世界知的所有権機関
国際事務局

PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類 6 G05B 19/404	A1	(11) 国際公開番号	WO 95/03565
		(43) 国際公開日	1995年2月2日 (02.02.1995)

(21) 国際出願番号 PCT/JP94/01117
(22) 国際出願日 1994年7月7日(07. 07. 94)

(30) 優先権データ
特願平5/178729 1993年7月20日(20. 07. 93) JP

(71) 出願人；および
(72) 発明者
大槻俊明(OTSUKI, Toshiaki)〔JP/JP〕
〒403 山梨県南都留郡西桂町倉見868－3 Yamanashi, (JP)
香西治彦(KOZAI, Haruhiko)〔JP/JP〕
〒401－05 山梨県南都留郡忍野村忍草3537－1
ファナックマンションハリモミ6－107 Yamanashi, (JP)
荻野秀雄(OGINO, Hideo)〔JP/JP〕
〒401－05 山梨県南都留郡忍野村忍草3527－1
ファナック第3ヴィラカラマツ Yamanashi, (JP)
(74) 代理人
弁理士 服部毅巖(HATTORI, Kiyoshi)
〒192 東京都八王子市元横山町2丁目3番9号 ホリエイセンタービル
服部特許事務所 Tokyo, (JP)

(81) 指定国
US.

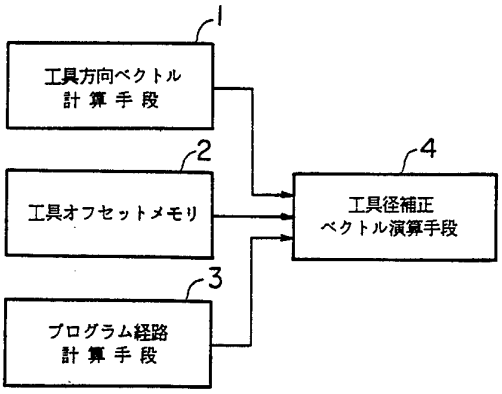
添付公開書類 国際調査報告書
条約第64条(3)(c)(i)に基づく出願人の請求による公開

(54) Title : THREE-DIMENSIONAL TOOL DIAMETER CORRECTING SYSTEM

(54) 発明の名称 3次元工具径補正方式

(57) Abstract

A three-dimensional tool diameter correcting system used for correcting the diameter of a tool having a rounded edge when the axis of the tool is in an arbitrary direction in a three-dimensional space and a work is machined with the edge of the tool. The system is provided with a tool direction vector calculating means (1) which calculates a tool direction vector from the present position of a control shaft for controlling the inclination of the tool, tool offset memory (2) which stores the diameter of the tool and the radius of curvature of the edge, a programmed route calculating means (3) which calculates a programmed route by the command of a work program, and a tool diameter correcting vector calculating means (4) which calculates a tool diameter correcting vector from the tool direction vector calculated by the means (1), the diameter of the tool and radius of the curvature stored in the memory (2), and the programmed route calculated by the means (3) and outputs the calculated vector to an interpolating means. The system can calculate the tool diameter correcting vector on the line in which the plane determined by the axial direction of the tool and the advancing direction of the tool and the plane perpendicular to the axial direction of the tool intersect, taking the diameter of the tool and radius of the curvature into account.



1 ... tool direction vector calculating means
2 ... tool offset memory
3 ... programmed route calculating means
4 ... tool diameter correcting vector calculating means

(57) 要約

工具軸が3次元空間内の任意の方向にあり、かつ工具のエッジでワークを加工する場合において、エッジがR付きの工具に関して工具径補正を可能にする。工具の傾斜を制御する制御軸の現在位置から工具方向ベクトルを算出する工具方向ベクトル計算手段（1）と、工具の工具径及びそのエッジの円弧の半径を格納する工具オフセットメモリ（2）と、加工プログラムに指令されたプログラム経路を算出するプログラム経路計算手段（3）と、工具方向ベクトル計算手段（1）にて計算された工具方向ベクトルと、工具オフセットメモリ（2）に格納されている工具径及びエッジの円弧の半径と、プログラム経路計算手段（3）にて計算されたプログラム経路とから工具径補正ベクトルを計算して補間手段へ出力する工具径補正ベクトル演算手段（4）とを備え、工具軸方向と工具進行方向とがなす面と、工具軸方向に垂直な面とが交わる線上に、工具径及び工具のエッジの円弧の半径を考慮した工具径補正ベクトルを計算するよう構成している。

情報としての用途のみ
PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AM アルメニア
AT オーストリア
AU オーストラリア
BB バルバドス
BE ベルギー
BF ブルキナ・ファソ
BG ブルガリア
BJ ベナン
BR ブラジル
BY ベラルーシ
CA カナダ
CF 中央アフリカ共和国
CG コンゴー
CH スイス
CI コート・ジボアール
CM カメルーン
CN 中国
CZ チェッコ共和国
DE ドイツ
DK デンマーク
EE エストニア
ES スペイン
FI フィンランド
FR フランス
GA ガボン
GB イギリス
GE グルジア
GN ギニア
GR ギリシャ
HU ハンガリー
IE アイルランド
IT イタリー
JP 日本
KE ケニア
KG キルギスタン
KP 朝鮮民主主義人民共和国
KR 大韓民国
KZ カザフスタン
LI リヒテンシュタイン
LK スリランカ
LT リトアニア
LR リベリア
LU ルクセンブルグ
LV ラトヴィア
MC モナコ
MD モルドバ
MG マダガスカル
ML マリ
MN モンゴル
MR モーリタニア
MW マラウイ
MX メキシコ
NE ニジェール
NL オランダ
NO ノルウェー
NZ ニュージーランド
PL ポーランド
PT ポルトガル
RO ルーマニア
RU ロシア連邦
SD スーダン
SE スウェーデン
SI スロヴェニア
SK スロヴァキア共和国
SN セネガル
SZ スワジランド
TD チャード
TG トーゴ
TJ タジキスタン
TT トリニダード・トバゴ
UA ウクライナ
US 米国
UZ ウズベキスタン共和国
VN ヴィエトナム

明　細　書

3次元工具径補正方式

技　術　分　野

本発明は数値制御工作機械での3次元工具径補正方式に関し、特に工具軸が3次元空間内の任意の方向に傾斜しながら特に刃先R付きの工具のエッジでワークを加工する場合の3次元工具径補正方式に関する。

背　景　技　術

数値制御工作機械において、X、Y、Z軸だけで動くものは、工具軸は常に垂直方向に、つまり何れかの軸方向に向いている。これに対し、回転軸が2軸加わり、5軸にすることによって工具軸を任意の方向に向けることができる。たとえば、5軸型彫機がそうであり、工具を任意の方向に傾けて3次元加工を行うことができる。

一方、3次元加工では、工具を傾斜させ、かつ工具のエッジで加工を行う場合がある。このためには、工具径補正ベクトルを3次元上のベクトルとして求める必要がある。3次元上の工具径補正ベクトルを求める方法としては以下のような方法がある。

第1の方法は自動プログラム装置によるものである。自動プログラム装置による方法では、加工プログラムを生成するときに、同時に工具径補正ベクトルも計算され、工具径補正された工具通路が自動的に求められる。

