(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
2021年11月18日(18.11.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/230276 A1

(51) 国際特許分類:
B23B 5/44 (2006.01) *B23Q 15/24* (2006.01)
G05B 19/404 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/017997

(22) 国際出願日： 2021年5月12日(12.05.2021)

(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 2020-085295 2020年5月14日(14.05.2020) 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３５８０番地 Yamanashi (JP).

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

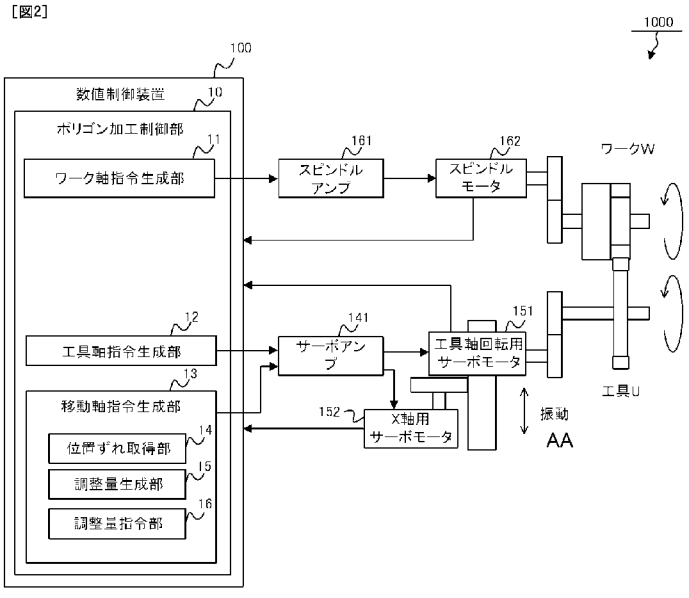
(74) 代理人: あいわ特許業務法人 (**AIWA INTERNATIONAL PATENT AGENCY**); 〒1040045 東京都中央区築地一丁目１２番２２号 コンワビル４階 Tokyo (JP).

(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,

(54) **Title:** MACHINE TOOL CONTROL DEVICE AND CONTROL SYSTEM

(54) 発明の名称： 工作機械の制御装置、制御システム

[図2]



10 Polygon processing control unit
11 Workpiece axis instruction generation unit
12 Tool axis instruction generation unit
13 Movement axis instruction generation unit
14 Positional misalignment acquisition unit
15 Adjustment amount generation unit
16 Adjustment amount instruction unit
100 Numerical control device
141 Servo amplifier
151 Tool axis rotation servomotor
152 X-axis servomotor
161 Spindle amplifier
162 Spindle motor
W Workpiece
U Tool
AA Vibration

(57) **Abstract:** This control device, which is for controlling polygon processing in which a polygon is formed on a surface of a workpiece by simultaneously rotating the workpiece and a tool, acquires information relating to misalignment, in the radial direction, of a cutting tool T attached to a tool body, and generates a pulse for correcting the misalignment, in the radial direction, of the cutting tool T. Further, the pulse is outputted to an X-axis servomotor 152 and a tool U is moved to a direction opposite to the misalignment, in the radial direction, of the cutting tool T. Accordingly, by correcting the misalignment, in the radial direction, of the cutting tool T, the accuracy of the polygon processing is improved.

WO 2021/230276 A1

[続葉有]

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約:ワークと工具を同時に回転させてワークの表面に多角形を形成するポリゴン加工を制御する制御装置は、工具本体に取り付けられた刃具Tの径方向のずれに関する情報を取得し、その刃具Tの径方向のずれを補正するためのパルスを生成する。さらに、X軸用サーボモータ152にパルスを出力し、刃具Tの径方向のずれと逆方向に工具Uを移動させる。これにより、刃具Tの径方向のずれを補正することで、ポリゴン加工の精度を向上させる。

明　細　書

発明の名称 ： 工作機械の制御装置、制御システム

技術分野

[0001] 本発明は、ポリゴン加工を行う工作機械の制御装置、制御システムに関する。

背景技術

[0002] 従来、工具とワークとを一定の比率で回転させることにより、ワークを多角形（ポリゴン：ｐｏｌｙｇｏｎ）の形状に加工するポリゴン加工が存在する。ポリゴン加工において、工具刃先はワークに対して楕円軌道を描く。ワークと工具の回転比及び工具の本数を変更すると、楕円の位相や個数が変化し、ワークを四角形や六角形などの多角形に加工できる。

[0003] 図７Ａは、ワーク中心を原点としたときの、ワークに対する工具刃先の移動経路を示す。この例では、ワークと工具との回転比は１：２で、工具本数は２本である。ワークに対する工具Ｔ１の移動経路は軌道１であり、ワークに対する工具Ｔ２の移動経路は軌道２である。ワークが１回転する間に、２本の工具Ｔ１、Ｔ２はワークの周囲で楕円軌道を描き、ワーク表面に四角形が形成される。図７Ｂは回転比率１：２で工具が３つの場合の工具Ｔの移動経路である。この場合、３本の工具がワークの周囲で楕円軌道を描き、この軌道に沿ってワーク表面を切削すると六角形が形成される。

[0004] ポリゴン加工を行うための工具は、ポリゴンカッタと呼ばれ、工具本体と工具本体に取り付けられる刃具から構成される。特許文献１には、ポリゴン加工用工具が、円環状をなすカッタ本体と、３つの切削インサートと、この３つのインサートのそれぞれを固定するよう設けられている３つの固定用ボルトと、さらに、インサートの刃先の位置決め調整用の位置決め用ボルトとから構成されていることが記載されている。

[0005] 前記特許文献１の加工用工具（ポリゴンカッタに相当）では、インサート（刃具に相当）をカッタ本体の空孔に配置、固定したとき、一方の切れ刃が

工具本体の外周面から突出するように取り付けられる。固定用ボルトで切れ刃を固定すると、その締め付け力により、空孔内でのインサートの回転が止められる。

[0006] 特許文献１の加工用工具では、カッタ本体にインサートを装着する構成にしたことにより、工具機構を大きくすることなく、工具径を大径化し、ポリゴン加工の精度を高めている。また、位置決め用ボルトと、固定用ボルトを備えることにより、刃具の位置決め調整機能を高めている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開２０１８－１４０４８２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献１の加工用工具では、位置決めボルトと、固定用ボルトとを備え、刃具の位置決め精度を高めているが、刃具の取付は手動で行うため、取付位置に多少のズレが生じることがある。また、ポリゴン加工において、それぞれの刃具は、回転しながら、切削と空転を繰り返すが、刃具と工具が接触した際の負荷により、取付位置のズレや工具変形を生じることもある。取付位置のズレや工具変形は加工形状の精度に影響を及ぼす。

[0009] 図７Ａ及び図７Ｂで示したように、ポリゴン加工は、楕円の組合せで多角形を作るので、切削面が緩やかな曲線となり、高い平面度が必要とされるような高精度な加工には不向きである。ポリゴン加工は、フライス盤などによる多角形加工と比較して加工時間が短い。そのため、実用上高精度でなくとも支障のない部材（ボルトの頭部やドライバのビットなど）の加工に用いられている。

