

(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8月15日(15.08.2024)



(10) 国際公開番号
WO 2024/166371 A1

- (51) 国際特許分類:
B23Q 15/00 (2006.01) *G05B 19/18* (2006.01)
B23G 1/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/004589
- (22) 国際出願日: 2023年2月10日(10.02.2023)
- (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3580番地 Yamanashi (JP).
- (72) 発明者: 遠藤 勝博 (ENDO Katsuhiko); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草

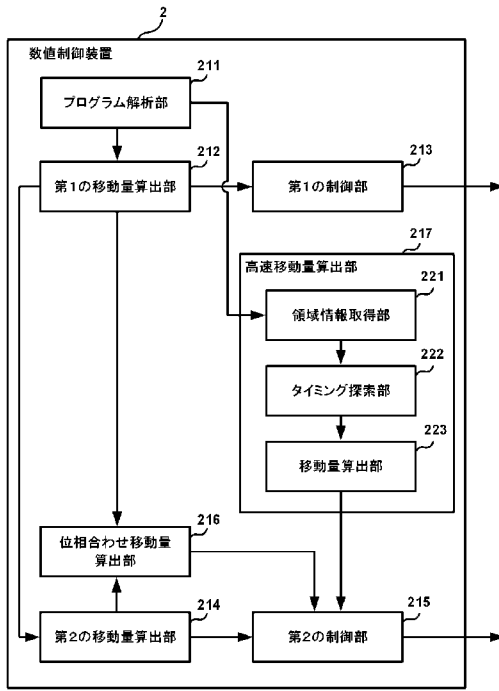
字古馬場3580番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP).

(74) 代理人: あいわ弁理士法人 (AIWA INTERNATIONAL PATENT AGENCY); 〒1040045 東京都中央区築地一丁目12番22号 コンワビル4階 Tokyo (JP).

(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, MG, MK, MN, MW, MX, MY,

(54) Title: NUMERICAL CONTROL DEVICE, AND COMPUTER-READABLE STORAGE MEDIUM

(54) 発明の名称: 数値制御装置、およびコンピュータ読み取り可能な記憶媒体



- 2 Numerical control device
- 211 Program analysis unit
- 212 First movement amount calculation unit
- 213 First control unit
- 214 Second movement amount calculation unit
- 215 Second control unit
- 216 Phase-focusing movement amount calculation unit
- 217 High-speed movement amount calculation unit
- 221 Area information acquisition unit
- 222 Timing searching unit
- 223 Movement amount calculation unit

(57) Abstract: This numerical control device comprises: an area information acquisition unit that acquires first area information defining a first area and second area information defining a second area; a timing searching unit that searches for a phase focusing timing at which a first axis and a second axis are in phase with each other; a movement amount calculation unit that calculates the movement amount of the second axis per unit time when an operation unit moves in the second area on the basis of the phase focusing timing; and a control unit that executes outputting second control



WO 2024/166371 A1

MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
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, CV, 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, ME, 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))

information for controlling the second axis on the basis of the movement amount of the second axis calculated by the movement amount calculation unit.

(57) 要約 : 数値制御装置が、第1の領域を規定する第1の領域情報と、第2の領域を規定する第2の領域情報と、を取得する領域情報取得部と、第1の軸と第2の軸の位相を合わせる位相合わせタイミングを探索するタイミング探索部と、位相合わせタイミングに基づいて、操作部が第2の領域を移動する際の単位時間ごとの第2の軸の移動量を算出する移動量算出部と、移動量算出部によって算出された第2の軸の移動量に基づいて第2の軸を制御するための第2の制御情報を出力することを実行する制御部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

数値制御装置、およびコンピュータ読み取り可能な記憶媒体

技術分野

[0001] 本開示は、産業機械を制御する数値制御装置、およびコンピュータ読み取り可能な記憶媒体に関する。

背景技術

[0002] 従来、マスタ軸とスレーブ軸とを同期制御することにより、ワークの加工を行うことが行われている。同期制御とは、マスタ軸の動作に連動させてスレーブ軸を動作させる制御である。例えば、歯車加工、ねじ切り、切断加工などにおいて同期制御が行われる（例えば、特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2019-185287号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、従来、同期制御中は、マスタ軸のみ、またはスレーブ軸のみを高速で移動させることはできない。したがって、例えば、ねじ切り加工において非切削領域に沿って工具軸のみを高速に移動させて加工時間の短縮を図ることができない。そのため、同期制御を行う場合であっても、加工時間を短縮することが望まれる。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の数値制御装置は、第1の軸と第2の軸とが第1の相対速度で同期動作した状態で操作部が移動する第1の領域を規定する第1の領域情報と、第1の軸と第2の軸とが第1の相対速度よりも速い第2の相対速度で動作した状態で操作部が移動する第2の領域を規定する第2の領域情報と、を取得

する領域情報取得部と、操作部が第1の領域の移動を開始する前に第1の軸と第2の軸の位相を合わせる位相合わせタイミングを探索するタイミング探索部と、タイミング探索部によって探索された位相合わせタイミングに基づいて、操作部が第2の領域を移動する際の単位時間ごとの第1の軸の移動量および第2の軸の移動量の少なくともいずれかを算出する移動量算出部と、移動量算出部によって算出された第1の軸の移動量に基づいて第1の軸を制御するための第1の制御情報を出力すること、および移動量算出部によって算出された第2の軸の移動量に基づいて第2の軸を制御するための第2の制御情報を出力することの少なくともいずれかを実行する制御部と、を備える。

[0006] 本開示のコンピュータ読み取り可能な記憶媒体は、第1の軸と第2の軸とが第1の相対速度で同期動作した状態で操作部が移動する第1の領域を規定する第1の領域情報と、第1の軸と第2の軸とが第1の相対速度よりも速い第2の相対速度で動作した状態で操作部が移動する第2の領域を規定する第2の領域情報と、を取得することと、操作部が第1の領域の移動を開始する前に第1の軸と第2の軸の位相を合わせる位相合わせタイミングを探索することと、探索された位相合わせタイミングに基づいて、操作部が第2の領域を移動する際の単位時間ごとの第1の軸の移動量および第2の軸の移動量の少なくともいずれかを算出することと、算出された第1の軸の移動量に基づいて第1の軸を制御するための第1の制御情報を出力すること、および算出された第2の軸の移動量に基づいて第2の軸を制御するための第2の制御情報を出力することの少なくともいずれかを実行することと、をコンピュータに実行させる命令を記憶する。

図面の簡単な説明

- [0007] [図1]産業機械のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。
[図2]数値制御装置の機能の一例を示すブロック図である。
[図3A]同期動作について説明するための図である。
[図3B]第2の軸の単位時間あたりの移動量を示す図である。

[図3C]移動時間を算出する例について説明するための図である。

[図4]歯車加工について説明するための図である。

[図5]数値制御装置が実行する処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図6]ねじ切り加工について説明するための図である。

[図7]切断加工について説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、本開示の実施形態に係る数値制御装置について図面を参照して説明する。なお、以下の説明では、同一または類似の機能を有する構成に同一の符号を付す。そして、それら構成の重複する説明は、省略する場合がある。

[0009] 本願でいう「XXに基づく」とは、「少なくともXXに基づく」ことを意味し、XXに加えて別の要素に基づく場合も含む。また、「XXに基づく」とは、XXを直接に用いる場合に限定されず、XXに対して演算や加工が行われたものに基づく場合も含む。「XX」は、任意の要素（例えば、任意の情報）である。

[0010] 数値制御装置は、産業機械を制御するための装置である。産業機械は、産業現場で稼働する機械である。産業機械は、例えば、工作機械、切断機、射出成形機、レーザ加工機、3次元プリンタ、および、ロボットである。

[0011] 図1は、数値制御装置が実装される産業機械のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。産業機械1は、数値制御装置2と、入出力装置3と、サーボアンプ4と、サーボモータ5と、スピンドルアンプ6と、スピンドルモータ7と、補助機器8とを備える。

[0012] 数値制御装置2は、例えば、ハードウェアプロセッサ201と、バス202と、ROM (Read Only Memory) 203と、RAM (Random Access Memory) 204と、不揮発性メモリ205とを備える。

[0013] ハードウェアプロセッサ201は、システムプログラムに従って数値制御装置2全体を制御するプロセッサである。ハードウェアプロセッサ201は、バス202を介してROM203に格納されたシステムプログラムなどを読み

出す。ハードウェアプロセッサ 201 は、例えば、CPU (Central Processing Unit)、または電子回路である。

[0014] バス 202 は、数値制御装置 2 の各ハードウェアを互いに接続する通信路である。数値制御装置 2 の各ハードウェアはバス 202 を介してデータをやり取りする。

[0015] ROM 203 は、システムプログラムなどを記憶する記憶装置である。ROM 203 は、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体である。

[0016] RAM 204 は、各種データを一時的に格納する記憶装置である。RAM 204 は、ハードウェアプロセッサ 201 が各種データを処理するための作業領域として機能する。

[0017] 不揮発性メモリ 205 は、数値制御装置 2 の電源が切られた状態でもデータを保持する記憶装置である。不揮発性メモリ 205 は、例えば、産業機械 1 の動作プログラムを記憶する。不揮発性メモリ 205 は、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体である。不揮発性メモリ 205 は、例えば、バッテリーでバックアップされたメモリ、または、SSD (Solid State Drive) で構成される。

[0018] 数値制御装置 2 は、さらに、インタフェース 206 と、軸制御回路 207 と、スピンドル制御回路 208 と、PLC (Programmable Logic Controller) 209 と、I/O ユニット 210 とを備える。

[0019] インタフェース 206 は、バス 202 と入出力装置 3 とを接続する。インタフェース 206 は、例えば、ハードウェアプロセッサ 201 によって処理された各種データを入出力装置 3 に送る。

[0020] 入出力装置 3 は、インタフェース 206 を介して各種データを受け、各種データをディスプレイに表示する。また、入出力装置 3 は、各種データの入力を受けて、各種データをインタフェース 206 を介して、例えば、ハードウェアプロセッサ 201 に送る。

[0021] 入出力装置 3 は、例えば、タッチパネルである。入出力装置 3 がタッチパネルである場合、入出力装置 3 は、例えば、静電容量方式のタッチパネルで

ある。タッチパネルは、静電容量方式に限らず、他の方式のタッチパネルであってもよい。入出力装置 3 は、数値制御装置 2 が格納される操作盤（不図示）に設置される。

[0022] 軸制御回路 207 は、サーボモータ 5 を制御するための回路である。軸制御回路 207 は、ハードウェアプロセッサ 201 からの制御指令を受けてサーボモータ 5 を駆動させるための各種指令をサーボアンプ 4 に送る。軸制御回路 207 は、例えば、サーボモータ 5 のトルクを制御するトルクコマンドをサーボアンプ 4 に送る。

