

(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
2019年9月12日(12.09.2019)

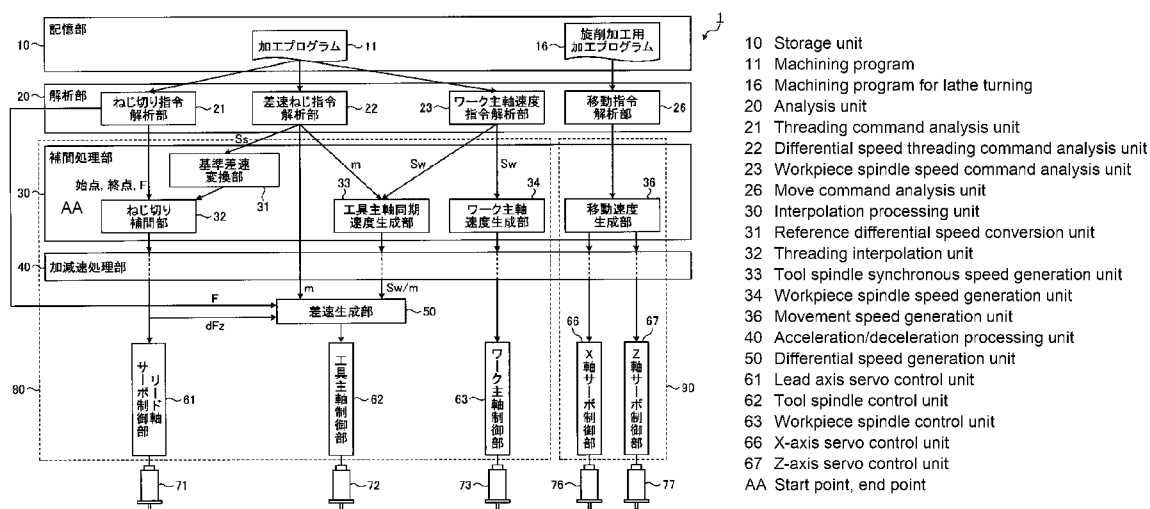


(10) 国際公開番号
WO 2019/171444 A1

- (51) 国際特許分類:
G05B 19/18 (2006.01) B23G 1/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/008430
- (22) 国際出願日: 2018年3月5日(05.03.2018)
- (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:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者:熊沢 毅 (KUMAZAWA, Tsuyoshi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 中島 和哉
- (74) 代理人:高村 順(TAKAMURA, Jun); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 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, 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, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: NUMERICAL CONTROL APPARATUS AND MACHINING METHOD

(54) 発明の名称: 数値制御装置および加工方法



(57) Abstract: A numerical control apparatus (1) is provided with a thread whirling process motor control unit (80) that controls a motor (71) which moves a thread whirling tool, a motor (72) which rotates the thread whirling tool, and a motor (73) which rotates a workpiece, on the basis of a thread lead which represents the distance traveled by the thread whirling tool per one revolution of the workpiece, a reference differential speed which represents the difference between a predetermined reference rotational speed of the thread whirling tool and the rotational speed of the workpiece, a tool blade count which represents the number of blades of the thread whirling tool, and a workpiece spindle speed which represents the rotational speed of the workpiece. The thread whirling process motor control unit (80) controls the motor (71) on the basis of the thread lead and the reference differential speed, controls the motor (72) on the basis of the thread lead, the reference differential speed, the tool blade count, and the workpiece spindle speed, and controls the motor (73) on the

WO 2019/171444 A1

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,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, 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))

basis of the workpiece spindle speed.

(57) 要約：数値制御装置（1）は、ワーク1回転あたりのスレッドワーリング工具の移動量を表すねじリードと、予め定められたスレッドワーリング工具の基準回転速度とワークの回転速度との差を表す基準差速と、スレッドワーリング工具が有する刃の数を表す工具刃数と、ワークの回転速度を表すワーク主軸速度と、に基づいて、スレッドワーリング工具を移動させるモータ（71）、スレッドワーリング工具を回転させるモータ（72）およびワークを回転させるモータ（73）を制御するスレッドワーリング加工用モータ制御部（80）を備え、スレッドワーリング加工用モータ制御部（80）は、ねじリードおよび基準差速に基づいて、モータ（71）を制御し、ねじリード、基準差速、工具刃数およびワーク主軸速度に基づいて、モータ（72）を制御し、ワーク主軸速度に基づいてモータ（73）を制御する。

明 細 書

発明の名称： 数値制御装置および加工方法

技術分野

[0001] 本発明は、ねじ切り加工を行う数値制御装置および加工方法に関する。

背景技術

[0002] 一般的なねじ切り加工では、1回の切り込みで所望のねじ溝まで切り込みを深くすることが難しいため、被加工物であるワークに対して複数回の切り込みを繰り返し行うことで所望の形状のねじを生成する。

[0003] また、1回の加工でねじ溝が所望の深さとなるまで切り込むことが可能な加工方法として、スレッドワーリング加工と呼ばれる加工方法が知られている。スレッドワーリング加工では、回転させた状態のワークに対して、複数の刃を備えたスレッドワーリング工具を、ワークの回転速度とは異なる速度で回転させながら接触させることで加工を行う。このような加工方法は、例えば特許文献1に記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2015-43126号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] スレッドワーリング加工を使用する場合、ねじの溝を生成する工程を短縮することができる。一方、ねじを生成する加工には、溝を生成する工程に加えて、ねじの外形を所望の形に加工する工程も存在する。ねじの外形を成形する加工は、旋削加工により行われる。スレッドワーリング加工と旋削加工とを同時に行うことにより、溝を生成しつつ外形を形成することができ、加工時間を短縮して効率化が図れる。

[0006] ここで、スレッドワーリング加工は、ワークの回転速度とスレッドワーリング工具の回転速度の差を一定に保ちながら、ワークの回転速度に同期させ

た速度でスレッドワーリング工具をねじリード方向に移動させている。ここでの同期とは、ワークの回転速度によりスレッドワーリング工具の移動速度が決まることを意味し、ワークの回転速度が変化するとスレッドワーリング工具の移動速度も変化する。また、旋削加工を行う場合、ワークの大きさ、形状および材質といった条件、加工に用いる工具の仕様などから決まる回転速度でワークを回転させる必要がある。

[0007] そのため、スレッドワーリング加工中に旋削加工を行えるよう、旋削加工が可能となるまでワークの回転速度を大きくすると、スレッドワーリング工具の回転速度および移動速度も大きくなる。しかし、スレッドワーリング工具の移動速度が大きくなると、精度の良いねじ溝加工が出来ない。逆に、精度の良いねじ溝加工ができるよう、スレッドワーリング工具の移動速度を下げた場合、ワークの回転速度も下がり、旋削加工が可能な回転速度を下回る可能性がある。すなわち、これまでは、スレッドワーリング加工中に旋削加工を実施することが難しく、ねじを生成する加工を効率的に行うことができなかった。