第２の方法は、加工プログラムを作成するとき、ＮＣプログラマが工具の傾き、補正量及び補正方向などを計算して求める方法である。

しかし、従来の３次元上の工具径補正ベクトルを求めるこれらの方法において、第１の自動プログラム装置による方法では、常に自動プログラム装置を必要とし、システムが高価なものとなる。また、工具径が変われば、その度に加工プログラムを作成する必要がある。

また、プログラマにより計算する第２の方法では、ワーク加工面が変化する場合、すなわち曲面を加工するような場合には、計算量が非常に多く、プログラム指令が非常に複雑になり、加工プログラムを作成するのに非常に時間と手間がかかっていた。

さらに、工具のエッジがＲの付いたエンドミルのような場合は、工具径補正ベクトルを求める上記の方法を一層複雑なものにしている。

発　明　の　開　示

本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、工具軸が３次元空間内の任意の方向にあり、かつ工具のエッジでワークを加工する場合において、Ｒ付き工具をも含む工具に関して工具径補正を可能にした３次元工具径補正方式を提供することを目的とする。

本発明では上記課題を解決するために、工具軸が３次元空間内の任意の方向にあり、工具のエッジでワークを加工する数値制御工作機械での３次元工具径補正方式において、前記工具の傾斜を制御する制御軸の現在位置から工具方向ベクトルを算出

する工具方向ベクトル計算手段と、前記工具の工具径及びそのエッジの円弧の半径を格納する工具オフセットメモリと、加工プログラムに指令されたプログラム経路を算出するプログラム経路計算手段と、前記工具方向ベクトル計算手段にて計算された工具方向ベクトルと、前記工具オフセットメモリに格納されている工具径及びエッジの円弧の半径と、前記プログラム経路計算手段にて計算されたプログラム経路とから工具径補正ベクトルを計算して補間手段へ出力する工具径補正ベクトル演算手段と、を備えていることを特徴とする3次元工具径補正方式が提供される。

工具方向ベクトル計算手段では、工具の傾斜を制御する軸の位置情報から工具の傾斜、すなわち工具方向ベクトルを計算する。たとえば、工具の傾斜がB軸及びC軸によって制御されているときには、B軸及びC軸の現在位置から、工具軸方向が判断される。

次に、プログラム経路計算手段では工具の進行方向が計算される。そして、工具径補正ベクトル演算手段では、工具軸方向と工具進行方向とがなす面と、工具軸方向に垂直な面とが交わる線上に、工具径及び工具のエッジの円弧の半径を考慮した工具径補正ベクトルを計算し、その値だけ補間手段に対し工具をシフトさせるよう指令する。

図面の簡単な説明

図1は本発明の原理説明図、

図2は5軸型彫機のような工作機械の工具を担持するロータリヘッドの外観図、

図３は本発明の工具径補正方式で工具径補正ベクトルの一計算例を説明するための説明図、

図４は工具径補正ベクトルによって工具径補正された工具の移動を示す説明図、

図５は工具オフセットの登録例を示した工具オフセットメモリの一実施例を示す図、

図６は本発明のＲ付き工具のエッジで加工を行う場合の工具径補正方式の一実施例を示すブロック図、

図７は工具径補正方式の処理フローチャート、

図８は工具径補正方式の処理フローチャート、

図９は本発明を実施するための数値制御装置のハードウェアのブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の一実施例を図面に基づいて説明する。

図１は本発明の原理説明図である。図において、本発明の３次元工具径補正方式は、工具方向ベクトル計算手段１と、工具オフセットメモリ２と、プログラム経路計算手段３と、工具径補正ベクトル演算手段４とを備えている。

本発明の３次元工具径補正方式において、まず工具方向ベクトル計算手段１は、工具の傾斜を制御する軸の位置情報を読み取って、工具の傾斜に関する工具方向ベクトルを計算する。プログラム経路計算手段３では加工プログラムから工具の進行方向が計算される。工具径補正ベクトル演算手段４では、工具方向ベクトル計算手段１で求められた工具軸方向とプログラム経路計算手段３で求められた工具進行方向とがなす面と、工具軸

方向に垂直な面とが交わる線上にある工具径補正ベクトルを、工具オフセットメモリ２に格納された工具径及び工具のエッジの円弧の半径を読み出して計算する。なお、工具オフセットメモリ２において、工具がＲ付きエッジでないときには、エッジの円弧の半径はゼロに設定されており、上記の各計算はＲ付きの工具と同じ計算式が適用される。

図２は、たとえば５軸型彫機のような工作機械の工具を担持するロータリヘッドの外観図である。ロータリヘッド５の先端には通常のエンドミル又はＲ付きのエンドミルとすることができる工具６が装着されており、その工具６はＸ軸、Ｙ軸、Ｚ軸の互いに直角方向の動きに加えてＹ軸に平行な軸、すなわちＢ軸７を中心として回転でき、さらに、Ｚ軸に平行なＣ軸８を中心として回転できるようになっていて、工具軸を３次元空間内の任意の方向に向けることができるようになっている。

したがって、Ｂ軸７及びＣ軸８の回転に伴って、工具６を３次元空間の任意の角度に傾けることができ、工具６を傾斜させて、工具６のエッジで加工を行うことができる。このためには、工具６の傾きに応じた工具径補正ベクトルを計算して、与える必要がある。

次に、Ｒ付きのエンドミルのような工具６を使用してそのエッジで加工を行うための工具径補正の計算方法について述べる。

図３は本発明の工具径補正方式で工具径補正ベクトルの一計算例を説明するための説明図である。ここで、説明をわかりやすくするため、工具６のエッジの部分は誇張して示してある。なお、この図において、工具６はワーク９に対してある角度に傾斜された状態を示したもので、たとえば

$$(\mathbb{V}_M, \mathbb{V}_T) \geqq 0 \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

の場合、すなわち、工具6とワーク9とのなす角度θが90度以内の場合を示している。ここで、

$\mathbb{V}_M$

はモーションベクトル、すなわち、現在位置から次の終点位置をつないだ次ブロックの移動方向単位ベクトルを表し、

$\mathbb{V}_T$

は工具軸方向単位ベクトルを表している。ここで、

(,)

は内積を表している。また、

$\mathbb{V}_R$

は工具径Dを有する工具6の円弧の半径Rの中心点Pからモーションベクトルに対して垂直なベクトルであり、

$$(\mathbb{V}_T \times \mathbb{V}_M) \times \mathbb{V}_M \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

に等しい。なお、×は外積を表している。そして、

$\mathbb{V}_C$

が求めたい工具径の補正ベクトルである。

この補正ベクトルを求めるには、

$$\mathbb{V}_C = \mathbb{V}_1 + \mathbb{V}_2 + \mathbb{V}_3 \quad \cdots\cdots\cdots (3)$$

を計算すればよく、以下、その計算例を示す。まず、ベクトル

$$\mathbb{V}_1$$

を求める。1を半径Rの中心点Pからワーク9までの距離として、

$$\cos\theta = (\mathbb{V}_T, \mathbb{V}_M) \quad \cdots\cdots\cdots (4a)$$

$$\sin\theta = \mathbb{V}_T \times \mathbb{V}_M \quad \cdots\cdots\cdots (4b)$$

$$\ell = (R + R\cdot\tan\theta)\cdot\cos\theta \quad \cdots\cdots\cdots (4c)$$

から、ベクトルの大きさを求めると、

$$\begin{aligned}|\mathbb{V}_1| &= \ell - R \\ &= (R + R\cdot\tan\theta)\cdot\cos\theta - R \\ &= R\left\{(1+\tan\theta)\cdot\cos\theta - 1\right\} \\ &= R\left\{\left(1+\frac{\sin\theta}{\cos\theta}\right)\cdot\cos\theta - 1\right\} \\ &= R\left\{\cos\theta + \sin\theta - 1\right\} \\ &= R\left\{(\mathbb{V}_T, \mathbb{V}_M) + |\mathbb{V}_T \times \mathbb{V}_M| - 1\right\} \quad \cdots\cdots (5)\end{aligned}$$