[0023] サーボアンプ 4 は、軸制御回路 207 からの指令を受けて、サーボモータ 5 に電流を供給する。

[0024] サーボモータ 5 は、サーボアンプ 4 から電流の供給を受けて駆動する。サーボモータ 5 は、産業機械 1 の各制御軸に設けられる。産業機械 1 が 5 軸を有する工作機械である場合、サーボモータ 5 は、例えば、X 軸用サーボモータ、Y 軸用サーボモータ、Z 軸用サーボモータ、A 軸用サーボモータ、および C 軸用サーボモータを含む。この場合、軸制御回路 207、およびサーボアンプ 4 は、各サーボモータ 5 に対してそれぞれ設けられる。

[0025] サーボモータ 5 は、例えば、刃物台を駆動させるボールねじに連結される。サーボモータ 5 が駆動することにより、刃物台などの産業機械 1 の構造物が所定の制御軸に沿って移動する。

[0026] サーボモータ 5 は、制御軸の位置、および送り速度を検出するエンコーダ（不図示）を内蔵する。エンコーダによって検出される制御軸の位置、および制御軸の送り速度をそれぞれ示す位置フィードバック情報、および速度フィードバック情報は、軸制御回路 207 にフィードバックされる。これにより、軸制御回路 207 は、各制御軸のフィードバック制御を行う。

[0027] スピンドル制御回路 208 は、スピンドルモータ 7 を制御するための回路である。スピンドル制御回路 208 は、ハードウェアプロセッサ 201 からの制御指令を受けてスピンドルモータ 7 を駆動させるための指令をスピンドルアンプ 6 に送る。スピンドル制御回路 208 は、例えば、スピンドルモー

タ 7 の回転速度を制御するスピンドル速度コマンドをスピンドルアンプ 6 に送る。

- [0028] スピンドルアンプ 6 は、スピンドル制御回路 208 からの指令を受けて、スピンドルモータ 7 に電流を供給する。
- [0029] スピンドルモータ 7 は、スピンドルアンプ 6 から電流の供給を受けて駆動する。スピンドルモータ 7 は、主軸に連結され、主軸を回転させる。
- [0030] PLC 209 は、ラダープログラムを実行して補助機器 8 を制御する装置である。PLC 209 は、I/O ユニット 210 を介して補助機器 8 に対して指令を送る。
- [0031] I/O ユニット 210 は、PLC 209 と補助機器 8 とを接続するインターフェースである。I/O ユニット 210 は、PLC 209 から受けた指令を補助機器 8 に送る。
- [0032] 補助機器 8 は、産業機械 1 に設置され、産業機械 1 において補助的な動作を行う機器である。補助機器 8 は、I/O ユニット 210 から受けた指令に基づいて動作する。補助機器 8 は、産業機械 1 の周辺に設置される機器であってもよい。補助機器 8 は、例えば、工具交換装置、切削液噴射装置、または開閉ドア駆動装置である。
- [0033] 次に、数値制御装置 2 の機能について説明する。数値制御装置 2 は、例えば、第 1 の軸と第 2 の軸とを有する産業機械 1 を制御する。数値制御装置 2 は、第 1 の軸と第 2 の軸とを同期動作させる。同期動作とは、マスタ軸の動作にスレーブ軸を追従させて動作させることである。
- [0034] 例えば、第 1 の軸がマスタ軸であり、第 2 の軸がスレーブ軸である。数値制御装置 2 は、例えば、歯車加工、ねじ切り加工、および切断加工において、第 1 の軸と第 2 の軸とを同期動作させる。
- [0035] 図 2 は、数値制御装置 2 の機能の一例を示すブロック図である。数値制御装置 2 は、プログラム解析部 211 と、第 1 の移動量算出部 212 と、第 1 の制御部 213 と、第 2 の移動量算出部 214 と、第 2 の制御部 215 と、位相合わせ移動量算出部 216 と、高速移動量算出部 217 とを備える。第

1の制御部213および第2の制御部215は、請求の範囲に記載された制御部に相当する。

[0036] プログラム解析部211、第1の移動量算出部212、第1の制御部213、第2の移動量算出部214、第2の制御部215、位相合わせ移動量算出部216、および高速移動量算出部217は、例えば、ハードウェアプロセッサ201が、ROM203に記憶されたシステムプログラム、ならびに不揮発性メモリ205に記憶された各種データおよび動作プログラムを用いて演算処理をすることにより実現される。

[0037] プログラム解析部211は、産業機械1の動作プログラムを解析する。動作プログラムは、例えば、工作機械の加工プログラム、および切断機の加工プログラムである。工作機械の加工プログラムは、例えば、歯車加工用プログラム、およびねじ切り加工用プログラムである。

[0038] 第1の移動量算出部212は、プログラム解析部211による動作プログラムの解析結果に基づいて、第1の軸の移動量を算出する。移動量は、例えば、単位時間当たりの第1の軸の移動量である。言い換えれば、第1の移動量算出部212が算出する移動量は、第1の軸の移動速度である。

[0039] また、第1の移動量算出部212は、第1の軸の位置を示す位置情報を取得する。位置情報は、例えば、第1の軸の位置または回転角を示す値である。第1の移動量算出部212は、例えば、第1の軸を駆動させるサーボモータ5から位置情報を取得する。

[0040] 第1の制御部213は、第1の移動量算出部212によって算出された第1の軸の移動量に基づいて、第1の軸を制御する。第1の制御部213は、例えば、第1の軸の移動量に対応するパルス信号を出力することにより、第1の軸を制御する。

[0041] 第2の移動量算出部214は、第1の移動量算出部212によって算出された第1の軸の移動量に同期係数を掛けて第2の軸の移動量を算出する。移動量は、例えば、単位時間当たりの第2の軸の移動量である。言い換えれば、第2の移動量算出部214が算出する移動量は、第2の軸の移動速度であ

る。同期係数は、例えば、あらかじめ定められた値、または動作プログラムに基づいて算出された値である。

[0042] また、第2の移動量算出部214は、第2の軸の位置を示す位置情報を取得する。位置情報は、例えば、第2の軸の位置または回転角を示す値である。第2の移動量算出部214は、例えば、第2の軸を駆動させるサーボモータ5から位置情報を取得する。

[0043] 第2の制御部215は、第2の移動量算出部214によって算出された第2の軸の移動量に基づいて、第2の軸を制御する。第2の制御部215は、例えば、第2の軸の移動量に対応するパルス信号を出力することにより、第2の軸を制御する。

[0044] これにより、第1の軸および第2の軸は一定の相対速度で動作する。一定の相対速度とは、第1の軸の移動速度に対する第2の軸の移動速度が一定であることを意味する。移動には回転も含まれる。

[0045] なお、後述する位相合わせ移動量算出部216が算出する移動量による位置合わせが実行されるまでは、第1の軸と第2の軸とは位相が合っていない場合がある。そのため、上述した歯車加工などが行われる前に、第1の軸と第2の軸との位相を合わせる必要がある。

[0046] 位相とは、第1の軸と第2の軸との位置関係を意味する。位相合わせとは、あらかじめ定められた位置関係に第1の軸と第2の軸とを合わせることを意味する。

[0047] 位相合わせ移動量算出部216は、第1の軸と第2の軸との位相を合わせるための移動量を算出する。位相合わせ移動量算出部216は、第1の軸の位置を示す位置情報、および第2の軸位置を示す位置情報に基づいて、第1の軸と第2の軸との位相を合わせるための第1の軸および第2の軸の少なくともいずれかの移動量を算出する。位相合わせ移動量算出部216が算出する移動量は、第1の軸と第2の軸との位相のずれ量に相当する。

[0048] 位相合わせ移動量算出部216は、第1の軸の位置を示す位置情報、および第2の軸の位置を示す位置情報をそれぞれ、第1の移動量算出部212、

および第2の移動量算出部214から取得する。位相合わせ移動量算出部216は、算出した移動量を、例えば、第2の制御部215に出力する。

[0049] 第2の制御部215は、位相合わせ移動量算出部216によって算出された移動量に基づいて、位相合わせを実行する。すなわち、第2の制御部215は、位相合わせ移動量算出部216によって算出された移動量に相当する分のパルス信号の出力を増加させ、または減少させる。これにより、第1の軸と第2の軸との位相合わせが行われ、第1の軸と第2の軸とは位相が合った状態で同期動作する。

[0050] 図3Aは、第1の軸と第2の軸との同期動作について説明するための図である。図3Aは、第1の軸と第2の軸とが同期動作しているときのそれぞれの回転角を示している。第1の軸と第2の軸とは、それぞれ、一定の回転速度で回転している。第1の軸が13回転する間に第2の軸が1回転する同期動作が行われている。

[0051] 図3Bは、第2の軸の単位時間あたりの移動量を示す図である。図3Bに示す例では、第2の軸は、単位時間あたりに一定の移動量 V_s で回転している。このとき、第2の制御部215は、単位時間あたりに一定のパルス信号を出力する。

[0052] また、図3Bは、産業機械1の操作部が、第1の領域と第2の領域とを移動することを示している。操作部は、産業機械1の一部であり、対象物に対して何らかの操作を行う部分である。操作部は、例えば、工具である。工具は、例えば、ホブカッタ、ねじ切り用バイト、切断用工具、ミリング工具、および切削バイトである。対象物は、例えば、ワークである。

[0053] 第1の領域は、加工領域である。加工領域とは、工具によって加工が行われる領域である。第2の領域は、非加工領域である。非加工領域とは、工具によって加工が行われない領域である。

[0054] 図4は、歯車加工について説明するための図である。歯車加工用工具は、例えば、ホブカッタHCである。ホブカッタHCは、例えば、工具主軸TSに固定される。工具主軸TSは、A軸制御によって回転する。A軸は、上述した第1

の軸に相当する。

[0055] ワークWは、例えば、セクタギアである。ワークWは、例えば、ワーク主軸WSに固定されたチャックによって把持され一定の速度で回転する。ワーク主軸WSは、C軸制御によって回転する。C軸は上述した第2の軸に相当する。

[0056] ホブカッタHCおよびワークWは、まず、位相合わせ位置に位置決めされる。ホブカッタHCおよびワークWが位相合わせ位置に位置決めされると、ワークWの加工が開始される。すなわち、ホブカッタHCは、第1の領域を移動することによって、ワークWの加工を行う。

[0057] また、ホブカッタHCが第1の領域A1を通過すると、ホブカッタHCは第2の領域A2を移動する。さらに、ホブカッタHCが第2の領域A2を通過すると、再び、ホブカッタHCは第1の領域A1を移動する。このような動作が繰り返されることにより、ホブカッタHCはセクタギアの加工を行う。ここで、図2の説明に戻る。

[0058] 高速移動量算出部217は、操作部を第2の領域A2に沿って高速で移動させるための移動量を算出する。高速移動量算出部217が算出する移動量は、第2の移動量算出部214によって算出される第2の軸の移動量に重畳される移動量である。ここで、操作部を第2の領域A2に沿って高速で移動させる方法について説明する。

