

(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11月14日(14.11.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/232102 A1

(51) 国際特許分類:
G05B 19/4093 (2006.01) B23Q 17/00 (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/JP2023/017815

(22) 国際出願日: 2023年5月11日(11.05.2023)

(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 3 5 8 0 番地 Yamanashi (JP).

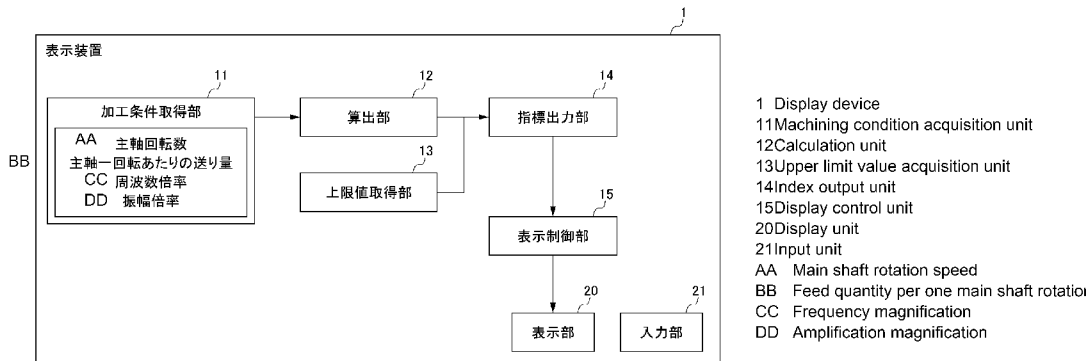
(72) 発明者: 安田 将司 (YASUDA Masashi); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草

(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).

(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, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,

(54) Title: DISPLAY DEVICE AND CONTROL SYSTEM FOR MACHINE TOOL

(54) 発明の名称: 工作機械の表示装置及び制御システム



(57) Abstract: The present invention provides a technology capable of easily grasping acceleration or jerking of a machine tool in oscillating machining. A display device 1 of a machine tool includes: a machining condition acquisition unit 11 that acquires at least a frequency parameter and an amplitude parameter as machining conditions for performing oscillating machining; a calculation unit 12 that calculates acceleration information including acceleration and/or jerking of an oscillating operation on the basis of at least the frequency parameter and the amplitude parameter; and a display control unit 15 that displays an image based on the acceleration information on a display unit 20.

(57) 要約: 揺動加工における工作機械の加速度や加加速度を容易に把握できる技術を提供する。工作機械の表示装置 1 は、揺動加工を行うための加工条件として少なくとも周波数パラメータと振幅パラメータを取得する加工条件取得部 11 と、少なくとも周波数パラメータと振幅パラメータに基づき、揺動動作の加速度、加加速度又はこれら両方を含む加速度情報を算出する算出部 12 と、加速度情報に基づく画像を表示部 20 に表示する表示制御部 15 と、を備える。

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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称： 工作機械の表示装置及び制御システム

技術分野

[0001] 本開示は、工作機械の表示装置及び制御システムに関する。

背景技術

[0002] 従来、揺動加工を実行する工作機械において、加工条件を設定するため、送り速度等の各種パラメータを表示する技術が知られている（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2023-000009号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、工作機械を動作させる前に加工条件を設定する必要があるが、この加工条件を設定する段階で工作機械にかかる力を把握したい場合がある。しかしながら、揺動動作を行う切削加工において、工作機械に加わる力は実際に揺動動作を工作機械に実行させなければ把握することができない。

[0005] 工作機械の動作において加速度や加加速度が大きければ大きい程、工作機械の負担が大きくなり、不良が生じるおそれがある。そこで、工作機械にかかる力を示す指標として加速度や加加速度を用いることが考えられる。しかしながら、揺動加工では、エアカットの可否が周波数パラメータと振幅パラメータが相互に関わるため、オペレータが加工条件を設定する段階で加速度や加加速度を算出して確認することは煩雑であった。

[0006] 本開示は上記課題に鑑みてなされたものであり、揺動加工における工作機械の加速度や加加速度を容易に把握できる技術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

[0007] 本開示は、切削工具とワークを相対的に揺動させて切屑を細断しながら揺動加工を行う工作機械の表示装置であって、前記揺動加工を行うための加工条件として少なくとも周波数パラメータと振幅パラメータを取得する加工条件取得部と、少なくとも前記周波数パラメータと前記振幅パラメータに基づき、揺動動作の加速度、加加速度又はこれら両方を含む加速度情報を算出する算出部と、前記加速度情報に基づく画像を表示部に表示する表示制御部と、を備える表示装置である。

[0008] また、本開示は、切削工具とワークを相対的に揺動させて切屑を細断しながら揺動加工を行う工作機械の制御装置及び表示装置を備える制御システムであって、前記制御装置に配置され、前記揺動加工を行うための加工条件として少なくとも周波数パラメータと振幅パラメータを取得する加工条件取得部と、前記制御装置に配置され、前記加工条件に基づき、揺動動作を生成する揺動動作生成部と、前記制御装置に配置され、前記揺動動作生成部によって生成された揺動動作に基づいて動作軸を制御する駆動制御部と、前記表示装置又は前記制御装置に配置され、少なくとも前記周波数パラメータと前記振幅パラメータに基づき、揺動動作の加速度、加加速度又はこれら両方を含む加速度情報を算出する算出部と、前記表示装置に配置され、前記加速度情報に基づく画像を前記駆動制御部による揺動動作中に表示部に表示する表示制御部と、を備える制御システムに関する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]第1実施形態に係る工作機械の表示装置の機能ブロック図である。

[図2]表示装置による表示制御の処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図3]表示装置によって表示部に表示される画像例を示す図である。

[図4]第2実施形態に係る工作機械の表示装置の機能ブロック図である。

[図5]第3実施形態に係る制御システムの機能ブロック図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本開示の実施形態について、図面を参照して詳しく説明する。なお

、第2実施形態以降の説明において、第1実施形態と共通する構成については同一符号を付し、その説明を適宜省略する。

[0011] [第1実施形態]

図1は、第1実施形態に係る工作機械の表示装置1の機能ブロック図である。第1実施形態に係る表示装置1は、切削工具とワークを相対的に揺動させながら揺動加工を行う工作機械の各種情報を表示部20に表示するコンピュータである。表示装置1は、例えば、工作機械の制御を行うコンピュータである不図示の制御装置に接続されて使用される。

