

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6281315号
(P6281315)

(45) 発行日 平成30年2月21日(2018.2.21)

(24) 登録日 平成30年2月2日(2018.2.2)

(51) Int.Cl.

F I

G O 5 B 19/4093 (2006.01)

G O 5 B 19/4093 H

G O 5 B 19/4103 (2006.01)

G O 5 B 19/4103 Z

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2014-34770 (P2014-34770)
 (22) 出願日 平成26年2月26日(2014.2.26)
 (65) 公開番号 特開2015-161953 (P2015-161953A)
 (43) 公開日 平成27年9月7日(2015.9.7)
 審査請求日 平成29年2月21日(2017.2.21)

(73) 特許権者 000005267
 ブラザー工業株式会社
 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号
 (74) 代理人 100104178
 弁理士 山本 尚
 (74) 代理人 100174344
 弁理士 安井 雅俊
 (72) 発明者 大高 崇
 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号
 ブラザー工業株式会社内

審査官 白井 卓巳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 数値制御装置と移動経路修正方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のセグメントで構成する工作機械のワークに対する工具の移動経路を修正する数値制御装置において、

前記移動経路を前記工作機械に指令するNCプログラムに基づき、前記複数のセグメントのうち一つの注目セグメントの距離を算出する算出手段と、

前記算出手段が算出した注目セグメントの距離が基準距離以下か否かを判断する判断手段と、

前記算出手段が算出した距離が基準距離以下と前記判断手段が判断した場合、前記注目セグメントの前のセグメントの始点と、前記注目セグメントの次のセグメントの終点との間を接続し直す再接続手段とを備え、

前記算出手段は、

前記NCプログラムに基づき、前記セグメントに沿う前記工具の移動が、前記ワークを回転する回転軸のみの移動か、又は前記工具を前記ワークに対して直線的に移動する直線軸のみの移動かを判断する移動軸判断手段と、

前記移動軸判断手段が移動は回転軸のみの移動と判断した場合、該回転軸の回転中心から前記工具の先端までの距離である半径と、前記NCプログラムから特定する該回転軸の移動角度に基づき、前記セグメントの距離を算出する第一算出手段と、

前記移動軸判断手段が移動は直線軸のみの移動と判断した場合、該直線軸の移動距離に基づき、前記セグメントの距離を算出する第二算出手段と

10

20

を備えたことを特徴とする数値制御装置。

【請求項 2】

前記複数のセグメントのうち連続する 3 つのセグメントを、移動開始側の開始セグメント、移動終了側の終了セグメント、前記開始セグメントと前記終了セグメントを接続する中間セグメントとして選択する選択手段を備え、

前記算出手段は、

前記選択手段が選択した前記 3 つのセグメントのうち前記注目セグメントとして前記中間セグメントの距離を算出し、

前記再接続手段は、開始セグメントの始点と終了セグメントの終点との間を、二本のセグメントを用いて中間セグメントの midpoint で接続し直すことを特徴とする請求項 1 に記載の数値制御装置。

10

【請求項 3】

前記判断手段が中間セグメントの距離が基準距離よりも長いと判断した場合、開始セグメントを確定する確定手段を備え、

前記選択手段は、

前記確定手段が開始セグメントを確定した場合、前記確定手段が確定した開始セグメントの次のセグメントから前記 3 つのセグメントを新たに選択し、

前記再接続手段が開始セグメントの始点と終了セグメントの終点との間を二本のセグメントを用いて接続し直した場合、該二本のセグメントのうち前記移動経路において後ろ側のセグメントを新たな中間セグメントとして、3 つのセグメントを選択し直すことを特徴とする請求項 2 に記載の数値制御装置。

20

【請求項 4】

複数のセグメントで構成する工作機械のワークに対する工具の移動経路を修正する数値制御装置が行う移動経路修正方法において、

前記移動経路を前工作機械に指令する NC プログラムに基づき、前記複数のセグメントのうち一つの注目セグメントの距離を算出する算出工程と、

前記算出工程で算出した前記注目セグメントの距離が基準距離以下か否か判断する判断工程と、

前記算出工程で算出した距離が基準距離以下と前記判断工程で判断した場合、注目セグメントの前のセグメントの始点と、注目セグメントの次のセグメントの終点との間を接続し直す再接続工程とを備え、

30

前記算出工程は、

前記 NC プログラムに基づき、前記セグメントに沿う前記工具の移動が、前記ワークを回転する回転軸のみの移動か、又は前記工具を前記ワークに対して直線的に移動する直線軸のみの移動かを判断する移動軸判断工程と、

前記移動軸判断工程で移動は回転軸のみの移動と判断した場合、回転軸の回転中心から前記工具の先端までの距離である半径と、前記 NC プログラムから特定する回転軸の移動角度に基づき、前記セグメントの距離を算出する第一算出工程と、

前記移動軸判断工程で移動は直線軸のみの移動と判断した場合、直線軸の移動距離に基づき、前記セグメントの距離を算出する第二算出工程と

40

を備えたことを特徴とする移動経路修正方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、数値制御装置と移動経路修正方法に関する。

【背景技術】

【0002】

数値制御装置は、曲線を描く NC プログラムを生成する場合、CAM (computer aided manufacturing) を用いる。CAM は、曲線を複数のセグメントに分割する。CAM は、演算誤差等により、前後のセグメントと比較的大きな角度

50

をなす微小のセグメントを生成することがある。数値制御装置は、短い周期で指令速度に対応する分の移動量をサーボアンプに送出してモータを駆動する。微小ブロックが指令速度分の移動量に満たない場合、工具は急激に減速し、工具跡が加工面に残る場合がある。

【0003】

特許文献1が開示する数値制御装置は、移動経路中の連続する三つのセグメントS1、S2、S3のうち、セグメントS2の長さが第1設定値以下の場合、セグメントS1の始点とセグメントS2の中点をセグメントS1Rで接続し、セグメントS2の中点とセグメントS3の終点をセグメントS2Rで接続する。セグメントS2の長さが第1設定値より長い場合、又はセグメントS1Rの長さが第2設定値より長い場合、セグメントS1Rを確定する。移動経路は微小セグメントを含まない。故に数値制御装置は良好な加工面を得ることができる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2012-78891号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

