(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)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/232104 A1

(51) 国際特許分類:
G05B 19/4093 (2006.01) *B23B 1/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/017817

(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３５８０番地 Yamanashi (JP).

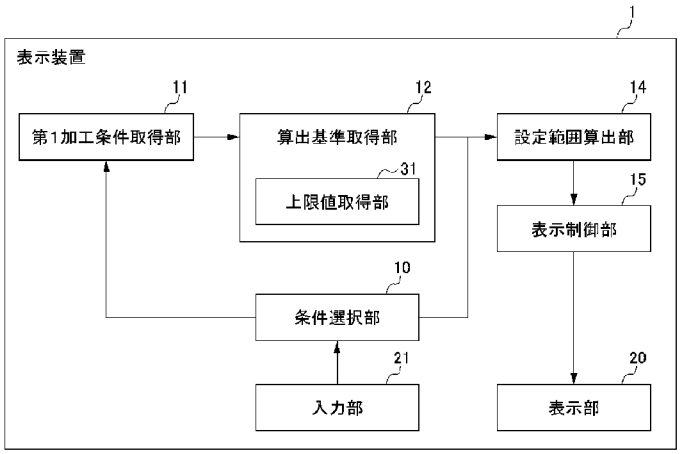
(72) 発明者: 安田 将司 (**YASUDA Masashi**); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場３５８０番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP).

(74) 代理人: 正林 真之，外(**SHOBAYASHI Masayuki** et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内１－７－１２ 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 PROGRAM FOR MACHINING TOOL

(54) 発明の名称： 工作機械の表示装置及びプログラム



1 Display device
10 Condition selection unit
11 First machining condition acquisition unit
12 Calculation reference acquisition unit
14 Setting range calculation unit
15 Display control unit
20 Display unit
21 Input unit
31 Upper limit value acquisition unit

(57) **Abstract:** The present invention provides a technology that can present a setting range of a machining condition on the basis of a plurality of viewpoints to be considered in swing machining in a machining tool. This display device 1 of a machining tool comprises: a first machining condition acquisition unit 11 that acquires, as a first machining condition, at least one of a spindle rotation speed, a feed speed, frequency parameters, and amplitude parameters included in machining conditions; a calculation reference acquisition unit 12 that acquires two or more calculation references for calculating a setting range of a second machining condition that is the at least one machining condition not acquired as the first machining condition among the machining conditions; a setting range calculation unit 14 that calculates a setting range of the second machining condition on the basis of the first machining condition and the calculation references; and a display control unit 15 that displays the setting range of the second machining condition on the display unit 20.

WO 2024/232104 A1

［続葉有］

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))

(57) 要約: 工作機械における揺動加工において、考慮すべき複数の観点に基づいて加工条件の設定範囲を提示できる技術を提供する。工作機械の表示装置１は、加工条件に含まれる主軸回転数、送り速度、周波数パラメータ及び振幅パラメータのうち少なくとも１つを第１加工条件として取得する第１加工条件取得部１１と、加工条件のうち第１加工条件として取得されなかった少なくとも１つの加工条件である第２加工条件の設定範囲を算出するための算出基準を２つ以上取得する算出基準取得部１２と、第１加工条件と算出基準に基づいて第２加工条件の設定範囲を算出する設定範囲算出部１４と、第２加工条件の設定範囲を表示部２０に表示する表示制御部１５と、を備える。

明　細　書

発明の名称 ： 工作機械の表示装置及びプログラム

技術分野

[0001]　本開示は、工作機械の表示装置及びプログラムに関する。

背景技術

[0002]　従来、工具をワークに対して揺動させて切り屑を細断する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及び特許文献２参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第６８４３３１３号公報

特許文献2：国際公開第２０２１／１６７０１４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　特許文献１では、切り屑細断可能という１つの観点で加工条件の設定範囲を算出している。１つの観点から揺動切削の加工条件を決定することは比較的容易である一方、複数の観点を満たすように加工条件を決定することは困難であった。

[0005]　特許文献２では、複数の観点を満たす加工条件の推奨値を表示している。しかしながら、この技術では、第２の加工条件の単一の推奨値を提示しているに過ぎないため、制御装置の中だけで考慮することが難しい保守や環境等の他の観点を考慮して加工条件を決定することが困難であった。この点、特許文献１では、結果的に加工条件を範囲として算出しているが、幅広い観点から加工条件を決定するという点では改善の余地があった。

[0006]　本開示は上記課題に鑑みてなされたものであり、工作機械における揺動加工において、考慮すべき複数の観点に基づいて加工条件の設定範囲を提示で

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ながら揺動加工を行う工作機械の表示装置であって、加工条件に含まれる主軸回転数、送り速度、周波数パラメータ及び振幅パラメータのうち少なくとも１つを第１加工条件として取得する第１加工条件取得部と、前記加工条件のうち前記第１加工条件として取得されなかった少なくとも１つの加工条件である第２加工条件の設定範囲を算出するための算出基準を２つ以上取得する算出基準取得部と、前記第１加工条件と前記算出基準に基づいて前記第２加工条件の設定範囲を算出する設定範囲算出部と、前記第２加工条件の設定範囲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ながら揺動加工を行う工作機械のコンピュータに、加工条件に含まれる主軸回転数、送り速度、周波数パラメータ及び振幅パラメータのうち少なくとも１つを第１加工条件として取得する第１加工条件取得機能と、前記加工条件のうち前記第１加工条件として取得されなかった少なくとも１つの加工条件である第２加工条件の設定範囲を前記第１加工条件に基づいて算出するための算出基準を２つ以上取得する算出基準取得機能と、前記第１加工条件と前記算出基準に基づいて前記第２加工条件の設定範囲を算出する設定範囲算出機能と、を実現するプログラムである。

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]第１実施形態の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第２加工条件選択時の画像例を示す図である。

[図4]表示装置によって表示部に第２加工条件の設定範囲が表示される画像例を示す図である。

[図5]第２実施形態の表示装置が備える算出基準取得部の機能ブロック図である。

[図6]第３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。

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。表示装置１は、揺動切削の加工条件の設定を支援する。

[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１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１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。また、工作機械とは接続されていない揺動切削をシミュレーションするための外部コンピュータであっても良い。

[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、条件選択部１０と、第１加工条件取得部１１と、算出基準取得部１２と、上限値取得部３１と、設定範囲算出部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] 条件選択部１０は、加工条件の中から第１加工条件と第２加工条件を選択する条件選択機能である。第１加工条件及び第２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指定されるものでもよいし、加工プログラムや工作機械の設定パラメータ等に予め指定されているものでもよい。また、第１加工条件及び第２加工条件は１つ又は複数指定されるものであっても良い。

[0018] 加工条件について説明する。加工条件には、主軸回転数Ｓ（１／ｍｉｎ）、主軸一回転あたりの送り量Ｆ（ｍｍ／ｒｅｖ）、ワーク径（ｍｍ）、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。主軸一回転あたりの送り量（ｍｍ／ｒｅｖ）は、主軸の回転数（１／ｍｉｎ）と切削工具の送り速度（ｍｍ／ｍｉｎ）の組合せにより算出することもできる。

[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良いし、単位時間あたりの振動数でも良い。また、前進後退動作の周期パラメータでも良い。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良いし、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。

[0020] 本実施形態では、周波数のパラメータとして、主軸の１回転当たりの揺動周波数ｆ（Ｈｚ）や揺動周波数倍率Ｉ（倍）が用いられる。揺動周波数倍率Ｉ（倍）は直接指定してもよいし、揺動周波数（Ｈｚ）を指定した上で揺動周波数（Ｈｚ）と主軸の回転数Ｓ（１／ｍｉｎ）から算出してもよい。

[0021] また、振幅のパラメータとして、主軸の１回転当たりの送り量の大きさに対する揺動振幅Ａ（ｍｍ）や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）も同様に直接指定してもよい。

[0022] 他に、毎分送り量を加工条件とすることもできる。また、送り速度、周波数パラメータ及び振幅パラメータの代わりに、前進量、前進速度、後退量、後退速度、制御周期、刃数等を加工条件とすることもできる。

[0023] 第１加工条件取得部１１は、揺動加工を行うための複数の加工条件の中から第１加工条件を取得する第１加工条件取得機能である。

[0024] 算出基準取得部１２は、加工条件の中で予め設定される１以上の第２加工条件の設定範囲を算出するための２以上の算出基準を取得する算出基準取得機能である。例えば、切屑細断可能な条件が算出基準として取得される。

