

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年2月8日(08.02.2024)

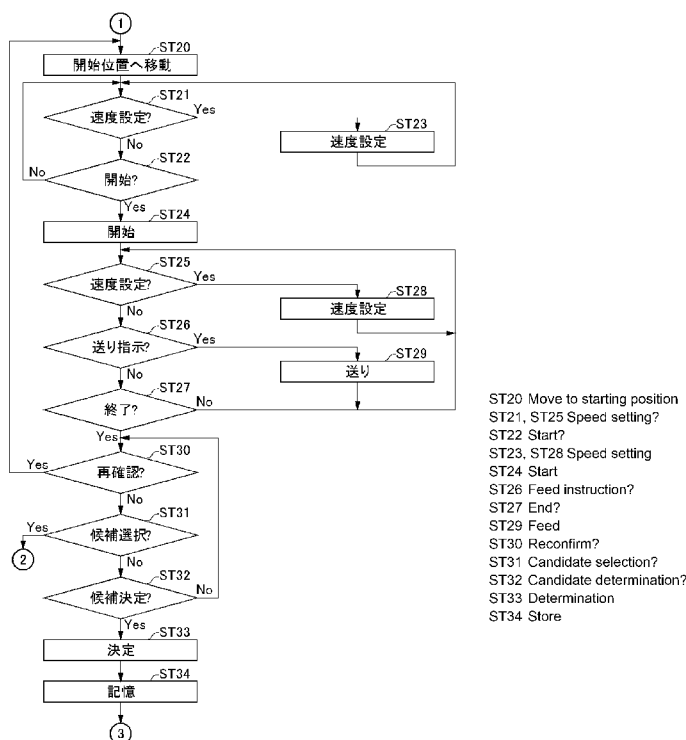


(10) 国際公開番号
WO 2024/029007 A1

- (51) 国際特許分類:
G05B 19/18 (2006.01) *B23Q 1/54* (2006.01) 字古馬場 3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/029815 (74) 代理人: 正林 真之, 外(SHOBAYASHI Masayuki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1 - 7 - 1 2 サピアタワー Tokyo (JP).
- (22) 国際出願日: 2022年8月3日(03.08.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: ファナック株式会社 (FANUC CORPORATION) [JP/JP]; 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 Yamanashi (JP).
- (72) 発明者: 松本 隆良 (MATSUMOTO Takayoshi); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) Title: CONTROL DEVICE, CONTROL SYSTEM, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 制御装置、制御システム及びプログラム



(57) Abstract: The present invention provides a control device, a control system, and a program that make it possible to prevent a tool etc. from causing interference when changing the direction of the tool with reference to an inclined surface. A control device according to an embodiment comprises a calculation unit, a selection unit, a control unit, and a determination unit. The calculation unit calculates a plurality of combinations of angles of a plurality of rotation shafts which can change the orientation of the tool, such that the tool is at a prescribed angle with respect to a plane. The selection unit selects

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

one combination from among the plurality of combinations calculated by the calculation unit. The control unit controls the plurality of rotation shafts and operates the plurality of rotation shafts such that the combination of angles thereof is the combination selected by the selection unit, in order to change the orientation of the tool, which is in a prescribed orientation, so that the tool is at the prescribed angle with respect to the plane. The determination unit determines one combination for use in actual operation from among the plurality of combinations calculated by the calculation unit.

(57) 要約: 傾斜面を基準にして工具の方向を変える際に工具などが干渉を起こすことを防ぐことができる制御装置、制御システム及びプログラムを提供する。実施形態の制御装置は、算出部、選択部、制御部及び決定部を備える。算出部は、工具の向きを変えることが可能な複数の回転軸の、前記工具が平面に対して所定の角度となるような角度の組み合わせを複数算出する。選択部は、前記算出部によって算出された複数の前記組み合わせの中から1組を選択する。制御部は、所定の向きを向いた前記工具の向きを変えて前記工具が前記平面に対して所定の角度となるようにするために、前記複数の回転軸を制御して、前記複数の回転軸の角度の組み合わせを前記選択部によって選択された前記組み合わせになるように動作させる。決定部は、前記算出部によって算出された複数の前記組み合わせの中から、本番の動作で使用する1組を決定する。

明 細 書

発明の名称：制御装置、制御システム及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、制御装置、制御システム及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 工作機械などを用いてワークの傾斜面に穴又はポケットなどの形状を加工する場合に、XY平面と同様のプログラムで加工したい場合がある。

[0003] このような加工をするための技術として、数値制御装置に傾斜面を定義する技術（傾斜面割出し指令（G68.2））と、傾斜面に対して工具を垂直にする技術（工具軸方向制御（G53.1））がある。

[0004] 工具の方向を変えることが可能な回転軸が2軸存在する工作機械の場合、傾斜面に対して工具が垂直になる回転軸2軸の角度の組は2組存在する。従来の数値制御装置は、当該2組から、回転軸の移動量が小さい方を選択する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第2011／117915号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、数値制御装置が選択した角度の組では、工具などとワーク又は治具などとの干渉が発生する場合がある。

[0007] 本発明の実施形態が解決しようとする課題は、傾斜面を基準にして工具の方向を変える際に工具などが干渉を起こすことを防ぐことができる制御装置、制御システム及びプログラムを提供することである。

課題を解決するための手段

[0008] 実施形態の制御装置は、算出部、選択部、制御部及び決定部を備える。算出部は、工具の向きを変えることが可能な複数の回転軸の、前記工具が平面

に対して所定の角度となるような角度の組み合わせを複数算出する。選択部は、前記算出部によって算出された複数の前記組み合わせの中から１組を選択する。制御部は、所定の向きを向いた前記工具の向きを変えて前記工具が前記平面に対して所定の角度となるようにするために、前記複数の回転軸を制御して、前記複数の回転軸の角度の組み合わせを前記選択部によって選択された前記組み合わせになるように動作させる。決定部は、前記算出部によって算出された複数の前記組み合わせの中から、本番の動作で使用する１組を決定する。

発明の効果

[0009] 本発明は、傾斜面を基準にして工具の方向を変える際に工具などが干渉を起こすことを防ぐことができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]第１実施形態及び第２実施形態に係る数値制御システム及び当該数値制御システムに含まれる構成要素の要部構成の一例を示すブロック図。

[図2]図１中のプロセッサによる第１実施形態及び第２実施形態に係る処理の一例を示すフローチャート。

[図3]図１中のプロセッサによる第１実施形態に係る処理の一例を示すフローチャート。

[図4]図１中のプロセッサによる第１実施形態及び第２実施形態に係る処理の一例を示すフローチャート。

[図5]ワークの傾斜面に対して工具が垂直になるようにした場合の工具及び主軸の状態の第１の例を示す図。

[図6]ワークの傾斜面に対して工具が垂直になるようにした場合の工具及び主軸の状態の第２の例を示す図。

[図7]図１中のプロセッサによる第２実施形態に係る処理の一例を示すフローチャート。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、いくつかの実施形態に係る数値制御システムについて図面を用いて説

明する。なお、以下の実施形態の説明に用いる各図面は、各部の縮尺を適宜変更している場合がある。また、以下の実施形態の説明に用いる各図面は、説明のため、構成を省略して示している場合がある。また、各図面及び本明細書中において、同一の符号は同様の要素を示す。

〔第１実施形態〕

図１は、第１実施形態に係る数値制御システム１及び数値制御システム１に含まれる構成要素の要部構成の一例を示すブロック図である。数値制御システム１は、一例として、数値制御装置１００及び産業機械２００を含む。なお、数値制御システム１は、制御システムの一例である。

[0012] 数値制御装置１００は、産業機械２００などに対して数値制御を行う装置である。また、数値制御装置１００は、傾斜面に対して工具を垂直にするための各回転軸の角度の組み合わせの候補の中から最適と思われる角度組み合わせを選択して決定するための機能（以下「選択機能」という。）を備える。なお、「傾斜面に対して工具を垂直にするための各回転軸の角度の組み合わせ」を以下「角度組み合わせ」という。数値制御装置１００は、サーバー装置、ＰＣ、タブレット端末又はスマートフォンなどであっても良い。数値制御装置１００は、一例として、プロセッサ１１０、ＲＯＭ（read-only memory）１２０、ＲＡＭ（random-access memory）１３０、補助記憶装置１４０、入力デバイス１５０、表示デバイス１６０及び制御インターフェース１７０を含む。そして、バス１８０などが、これら各部を接続する。

なお、数値制御装置１００は、制御装置の一例である。また、傾斜面に対して工具を垂直にする場合の当該垂直は、所定の角度の一例である。

[0013] プロセッサ１１０は、数値制御装置１００の動作に必要な演算及び制御などの処理を行うコンピューターの中核部分であり、各種演算及び処理などを行う。プロセッサ１１０は、例えば、ＣＰＵ（central processing unit）、ＭＰＵ（micro processing unit）、ＳｏＣ（system on a chip）、ＤＳＰ（digital signal processor）、ＧＰＵ（graphics processing unit）、ＡＳＩＣ（application specific integrated circuit）、ＰＬＤ（programm

able logic device) 又は F P G A (field-programmable gate array) などである。あるいは、プロセッサ 110 は、これらのうちの複数を組み合わせたものである。また、プロセッサ 110 は、これらにハードウェアアクセラレータなどを組み合わせたものであっても良い。プロセッサ 110 は、ROM 120 又は補助記憶装置 140 などに記憶されたファームウェア、システムソフトウェア及びアプリケーションソフトウェア、NC (numerical control) プログラムなどのプログラムに基づいて、数値制御装置 100 の各種の機能を実現するべく各部を制御する。また、プロセッサ 110 は、当該プログラムに基づいて後述する処理を実行する。なお、当該プログラムの一部又は全部は、プロセッサ 110 の回路内に組み込まれていても良い。NC プログラムは、産業機械 200 を数値制御するためのプログラムである。

[0014] また、プロセッサ 110 は、上記のプログラムを実行することで、プログラム解析部 111、位置確認部 112、選択設定部 113、候補選択部 114 及び移動制御部 115 として機能する。