数値制御装置は、円柱状のワークを加工する場合がある。該場合、数値制御装置はNCプログラムで回転軸の移動を指令する。特許文献1が開示する数値制御装置は回転軸の移動指令から加工面上の移動距離を算出できない。移動経路中に微小セグメントが残ってしまうので、数値制御装置は良好な加工面を得ることができない。

20

【0006】

本発明は、回転軸のみの移動を含んだ移動経路でも良好な加工面を得ることができる数値制御装置と移動経路修正方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の請求項1に係る数値制御装置は、複数のセグメントで構成する工作機械のワークに対する工具の移動経路を修正する数値制御装置において、前記移動経路を前記工作機械に指令するNCプログラムに基づき、前記複数のセグメントのうち一つの注目セグメントの距離を算出する算出手段と、前記算出手段が算出した注目セグメントの距離が基準距離以下か否か判断する判断手段と、前記算出手段が算出した距離が基準距離以下と前記判断手段が判断した場合、前記注目セグメントの前のセグメントの始点と、前記注目セグメントの次のセグメントの終点との間を接続し直す再接続手段とを備え、前記算出手段は、前記NCプログラムに基づき、前記セグメントに沿う前記工具の移動が、前記ワークを回転する回転軸のみの移動か、又は前記工具を前記ワークに対して直線的に移動する直線軸のみの移動かを判断する移動軸判断手段と、前記移動軸判断手段が移動は回転軸のみの移動と判断した場合、該回転軸の回転中心から前記工具の先端までの距離である半径と、前記NCプログラムから特定する該回転軸の移動角度に基づき、前記セグメントの距離を算出する第一算出手段と、前記移動軸判断手段が移動は直線軸のみの移動と判断した場合、該直線軸の移動距離に基づき、前記セグメントの距離を算出する第二算出手段とを備えたことを特徴とする。例えば円柱又は円筒形状のワーク表面を加工する時、セグメントの移動は直線軸のみで移動する他に、回転軸のみで移動する場合がある。数値制御装置は移動軸を判定し、直線軸か回転軸かでセグメント距離の算出方法を使い分けることができる。故に数値制御装置は回転軸のみの移動であってもセグメントの距離を算出できる。セグメントの距離が基準距離以下であれば、数値制御装置は注目セグメントの前のセグメントの始点と、注目セグメントの次のセグメントの終点との間を接続し直すので、移動経路中の微小セグメントを削除できる。故に数値制御装置は回転軸のみの移動を含んだ移動経路でも微小セグメントを削除できるので、修正後の移動経路でワークを加工した場合に良好な加工面を得ることができる。

30

40

50

【 0 0 0 8 】

請求項 2 に係る数値制御装置は、請求項 1 に記載の発明の構成に加え、前記複数のセグメントのうち連続する 3 つのセグメントを、移動開始側の開始セグメント、移動終了側の終了セグメント、前記開始セグメントと前記終了セグメントを接続する中間セグメントとして選択する選択手段を備え、前記算出手段は、前記選択手段が選択した前記 3 つのセグメントのうち前記注目セグメントとして前記中間セグメントの距離を算出し、前記再接続手段は、開始セグメントの始点と終了セグメントの終点との間を、二本のセグメントを用いて中間セグメントの midpoint で接続し直すことを特徴とする。数値制御装置は 3 つのセグメントを選択し、注目セグメントとして中間セグメントの距離を算出する。距離が基準距離以下の場合、数値制御装置は開始セグメントの始点と終了セグメントの終点を、2 本のセグメントを用いて中間セグメントの midpoint で接続する。故に数値制御装置は移動経路に微小セグメントを残さない上に、開始セグメントの始点と終了セグメントの終点とを滑らかに接続できる。

10

【 0 0 0 9 】

請求項 3 に係る数値制御装置は、請求項 2 に記載の発明の構成に加え、前記判断手段が中間セグメントの距離が基準距離よりも長いと判断した場合、開始セグメントを確定する確定手段を備え、前記選択手段は、前記確定手段が開始セグメントを確定した場合、前記確定手段が確定した開始セグメントの次のセグメントから前記 3 つのセグメントを新たに選択し、前記再接続手段が開始セグメントの始点と終了セグメントの終点との間を二本のセグメントを用いて接続し直した場合、該二本のセグメントのうち前記移動経路において後ろ側のセグメントを新たな中間セグメントとして、3 つのセグメントを選択し直すことを特徴とする。選択手段は複数のセグメントについて 3 つのセグメントを順次選択するので、セグメントを順次削除できる。故に移動経路中に微小セグメントは残らない。

20

【 0 0 1 0 】

本発明の請求項 4 に係る移動経路修正方法は、複数のセグメントで構成する工作機械のワークに対する工具の移動経路を修正する数値制御装置が行う移動経路修正方法において、前記移動経路を前工作機械に指令する NC プログラムに基づき、前記複数のセグメントのうち一つの注目セグメントの距離を算出する算出工程と、前記算出工程で算出した前記注目セグメントの距離が基準距離以下か否か判断する判断工程と、前記算出工程で算出した距離が基準距離以下と前記判断工程で判断した場合、注目セグメントの前のセグメントの始点と、注目セグメントの次のセグメントの終点との間を接続し直す再接続工程とを備え、前記算出工程は、前記 NC プログラムに基づき、前記セグメントに沿う前記工具の移動が、前記ワークを回転する回転軸のみの移動か、又は前記工具を前記ワークに対して直線的に移動する直線軸のみの移動かを判断する移動軸判断工程と、前記移動軸判断工程で移動は回転軸のみの移動と判断した場合、回転軸の回転中心から前記工具の先端までの距離である半径と、前記 NC プログラムから特定する回転軸の移動角度に基づき、前記セグメントの距離を算出する第一算出工程と、前記移動軸判断工程で移動は直線軸のみの移動と判断した場合、直線軸の移動距離に基づき、前記セグメントの距離を算出する第二算出工程とを備えたことを特徴とする。数値制御装置は上記移動経路修正方法を行うことにより、請求項 1 と同様の効果を得ることができる。

