

CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, 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, 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, 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))

and on the basis of the calculated result, the processing state is reflected in a selected block of the processing program, whereby the above problem can be solved.

(57) 要約: 工作機械の計算装置において、ユーザが最適な加工条件を選択するために、試行錯誤を繰り返すことなく、容易に設定できるようにすることを目的とする。加工プログラムによって、切削工具とワークを相対的に揺動させながら加工する工作機械の計算装置において、揺動条件を含む加工条件及び揺動条件を取得し、取得した加工条件及び揺動条件から加工状態を数値パラメータとして算出し、算出した結果に基づいて加工プログラムの選択されたブロックに反映させることによって上記の課題を解決することができる。

明 細 書

発明の名称： 計算装置

技術分野

[0001] 本発明は、工作機械に用いられる計算装置、特に加工条件から加工状態を算出するための計算装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、工作機械において、ユーザが加工条件を設定することを容易にするために、加工条件に係る各種パラメータの情報を視覚的に表示することがなされてきた。

[0003] 特許文献1には、揺動切削を行う工作機械において、揺動切削による切屑の細断の可否を作業者が視覚的に容易に判断できるようにすることを目的として、送り軸の軌跡情報を取得して表示するに際して、軌跡情報の一部を選択し、選択された一部を含む選択軌跡と、選択軌跡の前後の軌跡の内の少なくとも一方の隣接軌跡を、それ以外の軌跡に対して相対的に強調表示することが記載されている。

[0004] 特許文献2には、工作機械の入力した切削工具とワークの相対的な回転数または振動数の値に応じて振動条件をユーザが設定可能にするために、切削工具とワークの相対的な回転数または振動数を入力する入力手段、入力された回転数または振動数から求まる各パラメータの組み合わせを表示して選択可能にする選択手段、及び、選択された各パラメータを制御部に設定する設定手段を設けることが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2019-185260号公報

特許文献1：特許第6546707号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記のように、工作機械において、ユーザが最適な加工条件のパラメータを容易に設定することを可能とすることを目的として、ユーザが設定したパラメータによって、工作機械の加工状態がどのような状況になっているかを表示することは知られている。しかしながら、特許文献1及び特許文献2のいずれにおいても、表示された工作機械の加工状態や各パラメータから、ユーザは最適な加工条件を選択するために、何度も各パラメータを入力して試行運転をする必要が生じ、加工条件の選択・設定は容易ではなく、非常に手間がかかっていた。

[0007] 工作機械による加工効率を向上させるために、ユーザが容易に加工条件を設定できるようにすることが求められている。本開示は、ユーザは最適な加工条件を、試行錯誤を繰り返すことなく、容易に選択し、設定することができるようにすることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記の課題を解決するために、本開示の計算装置は、加工プログラムに基づいて、切削工具とワークを相対的に揺動させながら加工する工作機械の計算装置において、加工条件及び揺動条件を取得する加工条件取得部と、前記加工条件取得部で取得した加工条件及び揺動条件から加工状態を算出する加工状態算出部と、前記加工条件取得部で取得した加工条件及び揺動条件、並びに、前記加工状態算出部で算出した加工状態を表示する表示部と、前記加工状態算出部で算出した結果に基づいて、前記加工条件取得部で新たに取得した加工条件を、前記加工プログラムに反映させる加工条件反映部と、を備える計算装置である。

発明の効果

[0009] 本発明の計算装置によれば、取得した加工条件及び揺動条件から算出された加工状態の算出結果を踏まえて、新たに取得した加工条件及び揺動条件を計算装置の加工プログラムに反映していることにより、ユーザは最適な条件を選択するために、各パラメータを何度も入力して試運転をする必要はなく、加工条件及び揺動条件の選択及び設定を、手間を掛けずに容易にすること

ができるようになった。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]揺動切削を説明するための図である。

[図2]揺動切削による切削工具の経路を、表面上に表したグラフを示す図である。

[図3]本開示の工作機械の計算装置の制御ブロック図である。

[図4]本開示の計算装置の加工状態算出部における各算出部を示す図である。

[図5]本開示の加工状態算出部における各算出部で用いる数値パラメータを示す図である。

[図6]本開示の計算装置における表示部の表示例を示す図である。

[図7]本開示の計算装置の表示部にパラメータを入力した例を示す図である。

[図8]本開示の計算装置の表示部の変更するパラメータを選択していることを示す図である。

[図9]本開示の計算装置の表示部のパラメータの変更後の表示例を示す図である。

[図10]本開示の一実施例のフローを示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照して、詳細に説明する。

[0012] まず、揺動切削について説明する。図1に示すように、ワークを、主軸を中心に回転させるとともに、ワーク表面に切削工具を当接させて送り方向に送ることによってワークを加工するに際して、ワークの加工で生ずる切屑を細断させるために切削工具を送り方向に揺動させる揺動切削という技術がある。揺動切削により、主軸の毎回転ごとに前回の回転における切削と現在の回転における切削の重なる部分が生じ、その部分においては、切削工具がワークと接触しない空振りが起こる。この空振りによって、切屑が細断され、切削工具に切屑が絡まるなどの障害を避けることができる。

[0013] 図2に、上記の揺動切削による切削工具の経路を、表面上に表したグラフを示す。このグラフ上で、直線で表されている線は、揺動がない場合の切削

工具とワークが接する点の動きを示したものであり、波形の曲線で表されている線は、切削工具に送り方向の揺動を与えた場合の切削工具とワークが接する点の動きを示したものである。2つの曲線が重なる部分、すなわち、前回の回転における切削工具の経路（パス）と現在の回転における切削工具の経路（パス）の重なる部分において、空振りが生じ、切屑を細断している。揺動条件を設定・変更することにより得られる図2のグラフから、前回のパスと現在のパスの交差が生じているか、すなわち、切屑が細断されているかを確認することができる。従来においては、切屑が細断されるように工具のパスを設定するために、試行錯誤が必要であった。

[0014] 図3は、本開示の一実施形態に係る工作機械の計算装置のブロック図である。図3に示されるように、本開示の工作機械の計算装置1は、入力部11、加工ブロック選択部12、加工条件取得部20、加工状態算出部30、加工条件反映部40及び表示部50を備える。

[0015] ユーザは、入力部11に加工条件及び揺動条件を抽出するための関連情報を入力することができるとともに、加工ブロック選択部12によって、工作機械の加工プログラムから着目するプログラムのブロックを選択することができる。なお、加工ブロック選択部12において選択されるブロックには、上記のようにユーザが選択するブロック、及び、ユーザが選択したブロックに関係する加工条件及び揺動条件を決定するブロックが含まれる。入力部11に入力された情報や、加工ブロック選択部12によって選択されたプログラムのブロックについての情報は、加工条件取得部20に向けて出力され、加工条件取得部20に入力される。