[0015] プログラム解析部 111 は、NC プログラムの解析を行う。

[0016] 位置確認部 112 は、複数の回転軸の角度の組み合わせの候補の中から 1 組を選択する。また、位置確認部 112 は、工具を傾斜面に対して垂直にする動作を産業機械 200 に実行させる。また、位置確認部 112 は、再確認を実行する。

[0017] 選択設定部 113 は、本番の動作で用いる、複数の回転軸の角度組み合わせを決定する。

[0018] 候補選択部 114 は、複数の候補から 1 組を選択する。

[0019] 移動制御部 115 は、選択設定部 113 によって決定された角度組み合わせを用いて回転軸を制御する。

[0020] プログラム解析部 111、位置確認部 112、選択設定部 113、候補選択部 114 及び移動制御部 115 が実行する処理の詳細については後述する。

[0021] ROM 120 及び RAM 130 は、プロセッサ 110 を中枢としたコンピュータの主記憶装置である。

ROM 120 は、専らデータの読み出しに用いられる不揮発性メモリである。ROM 120 は、上記のプログラムのうち、例えばファームウェアなどを記憶する。また、ROM 120 は、プロセッサ 110 が各種の処理を行う上で使用するデータなども記憶する。

RAM 130 は、データの読み書きに用いられるメモリである。RAM 130 は、プロセッサ 110 が各種の処理を行う上で一時的に使用するデータを記憶するワークエリアなどとして利用される。RAM 130 は、典型的には揮発性メモリである。

[0022] 補助記憶装置 140 は、プロセッサ 110 を中枢としたコンピュータの補助記憶装置である。補助記憶装置 140 は、例えば EEPROM (electric erasable programmable read-only memory)、HDD (hard disk drive) 又はフラッシュメモリなどである。補助記憶装置 140 は、上記のプログラムのうち、例えば、システムソフトウェア、アプリケーションソフトウェア及び NC プログラムなどを記憶する。また、補助記憶装置 140 は、プロセッサ 110 が各種の処理を行う上で使用するデータ、プロセッサ 110 での処理によって生成されたデータ及び各種の設定値などを記憶する。

[0023] 入力デバイス 150 は、数値制御装置 100 の操作者による操作を受け付ける。入力デバイス 150 は、例えば、キーボード、キーパッド、タッチパッド、マウス又はコントローラなどである。また、入力デバイス 150 は、音声入力用のデバイスであっても良い。

[0024] 表示デバイス 160 は、数値制御装置 100 の操作者などに各種情報を通知するための画面を表示する。表示デバイス 160 は、例えば、液晶ディスプレイ又は有機 EL (electro-luminescence) ディスプレイなどのディスプレイである。また、入力デバイス 150 及び表示デバイス 160 としては、タッチパネルを用いることもできる。すなわち、タッチパネルが備える表示パネルを表示デバイス 160 として、タッチパネルが備える、タッチ入力に

よるポインティングデバイスを入力デバイス１５０として用いることができる。

[0025] 制御インターフェース１７０は、数値制御装置１００が産業機械２００などと通信するためのインターフェースである。数値制御装置１００は、NCプログラムに基づき、制御インターフェース１７０を介して産業機械２００などを制御する。

[0026] バス１８０は、コントロールバス、アドレスバス及びデータバスなどを含み、数値制御装置１００の各部で授受される信号を伝送する。

[0027] 産業機械２００は、数値制御などによって動作する機械である。産業機械２００は、例えば、工作機械、マニピュレータ、ロボットアーム又はロボットなどである。産業機械２００は、一例として、入力デバイス２１０、工具２２０及び主軸２３０を含む。

[0028] 入力デバイス２１０は、産業機械２００の操作者による操作を受け付ける。入力デバイス２１０は、例えば、操作盤、キーボード、キーパッド、タッチパッド、タッチパネル、マウス又はコントローラなどである。また、入力デバイス２１０は、音声入力用のデバイスであっても良い。

[0029] 工具２２０及び主軸２３０について、図５を用いて説明する。

図５は、ワーク３００の傾斜面３０１に対して工具２２０が垂直になるようにした場合の工具２２０及び主軸２３０の状態の第１の例を示す図である。

[0030] 工具２２０は、ドリルなどの、ワーク３００に対する加工などを行うための工具である。

[0031] 主軸２３０は、工具２２０を取り付け可能である。主軸２３０は、例えば、工具２２０を工具２２０の中心軸を中心に回転させることができる。

[0032] また、主軸２３０は、回転軸２３１及び回転軸２３２を備える。回転軸２３１は、B軸方向に回転可能である。主軸２３０は、回転軸２３１によって工具２２０をB軸方向に回転させることで、工具２２０の向きを変えることが可能である。回転軸２３２は、C軸方向に回転可能である。主軸２３０は

、回転軸 232 によって工具 220 を C 軸方向に回転させることで工具 220 の向きを変えることが可能である。回転軸 231 及び回転軸 232 は、典型的には正負どちらの方向にも回転可能である。回転軸 231 及び回転軸 232 は、回転可能な範囲が制限されていても良いし、制限されていなくても良い。なお、主軸 230 は、3 つ以上の回転軸を備えていても良い。

[0033] 以下、第 1 実施形態に係る数値制御システム 1 の動作を図 2 ～図 4 などに基づいて説明する。なお、以下の動作説明における処理の内容は一例であって、同様な結果を得ることが可能な様々な処理を適宜に利用できる。図 2 ～図 4 は、数値制御装置 100 のプロセッサ 110 による処理の一例を示すフローチャートである。プロセッサ 110 は、例えば、ROM 120 又は補助記憶装置 140 などに記憶されたプログラムに基づいて図 2 ～図 4 の処理を実行する。

[0034] まず、選択機能を実行する場合の数値制御装置 100 などの動作について図 2 及び図 3 などを用いて説明する。

図 2 のステップ S T 11 において数値制御装置 100 のプロセッサ 110 は、選択機能を実行するか否かを判定する。プロセッサ 110 は、例えば、入力デバイス 150 又は入力デバイス 210 などに対して選択機能の実行を指示する操作入力があった場合に、選択機能を実行すると判定する。入力デバイス 210 に対して操作が行われた場合、操作入力の内容は、制御インターフェース 170 を介して数値制御装置 100 に入力する。あるいは、プロセッサ 110 は、外部の装置などから、選択機能の実行を指示するコマンドなどの入力があった場合に、選択機能を実行すると判定する。また、プロセッサ 110 は、予め定められたスケジュールに基づき選択機能を実行すると判定しても良い。プロセッサ 110 は、選択機能を実行すると判定しないならば、ステップ S T 11 において N o と判定してステップ S T 11 の処理を繰り返す。対して、プロセッサ 110 は、選択機能を実行すると判定するならば、ステップ S T 11 において Y e s と判定してステップ S T 12 へと進む。

[0035] ステップST12においてプロセッサ110は、選択機能を実行する対象のNCプログラムを決定する。ここで決定されたNCプログラムを以下「対象プログラム」という。プロセッサ110は、例えば、入力デバイス150又は入力デバイス210などに対する操作入力に従い、対象プログラムを決定する。あるいは、プロセッサ110は、例えば、外部の装置などからの指示に基づき、対象プログラムを決定する。あるいは、プロセッサ110は、所定の条件を満たすNCプログラムを対象プログラムとする。所定の条件は、例えば、未だ選択機能の実行の対象となっていないことである。あるいは、所定の条件は、例えば、選択機能における角度組み合わせの設定が未完了であることである。

[0036] ステップST13においてプロセッサ110は、対象プログラムを補助記憶装置140などから取得する。プロセッサ110は、外部の記憶装置から対象プログラムを取得しても良い。

[0037] ステップST14においてプロセッサ110は、対象プログラムを解析する。プロセッサ110は、解析により、対象プログラム中に垂直命令があるか否かを調べる。垂直命令は、傾斜面に対して工具を垂直にし、当該傾斜面を基準とした座標系を設定する命令である。また、当該傾斜面は、当該垂直命令によって定義される傾斜面である。

また、プロセッサ110は、解析により、対象プログラム中の垂直命令の数を調べる。また、プロセッサ110は、解析により、以降の処理で必要なその他の情報を得る。

例えば、プログラム解析部111がステップST14の処理を行う。

[0038] ステップST15においてプロセッサ110は、対象プログラムに未選択の垂直命令があるか否かを判定する。垂直命令の選択は、ステップST16において行われる。一度選択された垂直命令は、選択済みとなり未選択ではなくなる。なお、プロセッサ110は、対象プログラム中に垂直命令が無い場合も未選択の垂直命令が無いと判定する。プロセッサ110は、対象プログラムに未選択の垂直命令が無いと判定するならば、ステップST1

5においてNoと判定してステップST11へと戻る。対して、プロセッサ110は、対象プログラムに未選択の垂直命令があると判定するならば、ステップST15においてYesと判定してステップST16へと進む。

[0039] ステップST16においてプロセッサ110は、選択中の垂直命令（以下「選択命令」という。）がある場合には、当該垂直命令の選択を解除する。プロセッサ110は、対象プログラム中の未選択の垂直命令の中から1つを選択する。なお、プロセッサ110は、未選択の垂直命令が複数ある場合、先に実行される方を優先して選択する。

[0040] 対象プログラムに複数の垂直命令が含まれる場合、そのうちのいずれか2つを第1の垂直命令及び第2の垂直命令というものとする。

[0041] ステップST17においてプロセッサ110は、選択命令について、本番で使用する角度組み合わせを決定済みであるか否かを判定する。プロセッサ110は、角度組み合わせを決定済みであるならば、ステップST17においてYesと判定してステップST15へと戻る。対して、プロセッサ110は、角度組み合わせを決定済みでないならば、ステップST17においてNoと判定してステップST18へと進む。なお、角度組み合わせの決定については後述する。

