(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
2015 年 6 月 4 日(04.06.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/079836 A1

(51) 国際特許分類:
*B23B 5/36* (2006.01) *B23B 21/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/078170

(22) 国際出願日: 2014 年 10 月 23 日(23.10.2014)

(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 2013-247245 2013 年 11 月 29 日(29.11.2013) JP

(71) 出願人: 村田機械株式会社 (MURATA MACHINERY, LTD.) [JP/JP]; 〒6018326 京都府京都市南区吉祥院南落合町３番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 石原 正史 (ISHIHARA, Tadashi); 〒4848502 愛知県犬山市大字橋爪字中島２番地村田機械株式会社犬山事業所内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 西 和哉, 外 (NISHI, Kazuya et al.); 〒1020072 東京都千代田区飯田橋２－１１－１０山田ラインビルＩＩＩ８階 Tokyo (JP).

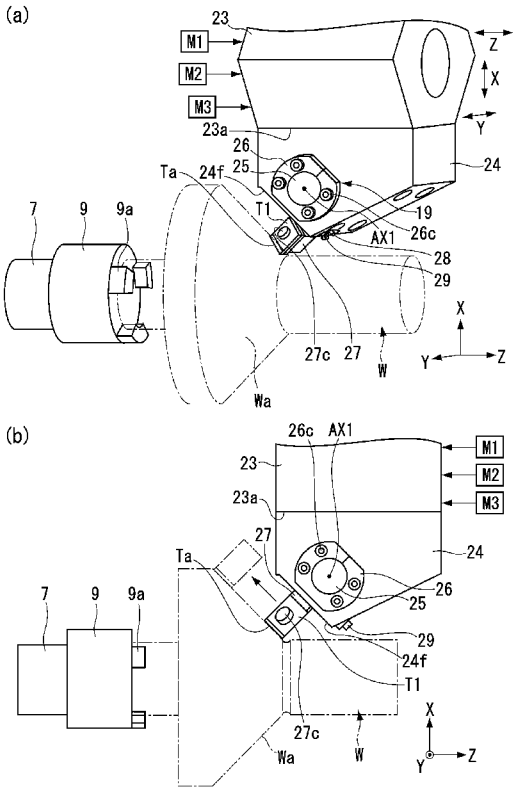
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

[続葉有]

(54) **Title**: MACHINE TOOL AND CUTTING METHOD

(54) 発明の名称 : 工作機械及び切削方法




(57) **Abstract**: The objective of the present invention is to easily and reliably machine the end surface of a workpiece while holding the workpiece between a spindle and a countershaft. The machine tool (100), which cuts a workpiece (W) having a inclined surface (Wa) or a curved surface, is provided with: a spindle (7) that holds the workpiece (W) and rotates; moving devices (M1, M2, M3) that move a cutting tool (T1), which holds a linear cutting blade that cuts the workpiece (W), relative to the workpiece (W) in a direction combining a Z direction parallel to the axis line of the spindle (7), an X direction that is perpendicular to the Z direction and that regulates the amount of cutting of the workpiece (W, and a Y direction that is perpendicular to the Z direction and X direction; and an angle setting mechanism (19) that, in the state of the direction of the blade (Ta) of the cutting tool (T1) being inclined with respect to the Z direction when seen from the X direction, causes an inclination with respect to the Z direction when seen from the Y direction and causes a correspondence to the inclined surface (Wa) of the workpiece (W).

(57) 要約: ワークを主軸と対向軸との間に保持しながら、ワークの端面を容易かつ確実に加工することを目的とする。傾斜面（Ｗａ）または曲面を有するワーク（Ｗ）を切削する工作機械（１００）であって、ワーク（Ｗ）を保持して回転する主軸（７）と、ワーク（Ｗ）を切削する直線切刃を持つ切削工具（Ｔ１）を、主軸（７）の軸線に平行なＺ方向と、Ｚ方向に直交しかつワーク（Ｗ）に対する切削量を規定するＸ方向と、Ｚ方向及びＸ方向にそれぞれ直交するＹ方向とを合成した方向に、ワーク（Ｗ）に対して相対的に移動させる移動装置（Ｍ１、Ｍ２、Ｍ３）と、切削工具（Ｔ１）の刃先（Ｔａ）の方向を、Ｘ方向から見てＺ方向に対して傾けた状態で、Ｙ方向から見てＺ方向に対して傾け、ワーク（Ｗ）の傾斜面（Ｗａ）に対応させる角度設定機構（１９）と、を備える。

WO 2015/079836 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

# 明　細　書

## 発明の名称 ： 工作機械及び切削方法

## 技術分野

[0001] 本発明は、傾斜面または曲面を有するワークを切削する工作機械及び切削方法に関する。

## 背景技術

[0002] 工作機械の１つである旋盤は、加工対象であるワークを回転軸（スピンドル）に保持し、ワークを回転させながらバイト等の加工ツールにより切削加工等を行う（特許文献１参照）。例えばテーパー形状の嵌め合い部を有するスピンドルなど傾斜面を有するワークを旋盤で加工する場合、傾斜面の傾斜に応じて切削量を規定しつつ加工ツールを回転軸方向に移動させて切削を行う。ただし、この切削加工では、要求される面粗度を得ることが困難であるため、例えば旋盤で前加工を行った後、アンギュラ砥石などによって傾斜面を研削して仕上げを行うことにより、求められる面粗度を得るようにしている。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0003] 特許文献1：特許第２７０１７０６号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上記のように旋盤で前加工を行った後に砥石による仕上げを行う場合、ワークを旋盤からアンロードした後、あらためて研削盤にワークをセットする必要があるため、加工に要する時間が全体的に長くなってしまう。また、研削盤においてワークを回転させる場合、傾斜面の内周側と外周側とで周速度が異なるため、アンギュラ砥石を当接した時の研削量が傾斜面の内周側と外周側とで異なってしまう。このため、面粗度が均一にはならず、要求される面粗度を得ることが困難な場合があった。

[0005] 以上のような事情に鑑み、本発明では、傾斜面または曲面を切削加工する場合に加工面を高面粗度に仕上げることが可能であり、砥石による研削工程を省くことで加工時間を短縮することが可能な工作機械及び切削方法を提供することを目的とする。

## 課題を解決するための手段

[0006] 本発明では、傾斜面または曲面を有するワークを切削する工作機械であって、ワークを保持して回転する主軸と、ワークを切削する直線切刃を持つ切削工具を、主軸の軸線に平行なＺ方向と、Ｚ方向に直交しかつワークに対する切削量を規定するＸ方向と、Ｚ方向及びＸ方向にそれぞれ直交するＹ方向またはＺ方向に平行な軸回り方向とを合成した方向に、ワークに対して相対的に移動させる移動装置と、切削工具の刃先の方向を、Ｘ方向から見てＺ方向に対して傾けた状態で、Ｙ方向から見てＺ方向に対して傾け、ワークの傾斜面または曲面に対応させる工具配置部と、を備える。

[0007] また、切削工具を保持する刃物台を有し、移動装置は、刃物台を介して切削工具をＺ方向、Ｘ方向、及びＹ方向に移動させてもよい。また、工具配置部は、刃物台と切削工具との間に形成されてもよい。また、工具配置部は、Ｙ方向から見てＺ方向に対する刃先の角度を設定する角度設定機構を有してもよい。また、角度設定機構は、Ｙ方向に沿った回転軸を有するシャフトと、シャフトの一部に形成されるとともに切削工具を保持するホルダと、を備えてもよい。また、ホルダとシャフトとの間に圧入されて、シャフトの回転位置を保持するためのロックスリーブを備えてもよい。また、シャフトの回転位置を調整するための調整機構を備えてもよい。また、シャフトをホルダに対して回転させるとともに、所定の回転位置で保持する駆動系を有してもよい。

[0008] また、本発明では、傾斜面または曲面を有するワークを切削する方法であって、ワークを回転させる工程と、ワークを切削する直線切刃を持つ切削工具を、ワークの回転軸の軸線に平行なＺ方向に対して傾けてワークの傾斜面または曲面に対応させる工程と、切削工具を、Ｚ方向と、Ｚ方向に直交しか

つワークに対する切削量を規定するＸ方向と、Ｚ方向及びＸ方向にそれぞれ直交するＹ方向またはＺ方向に平行な軸回り方向とを合成した方向に、ワークに対して相対的に移動させてワークを切削する工程と、を備える。

## 発明の効果

[0009] 本発明によれば、回転するワークに対して、直線切刃を持つ切削工具を、Ｚ方向と、Ｘ方向と、Ｙ方向またはＺ方向に平行な軸回り方向とを合成した方向に相対的に移動させ、切削工具の刃先の方向を、Ｘ方向から見てＺ方向に対して傾けた状態で、Ｙ方向から見てＺ方向に対して傾け、ワークの傾斜面または曲面に対応させてワークの傾斜面または曲面を切削するため、ワークと切削工具とをＹ方向に相対的に移動させる際、切削工具の刃先がワークに対してスムーズに切り込むので、ワークの不要な振動を抑制させることができ、ワークの加工面の面粗度を高めることができる。また、加工面を高面粗度に仕上げるため、従来のような仕上げのための研削工程を省くことができ、ワークの加工に要する時間を短縮することができる。

[0010] また、切削工具を保持する刃物台を有し、移動装置が刃物台を介して切削工具をＺ方向、Ｘ方向、及びＹ方向に移動させるものでは、切削工具を安定してＺ方向等に移動させることができる。また、工具配置部が刃物台と切削工具との間に形成されるものでは、切削工具の刃先の方向をワークの傾斜面等に容易に対応させることができる。また、工具配置部がＹ方向から見てＺ方向に対する刃先の角度を設定する角度設定機構を有するものでは、切削工具の刃先の方向をワークの傾斜面等に対応する角度に容易に設定することができる。また、角度設定機構がＹ方向に沿った回転軸を有するシャフトと、シャフトの一部に形成されるとともに切削工具を保持するホルダと、を備えるものでは、シャフトの回転に伴ってホルダが回転することにより、刃先の方向を正確に変化させることができる。また、ホルダとシャフトとの間に圧入されて、シャフトの回転位置を保持するためのロックスリーブを備えるものでは、切削工具の刃先の方向を確実に固定させることができる。また、シャフトの回転位置を調整するための調整機構を備えるものでは、シャフトの

回転位置を調整することにより、切削工具の刃先の方向を微調整することができる。

[0011] また、シャフトをホルダに対して回転させるとともに、所定の回転位置で保持する駆動系を有するものでは、ワークの傾斜面等の傾きに応じて切削工具の刃先の方向を動かすことができ、刃先の角度の調整を容易にするとともに、切削工具をＺ方向に移動させながら刃先の角度を変更することで曲面の切削加工に対応することができる。

[0012] また、本発明の切削方法によれば、切削工具を、Ｚ方向に対して傾けてワークの傾斜面または曲面に対応させるので、ワークの傾斜面または曲面を容易かつ高い面粗度で切削することができる。

## 図面の簡単な説明

[0013] [図1]第１実施形態に係る工作機械の要部の一例を示し、（ａ）は側面図、（ｂ）は正面図である。

[図2]ワークに対応する部分を拡大して示し、（ａ）は斜視図、（ｂ）は正面図である。

[図3]工具保持台の一例を示し（ａ）は正面図、（ｂ）は（ａ）のＱ方向から見た図である。

[図4]角度設定機構の一例を示し、（ａ）は図３（ａ）のＡ－Ａ線に沿った断面図、（ｂ）は図３（ｂ）のＢ－Ｂ線に沿った断面図、（ｃ）は図３（ｂ）のＣ－Ｃ線に沿った断面図である。

[図5]実施形態に係る切削方法の一例を示すフローチャートである。

[図6]（ａ）はＺ方向に対する切削工具の刃先の方向を示し、（ｂ）はＺ方向からワークを見たとき切削工具の動作を示し、（ｃ）はＸ方向からワークを見たときの切削工具の動作を示している。

