

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6687579号
(P6687579)

(45) 発行日 令和2年4月22日(2020.4.22)

(24) 登録日 令和2年4月6日(2020.4.6)

(51) Int.Cl.		F I			
G05B	19/18	(2006.01)	G05B	19/18	T
B23Q	3/155	(2006.01)	B23Q	3/155	F
B23Q	3/157	(2006.01)	B23Q	3/157	F

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2017-205333 (P2017-205333)	(73) 特許権者	390008235
(22) 出願日	平成29年10月24日 (2017.10.24)		ファナック株式会社
(65) 公開番号	特開2019-79244 (P2019-79244A)		山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358
(43) 公開日	令和1年5月23日 (2019.5.23)		〇番地
審査請求日	平成31年1月18日 (2019.1.18)	(74) 代理人	110001151
			あいわ特許業務法人
		(72) 発明者	大橋 巧
			山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358
			〇番地 ファナック株式会社内
		審査官	松浦 陽

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 数値制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

加工プログラムに基づいて、主軸に装着されている第1の工具を工具マガジンに格納された第2の工具と交換するための制御を行う数値制御装置であって、
前記加工プログラムのブロックを順次読みだして解析し、解析結果に基づいて作成した制御指令を出力するとともに、読みだしたブロックが工具選択指令である場合、該工具選択指令とその後に実行される工具交換指令との間のブロックを先読みする指令解析部と、
前記指令解析部が先読みした前記工具選択指令と前記工具交換指令との間のブロックを解析し、これらによる加工に掛かる時間を予測する加工時間予測部と、
前記加工時間予測部が予測した前記工具選択指令と前記工具交換指令との間のブロックによる加工に掛かる時間に基づいて、前記工具選択指令により指定された工具を選択し、選択した工具が保持されている工具ポットを工具交換位置に移動させる指令を発するとともに、前記加工に掛かる時間内に工具交換可能な工具を前記第2の工具として選択する工具選択部と、
 を備えた数値制御装置。

【請求項2】

予め工具マガジンの工具交換位置の工具ポットを所定の工具ポットへと移動させるために掛かる時間を記憶している工具ポット移動時間記憶部を備え、
 前記工具選択部は、前記加工プログラムによる加工運転中に工具選択指令が指令された場合、工具ポット移動時間記憶部を参照して前記加工時間予測部が予測した該工具選択指令

から次の工具交換指令までの加工時間内に工具選択を行える工具を選択する、
請求項 1 に記載の数値制御装置。

【請求項 3】

前記工具選択部は、工具選択指令から工具交換指令までの加工時間内に工具選択を行える工具が複数ある場合、予め定めた所定の優先順位にしたがって交換する工具を選択する、
請求項 2 に記載の数値制御装置。

【請求項 4】

前記工具選択部は、前記工具選択指令以降に指令される他の工具選択指令による工具選択が、当該他の工具選択指令の次の工具交換命令までに工具選択できるように、前記工具選択指令における工具選択をする、
請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 つに記載の数値制御装置。

10

【請求項 5】

プログラム運転の開始時に、前記加工プログラムのブロックによる工具選択指令による工具の選択が前記工具選択指令の次の工具交換指令の実行までに終了するか否かを解析する工具指令解析部を更に備える、
請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 つに記載の数値制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、数値制御装置に関し、特に工具交換時間を考慮した工具交換を行う数値制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

工作機械のひとつとして用いられているマシニングセンタは、一般に主軸に装着する工具を自動的に交換する工具交換装置を備えている。工具交換装置の一つである旋回式の工具マガジンを備えた工具交換装置は、例えば図 8 に示すように、工具マガジンの円周面上に複数の工具把持部（工具ポット）を備え、該各工具把持部に工具を保持し、工具マガジンを旋回して交換対象となる工具を工具交換位置へと位置決めし、マシニングセンタの主軸に工具を取り付け、取り外しができるようにしている。なお、図 8 において、各工具ポットにはポット番号が付与されて管理されており、図 8 上では工具交換位置にポット No. 1 の工具ポットが割り出されており、そこから時計回りにポット No. 2 ~ No. 10 のポット番号が付与されている。

30

【0003】

このような工具交換装置を備えたマシニングセンタにおいて、主軸に取り付けられた工具の交換は、加工プログラムに含まれる工具選択指令（Tコード）と工具交換指令（M06）とで行われる。図 8 に示す例では、プログラムが開始されると指令「T1M06」により主軸に工具 T1 が装着されて加工が行われる。その後、指令「T2」により工具交換位置に工具ポットに保持された工具 T2 が工具交換位置へと来るように工具マガジンが位置決めされ、指令「M06」により主軸に装着された工具 T1 と工具交換位置にある工具 T2 とが A T C (A u t o T o o l C h a n g e r) により交換される。この時、指令「T2」の実行時点から、工具マガジンが回転して工具交換位置に工具 T2 が位置決めされるまでの間にタイムラグ（工具マガジンが回転を開始して工具交換位置に工具 T2 が移動し、工具マガジンが停止するまでの時間）があるため、図 8 に例示される加工プログラムでは、その時間を無駄にしないため（サイクルタイムを短縮するため）に指令「T2」と指令「M06」との間にいくつかの加工指令を含めている。