[0042] 以上より、プロセッサ110は、ステップST17の処理を行うことで、決定部によって1組の組み合わせが決定済みである場合、複数の回転軸の角度の組み合わせを選択部によって選択された組み合わせになるように動作させることを行わない制御部の一例として機能させる。

[0043] ステップST18においてプロセッサ110は、工具を傾斜面に垂直にする角度組み合わせを算出する。なお、当該傾斜面は、選択命令によって定義される傾斜面である。ここで算出される角度組み合わせは、実際の産業機械200の制御において用いられる角度組み合わせの候補である。工具220の向きを変えることが可能な回転軸が2つである場合、通常、候補は2組である。ただし、各回転軸の回転可能な範囲によっては、候補が2組より少ない場合も考えられる。また、プロセッサ110は、回転軸が3つ以上で

ある場合、算出する組み合わせを、所定の条件を満たしたものだけとなるように制限しても良い。

なお、第1の垂直命令における各組み合わせの候補は、第1の組み合わせの一例である。第2の垂直命令における各組み合わせの候補は、第2の組み合わせの一例である。

[0044] 図5及び図6に、2つの角度組み合わせ候補の例を示す。

図6は、ワーク300の傾斜面301に対して工具220が垂直になるようにした場合の工具220及び主軸230の状態の第2の例を示す図である。

[0045] 図5及び図6に示す傾斜面301は、X1軸に対して−30度傾いている。また、傾斜面301は、Y1軸と平行である。なお、X1Y1Z1座標系は、傾斜面に対して工具220を垂直にする前の初期状態の座標系である。また、X2Y2Z2座標系は、傾斜面301に対して工具220を垂直にした後の座標である。すなわち、X2Y2Z2座標系では、傾斜面301は、X2Y2平面と平行である。好ましくは、傾斜面301は、X2Y2平面と一致する。

[0046] 図5に示す第1の例では、回転軸231の角度は30度、回転軸232の角度は0度である。図6に示す第2の例では、回転軸231の角度は−30度、回転軸232の角度は180度である。

[0047] 以上より、プロセッサ110は、ステップST18の処理を行うことで、工具の向きを変えることが可能な複数の回転軸の、工具が平面に対して所定の角度となるような角度の組み合わせを複数算出する算出部の一例として機能する。

[0048] ステップST19においてプロセッサ110は、選択中の角度組み合わせ（以下「選択組み合わせ」という。）がある場合には、当該角度組み合わせの選択を解除する。そして、プロセッサ110は、選択命令についての角度組み合わせの中から1組を選択する。プロセッサ110は、自動で1組を選択する。このとき、プロセッサ110は、例えば、ランダムに1組

を選択する。あるいは、プロセッサ１１０は、所定の条件を満たす１組を選択しても良い。また、プロセッサ１１０は、自動ではなく、例えば、角度組み合わせを指定する操作入力に基づき、当該角度組み合わせを選択しても良い。当該操作入力は、例えば、数値制御装置１００の入力デバイス１５０又は産業機械２００の入力デバイス２１０に対する操作入力である。あるいは、プロセッサ１１０は、外部の装置などからの、角度組み合わせを指定する入力に基づき、当該角度組み合わせを選択しても良い。当該角度組み合わせは、ステップＳＴ１８で算出されたものである。プロセッサ１１０は、ステップＳＴ１９の処理の後、図３のステップＳＴ２０の処理へと進む。

ステップＳＴ１９の処理は、例えば、候補選択部１１４が実行する。

[0049] 以上より、プロセッサ１１０は、ステップＳＴ１９の処理を行うことで、算出部によって算出された複数の組み合わせの中から１組を選択する選択部の一例として機能する。

[0050] 図３のステップＳＴ２０においてプロセッサ１１０は、産業機械２００を制御して、産業機械２００の各部を、選択命令を開始する時点での位置（以下「開始位置」という。）に移動させる。対象プログラムを選択命令の直前まで実行した場合、産業機械２００の各部の位置は、選択命令の開始位置となる。プロセッサ１１０は、例えば、産業機械２００の各部の位置を選択命令の開始位置に移動させるために、対象プログラムを選択命令の直前まで実行する。あるいは、プロセッサ１１０は、対象プログラムを実行せずに、産業機械２００の各部の位置を開始位置まで移動させても良い。

[0051] プロセッサ１１０は、例えば、実物の産業機械２００を制御して動作させることで、当該産業機械２００の各部の位置を開始位置まで移動させる。あるいは、プロセッサ１１０は、仮想の産業機械２００を制御して動作させることで、当該産業機械２００の各部の位置を開始位置まで移動させても良い。仮想の産業機械２００を動作させるとは、すなわち、シミュレーションによって仮想空間内で仮想の産業機械２００を動作させることである。な

お、区別のため、以下、実物の産業機械 200 を産業機械 200 A、仮想の産業機械 200 を産業機械 200 B というものとする。

産業機械 200 A が備える回転軸は、実物の回転軸である。産業機械 200 B が備える回転軸は、仮想の回転軸である。

[0052] プロセッサ 110 は、対象プログラムを選択命令の直前まで実行した場合、産業機械 200 の各部の位置は、選択命令の開始位置となる。

選択命令の開始位置について、以下の NC プログラム「00001」を例に説明する。

[0053] 00001

N1 G54

N2 G90 G00 X200.0 Y200.0 Z300.0 B0 C90.0

N3 G68.2 P1 X50.0 Y0 Z100.0 I0 J30.0 K0

N4 G53.1

N5 G43 H1 X0 Y0 Z0

[0054] NC プログラム「00001」の先頭の N 及び当該 N に続く数字は、何行目であるかを示す。N 3 であれば 3 行目である。NC プログラム「00001」は、1 つの垂直命令を含む。

[0055] NC プログラム「00001」の 1 行目は、初期状態の座標系、すなわち X1 Y1 Z1 座標系を決定する命令である。

[0056] NC プログラム「00001」の 2 行目は、産業機械 200 の工具 220 を移動させる命令である。

[0057] NC プログラム「00001」の 3 行目は、ワーク 300 の傾斜面 301 の位置及び角度を定義する命令である。

[0058] NC プログラム「00001」の 4 行目が垂直命令である。

[0059] したがって、NC プログラム「00001」であれば、1 行目で決定された座標系において 2 行目の命令で工具 200 を移動させた後の位置が、4 行目の垂直命令の開始位置である。

なお、開始位置における工具 200 の向きは、所定の向きの一例である。

なお、第１の垂直命令の開始位置における工具２００の向きは、第１の所定の向きの一例である。第２の垂直命令の開始位置における工具２００の向きは、第２の所定の向きの一例である。

[0060] ステップＳＴ２１においてプロセッサ１１０は、産業機械２００の移動速度及び移動方法の少なくともいずれかを設定するか否かを判定する。プロセッサ１１０は、移動速度及び移動方法の少なくともいずれかの設定を行うように指示する操作入力が入力デバイス１５０又は入力デバイス２１０などに対してあった場合に移動速度及び移動方法の少なくともいずれかを設定すると判定する。あるいは、プロセッサ１１０は、外部の装置などから、移動速度及び移動方法の少なくともいずれかの設定を指示するコマンドなどの入力があった場合に、移動速度及び移動方法の少なくともいずれかを設定すると判定する。なお、プロセッサ１１０は、自動で移動速度及び移動方法の少なくともいずれかの設定をしても良い。この場合は、プロセッサ１１０は、一度だけ移動速度及び移動方法の少なくともいずれかを設定すると判定する。プロセッサ１１０は、移動速度及び移動方法の少なくともいずれかを設定すると判定しないならば、ステップＳＴ２１においてＮｏと判定してステップＳＴ２２へと進む。

[0061] ステップＳＴ２２においてプロセッサ１１０は、選択命令の実行を開始するか否かを判定する。プロセッサ１１０は、選択命令の実行を開始するように指示する操作入力が入力デバイス１５０又は入力デバイス２１０などに対してあった場合に選択命令の実行を開始すると判定する。あるいは、プロセッサ１１０は、外部の装置などから、選択命令の実行の開始を指示するコマンドなどの入力があった場合に、選択命令の実行を開始すると判定する。プロセッサ１１０は、選択命令の実行を開始すると判定しないならば、ステップＳＴ２２においてＮｏと判定してステップＳＴ２１へと戻る。かくして、プロセッサ１１０は、産業機械２００の移動速度及び移動方法の少なくともいずれかを設定すると判定するか、選択命令の実行を開始すると判定するまでステップＳＴ２１及びステップＳＴ２２を繰り返す待受状態と

なる。

- [0062] プロセッサ 110 は、ステップ S T 2 1 及びステップ S T 2 2 の待受状態にあるときに産業機械 200 の移動速度を設定すると判定するならば、ステップ S T 2 1 において Y e s と判定してステップ S T 2 3 へと進む。
- [0063] ステップ S T 2 3 においてプロセッサ 110 は、産業機械 200 の移動速度及び移動方法の少なくともいずれかを設定する。設定対象の産業機械 200 は、産業機械 200 A 又は産業機械 200 B である。プロセッサ 110 は、例えば、移動速度及び移動方法の少なくともいずれかを指示する操作入力に基づき移動速度及び移動方法の少なくともいずれかを設定する。当該操作入力は、例えば、数値制御装置 100 の入力デバイス 150 又は産業機械 200 の入力デバイス 210 に対する操作入力である。あるいは、プロセッサ 110 は、外部の装置などからの移動速度及び移動方法の少なくともいずれかを指示する入力に基づき移動速度及び移動方法の少なくともいずれかを設定する。あるいは、プロセッサ 110 は、自動で、移動速度及び移動方法の少なくともいずれかの設定を予め定められた設定にする。ここで設定される移動速度は、通常の動作時よりも遅い速度であることが好ましい。工具 220 などがワーク又は治具などと衝突することを防ぐためである。また、衝突した場合に故障することを防ぐためである。
- [0064] 産業機械 200 の移動方法には、自動運転で移動する通常の移動方法の他に、手動運転による移動の方法がある。手動運転には、手動ハンドル送り、ジョグ送り及びインクレメンタル送りなどの種類がある。手動ハンドル送りは、手動でハンドルを回すなどの送り指示を示す操作が行われている間、ハンドルを回す速度などに応じて産業機械 200 の各部が移動するものである。ジョグ送りは、手動でスイッチを押すなどの送り指示を示す操作がオンとなっている間だけ設定された移動速度で産業機械 200 の各部が移動するものである。インクレメンタル送りは、手動でスイッチを押すなどの、送り指示を示す操作が 1 回押されるたびに、定められた量だけ設定された移動速度で産業機械 200 の各部が移動するものである。手動運転に用いるハンドル