[図7]第２実施形態に係る工作機械の要部の一例を示し、（ａ）は正面図、（ｂ）は使用状態を示す図である。

[図8]（ａ）は刃物台の内部を＋Ｚ方向に見たときの図、（ｂ）は（ａ）のＤ－Ｄ線に沿った断面図である。

[図9]（ａ）（ｂ）は、変形例に係る工作機械において、切削工具の動作を示す図である。

## 発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。ただし、本発明はこれに限定されるものではない。また、図面においては実施形態を説明するため、一部分を大きくまたは強調して記載するなど適宜縮尺を変更して表現している。以下の各図において、ＸＹＺ座標系を用いて図中の方向を説明する。このＸＹＺ座標系においては、水平面に平行な平面をＹＺ平面とする。このＹＺ平面において主軸７（対向軸８）の回転軸方向をＺ方向と表記し、Ｚ方向に直交する方向をＹ方向と表記する。また、ＹＺ平面に垂直な方向はＸ方向と表記する。Ｘ軸は、Ｚ方向に直交し、かつ、ワークに対する切削量を規定する方向である。Ｘ方向、Ｙ方向及びＺ方向のそれぞれは、図中の矢印の方向が＋方向であり、矢印の方向とは反対の方向が－方向であるものとして説明する。

[0015] ＜第１実施形態＞

第１実施形態に係る工作機械１００について、図面を用いて説明する。図１は、第１実施形態に係る工作機械１００の要部の一例を示し、（ａ）は側面図、（ｂ）は正面図である。図１に示す工作機械１００は、旋盤である。図１において、工作機械１００の＋Ｙ側が正面であり、－Ｙ側が背面である。また、工作機械１００の±Ｚ側は側面であり、Ｚ方向は工作機械１００の左右方向である。

[0016] 図１に示すように、工作機械１００は、ベース１を有している。ベース１には、主軸台２と心押し台４とが設けられる。主軸台２は、不図示の軸受け等により主軸７を回転可能な状態で支持している。なお、主軸台２は、ベース１に固定されるが、Ｚ方向、Ｘ方向、Ｙ方向等に移動可能に形成され、モータ等の駆動によって移動するものでもよい。主軸７の＋Ｚ側の端部には、チャック駆動部９が設けられている。チャック駆動部９は、複数の把握爪９ａを主軸７の径方向に移動させてワークＷを保持させる。図１では、主軸７

の回転軸周りに等間隔に配置された３つの把握爪９ａを用いてワークＷを把持しているが、これに限定されず、把握爪９ａの個数や形状は、ワークＷを保持可能な任意の構成のものが用いられる。

[0017] 主軸７の－Ｚ側の端部は主軸台２から－Ｚ方向に突出しており、この端部にプーリー１１が取り付けられる。プーリー１１と、ベース１に設けられたモータ１２の回転軸との間にはベルト１３が掛け渡されている。これにより、主軸７は、モータ１２の駆動によりベルト１３を介して回転する。モータ１２は、不図示の制御部によって駆動される。モータ１２としては、例えば、トルク制御機構を備えたモータが用いられる。また、主軸７は、モータ１２及びベルト１３によって駆動されることに限定されず、モータ１２の駆動を歯車列等で主軸７に伝達するものや、モータ１２によって直接主軸７を回転させるものでもよい。

[0018] 心押し台４は、ベース１上に設置されたＺ方向ガイド３に沿って移動可能に形成される。心押し台４は、不図示の軸受け等により対向軸８を回転可能な状態で支持している。主軸７の回転軸方向と、対向軸８の回転軸方向とはＺ方向に一致した状態となっている。心押し台４の－Ｚ側の端部には、センター１０が取り付けられている。

[0019] 把握爪９ａによって保持されるワークＷは、円柱形の一部にテーパー状の傾斜面Ｗａを有する。傾斜面Ｗａは、主軸７側から対向軸８側へ向けて徐々に径が小さくなっている。なお、ワークＷとしては、図１に示すものに限定されず、例えば、傾斜角度が図１のワークＷに対して大きいものや逆に小さいものでもよい。また、ワークＷとして、斜面が主軸７から対向軸８側へ向けて徐々に径が大きくなるものでもよい。また、ワークＷとして、複数の傾斜面Ｗａを有するものであってもよい。また、ワークＷとして、傾斜面Ｗａの途中で傾斜角度が異なるものでもよい。

[0020] 図１（ｂ）の一点鎖線で示すように、ワークＷが長尺である場合（Ｚ方向に長い場合）は、ワークＷの＋Ｚ側の端部を心押し台４のセンター１０で保持する。これにより、長尺のワークＷは主軸７と対向軸８とに挟まれた状態

で回転するため、切削加工時に安定してワークＷを回転させることができる。ワークＷが短尺の場合（Ｚ方向に短い場合）、ワークＷは、主軸７の把握爪９ａのみにより保持されて回転する。この場合には、心押し台４を用いなくてもよい。

[0021] 続いて、図１（ａ）及び（ｂ）に示すように、ベース１にはＺ方向に配置されたＺ方向ガイド５が設けられる。また、Ｚ方向ガイド５の－Ｘ位置には、Ｚ方向ガイド５と同様にＺ方向に配置されたＺ方向ガイド５Ａが設けられる。Ｚ方向ガイド５、５Ａのそれぞれには、Ｚ方向ガイド５、５Ａに沿ってＺ方向に移動可能なＺ軸スライド１７、１７Ａが設けられる。Ｚ軸スライド１７は、図１（ｂ）に示すように、Ｚ方向駆動系（移動装置）Ｍ１の駆動によりＺ方向に移動し、所定位置で保持される。なお、Ｚ方向駆動系Ｍ１は、例えば、電気モータや油圧等が用いられる。また、Ｚ軸スライド１７Ａは、上記したＺ方向駆動系Ｍ１と同様の駆動系を有しており、この駆動系の駆動によりＺ方向に移動して所定位置で保持される。Ｚ軸スライド１７Ａの駆動系は、Ｚ方向駆動系Ｍ１と同一の構成であってもよく、また、異なる構成であってもよい。また、Ｚ軸スライド１７、１７Ａで共通のＺ方向駆動系Ｍ１を構成させ、Ｚ軸スライド１７、１７Ａのいずれか一方または双方を駆動させてもよい。

[0022] Ｚ軸スライド１７、１７Ａには、それぞれＸ方向ガイド１８、１８Ａが形成される。また、Ｚ軸スライド１７、１７Ａには、それぞれＸ方向ガイド１８、１８Ａに沿って移動可能なＸ軸スライド１５、１５Ａが設けられる。Ｘ軸スライド１５は、Ｘ方向駆動系（移動装置）Ｍ２の駆動によりＸ方向に移動し、所定位置で保持される。なお、Ｘ方向駆動系Ｍ２は、例えば、電気モータや油圧等が用いられる。また、Ｘ軸スライド１５Ａは、上記したＸ方向駆動系Ｍ２と同様の駆動系を有しており、この駆動系の駆動によりＸ方向に移動して所定位置で保持される。Ｘ軸スライド１５Ａの駆動系は、Ｘ方向駆動系Ｍ２と同一の構成であってもよく、また、異なる構成であってもよい。

[0023] Ｘ軸スライド１５、１５Ａには、それぞれＹ方向ガイド１６、１６Ａが形

成される。また、Ｘ軸スライド１５、１５Ａには、それぞれＹ方向ガイド１６、１６Ａに沿って移動可能な刃物台駆動部２１、２１Ａが設けられる。刃物台駆動部２１は、Ｙ方向駆動系（移動装置）Ｍ３の駆動によりＹ方向に移動し、所定位置で保持される。なお、Ｙ方向駆動系Ｍ３は、例えば、電気モータや油圧等が用いられる。また、刃物台駆動部２１Ａは、上記したＹ方向駆動系Ｍ３と同様の駆動系を有しており、この駆動系の駆動によりＹ方向に移動して所定位置で保持される。刃物台駆動部２１Ａの駆動系は、Ｙ方向駆動系Ｍ３と同一の構成であってもよく、また、異なる構成であってもよい。

[0024] 刃物台駆動部２１、２１Ａのそれぞれには、モータ等の回転駆動装置が収容されている。刃物台駆動部２１には、第１タレット（刃物台）２３が取り付けられている。第１タレット２３は、回転駆動装置の駆動によりＺ方向を軸として回転可能となっている。同様に、刃物台駆動部２１Ａには、第２タレット（刃物台）２３Ａが取り付けられている。第２タレット２３Ａは、回転駆動装置の駆動によりＺ方向を軸として回転可能となっている。第１タレット２３は、ワークＷの上方（＋Ｘ側）に配置され、第２タレット２３Ａは、ワークＷの下方（－Ｘ側）に配置される。これら第１及び第２タレット２３、２３Ａでワークを挟むように配置される。

[0025] 第１及び第２タレット２３、２３Ａの周面には、切削工具Ｔを保持するための複数の保持部が設けられている。これら保持部の全部または一部には切削工具Ｔが保持される。従って、第１及び第２タレット２３、２３Ａを回転させることにより、所望の切削工具Ｔが選択される。第１及び第２タレット２３、２３Ａの保持部に保持される切削工具Ｔは、各保持台に対して交換可能である。切削工具Ｔとしては、ワークＷに対して切削加工を施すバイト等の他、ドリルやエンドミル等の回転工具が用いられてもよい。なお、ドリル等の回転工具は、保持部に収容された小型モータの回転軸に取り付けられて用いられる。

[0026] 第１及び第２タレット２３、２３Ａには、複数の保持部の１つに工具保持台２４、２４Ａが形成されている。工具保持台２４と２４Ａとは、同一の構

成であってもよく、また、異なる構成であってもよい。また、第２タレット２３Ａには、工具保持台２４Ａが設けられなくてもよい。

[0027] 工具保持台２４には、ワークＷの傾斜面Ｗａに対応可能な切削工具Ｔ１が取り付けられている。すなわち、切削工具Ｔ１は、工具保持台２４を介して第１タレット２３に保持される。一方、工具保持台２４Ａには、切削工具Ｔが取り付けられている。すなわち、切削工具Ｔは、工具保持台２４Ａを介して第２タレット２３Ａに保持される。工具保持台２４Ａに取り付けられる切削工具Ｔは、工具保持台２４に取り付けられる切削工具Ｔ１と同一でもよく、また、異なってもよい。

[0028] 図１に示す工作機械１００では、ワークＷに対して±Ｘ側に、ワークＷを挟むように切削工具Ｔ、Ｔ１が配置されているが、いずれか一方であってもよい。また、切削工具Ｔ、Ｔ１は、ワークＷに対してＸ方向（上下方向）に配置されているが、これに代えて、ワークＷに対して水平方向（Ｙ方向）に配置されてもよい。また、切削工具Ｔ、Ｔ１によるワークＷへの切削は、不図示の制御部によって行われ、いずれか一方によりワークＷを切削させてもよく、また両者を交互に使用する場合や、両者を同時に使用する場合など、いずれであってもよい。

[0029] また、図１では刃物台として第１及び第２タレット２３、２３Ａが用いられるが、これに限定されず、くし歯状の刃物台が用いられてもよい。くし歯状の刃物台は、複数のくし歯部分のそれぞれに切削工具Ｔが保持され、くし歯が並ぶ方向に移動することにより複数の切削工具Ｔのうちいずれか１つを選択する。

[0030] 図２は、ワークＷに対応する部分として、主軸７及び第１タレット２３を含む要部を拡大して示し、（ａ）は斜視図、（ｂ）は正面図である。図２（ａ）及び（ｂ）に示すように、第１タレット２３の－Ｘ側の面２３ａには、工具保持台２４が取り付けられている。工具保持台２４は、上記したＺ方向駆動系Ｍ１及びＸ方向駆動系Ｍ２により、第１タレット２３と一体的にＺ方向及びＸ方向に移動する。また、工具保持台２４は、上記したＹ方向駆動系

Ｍ３により、Ｙ方向に移動する。従って、工具保持台２４は、Ｚ方向駆動系Ｍ１、Ｘ方向駆動系Ｍ２及びＹ方向駆動系Ｍ３により、ワークＷに対してＺ方向、Ｘ方向及びＹ方向のそれぞれに移動可能に設けられている。