[0025] また、本実施形態の算出基準取得部１２は上限値取得部３１を有する。上限値取得部３１は、算出基準の１つを決定するために用いられる揺動のステ

ータス（パラメータ）の上限値を取得する上限値取得機能である。

[0026] 揺動のステータスの上限値をL_A、下限値をL_Bとする。揺動のステータスとしては、例えば、周波数上限値（L_A＞Ｓ×Ｉ）、振幅上限値（L_A＞Ｆ×Ｋ＞L_B）、揺動最大速度上限値（L_A＞Ｆ×Ｓ＋（Ｆ×Ｋ）×（２π×Ｓ×Ｉ）／２）、揺動最大加速度上限値（L_A＞（Ｆ×Ｋ）×（２π×Ｓ×Ｉ）^{2}／２）、揺動最大加加速度上限値（L_A＞（Ｆ×Ｋ）×（２π×Ｓ×Ｉ）^{3}／２）等である。他の揺動のステータスとしては、戻り速度上限値、等も用いることができる。このように、揺動のステータスの上限値及び下限値は、揺動条件に関する種々のパラメータに設定することができる。

[0027] 設定範囲算出部１４は、第１加工条件と算出基準に基づいて第２加工条件の設定範囲を算出する。設定範囲算出部１４の算出方法については後述する。

[0028] 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、設定範囲算出部１４によって算出された第２加工条件の設定範囲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。

[0029] 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、第１実施形態の表示装置１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。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ものとする。

[0030] まず、条件選択部１０が、オペレータからの入力情報に基づいて、加工条件の中から第１加工条件と第２加工条件を決定する（ステップＳ１１）。

[0031] 図３は、表示装置１によって表示部２０に表示される第２加工条件選択時の画像例を示す図である。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、最大加速度等に関する情報を表示する加速度情報表示５３、加工条件を表示する加工条件表示５４が含まれる。

[0032] 図３の例では、加工条件表示５４に、主軸回転数Ｓ＝２０００、送り速度

Ｆ＝０．１０及び揺動周波数倍率Ｉ＝１．５が既に入力されており、揺動振幅倍率Ｋの欄２５については空欄となっている。また、加工条件表示５４の切り屑裁断の可否を示す欄５６も空欄となっている。オペレータが入力部２１のカーソル操作等を通じて揺動振幅倍率Ｋの欄２５を選択すると、選択された部分が他の部分とは異なる態様（例えば、異なる色）で表示される。

[0033] 条件選択部１０は空欄の欄２５が選択されると、揺動振幅倍率Ｋが第２加工条件として指定されたものと解釈し、揺動振幅倍率Ｋを第２加工条件に決定する。そして、加工条件のうち、第２加工条件に選択されなかった主軸回転数Ｓ、送り速度Ｆ及び揺動周波数倍率Ｉを第１加工条件に決定する。なお、オペレータが選択した欄以外に空欄が有る場合は、その旨をオペレータに通知する処理を加えてもよい。

[0034] 次に、第１加工条件取得部１１は、オペレータからの入力情報又は表示装置１に予め設定される情報に基づいて第１加工条件を取得する（ステップＳ１２）。この例では、第１加工条件取得部１１は、主軸回転数Ｓ＝２０００、送り速度Ｆ＝０．１０、揺動周波数倍率Ｉ＝１．５を第１加工条件として取得する。そして、第２加工条件は揺動振幅倍率Ｋとなる。なお、送り速度は、主軸一回転あたりの送り量でもよいし、時間あたりの送り量でもよいし、１振動あたりの送り量でもよい。本実施例では、主軸一回転あたりの送り量として取得する。

[0035] 次に、算出基準取得部１２は、表示装置１に予め設定される情報に基づいて第２加工条件の設定範囲を算出するための算出基準を取得する（ステップＳ１３）。この例では、切り屑細断可能な揺動動作になること、及び加速度上限値を超えない揺動動作になること、の２つが算出基準として取得される。加速度上限値は、上限値取得部３１によって取得される。例えば、上限値取得部３１は、９８６９．６（ｍｍ／ｓ^2）を上限加速度として取得する。

[0036] 次に、設定範囲算出部１４は、第１加工条件取得部１１が取得した第１加工条件と、算出基準取得部１２が取得した算出基準と、に基づいて第２加工条件の設定範囲を算出する（ステップＳ１４）。この例では、切り屑細断可

能な揺動動作になることを示す算出基準である下記数式（１）と、加速度上限値を超えない揺動動作になることを示す算出基準である下記数式（２）と、を満たすように揺動振幅倍率Ｋの値が設定される。例えば、設定範囲算出部１４は、第２加工条件の設定範囲として揺動振幅倍率Ｋ＝１．０～２．０を算出する。

[0037] [数1]

$$K>1/|\sin(\pi\times I)|$$

数式（１）

[0038] [数2]

$$A_{max} > (K\times F)\times(2\pi\times S\times I)^2/2$$

数式（２）

[0039] なお、切屑細断可能な揺動動作になる条件として、上記数式（１）を記述した。これは、ｎ回転目とｎ＋１回転目の工具経路パスが重なり、エアカットが発生する条件である。しかし、実際はエアカットが発生しなくても、切削パスの距離が十分短くなることで切屑細断が可能となる場合もある。従って、切屑細断可能な揺動動作になる条件としては、上記数式（１）に対してさらにマージンを設けて判定しても良いし、あるいはＩとＫの加工条件とその時に実際に切屑細断ができたか否かの実加工結果のテーブルデータを参照して、切屑細断可能な条件か否かを判断しても良い。

[0040] 次に、表示制御部１５は、設定範囲算出部１４が算出した第２加工条件としての揺動振幅倍率Ｋの設定範囲を含む画像を表示部２０に表示する表示制御を実行する（ステップＳ１５）。

[0041] 図４は、表示装置１によって表示部２０に第２加工条件の設定範囲が表示される画像例を示す図である。図４に示す例では、加工条件表示５４のうち

、第２加工条件に設定された揺動振幅倍率Ｋの設定範囲１．０～２．０が画面左下の欄に示されている。オペレータはこれを受けて、揺動振幅倍率Ｋを１．０～２．０まで任意の値を設定することで、切り屑細断が可能でかつ加速度上限を超えないように条件設定が可能になる。

[0042] 実際は、揺動振幅倍率Ｋ１．０～２．０の中で具体的にいくつにするかは更に検討が必要であり、これはワーク加工面の品質や、機械の特性、切り屑長さ、機械の保守性、省エネ、等の制御装置の中で考慮が難しいあらゆる観点をオペレータ側で更に検討して決定する必要がある。ただ、必須の条件であるＫの設定範囲１．０～２．０を示すことができれば、従来に比べて格段に調整が容易になる。また、本実施例では、切屑細断可能でかつ加速度上限を超えない、という２つの観点のみで設定範囲を算出したが、オペレータで考慮していた算出基準を可能な限り算出基準取得部が持つことで、更に設定範囲を絞り込むことができる。ただし、制御装置が上述の全ての観点の算出基準を持つことは非常に困難であるため、範囲を算出することに意義があり、あとはオペレータの判断にゆだねることができる。

[0043] 仮に、第１加工条件取得部１１は、主軸回転数Ｓ＝２０００、送り速度Ｆ＝０．１０、揺動振幅倍率Ｋ＝１．５を第１加工条件として取得する。そして、第２加工条件は揺動周波数倍率Ｉとする。同様に算出基準を数式（１）と数式（２）によって、周波数倍率Ｉの設定範囲を算出する場合、設定範囲算出部１４は、第２加工条件の設定範囲として揺動周波数倍率Ｉ＝０．２３３～０．７６７、又は１．２３３～１．７３２を算出する。このように周波数倍率Ｉを第２加工条件とした場合は、設定範囲が連続的でなくなることが多く特に難しいため、本技術のような設定範囲を算出されることが特に求められる。

[0044] また、上記実施例では、第２加工条件としてＫ又はＩを指定していたが、第１加工条件としてＳとＦを指定し、第２加工条件としてＫとＩの両方を指定することも可能である。この場合、ＫとＩの設定範囲をグラフ表示等によって２次元的に示せればよい。

[0045] また、本実施例では、工具刃の数を１として算出したが、工具刃が複数ある場合は、工具刃数を取得して、工具刃数を考慮して計算しても良い。

[0046] 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。

[0047] 本実施形態に係る工作機械の表示装置１は、加工条件に含まれる主軸回転数、送り速度、周波数パラメータ及び振幅パラメータのうち少なくとも１つを第１加工条件として取得する第１加工条件取得部１１と、加工条件のうち第１加工条件として取得されなかった加工条件である第２加工条件の設定範囲を第１加工条件に基づいて算出するための算出基準を２つ以上取得する算出基準取得部１２と、第１加工条件と算出基準に基づいて第２加工条件の設定範囲を算出する設定範囲算出部１４と、第２加工条件の設定範囲を表示部２０に表示する表示制御部１５と、を備える。

[0048] これにより、複数の観点を満たす加工条件の設定範囲をオペレータに提示できる。これにより、オペレータは幅広い観点から加工条件を検討することができる。従って、工作機械の制御装置の中だけでは考慮することが難しい保守や環境等の観点を考慮した加工条件の決定も容易に行うことができる。

