

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3904945号  
(P3904945)

(45) 発行日 平成19年4月11日(2007.4.11)

(24) 登録日 平成19年1月19日(2007.1.19)

(51) Int.C1.

F 1

G 05 B 19/4093 (2006.01)  
B 23 Q 15/00 (2006.01)G 05 B 19/4093 H  
B 23 Q 15/00 307Z

請求項の数 5 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2002-52662 (P2002-52662)
(22) 出願日	平成14年2月28日 (2002.2.28)
(65) 公開番号	特開2003-256009 (P2003-256009A)
(43) 公開日	平成15年9月10日 (2003.9.10)
審査請求日	平成17年2月22日 (2005.2.22)

(73) 特許権者	000107642 スター精密株式会社 静岡県静岡市駿河区中吉田20番10号
(72) 発明者	杉山 哲也 静岡県静岡市中吉田20番10号 スター精密株式会社内
(72) 発明者	梶山 武久 静岡県静岡市中吉田20番10号 スター精密株式会社内
(72) 発明者	竹下 晶英 静岡県静岡市中吉田20番10号 スター精密株式会社内
(72) 発明者	矢崎 訓之 静岡県静岡市中吉田20番10号 スター精密株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 NCプログラムのための最適データ変換方法および数値制御工作機械

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

数値制御工作機械にロードされて該機械を動作させるNCプログラムを作成する第1のStepと、

基準軸の回転量と移動軸の位置との関係を定めた電子カムデータへの変換を行うべき箇所を上記NCプログラムの作成中に予め指定する第2のStepと、

上記NCプログラムを上記数値制御工作機械内の所定の記憶素子に読み込む第3のStepと、

上記記憶素子に読み込まれたNCプログラムに対して上記指定された箇所を検索して指定された箇所に電子カムデータに変換出来ない指令があるか否かを判定することで電子カムデータへの変換可否を検討する第4のStepと、

該検討結果が可となった場合には、上記指定された箇所のワーク又は工具の動作の記述に従い仮想的にワーク又は工具を動作させ、かつ機械固有情報を参照して上記指定された箇所を電子カムデータに変換する第5のStepと、

該第5のStepにより得られた電子カムデータを記憶するテーブルを作成する第6のStepと、

上記NCプログラムにおいて、この電子カムデータに変換された箇所を上記テーブルを参照するコマンドと置換する第7のStepとを備えることを特徴とするNCプログラムのための最適データ変換方法。

## 【請求項 2】

複数のチャンネルを含み数値制御工作機械にロードされて該機械を動作させるNCプログラムを作成する第1のStepと、

上記NCプログラムにおいてチャンネル間の待ち合せ指令と工具選択指令とを記述する第2のStepと、

上記NCプログラムを所定の記憶素子に読み込む第3のStepと、

上記記憶素子に読み込まれたNCプログラムにおける上記チャンネル間の待ち合せ指令に対する上記工具選択指令の位置を変更することにより加工完了までに要する加工時間が短縮されるか否かにつき工具選択指令位置変更可否の検討を行う第4のStepと、

該検討結果が可となった場合には、上記NCプログラムにおける上記チャンネル間の待ち合せ指令に対する上記工具選択指令の位置変更を実行し、機械稼動用プログラムファイルの作成を行う第5のStepとを備えることを特徴とするNCプログラムのための最適データ変換方法。

#### 【請求項3】

複数のチャンネルを含み数値制御工作機械にロードされて該機械を動作させるNCプログラムと、

チャンネル間の待ち合せ指令と工具選択指令とが記述された上記NCプログラムを記憶するメモリー手段と、

上記複数のチャンネル間の待ち合せ処理において、上記チャンネル間の待ち合せ指令に対する上記工具選択指令の位置を変更することにより加工完了までに要する加工時間が短縮されるか否かの判定を行う可否判定手段と、

該判定結果が可となった場合には、上記NCプログラムにおいて上記チャンネル間の待ち合せ指令に対する上記工具選択指令の位置変更を実行し、この変更結果に基づき機械を稼動させる数値制御部とを備えることを特徴とする数値制御工作機械。

#### 【請求項4】

NCプログラムの一部分を電子カムデータに変換する機械稼働用プログラムファイル作成手段と、

工具又はワークの位置に関する補正值情報を記憶する補正值情報記憶手段とを備え、

上記プログラムファイル作成手段によりNCプログラムの一部分が電子カムデータに変換される際に、上記補正值情報を反映させるようにしたことを特徴とする請求項3に記載の数値制御工作機械。

#### 【請求項5】

数値制御工作機械にロードされて該機械を動作させるNCプログラムを作成する第1のStepと、

基準軸の回転量と移動軸の位置との関係を定めた電子カムデータへの変換を行うべき箇所を上記NCプログラムの作成中に予め指定する第2のStepと、

上記NCプログラムを所定の記憶素子に読み込む第3のStepと、

上記記憶素子に読み込まれたNCプログラムに対して上記指定された箇所を検索して指定された箇所に電子カムデータに変換出来ない指令があるか否かを判定することで電子カムデータへの変換可否を検討する第4のStepと、

該検討結果が可となった場合には、上記指定された箇所のワーク又は工具の動作の記述に従い仮想的にワーク又は工具を動作させて上記基準軸の回転量と移動軸の位置との関係を定めて電子カムデータに変換する第5のStepと、

該第5のStepにより得られた電子カムデータを記憶するテーブルを作成する第6のStepと、

上記NCプログラムにおいて、この電子カムデータに変換された箇所を上記テーブルを参照するコマンドと置換する第7のStepとを備えることを特徴とするNCプログラムのための最適データ変換方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

10

20

30

40

50

この発明は、数値制御工作機械およびプログラムに関し、更に詳しくは、工具あるいは主軸を移動させるべく記憶されるNCプログラムが、目的の加工をよりスムーズに、あるいは精度良く行うべく変換を行うようにした数値制御工作機械およびプログラムに関する。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

近年の技術進歩により、NCプログラムを予め作成した上で、これを数値制御工作機械にロードし、ワークあるいは工具に所望の動きをさせるようにして加工部品を製造することが現在行われている。

数値制御工作機械の登場当初は、NCプログラムの作成は、完全に人手に委ねられており、人間がGコードや機械固有のMコード等NCコードを把握した上で、人間の思考力あるいは、経験などに基づき行っていた。このように人手による行為の為に、プログラム作成に対しての習熟度合いや、思考力の違い、注意能力の差、思考性向の相違などによって、出来上がるプログラムそのものが、作り手の能力あるいは性格を反映しているものになっていた。

#### 【0003】

一方、最近では、更なる技術進歩により、特開平7-168612号公報に示されるように、CADシステムにより図面を作成し、このCADシステムにて直接NCプログラムを自動的に作成することや、あるいは、CADシステムとは別のNCプログラム作成支援システムに、作成されたCAD図面データを取りこんでNCプログラムを作成することも行われている。勿論、単に、図面データを上記両システムに投入するだけでNCプログラムが作成されるわけではなく、素材の種類あるいは、送り速度などの諸条件をNCプログラム作成時に、上記システムに対して入力するなどの作業が必要になっている。このようになったことによって、NCプログラムの作り手の能力の別なくNCプログラムの作成が可能になっている。

#### 【0004】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、このような数値制御工作機械を使用して加工部品を製造し、最終消費者に対して商品を提供している数値制御工作機械のユーザーは、市場から、多品種少量の生産を次々に切り替えて実施することを要求されている。

この要求を満足するという点からは、従来のNCプログラムの作成方法あるいは、数値制御工作機械では、十分に満足出来るものになっていると言えず、未だ、改良の余地があつた。

#### 【0005】

つまり、ワークを加工する上では、ワークあるいは工具を必ずしもエキスパートのNCプログラム作成者が作ったものほどは最適に数値制御工作機械を動作させるものになっているとは言えなかった。従来の技術にあっては、上記のようにNCプログラムを作成する上で補助ツールが整備され、このツールを使用する方法につき一定の教育がされているという前提条件にて一定のレベルのNCプログラムが作成され得る。しかしながら、出来たプログラムそのものは、非常に画一的にコーディングされるものであった為である。この結果として、ワークの加工時間が延びる、加工部品の単価が上昇する、加工部品の精度を十分に得られない、若しくは得られるとしてもその為の労力が過大になる、ひいては機械寿命を短くさせるなどの懸念があった。

#### 【0006】

本発明は、このような問題点を解決する為に為されたもので、これらの副次的な問題点を解消することは勿論、どのような作業者がNCプログラムを作ったとしてもエキスパートの作業者が作ったのと同等のNCプログラムが得られるようにしたNCプログラムのための最適データ変換方法及び最適データ変換手段を備えた数値制御工作機械を提供することを目的とする。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

本発明に係るNCプログラムのための最適データ変換方法は、数値制御工作機械にロードされて該機械を動作させるNCプログラムを作成する第1のStepと、基準軸の回転量と移動軸の位置との関係を定めた電子カムデータへの変換を行うべき箇所を上記NCプログラムの作成中に予め指定する第2のStepと、上記NCプログラムを上記数値制御工作機械内の所定の記憶素子に読み込む第3のStepと、上記記憶素子に読み込まれたNCプログラムに対して上記指定された箇所を検索して指定された箇所に電子カムデータに変換出来ない指令があるか否かを判定することで電子カムデータへの変換可否を検討する第4のStepと、該検討結果が可となった場合には、上記指定された箇所のワーク又は工具の動作の記述に従い仮想的にワーク又は工具を動作させ、かつ機械固有情報を参照して上記指定された箇所を電子カムデータに変換する第5のStepと、該第5のStepにより得られた電子カムデータを記憶するテーブルを作成する第6のStepと、上記NCプログラムにおいて、この電子カムデータに変換された箇所を上記テーブルを参照するコマンドと置換する第7のStepとを備えることを特徴としている。10

#### 【0008】

又、本発明に係るNCプログラムのための最適データ変換方法は、複数のチャンネルを含み数値制御工作機械にロードされて該機械を動作させるNCプログラムを作成する第1のStepと、上記NCプログラムにおいてチャンネル間の待ち合せ指令と工具選択指令とを記述する第2のStepと、上記NCプログラムを所定の記憶素子に読み込む第3のStepと、上記記憶素子に読み込まれたNCプログラムにおける上記チャンネル間の待ち合せ指令に対する上記工具選択指令の位置を変更することにより加工完了までに要する加工時間が短縮されるか否かにつき工具選択指令位置変更可否の検討を行う第4のStepと、該検討結果が可となった場合には、上記NCプログラムにおける上記チャンネル間の待ち合せ指令に対する上記工具選択指令の位置変更を実行し、機械稼動用プログラムファイルの作成を行う第5のStepとを備えることを特徴としている。20

#### 【0009】

一方、本発明に係る数値制御工作機械は、複数のチャンネルを含み数値制御工作機械にロードされて該機械を動作させるNCプログラムと、チャンネル間の待ち合せ指令と工具選択指令とが記述された上記NCプログラムを記憶するメモリー手段と、上記複数のチャンネル間の待ち合せ処理において、上記チャンネル間の待ち合せ指令に対する上記工具選択指令の位置を変更することにより加工完了までに要する加工時間が短縮されるか否かの判定を行う可否判定手段と、該判定結果が可となった場合には、上記NCプログラムにおいて上記チャンネル間の待ち合せ指令に対する上記工具選択指令の位置変更を実行し、この変更結果に基づき機械を稼動させる数値制御部とを備えることを特徴としている。30