[0012] 工作機械は、切削工具とワークとを相対的に回転させる少なくとも一つの主軸と、切削工具をワークに対して相対移動させる少なくとも一つの送り軸と、を動作させることで、切削工具によりワークを加工するものである。工作機械は、加工プログラムに基づいて各種加工を実行する。

[0013] なお、本実施形態に係る工作機械による加工では、ワークの形状は限定されない。即ち、ワークが加工面にテーパ部や円弧状部を有することで複数の送り軸（Z軸及びX軸）が必要となる場合でも、ワークが円柱状や円筒状で送り軸が特定の1軸（Z軸）で足りる場合であっても、適用可能である。

[0014] 工作機械の表示装置1のハードウェア構成について説明する。表示装置1は、例えば、バスを介して互いに接続された、ROM（read only memory）やRAM（random access memory）等のメモリ、CPU（control processing unit）、及び通信制御部を備えたコンピュータを用いて構成される。また、表示装置1は、各種情報を表示する表示部20と、オペレータが各種情報を入力する入力部21と、を更に備える。表示部20は、例えば、各種情報を表示するディスプレイによって構成される。入力部21は、例えば、タッチパネル、キーボード、ボタン等の操作手段である。

[0015] 工作機械の表示装置1は、CNC（Computer Numerical Controller）として構成されてもよく、また、CNCやPLC（Programmable Logic Controller）等の上位コンピュータ（不図示）に接続されていてよい。上位コンピュータから、加工プログラムの他、回転速度等の加工条件等が工作機械の表

示装置 1 に入力されてもよい。

[0016] 次に、表示装置 1 で実現される機能部について説明する。表示装置 1 は、加工条件取得部 11 と、算出部 12 と、上限値取得部 13 と、指標出力部 14 と、表示制御部 15 と、を機能部として備える。これらの表示装置 1 の機能部は、上記 CPU、メモリ、及び該メモリに記憶された制御プログラムが協働することにより実現される。

[0017] 加工条件取得部 11 は、揺動加工を行うための加工条件を取得する加工条件取得機能である。加工条件は、例えば、表示装置 1 の表示部 20 の表示に従ってオペレータが表示装置 1 に入力部 21 や外部のコンピュータ等を通じて入力したものでよいし、加工プログラムや工作機械の設定パラメータ等から自動で取得されるものでよい。

[0018] 加工条件には、主軸回転数 ($1/\text{min}$)、主軸一回転あたりの送り量 (mm/rev)、送り軸の指令位置、揺動条件等の加工に必要な情報が含まれる。なお、主軸一回転あたりの送り量 (mm/rev) は、主軸の回転数 ($1/\text{min}$) と切削工具の送り速度 (mm/min) の組合せにより算出されてもよい。

[0019] 加工条件に含まれる揺動条件について説明する。

揺動条件には、振動波形を一意に特定するための情報として、切削工具又はワークの揺動周波数に関する情報である周波数のパラメータと、切削工具又はワークの揺動振幅に関する情報である振幅のパラメータが少なくとも含まれる。周波数パラメータは、切削工具とワークの相対的な 1 回転あたりの振動数でもよいし、単位時間あたりの振動数でもよい。また前進後退動作の周期パラメータでもよい。振幅パラメータは、切削工具とワークの相対的な 1 回転あたりの送り量に対する揺動振幅に関する情報でもよいし、前進後退動作の距離パラメータでもよい。これらの前進後退動作の周期パラメータや前進後退動作の距離パラメータは、前進速度・後退速度・前進距離・後退距離・主軸回転数・制御周期等から決定してもよい。周波数パラメータと振幅パラメータは、主軸回転数・毎回転送り速度・毎分送り速度・切削工具とワ

ークの相対的な1回転あたりの振動数である周波数倍率・切削工具とワークの相対的な1回転あたりの送り量に対する揺動振幅である振幅倍率等から決めても良い。また、周波数倍率と振幅倍率は前述の複数の条件をもとに算出しても良い。

[0020] 本実施形態では、周波数のパラメータとして、主軸の1回転あたりの揺動周波数を示す揺動周波数倍率I（倍）が用いられる。揺動周波数倍率I（倍）はオペレータが入力部21から直接指定する。

[0021] また、振幅のパラメータとして、主軸の1回転あたりの送り量の大きさに対する揺動振幅の大きさを示す揺動振幅倍率K（倍）が用いられる。また揺動振幅倍率K（倍）も同様にオペレータが入力部21から直接指定する。あるいは外部のコンピュータからの入力又は加工プログラム又は設定パラメータから、周波数倍率及び振幅倍率のそのものの値が取得される方式でもよい。エアカットの可否は、周波数倍率と振幅倍率の2つのみで決まるため、揺動切削のための条件として周波数倍率と振幅倍率の2つの条件を直接設定することでエアカットのための条件出しが容易となるため、この設定方法が一般的である。

[0022] 算出部12は、加工条件に基づいて揺動動作の送り軸の加速度及び加加速度の少なくとも何れか一方を含む加速度情報を算出する算出機能である。本実施形態では、算出部12は、加工条件に含まれる周波数パラメータと振幅パラメータを少なくとも用いて加速度及び加加速度の両方を算出する。

[0023] 上限値取得部13は、加速度及び加加速度の少なくとも何れか一方の上限値を取得する。上限値は、例えば、工作機械のパラメータとして予め表示装置1に記憶されていてもよいし、オペレータによって入力部21を通じて入力されるものでもよい。

[0024] 指標出力部14は、算出部12によって算出された加速度情報と、上限値取得部13が取得した加速度の上限値及び加加速度の上限値と、に基づいて加速度及び加加速度の指標を出力する。本実施形態では、指標出力部14は、算出部12によって算出された加速度及び加加速度の上限値の割合として

算出する。また、指標出力部 14 は、算出部 12 によって算出された加速度及び加加速度と、上限値取得部 13 が取得した加速度及び加加速度の上限値と、に基づいて加速度及び加加速度の指標を出力する。指標出力部 14 は、算出部 12 によって算出された加速度及び加加速度の上限値の割合として算出する。割合は、パーセンテージであってもよいし、比であってもよい。

[0025] なお、指標出力部 14 は、割合等の数値によって指標を出力する構成に限定される訳ではない。例えば、指標出力部 14 は、事前に決められた複数段階のレベルで指標を出力してもよいし、数値ではなく、テキストや記号で変化の程度が区別できるように指標を表現してもよい。