30

40

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】工作機械 1 の斜視図。

【図 2】工作機械 1 と数値制御装置 20 の電氣的構成を示すブロック図。

【図 3】セグメントバッファ 231 の概念図。

【図 4】NC プログラム 10 の一部を示す図。

【図 5】ワーク 5 における修正前の移動経路 30 を示す図。

【図 6】ワーク 5 における修正後の移動経路 31 を示す図。

【図 7】移動経路修正処理の流れ図。

【図 8】図 7 の続きを示す流れ図。

50

【図 9】セグメント長計算処理の流れ図。

【図 10】セグメントバッファ 231 内のセグメント S_i の修正状態を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明の一実施形態を図面を参照して説明する。以下説明は、図中に矢印で示す上下、左右、前後を使用する。工作機械 1 の左右方向、前後方向、上下方向は、夫々 X 軸方向、Y 軸方向、Z 軸方向である。図 2 に示す数値制御装置 20 は工作機械 1 を制御する。工作機械 1 は主軸（図示略）に装着した工具 4 を高速回転してワーク 5 に切削加工を施す機械である。

【0013】

図 1 を参照し、工作機械 1 の構造を説明する。工作機械 1 は基台 2、コラム 3、主軸ヘッド 7、主軸（図示略）、作業台 15、治具装置 16、工具交換装置 56、操作パネル（図示略）等を備える。基台 2 は工作機械 1 の土台である。コラム 3 は基台 2 の上部後方に立設する。コラム 3 は角柱状である。主軸ヘッド 7 はコラム 3 前面に昇降可能に設ける。主軸ヘッド 7 は Z 軸モータ 51 の駆動で Z 軸方向に駆動する。Z 軸モータ 51 はコラム 3 上部に設ける。主軸は主軸ヘッド 7 下部に設ける。主軸は工具 4 を装着する装着穴（図示略）を有し主軸モータ 52 の駆動により回転する。主軸モータ 52 は主軸ヘッド 7 上部に設ける。作業台 15 は主軸ヘッド 7 下方に設ける。作業台 15 は移動機構（図示略）にて X 軸方向と Y 軸方向の二軸方向に移動可能である。移動機構の構造は限定しないが、例えば、スライドレールとボールネジを用いた一般的なボールネジ機構を用いることができる。X 軸モータ 53 と Y 軸モータ 54（図 2 参照）は移動機構を駆動し、作業台 15 を X 軸方向と Y 軸方向に移動する。

【0014】

治具装置 16 は作業台 15 上面に設ける。治具装置 16 は固定台 17、右側支持部 18、左側支持部 19、チルトモータ 55 を備える。固定台 17 は作業台 15 上面に固定する。右側支持部 18 と左側支持部 19 は固定台 17 上面に X 軸方向に互いに離間して夫々立設する。右側支持部 18 と左側支持部 19 はワーク 5 を両側から回転可能に支持する。チルトモータ 55 は右側支持部 18 に設け、右側支持部 18 の保持部（図示略）を回転駆動する。保持部はワーク 5 を保持する。チルトモータ 55 の回転軸は X 軸方向に対して平行である。

【0015】

操作パネル（図示略）は工作機械 1 を取り囲むカバー（図示略）壁面に設ける。操作パネルは表示部 11 と入力部 12（図 2 参照）等を備える。表示部 11 は例えば操作画面、設定画面、NC プログラム等の各種画面を表示する表示機器である。入力部 12 は例えば各種入力、指示、設定等を行う操作機器である。工具交換装置 56 は工具マガジン 57 を備える。工具マガジン 57 は複数の工具を保持し、工具交換指令が指示する工具を工具交換位置に割り出す。工具交換指令は NC プログラムで指令する。工具交換位置は工具マガジン 57 の最下部の位置である。工具交換装置 56 は主軸に装着する工具 4 と工具交換位置にある工具とを入れ替え交換する。

【0016】

図 2 を参照し、数値制御装置 20 と工作機械 1 の電氣的構成を説明する。数値制御装置 20 は、CPU 21、ROM 22、RAM 23、不揮発性記憶装置 24、入出力部 35、駆動回路 51A ~ 56A 等を備える。CPU 21 は数値制御装置 20 を統括制御する。ROM 22 は、メインプログラム、移動経路修正プログラム、セグメント長計算プログラム等を記憶する。メインプログラムは数値制御装置 20 の動作を制御するものである。移動経路修正プログラムは後述する移動経路修正処理（図 7、図 8 参照）を実行するものである。セグメント長計算プログラムは後述するセグメント長計算処理（図 9 参照）を実行するものである。

【0017】

RAM 23 は各種処理実行中のデータを一時的に記憶する記憶領域に加え、セグメント

10

20

30

40

50

バッファ 231 等を備える。セグメントバッファ 231 は、NC プログラムから生成したセグメントデータを記憶する。セグメントデータは、工具 4 の移動経路を構成する各セグメントの制御データである。セグメントデータの詳細は後述する。不揮発性記憶装置 24 は NC プログラム、各種パラメータ等を記憶する。NC プログラムは各種制御指令を含む複数のブロックで構成し、工作機械 1 の軸移動、工具交換等を含む各種動作をブロック単位で制御するものである。CPU 21 は作業者が入力部 12 で入力した NC プログラムを不揮発性記憶装置 24 に記憶する。各種パラメータは、少なくとも、ワーク 5 の半径 r 、後述する第 1 設定値と第 2 設定値等を含む。

【0018】

尚、移動経路修正プログラム、セグメント長計算プログラム等の各種プログラムは、ROM 22、又は不揮発性記憶装置 24 に記憶してもよい。また、メモリカード等に各種プログラムを記憶しておき、数値制御装置 20 に接続するカードスロット（図示略）からメモリカードに記憶する各種プログラムを読み出してもよい。また、NC プログラムと各種パラメータについても、ROM 22、不揮発性記憶装置 24、又はメモリカード等に記憶してもよい。

【0019】

駆動回路 51A は Z 軸モータ 51 とエンコーダ 51B に接続する。駆動回路 52A は主軸モータ 52 とエンコーダ 52B に接続する。駆動回路 53A は X 軸モータ 53 とエンコーダ 53B に接続する。駆動回路 54A は Y 軸モータ 54 とエンコーダ 54B に接続する。駆動回路 55A はチルトモータ 55 とエンコーダ 55B に接続する。駆動回路 56A は工具交換装置 56 を駆動するモータとエンコーダ 56B に接続する。駆動回路 51A ~ 56A は CPU 21 から指令を受け、対応する各モータ 51 ~ 55、工具交換装置 56 を駆動するモータに駆動電流を夫々出力する。駆動回路 51A ~ 56A はエンコーダ 51B ~ 56B からフィードバック信号を受け、位置と速度のフィードバック制御を行う。フィードバック信号はパルス信号である。入出力部 35 は入力部 12 と表示部 11 に夫々接続する。

