(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2017-177272
(P2017-177272A)
(43)公開日　平成29年10月5日(2017.10.5)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
B23Q	15/00	(2006.01)	B23Q	15/00	D	3C269
G05B	19/4093	(2006.01)	G05B	19/4093	N	
G05B	19/4155	(2006.01)	B23Q	15/00	301L	
			G05B	19/4155	U	

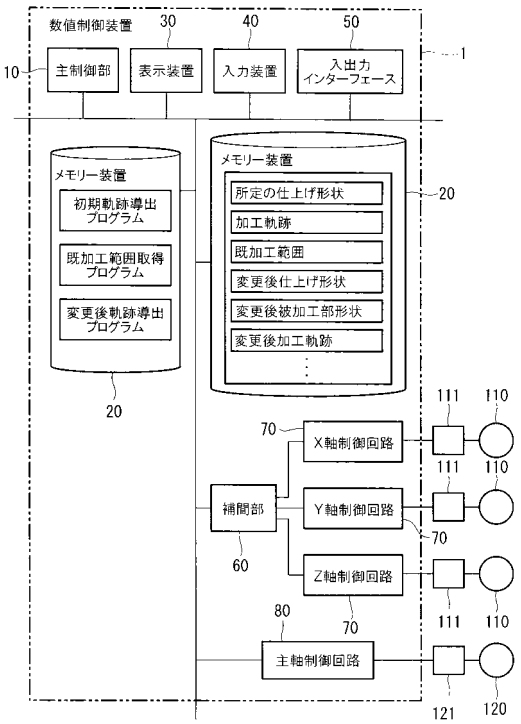
審査請求 有　請求項の数 9　OL　（全 13 頁）

(21)出願番号　特願2016-67073(P2016-67073)
(22)出願日　平成28年3月30日(2016.3.30)

(71)出願人　390008235
ファナック株式会社
山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場３５８０番地
(74)代理人　100118913
弁理士　上田　邦生
(74)代理人　100142789
弁理士　柳　順一郎
(74)代理人　100163050
弁理士　小栗　眞由美
(74)代理人　100201466
弁理士　竹内　邦彦
(72)発明者　松村　浩志
山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場３５８０番地　ファナック株式会社内
最終頁に続く

(54)【発明の名称】数値制御装置

(57)【要約】
【課題】加工途中で仕上げ形状を変更することができ、しかも仕上げ形状の変更により加工時間が無用に長くなることがない数値制御装置を提供する。
【解決手段】工具を被加工物に切込ませる共に送る加工動作を複数回行うことにより該被加工物を任意の仕上げ形状に加工する各軸のサーボモータ１１０を、該工具が加工軌跡に沿って移動して前記複数回の加工動作を行うように制御する数値制御装置１であって、前記任意の仕上げ形状に基づき前記加工軌跡を導出する初期軌跡導出手段と、前記工具が前記加工動作を行った既加工範囲を得る既加工範囲取得手段と、前記任意の仕上げ形状と異なる変更後仕上げ形状での加工指示を受付ける受付手段と、加工が中断された際に、変更後仕上げ形状から既加工範囲を除いて求められる変更後被加工部形状に基づき変更後加工軌跡を導出する変更後軌跡導出手段とを備えている。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
工具を被加工物に切込ませる共に送る加工動作を複数回行うことにより該被加工物を任意の仕上げ形状に加工する工具駆動手段を、該工具が加工軌跡に沿って移動して前記複数回の加工動作を行うように制御する数値制御装置であって、
前記任意の仕上げ形状に基づき前記加工軌跡を導出する初期軌跡導出手段と、
前記導出した加工軌跡に沿って前記工具が前記加工動作を行った既加工範囲を得る既加工範囲取得手段と、
前記任意の仕上げ形状と異なる変更後仕上げ形状での加工指示を受付ける受付手段と、
前記加工軌跡に沿った前記加工が中断された際に、前記受付手段が前記変更後仕上げ形状での加工指示を受付けていると、前記変更後仕上げ形状から前記既加工範囲を除いて求められる変更後被加工部形状に基づき変更後加工軌跡を導出する変更後軌跡導出手段とを備えている数値制御装置。
【請求項２】
前記変更後軌跡導出手段が、前記変更後被加工部形状のうち、前記工具を前記被加工物に切込ませる切込方向において最も加工開始側に配置された部分から優先して前記加工が行われるように、前記変更後加工軌跡導出を行う請求項１に記載の数値制御装置。
【請求項３】
前記変更後軌跡導出手段が、前記変更後被加工部形状のうち、前記工具を前記被加工物に切込ませる切込方向において前記中断時の前記工具の位置よりも加工開始側の部分が有るか否かを判断し、当該部分が有ると判断された時に、当該部分から優先して前記加工が行われるように前記変更後加工軌跡の導出を行う請求項１に記載の数値制御装置。
【請求項４】
前記工具の送り方向において前記加工の開始側と反対側を奥側とした場合に、前記変更後軌跡導出手段が、前記変更後被加工部形状又は前記変更後仕上げ形状の奥側フォルム線が前記任意の仕上げ形状の奥側フォルム線よりも前記奥側に配置される時に、前記加工開始側の部分が有ると判断する請求項３に記載の数値制御装置。
【請求項５】
前記工具の送り方向において前記加工の開始側と反対側を奥側とした場合に、前記変更後軌跡導出手段が、前記変更後被加工部形状又は前記変更後仕上げ形状の奥側フォルム線が前記任意の仕上げ形状の奥側フォルム線と交差する時に、前記加工開始側の部分が有ると判断する請求項３に記載の数値制御装置。
【請求項６】
前記変更後軌跡導出手段は、前記中断時の前記工具の位置から前記工具の移動が開始されるように前記変更後加工軌跡を導出する請求項１～５の何れかに記載の数値制御装置。
【請求項７】
前記工具の送り方向において前記加工の開始側と反対側を奥側とした場合に、前記変更後軌跡導出手段が、前記中断時の前記工具の位置が前記変更後被加工部形状の奥側フォルム線よりも前記奥側に位置する時に、前記工具の移動再開位置から、前記変更後被加工部形状の前記奥側フォルム線よりも前記開始側に前記工具を早送りで移動した後に、前記工具による加工が開始されるように、前記変更後加工軌跡を導出する請求項６に記載の数値制御装置。
【請求項８】
前記工具の送り方向において前記加工の開始側と反対側を奥側とした場合に、前記変更後軌跡導出手段が、前記中断時の前記工具の位置が前記変更後被加工部形状の奥側フォルム線よりも前記開始側に位置する時に、前記工具の移動再開位置から前記工具を前記奥側に送って前記加工が開始されるように前記変更後加工軌跡を導出する請求項６に記載の数値制御装置。
【請求項９】
前記工具を前記優先して加工する部分に向かって前記被加工物に接触しないように早送

