

(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
2022年2月3日(03.02.2022)



(10) 国際公開番号

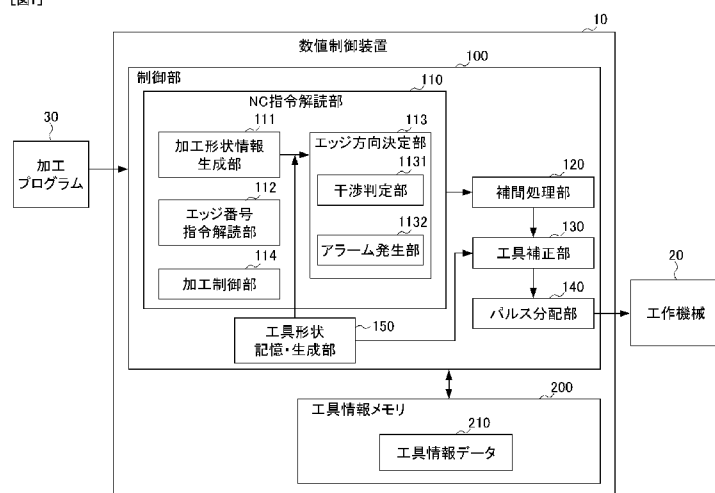
WO 2022/024974 A1

- (51) 国際特許分類:
G05B 19/18 (2006.01) G16Y 10/25 (2020.01)
G05B 19/4155 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/027493
- (22) 国際出願日: 2021年7月26日(26.07.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2020-129216 2020年7月30日(30.07.2020) JP
- (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: 鈴木 真(SUZUKI Makoto); 〒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, IR, IS, IT, 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,

(54) Title: NUMERICAL CONTROL DEVICE AND CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 数値制御装置、及び制御方法

[図1]



- 10 Numerical control device
20 Machine tool
30 Machining program
100 Control unit
110 NC command decoding unit
111 Machining shape information generation unit
112 Edge number command decoding unit
113 Edge direction determination unit
114 Machining control unit
120 Interpolation processing unit
130 Tool correction unit
140 Pulse distribution unit
150 Tool shape storage/generation unit
200 Tool information memory
210 Tool information data
1131 Interference determination unit
1132 Alarm generation unit

(57) Abstract: The present invention avoids interference between a workpiece and a tool while also easily positioning an edge indexing axis so that a selected edge is constantly in contact with a cutting surface. This numerical control device comprises: a tool shape information storage/generation unit that generates and stores, as tool shape information, geometrical information relating to the shape of a multi-edge tool for turning; a machining shape information generation unit that generates machining shape information, which relates to the shape for turning, from relative movement direction information pertaining to the workpiece and the multi-edge tool to be commanded by a turning program and from positional relation information pertaining to the workpiece and the multi-edge tool; an edge direction determination unit that determines, from the generated tool shape information and the generated machining shape information, the edge direction of the multi-edge tool for each machining shape change point at which the machining shape changes; and a machining



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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

control unit that, on the basis of the edge direction of the multi-edge tool for each machining shape change point, controls the turning while changing the edge direction of the multi-edge tool between machining shape change points.

(57) 要約: ワークと工具の干渉を回避しつつ、選択されたエッジが常に切削面に当たるよう容易にエッジ割り出し軸を位置決めすること。数値制御装置は、旋削加工用のマルチエッジ工具の形状に係る幾何学的情報を工具形状情報として生成して記憶する工具形状情報記憶・生成部と、旋削加工のプログラムに指令されるマルチエッジ工具とワークとの相対移動方向情報及びマルチエッジ工具とワークとの位置関係情報から、当該旋削加工の形状に関する加工形状情報を生成する加工形状情報生成部と、生成された工具形状情報と生成された加工形状情報とから、加工形状が変化する加工形状変化点毎にマルチエッジ工具のエッジ方向を決定するエッジ方向決定部と、加工形状変化点毎のマルチエッジ工具のエッジ方向に基づいて、加工形状変化点間のマルチエッジ工具のエッジ方向を変化させながら旋削加工を制御する加工制御部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：数値制御装置、及び制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、数値制御装置、及び制御方法に関する。

背景技術

[0002] 複数のエッジを有し、各エッジに異なる用途の刃具を実装しアプローチ角を変化させることであらゆる形状のワークに対応可能なマルチエッジ工具がある。

マルチエッジ工具を用いた加工では、予め各エッジのエッジ番号とオフセット情報を設定し、加工プログラムにてエッジ番号を選択し、プログラム指令点（エッジ回転中心）から対応するオフセット量を適用することで、選択されたマルチエッジ工具のエッジを加工対象のワークの切削面に合わせている。

図 1 1 は、工具情報データの一例を示す図である。

図 1 2 は、マルチエッジ工具のエッジをワークの切削面に合わせるための加工プログラムの一例を示す図である。

図 1 3 は、マルチエッジ工具とワークとが合わさった場合の一例を示す図である。

図 1 1 に示すように、数値制御装置は、数値制御装置に含まれるメモリ等の記憶部に、例えば、登録されるマルチエッジ工具毎に付与される「100」等の工具番号、マルチエッジ工具毎の各エッジに付与される「1」、「2」、「3」等のエッジ番号、エッジ毎に予め設定されたX軸方向とZ軸方向との工具位置オフセット量、及び刃先R補正量を格納した工具情報データを有する。

[0003] 数値制御装置は、図 1 1 に示す工具情報データを用いて図 1 2 の加工プログラムを実行することでエッジ 1 を選択し、プログラム指令点（エッジ回転中心）から対応するオフセット量（例えば、X軸方向の工具位置オフセット

量 4.5 mm) を適用することで、図 13 に示すように、エッジ 1 をワークの切削面に合わせることができる。

なお、図 12 に示す加工プログラムでは、シーケンス番号「N1」において、工具番号「100」のマルチエッジ工具が選択され、エッジ番号「1」のエッジ 1 が選択される。また、シーケンス番号「N2」において、「D99」で予め対応付けられているエッジ番号「1」の工具位置オフセット量、及び刃先 R 補正量が設定され、シーケンス番号「N3」において主軸回転数が設定される。また、シーケンス番号「N4」において、選択されたエッジがワークに当たるようエッジ割り出し軸（以下、断りのない限り「B 軸」ともいう）の位置決め角度が設定され、シーケンス番号「N5」において、加工開始位置にアブソリュートで位置決めが行われる。また、シーケンス番号「N6」において切削加工指令が出力される。シーケンス番号「N10」において、エッジ番号「2」の工具位置オフセット量と刃先 R 補正量とが有効にされる。

[0004] そして、数値制御装置は、上述したようにマルチエッジ工具のエッジ 1 をワークの切削面に合わせた後、例えば特許文献 1 に記載の方法を用いて、工具回転軸の位置決め角度の変化に応じて図 11 の工具情報データに登録された工具位置オフセット量を変換し、新たな工具位置オフセット量として適用するようにしてもよい。そうすることで、数値制御装置は、図 14 に示すように、マルチエッジ工具の割り出し軸（B 軸）が一定角度傾斜した場合でも、傾斜角度に応じて上記オフセット量を変換して適用できる。

あるいは、数値制御装置は、図 15 に示すように、特許文献 2 に記載の方法を用いて、工具回転軸の位置決め角度の変化に応じて、ブロックの途中においても時々刻々に工具長補正をかけ、エッジが指令された経路に沿って動くように制御するようにしてもよい。

図 14 は、特許文献 1 に記載の方法の一例を示す図である。図 15 は、特許文献 2 に記載の方法の一例を示す図である。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平3－109606号公報

特許文献2：特開平5－100723号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、数値制御装置は、図13に示すように、複数のエッジを有する旋削加工用のマルチエッジ工具を使用して加工する場合、T指令・E指令で使用する工具番号・エッジ番号を選択して工具交換した場合、エッジ割り出し軸（B軸）指令により、選択したエッジがワークの切削面に合うよう適切に位置決めをする必要がある。

また、数値制御装置は、一度B軸を適切に位置決めしたとしても、XZ平面における切削面垂直方向の変化に応じて、選択したエッジがワークの切削面に合うようにB軸を位置決めし直すことが必要となる場合がある。

図16は、XZ平面における切削面垂直方向が変化する切削加工の一例を示す図である。なお、図16の上段はワーク全体の形状を示し、図16の下段は図16の上段の破線の矩形部分におけるワークのXZ平面の断面を示す。

図16の上段に示すように、ワークは、例えば、円柱W1と、円柱W1より半径が大きい円柱W2と、の形状を有する。マルチエッジ工具がワークの円柱W1の側面を切削する場合、マルチエッジ工具のエッジ1のエッジ方向は、円柱W1の側面のX軸方向の切削面垂直方向となる。一方、マルチエッジ工具がワークの円柱W2の上面を切削する場合、マルチエッジ工具のエッジ1のエッジ方向は、円柱W2の上面のZ軸方向の切削面垂直方向となる。すなわち、数値制御装置は、切削加工の工具経路が円柱W1の側面から円柱W2の上面に進む場合、図16の下段に示すように、マルチエッジ工具のエッジ1のエッジ方向を変化させるようにB軸を位置決めする必要がある。

[0007] しかしながら、図16に示すようにワークの加工形状が複雑な場合、切削面垂直方向の変化に応じて、ユーザが切削面と工具の干渉を回避しつつB軸

の位置決め指令プログラムを作成することは困難である。このような加工では、ユーザは、CAM (Computer Aided Manufacturing) によるプログラム作成が必要となる。

[0008] そこで、ワークと工具の干渉を回避しつつ、選択されたエッジが常に切削面に当たるよう容易にエッジ割り出し軸を位置決めすることが望まれている。

課題を解決するための手段

[0009] 本開示の数値制御装置の一態様は、旋削加工用のマルチエッジ工具を使用してワークを旋削加工する工作機械を制御する数値制御装置であって、前記マルチエッジ工具の形状に係る幾何学的情報を工具形状情報として生成して記憶する工具形状情報記憶・生成部と、前記旋削加工のプログラムに指令される前記マルチエッジ工具と前記ワークとの相対移動方向情報及び前記マルチエッジ工具と前記ワークとの位置関係情報から、当該旋削加工の形状に関する加工形状情報を生成する加工形状情報生成部と、生成された前記工具形状情報と生成された前記加工形状情報とから、加工形状が変化する加工形状変化点毎に前記マルチエッジ工具のエッジ方向を決定するエッジ方向決定部と、前記加工形状変化点毎の前記マルチエッジ工具のエッジ方向に基づいて、前記加工形状変化点間の前記マルチエッジ工具のエッジ方向を変化させながら前記旋削加工を制御する加工制御部と、を備える。

[0010] 本開示の制御方法の一態様は、コンピュータにより実現される、旋削加工用のマルチエッジ工具を使用してワークを旋削加工する工作機械の制御方法であって、前記マルチエッジ工具の形状に係る幾何学的情報を工具形状情報として生成して記憶し、前記旋削加工のプログラムに指令される前記マルチエッジ工具と前記ワークとの相対移動方向情報及び前記マルチエッジ工具と前記ワークとの位置関係情報から、当該旋削加工の形状に関する加工形状情報を生成し、生成された前記工具形状情報と生成された前記加工形状情報とから、加工形状が変化する加工形状変化点毎に前記マルチエッジ工具のエッジ方向を決定し、前記加工形状変化点毎の前記マルチエッジ工具のエッジ方

向に基づいて、前記加工形状変化点間の前記マルチエッジ工具のエッジ方向を変化させながら前記旋削加工を制御する。

発明の効果

[0011] 一態様によれば、ワークと工具の干渉を回避しつつ、選択されたエッジが常に切削面に当たるよう容易にエッジ割り出し軸を位置決めすることができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]一実施形態に係る数値制御装置の機能的構成例を示す機能ブロック図である。