しかしながら、ポリゴン加工の精度を向上できれば、短い加工時間で高精度の加工が可能となる。

[0010] ポリゴン加工の分野では、精度を向上する技術が望まれている。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明の一開示は、ワークと工具を同時に回転させてワークの表面に多角形を形成するポリゴン加工を制御する制御装置であって、ワークの角速度の指令を生成するワーク軸指令生成部と、工具の角速度の指令を生成する工具軸指令生成部と、工具に取り付けられた刃具の径方向のずれに関する情報を取得するずれ取得部と、ずれ取得部が取得した刃具の径方向のずれに関する情報に基づき、工具軸又はワーク軸の何れか一方又は両方の移動を調整するパルスを生成する調整量生成部と、パルスを出力しワーク軸及び工具軸、又は何れか一方を移動させる調整量指令部と、を備える。

[0012] 本発明の他の開示は、ワークと工具を同時に回転させてワークの表面に多角形を形成するポリゴン加工を制御する制御システムであって、ワークの角速度の指令を生成するワーク軸指令生成部と、工具の角速度の指令を生成する工具軸指令生成部と、工具に取り付けられた刃具の径方向のずれに関する情報を取得するずれ取得部と、ずれ取得部が取得した刃具の径方向のずれに関する情報に基づき、工具軸又はワーク軸の何れか一方又は両方の位置を調整するパルスを生成する調整量生成部と、パルスに従い、ワーク軸及び工具軸又は何れか一方を移動させる移動軸指令生成部と、を備える。

発明の効果

[0013] 本開示によれば、ポリゴン加工の精度を向上することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本開示における数値制御装置のハードウェア構成図である。

[図2]本開示における制御システムのブロック図である。

[図3A]径方向のずれが生じた工具の例を示す図である。

[図3B]径方向のずれが生じた工具の例を示す図である。

[図4A]径方向のずれの補正方法を説明する図である。

[図4B]径方向のずれの補正方法を説明する図である。

[図4C]径方向のずれの補正方法を説明する図である。

[図5A]本開示における刃具の軌跡の変化を示す図である。

[図5B]本開示における刃具の軌跡の変化を示す図である。

[図6A]試し加工の結果得られたワークから刃具の径方向のずれを算出する方法を説明する図である。

[図6B]試し加工の結果得られたワークから刃具の径方向のずれを算出する方法を説明する図である。

[図7A]従来のポリゴン加工を説明する図である。

[図7B]従来のポリゴン加工を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、ポリゴン加工の調整機能を備えた数値制御装置１００の一例を示す。数値制御装置１００は、図１に示すように、数値制御装置１００を全体的に制御するＣＰＵ１１１、プログラムやデータを記録するＲＯＭ１１２、一時的にデータを展開するためのＲＡＭ１１３を備え、ＣＰＵ１１１はバス１２０を介してＲＯＭ１１２に記録されたシステムプログラムを読み出し、システムプログラムに従って数値制御装置１００の全体を制御する。

[0016] 不揮発性メモリ１１４は、例えば、図示しないバッテリでバックアップされるなどして、数値制御装置１００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１１４には、インタフェース１１５、１１８、１１９を介して外部機器７２から読み込まれたプログラムや入力部３０を介して入力されたユーザ操作、数値制御装置１００の各部や工作機械２００等から取得された各種データ（例えば、設定パラメータやセンサ情報など）が記憶される。

[0017] インタフェース１１５は、数値制御装置１００とアダプタ等の外部機器７２とを接続するためのインタフェースである。外部機器７２側からはプログラムや各種パラメータ等が読み込まれる。また、数値制御装置１００内で編集したプログラムや各種パラメータ等は、外部機器７２を介して外部記憶手段に記憶させることができる。ＰＬＣ１１６（プログラマブル・ロジック・コントローラ）は、数値制御装置１００に内蔵されたシーケンス・プログラムで工作機械２００やロボット、該工作機械２００や該ロボットに取り付け

られたセンサ等のような装置との間でＩ／Ｏユニット１１７を介して信号の入出力を行い制御する。

[0018] 表示部７０には、工作機械２００の操作画面や工作機械２００の運転状態を示す表示画面などが表示される。入力部３０は、ＭＤＩや操作盤、タッチパネル等から構成され、作業者の操作入力をＣＰＵ１１１に渡す。

[0019] サーボアンプ１４０は、工作機械２００の各軸を制御する。サーボアンプ１４０は、ＣＰＵ１１１からの軸の移動指令量を受け取って、サーボモータを駆動する。工作機械２００は、少なくとも、工具軸回転用サーボモータ１５１、Ｘ軸用サーボモータ１５２（又はＹ軸用サーボモータ）を含む。工具軸回転用サーボモータ１５１、Ｘ軸用サーボモータ１５２（又はＹ軸用サーボモータ）は、位置・速度検出器を内蔵し、この位置・速度検出器からの位置・速度フィードバック信号をサーボアンプ１４０にフィードバックし、位置・速度のフィードバック制御を行う。

[0020] 数値制御装置１００は、工作機械２００に仮想の座標系を設定している。以下の説明では、ワークＷの中心軸をＺ軸、ワーク中心Ｏと工具中心を結ぶ軸をＸ軸、Ｘ軸及びＺ軸と直交する軸をＹ軸として説明する。

[0021] 本開示の工作機械２００は、少なくとも、工具Ｕ（工具軸）を回転させる工具軸回転用サーボモータ１５１と、刃物台（以下、工具Ｕとして説明する）をＸ軸方向に移動させるＸ軸用サーボモータ１５２と、を備える。

[0022] スピンドルアンプ１６１は、工作機械２００の主軸１６４への主軸回転指令を受け、スピンドルモータ１６２を駆動する。スピンドルモータ１６２の動力はギアを介して主軸１６４に伝達され、主軸１６４は指令された回転速度で回転する。主軸１６４にはポジションコーダ１６３が結合され、ポジションコーダ１６３が主軸１６４の回転に同期して帰還パルスを出力し、その帰還パルスはＣＰＵ１１１によって読み取られる。

[0023] 主軸１６４にはワークＷが取り付けられている。主軸１６４と工具軸の軸方向は平行であり、主軸１６４と工具軸は所定の回転比で回転する。主軸１６４と工具軸が同時に回転すると、工具軸に取り付けられた工具Ｕがワーク

表面を切削し、ワーク表面に多角形が形成される。

[0024] 図２は、ポリゴン加工の調整機能を備えた制御システム１０００のブロック図である。

ブロック図内の機能は、数値制御装置１００のＣＰＵ１１１がＲＯＭ１１２などの記憶装置に記録されたプログラムを実行して実現する。

数値制御装置１００は、ポリゴン加工制御部１０を備える。ポリゴン加工制御部１０は、ワーク軸の回転指令を生成するワーク軸指令生成部１１と、工具軸の回転指令を生成する工具軸指令生成部１２と、工具Ｕの移動指令を生成する移動軸指令生成部１３と、を備える。

