

(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12月30日(30.12.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/198740 A1

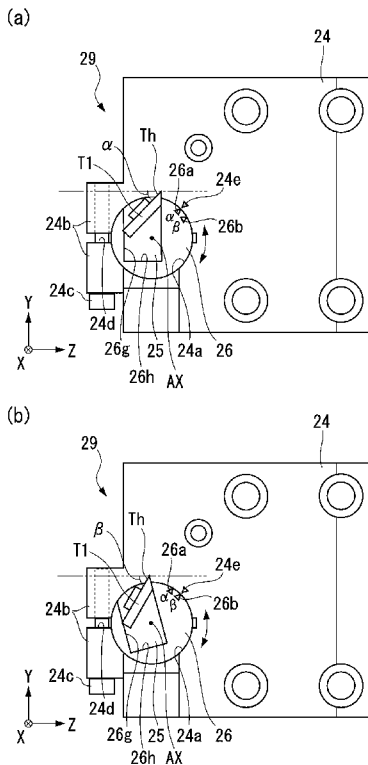
- (51) 国際特許分類:
B23B 21/00 (2006.01) B23B 29/00 (2006.01)
B23B 1/00 (2006.01) B23B 29/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/064002
- (22) 国際出願日: 2015年5月15日(15.05.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-132471 2014年6月27日(27.06.2014) JP
- (71) 出願人: 村田機械株式会社 (MURATA MACHINERY, 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). 松倉康浩(MATSUKURA, Yasuhiro); 〒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1118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.

[続葉有]

(54) Title: MACHINE TOOL AND MACHINING METHOD

(54) 発明の名称: 工作機械及び加工方法

[図3]



(57) **Abstract:** Provided is a machine tool which enables the direction of a cutting edge of a cutting tool to be quickly changed. This machine tool is equipped with: a main spindle (7) which holds a workpiece (W) and rotates; moving devices (M1-M3) for causing a cutting tool (T1), which has a straight cutting edge (Th) for cutting the workpiece (W), to move relative to the workpiece (W) in a moving direction (P1, P2), including at least a Y-direction orthogonal to both a Z-direction which is parallel to the axis of the main spindle (7) and an X-direction which is orthogonal to the Z-direction and is the direction in which the cutting amount of the workpiece is regulated; a holder (25) for holding the cutting tool (T1) at a predetermined tilt angle with respect to the Z-direction when the direction of the straight cutting edge (Th) is viewed from the X-direction; and an angle adjustment mechanism (29) for changing the cutting edge angle.

(57) 要約: 切削工具の刃先の方向を容易かつ短時間で変更することが可能な工作機械を提供する。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(Th)を有する切削工具(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に対する切削量を規定するX方向とのいずれにも直交するY方向を少なくとも含む移動方向(方向P1、P2)に、ワーク(W)に対して相対的に移動させる移動装置(M1~M3)と、直線切刃(Th)の方向をX方向から見てZ方向に対して所定角度傾けた状態で切削工具(T1)を保持するホルダ(25)と、刃先角度を変更する角度調整機構(29)と、を備える。

WO 2015/198740 A1



(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))

明 細 書

発明の名称： 工作機械及び加工方法

技術分野

[0001] 本発明は、ワークを切削する工作機械及び加工方法に関する。

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切削工具により切削加工等を行う。このような旋盤を用いた加工法として、例えば、ワークの接線方向（回転軸と交差する方向）にバイトを送りながらワークを切削する加工方法が知られている（特許文献1参照）。

[0003] この加工方法において、切削工具の刃先は、ワークの切削部分の母線方向に対して所定角度傾いた状態で配置される。この所定角度が小さいほど、切削工具の刃先がワークの母線に沿った状態となる。したがって、母線方向の切削範囲が広がるため、加工時間が短くなる。しかしながら、例えば小径のワークを加工する場合、切削範囲が広いとワークへの負荷（ワークに対する切削力）が大きくなり、ワークにびびり振動や撓みなどが生じるおそれがある。このため、刃先方向（刃先角度）を調整して、ワークに与える負荷を小さくする必要がある。従来では、ワークの母線に対する刃先の角度が異なる複数種類の切削工具やホルダが用意され、刃先方向を変更する際には切削工具又はホルダを交換していた。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第3984052号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、切削工具やホルダを交換する方法では、切削工具等の取り外し及び取り付けといった面倒な作業を行うことになり、その作業には時間