[図2]工具情報データの一例を示す図である。

[図3A]マルチエッジ工具の一例を示す図である。

[図3B]マルチエッジ工具の一例を示す図である。

[図3C]マルチエッジ工具の一例を示す図である。

[図4A]図3Bのマルチエッジ工具の場合のエッジ1のエッジ先端から他のエッジ先端へのベクトル V_{ENEM} の一例を示す図である。

[図4B]図3Bのマルチエッジ工具の場合のエッジ2の先端角をセンタリングするための割出し角度 β_{E2} の一例を示す図である。

[図5A]マルチエッジ工具による加工の工具経路が明示されている加工プログラムの一例を示す図である。

[図5B]図5Aの加工プログラムで切削されるワークの仕上げ形状の一例を示す図である。

[図6A]マルチエッジ工具による加工の工具経路が明示されていない加工プログラムの一例を示す図である。

[図6B]図6Aの加工プログラムで切削されるワークWの工具経路の一例を示す図である。

[図7]加工形状情報に基づく加工形状の一例を示す図である。

[図8A]工具経路間の角度が180度未満の場合の一例を示す図である。

[図8B]工具経路間の角度が180度以上の場合の一例を示す図である。

[図9A]干渉判定部の動作を説明する一例を示す図である。

[図9B]干渉判定部の動作を説明する一例を示す図である。

[図10]数値制御装置のNC指令実行処理の一例について説明するフローチャートである。

[図11]工具情報データの一例を示す図である。

[図12]マルチエッジ工具のエッジをワークの切削面に合わせるための加工プログラムの一例を示す図である。

[図13]マルチエッジ工具とワークとが合わさった場合の一例を示す図である。

[図14]特許文献1に記載の方法の一例を示す図である。

[図15]特許文献2に記載の方法の一例を示す図である。

[図16]XZ平面における切削面垂直方向が変化する切削加工の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] <一実施形態>

まず、本実施形態の概略を説明する。本実施形態では、数値制御装置は、加工プログラムの指令を解読し、解読された加工プログラムの指令に基づいてマルチエッジ工具とワークとの相対移動方向情報、及びマルチエッジ工具とワークとの位置関係情報を取得する。数値制御装置は、取得した相対移動方向情報及び位置関係情報を用いて旋削加工の形状に関する加工形状情報を生成する。数値制御装置は、マルチエッジ工具の形状に係る工具形状情報と生成した加工形状情報とから、加工形状が変化する加工形状変化点毎にマルチエッジ工具のエッジ方向を決定し、加工形状変化点毎のマルチエッジ工具のエッジ方向に基づいて、加工形状変化点間の工具経路におけるマルチエッジ工具のエッジ方向を変化させながら旋削加工を制御する。

[0014] これにより、本実施形態によれば、「切削面と工具の干渉を回避しつつ、選択されたエッジが常に切削面に当たるよう容易にB軸を位置決めする」という課題を解決することができる。

以上が本実施形態の概略である。

[0015] 次に、本実施形態の構成について図面を用いて詳細に説明する。

図1は、一実施形態に係る数値制御装置の機能的構成例を示す機能ブロック図である。

数値制御装置10、及び工作機械20は、図示しない接続インタフェースを介して、互いに直接接続されてもよい。なお、数値制御装置10、及び工作機械20は、LAN (Local Area Network) やインターネット等の図示しないネットワークを介して相互に接続されていてもよい。この場合、数値制御装置10、及び工作機械20は、かかる接続によって相互に通信を行うための図示しない通信部を備えている。

[0016] 工作機械20は、例えば、当業者にとって公知の旋盤加工する旋盤等であり、後述する数値制御装置10からの動作指令に基づいて動作する。

[0017] 数値制御装置10は、当業者にとって公知の数値制御装置であり、制御情報に基づいて動作指令を生成し、生成した動作指令を工作機械20に送信する。これにより、数値制御装置10は、工作機械20の動作を制御する。

図1に示すように、数値制御装置10は、制御部100、及び工具情報メモリ200を有する。さらに、制御部100は、NC指令解読部110、補間処理部120、工具補正部130、パルス分配部140、及び工具形状記憶・生成部150を有する。さらに、NC指令解読部110は、加工形状情報生成部111、エッジ番号指令解読部112、エッジ方向決定部113、及び加工制御部114を有する。また、エッジ方向決定部113は、干渉判定部1131、及びアラーム発生部1132を有する。

[0018] <工具情報メモリ200>

工具情報メモリ200は、SSD (Solid State Drive) やHDD (Hard Disk Drive) 等の記憶部である。工具情報メモリ200は、工具情報データ210を記憶する。

[0019] 工具情報データ210は、例えば、工作機械20に選択可能なマルチエッジ工具に関する工具情報及びエッジ情報を含む。また、工具情報データ21

0は、マルチエッジ工具毎にエッジ数分のエッジ番号を登録することで、エッジ毎の情報を格納できる領域を確保する。

[0020] 図2は、工具情報データ210の一例を示す図である。

図2に示すように、工具情報データ210は、例えば、登録されるマルチエッジ工具毎に付与される工具番号、マルチエッジ工具毎の各エッジに付与されるエッジ番号、エッジ間角度、及びエッジ長等を格納する格納領域を有する。

なお、工具情報データ210は、マルチエッジ工具毎の工具位置オフセット量、及び刃先R補正量等を格納する格納領域を有してもよい。

[0021] 工具情報データ210は、上述したように、登録されるマルチエッジ工具毎に付与される「100」、「102」、「103」等の工具番号を格納してもよい。

また、工具情報データ210では、工具番号「100」のマルチエッジ工具に対してエッジ番号「1」から「3」が付与され格納されている。このことから、工具番号「100」のマルチエッジ工具は、3つのエッジを有することを示す。一方、工具番号「102」及び工具番号「103」のマルチエッジ工具に対してエッジ番号「1」から「4」が付与され格納されている。このことから、工具番号「102」及び工具番号「103」のマルチエッジ工具は、4つのエッジを有することを示す。

[0022] 図3Aから図3Cは、マルチエッジ工具の一例を示す図である。

図3Aは、工具番号「100」のマルチエッジ工具を示す。工具番号「100」のマルチエッジ工具は、エッジ番号「1」に荒加工用のエッジ、エッジ番号「2」に中仕上げ加工用のエッジ、エッジ番号「3」に仕上げ加工用のエッジをそれぞれ有する。これにより、図3Aのマルチエッジ工具は、B軸を（Y軸周りに）回転させることで、荒加工、中仕上げ加工、仕上げ加工を連続的に行うことができる。そして、工具情報データ210では、エッジ番号「1」から「3」それぞれのエッジ間角度及びエッジ長に、「0」、「 α_{E2} 」、「 α_{E3} 」、及び「 $L1_{E1}$ 」、「 $L1_{E2}$ 」、「 $L1_{E3}$ 」が予め格納さ

れている。

なお、エッジ間角度は、例えば、マルチエッジ工具の回転中心（B軸）からエッジ番号1のエッジ1の先端を結ぶ直線を基準とした場合、マルチエッジ工具の回転中心（B軸）から他のエッジ（例えばエッジ2（E2）又はエッジ3（E3））の先端を結ぶ直線との例えば時計周りの角度を示す。このため、エッジ1（E1）のエッジ間角度は0度となる。

また、エッジ長は、マルチエッジ工具の回転中心（B軸）からエッジ1（E1）からエッジ3（E3）それぞれの先端までの距離である。

[0023] 図3Bは、工具番号「102」のマルチエッジ工具を示す。工具番号「102」のマルチエッジ工具は、エッジ番号「1」に荒加工用のエッジ、エッジ番号「2」に中仕上げ加工用のエッジ、エッジ番号「3」に仕上げ加工用のエッジをそれぞれ有する。これにより、前記マルチエッジ工具は、B軸を（Y軸周りに）回転させることで、荒加工、中仕上げ加工、仕上げ加工を連続的に行うことができる。なお、エッジ番号「4」は、図3Bに示すように、凹んだ部分であることから切削加工に使用することができないエッジである。

そして、工具情報データ210では、エッジ番号「1」から「4」それぞれのエッジ間角度及びエッジ長に、「0」、「 Θ_{E2} 」、「 Θ_{E3} 」、「 Θ_{E4} 」、及び「 L_{2E1} 」、「 L_{2E2} 」、「 L_{2E3} 」、「 L_{2E4} 」が予め格納される。

[0024] 図3Cは、工具番号「103」のマルチエッジ工具を示す。工具番号「103」のマルチエッジ工具は、エッジ番号「1」に仕上げ加工用のエッジ、エッジ番号「2」に荒加工用のエッジ、エッジ番号「3」に荒加工用のエッジ、エッジ番号「4」に中仕上げ加工用のエッジをそれぞれ有する。これにより、前記マルチエッジ工具は、B軸を（Y軸周りに）回転させることで、荒加工、中仕上げ加工、仕上げ加工を連続的に行うことができる。そして、工具情報データ210では、エッジ番号「1」から「4」それぞれのエッジ間角度及びエッジ長に、「0」、「 γ_{E2} 」、「 γ_{E3} 」、「 γ_{E4} 」、及び「L

3_{E1}」、「L 3_{E2}」、「L 3_{E3}」、「L 3_{E4}」が予め格納される。

[0025] <制御部 100>

制御部 100 は、CPU、ROM、RAM、CMOSメモリ等を有し、これらはバスを介して相互に通信可能に構成される、当業者にとって公知のものである。

CPUは数値制御装置 10 を全体的に制御するプロセッサである。CPU は、ROMに格納されたシステムプログラム及びアプリケーションプログラムを、バスを介して読み出し、前記システムプログラム及びアプリケーションプログラムに従って数値制御装置 10 全体を制御する。これにより、図 1 に示すように、制御部 100 は、NC 指令解読部 110、補間処理部 120、工具補正部 130、パルス分配部 140、及び工具形状記憶・生成部 150 の機能を実現するように構成される。また、NC 指令解読部 110 は、加工形状情報生成部 111、エッジ番号指令解読部 112、エッジ方向決定部 113、及び加工制御部 114 の機能を実現するように構成される。また、エッジ方向決定部 113 は、干渉判定部 1131、及びアラーム発生部 1132 の機能を実現するように構成される。RAMには一時的な計算データや表示データ等の各種データが格納される。CMOSメモリは図示しないバッテリーでバックアップされ、数値制御装置 10 の電源がオフされても記憶状態が保持される不揮発性メモリとして構成される。

次に、制御部 100 の説明をする。まず、工具形状記憶・生成部 150 について説明する。

[0026] <工具形状記憶・生成部 150>

工具形状記憶・生成部 150 は、後述するエッジ番号指令解読部 112 により解読された加工プログラム 30 において指令されるマルチエッジ工具に対応して、工具情報メモリ 200 に登録された工具情報データ 210 に基づいて、マルチエッジ工具の形状に係る幾何学的情報を工具形状情報として記憶し生成する。

具体的には、工具形状記憶・生成部 150 は、加工プログラム 30 におい

て指令されるマルチエッジ工具毎に、工具情報データ 210 に基づいて、(a) 各エッジ先端から他のエッジ先端へのベクトル V_{ENEM} を算出し、(b) 加工することができないエッジに対して加工不可フラグを付加し、(c) 各エッジの先端角をセンタリング（すなわち、先端角の 2 等分線が X 軸方向と一致）するための割り出し角度 (β_{EN}) を算出し、マルチエッジ工具の工具形状情報として生成する。なお、N、M は 1 以上の整数であり、 $N \neq M$ である。

[0027] 図 4 A は、図 3 B のマルチエッジ工具の場合のエッジ 1 のエッジ先端から他のエッジ先端へのベクトル V_{ENEM} の一例を示す図である。図 4 B は、図 3 B のマルチエッジ工具の場合のエッジ 2 の先端角をセンタリングするための割り出し角度 β_{E2} の一例を示す図である。