40

【0004】

上記したように、加工プログラム内に工具選択指令と工具交換指令を含める場合には、工具選択に掛かる時間（工具マガジンの回転に掛かる時間等）を逆算して、工具を使い始めるブロックよりも手前のブロックで工具選択指令を指令することが望ましい。このよう

50

な工具交換方式を応用した従来技術として、例えば特許文献1には、工具選択指令により使用する工具を選択すると同時に、更なる指令（Eコード）により次に使用する予定の工具を指令して、工具をできるだけ早く工具交換位置へ移動して運転の待ち時間を最小にする工具交換方式が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開昭60-228049号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0006】

工具選択指令から工具交換指令の間の加工指令の実行時間よりも、工具選択指令による工具選択に掛かる時間の方が長い場合には、結局工具交換指令で工具選択が完了するまで加工プログラムの実行が待たされることになる。これを回避するためには、加工プログラムの実行前に待ち時間が発生しないように工具選択指令の位置を十分に検討するか、又は、工具マガジンにおける工具の位置を吟味する必要があるが、このような作業は作業者にとって大きな負担となっていた。また、特許文献1に開示される技術は加工における工具交換動作の効率をある程度高める効果はあるものの、例えば同一種類の工具がマガジンに複数本登録されている場合に、最適な工具を選択できる保障はされていない。

【0007】

20

そこで本発明の目的は、加工プログラム内の工具選択指令の位置を検討することなく工具交換装置による工具交換を効率的に行うことを可能とする数値制御装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明では、工具選択指令による工具選択時に、工具交換指令までに工具交換可能な工具を選択する手段を数値制御装置に設けることにより、上記課題を解決する。本発明の数値制御装置は、工具マガジンに同一種類の工具が複数存在する場合、工具交換指令までに工具交換が間に合う工具の中から工具を選択する機能を備える。

【0009】

30

また、本発明の数値制御装置は、加工プログラムによる加工運転の開始時に、工具交換指令で待ちが発生するか否かを事前にチェックする手段を提供する。そして、加工プログラムに工具交換指令で待ちが発生する工具選択指令が含まれている場合には、工具交換指令で待ちが発生しない当該工具選択指令の指令位置の候補を作業者に提示し、工具交換指令で待ちが発生しない当該工具選択指令の指令位置が見つからない場合（工具選択指令をどの位置へと移動させても工具交換指令で待ちが発生してしまう場合）には、工具交換指令で待ちが発生しない工具マガジン上の工具の位置の候補を提示する。

【0010】

そして、本発明の一態様は、加工プログラムに基づいて、主軸に装着されている第1の工具を工具マガジンに格納された第2の工具と交換するための制御を行う数値制御装置であって、前記加工プログラムのブロックを順次読みだして解析し、解析結果に基づいて作成した制御指令を出力するとともに、読みだしたブロックが工具選択指令である場合、該工具選択指令とその後に実行される工具交換指令との間のブロックを先読みする指令解析部と、前記指令解析部が先読みした前記工具選択指令と前記工具交換指令との間のブロックを解析し、これらによる加工に掛かる時間を予測する加工時間予測部と、前記加工時間予測部が予測した前記工具選択指令と前記工具交換指令との間のブロックによる加工に掛かる時間に基づいて、前記工具選択指令により指定された工具を選択し、選択した工具が保持されている工具ポットを工具交換位置に移動させる指令を発するとともに、前記加工に掛かる時間内に工具交換可能な工具を前記第2の工具として選択する工具選択部と、を備えた数値制御装置である。

40

50

【発明の効果】

【0011】

本発明により、作業者が加工プログラム内の工具選択指令の位置を細かく検討しなくとも、工具交換指令までの間に工具選択が可能な工具が自動的に選択されるため、工具交換装置による工具交換を効率的に行うことができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】第1の実施形態による数値制御装置の要部を示す概略的なハードウェア構成図である。

