一方と繰上時間 T_a との平均値を算出し、その平均値を新たな繰上時間として使用することも可能である。そのような場合には、トルク偏差 および / または電流偏差 I が考慮された、より正確な繰上時間を求められるのが分かるであろう。なお、他の方法を用いて、繰上時間 T_c 、 T_d の少なくとも一方により繰上時間 T_a を調節してもよい。このような場合であっても、本発明の範囲に含まれる。

30

【 符号の説明 】

【 0 0 4 4 】

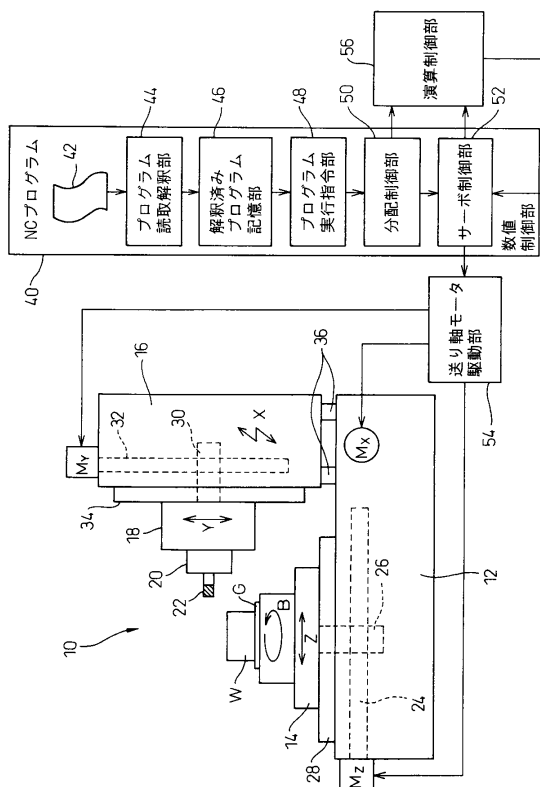
- 1 0 数値制御工作機械
- 1 4 テーブル
- 1 6 コラム
- 2 0 主軸
- 2 2 工具
- 2 4 送りねじ
- 2 6 ナット
- 2 8 Z 軸ガイドレール
- 3 6 X 軸ガイドレール
- 4 0 数値制御部
- 4 2 NC プログラム
- 4 4 プログラム読取解釈部
- 4 6 解釈済みプログラム記憶部
- 4 8 プログラム実行指令部
- 5 0 分配制御部
- 5 2 サーボ制御部

40

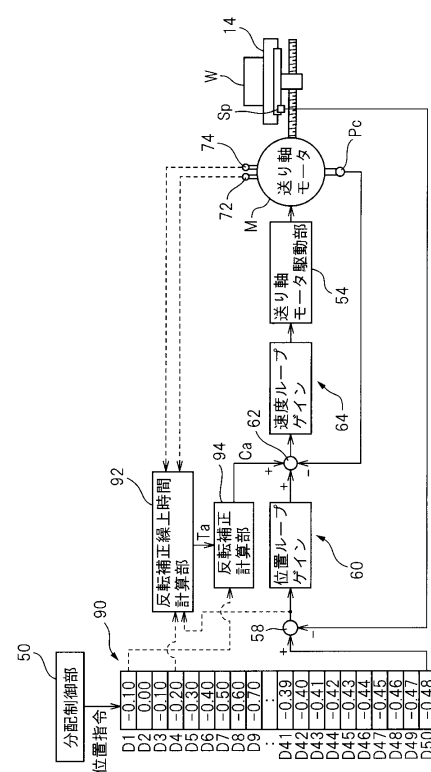
50

- 5 4 送り軸モータ駆動部
- 6 0 位置制御部
- 6 2 減算器
- 6 4 速度制御部
- 7 2 トルク検出部
- 7 4 電流検出部
- 9 0 バッファ（記憶部）
- 9 2 反転補正繰上時間計算部
- 9 4 反転補正計算部

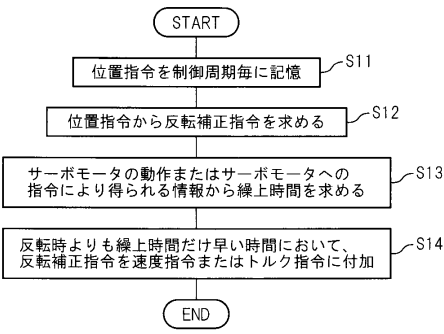
【図 1】



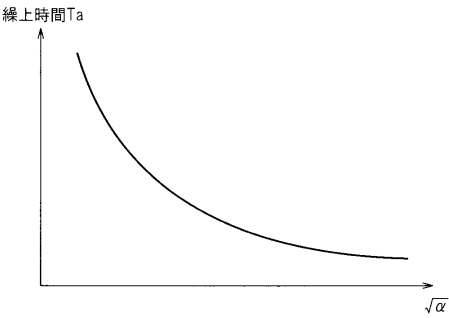
【図 2】



【図 3】



【図 4】

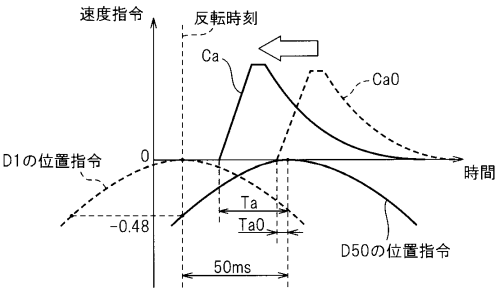


【図 5】

(a)		(c)	
加速度	繰上時間	トルク偏差	繰上時間
α_1	Ta_1	$\Delta \tau_1$	Tc_1
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
α_n	Ta_n	$\Delta \tau_n$	Tc_n

(b)		(d)	
位置偏差	繰上時間	電流偏差	繰上時間
ΔP_1	Tb_1	ΔI_1	Td_1
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
ΔP_n	Tb_n	ΔI_n	Td_n

【図 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 川名 啓
神奈川県愛甲郡愛川町中津4 0 2 3 番地 株式会社牧野フライス製作所内
- (72)発明者 森 規雄
神奈川県愛甲郡愛川町中津4 0 2 3 番地 株式会社牧野フライス製作所内
- (72)発明者 尾田 光成
神奈川県愛甲郡愛川町中津4 0 2 3 番地 株式会社牧野フライス製作所内

審査官 落合 弘之

- (56)参考文献 特許第2 8 7 5 6 4 6 (J P , B 2)
特開平0 9 - 2 8 8 5 0 8 (J P , A)
特開昭6 4 - 0 2 1 6 0 9 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|-------------------------|
| G 0 5 B | 1 9 / 1 8 - 1 9 / 4 1 6 |
| G 0 5 B | 1 9 / 4 2 - 1 9 / 4 6 |
| B 2 3 Q | 1 5 / 0 0 - 1 5 / 2 8 |
| G 0 5 D | 3 / 0 0 - 3 / 2 0 |