及びスイッチなどは、例えば入力デバイス 210 に含まれる。あるいは、手動運転に用いるハンドル及びスイッチなどは、入力デバイス 150 に含まれていても良い。プロセッサ 110 は、ステップ S T 23 の処理の後、ステップ S T 21 へと戻る。

[0065] プロセッサ 110 は、ステップ S T 21 及びステップ S T 22 の待受状態にあるときに選択命令の実行を開始すると判定するならば、ステップ S T 22 において Y e s と判定してステップ S T 24 へと進む。また、プロセッサ 110 は、自動で選択命令の実行を開始しても良い。この場合、プロセッサ 110 は、ステップ S T 22 の処理をスキップしてステップ S T 24 へと進む。

[0066] ステップ S T 24 においてプロセッサ 110 は、選択組み合わせを適用した選択命令の実行を開始する。プロセッサ 110 は、選択命令の実行により、産業機械 200 A 又は産業機械 200 B を制御して、各回転軸の角度の組み合わせを選択組み合わせにすべく各部を移動させる。なお、制御対象が産業機械 200 B であるならば、選択命令の実行は、シミュレーションとして実行される。ステップ S T 24 の処理により、移動方法が自動運転である場合、プロセッサ 110 は、自動で各部を移動させる。そして、移動方法が手動運転である場合には、ハンドル及びスイッチなどによる送り指示を示す操作が行われるまで移動待機状態となる。なお、ステップ S T 24 によって開始される選択命令の実行は、動作確認のために行うものである。すなわち、本番の動作とは区別されるものである。

[0067] なお、プロセッサ 110 は、ステップ S T 24 の処理及び本番の動作の処理において、垂直命令を実行する際、産業機械 200 が備える複数の回転軸を、1 つずつ動作させるよりも同時に動作させることが好ましい。複数の回転軸を同時に動作させることで、1 つずつ動作させるよりも短い時間で垂直命令を完了することができるためである。

[0068] 制御対象が産業機械 200 B である場合、プロセッサ 110 は、産業機械 200 B の動作の様子を表示するように表示デバイス 160 を制御する。

表示デバイス１６０には、産業機械２００Ｂの動作の様子が２Ｄ（two-dimensional）又は３Ｄ（three-dimensional）の動画などによって表示される。

[0069] プロセッサ１１０は、表示デバイス１６０と協働して、産業機械２００Ｂの動作の様子を表示することで、シミュレーションの結果を表示する表示部として機能する。

[0070] 以上より、プロセッサ１１０は、産業機械２００の移動方法が自動運転である場合、ステップＳＴ２４の処理を行うことで、所定の向きを向いた工具の向きを変えて工具が平面に対して所定の角度となるようにするために、複数の回転軸を制御して、複数の回転軸の角度の組み合わせを選択部によって選択された組み合わせになるように動作させる制御部の一例として機能する。なお、傾斜面３０１は、当該平面の一例である。また、第１の垂直命令における傾斜面３０１は、第１の平面の一例である。第１の垂直命令における傾斜面３０１は、第２の平面の一例である。

[0071] ステップＳＴ２５においてプロセッサ１１０は、ステップＳＴ２１と同様にして、産業機械２００の移動速度及び移動方法の少なくともいずれかを設定するか否かを判定する。プロセッサ１１０は、移動速度及び移動方法の少なくともいずれかを設定すると判定しないならば、ステップＳＴ２５においてＮｏと判定してステップＳＴ２６へと進む。

[0072] ステップＳＴ２６においてプロセッサ１１０は、送り指示があったか否かを判定する。プロセッサ１１０は、例えば、送り指示を示す操作が行われた場合に、送り指示があったと判定する。なお、プロセッサ１１０は、産業機械２００の移動方法が自動運転に設定されている場合には、ステップＳＴ２６の処理をスキップしてステップＳＴ２７の処理へと進んでも良い。プロセッサ１１０は、送り指示があったと判定するならば、ステップＳＴ２６においてＮｏと判定してステップＳＴ２７へと進む。

[0073] ステップＳＴ２７においてプロセッサ１１０は、選択命令の実行が終了したか否かを判定する。プロセッサ１１０は、例えば、各回転軸の角度の組み合わせが選択組み合わせとなったならば、選択命令の実行が終了したと

判定する。プロセッサ１１０は、選択命令の実行が終了したと判定しないならば、ステップＳＴ２７においてＮｏと判定してステップＳＴ２５へに戻る。かくして、プロセッサ１１０は、産業機械２００の移動速度及び移動方法の少なくともいずれかを設定すると判定するか、送り指示があったと判定するか、選択命令の実行を終了すると判定するまでステップＳＴ２５～ステップＳＴ２７を繰り返す待受状態となる。

[0074] プロセッサ１１０は、ステップＳＴ２５～ステップＳＴ２７の待受状態にあるときに産業機械２００の移動速度及び移動方法の少なくともいずれかを設定すると判定するならば、ステップＳＴ２５においてＹｅｓと判定してステップＳＴ２８へと進む。

[0075] ステップＳＴ２８においてプロセッサ１１０は、ステップＳＴ２３と同様にして産業機械２００の移動速度及び移動方法の少なくともいずれかを設定する。プロセッサ１１０は、ステップＳＴ２８の処理の後、ステップＳＴ２５へに戻る。

[0076] プロセッサ１１０は、ステップＳＴ２５～ステップＳＴ２７の待受状態にあるときに送り指示があったと判定するならば、ステップＳＴ２６においてＹｅｓと判定してステップＳＴ２９へと進む。

[0077] ステップＳＴ２９においてプロセッサ１１０は、送り指示に従って選択命令の実行を進める。これにより、産業機械２００は、送り指示に応じた分だけ移動する。

[0078] 産業機械２００の移動方法が手動ハンドル送りに設定されている場合、ハンドルが回されている速度に応じた速度で産業機械２００を移動させる。また、ハンドルが回された時間に応じた時間の間だけ産業機械２００を移動させる。

[0079] 産業機械２００の移動方法がジョグ送りである場合、プロセッサ１１０は、送り指示を示す操作が継続した時間の長さに応じた時間の間だけ産業機械２００を移動させる。

[0080] 産業機械２００の移動方法がインクレメンタル送りである場合、プロセッ

サー１１０は、送り指示を示す操作が行われた回数に応じた量だけ産業機械２００を移動させる。

プロセッサ１１０は、ステップＳＴ２９の処理の後、ステップＳＴ２５へと戻る。

[0081] 以上より、プロセッサ１１０は、産業機械２００の移動方法が手動運転である場合、ステップＳＴ２４、ステップＳＴ２６及びステップＳＴ２９の処理を行うことで、制御部の一例として機能する。

[0082] プロセッサ１１０は、ステップＳＴ２５～ステップＳＴ２７の待受状態にあるときに選択命令の実行が終了したと判定するならば、ステップＳＴ２７においてＹｅｓと判定してステップＳＴ３０へと進む。

[0083] ステップＳＴ３０においてプロセッサ１１０は、再確認を行うか否かを判定する。再確認とは、選択組み合わせを適用した選択命令を、再度実行することを示す。プロセッサ１１０は、再確認を行うように指示する操作入力が入力デバイス１５０又は入力デバイス２１０などに対してあった場合に再確認を行うと判定する。あるいは、プロセッサ１１０は、外部の装置などから、再確認を行うように指示するコマンドなどの入力があった場合に、再確認を行うと判定する。プロセッサ１１０は、再確認を行うと判定しないならば、ステップＳＴ３０においてＮｏと判定してステップＳＴ３１へと進む。

図２のステップＳＴ１９～図３のステップＳＴ３０の処理は、例えば位置確認部１１２が実行する。

[0084] ステップＳＴ３１においてプロセッサ１１０は、角度組み合わせを選択するか否かを判定する。プロセッサ１１０は、例えば、角度組み合わせを選択するように指示する操作入力が入力デバイス１５０又は入力デバイス２１０などに対してあった場合に角度組み合わせを選択すると判定する。あるいは、プロセッサ１１０は、外部の装置などから、角度組み合わせを選択するように指示するコマンドなどの入力があった場合に、角度組み合わせを選択すると判定する。プロセッサ１１０は、角度組み合わせを選択すると

判定しないならば、ステップST31においてNoと判定してステップST32へと進む。

[0085] ステップST32においてプロセッサ110は、選択命令において使用する角度組み合わせを決定するか否かを判定する。プロセッサ110は、角度組み合わせを決定すると判定しないならば、ステップST32においてNoと判定してステップST30へと戻る。かくして、プロセッサ110は、選択組み合わせを適用した選択命令の再確認を行うと判定するか、角度組み合わせの候補の中からいずれかを選択すると判定するか、角度組み合わせを決定すると判定するまでステップST30～ステップST32を繰り返す待受状態となる。

[0086] プロセッサ110は、ステップST30～ステップST32の待受状態にあるときに再確認を行うと判定するならば、ステップST30においてYesと判定してステップST20へと戻る。

[0087] プロセッサ110は、ステップST30～ステップST32の待受状態にあるときに角度組み合わせの候補の中からいずれかを選択すると判定するならば、ステップST31においてYesと判定して図2のステップST19へと戻る。

[0088] そして、プロセッサ110は、ステップST19に戻ったならば、当該ステップST19において、例えば、選択を解除した角度組み合わせとは異なる角度組み合わせを選択する。あるいは、プロセッサ110は、例えば、角度組み合わせを指定する操作入力に基づき、当該角度組み合わせを選択する。当該操作入力は、例えば、数値制御装置100の入力デバイス150又は産業機械200の入力デバイス210に対する操作入力である。あるいは、プロセッサ110は、外部の装置などからの、角度組み合わせを指定する入力に基づき、当該角度組み合わせを選択する。