[0008] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、ねじを生成する加工の効率化を実現可能な数値制御装置を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかる数値制御装置は、ワーク1回転あたりのスレッドワーリング工具の移動量を表すねじリードと、予め定められたスレッドワーリング工具の基準回転速度とワークの回転速度との差を表す基準差速と、スレッドワーリング工具が有する刃の数を表す工具刃数と、ワークの回転速度を表すワーク主軸速度と、に基づいて、スレッドワーリング工具を移動させるモータ、スレッドワーリング工具を回転させるモータ、およびワークを回転させるモータを制御するスレッドワーリング加工用モータ制御部を備える。スレッドワーリング加工用モータ制御部は、ねじリードおよび基準差速に基づいて、スレッドワーリング工具を回転させるモータを制御し、ねじリード、基準差速、工具刃数およびワー

ク主軸速度に基づいて、スレッドワーリング工具を回転させるモータを制御し、ワーク主軸速度に基づいてワークを回転させるモータを制御する。

発明の効果

[0010] 本発明にかかる数値制御装置は、ねじを生成する加工の効率化を実現できる、という効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]スレッドワーリング加工によりワークを加工してねじの溝を生成する動作の概要を示す図

[図2]スレッドワーリング工具の一例を示す図

[図3]本実施の形態にかかる数値制御装置が実現する加工方法の模式図

[図4]本実施の形態にかかる数値制御装置の構成例を示す図

[図5]本実施の形態にかかる数値制御装置の動作の一例を示すフローチャート

[図6]本実施の形態にかかる数値制御装置が行うスレッドワーリング加工における、ワークの回転数と、スレッドワーリング工具の回転数および移動速度との関係の一例を示す図

[図7]本実施の形態にかかる数値制御装置を実現するハードウェアの構成例を示す図

発明を実施するための形態

[0012] 以下に、本発明の実施の形態にかかる数値制御装置および加工方法を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

[0013] 実施の形態.

まず、本実施の形態にかかる数値制御装置を適用することにより実現される加工方法について説明する。

[0014] 図1は、スレッドワーリング加工によりワークを加工してねじの溝を生成する動作の概要を示す図である。図1に示したように、スレッドワーリング加工によるねじの溝の生成では、回転しているワーク200に対して、スレッドワーリング工具201を傾けつつ回転させながら、矢印で示した方向に

移動させる。これにより、スレッドワーリング工具201が有する刃がワーク200に接してワーク200が切削され、溝が生成される。スレッドワーリング工具201は、例えば、図2に示した構成である。図2は、スレッドワーリング工具の一例を示す図である。図2に示したスレッドワーリング工具201は、円環状の工具本体の内径側に3つの刃を備えた構成である。3つの刃は、等間隔に配置されている。スレッドワーリング工具が複数の刃を備える構成の場合、各刃は等間隔に配置される。

[0015] 図3は、本実施の形態にかかる数値制御装置が実現する加工方法の模式図である。本実施の形態にかかる数値制御装置は、図3に示したように、ワーク200aに対して、スレッドワーリング工具201を用いたスレッドワーリング加工を行い、これと同時に、旋削工具202を用いた旋削加工を行う。なお、スレッドワーリング工具201が加工を実施する範囲と旋削工具202が加工を実施する範囲は干渉しない。ワーク200aの回転軸は、図示したZ軸と平行である。スレッドワーリング工具201の回転軸は、Z軸に対して傾きを有する。スレッドワーリング工具201は、回転しながら、図示した矢印の方向へZ軸上を移動することで、回転しているワークを加工する。旋削工具202は、図示した矢印の方向へ、Z軸と、Z軸に直交しているX軸とで定義される平面上を移動することで、回転しているワークを加工する。

[0016] 以下、本実施の形態にかかる数値制御装置について説明する。上述したように、本実施の形態にかかる数値制御装置は、図3に示したスレッドワーリング工具201および旋削工具202を制御してワーク200aをねじ切り加工する。

[0017] 図4は、本実施の形態にかかる数値制御装置の構成例を示す図である。図4に示したように、本実施の形態にかかる数値制御装置1は、記憶部10と、解析部20と、補間処理部30と、加減速処理部40と、差速生成部50と、リード軸サーボ制御部61と、工具主軸制御部62と、ワーク主軸制御部63と、X軸サーボ制御部66と、Z軸サーボ制御部67と、を備える。

モータ 71～73、76 および 77 は、数値制御装置 1 の制御対象の加工装置が備えているモータである。数値制御装置 1 が制御する加工装置は、モータ 71～73、76 および 77 に加えて、図 3 に示したスレッドワーリング工具 201 および旋削工具 202 と同様のスレッドワーリング工具および旋削工具を備える。

[0018] 数値制御装置 1 の解析部 20 は、ねじ切り指令解析部 21、差速ねじ指令解析部 22、ワーク主軸速度指令解析部 23 および移動指令解析部 26 を備える。補間処理部 30 は、基準差速変換部 31、ねじ切り補間部 32、工具主軸同期速度生成部 33、ワーク主軸速度生成部 34 および移動速度生成部 36 を備える。また、記憶部 10 は、加工プログラム 11 および旋削加工用加工プログラム 16 を保持している。加工プログラム 11 および旋削加工用加工プログラム 16 は、数値制御装置 1 を動作させるための数値制御 (NC : Numerical Control) プログラムである。加工プログラム 11 は、数値制御装置 1 にスレッドワーリング加工を実行させるためのプログラムであり、旋削加工用加工プログラム 16 は、数値制御装置 1 に旋削加工を実行させるためのプログラムである。なお、本実施の形態では、数値制御装置 1 を動作させるための数値制御プログラムを加工プログラム 11 と旋削加工用加工プログラム 16 とに分けることとしたが、これらの 2 つの加工プログラムのそれぞれに記述されている各ブロックを 1 つの加工プログラムにまとめ、1 つの加工プログラムで数値制御装置 1 を動作させるようにしてもよい。

[0019] 数値制御装置 1 の構成要素のうち、ねじ切り指令解析部 21、差速ねじ指令解析部 22、ワーク主軸速度指令解析部 23、基準差速変換部 31、ねじ切り補間部 32、工具主軸同期速度生成部 33、ワーク主軸速度生成部 34、差速生成部 50、リード軸サーボ制御部 61、工具主軸制御部 62 およびワーク主軸制御部 63 は、図示を省略した加工装置にスレッドワーリング加工を行わせるための構成要素である。基準差速変換部 31、ねじ切り補間部 32、工具主軸同期速度生成部 33、ワーク主軸速度生成部 34、差速生成部 50、リード軸サーボ制御部 61、工具主軸制御部 62 およびワーク主軸

制御部 63 は、スレッドワーリング加工用モータ制御部 80 を構成する。また、移動指令解析部 26、移動速度生成部 36、X 軸サーボ制御部 66 および Z 軸サーボ制御部 67 は、図示を省略した加工装置に旋削加工を行わせるための構成要素である。移動速度生成部 36、X 軸サーボ制御部 66 および Z 軸サーボ制御部 67 は、旋削加工用モータ制御部 90 を構成する。

[0020] 数値制御装置 1 にスレッドワーリング加工を実行させるための加工プログラム 11 は、ねじ切り指令、差速ねじ指令およびワーク主軸速度指令といった各種指令を表すブロックを複数含んで構成される。