[0016] 加工条件取得部20では、入力部11や加工ブロック選択部12から入力された情報から、加工条件及び揺動条件を抽出し取得する。加工条件取得部20で取得される加工条件及び揺動条件には、揺動周波数を一意に求められる情報、揺動振幅を一意に求められる情報、工具の送り速度（mm/min）、ワーク径（mm）、刃先のR（mm）や工具の逃げ角（°）の情報などがある。揺動周波数を一意に求められる情報には、主軸の1回転当たりの揺

動周波数を示す揺動周波数倍率 I （倍）が含まれ、揺動振幅を一意に求められる情報には、主軸の1回転当たりの送り量の大きさに対する揺動揺動振幅の大きさを示す揺動振幅倍率 K （倍）が含まれる。また、工具の送り速度は、主軸の回転数 S （1/min）と毎回転送り量 F （mm/rev）から求まる。加工条件取得部20で抽出し、取得された加工条件及び揺動条件に関連する上記のパラメータなどの情報は、加工状態算出部30、加工条件反映部40及び表示部50に送出される。

[0017] 図4に示すように、加工状態算出部30には、切屑細断判定部31、切屑長さ算出部32、表面粗さ算出部33、揺動周波数算出部34、揺動振幅算出部35、最大速度算出部36及び最大加速度算出部37が備えられている。

[0018] 切屑細断判定部31は、揺動周波数倍率 I と揺動振幅倍率 K から切屑細断の可否を判定する。切屑長さ算出部32は、揺動周波数倍率 I とワーク径から切屑長さを算出する。表面粗さ算出部33は、揺動周波数倍率 I 、揺動振幅倍率 K 、毎回転送り量 F 、刃先 R から表面粗さを算出する。揺動周波数算出部34は、揺動周波数倍率 I と主軸回転数 S から揺動周波数を算出する。揺動振幅算出部35は、揺動振幅倍率 K と毎回転送り量 F から揺動振幅を算出する。最大速度算出部36は、揺動周波数倍率 I 、揺動振幅倍率 K 、主軸回転数 S と毎回転送り量 F から最大速度を算出する。最大加速度算出部37は、揺動周波数倍率 I 、揺動振幅倍率 K 、主軸回転数 S と毎回転送り量 F から最大加速度を算出する。

[0019] 切屑細断判定部31で算出・判定された情報について、切屑細断可否の情報は加工条件反映部40に送られるとともに、表示部50にも送られる。また、切屑長さ、表面粗さ、揺動周波数、揺動振幅、最大速度及び最大加速度などの数値データは、表示部50に送出される。表示部50で表示された切屑細断可否の情報が「否」であった場合、すなわち、適正な切屑細断がなされない場合には、ユーザは、入力部11に、加工条件及び揺動条件を抽出するための関連情報を新たに入力することができる。入力部11に新たに入力

された情報は、加工条件取得部に送られて、新たな加工条件及び揺動条件が取得される。加工条件反映部40では、加工条件取得部20で取得した新たな加工条件及び揺動条件を加工ブロック選択部が選択した加工プログラムのブロックに反映する。

表示部50で表示された切屑細断可否の情報が「可」であった場合でも、加工状態算出部の各結果(切屑長さ、最大速度、等)を参考に、ユーザは、入力部11に、加工条件及び揺動条件を抽出するための関連情報を新たに入力し、加工ブロック選択部が選択した加工プログラムのブロックに反映しても良い。

また、加工状態算出部30中のいずれか1つ以上の部を最小化する揺動条件を逆計算して加工条件取得部20に反映することもできる。加工状態算出部30中の選択された部と加工条件・揺動条件の関係式から最小化される揺動条件が算出される。このとき、さらに切屑細断の可否の判定式から切屑細断可かつ、加工状態算出部30中の選択された部が最小値となる揺動条件を算出してもよい。

[0020] 表示部50では、加工条件取得部20で取得された上記の加工条件及び揺動条件に関連する各パラメータや、加工状態算出部30で算出された加工状態の結果のデータが表示される。加工状態の結果のデータの表示には、振動動作のグラフィカルな表示も含まれる。また、表示部50において、ユーザは、加工条件及び揺動条件に関連する各パラメータを記入することができ、その値は入力部11における入力となるとともに、表示部50で表示されている加工プログラムからブロックを指定することができ、その指定されたプログラムブロックは、加工ブロック選択部12において、ユーザによって選択されたブロックとなる。

[0021] 図5に、加工状態算出部30の、切屑細断判定部31、切屑長さ算出部32、表面粗さ算出部33、揺動周波数算出部34、揺動振幅算出部35、最大速度算出部36及び最大加速度算出部37のそれぞれで用いる、加工条件及び揺動条件における揺動周波数倍率I、揺動振幅倍率K、主軸回転数S、

毎回転送り量F、ワーク径 ϕ 、刃先Rの各パラメータの関係をまとめる。なお、加工条件及び揺動条件のパラメータとしては、上記の他に、工具の逃げ角（°）やテーパ角（°）の情報などもある。

[0022] 上記の各パラメータの取得方法としては、揺動周波数倍率I、揺動振幅K、毎回転送り量F及び主軸回転数Sについては、モータル情報から取得する。モータル情報は、ユーザが一度設定した後は、新たに設定し直さない限り、変わらずに一定の値を維持する情報である。刃先Rと逃げ角については、モダルの工具情報（T番号）から取得する。また、ワーク径については、選択した加工ブロックのX座標から取得することができ、テーパ角については選択した加工ブロックのXZ座標の始点と終点から取得することができる。

[0023] 次に、図6及び図7を用いて、本開示の実施例の具体的手法について、表示部での表示態様を示しながら説明する。図6は、工作機械の計算装置1における表示部50の表示例を示すものであり、左側に加工プログラムが表示されている。図6においては、ユーザにより、加工ブロック選択部12（図3）において、加工プログラムのドットが施された行（Z10.0 X17.0;）が指定され、この行に関するブロック（G00 Z30.0;の行～Z10.0 X17.0;の行）が選択された状態にある。

[0024] 図6の右側には、選択された加工プログラムのブロックについての加工条件及び揺動条件が表示されている。具体的には、上段には、選択された加工プログラムのブロックにおける切削工具の経路（パス）を示す波形図が表示されている。下段の上側の枠囲み部分に、選択された加工プログラムのブロックについての加工条件及び揺動条件に関連するパラメータ（揺動周波数I（倍）、揺動振幅K（倍）、毎回転送り量F（mm/rev）、主軸回転数（min⁻¹）、ワーク Φ （mm）、テーパ角（°）、刃先R（mm）、逃げ角（°））が表示されている。下段の下側の枠囲み部分に、選択された加工プログラムのブロックによって加工された加工結果の推定値（切屑細断可否、切屑長さ（mm）、平均Ra（mm）、周波数（Hz）、振幅（mm）、