【0020】

図 3 ~ 図 5 を参照し、工具 4 の移動経路とセグメントデータの間係を説明する。図 4 に例示する NC プログラム 10 は、図 5 に示す円柱状のワーク 5 を加工する際の工具 4 の移動経路 30 を指令する。図 4 に示す如く、N1、N2、N3・・・はブロック番号である。G1 は切削指令である。X は直線軸である X 軸の移動指令である。A は回転軸の移動指令であり、数値単位は「°」である。N1 ブロックの「N1 G1 X20.000」は「工具を現在位置から X 軸方向に 20.000 mm 移動せよ。」の制御指令である。N2 ブロックの「N2 G1 A4.000」は「工具を現在位置から 4.000° 移動せよ。」の制御指令である。N3 ブロックの「N3 G1 X20.000」は「工具を現在位置から X 軸方向に 20.000 mm 移動せよ。」の制御指令である。

【0021】

図 5 に示す如く、修正前の移動経路 30 は、点 P1 - 点 P2 間のセグメント S1、点 P2 - 点 P3 間のセグメント S2、点 P3 - 点 P4 間のセグメント S3 で構成し、略「Z」字型の形状である。セグメント S1 は NC プログラムの N1 ブロックに対応する。セグメント S2 は NC プログラムの N2 ブロックに対応する。セグメント S3 は NC プログラムの N3 ブロックに対応する。本実施例は、セグメント S2 は、セグメント長が後述する第 1 設定値以下の微小セグメントであることを想定する。

【0022】

作業者が入力部 12 で所定の操作を行うと、CPU 21 は、NC プログラムを 1 ブロックずつ読み込んで、セグメントデータを生成する。セグメントデータは、各セグメント S_i の軸移動量 X 、 Y 、 Z 、セグメント長、指令速度等を含む。該データは数値制御装置 20 の内部処理形式に対応する。添え字 i は経路開始からのセグメント番号を示す。 X は X 軸の移動量、 Y は Y 軸の移動量、 Z は Z 軸の移動量、は治具装置 16 の回転軸の移動量（移動角度）である。CPU 21 は、各セグメント S_i のセグメン

10

20

30

40

50

トデータに基づき、ワーク 5 に対する工具 4 の速度パターンを作成する。CPU 2 1 は、作成した速度パターンから各軸毎の補間指令（単位時間あたりの移動量）を算出する。CPU 2 1 は、算出した各軸の補間指令を、工作機械 1 の Z 軸モータ 5 1、X 軸モータ 5 3、Y 軸モータ 5 4、チルトモータ 5 5 の夫々の駆動回路 5 1 A、5 3 A、5 4 A、5 5 A に夫々出力する。

【0023】

CPU 2 1 は、NC プログラムが指令する移動経路を修正する為に、生成したセグメントデータを、RAM 2 3 のセグメントバッファ 2 3 1 に指令順に記憶する。セグメントバッファ 2 3 1 において、ポインタ A は、NC プログラムから読み取った新しいセグメント S i の位置を示す。ポインタ B は、経路が確定していない最初のセグメント S i の位置を示す。CPU 2 1 は、セグメントバッファ 2 3 1 に、3 セグメント分のセグメントデータを蓄積するまで、ポインタ A をインクリメントし、且つポインタ A に次のセグメントデータを順次記憶する。図 3 に例示するセグメントバッファ 2 3 1 は、セグメント S 1、S 2、S 3 の指令順にセグメントデータを記憶する。本実施形態は、セグメントバッファ 2 3 1 に記憶する 3 つのセグメント S i について、移動開始側から順に、第 1 セグメント、第 2 セグメント、第 3 セグメントと呼ぶ。CPU 2 1 は、後述する移動経路修正処理（図 7、8 参照）により、セグメントバッファ 2 3 1 に記憶するセグメント S i のセグメントデータについて、移動経路 3 0 に微小セグメントが残らないように、順次修正する。

【0024】

図 4 ~ 図 1 1 を参照し、CPU 2 1 が実行する移動経路修正処理を説明する。本実施形態は、図 5 に示す移動経路 3 0 を図 6 に示す移動経路 3 1 に修正する場合を一例として説明する。作業者は入力部 1 2 を用いて、図 4 に示す NC プログラム 1 0 を選択する。CPU 2 1 は ROM 2 2 から移動経路修正プログラムを読み出して本処理を実行する。以下、説明の便宜上、セグメントバッファ 2 3 1 に記憶するセグメント S i のセグメントデータを、単にセグメント S i と呼ぶことがある。

【0025】

図 7 に示す如く、先ず、CPU 2 1 は、NC プログラムを 1 ブロックずつ読み込み、次のセグメント S i が有るか否か判断する（S 1）。CPU 2 1 は、N 1 ブロックからセグメント S 1 があると判断し（S 1：YES）、ポインタ A の位置にセグメント S 1 をセットする（S 3）。CPU 2 1 はセグメント S 1 のセグメント長を計算する（S 3）。CPU 2 1 はセグメント長を計算する時、ROM 2 2 からセグメント長計算プログラムを読み出し、セグメント長計算処理（図 9 参照）を実行する。

【0026】

図 9 を参照し、セグメント長計算処理を説明する。CPU 2 1 は、セグメント S 1 は直線軸のみの移動か否か判断する（S 3 1）。CPU 2 1 は、NC プログラムの N 1 ブロックを参照する。N 1 ブロックは X 軸のみの移動を指示する制御指令であるので（S 3 1：YES）、CPU 2 1 はセグメント長を、 $(X_i^2 + Y_i^2 + Z_i^2)$ の計算式で計算する（S 3 3）。N 1 ブロックは現在位置から X 軸方向に 20.000 mm の移動であるから、 $X = 20.000$ 、 $Y = 0.000$ 、 $Z = 0.000$ となる。故にセグメント長は、 $(20^2 + 0 + 0) = 20.000 \text{ mm}$ となる。CPU 2 1 はセグメント長計算処理を終了し、図 7 の処理に戻る。

【0027】

CPU 2 1 は、S 3 で求めたセグメント S 1 のセグメント長を、セグメントバッファ 2 3 1 に登録する（S 4）。CPU 2 1 はポインタ B から 3 セグメント生成したか否か判断する（S 5）。現時点でポインタ B から 1 セグメントしか生成していないので（S 5：NO）、CPU 2 1 はポインタ A をインクリメントし（S 2 6）、S 1 に戻る。