[0021] ねじ切り指令は、始点および終点と、ねじリード F とを含む。「始点」は、ねじ切り加工の開始点すなわちスレッドワーリング工具での切削を開始する位置を表す指令値である。「終点」は、ねじ切り加工の終了点すなわちスレッドワーリング工具での切削を終了する位置を表す指令値である。「ねじリード F」は、ワーク 1 回転あたりのスレッドワーリング工具の移動量を表す指令値、すなわち、ワークが 1 回転する間にスレッドワーリング工具をどれだけ移動させるのかを表す指令値である。

[0022] 差速ねじ指令は、基準差速 S_s および工具刃数 m を含む。「基準差速 S_s 」は、ユーザにより予め定められた基準回転速度とワークの回転速度との差を表す指令値である。基準回転速度は、1 刃のスレッドワーリング工具を使用してねじ切り加工を行う場合のスレッドワーリング工具の回転速度である。ねじ切り加工を行う場合のスレッドワーリング工具の回転速度は、スレッドワーリング工具が備える刃の数により決まる。具体的には、刃の数が異なるスレッドワーリング工具を使用して加工を行う場合でも、各スレッドワーリング工具の刃がワークに接触して切削を行う周期が同じとなるよう、各スレッドワーリング工具の回転速度が決まる。「工具刃数 m 」は、スレッドワーリング工具が有する刃の数を表すパラメータである。

[0023] ワーク主軸速度指令は、ワーク主軸速度 S_w を含む。「ワーク主軸速度 S_w 」は、ワーク主軸の回転速度、すなわちワークの回転速度を表す指令値である。

- [0024] 数値制御装置 1 に旋削加工を実行させるための旋削加工用加工プログラム 16 は、移動指令を含む各種指令を表すブロックを複数含んで構成される。移動指令は、旋削工具の位置を指令するものであり、旋削工具の予め定められた 1 点または旋削工具を移動させる可動部の予め定められた 1 点がとるべき Z 軸上の位置および X 軸上の位置を表す座標である位置指令値を含む。
- [0025] ねじ切り指令解析部 21 は、加工プログラム 11 に含まれるねじ切り指令を対象として解析を行い、始点、終点およびねじリード F を読み出してねじ切り補間部 32 へ出力する。また、ねじ切り指令解析部 21 は、ねじリード F を差速生成部 50 へ出力する。
- [0026] 差速ねじ指令解析部 22 は、加工プログラム 11 に含まれる差速ねじ指令を対象として解析を行い、基準差速 S_s を読み出して基準差速変換部 31 へ出力するとともに、工具刃数 m を読み出して工具主軸同期速度生成部 33 および差速生成部 50 へ出力する。
- [0027] ワーク主軸速度指令解析部 23 は、加工プログラム 11 に含まれるワーク主軸速度指令を対象として解析を行い、ワーク主軸速度 S_w を読み出して工具主軸同期速度生成部 33 およびワーク主軸速度生成部 34 へ出力する。
- [0028] 移動指令解析部 26 は、旋削加工用加工プログラム 16 を対象として解析を行い、位置指令値を読み出して移動速度生成部 36 へ出力する。
- [0029] 基準差速変換部 31 は、差速ねじ指令解析部 22 から入力される基準差速 S_s に基づいて回転パルスを算出する。回転パルスは、単位時間あたりの回転数である。よって、基準差速変換部 31 は、回転速度である基準差速 S_s を単位時間あたりの回転数に変換する。例えば、単位時間が 10ms 、基準差速 S_s が 3000r/min 、1 回転当たりの回転パルス数が 2000 パルスである場合、単位時間あたりの回転パルス $= 3000 \times 2000 / 60 / 100 = 1000$ となる。
- [0030] ねじ切り補間部 32 は、ねじ切り指令解析部 21 から入力されるねじリード F と、基準差速変換部 31 で算出された、基準差速 S_s に対応する回転パルスとに基づいて、スレッドワーリング工具の単位時間あたりのリード方向

移動量 dF_z を算出する。ねじリード F に回転パルスを掛け合わせることでリード方向移動量 dF_z が求まる。従来のスレッドワーリング加工を行う数値制御装置では、ワークを回転させる主軸モータに取り付けられたエンコーダが検出した主軸モータの回転数を使用して、スレッドワーリング工具の単位時間あたりの移動量を求めていた。そのため、ねじ切り加工が可能な程度にスレッドワーリング工具の移動速度を低くしようとした場合はワークの回転速度も低くなってしまい、旋削加工が可能な回転速度を維持できなくなる可能性がある。これに対して、本実施の形態にかかる数値制御装置 1 では、差速ねじ指令で与えられる基準差速 S_s でスレッドワーリング工具の移動速度が決まる。そのため、数値制御装置 1 は、ワークの回転速度が低下するのを防止しつつ、スレッドワーリング工具の移動速度を低くすることが可能である。また、ねじ切り補間部 3 2 は、算出した移動量 dF_z に基づいてスレッドワーリング工具を移動させるモータ 7 1 の回転速度を算出し、算出した回転速度を示す制御信号をリード軸サーボ制御部 6 1 へ出力する。このとき、ねじ切り補間部 3 2 は、算出した回転速度を示す制御信号を、ねじ切り指令解析部 2 1 から入力される始点および終点に基づいて決まる時間にわたって出力する。すなわち、ねじ切り補間部 3 2 は、ねじ切り指令解析部 2 1 から入力される始点から終点までスレッドワーリング工具が移動するよう、上記の算出した回転速度を示す制御信号を出力する。

[0031] 工具主軸同期速度生成部 3 3 は、差速ねじ指令解析部 2 2 から入力される工具刃数 m と、ワーク主軸速度指令解析部 2 3 から入力されるワーク主軸速度 S_w とに基づいて、スレッドワーリング工具の基本回転速度を算出し、単位時間あたりのスレッドワーリング工具の基本回転量 dS_t を出力する。具体的には、工具主軸同期速度生成部 3 3 は、ワーク主軸速度 S_w を工具刃数 m で除算することで基本回転速度を求める。すなわち、 $dS_t = dS_w / m$ である。

[0032] ワーク主軸速度生成部 3 4 は、ワーク主軸速度指令解析部 2 3 から入力されるワーク主軸速度 S_w に基づいて、ワークを回転させるモータ 7 3 の回転