となる。また、このベクトル

$$\mathbb{V}_1$$

の方向は、ベクトル

$$\mathbb{V}_R$$

に等しいので、よって、

$$\mathbb{V}_1 \frac{R\{(\mathbb{V}_T,\mathbb{V}_M)+|\mathbb{V}_T\times\mathbb{V}_M|-1\}}{|\mathbb{V}_R|}\cdot\mathbb{V}_R \cdots (6)$$

が求まる。

次に、ベクトル

$$\mathbb{V}_2$$

を求める。まず、次式

$$\begin{aligned}|V_2|^2 &= (\sqrt{2}R)^2-\ell^2\\ &=2R^2-\{(R+R\cdot\tan\theta)\cdot\cos\theta\}^2\\ &=2R^2-\{R\cos\theta(1+\tan\theta)\}^2\\ &=2R^2-\left\{R\cos\theta\left(1+\frac{\sin\theta}{\cos\theta}\right)\right\}^2\\ &=2R^2-\{R(\cos\theta+\sin\theta)\}^2\\ &=2R^2-R^2(\sin^2\theta+\cos^2\theta)\\ &\quad -2R^2\cos\theta\cdot\sin\theta\\ &=R^2-2R^2\cos\theta\cdot\sin\theta\\ &=R^2\{1-2(\mathbb{V}_T,\mathbb{V}_M)\cdot|\mathbb{V}_T\times\mathbb{V}_M|\} \cdots\cdots (7)\end{aligned}$$

から、このベクトルの大きさは次式で求まる。

$$|\mathbb{V}_2| = R\sqrt{\{1-2(\mathbb{V}_T,\mathbb{V}_M)\cdot|\mathbb{V}_T\times\mathbb{V}_M|\}} \cdots\cdots (8)$$

一方、このベクトルの方向は移動方向単位ベクトルであるモーションベクトル

$$-\mathbb{V}_M$$

に等しいので、結果として、次式のように求めることができる。

$$\mathbb{V}_2 = -R\sqrt{\{1-2(\mathbb{V}_T, \mathbb{V}_M)\cdot|\mathbb{V}_T \times \mathbb{V}_M|\}}\cdot\mathbb{V}_M \cdots (9)$$

そして、ベクトル

$\mathbb{V}_3$

は、大きさがDに等しく、その方向は

$$(\mathbb{V}_M \times \mathbb{V}_T) \times \mathbb{V}_T \quad \cdots\cdots\cdots (10)$$

であるので、次式のようになる。

$$\mathbb{V}_3 = \frac{D}{|(\mathbb{V}_M \times \mathbb{V}_T) \times \mathbb{V}_T|}\cdot\{(\mathbb{V}_M \times \mathbb{V}_T) \times \mathbb{V}_T\} \quad \cdots\cdots (11)$$

よって、これらより求める補正ベクトルは次式のとおりとなる。

$$\mathbb{V}_C = \mathbb{V}_1 + \mathbb{V}_2 + \mathbb{V}_3$$

$$= \frac{R\{(\mathbb{V}_T, \mathbb{V}_M) + |\mathbb{V}_T \times \mathbb{V}_M| - 1\}}{|\mathbb{V}_R|}\cdot\mathbb{V}_R$$

$$- R\sqrt{\{1-2(\mathbb{V}_T, \mathbb{V}_M)\cdot|\mathbb{V}_T \times \mathbb{V}_M|\}}\cdot\mathbb{V}_M$$

$$+ \frac{D}{|(\mathbb{V}_M \times \mathbb{V}_T) \times \mathbb{V}_T|}\cdot\{(\mathbb{V}_M \times \mathbb{V}_T) \times \mathbb{V}_T\} \quad \cdots\cdots\cdots (12)$$

ここで、円弧の半径Rを、R＝0とすることによって、Rのない通常のエンドミルの工具径補正ベクトルを求めることができる。すなわち、R＝0とすることで、

$$\mathbb{V}_C = \mathbb{V}_3 \quad \cdots\cdots\cdots (13)$$

となり、同じ式１２を用いて通常のエンドミルの工具径補正ベクトルが求められることになる。

また、図３の例は

$$(\mathbb{V}_M , \mathbb{V}_T) \geqq 0 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (14)$$

の場合について、補正ベクトルの算出方法を述べたが、

$$(\mathbb{V}_M , \mathbb{V}_T) < 0 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (15)$$

の場合も同様の手順にて補正ベクトルを求めることができる。

図４は上述のようにして求められた工具径補正ベクトルによって工具径補正された工具６の移動を示す説明図である。図において、破線の矢印がプログラム経路を示し、このプログラム経路に平行で補正ベクトル分だけワーク９の外側へシフトされた実線の矢印が補正後の経路を示している。

工具径補正は、たとえば、Ｂ軸及びＣ軸の現在位置から、工具軸方向を判断し、その工具軸方向と工具進行方向とがなす面と、工具軸方向に垂直な面とが交わる線上に、工具径Ｄ及び工具のエッジの円弧の半径Ｒを考慮した値だけ工具６をシフトさせることにより、行っている。そして、その補正後の経路は補間手段にて補間を行うことにより工具６のエッジでワーク９を加工することができる。

図５は工具オフセットの登録例を示した工具オフセットメモリの一実施例を示す図である。図において、Ｄコードの欄にはオフセット番号と工具径の値（単位ｍｍ）とが入力されており、エンドミルの円弧の半径Ｒの欄にはそのオフセット番号に対応するＲの値（単位ｍｍ）が入力されている。ここで、Ｒの値が

０のエンドミルはそのエッジがＲ付きでない場合の例を示し、それ以外はすべてＲ付きエンドミルの場合を示している。

図６は本発明のＲ付き工具のエッジで加工を行う場合の工具径補正方式の一実施例を示すブロック図である。これらの各ブロックの処理は後述する数値制御装置のソフトウェアによって実行される。

図６において、前処理演算手段１０２は加工プログラム１０１を読み取り、移動指令を加算器１０９へ送るとともに、工具径補正指令があるときは後述の各ブロックに工具径補正指令を送る。工具方向ベクトル計算手段１０５は、ロータリヘッド５を制御するＢ軸の現在位置をレジスタ１０３から読み、Ｃ軸の現在位置をレジスタ１０４から読み、工具６の工具方向ベクトルを求める。

プログラム経路計算手段１０８は前処理演算手段１０２からの移動指令を読み、工具６の進行方向のモーションベクトルを計算する。

工具径補正ベクトル演算手段１０７は、工具方向ベクトル計算手段１０５からの工具方向ベクトルと、工具オフセットメモリ１０６に格納された工具径Ｄ及びエッジの円弧の半径Ｒと、プログラム経路計算手段１０８からのモーションベクトルとから工具径の補正ベクトルを求める。