[0026] 表示制御部 15 は、表示装置 1 の各種情報やオペレータの入力結果に対する情報を表示部 20 に表示する表示制御機能である。また、表示制御部 15 は、加速度情報に基づく画像を表示部 20 に表示する表示制御を実行する。表示制御では、加速度及び加加速度の上限に対する割合が、加速度情報に基づく画像として表示部 20 に表示される。

[0027] 次に、図 2 を参照し、表示制御の処理の流れについて説明する。図 2 は、表示装置による表示制御の処理の流れの一例を示すフローチャートである。なお、フローチャートに示す処理の順序や内容はあくまで一例であり、処理の順序や内容は適宜変更できる。

[0028] まず、加工条件取得部 11 は、オペレータの入力又は加工プログラムや工作機械のパラメータから加工条件を取得する（ステップ S 11）。加工条件取得部 11 によって取得される加工条件は、例えば、主軸回転数 S (rev/min)、送り量 F (mm/rev)、揺動周波数倍率 I (倍)、揺動振幅倍率 K (倍) 等である。

[0029] 次に、算出部 12 は、加工条件取得部 11 が取得した加工条件に基づいて加速度情報として加速度及び加加速度を算出する（ステップ S 12）。この例では、加工条件取得部 11 は、最大加速度及び最大加加速度を算出する。なお、加工条件取得部 11 が算出する加速度や加加速度が最大値に限定される訳ではない。

[0030] 算出方法の一例について説明する。算出部 12 は、数式 (1) に基づいて最大加速度を算出する。また、算出部 12 は、数式 (2) に基づいて最大加加速度を算出する。各数式において A_{max} は最大加速度を示し、 J_{max} は最大加加速度を示し、 K は揺動振幅倍率を示し、 f は送り量を示し、 S は主軸回転数を示し、 I は揺動周波数倍率を示す。

[0031] [数1]

$$A_{max} = (K \times f) \times (2\pi \times S \times I)^2 / 2 \quad \text{数式 (1)}$$

[0032] [数2]

$$J_{max} = (K \times f) \times (2\pi \times S \times I)^3 / 2 \quad \text{数式 (2)}$$

[0033] 次に、上限値取得部 13 は、表示装置 1 の記憶部、制御装置又は工作機械のパラメータ等から予め設定される加速度上限値 A_{up} 及び加加速度上限値 J_{up} を取得する (ステップ S13)。

[0034] 次に、指標出力部 14 は、加速度上限値 A_{up} に対する最大加速度 A_{max} の度合いを示す加速度指標及び、加加速度上限値 J_{up} に対する最大加加速度 J_{max} の度合いを示す加加速度指標を出力する (ステップ S14)。

[0035] この例では、指標出力部 14 は、数式 (3) に基づいて加速度上限値 A_{up} に対する最大加速度 A_{max} の比 (割合) である YA を加速度指標として出力する。また、指標出力部 14 は、数式 (4) に基づいて加加速度上限値 J_{up} に対する最大加加速度 J_{max} の比 (割合) である YJ を加加速度指標として出力する。

[0036] [数3]

$$YA = A_{max} / A_{up} \quad \text{数式 (3)}$$

[0037]

[数4]

$$YJ = J_{max} / J_{up} \quad \text{数式 (4)}$$

[0038] 次に、表示制御部15は、最大加速度 A_{max} 及び最大加加速度 J_{max} を含む加速度情報を加速度情報に基づく画像として表示部20に表示する表示制御を実行する（ステップS15）。

[0039] 図3を参照し、表示制御部15によって表示部20に表示される画像について説明する。図3は、表示装置1によって表示部20に表示される画像例を示す図である。

[0040] 図3に示される画像中には、加工プログラムの内容を示すプログラム表示51、切削工具の加工経路を示す工具経路チェック表示52、加工条件及び判定結果を示す条件表示53及び加速度に関する情報を表示する加速度情報表示54が含まれる。

[0041] この例では、条件表示53に主軸回転数 S （rev/min）、送り量 F （mm/rev）、揺動周波数倍率 I （倍）、揺動振幅倍率 K （倍）、エアカットの可否を示す情報が含まれている。

[0042] 加速度情報表示54には、最大加速度 A_{max} 、最大加加速度 J_{max} が示されるとともに、上限機械負荷率（%）が示されている。上限機械負荷率（%）は、加速度上限値 A_{up} に対する最大加速度 A_{max} の比（割合）、加加速度上限値 J_{up} に対する最大加加速度 J_{max} の比（割合）、又はこれらの比に基づいて算出される情報である。

[0043] 第1実施形態に係る切削工具とワークを相対的に揺動させながら揺動加工する工作機械の表示装置1によれば、以下の効果が奏される。

[0044] 本実施形態に係る工作機械の表示装置1は、揺動加工を行うための加工条件として少なくとも周波数パラメータと振幅パラメータを取得する加工条件取得部11と、少なくとも周波数パラメータと振幅パラメータに基づき、揺動動作の加速度、加加速度又はこれら両方を含む加速度情報を算出する算出

部 1 2 と、加速度情報に基づく画像を表示部 2 0 に表示する表示制御部 1 5 と、を備える。

[0045] これにより、実際に工作機械で動作させる前の加工条件を設定する段階でも、加速度や加加速度等、工作機械にかかる力を示す情報を把握できる。揺動切削に限らず意図的に振動動作を制御する場合があるが、特に揺動切削では、エアカットの可否が周波数パラメータと振幅パラメータが相互に関わるため、この周波数パラメータと振幅パラメータの 2 つを同時に調整する必要があった。エアカットが可能な周波数パラメータと振幅パラメータの組み合わせであることを考慮しつつ、同時に加速度や加加速度を算出して確認することは煩雑であった。この点、本実施形態の構成によれば、自動算出された加速度や加加速度を含む加速度情報が表示部 2 0 に表示されるので、オペレータは加速度や加加速度を通じて工作機械にかかる力を容易に把握できる。