速度である単位時間あたりのワーク主軸の回転量 $d S w$ を算出する。

- [0033] 移動速度生成部 36 は、移動指令解析部 26 から入力される位置指令値に基づいて、旋削工具の X 軸方向および Z 軸方向それぞれについての単位時間あたりの移動量を算出する。
- [0034] 加減速処理部 40 は、ねじ切り補間部 32、工具主軸同期速度生成部 33、ワーク主軸速度生成部 34 および移動速度生成部 36 のそれぞれから入力される、対応する各モータの回転速度または工具の移動速度を調整して出力し、各モータが予め定められている運転パターンで加速および減速するようにする。
- [0035] 差速生成部 50 は、ねじ切り指令解析部 21 から入力されるねじリード F と、加減速処理部 40 で値が調整された後のスレッドワーリング工具の単位時間あたりのリード方向移動量 $d F z$ と、差速ねじ指令解析部 22 から入力される工具刃数 m と、加減速処理部 40 で値が調整された後の基本回転速度 $S w / m$ とに基づいて、スレッドワーリング工具の回転速度指令値を生成する。
- [0036] リード軸サーボ制御部 61 は、加減速処理部 40 で値が調整された後の単位時間あたりのリード方向移動量 $d F z$ でスレッドワーリング工具が移動するよう、スレッドワーリング工具を移動させるモータ 71 を制御する。
- [0037] 工具主軸制御部 62 は、差速生成部 50 から入力されるスレッドワーリング工具の回転速度指令値に従った回転速度で回転するよう、スレッドワーリング工具を回転させるモータ 72 を制御する。
- [0038] ワーク主軸制御部 63 は、加減速処理部 40 で値が調整された後のワーク主軸速度で回転するよう、ワークを回転させるモータ 73 を制御する。
- [0039] X 軸サーボ制御部 66 は、加減速処理部 40 で値が調整された後の X 軸方向の単位時間あたりの移動量で旋削工具が移動するよう、旋削工具を X 軸方向に移動させるモータ 76 を制御する。
- [0040] Z 軸サーボ制御部 67 は、加減速処理部 40 で値が調整された後の Z 軸方向の単位時間あたりの移動量で旋削工具が移動するよう、旋削工具を Z 軸方向

向に移動させるモータ77を制御する。

- [0041] つづいて、数値制御装置1がワークを加工する動作について、説明する。なお、数値制御装置1が旋削加工を行う動作は従来一般的な数値制御装置による旋削加工動作と同様であるため、詳細説明は省略する。数値制御装置1は、公知のどのような方法で旋削加工を行ってもよい。本実施の形態では、数値制御装置1がスレッドワーリング加工を行う動作について説明する。
- [0042] 図5は、本実施の形態にかかる数値制御装置の動作の一例を示すフローチャートである。図5は、数値制御装置1によるスレッドワーリング加工の動作手順を示している。図5に示した動作は、例えば、加工の開始を指示する操作がユーザにより行われた場合に開始となる。
- [0043] 数値制御装置1は、動作を開始すると、まず、ねじ切り指令解析部21でねじ切り指令を解析し、ねじ切りの始点および終点と、ねじリードFとを取得する(ステップS11)。また、数値制御装置1は、差速ねじ指令解析部22で差速ねじ指令を解析し、基準差速 S_s および工具刃数 m を取得する(ステップS12)。また、数値制御装置1は、ワーク主軸速度指令解析部23でワーク主軸速度指令を解析し、ワーク主軸速度 S_w を取得する(ステップS13)。なお、ステップS11~S13の順序は入れ替わってもよい。
- [0044] 次に、数値制御装置1は、ねじリードFおよび基準差速 S_s に基づいて、スレッドワーリング工具のリード方向速度 F_z を計算し、単位時間あたりのスレッドワーリング工具のリード方向移動量 dF_z を算出する(ステップS14)。 $F_z = F \times S_s$ となる。上述したように、単位時間あたりのスレッドワーリング工具のリード方向移動量 dF_z の算出は、ねじ切り補間部32が行う。
- [0045] 次に、数値制御装置1は、単位時間あたりのスレッドワーリング工具のリード方向移動量 dF_z 、ねじリードF、工具刃数 m およびワーク主軸速度 S_w に基づいて工具主軸の回転速度を算出する(ステップS15)。このステップS15では、まず、工具主軸同期速度生成部33が、スレッドワーリング工具の基本回転速度を算出する。次に、差速生成部50が、単位時間あた

りのスレッドワーリング工具のリード方向移動量 dF_z 、ねじリード F および工具刃数 m に基づいて、加減速処理部 40 で調整された後の単位時間あたりのリード方向移動量 dF_z に同期した単位時間あたりの回転量 dS_s' を算出する。そして、差速生成部 50 は、算出した単位時間あたりの回転量 dS_s' を、工具主軸同期速度生成部 33 で生成され、加減速処理部 40 で調整された後の単位時間あたりのスレッドワーリング工具の基本回転量 dS_t に重畳する。差速生成部 50 が算出する、単位時間あたりの回転量 dS_s' は、 $dS_s' = dF_z' / (F \times m)$ で表される。また、加速が完了して一定速度になった後に差速生成部 50 が算出する、回転速度 S_s' の算出式は、次式 (1) で表される。

$$S_s' = F_z / (F \times m) = (S_s \times F) / (F \times m) = S_s / m \quad \dots (1)$$

[0046] 差速生成部 50 は、回転速度 S_s' を基本回転速度 (S_w / m) に重畳して得られた回転速度を表す指令値を工具主軸制御部 62 へ出力する。差速生成部 50 は、単位時間あたりの回転量 dS_s' を、工具主軸同期速度生成部 33 で生成され、加減速処理部 40 で調整された後の単位時間あたりのスレッドワーリング工具の基本回転量 dS_t に重畳して指令値を生成する。加速が完了して一定速度になった後に差速生成部 50 が工具主軸制御部 62 へ出力する指令値である工具主軸の回転速度は次式 (2) で表される。

$$(\text{工具主軸の回転速度}) = S_w / m + S_s / m \quad \dots (2)$$

[0047] 次に、数値制御装置 1 は、工具主軸の回転速度に従い工具主軸モータであるモータ 72 を制御する (ステップ S16)。また、数値制御装置 1 は、単位時間あたりの工具のリード方向移動量 dF_z に従いサーボモータであるモータ 71 を制御する (ステップ S17)。また、数値制御装置 1 は、ワーク主軸速度 S_w に従いワーク主軸モータであるモータ 73 を制御する (ステップ S18)。

[0048] 上述したように、数値制御装置 1 によるスレッドワーリング加工では、差速ねじ指令で与えられる基準差速 S_s によりスレッドワーリング工具の単位時間あたりの移動量、すなわち移動速度が決まる。また、スレッドワーリン

グ工具の回転速度は、スレッドワーリング工具の単位時間あたりの移動量、工具刃数およびワークの回転速度によって決まる。そのため、ワークの回転速度と、スレッドワーリング工具の回転速度と、スレッドワーリング工具の移動速度との関係は、図6に示したようになる。図6は、本実施の形態にかかる数値制御装置が行うスレッドワーリング加工における、ワークの回転数と、スレッドワーリング工具の回転数および移動速度との関係の一例を示す図である。スレッドワーリング工具が移動している間はスレッドワーリング工具の回転数が S_s/m だけ上昇するため、差速ねじ指令が含む基準差速 S_s は、ねじ切り加工中（スレッドワーリング工具が一定速度で移動中）の回転数（ $S_w/m + S_s/m$ ）が適切な回転数となるような値に設定する。なお、スレッドワーリング工具の回転数が S_w/m に達した後に一旦下がっているのは、ワークの回転の基準位置とスレッドワーリング工具の回転の基準位置とを一致させるための調整を行うためである。