加算器１０９は工具径補正ベクトルをプログラム経路に加算して、補正後の経路を求める。補間手段１１０はこの補正後の経路から移動量を求め、これを補間する。

補間された分配パルスは加減速制御手段１１１で加減速され、軸制御回路４１に送られる。軸制御回路４１は分配パルスを速

度制御信号に変換し、サーボアンプ５１に送る。サーボアンプ５１は速度制御信号を増幅し、サーボモータ６１を駆動する。サーボモータ６１には位置検出用のパルスコーダが内蔵されており、軸制御回路４１に位置帰還パルスを帰還する。

図６では加減速制御手段１１１、軸制御回路４１、サーボアンプ５１、サーボモータ６１は１軸分のみしか表していない。実際は５軸分必要であるが、他の軸の要素も同じであるので省略してある。

図７及び図８は工具径補正方式の処理フローチャートである。図において、Ｓに続く数値はステップ番号を示す。

〔Ｓ１〕前処理演算手段１０２は加工プログラム１０１を読み工具径補正スタートの指令があるかどうかを判断し、あればＳ２へ、なければＳ４へ進む。

〔Ｓ２〕スタートアップ指令があるので、スタートアップの処理を行う。すなわち、最初の工具径補正ベクトルの生成をおこなうため、まず、工具オフセットメモリ１０６からスタートアップ指令にて指定された使用工具６の工具径Ｄ及びエッジの円弧の半径Ｒを読み出す。

〔Ｓ３〕図８に示す補正ベクトル計算処理を行う。すなわち、

〔Ｓ３１〕レジスタ１０３及び１０４に格納されている回転軸の現在位置から工具方向ベクトルを計算する。

〔Ｓ３２〕工具方向ベクトル計算手段１０５からの工具方向ベクトルと、プログラム経路計算手段１０８からのモーションベクトルと、工具オフセットメモリ１０６からの工具径Ｄ及び半径Ｒとから工具径補正ベクトル演算手段１０７にて工具径補正ベクトルを計算する。

〔Ｓ４〕工具径補正キャンセルの指令があるかどうかを判断し、あればＳ５へ進み、なければＳ６へ進む。

〔Ｓ５〕工具径補正キャンセルの指令があるので、工具径補正ベクトルをキャンセルする処理を行う。

〔Ｓ６〕工具径補正モード中か否かを判別し、工具径補正モード中ならＳ７へ進み、そうでなければエンドへ進む。

〔Ｓ７〕図８に示す補正ベクトル計算処理を行う。すなわち、

〔Ｓ７１〕レジスタ１０３及び１０４に格納されている回転軸の現在位置から工具方向ベクトルを計算する。

〔Ｓ７２〕工具方向ベクトル計算手段１０５からの工具方向ベクトルと、プログラム経路計算手段１０８からのモーションベクトルと、工具オフセットメモリ１０６からの工具径Ｄ及び半径Ｒとから工具径補正ベクトル演算手段１０７にて工具径補正ベクトルを計算する。

図９は本発明を実施するための数値制御装置（ＣＮＣ）のハードウェアのブロック図である。図において、１０は数値制御装置を示している。プロセッサ１１は数値制御装置１０全体の制御の中心となるプロセッサであり、バス２１を介して、読み取り専用メモリ１２に格納されたシステムプログラムを読み出し、このシステムプログラムに従って、数値制御装置１０の全体の制御を実行する。ランダムアクセスメモリ１３には一時的な計算データ、表示データなどが格納される。不揮発性メモリ１４には工具径補正量、ピッチ誤差補正量、加工プログラム、パラメータなどが格納されている。この不揮発性メモリ１４は、たとえば図示されていないバッテリでバックアップされており、数値制御装置１０の電源がオフにされても、それらのデータは

そのまま保持される。

インタフェース１５は外部機器用のインタフェースであり、紙テープリーダ、紙テープパンチャー、紙テープリーダ・パンチャなどの外部機器３１が接続される。紙テープリーダからはインタフェース１５を介して加工プログラムが読み込まれ、また、数値制御装置１０内で編集された加工プログラムをインタフェース１５を介して紙テープパンチャに出力することができる。

プログラマブル・マシン・コントローラ（ＰＭＣ）１６は数値制御装置１０に内蔵され、ラダー形式で作成されたシーケンスプログラムで機械を制御する。すなわち、加工プログラムで指令された、Ｍ機能（補助機能）、Ｓ機能（主軸機能）及びＴ機能（工具選択機能）に従って、これらをシーケンスプログラムで機械側で必要な信号に変換し、入出力ユニット１７から機械側に出力する。この出力信号は機械側のマグネットなどを駆動し、油圧バルブ、空圧バルブ及び電気アクチュエータなどを作動させる。また、機械側のリミットスイッチ及び機械操作盤のスイッチなどの信号を受けて、必要な処理をして、プロセッサ１１に渡す。

各軸の現在位置、アラーム、パラメータ、画像データなどの画像信号はＣＲＴ／ＭＤＩ（Cathode Ray Tube / Manual Data Input）ユニット２５の表示装置に送られ、表示装置に表示される。インタフェース１９はＣＲＴ／ＭＤＩユニット２５内のキーボードからのデータを受けて、プロセッサ１１に渡す。

インタフェース２０は手動パルス発生器３２に接続され、手動パルス発生器３２からのパルスを受ける。手動パルス発生器

３２は機械操作盤に実装され、手動で機械稼働部を精密に位置決めするのに使用する。

軸制御回路４１～４５はプロセッサ１１からの各軸の移動指令を受けて、各軸の指令をサーボアンプ５１～５５に出力する。サーボアンプ５１～５５はこの移動指令を受けて、Ｘ、Ｙ、Ｚ、Ｂ及びＣ軸用のサーボモータ６１～６５を駆動する。サーボモータ６１～６５には位置検出用のパルスコーダが内蔵されており、このパルスコーダから位置信号がパルス列としてフィードバックされる。なお、この図では、これらの位置信号のフィードバックラインは省略してある。

スピンドル制御回路７１はスピンドル回転指令及びスピンドルのオリエンテーションなどの指令を受けて、スピンドルアンプ７２にスピンドル速度信号を出力する。スピンドルアンプ７２はこのスピンドル速度信号を受けて、スピンドルモータ７３を指令された回転速度で回転させる。また、オリエンテーション指令によって、所定の位置にスピンドルを位置決めする。

スピンドルモータ７３には歯車あるいはベルトでポジションコーダ８２が結合されている。したがって、ポジションコーダ８２はスピンドル７３に同期して回転し、帰還パルスを出力し、その帰還パルスはインタフェース８１を経由して、プロセッサ１１によって、読み取られる。この帰還パルスは他の軸をスピンドルモータ７３に同期して移動させ、精密な加工などを可能にする。

上記の説明では、ロータリヘッドを制御して工具の傾斜を制御することで説明したが、これ以外にテーブルを傾斜させ、相対的に工具をワーク面に傾斜させることもできる。この場合は、

テーブルを制御する軸の現在位置から工具径補正ベクトルを計算することになる。

以上説明したように本発明では、工具を傾斜させて、工具のエッジ又はR部で加工を行う場合に、数値制御装置が自動的に工具軸の垂直平面内における工具径補正を行うように構成したので、自動プログラム装置を必要とせず、プログラム作成においてそのような補正を考慮する必要がなくなる。したがって、プログラムが簡単になってプログラム量が減り、プログラムを作成する時間及びプログラムを格納するメモリの節約になるとともに、より適切な切削・加工を行うことができるようになる。