[0059] 第1の制御部213および第2の制御部215が、第1の軸および第2の軸を同期動作させる場合、第1の制御部213は、第1の移動量算出部212によって算出された第1の軸の移動量に基づいて、単位時間当たり一定のパルス信号を出力する。

[0060] また、第1の制御部213および第2の制御部215が、第1の軸および第2の軸を同期動作させる場合、第2の制御部215は、第2の移動量算出部214によって算出された第2の軸の移動量に基づいて、単位時間当たり一定のパルス信号を出力する。これにより、第1の軸および第2の軸は、位相が合った状態で同期動作する。

[0061] 一方、第2の制御部215が、操作部を第2の領域A2に沿って高速で移動

させる場合、第2の制御部215は、第2の移動量算出部214によって算出された第2の軸の移動量に、高速移動量算出部217によって算出された第2の軸の移動量を重畳した移動量を出力する。言い換えれば、第2の制御部215は、単位時間当たりに、第2の移動量算出部214によって算出された第2の軸の移動量に対応するパルス信号に加えて、高速移動量算出部217によって算出された第2の軸の移動量に対応するパルス信号を出力する。

[0062] これにより、第2の制御部215は、操作部を第2の領域A2に沿って高速で移動させることができる。このとき、第1の制御部213は、第1の移動量算出部212によって算出された第1の軸の移動量に基づいて、単位時間当たりに一定のパルス信号を出力してよい。

[0063] 高速移動量算出部217は、領域情報取得部221と、タイミング探索部222と、移動量算出部223とを備える。

[0064] 領域情報取得部221は、第1の領域A1を規定する第1の領域情報を取得する。上述したとおり、第1の領域A1は、加工領域である。また、第1の領域A1は、第1の軸と第2の軸とが第1の相対速度で同期動作した状態で操作部が移動する領域である。領域情報取得部221は、プログラム解析部211によって解析された動作プログラムから第1の領域情報を取得する。

[0065] 第1の領域情報は、例えば、第1の領域A1を規定する座標値である。図4に示す例において、第1の領域A1を規定する座標値は、加工開始位置MSの座標値、および加工終了位置MEの座標値である。

[0066] 領域情報取得部221は、さらに、第2の領域A2を規定する第2の領域情報を取得する。領域情報取得部221は、プログラム解析部211によって解析された動作プログラムから第2の領域情報を取得する。

[0067] 第2の領域A2は、非加工領域である。また、第2の領域A2は、第1の軸と第2の軸とが第1の相対速度よりも速い第2の相対速度で動作した状態で操作部が移動する領域である。言い換えれば、第2の領域A2は、操作部が第1の領域A1を移動する速度よりも速い速度で移動する領域である。

- [0068] 第2の領域情報は、第2の領域A2の一端の位置を示す情報、および操作部が第2の領域A2を移動するときの移動距離を示す情報を含んでよい。第2の領域A2の一端の位置とは、加工終了位置MEである。移動距離は、例えば、第2の領域A2の長手方向の長さ、または、第2の軸の回転角で表される。
- [0069] 図4に示す例において、第2の領域情報は、例えば、加工終了位置MEの座標値、および加工終了位置MEから加工開始位置MSまでの時計回りの第2の軸の回転角を示す情報である。加工終了位置ME、および加工開始位置MSは、それぞれ、第2の領域A2の開始位置、および第2の領域A2の終了位置である。
- [0070] 第2の領域情報は、第2の領域A2の一端、および他端の位置を示す情報を含んでいてもよい。すなわち、第2の領域情報は、第2の領域A2の開始位置の座標値と第2の領域A2の終了位置の座標値であってもよい。
- [0071] 上述したように、操作部は、第1の領域A1における移動速度よりも速い速度で第2の領域A2を移動する。この場合、同期動作における第1の軸と第2の軸との位置関係がずれる。すなわち、第1の軸と第2の軸の位相がずれる。そのため、操作部が再び第1の領域A1を移動するに際し、ずれた位相を再び合わせる必要がある。ここで、図2の説明に戻る。
- [0072] タイミング探索部222は、操作部が第1の領域A1の移動を開始する前に第1の軸と第2の軸の位相を合わせる位相合わせタイミングを探索する。タイミング探索部222は、例えば、第2の軸の最大速度、および最大加速度を示す情報に基づいて、操作部が第2の領域A2を移動するのに要する移動時間を算出する。
- [0073] 図3Cは、タイミング探索部222が移動時間を算出する例について説明するための図である。タイミング探索部222は、操作部が第2の領域A2を移動するのに最短の移動時間を算出する。
- [0074] タイミング探索部222は、第2の領域A2の開始位置において、第2の軸が同期動作時の速度 V_s から最大速度 V_{max} に到達するまで最大加速度で移動するときにかかる時間 (t_2-t_1) と、その時の移動距離 S_a とを算出する。また、タイミング探索部222は、第2の軸が最大速度 V_{max} から同期動作時の速度 V

sまで最小の加速度で減速する時間 (t_4-t_3) と、その時の移動距離 S_d とを算出する。

[0075] さらに、タイミング探索部 2 2 2 は、操作部が第 2 の領域A2を移動するときの移動距離、上記移動距離 S_a 、上記移動距離 S_d 、および最大速度 V_{max} に基づいて、第 2 の軸が、第 2 の領域A2を最大速度 V_{max} で移動する時間 (t_3-t_2) を算出する。これにより、タイミング探索部 2 2 2 は、操作部が第 2 の領域A2を移動するのに要する最短の移動時間(t_4-t_1)を算出することができる。

[0076] タイミング探索部 2 2 2 は、さらに、操作部が第 2 の領域A2を移動するのに要する最短の移動時間が経過するタイミング、または当該移動時間の経過後に最初に第 1 の軸と第 2 の軸の位相を合わせることができるタイミングを位相合わせタイミングとして算出する。

[0077] 第 1 の軸は第 1 の移動量算出部 2 1 2 によって算出された移動量に基づいて移動している。そのため、操作部が第 2 の領域A2を最短の時間で移動したとしても、操作部が加工開始位置MSに到達したときに、第 1 の軸が位相合わせ位置に到達していない場合がある。そのため、操作部が加工開始位置MSに到達した後に第 1 の軸が位相合わせ位置に到達するタイミングが位相合わせタイミングとなる。

[0078] 位相合わせタイミングは、例えば、第 1 の軸の回転角が 0° であり、かつ、操作部が第 1 の領域A1の開始位置に配置されるタイミングである。

[0079] 図 3 C に示す例において、移動時間の経過後に最初に第 1 の軸と第 2 の軸を合わせることができるタイミングは、タイミング t_5 である。したがって、タイミング探索部 2 2 2 は、タイミング t_5 を位相合わせタイミングとして算出する。

[0080] 移動量算出部 2 2 3 は、タイミング探索部 2 2 2 によって探索された位相合わせタイミングに基づいて、操作部が第 2 の領域A2を移動する際の単位時間ごとの第 2 の軸の移動量を算出する。すなわち、移動量算出部 2 2 3 は、操作部が位相合わせタイミングで位相合わせ位置に到達するように単位時間ごとの第 2 の軸の移動量を算出する。

- [0081] 図3Cに示す例において、移動量算出部223が算出する移動量は、点P2、点P3、点P4、点P5で囲まれる台形部分の面積に相当する移動量である。
- [0082] 移動量算出部223は、まず、点P1、点P2、点P3、点P4、点P5、点P6で囲まれる六角形（右上がりのハッチング部分）の面積に相当する移動量を算出する。この六角形の面積は、図3Bの第2の領域A2の移動量を示す部分（右上がりのハッチング部分）の面積に一致する。
- [0083] その後、移動量算出部223は、点P1、点P2、点P5、点P6で囲まれる長方形部分に相当する移動量を上記六角形部分に相当する移動量から減算する。点P1、点P2、点P5、点P6で囲まれる長方形部分の面積は、第2の移動量算出部214によって算出される第2の軸の移動量に対応する。すなわち、当該長方形部分の移動量は、第2の移動量算出部214が同期動作時に定常的に算出している移動量である。これにより、移動量算出部223は、点P2、点P3、点P4、点P5で囲まれる台形部分の面積に相当する移動量を算出する。
- [0084] 第2の制御部215は、移動量算出部223によって算出された第2の軸の移動量に基づいて第2の軸を制御するための第2の制御情報を出力する。すなわち、操作部が第2の領域A2を移動する際に第2の制御部215が出力する第2の制御情報は、第2の移動量算出部214によって算出された移動量に、移動量算出部223によって算出された移動量が重畳された移動量を示す情報である。
- [0085] 以上の各部の処理により、第1の軸と第2の軸とが同期動作している状態において、数値制御装置2は、操作部を第1の領域A1を移動するよりも高速で第2の領域A2を移動させることができる。
- [0086] 図5は、数値制御装置2が実行する処理の流れの一例を示すフローチャートである。数値制御装置2では、まず、プログラム解析部211が、動作プログラムの解析を行う（ステップS1）。
- [0087] 次に、第1の移動量算出部212が、プログラム解析部211による動作

プログラムの解析結果に基づいて、第1の軸の移動量を算出する（ステップS2）。

[0088] 次に、第1の制御部213が、第1の移動量算出部212によって算出された第1の軸の移動量に基づいて、第1の軸を制御する（ステップS3）。

[0089] 次に、第2の移動量算出部214が、第1の移動量算出部212によって算出された第1の軸の移動量に同期係数を掛けて第2の軸の移動量を算出する（ステップS4）。

[0090] 次に、第2の制御部215が、第2の移動量算出部214によって算出された第2の軸の移動量に基づいて、第2の軸を制御する（ステップS5）。

[0091] 次に、位相合わせ移動量算出部216が、第1の軸と第2の軸との位相を合わせるための移動量を算出する（ステップS6）。

[0092] 次に、第2の制御部215が、位相合わせ移動量算出部216によって算出された移動量に基づいて、第1の軸と第2の軸との位相合わせを実行する（ステップS7）。以上の処理により、位相が合った状態で第1の軸および第2の軸が同期動作する。

[0093] 次に、領域情報取得部221が、第1の領域情報と第2の領域情報とを取得する（ステップS8）。

[0094] 次に、タイミング探索部222が、操作部が第1の領域A1の移動を開始する前に第1の軸と第2の軸の位相を合わせる位相合わせタイミングを探索する（ステップS9）。

[0095] 次に、移動量算出部223が、タイミング探索部222によって探索された位相合わせタイミングに基づいて、操作部が第2の領域A2を移動する際の単位時間ごとの第2の軸の移動量を算出する（ステップS10）。

[0096] その後、第1の制御部213および第2の制御部215が第1の軸および第2の軸を制御することにより、対象物の加工が行われる（ステップS11）。

[0097] 加工が開始されると、操作部は、第1の領域A1を移動する。すなわち、加工領域の加工が行われる。このとき、第1の制御部は、第1の移動量算出部212によって算出された移動量に基づいて第1の軸を制御する。また、第