[0049] 以上のように、本実施の形態にかかる数値制御装置1は、ねじ切り指令を解析し、ねじ切りの始点および終点とワーク1回転あたりのスレッドワーリング工具のリード方向移動量を表すねじリード F とを取得するねじ切り指令解析部21と、差速ねじ指令を解析し、1刃のスレッドワーリング工具を使用してねじ切り加工を行う場合のスレッドワーリング工具の回転速度とワークの回転速度との差を表す基準差速 S_s とスレッドワーリング工具が有する刃の数を表す工具刃数 m とを取得する差速ねじ指令解析部22と、ワーク主軸速度指令を解析し、ねじ切り加工を行う場合のワークの回転速度を表すワーク主軸速度 S_w を取得するワーク主軸速度指令解析部23と、を備える。また、数値制御装置1は、ねじリード F および基準差速 S_s に基づいて、スレッドワーリング工具の単位時間あたりのリード方向移動量 dF_z 、すなわち移動速度 F_z を算出し、算出した移動速度 F_z でスレッドワーリング工具が移動するよう、スレッドワーリング工具を移動させるモータ71を制御する。また、数値制御装置1は、ねじリード F 、基準差速 S_s 、工具刃数 m およびワーク主軸速度 S_w に基づいて工具主軸の回転速度を算出し、算出した

回転速度でスレッドワーリング工具が回転するよう、スレッドワーリング工具を回転させるモータ72を制御する。

[0050] 本実施の形態にかかる数値制御装置1では、スレッドワーリング工具の移動速度がねじリードFおよび基準差速 S_s によって決まり、ワークの回転速度が変化してもスレッドワーリング工具の移動速度は変化しない。そのため、数値制御装置1は、スレッドワーリング工具の移動速度が大きくならないようにしつつ、ワークの回転速度を大きくすることができる。よって、数値制御装置1を適用することで、精度の良いねじ溝加工を行いながら旋削加工を行うことが可能となり、ねじを生成する加工を効率的に行うことが可能となる。

[0051] 本実施の形態では、差速ねじ指令が工具刃数 m および基準差速 S_s を含むものとして説明を行ったが、基準差速 S_s は計算により求めることも可能である。この場合、差速ねじ指令は、工具刃数 m のみを含むことになる。基準差速 S_s は以下の式(3)に従って算出可能である。

$$S_s = m \times S_t - S_w \quad \dots (3)$$

[0052] 式(3)の S_t は、スレッドワーリング工具の基本回転速度であり、上述した単位時間あたりのスレッドワーリング工具の基本回転量 dS_t から求めればよい。基準差速 S_s の計算は、例えば、基準差速変換部31が行う。この場合、差速ねじ指令解析部22から基準差速変換部31に工具刃数 m が入力され、ワーク主軸速度指令解析部23から基準差速変換部31にワーク主軸速度 S_w が入力されるようにする。また、スレッドワーリング工具の基本回転速度 S_t を差速ねじ指令で与えるようにしてもよい。この場合、差速ねじ指令は、基準差速 S_s の代わりにスレッドワーリング工具の基本回転速度 S_t を含む構成、すなわち、工具刃数 m およびスレッドワーリング工具の基本回転速度 S_t を含む構成となる。

[0053] なお、本実施の形態にかかる数値制御装置1は、スレッドワーリング加工と旋削加工とを同時に行うことが可能であるが、ワークを加工する際に、スレッドワーリング加工と旋削加工とを同時に行うことは必須ではない。ユー

ザは、数値制御装置 1 に入力させるプログラムの構成を変えることにより、スレッドワーリング加工だけを行うようにすることも可能であるし、旋削加工だけを行うようにすることも可能である。

[0054] 次に、数値制御装置 1 を実現するハードウェアの構成について説明する。図 7 は、本実施の形態にかかる数値制御装置を実現するハードウェアの構成例を示す図である。

[0055] 数値制御装置 1 は、図 7 に示したプロセッサ 101 およびメモリ 102 を備えたハードウェアにより実現できる。プロセッサ 101 は、CPU (Central Processing Unit、中央処理装置、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、プロセッサ、DSP (Digital Signal Processor) ともいう)、システム LSI (Large Scale Integration) などである。また、メモリ 102 は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリー、EPROM (Erasable Programmable ROM)、EEPROM (登録商標) (Electrically Erasable Programmable ROM) などである。数値制御装置 1 を実現するハードウェアは、表示装置、入力装置、通信装置などをさらに備えた構成であってもよい。

[0056] 数値制御装置 1 の解析部 20、補間処理部 30、加減速処理部 40、差速生成部 50、リード軸サーボ制御部 61、工具主軸制御部 62、ワーク主軸制御部 63、X 軸サーボ制御部 66 および Z 軸サーボ制御部 67 は、それぞれに対応するプログラムをプロセッサ 101 がメモリ 102 から読み出して実行することにより実現できる。数値制御装置 1 の記憶部 10 は、メモリ 102 により実現できる。

[0057] 以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

符号の説明

[0058] 1 数値制御装置、10 記憶部、11 加工プログラム、16 旋削加

工用加工プログラム、20 解析部、21 ねじ切り指令解析部、22 差速ねじ指令解析部、23 ワーク主軸速度指令解析部、26 移動指令解析部、30 補間処理部、31 基準差速変換部、32 ねじ切り補間部、33 工具主軸同期速度生成部、34 ワーク主軸速度生成部、36 移動速度生成部、40 加減速処理部、50 差速生成部、61 リード軸サーボ制御部、62 工具主軸制御部、63 ワーク主軸制御部、66 X軸サーボ制御部、67 Z軸サーボ制御部、71～73, 76, 77 モータ、80 スレッドワーリング加工用モータ制御部、90 旋削加工用モータ制御部。

請求の範囲

- [請求項1] ワーク1回転あたりのスレッドワーリング工具の移動量を表すねじリードと、予め定められた前記スレッドワーリング工具の基準回転速度とワークの回転速度との差を表す基準差速と、前記スレッドワーリング工具が有する刃の数を表す工具刃数と、前記ワークの回転速度を表すワーク主軸速度と、に基づいて、前記スレッドワーリング工具を移動させるモータ、前記スレッドワーリング工具を回転させるモータ、および前記ワークを回転させるモータを制御するスレッドワーリング加工用モータ制御部、
- を備え、
- 前記スレッドワーリング加工用モータ制御部は、
- 前記ねじリードおよび前記基準差速に基づいて、前記スレッドワーリング工具を回転させるモータを制御し、
- 前記ねじリード、前記基準差速、前記工具刃数および前記ワーク主軸速度に基づいて、前記スレッドワーリング工具を回転させるモータを制御し、
- 前記ワーク主軸速度に基づいて前記ワークを回転させるモータを制御する、
- ことを特徴とする数値制御装置。
- [請求項2] ねじ切り指令を解析して前記ねじリードを取得するねじ切り指令解析部と、
- 差速ねじ指令を解析して前記基準差速および前記工具刃数を取得する差速ねじ指令解析部と、
- ワーク主軸速度指令を解析して前記ワーク主軸速度を取得するワーク主軸速度指令解析部と、
- を備えることを特徴とする請求項1に記載の数値制御装置。
- [請求項3] ねじ切り指令を解析して前記ねじリードを取得するねじ切り指令解析部と、