最大速度 (mm/min)、最大加速度 (mm/min^2) が表示され、そして、周波数 (Hz)、振幅 (mm)、最大速度 (mm/min)、最大加速度 (mm/min^2) については、その下に、機械の動作可能な上限値が開示されている。

[0025] 図6においては、IとKから、切屑細断可否の判定は「×」となり、切屑長さ (mm) や平均 R_a (mm) は表示されないことが理解される。また、周波数 (Hz) = 125.000、最大速度 (mm/min) = 1663.72、最大加速度 (mm/min^2) = 18505.5について、その上限値 (それぞれ、順に、70.000、1500.00、10000.0) を超えていることから、機械の動作可能な上限値を超えていることが確認できる。

[0026] 次に、図7を用いて、ユーザが、入力部11 (図3) において、加工条件及び揺動条件を入力・設定して、加工プログラムに反映させる方法について説明する。図7の表示例に示されるように、右側の下段の上側の枠囲み部分に示される、加工条件及び揺動条件に関連するパラメータには、ユーザが入力することが可能となっている。この実施例においては、揺動周波数I (倍) の箇所「0.500」と入力して変更し、揺動振幅K (倍) の箇所「1.500」と入力して変更し、これらのパラメータの値を、加工プログラムの選択されたブロックに挿入する。この例では、揺動周波数I (倍) と揺動振幅K (倍) が変更されていることから、加工プログラムの選択されたブロックにおけるG8.5の指令が再編集されている。

[0027] これらのパラメータの値が加工プログラムに反映されて計算された加工結果が、図7の右側の下段の下側の枠囲み部分に示される。この右側の下段の下側の枠囲み部分において示された加工結果は、周波数 (Hz) = 41.666、振幅 (mm) = 0.075、最大速度 (mm/min) = 839.049、最大加速度 (mm/min^2) = 2570.21となり、いずれも、その上限値以下の値となって、切屑細断可否は「○」と判定されている。それとともに、切屑長さ (mm) = 106.814、及び、平均 R_a (mm) = 0.319と表示することができたことがわかる。

[0028] 図6及び図7からわかるように、表示部50（図3）の右側の下段の上側の枠囲み部分において、加工条件及び揺動条件に関連するパラメータを容易に入力することができ、入力されたパラメータは、すぐに加工プログラムの選択されているブロックに挿入されて、加工プログラムに反映され、その計算処理結果が、すぐに右側の下段の下側の枠囲み部分に表示される。そのため、ユーザは、加工プログラムの計算処理による加工結果を予測しながら、加工条件及び揺動条件に関連するパラメータを効率よく適正な値に変更することができる。

[0029] 次に、上述した、加工状態算出部30中のいずれか1つ以上の部を最小化する揺動条件を逆計算して加工条件取得部20に反映する方法について、図8及び図9を用いて説明する。図8には、加工条件及び揺動条件が入力されて、加工状態算出部の各部が導出されている状態が示されている。この状態において、加工結果は、周波数、振幅、最大速度、最大加速度のいずれも、その上限値以下の値となって、切屑細断可否は「○」と判定されている。

[0030] ここで、いずれか1つ以上の部を最小化する揺動条件を逆計算して加工条件取得部20に反映する場合には、加工状態算出部のうちいずれか1つ以上を選択する。今回は、最大加速度を選択し、カーソルを合わせる。そして、最小値設定ボタンを押すと、図9に示すように、切屑細断がおきる範囲で、最大加速度が最小化される揺動条件が設定される。すなわち、最大加速度と共に、K、I、周波数、振幅、最大速度の値が変更されている。揺動条件が変更されたため、加工状態の各部の値も更新され、切屑長さ、平均Raの値が更新されている。

[0031] 次に、本開示の工作機械の計算装置を用いた実施例について、図8のフロー図によって説明する。まず、最初に、加工条件取得部が加工ブロック選択部から、加工条件及び揺動条件を取得する（ステップS1）。これは、ユーザが、加工プログラムから1つのブロックを選択し、結果の生じる行を選択することによって行われる。

[0032] そして、次に、その選択されたブロックから加工条件及び揺動条件に関連

する各パラメータが抽出され、加工状態算出部に送出される。すなわち、加工状態算出部は、取得された加工条件及び揺動条件からそのときの状態結果を算出する（ステップS2）。その結果は、次のステップ3に送られる。

[0033] ステップ3では、ステップ2において算出された状態結果から、加工条件取得部で取得した加工条件及び揺動条件が適切であるか否かが判定される（ステップS3）。ステップ3の結果がYESである場合、すなわち、加工条件及び揺動条件が適切であると判定された場合には、ステップ5へ移行する。ステップ3の結果がNOである場合、すなわち、加工条件及び揺動条件が適切でないと判定された場合には、ステップ4を介してステップ2へ戻る。

[0034] ステップ4では、加工条件取得部は、入力部から加工条件及び揺動条件を取得する。これは、ユーザが、表示部の加工条件及び揺動条件に関連するパラメータの入力部に数値を入力するものである。そして、ステップ2へ移行し、再度、加工状態算出部は、取得された加工条件及び揺動条件からそのときの状態結果を算出し、その算出結果は次のステップ3へ送られる。ステップ3において、結果がYESとなるまで、すなわち、加工条件及び揺動条件が適切であると判定されるまで、ステップ2、ステップ3、ステップ4のループが繰り返されることになる。

[0035] ステップ5では、取得した加工条件及び揺動条件を加工プログラムに挿入して加工プログラムの再編集が行われ（ステップ5）、それによって、加工条件反映部は、取得した加工条件及び揺動条件を加工プログラムに反映する（ステップ6）。すなわち、それによって、ユーザは、再度、加工条件及び揺動条件が適切であるか否かの判定結果をすることができ、このフローは終了する。

[0036] 以上に述べてきたように、本開示の工作機械の計算装置においては、加工条件及び揺動条件に関連するパラメータの入力が容易であり、また、加工プログラムと、加工条件及び揺動条件に関連するパラメータや加工結果（状態）が、1つの画面で表示されていることから、ユーザは最適な加工条件及び揺動条件を選択するために、試行錯誤を繰り返すことなく、容易に設定でき

るようにすることができるという顕著な作用効果を奏するものである。

[0037] 以上、本発明の実施に関して、実施態様について説明したが、本発明はこうした実施態様に何ら限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内において、種々なる態様で実施できるものであることは勿論である。