#### 【0010】

上述した、数値制御工作機械の構成の一部を具体化すると、NCプログラムの一部分を電子カムデータに変換する機械稼動用プログラムファイル作成手段と、工具又はワークの位置に関する補正值情報を記憶する補正值情報記憶手段とを備え、上記プログラムファイル作成手段によりNCプログラムの一部分が電子カムデータに変換される際に、上記補正值情報を反映させようとしたことを特徴としている。

#### 【0011】

数値制御工作機械にロードされて該機械を動作させるNCプログラムを作成する第1のStepと、基準軸の回転量と移動軸の位置との関係を定めた電子カムデータへの変換を行うべき箇所を上記NCプログラムの作成中に予め指定する第2のStepと、上記NCプログラムを所定の記憶素子に読み込む第3のStepと、上記記憶素子に読み込まれたNCプログラムに対して上記指定された箇所を検索して指定された箇所に電子カムデータに変換出来ない指令があるか否かを判定することで電子カムデータへの変換可否を検討する第4のStepと、該検討結果が可となった場合には、上記指定された箇所のワーク又は工具の動作の記述に従い仮想的にワーク又は工具を動作させて上記基準軸の回転量と移動軸の位置との関係を定めて電子カムデータに変換する第5のStepと、該第5のStepにより得られた電子カムデータを記憶するテーブルを作成する第6のStepと、上記4050

N C プログラムにおいて、この電子カムデータに変換された箇所を上記テーブルを参照するコマンドと置換する第 7 の Step とを備えることを特徴としている。

#### 【0012】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら本発明による工作機械及びその制御装置の好適な実施形態について詳細に説明する。

図 1 は、本発明の実施形態に係る数値制御工作機械の構成を示すブロック図である。図 1 において、工作機械 1 は、主軸回転用モータ 11、工具移動用モータ 21、被加工物移動用モータ 31、背面主軸移動用モータ 41、背面主軸回転用モータ 61 及び各モータ 11, 21, 31, 41, 61 の駆動を制御するための制御ユニット部 51 を有している。 10

#### 【0013】

主軸回転用モータ 11 は、被加工物が保持可能に構成された主軸（図示せず）を回転駆動させるためのもので、駆動回路 12 及び主軸回転制御回路 13 等を介して制御ユニット部 51 に接続されている。また、主軸回転用モータ 11 には、主軸回転用モータ 11 の回転を検知するためのパルスエンコーダ 14 が設けられている。このパルスエンコーダ 14 の出力は制御ユニット部 51 及び速度信号生成回路 15 に接続されており、パルスエンコーダ 14 から出力される回転検出信号が制御ユニット部 51 及び速度信号生成回路 15 に入力される。パルスエンコーダ 14 は、主軸回転用モータ 11（主軸）の回転に同期して回転検出信号を発生し、制御ユニット部 51 及び速度信号生成回路 15 に出力する。速度信号生成回路 15 は、パルスエンコーダ 14 から出力される回転検出信号を主軸回転用モータ 11（主軸）の回転速度をあらわす主軸回転速度信号に変換する。速度信号生成回路 15 の出力は主軸回転制御回路 13 に接続されており、変換された主軸回転速度信号が主軸回転制御回路 13 に入力される。 20

#### 【0014】

主軸回転制御回路 13 は、後述するクロック信号発生回路にて発生して出力されたクロック信号を基準にして所望の回転速度となるように被加工物（主軸）の回転を制御するためのものであり、制御ユニット部 51 から出力される主軸回転速度指令信号と、速度信号生成回路 15 から出力される主軸回転速度信号とを比較して、その差に応じた制御信号をクロック信号を基準にして生成する。主軸回転制御回路 13 にて生成された制御信号は、駆動回路 12 に出力される。 30

#### 【0015】

駆動回路 12 は、主軸回転制御回路 13 から出力された制御信号に基づいて、主軸回転用モータ 11（主軸）の回転速度が後述する主軸回転速度指令値となるように主軸回転用モータ 11 への供給電力を制御する。これら駆動回路 12、主軸回転制御回路 13、及び、速度信号生成回路 15 は、主軸回転用モータ 11（主軸）の回転速度のフィードバック制御系を構成している。 40

#### 【0016】

工具移動用モータ 21 は、被加工物を加工するための工具（旋削加工用バイト等）を、たとえば主軸回転用モータ 11（主軸）の回転中心軸に対して直交する方向（X 軸方向、Y 軸方向）、又は主軸と平行な方向（Z 軸方向）に移動させるためのもので、駆動回路 22 及び工具送り制御回路 23 を介して制御ユニット部 51 に接続されている。また、工具移動用モータ 21 には、工具移動用モータ 21 の回転を検出するパルスエンコーダ 24 が設けられている。このパルスエンコーダ 24 の出力は工具送り制御回路 23 に接続されており、パルスエンコーダ 24 の回転検出信号が工具送り制御回路 23 に入力される。パルスエンコーダ 24 は、工具移動用モータ 21 の所定回転角度毎に回転位置信号を発生して、工具送り制御回路 23 に出力する。

#### 【0017】

工具送り制御回路 23 は、パルスエンコーダ 24 から出力された回転位置信号に基づいて実際の工具の移動位置を認識すると共に、認識した実際の工具の移動位置と後述する制御ユニット部 51 から出力される工具位置指令信号とを比較して、この比較結果に基づいて 50

工具駆動信号を生成する。工具送り制御回路 2 3 にて生成された工具駆動信号は、駆動回路 2 2 に出力される。駆動回路 2 2 は、工具送り制御回路 2 3 から出力された工具駆動信号に基づいて工具移動用モータ 2 1 への供給電力を制御する。これら、駆動回路 2 2 及び工具送り制御回路 2 3 は、工具の移動位置のフィードバック制御系を構成している。

#### 【 0 0 1 8 】

被加工物移動用モータ 3 1 は、被加工物を、たとえば主軸回転用モータ 1 1（主軸）の回転中心軸に対して平行な方向（Z 軸方向）に移動させるためのもので、駆動回路 3 2 及び被加工物送り制御回路 3 3 を介して制御ユニット部 5 1 に接続されている。また、被加工物移動用モータ 3 1 には、被加工物移動用モータ 3 1 の回転を検出するパルスエンコーダ 3 4 が設けられている。このパルスエンコーダ 3 4 の出力は被加工物送り制御回路 3 3 に接続されており、パルスエンコーダ 3 4 の回転検出信号が被加工物送り制御回路 3 3 に入力される。パルスエンコーダ 3 4 は、被加工物移動用モータ 3 1 の所定回転角度毎に回転検出信号を発生して、被加工物送り制御回路 3 3 に出力する。10

#### 【 0 0 1 9 】

被加工物送り制御回路 3 3 は、パルスエンコーダ 3 4 から出力された回転検出信号に基づいて実際の被加工物の移動位置を認識すると共に、認識した実際の被加工物の移動位置と制御ユニット部 5 1 から出力される被加工物位置指令信号とを比較して、この比較結果に基づいて被加工物駆動信号を生成する。所定回転角度毎に生成された被加工物駆動信号は、駆動回路 3 2 に出力される。駆動回路 3 2 は、所定回転角度毎に出力された被加工物駆動信号に基づいて被加工物移動用モータ 3 1 への供給電力を制御する。これら、駆動回路 3 2 及び所定回転角度毎には、被加工物の移動位置のフィードバック制御系を構成している。20

#### 【 0 0 2 0 】

背面主軸台移動用モータ 4 1 は、背面主軸回転用モータ 6 1 を、たとえば主軸回転用モータ 1 1（主軸）の回転中心軸に対して平行な方向（Z 軸方向）又は、これと直交する方向（X 軸方向）に移動させるためのもので、駆動回路 4 2 及び背面主軸台送り制御回路 4 3 を介して制御ユニット部 5 1 に接続されている。また、背面主軸台移動用モータ 4 1 には、背面主軸台移動用モータ 4 1 の回転を検出するパルスエンコーダ 4 4 が設けられている。このパルスエンコーダ 4 4 の出力は背面主軸台送り制御回路 4 3 に接続されており、パルスエンコーダ 4 4 の回転検出信号が背面主軸台送り制御回路 4 3 に入力される。パルスエンコーダ 4 4 は、背面主軸台移動用モータ 4 1 の所定回転角度毎に回転位置信号を発生して、背面主軸台送り制御回路 4 3 に出力する。30

#### 【 0 0 2 1 】

背面主軸台送り制御回路 4 3 は、パルスエンコーダ 4 4 から出力された回転位置信号に基づいて実際の背面主軸台の移動位置を認識すると共に、認識した実際の背面主軸台の移動位置と後述する制御ユニット部 5 1 から出力される背面主軸台位置指令信号とを比較して、この比較結果に基づいて背面主軸台駆動信号を生成する。背面主軸台送り制御回路 4 3 にて生成された背面主軸台駆動信号は、駆動回路 4 2 に出力される。駆動回路 4 2 は、背面主軸台送り制御回路 4 3 から出力された駆動信号に基づいて背面主軸台移動用モータ 4 1 への供給電力を制御する。これら、駆動回路 4 2 及び穴加工用工具送り制御回路 4 3 は、背面主軸台の移動位置のフィードバック制御系を構成している。40

#### 【 0 0 2 2 】

背面主軸回転用モータ 6 1 は、被加工物を保持可能に構成された背面主軸（図示せず）を回転駆動させるためのもので、駆動回路 6 2 及び背面主軸回転制御回路 6 3 等を介して制御ユニット部 5 1 に接続されている。また、背面主軸回転用モータ 6 1 には、背面主軸回転用モータ 6 1 の回転を検知するためのパルスエンコーダ 6 4 が設けられている。このパルスエンコーダ 6 4 の出力は制御ユニット部 5 1 及び速度信号生成回路 6 5 に接続されており、パルスエンコーダ 6 4 から出力される回転検出信号が制御ユニット部 5 1 及び速度信号生成回路 6 5 に入力される。パルスエンコーダ 6 4 は、背面主軸回転用モータ 6 1（背面主軸）の回転に同期して回転検出信号を発生し、制御ユニット部 5 1 及び速度信号生50

成回路 6 5 に出力する。速度信号生成回路 6 5 は、パルスエンコーダ 6 4 から出力される回転検出信号を背面主軸回転用モータ 6 1（背面主軸）の回転速度をあらわす背面主軸回転速度信号に変換する。速度信号生成回路 6 5 の出力は背面主軸回転制御回路 6 3 に接続されており、変換された背面主軸回転速度信号が背面主軸回転制御回路 6 3 に入力される。

#### 【 0 0 2 3 】

背面主軸回転制御回路 6 3 は、後述するクロック信号発生回路にて発生して出力されたクロック信号を基準にして所望の回転速度となるように被加工物（背面主軸）の回転を制御するためのものであり、制御ユニット部 5 1 から出力される背面主軸回転速度指令信号と、速度信号生成回路 6 5 から出力される背面主軸回転速度信号とを比較して、その差に応じた制御信号をクロック信号を基準にして生成する。背面主軸回転制御回路 6 3 にて生成された制御信号は、駆動回路 6 2 に出力される。10

駆動回路 6 2 は、背面主軸回転制御回路 6 3 から出力された制御信号に基づいて、背面主軸回転用モータ 6 1（背面主軸）の回転速度が後述する背面主軸回転速度指令値となるよう背面主軸回転用モータ 6 1 への供給電力を制御する。これら駆動回路 6 2 、背面主軸回転制御回路 6 3 、及び、速度信号生成回路 6 5 は、背面主軸回転用モータ 6 1（背面主軸）の回転速度のフィードバック制御系を構成している。

#### 【 0 0 2 4 】

制御ユニット部 5 1 は、図 1 に示されるように、中央演算ユニット 5 2 、パルス信号発生回路 5 3 a 、 5 3 b 、クロック信号発生回路 5 4 、分割タイミング信号発生回路 5 5 、 N C 部用 RAM 5 6 、 ROM 5 7 、 PC 部用 RAM 5 8 等を有している。20