図 4 A に示すように、工具形状記憶・生成部 150 は、エッジ 1 ($E1$) のエッジ先端から他のエッジ、すなわちエッジ 2 ($E2$)、エッジ 3 ($E3$)、エッジ 4 ($E4$) の各先端へのベクトル V_{E1E2} 、 V_{E1E3} 、 V_{E1E4} を算出する。なお、工具形状記憶・生成部 150 は、エッジ 2 ($E2$)、エッジ 3 ($E3$)、エッジ 4 ($E4$) のエッジ先端から他のエッジへのベクトル V_{ENEM} を、ベクトル V_{E1E2} 、 V_{E1E3} 、 V_{E1E4} の場合と同様に算出してもよい。

また、工具形状記憶・生成部 150 は、上述したように、図 3 B のマルチエッジ工具のエッジ 4 が凹んで切削加工に使用することができないことから、エッジ 4 に対して加工不可フラグを付加する。

また、工具形状記憶・生成部 150 は、図 4 B に示すように、エッジ 2 の先端角をセンタリングするための割り出し角度 β_{E2} を、例えばエッジ 1 ($E1$) を基準にして算出する。なお、工具形状記憶・生成部 150 は、エッジ 3 ($E3$) の先端角をセンタリングするための割り出し角度 β_{E3} についても、エッジ 2 ($E2$) の場合と同様に算出してもよい。

工具形状記憶・生成部 150 は、生成した工具形状情報を後述する NC 指令解読部 110 及び工具補正部 130 に出力する。

なお、工具形状記憶・生成部 150 は、予め、工具情報メモリ 200 に登

録された（マルチエッジ工具に係る）工具情報データ 210 毎に、工具形状情報を生成し、生成したマルチエッジ工具の工具形状情報を工具情報メモリ 200 に記憶するようにしてもよい。

[0028] ＜NC 指令解読部 110＞

NC 指令解読部 110 は、例えば、CAD/CAM 装置等の外部装置により生成された加工プログラム 30 を取得し、取得した加工プログラム 30 を解析する。

なお、加工プログラム 30 には、マルチエッジ工具による加工の工具経路が明示されているものと、マルチエッジ工具による加工の工具経路が明示されていないものと、がある。以下、（１）マルチエッジ工具による加工の工具経路が明示されている加工プログラム 30 の場合と、（２）マルチエッジ工具による加工の工具経路が明示されていない加工プログラム 30 の場合と、について説明する。

[0029] （１）マルチエッジ工具による加工の工具経路が明示されている加工プログラム 30 の場合

図 5 A は、マルチエッジ工具による加工の工具経路が明示されている加工プログラム 30 の一例を示す図である。図 5 B は、図 5 A の加工プログラム 30 で切削されるワーク W の仕上げ形状の一例を示す図である。

図 5 B に示すように、NC 指令解読部 110 は、例えば、シーケンス番号「N101」からシーケンス番号「N110」の順番の工具経路で、仕上げ加工を行うことを解析する。換言すれば、図 5 B に示す工具経路は、図 5 A の加工プログラム 30 の指令値通りの経路である。

ここで、図 5 A の加工プログラム 30 の 1 番目のブロックの「G42.9」は、エッジ方向自動決定モードを実行し、図 5 B の工具経路において、マルチエッジ工具は移動方向の右側を通る。なお、図 5 A の加工プログラム 30 の 1 番目のブロックが「G41.9」の場合、図 5 B の工具経路において、マルチエッジ工具は移動方向の左側を通る。すなわち、「G41.9」、「G42.9」は、マルチエッジ工具とワーク W との位置関係情報の一例で

ある。

[0030] (2) マルチエッジ工具による加工の工具経路が明示されていない加工プログラム30の場合

図6Aは、マルチエッジ工具による加工の工具経路が明示されていない加工プログラム30の一例を示す図である。図6Bは、図6Aの加工プログラム30で切削されるワークWの工具経路の一例を示す図である。なお、図6Bに示す破線は、図5Bと同様に、ワークWの仕上げ形状を示す。

図6Aに示すように、加工プログラム30は、15個のブロックを有するプログラムである。2番目のブロックの「Gxx」は、簡略化されたプログラム指令であり、図6Bの破線で示す仕上げ形状にワークWを切削するメインプログラムである。

なお、「Gxx」の引数「P101」は、仕上げ形状を決める最初のブロックのシーケンス番号を示す。また、「Gxx」の引数「Q110」は、仕上げ形状を決める最後のブロックのシーケンス番号を示す。なお、図6Aの加工プログラム30のシーケンス番号「101」からシーケンス番号「110」は、図5Aの加工プログラム30と同じである。

また、「Gxx」の引数「U2.0」は、工具の切り込み量を示す。また、「Gxx」の引数「F0.1」は、工具の送り速度を示す。また、「Gxx」の引数「S1000」は、1分間あたりの主軸回転数を示す。また、「Gxx」の引数「T100」は、工具番号を示す。また、「Gxx」の引数「E1」は、後述する往路用のエッジ番号を示す。また、「Gxx」の引数「H2」は、後述する復路用のエッジ番号を示す。

[0031] NC指令解読部110は、図6Aの加工プログラム30に含まれる複数のブロックを先読みし、先読みした複数のブロックにおけるNC指令からマルチエッジ工具の工具経路を算出する。

具体的には、NC指令解読部110は、例えば、図6Aの加工プログラム30の複数のブロックそれぞれのNC指令から図6Bの破線で示す仕上げ形状の経路を算出する。ただし、マルチエッジ工具の切り込み量には限界があ

ることから、最初から図 6 B の破線で示す仕上げ形状に沿って切削することは不可能である。そこで、NC 指令解読部 110 は、図 6 A の加工プログラム 30 の複数のブロックそれぞれの NC 指令に基づいて、マルチエッジ工具の切り込み量の範囲内で切削が可能な、図 6 B に示す工具経路を算出する。

すなわち、図 6 A 及び図 6 B に示すように、NC 指令解読部 110 は、Z 軸方向に往復しながら -X 軸方向に設定された切り込み量でワーク W を切削する工具経路を算出する。

換言すれば、図 6 B に示す工具経路は、図 6 A の加工プログラム 30 の指令値通りの経路ではなく、数値制御装置 10 内部で生成された経路である。

[0032] ここで、マルチエッジ工具がワーク W に沿って動く方向（図 6 B では Z 軸方向）を「往復軸」ともいう。また、往復軸を基準にして加工開始位置から加工終了位置を見たときの方向（図 6 B では -Z 軸方向）を「往路方向」ともいう。また、往復軸を基準にして加工終了位置から加工開始位置を見たときの方向（図 6 B では +Z 軸方向）を「復路方向」ともいう。

[0033] <加工形状情報生成部 111>

加工形状情報生成部 111 は、旋削加工の加工プログラム 30 に指令されるマルチエッジ工具とワークとの相対移動方向情報及びマルチエッジ工具とワークとの位置関係情報から、当該旋削加工の形状に関する加工形状情報を生成する。

具体的には、加工形状情報生成部 111 は、エッジ方向自動決定モード（G41.9/G42.9）中のエッジ移動方向指令（X__Z__）を読み取り、マルチエッジ工具先端の位置ベクトルとして記憶する。

加工形状情報生成部 111 は、図 5 B の工具経路（又は図 6 B の破線で示す仕上げ形状）上を移動する移動指令を位置ベクトル（加工形状情報）として全て記憶する。

なお、加工形状情報生成部 111 は、直接の G00/G01/G02/G03 指令でなくても、固定サイクル等内部的に G00/G01/G02/G03 で動作する指令についても位置ベクトル（加工形状情報）を記憶するよ

うにしてもよい。また、加工形状情報生成部 111 は、エッジ割り出し軸位置決めモードキャンセル（G40）を読み取るまでブロックの読み込みを行なうようにしてもよい。

[0034] <エッジ番号指令解読部 112>

エッジ番号指令解読部 112 は、例えば、加工プログラム 30 におけるエッジ番号指令を解読し、指令されたエッジ番号を後述するエッジ方向決定部 113 に出力する。

[0035] <エッジ方向決定部 113>

エッジ方向決定部 113 は、前述したように、指令されたエッジ番号に対して工具形状記憶・生成部 150 により生成された工具形状情報と加工形状情報生成部 111 により生成された加工形状情報とから、加工形状が変化する加工形状変化点毎にマルチエッジ工具のエッジ方向を決定する。なお、以下の説明では、マルチエッジ工具 40 のエッジ 1 のエッジ方向の場合について例示するが、エッジ 2 等の他のエッジのエッジ方向についても同様である。

図 7 は、加工形状情報に基づく加工形状の一例を示す図である。

図 7 に示すように、例えば、NC 指令解読部 110 により工具経路 A1～A3 が算出され、工具経路 A1～A3 は、マルチエッジ工具 40 がワーク W を順番に切削する経路である。

エッジ方向決定部 113 は、例えば、工具経路 A1 の始点、及び工具経路 A3 の終点とともに、工具経路 A1 から工具経路 A2 に切り換わる点（以下、「加工形状変化点」ともいう）P1、及び工具経路 A1 から工具経路 A2 に切り換わる加工形状変化点 P2 においてエッジ方向を決定する。

[0036] 具体的には、エッジ方向決定部 113 は、例えば、加工形状変化点 P1 における工具経路 A1 と工具経路 A2 とがなす角（例えば、90 度）の 2 等分線（例えば、左上 45 度の方向）がマルチエッジ工具 40 のエッジ 1 のエッジ先端角の中心と一致するようにエッジ方向を決定する。また、エッジ方向決定部 113 は、例えば、加工形状変化点 P2 における工具経路 A2 と工具

経路 A 3 とがなす角（例えば、90 度）の 2 等分線（例えば、右上 45 度の方向）がマルチエッジ工具 40 のエッジ 1 のエッジ先端角の中心と一致するようにエッジ方向を決定する。

なお、エッジ方向決定部 113 は、工具経路 A 1 の始点において工具経路 A 1 の切削面垂直方向（すなわち、 $-Z$ 軸方向）がマルチエッジ工具 40 のエッジ 1 のエッジ先端角の中心と一致するようにエッジ方向を決定する。また、エッジ方向決定部 113 は、工具経路 A 3 の終点において工具経路 A 3 の切削面垂直方向（すなわち、 $+Z$ 軸方向）がマルチエッジ工具 40 のエッジ 1 のエッジ先端角の中心と一致するようにエッジ方向を決定する。

これにより、後述する補間処理部 120 は、工具経路 A 1 の始点、工具経路 A 3 の終点、及び加工形状変化点 P 1、P 2 におけるエッジ方向、すなわちエッジ割り出し軸の位置決め角度を用いて、工具経路 A 1 の始点から加工形状変化点 P 1 までの間の工具経路 A 1、加工形状変化点 P 1 から加工形状変化点 P 2 の間の工具経路 A 2、及び加工形状変化点 P 2 から工具経路 A 3 の終点までの間の工具経路 A 3 におけるエッジ割り出し軸の位置決め角度を、公知の補間処理により補間することができる。そうすることで、加工プログラム 30 において、ユーザがエッジ割り出し軸の位置決め角度を指令する必要がなくなり、ユーザの負担を軽減することができる。

[0037] なお、エッジ方向決定部 113 は、工具経路（ブロック）間の角度が 180 度未満の場合、工具経路（ブロック）角度の中心線とマルチエッジ工具 40 のエッジ先端点の中心線とが一致する角度をエッジ方向（エッジ割り出し軸の位置決め角度）と決定するようにしてもよい。