【0028】

次に、CPU 2 1 は NC プログラムの N 2 ブロックを読み込む。N 2 ブロックに次のセグメント S 2 があるので（S 1：YES）、CPU 2 1 はポインタ A の位置にセグメント S 2 をセットする（S 2）。CPU 2 1 はセグメント S 2 のセグメント長を計算する（S

10

20

30

40

50

3)。CPU 21はROM 22からセグメント長計算プログラムを読み出し、セグメント長計算処理(図9参照)を実行する。

【0029】

図9に示す如く、CPU 21は、セグメントS2は直線軸のみの移動か否か判断する(S31)。CPU 21は、NCプログラムのN2ブロックを参照する。N2ブロックは、直線軸のみの移動を指示する制御指令では無いので(S31:NO)、CPU 21は回転軸のみの移動か否か判断する(S32)。N2ブロックの制御指令は回転軸のみの移動を指示する制御指令であるので(S32:YES)、CPU 21はセグメント長を、 $2 \times r \times \pi / 360$ の計算式で計算する(S34)。rは、治具装置16の回転軸の回転中心から工具4先端までの距離である。rは不揮発性記憶装置24にパラメータとして予め記憶する。尚、本実施形態において、治具装置16は、治具装置16の回転中心とワーク5の軸中心とが一致するように、ワーク5を保持する(図1参照)。故にrはワーク5の半径と一致するので、ワーク5の半径を不揮発性記憶装置24に予め記憶してもよい。本実施例では $r = 10$ とする。は、N2ブロックの制御指令($A = 4.000$)から 4° である。故にセグメント長は、 $2 \times 10 \times 4 / 360 = 0.698 \text{ mm}$ となる。CPU 21はセグメント長計算処理を終了し、図7の処理に戻る。

10

【0030】

CPU 21は、S3で求めたセグメントS2のセグメント長を、セグメントバッファ231に登録する(S4)。現時点でポイントBから2セグメントしか生成していないので(S5:NO)、CPU 21はポイントAをインクリメントし(S26)、S1に戻る。

20

【0031】

次に、CPU 21は、NCプログラムのN3ブロックを読み込む。N3ブロックに次のセグメントS3があるので(S1:YES)、CPU 21は、ポイントAの位置にセグメントS3をセットする(S2)。CPU 21はセグメントS3のセグメント長を計算する(S3)。CPU 21はROM 22からセグメント長計算プログラムを読み出し、セグメント長計算処理(図9参照)を実行する。

【0032】

図9に示す如く、CPU 21は、セグメントS3は直線軸のみの移動か否か判断する(S31)。CPU 21は、NCプログラムのN3ブロックを参照する。N3ブロックはX軸のみの移動を指示する制御指令であるので(S31:YES)、CPU 21はセグメント長を、 $(X_i^2 + Y_i^2 + Z_i^2)$ の計算式で計算する(S33)。N3ブロックは現在位置からX軸方向に 20.000 mm の移動であるから、 $X = 20.000$ 、 $Y = 0.000$ 、 $Z = 0.000$ となる。故にセグメント長は、 $(20^2 + 0 + 0) = 20.000 \text{ mm}$ となる。CPU 21はセグメント長計算処理を終了し、図7の処理に戻る。

30

【0033】

CPU 21は、S3で求めたセグメントS3のセグメント長を、セグメントバッファ231に登録する(S4)。図10の第1段階に示す如く、ポイントBの位置にセグメントS1、ポイントAの位置にセグメントS3が配置する。ポイントBから3セグメント生成したので(S5:YES)、CPU 21は、第2セグメントは直線軸と回転軸の両方の移動を含むか否か判断する(S6)。現時点の第2セグメントはセグメントS2である。NCプログラム10のN2ブロックの制御指令に基づき、セグメントS2は回転軸のみの移動であるので(S6:NO)、CPU 21は、第2セグメント長は第1設定値以下か否か判断する(S7)。第1設定値は不揮発性記憶装置24(図2参照)に予め記憶する。本実施例の第1設定値は 1 mm である。上記の通り、セグメントS2のセグメント長は 0.698 mm で第1設定値以下であるので(S7:YES)、CPU 21は、第1セグメントと第2セグメントを夫々修正し、第3セグメントを削除する(S8)。

40

【0034】

S8の処理におけるセグメントの具体的な修正方法を説明する。図6に示す如く、CPU 21は、セグメントS3を削除し、セグメントS1の始点P1と、セグメントS3の終

50

点 P 4 とを、セグメント S 2 の中点 T 1 で接続するように、セグメント S 1 と S 2 を修正する。修正後のセグメント S 1 はセグメント S 1 R で示す。修正後のセグメント S 2 はセグメント S 2 R で示す。セグメント S 1 R の始点は点 P 1、終点は中点 T 1 となる。セグメント S 2 R の始点は中点 T 1、終点は点 P 4 となる。修正前のセグメント S 2 の点 P 2 から点 P 3 までの θ は 4° であるから、点 P 2 から中点 T 1 までの θ は 2° である。従って、セグメント S 1 R の始点 P 1 は、 $X = 0.000$ 、 $A = 0.000$ となり、終点 T 1 は $X = 20.000$ 、 $A = 2.000$ となる。セグメント S 2 R の始点 T 1 は $X = 20.000$ 、 $A = 2.000$ となり、終点 P 4 は $X = 40.000$ 、 $A = 4.000$ となる。セグメント S 1 R と S 2 R の夫々の移動経路は、直線軸と回転軸の両方を含む移動となる。図 10 の第 2 段階に示す如く、現時点のセグメントバッファ 231 は、第 1 セグメントはセグメント S 1 R、第 2 セグメントは S 2 R、ポインタ A は空の状態である。

10

【0035】

図 8 に示す如く、CPU 21 は第 1 セグメント長と第 2 セグメント長を夫々計算する (S 9, S 10)。現時点の第 1 セグメントはセグメント S 1 R、現時点の第 2 セグメントはセグメント S 2 R である。CPU 21 はセグメント S 1 R と S 2 R のセグメント長を夫々計算する。CPU 21 は ROM 22 からセグメント長計算プログラムを読み出し、セグメント長計算処理 (図 9 参照) を実行する。