2の制御部は、第2の移動量算出部214によって算出された移動量に基づいて、第2の軸を制御する。

[0098] 操作部が第2の領域A2の開始位置に到達すると、操作部は、第2の領域を高速で移動する。このとき、第1の制御部は、第1の移動量算出部212によって算出された移動量に基づいて第1の軸を制御する。

[0099] 一方、第2の制御部は、第2の移動量算出部214によって算出された移動量に移動量算出部223によって算出された移動量を重畳した移動量に基づいて、第2の軸を制御する。

[0100] 操作部が、第2の領域A2の終了位置に到達すると、第2の制御部は、再び、第2の移動量算出部214によって算出された移動量に基づいて第2の軸を制御する。

[0101] 動作プログラムの実行が終了するまで加工の実行が継続され（ステップS12においてNoの場合）、加工が終了すると（ステップS12においてYesの場合）、数値制御装置2における処理が終了する。

[0102] 上述した実施形態では、移動量算出部223は、タイミング探索部222によって探索された位相合わせタイミングに基づいて、操作部が第2の領域A2を移動する際の単位時間ごとの第2の軸の移動量を算出する。しかし、移動量算出部223は、タイミング探索部222によって探索された位相合わせタイミングに基づいて、操作部が第2の領域A2を移動する際の単位時間ごとの第1の軸の移動量を算出してもよい。また、移動量算出部223は、単位時間ごとの第1の軸の移動量および第2の軸の移動量の両方を算出してもよい。

[0103] 移動量算出部223が、単位時間ごとの第1の軸の移動量を算出する場合、第1の制御部213は、移動量算出部223によって算出された第1の軸の移動量に基づいて第1の軸を制御するための第1の制御情報を出力してもよい。

[0104] 上述した実施形態では、タイミング探索部222は、第2の軸の最大速度、および最大加速度を示す情報に基づいて、操作部が第2の領域A2を移動す

るのに要する移動時間を算出する。しかし、タイミング探索部 222 は、第 1 の軸の最大速度、および最大加速度を示す情報に基づいて、操作部が第 2 の領域 A2 を移動するのに要する移動時間を算出してもよい。

[0105] 上述した実施形態では、操作部を第 2 の領域 A2 に沿って移動させる場合、第 2 の制御部 215 が、第 2 の移動量算出部 214 によって算出された第 2 の軸の移動量に移動量算出部 223 によって算出された第 2 の軸の移動量を重畳した移動量を示す情報を出力する。しかし、操作部を第 2 の領域 A2 に沿って移動させる場合、第 1 の制御部 213 が、第 1 の移動量算出部 212 によって算出された第 1 の軸の移動量に移動量算出部 223 によって算出された第 1 の軸の移動量を重畳した移動量を示す情報を出力してもよい。また、第 1 の制御部 213 および第 2 の制御部 215 がそれぞれ、これらの情報を出力してもよい。

[0106] 上述した実施形態において、高速移動量算出部 217 は、第 2 の移動量算出部 214 によって算出される第 2 の軸の移動量に重畳される移動量を算出する。したがって、第 2 の制御部 215 は、第 2 の移動量算出部 214 によって算出された移動量に、移動量算出部 223 によって算出された移動量を重畳して出力する。

[0107] しかし、高速移動量算出部 217 が算出する移動量は、操作部が第 2 の領域 A2 を移動する際の第 2 の軸の移動量であってもよい。この場合、操作部が第 2 の領域 A2 を移動する際、第 2 の制御部 215 は、高速移動量算出部 217 によって算出された移動量のみに基づいて第 2 の軸を制御する。すなわち、第 2 の制御部 215 は、操作部が第 2 の領域 A2 を移動する際に、第 2 の移動量算出部 214 によって算出された第 2 の軸の移動量を用いずに第 2 の軸を制御する。

[0108] 操作部が第 2 の領域 A2 を移動する際の第 2 の軸の移動量は、図 3C における点 P1、点 P2、点 P3、点 P4、点 P5、点 P6 で囲まれる六角形（右上がりのハッチング部分）の面積に相当する移動量である。

[0109] すなわち、第 2 の制御部 215 は、操作部が第 1 の領域 A1 を移動する際、

第2の移動量算出部214によって算出された移動量に基づいて第2の軸を制御する。一方、第2の制御部215は、操作部が第2の領域A2を移動する際、高速移動量算出部217によって算出された上記六角形の面積に相当する移動量に基づいて、第2の軸を制御する。

[0110] 図6は、ねじ切り加工について説明するための図である。ねじ切り加工用工具は、例えば、ねじ切り用バイトTTである。ねじ切り用バイトTTは、例えば、刃物台に固定される。刃物台は、X軸制御およびZ軸制御によって移動する。Z軸は、上述した第2の軸に相当する。すなわち、Z軸はスレーブ軸である。

[0111] ワークWは、例えば、第1のねじ部T1と第2のねじ部T2とを有する軸である。ワークWは、ワーク主軸WSに固定されたチャックによって把持され一定の速度で回転する。ワーク主軸WSは、C軸制御によって回転する。C軸は上述した第1の軸に相当する。すなわち、C軸はマスタ軸である。

[0112] ねじ切り用バイトTTおよびワークWは、まず、位相合わせ位置PPに位置決めされる。ねじ切り用バイトTTおよびワークWが位相合わせ位置PPに位置決めされると、ワークWの加工が開始される。すなわち、ねじ切り用バイトTTは、第1のねじ部T1と第2のねじ部T2とを移動することによって、ワークWの加工を行う。これら、第1のねじ部T1と第2のねじ部T2が第1の領域A1に相当する。

[0113] ねじ切り用バイトTTが第1のねじ部T1を通過すると、ねじ切り用バイトTTは第2の領域A2を移動する。さらに、ねじ切り用バイトTTが第2の領域A2を通過すると、ねじ切り用バイトTTは、第2のねじ部T2を移動する。ねじ切り用バイトTTが第2のねじ部T2を通過すると、ねじ切り用バイトTTは、再び、位相合わせ位置PPに位置決めされる。このような動作が繰り返されることにより、ねじ切り用バイトTTは第1のねじ部T1および第2のねじ部T2を有する軸の加工を行う。

[0114] 高速移動量算出部217は、ねじ切り用バイトTTを第2の領域A2に沿って高速で移動させるための移動量を算出する。

- [0115] 領域情報取得部221は、第1の領域A1を規定する第1の領域情報を取得する。領域情報取得部221は、プログラム解析部211によって解析された動作プログラムから第1の領域情報を取得する。
- [0116] 図6に示す例において、第1の領域A1を規定する座標値は、第2のねじ部2の加工開始位置MSの座標値、および加工終了位置MEの座標値である。
- [0117] 領域情報取得部221は、さらに、第2の領域A2を規定する第2の領域情報を取得する。領域情報取得部221は、プログラム解析部211によって解析された動作プログラムから第2の領域情報を取得する。
- [0118] 図6に示す例において、第2の領域情報は、第1のねじ部T1の加工終了位置MEの座標値、および第2のねじ部T2の加工開始位置MSの座標値である。
- [0119] 上述したように、操作部は、第1の領域A1における移動速度よりも速い速度で第2の領域A2を移動する。この場合、第1の軸は一定の速度で回転しているため、同期動作における第1の軸と第2の軸との位置関係がずれる。すなわち、第1の軸と第2の軸の位相がずれる。そのため、操作部が第2のねじ部T2を移動するに際し、ずれた位相を再び合わせる必要がある。
- [0120] タイミング探索部222は、操作部が第2のねじ部T2における移動を開始する前に第1の軸と第2の軸の位相を合わせる位相合わせタイミングを探索する。タイミング探索部222は、例えば、第2の軸の最大速度、および最大加速度を示す情報に基づいて、操作部が第2の領域A2を移動するのに要する移動時間を算出する。
- [0121] 位相合わせタイミングは、例えば、第1の軸の回転角が0°であり、かつ、操作部が第2のねじ部T2の加工開始位置MSに配置されるタイミングである。
- [0122] 第2の制御部215は、移動量算出部223によって算出された第2の軸の移動量に基づいて第2の軸を制御するための第2の制御情報を出力する。第2の制御部215が出力する第2の制御情報は、第2の移動量算出部214によって算出された移動量に、移動量算出部223によって算出された移動量が重畳された移動量を示す情報である。これにより、第2の制御部21

5は、ねじ切り用バイトTTが第2の領域A2を移動する際に高速で移動させることができる。

[0123] 図7は、切断加工について説明するための図である。切断加工用工具CTは、例えば、回転軸RSに固定される。回転軸RSは、上述した第1の軸に相当する。すなわち、回転軸RSはマスタ軸である。

[0124] ワークWは、例えば、板材である。複数の板材は、搬送用ベルトCBに載置され、一定の速度で移動する。複数の板材は、所定の間隔をあけて搬送用ベルトCBに載置される。搬送用ベルトCBは、例えば、駆動軸DSが回転することによって移動する。駆動軸DSは、上述した第2の軸に相当する。すなわち、駆動軸DSはスレーブ軸である。

[0125] 切断加工用工具CTおよびワークWは、まず、位相合わせ位置に位置決めされる。切断加工用工具CTおよびワークWが位相合わせ位置に位置決めされると、ワークWの切断加工が開始される。すなわち、切断加工用工具CTが一定の速度で回転し、ワークWが一定の速度で搬送用ベルトCB上を移動することによってワークWが所定の長さに切断される。

[0126] 1つのワークWが切断加工用工具CTの下を通過すると、ワークWが載置されていない第2の領域A2が切断加工用工具CTの下を通過する。さらに、第2の領域A2が切断加工用工具CTの下を通過すると、別のワークWが切断加工用工具CTの下を通過する。ここで、ワークWが載置された領域が上述した第1の領域A1である。

[0127] 高速移動量算出部217は、第2の領域A2が切断加工用工具CTの下を高速で移動するための移動量を算出する。

[0128] 領域情報取得部221は、第1の領域A1を規定する第1の領域情報を取得する。領域情報取得部221は、センサSによる検出情報に基づいて第1の領域情報を取得する。センサSは、例えば、カメラである。

[0129] 図7に示す例において、第1の領域A1を規定する座標値は、ワークWの一端の位置の座標値、およびワークWの他端の位置の座標値である。

[0130] 領域情報取得部221は、さらに、第2の領域A2を規定する第2の領域情

報を取得する。領域情報取得部 2 2 1 は、センサ S による検出情報に基づいて第 2 の領域情報を取得する。

[0131] 図 7 に示す例において、第 2 の領域情報は、1 つのワーク W の他端の位置の座標値、および別のワーク W の一端の位置の座標値である。

[0132] 上述したように、操作部は、第 1 の領域 A1 における移動速度よりも速い速度で第 2 の領域 A2 を移動する。ここで、操作部は、切断加工用工具 CT である。移動速度は、操作部と第 1 の領域 A1 の相対速度、および操作部と第 2 の領域 A2 の相対速度である。