図 8 A は、工具経路間の角度が 180 度未満の場合の一例を示す図である。

図 8 A に示すように、エッジ方向決定部 113 は、図 7 の場合と同様に、加工形状変化点 P i における工具経路 C (i) と工具経路 C ($i + 1$) とがなす角度の 2 等分線がマルチエッジ工具 40 のエッジ先端角の中心と一致するようにエッジ方向を決定する。ここで、 i は 1 以上の整数であり、 θ_v は加

工形状変化点 P_i における工具経路 $C(i)$ と工具経路 $C(i+1)$ とがなす角度の2等分線方向（中心線ワーク方向）とX軸方向との角度差（時計回り方向）を示す。

[0038] また、エッジ方向決定部113は、工具経路（ブロック）間の角度が180度以上の場合、各工具経路（ブロック）の切削面垂直方向とマルチエッジ工具40のエッジ先端点の中心線とが一致する角度をエッジ方向（エッジ割り出し軸の位置決め角度）と決定するようにしてもよい。

図8Bは、工具経路間の角度が180度以上の場合の一例を示す図である。

図8Bに示すように、エッジ方向決定部113は、加工形状変化点 P_i における工具経路 $C(i)$ 、 $C(i+1)$ それぞれの切削面垂直方向（破線）とマルチエッジ工具40のエッジ先端角の中心とが一致するようにエッジ方向を決定する。ここで、 θ_{v1} 、 θ_{v2} は加工形状変化点 P_i における工具経路 $C(i)$ 、 $C(i+1)$ それぞれの切削面垂直方向（ワーク側）とX軸方向との角度差（時計回り方向）を示す。

これまでに説明したエッジ方向決定の方法は一例であり、他にも加工面の垂直方向に対するエッジ先端点の中心線の角度を指定する方法や、後述の干渉判定部で干渉が発生すると判定されない限り一度決定したエッジ方向を維持する方法等が考えられる。

[0039] <干渉判定部1131>

干渉判定部1131は、例えば、工具形状情報及び加工形状情報と、エッジ方向決定部113により決定された各加工形状変化点のエッジ方向（エッジ割り出し軸の位置決め角度）と、に基づいて加工形状とマルチエッジ工具40との干渉が発生するか否かを判定する。干渉判定部1131は、干渉が発生すると判定した場合、前記干渉を回避するために干渉が発生する加工形状変化点のエッジ方向（エッジ割り出し軸の位置決め角度）を変更する。

図9A及び図9Bは、干渉判定部1131の動作を説明する一例を示す図である。

具体的には、干渉判定部 1131 は、図 9A に示すように、例えば、各加工形状変化点において決定されたエッジ方向（エッジ割り出し軸の位置決め角度）でマルチエッジ工具 40 をワーク W の切削面に合わせる。干渉判定部 1131 は、工具形状情報のエッジ 1（E1）のエッジ先端からエッジ 2（E2）、エッジ 3（E3）、エッジ 4（E4）の各先端へのベクトル V_{E1E2} 、 V_{E1E3} 、 V_{E1E4} の少なくとも 1 つが加工形状情報の工具経路 $D(i) \sim D(i+3)$ のいずれかと交わるか否かを判定する。干渉判定部 1131 は、ベクトル V_{E1E2} 、 V_{E1E3} 、 V_{E1E4} の少なくとも 1 つがいずれかの工具経路 $D(i) \sim D(i+3)$ と交わる場合、加工形状とマルチエッジ工具 40 とが干渉すると判定する。この場合、エッジ方向決定部 113 は、図 9B に示すように、干渉を回避するために、加工形状変化点 $P(i+1)$ におけるマルチエッジ工具 40 のエッジ方向（エッジ割り出し軸の位置決め角度）を変更するようにしてもよい。

これまでに説明した干渉判定の方法は一例であり、他にも CAD（Computer Aided Design）により作成された詳細な工具形状情報及び加工形状情報を用いて干渉を判定する方法等が考えられる。

[0040] <アラーム発生部 1132>

アラーム発生部 1132 は、例えば、干渉判定部 1131 により加工形状とマルチエッジ工具 40 との干渉が回避できない場合、アラームを発生させて加工プログラム 30 の解読及び実行を停止する。この場合、発生されたアラームは、数値制御装置 10 に含まれる液晶ディスプレイ等の表示装置（図示しない）に表示されてもよく、数値制御装置 10 に含まれるスピーカ（図示しない）を介して音で出力されてもよい。

また、アラーム発生部 1132 は、例えば、工具形状情報において図 3B に示すマルチエッジ工具の加工不可フラグが付加されたエッジ 4 を加工に使用しようとした場合、アラームを発生させて加工プログラムの解読及び実行を停止するようにしてもよい。

[0041] <加工制御部 114>

加工制御部 114 は、加工形状変化点毎のマルチエッジ工具 40 のエッジ方向に基づいて、後述する補間処理部 120 による補間処理に応じて加工形状変化点間のマルチエッジ工具のエッジ方向を変化させながら工作機械 20 の旋削加工を制御する。

[0042] <補間処理部 120>

補間処理部 120 は、NC 指令解読部 110 から受信した工具経路に対して補間処理を行い、指令位置や指令速度を算出する。また、補間処理部 120 は、エッジ方向決定部 113 により決定された各加工形状変化点のエッジ方向（エッジ割り出し軸の位置決め角度）に基づいて、各加工形状変化点間のエッジ方向（エッジ割り出し軸の位置決め角度）を補間する。

[0043] <工具補正部 130>

工具補正部 130 は、選択されたマルチエッジ工具 40 の位置オフセット量、及び刃先 R 補正量と、工具形状記憶・生成部 150 により生成されたマルチエッジ工具 40 の工具形状情報と、を用いて、工具補正量を計算する。

[0044] <パルス分配部 140>

パルス分配部 140 は、計算された工具補正の各軸移動分のパルスが工作機械 20 に含まれる各サーボモータ（図示しない）に出力する。

[0045] <数値制御装置 10 の NC 指令実行処理>

次に、マルチエッジ工具 40 のエッジを用いて加工処理する加工プログラム 30 に基づく切削加工を行う場合の、数値制御装置 10 の NC 指令実行処理に係る動作の一例について説明する。

図 10 は、数値制御装置 10 の NC 指令実行処理の一例について説明するフローチャートである。

[0046] ステップ S11 において、NC 指令解読部 110 は、加工プログラム 30 を読み込む。

[0047] ステップ S12 において、NC 指令解読部 110 は、ステップ S11 で読み込まれた加工プログラム 30 に含まれる複数のブロックを先読みし、先読みした複数のブロックにおける NC 指令から、例えば図 5 B 又は図 6 B に示

すマルチエッジ工具４０の工具経路を算出する。

- [0048] ステップＳ１３において、工具形状記憶・生成部１５０は、工具情報メモリ２００に登録された工具情報データ２１０に基づいて、加工プログラム３０に指令されるマルチエッジ工具４０の形状に係る幾何学的情報を工具形状情報として生成し記憶する。
- [0049] ステップＳ１４において、加工形状情報生成部１１１は、加工プログラム３０に指令されるマルチエッジ工具４０とワークＷとの相対移動方向情報及びマルチエッジ工具４０とワークＷとの位置関係情報から、当該旋削加工の形状に関する加工形状情報を生成する。
- [0050] ステップＳ１５において、エッジ方向決定部１１３は、ステップＳ１３で生成された工具形状情報とステップＳ１４で生成された加工形状情報とから、加工形状が変化する加工形状変化点毎にマルチエッジ工具４０のエッジ方向を決定する。
- [0051] ステップＳ１６において、干渉判定部１１３１は、ステップＳ１３で生成された工具形状情報と、ステップＳ１４で生成された加工形状情報と、ステップＳ１５で加工形状変化点毎に決定されたエッジ方向（エッジ割り出し軸の位置決め角度）と、に基づいて加工形状とマルチエッジ工具４０との干渉が発生するか否かを判定する。干渉が発生する場合、処理はステップＳ１７に進む。一方、干渉が発生しない場合、処理はステップＳ１９に進む。
- [0052] ステップＳ１７において、エッジ方向決定部１１３は、ステップＳ１６で干渉が発生すると判定された加工形状変化点におけるエッジ方向（エッジ割り出し軸の位置決め角度）を変更する。
- [0053] ステップＳ１８において、アラーム発生部１１３２は、加工形状変化点において干渉を回避できたか否かを判定する。加工形状変化点において干渉を回避できた場合、処理はステップＳ１９に進む。一方、加工形状変化点において干渉を回避できなかった場合、処理はステップＳ２３に進む。
- [0054] ステップＳ１９において、補間処理部１２０は、ＮＣ指令解読部１１０から受信した工具経路に対して補間処理を行い、指令位置や指令速度を算出す

るとともに、ステップS 15で決定された加工形状変化点のエッジ方向（エッジ割り出し軸の位置決め角度）に基づいて、加工形状変化点間のエッジ方向（エッジ割り出し軸の位置決め角度）を補間する。

[0055] ステップS 20において、工具補正部130は、選択されたマルチエッジ工具40の位置オフセット量（例えば、旋削加工工具）、及び刃先R補正量と、ステップS 13で生成された工具形状情報と、を用いて、工具補正量を計算する。

[0056] ステップS 21において、加工制御部114は、補間処理部120により算出された工具経路に基づいて、加工処理を制御する。

[0057] ステップS 22において、加工制御部114は、加工プログラムにより指示された全ての加工処理が終了したか否か、を判定する。全ての加工処理を終了した場合、NC指令実行処理を終了する。全ての加工処理を終了していない場合、ステップS 15に移る。

[0058] ステップS 23において、アラーム発生部1132は、アラームを発生させて加工プログラム30の解読及び実行を停止する。その後、NC指令実行処理を終了する。

[0059] 以上により、数値制御装置10は、加工形状変化点毎にマルチエッジ工具40のエッジ方向（エッジ割り出し軸の位置決め角度）を決定することで、ワークと工具の干渉を回避しつつ、選択されたエッジが常に切削面に当たるよう容易にエッジ割り出し軸を位置決めすることができる。

また、数値制御装置10は、切削面とマルチエッジ工具40の干渉をチェックし、自動的に回避し、また、干渉が回避できない場合にはアラームを発生させ運転を停止するため、複雑な形状の加工も安全に行なえるようになる。

また、数値制御装置10は、1つの工具に複数のエッジを持つ旋削加工用のマルチエッジ工具40を使用して加工する場合、選択されたエッジが切削面垂直方向の変化に応じて、常に切削面に当たるようエッジ割り出し軸（B軸）を制御する。これにより、加工形状が複雑な場合でも切削面垂直方向を

意識することなく加工プログラム30を作成することができ、CAMを使用せずに加工プログラム30の作成が容易に行うことができる。

また、数値制御装置10は、加工プログラム30においてマルチエッジ工具40のエッジ方向（エッジ割り出し軸の位置決め角度）の決定が不要であることから、既存の加工プログラムの加工形状指令部分を再利用することができる。

[0060] 以上、一実施形態について説明したが、数値制御装置10は、上述の実施形態に限定されるものではなく、目的を達成できる範囲での変形、改良等を含む。

[0061] <変形例>

上述の実施形態では、数値制御装置10は、工作機械20と異なる装置としたが、これに限定されない。例えば、数値制御装置10は、工作機械20に含まれてもよい。

[0062] なお、一実施形態における、数値制御装置10に含まれる各機能は、ハードウェア、ソフトウェア又はこれらの組み合わせによりそれぞれ実現することができる。ここで、ソフトウェアによって実現されるとは、コンピュータがプログラムを読み込んで実行することにより実現されることを意味する。