[0046] また、本実施形態では、加工条件取得部 1 1 は、主軸回転数と、主軸一回転あたりの送り量と、主軸一回転あたりの揺動回数である周波数パラメータとしての周波数倍率と、主軸一回転あたりの送り量に対する振幅比率である振幅パラメータとしての振幅倍率を加工条件として取得し、算出部 1 2 は、主軸回転数と、主軸一回転あたりの送り量と、周波数倍率と、振幅倍率と、に基づいて揺動動作の加速度情報を算出する。これにより、揺動加工において周波数パラメータを揺動周波数倍率とするとともに振幅パラメータを揺動振幅倍率として設定できるのでエアカットの有無の判断が容易になる。エアカットの可否は、周波数倍率と振幅倍率の 2 つのみで決まるため、揺動切削のための条件として周波数倍率と振幅倍率の 2 つの条件を直接設定することでエアカットのための条件出しが容易となるため、この設定方法が一般的である。一方で、周波数倍率と振幅倍率の 2 つから加速度や加加速度を算出して確認することは更に煩雑であった。

[0047] また、本実施形態の表示装置 1 は、加速度及び加加速度のそれぞれに設定される上限値を取得する上限値取得部 1 3 と、設定された上限値に対する加速度の度合いを示す指標及び設定された上限値に対する加加速度の度合いを

示す指標を出力する指標出力部 14 と、を備え、表示制御部 15 は、指標を表示部 20 に表示する。加速度、加加速度、工作機械にかかる力が大きくなると、工作機械全体の揺れが大きくなり、オペレータが安心して操作ができない。この点、本実施形態の構成によれば、工作機械に揺れが生じないように上限値を設定しておくことにより、加工条件に基づく加速度や加加速度等の機械にかかる力と上限値の間の大小関係を示す指標が出力される。オペレータは指標に基づいて直感的に揺動の程度を把握できる。

[0048] [第 2 実施形態]

次に、図 4 を参照し、第 1 実施形態の表示装置 1 とは異なる構成の第 2 実施形態の表示装置 1A について説明する。図 4 は、第 2 実施形態に係る工作機械の表示装置 1A の機能ブロック図である。なお、以下の説明において、上記実施形態と同様又は共通する構成については同じ符号を付して詳細な説明を省略する場合がある。

[0049] 図 4 に示すように、第 2 実施形態の表示装置 1A は、加工条件取得部 11 と、算出部 12 と、力情報出力部 17 と、表示制御部 15A と、を機能部として備える。なお、第 2 実施形態の表示装置 1A は、第 1 実施形態の表示装置 1 と同様のハードウェアにより構成される。

[0050] 第 2 実施形態では、力情報出力部 17 が、工作機械の切削工具やワークの重量及びイナーシャを質量パラメータとして取得する。重量及びイナーシャは、予め表示装置 1A の不図示の記憶部に記憶される形式でもよいし、表示部 20 の表示画面に従ってオペレータが入力する形式でもよい。

[0051] そして、力情報出力部 17 は、算出部 12 によって算出された加速度を含む加速度情報と、重量又はイナーシャと、に基づいて工作機械に加わる力又はトルクを力情報として出力する。工作機械に加わる力は、例えば、 F （力） $=m$ （質量） $\times a$ （加速度）の式を利用して算出することができる。また、トルクは、例えば、 T （トルク） $=I$ （イナーシャ） $\times a$ （角加速度）を利用して算出することもできる。なお、力及びトルクの算出方法は、これに限定される訳ではなく、他の方式を採用することができる。

[0052] 次に、表示制御部 15 A が、表示部 20 に加速度情報に基づく力情報を含む画像を表示する。なお、力情報は、力又はトルクだけでもよいし、その両方でも良い。重量やイナーシャを含めて表示してもよい。また、表示制御部 15 A は、力情報とともに算出元のデータとなった加速度や加加速度、又は重量やイナーシャを含む画像を表示部 20 に表示する表示制御を実行してもよい。

[0053] 以上説明したように、第 2 実施形態の表示装置 1 A は、質量、イナーシャ又はこれら両方を含む質量パラメータを取得し、当該質量パラメータと加速度情報とに基づいて揺動動作の力、トルク又はこれら両方を出力する力情報出力部 17 と、を更に備え、表示制御部 15 A は、揺動動作の力、トルク又はこれら両方を表示部 20 に表示する。これにより、揺動動作で生じる力やトルクの数値を確認でき、直接的に工作機械の負荷を把握できる。

[0054] [第 3 実施形態]

次に、図 5 を参照し、切削工具とワークを相対的に揺動させながら揺動加工を行う工作機械の制御装置 2 及び表示装置 1 B を備える制御システム 100 について説明する。図 5 は、第 3 実施形態に係る制御システム 100 の機能ブロック図である。

[0055] 制御システム 100 の制御装置 2 は、切削工具とワークを相対的に移動させながら加工する工作機械を制御するコンピュータである。工作機械の構成は、第 1 実施形態と同様である。

[0056] まず、制御装置 2 について説明する。制御装置 2 は、例えば、バスを介して互いに接続された、ROM や RAM 等のメモリ、CPU、通信制御部及びディスプレイ等の表示画面を備えたコンピュータを用いて構成される。工作機械の制御装置 2 は、CNC として構成されてもよく、また、CNC や PLC 等の上位コンピュータ（不図示）に接続されていてよい。上位コンピュータから、加工プログラムの他、回転速度等の加工条件等が工作機械の制御装置 2 に入力されてもよい。

[0057] 制御装置 2 は、加工条件取得部 11 と、揺動動作生成部 25 と、駆動制御

部 30 と、を機能部として備える。これらの制御装置 2 の機能部は、上記 CPU、メモリ、及び該メモリに記憶された制御プログラムが協働することにより実現される。

[0058] 制御装置 2 の構成のうち、加工条件取得部 11 は、第 1 実施形態の加工条件取得部 11 と同様の機能を有する。揺動動作生成部 25 は、加工条件取得部 11 によって取得された加工条件に基づいて揺動動作を生成する。なお、揺動動作生成部 25 で生成された加速度は、加工条件以外の別の要素を考慮して生成されたものでもよい。

[0059] 駆動制御部 30 は、揺動動作生成部 25 によって生成された揺動動作を揺動動作生成部 25 から受信すると、当該揺動動作の内容に基づいて動作軸を制御する軸制御機能である。

[0060] 表示装置 1B は、算出部 12 と、表示制御部 15B、を機能部として備える。これらの表示装置 1B の機能部は、表示装置 1B のハードウェア構成は第 1 実施形態の表示装置 1 と同様であり、CPU、メモリ、及び該メモリに記憶された制御プログラムが協働することにより実現される。