符号の説明

- [0038] 1 計算装置
- 1 1 入力部
 - 1 2 加工ブロック選択部
 - 2 0 加工条件取得部
 - 3 0 加工状態算出部
 - 3 1 切屑細断判定部
 - 3 2 切屑長さ算出部
 - 3 3 表面粗さ算出部
 - 3 4 揺動周波数算出部
 - 3 5 揺動振幅算出部
 - 3 6 最大速度算出部
 - 3 7 最大加速度算出部
 - 4 0 加工条件反映部
 - 5 0 表示部

請求の範囲

- [請求項1] 加工プログラムに基づいて、切削工具とワークを相対的に揺動させながら加工する工作機械の計算装置において、
- 加工条件及び揺動条件を取得する加工条件取得部と、
- 前記加工条件取得部で取得した加工条件及び揺動条件から加工状態を算出する加工状態算出部と、
- 前記加工条件取得部で取得した加工条件及び揺動条件、並びに、前記加工状態算出部で算出した加工状態を表示する表示部と、
- 前記加工条件取得部で取得した加工条件及び揺動条件を前記加工プログラムに反映させる加工条件反映部と、
- を備える計算装置。
- [請求項2] 前記加工状態算出部は、
- 加工状態を決定した後に、決定した加工状態から加工条件を逆算出し、前記加工条件取得部に反映する機能を備える請求項1に記載の計算装置。
- [請求項3] 前記計算装置は、
- ユーザが加工条件及び揺動条件を入力することができる入力部と、
- 前記加工プログラムから、前記加工条件反映部で加工条件及び揺動条件を反映させるブロックが選択される加工ブロック選択部と、
- を備え、
- 前記加工条件取得部は、前記入力部又は前記加工ブロック選択部から、加工条件及び揺動条件を取得する、請求項1又は2に記載の計算装置。
- [請求項4] 前記加工ブロック選択部で選択されるブロックは、前記加工プログラムからユーザが選択したブロック、又は、前記ユーザが選択したブロックに関する加工条件及び揺動条件を決定するブロックである、請求項3に記載の計算装置。
- [請求項5] 前記加工状態算出部は、

切屑細断の可否を判定する切屑細断判定部と、
前記ワークの切屑の長さを算出する切屑長さ算出部と、
前記ワークの表面粗さを算出する表面粗さ算出部と、
前記切削工具と前記ワークの相対的な揺動における揺動周波数を算出する揺動周波数算出部と、
前記切削工具と前記ワークの相対的な揺動における揺動振幅を算出する揺動振幅算出部と、
前記切削工具と前記ワークの相対的な揺動における最大速度を算出する最大速度算出部と、
前記切削工具と前記ワークの相対的な揺動における最大加速度を算出する最大加速度算出部と、
のうちのいずれか1つ以上を備える請求項1～4のいずれかに記載の計算装置。

- [請求項6] 前記加工条件取得部から前記加工状態算出部の前記切屑細断判定部に、揺動周波数を一意に求められる情報、及び、揺動振幅を一意に求められる情報を含む情報が送出される請求項5に記載の計算装置。
- [請求項7] 前記加工条件取得部から前記加工状態算出部の前記切屑長さ算出部に、揺動周波数を一意に求められる情報、及び、ワーク径を含む情報が送出される請求項5に記載の計算装置。
- [請求項8] 前記加工条件取得部から前記加工状態算出部の前記表面粗さ算出部に、揺動周波数を一意に求められる情報、揺動振幅を一意に求められる情報、工具の送り速度、及び、刃先Rを含む情報が送出される請求項5に記載の計算装置。
- [請求項9] 前記加工条件取得部から前記加工状態算出部の前記揺動周波数算出部に、揺動周波数を一意に求められる情報を含む情報が送出される請求項5に記載の計算装置。
- [請求項10] 前記加工条件取得部から前記加工状態算出部の前記揺動振幅算出部に、揺動振幅を一意に求められる情報を含む情報が送出される請求項

5に記載の計算装置。

[請求項11] 前記加工条件取得部から前記加工状態算出部の前記最大速度算出部に、揺動周波数を一意に求められる情報、揺動振幅を一意に求められる情報、及び、工具の送り速度を含む情報が送出される請求項5に記載の計算装置。

[請求項12] 前記加工条件取得部から前記加工状態算出部の前記最大加速度算出部に、揺動周波数を一意に求められる情報、揺動振幅を一意に求められる情報、及び、工具の送り速度を含む情報が送出される請求項5に記載の計算装置。