【図2】第1の実施形態による数値制御装置の概略的な機能ブロック図である。

10

【図3】第1の実施形態の工具選択部による工具選択方法について説明する図である。

【図4】第1の実施形態の変形例の工具選択部による工具選択方法について説明する図である。

【図5】第2の実施形態による数値制御装置の概略的な機能ブロック図である。

【図6】工具関連指令解析部による加工プログラムの解析処理について説明する図である。

【図7】工具選択指令の移動先のブロックを特定する処理を説明する図である。

【図8】従来技術の工具交換装置による工具交換の例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

20

以下に本発明を実現するための数値制御装置の構成例を示す。

図1は本発明の第1の実施形態による数値制御装置と該数値制御装置によって制御される工具交換装置を備えた工作機械の要部を示す概略的なハードウェア構成図である。本実施形態による数値制御装置1が備えるCPU11は、数値制御装置1を全体的に制御するプロセッサである。CPU11は、ROM12に格納されたシステム・プログラムをバス20を介して読み出し、該システム・プログラムに従って数値制御装置1全体を制御する。RAM13には一時的な計算データや表示データ及び後述する表示器/MDIユニット70を介してオペレータが入力した各種データ等が格納される。

【0014】

不揮発性メモリ14は、例えば図示しないバッテリーでバックアップされるなどして、数値制御装置1の電源がオフされても記憶状態が保持されるメモリとして構成される。不揮発性メモリ14には、電源切断後も保持すべきパラメータ、加工プログラム、工具補正データなどが記憶される。不揮発性メモリ14には更に、NCプログラムを運転するために用いられるNCプログラム運転処理用プログラム等が記憶されるが、これらプログラムは実行時にはRAM13に展開される。また、ROM12には、NCプログラムの作成及び編集のために必要とされる編集モードの処理などを実行するための各種のシステム・プログラムがあらかじめ書き込まれている。

30

【0015】

インタフェース15は、数値制御装置1とアダプタ等の外部機器72と接続するためのインタフェースである。外部機器72側からはNCプログラムや各種パラメータ等が読み込まれる。また、数値制御装置1内で編集したNCプログラムは、外部機器72を介して外部記憶手段に記憶させることができる。

40

【0016】

PMC(プログラマブル・マシン・コントローラ)16は、CPU11からバス20経由でM(補助)機能信号、S(スピンドル速度制御)機能信号、T(工具選択)機能信号などを受け取り、これら信号をシーケンス・プログラムで処理して出力信号を工作機械の周辺装置(例えば、工具交換装置等)にI/Oユニット17を介して信号を出力し制御する。また、工作機械の本体に配備された操作盤の各種スイッチ等の信号を受け、必要な信号処理をした後、CPU11に渡す。

【0017】

50

表示器/M D Iユニット70はディスプレイやキーボード等を備えた手動データ入力装置であり、インタフェース18は表示器/M D Iユニット70のキーボードからの指令、データを受けてC P U 11に渡す。インタフェース19は各軸を手動で駆動させる際に用いる手動パルス発生器等を備えた操作盤71に接続されている。

【0018】

工作機械が備える軸を制御するための軸制御回路30はC P U 11からの軸の移動指令量を受けて、軸の指令をサーボアンプ40に出力する。サーボアンプ40はこの指令を受けて、工作機械が備える軸を移動させるサーボモータ50を駆動する。軸のサーボモータ50は位置・速度検出器を内蔵し、この位置・速度検出器からの位置・速度フィードバック信号を軸制御回路30にフィードバックし、位置・速度のフィードバック制御を行う。本発明の実施形態では工具交換装置の工具マガジンを旋回駆動するマガジン駆動モータをサーボアンプ40により駆動する。なお、図1のハードウェア構成図では軸制御回路30、サーボアンプ40、サーボモータ50は1つずつしか示されていないが、実際には制御対象となる軸の数に応じて複数用意される。

10

【0019】

スピンドル制御回路60は、工作機械への主軸回転指令を受け、スピンドルアンプ61にスピンドル速度信号を出力する。スピンドルアンプ61はこのスピンドル速度信号を受けて、工作機械のスピンドルモータ62を指令された回転速度で回転させ、工具を駆動する。スピンドルモータ62にはポジションコード63が結合され、ポジションコード63が主軸の回転に同期して帰還パルスを出力し、その帰還パルスはC P U 11によって読み取られる。

20

【0020】

図2は、工具交換機能を実現するためのシステム・プログラムを図1で示した数値制御装置1に実装した場合の、第1の実施形態による数値制御装置の概略的な機能ブロック図である。図2に示した各機能ブロックは、図1に示した数値制御装置1が備えるC P U 11が、工具交換機能のシステム・プログラムを実行し、数値制御装置1の各部の動作を制御することにより実現される。本実施形態の数値制御装置1は、指令解析部110、制御部120、加工時間予測部130、工具選択部140、工具交換制御部150を備え、また、工具交換装置3の工具マガジンの各工具ポットに保持されている工具の情報が記憶されている工具情報記憶部210と、工具交換位置にある所定の工具ポットを他の工具ポットへと変更する(移動させる)ために掛かる時間を記憶する工具ポット移動時間記憶部220とが、不揮発性メモリ14上に設けられている。なお、工具ポット移動時間記憶部220に記憶する工具交換位置にある所定の工具ポットを他の工具ポットへと変更するために掛かる時間は、予め実験などにより測定しておく。