#### 【 0 0 2 5 】

中央演算ユニット 5 2 は、制御ユニット部 5 1 全体の信号処理等をつかさどる演算部である。中央演算ユニット 5 2 は、周知のマルチプロセッシング（multi-processing）処理、すなわち多重処理を行う。多重処理は、複数の仕事（プログラム）を記憶しておき、これら複数のプログラムを短い時間で切り換えながら実行し、見かけ上、複数のプログラムが同時処理されているようにするもので、時分割処理するものや、各々の仕事に優先順位を付しておき優先順位が高い順に処理を切り換えながらタスク処理するもの等が知られている。

#### 【 0 0 2 6 】

パルス信号発生回路 5 3 a 、 5 3 b は、それぞれ、パルスエンコーダ 1 4 、 6 4 に接続されており、パルスエンコーダ 1 4 、 6 4 のそれぞれから出力された回転検出信号がインターフェース等を介して入力される。この入力された回転検出信号に基づいて、所定回転角度毎にパルス信号を発生するように構成されている。また、パルス信号発生回路 5 3 a 、 5 3 b は、中央演算ユニット 5 2 にも接続されており、所定回転角度毎に発生するパルス信号を中央演算ユニット 5 2 に出力するように構成されている。本実施形態において、パルス信号発生回路 5 3 a 、 5 3 b は、主軸回転用モータ 1 1（主軸）あるいは、背面主軸回転用モータ 6 1（背面主軸）が一回転する間に、主軸回転用モータ 1 1（主軸）、背面主軸回転用モータ（背面主軸）に同期して等間隔で 4 0 9 6 個のパルス信号が出力されるように構成されている。30

#### 【 0 0 2 7 】

クロック信号発生回路 5 4 は、中央演算ユニット 5 2 から出力される所定の指令信号を受けて、所定の周期、たとえば 0 . 2 5 ミリ秒周期のクロック信号を生成して出力するように構成されており、クロック信号発生回路 5 4 にて生成されたクロック信号は分割タイミング信号発生回路 5 5 に出力される。分割タイミング信号発生回路 5 5 は、クロック信号発生回路 5 4 から出力されたクロック信号の発生回数をカウントするように構成されており、カウントの結果たとえば 1 ミリ秒経過する毎に分割タイミング信号を生成して中央演算ユニット 5 2 に出力する。したがって、分割タイミング信号発生回路 5 5 は、1 ミリ秒周期の分割タイミング信号を後述する割込みタイミング信号として中央演算ユニット 5 2 に出力することになる。なお、クロック信号及び分割タイミング信号の周期は上述した数4050

値に限られることなく、中央演算ユニット 5 2 の処理能力、パルスエンコーダ 2 4 , 3 4 , 4 4 の分解能、各モータ 1 1 , 2 1 , 3 1 , 4 1 の性能等を考慮して適宜設定可能である。

#### 【 0 0 2 8 】

NC 部用 RAM 5 6 は、中央演算ユニット 5 2 における各種演算の結果を読み出し可能に一時的に記憶するように構成されている。この NC 部用 RAM 5 6 は、工作機械 1 が、NC プログラム（機械稼動用プログラム）に基づいて実際の加工動作を行う時に必要とされる NC プログラムを含むデータの全てを格納している。その一部に、第 1 のチャンネル加工手順記憶部 5 6 a と、第 2 のチャンネル加工手順記憶部 5 6 b と、第 3 のチャンネル加工手順記憶部 5 6 c 、電子カムデータテーブル 5 6 d とが設けられている。尚、該データテーブルは、所謂電子カム制御を行うために備えられるものである。電子カム制御とは、特開 2001 - 170843 に示されるように、基準軸に取りつけられたパルスエンコーダが出力するパルス信号により時々刻々の回転位置データと、基準軸の単位回転位置ごとに對応してそれぞれ設定された移動軸の指令位置データとから時々刻々の移動軸の指令データを生成し、この移動指令データと回転位置データとから回転物の回転速度に同期する移動軸の指令速度データを生成して、生成した移動指令データと指令速度データに基づいて工具の位置を制御することである。10

#### 【 0 0 2 9 】

ここで、第 1 のチャンネル加工手順記憶部 5 6 a と、第 2 のチャンネル加工手順記憶部 5 6 b と、第 3 のチャンネル加工手順記憶部 5 6 c に記憶された NC プログラムにより、実際に作動させられる部分を図 2 に示す。第 1 のチャンネル加工手順記憶部 5 6 a に記憶された NC プログラムにより、主軸回転用モータ 1 1 、被加工物送り用モータ 3 1 （不図示）、工具送りモータ 2 1 （不図示）が制御される。これによって、主軸 S 1 は、矢印で示す Z 1 軸方向に移動制御されると共に C 1 回転方向に主軸回転が制御される。一方、工具 T S 1 は、矢印で示す X 1 軸、 Y 1 軸方向に移動制御される。チャンネル 1 では、主軸台の移動制御、回転制御又は、工具 T S 1 を支持する刃物台の各矢印方向の移動制御、工具 T S 1 の中に回転工具が含まれていて、その制御が必要であるものの場合は回転等の制御を行う。第 2 のチャンネル加工手順記憶部 5 6 b に記憶された NC プログラムにより、背面主軸回転モータ 6 1 、背面主軸移動用モータ 4 1 （不図示）、工具 T S 2 の回転が制御される。これによって、背面主軸 S 2 は、矢印で示す Z 2 軸方向、 X 2 軸方向に移動制御されると共に C 2 回転方向に背面主軸回転が制御される。一方工具 T S 2 そのものは、固定刃物台に設置されるものであって、バイトなどの非可動のものあるいは、ドリルなどの回転可能なものを取りつけ可能としているものである。ドリルなどの回転可能なものを使う場合には、第 2 のチャンネル加工手順記憶部 5 6 b に記憶された NC プログラムにより、回転が制御される。第 3 のチャンネル加工手順記憶部 5 6 c に記憶された NC プログラムにより、工具送りモータ 2 1 （不図示）が制御される。これによって、工具 T S 3 は、矢印で示す X 3 , Y 3 , Z 3 軸方向に移動制御される。チャンネル 3 では、この工具 T S 3 を支持する刃物台の移動制御あるいは、保持される工具の制御が必要な場合に回転等の制御を行う。尚、この実施の形態では、工具 T S 3 は、チャンネル 3 に、 T S 2 はチャンネル 2 に、 T S 1 はチャンネル 1 に割り付けられているが、 T S 1 あるいは T S 3 は、どのチャンネルで制御しても良く、必要に応じて適宜工具のチャンネル割り当ては変更できる。同様に主軸、背面主軸もチャンネル割り当ては動的に変更できる。3040

#### 【 0 0 3 0 】

NC 部用 RAM 5 6 の電子カムデータテーブル記憶部 5 6 d は、図 3 に示されるように、それぞれに識別番号 N が付与された複数の電子カムデータテーブルを記憶するものとなっている。識別番号 N が付与された各々の電子カムデータテーブルは、主軸回転用モータ 1 1 （主軸）の所定の累積回転数（ A ）毎に対応して設定された被加工物 2 の位置データ（ Z ）及び工具 3 の位置データ（ X ）の点群を記憶しておく為のものである。それぞれのカムデータテーブルには、加工終了を表す終了コードがそれぞれ記憶されている。なお、所定の累積回転数（ A ）は、主軸回転用モータ 1 1 （主軸）の所定回転角度毎（累積回転角

度毎)に対応させておいてもよい。この場合、記憶容量が多くなる。

R O M 5 7 は、各種処理プログラムを記憶する記憶部であって、たとえばねじ切り加工を行う時の、所定時間間隔毎、例えば、1ミリ秒毎における被加工物2の移動位置及び工具3の移動位置を確定するための演算プログラムや、穴加工や切削加工等を行う時の、主軸回転用モータ11(主軸)の所定回転角度毎における被加工物、工具、及び穴加工用工具の移動位置を確定するための演算プログラムを記憶している。

#### 【0031】

また、中央演算ユニット52は、R O M 5 7 内に記憶されたプログラムに基づいて、パルス信号発生回路53から出力されたパルス信号の発生回数をカウントし、カウント結果に基づいて主軸回転用モータ11(主軸)の累積回転数あるいは、累積回転角を算出する。

10

#### 【0032】

P C 部用 R A M 5 8 は、中央演算ユニット52における各種演算の結果を読み出し可能に一時的に記憶するように構成されている。このP C 部用 R A M 5 8 は、最適データ変換プログラム記憶部58aが、プログラム作成ツールあるいは人手により作成されたN C プログラムを変換若しくは変更する時に、参照するデータの全てを格納している。その一部に、電子カムデータ記憶テーブル58bと、機械固有情報記憶部58cと、N C プログラム記憶部58dとが設けられている。尚、該部に記憶されるN C プログラムファイルそのものは、プログラム作成ツールあるいは、人手により予め作成されたものである。(請求項1の第1のS t e p に相当)このようにして作成されたN C プログラムファイルは、プログラム作成ツールに準備される数値制御装置との通信機能あるいは、フレキシブルディスクなどの媒体を利用して数値制御装置に備えられるディスク読込装置を利用して部品の加工に先立ちロードされる。

20

#### 【0033】

最適データ変換プログラム記憶部58aには、本発明の最適データ変換プログラムが格納されている。電子カムデータ記憶テーブル58bには、最適データ変換プログラムを実行したことによりN C プログラムが電子カムデータ化された際、作成データを図3に示される形態で格納している。機械固有情報記憶部58cには、工具補正值、N C プログラムに記述されるコマンドの実行に必要な時間や動作条件など最適データ変換プログラムが実行の時に参照するデータを格納している。N C プログラム記憶部58dには、最適データ変換プログラムの処理対象となるN C プログラムを格納している。

30

#### 【0034】

次に、数値制御工作機械、特に数値制御装置内部で実行される本発明を含む制御について、説明をする。

本発明を含む制御を大まかに示すメインフローは図4に示される通りである。

まず、始めに、S t e p Aにおいて、時間計測モジュールを実行する。この時間計測モジュールでは、N C コードで書かれているN C 装置に記憶されているN C プログラムをシミュレートして、プログラム情報を取得保持する。具体的には、チャンネル1, 2, 3にて実行されるN C プログラムを最初から最後まで実行し、実行に要した時間を各ブロック毎に推定演算する。時間計測モジュールが測定するのは、N C プログラム上に記述されている待ち合せ処理の間の時間、工具選択時間である。

40

時間計測モジュールは、N C 装置が、元々装備しているデータテーブルを利用して計算を行う。このデータテーブルは、各モータの加速度や、工具又はワークの位置に関する補正情報などの、それぞれについてのテーブルである。

#### 【0035】

時間計測モジュールは、N C プログラムから、工具の座標値や、工具の送り速度や、主軸の回転速度、移動方法等を取得する。これらの情報を使用して、工具の移動距離、各座標での移動速度を算出し工具の移動軌跡を求める。前記工具の移動軌跡から、前記各モータの加速度を使用して移動時間を求める。N C プログラムに記載されている工具の座標値には、工具又はワークの位置に関する補正情報が含まれていない。そのため、工具の移動距離算出時に、プログラム上では記載されていない工具又はワークの位置に関する補正情報

50

を加えて計算を行う。

#### 【0036】

次に、Step A1において、Step Aにて測定された時間データを、以降のStep Pでの処理に備えて読み込みを行う。Step Bでは、NCプログラム記憶部58dに対して最適データ変換を行いたいNCプログラムを格納するべく、NCプログラムファイルの読み込みを行う。ここでの読み込みを行うことにより、実際に加工を行う為のNCプログラムを作成する元になるプログラムを保持する。つまり、オリジナルを保持することにより、変更をプログラム上で検討できるようとする。

