

(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
2023年11月16日(16.11.2023)



(10) 国際公開番号

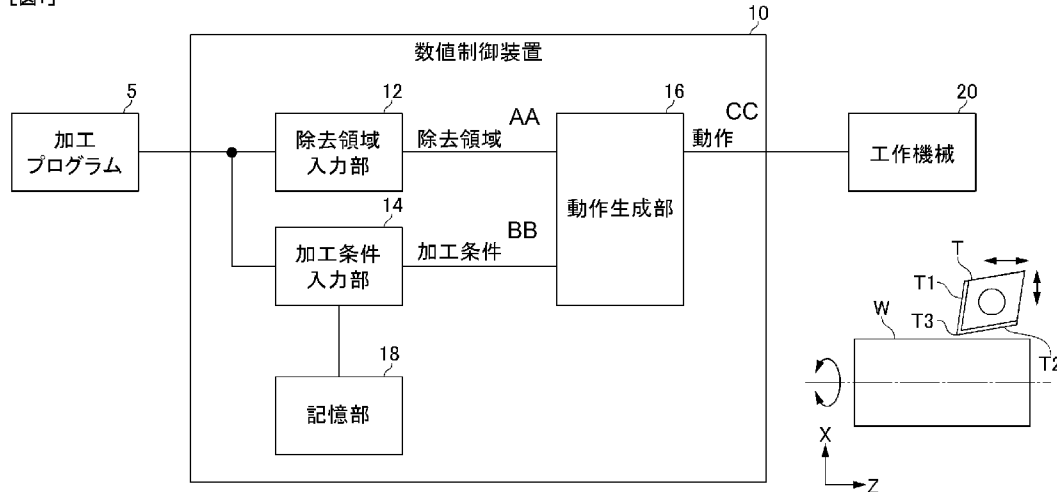
WO 2023/218521 A1

- (51) 国際特許分類:
G05B 19/4093 (2006.01) B23Q 15/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/019788
- (22) 国際出願日: 2022年5月10日(10.05.2022)
- (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: 渡邊 俊大 (WATANABE Toshihiro); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP). 河野 淳一郎(KONO Junichiro); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 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 - 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, 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, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: DEVICE FOR PERFORMING NUMERIC CONTROL OF MACHINE TOOL

(54) 発明の名称: 工作機械の数値制御装置

【図1】



- | | |
|-----------------------------------|------------------------|
| 5 Processing program | 18 Storage unit |
| 10 Numerical control device | 20 Machine tool |
| 12 Removal region input unit | AA Removal region |
| 14 Processing criteria input unit | BB Processing criteria |
| 16 Action generating unit | CC Action |

(57) Abstract: The present invention provides a device for performing numeric control of a machine tool, wherein said device generates an outward-direction cutting action and a return-direction cutting action. In the device for performing numeric control of a machine tool, a tool and a workpiece are caused to move back and forth relative to one another while the tool and workpiece are caused to rotate relative to each other, so that the workpiece is cut by both the outward direction cutting action and the return direction cutting action, the device for performing numerical control of a machine

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, 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, 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))

tool comprising: a removal region input unit that analyzes a cutting program and reads the shape of the workpiece removal region to be removed by cutting; a processing criteria input unit that reads the processing criteria for cutting including at least the cutting depth of the tool in the outward direction cutting action and the cutting depth of the tool in the return direction cutting action; and an action generating unit that generates the outward direction cutting action and the return direction cutting action so that, on the basis of the removal region shape and processing criteria, the tool intersects the uncut portion of the removal region, and the intersecting amount does not exceed the outward direction cutting depth and the return direction cutting depth in the processing criteria.

(57) 要約：数値制御装置において、往路方向の切削動作および復路方向の切削動作の両方を生成する工作機械の数値制御装置を提供する。工作機械の数値制御装置は、工具とワークを相対的に回転させつつ、工具とワークを相対的に往復移動させて、往路方向の切削動作および復路方向の切削動作の両方によりワークの切削加工を行う工作機械の数値制御装置であって、切削加工のプログラムを解析し、切削加工によって除去されるワークの除去領域の形状を読み取る除去領域入力部と、少なくとも往路方向の切削動作における工具の切込み量および復路方向の切削動作における工具の切込み量を含む切削加工の加工条件を読み取る加工条件入力部と、除去領域の形状および加工条件に基づいて、工具が除去領域のうち未切削部分と交叉するように、かつ、交叉量が加工条件における往路方向の切込み量および復路方向の切込み量を越えないように、往路方向の切削動作および復路方向の切削動作を生成する動作生成部とを備える。

明 細 書

発明の名称： 工作機械の数値制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、工作機械の数値制御装置に関する。

背景技術

[0002] 加工プログラムに基づいて、ワークを回転させつつ、ワークに対して工具を移動させて、ワークの切削加工を行う工作機械の制御技術が知られている。このような技術において、ワークに対して工具を繰り返し往復移動させて、例えば往路方向の切削加工を複数回に分けて行うことが知られている。例えば特許文献1 参照。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2005-288563号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] このように、ワークの切削加工を複数回に分けて行う技術において、加工時間を短縮することが望まれている。この点に関し、往路方向の切削動作のみならず、復路方向の切削動作をも行うことが考えられる。

[0005] しかし、数値制御装置において、往路方向の切削動作および復路方向の切削動作の両方を実現するためには、加工プログラムにおいて、往路方向の切削動作および復路方向の切削動作の互いの切込み量を考慮した上で、往路方向の切削動作および復路方向の切削動作の位置または移動量を指定する必要がある。このような加工プログラムを手組みで作成するのは困難であり、加工後の形状が複雑になるほどその難易度が高くなる。また、CAMなどのプログラミング支援ソフトウェアを使用すれば、比較的簡易に加工プログラムの作成が可能となるが、このようなソフトウェアの導入コストがかかる。そこで、プログラミング支援ソフトウェアの導入コストを抑制しつつ、数値

制御装置において、往路方向の切削動作および復路方向の切削動作の両方を生成することが望まれている。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の工作機械の数値制御装置の一態様は、工具およびワークを相対的に回転させつつ、前記工具および前記ワークを相対的に往復移動させて、往路方向の切削動作および復路方向の切削動作の両方により前記ワークの切削加工を行う工作機械の数値制御装置であって、前記切削加工のプログラムを解析し、前記切削加工によって除去される前記ワークの除去領域の形状を読み取る除去領域入力部と、少なくとも前記往路方向の切削動作における前記工具の切込み量および前記復路方向の切削動作における前記工具の切込み量を含む前記切削加工の加工条件を読み取る加工条件入力部と、前記除去領域の形状および前記加工条件に基づいて、前記工具が前記除去領域のうち未切削部分と交叉するように、かつ、交叉量が前記加工条件における前記往路方向の切込み量および前記復路方向の切込み量を越えないように、前記往路方向の切削動作および前記復路方向の切削動作を生成する動作生成部と、を備える。

発明の効果

[0007] 一態様によれば、ソフトウェアの導入コストを抑制しつつ、数値制御装置において、往路方向の切削動作および復路方向の切削動作の両方を生成することができ、加工時間を短縮することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本実施形態に係る工作機械の数値制御装置の一例を示す図である。

[図2A]直線および曲線の輪郭を含む任意の形状の切削加工を行う加工プログラムの一例である。

[図2B]図2Aに示す加工プログラムの説明の一例である。

[図3A]図2Aに示す加工プログラムが示す除去領域の形状および加工後のワークの輪郭形状の一部（回転軸Zの上方半分）を示す断面図である。

[図3B]図2Aに示す加工プログラムが示す除去領域の形状および加工後のワ

ークの輪郭形状の一部（回転軸Zの上方半分）を示す断面図である。

[図4A]直線および曲線の輪郭を含む任意の形状の切削加工を行う加工プログラムの一例である。

[図4B]図4Aに示す加工プログラムの説明の一例である。

[図5A]直線および曲線の輪郭を含む任意の形状の切削加工を行う加工プログラムの一例である。

[図5B]工具の識別情報とその加工条件とのテーブルの一例である。

[図6A]動作生成部による工具の往路方向の切削動作および復路方向の切削動作の一例を示す図である。

[図6B]動作生成部による工具の往路方向の切削動作および復路方向の切削動作の一例を示す図である。

[図6C]動作生成部による工具の往路方向の切削動作および復路方向の切削動作の一例を示す図である。

[図7A]動作生成部によるアプローチ動作の一例を示す図である。

[図7B]動作生成部によるアプローチ動作の一例を示す図である。

[図8A]動作生成部による往路方向の切削動作と復路方向の切削動作との切り換え動作の一例を示す図である。

[図8B]動作生成部による往路方向の切削動作と復路方向の切削動作との切り換え動作の一例を示す図である。

[図9A]動作生成部による除去領域に沿った切上げ動作の一例を示す図である。
。

[図9B]動作生成部による除去領域に沿った切上げ動作の一例を示す図である。
。

[図10]動作生成部による切上げ動作後の逃げ動作およびアプローチ動作の一例を示す図である。

[図11A]動作生成部による切上げ動作および切込み動作の一例を示す図である。
。

[図11B]動作生成部による切上げ動作および切込み動作の一例を示す図である

。

[図12A]動作生成部による加工終了時の逃げ動作およびアプローチ動作の一例を示す図である。

[図12B]動作生成部による加工終了時の逃げ動作およびアプローチ動作の一例を示す図である。

[図13A]直線の輪郭のみを含む形状、換言すれば矩形形状の除去領域、の切削加工を行う加工プログラムの一例である。

[図13B]直線の輪郭のみを含む形状、換言すれば矩形形状にテーパ形状（直角三角形形状）を含む除去領域、の切削加工を行う加工プログラムの一例である

。

[図13C]直線の輪郭のみを含む形状、換言すればテーパ形状（直角三角形形状）の除去領域、の切削加工を行う加工プログラムの一例である。

[図13D]図13A～図13Cに示す加工プログラムの説明の一例である。

[図14A]図13Aに示す加工プログラムが示す除去領域の形状および加工後のワークの輪郭形状の一部（回転軸Zの上方半分）を示す断面図である。

[図14B]図13Aに示す加工プログラムが示す除去領域の形状および加工後のワークの輪郭形状の一部（回転軸Zの上方半分）を示す断面図である。

[図14C]図13Aに示す加工プログラムが示す除去領域の形状および加工後のワークの輪郭形状の一部（回転軸Zの上方半分）を示す断面図である。

[図14D]図13Bに示す加工プログラムが示す除去領域の形状および加工後のワークの輪郭形状の一部（回転軸Zの上方半分）を示す断面図である。

[図14E]図13Cに示す加工プログラムが示す除去領域の形状および加工後のワークの輪郭形状の一部（回転軸Zの上方半分）を示す断面図である。

[図15]本実施形態の変形例に係る動作生成部による工具の往路方向の切削動作および復路方向の切削動作の一例を示す図である。

[図16]本実施形態の変形例に係る動作生成部による工具の往路方向の切削動作および復路方向の切削動作の一例を示す図である。

[図17]本実施形態の変形例に係る工具およびワークの回転動作、往路方向の

切削動作および復路方向の切削動作の一例を示す図である。

[図18A]本実施形態の変形例に係る加工プログラムであって、1つ曲線のための輪郭を含む形状の切削加工を行う加工プログラムの一例である。

[図18B]図18Aに示す加工プログラムが示す除去領域の形状および加工後のワークの輪郭形状の一部（回転軸Zの上方半分）を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、添付の図面を参照して本発明の実施形態の一例について説明する。
なお、各図面において同一又は相当の部分に対しては同一の符号を附すこととする。

[0010] (第1実施形態)

図1は、本実施形態に係る工作機械の数値制御装置の一例を示す図である。
図1に示す数値制御装置10は、加工プログラム5に基づいて、工作機械20の動作、具体的には工具TによるワークWの切削加工動作を制御する。

[0011] ワークWとしては、円柱形、円筒形、円錐形、または円錐台形などのワークが挙げられる。図1および後述する図面では、ワークWの回転軸となる該ワークの中心軸線をZ軸とし、Z軸に対して垂直な軸線をX軸とする。

[0012] 工作機械20は、工具Tを用いてワークWの切削加工を行う。具体的には、工作機械20は、Z軸を回転軸としてワークWを回転させつつ、Z軸に沿ってまたはZ軸およびX軸の合成方向に沿って工具Tを往復移動させて、ワークWの切削加工を行う。工作機械20は、往路方向（例えば-Z方向）の切削動作および復路方向（例えば+Z方向）の切削動作の両方によりワークWの切削加工を行う。このような工具Tとしては、例えば2つの刃T1、T2を有する工具が挙げられる。

[0013] 工作機械20は、Z軸に沿う方向の形状が直線状に限られず、円弧状であるワークの加工も可能である。また、工作機械20は、ワークの外周面に限られず、円筒形のようなワークの内周面の加工も可能である。

[0014] 数値制御装置10は、ワークWの回転動作を制御するとともに、工具Tの刃先T3の移動動作を制御する。以下では、工具Tの刃先T3の移動動作の

制御について詳細に説明する。数値制御装置 10 は、除去領域入力部 12 と、加工条件入力部 14 と、動作生成部 16 と、記憶部 18 とを備える。

[0015] 数値制御装置 10（記憶部 18 を除く）は、例えば、CPU（Central Processing Unit）、DSP（Digital Signal Processor）、FPGA（Field-Programmable Gate Array）等の演算プロセッサで構成される。数値制御装置 10（記憶部 18 を除く）の各種機能は、例えば記憶部 18 に格納された所定のソフトウェア（プログラム）を実行することで実現される。数値制御装置 10（記憶部 18 を除く）の各種機能は、ハードウェアとソフトウェアとの協働で実現されてもよいし、ハードウェア（電子回路）のみで実現されてもよい。