請 求 の 範 囲

1．工具軸が3次元空間内の任意の方向にあり、工具のエッジでワークを加工する数値制御工作機械での3次元工具径補正方式において、

前記工具の傾斜を制御する制御軸の現在位置から工具方向ベクトルを算出する工具方向ベクトル計算手段と、

前記工具の工具径及びそのエッジの円弧の半径を格納する工具オフセットメモリと、

加工プログラムに指令されたプログラム経路を算出するプログラム経路計算手段と、

前記工具方向ベクトル計算手段にて計算された工具方向ベクトルと、前記工具オフセットメモリに格納されている工具径及びエッジの円弧の半径と、前記プログラム経路計算手段にて計算されたプログラム経路とから工具径補正ベクトルを計算して補間手段へ出力する工具径補正ベクトル演算手段と、

を備えていることを特徴とする3次元工具径補正方式。

2．前記工具のエッジがR付きでないとき、前記工具オフセットメモリに格納されているエッジの円弧の半径はゼロであることを特徴とする請求項1記載の3次元工具径補正方式。

3．前記工具の傾斜を制御する制御軸はY軸回りに回転するB軸及びZ軸回りに回転するC軸であり、前記工具方向ベクトル計算手段は前記工具方向ベクトルを前記B軸及びC軸の現在位置より計算することを特徴とする請求項1記載の3次元工具径補正方式。