差速ねじ指令を解析して前記工具刃数および前記スレッドワーリング工具の基準回転速度を取得する差速ねじ指令解析部と、

ワーク主軸速度指令を解析して前記ワーク主軸速度を取得するワーク主軸速度指令解析部と、

を備え、

前記スレッドワーリング加工用モータ制御部は、前記工具刃数、前記スレッドワーリング工具の基準回転速度および前記ワーク主軸速度に基づいて前記基準差速を算出する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の数値制御装置。

[請求項4]

旋削工具の位置を表す位置指令値を含む移動指令を解析する移動指令解析部と、

前記位置指令値に基づいて前記旋削工具を移動させるモータを制御する旋削加工用モータ制御部と、

を備えることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一つに記載の数値制御装置。

[請求項5]

前記スレッドワーリング加工用モータ制御部は、前記ねじリードおよび前記基準差速に基づいて前記スレッドワーリング工具の単位時間あたりの移動量を算出し、前記算出した移動量に基づいて前記スレッドワーリング工具を移動させるモータを制御し、前記算出した移動量、前記ねじリード、前記工具刃数および前記ワーク主軸速度に基づいて前記スレッドワーリング工具の回転速度を算出し、前記算出した回転速度に基づいて前記スレッドワーリング工具を回転させるモータを制御し、前記ワーク主軸速度に基づいて前記ワークを回転させるモータを制御する、

ことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一つに記載の数値制御装置。

[請求項6]

数値制御装置がスレッドワーリング工具を備える加工装置を制御してねじ加工を行う加工方法であって、

ワーク 1 回転あたりの前記スレッドワーリング工具の移動量を表すねじリードを含むねじ切り指令を解析する第 1 ステップと、

予め定められた前記スレッドワーリング工具の基準回転速度と前記ワークの回転速度との差を表す基準差速と、前記スレッドワーリング工具が有する刃の数を表す工具刃数とを含む差速ねじ指令を解析する第 2 ステップと、

前記ワークの回転速度を表すワーク主軸速度を含むワーク主軸速度指令を解析する第 3 ステップと、

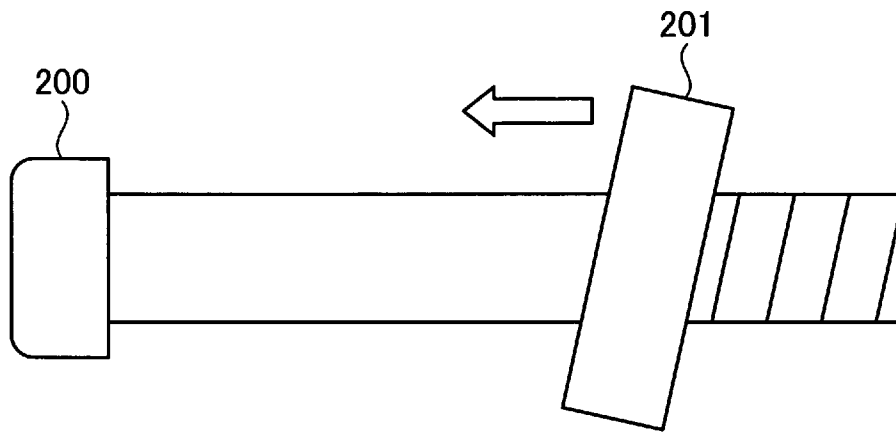
前記ねじリードおよび前記基準差速に基づいて、前記スレッドワーリング工具を移動させるモータを制御する第 4 のステップと、

前記ねじリード、前記基準差速、前記工具刃数および前記ワーク主軸速度に基づいて、前記スレッドワーリング工具を回転させるモータを制御する第 5 のステップと、

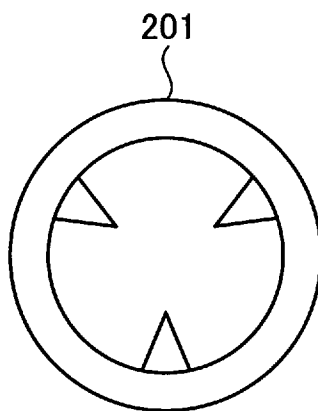
前記ワーク主軸速度に基づいて、前記ワークを回転させるモータを制御する第 6 ステップと、

を含むことを特徴とする加工方法。

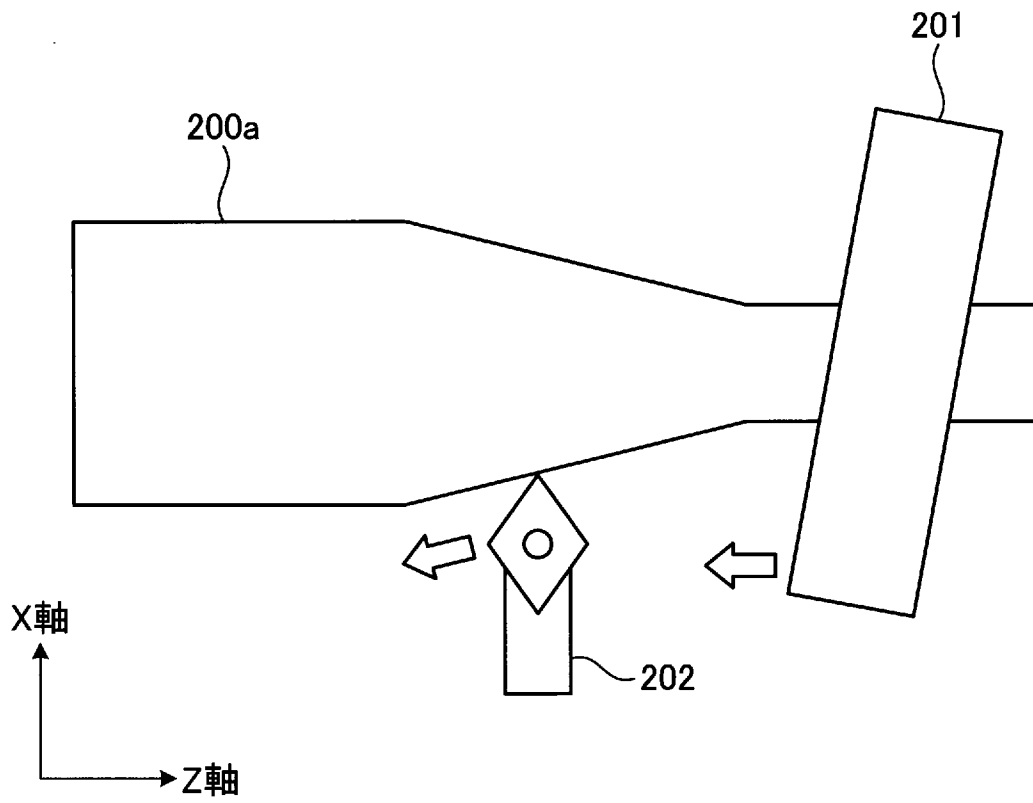
[図1]