[0133] 操作部が、第 1 の領域 A1 における移動速度よりも速い速度で第 2 の領域 A2 を移動した場合、同期動作における第 1 の軸と第 2 の軸との位置関係がずれる。すなわち、第 1 の軸と第 2 の軸の位相がずれる。そのため、操作部が再び第 1 の領域 A1 を移動するに際し、ずれた位相を再び合わせる必要がある。

[0134] タイミング探索部 2 2 2 は、操作部が第 2 の領域 A2 における移動を開始する前に第 1 の軸と第 2 の軸の位相を合わせる位相合わせタイミングを探索する。タイミング探索部 2 2 2 は、例えば、第 2 の軸の最大速度、および最大加速度を示す情報に基づいて、操作部が第 2 の領域 A2 を移動するのに要する移動時間を算出する。

[0135] 位相合わせタイミングは、例えば、第 1 の軸の回転角が 40° であり、かつ、ワーク W の切断開始位置 CS が切断加工用工具 CT の刃先に接する位置である。

[0136] 第 2 の制御部 2 1 5 は、移動量算出部 2 2 3 によって算出された第 2 の軸の移動量に基づいて第 2 の軸を制御するための第 2 の制御情報を出力する。第 2 の制御部 2 1 5 が出力する第 2 の制御情報は、第 2 の移動量算出部 2 1 4 によって算出された移動量に、移動量算出部 2 2 3 によって算出された移動量が重畳された移動量を示す情報である。これにより、第 2 の制御部 2 1 5 は、切断加工用工具 CT が第 2 の領域 A2 を移動する際に高速で移動させることができる。

[0137] 以上説明したように、数値制御装置 2 は、第 1 の軸と第 2 の軸とが第 1 の

相対速度で同期動作した状態で操作部が移動する第1の領域A1を規定する第1の領域情報と、第1の軸と第2の軸とが第1の相対速度よりも速い第2の相対速度で動作した状態で操作部が移動する第2の領域A2を規定する第2の領域情報と、を取得する領域情報取得部221と、操作部が第1の領域A1の移動を開始する前に第1の軸と第2の軸の位相を合わせる位相合わせタイミングを探索するタイミング探索部222と、タイミング探索部222によって探索された位相合わせタイミングに基づいて、操作部が第2の領域A2を移動する際の単位時間ごとの第1の軸の移動量および第2の軸の移動量の少なくともいずれかを算出する移動量算出部223と、移動量算出部223によって算出された第1の軸の移動量に基づいて第1の軸を制御するための第1の制御情報を出力すること、および移動量算出部223によって算出された第2の軸の移動量に基づいて第2の軸を制御するための第2の制御情報を出力することの少なくともいずれかを実行する制御部と、を備える。

[0138] そのため、数値制御装置2は、第1の軸と第2の軸とを同期動作させる場合においてワークWの加工時間を短縮することができる。

[0139] また、タイミング探索部222は、第1の軸および第2の軸の少なくともいずれかの最大速度、および最大加速度を示す情報に基づいて、操作部が第2の領域A2を移動するのに要する移動時間を算出し、移動時間が経過するタイミング、または移動時間の経過後に最初に位相が合うタイミングを位相合わせタイミングとして算出する。

[0140] そのため、数値制御装置2は、第1の軸または第2の軸を高速で移動させる場合、最も早い位相合わせタイミングにおいて第1の軸と第2の軸との位相を合わせることができる。その結果、数値制御装置2は、ワークWの加工時間を短縮することができる。

[0141] また、制御部は、操作部を第2の領域A2に沿って移動させる場合、第1の軸の移動量に移動量算出部223によって算出された第1の軸の移動量を重畳した移動量を示す情報を出力すること、および第2の軸の移動量に移動量算出部223によって算出された第2の軸の移動量を重畳した移動量を示す

情報を出力すること、の少なくともいずれかを実行する。

[0142] そのため、数値制御装置 2 は、第 1 の軸と第 2 の軸との同期制御を行った状態で、操作部を高速で移動させることができる。その結果、数値制御装置 2 は、同期制御中でも加工時間を短縮することができる。

[0143] また、第 2 の領域情報は、第 2 の領域 A2 の一端の位置を示す情報、および操作部が第 2 の領域 A2 を移動するときの移動距離を示す情報を含む。第 2 の領域情報は、第 2 の領域 A2 の一端、および他端の位置を示す情報を含んでいてもよい。

[0144] 本開示について詳述したが、本開示は上述した個々の実施形態に限定されるものではない。これらの実施形態は、本開示の要旨を逸脱しない範囲で、または、請求の範囲に記載された内容とその均等物から導き出される本開示の要旨を逸脱しない範囲で、種々の追加、置き換え、変更、部分的削除等が可能である。また、これらの実施形態は、組み合わせて実施することもできる。

[0145] 以下に、本開示の実施形態に係る付記を示す。

付記 [1]

第 1 の軸と第 2 の軸とが第 1 の相対速度で同期動作した状態で操作部が移動する第 1 の領域を規定する第 1 の領域情報と、前記第 1 の軸と前記第 2 の軸とが前記第 1 の相対速度よりも速い第 2 の相対速度で動作した状態で前記操作部が移動する第 2 の領域を規定する第 2 の領域情報と、を取得する領域情報取得部と、前記操作部が前記第 1 の領域の移動を開始する前に前記第 1 の軸と前記第 2 の軸の位相を合わせる位相合わせタイミングを探索するタイミング探索部と、前記タイミング探索部によって探索された前記位相合わせタイミングに基づいて、前記操作部が前記第 2 の領域を移動する際の単位時間ごとの前記第 1 の軸の移動量および前記第 2 の軸の移動量の少なくともいずれかを算出する移動量算出部と、前記移動量算出部によって算出された前記第 1 の軸の前記移動量に基づいて前記第 1 の軸を制御するための第 1 の制御情報を出力すること、および前記移動量算出部によって算出された前記第

2の軸の前記移動量に基づいて前記第2の軸を制御するための第2の制御情報を出力することの少なくともいずれかを実行する制御部と、を備える数値制御装置。

付記〔2〕

前記タイミング探索部は、前記第1の軸および前記第2の軸の少なくともいずれかの最大速度、および最大加速度を示す情報に基づいて、前記操作部が前記第2の領域を移動するのに要する移動時間を算出し、前記移動時間が経過するタイミング、または前記移動時間の経過後に最初に前記位相を合わせることができるタイミングを前記位相合わせタイミングとして算出する付記〔1〕に記載の数値制御装置。

付記〔3〕

前記制御部は、前記操作部を前記第2の領域に沿って移動させる場合、前記第1の軸の前記移動量に前記移動量算出部によって算出された前記第1の軸の前記移動量を重畳した移動量を示す情報を出力すること、および前記第2の軸の前記移動量に前記移動量算出部によって算出された前記第2の軸の前記移動量を重畳した移動量を示す情報を出力すること、の少なくともいずれかを実行する付記〔1〕または〔2〕に記載の数値制御装置。

付記〔4〕

前記第2の領域情報は、前記第2の領域の一端の位置を示す情報、および前記操作部が前記第2の領域を移動するときの移動距離を示す情報を含む付記〔1〕～〔3〕のいずれかに記載の数値制御装置。

付記〔5〕

前記第2の領域情報は、前記第2の領域の一端、および他端の位置を示す情報を含む付記〔1〕～〔3〕のいずれかに記載の数値制御装置。

付記〔6〕

第1の軸と第2の軸とが第1の相対速度で同期動作した状態で操作部が移動する第1の領域を規定する第1の領域情報と、前記第1の軸と前記第2の軸とが前記第1の相対速度よりも速い第2の相対速度で動作した状態で前記

操作部が移動する第2の領域を規定する第2の領域情報と、を取得することと、前記操作部が前記第1の領域の移動を開始する前に前記第1の軸と前記第2の軸の位相を合わせる位相合わせタイミングを探索することと、探索された前記位相合わせタイミングに基づいて、前記操作部が前記第2の領域を移動する際の単位時間ごとの前記第1の軸の移動量および前記第2の軸の移動量の少なくともいずれかを算出することと、算出された前記第1の軸の前記移動量に基づいて前記第1の軸を制御するための第1の制御情報を出力すること、および算出された前記第2の軸の前記移動量に基づいて前記第2の軸を制御するための第2の制御情報を出力することの少なくともいずれかを実行することと、をコンピュータに実行させる命令を記憶するコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

符号の説明

[0146]	1	産業機械
	2	数値制御装置
	201	ハードウェアプロセッサ
	202	バス
	203	ROM
	204	RAM
	205	不揮発性メモリ
	206	インタフェース
	207	軸制御回路
	208	スピンドル制御回路
	209	PLC
	210	I/Oユニット
	211	プログラム解析部
	212	第1の移動量算出部
	213	第1の制御部
	214	第2の移動量算出部

2 1 5	第 2 の制御部
2 1 6	位相合わせ移動量算出部
2 1 7	高速移動量算出部
2 2 1	領域情報取得部
2 2 2	タイミング探索部
2 2 3	移動量算出部
3	入出力装置
4	サーボアンプ
5	サーボモータ
6	スピンドルアンプ
7	スピンドルモータ
8	補助機器

請求の範囲

[請求項1] 第1の軸と第2の軸とが第1の相対速度で同期動作した状態で操作部が移動する第1の領域を規定する第1の領域情報と、前記第1の軸と前記第2の軸とが前記第1の相対速度よりも速い第2の相対速度で動作した状態で前記操作部が移動する第2の領域を規定する第2の領域情報と、を取得する領域情報取得部と、

前記操作部が前記第1の領域の移動を開始する前に前記第1の軸と前記第2の軸の位相を合わせる位相合わせタイミングを探索するタイミング探索部と、

前記タイミング探索部によって探索された前記位相合わせタイミングに基づいて、前記操作部が前記第2の領域を移動する際の単位時間ごとの前記第1の軸の移動量および前記第2の軸の移動量の少なくともいずれかを算出する移動量算出部と、

前記移動量算出部によって算出された前記第1の軸の前記移動量に基づいて前記第1の軸を制御するための第1の制御情報を出力すること、および前記移動量算出部によって算出された前記第2の軸の前記移動量に基づいて前記第2の軸を制御するための第2の制御情報を出力することの少なくともいずれかを実行する制御部と、
を備える数値制御装置。

[請求項2] 前記タイミング探索部は、前記第1の軸および前記第2の軸の少なくともいずれかの最大速度、および最大加速度を示す情報に基づいて、前記操作部が前記第2の領域を移動するのに要する移動時間を算出し、前記移動時間が経過するタイミング、または前記移動時間の経過後に最初に前記位相を合わせることができるタイミングを前記位相合わせタイミングとして算出する請求項1に記載の数値制御装置。