りで移動させるように構成されている請求項２又は３に記載の数値制御装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、工作機械を制御する数値制御装置に関し、より具体的には、工具を被加工物に切込ませる共に送る加工動作を複数回行う複合形固定サイクルを工作機械に行わせる数値制御装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
この種の数値制御装置は、入力された仕上げ形状に応じて工具の加工軌跡を自動的に生成すると共に、当該加工軌跡に沿った工具の移動指令を工具駆動手段に送るように構成されている。これにより、工具が加工軌跡における加工開始点に移動すると共に、工具により被加工物が一定の切込量ずつ複数回に亘って加工され、入力された仕上げ形状に加工される（例えば、特許文献１参照。）。
【０００３】
一例では、数値制御装置は、入力された仕上げ形状に応じて、所定の切込量で１回だけ送る１サイクル分の移動経路およびその送り速度の情報を含む指令を生成すると共に工具駆動手段に送り、当該サイクルで仕上げ形状に達しない場合は次の１サイクル分の移動経路およびその送り速度を生成し、切込み位置が仕上げ形状に達するまでサイクルの作成を行う。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２０１５－０１１６６９号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
上記数値制御装置において、数値制御装置から工具駆動手段に前記指令を送り被加工物の加工を行っている途中で、例えば仕上げ形状を変更する必要が生じた時には、その時点で行われているサイクルの途中で加工が中断され、又は、当該サイクルが終了した時点で加工が中断される。そして、仕上げ形状が変更された後に加工が再び行われるが、変更後の仕上げ形状が、変更前よりも奥に工具を送る必要がある形状である場合は、前記中断した位置から加工を開始すると工具が被加工物に干渉する可能性がある。
【０００６】
例えば、図１４に示すように、外径Ｄ１の位置に達する切込量で工具ＴをＬ１の位置まで送った後に、外径Ｄ２の位置に達する切込量で工具ＴをＬ１の位置まで送る途中で加工が中断され、変更後の仕上げ形状では外径Ｄ１の位置および外径Ｄ２の位置共にＬ１よりも奥側のＬ２の位置まで加工を行う必要がある場合は、中断位置から加工を開始すると工具Ｔが被加工物に干渉する可能性がある。
【０００７】
このような工具と被加工物との無用な干渉を恐れ、加工途中で仕上げ形状を変更することは一般的には行われていない。
一方、加工途中で仕上げ形状を変更しなければならない時は、上記の干渉が発生しないように、変更後の仕上げ形状に対しても前記加工開始点から工具に加工動作を行わせる。このため、既に加工が終わっている部分についても工具が加工動作を行うことになり、その分だけ加工に時間がかかっていた。
【０００８】
本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、加工途中で仕上げ形状を変更することができ、しかも仕上げ形状の変更により加工時間が無用に長くなることがない数値制御装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】
【０００９】
上記課題を解決するために、本発明は以下の手段を採用する。
本発明の第１の態様は、工具を被加工物に切込ませる共に送る加工動作を複数回行うことにより該被加工物を任意の仕上げ形状に加工する工具駆動手段を、該工具が加工軌跡に沿って移動して前記複数回の加工動作を行うように制御する数値制御装置であって、前記任意の仕上げ形状に基づき前記加工軌跡を導出する初期軌跡導出手段と、前記導出した加工軌跡に沿って前記工具が前記加工動作を行った既加工範囲を得る既加工範囲取得手段と、前記任意の仕上げ形状と異なる変更後仕上げ形状での加工指示を受付ける受付手段と、前記加工軌跡に沿った前記加工が中断された際に、前記受付手段が前記変更後仕上げ形状での加工指示を受付けていると、前記変更後仕上げ形状から前記既加工範囲を除いて求められる変更後被加工部形状に基づき変更後加工軌跡を導出する変更後軌跡導出手段とを備えている。
【００１０】
当該態様では、初期軌跡導出手段によって導出された加工軌跡に沿って工具が加工動作を行った既加工範囲を取得し、変更後仕上げ形状から既加工範囲を除いて求められる変更後被加工部形状に基づき、変更後軌跡導出手段が変更後加工軌跡を導出する。このように、既加工範囲が考慮された変更後被加工部形状に基づき変更後加工軌跡が導出されるので、仕上げ形状変更後の加工を例えば加工の中断点から開始しても、工具と被加工物との干渉を避けることが可能となる。
【００１１】
上記態様において、前記変更後軌跡導出手段が、前記変更後被加工部形状のうち、前記工具を前記被加工物に切込ませる切込方向において最も加工開始側に配置された部分から優先して前記加工が行われるように、前記変更後加工軌跡導出を行うことが好ましい。
このように構成すると、工具と被加工物とが干渉する可能性をより低減できる。
【００１２】
上記態様において、前記変更後軌跡導出手段が、前記変更後被加工部形状のうち、前記工具を前記被加工物に切込ませる切込方向において前記中断時の前記工具の位置よりも加工開始側の部分が有るか否かを判断し、当該部分が有ると判断された時に、当該部分から優先して前記加工が行われるように前記変更後加工軌跡の導出を行うことがより好ましい。
【００１３】
当該態様では、既加工範囲が考慮された変更後被加工部形状において、中断時の工具の位置よりも加工開始側の加工要部分の有無が判断され、当該部分があると判断された時には当該部分が優先されて加工されるように変更後加工軌跡が導出される。このため、工具と被加工物とが干渉する可能性がより確実に低減される。
【００１４】
上記態様において、前記工具の送り方向において前記加工の開始側と反対側を奥側とした場合に、前記変更後軌跡導出手段が、前記変更後被加工部形状又は前記変更後仕上げ形状の奥側フォルム線が前記任意の仕上げ形状の奥側フォルム線よりも前記奥側に配置される時に、前記加工開始側の部分が有ると判断することが好ましい。
当該態様では、前記加工開始側の部分の有無を判断する上で、変更後被加工部形状又は変更後仕上げ形状の奥側フォルム線の位置を、初期の仕上げ形状の奥側フォルム線の位置を比較する。このため、中断時の工具の位置よりも加工開始側に存在する加工要部分の有無を簡易且つ確実に判断することが可能になる。
【００１５】
上記態様において、前記工具の送り方向において前記加工の開始側と反対側を奥側とした場合に、前記変更後軌跡導出手段が、前記変更後被加工部形状又は前記変更後仕上げ形状の奥側フォルム線が前記任意の仕上げ形状の奥側フォルム線と交差する時に、前記加工開始側の部分が有ると判断することが好ましい。