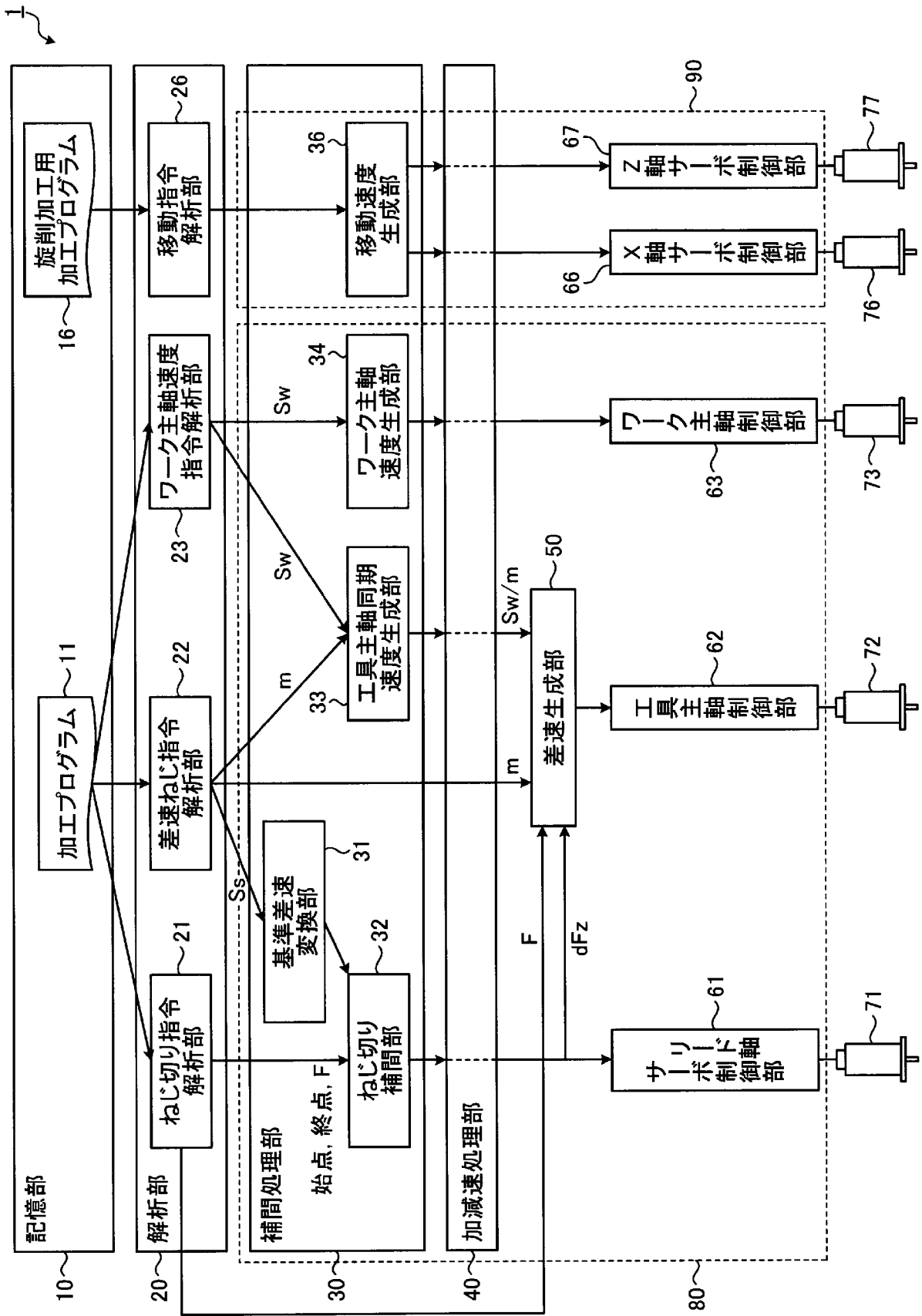
[図2]



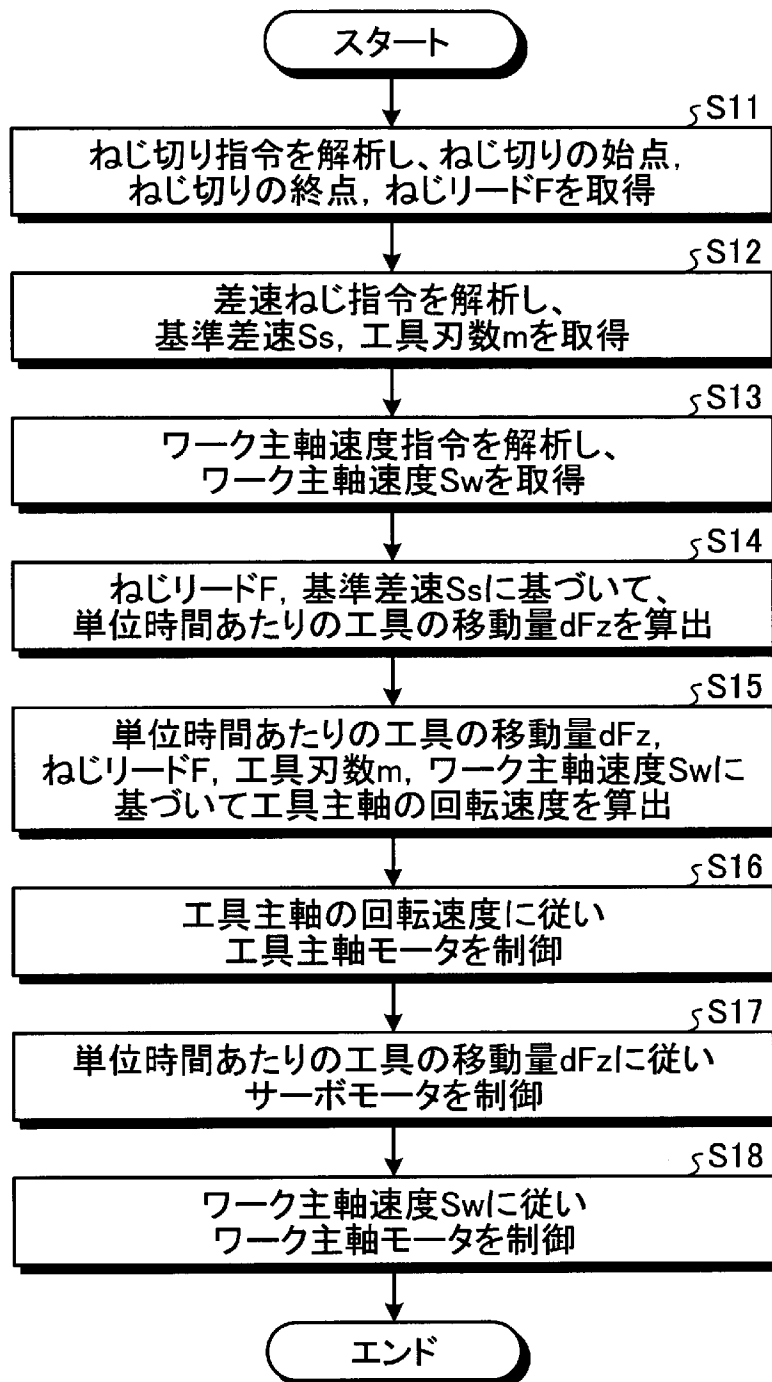
[図3]