30

【0021】

指令解析部110は、不揮発性メモリ14に記憶された実行対象となる加工プログラム200のブロックを順次読み出して解析し、解析結果に基づいて作成した制御指令を制御部120へと出力する。また、指令解析部110は、加工プログラム200から読み出したブロックが工具選択を指令する工具選択指令である場合、該工具選択指令と該工具選択指令の後に実行される工具交換指令との間のブロックを加工プログラム200から先読みし、先読みしたブロックを加工時間予測部130に対して出力する。更に、指令解析部110は、加工プログラム200のブロックで工具選択が指令されている場合には、工具交換制御部150に対して工具を交換するように指令する。

40

制御部120は、指令解析部110から受けた制御指令に基づいて工作機械2の各軸や主軸等の動作を制御する。

【0022】

加工時間予測部130は、指令解析部110から受けた工具選択指令と工具交換指令との間のブロックを解析し、これらブロックによる加工に掛かる加工時間である予測加工時間を予測する。加工時間予測部130は、例えば工作機械2の機械構成(時定数などのパラメータ設定やM, S, T, B補助機能に掛かる時間)等を考慮した上で、各指令による

50

各軸の移動時間や周辺装置の動作時間を従来技術（特開2012-093975号公報、特開2005-301440号公報、特開2007-025945号公報）による加工時間予測方法を用いて予測し、予測した各指令による加工時間を累積することで予測加工時間を予測する。なお、加工時間の予測方法については、従来技術により公知となっているので、本願の明細書での詳細な説明は省略する。

【0023】

工具選択部140は、加工時間予測部130が予測した工具選択指令と工具交換指令との間のブロックによる加工に掛かる加工時間に基づいて、工具選択指令により指定された工具を選択し、選択した工具が保持されている工具ポットを工具交換位置へと移動させるように工具交換制御部150へと指令する機能手段である。工具選択部140は、工具選択指令により指定された工具の中で、加工時間予測部130が予測した加工時間よりも短い時間で選択可能な工具を選択する。特に、工具選択部140は、加工時間予測部130が予測した加工時間よりも短い時間で選択可能な工具が複数ある場合には、事前に定めておいた優先順位（例えば、工具の残寿命が長い順位等）に従って工具を選択する。

10

【0024】

図3は、本実施形態の工具選択部140による工具選択方法について説明する図である。なお、図3では説明を簡単にするために隣接する工具ポットへと移動させる場合に1秒掛かるものとして説明する。工具選択部140は、工具情報記憶部210に記憶されている工具マガジンの各工具ポットに保持されている工具の情報を検索することにより、工具選択指令により指定される選択対象工具がいずれの工具ポットに保持されているかを特定し、更に、工具交換制御部150から現在の工具マガジンの位置（即ち、各工具ポットの現在位置）を特定する。更に、工具選択部140は、工具ポット移動時間記憶部220に記憶されている工具ポットを各位置から工具交換位置までに移動するために掛かる時間を参照することにより、工具選択指令により指定された選択対象工具のそれぞれを工具交換位置へと移動させるために掛かる時間を特定する。そして、工具選択部140は、「加工時間予測部が予測した予測加工時間>工具選択時間」を満たす選択対象工具の中から事前に定めておいた優先順位に従って工具を選択する。例えば、図3に示した例では、選択対象工具であるT2は工具マガジンの3つの工具ポット（No.3, 6, 8）に保持されているが、No.6の工具ポットに保持されている工具T2は工具の選択に5秒（>予測加工時間4秒）掛かるため選択されず、No.3, 8の工具ポットに保持されている工具T2は加工時間予測部130が予測した予測加工時間4秒よりも短い時間で工具交換位置へと移動することが出来るので、工具選択部140は、No.3, 8の工具ポットに保持されている工具T2の中から所定の優先順位に従って工具を選択する。

20

30

【0025】

工具交換制御部150は、指令解析部110から工具交換をするように指令されると、主軸に装着されている工具を取り外し、工具交換位置に割り出されている工具を主軸へと装着する工具交換をするように工具交換装置3を制御する。また、工具交換制御部150は、工具選択部140から指令に基づいて選択対象となる工具が保持された工具ポットを工具交換位置へと移動するように工具交換装置3を制御する。

【0026】

本実施形態の数値制御装置1の一変形例として、指令解析部110は第1の工具選択指令のブロックを読み込んだ時、該第1の工具選択指令の次の第1の工具交換指令の間のブロックを先読みするだけでなく、更にその先にある第2の工具選択指令と、該第2の工具選択指令の次の第2の工具交換指令の間のブロックを先読みし、加工時間予測部130は、第1の工具選択指令と第1の工具交換指令の間の第1の予測加工時間と、第2の工具選択指令と第2の工具交換指令の間の第2の予測加工時間とをそれぞれ予測し、工具選択部140は、第1の工具選択指令により指定された選択対象工具が工具マガジンに複数ある場合、第1の工具選択指令による工具の選択に掛かる時間及び第2の工具選択指令による工具の選択に掛かる時間と、第1の予測加工時間及び第2の予測加工時間とを考慮して、第1の工具選択指令により指定された選択対象工具を選択する。