#### 【0037】

Step Cでは、NCプログラム上で同期加工を行うように指定されている箇所のうち、電子カムデータを呼び出して加工を行った方が、精度の向上、効率の向上あるいは加工が可能になる箇所を抽出するべく、NCプログラムを検索し、電子カムデータを呼び出す加工が必要である箇所があれば、その同期加工の電子カムデータ化を行う。

10

#### 【0038】

Step Dでは、更に、同期加工の電子カムデータ化を行う箇所以外の電子カムデータ化することが指定されている箇所の電子カムデータ化を行う。これは、プログラム作成ツールからあるいは、人手で作成したNCプログラム内に、始めから電子カムデータを利用した方が良い加工箇所としてフラグを付与しておき、これを検索して電子カムデータ化を行うものである。加工例としては、ねじ切りあるいは、タップ加工などが挙げられる。Step Eでは、工具選択指令位置の最適化を行う。これは、NCプログラムに当初設定された工具選択指令が行われるロックを基準にして考えた時に、工具選択指令位置を変更すれば、結果的に加工時間が短縮できるかを検討し、短縮できるのであれば、その指令位置を加工時間の短縮に繋がる位置に変更する。

20

#### 【0039】

Step Fでは、工具選択動作の最適化を行う。ここでは、他のチャンネルとの関係で見て、自チャンネルの工具の選択に時間的な余裕がある時には、工具をゆっくり選択（移動）させるように工具の移動を電子カムデータを利用して制御する。このようにすることにより、送り用のボールネジ、あるいは、刃物台を支持するペアリングなどに入力されるショック等の負荷を低減させるようにし、工作機械の寿命、加工部品の精度などにとって悪影響が出ないようにする。

30

#### 【0040】

Step Gでは、機械稼動用のプログラムファイルの作成を行うと共に、NCプログラム記憶部58d、電子カムデータ記憶テーブル58bに記憶されているデータのそれぞれを、第1, 2, 3チャンネル加工手順記憶部56a、56b、56cに振り分けて記憶させる一方、電子カムデータテーブルに転送する。尚、これらの一連の処理は、数値制御部51の操作パネル（不図示）に設けられるトランスフォーマボタン59によって起動する。更に、上記Step CからGのそれぞれの処理について詳述する。これらStep CからGの処理中に本発明の主要となる部分の構成が具現化されている。

#### 【0041】

##### 1.1. Step Cの処理の説明

40

図5(A)は、同期加工の電子データ化の処理を簡略的に示すメインフローである。この処理は、大まかには、作成されたNCプログラム内に、電子カムデータを利用した同期加工を行う方が好ましいロックを検出し、そのロックを電子カムデータを利用するプログラムにプログラム化するものである。このようにすることによって、NCプログラムでは、チャンネル間の同期が十分に取れなく、カッターマークが生じるなどの不具合が生じる加工、あるいはNCプログラムでは実現不可能な加工があることに対して、これらの問題を解消できる利点がある。

本図フローチャートの説明を行う。

#### 【0042】

Step 1では、プログラムの開始に先立ち、処理に用いる変数である行番号B並びに、

50

チャンネル C H を、それぞれ、 B = 0 、 C H = 1 にリセットする。次に、 Step 2 では、同期加工における電子カムデータへの変換可能箇所を検索する処理を行う。この処理の結果 Step 3 において変換可能箇所の存在有無を判定する。判定が Y 、つまり、変換可能箇所が存在する場合には、 Step 4 において、該箇所の変換開始行番号 A 、変換終了行番号 B を取得する。 Step 5 では、更に、取得された行番号 A , 行番号 B の間に記述された NC プログラムを元にして制御軸が動作する軌跡の電子カムデータ化を行う。このデータ化が済んだならば、処理がまだ済んでいない行番号 B よりも後の行の NC プログラムを対象に、上述と同様の処理を繰り返す。一方、変換可能箇所が存在しないとして Step 3 の判定が N となった時には、全ての処理が完了したので、処理を終了し図 4 に示されるメインフローに処理を戻す。これらの処理については、後ほど詳述する。

10

#### 【 0043 】

全体として、このように加工方法を変換することにより、図 5 ( B ) に示される加工において、加工時間の短縮を図りつつも、カッターマークが残ることなく製品を加工することが出来る効果が得られる。つまり、段付き棒 7 1 の形成と同時に溝 7 5 を形成したい場合に、加工時間の短縮要求を満足するためには、複数の刃物に順序を付けて加工を行う同期加工を行えば良い。例えば、この場合には、工具 7 4 が段付き部 7 2 の位置に来た時に、溝 7 5 を加工する工具 7 3 が加工を始める同期加工が行われるように NC プログラムが作成されれば目的の形状が得られる。

#### 【 0044 】

しかしながら、 NC プログラムでは、通常このような作業を行わせる場合には、待ち合せ処理というものを利用することになり、工具 7 4 が実線で図示される位置に停止した状態が瞬間的にではあるが維持される為、図 5 ( C ) の A 部拡大図に示されるように段付き部 7 2 に沿った位置に凹みが形成されることになる。この凹み分を許容する図面公差のものを加工している場合には、これで問題ないが、許容しない場合には、この加工方法を用いることは出来ない。また、同期させる加工位置を変えた場合、二点鎖線で示される工具 7 4 ' の位置などでは、対向刃物で加工する場合には、工具 7 3 からの反力が工具 7 4 ' の切込み量を増やす為、其の部分にすじ状の凹みが出来てしまうため、これが許容されない場合には、同期させる加工位置を変更するということは出来ない。

20

#### 【 0045 】

このような場合に、同期加工の電子データ化の処理を行うことにより、実線で図示の工具 7 4 は、段付き部 7 2 における小径の部分からわずかに離れた位置から大径の側に向けて退避移動する期間に、言い換えると、その小径から大径の部分の間の位置に一瞬たりとも留まることなく移動している最中に、そのタイミングに同期させて工具 7 3 を突き出させて溝を加工することが出来る為、拡大図に示される凹みが形成されることなく、両者の加工が行える。このように工具 7 4 が退避する位置に対して工具 7 3 の切りこみを同期させるのは、上述のように工具 7 3 の切込みによって工具 7 4 の切込み量が変化することを避けるようにするためである。

30

#### 【 0046 】

##### 1.2. 同期加工の電子カムデータに変換する箇所の検索の説明

ここで、図 5 の Step 2 に示される同期加工における電子カムデータへの変換可能箇所を検索する処理に関して、図 6 を用いて更に詳細に説明する。まず、メインとなる処理の流れから説明する。検索処理の開始後に、 Step 1 において現在記憶されている行番号 B 、カレントチャンネル C H を読み込み、検索対象箇所を指定する。 Step 2 では、カレントチャンネル C H において、行番号 B + 1 行以降での最初のタイミング指令行 T を検索し記憶する処理を行う ( タイミング指令行 T は、 NC プログラムの作成段階で、プログラマーが同期加工を行いたい位置に対して、他のチャンネルの同期させたい箇所に同一のタイミングコードを記述することで、同期加工を行うようにさせるためのコマンドを含む行である。コマンドの具体的な記述としては、例えば「 timing = 1 」などのように記述し、同一タイミング番号のもの同士を同期させる。 Step 3 では、 Step 2 においてタイミング指令行 T の取得に成功したか否かの判定を行う。成功した場合には、その

40

50

まま Step 4 に行き、タイミング指令行 T を挟む前後の待ち合せ行 A, B を検索し記憶する。そこで更に、Step 5において、行番号 A, B 間は同期加工中であるか否かについての判定を行う。この判定を行うことによりプログラマーが誤ってタイミング指令行 T を記述した場合であっても、誤って行 A, B 間が電子カムデータ化されることが防がれる。Step 5 での判定が N になった場合、つまり、同期加工中ではない場合又はプログラマーにより誤ってタイミング指令行 T が記述されていた場合には、行番号 B + 1 以降のブロックに対して、Step 2 以降の処理を行うべく、Step 2 に処理を戻している。判定が同期加工中を示す Y であった場合には、更に、Step 6 にて記憶された行番号 A, B の区間に電子カムデータに変換出来ないものがあるか否かについて判定する。この電子カムデータに変換できないものとは、具体的には、主軸の回転数変化を行わせる指令、潤滑液の噴射命令などの補機動作を行わせる所謂 M コードなどの指令である。電子カムデータに変換出来ないものが無い、つまり判定が N である場合には、続いて、Step 7 において、現在カレントチャンネル CH を解析中であるか否かについての判定を行う。ここでの判定が Y である場合には、そのまま Step 8 に進み、カレントチャンネル CH でのタイミング指令行 T を挟む待ち合わせ処理行 A, B に対応した他のチャンネルのタイミング指令行 T を挟む待ち合わせ処理行 A, B を全て検索し存在すれば記憶する。次に、Step 9 において同じタイミングコードが一つも存在しないか否かについての判定を行う。N の判定、つまり同じタイミングコードが一つ以上存在する場合には、カレントチャンネル CH 以外の行 A, B のブロックに Step 6 以降の処理を繰り返す。この処理の場合、カレントチャンネル CH の行 A, B を対象にした処理ではないので、Step 7 における判定は、必ず N になり、Step 10 へと処理が進む。Step 10 では、電子カムデータ化すべき加工を行う箇所が存在したことを意味する存在フラグを ON にし、同時に、Step 6 を N の判定でかつ Step 7 を Y の判定で抜けた行 A, B を記憶する。この後 Step 10 で記憶された行 A, B が最後の A, B であるか否かの判定を行う。Y の判定がされた場合には、Step 12 に進み、存在フラグ ON、カレントチャンネル CH、Step 10 で記憶された全ての行番号 A, B を記憶する。これらの値は最終的に、同期加工の電子カムデータ化処理に渡される。

#### 【0047】

一方、Step 6 において、判定が Y、つまり、記憶した行番号 A, B の間の加工が電子カムデータに変換できないものであった場合には、Step 13 に進み、現在カレントチャンネル CH を解析中であるのか否かの判定を行う。判定が Y、つまり、カレントチャンネル CH を解析中であった場合には、タイミング指令行 T を含む行 A, B 間の加工は電子カムデータに変換できないので、改めて電子カムデータに変換出来る加工を検出するべく処理を Step 2 に戻す。判定が N、つまり、カレントチャンネル CH を解析中では無い場合、言い換えると、複数の行 A, B の組が検索抽出された場合 (Step 9 の判定が N) には、Step 14 に進み、判定の対象である行 A, B の組が最後の組であるか否かの判定を行う。この判定を行うことによって、検索された複数の行 A, B の組の全てが Step 6, 7, 10, 11 の処理が為されるようとする。そこで判定が N である場合、再び Step 6 に戻り上述した処理を繰り返す。判定が Y であった場合は、Step 15 に進み存在フラグが ON であるか否かの判定を行う。存在フラグが ON ではない場合には再び、Step 2 からの処理を繰り返す。又、存在フラグが ON である場合には、Step 16 に進み、存在フラグ ON、カレントチャンネル CH、Step 10 で記憶された全ての行番号 A, B を次の処理に渡すべく記憶する。

尚、Step 3 にて、判定が N になった場合には、Step 17 に進み、次のチャンネルの存在有無を判定する。判定が Y となった場合には、Step 18 に進み次のチャンネルをカレントチャンネル CH に設定し、Step 2 からの処理を実行する。一方、判定が N となった場合には、次のチャンネルが存在しないので検索処理を終了する。尚、Step 6 において、行 A, B 間に電子カムデータに変換できないものがあるかないかを判定する前に、行 A, B の間にタイミングコードが二つ以上存在するか否かの判定を行うと更に良い。いずれのタイミングコードに対して後に続く処理を行うかが適切に選択されないため