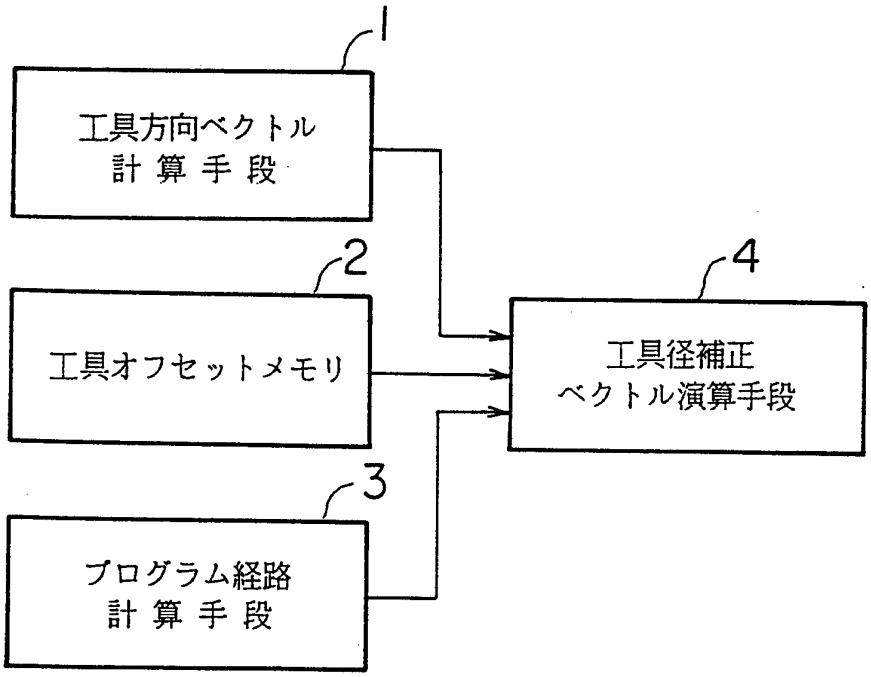

1
工具方向ベクトル
計 算 手 段
2
工具オフセットメモリ
3
プログラム経路
計 算 手 段
4
工具径補正
ベクトル演算手段

図 1

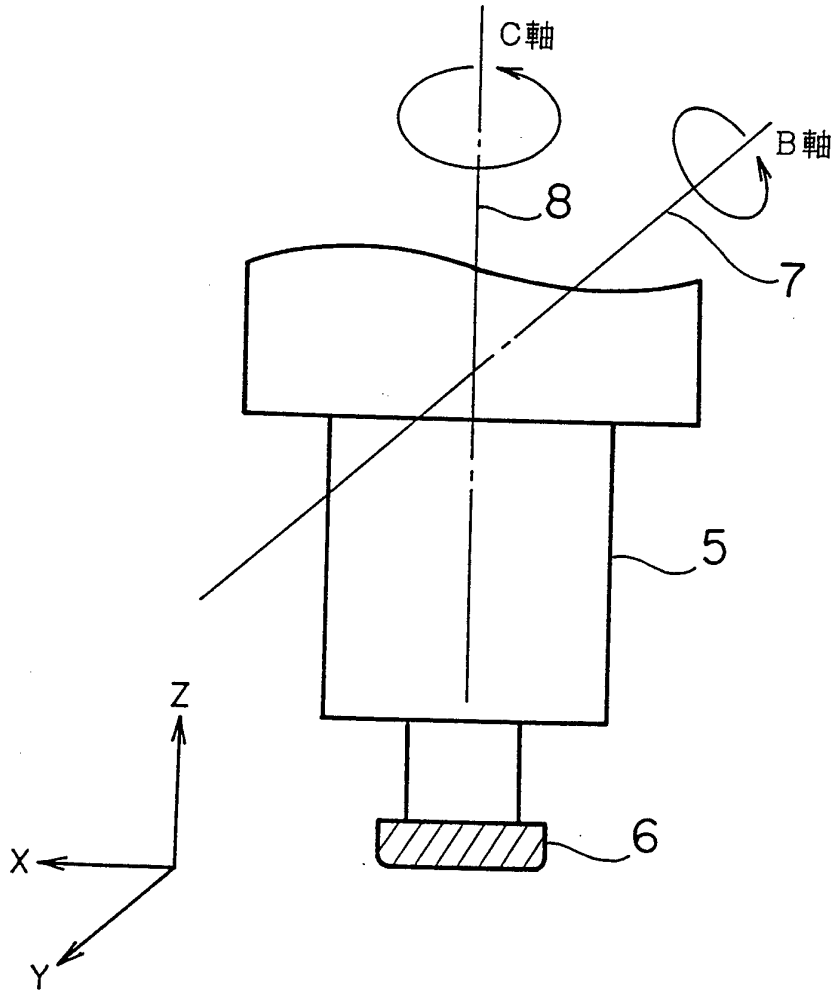


図 2

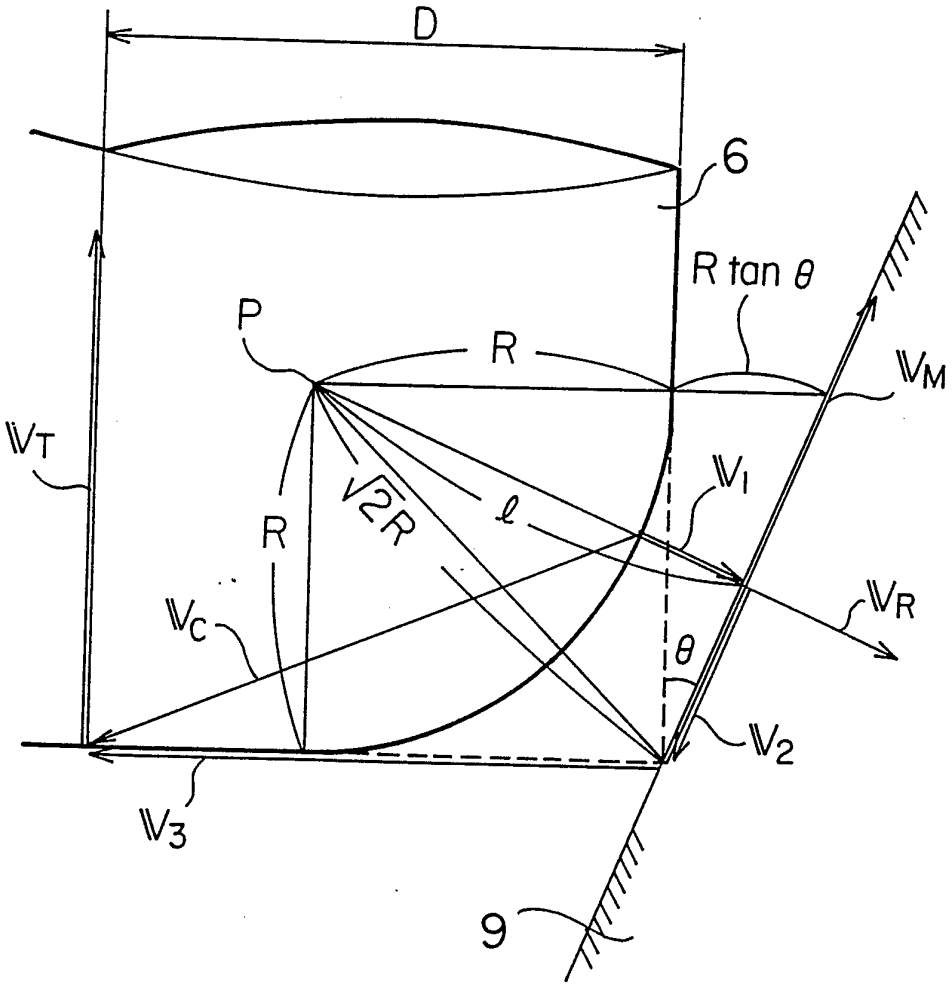


図 3

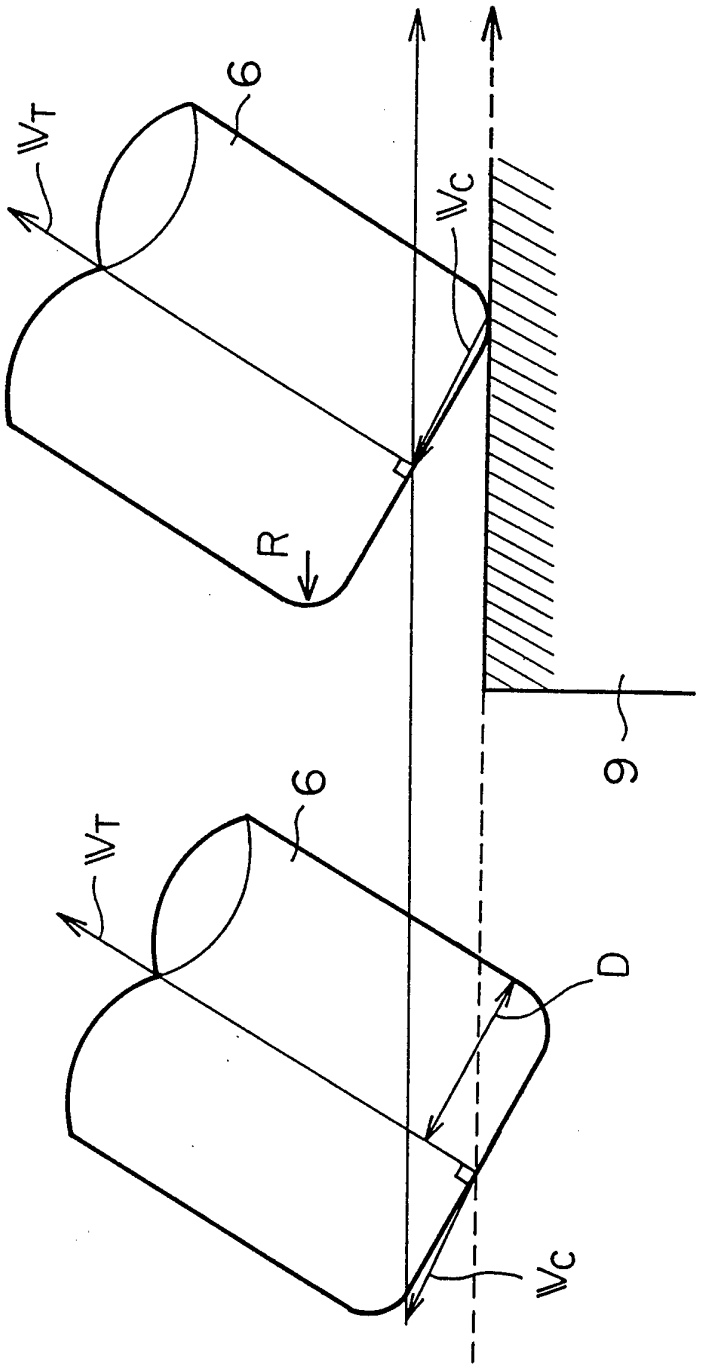


図 4

D		R
1	10	2
2	50	5
3	30	3
4	40	0
⋮	⋮	⋮

図 5

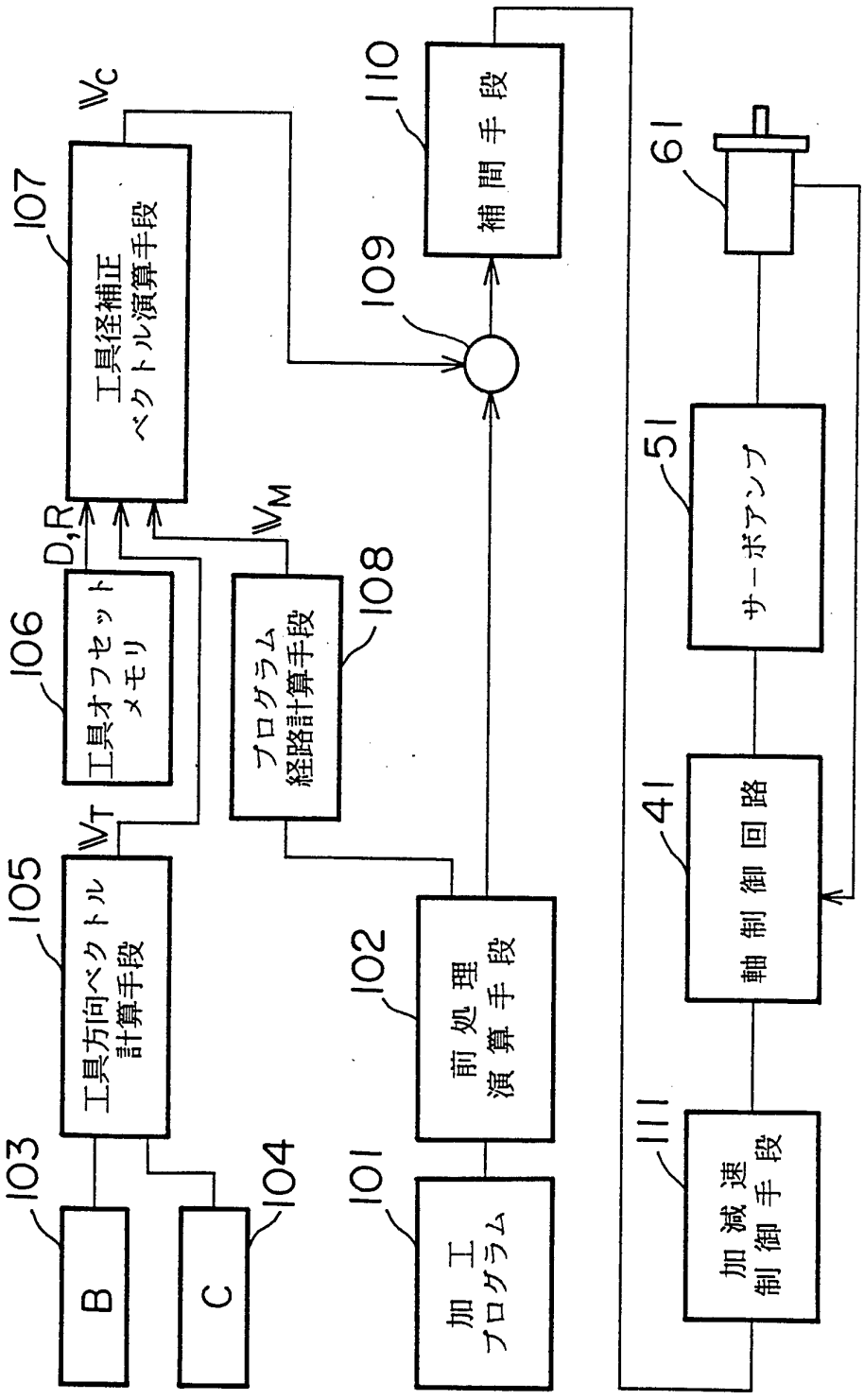

101
加工プログラム