[0063] プログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体（Non-transitory computer readable medium）を用いて格納され、コンピュータに供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体（Tangible storage medium）を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記録媒体（例えば、フレキシブルディスク、磁気テープ、ハードディスクドライブ）、光磁気記録媒体（例えば、光磁気ディスク）、CD-ROM（Read Only Memory）、CD-R、CD-R/W、半導体メモリ（例えば、マスクROM、PROM（Programmable ROM）、EPROM（Erasable PROM）、フラッシュROM、RAM）を含む。また、プログラムは、様々なタイプの

一時的なコンピュータ可読媒体 (Transitory computer readable medium) によってコンピュータに供給されてもよい。一時的なコンピュータ可読媒体の例は、電気信号、光信号、及び電磁波を含む。一時的なコンピュータ可読媒体は、電線及び光ファイバ等の有線通信路、又は、無線通信路を介して、プログラムをコンピュータに供給できる。

[0064] なお、記録媒体に記録されるプログラムを記述するステップは、その順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

[0065] 以上を換言すると、本開示の数値制御装置、及び制御方法は、次のような構成を有する各種各様の実施形態を取ることができる。

[0066] (1) 本開示の数値制御装置 10 は、旋削加工用のマルチエッジ工具 40 を使用してワーク W を旋削加工する工作機械 20 を制御する数値制御装置であって、マルチエッジ工具 40 の形状に係る幾何学的情報を工具形状情報として生成して記憶する工具形状情報記憶・生成部 150 と、旋削加工の加工プログラム 30 に指令されるマルチエッジ工具 40 とワーク W との相対移動方向情報及びマルチエッジ工具 40 とワーク W との位置関係情報から、当該旋削加工の形状に関する加工形状情報を生成する加工形状情報生成部 111 と、生成された工具形状情報と生成された加工形状情報とから、加工形状が変化する加工形状変化点毎にマルチエッジ工具 40 のエッジ方向を決定するエッジ方向決定部 113 と、加工形状変化点毎のマルチエッジ工具 40 のエッジ方向に基づいて、加工形状変化点間のマルチエッジ工具 40 のエッジ方向を変化させながら旋削加工を制御する加工制御部 114 と、を備える。

この数値制御装置 10 によれば、ワークと工具の干渉を回避しつつ、選択されたエッジが常に切削面に当たるよう容易にエッジ割り出し軸を位置決めすることができる。

[0067] (2) (1) に記載の数値制御装置 10 において、幾何学的情報は、少なくともマルチエッジ工具に含まれるエッジ間のなす角度及び回転中心から

エッジ先端までの距離を含み、エッジ番号に関連づけて数値制御装置１０に含まれる工具情報メモリ２００に記憶されてもよい。

そうすることで、数値制御装置１０は、加工形状とマルチエッジ工具４０との干渉が発生するか否かを判定することができる。

[0068] (３) (１)又は(２)に記載の数値制御装置１０において、工具形状情報記憶・生成部１５０は、工具形状情報からマルチエッジ工具のエッジのうち加工に使用できないエッジを判定し、加工に使用できないエッジに対して加工不可フラグを付加し、エッジ方向決定部１１３は、加工不可フラグが付加されたエッジを加工に使用しようとした場合アラームを発生させて加工プログラム３０の解読及び実行を停止してもよい。

そうすることで、数値制御装置１０は、複雑な形状の加工も安全に行うことができる。

[0069] (４) (１)から(３)のいずれかに記載の数値制御装置１０において、マルチエッジ工具４０とワークＷとの位置関係情報は、マルチエッジ工具４０の移動方向に対してワークＷが右側又は左側に位置するかを指定してもよい。

そうすることで、数値制御装置１０は、複雑な形状の加工も安全に行うことができる。

[0070] (５) (１)から(４)のいずれかに記載の数値制御装置１０において、エッジ方向決定部１１３は、マルチエッジ工具４０とワークＷとが干渉しないようにエッジ方向を決定し、干渉を回避できない場合アラームを発生させて加工プログラムの解読及び実行を停止してもよい。

そうすることで、数値制御装置１０は、複雑な形状の加工も安全に行うことができる。

[0071] (６) 本開示の制御方法は、コンピュータにより実現される、旋削加工用のマルチエッジ工具４０を使用してワークＷを旋削加工する工作機械２０の制御方法であって、マルチエッジ工具４０の形状に係る幾何学的情報を工具形状情報として生成して記憶し、旋削加工の加工プログラム３０に指令され

るマルチエッジ工具40とワークWとの相対移動方向情報及びマルチエッジ工具40とワークWとの位置関係情報から、当該旋削加工の形状に関する加工形状情報を生成し、生成された工具形状情報と生成された加工形状情報とから、加工形状が変化する加工形状変化点毎にマルチエッジ工具40のエッジ方向を決定し、加工形状変化点毎のマルチエッジ工具40のエッジ方向に基づいて、加工形状変化点間のマルチエッジ工具のエッジ方向を変化させながら旋削加工を制御する。

この制御方法によれば、(1)と同様の効果を奏することができる。

符号の説明

- [0072] 10 数値制御装置
 - 100 制御部
 - 110 NC指令解読部
 - 111 加工形状情報生成部
 - 112 エッジ番号指令解読部
 - 113 エッジ方向決定部
 - 1131 干渉判定部
 - 1132 アラーム発生部
 - 114 加工制御部
 - 120 補間処理部
 - 130 工具補正部
 - 140 パルス分配部
 - 150 工具形状記憶・生成部
 - 200 工具情報メモリ
 - 210 工具情報データ

請求の範囲

- [請求項1] 旋削加工用のマルチエッジ工具を使用してワークを旋削加工する工作機械を制御する数値制御装置であって、
- 前記マルチエッジ工具の形状に係る幾何学的情報を工具形状情報として生成して記憶する工具形状情報記憶・生成部と、
- 前記旋削加工のプログラムに指令される前記マルチエッジ工具と前記ワークとの相対移動方向情報及び前記マルチエッジ工具と前記ワークとの位置関係情報から、当該旋削加工の形状に関する加工形状情報を生成する加工形状情報生成部と、
- 生成された前記工具形状情報と生成された前記加工形状情報とから、加工形状が変化する加工形状変化点毎に前記マルチエッジ工具のエッジ方向を決定するエッジ方向決定部と、
- 前記加工形状変化点毎の前記マルチエッジ工具のエッジ方向に基づいて、前記加工形状変化点間の前記マルチエッジ工具のエッジ方向を変化させながら前記旋削加工を制御する加工制御部と、
- を備える数値制御装置。
- [請求項2] 前記幾何学的情報は、少なくとも前記マルチエッジ工具に含まれるエッジ間のなす角度及び回転中心からエッジ先端までの距離を含み、エッジ番号に関連づけて前記数値制御装置に含まれる記憶部に記憶される、請求項1に記載の数値制御装置。
- [請求項3] 前記工具形状情報記憶・生成部は、前記工具形状情報から前記マルチエッジ工具のエッジのうち加工に使用できないエッジを判定し、加工に使用できない前記エッジに対して加工不可フラグを付加し、
- 前記エッジ方向決定部は、前記加工不可フラグが付加された前記エッジを加工に使用しようとした場合アラームを発生させて加工プログラムの解読及び実行を停止する、請求項1又は請求項2に記載の数値制御装置。
- [請求項4] 前記マルチエッジ工具と前記ワークとの位置関係情報は、前記マル

チエッジ工具の移動方向に対して前記ワークが右側又は左側に位置するかを指定する、請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の数値制御装置。

[請求項5] 前記エッジ方向決定部は、前記マルチエッジ工具と前記ワークとが干渉しないようにエッジ方向を決定し、前記干渉を回避できない場合アラームを発生させて加工プログラムの解読及び実行を停止する、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の数値制御装置。

[請求項6] コンピュータにより実現される、旋削加工用のマルチエッジ工具を使用してワークを旋削加工する工作機械の制御方法であって、

前記マルチエッジ工具の形状に係る幾何学的情報を工具形状情報として生成して記憶し、

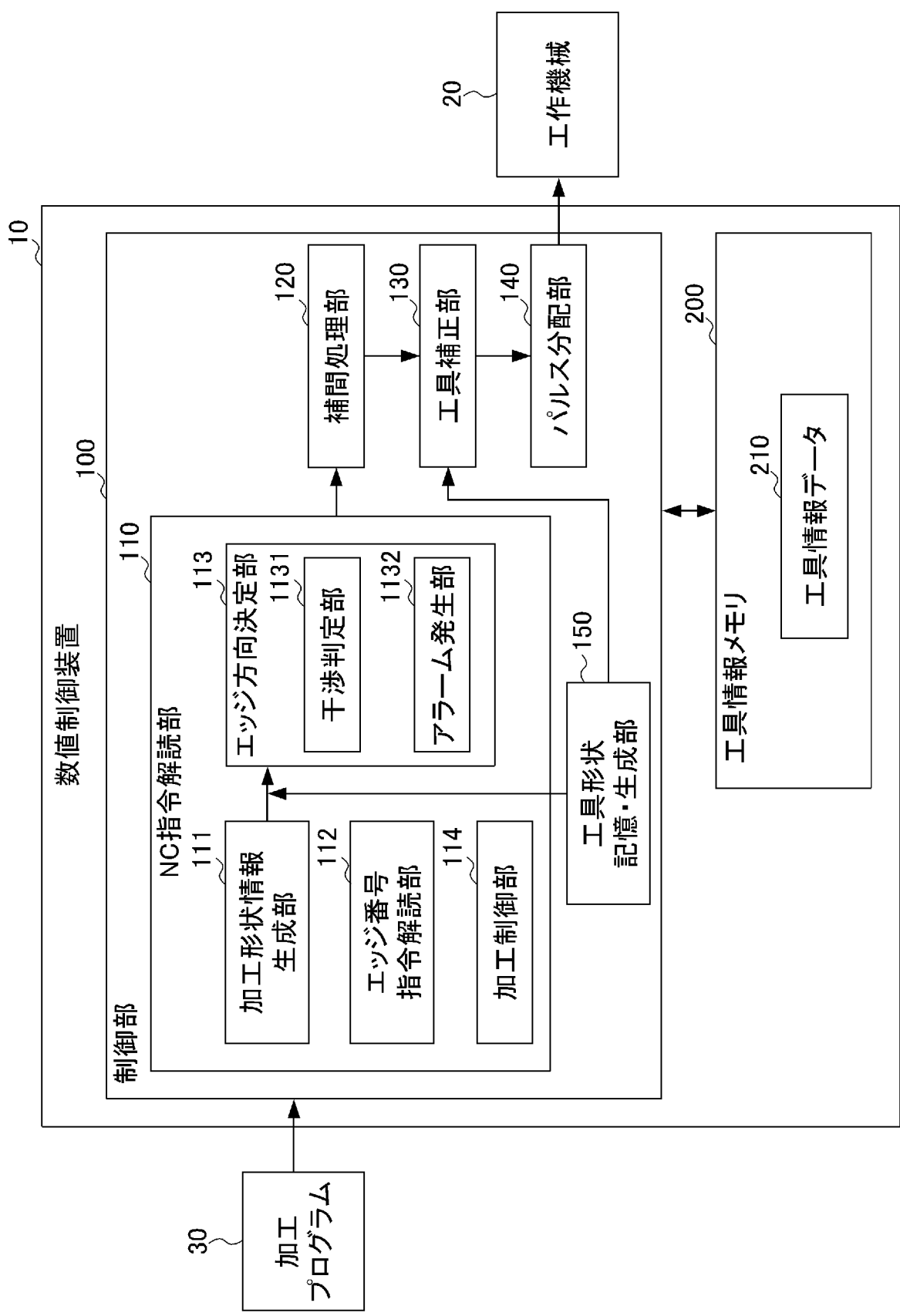
前記旋削加工のプログラムに指令される前記マルチエッジ工具と前記ワークとの相対移動方向情報及び前記マルチエッジ工具と前記ワークとの位置関係情報から、当該旋削加工の形状に関する加工形状情報を生成し、