[0016] 記憶部 18 は、例えば、ROM（Read Only Memory）、HDD（Hard Disk Drive）、SSD（Solid State Drive）等のメモリで構成される。記憶部 18 は、上述した数値制御装置 10 の各種機能を実行するための所定のソフトウェア（プログラム）を格納する。

[0017] 本実施形態では、加工プログラム 5 は、切削加工によって除去されるワーク W の除去領域の形状（換言すれば、切削加工後のワーク W の輪郭形状）と、切削加工の加工条件とを含む。除去領域入力部 12 は、加工プログラム 5 を解析し、ワーク W の除去領域の形状を読み取る。加工条件入力部 14 は、加工プログラム 5 を解析し、切削加工の加工条件を読み取る。以下では、加工プログラム 5、除去領域入力部 12 および加工条件入力部 14 について詳細に説明する。

[0018] 図 2 A は、直線および曲線の輪郭を含む任意の形状の切削加工を行う加工プログラムの一例であり、図 2 B は、図 2 A に示す加工プログラムの説明の一例である。また、図 3 A および図 3 B は、図 2 A に示す加工プログラムが示す除去領域の形状および加工後のワークの輪郭形状の一部（回転軸 Z の上方半分）を示す断面図である。

[0019] 図 2 A、図 2 B および図 3 A に示すように、G130 は、複数の移動ブロック N100～N104 の指定により、Z 軸に

平行な往復切削動作を生成する指令である。

P S__は、移動ブロックの最初のシーケンス番号（A→Bの移動ブロックN 1 0 0）である。

P E__は、移動ブロックの最後のシーケンス番号（→Cの移動ブロックN 1 0 4）である。

U__は、仕上げ加工のための仕上げ代であって、X方向の仕上げ代である。

W__は、仕上げ加工のための仕上げ代であって、Z方向の仕上げ代である。

G 0 0は、位置決めの指令である。

G 0 1は、直線補間による切削送りの指令である。

G 0 2は、時計回りの円弧補間による切削送り（Rで円弧の半径を指定）の指令である。

[0020] 図2 Aおよび図3 Aに示すように、

移動ブロックN 1 0 0は、移動開始点A（Z = 2 0 . 0 , X = 1 5 . 0）から点B（Z = 2 0 . 0 , X = 5 . 0）への位置決めの移動を示し、

移動ブロックN 1 0 1は、点B（Z = 2 0 . 0 , X = 5 . 0）からZ方向の位置Z = 1 6 . 0への直線補間による切削送りの移動を示し、

移動ブロックN 1 0 2は、更に、Z方向の位置Z = 1 3 . 0への円弧半径R = 3 . 0での時計回りの円弧補間による切削送りの移動を示し、

移動ブロックN 1 0 3は、更に、位置（Z = 1 0 . 0 , X = 1 0 . 0）への直線補間による切削送りの移動を示し、

移動ブロックN 1 0 4は、更に、X方向の位置X = 1 5 . 0、すなわち移動終了点C（Z = 1 0 . 0 , X = 1 5 . 0）への直線補間による切削送りの移動を示す。

なお、B－C間では、X軸の座標値が減少することはないものとする。

[0021] このように、移動ブロックN 1 0 0～N 1 0 4は、直線または曲線のうち1以上の線で指定されたワークWの除去領域Rの輪郭形状、換言すれば切削加工後のワークWの輪郭形状、を示す。なお、仕上げ代（U, W）の指定がある場合、移動ブロックN 1 0 0～N 1 0 4は、仕上げ形状のワークWの除

去領域 R の輪郭形状、換言すれば切削加工後のワーク W の輪郭形状、を示す。このように、加工プログラムは、切削加工によって除去されるワーク W の除去領域 R の輪郭形状、換言すれば切削加工後のワーク W の輪郭形状、を含む。

[0022] この場合、除去領域入力部 12 は、加工プログラムを解析し、加工プログラムにおける除去領域の輪郭形状から、切削加工によって除去されるワーク W の除去領域 R の形状を読み取る。例えば、図 2 A および図 3 A に示す G 130 指令の場合、除去領域入力部 12 は、移動ブロック N 100 ~ N 104 から、点 A - B - C で囲まれた領域の内部を除去領域 R として読み取る。或いは、図 2 A および図 3 B に示すように、仕上げ代 (U, W) の指定がある場合、除去領域入力部 12 は、加工プログラムから仕上げ代 (U, W) を更に読み取り、読み取った除去領域 R を仕上げ代分、X 方向および Z 方向に平行移動させる。

[0023] 図 4 A は、直線および曲線の輪郭を含む任意の形状の切削加工を行う加工プログラムの一例であり、図 4 B は、図 4 A に示す加工プログラムの説明の一例である。図 4 A および図 4 B に示すように、移動ブロック N 100 ~ N 104 は、サブプログラムとして提供されてもよい。

PP__ は、移動ブロック (仕上げ形状) を指定するサブプログラムの番号である。

M 99 は、サブプログラムの終端 (メインプログラムに戻る) を示す。

[0024] 再び図 2 A および図 2 B を参照し、加工プログラムは、切削加工の加工条件を含む。

D 1 __ は、往路方向 (A → C 方向) の切削動作における工具 T の切込み量であり、D 2 __ は、復路方向 (C → A 方向) の切削動作における工具 T の切込み量である。

F 1 __ は、往路方向 (A → C 方向) の切削動作における工具 T の送り速度であり、F 2 __ は、復路方向 (C → A 方向) の切削動作における工具 T の送り速度である。

E__は、加工終了時の切削方向である。例えばE 0の場合、加工終了時の切削方向の指定はない。例えばE 1の場合、加工終了時の切削方向を往路方向と指定する。また、例えばE 2の場合、加工終了時の切削方向を復路方向と指定する。

R R__は、切削動作後の工具Tの逃げ量である。

T Y__は、切削動作における切上げ動作または切込み動作の指定である。例えばT Y 0の場合、除去領域Rの外周に沿った切上げ動作または切込み動作を指定する。例えばT Y 1の場合、線分による切上げ動作または切込み動作を指定する。また、例えばT Y 2の場合、円弧による切上げ動作または切込み動作を指定する。

U D__は、切上げ動作の空過量である。

[0025] この場合、加工条件入力部14は、加工プログラムを解析し、切削加工の加工条件を読み取る。例えば、図2Aに示すG 1 3 0指令の場合、加工条件入力部14は、アドレスD 1から、往路方向の切削動作における工具Tの切込み量を読み取り、アドレスD 2から、復路方向の切削動作における工具Tの切込み量を読み取る。また、加工条件入力部14は、アドレスF 1から、往路方向の切削動作における工具Tの送り速度を読み取り、アドレスF 2から、復路方向の切削動作における工具Tの送り速度を読み取る。また、加工条件入力部14は、アドレスEから、加工終了時の切削方向を読み取る。

[0026] また、加工条件入力部14は、アドレスR Rから、切削動作後の工具Tの逃げ量を読み取る。また、加工条件入力部14は、アドレスT Yから、切削動作における切上げ動作または切込み動作の指定、および経路の種類を読み取る。例えばT Y 0の場合、加工条件入力部14は、除去領域Rの外周に沿った直線経路または曲線経路の切上げ動作または切込み動作を読み取る。例えばT Y 1の場合、加工条件入力部14は、Z軸とX軸とがなす平面における任意の直線経路（線分）による切上げ動作または切込み動作を読み取る。また、例えばT Y 2の場合、加工条件入力部14は、Z軸とX軸とがなす平面における任意の曲線経路（円弧）による切上げ動作または切込み動作を讀

み取る。また、加工条件入力部 14 は、アドレス UD から、切上げ動作の空過量を読み取る。

[0027] なお、切削加工の加工条件は、記憶部 18 に予め記憶されていてもよい。図 5 A は、直線および曲線の輪郭を含む任意の形状の切削加工を行う加工プログラムの一例であり、図 5 B は、工具の識別情報とその加工条件とのテーブルの一例である。図 5 B に示すように、記憶部 18 は、工具の識別情報と、その加工条件（D 1、D 2、F 1、F 2、E、T Y、UD）とが関連付けされた情報をテーブル形式で予め記憶する。図 5 A に示すように、加工プログラム 5 は、工具の識別情報の指定 T__を含む。

[0028] この場合、加工条件入力部 14 は、加工プログラムを解析し、工具の識別情報に対応する加工条件を、記憶部 18 から読み取ってもよい。これにより、加工プログラム 5 の簡略化が可能である。

[0029] 次に、動作生成部 16 について説明する。動作生成部 16 は、除去領域入力部 12 によって読み取られた除去領域、および、加工条件入力部 14 によって読み取られた加工条件に基づいて、往復切削動作を生成する。具体的には、動作生成部 16 は、工具 T が除去領域 R のうち未切削部分と交叉するように、かつ、交叉量が加工条件の往路方向の工具の切込み量および復路方向の工具の切込み量を越えないように、ワーク W に対する工具 T の往路方向の切削動作および復路方向の切削動作を生成する。往路方向の切削動作および復路方向の切削動作は、Z 軸に平行な直線経路であり、Z 軸方向において互いに逆方向の経路である。

[0030] 図 6 A～図 6 C は、動作生成部による工具の往路方向の切削動作および復路方向の切削動作の一例を示す図である。図 6 A～図 6 C では、往路方向の切削動作を実線で示し、復路方向の切削動作を破線で示し、往路方向の切削動作の切込み量を d 1 で示し、復路方向の切削動作の切込み量を d 2 で示す。

[0031] 例えば、図 6 A に示すように、加工終了時の切削方向の指定（E）が往路方向である場合、動作生成部 16 は、下から順に、往路方向の切削動作（実

線) および復路方向の切削動作(破線)を、往路方向の切削動作の切込み量 d_1 および復路方向の切削動作の切込み量 d_2 にて、交互に生成する。

[0032] また例えば、図 6 B に示すように、加工終了時の切削方向の指定 (E) が復路方向である場合、動作生成部 16 は、下から順に、復路方向の切削動作(破線) および往路方向の切削動作(実線)を、復路方向の切削動作の切込み量 d_2 および往路方向の切削動作の切込み量 d_1 にて、交互に生成する。

[0033] 或いは、図 6 C に示すように、加工終了時の切削方向の指定 (E) がない場合、動作生成部 16 は、上から順に、往路方向の切削動作(実線) および復路方向の切削動作(破線)を、往路方向の切削動作の切込み量 d_1 および復路方向の切削動作の切込み量 d_2 にて、交互に生成してもよい。

[0034] 動作生成部 16 は、切削動作の切込み量が除去領域 R を超える場合、換言すれば工具が除去領域のうち未切削部分と交叉しない場合、切削動作の作成を終了する。図 6 C に示すように、切削動作の切込み量が除去領域 R を超える場合、動作生成部 16 は、最後に生成する切削動作の切込み量を、除去領域 R を超えないように調製する。なお、切削動作の切込み量が除去領域 R を超える場合、動作生成部 16 は、その超過量を分割して複数の切削動作に割り振り、複数の切削動作の切込み量から差し引くように調製してもよい。

[0035] 図 7 A および図 7 B は、動作生成部によるアプローチ動作の一例を示す図である。図 7 A に示すように、加工開始時の工具 T と除去領域 R の未切削部分との交点(白丸)の Z 座標が動作開始点 A の Z 座標と同じである場合、アプローチ動作は不要である。一方、図 7 B に示すように、加工開始時の工具 T と除去領域 R の未切削部分との交点(白星)の Z 座標が動作開始点 A の Z 座標と異なる場合、動作生成部 16 は、加工開始点 A から交点まで Z 方向のアプローチ動作(位置決め動作、早送り動作)を生成してもよい。

[0036] 図 8 A および図 8 B は、動作生成部による往路方向の切削動作と復路方向の切削動作との切り換え動作の一例を示す図である。図 8 A および図 8 B では、除去領域 R の外周上の位置のうち、往路方向の切削動作(実線)の開始位置を白丸で示し、往路方向の切削動作(実線)の終了位置を黒丸で示す。

また、図 8 A および図 8 B では、除去領域 R の外周上の位置のうち、復路方向の切削動作（破線）の開始位置を白星で示し、復路方向の切削動作（破線）の終了位置を黒星で示す。

[0037] 図 8 A および図 8 B に示すように、動作生成部 16 は、往路方向の切削動作（実線）の開始位置（白丸）または復路方向の切削動作（破線）の開始位置（白星）に向けて、除去領域 R の外周に沿ったアプローチ動作または切込み動作を生成する。また、動作生成部 16 は、隣接する往路方向の切削動作（実線）の終了位置（黒丸）と復路方向の切削動作（破線）の開始位置（白星）とをつなぐように、除去領域 R の外周に沿ったアプローチ動作または切込み動作を生成する。また、動作生成部 16 は、隣接する復路方向の切削動作（破線）の終了位置（黒星）と往路方向の切削動作（実線）の開始位置（白丸）とをつなぐように、除去領域 R の外周に沿ったアプローチ動作または切込み動作を生成する。なお、切込み動作とは、工具 T が除去領域 R の未切削部分に近づく方向に向けた動作である。

[0038] A → B の移動ブロックが早送り指令の場合、A → B に沿った動作はアプローチ動作（位置決め動作、早送り動作）であればよい。一方、A → B の移動ブロックが切削送り指令の場合、A → B に沿った動作は切込み動作（切削送り動作）であればよい。また、B → C の移動ブロックが切削送り指令の場合、B → C に沿った動作は切込み動作（切削送り動作）であればよい。