当該態様では、変更後被加工部形状又は変更後仕上げ形状の奥側フォルム線が、初期の仕上げ形状の奥側フォルム線と交差するか否かに基づき、中断時の工具の位置よりも加工開始側の部分の有無を判断する。このため、中断時の工具の位置よりも加工開始側に存在する加工要部分の有無を簡易且つ確実に判断することが可能になる。

【００１６】

上記態様において、前記変更後軌跡導出手段は、前記中断時の前記工具の位置から前記工具の移動が開始されるように前記変更後加工軌跡を導出することが好ましい。

この態様によれば、中断時の位置から工具の移動や工具による加工を開始できるため、仕上げ形状変更後の加工時間を短縮する上で有利である。

【００１７】

上記態様において、前記工具の送り方向において前記加工の開始側と反対側を奥側とした場合に、前記変更後軌跡導出手段が、前記中断時の前記工具の位置が前記変更後被加工部形状の奥側フォルム線よりも前記奥側に位置する時に、前記工具の移動再開位置から、前記変更後被加工部形状の前記奥側フォルム線よりも前記開始側に前記工具を早送りで移動した後に、前記工具による加工が開始されるように、前記変更後加工軌跡を導出することが好ましい。

この態様によれば、工具の移動再開位置から加工再開位置までの移動時間を短縮できるので、仕上げ形状変更後の加工時間を短縮する上で有利である。

【００１８】

上記態様において、前記工具の送り方向において前記加工の開始側と反対側を奥側とした場合に、前記変更後軌跡導出手段が、前記中断時の前記工具の位置が前記変更後被加工部形状の奥側フォルム線よりも前記開始側に位置する時に、前記工具の移動再開位置から前記工具を前記奥側に送って前記加工が開始されるように前記変更後加工軌跡を導出することが好ましい。