[0049] また、本実施形態では、算出基準取得部１２は、第１加工条件と第２加工条件に基づく加工動作が切屑細断可能となる設定範囲を算出するための算出基準を少なくとも取得する。加工条件は特殊で複雑である切り屑細断可能のみを満たす加工条件は比較的容易に見つかる。しかしながら、他の観点も同時に満たす加工条件となると高難易度になる。この点、本実施形態の構成であれば、切り屑細断可能でかつ他の観点も満たす第２の加工条件の設定範囲をオペレータに提示できる。

[0050] また、本実施形態では、表示装置１は、揺動加工で設定されるパラメータの上限値を取得する上限値取得部３１を更に備え、算出基準取得部１２、１２Ａは、第２加工条件から算出される揺動のパラメータが、上限値に応じた値になるような設定範囲を算出する算出基準を少なくとも取得する。これにより、揺動加工に影響する各種パラメータの上限値を満たす設定範囲が自動

的に算出及び提示されるので、オペレータは安定的な揺動加工をより容易に設定できる。

[0051] また、本実施形態では、表示装置１は、加工条件の中から第１加工条件及び第２加工条件を選択する条件選択部１０を更に備える。これにより、オペレータの入力や表示装置１の設定等により、加工条件の中から第１加工条件や第２加工条件を任意に選択したり、初期設定を変更したりすることもできる。

[0052] また、本実施形態では、表示装置１は、オペレータが加工条件の中の何れかを選択する入力部２１を更に備え、条件選択部１０は、入力部２１で選択された加工条件を第２加工条件として選択し、入力部２１で選択したものとは異なる加工条件を第１加工条件として選択する。これにより、第２加工条件を設定するだけで第１加工条件が自動的に設定されるので、第２加工条件の設定範囲を表示するための操作をより一層容易にすることができる。

[0053] ［第２実施形態］

次に、第１実施形態の表示装置１とは異なる表示制御を行う第２実施形態の表示装置１について説明する。第２実施形態の表示装置１の構成は、第１実施形態と同様の構成である。

[0054] 第２実施形態では、算出基準取得部１２Ａが取得する算出基準及び算出基準に基づく第２加工条件の設定範囲の算出の仕方が第１実施形態と異なっている。

[0055] 図５は、第２実施形態の表示装置１が備える算出基準取得部１２Ａの機能ブロック図である。図５に示すように、第２実施形態の算出基準取得部１２Ａは、上限値取得部３１と、目標切屑長さ取得部３２と、目標面粗さ取得部３３と、目標ばらつき取得部３４と、サイクルタイム目標取得部３５と、サイクルタイム解析部３６と、を備える。なお、上限値取得部３１は、第１実施形態と共通の構成である。

[0056] 次に、上限値取得部３１の他の構成である各パラメータの目標値に基づいて設定範囲を算出する算出基準について説明する。ここでいう目標値は、動

作の許容値ということもできる。目標値は、理論的に算出される算出理論値でもよいし、過去の実績に基づく学習モデルの出力値やデータベースの参照値でもよい。また、目標値は、表示装置１に予め設定される情報でもよいし、オペレータからの入力情報に基づくものでもよい。

[0057] 目標切屑長さ取得部３２は、切屑長さの目標値である目標切屑長さを算出基準として取得する目標切屑長さ取得機能である。設定範囲算出部１４は、目標切屑長さに応じた値になるような設定範囲を算出する。第２実施形態では、設定範囲算出部１４は、第１加工条件と第２加工条件から算出される切屑長さが、目標切屑長さ取得部３２によって取得された切屑長さの目標値を下回るように設定範囲を算出する。例えば、切屑長さを算出する公知の関数ｆ（Ｉ，Ｋ）の揺動周波数倍率Ｉ、揺動振幅倍率Ｋ等のパラメータが、切屑長さ上限値L_A＞ｆ（Ｉ，Ｋ）＞切屑長さ下限値L_Bを満たすように設定範囲が算出される。公知の関数ｆ（Ｉ，Ｋ）は、例えば、簡易的な切屑長さの算出式としては、ワーク直径をΦ[ｍｍ]として、切り屑長さ＝πΦ／Ｉとしても良いし、より正確な算出法としてはＩとＫから、エアカットが発生した工具経路の端から端までのワークにおける位相差を数値計算として算出し、その位相差とΦから切屑長さを算出しても良い。これにより、所望の切屑長さの条件を満たした第２加工条件の設定範囲をオペレータに提示できる。

[0058] 目標面粗さ取得部３３は、面粗さの目標値である目標面粗さを算出基準として取得する目標面粗さ取得機能である。設定範囲算出部１４は、目標面粗さに応じた値になるような設定範囲を算出する。第２実施形態では、設定範囲算出部１４は、第１加工条件と第２加工条件から算出される面粗さが目標面粗さ取得部３３によって取得された面粗さの目標値を下回るように設定範囲を算出する。例えば、目標面粗さを算出する公知の関数ｆ（Ｆ，Ｉ，Ｋ）送り速度Ｆ、揺動周波数倍率Ｉ、揺動振幅倍率Ｋ等のパラメータが、面粗さ上限値L_A＞ｆ（Ｆ，Ｉ，Ｋ）を満たすように設定範囲が算出される。公知の関数ｆ（Ｆ，Ｉ，Ｋ）は、例えば、ノーズＲ[ｍｍ]を別途取得し、Ｆ、Ｉ、Ｋに基づいて算出される切削パスとノーズＲに基づいて揺動切削時の面粗さ

を数値計算によって算出し、この揺動切削時の面粗さが面粗さ上限値L_Aを満たすように設定範囲が算出されれば良い。これにより、所望の目標面粗さの条件を満たした第２加工条件の設定範囲をオペレータに提示できる。

[0059] 目標ばらつき取得部３４は、ワーク位相ごとの面粗さの差のばらつきに関する指標の目標値である目標ばらつき指標を算出基準として取得する目標面粗さ取得機能である。ばらつきに関する指標は、エアカット箇所のばらつきに関する指標であり、加工面のばらつきを示す数値である。

[0060] ワーク位相ごとの面粗さの差のばらつきについて説明する。例えば、主軸１回転毎の位相が半周期分ずれることにより、特定の主軸位相において、前回の工具経路における山の部分の位相が、今回の工具経路における谷の部分の位相に一致する。その特定の位相、例えば主軸位相のある角度１２０°付近では、主軸１回転毎の送り量の変化が大きくなり、工具先端のコーナ半径等の影響により、ワーク表面の凹凸が大きくなり、表面粗さが大きくなる場合がある。これに対して逆に主軸位相１８０°付近では、主軸１回転毎の送り量が常に一定になり、表面粗さが小さくなることがある。このような場合、主軸位相に応じて、表面粗さのばらつきが大きくなってしまう。そこで、主軸１回転毎に送り量が大きくなる主軸位相を一定にしないように制御することにより、主軸位相に応じた表面粗さのばらつきは小さくすることができる。

[0061] ワーク位相ごとの面粗さの差のばらつきに関する指標は、例えば、表面粗さそのものではなく、ワーク位相毎の表面粗さのばらつきを標準偏差として予め求めることができる。第２実施形態では、標準偏差と周波数倍率の関係がテーブルや関数として表示装置１に記憶される。

[0062] 設定範囲算出部１４は、目標ばらつき指標に応じた値になるような設定範囲を算出する。第２実施形態では、設定範囲算出部１４は、第１加工条件と第２加工条件から算出されるばらつき指標が目標ばらつき取得部３４によって取得された面粗さの目標ばらつき指標を下回るように設定範囲を算出する。例えば、上述したテーブルに対応する関数ｆ（Ｉ）の揺動周波数倍率Ｉ等

のパラメータが、目標ばらつき指標（上限値）L_A＞ｆ（Ｉ）を満たすように設定範囲が算出される。これにより、所望の面粗さのばらつき条件を満たした第２加工条件の設定範囲をオペレータに提示できる。

[0063] サイクルタイム目標取得部３５は、加工動作のサイクルタイムの目標値を取得する。サイクルタイム解析部３６は、サイクルタイムを算出する処理を実行するサイクルタイム解析機能である。設定範囲算出部１４は、サイクルタイムの目標値に応じた値になるような設定範囲を算出する。第２実施形態では、設定範囲算出部１４は、第１加工条件と第２加工条件からサイクルタイム解析部３６が算出したサイクルタイムが、サイクルタイム目標取得部３５によって取得されたサイクルタイムの目標値を下回るように設定範囲を算出する。