[0039] 図 9 A および図 9 B は、動作生成部による除去領域に沿った切上げ動作の一例を示す図である。図 9 A に示すように切削残しをなくすために、図 9 B に示すように、動作生成部 16 は、往路方向の切削動作（実線）および復路方向の切削動作（破線）に、除去領域 R の外周に沿った切上げ動作（T Y）を含んでもよい。切上げ動作とは、工具 T が除去領域 R の未切削部分から遠ざかる方向に向けた動作である。また、切上げ動作は、除去領域 R の外周に沿った空過動作（U D）を含んでもよい。空過動作とは、工具 T が除去領域 R の未切削部分に到達してからさらに超過する動作である。この場合、切上げ動作の逆の動作により再度切込み動作を行う。

[0040] 図10は、動作生成部による切上げ動作後の逃げ動作およびアプローチ動作の一例を示す図である。図10に示すように、動作生成部16は、切上げ動作後に、逃げ動作（RR）およびアプローチ動作を含んでもよい。逃げ動作とは、工具TがワークWから遠ざかる方向に向けた動作である。これにより、工具TとワークWとの干渉を抑制することができる。また、ワークWにカッターマークが生じることを防止することができる。

[0041] 図11Aおよび図11Bは、動作生成部による切上げ動作および切込み動作の一例を示す図である。図11Aに示すように、動作生成部16は、往路方向の切削動作（実線）および復路方向の切削動作（破線）に、Z軸とX軸とがなす平面における任意の直線経路（線分）による切込み動作および切上げ動作（TY）を含んでもよい。或いは、図11Bに示すように、動作生成部16は、往路方向の切削動作（実線）および復路方向の切削動作（破線）に、Z軸とX軸とがなす平面における任意の曲線経路（円弧）による切込み動作および切上げ動作（TY）を含んでもよい。これにより、切込み動作における工具の切削負荷を低減することができる。

[0042] また、上述同様に、動作生成部16は、切上げ動作後に、逃げ動作（RR）およびアプローチ動作を含んでもよい。

[0043] 図12Aおよび図12Bは、動作生成部による加工終了時の逃げ動作およびアプローチ動作の一例を示す図である。図12Aおよび図12Bに示すように、動作生成部16は、切削動作の切込み量が除去領域Rを超える場合、換言すれば工具が除去領域のうち未切削部分と交叉しない場合、逃げ動作（RR）およびアプローチ動作を生成してもよい。図12Aに示すように、切上げ動作を含まない場合、動作生成部16は、加工動作終了後に逃げ動作a、b、cを生成してもよい。或いは、図12Bに示すように、切上げ動作を含む場合、動作生成部16は、切上げ動作後に逃げ動作a、b、cを生成してもよい。逃げ動作aは、例えば切削送りである。また、逃げ動作b、cは、例えば動作開始点Aに戻る早送りである。

[0044] 以上説明したように、第1実施形態の数値制御装置によれば、往路方向の

切削動作のみならず、復路方向の切削動作をも行うので、加工時間を短縮することができる。

[0045] また、第1実施形態の数値制御装置によれば、加工プログラムは、除去領域の形状、換言すれば加工後の形状を指定するだけでよく、この加工プログラムから、往路方向の切削動作および復路方向の切削動作の互いの切込み量を考慮した上で、往路方向の切削動作および復路方向の切削動作の位置または移動量を生成することができる。これにより、比較的効果なCAMなどのプログラミング支援ソフトウェアを使用することなく、プログラミング支援ソフトウェアの導入コストを抑制しつつ、数値制御装置において、往路方向の切削動作および復路方向の切削動作の両方を生成することができる。

[0046] (第2実施形態)

上述した第1実施形態では、直線および曲線の輪郭を含む任意の形状の切削加工について説明した。第2実施形態では、直線の輪郭のみを含む形状、換言すれば矩形形状の除去領域、矩形形状にテーパ形状（直角三角形形状）を含む除去領域、またはテーパ形状（直角三角形形状）の除去領域、の切削加工について説明する。

[0047] 第2実施形態に係る数値制御装置の構成は、図1に示す第1実施形態に係る数値制御装置の構成と同様である。第2実施形態に係る数値制御装置は、図1に示す第1実施形態に係る数値制御装置と比較して、除去領域入力部12、加工条件入力部14および動作生成部16の機能および動作が異なる。

[0048] 図13Aは、直線の輪郭のみを含む形状、換言すれば矩形形状の除去領域、の切削加工を行う加工プログラムの一例であり、図13Bは、直線の輪郭のみを含む形状、換言すれば矩形形状にテーパ形状（直角三角形形状）を含む除去領域、の切削加工を行う加工プログラムの一例であり、図13Cは、直線の輪郭のみを含む形状、換言すればテーパ形状（直角三角形形状）の除去領域、の切削加工を行う加工プログラムの一例であり、図13Dは、図13A～図13Cに示す加工プログラムの説明の一例である。また、図14A～図14Cは、図13Aに示す加工プログラムが示す除去領域の形状および加工

後のワークの輪郭形状の一部（回転軸Zの上方半分）を示す断面図であり、図14Dは、図13Bに示す加工プログラムが示す除去領域の形状および加工後のワークの輪郭形状の一部（回転軸Zの上方半分）を示す断面図であり、図14Eは、図13Cに示す加工プログラムが示す除去領域の形状および加工後のワークの輪郭形状の一部（回転軸Zの上方半分）を示す断面図である。

[0049] 図13A、図13Dおよび図14Aに示すように、

G120は、矩形領域の指定により、Z軸に平行な往復切削動作を生成する指令である。

X__は、動作開始点Aの対角に位置する点DのX軸座標値（位置）であり、

Z__は、D点のZ軸座標値（位置）である。

U__は、動作開始点Aから点D（換言すれば点B）へのX軸方向の変化量（移動量）であり、W__は、動作開始点Aから点D（換言すれば点C）へのZ軸方向の変化量（移動量）である。

なお、動作開始点AのX軸座標値およびZ軸座標値は、予め記憶している加工前のワークWの形状からわかる。

このように、加工プログラムは、切削加工によって除去されるワークWの除去領域Rの輪郭形状（矩形形状）、換言すれば切削加工後のワークWの輪郭形状、を含む。

[0050] この場合、除去領域入力部12は、加工プログラムを解析し、加工プログラムにおける除去領域の輪郭形状（矩形形状）から、切削加工によって除去されるワークWの除去領域Rの形状を読み取る。例えば、図13Aおよび図14Aに示すG120指令の場合、除去領域入力部12は、動作開始点Aの対角に位置する点Dの位置（X，Z）または動作開始点A－点Dの移動量（U，W）から、矩形形状A－B－D－Cの内部を除去領域Rとして読み取る。なお、動作開始点Aの位置は、予め記憶された切削加工前のワークWの素材形状からわかる。

[0051] また、加工プログラムは、仕上げ加工のための仕上げ代を含んでいてもよ

い。第2実施形態では、上述した第1実施形態のアドレス（U，W）に代えて、切上げ動作または切込み動作の指定のためのアドレスTYに仕上げ代の指定を含む。

[0052] 除去領域入力部12は、加工プログラムから仕上げ代（TY）を更に読み取り、除去領域に仕上げ代を含めないようにしてもよい。例えば、図13A、図14Bおよび図14Cに示すG120指令の場合、除去領域入力部12は、点D、および点DからX方向およびZ方向に所定距離dだけ離れた2点E，Fの計3点を頂点とする図形で囲まれる領域を仕上げ代とする。

[0053] 仕上げ代に関するアドレス（TY）において、十の位が1の場合、所定距離dを往路方向の切削動作における切込み量D1の指令値とし、十の位が2の場合、所定距離dを復路方向の切削動作における切込み量D2の指令値とする。また、仕上げ代に関するアドレス（TY）の一の位が1の場合、図14Bに示すように仕上げ代の形状を三角形D-E-Fの内部とする。一方、仕上げ代に関するアドレス（TY）の一の位が2の場合、図14Cに示すように仕上げ代の形状を線分DE，DFと円弧E-Fで囲まれた領域とする。

[0054] また、図13B、図13Dおよび図14Dに示すように、加工プログラムは、矩形形状にテーパ形状（直角三角形形状）を付した形状で指定された除去領域Rの輪郭形状を含んでいてもよい。

Q__は、点BからのX方向のテーパ量であり、R__は、点CからのZ方向のテーパ量である。

[0055] この場合、除去領域入力部12は、加工プログラムを解析し、加工プログラムにおける除去領域の輪郭形状（矩形形状および直角三角形形状のテーパ形状）から、切削加工によって除去されるワークWの除去領域Rの形状を読み取る。例えば、図13Bおよび図14Dに示すG120指令の場合、除去領域入力部12は、上述したように、動作開始点Aの対角に位置する点Dの位置（X，Z）または動作開始点A-点Dの移動量（U，W）から、矩形形状A-B-D-Cの内部を除去領域Rとして読み取る。更に、除去領域入力部

12は、点Bから点B'へのX軸方向の変化量に関するアドレス(Q)から、直角三角形形状B-B'-Dの内部を除去領域Rとして読み取る。更に、除去領域入力部12は、点Cから点C'へのZ軸方向の変化量に関するアドレス(R)から、直角三角形形状C-C'-Dの内部を除去領域Rとして読み取る。

[0056] このようにして、除去領域入力部12は、矩形形状A-B-D-Cの内部、直角三角形形状B-B'-Dの内部、および直角三角形形状C-C'-Dの内部を合併した領域を除去領域Rとして読み取る。

[0057] また、図13C、図13Dおよび図14Eに示すように、加工プログラムは、テーパ形状（直角三角形形状）のみで指定された除去領域Rの輪郭形状を含んでいてもよい。

[0058] この場合、除去領域入力部12は、加工プログラムを解析し、加工プログラムにおける除去領域の輪郭形状（直角三角形形状のテーパ形状）から、切削加工によって除去されるワークWの除去領域Rの形状を読み取る。例えば、図13Cおよび図14Eに示すG120指令の場合、除去領域入力部12は、点B（＝点A）から点B'へのZ軸方向の変化量に関するアドレス(R)から、直角三角形形状B-B'-Dの内部を除去領域Rとして読み取る。

[0059] また、加工プログラムは、上述同様に、切削加工の加工条件(D1、D2、F1、F2、E、RR、UD)を含む。加工条件入力部14は、上述同様に、加工プログラムを解析し、切削加工の加工条件(D1、D2、F1、F2、E、RR、UD)を読み取る。そして、動作生成部16は、上述同様に、除去領域入力部12によって読み取られた除去領域、および、加工条件入力部14によって読み取られた加工条件に基づいて、往復切削動作を生成する。具体的には、動作生成部16は、工具Tが除去領域Rのうち未切削部分と交叉するように、かつ、交叉量が加工条件の往路方向の工具の切込み量および復路方向の工具の切込み量を越えないように、ワークWに対する工具Tの往路方向の切削動作および復路方向の切削動作を生成する。

[0060] 以上説明したように、第2実施形態の数値制御装置でも、第1実施形態の

数値制御装置と同様の利点が得られる。

[0061] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されることなく、種々の変更及び変形が可能である。例えば、上述した実施形態では、動作生成部 16 によって生成される往路方向の切削動作および復路方向の切削動作は、ワーク W の回転軸（Z 軸）に平行な直線経路であり、ワーク W の回転軸（Z 軸）に沿う方向において互いに逆方向の経路であった。しかし、本発明はこれに限定されない。

[0062] 例えば、動作生成部 16 によって生成される往路方向の切削動作および復路方向の切削動作は、ワーク W の回転軸（Z 軸）とこの回転軸に直交する直交軸（X 軸）とがなす平面における任意の直線経路であり、互いに平行な経路であり、かつ、ワーク W の回転軸（Z 軸）に沿う方向において互いに逆方向の経路であってもよい。

具体的には、図 15 に示すように、往路方向の切削動作および復路方向の切削動作は、Z 軸に対して傾斜角度 θ ($0^\circ < \theta < 90^\circ$) の斜め方向の経路であってもよい。

この場合、

- ・ Z-X 平面を時計回りに θ だけ回転させ、切込み量 d_1, d_2 をそれぞれ $d_1 \cos \theta, d_2 \cos \theta$ に置き換えれば、上述した第 2 実施形態と同様に考えることができる。

- ・ 切削動作の経路作成の起点は点 A から X' 軸（X 軸を時計回りに θ 回転した座標軸）方向に最も離れた点（図 15 の例では点 D）とすればよい。

[0063] また、例えば、往路方向の切削動作および復路方向の切削動作は、ワーク W の回転軸（Z 軸）とこの回転軸に直交する直交軸（X 軸）とがなす平面における任意の曲線経路であり、互いに平行な経路であり、かつ、ワーク W の回転軸（Z 軸）に沿う方向において互いに逆方向の経路であってもよい。

具体的には、図 16 に示すように、往路方向の切削動作および復路方向の切削動作は、点 A に対して同心円に沿った経路であってもよい。

この場合、

・点Aを中心とする円弧と除去領域の外周との交点を求め、それを往路と復路の起点／終点とすればよい。

[0064] また、上述した実施形態では、ワークに対して工具を往復移動させる形態を例示した。しかし、本発明はこれに限定されず、工具に対してワークを往復移動させる形態にも適用可能である。すなわち、本発明は、工具およびワークを相対的に往復移動させる形態に適用可能である。この場合、工具の移動を、工具およびワークの相対的な往復移動と置き換えればよい。

[0065] また、上述した実施形態では、ワークを回転させる形態を例示した。しかし、本発明はこれに限定されず、ワークに対して工具を回転させる形態にも適用可能である。すなわち、本発明は、工具およびワークを相対的に回転させる形態に適用可能である。この場合、ワークの回転を、工具およびワークの相対的な回転と置き換えればよい。例えば、図17に示すように、工具を回転させた加工（エンドミル加工）が挙げられる。図17は、+Z方向（真上）から見た図である。往路方向の切削動作（実線）はダウンカットでの切削動作（-X方向）であり、復路方向の切削動作（破線）はアップカットでの切削動作（+X方向）である。