40

50

【 0 0 2 7 】

図 4 は、本変形例の工具選択部 1 4 0 による工具選択方法について説明する図である。図 4 に例示する加工プログラムでは、工具選択指令により工具 T 1 が指定された後、加工時間 1 0 秒後に工具交換が指令され、その後工具選択指令により工具 T 2 が指定された後、加工時間 3 秒を経て工具交換が指令される。また、No. 5, 1 0 の工具ポットに工具 T 1 が、No. 6 の工具ポットに工具 T 2 がそれぞれ保持されている。更に、図 4 の例では、説明を簡単にするために工具交換位置へ隣接する工具ポットを移動させる場合には図 3 に示した例と同様に 1 秒掛かるものとして説明する。このような場合、本変形例の工具選択部 1 4 0 は、工具選択指令で工具 T 1 が指定された際に、予測加工時間 1 0 秒の間に選択可能な No. 5 の工具 T 1 と No. 1 0 の工具 T 1 のいずれかから工具を選択することとなるが、その際に、次の工具選択指令により工具 T 2 を選択する場合のことを考慮する。より具体的には、工具 T 1 を指定する工具選択指令で No. 5 の工具ポットに保持されている工具 T 1 を選択する場合、工具交換後には No. 5 の工具ポットが工具交換位置に割り出されている。その後、工具 T 2 を指定する工具選択指令が実行された際に、工具 T 2 が保持されている No. 6 の工具ポットを工具交換位置に移動させるためには 1 秒掛かるので、工具 T 2 を指定する工具選択指令から次の工具交換指令までの予測加工時間 3 秒よりも小さいため、待ち時間が発生することなく工具 T 2 へと交換することが出来る。しかしながら、工具 T 1 を指定する工具選択指令で No. 1 0 の工具ポットに保持されている工具 T 1 を選択する場合、工具交換後には No. 1 0 の工具ポットが工具交換位置に割り出されている。その後、工具 T 2 を指定する工具選択指令が実行された際に、工具 T 2 が保持されている No. 6 の工具ポットを工具交換位置に移動させるためには 4 秒掛かるので、工具 T 2 を指定する工具選択指令から次の工具交換指令までの予測加工時間 3 秒よりも大きくなり、それ以降の加工を工具の選択と交換が終了するまで待たされることとなる。その為、図 4 のような例では、工具選択部 1 4 0 は、工具 T 1 を指定する工具選択指令が実行された際に、No. 5 の工具ポットに保持されている工具 T 1 を選択するように動作する。なお、図 4 の例では、第 1、第 2 の予測加工時間を考慮した工具選択動作をする例を示しているが、更に先の工具選択において掛かる時間と、予測加工時間とを考慮した工具選択動作をするようにしても良い。

10

20

【 0 0 2 8 】

上記変形例によれば、数値制御装置 1 は、直近の工具選択指令による工具の選択に掛かる時間と予測加工時間だけでなく、将来の工具選択指令による工具の選択に掛かる時間と予測加工時間を考慮した工具の選択が行われるようになるため、加工プログラム全体を踏まえた効率の良い工具交換を行うことができるようになる。

30

【 0 0 2 9 】

図 5 は、工具交換機能を実現するためのシステム・プログラムを図 1 で示した数値制御装置 1 のハードウェア上に実装した場合の、第 2 の実施形態による数値制御装置の概略的な機能ブロック図である。図 5 に示した各機能ブロックは、第 1 の実施形態の数値制御装置 1 と同様に、図 1 に示した数値制御装置 1 が備える CPU 1 1 が、工具交換機能のシステム・プログラムを実行し、数値制御装置 1 の各部の動作を制御することにより実現される。本実施形態の数値制御装置 1 は、第 1 の実施形態で説明した各機能ブロックに加えて、更に工具関連指令解析部 1 6 0、解析結果表示部 1 7 0 を備える。

40

【 0 0 3 0 】

工具関連指令解析部 1 6 0 は、加工プログラム 2 0 0 による加工を開始する前にメモリ内から加工プログラム 2 0 0 の各ブロックを読み出して、加工プログラム 2 0 0 内で指令されている工具選択指令及び工具交換指令について、工具交換指令実行時に工具選択指令による工具の選択を待つ待ち時間が発生するかどうかを解析する機能手段である。工具関連指令解析部 1 6 0 は、工具情報記憶部 2 1 0 に記憶された工具マガジンの各工具ポットに保持されている工具の情報と、工具ポット移動時間記憶部 2 2 0 に記憶されている工具交換位置にある所定の工具ポットを他の工具ポットへと変更する（移動させる）ために掛かる時間とに基づいて、加工プログラム 2 0 0 内における各工具の選択に掛かる時間を解析