がかかる、といった課題がある。

[0006] 以上のような事情に鑑み、本発明は、切削工具の刃先の方向を容易かつ短時間で変更することが可能な工作機械及び加工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

[0007] 本発明の工作機械は、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有する切削工具を、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方向とのいずれにも直交するY方向を少なくとも含む移動方向に、ワークに対して相対的に移動させる移動装置と、直線切刃の方向をX方向から見てZ方向に対して所定角度傾けた状態で切削工具を保持するホルダと、所定角度を変更する角度調整機構と、を備える。

[0008] また、移動方向は、Z方向とY方向とを合成した方向であってもよい。また、角度調整機構は、X方向に平行な軸線周りに回転可能な回転部材を有し、ホルダは、回転部材に取り付けられてもよい。また、回転部材は、ホルダと一体で形成されてもよい。また、回転部材を回転させる駆動部を備えてもよい。また、回転部材、及び回転部材を支持する支持部に、所定角度を示す指標部を備えてもよい。また、所定角度及びワークに関する情報に基づいて移動装置の移動を制御する制御部を備えてもよい。

[0009] また、本発明の加工方法は、主軸に保持されて回転するワークを加工する方法であって、ワークを切削する直線切刃を有する切削工具を、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方向とのいずれにも直交するY方向を少なくとも含む移動方向に、ワークに対して相対的に移動させることと、直線切刃の方向をX方向から見て前記Z方向に対して所定角度傾けた状態で切削工具を保持することと、所定角度を変更することと、を含む。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、X方向から見たときの直線切刃の方向がZ方向に対して

所定角度傾くように切削工具がホルダによって保持された状態で、角度調整機構によって所定角度を変更することができるため、切削工具又はホルダを交換しなくても、所定角度を調整することができる。これにより、切削工具の刃先の方向を容易かつ短時間で変更することが可能となる。

[0011] また、移動方向が、Z方向とY方向とを合成した方向であるものでは、この合成した方向に切削工具を送ることで、ワークに対してZ方向に広い範囲を切削でき、加工時間を短縮できる。また、角度調整機構が、X方向に平行な軸線周りに回転可能な回転部材を有し、ホルダが、回転部材に取り付けられるものでは、回転部材を回転させることで、ホルダごと切削工具を回転させることができる。これにより、所定角度を容易に調整可能となる。また、回転部材が、ホルダと一体で形成されるものでは、刃先までの長さ（オーバーハング）を小さくすることができる。また、回転部材を回転させる駆動部を備えるものでは、駆動部の駆動により所定角度を自動で調整することができる。また、回転部材、及び回転部材を支持する支持部に、所定角度を示す指標部を備えるものでは、指標を用いて回転部材の回転を調整できるため、所定角度を容易に調整できる。また、所定角度及びワークに関する情報に基づいて移動装置の移動を制御する制御部を備えるものでは、加工能率を落とさずに加工精度を高める最適加工を行うことができる。

[0012] また、本発明の加工方法によれば、X方向から見たときの直線切刃の方向がZ方向に対して所定角度傾くように切削工具が保持された状態で、所定角度を変更することができるため、ワークの加工条件に応じて切削工具の刃先の方向を容易かつ短時間で変更でき、ワークを精度よく加工することができる。