[請求項3] 前記制御部は、前記操作部を前記第2の領域に沿って移動させる場合、前記第1の軸の前記移動量に前記移動量算出部によって算出された前記第1の軸の前記移動量を重畳した移動量を示す情報を出力する

こと、および前記第2の軸の前記移動量に前記移動量算出部によって算出された前記第2の軸の前記移動量を重畳した移動量を示す情報を出力すること、の少なくともいずれかを実行する請求項1または2に記載の数値制御装置。

[請求項4] 前記第2の領域情報は、前記第2の領域の一端の位置を示す情報、および前記操作部が前記第2の領域を移動するときの移動距離を示す情報を含む請求項1～3のいずれか1項に記載の数値制御装置。

[請求項5] 前記第2の領域情報は、前記第2の領域の一端、および他端の位置を示す情報を含む請求項1～3のいずれか1項に記載の数値制御装置。

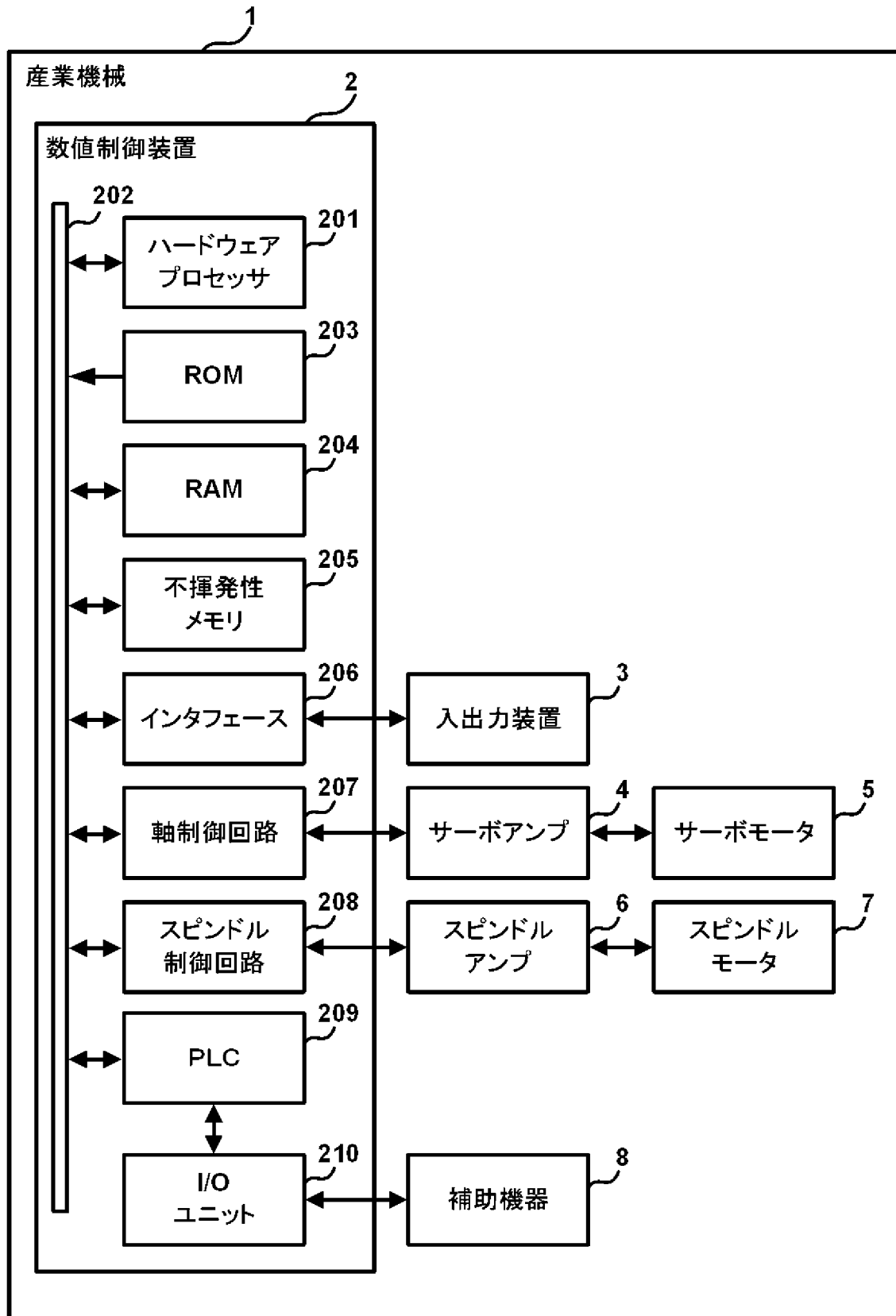
[請求項6] 第1の軸と第2の軸とが第1の相対速度で同期動作した状態で操作部が移動する第1の領域を規定する第1の領域情報と、前記第1の軸と前記第2の軸とが前記第1の相対速度よりも速い第2の相対速度で動作した状態で前記操作部が移動する第2の領域を規定する第2の領域情報と、を取得することと、

前記操作部が前記第1の領域の移動を開始する前に前記第1の軸と前記第2の軸の位相を合わせる位相合わせタイミングを探索することと、

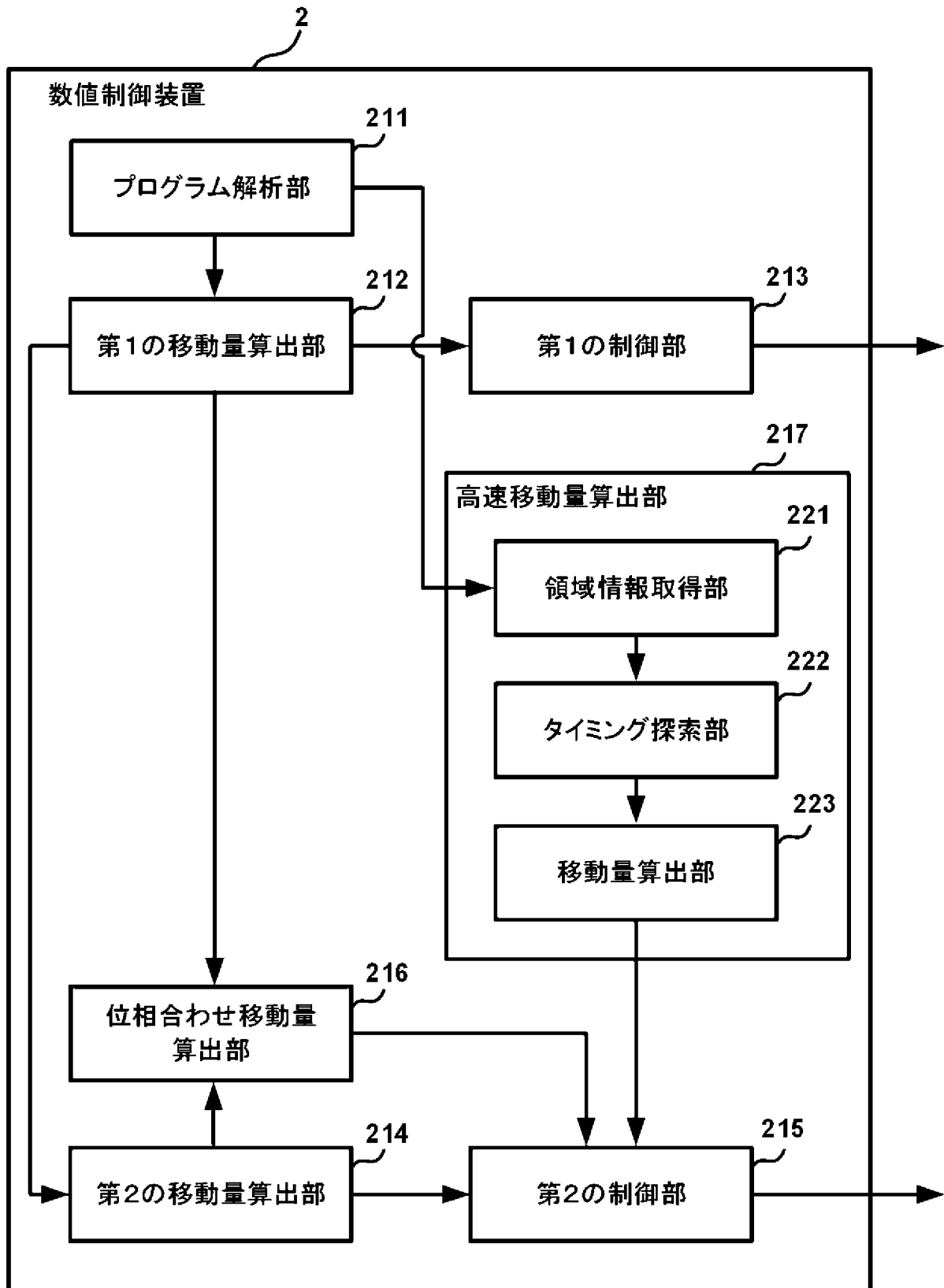
探索された前記位相合わせタイミングに基づいて、前記操作部が前記第2の領域を移動する際の単位時間ごとの前記第1の軸の移動量および前記第2の軸の移動量の少なくともいずれかを算出することと、

算出された前記第1の軸の前記移動量に基づいて前記第1の軸を制御するための第1の制御情報を出力すること、および算出された前記第2の軸の前記移動量に基づいて前記第2の軸を制御するための第2の制御情報を出力することの少なくともいずれかを実行することと、をコンピュータに実行させる命令を記憶するコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

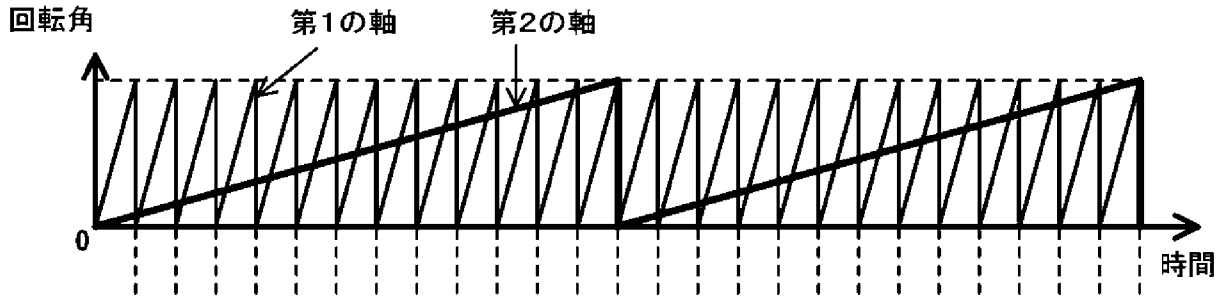
[図1]