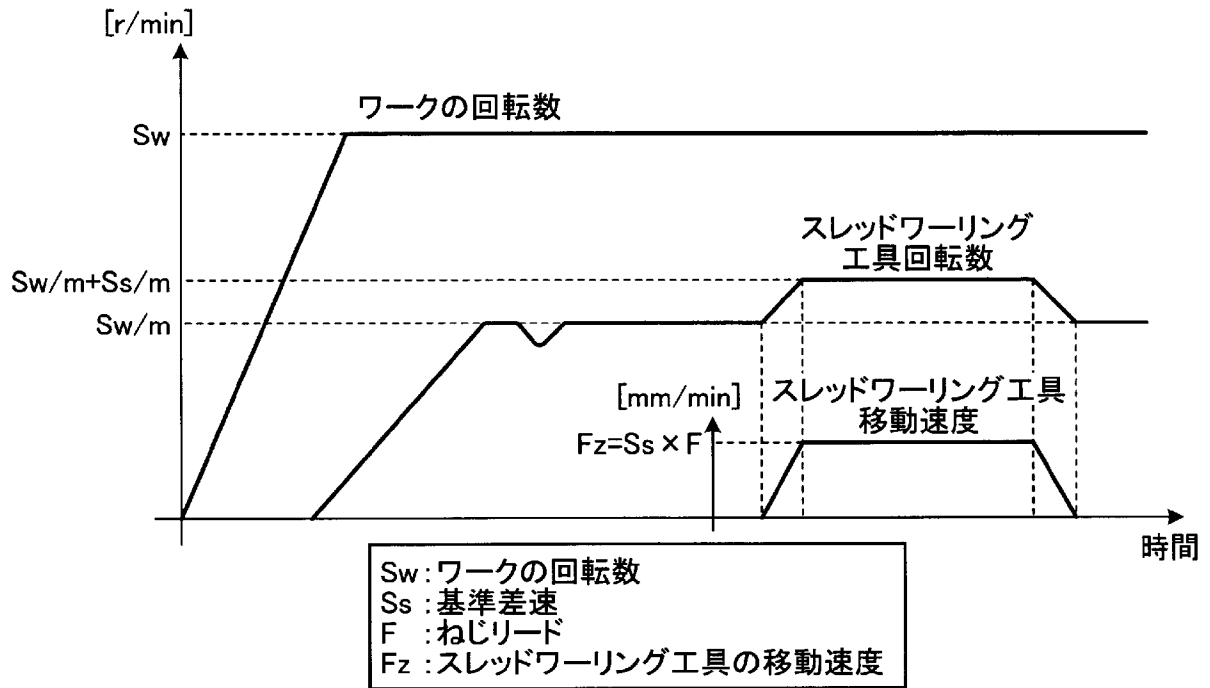
[図4]



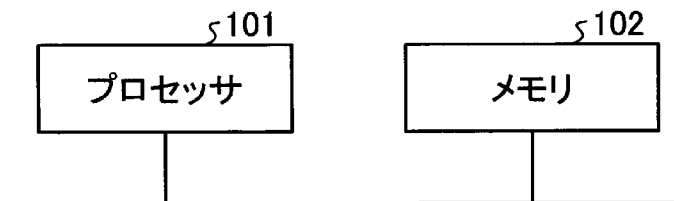
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/008430

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G05B19/18 (2006.01) i, B23G1/02 (2006.01) i

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)

Int.Cl. G05B19/18, B23G1/02

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 175942/1980 (Laid-open No. 100403/1982) (TAKAHASHI, Taro) 21 June 1982, page 2, line 13 to page 18, line 5, fig. 1-5 (Family: none)	1-6
A	JP 63-099114 A (FANUC LTD.) 30 April 1988, page 3, upper right column, line 16 to page 4, lower left column, line 12, fig. 1-5 & WO 1988/002676 A1	1-6

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	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“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
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 23.05.2018	Date of mailing of the international search report 05.06.2018
---	--

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/008430

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 069018/1991 (Laid-open No. 020801/1993) (NTN CORP.) 19 March 1993, paragraphs [0004]-[0012], fig. 1 (Family: none)	1-6
A	JP 10-118842 A (KITAMURA SEISAKUSHO KK) 12 May 1998, paragraphs [0011]-[0021], fig. 1-7 (Family: none)	1-6
A	JP 11-105015 A (FUJIMOTO, Sadatada) 20 April 1999, paragraphs [0018]-[0038], fig. 2-11 (Family: none)	1-6
A	JP 2008-296331 A (NSK LTD.) 11 December 2008, paragraphs [0010]-[0020], fig. 1-9 (Family: none)	1-6
A	US 4278374 A (WOLOSIA NSKI, A.) 14 July 1981, column 2, line 35 to column 4, line 44, fig. 1-7 & CA 1107989 A	1-6
A	US 2004/0081519 A1 (GAINER, R. J.) 29 April 2004, paragraphs [0021]-[0036], fig. 1-9 (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. G05B19/18(2006.01)i, B23G1/02(2006.01)i		
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）） Int.Cl. G05B19/18, B23G1/02		
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 1971-2018年 日本国実用新案登録公報 1996-2018年 日本国登録実用新案公報 1994-2018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	日本国実用新案登録出願55-175942号(日本国実用新案登録出願公開57-100403号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(高橋 太郎)1982.06.21, 第2ページ第13行-第18ページ第5行, 第1-5図(ファミリーなし)	1-6
A	JP 63-099114 A (フアナツク株式会社) 1988.04.30, 第3ページ上段右欄第16行-第4ページ下段左欄第12行. 第1-5図 & WO 1988/002676 A1	1-6
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input 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矛盾するものではなく、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 23.05.2018	国際調査報告の発送日 05.06.2018	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官(権限のある職員) 白井 卓巳 電話番号 03-3581-1101 内線 3364	3U 4550

C (続き) . 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	日本国実用新案登録出願03-069018号(日本国実用新案登録出願公開05-020801号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したCD-ROM (エヌテイエヌ株式会社) 1993.03.19, 段落[0004]-[0012], 図1 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 10-118842 A (株式会社北村製作所) 1998.05.12, 段落[0011]-[0021], 図1-7 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 11-105015 A (藤本 定正) 1999.04.20, 段落[0018]-[0038], 図2-11 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2008-296331 A (日本精工株式会社) 2008.12.11, 段落[0010]-[0020], 図1-9 (ファミリーなし)	1-6
A	US 4278374 A (WOLOSIA NSKI, Alexandre) 1981.07.14, 第2欄第35行-第4欄第44行, FIGS. 1-7 & CA 1107989 A	1-6
A	US 2004/0081519 A1 (GAINER, Ronald John) 2004.04.29, 段落[0021]-[0036], FIGS. 1-9 (ファミリーなし)	1-6