[0089] このように、プロセッサ110は、選択命令について、角度組み合わせの選択を変更しながら、各候補を適用した選択命令を実行する。数値制御システム1を使用する作業者などは、各候補を適用した選択命令それぞれを実

行した場合の産業機械 200 の動作を目視で確認することで、工具 220 などがワーク 300 又は治具などと干渉していないかなどを確認することができる。そして、作業者は、確認した結果に基づき、どの角度組み合わせを実際の動作で用いるかを決定する。作業者は、入力デバイス 150 又は入力デバイス 210 などを操作することで、どの角度組み合わせに決定するかを数値制御装置 200 に指定する。

[0090] プロセッサ 110 は、図 3 のステップ ST 32 において、例えば、どの角度組み合わせを選択命令において使用するかを指定する操作入力が入力デバイス 150 又は入力デバイス 210 などに対してあった場合に角度組み合わせを決定すると判定する。あるいは、プロセッサ 110 は、外部の装置などから、どの角度組み合わせを選択命令において使用するかを指定する情報の入力があった場合に、角度組み合わせを決定すると判定する。

プロセッサ 110 は、ステップ ST 30 ～ステップ ST 32 の待受状態にあるときに角度組み合わせを決定すると判定するならば、ステップ ST 32 において Yes と判定してステップ ST 33 へと進む。

[0091] ステップ ST 33 においてプロセッサ 110 は、本番の動作における選択命令において使用する角度組み合わせを決定する。プロセッサ 110 は、入力デバイス 150 又は入力デバイス 210 などに対する操作によって指定された角度組み合わせを、選択命令において使用する角度組み合わせとして決定する。あるいは、プロセッサ 110 は、外部の装置などから指定された角度組み合わせを、選択命令において使用する角度組み合わせとして決定する。

ステップ ST 33 の処理は、例えば、選択設定部 113 が行う。

[0092] 以上より、プロセッサ 110 は、ステップ ST 33 の処理を行うことで、算出部によって算出された複数の組み合わせの中から、本番の動作で使用する 1 組を決定する決定部の一例として機能する。

[0093] ステップ ST 34 においてプロセッサ 110 は、決定情報を、対象プログラム及び選択命令に関連付けて補助記憶装置 140 などに記憶する。決定

情報は、ステップS T 3 3で決定された角度組み合わせを示す情報である。
プロセッサ1 1 0は、ステップS T 3 4の処理の後、図2のステップS T 1 5へと戻る。

[0094] 以上のように、プロセッサ1 1 0は、図2のステップS T 1 5～図3のステップS T 3 4を繰り返すことで、対象プログラムに含まれる各垂直命令について、本番で使用する角度組み合わせを決定し、補助記憶装置1 4 0などに記憶する。

[0095] 次に、NCプログラムを実際に使用して、産業機械2 0 0の本番の動作を行う場合の数値制御装置1 0 0などの動作について図4などを用いて説明する。

[0096] 図4のステップS T 4 1において数値制御装置1 0 0のプロセッサ1 1 0は、実行するNCプログラムを補助記憶装置1 4 0などから取得する。また、プロセッサ1 1 0は、当該NCプログラムに関連付けられた決定情報がある場合には、当該決定情報も取得する。

[0097] ステップS T 4 2においてプロセッサ1 1 0は、取得したNCプログラムの実行を開始する。

[0098] ステップS T 4 3においてプロセッサ1 1 0は、次に実行する命令（以下「次命令」という。）を取得し、取得した次命令が垂直命令であるか否かを判定する。プロセッサ1 1 0は、取得した次命令が垂直命令でないならば、ステップS T 4 3においてN oと判定してステップS T 4 4へと進む。

[0099] ステップS T 4 4においてプロセッサ1 1 0は、ステップS T 4 3で取得した次命令を実行する。

[0100] 対して、プロセッサ1 1 0は、取得した次命令が垂直命令であるならば、ステップS T 4 3においてY e sと判定してステップS T 4 5へと進む。

[0101] ステップS T 4 5においてプロセッサ1 1 0は、垂直命令に関連付けられた決定情報を参照し、決定された角度組み合わせを取得する。当該垂直命令は、最後にステップS T 4 3で取得された次命令である。

[0102] ステップS T 4 6においてプロセッサ1 1 0は、ステップS T 4 5で取

得した角度組み合わせを適用した垂直命令を実行する。当該垂直命令は、最後にステップS T 4 3で取得された次命令である。

ステップS T 4 6の処理は、例えば、移動制御部1 1 5が実行する。

[0103] プロセッサ1 1 0は、ステップS T 4 4又はステップS T 4 6の処理の後、ステップS T 4 7へと進む。

ステップS T 4 7においてプロセッサ1 1 0は、取得したNCプログラムの実行を終了するか否かを判定する。プロセッサ1 1 0は、例えば、次命令が無い場合にNCプログラムの実行を終了すると判定する。プロセッサ1 1 0は、NCプログラムの実行を終了しないならば、ステップS T 4 7においてN oと判定してステップS T 4 3へと戻る。対して、プロセッサ1 1 0は、NCプログラムの実行を終了するならば、ステップS T 4 7においてY e sと判定して図4の処理を終了し、NCプログラムの実行を終了する。

[0104] 第1実施形態の数値制御システム1によれば、数値制御装置1 0 0は、複数の角度組み合わせの候補の中から1組を選択する。そして、数値制御装置1 0 0は、選択した1組を適用した垂直命令を実行することで、産業機械2 0 0を制御し動作させる。また、産業機械2 0 0は、本番で使用する角度組み合わせを決定する。

[0105] これにより、作業員などは、各候補について、産業機械2 0 0の動作の様子を確認することができる。したがって、作業員などは、各候補の中から、最適と思われる候補を、本番で使用する角度組み合わせとして決定することができる。作業員などは、例えば、各候補の中から、干渉が起きない候補を本番で使用する角度組み合わせとして決定することができる。また、干渉が起きない候補が複数ある場合には、作業員などは、例えば、干渉が起きない各候補の中から、動作完了までの時間が短いものを角度組み合わせとして決定することができる。

[0106] また、第1実施形態の数値制御システム1によれば、数値制御装置1 0 0は、選択機能において、実物の産業機械2 0 0を制御する場合がある。この

場合、作業者などは、実物を見て産業機械 200 の動作の様子を確認することができる。

[0107] また、第 1 実施形態の数値制御システム 1 によれば、数値制御装置 100 は、操作入力に基づいて本番で使用する角度組み合わせを決定する。したがって、作業者などは、自身が望む 1 組を数値制御装置 100 に本番で使用する事ができる。

[0108] また、第 1 実施形態の数値制御システム 1 によれば、数値制御装置 100 は、選択機能において、仮想の産業機械 200 を制御する場合がある。すなわち、実施形態の数値制御装置 100 は、選択機能においてシミュレーションを実行する場合がある。この場合、実施形態の数値制御装置 100 は、実物の産業機械 200 を動作させる必要が無い。このため、実施形態の数値制御装置 100 は、産業機械 200 が使用できない場合などでも選択機能の実行が可能である。

[0109] また、第 1 実施形態の数値制御システム 1 によれば、数値制御装置 100 は、シミュレーション結果を表示する。これにより、作業者などは、仮想の産業機械 200 の動作の样子の確認が可能となる。

[0110] また、第 1 実施形態の数値制御システム 1 によれば、数値制御装置 100 は、NC プログラム中に複数の垂直命令が含まれる場合、それぞれの垂直命令について本番で使用する角度組み合わせの決定を行う。これにより、作業者などは、NC プログラム中に複数の垂直命令が含まれる場合でも、垂直命令ごとに自身が望む 1 組を数値制御装置 100 に本番で使用する事ができる。

[0111] また、第 1 実施形態の数値制御システム 1 によれば、数値制御装置 100 は、本番で使用する角度組み合わせが決定済みの垂直命令については、組み合わせの決定のための処理をスキップする。これにより、実施形態の数値制御装置 100 は、本番で使用する角度組み合わせが決定済みの垂直命令について、作業者などが不要な再度の動作確認をしてしまうことを防ぐことができる。

[0112] 〔第2実施形態〕

第2実施形態では、選択命令において使用する角度組み合わせを数値制御装置100が自動で決定する。

第2実施形態の数値制御システム1の構成は、第1実施形態と同様である。

[0113] 以下、第2実施形態に係る数値制御システム1の動作を図2、図4及び図7などに基づいて説明する。なお、以下の動作説明における処理の内容は一例であって、同様な結果を得ることが可能な様々な処理を適宜に利用できる。図2、図4及び図7は、数値制御装置100のプロセッサ110による処理の一例を示すフローチャートである。プロセッサ110は、例えば、ROM120又は補助記憶装置140などに記憶されたプログラムに基づいて図2、図4及び図7の処理を実行する。

[0114] 第2実施形態の動作の説明では、第1実施形態と同様の部分については説明を省略する場合がある。

[0115] 第2実施形態では、プロセッサ110は、第1実施形態と同様に図2及び図4の処理を実行する。第2実施形態では、プロセッサ110は、図3に代えて図7に示す処理を実行する。

[0116] 第2実施形態では、プロセッサ110は、図7のステップST20において、産業機械200Bを制御して、産業機械200Bの各部を開始位置に移動させる。

[0117] 第2実施形態では、プロセッサ110は、ステップST20の処理の後、ステップST24へと進む。

[0118] 第2実施形態では、プロセッサ110は、ステップST24において産業機械200Bを制御対象とする。すなわち、第2実施形態では、選択組み合わせを適用した選択命令の実行は、シミュレーションに限られる。また、第2実施形態では、産業機械200Bの移動方法は、自動運転である。また、第2実施形態では、プロセッサ110は、移動速度の設定を考慮せずに、プロセッサ110の処理可能な速度に応じた速度でシミュレーションを