この態様によれば、工具の移動再開位置から被加工物の加工が開始されるので、仕上げ形状変更後の加工時間を短縮する上で有利である。

【００１９】

上記態様において、前記工具を前記優先して加工する部分に向かって前記被加工物に接触しないように早送りで移動させるように構成されていることが好ましい。

この態様によれば、工具と被加工物とが干渉する可能性を低減しつつ、工具による加工が開始されるまでの時間を短縮することができる。

【発明の効果】

【００２０】

本発明によれば、加工途中で仕上げ形状を変更することができ、しかも仕上げ形状の変更により加工時間が無用に長くなることがない。

【図面の簡単な説明】

【００２１】

【図１】本発明の第１の実施形態に係る数値制御装置の概略構成図である。

【図２】第１の実施形態に係る初期の仕上げ形状の例を示す図である。

【図３】第１の実施形態に係る初期加工軌跡の例を示す図である。

【図４】第１の実施形態に係る初期加工軌跡に沿った加工を中断した際の被加工物の形状を示す図である。

【図５】第１の実施形態に係る変更後仕上げ形状と変更後被加工部形状の第１の例を示す図である。

【図６】第１の実施形態に係る変更後加工軌跡の第１の例を示す図である。

【図７】第１の実施形態に係る変更後加工軌跡の第２の例を示す図である。

【図８】第１の実施形態に係る変更後仕上げ形状と変更後被加工部形状の第２の例を示す図である。

【図９】第１の実施形態に係る変更後加工軌跡の第３の例を示す図である。

【図１０】第１の実施形態に係る変更後加工軌跡の第４の例を示す図である。

【図１１】第１の実施形態に係る変更後仕上げ形状と変更後被加工部形状の第３の例を示す図である。
【図１２】第１の実施形態に係る変更後加工軌跡の第５の例を示す図である。
【図１３】第１の実施形態に係る変更後加工軌跡の第６の例を示す図である。
【図１４】加工状態の例を示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００２２】
本発明の第１の実施形態に係る数値制御装置を図面を参照して以下に説明する。
この数値制御装置１は、例えば、図１に示すように、ＣＰＵやメモリを有するコンピュータから成る主制御部１０と、不揮発性メモリ、ハードディスク等の保持メモリと、ＲＡＭ等の一時メモリとを有するメモリ装置２０と、液晶表示装置等の表示装置３０と、入力キーを有する操作パネル等の入力装置４０と、外部と信号の送受信を行う入出力インターフェース５０と、補間部６０と、Ｘ軸、Ｙ軸、およびＺ軸を各々制御する３つの軸制御回路７０と、主軸制御回路８０とを備えている。
【００２３】
補間部６０は、主制御部１０から受付ける粗加工軌跡データにおける点と点の間を補間して詳細加工軌跡データを作成し、当該詳細加工軌跡データに沿って各軸のサーボモータ１１０を動作させるための信号を各軸制御回路７０を介して各サーボアンプ１１１に送信する。また、補間部６０は、例えば、各サーボアンプ１１１から受付ける各サーボモータ１１０の作動状態および作成した詳細加工軌跡データのうち少なくとも１つに基づく各軸の移動情報を主制御部１０に送るように構成されている。
【００２４】
各々の軸制御回路７０は補間部６０から各軸に分配された動作指示信号を受付け、受付けた動作指示信号に基づき各軸のサーボアンプ１１１に信号を送る。各サーボアンプ１１１は前記信号を受付けて、各軸に各々設けられた工具駆動手段であるサーボモータ１１０を駆動する。各軸のサーボモータ１１０は位置検出器や速度検出器を有し、これら検出器からの位置や速度の信号を各々の軸制御回路７０にフィードバックし、これにより位置や速度のフィードバック制御が行われる。これら検出器からの位置信号を前記各軸の移動情報として主制御部１０に送るように構成しても良い。さらに言えば、工具を保持する工具ホルダの位置を検出する工具位置検出器を設け、工具位置検出器からの位置信号を前記各軸の移動情報として主制御部１０に送るように構成しても良い。
【００２５】
また、各サーボアンプ１１１から各サーボモータ１１０に出力される駆動電流も電流検出器により検出され、各軸制御回路７０にフィードバックされて電流（トルク）制御が行われる。主軸制御回路８０は主制御部１０から回転指示信号を受付け、受付けた回転指示信号に基づき主軸アンプ１２１に信号を送る。主軸アンプ１２１は当該信号を受付け、主軸モータ１２０により主軸を当該信号に応じた回転速度で回転させる。また、主軸にはその回転速度を検出する回転速度検出器が設けられており、検出される回転速度が主軸制御回路８０にフィードバックされ、主軸の回転速度制御が行われる。なお、主軸制御回路８０が補間部６０から前記回転指示信号を受付け、当該回転指示信号に応じた回転速度で主軸モータ１２０が回転するように構成しても良い。
【００２６】
今回の技術は、例えば被加工物が回転する旋盤に適用され、主軸には被加工物を保持するチャックが設けられている。一方、各サーボモータ１１０によってＸ軸、Ｙ軸、およびＺ軸方向に移動される工具ホルダに工具が取付けられ、工具ホルダを移動させて主軸と共に回転する被加工物に工具ホルダに固定された工具を当てることにより、被加工物の加工が行われる。
【００２７】
図３は複合形固定サイクルの粗加工軌跡データの一例を説明する図である。この例では、工具をＸ方向に切込ませると共にＺ方向に送ることにより任意の仕上げ形状の加工が行

われる。当該粗加工軌跡データは、主制御部１０がメモリ装置２０に格納された初期軌跡導出プログラムに基づき動作し、メモリ装置２０に格納されている任意の仕上げ形状のデータに基づき主制御部１０が生成する。任意の仕上げ形状のデータは入力装置４０や入出力インターフェース５０が受付ける。入出力インターフェース５０が受付ける場合は仕上げ形状のデータはＣＡＤデータの一部である場合もある。

【００２８】

入力装置４０が受付ける場合、仕上げ形状は、例えば、加工開始時（加工開始点）のＸ，Ｚの位置（図２の点ＳのＸ，Ｚの位置）、加工開始点のＺ座標位置における最大切込み位置Ｘ，Ｚ（図２の点Ａ１のＸ，Ｚの位置）、加工開始点のＸ座標位置における最大送り位置（図２の点Ａ３のＸ，Ｚの位置）、加工終了時（加工終了点）のＸ，Ｚの位置（図２の点Ａ２のＸ，Ｚの位置）である場合がある。以下の説明において、工具はＸ軸方向に切込むと共にＺ軸方向に送られる。また、Ｚ軸方向（送り方向）における加工開始側と反対側を奥側と称する場合もある。

【００２９】

主制御部１０は、任意の仕上げ形状データを受付けると、工具種類、被加工物の材質等も参照しながら図２に示すような粗加工軌跡データを作成する。図２の粗加工軌跡データは、加工開始点ＳのＸ，Ｚ座標データＶ１と、加工開始点Ｓから被加工物に所定量切込ませた位置のＸ，Ｚ座標データＶ２と、Ｘ，Ｚ座標データＶ２の切込量における仕上げ形状の最も奥側の位置のＸ，Ｚ座標データＶ３と、Ｘ，Ｚ座標データＶ３から工具を被加工物と非接触状態とするＸ，Ｚ座標データＶ４と、Ｘ，Ｚ座標データＶ４のＸ方向位置でＺ位置だけ加工開始点Ｓと同じであるＸ，Ｚ座標データＶ５と、Ｘ，Ｚ座標データＶ５から被加工物に所定量切込ませた位置のＸ，Ｚ座標データＶ６と、Ｘ，Ｚ座標データＶ６の切込量における仕上げ形状の最も奥側の位置のＸ，Ｚ座標データＶ７（加工終了点）と、Ｘ，Ｚ座標データＶ７から工具を被加工物と非接触状態とするＸ，Ｚ座標データＶ８とを有する。Ｖ１、Ｖ２、Ｖ３、Ｖ４、およびＶ５により１サイクルの移動経路が構成され、Ｖ５、Ｖ６、Ｖ７、およびＶ８により次の１サイクルの移動経路が構成されている。