[請求項13] 前記加工条件取得部から前記表示部に、揺動周波数を一意に求められる情報、及び、揺動振幅を一意に求められる情報を含む情報が送出され

前記表示部において、振動動作をグラフィカルに表示する、請求項1～12のいずれかに記載の計算装置。

[請求項14] コンピュータに、加工プログラムに基づいて切削工具とワークを相対的に揺動させながら加工する工作機械における計算を実行させる計算プログラムであって、

前記コンピュータに

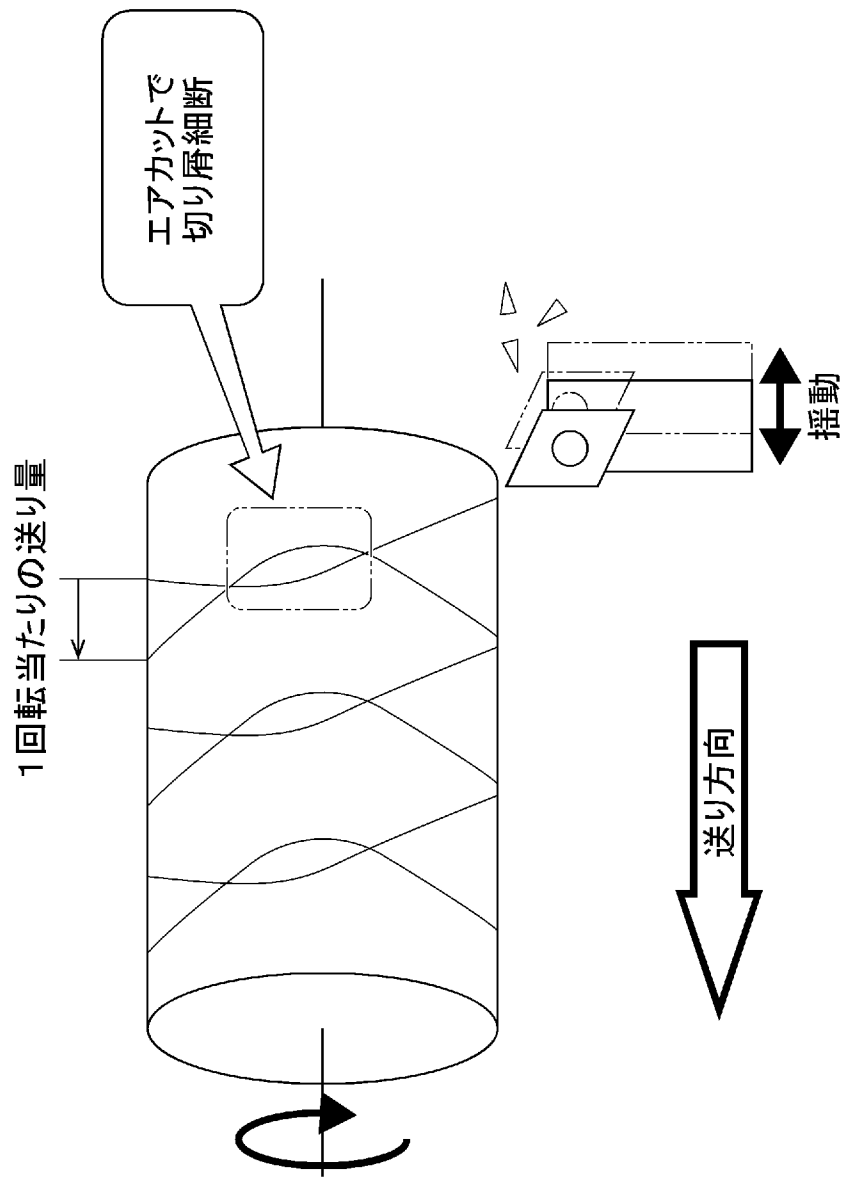
加工条件及び揺動条件を取得する加工条件取得ステップと、

前記加工条件取得ステップで取得した加工条件及び揺動条件から加工状態を算出する加工状態算出ステップと、

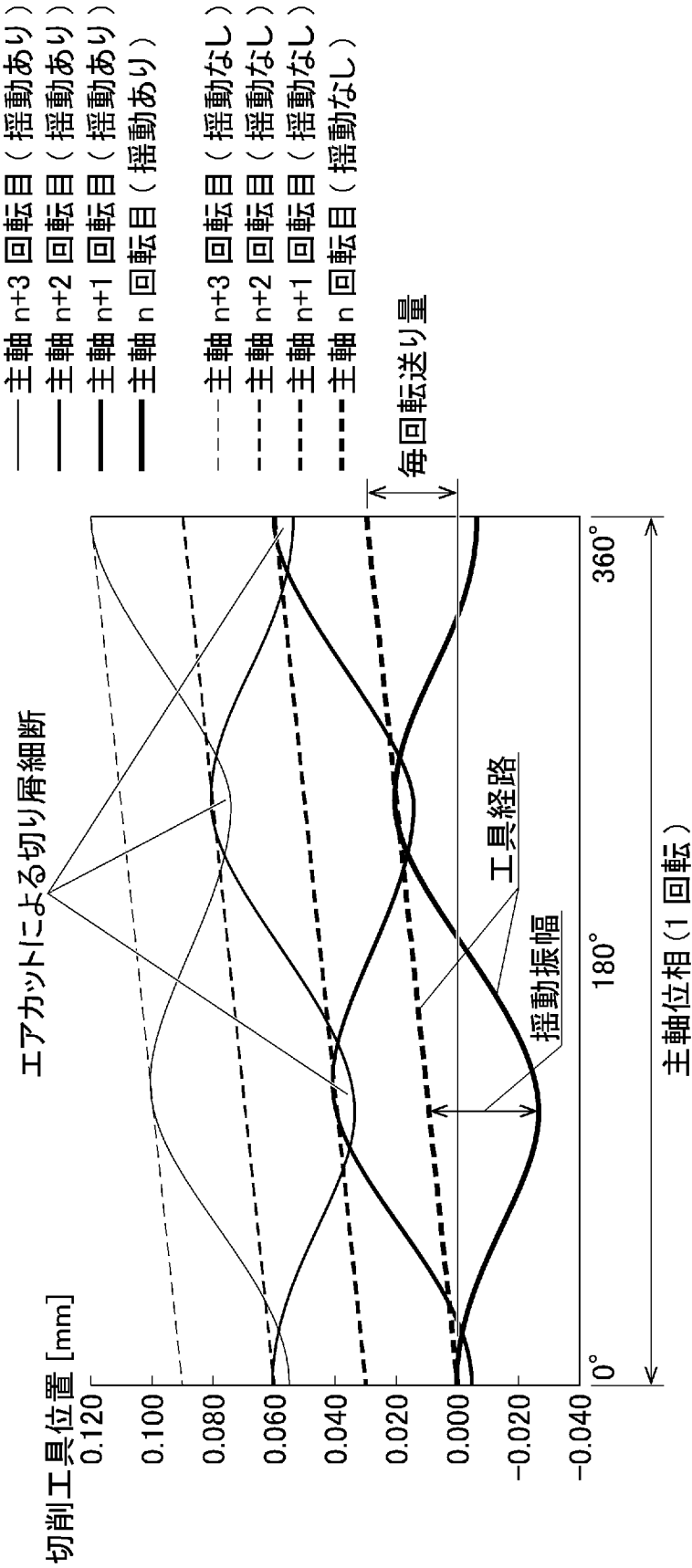
前記加工条件取得ステップで取得した加工条件及び揺動条件、並びに、前記加工状態算出ステップで算出した加工状態を表示する表示ステップと、