行うことが好ましい。したがって、プロセッサ１１０は、移動速度の設定をしなくても良い。

[0119] 第２実施形態では、プロセッサ１１０は、ステップＳＴ２４の処理の後、ステップＳＴ２７へと進む。

[0120] 第２実施形態では、プロセッサ１１０は、ステップＳＴ２７においてＮｏと判定したならばステップＳＴ２７へと戻る。そして、プロセッサ１１０は、ステップＳＴ２７においてＹｅｓと判定したならば、ステップＳＴ５１へと進む。

[0121] ステップＳＴ５１においてプロセッサ１１０は、未選択の角度組み合わせがあるか否かを判定する。当該角度組み合わせは、図２のステップＳＴ１８で算出されたものである。角度組み合わせの選択はステップＳＴ１９において行われる。一度選択された角度組み合わせは、選択済みとなり未選択ではなくなる。プロセッサ１１０は、未選択の角度組み合わせがあるならば、図３のステップＳＴ５１においてＹｅｓと判定して図２のステップＳＴ１９へと戻る。

[0122] 第２実施形態では、プロセッサ１１０は、ステップＳＴ１９において未選択の角度組み合わせの中から選択する。

[0123] 対して、プロセッサ１１０は、未選択の角度組み合わせがないならば、ステップＳＴ５１においてＮｏと判定してステップＳＴ５２へと進む。

[0124] 以上のように、プロセッサ１１０は、図２及び図７のステップＳＴ１９、ステップＳＴ２０、ステップＳＴ２４、ステップＳＴ２７及びステップＳＴ５１を繰り返すことで、ステップＳＴ１８で算出した角度組み合わせそれぞれを適用した選択命令を実行する。

[0125] 図７のステップＳＴ５２においてプロセッサ１１０は、複数の角度組み合わせの中から最適なものを選択し、本番で使用する角度組み合わせとして決定する。ここで、最適なものとは、例えば、干渉を起こさないもののうち、動産完了までの時間が最も短いものである。なお、干渉は、例えば、工具２２０などと、ワーク３００又は治具などとの間で起こる。プロセッサ１

10は、ステップST52の処理の後、ステップST34へと進む。

[0126] 以上より、プロセッサ110は、ステップST52の処理を行うことで、決定部の一例として機能する。

[0127] 第2実施形態のステップST34における決定情報は、ステップST52で決定された角度組み合わせを示す情報である。

[0128] 第2実施形態の数値制御システム1によれば、数値制御装置100は、角度組み合わせの選択を自動で行う。また、実施形態の数値制御装置100は、本番で使用する角度組み合わせを自動で決定する。これにより、実施形態の数値制御装置100は、作業者などの労力を減らすことができる。

[0129] 上記の実施形態は、以下のような変形も可能である。

上記の実施形態では、数値制御装置100は、工具220を傾斜面301に対して垂直にする。しかしながら、数値制御装置100は、垂直に代えて他の角度を用いても良い。当該他の角度は、所定の角度の一例である。

[0130] 数値制御装置100は、産業機械200Aを制御する機能を備えていなくても良い。この場合、数値制御装置100は、図4に示す処理を実行しない。

[0131] プロセッサ110は、上記実施形態においてプログラムによって実現する処理の一部又は全部を、回路のハードウェア構成によって実現するものであっても良い。

[0132] 実施形態の処理を実現するプログラムは、例えば装置内の非一時的な記録媒体に記憶された状態で譲渡される。しかしながら、当該装置は、当該プログラムが記憶されない状態で譲渡されても良い。そして、当該プログラムが別途に譲渡され、当該装置へと書き込まれても良い。このときのプログラムの譲渡は、例えば、リムーバブルで非一時的な記憶媒体に記録して、あるいはインターネット又はLAN (local area network) などのネットワークを介したダウンロードによって実現できる。

[0133] 以上、本発明の実施形態を説明したが、例として示したものであり、本発明の範囲を限定するものではない。本発明の実施形態は、本発明の要旨を逸

脱しない範囲において種々の態様で実施可能である。

符号の説明

- [0134] 1 数値制御システム
- 1 0 0 数値制御装置
- 1 1 0 プロセッサ
- 1 1 1 プログラム解析部
- 1 1 2 位置確認部
- 1 1 3 選択設定部
- 1 1 4 候補選択部
- 1 1 5 移動制御部
- 1 2 0 R O M
- 1 3 0 R A M
- 1 4 0 補助記憶装置
- 1 5 0, 2 1 0 入力デバイス
- 1 6 0 表示デバイス
- 1 7 0 制御インターフェース
- 1 8 0 バス
- 2 0 0 産業機械
- 2 2 0 工具
- 2 3 0 主軸
- 2 3 1, 2 3 2 回転軸

請求の範囲

- [請求項1] 工具の向きを変えることが可能な複数の回転軸の、前記工具が平面に対して所定の角度となるような角度の組み合わせを複数算出する算出部と、
- 前記算出部によって算出された複数の前記組み合わせの中から1組を選択する選択部と、
- 所定の向きを向いた前記工具の向きを変えて前記工具が前記平面に対して所定の角度となるようにするために、前記複数の回転軸を制御して、前記複数の回転軸の角度の組み合わせを前記選択部によって選択された前記組み合わせになるように動作させる制御部と、
- 前記算出部によって算出された複数の前記組み合わせの中から、本番の動作で使用する1組を決定する決定部と、を備える制御装置。
- [請求項2] 前記回転軸は、実物の回転軸である、請求項1に記載の制御装置。
- [請求項3] 前記決定部は、操作入力に基づいて1組を決定する、請求項1に記載の制御装置。
- [請求項4] 前記回転軸は、仮想の回転軸であり、
- 前記回転軸の動作は、前記制御部によるシミュレーションである、請求項1に記載の制御装置。
- [請求項5] 前記シミュレーションの結果を表示する表示部をさらに備える、請求項4に記載の制御装置。
- [請求項6] 前記選択部は、前記算出部によって算出された複数の前記組み合わせの中から1組を選択することを、前記算出部によって算出された複数の前記組み合わせそれぞれについて実行し、
- 前記制御部は、前記複数の回転軸を制御して、前記複数の回転軸の角度の組み合わせを前記選択部によって選択された前記組み合わせになるように動作させることを、前記選択部によって選択される複数の前記組み合わせそれぞれについて実行し、
- 前記決定部は、干渉を起こさない前記1組を決定する、請求項4に

記載の制御装置。

[請求項7] 前記制御部は、前記複数の回転軸を同時に動作させる、請求項1に記載の制御装置。

[請求項8] 前記算出部は、前記工具が第1の平面に対して前記所定の角度となるような角度の第1の組み合わせを複数と、前記工具が第2の平面に対して前記所定の角度となるような角度の第2の組み合わせを複数算出し、

前記制御部は、第1の所定の向きを向いた前記工具の向きを変えて前記工具が前記第1の平面に対して前記所定の角度となるようにするために、前記複数の回転軸を制御して、前記複数の回転軸の角度の組み合わせを前記算出部によって算出された前記第1の組み合わせになるように動作させることを、前記算出部によって算出された複数の前記第1の組み合わせそれぞれについて実行し、第2の所定の向きを向いた前記工具の向きを変えて前記工具が前記第2の平面に対して前記所定の角度となるようにするために、前記複数の回転軸を制御して、前記複数の回転軸の角度の組み合わせを前記算出部によって算出された前記第2の組み合わせになるように動作させることを、前記算出部によって算出された複数の前記第2の組み合わせそれぞれについて実行し、

前記決定部は、前記算出部によって算出された複数の前記第1の組み合わせの中から、本番の動作で使用する1組を決定し、前記算出部によって算出された複数の前記第2の組み合わせの中から、本番の動作で使用する1組を決定する、請求項1に記載の制御装置。

[請求項9] 前記制御部は、前記決定部によって1組の前記組み合わせが決定済みである場合、前記複数の回転軸の角度の組み合わせを前記選択部によって選択された前記組み合わせになるように動作させることを行わない、請求項1に記載の制御装置。

[請求項10] 制御装置と、工具の向きを変えることが可能な複数の回転軸を含む

産業機械とを含み、

前記制御装置は、

前記複数の回転軸の、前記工具が平面に対して所定の角度となるような角度の組み合わせを複数算出する算出部と、

前記算出部によって算出された複数の前記組み合わせの中から 1 組を選択する選択部と、

所定の向きを向いた前記工具の向きを変えて前記工具が前記平面に対して所定の角度となるようにするために、前記複数の回転軸を制御して、前記複数の回転軸の角度の組み合わせを前記選択部によって選択された前記組み合わせになるように動作させる制御部と、

前記算出部によって算出された複数の前記組み合わせの中から、本番の動作で使用する 1 組を決定する決定部と、を備える制御システム。

システム

[請求項11]