[0061] 算出部 12 は、第 1 実施形態の算出部 12 と同様の機能を有する。表示制御部 15B は、駆動制御部 30 による揺動動作の制御中に、算出部 12 によって算出された加速度及び加加速度を含む画像を表示部 20 に表示する表示制御を実行する。表示制御部 15B は、最大加速度、最大加加速度を表示してもよいし、リアルタイムに逐次変動する加速度、加加速度を表示してもよい。

[0062] 以上説明したように、第 3 実施形態の制御システム 100 は、制御装置 2 に配置され、揺動加工を行うための加工条件として少なくとも周波数パラメータと振幅パラメータを取得する加工条件取得部 11 と、制御装置 2 に配置され、加工条件に基づき、揺動動作を生成する揺動動作生成部 25 と、制御装置 2 に配置され、揺動動作生成部 25 によって生成された揺動動作に基づいて動作軸を制御する駆動制御部 30 と、表示装置 1B に配置され、少なくとも周波数パラメータと振幅パラメータに基づき、揺動動作の加速度、加加

速度又はこれら両方を含む加速度情報を算出する算出部 12 と、表示装置 1 B に配置され、加速度情報に基づく画像を駆動制御部 30 による揺動動作中に表示部 20 に表示する表示制御部 15 と、を備える。

[0063] これにより、実際に機械で揺動動作を実行させている間でも、加速度や加加速度等、工作機械にかかる力を示す情報を把握できる。揺動動作中の加速度や加加速度を把握できるので、工作機械の振動状態等を考慮し、加速度や加加速度に基づく機械負荷の上限値の設定を容易に行うこともできる。

[0064] 以上説明した第 3 実施形態では、算出部 12 が表示装置 1 B 側に配置される構成を例として説明したが算出部 12 の位置が表示装置 1 B に限定される訳ではない。例えば、制御装置 2 に算出部 12 を配置してもよい。

[0065] 上記実施形態では、加工条件取得部 11 が、主軸回転数 S (rev/min)、送り量 F (mm/rev)、揺動周波数倍率 I (倍)、揺動振幅倍率 K (倍) の 4 つを直接取得しているが、この構成に限定される訳ではない。例えば、加工条件取得部 11 は、主軸回転数 S (rev/min)、送り量 F (mm/rev)、揺動周波数倍率 I (倍)、揺動振幅倍率 K (倍) を別の情報から算出して間接的に取得する構成であってもよい。更に、表示装置と制御装置が一体的な単独のコンピュータとして構成されてもよい。

[0066] なお、本開示は上記実施形態や変形例に限定されるものではなく、本開示の目的を達成できる範囲での変形、改良は本開示に含まれる。

[0067] 上記実施形態及び変形例に関し、更に以下の付記を開示する。

(付記 1)

切削工具とワークを相対的に揺動させて切屑を細断しながら揺動加工を行う工作機械の表示装置 (1, 1A) であって、

前記揺動加工を行うための加工条件として少なくとも周波数パラメータと振幅パラメータを取得する加工条件取得部 (11) と、

少なくとも前記周波数パラメータと前記振幅パラメータに基づき、揺動動作の加速度、加加速度又はこれら両方を含む加速度情報を算出する算出部 (12) と、

前記加速度情報に基づく画像を表示部に表示する表示制御部（１５）と、
を備える、工作機械の表示装置（１，１Ａ）。

[0068]（付記２）

上記の表示装置（１，１Ａ）において、
前記加工条件取得部（１１）は、
主軸回転数と、主軸一回転あたりの送り量と、主軸一回転あたりの揺動回数である前記周波数パラメータとしての周波数倍率と、主軸一回転あたりの送り量に対する振幅比率である前記振幅パラメータとしての振幅倍率を前記加工条件として取得し、
前記算出部（１２）は、
前記主軸回転数と、前記主軸一回転あたりの送り量と、前記周波数倍率と、前記振幅倍率と、に基づいて揺動動作の前記加速度情報を算出する。

[0069]（付記３）

上記の表示装置（１）において、
前記加速度又は前記加加速度に設定される上限値を取得する上限値取得部（１３）と、
設定された前記上限値に対する前記加速度の度合い、又は設定された前記上限値に対する前記加加速度の度合い、を示す指標を出力する指標出力部（１４）と、を備え、
前記表示制御部（１５）は、前記指標を前記表示部（２０）に表示する。

[0070]（付記４）

上記の表示装置（１Ａ）において、
質量、イナーシャ又はこれら両方を含む質量パラメータを取得し、当該質量パラメータと前記加速度情報とに基づいて揺動動作の力、トルク又はこれら両方を出力する力情報出力部（１７）と、を更に備え、
前記表示制御部（１５Ａ）は、前記揺動動作の力、前記トルク又はこれら両方を前記表示部（２０）に表示する。

[0071]（付記５）

切削工具とワークを相対的に揺動させて切屑を細断しながら揺動加工を行う工作機械の制御装置（２）及び表示装置（１Ｂ）を備える制御システム（１００）であって、

前記制御装置（２）に配置され、前記揺動加工を行うための加工条件として少なくとも周波数パラメータと振幅パラメータを取得する加工条件取得部（１１）と、

前記制御装置（２）に配置され、前記加工条件に基づき、揺動動作を生成する揺動動作生成部（２５）と、

前記制御装置（２）に配置され、前記揺動動作生成部（２５）によって生成された揺動動作に基づいて動作軸を制御する駆動制御部（３０）と、

前記表示装置（１Ｂ）又は前記制御装置（２）に配置され、少なくとも前記周波数パラメータと前記振幅パラメータに基づき、揺動動作の加速度、加加速度又はこれら両方を含む加速度情報を算出する算出部と、

前記表示装置（１Ｂ）に配置され、前記加速度情報に基づく画像を前記駆動制御部（３０）による揺動動作中に表示部（２０）に表示する表示制御部（１５）と、を備える。

符号の説明

- [0072] １、１Ａ、１Ｂ 工作機械の表示装置
- ２ 工作機械の制御装置
- １１ 加工条件取得部
- １２ 算出部
- １３ 上限値取得部
- １４ 指標出力部
- １５、１５Ａ、１５Ｂ 表示制御部
- １７ 力情報出力部
- ２０ 表示部
- ２５ 揺動動作生成部
- ３０ 駆動制御部