[0031] その結果、切削工具Ｔ１（Ｔ）は、Ｚ軸スライド１７（１７Ａ）、刃物台駆動部２１（２１Ａ）、及び工具保持台２４（２４Ａ）がそれぞれＺ方向駆動系Ｍ１、Ｘ方向駆動系Ｍ２、及びＹ方向駆動系Ｍ３によって駆動されることにより、ワークＷに対してＺ方向、Ｘ方向、及びＹ方向の全部または一部を合成した方向に移動可能となっている。

[0032] 図３は、工具保持台２４の一例を示し（ａ）は正面図（Ｙ方向から見た図）、（ｂ）は（ａ）のＱ方向から見た図である。図３に示すように、工具保持台２４は、切削工具Ｔ1が配置される工具配置面２４ｆを有している。工具配置面２４ｆは、第１タレット２３の面２３ａ（ＹＺ平面）に対して傾いて形成されており、主軸７側に向けられている。切削工具Ｔ１は、角度設定機構（工具配置部）１９を介して工具保持台２４に保持される。切削工具Ｔ１は、直線状に形成された刃（直線切刃）を有している。この直線切刃の刃先Ｔａの方向は、図３（ａ）に示すように、Ｙ方向から見たときにＺ方向に対して傾斜している。また、図３（ｂ）に示すように、Ｑ方向から見たときの刃先Ｔａの方向も傾斜している。従って、Ｘ方向から見たときの刃先Ｔａの方向も、Ｚ方向に対して傾斜している。

[0033] 角度設定機構１９について、図３とともに図４を用いて説明する。図４は、角度設定機構１９の一例を示し、（ａ）は図３（ａ）のＡ－Ａ線に沿った断面図、（ｂ）は図３（ｂ）のＢ－Ｂ線に沿った断面図、（ｃ）は図３（ｂ）のＣ－Ｃ線に沿った断面図である。図４（ａ）に示すように、工具保持台２４には、Ｙ方向に平行な方向に貫通穴２４ｈが形成されている。貫通穴２４ｈの内部には、サポートシャフト（シャフト）２５が配置されている。サポートシャフト２５は、円柱状または円筒状に形成されている。貫通穴２４ｈの径は、サポートシャフト２５の径よりも大きくなっており、サポートシャフト２５と貫通穴２４ｈの内壁との間には隙間が形成されている。このた

め、サポートシャフト２５は、貫通穴２４ｈに対して、Ｙ方向に平行な回転軸ＡＸ１の軸線周りの方向に回転可能に設けられている。

[0034] 貫通穴２４ｈは、工具保持台２４のＹ方向の両端部において、径が拡大されている。この部分には、ロックスリーブ２６が圧入される。ロックスリーブ２６は、工具保持台２４の＋Ｙ側の面及び－Ｙ側の面の２か所に取り付けられる。ロックスリーブ２６は、圧入部２６ａと、フランジ部２６ｂと、ボルト２６ｃとを有している。圧入部２６ａは、貫通穴２４ｈの内壁とサポートシャフト２５との間に圧入される。この圧入部２６ａにより、サポートシャフト２５の回転が規制される。また、フランジ部２６ｂは、工具保持台２４の＋Ｙ側の面及び－Ｙ側の面に沿って配置される。フランジ部２６ｂは、ボルト２６ｃを介して工具保持台２４に固定される。このロックスリーブ２６によって、サポートシャフト２５の回転位置が保持された状態となる。

[0035] サポートシャフト２５の外周の一部には、ホルダ取付部２５ａが設けられている。ホルダ取付部２５ａは、サポートシャフト２５の周面から工具配置面２４ｆ側へ向けて突出して形成されている。なお、工具配置面２４ｆには開口部２４ｇが形成されており、ホルダ取付部２５ａはこの開口部２４ｇから外部に突出している。ホルダ取付部２５ａには、ホルダ２７が取り付けられている。ホルダ２７は、例えば複数のボルト穴２７ａを有しており、ボルト２７ｂなどの固定部材を介してサポートシャフト２５のホルダ取付部２５ａに締結されている。このホルダ２７は、切削工具Ｔ１を保持する。

[0036] 切削工具Ｔ１は、締結部材２７ｃを介してホルダ２７に固定されている。図３及び図４に示すものでは、締結部材２７ｃによって切削工具２７ｃを交換可能な、例えばスローアウェイチップが用いられるが、これに限定されない。例えば、ホルダ２７に刃先が一体化された切削工具が用いられてもよい。この場合、ホルダ取付部２５ａに対して切削工具が交換可能となる。

[0037] サポートシャフト２５、ロックスリーブ２６及びホルダ２７は、切削工具Ｔの刃先Ｔａの方向を、Ｙ方向から見てＺ方向に対する角度を設定する角度設定機構１９を構成している。角度設定機構１９は、第１タレット２３と切

削工具Ｔ１との間に形成されている。なお、サポートシャフト２５は、工具保持台２４に設けられた構成に限定されず、例えば、第１タレット２３内に設けられてもよいし、第１タレット２３と工具保持台２４との間に挟まれた状態で配置されてもよい。

[0038] 工具保持台２４の開口部２４ｇと、サポートシャフト２５のホルダ取付部２５ａとの間には、図３（ｂ）に示すように、所定の隙間が形成されている。このため、サポートシャフト２５を回転させると、この隙間の分だけ、回転軸ＡＸ１を中心としてホルダ取付部２５ａを回転させることができる。このホルダ取付部２５ａの回転により、切削工具Ｔ１を回転させることができ、これにより、Ｚ方向に対して、Ｙ方向から見た刃先Ｔａの方向の角度を設定することができる。

[0039] また、図３（ｂ）や、図４（ｂ）及び（ｃ）に示すように、工具保持台２４には、調整機構としてプルボルト２８及びプッシュボルト２９が設けられている。プルボルト２８及びプッシュボルト２９は、それぞれ工具保持台２４の表面から内部に挿入されており、先端部がそれぞれホルダ取付部２５ａに接続されている。プルボルト２８は、先端部がホルダ取付部２５ａにネジ結合しており、回転させることにより例えばホルダ取付部２５ａを引き寄せて刃先Ｔａの角度を微調整する。プッシュボルト２９は、工具保持台２４に固着されたナットにネジ結合されるとともに、先端がホルダ取付部２５ａに接触している。プルボルト２８を回転させることにより、ホルダ取付部２５ａを押し離して刃先Ｔａの角度を微調整する。

[0040] なお、プルボルト２８及びプッシュボルト２９の個数や配置については、上記した構成に限定されるものではない。また、調整機構としてプルボルト２８及びプッシュボルト２９が用いられることに限定されず、刃先Ｔａの角度を微調整可能な他の調整機構が用いられてもよい。また、調整機構が形成されるか否かは任意であり、調整機構が形成されなくてもよい。

[0041] 続いて、以上のように構成された工作機械１００の動作について図面を用いて説明する。図５は、工作機械１００の動作を示すフローチャートである

。

先ず、加工対象であるワークＷを主軸７に保持させる。例えば、不図示のワーク搬送装置が、加工対象であるワークＷをロードポジションまで取りに行くとともに、このワークＷを主軸７まで搬送し、把握爪９ａによってワークＷの端部を保持する。なお、ワークＷが長尺である場合には、ワークＷの他端を対向軸８のセンター１０によって把持してもよい。なお、ワーク搬送装置によるワークＷの搬送から、把握爪９ａの駆動によりワークＷの保持までの一連の動作は、例えば、不図示の制御部からの指示によって行われてもよく、また、作業者のマニュアル操作によって行われてもよい。

[0042] ワークＷを把持した後、モータ１２を駆動して主軸７を回転させることにより、ワークＷを回転させる（ステップＳ０１）。なお、主軸７と対向軸８とでワークＷを把持する場合には、主軸７と対向軸８とを同期させて回転させる。また、ワークＷの回転数は、加工処理に応じて適宜設定される。その一方で、切削工具Ｔ１の選択及び刃先Ｔａの角度の設定を行う。先ず、第１タレット２３（２３Ａ）を回転させて切削工具Ｔ１を選択する。そして、切削工具Ｔ１の刃先ＴａがワークＷの傾斜面Ｗａに対応するように、切削工具Ｔ１の傾きを設定する（ステップＳ０２）。なお、切削工具Ｔ１の選択及び刃先Ｔａの角度の設定は、ワークＷの回転に先だって行ってもよい。

[0043] 切削工具Ｔ１の傾きの設定は、角度設定機構１９を用いて次の手順で行う。先ず、工具保持台２４の２か所に圧入されているロックスリーブ２６のボルト２６ｃを緩めて、圧入部２６ａをＹ方向に移動させてサポートシャフト２５を回転可能な状態にする（図４（ａ）参照）。次に、サポートシャフト２５を回転軸ＡＸ１回りに回転させ、ホルダ２７をＹ軸周りに回動移動させる。これにより、ホルダ２７の傾きが変化し、切削工具Ｔ１の刃先Ｔａの方向がＺ方向に対して変化する。

[0044] 刃先Ｔａの方向（傾き）が所望の方向となるようにサポートシャフト２５の回転位置を決めた後、ロックスリーブ２６のボルト２６ｃを締めることによりサポートシャフト２５の回転位置を固定する。その結果、刃先Ｔａの方

向は、所望の傾きに設定される。なお、必要に応じて、プルボルト２８及びプッシュボルト２９を用いて刃先Ｔａの傾きを微調整してもよい。

[0045] ステップＳ０２で刃先Ｔａの傾きを設定した後、ワークＷの回転が安定した段階で、切削工具Ｔ１によりワークの傾斜面Ｗａに対して切削を行う（ステップＳ０３）。切削加工において、切削工具Ｔ１の刃先Ｔａが移動するＸＹＺ座標位置は、Ｚ軸スライド１７のＺ方向への移動、刃物台駆動部２１のＸ方向への移動、工具保持台２４のＹ方向への移動によって設定され、それぞれＺ方向駆動系Ｍ１、Ｘ方向駆動系Ｍ２、Ｙ方向駆動系Ｍ３の駆動によって行われる。なお、刃先ＴａのＸ方向の位置は、ワークＷの傾斜面Ｗａに対しる切削量を規定する。

[0046] 本実施形態では、切削工具Ｔ１の刃先Ｔａを、ワークＷの傾斜面Ｗａに沿ってＺ方向及びＸ方向に移動させつつ、その傾斜面Ｗａの接線方向であるＹ方向にも移動させて加工を行う。このような、Ｘ方向、Ｙ方向、Ｚ方向への切削工具Ｔ１の移動は、例えば、不図示の制御部に備える記憶部等に予め設定された情報（加工レシピ）に基づいて行われる。ただし、切削工具Ｔ１の移動を、作業者がマニュアル操作してもよい。

[0047] 図６（ａ）はＺ方向に対する切削工具Ｔ１の刃先Ｔａの方向を示し、（ｂ）は－Ｚ方向にワークＷを見たとき切削工具Ｔ１（刃先Ｔａ）の動作を示し、（ｃ）は－Ｘ方向にワークＷを見たときの切削工具Ｔ１（刃先Ｔａ）の動作を示している。図６（ａ）に示すように、切削工具Ｔ１の刃先Ｔａは、Ｚ方向に対して角度αに設定されている。従って、刃先Ｔａが、ワークＷの－Ｙ側から＋Ｙ側に移動した場合、刃先Ｔａの＋Ｚ側が先にワークＷに当接することになる。

[0048] 上記したステップＳ０３での切削加工は、図６（ｂ）及び（ｃ）に示すように、刃先Ｔａを、Ｘ方向、Ｙ方向、及びＺ方向を合成した合成方向Ｒに移動させることにより行う。この合成方向Ｒは、ワークＷの傾斜面Ｗａに対する接平面に沿った軌道となる。先ず、刃先Ｔａの＋Ｚ側の第１端部Ｔａ１が傾斜面Ｗａの小径部Ｗｂ（＋Ｚ側端部であって最も径が小さい部分）に当た

り、この第１端部Ｔａ１において傾斜面Ｗａの切削を行う。その後、刃先Ｔａは、傾斜面Ｗａに沿って合成方向Ｒに移動することにより、ワークＷへの切削部分が第１端部Ｔａ１から第２端部Ｔａ２に向けて徐々に－Ｚ方向にずれた状態となる。このように、刃先ＴａがＹ方向に移動するが、ワークＷの傾斜面Ｗａでは直線Ｌに沿って刃先Ｔａが当たり、Ｚ方向に進んでいく。