生成された前記工具形状情報と生成された前記加工形状情報とから、加工形状が変化する加工形状変化点毎に前記マルチエッジ工具のエッジ方向を決定し、

前記加工形状変化点毎の前記マルチエッジ工具のエッジ方向に基づいて、前記加工形状変化点間の前記マルチエッジ工具のエッジ方向を変化させながら前記旋削加工を制御する

制御方法。

[図1]

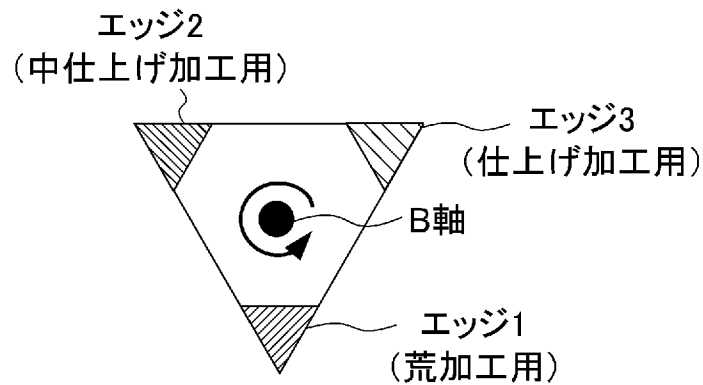


[図2]

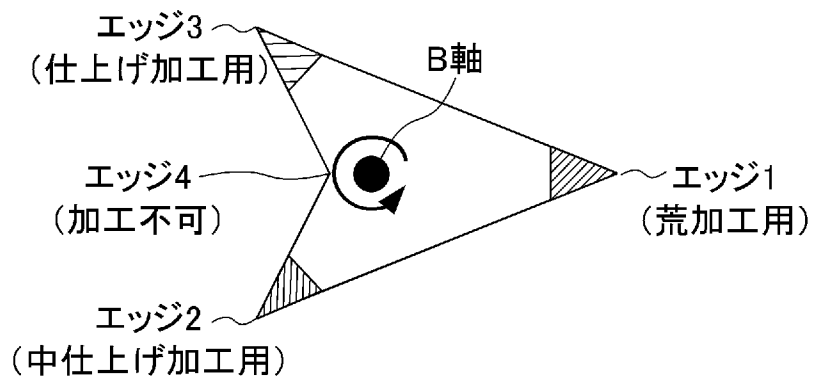
210

工具番号	エッジ番号	エッジ間角度 (deg)	エッジ長 (mm)
100	1	0	$L1_{E1}$
	2	α_{E2}	$L1_{E2}$
	3	α_{E3}	$L1_{E3}$
102	1	0	$L2_{E1}$
	2	θ_{E2}	$L2_{E2}$
	3	θ_{E3}	$L2_{E3}$
	4	θ_{E4}	$L2_{E4}$
103	1	0	$L3_{E1}$
	2	γ_{E2}	$L3_{E2}$
	3	γ_{E3}	$L3_{E3}$
	4	γ_{E4}	$L3_{E4}$
...			

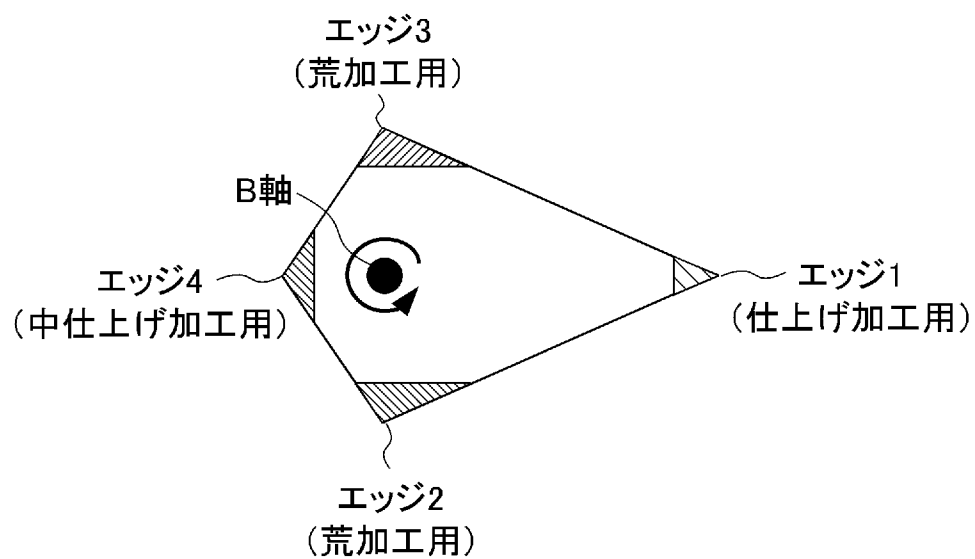
[図3A]



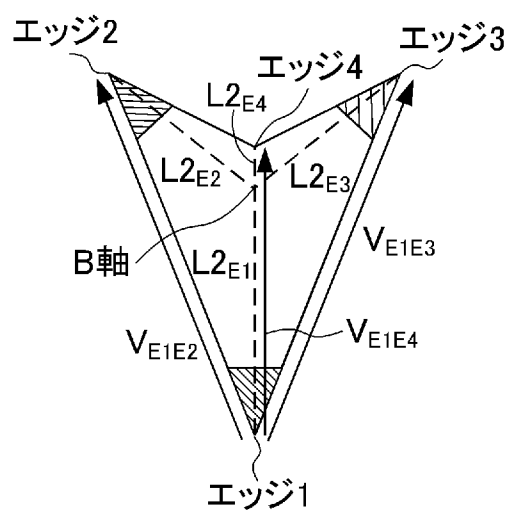
[図3B]



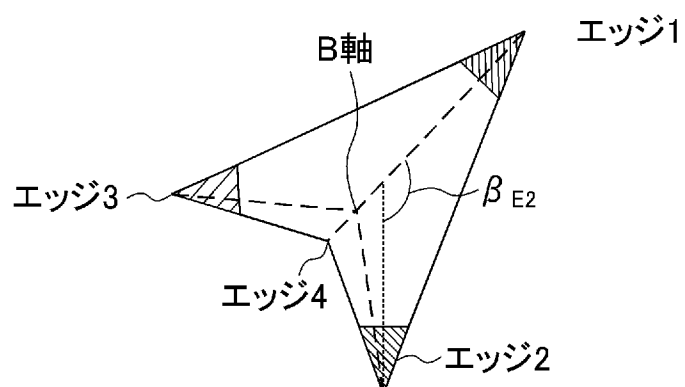
[図3C]



[図4A]



[図4B]



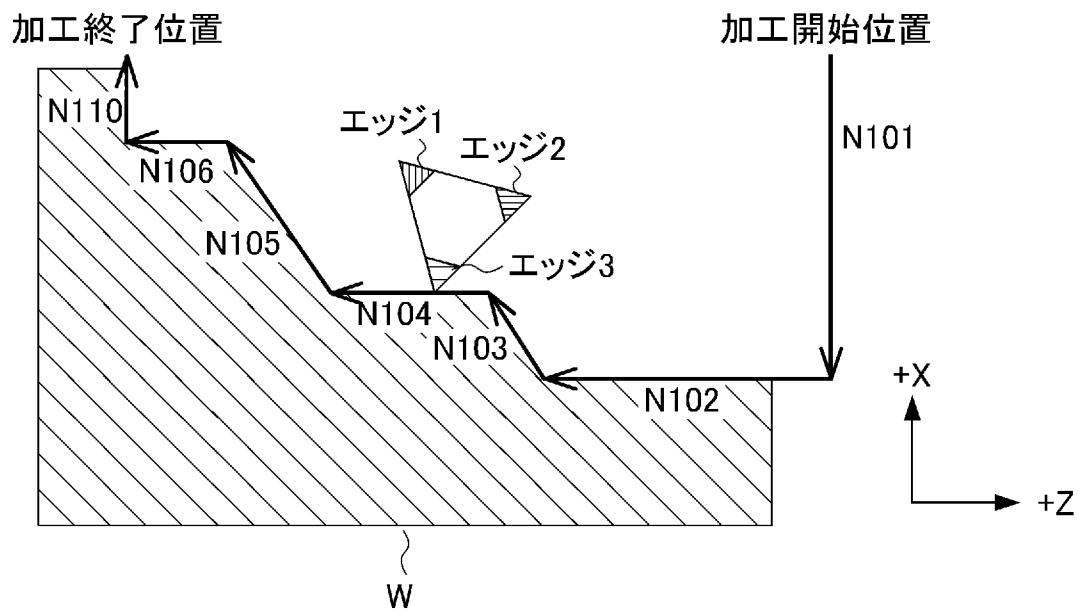
[図5A]

```

G42.9
N101 G00 X10.0
N102 G01 Z-10.0
N103 X14.0 Z-11.0
N104 Z-14.0
N105 X22.0 Z-17.0
N106 Z-20.0
N110 X28.0

```

[図5B]