、この段階で、以降の処理に対する対象から外しておく必要がある。又、行 A , B の間に 3 軸に対する移動指令があるか否かをも判定しておくと良い。この判定を行うことにより、該当するケースで適切に以降の処理がされない可能性を排除できる。

#### 【 0 0 4 8 】

繰り返しになるが、上述しているタイミングコードとは、タイミング指令行 T に単独で記述されるコマンドであり、M コード、G コードなどの他のコマンドと併記されない。他のチャンネルの同期させたい箇所に同一のタイミングコードを記述することで、同期加工を行うようにさせるためのコマンドである。具体的な記述としては、例えば「 timing = 1 」などのように記述し、同一タイミング番号のもの同士を同期させる。

#### 【 0 0 4 9 】

##### 1 . 3 . 同期加工の電子データ化処理についての説明

次に、図 7 に示される同期加工の電子カムデータ化（図 5 Step 5 にて示される）処理を説明する。ここでは、まず、Step 1 において、図 5 における Step 4 にて取得されている行 A , B に基づき、それら A , B の間の行に示されるデータ中に、どの制御軸の移動指令がされているかを特定するべく、いずれの制御軸の移動指令が存在するのかを調べる。次に Step 2 において、移動指令が存在するものに対して移動指令前の座標位置を取得し保持する。これは、行間の情報だけであると電子カムデータの作成に必要な情報が不足するので、これを防止する為である。Step 3 では、行 A , B 間のブロックを順に解析し要素配列を作成する。つまり、ワークあるいは工具が移動する軌跡と、移動時の速度を求める処理である。この際同時に、NC プログラム中に含まれる工具移動指令に対して、工具刃先位置の補正を行って工具座標を補正した上で、要素配列の作成処理を行う。このように補正を同時にすることにより、NC プログラムを読み込んだ段階でも補正処理を行うのと異なり変換処理の時間の短縮を図ることが出来、利便性が向上する。次に Step 4 では、加減速最適化処理を行う。ここでは、主軸回転角と関連させた位置即ち点のデータを最適なワーク、あるいは工具の加減速が為されるように決定する。次に Step 5 では、チャンネル間の同期を取る為に、タイミング調整処理を行う。次に Step 6 では、要素配列を電子カムデータに変換する。ここでは、上述したように電子カムデータのテーブルを作成すると共に、該テーブルに識別番号の付与を行う。Step 7 では、NC プログラムの修正を行う。つまり、行 A , B の間に書かれるプログラムを削除し、行 A の次行に電子カムデータを呼ぶ為のサイクルコマンドを代入する。このサイクルコマンドは、電子カムデータテーブル毎に付与される識別番号を引数として、電子カムデータテーブルのデータを参照する。

#### 【 0 0 5 0 】

##### 2 . 1 . Step D の処理の説明

次に、図 4 Step D に示される同期以外の電子データに変換する箇所の電子データ化への処理について、説明する。

#### 【 0 0 5 1 】

この処理におけるメインのルーチンは、図 8 の通りである。

処理が開始すると、まず、Step 1 において、検索する対象を規定する行番号 A = 0 、 B = 0 、チャンネル CH = 1 にイニシャライズを行う。次に、Step 2 において、同期加工以外の電子カムデータに変換する箇所を検索する処理を実行する。この処理において、電子カムデータに変換すべき箇所が見つけられたか否かを判定するべく Step 3 を実行する。Step 3 の判定が Y となった場合、つまり、変換すべき箇所が存在した場合には、Step 4 に進んで変換対象としてラベリング（後述する）された行 A , B を取得する。次に、そのまま Step 5 に進み行 A , B の間に記述される同期加工以外の加工を指令する箇所の電子カムデータ化の処理を行う。処理終了後には、処理が完了した行番号 B を戻り値として Step 2 以降を繰り返す。一方、Step 3 の判定が N となった場合、つまり、変換すべき箇所が存在しない場合には、Step 6 に進みチャンネル CH をインクリメントし、次のチャンネルが検索されるように備える。Step 7 に進んだら、CH = 4 となったか否かを判定し、Y と判定された場合、つまり、全てのチャンネル CH の N

10

20

30

40

50

C プログラムに対する処理が完了した場合には、処理を終了し、図 4 のメインルーチンに処理を戻す。N の判定であった場合には、Step 8 に進み行番号 B = 0 を代入して、改めて次チャンネル C H の NC プログラムに対しての処理を、Step 2 以降から繰り返す。

#### 【0052】

2.2. 同期以外の電子カムデータに変換する箇所の検索処理についての説明（図 8 Step 2）

次に、図 9 に示される、同期以外の電子カムデータに変換する箇所の検索処理について、詳細に説明する。まず、処理が開始されると、このサブルーチンを含むメインのルーチンの側で設定されている行番号 B を Step 1 にて読み込む。続いて、Step 2 において、行番号 B + 1 行以降での最初の電子カムデータ変換開始行 A を取得する。この変換開始行は、プログラムの作成段階において、予めラベルが付されたものになっている（ラベルは、NC プログラムの作成段階で、プログラマーが電子カムデータを利用した加工を行いたい位置に対して、ラベルとしての意味を持つコードを記述することで、NC プログラム部分の電子カムデータ化を行うようにさせるためのコメント文である。具体的な記述としては、例えば「DRILLING START」、「DRILLING END」などのように記述して当該箇所を指定する。プログラムは、このラベルを検索することによって、変換開始行 A を抽出する。次に Step 3 に進み、変換開始行 A の取得が成功したか否かを判定する。判定が N であった、つまり、変換開始行が存在しない場合には、Step 7 に進んで存在しないをメインルーチンへの戻り値として処理を終了し、メインルーチン側に処理が復帰する。又、判定が Y であった、つまり、変換開始行が存在した場合には、Step 4 に進んで行番号 A + 1 以降での最初の電子カムデータ変換終了行 B を取得する。ここでも上述と同様に、電子カムデータ変換終了行にはラベルが付されており、プログラムは、このラベルを検索することによって、変換終了行 B を抽出する。

#### 【0053】

更に、Step 5 に進んで取得した行番号 A, B の区間に電子カムデータに変換できないものがあるか否かの判定を行う。ここで判定が N、つまり電子カムデータに変換不可なものはないの判定であった場合には、Step 6 に進んで存在するを戻り値として処理を終了する。一方、判定が Y、つまり電子カムデータに変換できないものありの判定であった場合には、Step 8 に進みログファイル出力用にエラーフラグのセットを行う一方、処理が完了したところまでの Step 4 で取得した行番号 B を戻り値として Step 2 以降を繰り返し実行すべく、処理を Step 2 に戻す。

#### 【0054】

上述のようにラベルとは、具体的には、NC プログラムを記述するときに、単純に電子カムデータに変換することを指定するために、プログラム行に対して単独あるいは、何らかの指令に対して併記されるコメント文である。ここでは例えば「DRILLING START」、「DRILLING END」等のように該当加工動作を記述するプログラムの始めの部分と終わりの部分に記述する。この記述そのものは、プログラム作成ツールが、指定された加工方法に応じて自動的に記述するものであるのが好ましいが、人手でも入力できるようにしておくのがより好ましい。

#### 【0055】

2.3. 同期以外の箇所の電子カムデータ化についての説明

次に、図 10 に示される、同期以外の電子カムデータに変換する箇所の電子カムデータ化処理について、詳細に説明する。まず、処理が開始されると、図 9 の Step 4 までで得られた、変換開始行 A, 変換終了行 B 及びこれらの行間にて指定されている加工種類を Step 1 にて読み込む。次に、Step 2 にて加工種類がねじ切りであるか否かの判定を行う。判定が Y、つまり、ねじ切り加工が指定されている場合には、Step 3 に進みねじ切り処理を設定し Step 6 に進む。一方、判定が N、つまり、ねじ切り加工が指定されていない場合には、Step 4 に進み、更にタップ加工であるか否かの判定を行う。判定が Y、つまり、タップ加工が指定されていた場合には、タップ加工処理を Step 5 に

10

20

30

40

50

て設定し Step 6 に進む。ここでも判定が N となつた場合には、Step 8 に進みその他の加工処理を設定し、Step 6 に進む。

#### 【0056】

Step 6 では、行 A B 間のデータを電子カムデータ化するに先立ち、現在の座標値を割り出す。ここで現在の座標値を割り出すのは、行 A B の間に記述される NC コードには、現在の座標値に関して記述されていないことが多く、行 A よりも手前の行を検索し座標値に関する情報を取得する必要があるためである。この処理が済んだ後に Step 7 に進み、得られている情報に基づいて、それぞれの制御軸の電子カムデータ化を実行し、行 A B の間に記述される NC プログラムを電子カムデータを参照しに行くサイクルコマンドへと書き換えを行い、このサブルーチンにおける処理を終了する。尚、ここにおける具体的な電子カムデータ処理は、図 7 におけるのと同様であり、これ以上の説明は省略した。

10

#### 【0057】

##### 3.1. Step E の処理についての説明

次に、図 4 Step E に示される工具選択指令位置の最適化処理について、説明する。この処理におけるメインのルーチンは、図 11 (A) の通りである。処理が開始すると、まず、Step 1 にて、行番号 A = 0, B = 0, C = 0、工具選択指令行 T = 0 にイニシャライズを行う。尚、これ以降の処理では、チャンネル 1, 3 を対象に処理を行うものになっている。この Step E の技術の適用を想定している図 2 のような数値制御工作機械では、その割付パターンで行くと、チャンネル 1, 3 の如く、工具同士が対抗するように用いられるチャンネル同士で意味がより大きいためである。チャンネル 2 との関係では、意味が希薄であるため検討対象に含めていないが勿論これを含めるように検討しても良い。

20

#### 【0058】

次に、Step 2 において、チャンネル 1, 3 に対して記述される NC プログラム中から処理対象になる待ち合せ行番号 A, B, C と工具選択指令行 T を取得する。この Step 3 において、Step 2 の取得処理が成功したか否かの判定を行う。判定が N、つまり、取得が失敗した場合には、以降の処理を行う必要のある箇所が無かったとして図 4 に示されるメインフローに処理が復帰する。一方、判定が Y、つまり、取得が成功した場合には、Step 4 に進み、取得した行 A, B, C と工具選択指令行 T を記憶する。その後、Step 5 に進み、工具選択指令位置を最適化する処理を行う。尚、ここでは、NC プログラムの作成時に何らかの検討を最適データ変換プログラムにて行うように指定しているものになつてないため、請求項 1 第 2 の Step 相当になるのは、一見該当しないように理解されるが、変換プログラム側が指定されたコマンドを検出するようにしてあり、NC プログラムの作成段階で指定するか、変換プログラム側での指定をするかの違いがあるのみである。プログラムで何らかの操作を加えたい要求に従い、プログラム側から特定されるという意味では同一の意味づけが為されている。このような処理を行うことにより、要は、この処理の対象となつた NC プログラムで指定される加工の加工時間の短縮効果を得ることが出来る。

30

#### 【0059】

説明しやすくするために具体的な例を示す。

まず、チャンネル 1、チャンネル 3 の動作を記述する NC コードが図 11 (B) のように、1、2、3 の行で待ち合せの処理を行つているとする。(上述した待ち合せ行番号 A は 1 に、B は 2 に、C は 3 にそれぞれ対応するものである。)