[0025] ワーク軸指令生成部１１は、主軸１６４の回転指令を生成する。ワーク軸指令生成部１１は、主軸１６４を一定の角速度ωで回転させる指令を生成し、スピンドルアンプ１６１に出力する。スピンドルアンプ１６１は、ワーク軸指令生成部１１からの指令に従いスピンドルモータ１６２を制御する。スピンドルモータ１６２は、主軸１６４を一定の角速度ωで回転させる。これにより主軸１６４に取り付けられたワークＷが一定の角速度ωで回転する。

[0026] 工具軸指令生成部１２は、工具Ｕの回転指令を生成する。工具軸指令生成部１２は、工具Ｕを一定の角速度で回転させる指令を生成し、サーボアンプ１４０に出力する。サーボアンプ１４０は、工具軸指令生成部１２からの指令に従い工具軸回転用サーボモータ１５１を制御する。工具軸回転用サーボモータ１５１は、サーボアンプ１４０の制御に従い工具Ｕを一定の角速度で回転させる。工具Ｕの角速度はワークＷと工具Ｕの回転比で決まり、後述の例では、工具Ｕの角速度は２ωである。

[0027] 移動軸指令生成部１３は、工具Ｕを載置する刃物台の移動指令を生成する。移動指令は、工具ＵのＸ軸方向の移動を制御する。

Ｘ軸方向の指令は、刃具の径方向の調整量である。Ｘ軸用サーボモータ１５２は、調整量指令部１６の指令に従い、工具軸とワーク軸との軸間距離を調整する。

[0028] 位置ずれ取得部１４は、刃具Ｔの径方向のずれに関する情報を取得する。

刃具Ｔの径方向のずれ量σは、ノギス、光学測定器、画像計測器などで計測できるが、計測方法は、特定しない。計測結果は、位置ずれ取得部１４に入力される。

[0029] 調整量生成部１５は、各刃具T_iの径方向のずれ量σ_iに対する調整量μ_iを算出し、算出した調整量μ_iに対応したパルスを生成する。

調整量指令部１６は、空転タイミングの間に、Ｘ軸用サーボモータ１５２にパルスを出力する。パルスにより、工具軸がＸ軸方向に移動する。その結果、ワーク軸と工具軸との軸間距離が調整できる。パルスは、次の切削を行う刃具（T_iとする）の軸間距離を調整量μ_iだけ変化させ、刃具T_iの径方向のずれを補正する。軸間距離の調整は、ポリゴン加工の空転タイミングに行う。空転タイミングとは、工具Ｕの刃具ＴがワークＷを切削しておらず、空転している時間のことであり、切削に影響を与えない。

[0030] ［第１の開示のずれ調整方法］

第１の開示のずれ調整方法について説明する。前提として、ポリゴン加工を行う工具Ｕをポリゴンカッタと呼ぶ。ポリゴンカッタは、カッタ本体と刃具とから構成され、カッタ本体に刃具を取り付けて使用する。カッタ本体に刃具を取り付ける際、径方向の取付誤差が生じることがある。取付誤差は、加工精度に影響する。また、刃具やベアリングの摩耗によりずれが生じることもある。摩耗によって生じたずれも加工精度に影響する。

[0031] 以下の式は、調整量μの算出式である。本開示では、以下の式を用いることにより、刃具Ｔの本数Ｎやずれ量σに関わらず調整量μを算出することができる。

工具ＴとワークＷを近づける方向をプラスとすると、各刃具T_iの径方向のずれ量σ_iに対する調整量μ_iは

$\mu_i = \sigma_{i-1} - \sigma_i$

（但し、上の式で、$\mu_1 = \sigma_N - \sigma_1$であり、また、１削目の調整量$\mu_i$は$-\sigma_i$である）

である。

このように調整量μ_iを算出し、最初の切削で工具軸の位置を$-\sigma_i$調整すると、刃具T_iのずれ量$+\sigma_i$が相殺されてゼロになる。刃具T_iでの切削の終了時点では、工具軸の位置のずれは$-\sigma_i$である。工具軸の位置を$\sigma_i-\sigma_{i+1}$調整すると、工具軸の位置のずれは$-\sigma_{i+1}$になり、刃具T_{i+1}のずれ量$+\sigma_{i+1}$が相殺されてゼロになる。

刃具T_{i+1}での切削の終了時点において、工具軸の位置のずれは$-\sigma_{i+1}$である。工具軸の位置を$\sigma_{i+1}-\sigma_{i+2}$調整すると、工具軸のずれは$-\sigma_{i+2}$になり、刃具$T_{i+2}$のずれ量$+\sigma_{i+2}$が相殺されてゼロになる。刃具$T_i$は回転しており、切削する刃具$T_i$に応じて調整量$\mu_i$が周期的に変化する。

[0032] 具体例として、図３Ａ～図４Ｃを参照して、２本の刃具T_1、T_2の調整量μ_1、μ_2の算出方法について説明する。図３Ａ及び図３Ｂは、２本の刃具を等間隔に取り付ける例である。２本の刃具を等間隔に取り付ける場合、理想的には、図３Ａに示すように、工具Ｕの中心Ｑから刃具の刃先までの距離はｒになるが、何らかの原因により、図３Ｂに示すように径方向のずれ（ずれ量＋σ）が生じることがある。図面左側の刃具をT_1、図面右側の刃具をT_2とすると、刃具T_1、T_2の径方向のずれ量（σ_1，σ_2）＝（０，＋σ）である。

[0033] 刃具T_1、T_2のずれ量（σ_1，σ_2）＝（０，＋σ）のとき、上式より、調整量（μ_1，μ_2）＝（＋σ，－σ：１削目のときのみ$-\sigma_i$）となる。図４Ａ～図４Ｃを参照して具体的に説明すると、１削目に刃具T_1で切削する場合、刃具T_1のずれ量は０なので補正をしない（図４Ａ）。２削目に刃具T_2で切削する場合、刃具T_2は径方向に＋σずれているので、刃具T_2でワークＷを切削する前の空転タイミングに工具ＵをＸ軸方向に－σ移動させてずれ量をゼロに補正する（図４Ｂ）。３削目では工具Ｕが１回転し、再度刃具Ｔ１で切削を行う。刃具Ｔ１の調整量は＋σである。そのため、刃具T_1でワークＷを切削する前の空転タイミングで工具ＵをＸ軸方向に＋σ移動させて、工具Ｕの移動量を０に戻す（図４Ｃ）。

このように、刃具T_1から切削を開始する場合には、０、－σ、＋σ、－σ

、…の順に工具ＵをＸ軸方向に移動させて径方向のずれを補正する。

[0034] 補正の結果刃具Ｔの軌跡は図５Ａ及び図５Ｂのように変化する。

図５Ａの点線は理想的なポリゴン加工における刃具の軌跡を示し、図５Ａの一点鎖線は片方の刃具にずれがある場合の刃具の軌跡を示している。一方の刃具が基準の長さｒに対して＋σずれている場合、刃具の切込み量がσ長いため、刃具ＴはワークＷに対して、図５Ａの一点鎖線に示すような軌跡を描き、ワーク中心Ｏから切削面までの距離がσ短くなる。