【0036】

図 9 に示す如く、CPU 21 は、セグメント S 1 R と S 2 R について、直線軸のみの移動か否か、回転軸のみの移動か否か判断する (S 31, S 32)。上記の通り、セグメント S 1 R と S 2 R は、何れも回転軸と直線軸の両方の移動を含む移動であるので (S 31: NO, S 32: NO、図 6 参照)、CPU 21 は、セグメント S 1 R と S 2 R の夫々のセグメント長を NC プログラム 10 から計算できない。故に CPU 21 はセグメント長を計算することなく、セグメント長計算処理を終了し、図 8 の処理に戻る。

20

【0037】

CPU 21 は、第 1 セグメントは直線軸と回転軸の両方の移動を含むか否か判断する (S 11)。上記の通り、第 1 セグメントであるセグメント S 1 R は直線軸と回転軸の両方の移動を含むので (S 11: YES)、CPU 21 はセグメント S 1 R を確定する (S 13)。CPU 21 はポインタ B をインクリメントし (S 14)、図 7 の S 1 に戻る。図 10 の第 3 段階に示す如く、ポインタ B は第 2 セグメントのセグメント S 2 R に位置する。

30

【0038】

図 7 に示す如く、CPU 21 は NC プログラムから次のセグメントが有るか否か判断する (S 1)。図 4 に示す如く、NC プログラム 10 には、次のセグメントは無いので (S 1: NO)、CPU 21 はポインタ A の位置とポインタ B の位置が同じか否か判断する (S 21)。図 10 の第 3 段階に示す如く、ポインタ A の位置とポインタ B の位置は異なるので (S 21: NO)、CPU 21 は、ポインタ B の位置のセグメントを確定し (S 22)、ポインタ B をインクリメントする (S 23)。セグメント S 2 R も確定する。CPU 21 は S 21 に戻り、再び、ポインタ A の位置とポインタ B の位置が同じか否か判断する (S 21)。図 10 の第 4 段階に示す如く、ポインタ A の位置とポインタ B の位置は同一であるので (S 21: YES)、CPU 21 は本処理を終了する。このようにして、図 5 に示す移動経路 30 は、図 6 に示す移動経路 31 に修正される。

40

【0039】

図 6 に示す移動経路 31 には、途中に微小セグメントが存在しない。セグメント S 1 R とセグメント S 2 R が中点 T 1 で滑らかに接続することによって、移動経路 31 は略直線的な経路として再生成される。故に数値制御装置 20 は移動経路 31 に従ってワーク 5 に対して工具 4 を移動することで、工具跡が残らない良好な加工表面を得ることができる。

【0040】

なお、図 7 に示す移動経路修正処理の S 6 の処理において、ポインタ B から 3 セグメント生成した後、第 2 セグメントが直線軸と回転軸の両方の移動を含む場合 (S 6: YES)、CPU 21 は第 2 セグメント長を算出できない。CPU 21 は、第 2 セグメント長を

50

算出できなければ、第2セグメント長が第1設定値以下か否かの判断ができない。故にCPU21は経路を修正することなく、第1セグメントを確定し(S24)、ポインタBをインクリメントし(S25)、ポインタAをインクリメントする(S26)。CPU21は、次のセグメントをポインタAにセットし(S1~S5)。セグメントバッファ231に3セグメント蓄積する。故にCPU21は、引き続き、経路修正を継続できる。

【0041】

また、図7に示す移動経路修正処理のS7の処理において、第2セグメント長が第1設定値より長かった場合(S7:NO)、第2セグメントは微小セグメントではない。故にCPU21は経路を修正することなく、第1セグメントを確定し(S24)、ポインタBをインクリメントし(S25)、ポインタAをインクリメントする(S26)。

10

【0042】

また、図8に示す移動経路修正処理のS9、S10の処理において、CPU21は、第1セグメント長と第2セグメント長を計算できた場合、計算して求めた第1セグメント長と第2セグメント長をセグメントバッファ231に登録し、S11の処理に移行すればよい

【0043】

また、図8に示す移動経路修正処理のS11の処理において、修正後の第1セグメントが直線軸のみの移動又は回転軸のみの移動であった場合(S11:NO)、CPU21は、修正後の第1セグメントが微小セグメントか否か判断する必要がある。修正後の第1セグメントが微小セグメントであれば、第1セグメントを確定できない。そこで、CPU21は、修正後の第1セグメントが第2設定値より長いかなどを判断する(S12)。第2設定値は、不揮発性記憶装置24に予め記憶する。本実施例の第2設定値は第1設定値と同じ1mmであるが、第1設定値と異なる値でもよい。修正後の第1セグメントが第2設定値より長い場合(S12:YES)、CPU21は修正後の第1セグメントを確定する(S13)。

20

【0044】

一方、修正後の第1セグメントが第2設定値以下の場合(S12:NO)、CPU21は第1セグメントを確定せずに、図7のS1に戻る。この時点のセグメントバッファ231は、図10の第2段階である。ポインタAの位置は空である。CPU21は、次のセグメントをポインタAにセットし(S1~S5)。セグメントバッファ231に再度3セグメント蓄積する。CPU21は、第2セグメントが第1設定値以下であれば(S7:YES)、第1セグメントと第2セグメントを再度修正する。CPU21は、修正後の第1セグメント長が第2設定値より長くなった時点で、第1セグメントの経路を確定する。これにより、CPU21は、微小セグメントが連続する移動経路でも、微小セグメントが残らないように移動経路を順次修正できる。

30

【0045】

以上説明した如く、本実施形態の数値制御装置20のCPU21は、NCプログラム10を読み取ったブロック順に、軸の移動経路30を構成するセグメントSiを生成し、セグメントバッファ231に順次記憶する。CPU21は、セグメントバッファ231に蓄積するセグメントSiについて、連続する3つのブロックを処理対象のセグメントとして、移動経路を順次修正する。CPU21は、最初に、セグメントS1、S2、S3を処理対象セグメントとする。CPU21は、セグメントS2のセグメント長を計算する。セグメント長の計算は、セグメントの移動が直線軸のみの移動か、又は回転軸のみの移動かで計算方法が異なる。CPU21はNCプログラム10の対応するブロックの制御指令に基づき、直線軸のみの移動か回転軸のみの移動かを判断する。直線軸のみの移動である場合、CPU21はセグメントS2における各軸移動量X、Y、Zに基づき、セグメント長を算出する。回転軸のみの移動である場合、CPU21はセグメントS2における回転軸の移動角度とワーク半径rに基づき、セグメント長を算出する。これにより、CPU21は移動軸が回転軸のみの移動であっても、セグメント長を計算できる。セグメント長が第1設定値より長い場合、CPU21はセグメント1の経路を確定する。セグメン