40

#### 【0060】

この例では、チャンネル 1 の 1 2 の間では、加工に要すると推定される時間は 10 秒必要と仮定する。又、チャンネル 1 の 2 3 の間の加工に要すると推定される時間は 8 秒と仮定する。同様に、チャンネル 3 の 1 2 の間では 15 秒、2 3 の間では 5 秒必要であると仮定する。

#### 【0061】

今、チャンネル 1 の 2 3 の間に T 1 で示される工具選択指令行があるとする。又、工具選択に要する時間は 2 秒であると仮定する。

50

ここで、待ち合せ処理間に発生する無駄時間を考えると、1 2 の間では、チャンネル1がチャンネル3の加工が終了するまで5秒待つ必要があることが図11(C)の表から理解される。又 2 3 の間では、チャンネル3がチャンネル1の加工が終了するまで3秒待つ必要があることが図11(C)の表から理解される。つまり、1 から 3 までの加工が終了するまでの間に無駄時間が8秒あることが分かる。

#### 【0062】

ここで先のT1が工具選択に2秒しか時間が必要でないことに着目すると、T1の指令を1 2 の間で実行することに問題が生じなければ、無駄時間を2秒減らすことによ注目する。この点を踏まえて、加工完了までに必要な時間がどれくらい変化するかを検討してみると、23秒必要であったのが、21秒になっており2秒の無駄時間の削減を達成できることが図11(C)の表のT1移動のケースから理解される。10

#### 【0063】

同様のことを今度は、チャンネル3にのみ工具選択指令行T3があったとして検討してみる。(チャンネル1には工具選択指令行がないという仮定。)この工具選択に必要とする時間は1秒と仮定し、T3指令を1 2 の間に移動したとして検討する。この場合は、図11(C)の表のT3移動のケースに示されるように、加工完了までに要する時間は、24秒になり、当初23秒であったのが1秒延びる結果になった。

#### 【0064】

更に、今度は、チャンネル1, 3のそれぞれに工具選択指令行T1, T3のそれがあつた場合に、両者を移動するケースを検討する。この場合は、図11(C)の表に示されるように、加工完了までに要する時間は、22秒になり、1秒の短縮が図られることになる。20

上述のように、工具選択指令を動かした場合に、無駄時間が減る場合、増える場合があることが図11(C)の表から理解される。それぞれの場合毎に時間短縮効果を評価し、その結果に従い、加工時間を最短に出来るように工具選択指令行を移動させるというのが、この処理の目的である。

#### 【0065】

3.2. チャンネル1, 3に対して処理対象の待ち合せ行番号A, B, Cと工具選択指令行Tの取得処理の説明

次に、図12に示される、チャンネル1, 3に対して処理対象の待ち合せ行番号A, B, Cと工具選択指令行Tの取得処理(図11のStep2)について、詳細に説明する。30

#### 【0066】

処理が開始されると、まず、Step1において、行番号A, B, C及び工具選択指令行Tの読み込みを行う。次に、Step2に進み、チャンネル1に対し、行B以降を検索し、最初に見つかった待ち合せ処理を行う行番号A, B, Cを取得し、チャンネル3のそれに対応したA, B, Cも取得する。ただし、ここでの処理は、このStep2を一回目に通過する時にはA, B, Cの全てが取得されることになるが、後述するように、2回目以降は、A = B、B = Cが代入されることになるので、Cのみが新規に取得されることになる。

#### 【0067】

次にStep3に進むと、待ち合せ行番号A, B, Cの取得が成功したか否かの判定を行う。判定がN、つまり、取得できなかった場合には、これ以降の処理は必要が無いので、そのままリターンされて、図4のメインフローに処理が復帰する。一方、判定がYであった場合には、Step4に進み、待ち合せコードが有効なコードであるか否かを判定する。判定がYである、つまり、工具選択指令行を動かしても良いと判定された場合には、そのままStep5に進む。ここで、有効なコードとは、他チャンネルとの連携を持たない待ち合わせを意味する。Step4は、工具選択指令行を移動させるにあたり、待ち合せ処理が、他のチャンネルとの連携を持つ待ち合せであるかを判定し、連携がある場合に工具選択指令行が移動されないようにするための判定である。ここで言う連携があるとは、例えば、チャンネル1がチャンネル3側の工具を使用したい場合に、両チャンネルが一時4050

加工を停止している状態を作り、其の後にN C コードで指定されている動作を他チャンネルの工具にさせる時などである。

#### 【0068】

Step 5に進むと、次の工具選択指令行Tに対して処理を行うため、チャンネル1, 3において行B、C間に存在している一番行番号の小さい工具選択指令行Tを取得する。Step 6に進むと、チャンネル1, 3のどちらでも工具選択指令行Tが取得できなかつたか否かを判定する。判定がN、つまり、工具選択指令行Tが取得できた場合には、そのまま、Step 7に進み、更に、Step 7にて、チャンネル1, 3のどちらにおいても行Tは単独指令であるか否かを判定する。尚、単独指令とは、工具選択指令以外に、主軸回転数変更指令などの補機指令を含まない、純然な工具選択指令のみからなる指令の意味である。このように、単独指令であるか否かを判定するのは、工具選択指令のみであれば、それぞれの工具選択指令に対応した時間が、時間計測モジュールから与えられるが、その他の指令を含む行になっている場合には、その時間が不明であり、上述した無駄時間の計算が適切に行われない為である。10

#### 【0069】

Step 7にて判定がY、つまり、工具選択指令が単独指令であった場合には、Step 8に進みチャンネル1, 3のどちらにおいても行Bと工具選択指令行Tとの間に軸移動指令が存在するか否かの判定を行う。この判定を行うことによって、軸移動指令の意味が変化してしまうことを防止している。工具選択指令行Tの前にある軸移動指令は、この工具選択指令によって選択された工具に対しての軸移動指令ではなく、軸移動指令が為された時点での選択されていた工具に対してのものである。よって、軸移動指令をまたがって工具選択指令位置を変更してしまうと本来のN C プログラムの意味が変わってしまうことになる。この点を考慮する為にこの判定は為されているのである。20

#### 【0070】

このStep 8での判定がN、つまり、軸移動指令が存在しない場合であれば、本ルーチンでの処理を終了して、図11で示されるメインルーチンに処理が復帰する。尚、Step 4での判定がN、Step 6での判定がY、Step 7での判定がN、Step 8での判定がYのいずれかである場合には、Step 9にて行番号Bを行番号Aに、行番号Cを行番号Bに置換してStep 2以降の処理を繰り返す。30

#### 【0071】

3.3. 工具選択指令位置を最適化する処理についての説明

次に、図13に示される、チャンネル1, 3に対して工具選択指令位置の最適化に伴い実行する評価処理について、詳細に説明する。

まず、図12の処理によって得られた行番号A, B, C及び工具選択指令行TをStep 1において読み込む。次に、Step 2において次のように定義される記号の各々の時間情報を時間計測モジュールから取得する。

#### 【0072】

チャンネル1

行Aから行B間までの実行に要する時間 : Time A B 1

行Bから行C間までの実行に要する時間 : Time B C 1

工具選択時間 : Time T 1

チャンネル3

行Aから行B間までの実行に要する時間 : Time A B 3

行Bから行C間までの実行に要する時間 : Time B C 3

工具選択時間 : Time T 3

\* 工具選択指令行が存在しない場合にはTime T 1, Time T 3は0になる。

#### 【0073】

次にStep 3に進み、下記の式に基づきOpti 1(定義: チャンネル1側の工具選択指令のみを移動させた場合の最適度)を計算する。

$$\begin{aligned} \text{Optil} = & (|\text{TimeAB1}-\text{TimeAB3}| - |\text{TimeAB1}+\text{TimeT1})-\text{TimeAB3}|) \\ & + (|\text{TimeBC1}-\text{TimeBC3}| - |\text{TimeBC1}-\text{TimeT1})-\text{TimeBC3}|) \end{aligned}$$

次に Step 4 に進み、下記の数式に基づき Opti3 (定義：チャンネル 3 側の工具選択指令のみを移動させた場合の最適度) を計算する。

$$\begin{aligned} \text{Opti3} = & (|\text{TimeAB1}-\text{TimeAB3}| - |\text{TimeAB1}-\text{TimeAB3}+\text{TimeT3}|) \\ & + (|\text{TimeBC1}-\text{TimeBC3}| - |\text{TimeBC1}-\text{TimeBC3}-\text{TimeT3}|) \end{aligned}$$

次に Step 5 に進み、下記の数式に基づき Opti13 (定義：チャンネル 1 と 3 の工具選択指令を移動させた場合の最適度) を計算する。

$$\begin{aligned} \text{Opti13} = & (|\text{TimeAB1}-\text{TimeAB3}| - |\text{TimeAB1}+\text{TimeT1})-(\text{TimeAB3}+\text{TimeT3})|) \\ & + (|\text{TimeBC1}-\text{TimeBC3}| - |\text{TimeBC1}-\text{TimeBC3}-\text{TimeT3}|) \end{aligned}$$

#### 【0074】

次に、Step 6 に進み、最適度 Opti1 と最適度 Opti3 の比較を行う。判定が Y、つまり、最適度 Opti1 が最適度 Opti3 よりも大きい場合には、Step 7 に進み、更に、最適度 Opti1 と最適度 Opti13 との比較を行う。ここでも判定が Y、つまり、最適度 Opti1 が最適度 Opti13 よりも大きい場合には、そのまま Step 8 に進み最適度 Opti1 が正か否かの判定を行う。ここでの判定が Y であった場合には、チャンネル 1 の工具選択指令行 T を行 B の直前行に移動する。このように直前行に移動することにより、上述した移動指令の前側に工具選択指令が移動して軸移動指令の意味合いが変化することを、工具選択指令が移動した後にあっても防止している。又 Step 7 において、判定が N、つまり、最適度 Opti13 が最適度 Opti1 よりも大きい場合には、そのまま Step 11 に進む。Step 11 にて最適度 Opti13 の正負の判定を行い、判定が N、つまり、負であった場合には上述と同様の理由により、工具選択指令行の移動は行わず、処理を図 11 のメインフローに復帰させる。又、判定が Y、つまり正であった場合には、Step 12 に進みチャンネル 1 と 3 の工具選択指令行 T を行 B の直前行に移動する。尚、Step 8 において最適度 Opti1 が負となる場合には無駄時間が延びる場合になるので、工具選択指令行の移動は行わず、処理を図 No. 11 のメインフローに復帰させる。

#### 【0075】

次に、Step 6 において判定が N、つまり、最適度 Opti3 が最適度 Opti1 よりも大きい場合を説明する。この場合には、Step 10 に進み最適度 Opti3 を更に最適度 Opti13 と比較し、ここで判定が N、つまり最適度 Opti13 が最大である場合には、Step 7 での判定が N となった時と同様に、Step 11 以降の処理を行う。更に、Step 10 における判定が Y、つまり、最適度 Opti3 が最大である場合には、更に、Step 13 にて最適度 Opti3 の正負の判定を行い、判定が N、つまり、負であった場合には上述と同様の理由により、工具選択指令行の移動は行わず、処理を図 No. 11 のメインフローに復帰させる。又、判定が Y、つまり正であった場合には、Step 14 に進みチャンネル 3 の工具選択指令行 T を行 B の直前行に移動する。

#### 【0076】

##### 4.1. Step F の処理についての説明

次に、図 4 の step F に示される工具選択動作の電子データ化への処理について、説明する。この処理におけるメインのルーチンは、図 14 の通りである。処理が開始すると、まず、Step 1 にて、行番号 B = 0、CH = 1 にするイニシャライズを行う。