[0066] また、上述した実施形態（図2A、図3A、図3B、図4A、図5A）では、加工プログラムが、5つの直線および曲線（5つの移動ブロックN100～N104）で指定されたワークWの除去領域Rの輪郭形状を含む形態について例示した。しかし、本発明はこれに限定されず、加工プログラムは、直線または曲線のうち1以上の線で指定されたワークWの除去領域Rの輪郭形状を含む形態であってもよい。例えば、図18Aおよび図18Bに示すように、加工プログラムは、1つの曲線（1つの移動ブロックN200）のみで指定されたワークWの除去領域Rの輪郭形状を含む形態であってもよい。なお、図18Aにおいて、移動ブロックN200は、Z方向の位置 $Z = 10.0$ への円弧半径 $R = 10.0$ での時計回りの円弧補間による切削送りの移動を示す。換言すれば、図18Bに示すように、移動ブロックN200は、 $A \rightarrow B \rightarrow C$ を1つの円弧で指定する（点Bは円弧の最下点）。

符号の説明

- [0067] 5 加工プログラム
- 1 0 数値制御装置
- 1 2 除去領域入力部
- 1 4 加工条件入力部
- 1 6 動作生成部
- 1 8 記憶部
- 2 0 工作機械
- T 工具
- W ワーク

請求の範囲

- [請求項1] 工具およびワークを相対的に回転させつつ、前記工具および前記ワークを相対的に往復移動させて、往路方向の切削動作および復路方向の切削動作の両方により前記ワークの切削加工を行う工作機械の数値制御装置であって、
- 前記切削加工のプログラムを解析し、前記切削加工によって除去される前記ワークの除去領域の形状を読み取る除去領域入力部と、
- 少なくとも前記往路方向の切削動作における前記工具の切込み量および前記復路方向の切削動作における前記工具の切込み量を含む前記切削加工の加工条件を読み取る加工条件入力部と、
- 前記除去領域の形状および前記加工条件に基づいて、前記工具が前記除去領域のうち未切削部分と交叉するように、かつ、交叉量が前記加工条件における前記往路方向の切込み量および前記復路方向の切込み量を越えないように、前記往路方向の切削動作および前記復路方向の切削動作を生成する動作生成部と、
- を備える、
- 工作機械の数値制御装置。
- [請求項2] 前記動作生成部によって生成される前記往路方向の切削動作および前記復路方向の切削動作は、
- 前記ワークの回転軸と平行な直線経路、または、前記ワークの回転軸とこの回転軸に直交する直交軸とがなす平面における任意の直線経路または曲線経路であり、
- 互いに平行な経路であり、かつ、
- 前記ワークの回転軸に沿う方向において、互いに逆方向の経路である、
- 請求項1に記載の工作機械の数値制御装置。
- [請求項3] 前記プログラムは、直角三角形状、矩形形状、または矩形形状にテーパー形状を付した形状で指定された前記除去領域の輪郭形状を含み、

前記除去領域入力部は、前記プログラムにおける前記除去領域の輪郭形状から、前記除去領域の形状を読み取る、
請求項 1 に記載の工作機械の数値制御装置。

[請求項4] 前記プログラムまたは前記プログラムのサブプログラムは、直線または曲線のうち 1 以上の線で指定された前記除去領域の輪郭形状を含み、

前記除去領域入力部は、前記プログラムにおける前記除去領域の輪郭形状から、前記除去領域の形状を読み取る、
請求項 1 に記載の工作機械の数値制御装置。

[請求項5] 前記プログラムは、仕上げ加工のための仕上げ代を更に含み、
前記除去領域入力部は、
前記プログラムから前記仕上げ代を更に読み取り、
前記除去領域に前記仕上げ代を含めない、または、前記除去領域を前記仕上げ代分だけ平行移動させる、
請求項 1 に記載の工作機械の数値制御装置。

[請求項6] 前記加工条件入力部によって読み取られ、前記動作生成部によって用いられる前記加工条件は、

前記往路方向の切削動作における前記工具および前記ワークの相対的な送り速度、および、前記復路方向の切削動作における前記工具および前記ワークの相対的な送り速度、

切削動作後の前記工具および前記ワークの相対的な逃げ量、
切削動作における前記工具および前記ワークの相対的な切込み動作、

切削動作における前記工具および前記ワークの相対的な切上げ動作、

前記切削加工を終了する際の切削方向を前記往路方向および前記復路方向のいずれとするか、

のうちの少なくともいずれかを更に含む、

請求項 1 に記載の工作機械の数値制御装置。

[請求項7] 前記切込み動作の経路または前記切上げ動作の経路は、前記除去領域の外周に沿った直線経路または曲線経路、または、前記ワークの回転軸とこの回転軸に直交する直交軸とがなす平面における任意の直線経路または曲線経路である、請求項 6 に記載の工作機械の数値制御装置。

[請求項8] 前記プログラムは、前記加工条件を含み、
前記加工条件入力部は、前記プログラムを解析し、前記プログラムから前記加工条件を読み取る、
請求項 1 または 6 に記載の工作機械の数値制御装置。

[請求項9] 前記加工条件を前記工具の識別情報と関連付けて記憶する記憶部を更に備え、
前記プログラムは、前記工具の識別情報を含み、
前記加工条件入力部は、前記プログラムから読み取った前記工具の識別情報に対応する加工条件を、前記記憶部から読み取る、
請求項 1 または 6 に記載の工作機械の数値制御装置。

[請求項10] 前記動作生成部は、
前記除去領域の外周上の所定の位置を、前記往路方向の切削動作の開始位置または前記復路方向の切削動作の開始位置とし、
前記往路方向の切削動作の開始位置または前記復路方向の切削動作の開始位置に向けた、前記工具および前記ワークの相対的なアプローチ動作を生成する、
請求項 1 に記載の工作機械の数値制御装置。

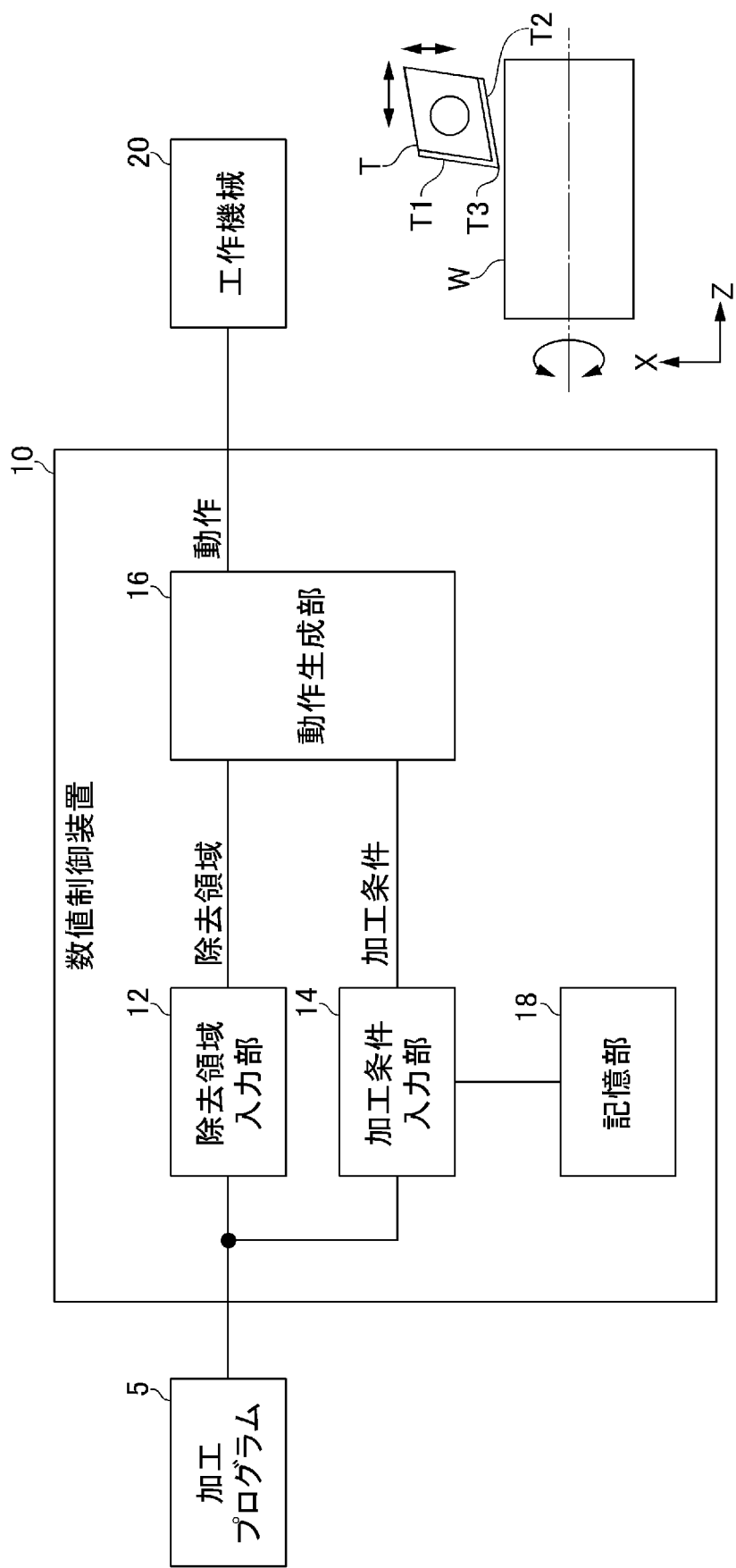
[請求項11] 前記動作生成部によって生成される前記往路方向の切削動作または前記復路方向の切削動作は、
前記工具が前記除去領域の未切削部分に近づく方向に向けた、前記工具および前記ワークの相対的な切込み動作、および、
前記工具が前記除去領域の未切削部分から遠ざかる方向に向けた、

前記工具および前記ワークの相対的な切上げ動作、
のうち少なくともいずれかを含む、
請求項 1 に記載の工作機械の数値制御装置。

[請求項12] 前記動作生成部によって生成される前記往路方向の切削動作または前記復路方向の切削動作は、前記工具が前記ワークから遠ざかる方向に向けた、前記工具および前記ワークの相対的な逃げ動作またはアプローチ動作を含む、請求項 1 に記載の工作機械の数値制御装置。

[請求項13] 前記動作生成部は、前記工具が前記除去領域のうち未切削部分と交叉しない場合、前記工具が前記ワークから遠ざかる方向に向けた、前記工具および前記ワークの相対的な逃げ動作を生成する、請求項 1 に記載の数値制御装置。

[図1]



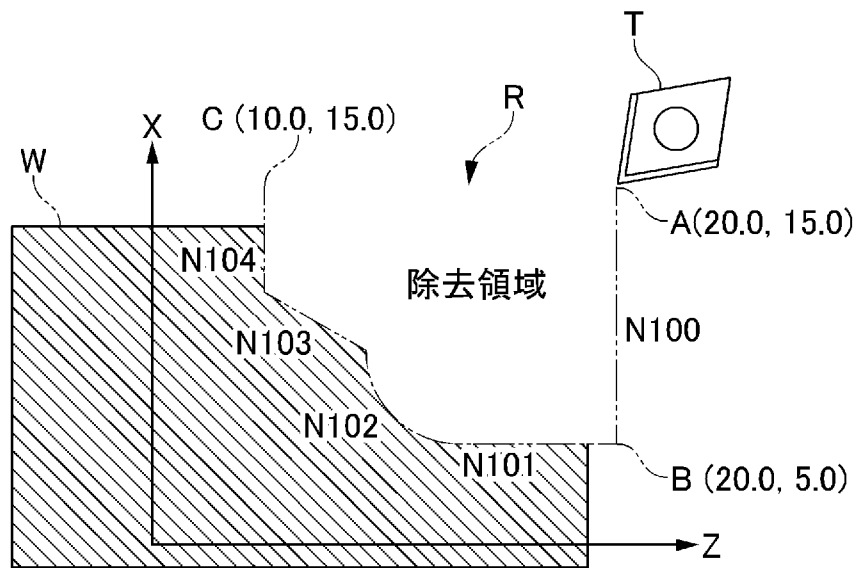
[図2A]

G130 PS100 PE104 U1.0 W0.8 D1=0.8 D2=1.2 F1=0.8 F2=1.0 E2 RR3.0 TY1 UD1.0 ;
N100 G00 X5.0 Z20.0 ;
N101 G01 Z16.0 ;
N102 G02 X8.0 Z13.0 R3.0 ;
N103 G01 X10.0 Z10.0 ;
N104 X15.0 ;