40

50

ト長が第1設定値以下であった場合、CPU21は、セグメントS1とセグメントS2を修正し、セグメントS3を消去して、新たな経路を作成する。

【0046】

具体的には、CPU21は、セグメントS1の始点P1とセグメントS2の中点T1とを、新たなセグメントS1Rで接続し、セグメントS2の中点T1とセグメントS3の終点P4とを、新たなセグメントS2Rで接続する。CPU21は、セグメントS1Rが第2設定値より長いと判断した場合、セグメントS1Rを確定する。CPU21は、セグメントS1Rが第2設定値以下と判断した場合、処理対象セグメントに次のセグメントを追加する。CPU21は、処理対象セグメントを追加した連続する3つのセグメントSiについて、再度、経路を修正し且つ第1セグメントを順次確定する。故に修正後の移動経路31は微小セグメントを含まないので、工具4は急激に減速することが無い。故に数値制御装置20は良好な加工面を得ることができる。更に、工具4の修正後の移動経路31はNCプログラム10で指令した移動経路30から大きく逸脱しない。

【0047】

以上説明において、セグメント長が本発明のセグメントの距離に相当し、第1設定値が本発明の基準距離に相当し、第1セグメントが本発明の開始セグメント、第2セグメントが本発明の中間セグメント、第3セグメントが本発明の終了セグメントに相当する。S3の処理を実行するCPU21が本発明の算出手段に相当し、S7の処理を実行するCPU21が本発明の判断手段に相当し、S8の処理を実行するCPU21が本発明の再接続手段に相当し、S31、S32の処理を実行するCPU21が本発明の移動軸判断手段に相当し、S34の処理を実行するCPU21が本発明の第一算出手段に相当し、S33の処理を実行するCPU21が本発明の第二算出手段に相当し、S1、S5の処理を実行するCPU21が本発明の選択手段に相当し、S24の処理を実行するCPU21が本発明の確定手段に相当する。

【0048】

なお、本発明の数値制御装置と移動経路修正方法は、上記実施形態に限らず、各種の変形が可能なことはいうまでもない。上記実施形態は、円柱形状のワーク5を加工する場合を一例として説明したが、ワーク形状は円筒、角柱、角筒、板状、球状の他、不規則な形状であってもよい。本実施形態の数値制御装置20は様々なワーク形状について工具4の移動経路を適切に修正できる。

【0049】

上記実施形態は、工具4を装着する主軸がZ軸方向に移動可能であり、作業台15がX軸とY軸方向の二軸に移動可能である工作機械1である。ワーク5に対してX軸、Y軸、Z軸方向に相対的に移動する工具4の移動機構の仕組みは上記実施形態に限定しない。例えば、主軸がX軸、Y軸、Z軸方向の三軸に移動可能であり、作業台を固定した工作機械であってもよい。また、上記実施形態の工作機械1は縦型の工作機械であるが、横型の工作機械であってもよい。また、工具交換装置56は省略してもよい。

【0050】

上記実施形態の図7のS8の処理において、第3セグメントを削除し、第1セグメントと第2セグメントを夫々修正したが、3本のセグメントのうち1本を削除し、残りの2本を修正すればよい。具体的には、3本のうち1本を削除し、残りの2本で、第1セグメントの始点と第3セグメントの終点とを、第2セグメントの中点で接続し直せばよい。

【0051】

上記実施形態の第1設定値と第2設定値は何れも1mmであるが、これ以外の数値に変更してもよい。第1設定値と第2設定値は互いに異なる数値であってもよい。

【0052】

上記実施形態では、セグメントデータの修正をRAM23のセグメントバッファ231において順次修正したが、他のメモリの記憶領域を用いて修正してもよい。

【符号の説明】

【0053】

10

20

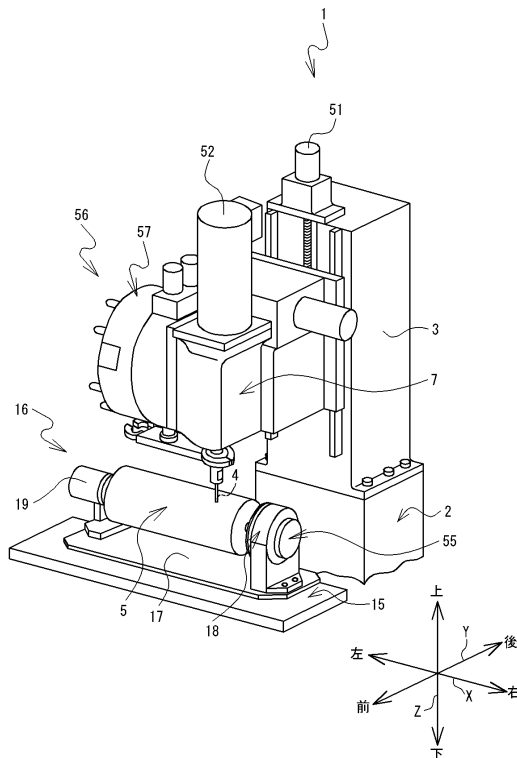
30

40

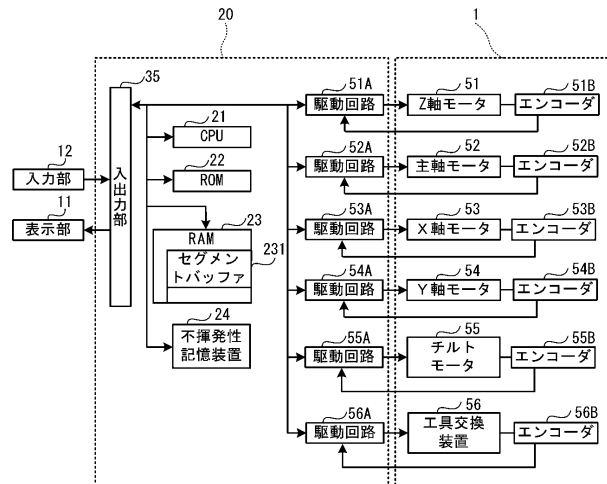
50

- 1 工作機械
 4 工具
 5 ワーク
 10 NCプログラム
 16 治具装置
 20 数値制御装置
 21 CPU
 30 移動経路
 S1～S3 セグメント