1 0 0 制御システム

請求の範囲

- [請求項1] 切削工具とワークを相対的に揺動させて切屑を細断しながら揺動加工を行う工作機械の表示装置であって、
- 前記揺動加工を行うための加工条件として少なくとも周波数パラメータと振幅パラメータを取得する加工条件取得部と、
- 少なくとも前記周波数パラメータと前記振幅パラメータに基づき、揺動動作の加速度、加加速度又はこれら両方を含む加速度情報を算出する算出部と、
- 前記加速度情報に基づく画像を表示部に表示する表示制御部と、を備える、工作機械の表示装置。
- [請求項2] 前記加工条件取得部は、
- 主軸回転数と、主軸一回転あたりの送り量と、主軸一回転あたりの揺動回数である前記周波数パラメータとしての周波数倍率と、主軸一回転あたりの送り量に対する振幅比率である前記振幅パラメータとしての振幅倍率を前記加工条件として取得し、
- 前記算出部は、
- 前記主軸回転数と、前記主軸一回転あたりの送り量と、前記周波数倍率と、前記振幅倍率と、に基づいて揺動動作の前記加速度情報を算出する、請求項1に記載の工作機械の表示装置。
- [請求項3] 前記加速度又は前記加加速度に設定される上限値を取得する上限値取得部と、
- 設定された前記上限値に対する前記加速度の度合い、又は設定された前記上限値に対する前記加加速度の度合い、を示す指標を出力する指標出力部と、を備え、
- 前記表示制御部は、前記指標を前記表示部に表示する、請求項1又は2に記載の工作機械の表示装置。
- [請求項4] 質量、イナーシャ又はこれら両方を含む質量パラメータを取得し、当該質量パラメータと前記加速度情報とに基づいて揺動動作の力、ト

ルク又はこれら両方を出力する力情報出力部と、を更に備え、

前記表示制御部は、前記揺動動作の力、前記トルク又はこれら両方を前記表示部に表示する、請求項 1 から 3 の何れかに記載の工作機械の表示装置。

[請求項5]

切削工具とワークを相対的に揺動させて切屑を細断しながら揺動加工を行う工作機械の制御装置及び表示装置を備える制御システムであって、

前記制御装置に配置され、前記揺動加工を行うための加工条件として少なくとも周波数パラメータと振幅パラメータを取得する加工条件取得部と、

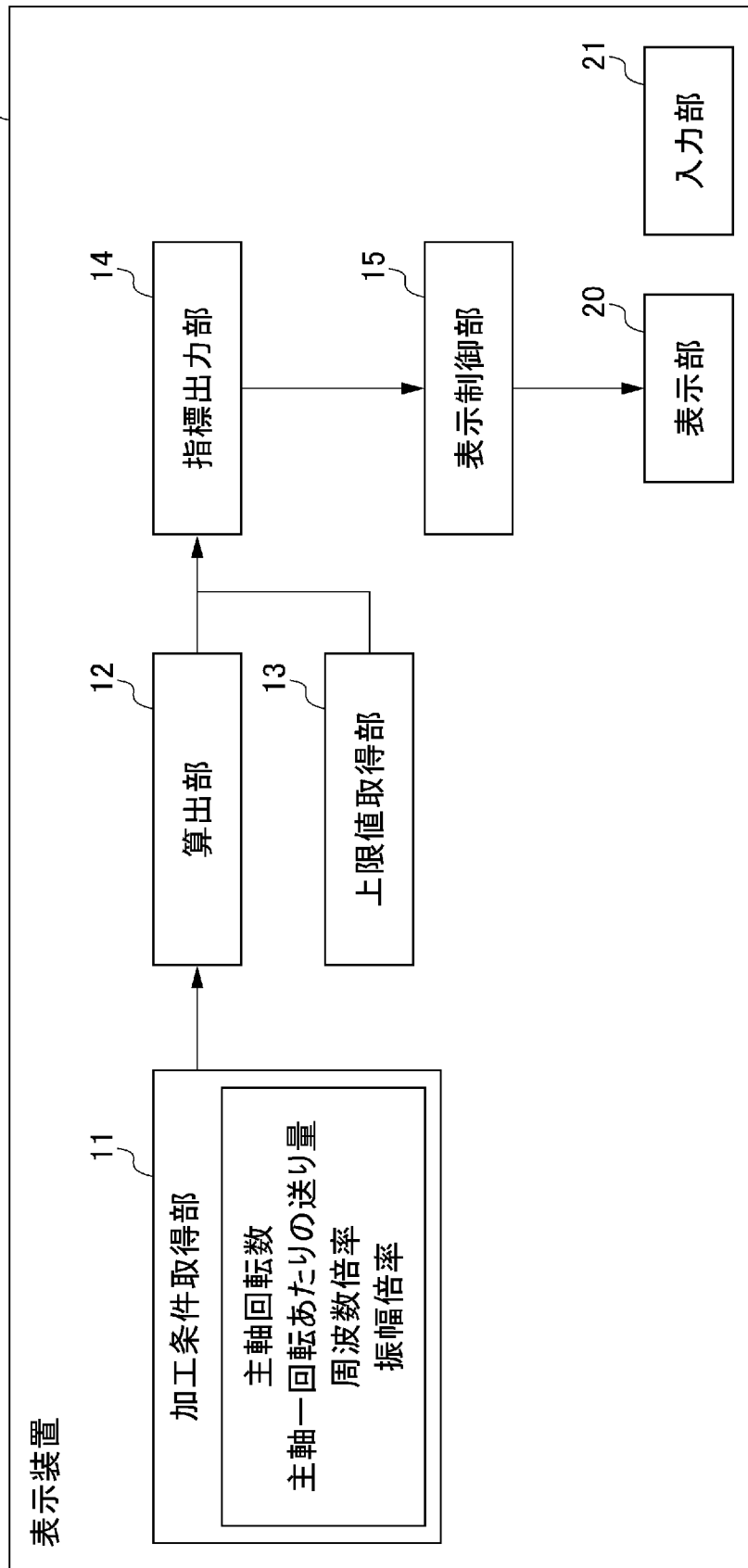
前記制御装置に配置され、前記加工条件に基づき、揺動動作を生成する揺動動作生成部と、