制御装置が備えるプロセッサを、

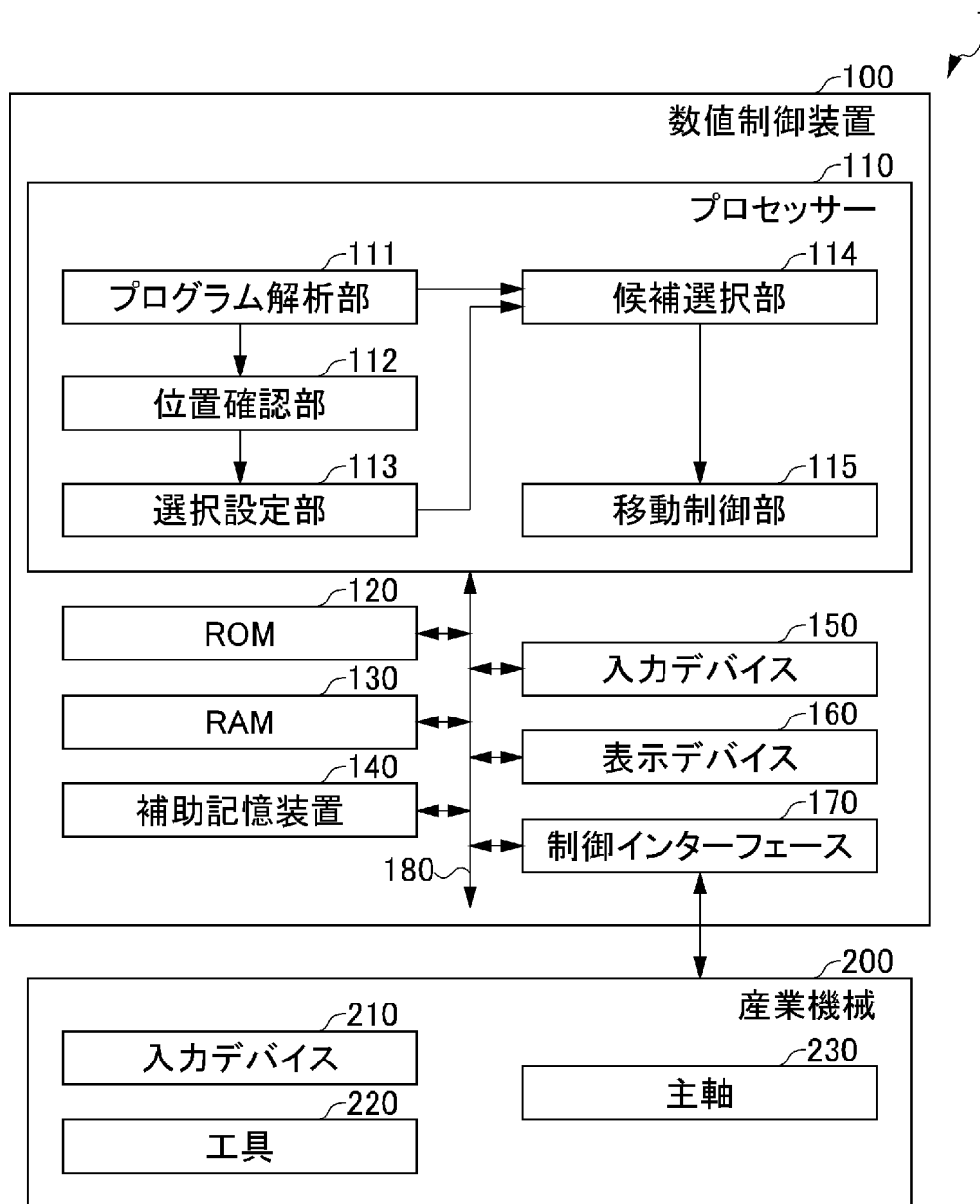
工具の向きを変えることが可能な複数の回転軸の、前記工具が平面に対して所定の角度となるような角度の組み合わせを複数算出する算出部と、

前記算出部によって算出された複数の前記組み合わせの中から 1 組を選択する選択部と、

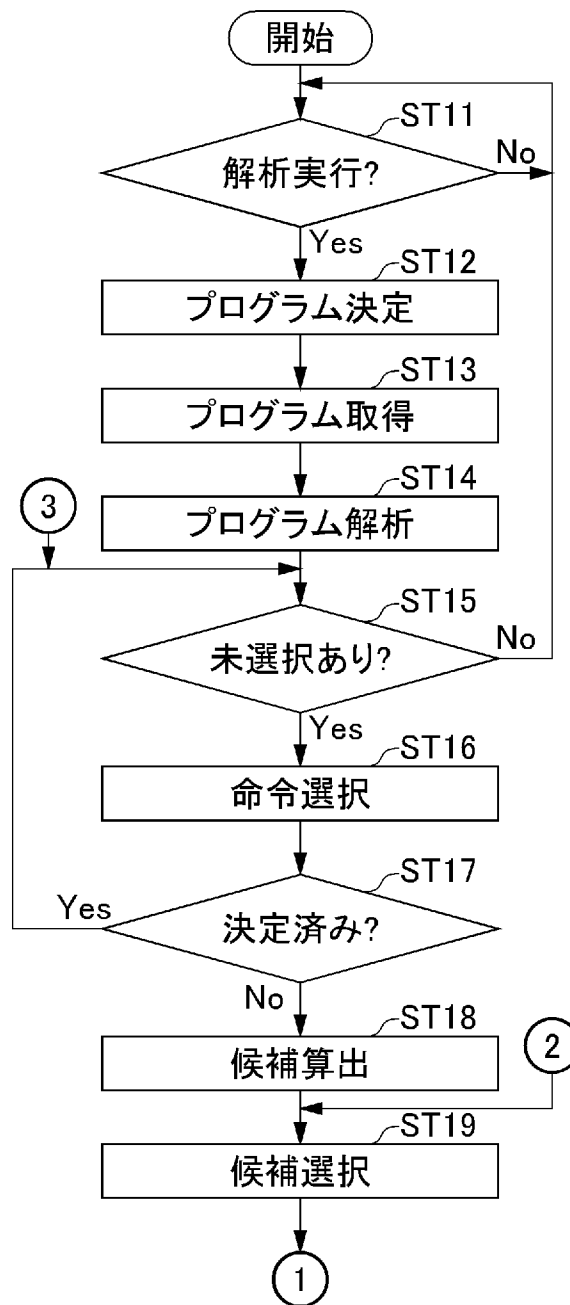
所定の向きを向いた前記工具の向きを変えて前記工具が前記平面に対して所定の角度となるようにするために、前記複数の回転軸を制御して、前記複数の回転軸の角度の組み合わせを前記選択部によって選択された前記組み合わせになるように動作させる制御部と、

前記算出部によって算出された複数の前記組み合わせの中から、本番の動作で使用する 1 組を決定する決定部と、して機能させるプログラム。

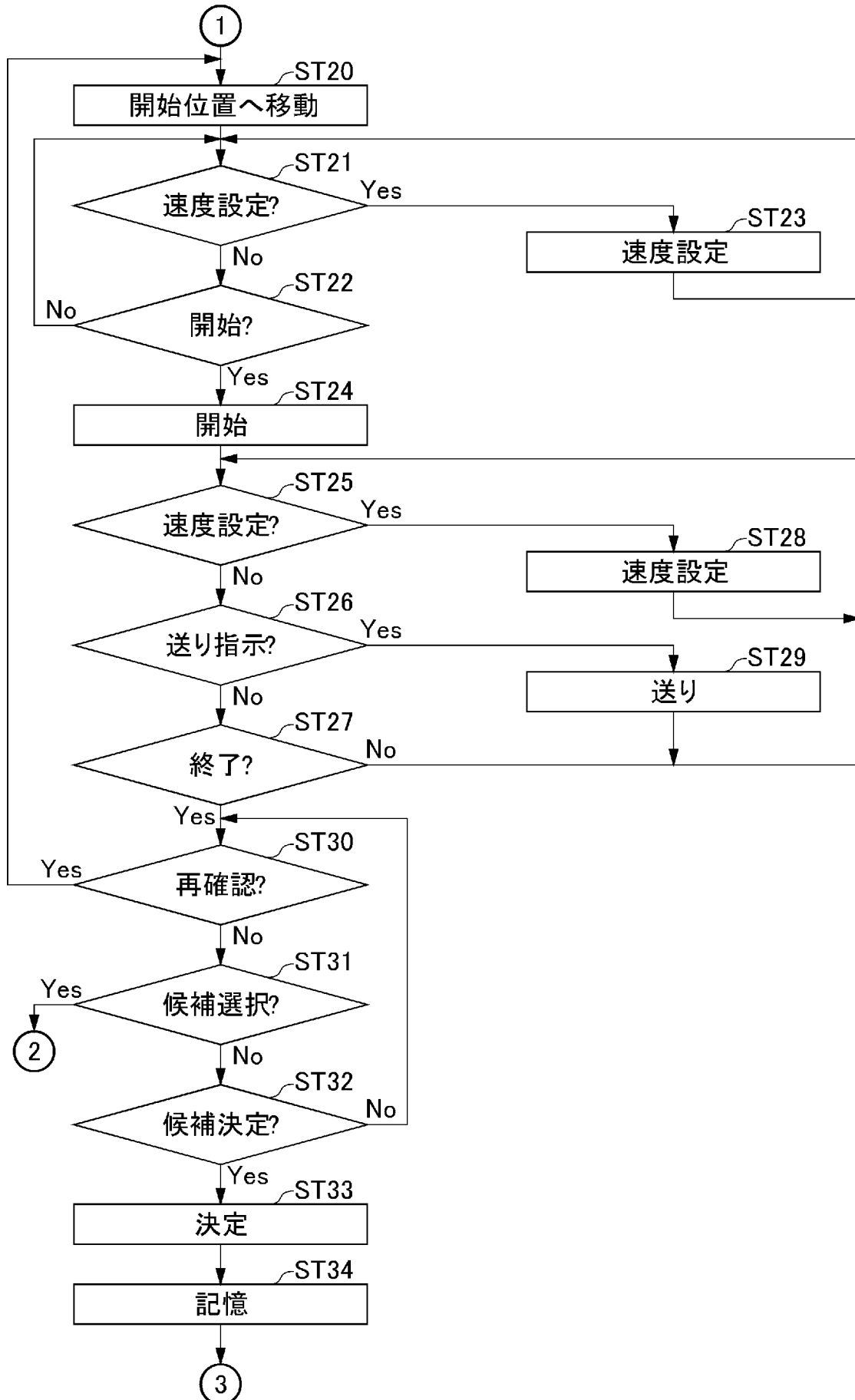
[図1]