[0049] 刃先Ｔａの第２端部Ｔａ２が傾斜面Ｗａの大径部Ｗｃ（－Ｚ側端部であって最も径が大きい部分）に達した段階で傾斜面Ｗａの切削加工が完了する。このように、刃先Ｔａの第１端部Ｔａ１から第２端部Ｔａ２まで全体を用いて傾斜面Ｗａを切削しているが、刃先Ｔａの一部を用いて傾斜面Ｗａを切削してもよい。刃先Ｔａが直線Ｌを進む間は、刃先Ｔａは、Ｚ方向の移動とともにＸ方向にも移動している。これに加えて、刃先ＴａはＹ方向にも移動するが、切削に関与する移動量は第１端部Ｔａ１から第２端部Ｔａ２までのＹ方向の距離に等しい。従って、図６（ａ）に示すように、刃先ＴａのＺ方向に対する角度αや、第１端部Ｔａ１から第２端部Ｔａ２までの刃先Ｔａの長さによって、刃先ＴａのＹ方向への移動量は変動する。例えば、刃先Ｔａの角度をαより大きくしたものや、刃先Ｔａが長いものでは、図６に示すものと比較して、傾斜面Ｗａの切削においてＹ方向への移動量が大きくなる。

[0050] なお、刃先Ｔａを合成方向Ｒに移動させる場合、その合成方向ＲのうちＸ方向速度、Ｙ方向速度、Ｚ方向速度は、それぞれ一定となるように設定されるが、これに限定されない。例えば、小径部ＷｂではＹ方向の速度を早くするとともに、大径部Ｗｃに向かうに従ってＹ方向の速度を遅くしてもよい。この場合、Ｙ方向の移動速度の変化に応じて、Ｚ方向やＸ方向の速度も変化させ、所望の傾斜面Ｗａを切削させるものでもよい。

[0051] また、移動方向Ｒを変化させずに、移動速度を変化させてもよい。ワークＷを切削する場合、単位回転あたりの移動量（送り量）ｆと、切削部分における回転中心からの距離（径）ｒと、切削後の面精度ｔとの関係は、

$$t = f^2 / 8r$$

で表される。したがって、送り量ｆを一定とした場合、切削部分の径が大

きい位置では面精度ｔが高くなり、切削部分の径が小さい位置では面精度ｔが低くなる。そこで、例えば切削部分の径ｒに応じて送り量ｆを変化させることで、面精度ｔが一定となるようにしてもよい。例えば、傾斜面Ｗａの小径部Ｗｂ側は、大径部Ｗｃ側に比べて径が小さい。このため、傾斜面Ｗａの小径部Ｗｂ側を切削する場合には送り量ｆを小さくし、大径部Ｗｃ側を切削する場合には送り量ｆを大きくすることにより、傾斜面Ｗａの径方向において面精度ｔを均一にすることができる。

[0052] なお、上記では第１タレット２３の切削工具Ｔ１を用いた切削加工を示しているが、第２タレット２３Ａの切削工具Ｔ（図１参照）を加えて、ワークＷの切削を行ってもよい。この場合、第２タレット２３Ａの切削工具Ｔを、ワークＷの－Ｘ側において上記した切削工具Ｔ１と同様な軌道で移動させて傾斜面Ｗａを切削させてもよい。また、切削工具Ｔは、傾斜面Ｗａ以外を切削させてもよい。切削工具Ｔ１、Ｔの双方で傾斜面Ｗａを切削する場合、傾斜面Ｗａの同一周回部分を異なる切削量で行ってもよく、また、傾斜面Ｗａの異なる部分をそれぞれ切削させてもよい。

[0053] ワークＷの切削加工が終了すると、把握爪９ａによる保持を解除し、ワークＷを不図示のワーク搬送装置によって工作機械１００の加工領域から取り出す。なお、把握爪９ａの解除からワーク搬送装置によるワークＷの取り出しまでの一連の動作は、例えば、不図示の制御部からの指示によって行われてもよく、また、作業者のマニュアル操作によって行われてもよい。なお、ワークＷの搬入から取り出しまでを不図示の制御部によって行うときは、上記した切削加工を自動で行うことができる。ただし、このような動作を全て自動で行うことに代えて、一部または全部の動作を手動で行ってもよい。

[0054] このように、本実施形態に係る工作機械１００は、回転するワークＷに対して、Ｚ方向と、Ｘ方向と、Ｙ方向とを合成した合成方向Ｒに切削工具Ｔ１を移動させて、ワークＷの傾斜面Ｗａを切削するため、高い面粗度で傾斜面Ｗａを切削でき、砥石等を用いた研削加工を不要とするので、製品完成までの時間を短縮することができる。なお、本明細書において使用する面粗度は

、例えば、平均粗さ（Ｒａ）が用いられるが、他の指標が用いられてもよい。

[0055] ＜第２実施形態＞

第２実施形態に係る工作機械２００について説明する。

図７は、第２実施形態に係る工作機械２００の要部の一例を示し、（ａ）は正面図、（ｂ）は使用状態を示す図である。なお、図７において図示しない構成は、図１に示す工作機械１００と同様のものが採用される。また、図７において、第１実施形態と同一または同等の構成部分については同一符号を付けて説明を省略または簡略化する。なお、この第２実施形態は、角度設定機構（工具配置部）１１９の構成が第１実施形態の角度設定機構１９とは異なっている。

[0056] 図７（ａ）に示すように、工具保持台１２４は、角度設定機構１１９を有している。角度設定機構１１９は、サポートシャフト２５を回転させるための駆動系Ｍ４と、ウォームシャフト１２２と、ウォームギア１２３とを有している。駆動系Ｍ４の一例を、図８（ａ）及び（ｂ）に示す。図８（ａ）は、第１タレット２３（第２タレット２３Ａ）の内部を＋Ｚ方向に見たときの図であり、（ｂ）は（ａ）のＤ－Ｄ線に沿った断面図である。図８（ａ）及び（ｂ）に示すように、この駆動系Ｍ４は、モータ３１と、ウォームギア３２と、伝達軸３３と、ベベルギア３４、３５とを有している。

[0057] モータ３１は、第１タレット２３の＋Ｚ側に配置されており、例えば刃物台駆動部２１に取り付けられている。モータ３１は、Ｙ方向に平行な出力軸３１ａを有している。出力軸３１ａは、Ｙ方向に平行な回転軸を中心として回転する。ウォームギア３２は、出力軸３１ａに取り付けられたねじ歯車３２ａと、伝達軸３３に取り付けられたはす歯歯車３２ｂとを有している。ウォームギア３２は、出力軸３１ａの回転を伝達軸３３に伝達する。

[0058] 伝達軸３３は、Ｚ方向に平行な回転軸を中心として、例えばベアリング３３ａ、３３ｂによって回転可能に支持されている。伝達軸３３の＋Ｚ側の端部には、はす歯歯車３２ｂが取り付けられている。伝達軸３３の－Ｚ側の端

部には、ベベルギア３４が取り付けられている。ベベルギア３４は、ベベルギア３５とかみ合っている。ベベルギア３５は、ウォームシャフト１２２に取り付けられている。ベベルギア３４、３５は、伝達軸３３の回転をウォームシャフト１２２に伝達する。

[0059] ウォームシャフト１２２は、Ｘ方向に平行な回転軸を中心として、例えばベアリング３６ａ、３６ｂによって回転可能に支持されている。ウォームシャフト１２２の－Ｘ側の端部には、ウォーム１２３ａが取り付けられている。ウォーム１２３ａの歯は、ウォームホイール１２３ｂの歯にかみ合っている。ウォームホイール１２３ｂは、サポートシャフト２５に固定されている。ウォームホイール１２３ｂには、Ｘ方向に平行な歯がＹ方向に複数並んで配置されている。ウォームシャフト１２２が回転することにより、ウォーム１２３ａが回転し、ウォームホイール１２３ｂに対して回転力が加えられ、この力によりサポートシャフト２５が回転する。

[0060] ウォームシャフト１２２は、Ｘ方向に平行な回転軸ＡＸ２を有しており、駆動系Ｍ４からの駆動力によってＸ軸回りの方向に回転する。ウォームシャフト１２２は、例えばベアリング３６ａ、３６ｂによって回転可能に支持されている。ウォームギア１２３は、ウォーム（ねじ歯車）１２３ａ及びウォームホイール（はす歯歯車）１２３ｂを有している。ウォーム１２３ａは、ウォームシャフト１２２の－Ｘ側端部に形成されており、回転軸１２２と一体でＸ軸回りに回転する。ウォームホイール１２３ｂは、サポートシャフト２５に固定されている。ウォームホイール１２３ｂは、回転軸がサポートシャフト２５の回転軸ＡＸ１と一致するように配置されている。ウォームホイール１２３ｂは、ウォーム１２３ａに噛み合わされており、ウォーム１２３ａの回転によりＹ軸回りに回転する。したがって、ウォームシャフト１２２が回転することにより、ウォーム１２３ａが回転し、ウォームホイール１２３ｂに対して回転力が加えられ、この力によりサポートシャフト２５が回転する。

[0061] サポートシャフト２５がＹ軸回りに回転することにより、ホルダ２７に取

り付けられる切削工具Ｔ１の刃先Ｔａの傾きが変更され、その傾きが保持される。このように、角度設定機構１１９では、駆動系Ｍ４の駆動に応じてサポートシャフト２５の回転位置が設定され、これにより、ホルダ２７に取り付けられる切削工具Ｔ１の刃先Ｔａの傾きが設定される。

[0062] なお、サポートシャフト２５の回転位置（刃先Ｔａの傾き）については、例えば、工作機械２００に備える不図示の制御部によって制御されてもよく、また、作業者によるマニュアル操作により行ってもよい。また、刃先Ｔａの傾きを検出するセンサを備え、このセンサからの出力によって刃先Ｔａの傾きを制御してもよい。この場合、光学式や磁気式の非接触タイプのセンサが用いられてもよい。なお、サポートシャフト２５を図７に示す構成により回転させることに限定するものではない。例えば、サーボモータ等によりサポートシャフト２５を直接回転させてもよい。

[0063] 図７（ｂ）は、第２実施形態に係る工作機械２００を用いて、曲面Ｗ１ａを有するワークＷ１を切削する様子を示す図である。図７（ｂ）に示すように、ワークＷ１は、曲面部Ｗ１ａを挟んだ両側に軸部Ｗ１ｂ、Ｗ１ｃが形成されている。曲面部Ｗ１ａは、軸部Ｗ１ｂ側の端部Ｗ１ｄから軸部Ｗ１ｃ側の端部Ｗ１ｅにわたって一定の曲率を有する球面状に形成されている。この、ワークＷ１は、軸部Ｗ１ｂがチャック部９ａによって保持されており、主軸７の回転によりＺ方向を軸として回転する。

[0064] このようなワークＷ１の曲面部Ｗ１ａを加工する際には、先ず、端部Ｗ１ｅの接線方向に対応するように、刃先Ｔａの傾きを設定する。刃先Ｔａの傾き設定は、上記したように、駆動系Ｍ４を駆動してサポートシャフト２５を回転させることにより行う。次に、刃先ＴａをＺ方向に移動させることに伴って、刃先ＴａをＸ方向及びＹ方向に移動させるとともに、刃先Ｔａの方向が曲面部Ｗ１ａの接線方向となるようにサポートシャフト２５を回転させて、刃先Ｔａの傾きを連続的に変化させる。このような動作を、刃先Ｔａが端部Ｗ１ｄに達するまで行うことにより、曲面部Ｗ１ａの切削加工を行うことができる。

[0065] なお、曲面部Ｗ１ａの形状によっては、刃先Ｔａの傾きが曲面に追従できない場合もある。例えば、図７（ｂ）に示すように、曲面部Ｗ１ａの＋Ｚ側については刃先Ｔａを接線方向に傾けることが難しい。このような場合は、例えば、端部Ｗ１ｅから最大径部分までを切削し、次に、ワークＷ１の軸部Ｗ１ｂを把握爪９ａから外して、軸部Ｗ１ｃを把握爪９ａに保持させることにより、同様に端部Ｗ１ｄから最大径部分までを切削することにより曲面部Ｗ１ａ全面の切削を行うことができる。