前記加工条件取得ステップで取得した加工条件及び揺動条件を、前記加工プログラムに反映させる加工条件反映ステップと、
を実行させる計算プログラム。

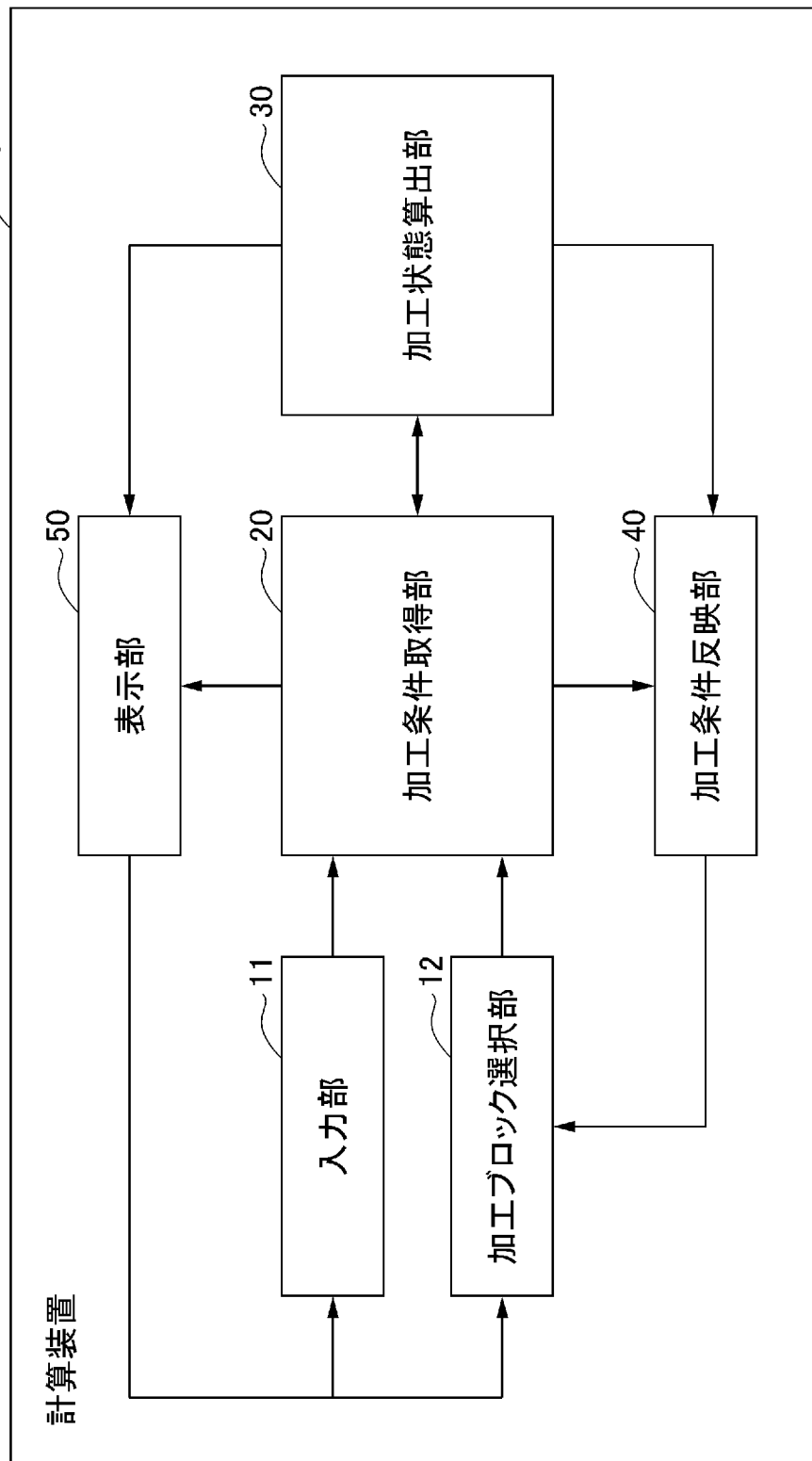
[図1]



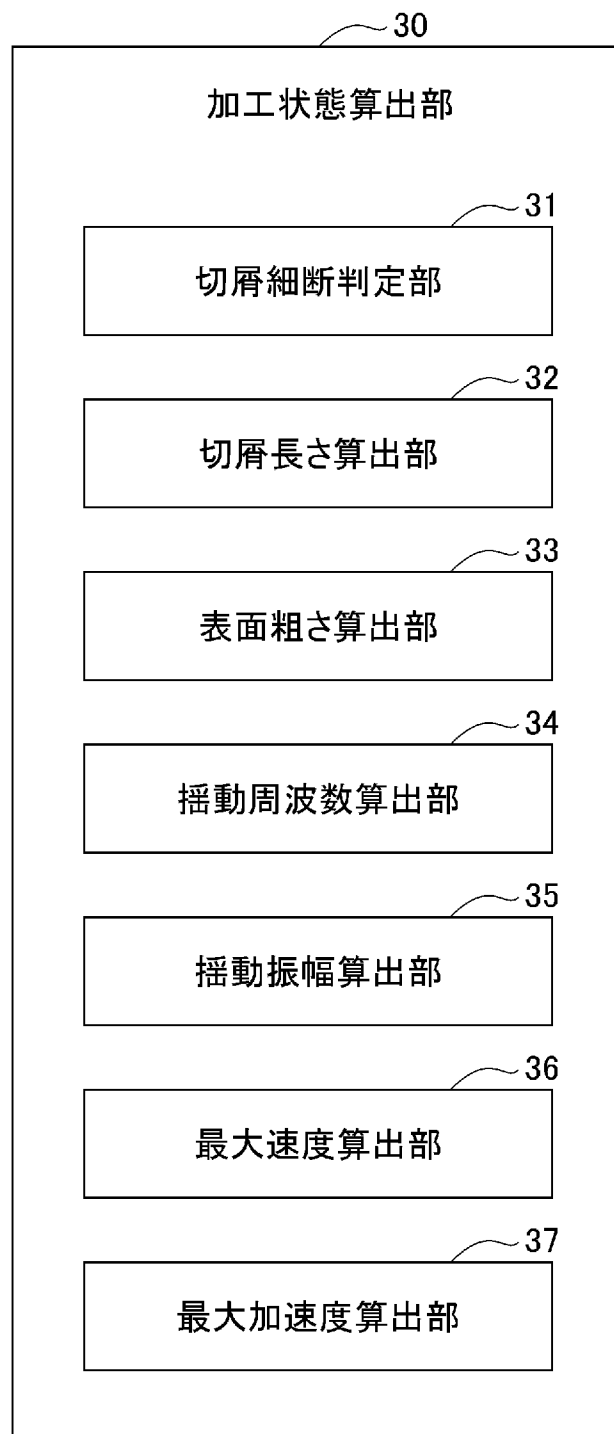
[図2]



[図3]



[図4]