[0064] 例えば、サイクルタイムを算出する公知の関数ｆ（Ｓ，Ｆ）の主軸回転数Ｓ、送り速度Ｆ等のパラメータが、サイクルタイム許容値（上限値）L_A＞ｆ（Ｓ，Ｆ））を満たすように設定範囲が算出される。公知の関数ｆ（Ｓ，Ｆ）は、例えば、Ｓ、Ｆを変数として、加工シミュレーション機能を併用することにより、設定したＳ、Ｆにおけるサイクルタイムが出力される。このサイクルタイムがL_Aに以下となるようなＳ、Ｆの設定範囲が算出されれば良い。これにより、所望のサイクルタイムの条件を満たした第２加工条件の設定範囲をオペレータに提示できる。なお、この場合、第２加工条件としてＳ又はＦ、あるいはその両方を指定することになる。このように、算出基準によっては、第２加工条件をＩ又はＫでなく、Ｓ又はＦを指定する場合もある。

[0065] 以上説明したように、第２実施形態の設定範囲算出部１４は、上述した各目標値に応じて第２加工条件の設定範囲を算出する。本実施形態では、複数の目標値（許容値）の全てを満たすように第２加工条件の設定範囲が算出されることになる。

[0066] なお、第２実施形態の目標値の例はあくまで一例である。第２実施形態の表示装置１が備える構成のうち、上限値取得部３１、目標切屑長さ取得部３２、目標面粗さ取得部３３、目標ばらつき取得部３４、サイクルタイム目標

取得部３５及びサイクルタイム解析部３６のうちの一部を省略する、又は、別のパラメータに対して設定される目標値を取得する構成を追加してもよい。

[0067] 例えば、送り速度の許容値、工具に関する許容値、周波数パラメータに関する許容値、振幅パラメータに関する許容値、エアカット量（切屑細断確実性）許容値等、Ｓ、Ｆ、Ｉ、Ｋを変数として変化する種々のパラメータに対して目標値を設定できる。これらの指標値とＳ、Ｆ、Ｉ、Ｋの間で理論的に算出できるのであれば、その算出理論式に基づいて算出されればよい。それが無い場合は、これらの指標値とＳ、Ｆ、Ｉ、Ｋの間の過去の実績に基づく学習モデルの出力値やデータベースの値、あるいは上述の通り数値計算によって設定範囲を算出しても良い。

[0068] また、算出基準によっては、第１加工条件及び第２加工条件として、Ｓ、Ｆ、Ｉ、Ｋの全てを選択する必要は無く、その１部を選択していても良い。

[0069] ［第３実施形態］

次に、第３実施形態の表示装置１Ａについて説明する。図６は、第３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。

[0070] 図６に示すように、表示装置１Ａは、条件選択部１０と、第１加工条件取得部１１と、算出基準取得部１２と、上限値取得部３１と、設定範囲算出部１４Ａと、表示制御部１５と、第２設定範囲取得部４１と、優先事項取得部４２と、推奨値算出部４３と、を機能部として備える。

[0071] 表示装置１Ａが備える構成のうち、第２設定範囲取得部４１、設定範囲算出部１４Ａ、優先事項取得部４２及び推奨値算出部４３を除く構成は、第１実施形態と同様の構成である。なお、以下の説明において、第３実施形態では、第１実施形態と同様に、主軸回転数Ｓ＝２０００、送り速度Ｆ＝０．１０、揺動周波数倍率Ｉ＝１．５が第１加工条件として設定され、揺動振幅倍率Ｋが第２加工条件として設定されるものとする。

[0072] 第２設定範囲取得部４１は、第２加工条件の第２設定範囲を取得する。第２設定範囲は、オペレータの入力又は表示装置１や工作機械の制御装置等に

よって算出されたり、予め設定されたりするものである。第２設定範囲は、加工条件毎に設定される。第２設定範囲は、例えば、推奨上限値、推奨下限値又は推奨範囲である。この例では、第２設定範囲取得部４１は、第２加工条件の揺動振幅倍率Ｋに設定される推奨範囲として第２設定範囲０．８～１．５を取得する。第２設定範囲０．８～１．５は、設定範囲算出部１４Ａに出力される。

[0073] 設定範囲算出部１４Ａは、まず、第１実施形態と同様に、第１加工条件と算出基準（数式（１）と数式（２））に基づいて第２加工条件の設定範囲を算出する。この例では、設定範囲算出部１４Ａによって算出される第２加工条件としての揺動振幅倍率Ｋの設定範囲１．０～２．０を算出する。

[0074] 次に、設定範囲算出部１４Ａは、算出した揺動振幅倍率Ｋの設定範囲１．０～２．０と、第２設定範囲取得部４１が取得した第２設定範囲０．８～１．５と、を比較する。設定範囲算出部１４Ａは、揺動振幅倍率Ｋの設定範囲１．０～２．０と、第２設定範囲０．８～１．５と、の重複した範囲に基づき、揺動振幅倍率Ｋの設定範囲１．０～１．５を修正する再計算を行う。この例では、設定範囲算出部１４Ａは、揺動振幅倍率Ｋの設定範囲１．０～１．５を修正後の第２加工条件の設定範囲として出力する。

[0075] 優先事項取得部４２は、オペレータの入力又は表示装置１や工作機械の制御装置等によって算出されたり、予め設定されたりする優先事項を取得する。優先事項は、第２加工条件の設定範囲内での推奨値を算出するための算出基準である。この例では、加速度（（Ｋ×Ｆ）×（２π×Ｓ×Ｉ）^{2}／２）が最も小さくなる加工動作を実現することが優先事項として設定されている。

[0076] 推奨値算出部４３は、優先事項取得部４２によって取得された優先事項と、設定範囲算出部１４Ａが出力した第２加工条件の設定範囲と、に基づいて推奨値を算出する。推奨値は、前述の加速度（（Ｋ×Ｆ）×（２π×Ｓ×Ｉ）^{2}／２）が最も小さくなる値である。この例では、推奨値算出部４３は、推奨値として揺動振幅倍率Ｋの＝１．０を出力する。表示制御部１５は、第２加工条件の設定範囲として推奨値を表示部２０に出力する。表示制御部１５

は、推奨値とともに推奨値の算出元となった設定範囲を表示することもできる。

[0077] 以上、説明した第３実施形態の表示装置１Ａは、設定範囲算出部１４Ａが算出する第２加工条件の設定範囲とは異なる第２加工条件の第２設定範囲を取得する第２設定範囲取得部４１を更に備え、設定範囲算出部１４Ａは、第２設定範囲取得部４１が取得した第２設定範囲を反映して第２加工条件の設定範囲を算出する。これにより、別の観点で設定した第２加工条件の範囲を反映した第２加工条件の設定範囲をオペレータに提示できる。

[0078] また、第３実施形態では、表示装置１Ａは、推奨値を一意に算出するための優先事項を取得する優先事項取得部４２と、優先事項及び設定範囲算出部１４Ａが算出した第２加工条件の設定範囲に基づいて第２加工条件の推奨値を算出する推奨値算出部４３と、を更に備える。これにより、オペレータは優先事項で設定した内容を満たした一意の推奨値を把握できるので、設定範囲から数値を選択する手間もなく、より容易に加工条件の設定を行うことができる。

[0079] ［第４実施形態］

上記実施形態では、加工条件は、数値に限定される訳ではなく、所定の数値範囲であってもよい。次に、第１加工条件のうち、少なくとも１つが数値範囲に設定される第４実施形態について説明する。なお、第４実施形態の表示装置１の構成も、第１実施形態と同様の構成である。

[0080] 第４実施形態では、ユーザの操作又は表示装置１の設定等によって主軸回転数Ｓ、送り速度Ｆ及び周波数倍率Ｉが第１加工条件として設定されている。このうち、主軸回転数Ｓ＝２０００、送り速度Ｆ＝０．１０が決定しており、周波数倍率Ｉについては、数値が設定されていないものとする。

[0081] 第１加工条件取得部１１は、数値が決定している主軸回転数Ｓ＝２０００、送り速度Ｆ＝０．１０を取得する。次に、第１加工条件取得部１１は、予め設定される算出基準に基づいて第１加工条件としての周波数倍率Ｉの設定範囲を決定する。この例では、算出基準は、周波数上限値を超えない揺動動

作になること、及び面粗さのばらつき指標が一定以下になることである。例えば、以下の数式により第１加工条件としての周波数倍率Ｉの設定範囲が、１．３～１．７として算出される。従って、第１加工条件は、Ｓ＝２０００、Ｆ＝０．１０、Ｉ＝１．３～１．７となる。

[0082] 算出基準取得部１２は、第１実施形態と同様に、切り屑細断可能な揺動動作になること、及び加速度上限値を超えない揺動動作になること、の２つを算出基準として取得する。設定範囲算出部１４は、算出基準取得部１２が取得した算出基準（数式（１）及び数式（２））に基づいて第２加工条件である。Ｉ＝１．３～１．７で変化することを考慮して計算すると、Ｋの設定範囲は、例えば、Ｋ＝１．２３６～１．５５７と算出される。

[0083] 表示制御部１５は、Ｋ＝１．２３６～１．５５７を第２加工条件の設定範囲として表示部２０に表示する。また、表示制御部１５は、オペレータへの更なる利便性向上のために、第２加工条件の設定範囲（Ｋ＝１．２３６～１．５５７）とともに、第１加工条件の設定範囲であるＩ＝１．３～１．７を表示してもよい。