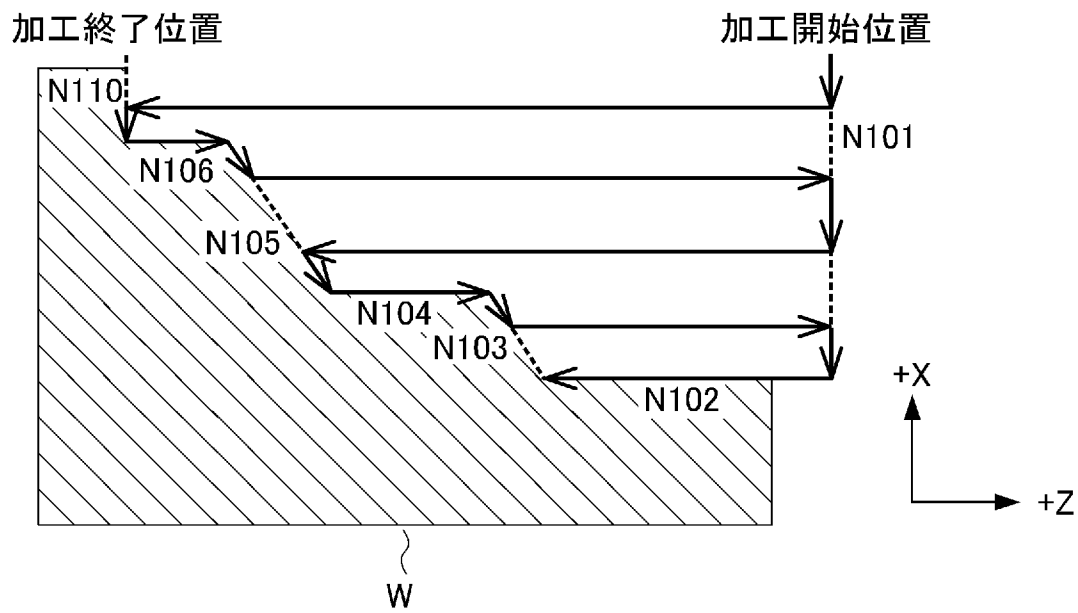
[図6A]

```

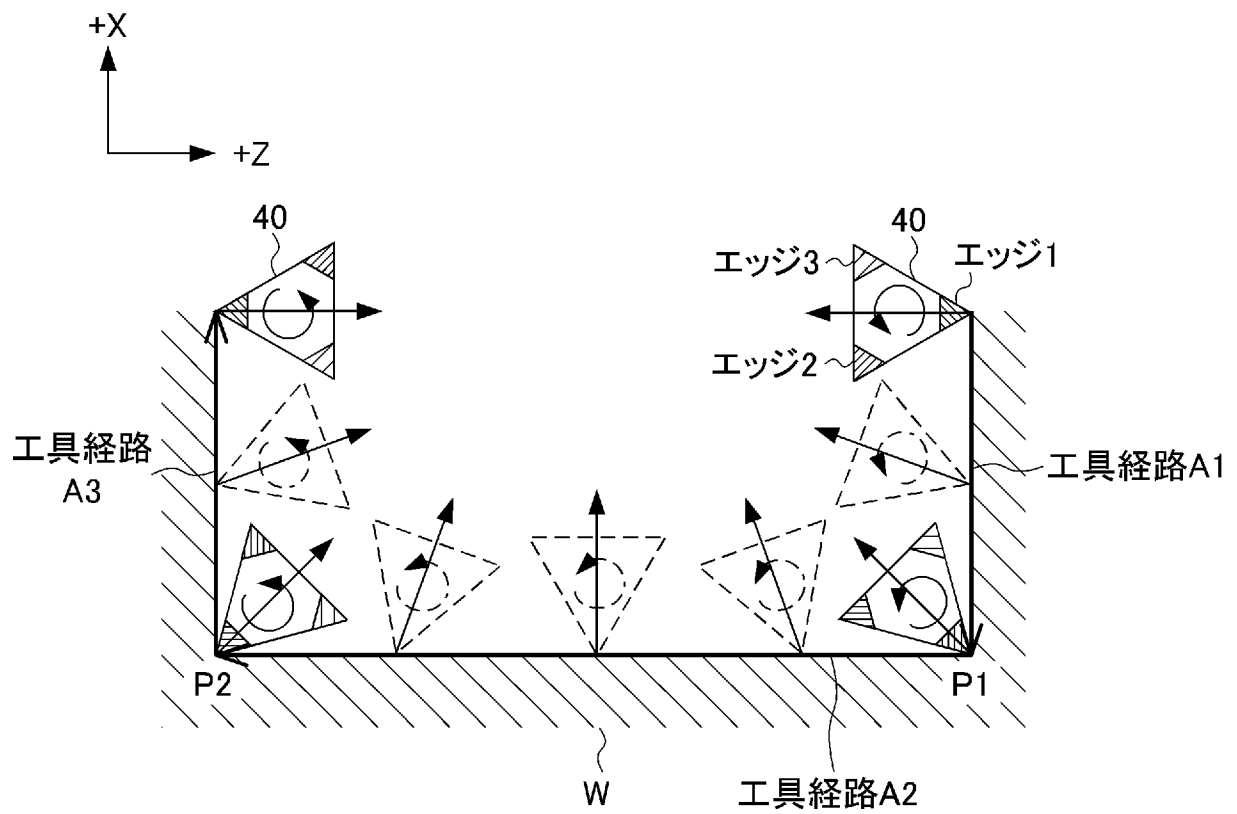
G42.9
Gxx P101 Q110 U2.0 F0.1 S1000 T100 E1 H2
N101 G00 X10.0
N102 G01 Z-10.0
N103 X14.0 Z-11.0
N104 Z-14.0
N105 X22.0 Z-17.0
N106 Z-20.0
N110 X28.0

```

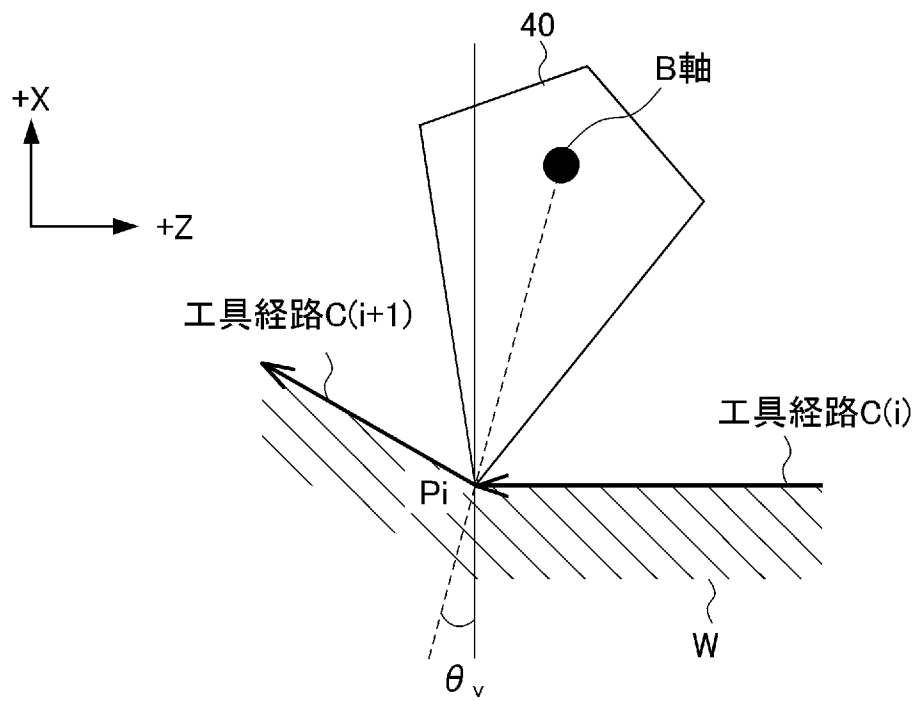
[図6B]



[図7]



[図8A]



[図8B]

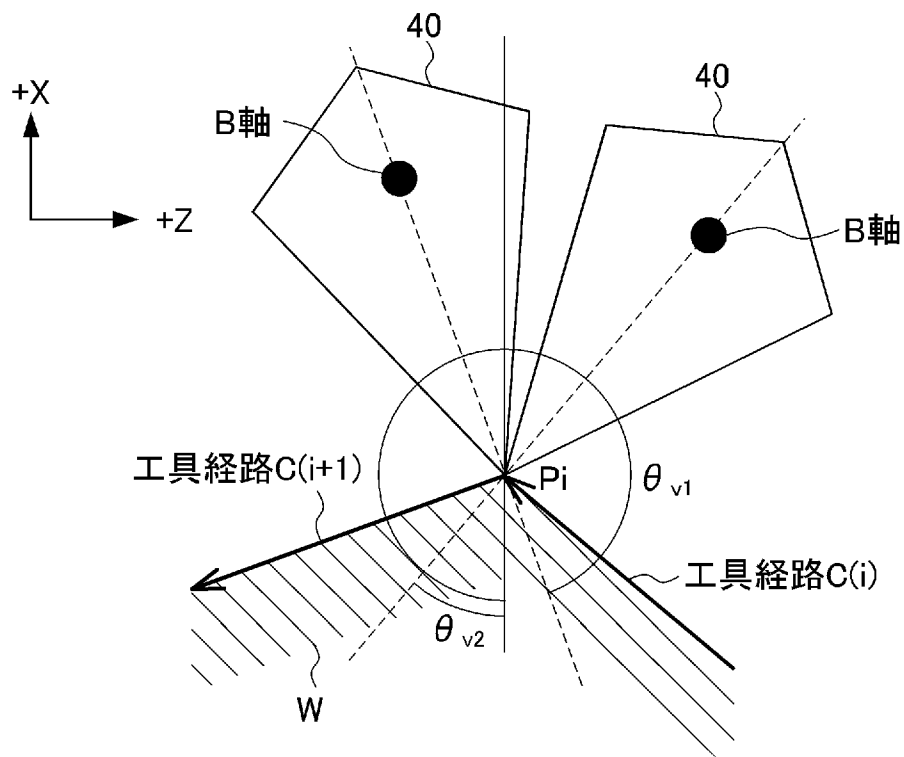
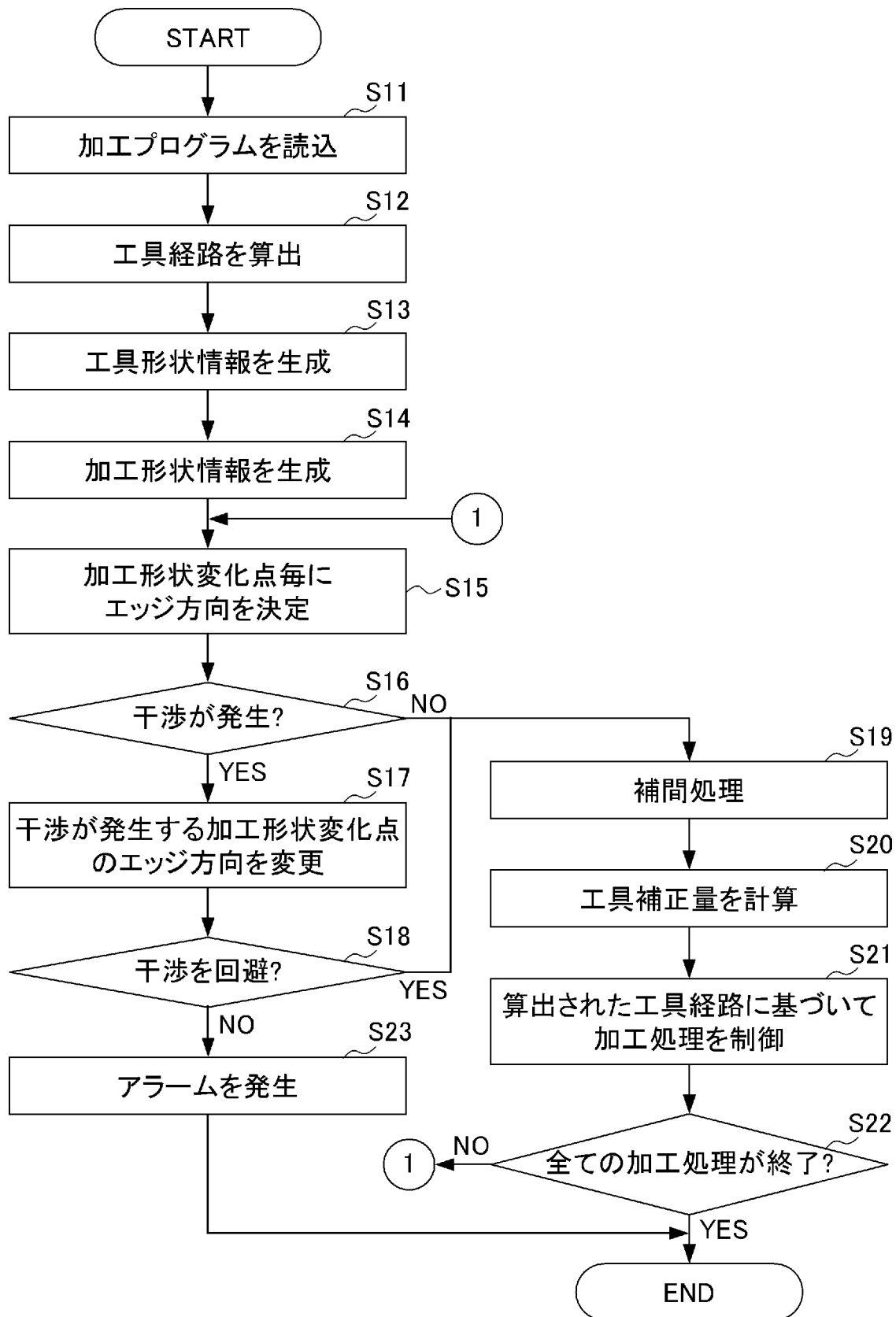


Figure 1 is a schematic diagram illustrating a tool path planning method. It shows a coordinate system with a vertical $+X$ axis and a horizontal $+Z$ axis. A tool path is defined by segments $D(i)$, $D(i+1)$, $D(i+2)$, and $D(i+3)$. A point $P(i+1)$ is the origin for vectors V_{E1E2} , V_{E1E3} , and V_{E1E4} . A vector V_{E1E4} points to a point labeled 40. A shaded region W is shown below the path segments.