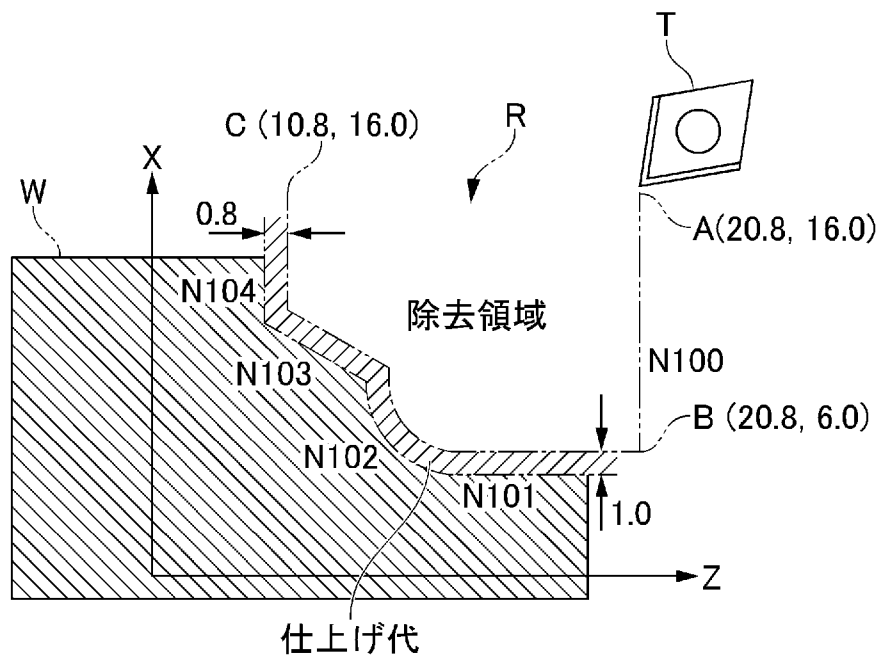
[図2B]

アドレス	意味
G130	複数移動ブロック指定でZ軸に平行な往復切削動作を生成
PS_	移動ブロックの最初のシーケンス番号(A→Bのブロック)
PE_	移動ブロックの最後のシーケンス番号(→Cのブロック)
U_	X方向の仕上げ代
W_	Z方向の仕上げ代
D1=_	往路方向(A→C方向)の切込み量
D2=_	復路方向(C→A方向)の切込み量
F1=_	往路方向(A→C方向)の工具とワークの相対移動の送り速度
F2=_	復路方向(C→A方向)の工具とワークの相対移動の送り速度
E_	加工終了時の切削方向 0: 指定なし 1: 往路方向で加工終了 2: 復路方向で加工終了
RR_	切削動作後の逃げ量
TY_	切上げ／切込み動作の指定 1の位が0: 除去領域外周に沿った切上げ/切込み 1の位が1: 線分を挿入して切上げ/切込み 1の位が2: 円弧を挿入して切上げ/切込み
UD_	切上げ動作の空過量
G00	位置決め
G01	直線補間による切削送り
G02	時計回りの円弧補間による切削送り(Rで円弧の半径を指定)

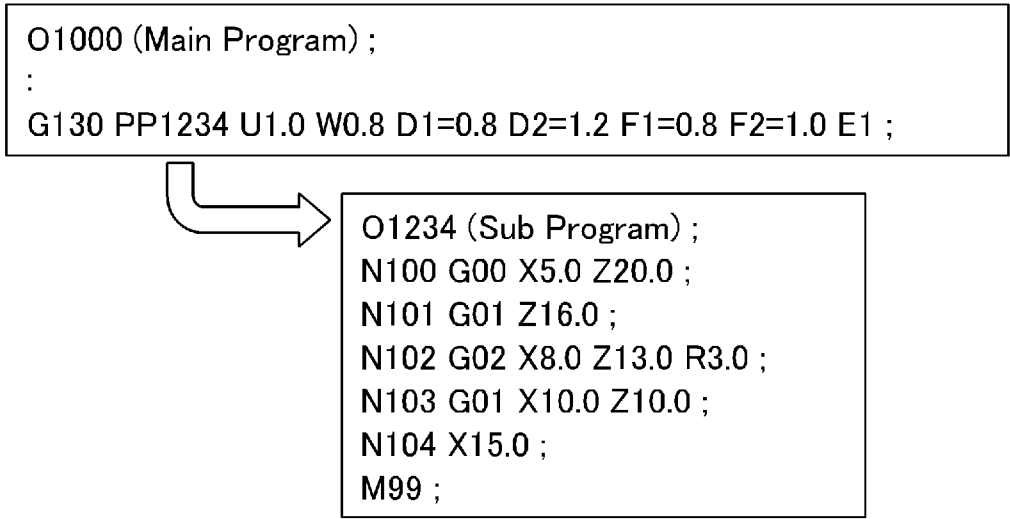
[図3A]



[図3B]



[図4A]



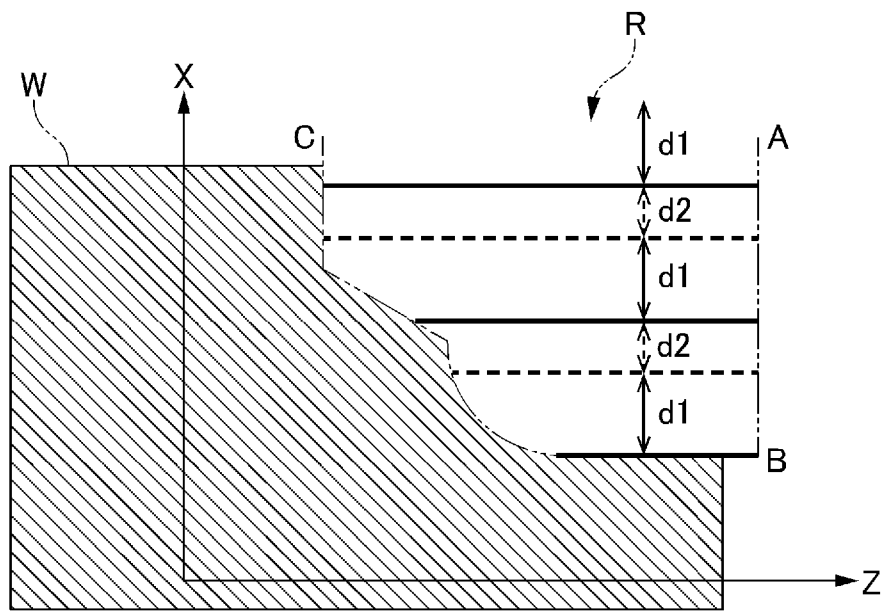
[図4B]

アドレス	意味
PP_	移動ブロックを指定するサブプログラムの番号
M99	サブプログラムの終端(メインプログラムに戻る)

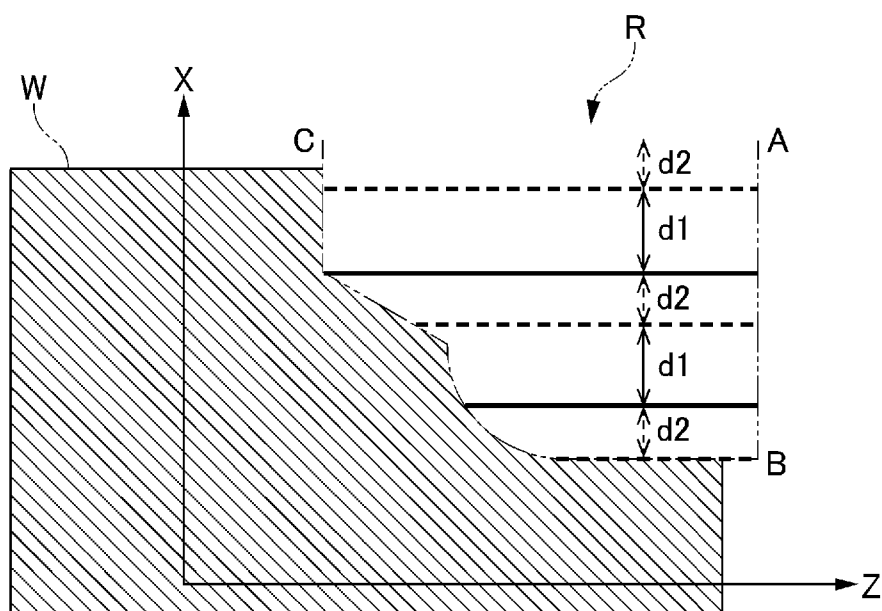
[図5A]

T101
:
G130 PS100 PE104 U1.0 W0.8 ;
N100 G00 X5.0 Z20.0 ;
N101 G01 Z16.0 ;
N102 G02 X8.0 Z13.0 R3.0 ;
N103 G01 X10.0 Z10.0 ;
N104 X15.0 ;

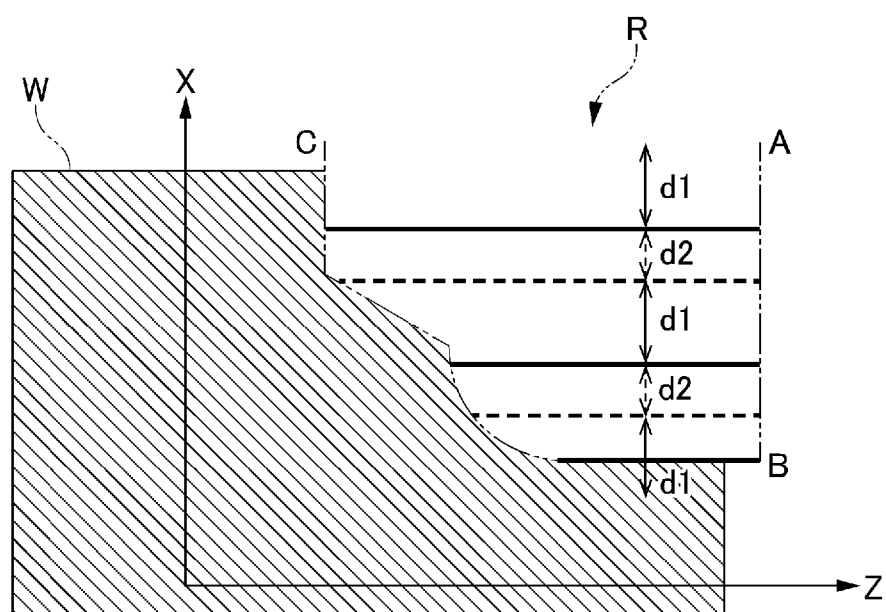
[図6A]



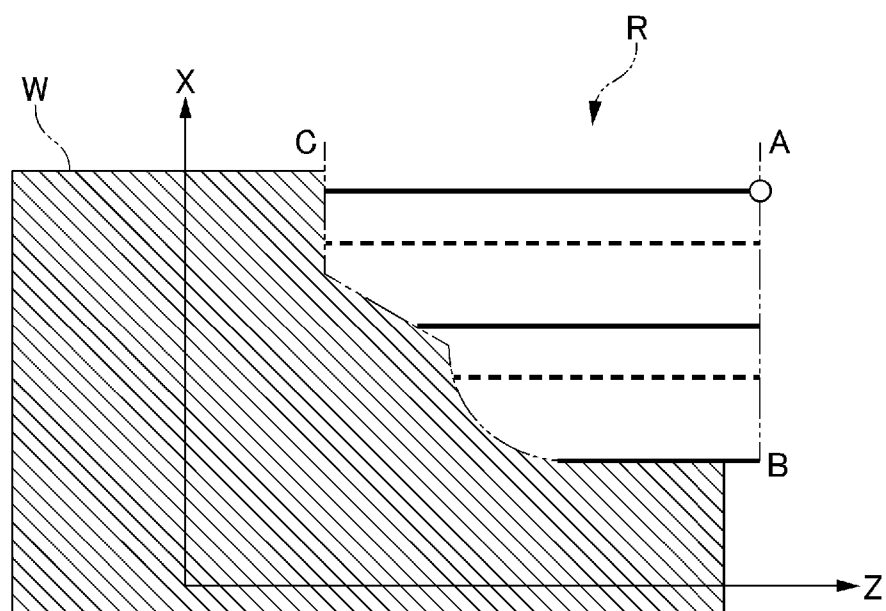
[図6B]



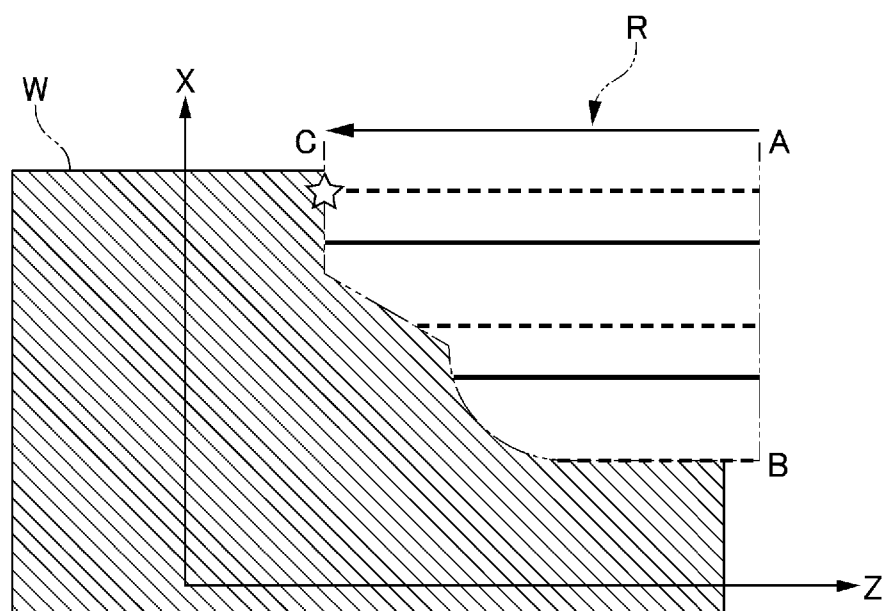
[図6C]