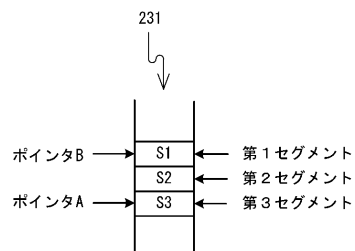
【図1】



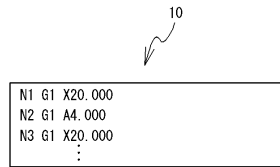
【図2】



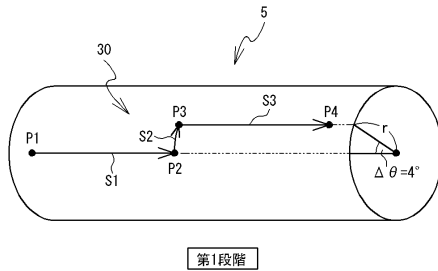
【図3】



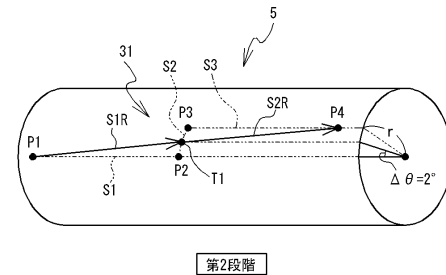
【図 4】



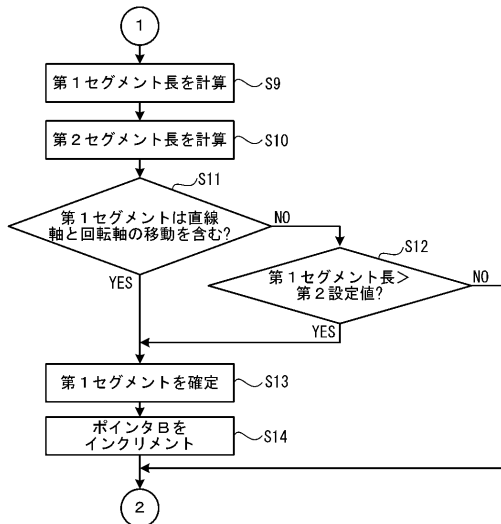
【図 5】



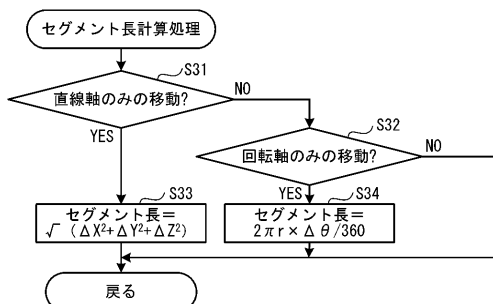
【図 6】



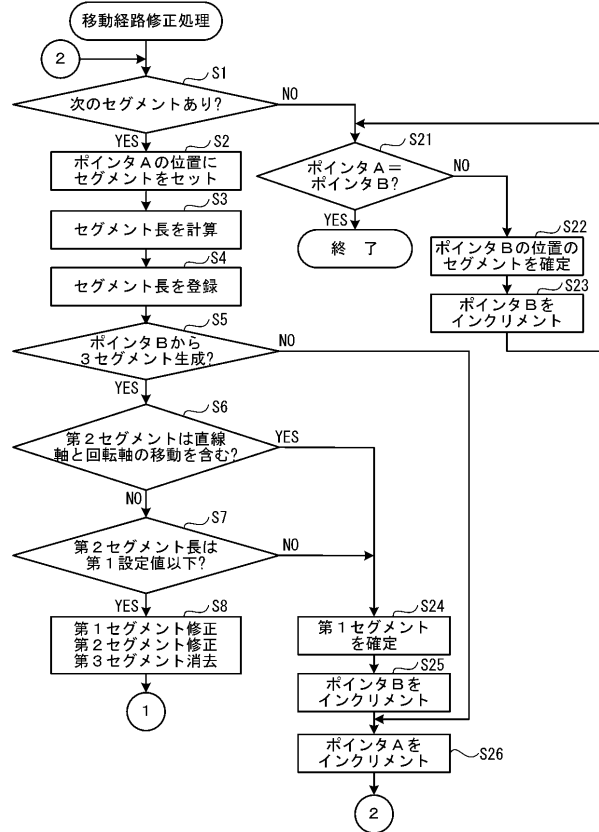
【図 8】



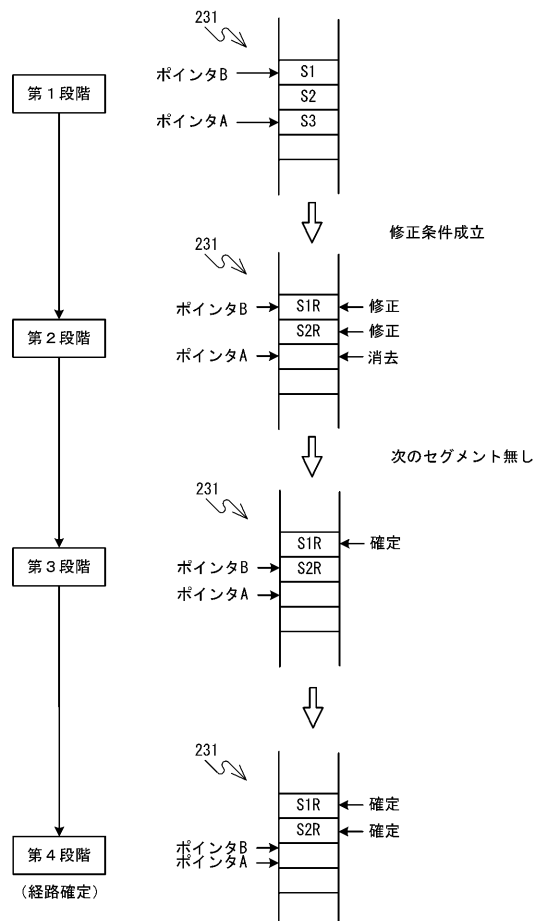
【図 9】



【図 7】



【図 10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭63-064104(JP,A)
特開平06-309025(JP,A)
特開2001-034319(JP,A)
特開2002-132317(JP,A)
特開2012-078891(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G05B 19/403 - 19/4103