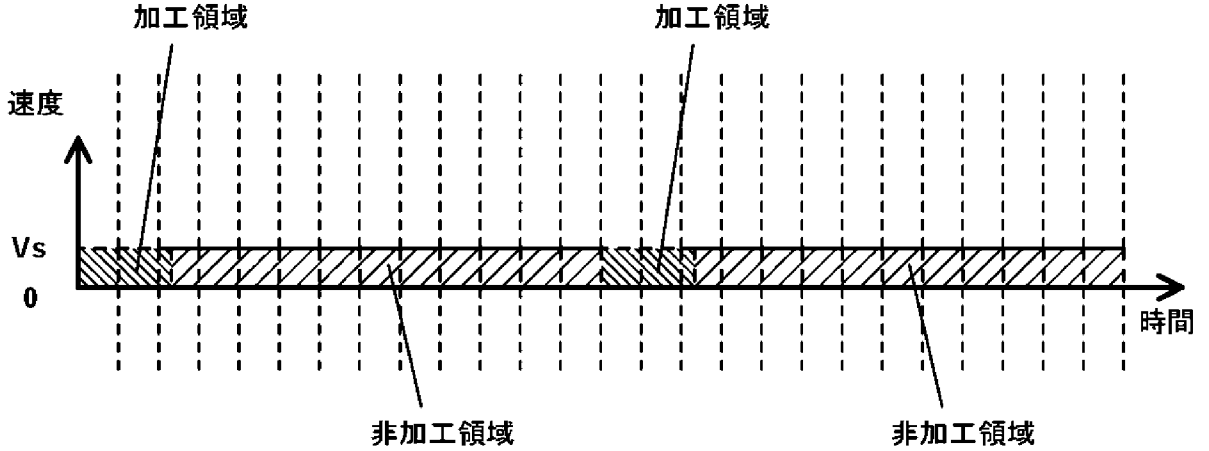
[図2]



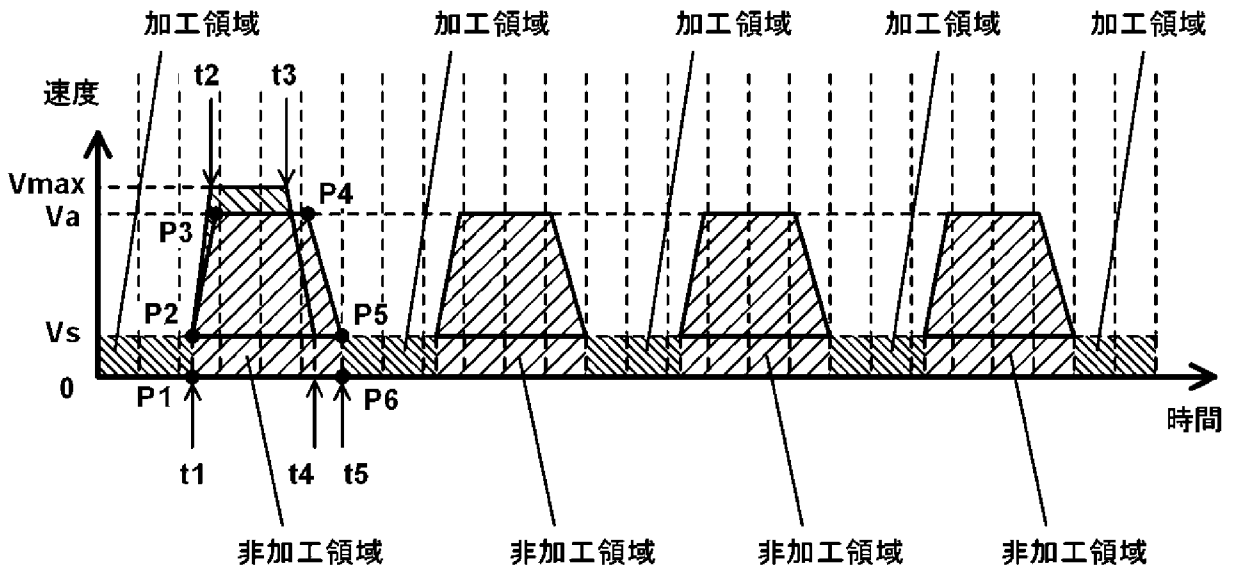
[図3A]



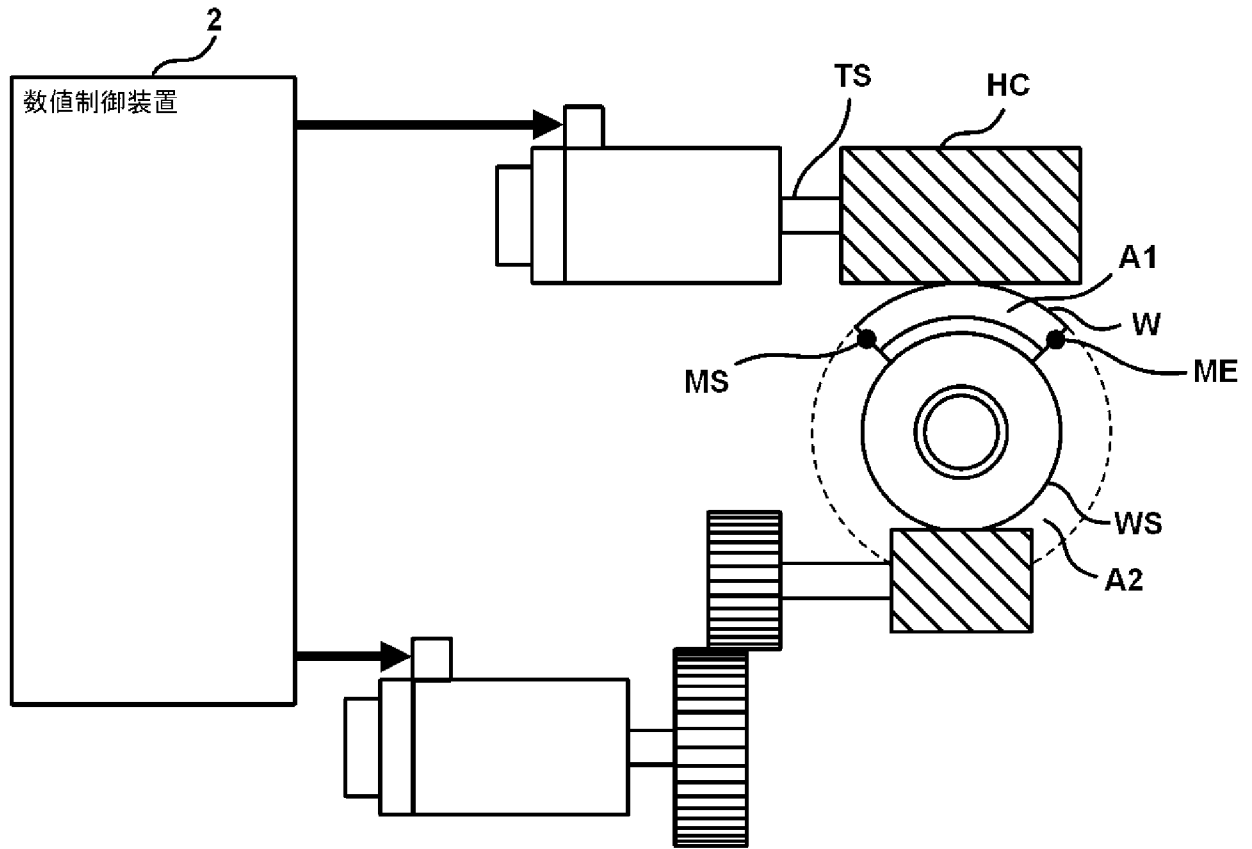
[図3B]



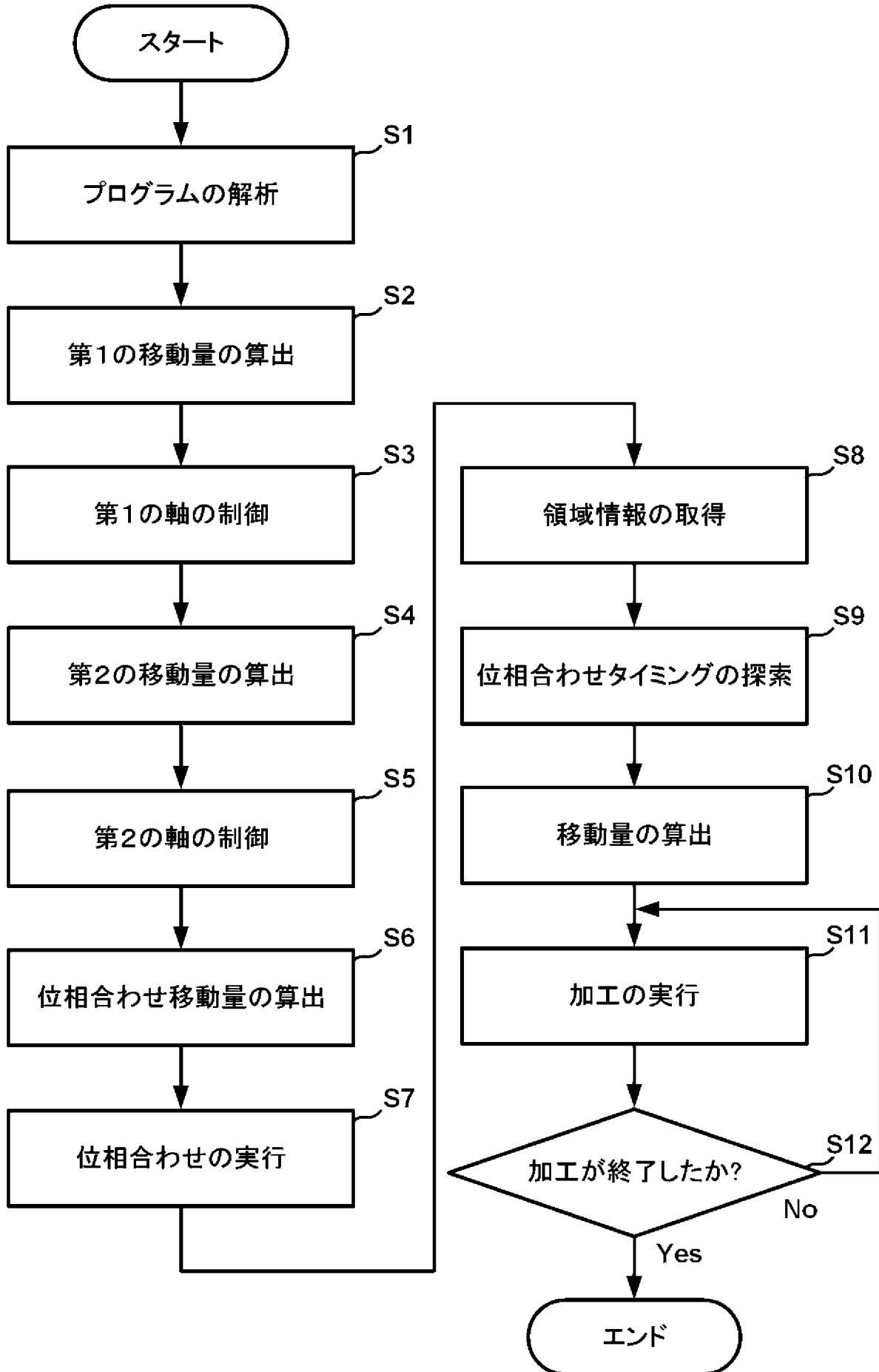
[図3C]