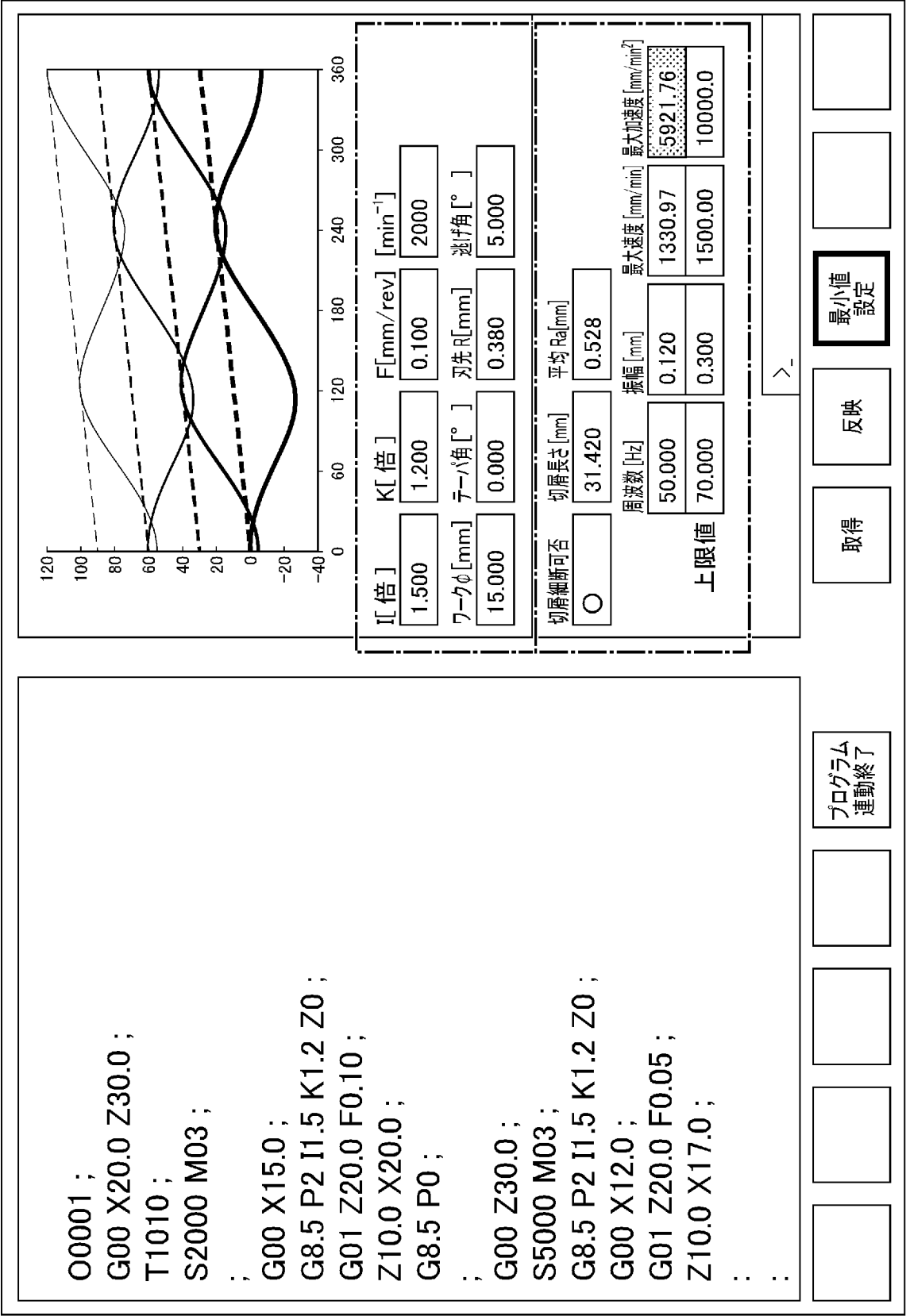
[図5]

加工状態算出部の各部で用いる加工条件の各パラメータ

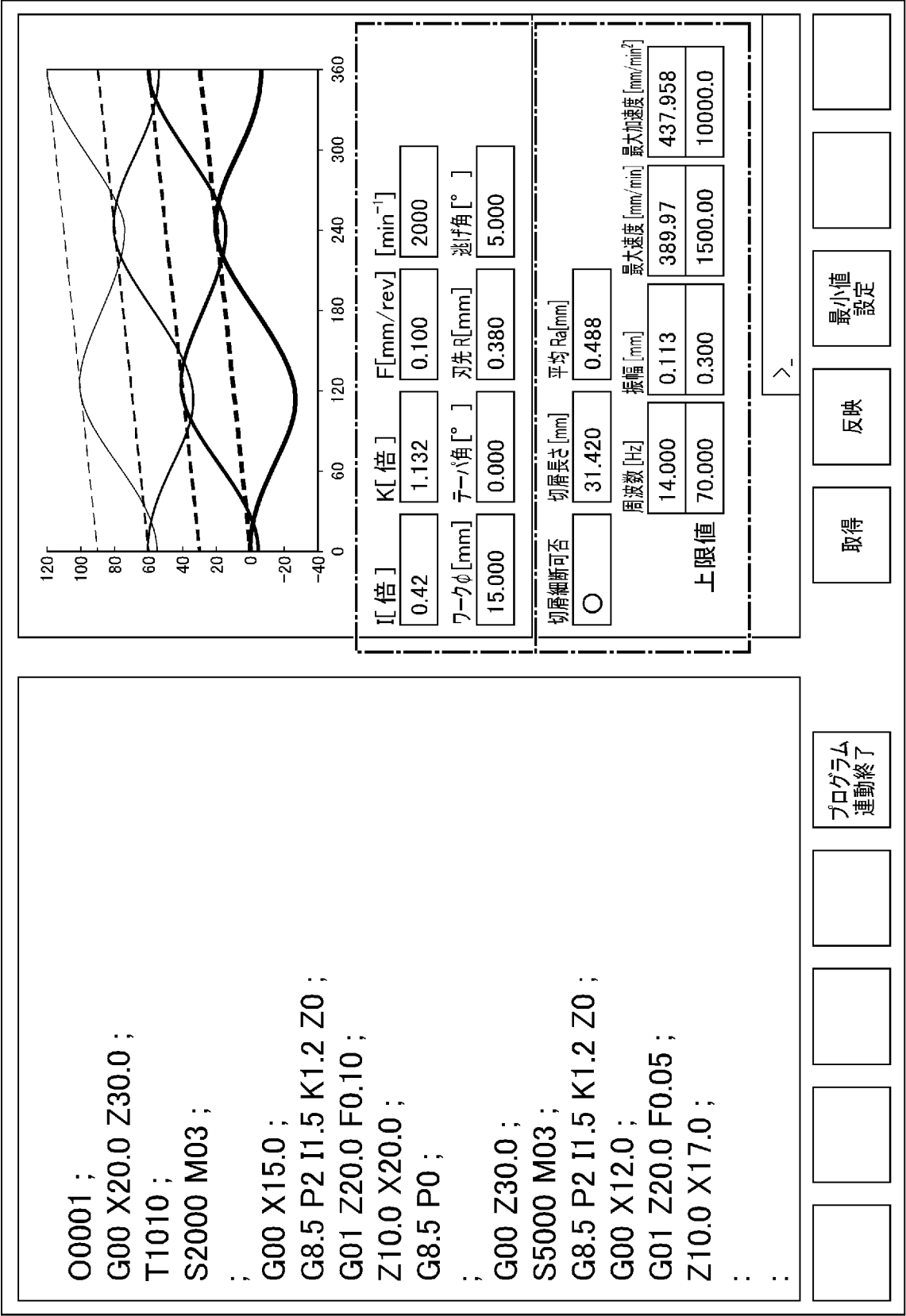
加工状態 算出部の 各部	各パラメータ	揺動 周波数倍率I	揺動 振幅倍率K	主軸 回転数S	毎回転 送り量F	刃先R	ワーク径
切屑断判定部31		○	○				
切屑長さ算出部32		○					○
表面粗さ算出部33		○	○		○	○	
揺動周波数算出部34		○		○			
揺動振幅算出部35			○		○		
最大速度算出部36		○	○	○	○		
最大加速度算出部37		○	○	○	○		