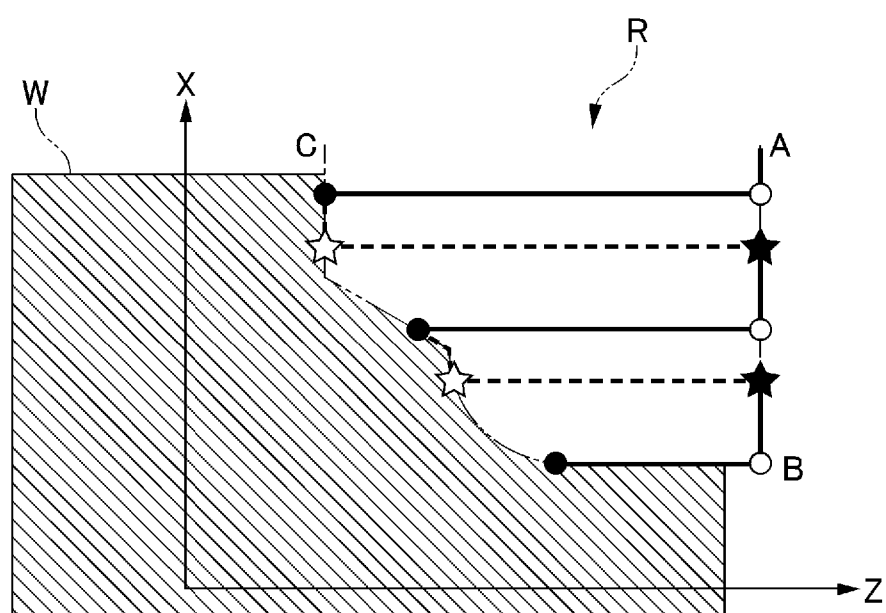
[図7A]



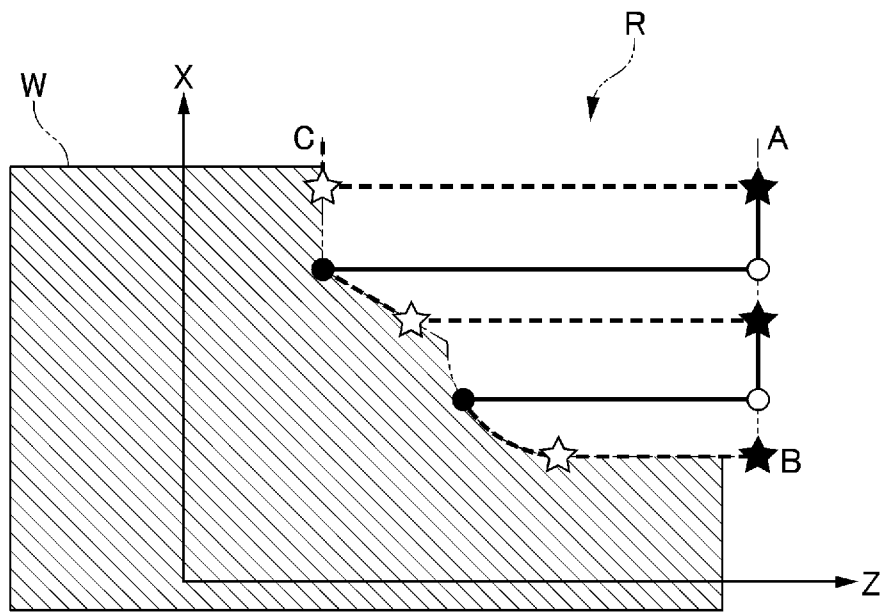
[図7B]



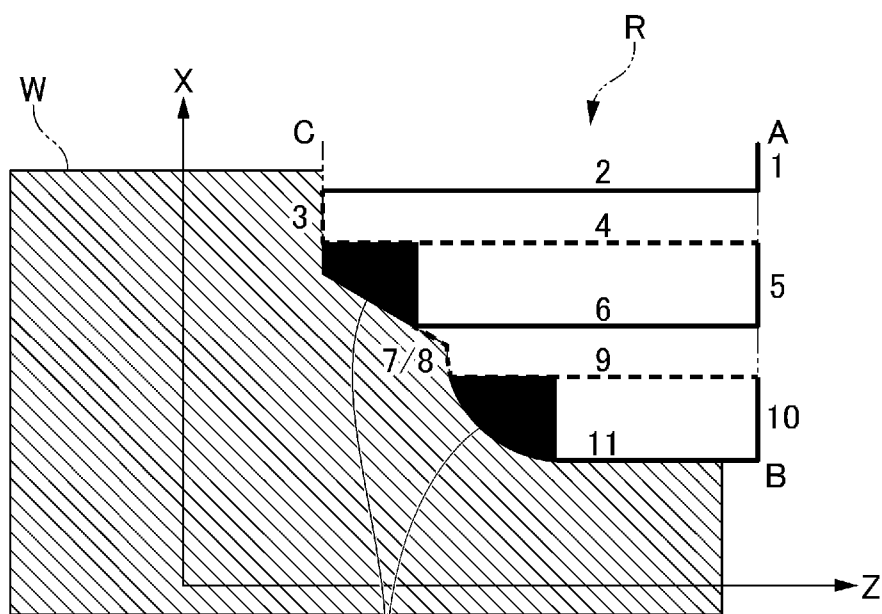
[図8A]



[図8B]



[図9A]

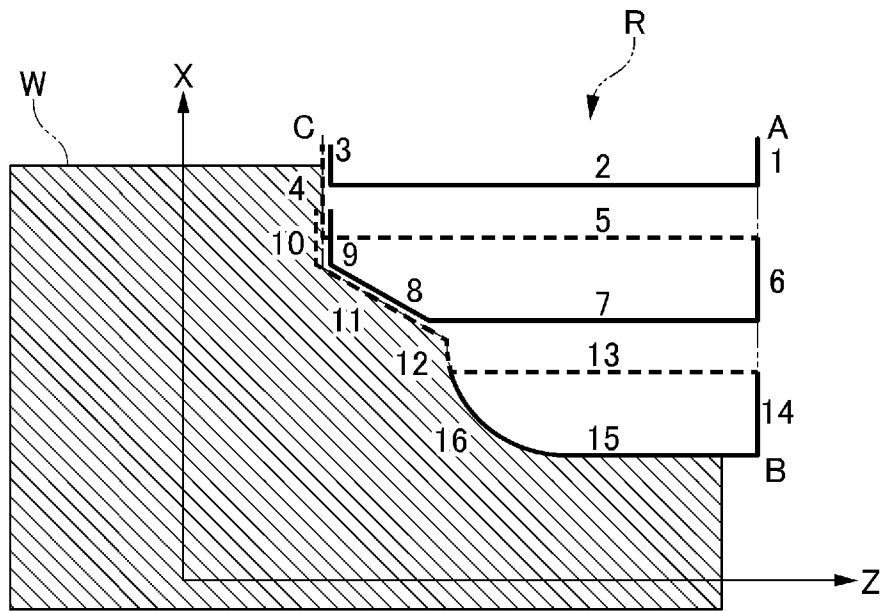


切削残し

アプローチ動作: 1, 5, 10

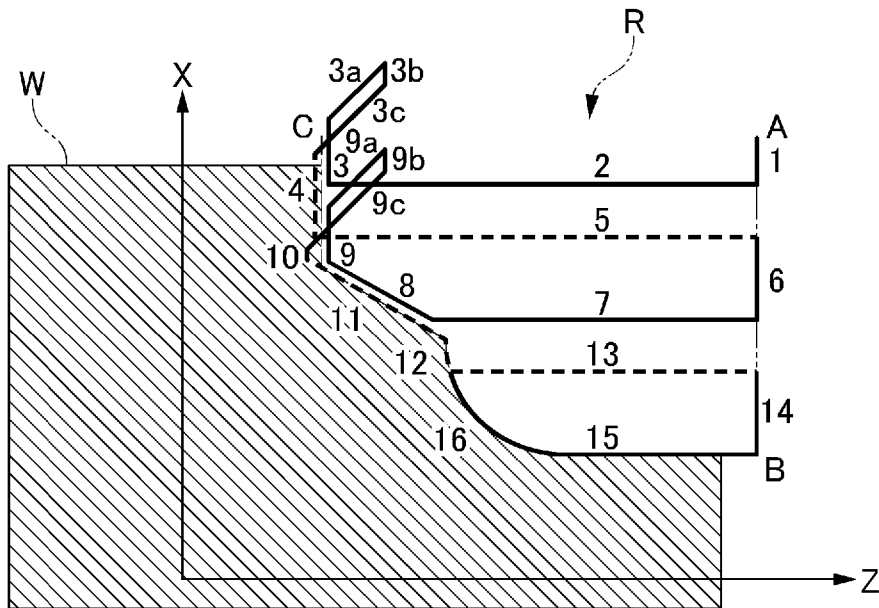
切込み動作: 3, 7, 8

[図9B]



アプローチ動作: 1, 6, 14
 切込み動作: 4, 10, 11, 12
 切上げ動作: 3, 8, 9, 16

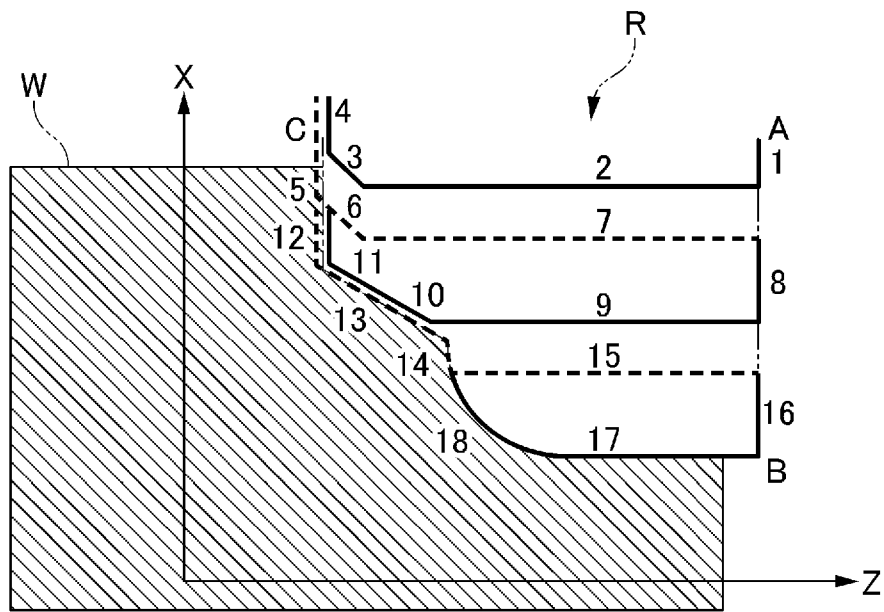
[図10]



3→3a→3b→3c→4の順に実行
 9→9a→9b→9c→10の順に実行

3a, 9a: 逃げ動作(X軸正方向にrr, Z軸正方向にrr移動)
 3b, 9b: アプローチ動作(Z軸負方向にud移動)
 3c, 9c: アプローチ動作(X軸負方向にrr, Z軸負方向にrr移動)
 rr = アドレスRRの指令値
 ud = アドレスUDの指令値

[図11A]

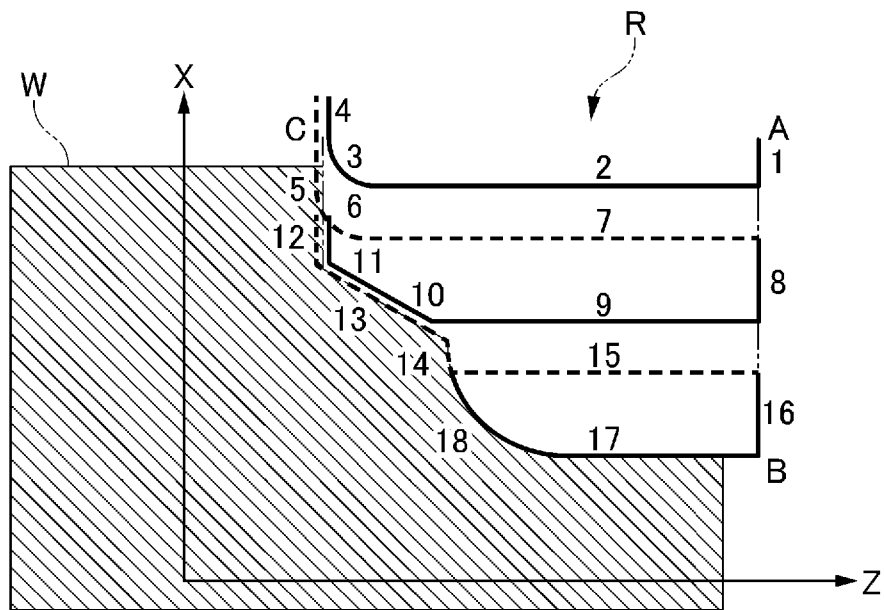


アプローチ動作: 1, 8, 16

切込み動作: 3(挿入), 4, 10, 11, 18

切上げ動作: 5, 6(挿入), 12, 13, 14

[図11B]