[0035] 図５Ｂの実線は、刃具$Ｔ_2$の切削時に工具を－σ移動させたときのワークＷに対する刃具$Ｔ_1$、$Ｔ_2$の軌道を示している。補正後のポリゴン加工の軌跡は理想的なポリゴン加工の軌跡と重なっており、同じ軌跡をたどることが分かる。このように、工具Ｕの位置を補正することにより、刃具Ｔの径方向のずれが補正され、ポリゴン加工で形成される四角形Ｓが、略正方形になる。

[0036] ［第２の開示］

［ずれ量σの測定方法］

第２の開示では、試し加工の結果得られたワークＷを用いて径方向のずれ量σを算出する。ずれ量σは、ワークＷの対向面の距離を計測することにより算出できる。

計測は、例えば、オペレータが行う。計測機器には、ノギスや画像計測機などがあるが限定しない。オペレータは、計測した距離を入力部３０に入力する。ずれ量σの算出は、位置ずれ取得部１４が行う。

[0037] 図６Ａ及び図６Ｂを参照して、ずれ量σの算出方法について説明する。図６Ａは、理想的な工具Ｕで形成したワークＷの形状を示している。理想的な工具Ｕで切削したときのワーク中心Ｗからワーク表面までの距離をＩとする。

工具Ｕの刃先が＋σずれると、切込み深さが＋σ深くなるので、図６Ｂに示すように、ワーク中心Ｏからワーク表面までの距離が＋σ短くなる。このときワークの対向面の距離は２Ｉ－２σとなる。Ｉは既知なので、ワークの対向面の距離を測定すると、刃具Ｔの径方向のずれ量σが算出できる。

[0038] 一例として、２本の刃具Ｔで四角形を形成する例について述べたが、上述の方法を用いれば、刃具Ｔの本数には関係なく、試し加工の結果得られたワークＷから刃具Ｔの径方向のずれ量σを算出することができる。

[0039] 以上説明したように、本開示の数値制御装置１００は、刃具Ｔの径方向のずれ量σに応じたパルスを生成し、工具軸の空転タイミングで、工具ＵをＸ軸方向に移動させることにより、刃具Ｔを付け替えることなしに刃具Ｔの径方向のずれ量を補正することができる。

[0040] 第２の開示の数値制御装置１００では、試し加工の結果得られたワークＷの対向面の距離を計測することによって、刃具Ｔの径方向のずれ量σを算出することができる。ワークＷの対向面の距離はノギスなどの器具で計測することが可能であるため、特別な計測機器は不要である。

[0041] 以上、一実施形態について説明したが、本発明は上述した開示のみに限定されることなく、適宜の変更を加えることにより様々な態様で実施することができる。例えば、本開示では、ワーク軸をスピンドル軸、工具軸をサーボ軸とする構成としたが、２軸ともスピンドル軸である主軸間ポリゴン加工としてもよい。

また、工具軸ではなく、ワーク軸をＸ軸方向に移動させて主軸間距離を調整してもよい。

[0042] また、刃具Ｔの回転方向のずれの補正と径方向の補正とを組み合わせてもよい。

刃具Ｔのずれは、通常、径方向だけでなく回転方向でも生じる。そのため、両方を組み合わせて補正することが望ましい。

回転方向のずれの補正では、まず、回転方向のずれ量δを検出する。回転方向のずれ量は、例えば、試し加工した結果得られるワークの角度から算出できる。また、負荷トルクを用いてずれを検出することができる。その他、レーザ変位計や角度計、画像計測機などを用いて工具Ｕを直接計測してずれ量δを検出することもできる。

ずれ量δは、工具軸を加速又は減速することにより補正できる。すなわち

、刃具Ｔが基準の位相よりプラス方向にずれている場合には減速して、ずれ量をゼロにする。また、刃具Ｔが基準の位相よりマイナス方向にずれている場合には、加速してずれ量をゼロにする。

回転方向のずれ量δは刃具Ｔごとに異なるので、刃具Ｔｉの回転方向のずれ量をδｉとすると、刃具Ｔｉで切削する前の空転タイミングで、回転方向のずれ量δｉと径方向のずれ量σｉを同時に補正する。

回転方向の補正と径方向の補正とを同時に行うと、刃具を付け替えることなく、ポリゴン加工の精度を向上させることができる。

符号の説明

[0043] １０００　制御システム

１００　数値制御装置

２００　工作機械

１０　ポリゴン加工制御部

１１　ワーク軸指令生成部

１３　移動軸指令生成部

１４　位置ずれ取得部

１５　調整量生成部

１６　調整量指令部

１７　トルク検出部

１１１　ＣＰＵ

１１２　ＲＯＭ

１１３　ＲＡＭ

１４０　サーボアンプ

１５１　工具軸回転用サーボモータ

１５２　Ｘ軸用サーボモータ

１６１　スピンドルアンプ

１６２　スピンドルモータ

１６４　主軸

請求の範囲

[請求項1] ワークと工具を同時に回転させてワークの表面に多角形を形成するポリゴン加工を制御する制御装置であって、

前記ワークの角速度の指令を生成するワーク軸指令生成部と、

前記工具の角速度の指令を生成する工具軸指令生成部と、

前記工具に取り付けられた刃具の径方向のずれに関する情報を取得するずれ取得部と、 前記ずれ取得部に入力された刃具の径方向のずれに関する情報に基づき、工具軸又はワーク軸の何れか一方又は両方の位置を調整するパルスを生成する調整量生成部と、