102
前処理演算手段
103
B
104
C
105
工具方向ベクトル計算手段
106
工具オフセットメモリ
107
工具径補正ベクトル演算手段
108
プログラム経路計算手段
109
110
補間手段
111
加減速制御手段
41
軸制御回路
51
サーボアンプ
61
Vc
VM
VT
D,R

図 6

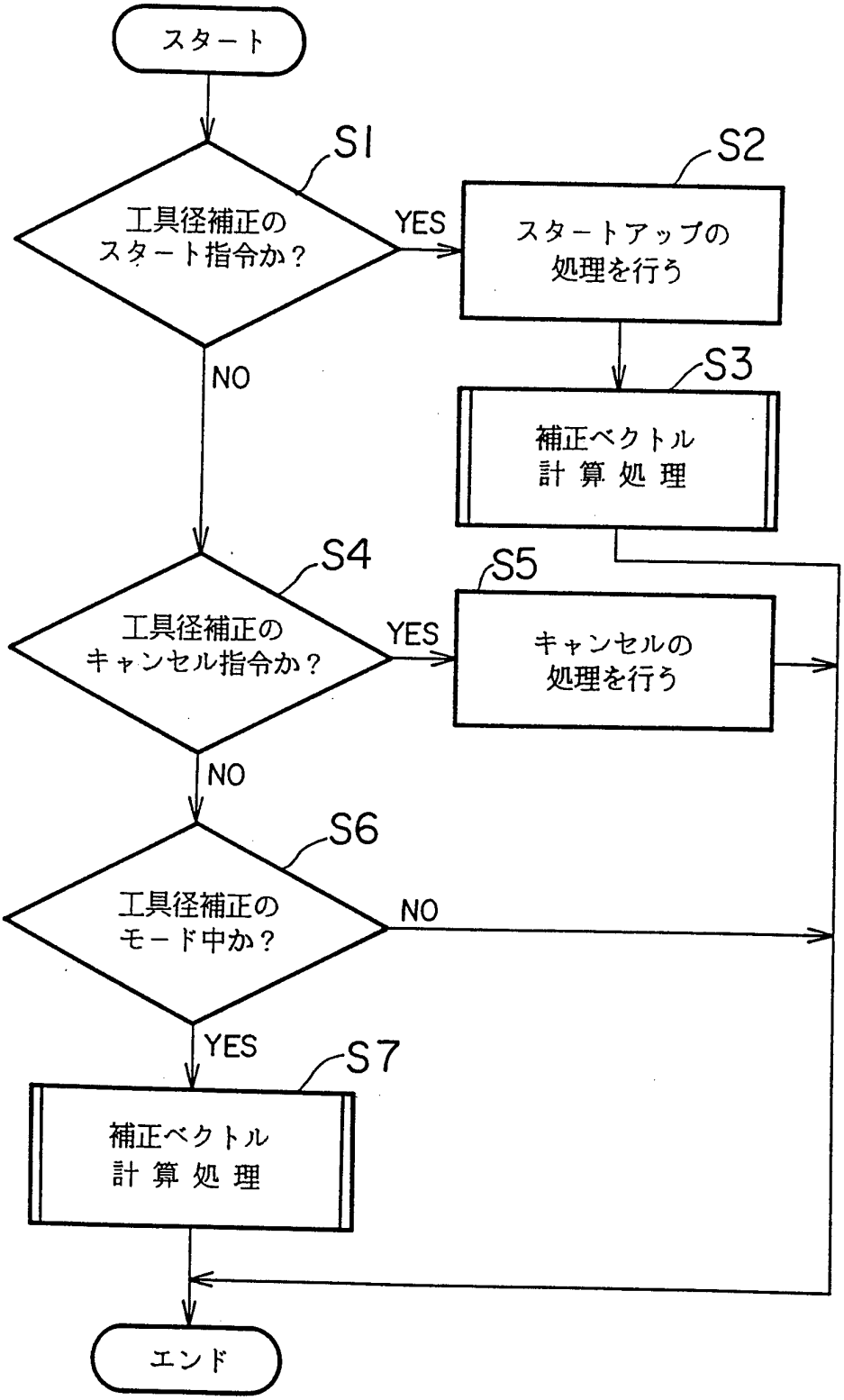

スタート
S1
工具径補正の
スタート指令か？
YES
S2
スタートアップの
処理を行う
NO
S3
補正ベクトル
計 算 処 理
S4
工具径補正の
キャンセル指令か？
YES
S5
キャンセルの
処理を行う
NO
S6
工具径補正の
モード中か？
NO
YES
S7
補正ベクトル
計 算 処 理
エンド