[0066] このように、本実施形態によれば、切削工具Ｔ１の刃先Ｔａの方向を切削中に変化させることができるため、曲面Ｗ１ａのように連続的に加工対象面の傾きが変化する場合であっても対応することができる。しかも第１実施形態と同様に、曲面部Ｗ１ａにおいて高い面粗度を得ることができ、研削加工を不要とするので、製品完成までの時間を短縮することができる。

[0067] なお、ワークＷ１の－Ｘ側に第２タレット２３Ａが配置される場合（図１参照）は、例えば、図７に示す切削工具Ｔ１によって曲面部Ｗ１ａのうち端部Ｗ１ｅから最大径部分までを切削させ、同時に、第２タレット２３Ａの切削工具Ｔによって曲面部のうち端部Ｗ１ｄから最大径部分を切削させることにより、ワークＷ１をチャック部９ａで持ち替えることなく曲面部Ｗ１ａ全面の切削が可能となる。また、第２実施形態において、曲面部Ｗ１ａのうち、端部Ｗ１ｄ、Ｗ１ｅは、他の曲面部Ｗ１ａに比べて径が小さい。このため、端部Ｗ１ｄ、Ｗ１ｅの近傍では切削工具Ｔ１の移動速度（送り量）を小さくし、最大径部分を含む他の曲面部Ｗ１ａでは送り量を大きくすることにより、曲面部Ｗ１ａにおける面粗度を均一にすることができる。

[0068] 以上、実施形態について説明したが、本発明は、上述した説明に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。例えば、上記した各実施形態では、工具保持台２４、１２４によって切削工具Ｔ、Ｔ１がＹ方向と平行に移動する場合を例に挙げて説明したが、これに限定されるものではない。

[0069] 例えば、図９（ａ）に示すように、切削工具Ｔ１を保持する工具保持台２

２４がＺ軸に平行な回転軸ＡＸ３の軸回り方向Ｃに回動可能な構成であってもよい。なお、工具保持台２２４が不図示の移動装置によってＺ方向及びＸ方向に移動可能な点は、上記した各実施形態と同様である。この構成において、工具保持台２２４を回転軸ＡＸ３の軸回り方向Ｃに回動させ、かつＸ方向に移動させるように同期制御することで、切削工具Ｔ１の刃先をワークＷの傾斜面Ｗａ（図６（ｂ）等参照）に対応させることができる。この場合、切削工具Ｔ１の刃先Ｔａは、Ｚ方向と、Ｘ方向と、回転軸ＡＸ３の軸回り方向Ｃとを合成した方向に移動してワークＷの切削を行う。

[0070] また、上記実施形態では、ワークＷの切削を行う際、切削工具Ｔ１の刃先Ｔａを小径部Ｗｂから大径部Ｗｃへ向けて加工しているが、これとは逆に、図９（ｂ）に示すように、刃先Ｔａを大径部Ｗｃから小径部Ｗｂへ向けて切削を行ってもよい。切削においては、例えばワークＷの回転方向を上記実施形態におけるワークＷの回転方向とは逆向きとし、刃先Ｔａの第１端部Ｔａ１が傾斜面Ｗａの大径部Ｗｃに当たるように切削工具Ｔ１を配置して、第１端部Ｔａ１から傾斜面Ｗａの切削を行う。その後、刃先Ｔａを傾斜面Ｗａに沿って合成方向Ｒ１に移動させることにより、ワークＷへの切削部分が第１端部Ｔａ１から第２端部Ｔａ２に向けて徐々に＋Ｚ方向にずれた状態となる。この合成方向Ｒ１は、Ｘ方向、Ｙ方向、及びＺ方向を合成した方向であり、ワークＷの傾斜面Ｗａに対する接平面に沿った軌道となる。また、合成方向Ｒ１は、上記実施形態の合成方向Ｒと逆方向である。そして、刃先Ｔａの第２端部Ｔａ２が傾斜面Ｗａの小径部Ｗｂに達した段階で傾斜面Ｗａの切削加工が完了する。

[0071] また、上記した各実施形態では、第１タレット２３がＺ方向、Ｘ方向及びＹ方向に移動可能な構成を例に挙げて説明したが、これに限定されない。例えば、第１タレット２３に対して工具保持台２４、１２４をＹ方向に移動可能な構成としてもよい。この場合、第１タレット２３に別途駆動系を設けることで対応可能である。なお、第２タレット２３Ａについても同様である。

[0072] また、上記した各実施形態では、工具配置部として、Ｙ方向から見てＺ方

向に対する刃先Ｔａの角度を設定する角度設定機構１９、１１９が用いられた構成を例に挙げて説明したが、これに限定されるものではない。例えば、工具配置部として、Ｙ方向から見てＺ方向に対する刃先Ｔａの角度を設定することなく固定された角度で工具を配置する構成であってもよい。

## 符号の説明

[0073] Ｗ…ワーク

Ｗａ…傾斜面

Ｗ１ａ…曲面

１００、２００…工作機械

７…主軸

Ｔ１…切削工具

Ｍ１…Ｚ方向駆動系（移動装置）

Ｍ２…Ｘ方向駆動系（移動装置）

Ｍ３…Ｙ方向駆動系（移動装置）

Ｔａ…刃先

１９、１１９…角度設定機構（工具配置部）

# 請求の範囲

[請求項1] 傾斜面または曲面を有するワークを切削する工作機械であって、

前記ワークを保持して回転する主軸と、

前記ワークを切削する直線切刃を持つ切削工具を、前記主軸の軸線に平行なＺ方向と、前記Ｚ方向に直交しかつ前記ワークに対する切削量を規定するＸ方向と、前記Ｚ方向及び前記Ｘ方向にそれぞれ直交するＹ方向または前記Ｚ方向に平行な軸回り方向とを合成した方向に、前記ワークに対して相対的に移動させる移動装置と、

前記切削工具の刃先の方向を、前記Ｘ方向から見て前記Ｚ方向に対して傾けた状態で、前記Ｙ方向から見て前記Ｚ方向に対して傾け、前記ワークの傾斜面または曲面に対応させる工具配置部と、を備える工作機械。

[請求項2] 前記切削工具を保持する刃物台を有し、

前記移動装置は、前記刃物台を介して前記切削工具を前記Ｚ方向、前記Ｘ方向、及び前記Ｙ方向に移動させる請求項１記載の工作機械。

[請求項3] 前記工具配置部は、前記刃物台と前記切削工具との間に形成される請求項２記載の工作機械。

[請求項4] 前記工具配置部は、前記Ｙ方向から見て前記Ｚ方向に対する前記刃先の角度を設定する角度設定機構を有する請求項１～請求項３のいずれか１項に記載の工作機械。

[請求項5] 前記角度設定機構は、前記Ｙ方向に沿った回転軸を有するシャフトと、前記シャフトの一部に形成されるとともに前記切削工具を保持するホルダと、を備える請求項４に記載の工作機械。