[0084] 以上、説明した第４実施形態では、第１加工条件取得部１１は、第１加工条件のうち少なくとも１つを第１加工条件の設定範囲として取得し、設定範囲算出部１４は、少なくとも第１加工条件の設定範囲と算出基準に基づいて第２加工条件の設定範囲を算出する。これにより、第１加工条件の数値が一意に決定していない場合であっても第１加工条件の設定範囲が算出され、この第１加工条件の設定範囲を反映した第２加工条件の設定範囲をオペレータに提示できる。

[0085] 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。

[0086] 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、

加工条件に含まれる主軸回転数、送り速度、周波数パラメータ及び振幅パラメータのうち少なくとも１つを第１加工条件として取得する第１加工条件取得部（１１）と、

前記加工条件のうち前記第１加工条件として取得されなかった少なくとも１つの加工条件である第２加工条件の設定範囲を算出するための算出基準を２つ以上取得する算出基準取得部（１２，１２Ａ）と、

前記第１加工条件と前記算出基準に基づいて前記第２加工条件の設定範囲を算出する設定範囲算出部（１４、１４Ａ）と、

前記第２加工条件の設定範囲を表示部（２０）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）。

[0087]（付記２）

上記の工作機械の表示装置（１、１Ａ）において、

前記算出基準取得部（１２）は、少なくとも前記第２加工条件に基づく加工動作が切屑細断可能となる前記第２加工条件の設定範囲を算出するための算出基準を少なくとも取得する。

[0088]（付記３）

上記の工作機械の表示装置（１、１Ａ）において、

揺動加工で設定されるパラメータの上限値を取得する上限値取得部（３１）を更に備え、

前記算出基準取得部（１２、１２Ａ）は、少なくとも前記第２加工条件に基づき算出される揺動のパラメータが、前記上限値に応じた値になるような前記第２加工条件の設定範囲を算出する算出基準を少なくとも取得する。

[0089]（付記４）

上記の工作機械の表示装置（１）において、

目標の切屑長さを取得する目標切屑長さ取得部（３２）を更に備え、

前記算出基準取得部（１２Ａ）は、少なくとも前記第２加工条件に基づき算出される切屑長さが、前記目標切屑長さに応じた値になるような前記第２加工条件の設定範囲を算出する算出基準を少なくとも取得する。

[0090]（付記５）

上記の工作機械の表示装置（１）において、

目標の面粗さを取得する目標面粗さ取得部（３３）を更に備え、

前記算出基準取得部（１２Ａ）は、少なくとも前記第２加工条件に基づき算出される面粗さが、前記目標面粗さに応じた値になるような前記第２加工条件の設定範囲を算出する算出基準を少なくとも取得する。

[0091]（付記６）

上記の工作機械の表示装置（１）において、

ワーク位相ごとの面粗さの差の加工面のばらつきに関するばらつき指標の目標値を取得する目標ばらつき取得部（３４）を更に備え、

前記算出基準取得部（１２Ａ）は、少なくとも前記第２加工条件から算出される前記ばらつき指標が、前記目標値に応じた値になるような前記第２加工条件の設定範囲を算出する算出基準を少なくとも取得する。

[0092]（付記７）

上記の工作機械の表示装置（１）において、

サイクルタイムの目標値を取得するサイクルタイム目標値取得部（３５）と、

サイクルタイム解析をするサイクルタイム解析部（３６）と、を更に備え、

前記算出基準取得部（１２Ａ）は、少なくとも前記第２加工条件と前記サイクルタイム解析部から算出されるサイクルタイムが、前記目標値に応じた値になるような前記第２加工条件の設定範囲を算出する算出基準を少なくとも取得する。

[0093]（付記８）

上記の工作機械の表示装置（１Ａ）において、

前記設定範囲算出部（１４Ａ）が算出する前記第２加工条件の設定範囲とは異なる第２加工条件の第２設定範囲を取得する第２設定範囲取得部（４１）を更に備え、

前記設定範囲算出部（１４Ａ）は、前記第２設定範囲取得部（４１）が取得した前記第２設定範囲を反映して前記第２加工条件の設定範囲を算出する。

[0094]（付記９）

上記の工作機械の表示装置（１Ａ）において、

推奨値を一意に算出するための優先事項を取得する優先事項取得部（４２）と、

前記優先事項及び前記設定範囲算出部（１４Ａ）が算出した前記第２加工条件の設定範囲に基づいて前記第２加工条件の前記推奨値を算出する推奨値算出部（４３）と、を更に備える。

[0095]（付記１０）

上記の工作機械の表示装置（１、１Ａ）において、

前記第１加工条件取得部（１１）は、前記第１加工条件のうち少なくとも１つを第１加工条件の設定範囲として取得し、

前記設定範囲算出部（１４）は、少なくとも前記第１加工条件の設定範囲と前記算出基準に基づいて前記第２加工条件の設定範囲を算出する。

[0096]（付記１１）

上記の工作機械の表示装置（１、１Ａ）において、

前記加工条件の中から前記第１加工条件及び前記第２加工条件を選択する条件選択部（１０）を更に備える。

[0097]（付記１２）

上記の工作機械の表示装置（１、１Ａ）において、

オペレータが前記加工条件の中の何れかを選択する入力部（２１）を更に備え、

前記条件選択部（１０）は、前記入力部（２１）で選択された加工条件を第２加工条件として選択し、前記入力部（２１）で選択したものとは異なる加工条件を前記第１加工条件として選択する。

[0098]（付記１３）

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コンピュータ（１、１Ａ）に、

加工条件に含まれる主軸回転数、送り速度、周波数パラメータ及び振幅パラメータのうち少なくとも１つを第１加工条件として取得する第１加工条件取得機能と、

前記加工条件のうち前記第１加工条件として取得されなかった少なくとも１つの加工条件である第２加工条件の設定範囲を前記第１加工条件に基づいて算出するための算出基準を２つ以上取得する算出基準取得機能と、

前記第１加工条件と前記算出基準に基づいて前記第２加工条件の設定範囲を算出する設定範囲算出機能と、を実現するプログラム。

符号の説明

[0099] １　工作機械の表示装置

１０　条件選択部

１１　第１加工条件取得部

１２、１２Ａ　算出基準取得部

１４、１４Ａ　設定範囲算出部

１５　表示制御部

２０　表示部

２１　入力部

３１　上限値取得部

３２　目標切屑長さ取得部

３３　目標面粗さ取得部

３４　目標ばらつき取得部

３５　サイクルタイム目標取得部

３６　サイクルタイム解析部

４１　第２設定範囲取得部

４２　優先事項取得部

４３　推奨値算出部

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ながら揺動加工を行う工作機械の表示装置であって、

加工条件に含まれる主軸回転数、送り速度、周波数パラメータ及び振幅パラメータのうち少なくとも１つを第１加工条件として取得する第１加工条件取得部と、

前記加工条件のうち前記第１加工条件として取得されなかった少なくとも１つの加工条件である第２加工条件の設定範囲を算出するための算出基準を２つ以上取得する算出基準取得部と、

前記第１加工条件と前記算出基準に基づいて前記第２加工条件の設定範囲を算出する設定範囲算出部と、

前記第２加工条件の設定範囲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] 前記算出基準取得部は、少なくとも前記第２加工条件に基づく加工動作が切屑細断可能となる前記第２加工条件の設定範囲を算出するための算出基準を少なくとも取得する、請求項１に記載の工作機械の表示装置。

[請求項3] 揺動加工で設定されるパラメータの上限値を取得する上限値取得部を更に備え、

前記算出基準取得部は、少なくとも前記第２加工条件に基づき算出される揺動のパラメータが、前記上限値に応じた値になるような前記第２加工条件の設定範囲を算出する算出基準を少なくとも取得する、請求項１又は２に記載の工作機械の表示装置。

[請求項4] 目標の切屑長さを取得する目標切屑長さ取得部を更に備え、

前記算出基準取得部は、少なくとも前記第２加工条件に基づき算出される切屑長さが、前記目標切屑長さに応じた値になるような前記第２加工条件の設定範囲を算出する算出基準を少なくとも取得する、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] 目標の面粗さを取得する目標面粗さ取得部を更に備え、

前記算出基準取得部は、少なくとも前記第２加工条件に基づき算出される面粗さが、前記目標面粗さに応じた値になるような前記第２加工条件の設定範囲を算出する算出基準を少なくとも取得する、請求項１から４の何れかに記載の工作機械の表示装置。

[請求項6] ワーク位相ごとの面粗さの差の加工面のばらつきに関するばらつき指標の目標値を取得する目標ばらつき取得部を更に備え、

前記算出基準取得部は、少なくとも前記第２加工条件から算出される前記ばらつき指標が、前記目標値に応じた値になるような前記第２加工条件の設定範囲を算出する算出基準を少なくとも取得する、請求項１から５の何れかに記載の工作機械の表示装置。