図 7

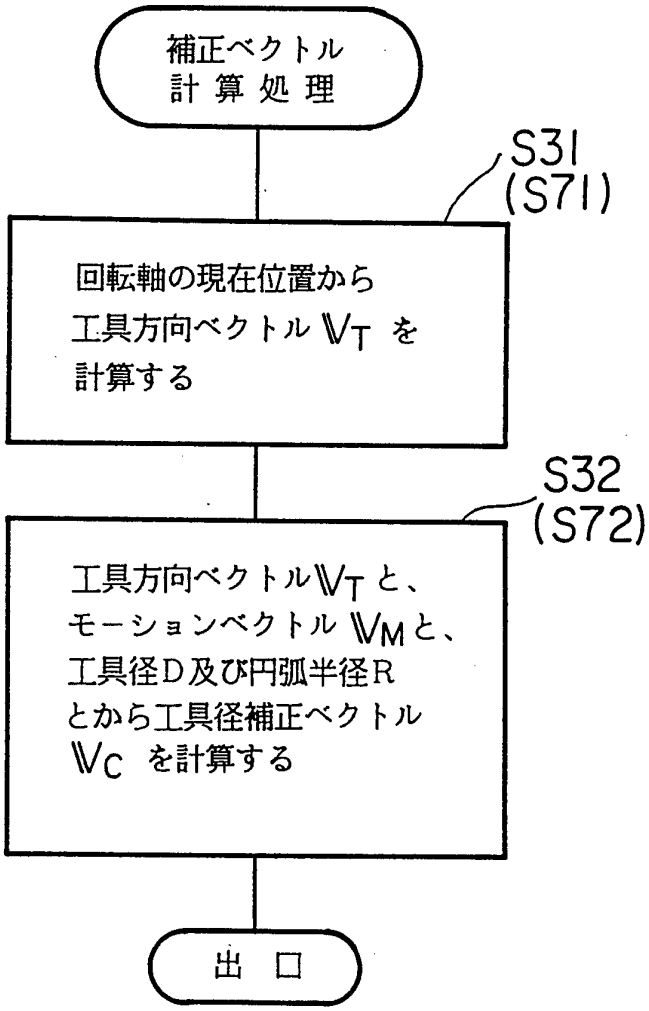

補正ベクトル
計 算 処 理
S31
(S71)
回転軸の現在位置から
工具方向ベクトル $\mathbb{V}_T$ を
計算する
S32
(S72)
工具方向ベクトル $\mathbb{V}_T$ と、
モーションベクトル $\mathbb{V}_M$ と、
工具径D及び円弧半径R
とから工具径補正ベクトル
$\mathbb{V}_C$ を計算する
出 口

図 8

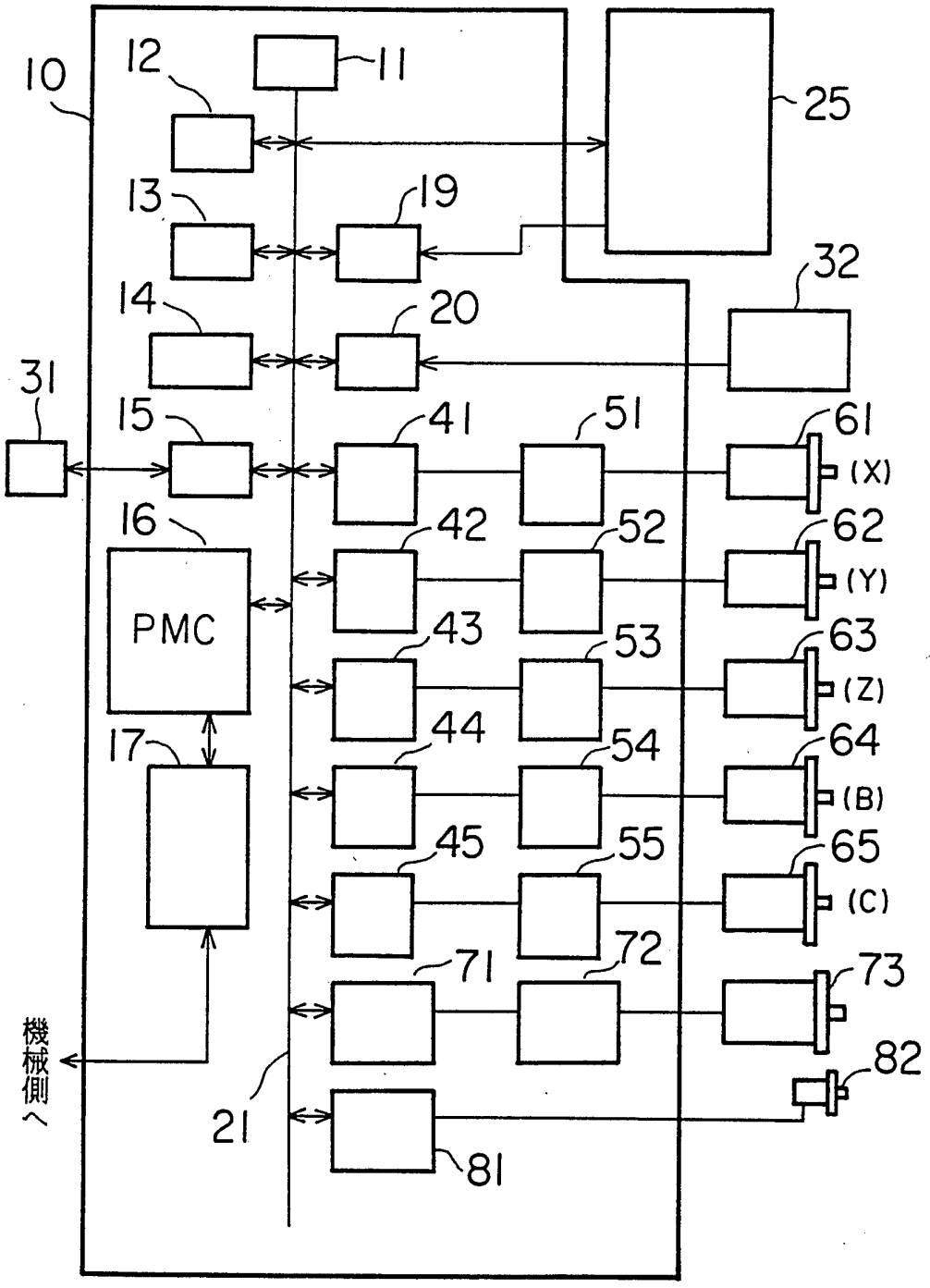

10
12
11
25
13
19
32
14
20
31
15
41
51
61
(X)
16
42
52
62
(Y)
PMC
43
53
63
(Z)
17
44
54
64
(B)
45
55
65
(C)
71
72
73
82
機械側へ
21
81

図 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP94/01117

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl^6 G05B19/404

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)

Int. Cl^6 G05B19/18-416

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

Jitsuyo Shinan Koho 1932 - 1994
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1994

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, A, 4-74205 (Fanuc Ltd.), March 9, 1992 (09. 03. 92), (Family: none)	1-3
Y	JP, A, 2-260004 (Sony Corp.), October 22, 1990 (22. 10. 90), (Family: none)	1-3

☐ 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 document 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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
September 27, 1994 (27. 09. 94)	October 18, 1994 (18. 10. 94)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP 94/01117

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. Cl[6] G05B19/404

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[6] G05B19/18-416

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 1932-1994年
日本国公開実用新案公報 1971-1994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）

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	関連する請求の範囲の番号
Y	JP, A, 4-74205（ファナック株式会社）, 9. 3月. 1992（09. 03. 92）（ファミリーなし）	1-3
Y	JP, A, 2-260004（ソニー株式会社）, 22. 10月. 1990（22. 10. 90）（ファミリーなし）	1-3

☐ 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。

* 引用文献のカテゴリー
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」先行文献ではあるが、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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
27. 09. 94

国際調査報告の発送日
18.10.94

名称及びあて先
日本国特許庁（ISA/JP）
郵便番号100
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）
田良島 潔 印
3H 9235

電話番号 03-3581-1101 内線 3316

様式PCT/ISA/210（第2ページ）（1992年7月）