[請求項6] 前記ホルダと前記シャフトとの間に圧入されて、前記シャフトの回転位置を保持するためのロックスリーブを備える請求項５記載の工作機械。

[請求項7] 前記シャフトの回転位置を調整するための調整機構を備える請求項６記載の工作機械。

[請求項8] 前記シャフトを前記ホルダに対して回転させるとともに、所定の回転位置で保持する駆動系を有する請求項５記載の工作機械。

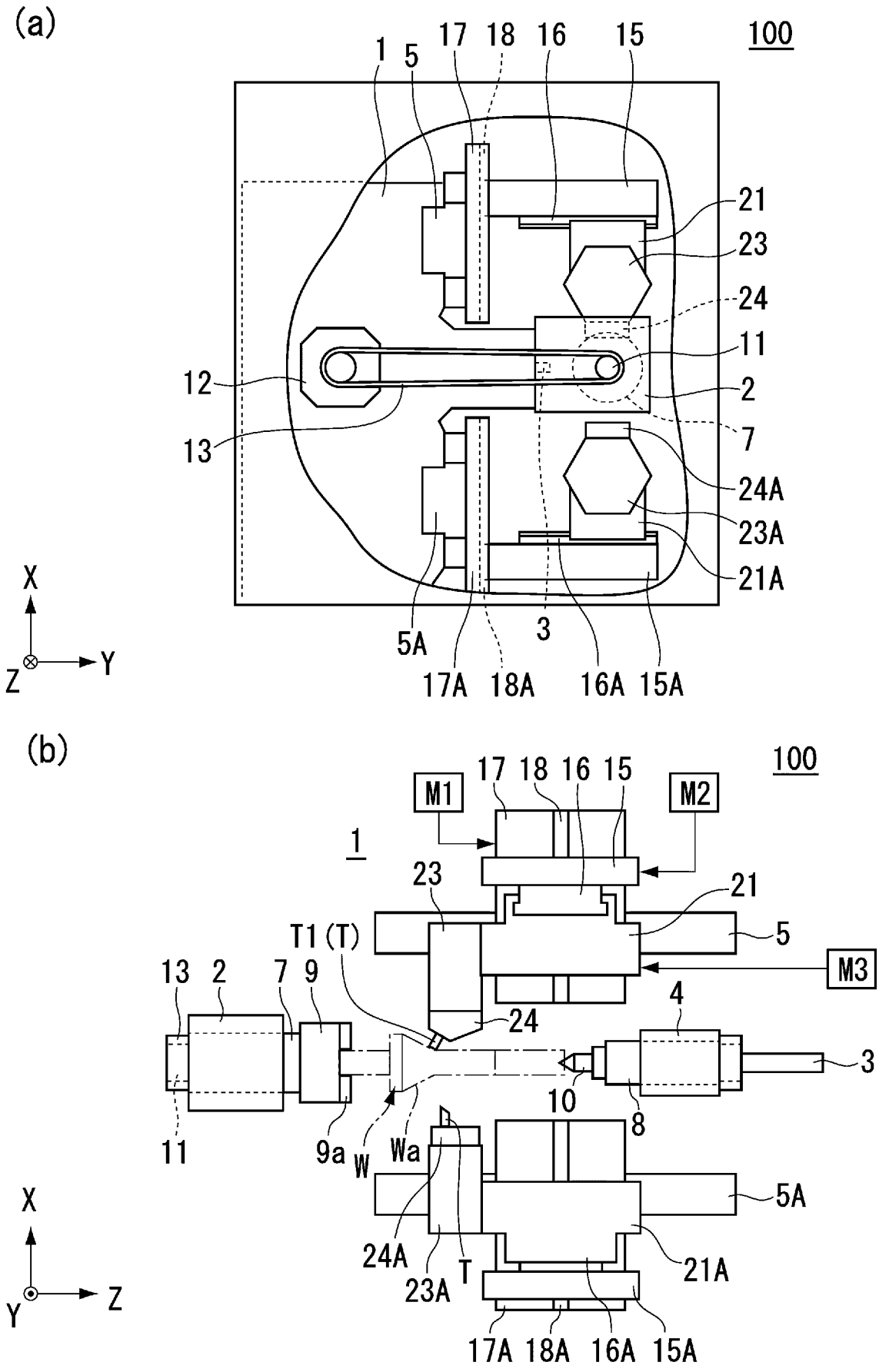
[請求項9] 傾斜面または曲面を有するワークを切削する方法であって、

ワークを回転させる工程と、

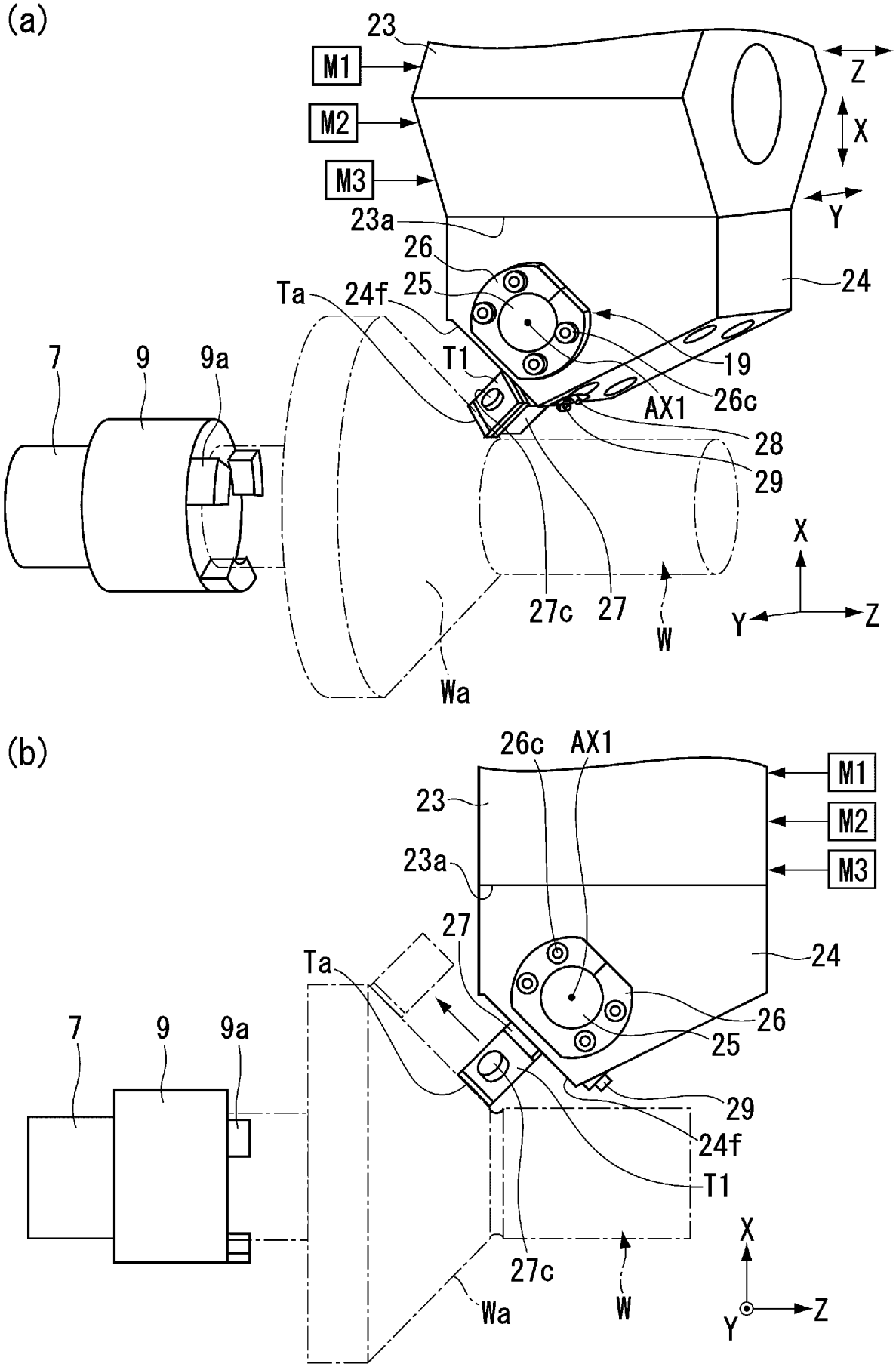
前記ワークを切削する直線切刃を持つ切削工具を、前記ワークの回転軸の軸線に平行なＺ方向に対して傾けて前記ワークの傾斜面または曲面に対応させる工程と、

前記切削工具を、前記Ｚ方向と、前記Ｚ方向に直交しかつ前記ワークに対する切削量を規定するＸ方向と、前記Ｚ方向及び前記Ｘ方向にそれぞれ直交するＹ方向または前記Ｚ方向に平行な軸回り方向とを合成した方向に、前記ワークに対して相対的に移動させて前記ワークを切削する工程と、を備える切削方法。

[図1]

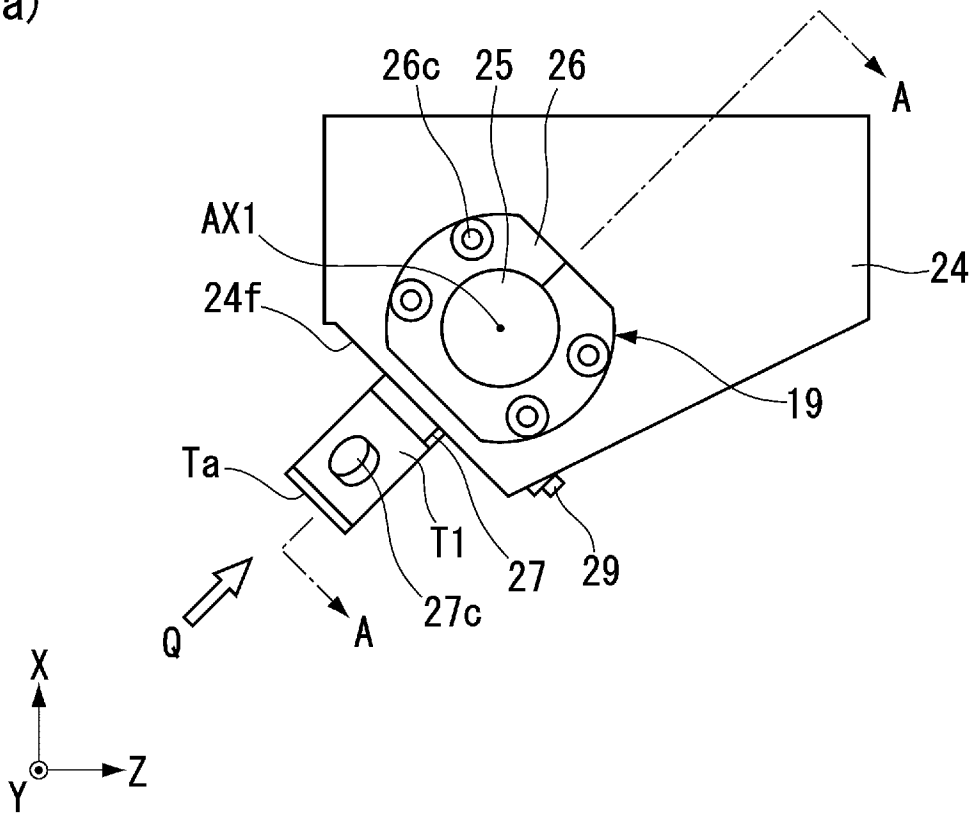

(a)
100
1
5
17
18
16
15
21
23
24
11
12
2
13
7
24A
23A
21A
5A
3
17A
18A
16A
15A
X
Y
Z
(b)
100
M1
M2
M3
17
18
16
15
1
23
21
5
T1 (T)
13
2
7
9
24
4
3
10
8
11
9a
W
Wa
5A
24A
23A
T
21A
17A
18A
16A
15A
X
Y
Z

[図2]

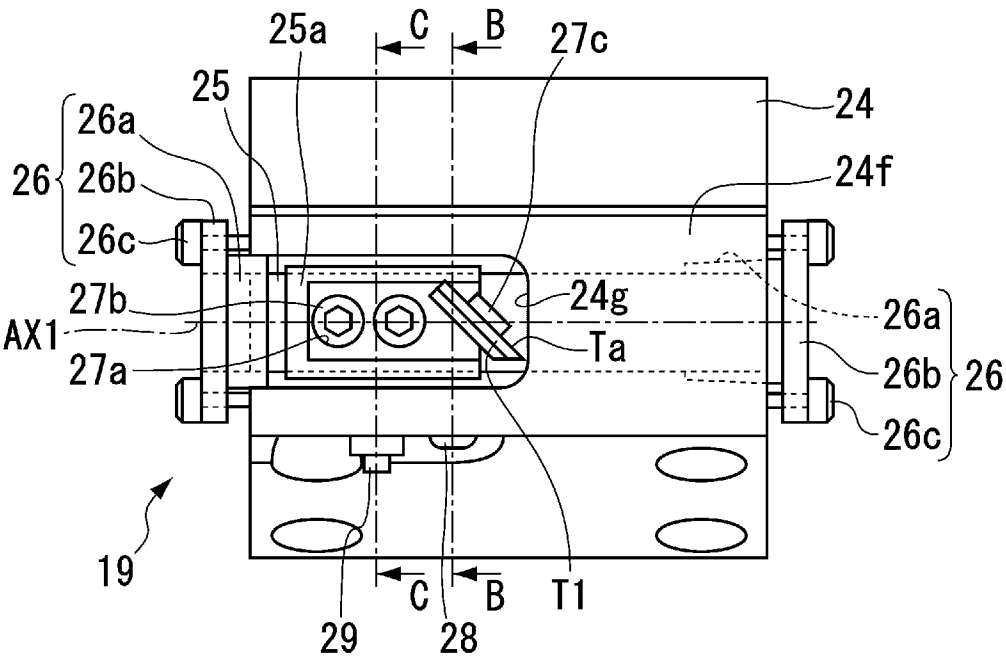

(a)
23
M1
M2
M3
23a
26
25
24f
Ta
24
19
26c
AX1
28
29
T1
7
9
9a
27c
27
W
Wa
Z
X
Y
(b)
26c
AX1
23
23a
27
Ta
24
26
25
29
24f
T1
7
9
9a
27c
W
Wa
X
Y
Z

[図3]

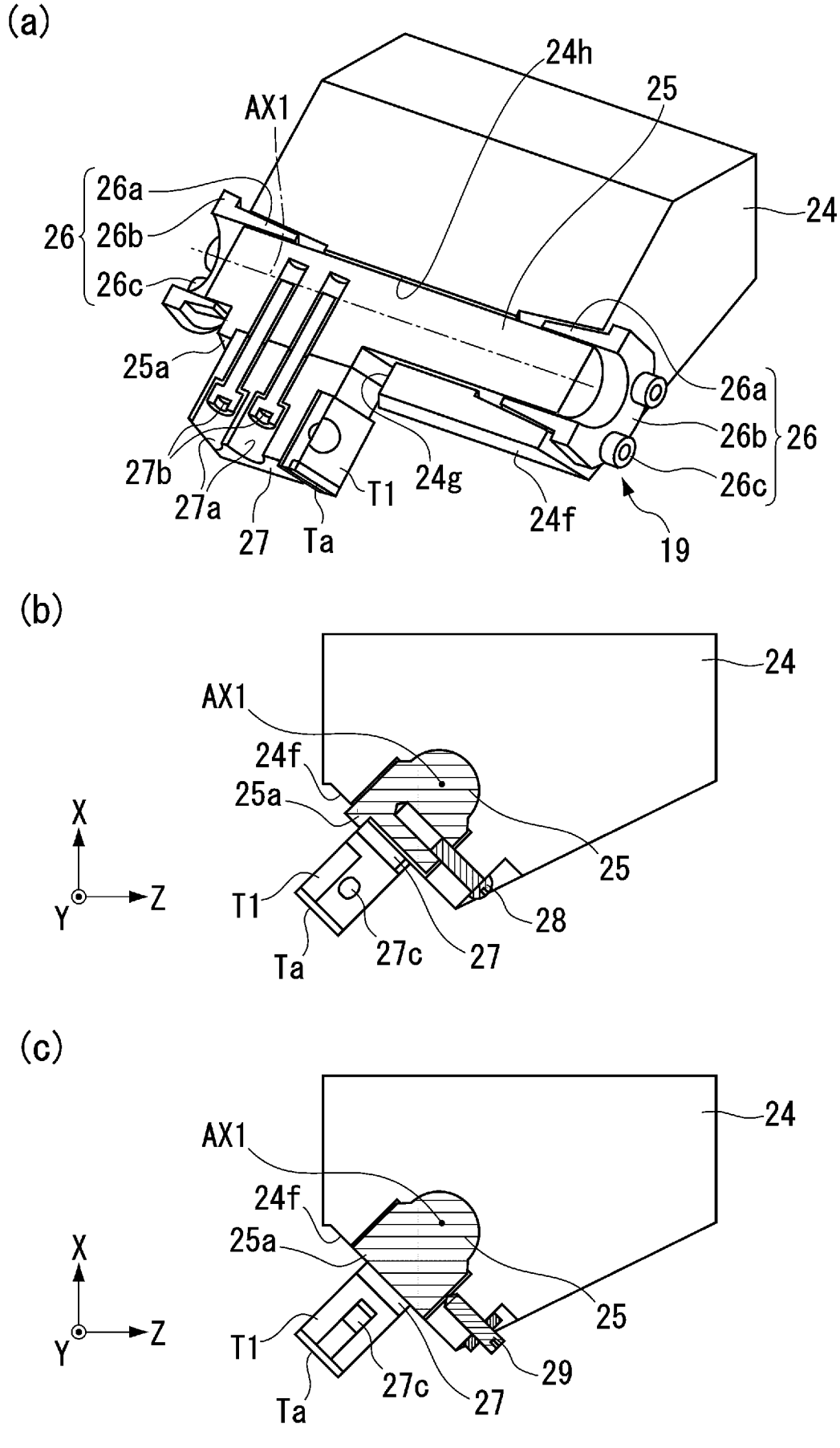
(a)