50

する。

【 0 0 3 1 】

図 6 は、工具関連指令解析部 1 6 0 による加工プログラム 2 0 0 の解析処理について説明する図である。図 6 では、工具交換装置 3 で、所謂固定番地方式（使い終わった工具は元の工具ポットへと戻す方式）で工具を管理している例を示している。また、図 6 においては、加工を開始する時点で工具 T 4（工具マガジン内では No. 6 の工具ポットに保持される）が主軸に装着されており、工具 T 1 は No. 8 の工具ポットに、工具 T 2 は No. 5 の工具ポットに、工具 T 3 は No. 3 の工具ポットにそれぞれ保持されている。また、図 6 では説明を簡単にするために隣接する工具ポットへと移動させる場合に 1 秒掛かるものとして説明する。この場合において、工具関連指令解析部 1 6 0 は、加工プログラム 2 0 0 の実行時における工具選択指令から工具交換指令までの間における工具ポットの移動に掛かる時間（工具の選択時間）と、工具交換指令から工具選択指令までの間における工具ポットの移動に掛かる時間（工具の返却時間）とを特定する。図 6 に例示した加工プログラムでは、工具 T 1 への工具交換指令から工具 T 2 を指定する工具選択指令までの間には、工具 T 4 を No. 6 の工具ポットへの返却が行われるが、直前に工具 T 1 への交換が行われているため工具交換位置の工具ポットは No. 8 になっているため、この間に工具交換位置の工具ポットを No. 8 から No. 6 へと移動させなければならず、これに掛かる時間は 2 秒となる。また、工具 T 2 を指定する工具選択指令から次の工具交換指令（工具 T 2 への工具交換指令）までの間には、工具交換位置に工具 T 2 を移動させる必要があるので、工具交換位置にある工具ポットを No. 6 の工具ポットから No. 5 の工具ポットへと変更させなければならず、これに掛かる時間は 1 秒となる。このようにして、工具関連指令解析部 1 6 0 は、それぞれの工具選択指令及び工具交換指令の間の工具交換位置の工具ポットの変更に掛かる時間を特定する。一方で、工具関連指令解析部 1 6 0 は、それぞれの工具選択指令と工具交換指令との間のブロックによる加工に掛かる加工時間を予測するように加工時間予測部 1 3 0 へと指令する。そして、このようにして特定した工具選択指令及び工具交換指令の間の工具交換位置の工具ポットの変更に掛かる時間と、加工時間予測部 1 3 0 が予測した工具選択指令及び工具交換指令の間のブロックによる加工に掛かる予測加工時間とを比較して、工具交換指令実行時に工具選択指令による工具の選択を待つ待ち時間が発生するか否かを判定する。

【 0 0 3 2 】

工具関連指令解析部 1 6 0 は、工具交換指令実行時に工具選択指令により指定された工具の選択を待つ待ち時間が発生すると判定した場合、加工時間予測部 1 3 0 が予測した当該工具交換指令より以前の工具交換指令までのそれぞれのブロックの指令の加工時間の予測に基づいて当該工具選択指令をいずれのブロックの位置に移動させれば当該工具選択指令により指定された工具の選択を待つ待ち時間がなくなるのかを特定する。ここで特定する工具選択指令を移動させるブロック（推奨ブロック）は、非切削ブロックであることが望ましい。例えば、図 7 に例示する加工プログラムにおいて、工具選択指令 T 3 による工具の選択が次の工具交換指令までに間に合わない場合、次の工具（T 3）の選択に掛かる時間より以前であって、前の工具交換から使用済み工具の返却に掛かる時間後に実行される非切削ブロックである「G 0 Y 1 1 .」と「M 1 0 0」が工具選択指令 T 3 の移動先のブロックとして特定される。

【 0 0 3 3 】

また、工具交換指令実行時に工具選択指令により指定された工具の選択を待つ待ち時間が発生すると判定した場合であって、工具交換指令実行時の待ち時間が無くなる工具選択指令の移動先が無い場合（例えば、図 7 において、前の工具交換後に使用済みの工具を返却している時間と、次の工具の選択に掛かる時間とが重複するような場合等）、工具関連指令解析部 1 6 0 は、工具交換装置 3 の工具マガジンのいずれの工具ポットにいずれの工具を保持すれば、工具交換指令実行時に工具選択指令により指定された工具の選択を待つ待ち時間が発生しなくなるかを解析する。工具関連指令解析部 1 6 0 は、例えば、単純に待ち時間の原因となる工具を現在の工具ポットからいずれの工具ポットへと移動すれば待