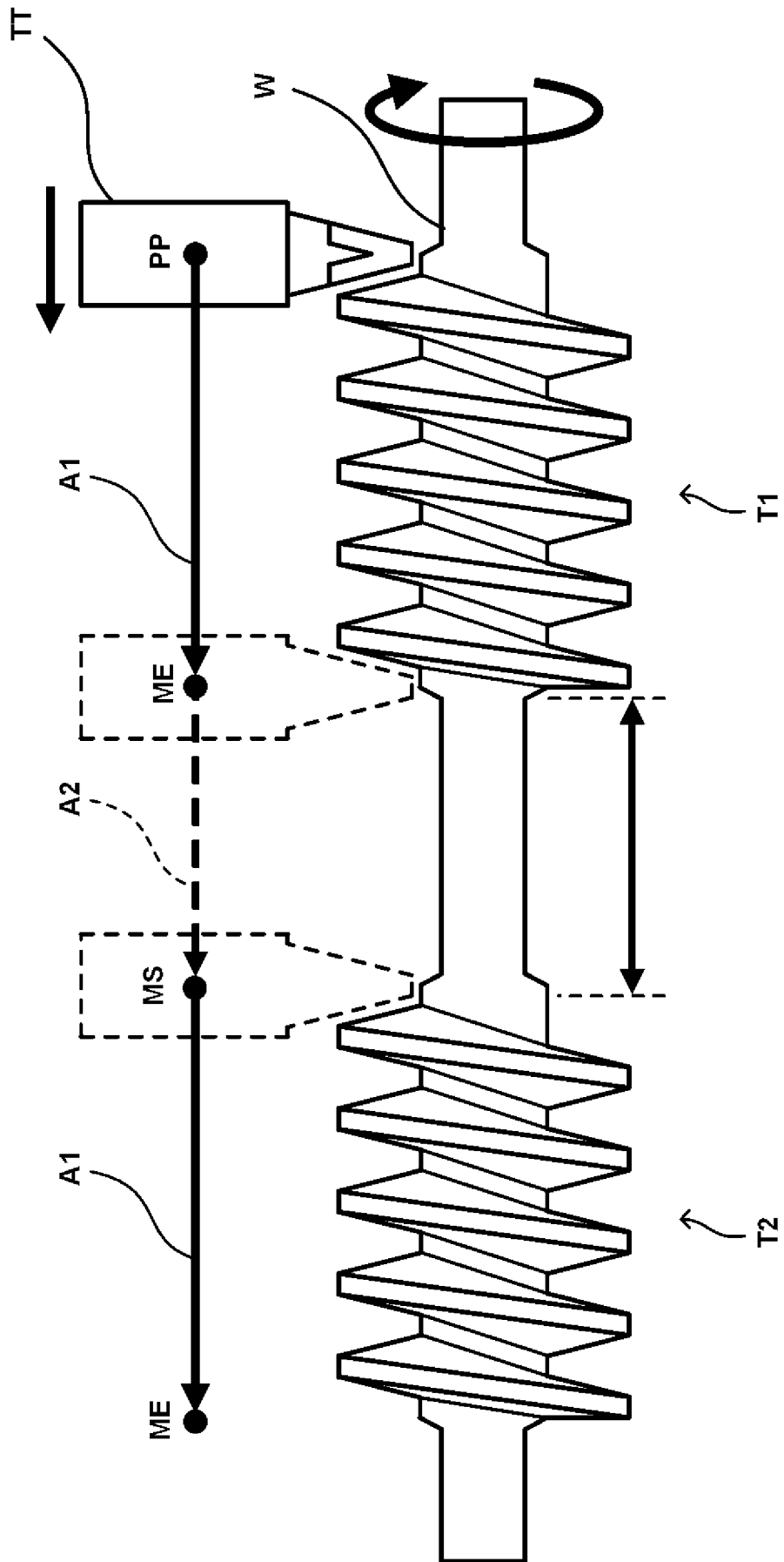
[図4]



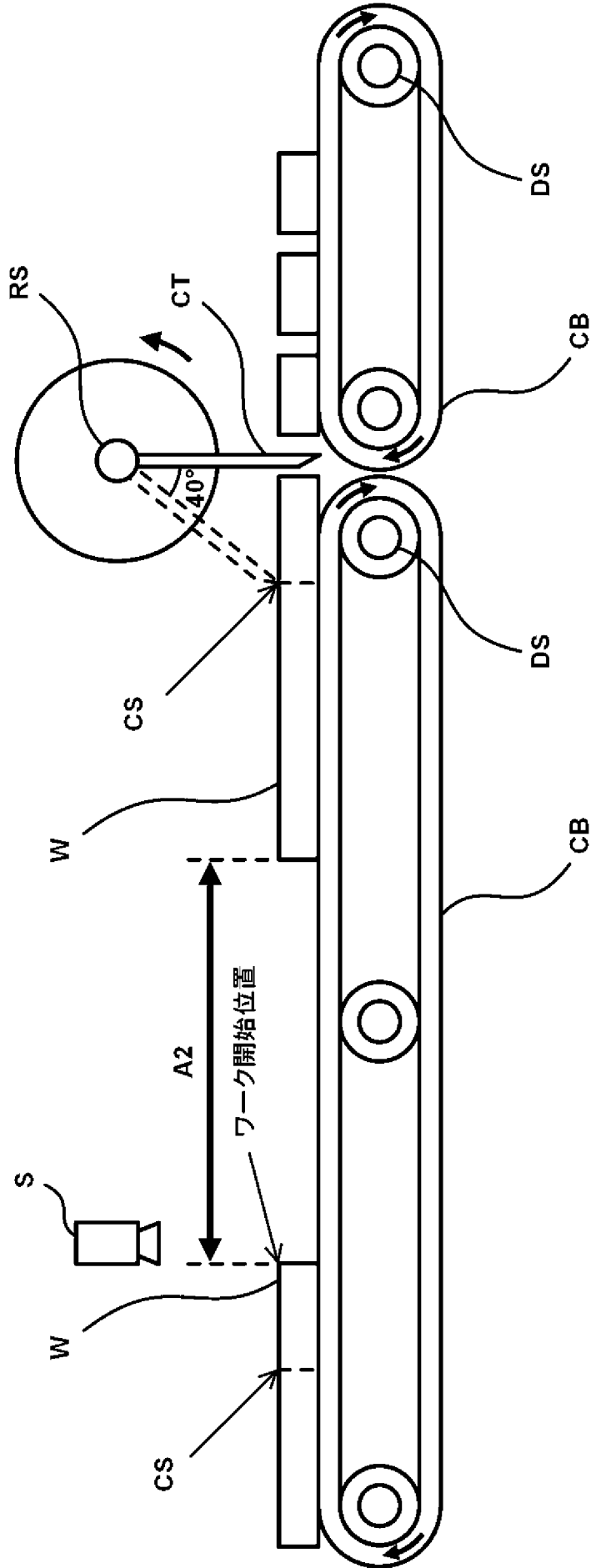
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/004589

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>B23Q 15/00</i> (2006.01)i; <i>B23G 1/02</i> (2006.01)i; <i>G05B 19/18</i> (2006.01)i FI: B23Q15/00 J; G05B19/18 C; B23G1/02 A 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) B23Q 15/00-15/28; G05B 19/18-19/416; B23G 1/00-11/00		
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 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
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.
A	WO 2021/193728 A1 (FANUC CORPORATION) 30 September 2021 (2021-09-30)	1-6
A	JP 2003-181722 A (TOYODA KOKI KABUSHIKI KAISHA) 02 July 2003 (2003-07-02)	1-6
A	JP 2019-114192 A (FANUC CORPORATION) 11 July 2019 (2019-07-11)	1-6
A	JP 8-202420 A (FANUC CORPORATION) 09 August 1996 (1996-08-09)	1-6
A	JP 2012-56066 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 22 March 2012 (2012-03-22)	1-6
A	JP 2019-185287 A (FANUC CORPORATION) 24 October 2019 (2019-10-24)	1-6
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 25 April 2023		Date of mailing of the international search report 09 May 2023
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/JP2023/004589

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2021/193728	A1	30 September 2021	DE 112021001856 T5 CN 115315327 A	

JP	2003-181722	A	02 July 2003	(Family: none)	

JP	2019-114192	A	11 July 2019	US 2019/0196455 A1 DE 102018009999 A1 CN 109960221 A	

JP	8-202420	A	09 August 1996	(Family: none)	

JP	2012-56066	A	22 March 2012	(Family: none)	

JP	2019-185287	A	24 October 2019	US 2019/0310602 A1 DE 102019204643 A1 CN 110347112 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23Q 15/00(2006.01)i; B23G 1/02(2006.01)i; G05B 19/18(2006.01)i FI: B23Q15/00 J; G05B19/18 C; B23G1/02 A		
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）） B23Q 15/00-15/28; G05B 19/18-19/416; B23G 1/00-11/00 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 日本国実用新案公報 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2023年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2023年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2023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
A	WO 2021/193728 A1 (ファナック株式会社) 30.09.2021 (2021 - 09 - 30)	1-6
A	JP 2003-181722 A (豊田工機株式会社) 02.07.2003 (2003 - 07 - 02)	1-6
A	JP 2019-114192 A (ファナック株式会社) 11.07.2019 (2019 - 07 - 11)	1-6
A	JP 8-202420 A (ファナック株式会社) 09.08.1996 (1996 - 08 - 09)	1-6
A	JP 2012-56066 A (三菱電機株式会社) 22.03.2012 (2012 - 03 - 22)	1-6
A	JP 2019-185287 A (ファナック株式会社) 24.10.2019 (2019 - 10 - 24)	1-6
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “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 “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） “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 “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 “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 “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 “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	25.04.2023	国際調査報告の発送日 09.05.2023
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） 永田 和彦 3C 3116 電話番号 03-3581-1101 内線 3324	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/004589

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2021/193728	A1	30.09.2021	DE	112021001856	T5	
				CN	115315327	A	

JP	2003-181722	A	02.07.2003	(ファミリーなし)			

JP	2019-114192	A	11.07.2019	US	2019/0196455	A1	
				DE	102018009999	A1	
				CN	109960221	A	

JP	8-202420	A	09.08.1996	(ファミリーなし)			

JP	2012-56066	A	22.03.2012	(ファミリーなし)			

JP	2019-185287	A	24.10.2019	US	2019/0310602	A1	
				DE	102019204643	A1	
				CN	110347112	A	