#### 【0077】

次に、Step 2 に進み、電子カムデータに変換する工具選択指令行 T (請求項 1 第 2 の Step 相当) とそれを挟む待ち合せ行 A, B を取得する。そのまま、Step 3 に進み、工具選択指令行 T とこれを挟む待ち合せ行 A, B が存在したか否かにつき判定する。判定が Y、つまり、存在した場合には、続いて Step 4 にて行番号 A, B, T を読み込、S

10

20

30

40

50

step 5において、工具選択動作の電子カムデータ化処理を実行し、取得された行B以降の行に対して同様の操作を行うべくStep 2以降を繰り返す。又、Step 3での判定がN、つまり、存在しなかった場合には、Step 6に進み処理対象を次チャンネルに設定すべく、チャンネルCHを更新する。Step 3において、存在しなかったということは、もともと、そのチャンネルに設定されたNCプログラムには、電子カムデータへの変換に値する工具選択指令行Tが存在しなかった、あるいは、存在したが、行B以降の残り行にはなかったということであるため、処理対象を次のチャンネルに設定するのである。

#### 【0078】

更に、Step 7に進んで、 $CH = 4$ になったか否かについて判定する。 $CH = 4$ ではない場合には、Step 8に進み、行A, B、工具選択指令行Tをイニシャライズし、Step 2以降を繰り返す。又、 $CH = 4$ であった場合には、全部のチャンネルのNCプログラムの検索が終了したので、図4のメインフローに処理が復帰する。

10

#### 【0079】

4.2. 電子カムデータに変換する工具選択指令行Tとそれを挟む待ち合せ行A, Bの取得処理についての説明

次に、図15に示される、電子データに変換する工具選択指令行Tとそれを挟む待ち合せ行A, Bを取得する処理を説明する。

#### 【0080】

まず、処理が開始されると、Step 1にて、行番号Bの読み込みが行われる。次に、Step 2にて、行番号B+1以降で最初の工具選択単独指令行Tを取得する。次に、Step 3に進み、工具選択指令行Tの取得を成功したか否かの判定を行う。判定がN、つまり、工具選択指令行Tを取得できなかった場合には、そのまま図14に示されるフローチャートに処理が移行する。又、Step 3にて判定がY、つまり、工具選択指令行Tの取得に成功した場合には、Step 4に進み工具選択指令行Tを挟む前後の待ち合せ行A, Bの取得を行う。Step 5に進むと、待ち合せコードは有効なコードであるか否かの判定を行う。Step 5での判定がN、つまり、待ち合せコードが有効でない場合にはStep 2からの処理を改めて繰り返す。つまり、X1-X3同期など、チャンネル間での連携を持つように待ちあわせコードを設定している場合に、目的の処理を行うことで、その連携関係が損なわれてしまう処理が対象から除外されるようにしているものである。判定がY、つまり、待ち合せコードが有効な場合には、次に、Step 6に進み、待ち合わせをしている他のチャンネルと比較し、待ち合せ間が一番長い時間になっているか否かを判定し、判定がY、つまり、一番長い時間になっている場合には、Step 2からの処理を繰り返すべく処理をStep 2に戻す。一方、判定がN、つまり、一番長い時間になっていない場合には、Step 7に進み、工具選択指令行T、待ち合せ開始行A, 終了行Bの三者を記憶保持する。このように、一番長い時間になっているか否かを判定することによって、その工具選択指令行Tによる工具選択に対して実際に余裕時間として存在する時間が他チャンネル工具選択に比較し、余裕があるかないかを判定している。

20

#### 【0081】

次に、Step 8に進み、現在チャンネル3を処理中であるか否かを判定する。判定がY、つまり、チャンネル3を処理中である時には、更に、Step 9に進み、チャンネル1と待ち合せをしている場合であってチャンネル1側の工具選択が電子カムデータ化されているか否かを判定する。ここでの判定がY、つまり、チャンネル1側の工具選択が電子カムデータ化されている場合には、Step 10に進み、Step 7にて記憶保持した工具選択指令行T、待ち合せ開始行A, 終了行Bの三者の記憶保持をキャンセルし、「存在しない」の側で処理を終了し、図14に示されるメインフローへ処理を復帰させる。つまり、チャンネル1とチャンネル3で同時に工具選択動作をさせることは希であり、又、両者を電子カムデータすることは非常に処理が複雑になり好ましくない。このため、既に、一方が電子カムデータされている場合には、処理の異常の発生を招かないためにも他方の電子カムデータ化は行わないようにしている。一方、Step 9における判定がN、つまり、チャンネル1側の工具選択が電子カムデータ化されていない場合には、上述した不具合

30

40

50

は生じないので Step 7 にて取得した A, B, T を保持し図に示される「存在する」の側で処理を終了し図 14 に示されるメインフローに処理を復帰させる。当然ながら、Step 8 にて判定が N、つまり、チャンネル 3 の処理中ではない場合であれば、少なくともチャンネル 1 側で行 A, B, T が取得されているので、「存在する」の側で処理を終了し図 14 に示されるメインフローに処理を復帰させる。

#### 【0082】

##### 4.3. 工具選択動作の電子カムデータ化処理の説明

次に、図 16 に示される、工具選択動作の電子カムデータ化の処理を説明する。まず、処理が開始されると、Step 1 にて工具選択指令行 T、待ち合せ開始行 A, 終了行 B の読み込みを行う。続いて、Step 2 に進み、他のチャンネルの一一番長い待ち合せ間の時間との差 T を演算する。Step 3 に進んで、待ち合せ行 A, B 間に含まれる工具選択単独指令行とその選択時間を全て読み込まれている NC プログラムファイル及び時間計測モジュールから読み込む。次に、Step 4 に進んで T を選択時間の長さの比で分配する。次に、Step 5 に進み、工具選択動作を分配された時間分ゆっくりと動作するような電子カムデータに変換する。次に、Step 6 に進み、処理が完了した行番号 B を記憶保持し、もとのフローに処理が復帰する。

#### 【0083】

このようにすることで、先に演算した工具選択指令毎に得られる余裕時間を、工具選択時間の比率に応じて工具選択時間として割り当てる。通常 NC コード等によって指定される工具選択では、この時間が与えられたところで、工具選択は素早く移動される結果、時間を余らせるように実行されるが、本実施例では余裕時間を含み、割り当てられた時間全部を利用して工具選択が行われる為、工具選択そのものは NC コードを利用して行われるものと比較してゆっくりと為されることになる。その結果として、刃物台送り軸、あるいは、それを含む各回転部を支持する軸受け（ボールベアリングなど）に対してショック荷重などの入力が防止される。この結果、軸、ボールベアリングなどの寿命を延長させることができとなり、加工部品の精度も上がる。

#### 【0084】

一方、更に、具体的には、上記 Step 5 において、工具の選択動作を、加工終了に伴う退避は早くし、工具の選択位置までへの移動などはゆっくりするように、動作毎で工具選択動作の速度を変更すると更に良い。これは、待避動作のみを従来と同様にしておくことにより、工具が主軸などと干渉する危険を NC コード等によって指令される工具選択動作と同じ程度までに軽減するためである。

以上の実施例の中では、数値制御工作機械における数値制御部に記憶されるプログラムファイルを一旦編集して、その後、NC 部用 RAM に記憶させるようにしたが、NC 部用 RAM から CPU が NC プログラムを読み出す段階において、読み出しと同時に上述した処理を実行してもよい。この場合は、NC プログラムを適宜先読みして解釈を行い上述の処理を行った上で数値制御工作機械を動作させると良い。

#### 【0085】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、ワークあるいは工具をエキスパートの NC プログラム作成者が作ったものと同等若しくは、それ以上のものが容易に得られ、ワーク、工具などを最適に動作させることが出来る。又、更に、具体的には、実用的な効果として、ワークの加工時間の短縮、加工部品の単価の低減、加工部品の精度向上、若しくは、機械寿命の延長など優れた効果が得られるものである。

#### 【0086】

##### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態に係る数値制御工作機械の構成を示すブロック図である。

【図 2】本発明の実施形態に係る数値制御工作機械のチャンネル構成を示す図である。

【図 3】制御ユニット部の RAM に含まれる電子カムデータテーブルの構成を説明する為の図である。

10

20

30

40

50

【図4】本発明が含まれる制御プログラムのメインのフローチャートである。

【図5】(A)は、図4における同期加工の電子データ化の処理のメインとなるフローチャートである。(B)は、本発明の実施形態に係る工作機械における、被加工物の加工動作の一例を説明する為の図である。(C)は、(B)におけるA部の拡大図である。

【図6】図5における、同期加工の電子カムデータに変換する箇所を検索する処理を説明するフローチャートである。

【図7】図5における行A、B間を電子カムデータ化する処理を説明するフローチャートである。

【図8】図4における同期加工による電子カムデータに変換する箇所以外の電子カムデータ化処理を説明するメインのフローチャートである。10

【図9】図8における、同期加工以外の電子カムデータに変換する箇所を検索する処理を説明するフローチャートである。

【図10】図8における、同期加工以外の箇所の電子カムデータ化の処理を説明するフローチャートである。

【図11】(A)は、図4における、工具選択指令位置の最適化処理を説明するメインのフローチャートである。(B)は、この処理を適用して意味のある具体例を示す図である。(C)は、(B)の例の結果を示す表である。

【図12】図11における、チャンネル1，3に対して処理対象の待ち合せ行番号A，B，Cと工具選択指令行Tを取得する処理を説明するフローチャートである。

【図13】図11における、工具選択指令位置を最適化する処理を説明するフローチャートである。20

【図14】図4における、工具選択動作の電子カムデータ化の処理を説明するフローチャートである。

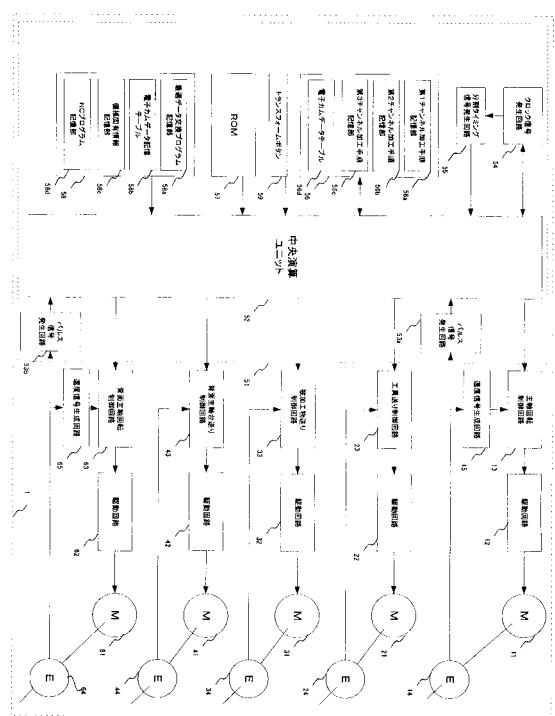
【図15】図14における、電子カムデータに変換する工具選択指令行Tとそれを挟む待ち合せ処理行A，Bを取得する処理を説明するフローチャートである。

【図16】図14における、工具選択動作の電子カムデータ化の処理を説明するフローチャートである。

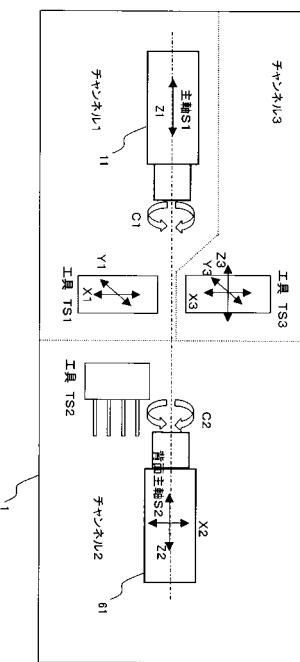
【符号の説明】

1...数値制御工作機械、51...制御ユニット部、52...中央演算ユニット、56...NC部用RAM、56a...第1のチャンネル加工手順記憶部、56b...第2のチャンネル加工手順記憶部、56c...第3のチャンネル加工手順記憶部、56d...電子カムデータテーブル、57...ROM、58...PC部用RAM 58a...最適データ変換プログラム記憶部 58b...電子カムデータテーブル 58c...機械固有情報記憶部 58d...NCプログラム記憶部 59...トランスフォーマボタン。30