前記パルスを出力する調整量指令部と、

を備えるポリゴン加工の制御装置。

[請求項2] 前記調整量生成部は、前記ポリゴン加工における前記工具の空転時に、前記パルスを出力する、請求項１記載の制御装置。

[請求項3] 前記調整量生成部は、前記ワーク軸及び工具軸の軸間距離を調整する、請求項１記載の制御装置。

[請求項4] 前記刃具の径方向のずれに関する情報は、試し加工をしたときのワークの対向面の距離である、請求項１記載の制御装置。

[請求項5] ワークと工具を同時に回転させてワークの表面に多角形を形成するポリゴン加工を制御する制御システムであって、

前記ワークの角速度の指令を生成するワーク軸指令生成部と、

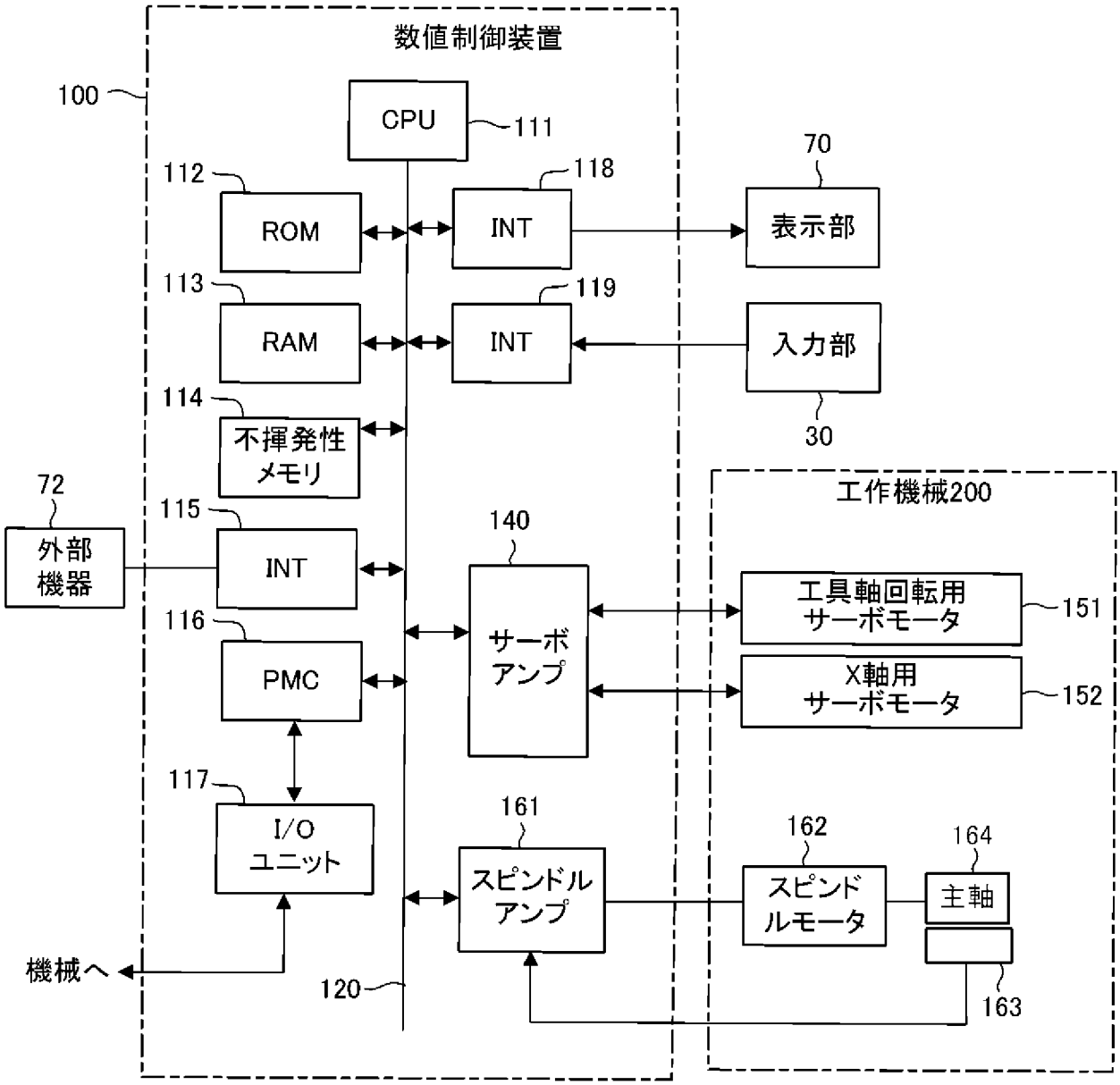
前記工具の角速度の指令を生成する工具軸指令生成部と、

前記工具に取り付けられた刃具の径方向のずれに関する情報を取得するずれ取得部と、 前記ずれ取得部が取得した刃具の径方向のずれに関する情報に基づき、工具軸又はワーク軸の何れか一方又は両方の移動を調整するパルスを生成する調整量生成部と、

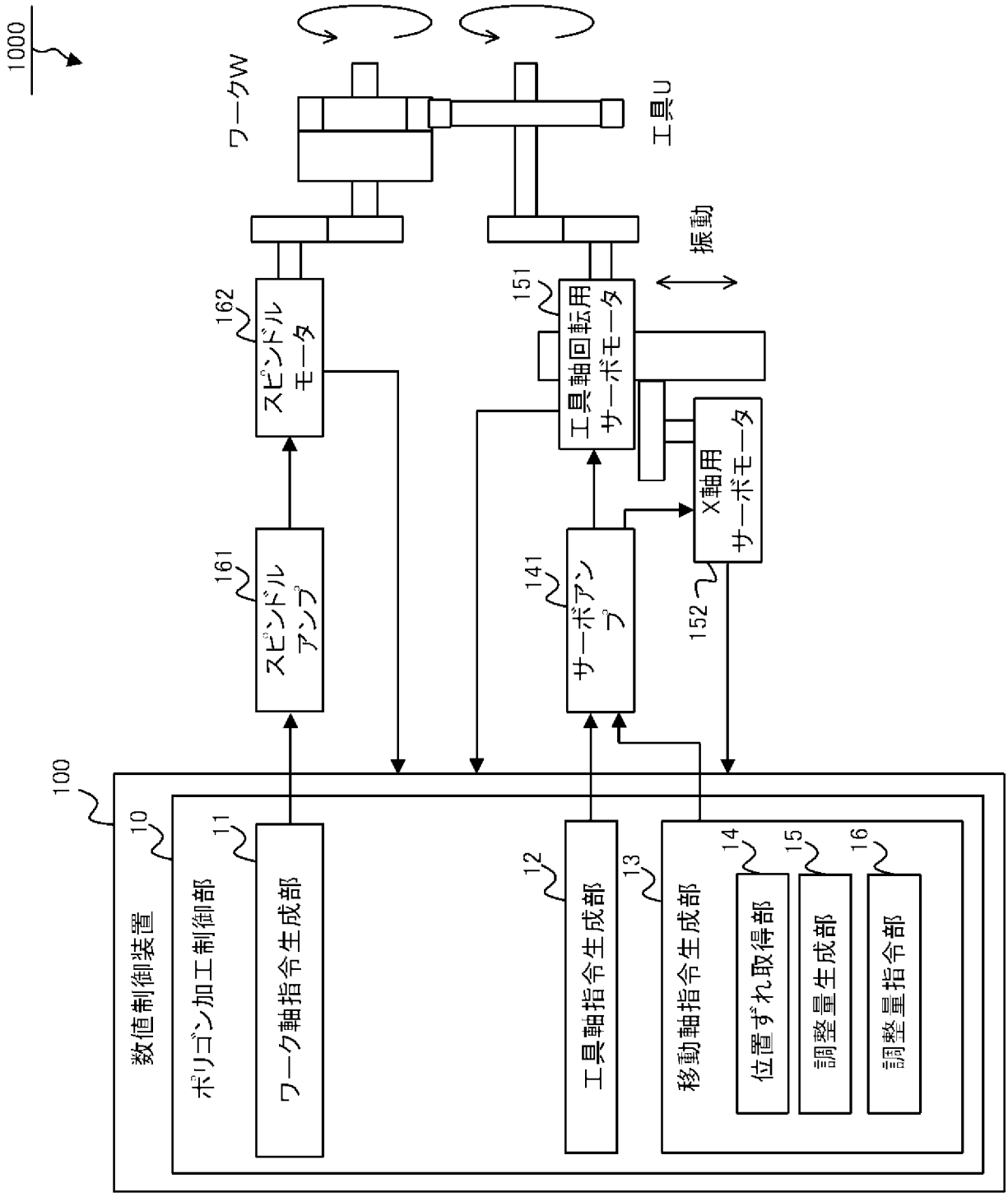
前記パルスを出力し、ワーク軸及び工具軸又は何れか一方を移動させる調整量指令部と、