前記制御装置に配置され、前記揺動動作生成部によって生成された揺動動作に基づいて動作軸を制御する駆動制御部と、

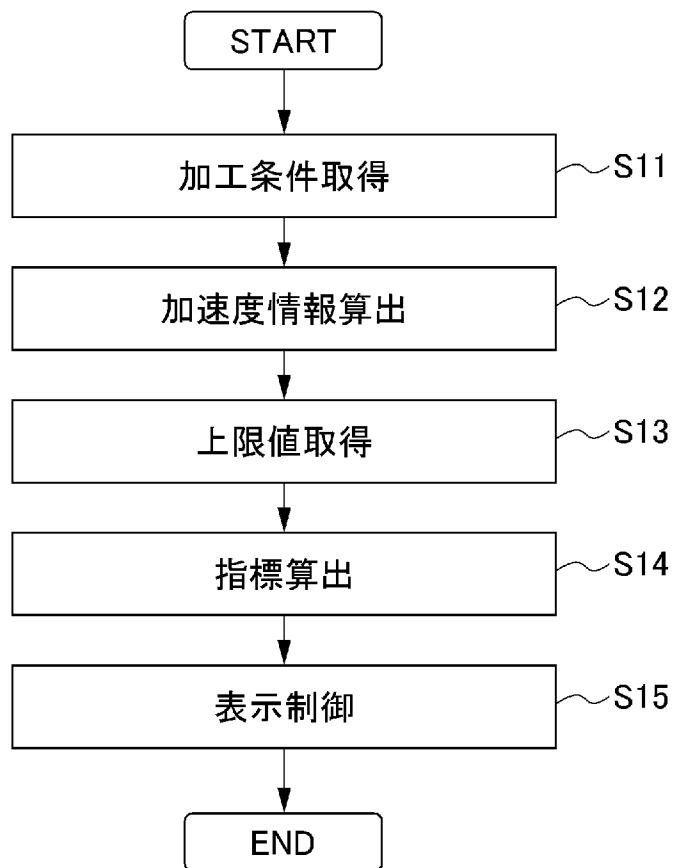
前記表示装置又は前記制御装置に配置され、少なくとも前記周波数パラメータと前記振幅パラメータに基づき、揺動動作の加速度、加加速度又はこれら両方を含む加速度情報を算出する算出部と、

前記表示装置に配置され、前記加速度情報に基づく画像を前記駆動制御部による揺動動作中に表示部に表示する表示制御部と、を備える、制御システム。

[図1]



[図2]



[図3]

53

加工条件・判定

主軸回転数 S (min-1)

4000

送り速度 F (mm/rev)

0.050

周波数倍率 I (倍)

1.500

振幅倍率 K (倍)

1.100

切り屑細断

OK

工具経路チェック

0.050mm

0°

360°

Z

C

54

揺動状態

揺動最大加速度 (mm/sec²)

10856.6

揺動最大加速度 (mm/msec³)

4.3

上限機械負荷率 (%)