[図10]



[図11]

工具番号	エッジ番号	工具位置 オフセット量(X)	工具位置 オフセット量(Z)	刃先R補正量(D)
100	1	4.5mm	0.0mm	0.8mm
	2	5.0mm	0.0mm	0.4mm
	3	5.5mm	0.0mm	0.2mm
...				

[図12]

N1 M06 T100 E1;

N2 G41 D99;

N3 S1000;

N4 G90 G00 B0.0;

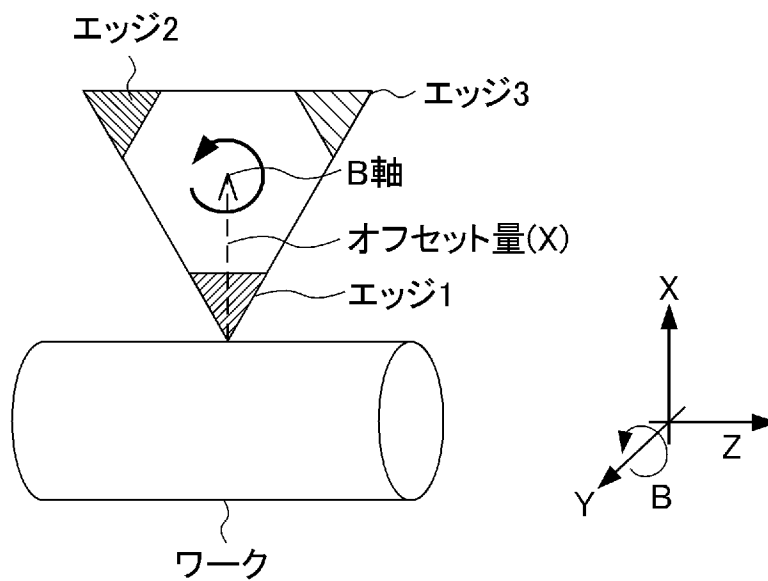
N5 X105.0 Z150.0;

N6 G01 X30.0 F1;

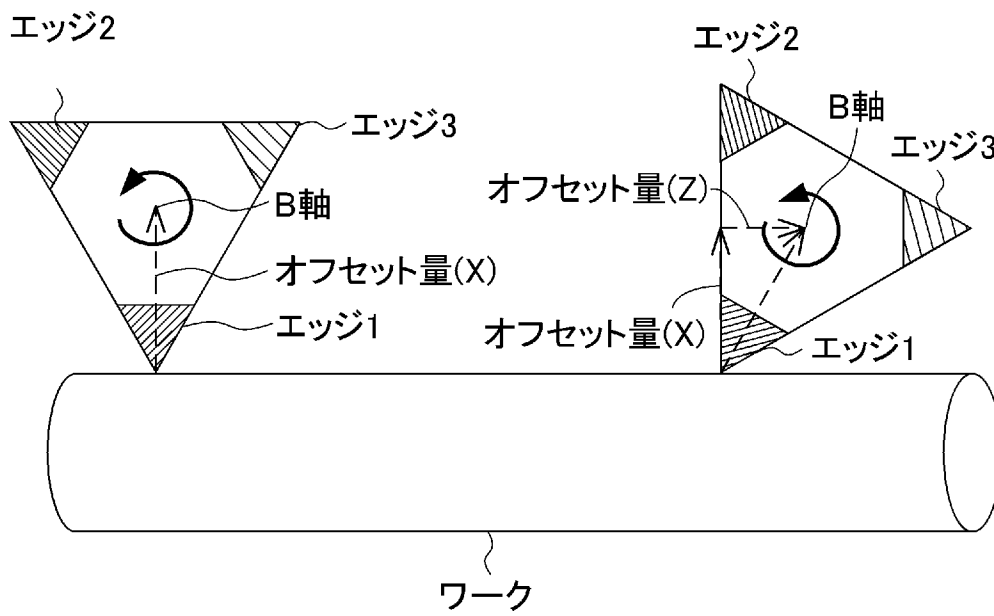
N10 E2;

:

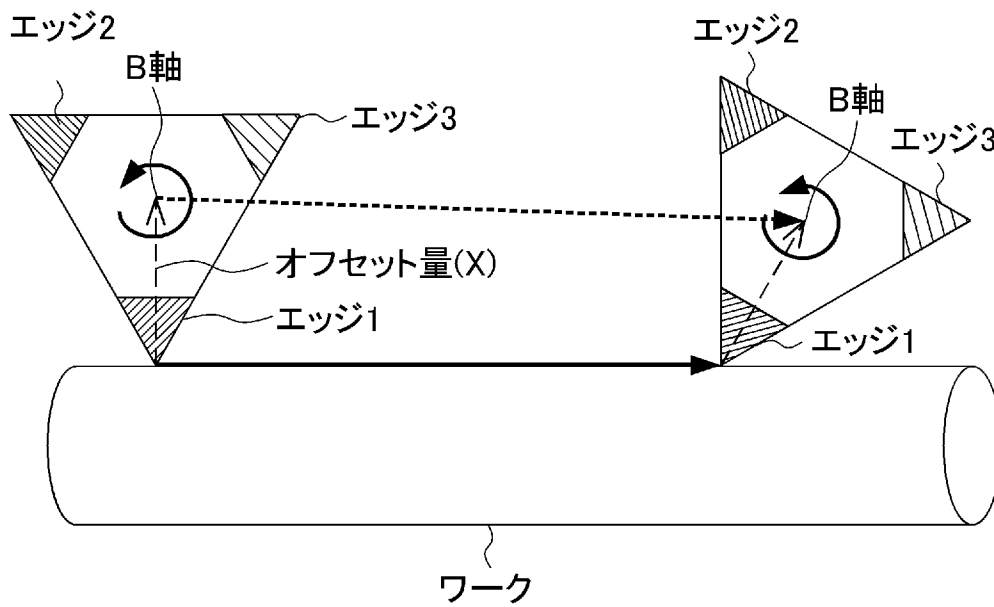
[図13]



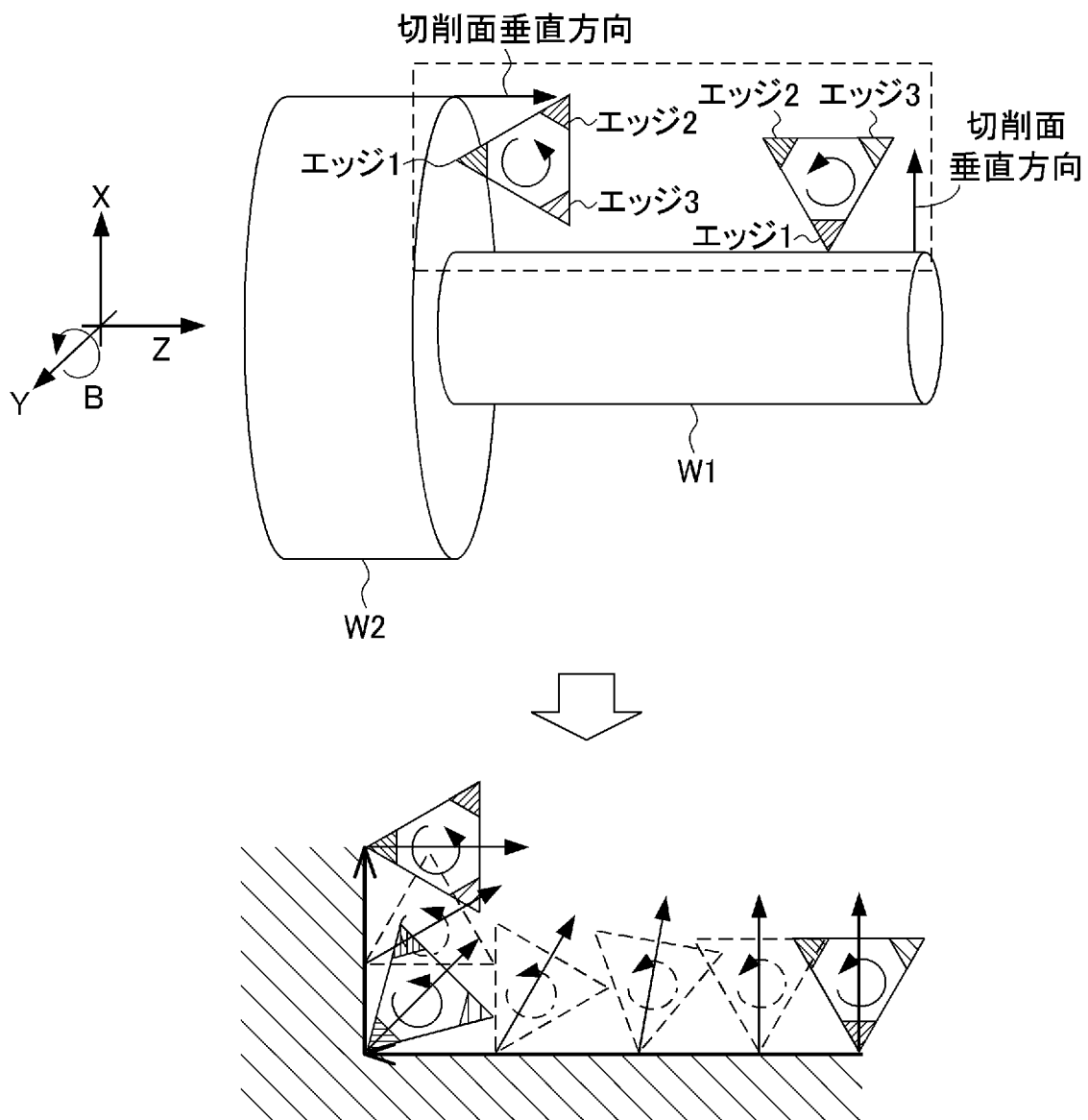
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/027493

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G05B 19/18**(2006.01)i; **G05B 19/4155**(2006.01)i; **G16Y 10/25**(2020.01)i

FI: G05B19/4155 T; G05B19/18 X; G16Y10/25

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)

G05B19/18; G05B19/4155; G16Y10/25

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 1971-2021
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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	JP 2019-192103 A (FANUC LTD.) 31 October 2019 (2019-10-31) entire text, all drawings	1-6
A	JP 2008-114309 A (INCS INC.) 22 May 2008 (2008-05-22) entire text, all drawings	1-6
A	JP 3-109606 A (FANUC LTD.) 09 May 1991 (1991-05-09) entire text, all drawings	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

“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 October 2021

Date of mailing of the international search report

19 October 2021

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/JP2021/027493

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2019-192103	A	31 October 2019	US 2019/0332083 A1 entire text, all drawings	
JP	2008-114309	A	22 May 2008	(Family: none)	
JP	3-109606	A	09 May 1991	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G05B 19/18(2006.01)i; G05B 19/4155(2006.01)i; G16Y 10/25(2020.01)i FI: G05B19/4155 T; G05B19/18 X; G16Y10/25														
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）） G05B19/18; G05B19/4155; G16Y10/25														
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 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021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 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021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 - 2021年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年													
国際調査で使用了電子データベース（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	JP 2019-192103 A（ファナック株式会社）31.10.2019（2019 - 10 - 31） 全文、全図	1-6												
A	JP 2008-114309 A（株式会社インクス）22.05.2008（2008 - 05 - 22） 全文、全図	1-6												
A	JP 3-109606 A（ファナック株式会社）09.05.1991（1991 - 05 - 09） 全文、全図	1-6												
☐ 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。														
<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 07.10.2021	国際調査報告の発送日 19.10.2021													
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） 樋口 幸太郎 3U 5561 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/JP2021/027493

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2019-192103	A	31.10.2019	US 2019/0332083 A1 全文、全図	
JP	2008-114309	A	22.05.2008	(ファミリーなし)	
JP	3-109606	A	09.05.1991	(ファミリーなし)	