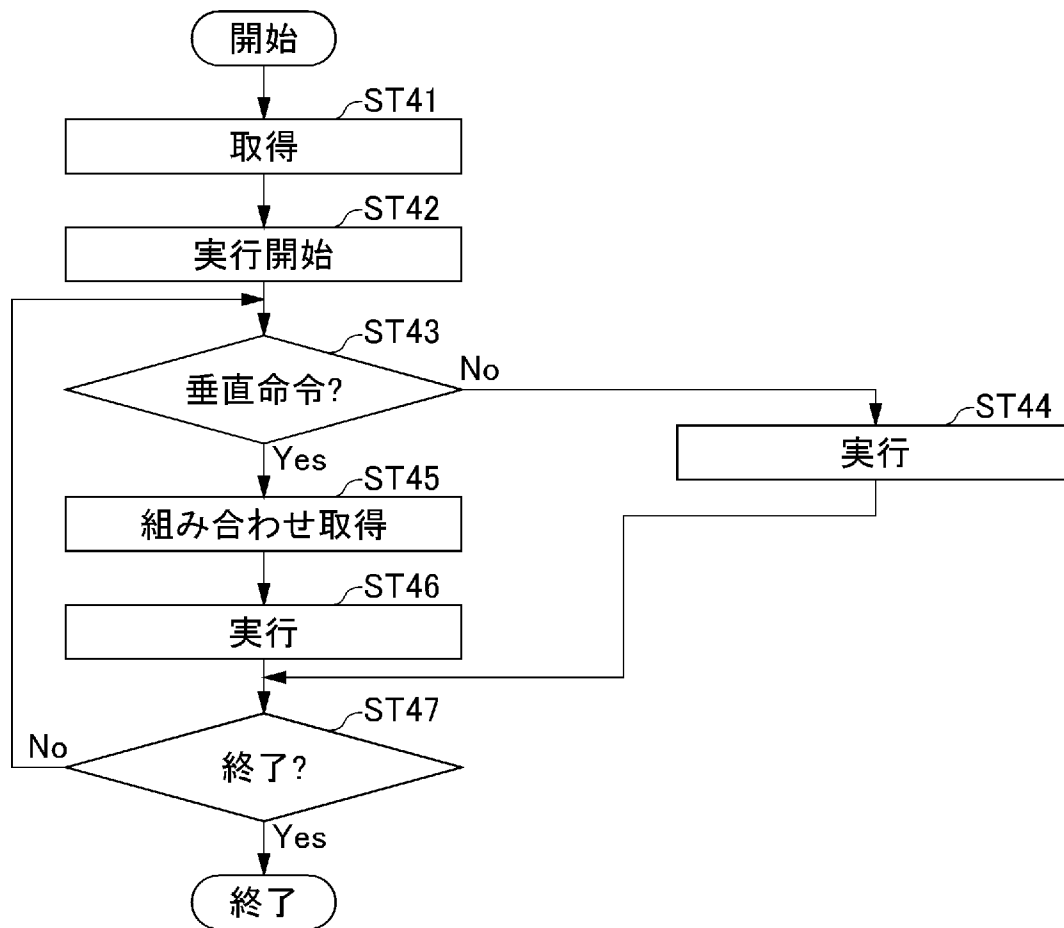
[図2]



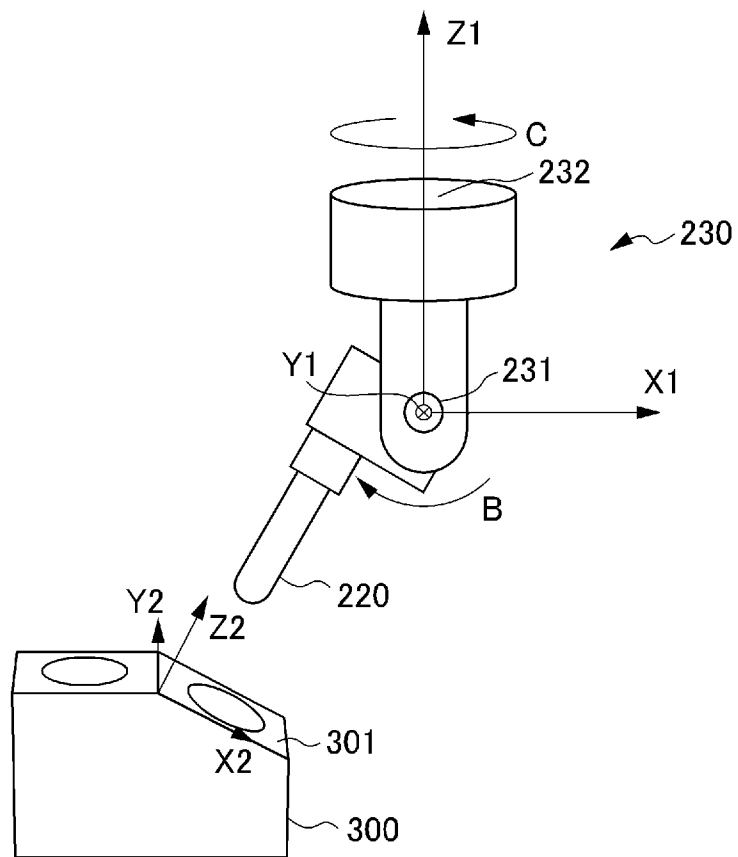
[図3]



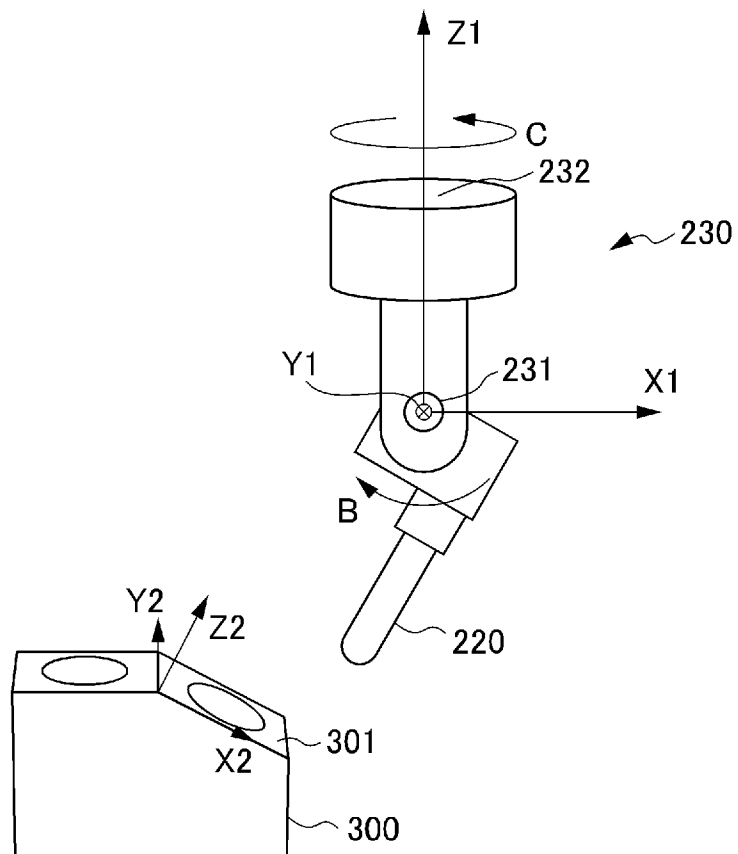
[図4]



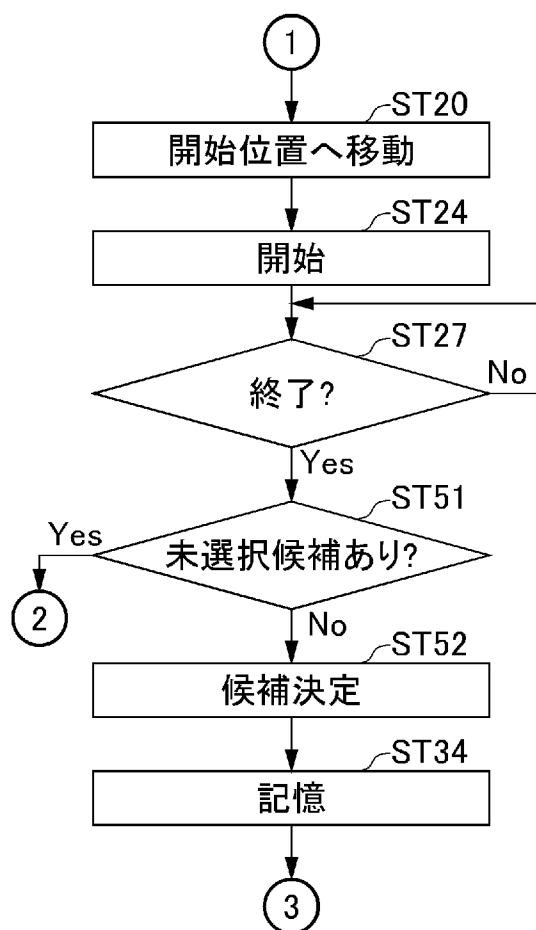
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/029815

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G05B 19/18**(2006.01)i; **B23Q 1/54**(2006.01)i

FI: G05B19/18 D; B23Q1/54

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G05B 19/18- 19/416, 19/42- 19/46; B23Q 1/00-1/76, 15/00- 15/28

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2019-204354 A (FANUC LTD.) 28 November 2019 (2019-11-28)	1-2, 7, 10-11
A	paragraphs [0004]-[0006], fig. 18	3-6, 8-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 September 2022

Date of mailing of the international search report

04 October 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/029815

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2019-204354 A	28 November 2019	US 2019/0361420 A1 paragraphs [0005]-[0007], fig. 18 DE 102019003286 A1 CN 110531701 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G05B 19/18(2006.01)i; B23Q 1/54(2006.01)i FI: G05B19/18 D; B23Q1/54														
B. 調査を行った分野														
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G05B 19/18- 19/416, 19/42- 19/46; B23Q 1/00-1/76, 15/00- 15/28														
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年													
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）														
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
X	JP 2019-204354 A（ファナック株式会社）28.11.2019（2019 - 11 - 28） 段落[0004]-[0006], 図18	1-2, 7, 10-11												
A		3-6, 8-9												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 21.09.2022	国際調査報告の発送日 04.10.2022													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 山本 忠博 3C 9531 電話番号 03-3581-1101 内線 3324													

PCT/JP2022/029815