[請求項7] サイクルタイムの目標値を取得するサイクルタイム目標値取得部と、

サイクルタイム解析をするサイクルタイム解析部と、を更に備え、

前記算出基準取得部は、少なくとも前記第２加工条件と前記サイクルタイム解析部から算出されるサイクルタイムが、前記目標値に応じた値になるような前記第２加工条件の設定範囲を算出する算出基準を少なくとも取得する、請求項１から６の何れかに記載の工作機械の表示装置。

[請求項8] 前記設定範囲算出部が算出する前記第２加工条件の設定範囲とは異なる第２加工条件の第２設定範囲を取得する第２設定範囲取得部を更に備え、

前記設定範囲算出部は、前記第２設定範囲取得部が取得した前記第２設定範囲を反映して前記第２加工条件の設定範囲を算出する、請求項１から７の何れかに記載の工作機械の表示装置。

[請求項9] 推奨値を一意に算出するための優先事項を取得する優先事項取得部と、

前記優先事項及び前記設定範囲算出部が算出した前記第２加工条件

の設定範囲に基づいて前記第２加工条件の前記推奨値を算出する推奨値算出部と、を更に備える、請求項１から８の何れかに記載の工作機械の表示装置。

[請求項10] 前記第１加工条件取得部は、前記第１加工条件のうち少なくとも１つを第１加工条件の設定範囲として取得し、

前記設定範囲算出部は、少なくとも前記第１加工条件の設定範囲と前記算出基準に基づいて前記第２加工条件の設定範囲を算出する、請求項１から９の何れかに記載の工作機械の表示装置。

[請求項11] 前記加工条件の中から前記第１加工条件及び前記第２加工条件を選択する条件選択部を更に備える、請求項１から１０の何れかに記載の工作機械の表示装置。

[請求項12] オペレータが前記加工条件の中の何れかを選択する入力部を更に備え、

前記条件選択部は、前記入力部で選択された加工条件を第２加工条件として選択し、前記入力部で選択したものとは異なる加工条件を前記第１加工条件として選択する、請求項１１に記載の工作機械の表示装置。

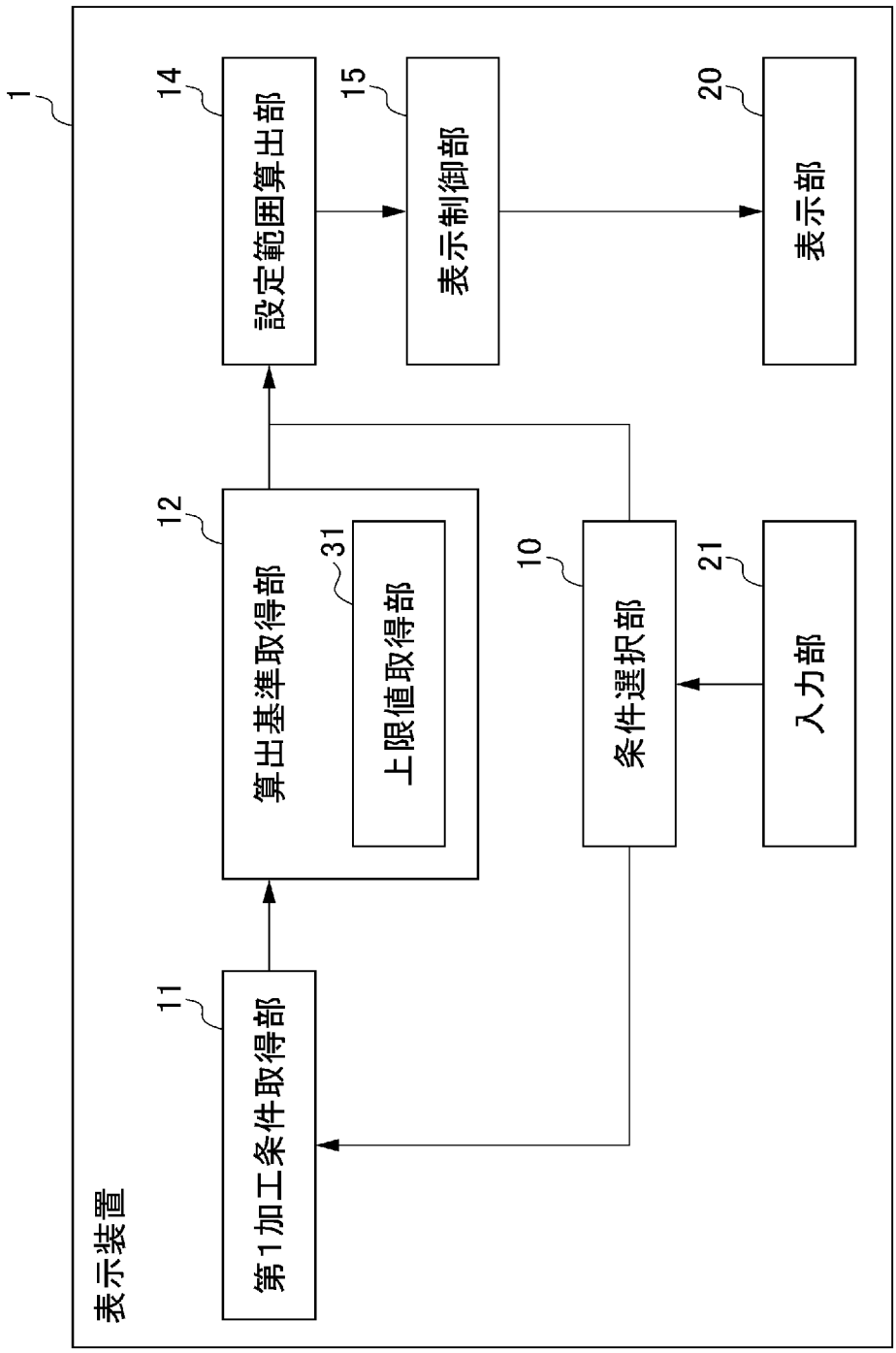
[請求項13] 切削工具とワークを相対的に揺動させながら揺動加工を行う工作機械のコンピュータに、

加工条件に含まれる主軸回転数、送り速度、周波数パラメータ及び振幅パラメータのうち少なくとも１つを第１加工条件として取得する第１加工条件取得機能と、

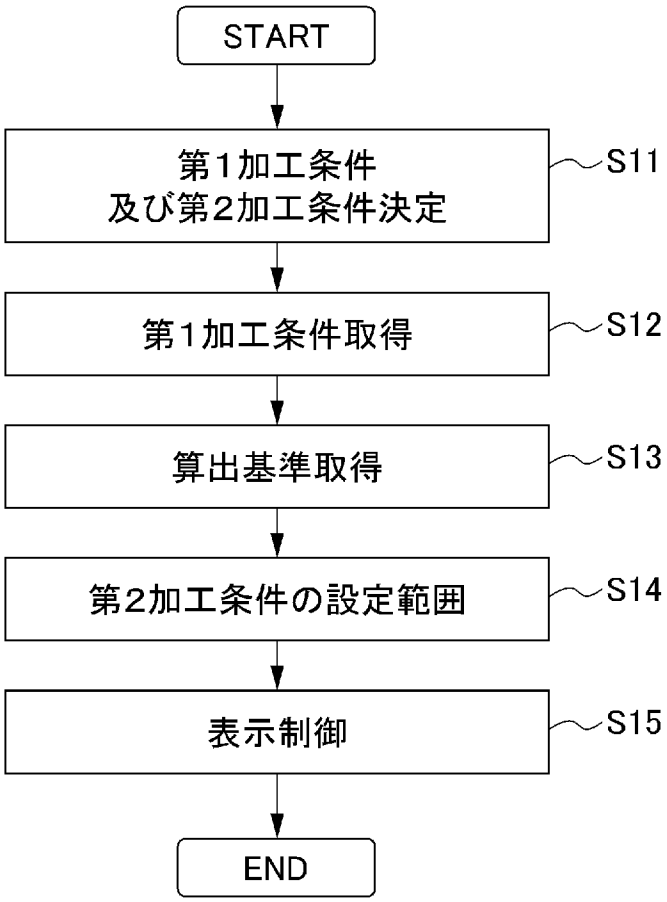
前記加工条件のうち前記第１加工条件として取得されなかった少なくとも１つの加工条件である第２加工条件の設定範囲を算出するための算出基準を２つ以上取得する算出基準取得機能と、