26c
25
26
A
AX1
24
24f
19
Ta
T1
27
29
27c
A
Q
X
Y
Z

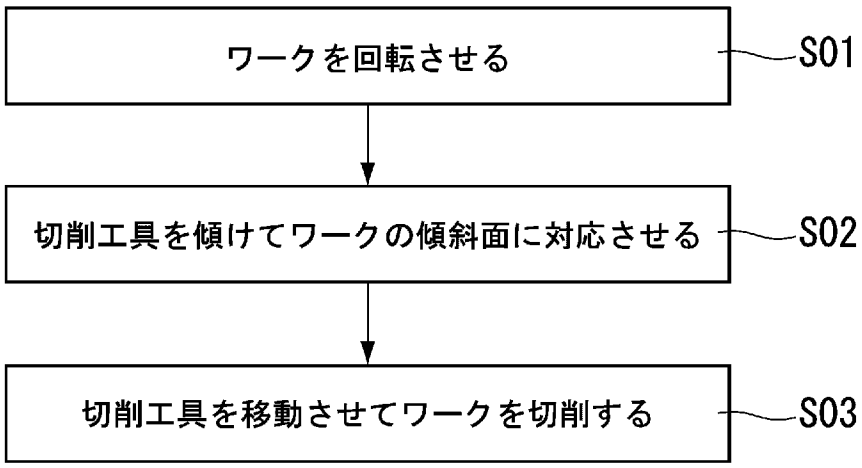
(b)


25a
C
B
27c
25
24
26a
26b
26c
26
24f
27b
AX1
27a
24g
Ta
26a
26b
26c
26
19
C
B
T1
29
28

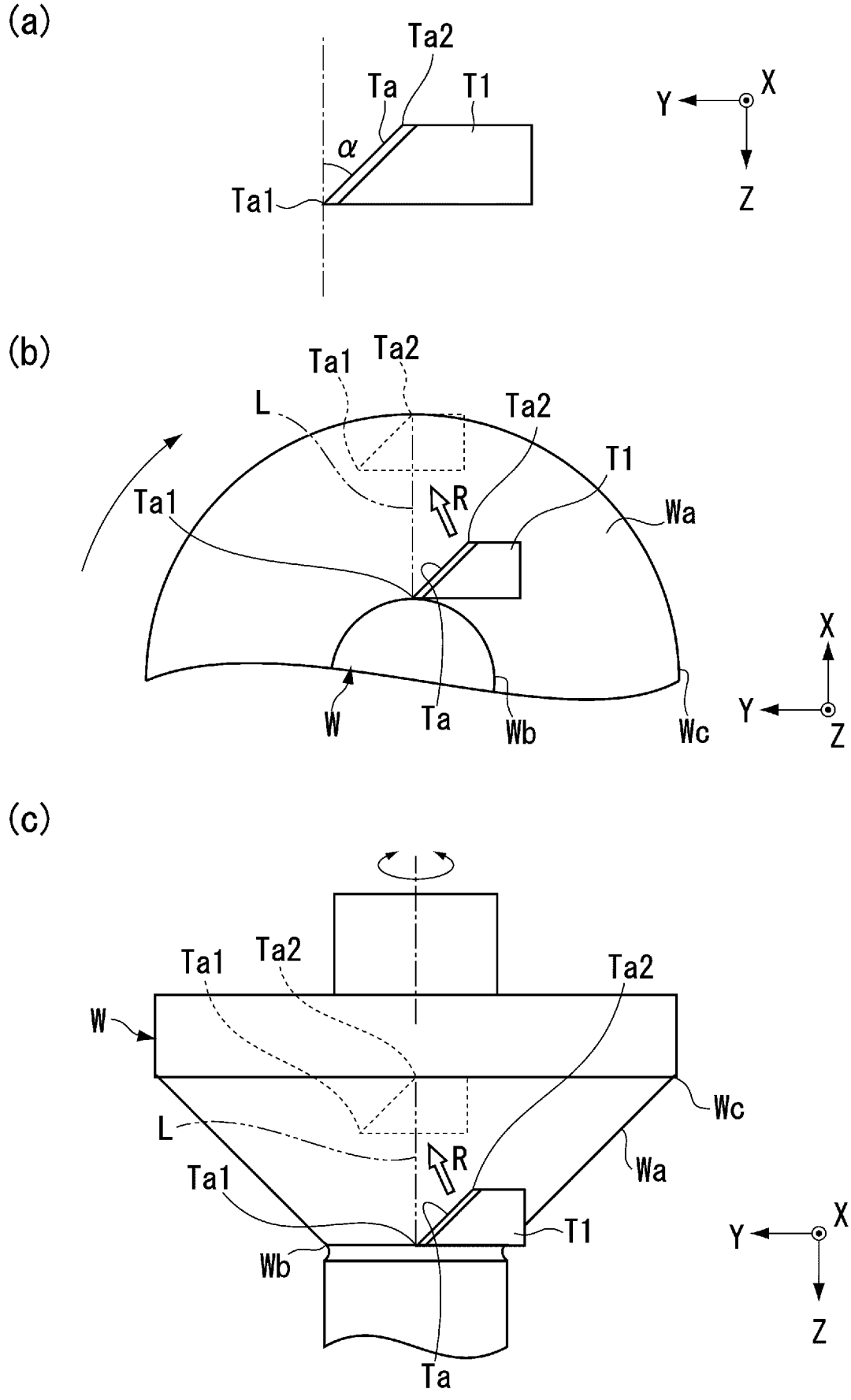
[図4]


(a)
24h
25
AX1
26a
26b
26c
26
24
25a
27b
27a
27
Ta
T1
24g
24f
19
(b)
24
AX1
24f
25a
25
T1
28
Ta
27c
27
X
Y
Z
(c)
24
AX1
24f
25a
25
T1
29
Ta
27c
27
X
Y
Z

[図5]

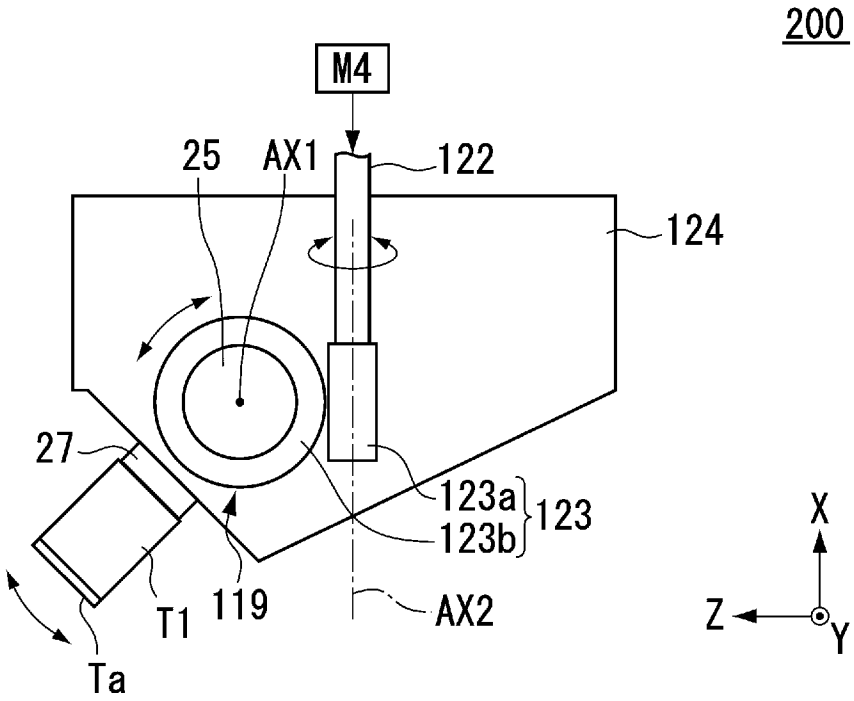

ワークを回転させる
S01
切削工具を傾けてワークの傾斜面に対応させる
S02
切削工具を移動させてワークを切削する
S03

[図6]

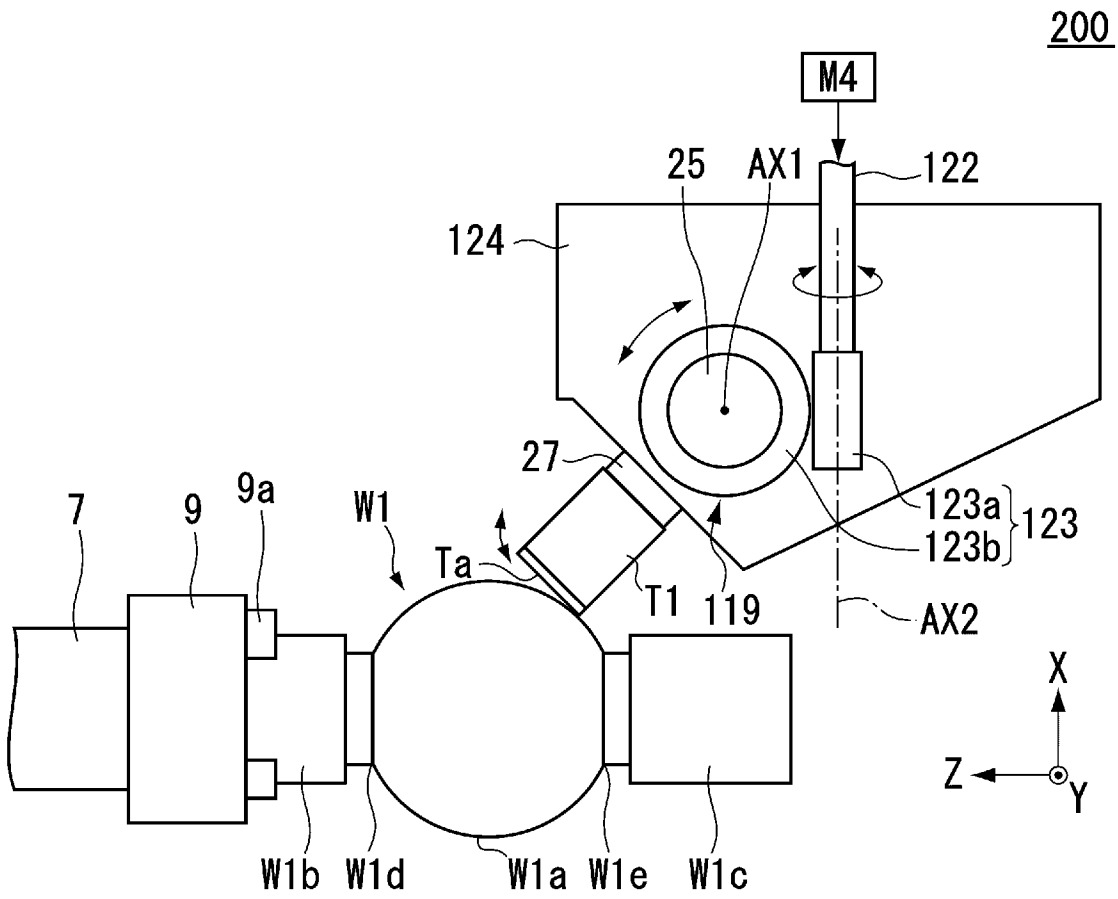

(a)
Ta2
Ta
T1
α
Ta1
Y
X
Z
(b)
Ta1
Ta2
L
Ta2
T1
Ta1
R
Wa
W
Ta
Wb
Wc
X
Y
Z
(c)
Ta1
Ta2
Ta2
W
Wc
L
R
Wa
Ta1
T1
Wb
Ta
Y
X
Z