10

20

30

40

50

ち時間が発生しなくなるかを求めるようにしても良いし、工具と工具ポットとの組合せを作成して、それぞれの場合における工具交換指令実行時の待ち時間を算出することで、いずれの組合せとすれば工具交換指令実行時の待ち時間が発生しなくなるかを求めるようにしても良い。

【 0 0 3 4 】

解析結果表示部 1 7 0 は、工具関連指令解析部 1 6 0 が工具交換指令実行時に工具選択指令による工具の選択を待つ待ち時間が発生すると判定した場合に、当該工具選択指令を表示器 / M D I ユニット 7 0 へと表示する。また、解析結果表示部 1 7 0 は、工具関連指令解析部 1 6 0 が工具交換指令実行時に工具選択指令による工具の選択を待つ待ち時間が発生すると判定した場合に、待ち時間の原因となる工具選択指令を移動させる推奨ブロックを表示器 / M D I ユニット 7 0 へと表示するようにしても良い。更に、解析結果表示部 1 7 0 は、工具関連指令解析部 1 6 0 が工具交換指令実行時に工具選択指令による工具の選択を待つ待ち時間が発生すると判定した場合に、待ち時間の原因となる工具を移動させる先の工具ポットを表示したり、最適な工具と工具ポットの組合せを表示するようにしても良い。

10

【 0 0 3 5 】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上述した実施の形態の例のみに限定されることなく、適宜の変更を加えることにより様々な態様で実施することができる。

【 符号の説明 】

20

【 0 0 3 6 】

- 1 数値制御装置
- 2 工作機械
- 3 工具交換装置
- 1 1 C P U
- 1 2 R O M
- 1 3 R A M
- 1 4 不揮発性メモリ
- 1 5 , 1 8 , 1 9 インタフェース
- 1 6 P M C
- 1 7 I / O ユニット
- 2 0 バス
- 3 0 軸制御回路
- 4 0 サーボアンプ
- 5 0 サーボモータ
- 6 0 スピンドル制御回路
- 6 1 スピンドルアンプ
- 6 2 スピンドルモータ
- 6 3 ポジションコーダ
- 7 0 表示器 / M D I ユニット
- 7 1 操作盤
- 7 2 外部機器
- 1 1 0 指令解析部
- 1 2 0 制御部
- 1 3 0 加工時間予測部
- 1 4 0 工具選択部
- 1 5 0 工具交換制御部
- 1 6 0 工具関連指令解析部
- 1 7 0 解析結果表示部
- 2 0 0 加工プログラム