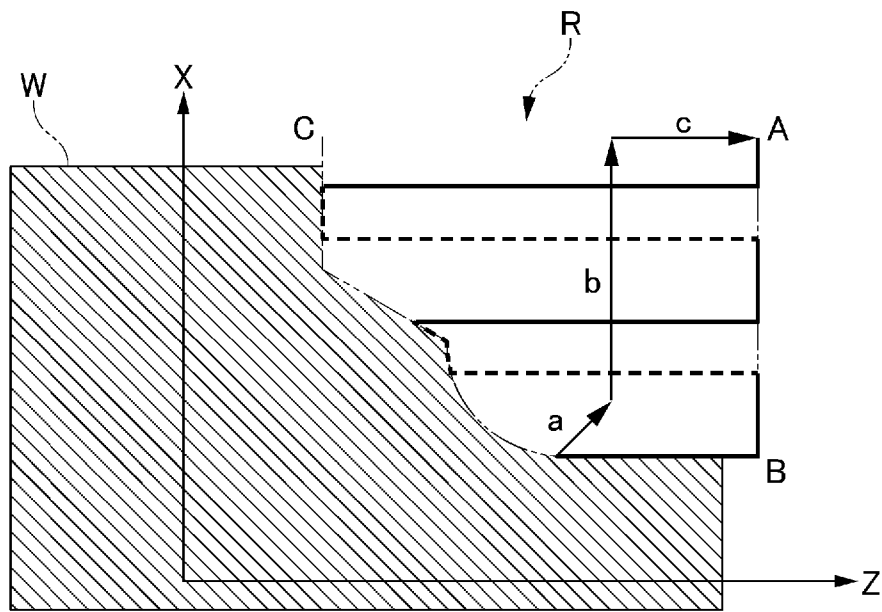


アプローチ動作: 1, 8, 16

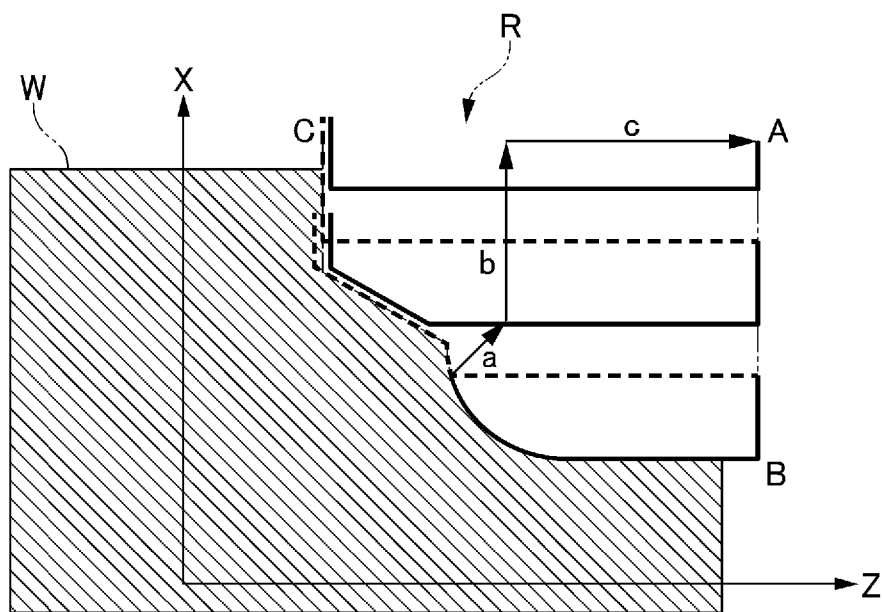
切込み動作: 3(挿入), 4, 10, 11, 18

切上げ動作: 5, 6(挿入), 12, 13, 14

[図12A]



[図12B]



[図13A]

G120 X5.0 Z10.0 D1=0.8 D2=1.2 F1=0.8 F2=1.0 E2 RR3.0 TY11 UD1.0 ;

または

G120 U-15.0 W-10.0 D1=0.8 D2=1.2 F1=0.8 F2=1.0 E2 RR3.0 TY11 UD1.0 ;

[図13B]

G120 L0 X10.0 Z10.0 Q-3.0 R-5.0 D1=0.8 D2=1.2 F1=0.8 F2=1.0 E1 ;

または

G120 L0 U-15.0 W-10.0 Q-3.0 R-5.0 D1=0.8 D2=1.2 F1=0.8 F2=1.0 E1 ;

[図13C]

G120 L0 X20.0 Z10.0 R-5.0 D1=0.8 D2=1.2 F1=0.8 F2=1.0 E1 ;

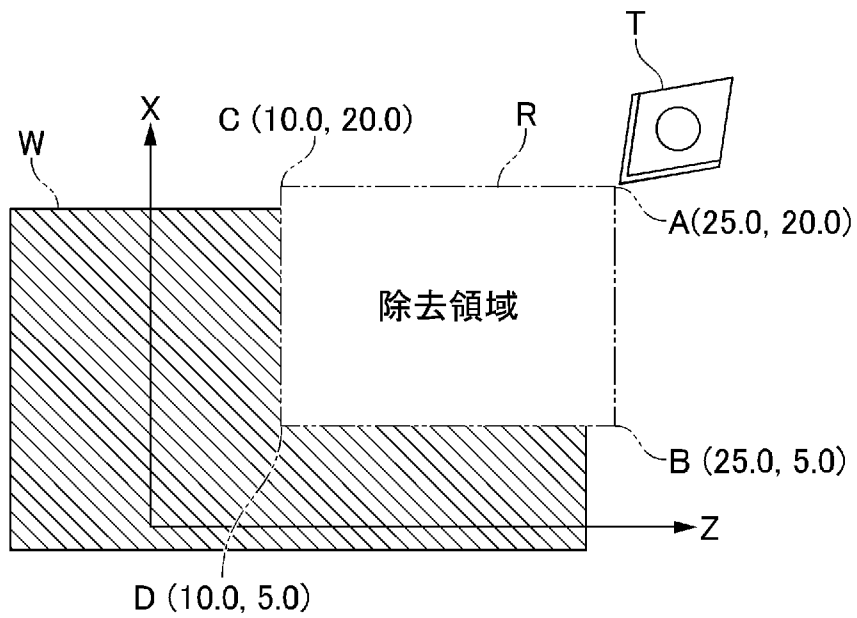
または

G120 L0 U0.0 W-10.0 R-5.0 D1=0.8 D2=1.2 F1=0.8 F2=1.0 E1 ;

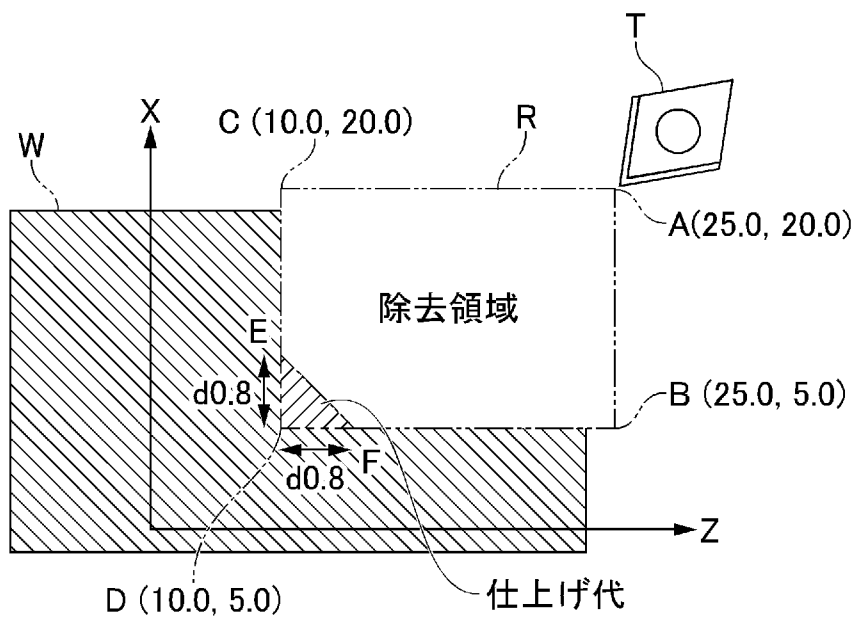
[図13D]

アドレス	意味
G120	矩形領域の指定によってZ軸に平行な往復切削動作を生成
X_	D点のX軸座標値
Z_	D点のZ軸座標値
U_	A点からD点(B点)へのX軸方向の変化量
W_	A点からD点(C点)へのZ軸方向の変化量
Q_	B点からのテーパ量
R_	C点からのテーパ量
D1=_	往路方向(A→C方向)の切込み量
D2=_	復路方向(C→A方向)の切込み量
F1=_	往路方向(A→C方向)の工具とワークの相対移動の送り速度
F2=_	復路方向(C→A方向)の工具とワークの相対移動の送り速度
E_	加工終了時の切削方向 0: 指定なし 1: 往路方向で加工終了 2: 復路方向で加工終了
RR_	切削動作後の逃げ量
TY_	切上げ／切込み動作の指定 1の位が0: 除去領域外周に沿った切上げ/切込み 1の位が1: 線分を挿入して切上げ/切込み 1の位が2: 円弧を挿入して切上げ/切込み
UD_	切上げ動作の空過量

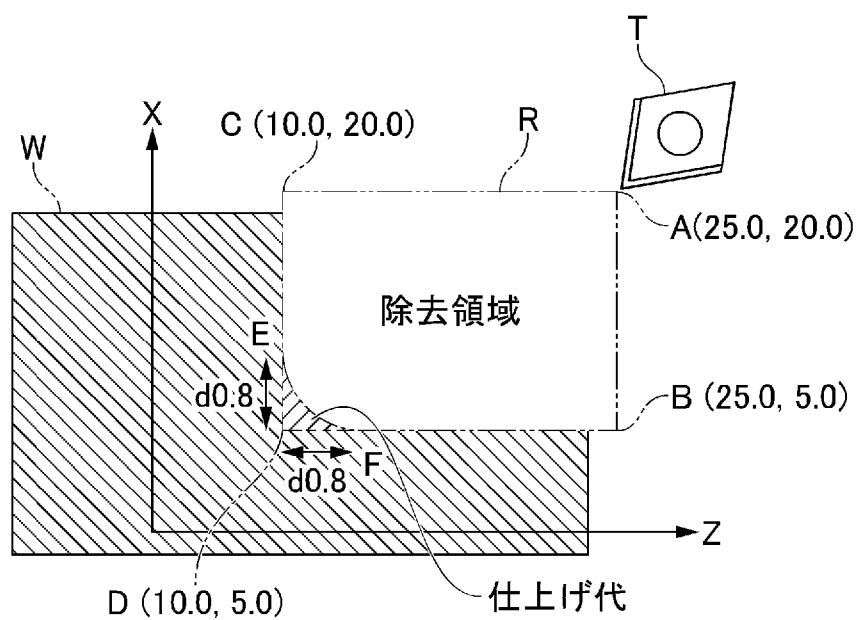
[図14A]



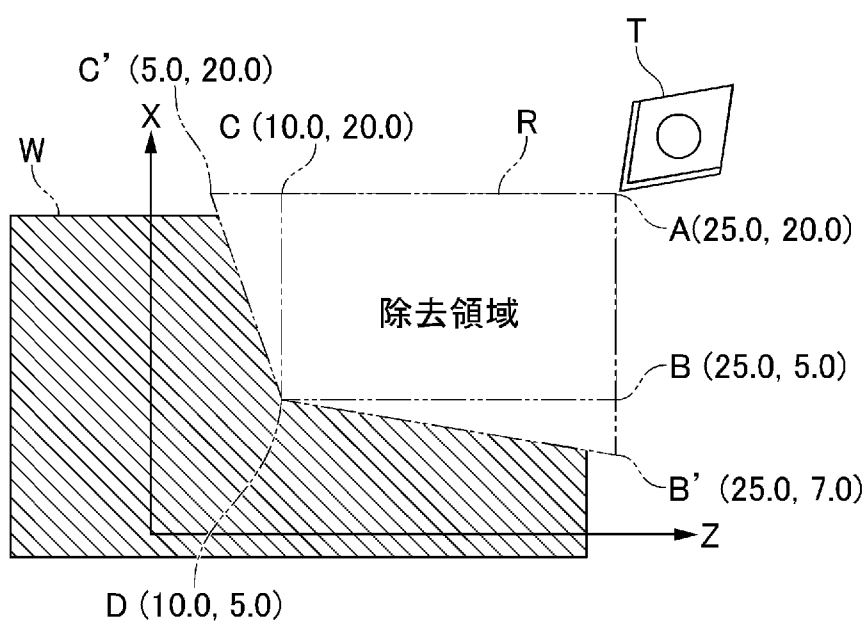
[図14B]



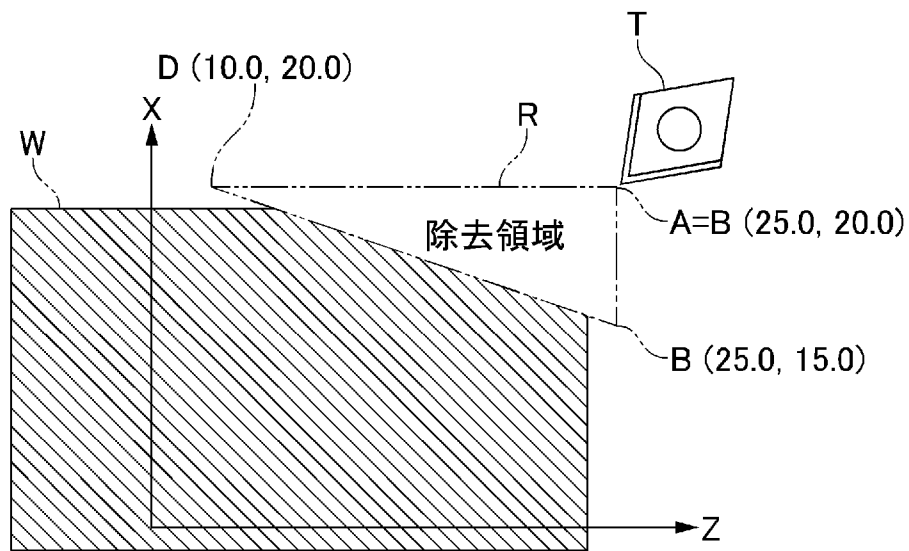
[図14C]