前記第１加工条件と前記算出基準に基づいて前記第２加工条件の設定範囲を算出する設定範囲算出機能と、を実現するプログラム。

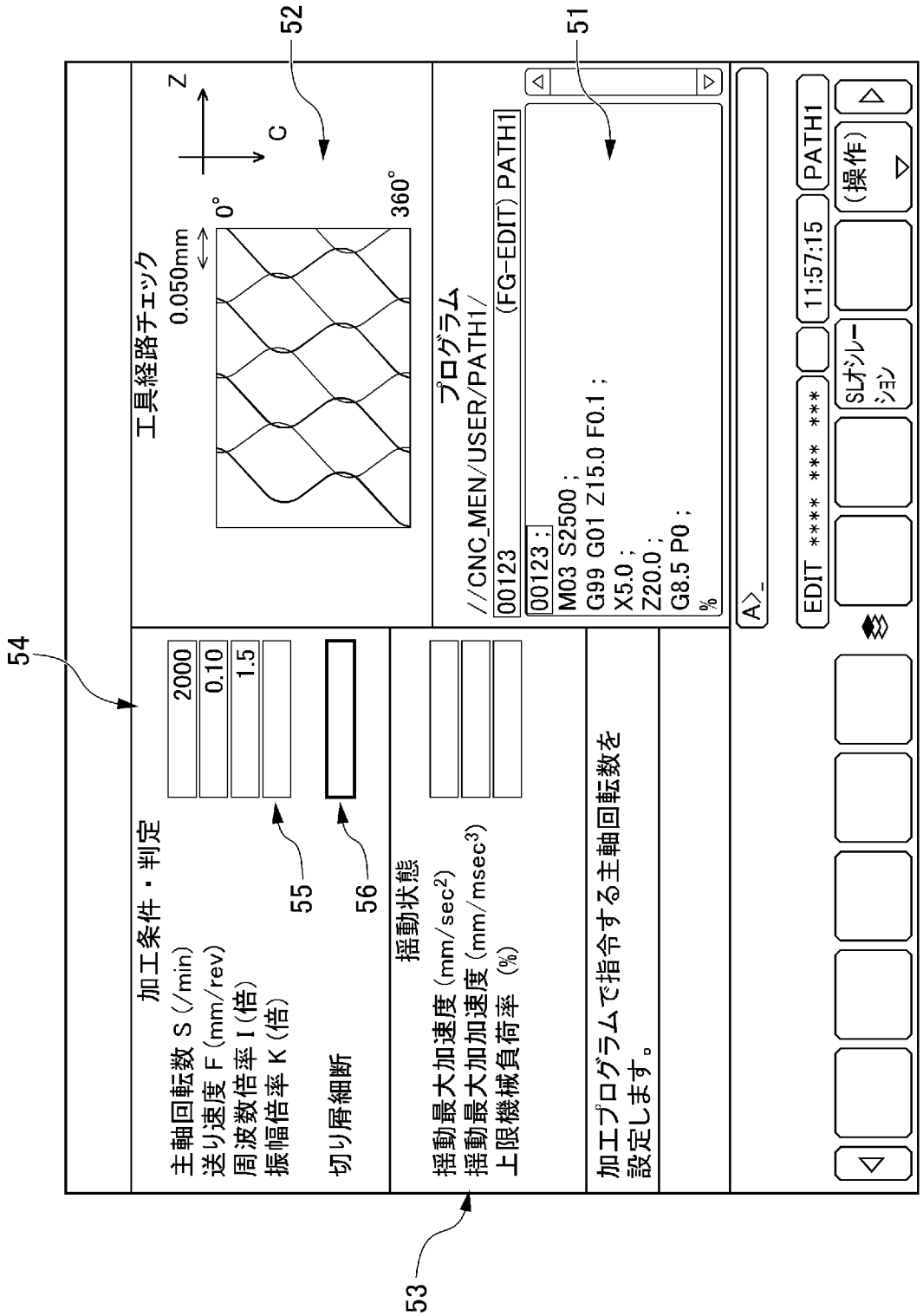
[図1]


1
表示装置
11
第1加工条件取得部
12
算出基準取得部
31
上限値取得部
14
設定範囲算出部
15
表示制御部
20
表示部
10
条件選択部
21
入力部

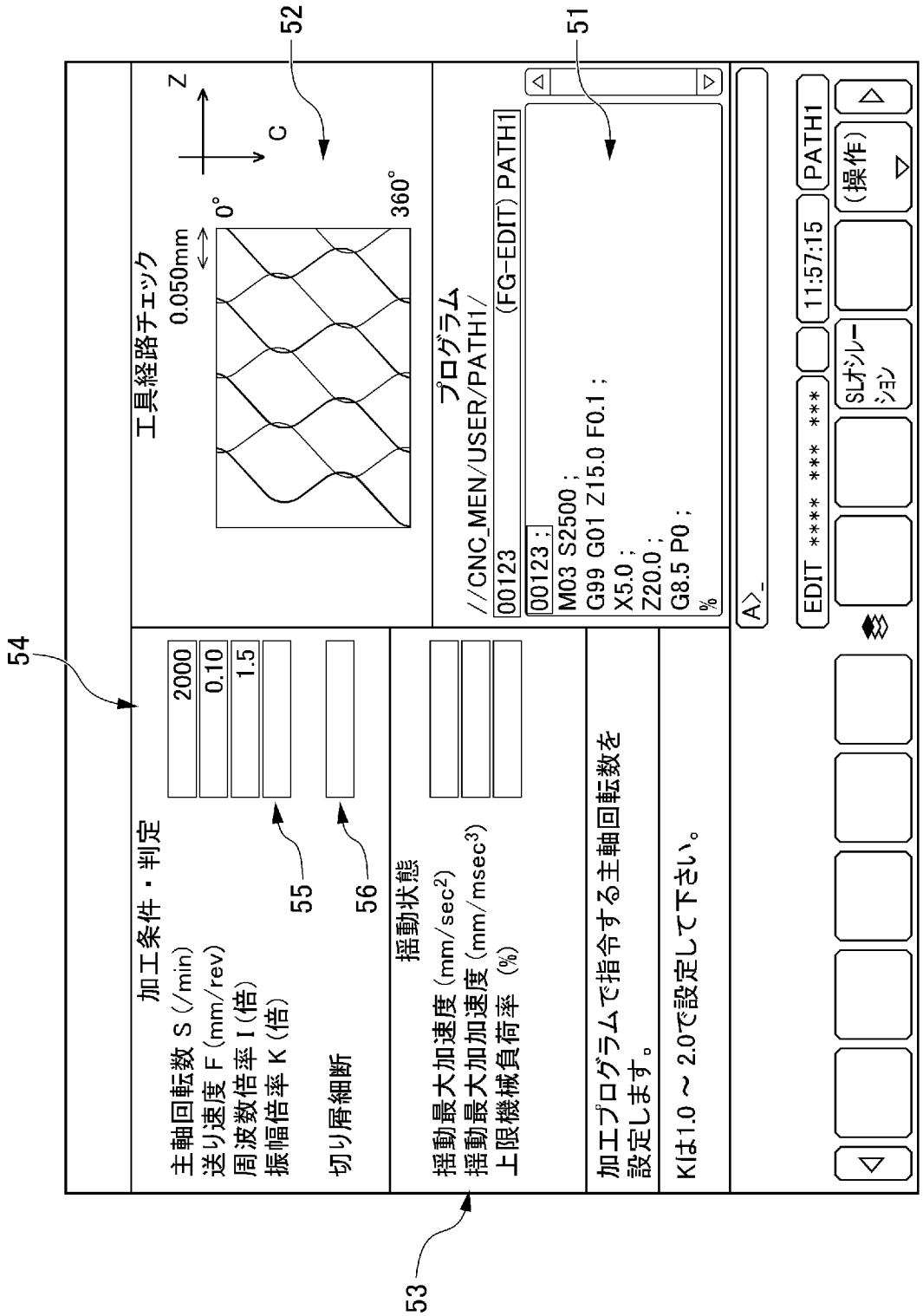
[図2]


START
第1加工条件
及び第2加工条件決定
S11
第1加工条件取得
S12
算出基準取得
S13
第2加工条件の設定範囲
S14
表示制御
S15
END

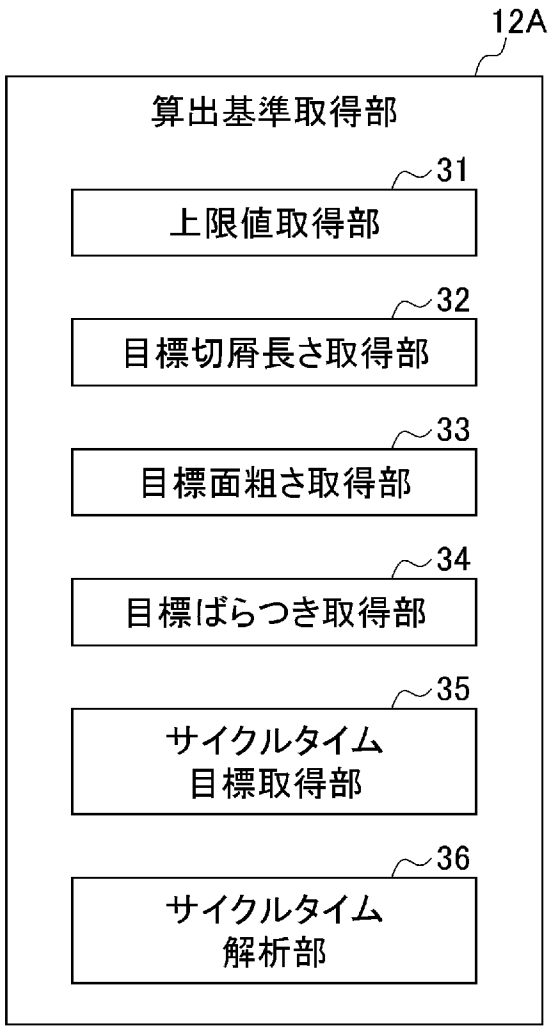
[図3]