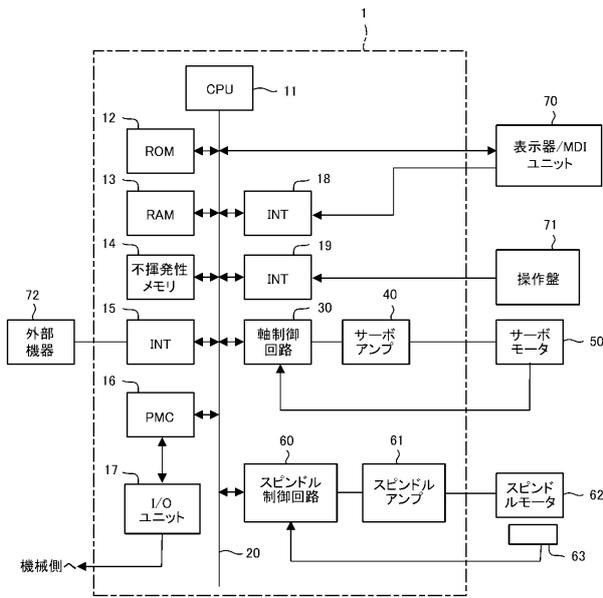
30

40

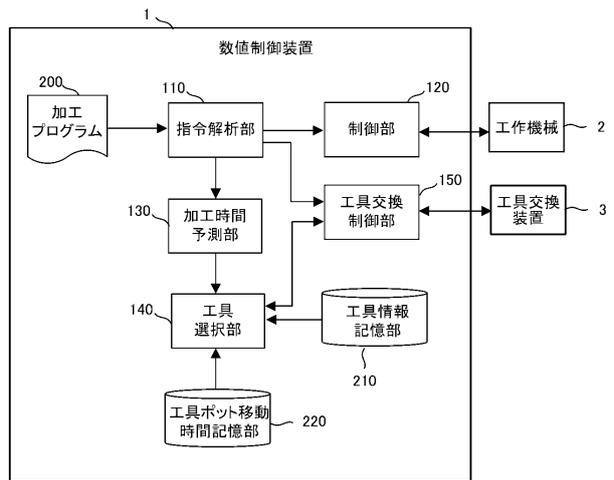
50

- 2 1 0 工具情報記憶部
- 2 2 0 工具ポット移動時間記憶部

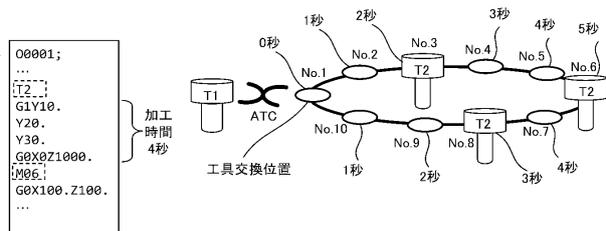
【図 1】



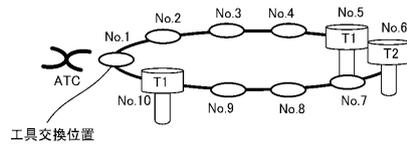
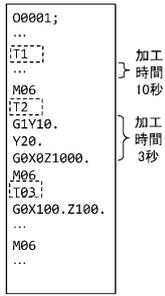
【図 2】



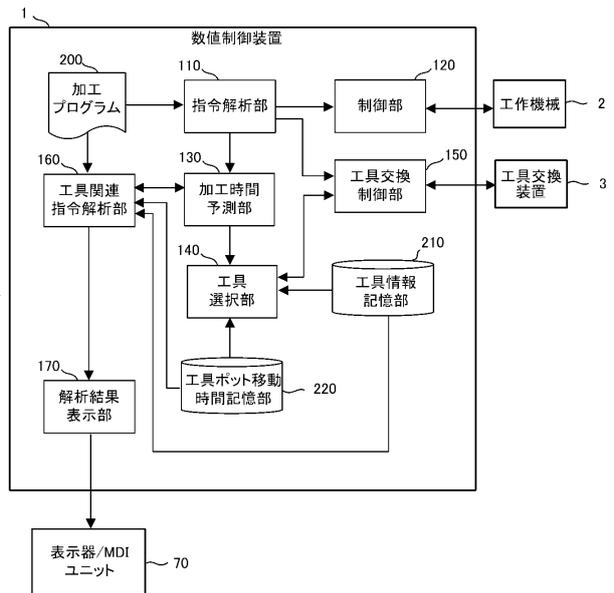
【図 3】



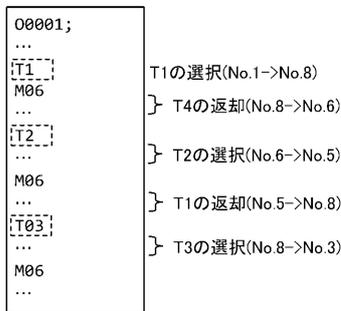
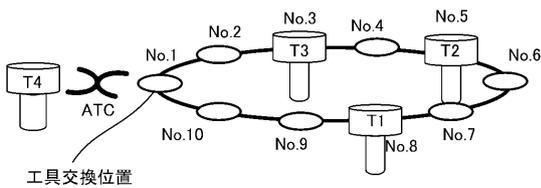
【図4】



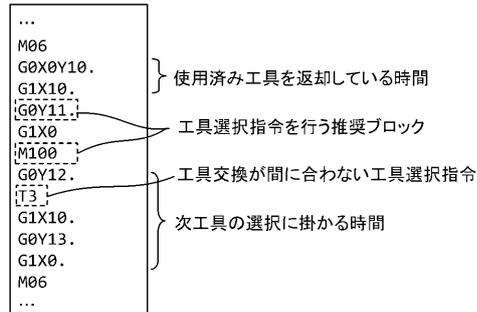
【図5】



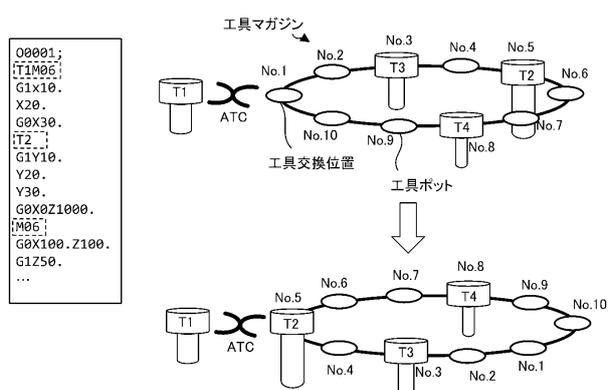
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-033150(JP,A)
特開昭60-228049(JP,A)
特開平06-000738(JP,A)
特開2007-025945(JP,A)
特開2010-234449(JP,A)
特開2000-084778(JP,A)
特開2005-193312(JP,A)
特開2012-187668(JP,A)
特開2017-087333(JP,A)
特開2005-301440(JP,A)
特開2012-093975(JP,A)
特開2009-034803(JP,A)
特開2015-182173(JP,A)
特開昭57-172411(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05B 19/18 - 19/416
B23Q 15/00 - 15/28
B23Q 3/155
B23Q 3/157