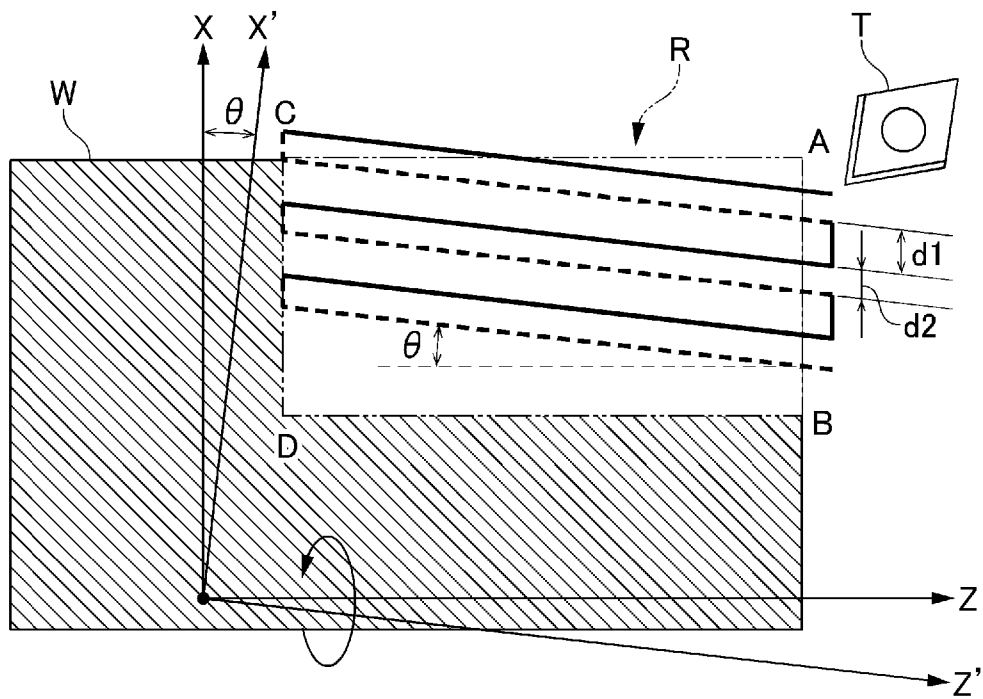
[図14D]



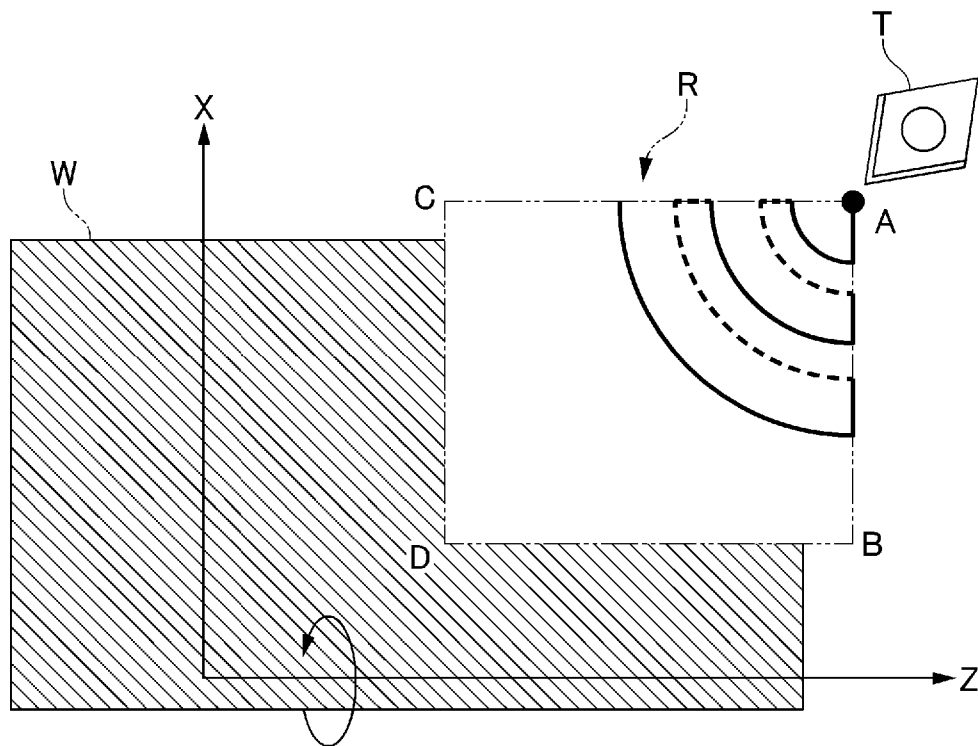
[図14E]



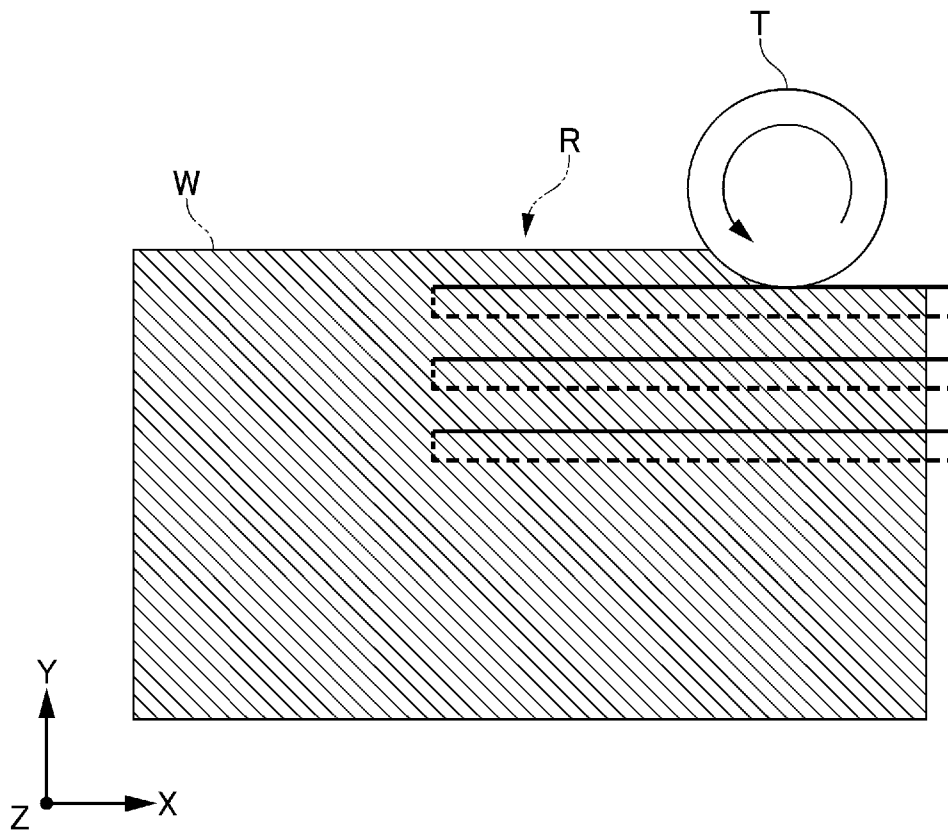
[図15]



[図16]



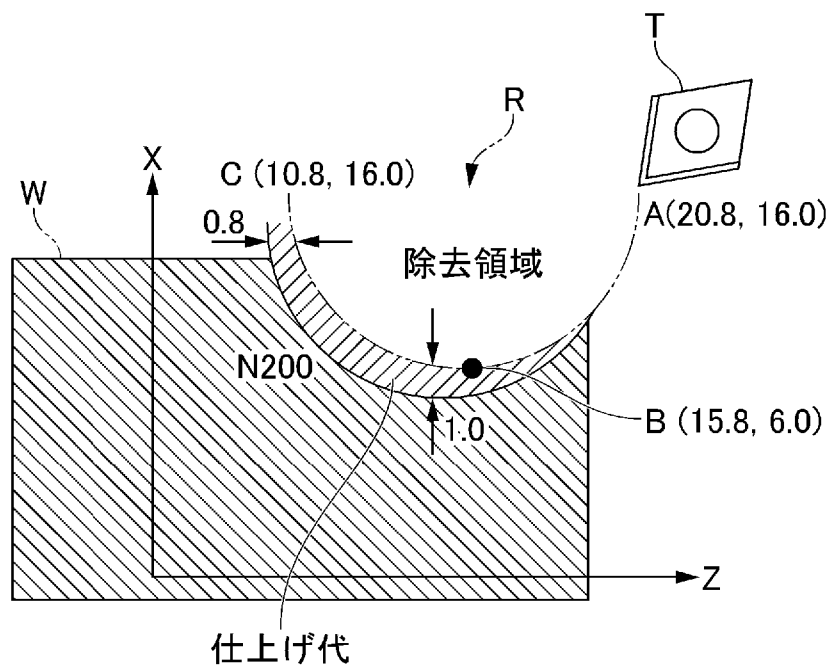
[図17]



[図18A]

G130 PS200 PE200 U1.0 W0.8 D1=0.8 D2=1.2 F1=0.8 F2=1.0 E2 RR3.0 TY1 UD1.0 ;
N200 G02 Z10.0 R10.0 ;

[図18B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/019788

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G05B 19/4093 (2006.01)i; B23Q 15/00 (2006.01)i FI: G05B19/4093 J; B23Q15/00 301J 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; 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>Y</td> <td>WO 2022/014535 A1 (FANUC CORPORATION) 20 January 2022 (2022-01-20) paragraphs [0010]-[0054], fig. 1-11</td> <td>1-4, 6-8, 10-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>5, 9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 1-155403 A (FANUC CORPORATION) 19 June 1989 (1989-06-19) page 1, lower left column, lines 15-17, page 2, upper left column, lines 6-9, page 4, upper left column, line 6 to lower left column, line 7, fig. 1, 3</td> <td>1-4, 6-8, 10-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 5-277801 A (FUJI OOX INC.) 26 October 1993 (1993-10-26) entire text, all drawings</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 7-295619 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 10 November 1995 (1995-11-10) entire text, all drawings</td> <td>1, 9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2010-108495 A (MORI SEIKI CO., LTD.) 13 May 2010 (2010-05-13) entire text, all drawings</td> <td>9</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	WO 2022/014535 A1 (FANUC CORPORATION) 20 January 2022 (2022-01-20) paragraphs [0010]-[0054], fig. 1-11	1-4, 6-8, 10-13	A		5, 9	Y	JP 1-155403 A (FANUC CORPORATION) 19 June 1989 (1989-06-19) page 1, lower left column, lines 15-17, page 2, upper left column, lines 6-9, page 4, upper left column, line 6 to lower left column, line 7, fig. 1, 3	1-4, 6-8, 10-13	A	JP 5-277801 A (FUJI OOX INC.) 26 October 1993 (1993-10-26) entire text, all drawings	1	A	JP 7-295619 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 10 November 1995 (1995-11-10) entire text, all drawings	1, 9	A	JP 2010-108495 A (MORI SEIKI CO., LTD.) 13 May 2010 (2010-05-13) entire text, all drawings	9
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																					
Y	WO 2022/014535 A1 (FANUC CORPORATION) 20 January 2022 (2022-01-20) paragraphs [0010]-[0054], fig. 1-11	1-4, 6-8, 10-13																					
A		5, 9																					
Y	JP 1-155403 A (FANUC CORPORATION) 19 June 1989 (1989-06-19) page 1, lower left column, lines 15-17, page 2, upper left column, lines 6-9, page 4, upper left column, line 6 to lower left column, line 7, fig. 1, 3	1-4, 6-8, 10-13																					
A	JP 5-277801 A (FUJI OOX INC.) 26 October 1993 (1993-10-26) entire text, all drawings	1																					
A	JP 7-295619 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 10 November 1995 (1995-11-10) entire text, all drawings	1, 9																					
A	JP 2010-108495 A (MORI SEIKI CO., LTD.) 13 May 2010 (2010-05-13) entire text, all drawings	9																					
☐ 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 07 July 2022		Date of mailing of the international search report 19 July 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/JP2022/019788

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2022/014535	A1	20 January 2022	(Family: none)	
JP	1-155403	A	19 June 1989	(Family: none)	
JP	5-277801	A	26 October 1993	(Family: none)	
JP	7-295619	A	10 November 1995	US 5831407	A
				entire text, all drawings	
				DE 19516328	A1
JP	2010-108495	A	13 May 2010	US 2010/0114359	A1
				entire text, all drawings	
				DE 102009045986	A1

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 15/00(2006.01)i FI: G05B19/4093 J; B23Q15/00 301J										
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; 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								
Y	WO 2022/014535 A1（ファナック株式会社）20.01.2022（2022 - 01 - 20） 段落0010-0054, 図1-11	1-4, 6-8, 10-13								
A		5, 9								
Y	JP 1-155403 A（ファナック株式会社）19.06.1989（1989 - 06 - 19） 第1頁左下欄第15-17行, 第2頁左上欄第6-9行, 第4頁左上欄第6行-左下欄第7行, 第1, 3図	1-4, 6-8, 10-13								
A	JP 5-277801 A（フジオーゼックス株式会社）26.10.1993（1993 - 10 - 26） 全文, 全図	1								
A	JP 7-295619 A（三菱電機株式会社）10.11.1995（1995 - 11 - 10） 全文, 全図	1, 9								
A	JP 2010-108495 A（株式会社森精機製作所）13.05.2010（2010 - 05 - 13） 全文, 全図	9								
☐ 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 “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 </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 “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 </td> </tr> </table>			* 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						
* 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 07.07.2022	国際調査報告の発送日 19.07.2022									
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） 中川 康文 3C 4068 電話番号 03-3581-1101 内線 3322									

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/JP2022/019788

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2022/014535	A1	20.01.2022	(ファミリーなし)	
JP	1-155403	A	19.06.1989	(ファミリーなし)	
JP	5-277801	A	26.10.1993	(ファミリーなし)	
JP	7-295619	A	10.11.1995	US 5831407	A
				全文, 全図	
				DE 19516328	A1
JP	2010-108495	A	13.05.2010	US 2010/0114359	A1
				全文, 全図	
				DE 102009045986	A1