52
51
54
53
55
56
工具経路チェック
0.050mm
0°
360°
Z
C
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)
加工条件・判定
主軸回転数 S (/min)
送り速度 F (mm/rev)
周波数倍率 I (倍)
振幅倍率 K (倍)
2000
0.10
1.5
切り屑細断
揺動状態
揺動最大加速度 (mm/sec²)
揺動最大加加速度 (mm/msec³)
上限機械負荷率 (%)
加工プログラムで指令する主軸回転数を設定します。

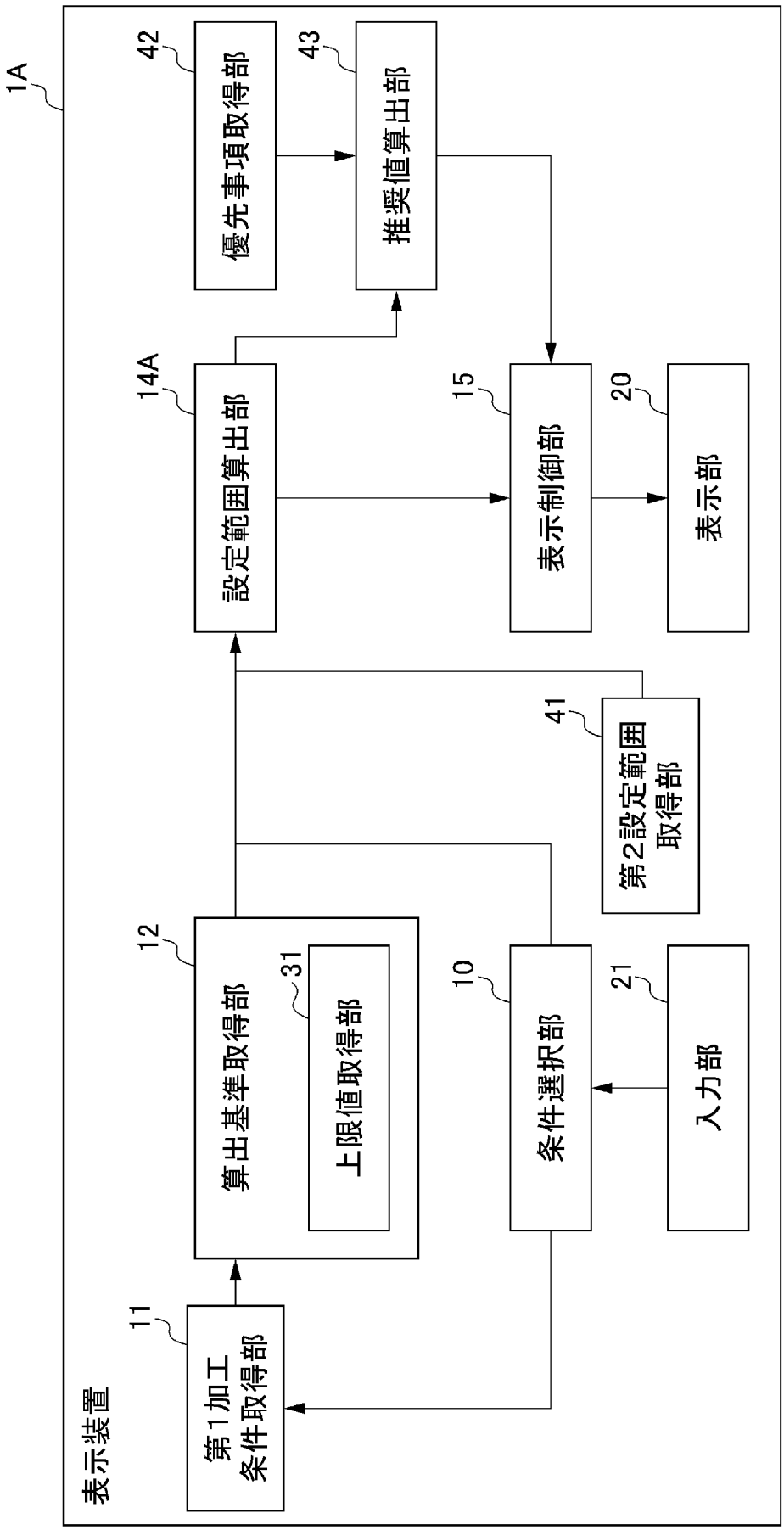
[図4]


52
51
54
53
55
56
工具経路チェック
0.050mm
0°
360°
Z
C
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>_
加工条件・判定
主軸回転数 S (/min)
送り速度 F (mm/rev)
周波数倍率 I (倍)
振幅倍率 K (倍)
2000
0.10
1.5
切り屑細断
揺動状態
揺動最大加速度 (mm/sec²)
揺動最大加加速度 (mm/msec³)
上限機械負荷率 (%)
加工プログラムで指令する主軸回転数を設定します。
Kは1.0 ～ 2.0で設定して下さい。
EDIT **** *** ***
11:57:15
PATH1
SLオシレーション
(操作)

[図5]


12A
算出基準取得部
31
上限値取得部
32
目標切屑長さ取得部
33
目標面粗さ取得部
34
目標ばらつき取得部
35
サイクルタイム
目標取得部
36
サイクルタイム
解析部

[図6]


1A
表示装置
42
優先事項取得部
43
推奨値算出部
14A
設定範囲算出部
15
表示制御部
20
表示部
41
第2設定範囲
取得部
12
算出基準取得部
31
上限値取得部
10
条件選択部
21
入力部
11
第1加工
条件取得部

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/017817

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05B 19/4093(2006.01)i; ***B23B 1/00***(2006.01)i
FI: G05B19/4093 M; B23B1/00 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; B23B1/00

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.
Y	JP 6843313 B1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 17 March 2021 (2021-03-17) paragraphs [0051], [0052], [0113]-[0132], [0144]-[0151], fig. 10, 11, 13	1-9, 11-13
A		10
Y	JP 7252426 B1 (FANUC CORPORATION) 04 April 2023 (2023-04-04) paragraphs [0033]-[0035], [0051]-[0072], fig. 9, 10	1-9, 11-13
A		10
Y	WO 2021/167014 A1 (FANUC CORPORATION) 26 August 2021 (2021-08-26) paragraph [0024]	6
Y	WO 2022/163634 A1 (FANUC CORPORATION) 04 August 2022 (2022-08-04) paragraph [0016]	6

☐ 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	Date of mailing of the international search report
13 June 2023	**11 July 2023**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/017817

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 6843313 B1	17 March 2021	WO 2021/245852 A1	
		CN 115666847 A	
JP 7252426 B1	04 April 2023	(Family: none)	
WO 2021/167014 A1	26 August 2021	CN 115104073 A	
WO 2022/163634 A1	04 August 2022	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/017817

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; B23B 1/00(2006.01)i
FI: G05B19/4093 M; B23B1/00 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; B23B1/00

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
Y	JP 6843313 B1 (三菱電機株式会社) 17.03.2021 (2021-03-17) [0051]-[0052], [0113]-[0132], [0144]-[0151], 図10-11, 13	1-9, 11-13
A		10
Y	JP 7252426 B1 (ファナック株式会社) 04.04.2023 (2023-04-04) [0033]-[0035], [0051]-[0072], 図9-10	1-9, 11-13
A		10
Y	WO 2021/167014 A1 (ファナック株式会社) 26.08.2021 (2021-08-26) [0024]	6
Y	WO 2022/163634 A1 (ファナック株式会社) 04.08.2022 (2022-08-04) [0016]	6

☐ 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	国際調査報告の発送日
13.06.2023	11.07.2023

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）
増山　慎也 3C 3642

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/JP2023/017817

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 6843313 B1	17.03.2021	WO 2021/245852 A1	
		CN 115666847 A	
JP 7252426 B1	04.04.2023	（ファミリーなし）	
WO 2021/167014 A1	26.08.2021	CN 115104073 A	
WO 2022/163634 A1	04.08.2022	（ファミリーなし）	