【００３０】

補間部６０は当該粗加工軌跡データを受付け、当該粗加工軌跡データにおける点と点の間を補間して詳細加工軌跡データを作成する。

当該詳細加工軌跡データに基づき各サーボモータ１１０および主軸モータ１２０が作動し、被加工物の加工が行われている状態で、入力装置４０や入出力インターフェース５０が加工の中断を指示する中断指示を受付けると、主制御部１０は、補間部６０および各軸制御回路７０を介して各軸のサーボモータ１１０を制御すると共に主軸制御回路８０を介して主軸モータ１２０を制御し、被加工物の加工を中断する。

当該中断指示を受付けた際に、その際に加工を行っている１サイクルが終了した時点で加工を中断しても良く、当該１サイクルの途中で加工を中断しても良い。先ずは１サイクルの途中で加工を中断する場合について説明する。

【００３１】

例えば、Ｖ６の位置からＶ７の位置に向かって加工を行っている際に中断されると、被加工物は図４のような形状となる。

この時、主制御部１０は、メモリ装置２０に格納された既加工範囲取得プログラムに基づき動作し、前記各軸の移動情報に基づいて中断時までに工具が加工動作を行った既加工範囲を取得し、メモリ装置２０に格納する。

【００３２】

この状態で、入力装置４０や入出力インターフェース５０から変更後仕上げ形状と、当該変更後仕上げ形状での加工指示を受付けると、主制御部１０はメモリ装置２０に格納された変更後軌跡導出プログラムに基づき動作し、先ずは変更後仕上げ形状から既加工範囲を除いて変更後被加工部形状を求め、メモリ装置２０に格納する。なお、変更後仕上げ形状とその加工指示は加工の中断の前にメモリ装置２０に格納されていても良い。

例えば、変更後仕上げ形状が図５の点Ｓ、Ｂ１、Ｂ２、およびＢ３で囲まれる領域であ

る場合、変更後被加工部形状は図５の斜線で示される範囲となる。

【００３３】

続いて、主制御部１０は、変更後被加工部形状のうち、工具を被加工物に切込ませる切込方向（本実施形態ではＸ軸方向）において中断時の工具の位置よりも加工開始側の部分の有無を判断する。図５では、変更後被加工部形状において中断時の工具の位置よりもＸ軸方向の上側（加工開始側）の部分Ｕが存在するので、当該部分が存在すると判断される。

【００３４】

そして、主制御部１０は、中断時の工具の位置よりも加工開始側の部分Ｕから優先して加工が行われるように、工具種類、被加工物の材質等も参照しながら、図６に示すような変更後粗加工軌跡データを作成する。図６の変更後粗加工軌跡データは、変更後の加工開始点である中断点のＸ，Ｚ座標データＭ１と、Ｘ，Ｚ座標データＭ１の切込量における初期の仕上げ形状の最も奥側の位置又はそれよりも少し加工開始点側の位置のＸ，Ｚ座標データＭ２と、Ｘ，Ｚ座標データＭ２から工具を被加工物と非接触状態とするＸ，Ｚ座標データＭ３と、中断時の工具の位置よりも加工開始側の部分Ｕにおける加工開始点Ｓに最も近い位置のＸ，Ｚ座標データＭ４と、Ｘ，Ｚ座標データＭ４から被加工物に所定量切込ませた位置のＸ，Ｚ座標データＭ５と、Ｘ，Ｚ座標データＭ５の切込量における変更後仕上げ形状の最も奥側の位置のＸ，Ｚ座標データＭ６と、図６に示すその後のＸ，Ｚ座標データＭ７～Ｍ１５とを有する。

【００３５】

補間部６０は当該変更後粗加工軌跡データを受付け、当該変更後粗加工軌跡データにおける点と点の間を補間して変更後詳細加工軌跡データを作成する。そして、変更後詳細加工軌跡データに基づき各サーボモータ１１０および主軸モータ１２０が作動し、被加工物の加工が行われる。以下の説明においても、変更後粗加工軌跡データにおける点と点の間を補間して変更後詳細加工軌跡データが作成され、変更後詳細加工軌跡データに基づき被加工物の加工が行われる。

上記の場合、中断時の位置から工具の移動や加工が開始されるので、仕上げ形状変更後の加工時間を短縮することができる。また、既加工範囲が考慮された変更後被加工部形状において、中断時の工具の位置よりも加工開始側の加工要部分の有無が判断され、当該部分があると判断された時には当該部分が優先されて加工されるように変更後加工軌跡が導出されるので、工具と被加工物とが干渉する可能性が低減される。

【００３６】

変更後被加工部形状のうち、工具を被加工物に切込ませる切込方向（本実施形態ではＸ軸方向）において中断時の工具の位置よりも加工開始側の部分Ｕの有無を判断する際に、主制御部１０がメモリ装置２０に格納された変更後軌跡導出プログラムに基づき動作し、変更後被加工部形状の奥側フォルム線が初期の仕上げ形状の奥側フォルム線よりも送り方向の奥側に配置される時に、加工開始側の部分Ｕが有ると判断するように構成することも可能である。本実施形態では、変更後被加工部形状の奥側フォルム線は図５のＢ２とＢ３の間の線であり、初期の仕上げ形状の奥側フォルム線は図２のＡ２とＡ３の間の線である。なお、変更後仕上げ形状の奥側フォルム線が初期の仕上げ形状の奥側フォルム線よりも送り方向の奥側に配置される時に上記判断を行っても良い。