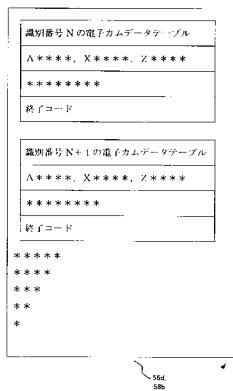
【図1】



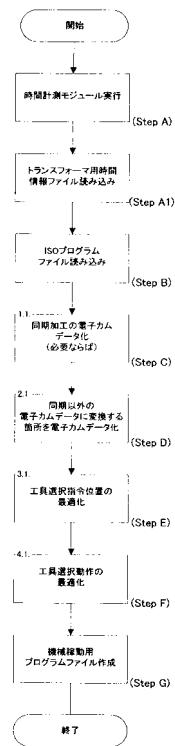
【図2】



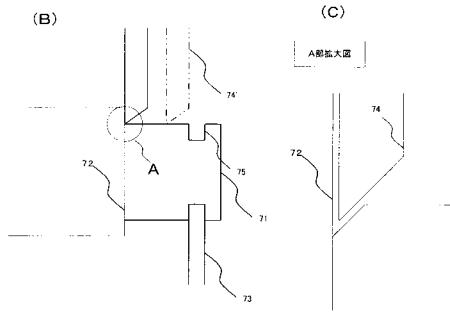
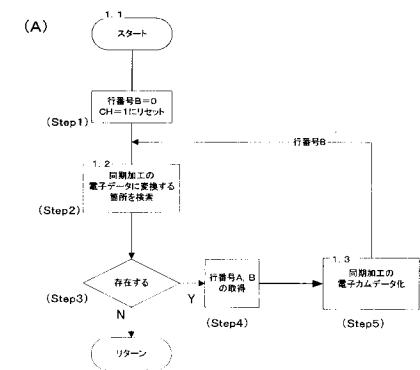
【図3】



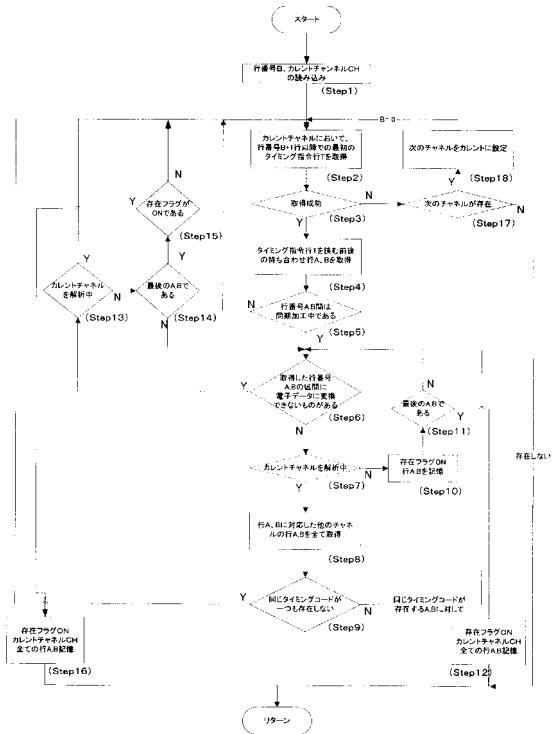
【図4】



【図5】



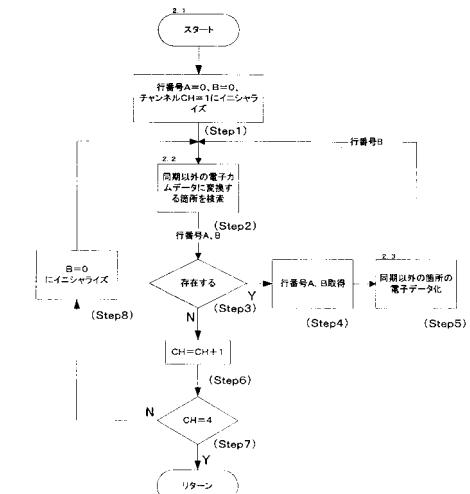
【図6】



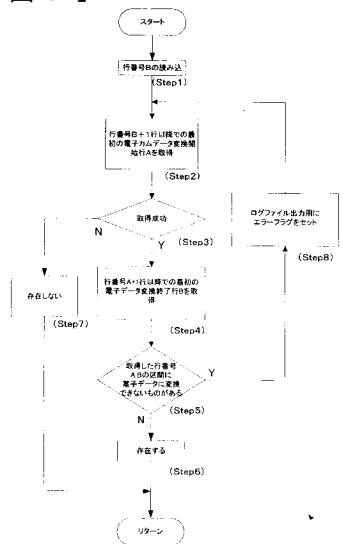
【図7】



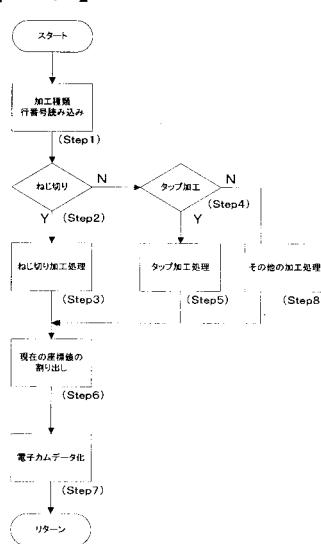
【図8】



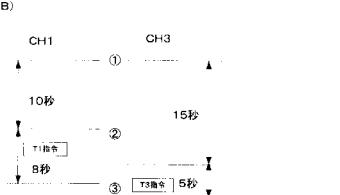
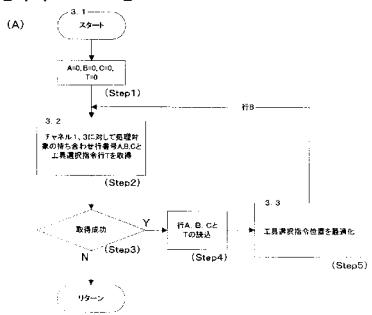
【図9】



【 図 1 0 】

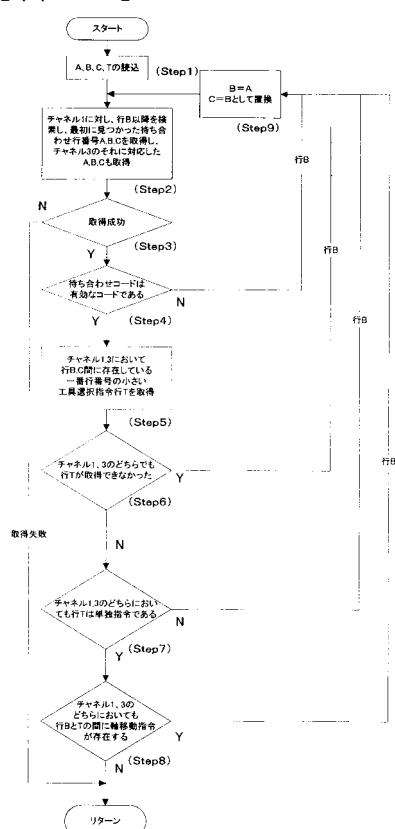


【 図 1 1 】

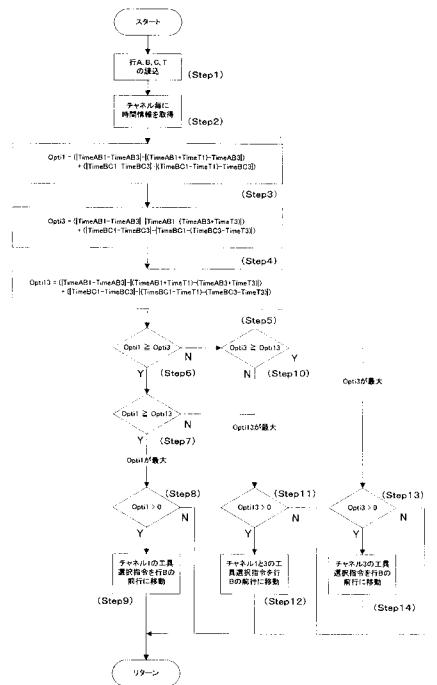


休憩コース	T1移動			T2移動			T3移動	
	CH1	CH3	CH1	CH3	CH1	CH3	CH1	CH3
左エスカレーターの時間	10	13	12	15	10	16	12	15
右エスカレーターの時間	16-10=6	15-12=3		16-10=6	16-12=4			
昇降時間	8	5	6	5	8	4	6	4
休憩時間	8-5=3		6-5=1		8-4=4		6-4=2	
上りエスカレーター時間	23		21		24		22	
下りエスカレーター時間	8		4		10		6	
昇降時間	21-10=11		4-6=-2		24-11=13		6-6=0	

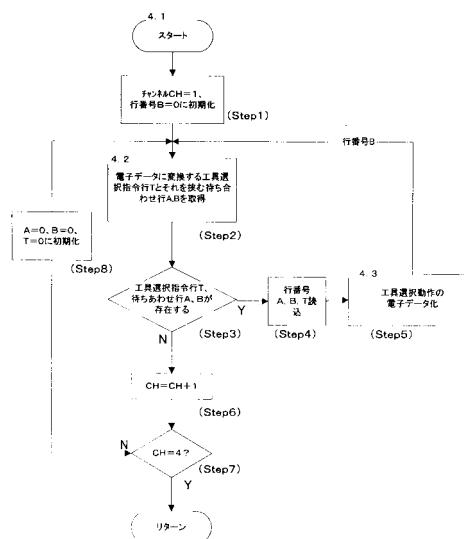
【 図 1 2 】



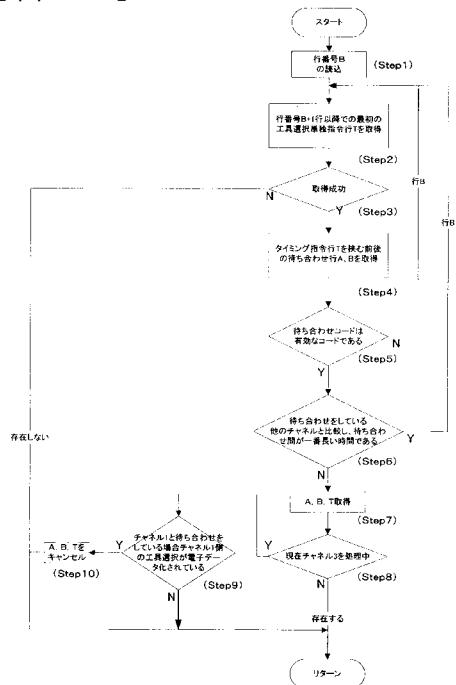
【 図 1 3 】



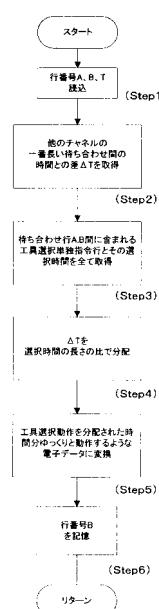
【 図 1 4 】



【図15】



【 図 1 6 】



---

フロントページの続き

審査官 所村 美和

(56)参考文献 特開平07-241749(JP,A)  
特開平06-067715(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05B 19/18

G05B 19/4093

B23Q 15/00