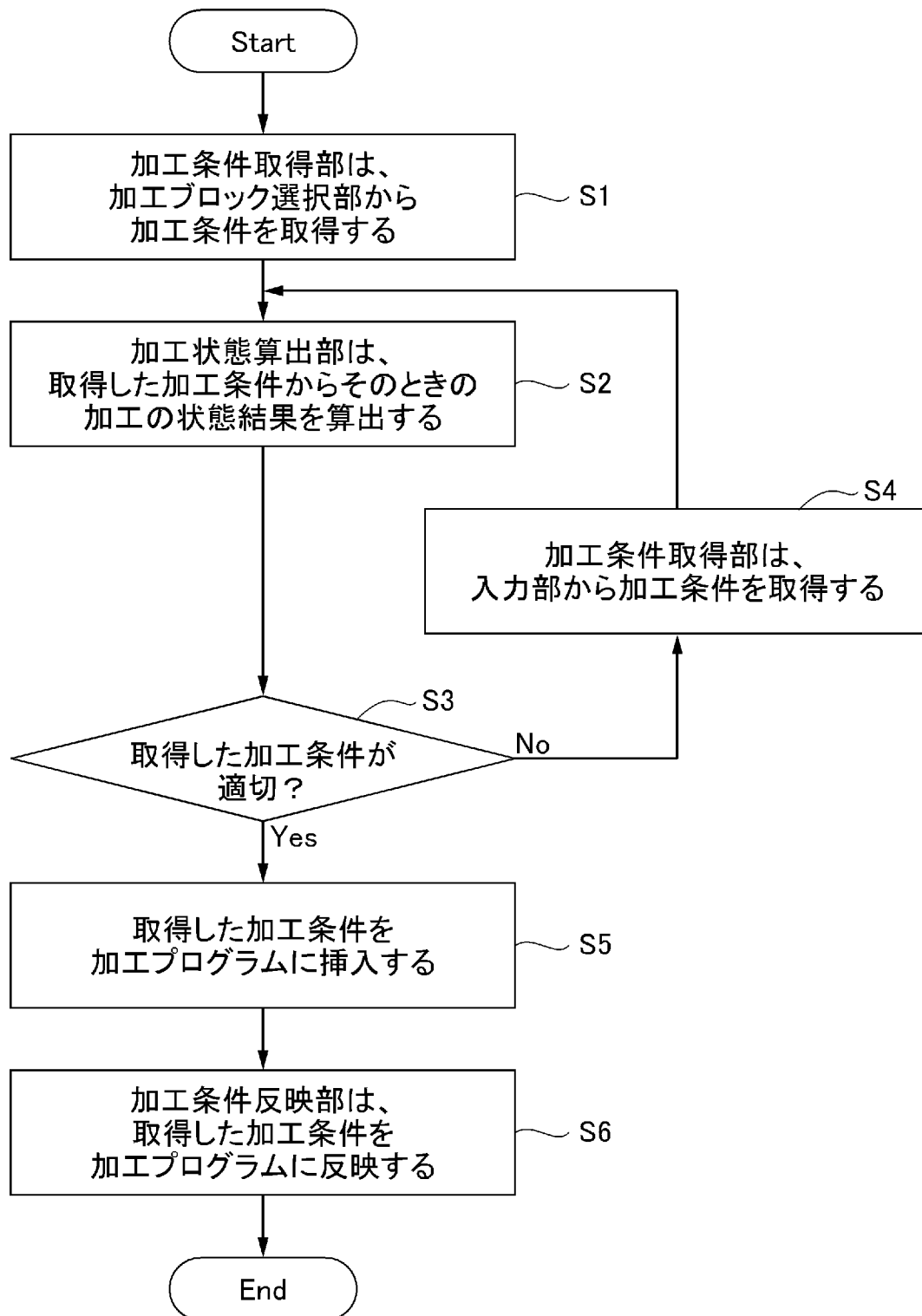
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/007183

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G05B 19/4069 (2006.01)i; G05B 19/4093 (2006.01)i; B23Q 15/00 (2006.01)i FI: G05B19/4069; B23Q15/00 301H; G05B19/4093 M 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) G05B19/4069; G05B19/4093; B23Q15/00 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 1971-2022 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 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>JP 7-227720 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 29 August 1995 (1995-08-29) paragraphs [0007]-[0019]</td> <td>1-2, 5, 14</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>3-4, 6-12</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 6546707 B2 (CITIZEN WATCH CO., LTD.) 17 July 2019 (2019-07-17) claims</td> <td>13</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	JP 7-227720 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 29 August 1995 (1995-08-29) paragraphs [0007]-[0019]	1-2, 5, 14	Y		13	A		3-4, 6-12	Y	JP 6546707 B2 (CITIZEN WATCH CO., LTD.) 17 July 2019 (2019-07-17) claims	13
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.															
X	JP 7-227720 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 29 August 1995 (1995-08-29) paragraphs [0007]-[0019]	1-2, 5, 14															
Y		13															
A		3-4, 6-12															
Y	JP 6546707 B2 (CITIZEN WATCH CO., LTD.) 17 July 2019 (2019-07-17) claims	13															
☐ 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 19 April 2022		Date of mailing of the international search report 10 May 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/JP2022/007183

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	7-227720	A	29 August 1995	(Family: none)	
JP	6546707	B2	17 July 2019	US 2020/0094327 A1 claims	
				WO 2018/117203 A1	
				EP 3561620 A1	
				CN 110088698 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G05B 19/4069(2006.01)i; G05B 19/4093(2006.01)i; B23Q 15/00(2006.01)i FI: G05B19/4069; B23Q15/00 301H; G05B19/4093 M														
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）） G05B19/4069; G05B19/4093; B23Q15/00														
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														
<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 7-227720 A（トヨタ自動車株式会社）29.08.1995（1995 - 08 - 29） [0007] - [0019]	1-2, 5, 14												
Y		13												
A		3-4, 6-12												
Y	JP 6546707 B2（シチズン時計株式会社）17.07.2019（2019 - 07 - 17） 特許請求の範囲	13												
☐ 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、一般的技術水準を示すもの</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、一般的技術水準を示すもの	“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、一般的技術水準を示すもの	“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 19.04.2022	国際調査報告の発送日 10.05.2022													
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） 杉山 悟史 3C 3322 電話番号 03-3581-1101 内線 3364													

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/JP2022/007183

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	7-227720	A	29.08.1995	(ファミリーなし)	
JP	6546707	B2	17.07.2019	US 2020/0094327 A1	
				特許請求の範囲	
				WO 2018/117203 A1	
				EP 3561620 A1	
				CN 110088698 A	