【００３７】

この場合、前記加工開始側の部分Ｕの有無を簡易且つ確実に判断できるため、工具と被加工物との干渉を防止する上で有利である。

また、図６の位置Ｍ１１から位置Ｍ１２へ早送りで工具の移動を行うことも可能である。この場合、仕上げ形状変更後の加工時間を短縮することができる。

【００３８】

図５および図６では、１サイクルの途中で加工を中断する場合について説明したが、１サイクルが終了した時点で加工を中断する場合の変更後粗加工軌跡データの例を図７に示す。図７の変更後粗加工軌跡データは、中断点のＸ，Ｚ座標データＮ１が変更後の加工開

始点となり、図７に示すその後のＸ，Ｚ座標データＮ２～Ｎ１４を有する。
この場合に、変更後の加工開始点である位置Ｎ１から位置Ｎ３まで工具を早送りすることが可能であり、これにより仕上げ形状変更後の加工時間を短縮することができる。
【００３９】
図５および図６では、変更後被加工部形状の奥側フォルム線が初期の仕上げ形状の奥側フォルム線よりも送り方向の奥側に配置されるものを示した。
これに対し、図８に示すように、変更後被加工部形状の奥側フォルム線が初期の仕上げ形状の奥側フォルム線と交差する場合もある。図８では１サイクルが終了した時点で加工が中断されている。
【００４０】
この場合、主制御部１０がメモリ装置２０に格納された変更後軌跡導出プログラムに基づき動作し、変更後被加工部形状の奥側フォルム線が初期の仕上げ形状の奥側フォルム線と交差する時に、前記加工開始側の部分Ｕが有ると判断するように構成することも可能である。なお、変更後仕上げ形状の奥側フォルム線が初期の仕上げ形状の奥側フォルム線と交差する時に上記判断を行っても良い。
この場合でも、前記加工開始側の部分Ｕの有無を簡易且つ確実に判断できるため、工具と被加工物との干渉を防止する上で有利である。
【００４１】
図８のように奥側フォルム線同士が交差する場合、主制御部１０は、例えば図９に示すような変更後粗加工軌跡データを作成する。図９の変更後粗加工軌跡データは、変更後の加工開始点である中断点のＸ，Ｚ座標データＯ１と、図９に示すその後のＸ，Ｚ座標データＯ２～Ｏ８とを有する。
【００４２】
ここで、変更後の加工開始点である位置Ｏ１から位置Ｏ３まで早送りで工具を移動させることが好ましい。このように、中断時の工具の位置が変更後被加工部形状の奥側フォルム線よりも奥側に位置する時に、工具の移動再開位置（図９の場合は中断時の位置）から変更後被加工部形状の奥側フォルム線よりも加工開始側に工具を早送りで移動すると、工具の移動再開位置から加工再開位置（図９の場合は位置Ｏ３）までの移動時間を短縮できることができる。
【００４３】
一方、変更後被加工部形状の奥側フォルム線が初期の仕上げ形状の奥側フォルム線と交わり、１サイクルの途中で加工が中断されている場合は、例えば図１０のように変更後粗加工軌跡データが作成される。図１０の変更後粗加工軌跡データは、変更後の加工開始点である中断点のＸ，Ｚ座標データＰ１と、図１０に示すその後のＸ，Ｚ座標データＰ２～Ｐ１１とを有する。
ここでも、加工時間を短くするために、位置Ｐ３から位置Ｐ５まで早送りで工具を移動させることが好ましい。
【００４４】
図６、図７、図９、および図１０では、変更後被加工部形状のうち、工具を前記被加工物に切込ませる切込方向において最も加工開始側に配置された部分から優先して加工が行われるように変更後粗加工軌跡が導出される。特に、図７および図９では、工具を前記被加工物に切込ませる切込方向において最も加工開始側に配置された部分から加工が開始されるように変更後粗加工軌跡が導出される。このため、工具と被加工物とが干渉する可能性を低減することができる。
【００４５】
また、図６における位置Ｍ１から位置Ｍ２までと、図１０において位置Ｐ１から位置Ｐ２までは、図３に示す初期の仕上げ形状データに対する粗加工軌跡データの位置Ｖ６から位置Ｖ７の軌跡の一部をそのまま用いている。図６や図１０のように、前記加工開始側の部分Ｕ以外の部分については、初期の仕上げ形状データに対する粗加工軌跡データの軌跡の一部を利用することにより、その後の加工を初期の仕上げ形状データに対する粗加工軌

跡データの軌跡に準じて行うことができ、加工軌跡の導出の複雑化を防止することができる。

【００４６】

図５～図１０では、変更後被加工部形状の奥側フォルム線が初期の仕上げ形状の奥側フォルム線よりも送り方向の奥側に配置される場合や、変更後被加工部形状の奥側フォルム線が初期の仕上げ形状の奥側フォルム線と交差する場合について説明した。

これに対し、図１１に示すように、初期の仕上げ形状の奥側フォルム線が変更後被加工部形状の奥側フォルム線よりも奥側に配置される場合もある。図１１では１サイクルが終了した時点で加工が中断されている。

【００４７】

図１１のように初期の仕上げ形状の奥側フォルム線が変更後被加工部形状の奥側フォルム線よりも奥側に配置される場合、主制御部１０は、例えば図１２に示すような変更後粗加工軌跡データを作成する。図１２の変更後粗加工軌跡データは、変更後の加工開始点である中断点のＸ，Ｚ座標データＱ１と、図１２に示すその後のＸ，Ｚ座標データＱ２～Ｑ７とを有する。