を備えるポリゴン加工の制御システム。

[図1]

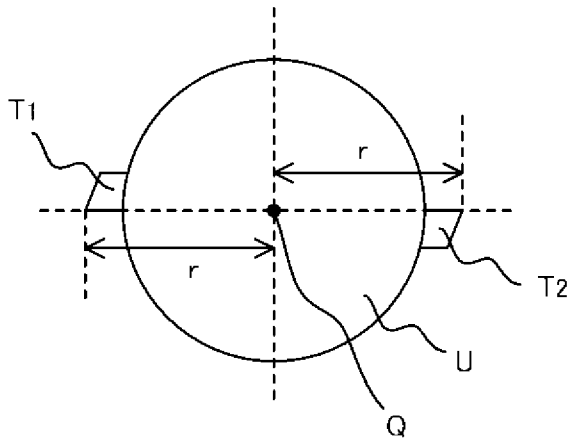

数値制御装置
100
CPU
111
112
ROM
118
INT
70
表示部
113
RAM
119
INT
入力部
30
114
不揮発性
メモリ
72
外部
機器
115
INT
140
工作機械200
116
PMC
サーボ
アンプ
工具軸回転用
サーボモータ
151
X軸用
サーボモータ
152
117
I/O
ユニット
161
スピンドル
アンプ
162
スピンド
ルモータ
164
主軸
163
機械へ
120

[図2]


1000
ワークW
工具U
振動
162
スピンドルモータ
151
工具軸回転用サーボモータ
X軸用サーボモータ
161
スピンドルアンプ
141
サーボアンプ
152
100
数値制御装置
10
ポリゴン加工制御部
11
ワーク軸指令生成部
12
工具軸指令生成部
13
移動軸指令生成部
14
位置ずれ取得部
15
調整量生成部
16
調整量指令部

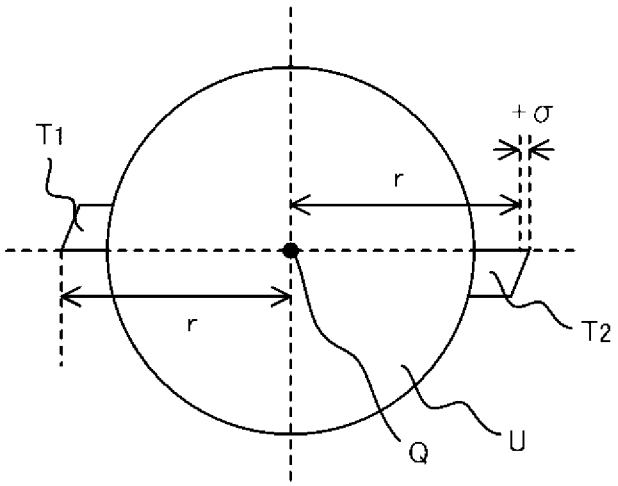
[図3A]

・理想的な状態

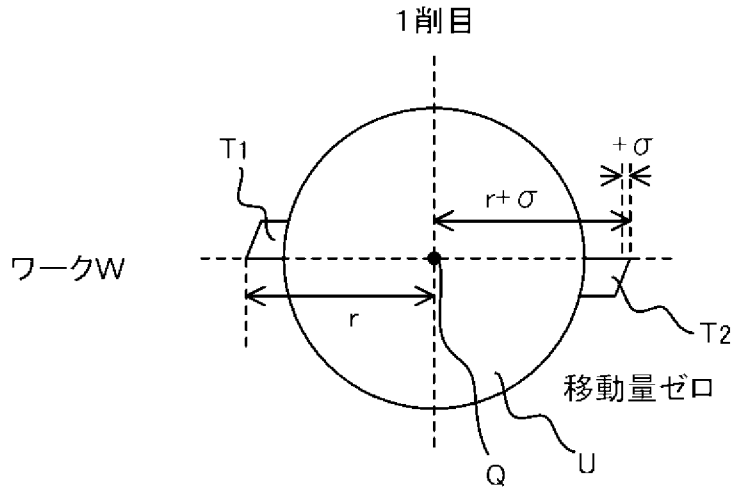


[図3B]

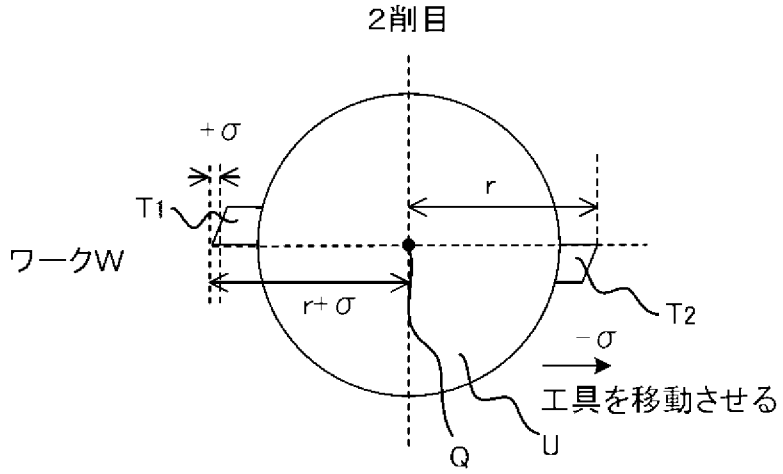
・ずれがある状態



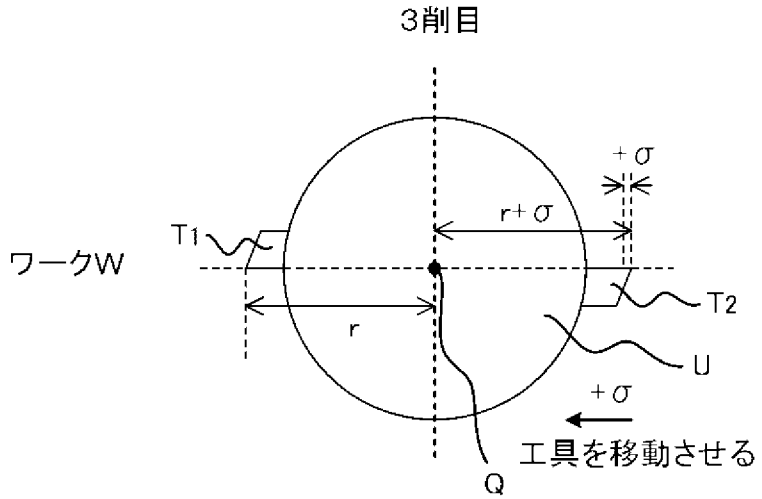
[図4A]