[図7]

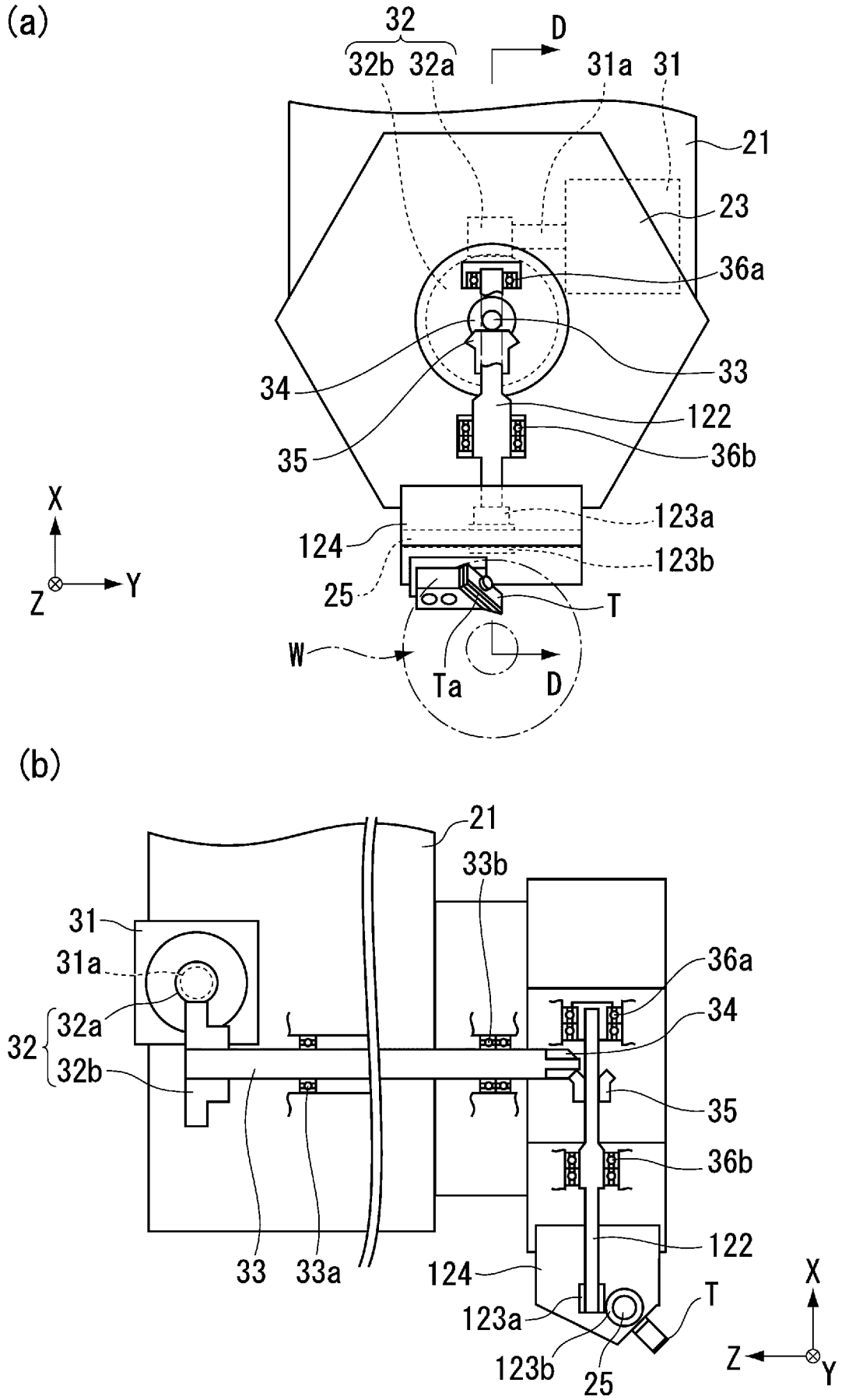
(a)


200
M4
25
AX1
122
124
27
123a
123b
123
119
T1
AX2
Ta
X
Z
Y

(b)

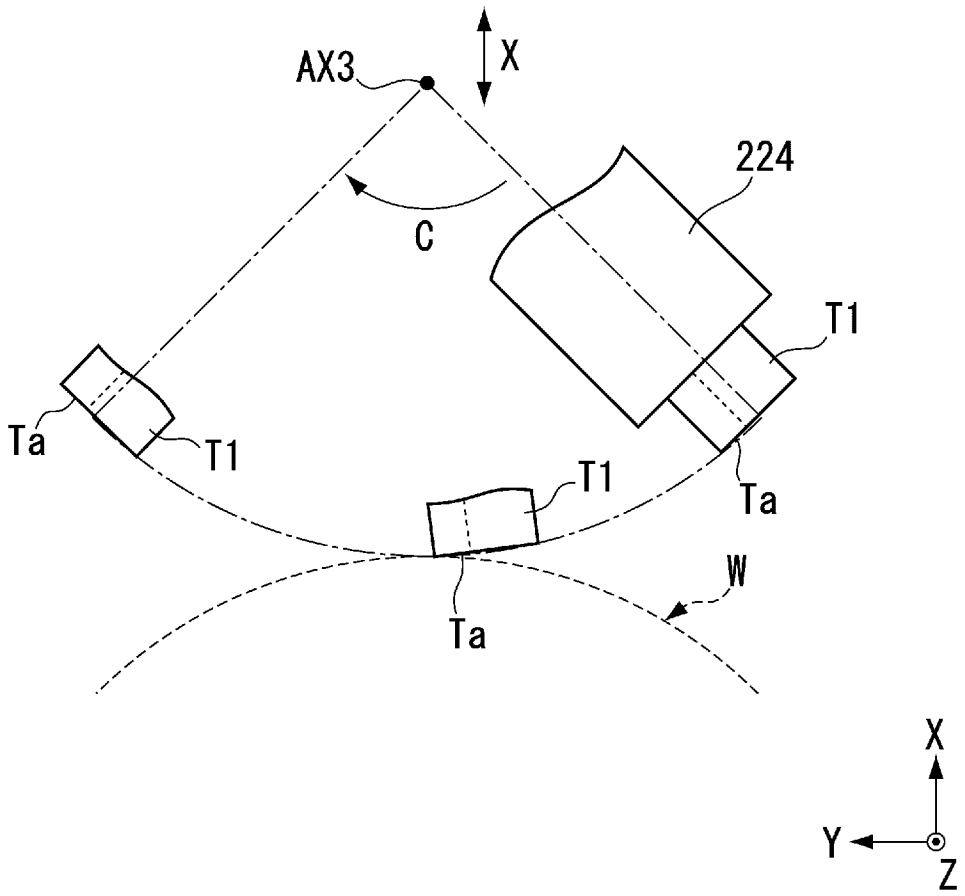

200
M4
25
AX1
122
124
27
123a
123b
123
7
9
9a
W1
Ta
T1
119
AX2
X
Z
Y
W1b
W1d
W1a
W1e
W1c

[図8]

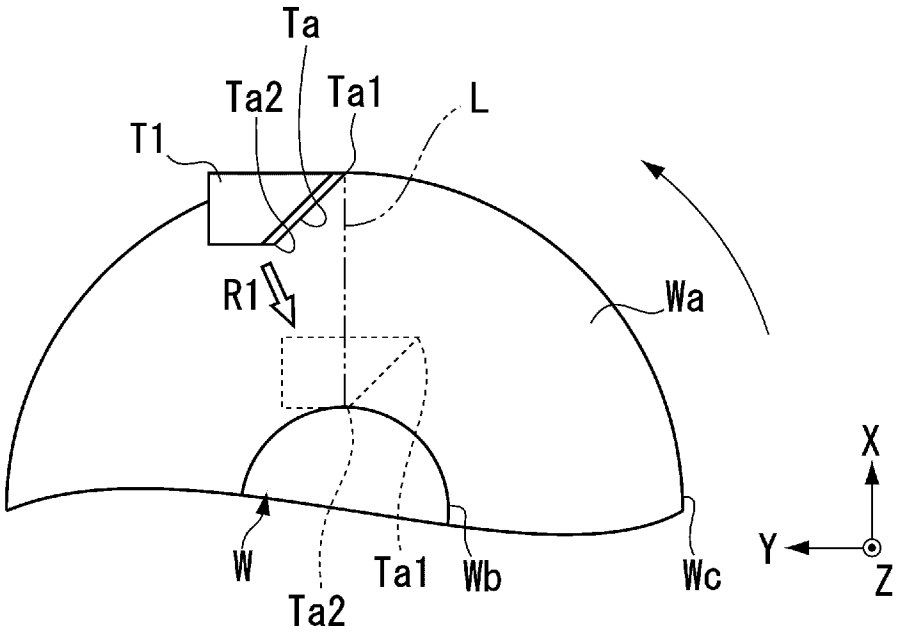

(a)
32
32b
32a
D
31a
31
21
23
36a
33
34
122
35
36b
123a
124
123b
25
T
W
Ta
D
X
Z
Y
(b)
21
33b
31
31a
32
32a
32b
36a
34
35
36b
122
33
33a
124
123a
123b
25
T
X
Z
Y

[図9]

(a)


AX3
X
C
224
T1
Ta
T1
T1
Ta
W
Ta
X
Y
Z

(b)


Ta
Ta2
Ta1
L
T1
R1
Wa
W
Ta2
Ta1
Wb
Wc
X
Y
Z

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/078170

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
*B23B5/36*(2006.01)i, *B23B21/00*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B23B5/36, B23B21/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---|---|---|---|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2015 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2015 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2015 |

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<br>A | JP 2002-011617 A (Yamazaki Mazak Corp.),<br>15 January 2002 (15.01.2002),<br>paragraphs [0016] to [0019]; fig. 1<br>& US 6453782 B1 & EP 1168125 A2<br>& TW 548529 B & KR 10-2002-0000511 A<br>& CN 1329960 A | 1-5,8-9<br>6-7 |
| Y<br>A | JP 2009-241221 A (Mitsubishi Electric Corp.),<br>22 October 2009 (22.10.2009),<br>paragraphs [0012] to [0014]; fig. 1 to 2<br>(Family: none) | 1-5,8-9<br>6-7 |

☒ 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 |
|---|---|
| 16 January 2015 (16.01.15) | 27 January 2015 (27.01.15) |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japan Patent Office<br><br>Facsimile No. | Authorized officer<br><br>Telephone No. |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.
PCT/JP2014/078170

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| Y<br>A | Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 098014/1980(Laid-open No. 023903/1982)<br>(Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.),<br>06 February 1982 (06.02.1982),<br>fig. 1<br>(Family: none) | 1-5,8-9<br>6-7 |

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０７８１７０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B23B5/36(2006.01)i, B23B21/00(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B23B5/36, B23B21/00

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

| | |
|---|---|
| 日本国実用新案公報 | １９２２－１９９６年 |
| 日本国公開実用新案公報 | １９７１－２０１５年 |
| 日本国実用新案登録公報 | １９９６－２０１５年 |
| 日本国登録実用新案公報 | １９９４－２０１５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<br>A | JP 2002-011617 A (ヤマザキマザック株式会社) 2002.01.15, 段落 0016-0019, 図 1 & US 6453782 B1 & EP 1168125 A2 & TW 548529 B & KR 10-2002-0000511 A & CN 1329960 A | 1-5,8-9<br>6-7 |
| Y<br>A | JP 2009-241221 A (三菱電機株式会社) 2009.10.22, 段落 0012-0014, 図 1-2 (ファミリーなし) | 1-5,8-9<br>6-7 |
| Y<br>A | 日本国実用新案登録出願55-098014号(日本国実用新案登録出願公開57-023903号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ | 1-5,8-9<br>6-7 |

☑　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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

| 国際調査を完了した日 | 国際調査報告の発送日 |
|---|---|
| １６．０１．２０１５ | ２７．０１．２０１５ |


国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｃ　９０３９
村上　哲
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３２４

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

| 引用文献のカテゴリー＊ | 引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する請求項の番号 |
|---|---|---|
| | イクロフィルム（東京芝浦電機株式会社）1982.02.06，図１（ファミリーなし） | |