63.5

加エプログラムで指令する主軸回転数を
設定します。

51

プログラム

//CNC_MEN/USER/PATH1/
00123 (FG-EDIT) PATH1

00123 ;
M03 S2500 ;
G99 G01 Z15.0 F0.1 ;
X5.0 ;
Z20.0 ;
G8.5 P0 ;
%

A>_

EDIT *****

11:57:15

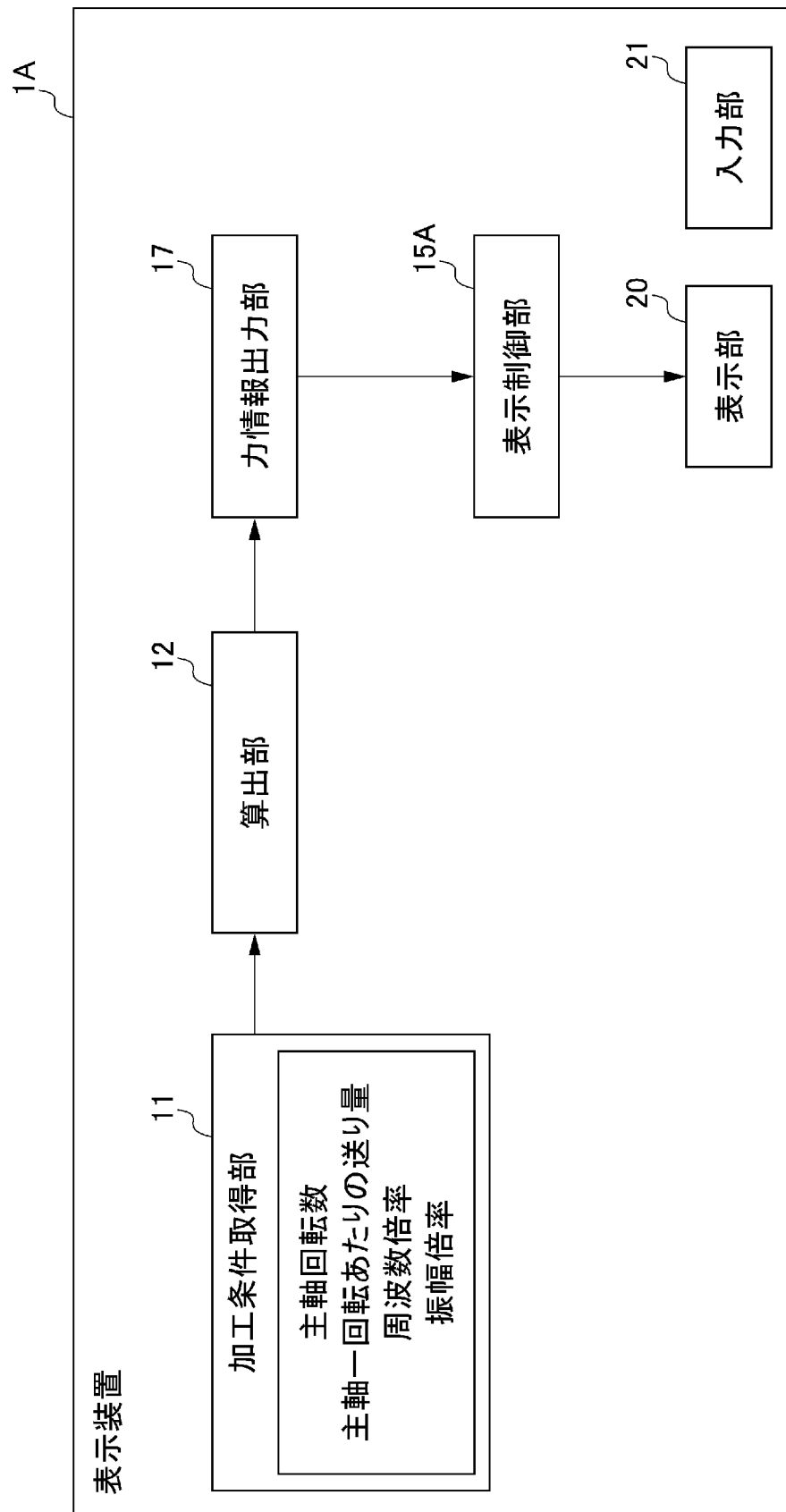
PATH1

SLオシレー
ション

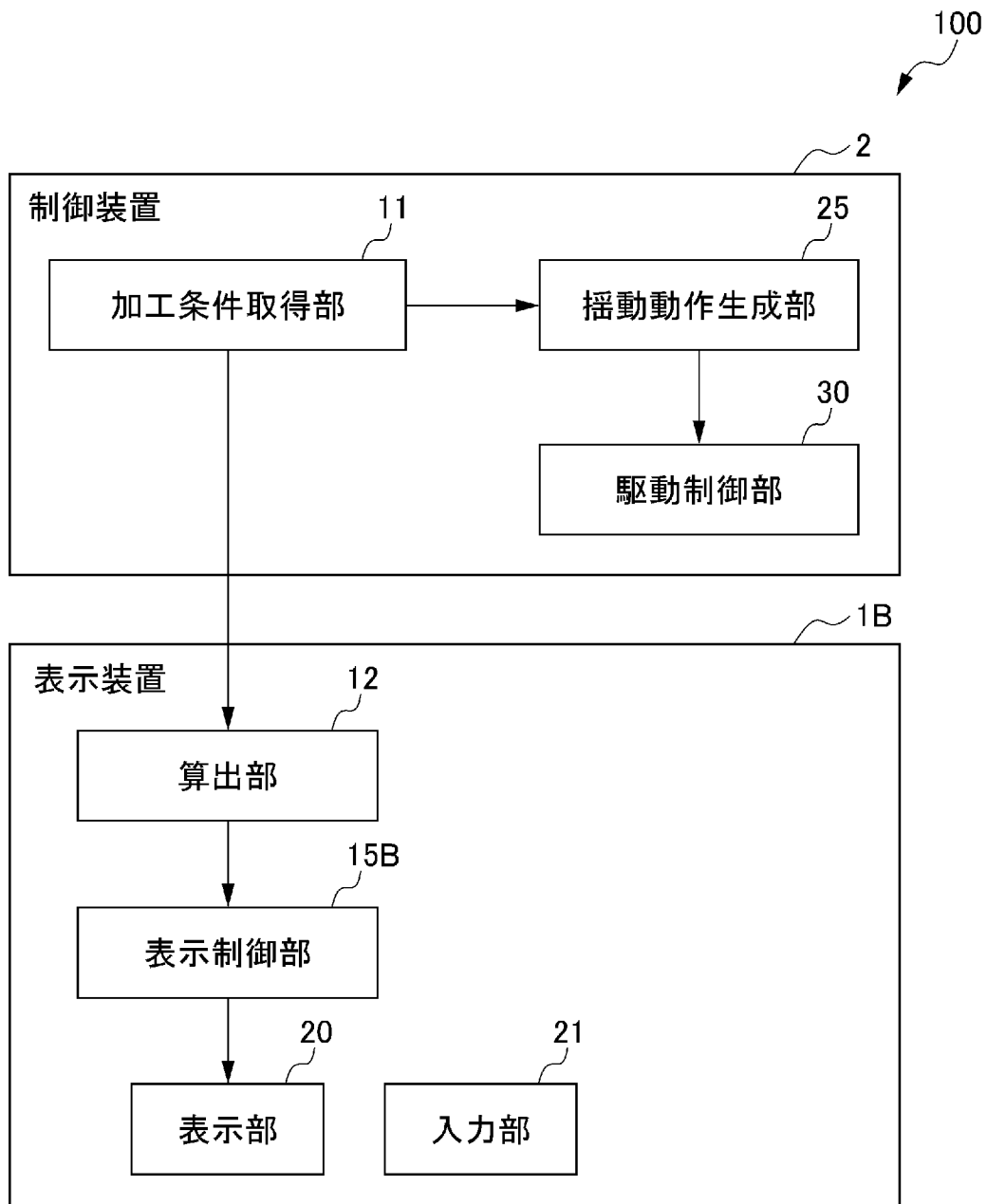
(操作)

▽

[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/017815

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G05B 19/4093**(2006.01)i; **B23Q 17/00**(2006.01)i

FI: G05B19/4093 M; B23Q17/00 D

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)

G05B19/4093; B23Q17/00

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.
X	WO 2023/007678 A1 (FANUC CORPORATION) 02 February 2023 (2023-02-02) paragraphs [0011]-[0079], fig. 1-8	1, 5
Y		2-4
Y	WO 2022/181594 A1 (FANUC CORPORATION) 01 September 2022 (2022-09-01) paragraph [0018]	2-4
Y	JP 2019-28597 A (FANUC CORPORATION) 21 February 2019 (2019-02-21) paragraphs [0012]-[0014], fig. 1	4

☐ 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

06 June 2023

Date of mailing of the international search report

20 June 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/JP2023/017815

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2023/007678	A1	02 February 2023	(Family: none)	
WO	2022/181594	A1	01 September 2022	(Family: none)	
JP	2019-28597	A	21 February 2019	US 2019/0033816 A1 paragraphs [0027]-[0029], fig. 1	
				DE 102018005754 A1	
				CN 109308053 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G05B 19/4093(2006.01)i; B23Q 17/00(2006.01)i FI: G05B19/4093 M; B23Q17/00 D		
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）） G05B19/4093; B23Q17/00 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
X	WO 2023/007678 A1（ファナック株式会社）02.02.2023（2023-02-02） 段落[0011]-[0079], [図1]-[図8]	1, 5
Y		2-4
Y	WO 2022/181594 A1（ファナック株式会社）01.09.2022（2022-09-01） 段落[0018]	2-4
Y	JP 2019-28597 A（ファナック株式会社）21.02.2019（2019-02-21） [0012]-[0014], [図1]	4
☐ 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。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 06.06.2023	国際調査報告の発送日 20.06.2023	
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） 野口 絢子 3C 5563 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/JP2023/017815

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2023/007678	A1	02.02.2023	(ファミリーなし)			
WO	2022/181594	A1	01.09.2022	(ファミリーなし)			
JP	2019-28597	A	21.02.2019	US	2019/0033816	A1	
				[0027]-[0029], [図1]			
				DE	102018005754	A1	
				CN	109308053	A	