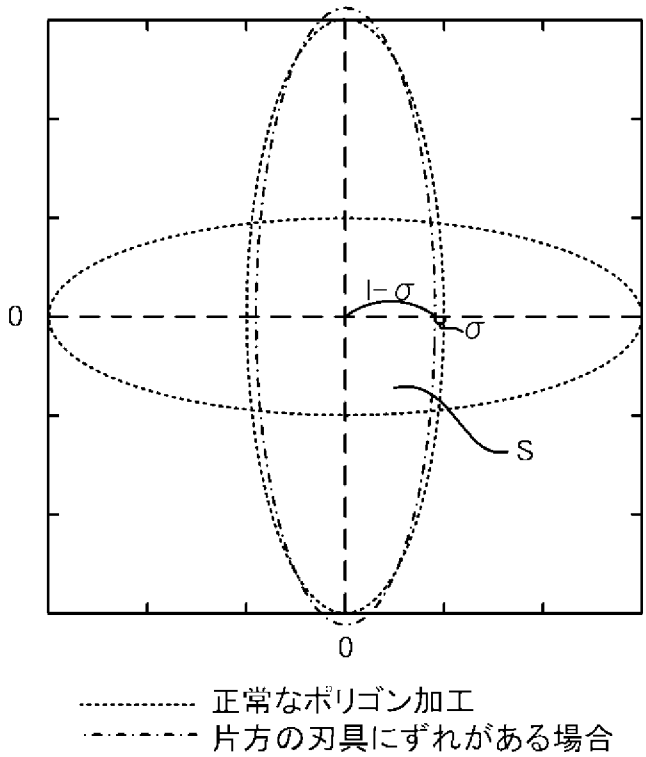
[図4B]


2削目
+σ
T1
r
ワークW
r+σ
T2
−σ
工具を移動させる
Q
U

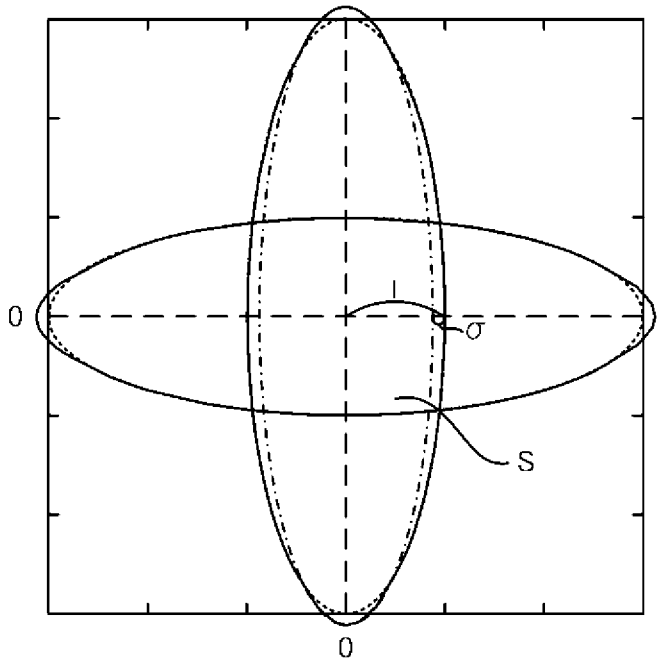
[図4C]


3削目
+σ
r+σ
T1
ワークW
T2
r
U
+σ
工具を移動させる
Q

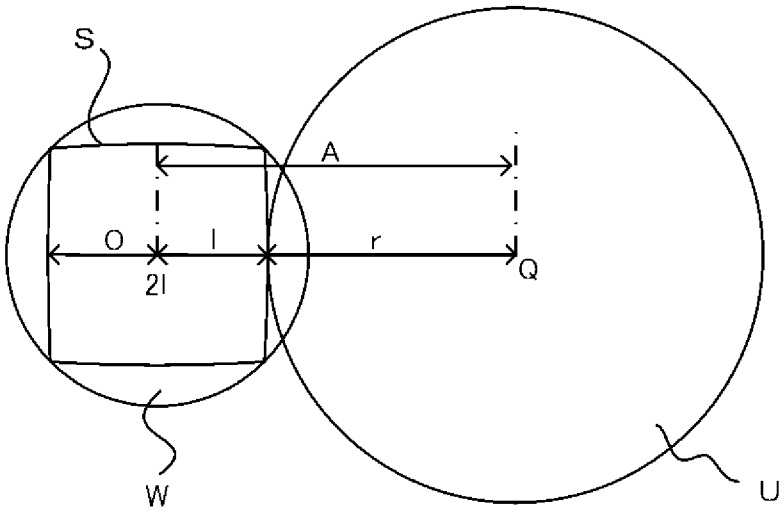
[図5A]


0
l−σ
σ
S
0
正常なポリゴン加工
片方の刃具にずれがある場合

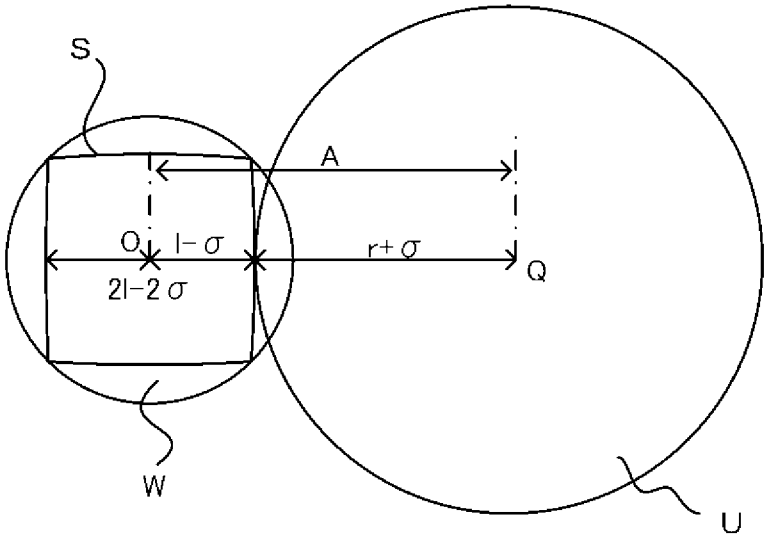
[図5B]



[図6A]