【００４８】

ここで、変更後の加工開始点である位置Ｑ１から位置Ｑ４まで早送りで工具を移動させることが好ましい。このように、中断時の工具の位置が変更後被加工部形状の奥側フォルム線よりも奥側に位置する時に、工具の移動再開位置（図１２の場合は中断時の位置）から変更後被加工部形状の奥側フォルム線よりも加工開始側に工具を早送りで移動すると、工具の移動再開位置から加工再開位置（図１２の場合は位置Ｑ４）までの移動時間を短縮することができる。

【００４９】

一方、初期の仕上げ形状の奥側フォルム線が変更後被加工部形状の奥側フォルム線よりも奥側に配置され、１サイクルの途中で加工が中断されている場合は、例えば図１３のように変更後粗加工軌跡データが作成される。図１３の変更後粗加工軌跡データは、変更後の加工開始点である中断点のＸ，Ｚ座標データＲ１と、図１３に示すその後のＸ，Ｚ座標データＲ２～Ｒ８とを有する。

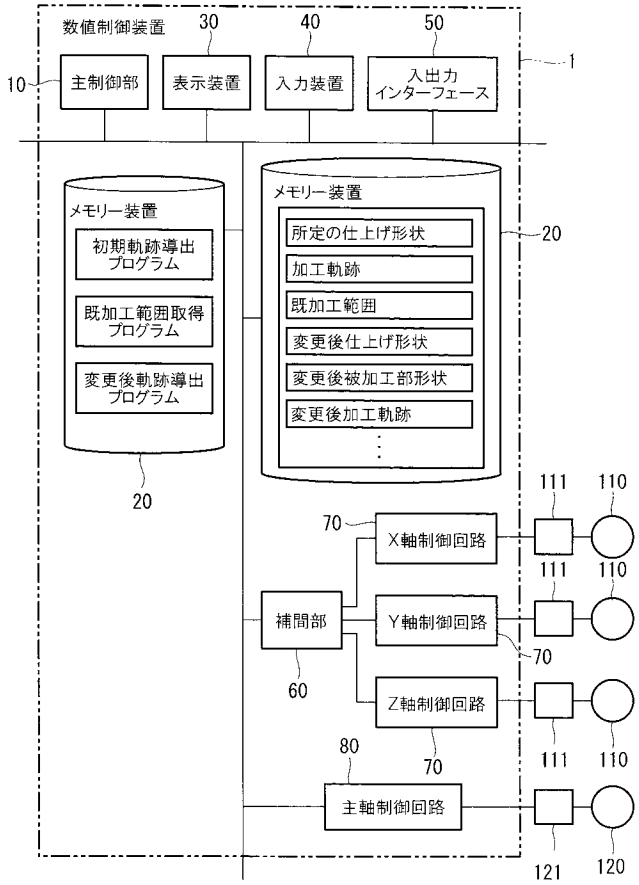
ここでも、加工時間を短くするために、位置Ｒ３から位置Ｒ５まで早送りで工具を移動させることが好ましい。

【符号の説明】

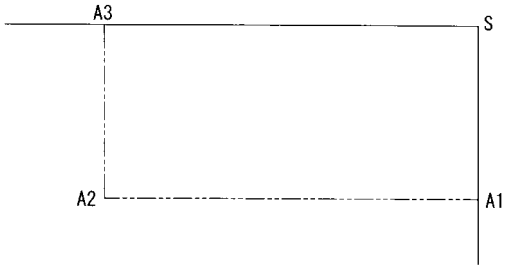
【００５０】

１　数値制御装置
１０　主制御部
２０　メモリ装置
３０　表示装置
４０　入力装置
５０　入出力インターフェース
６０　補間部
７０　軸制御回路
８０　主軸制御回路
１１０　サーボモータ
１１１　サーボアンプ
１２０　主軸モータ
１２１　主軸アンプ