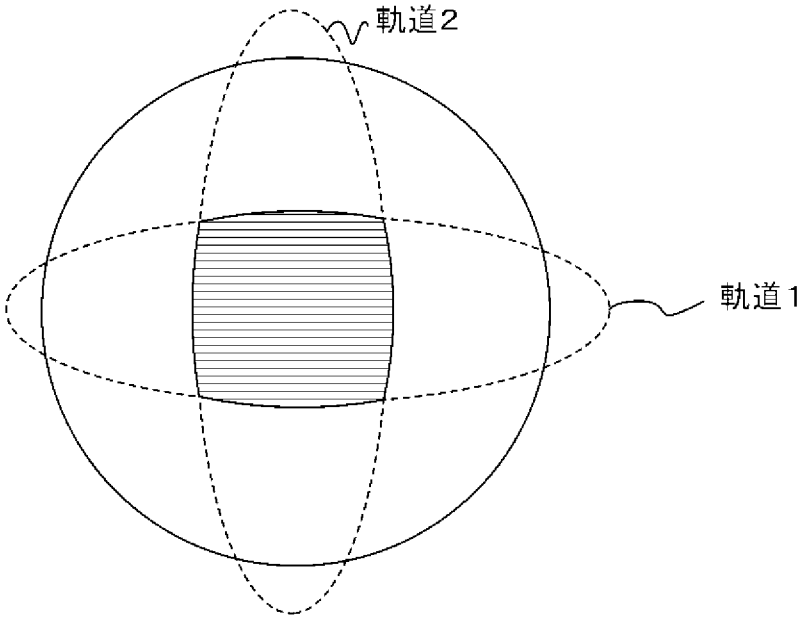


[図6B]



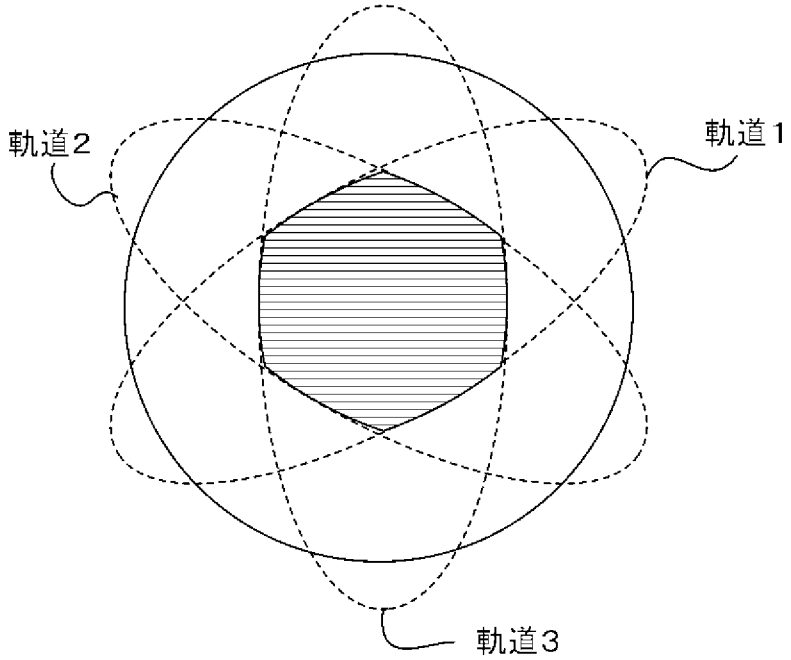
[図7A]

四角形



[図7B]

六角形



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/017997

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B23B 5/44(2006.01)i; G05B 19/404(2006.01)i; B23Q 15/24(2006.01)i
FI: G05B19/404 H; B23Q15/24; B23B5/44
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)
G05B19/00-19/46; B23Q15/00-15/28

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.
Y	JP 63-312012 A (WERA WERK HERMANN WERNER GMBH & CO.) 20 December 1988 (1988-12-20) page 3, upper right column, line 1 to lower right column, line 20, fig. 1-3	1, 3-5
Y	JP 7-266194 A (HITACHI SEIKI CO., LTD.) 17 October 1995 (1995-10-17) paragraph [0032]	1, 3-5
A	JP 63-99114 A (FANUC CORPORATION) 30 April 1988 (1988-04-30) entire text, all drawings	1-5
A	JP 2015-79348 A (BROTHER INDUSTRIES, LTD.) 23 April 2015 (2015-04-23) entire text, all drawings	1-5
A	JP 63-105802 A (OKUMA CORPORATION) 11 May 1988 (1988-05-11) entire text, all drawings	1-5
A	US 6298758 B1 (WU, Hsuanlung) 09 October 2001 (2001-10-09) entire text, all drawings	1-5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
13 July 2021 (13.07.2021)	20 July 2021 (20.07.2021)

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/017997

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 3424494 A1 (MOSCH, Werner) 16 January 1986 (1986-01-16) entire text, all drawings	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application no.
PCT/JP2021/017997

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 63-312012 A	20 Dec. 1988	US 4883392 A column 3, line 16 to column 4, line 13, fig. 1-3 EP 294565 A1 DE 3718261 A1 ES 2026962 T3	
JP 7-266194 A	17 Oct. 1995	(Family: none)	
JP 63-99114 A	30 Apr. 1988	WO 1988/002676 A1	
JP 2015-79348 A	23 Apr. 2015	(Family: none)	
JP 63-105802 A	11 May 1988	(Family: none)	
US 6298758 B1	09 Oct. 2001	(Family: none)	
DE 3424494 A1	16 Jan. 1986	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/017997

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B23B 5/44(2006.01)i; G05B 19/404(2006.01)i; B23Q 15/24(2006.01)i
FI: G05B19/404 H; B23Q15/24; B23B5/44

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））

G05B19/00-19/46; B23Q15/00-15/28

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	１９７１－２０２１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

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 63-312012 A (ウエラ－ウエルク・ヘルマン・ウエルネル・ゲゼルシヤフト・ミト・ベシユレンクテル・ハフツング・ウント・コンパニー) 20.12.1988 (1988-12-20) 第3ページ右上欄第1行-右下欄第20行，図1-3	1，3-5
Y	JP 7-266194 A (日立精機株式会社) 17.10.1995 (1995-10-17) 段落[0032]	1，3-5
A	JP 63-99114 A (フアナツク株式会社) 30.04.1988 (1988-04-30) 全文，全図	1-5
A	JP 2015-79348 A (ブラザー工業株式会社) 23.04.2015 (2015-04-23) 全文，全図	1-5
A	JP 63-105802 A (オークマ株式会社) 11.05.1988 (1988-05-11) 全文，全図	1-5
A	US 6298758 B1 (WU, HSUAN-LUNG) 09.10.2001 (2001-10-09) 全文，全図	1-5

☑ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊ 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
13.07.2021	20.07.2021

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）

岩▲崎▼　優 3U 1573

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

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	DE 3424494 A1 (MOSCH, WERNER) 16.01.1986 (1986-01-16) 全文，全図	1-5

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/JP2021/017997

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 63-312012 A	20.12.1988	US 4883392 A 第3欄第16行-第4欄第13行， 図1-3 EP 294565 A1 DE 3718261 A1 ES 2026962 T3	
JP 7-266194 A	17.10.1995	（ファミリーなし）	
JP 63-99114 A	30.04.1988	WO 1988/002676 A1	
JP 2015-79348 A	23.04.2015	（ファミリーなし）	
JP 63-105802 A	11.05.1988	（ファミリーなし）	
US 6298758 B1	09.10.2001	（ファミリーなし）	
DE 3424494 A1	16.01.1986	（ファミリーなし）	