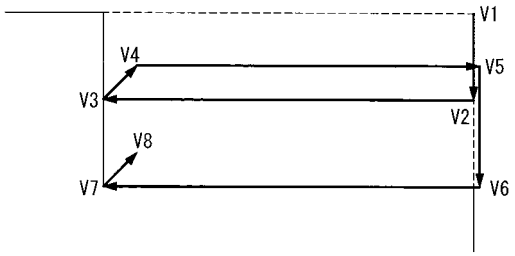
【図１】



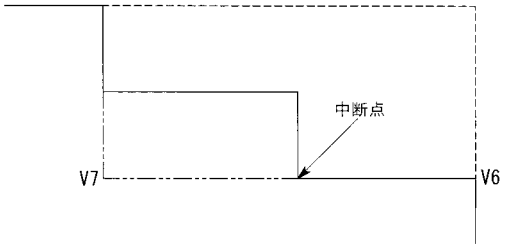
【図２】



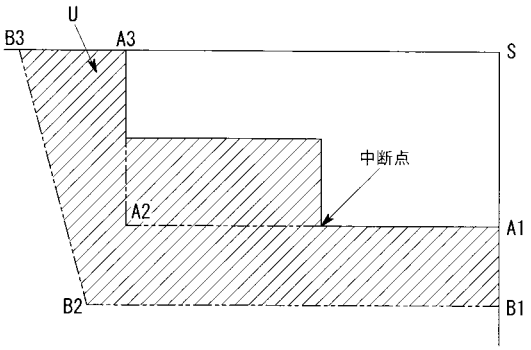
【図３】



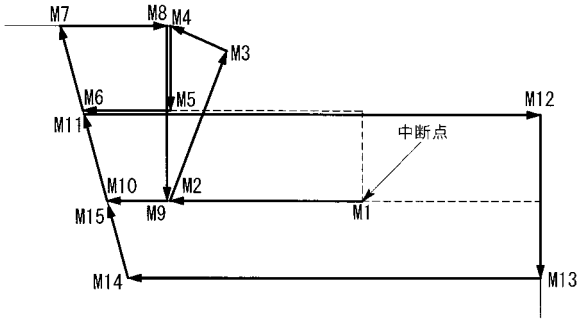
【図４】



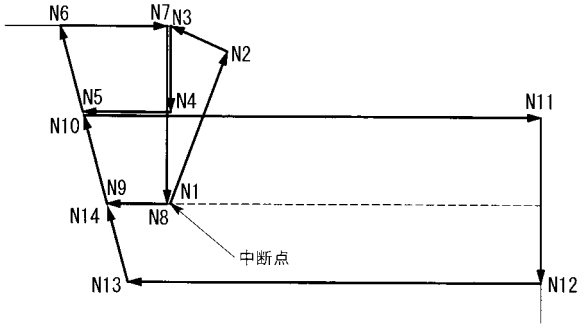
【図５】



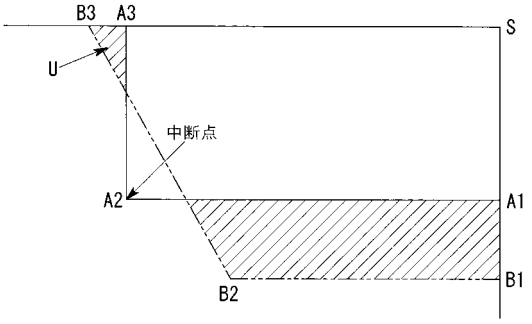
【図６】



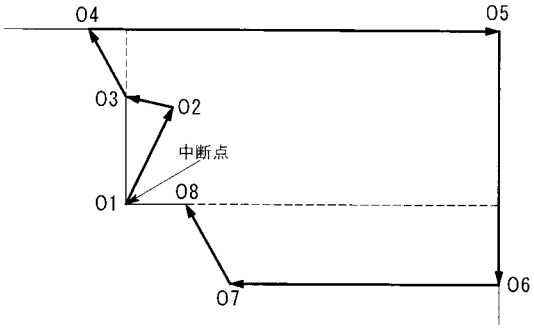
【図７】



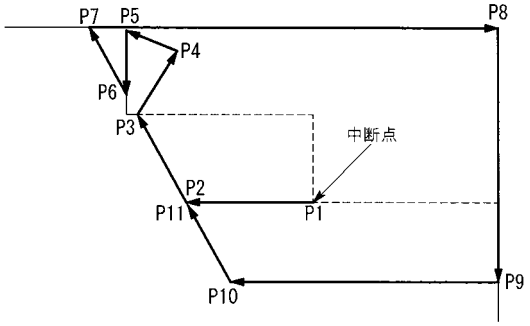
【図８】



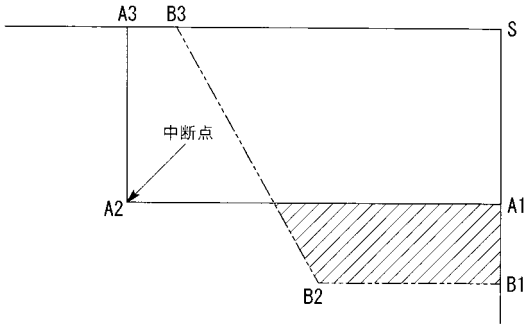
【図９】



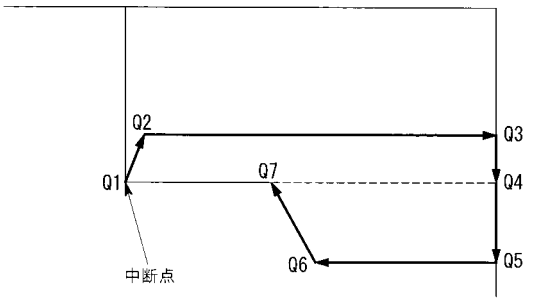
【図１０】



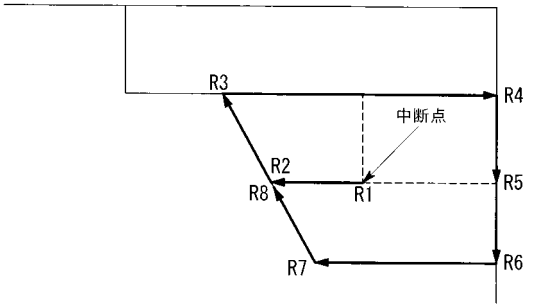
【図１１】



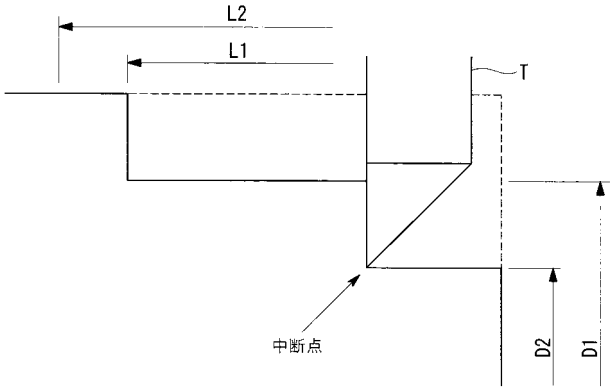
【図１２】



【図１３】



【図１４】



フロントページの続き

(72)発明者　鈴木　真
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場３５８０番地　ファナック株式会社内

Ｆターム(参考) 3C269 AB02　BB05　CC02　EF28　EF59　QA01