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す図である。

[図2]ワークに対応する部分を拡大して示す斜視図である。

[図3]ツールヘッドの一例を示す図である。

[図4]切削工具の動作の一例を示し、(a)はX方向から見た図、(b)はZ

方向から見た図、(c)は刃先角度が異なる例をX方向から見た図である。

[図5]第2実施形態に係る工作機械の要部の一例を示す図である。

[図6](a)は刃物台の内部を+Z方向に見たときの図、(b)は(a)のA-A線に沿った断面図である。

[図7]変形例に係るツールヘッドの一例を示し(a)は斜視図、(b)は(a)のQ方向から見た図である。

[図8]変形例に係る工作機械のワークに対応する部分を拡大して示した図である。

[図9]切削工具の動作の他の例を示し、(a)はX方向から見た図、(b)は刃先角度が異なる例をX方向から見た図である。

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。また、以下の各実施形態では、主軸に保持されて回転するワークを加工する方法であって、ワークを切削する直線切刃を有する切削工具を、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方向とのいずれにも直交するY方向を少なくとも含む移動方向に、ワークに対して相対的に移動させることと、直線切刃の方向をX方向から見て前記Z方向に対して所定角度傾けた状態で切削工具を保持することと、所定角度を変更することと、を含む加工方法を実施している。

[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。なお、把握爪9aによって保持されるワークWは、円筒面Waを有する形状（例えば円柱形など）に形成されている。

[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11が取り付けられる。プーリ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、不図示の制御部からの指示により回転数等が制御される。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10が取り付けられている。なお、対向軸8は、心押し台4に固定され、デッドセンタとして使用されてもよい。
- [0019] 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。
- [0020] 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。
- [0021] 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。

[0022] 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。なお、上記のZ方向駆動系M1、X方向駆動系M2及びY方向駆動系M3は、制御部CONTによって制御される。

[0023] 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Wを挟むように配置される。

[0024] 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、各保持部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。

[0025] 第1及び第2タレット23、23Aには、複数の保持部の1つとしてツールヘッド24、24Aが形成されている。ツールヘッド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、ツールヘッド24Aが設けられなくてもよい。

[0026] ツールヘッド24には、ホルダ25（図2参照）を介して切削工具T1が取り付けられている。一方、ツールヘッド24Aには、不図示のホルダを介して、切削工具Tが取り付けられている。この切削工具Tは、ツールヘッド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。

[0027] 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に対する切削工具Tの配置をX方向としてもよい。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。

[0028] 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。

[0029] 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す斜視図である。図2に示すように、第1タレット23の-X側の面23aには、ツールヘッド24が取り外し可能な状態で取り付けられている。ツールヘッド24の-X側には、後述の回転部材26を介してホルダ25が取り付けられる。ホルダ25は、切削工具T1を保持する。切削工具T1は、直線切刃ThがYZ平面に沿うように設定される。

[0030] 切削工具T1は、X方向駆動系M2を駆動してX方向に位置決めされることにより、ワークWに対する切削量を規定する。また、切削工具T1は、Z方向駆動系M1、X方向駆動系M2、及びY方向駆動系M3をそれぞれ駆動することにより、第1タレット23及びツールヘッド24とともに、ワークWに対してZ方向、X方向、Y方向のいずれか1つの方向またはこれら2つ以上を合成した方向に移動可能となっている。

[0031] 図3(a)及び(b)は、ツールヘッド24の-X側の構成を示す図である。

図3(a)及び(b)に示すように、ツールヘッド24の-X側には、円筒状の開口部24aが形成されている。ツールヘッド24の開口部24aには、後述の回転部材26が挿入される。

[0032] ツールヘッド24の-Z側端面には、突出部24bが設けられる。突出部24bは、-Z方向に突出しており、切り込み部24dが形成されている。切り込み部24dは、突出部24bの先端から-Z方向に向けて直線状に形成される。この切り込み部24dにより、突出部24bから開口部24aまでと、開口部24aの+Z側とが切り込まれ、突出部24bが2つに分断された状態となっている。本実施形態では、例えば分断された突出部24b同士を近づける方向(例えば、Y方向)に力を加えた場合に開口部24aが狭くなるように、ツールヘッド24が弾性変形可能に形成されている。分断された突出部24b同士の間は、ボルト24cによって締結される。ボルト24cを締めることにより、分断された突出部24b同士がY方向に近づくように力が加えられる。これにより、開口部24aの内壁部が回転部材26を締めるように固定する。また、ボルト24cを緩めることにより、分断され

た突出部 24 b 同士に働く力が解放され、回転部材 26 への締め付けが緩和される。この場合、回転部材 26 は、X 方向に平行な回転軸 AX の軸線周りに回転可能な状態となる。

[0033] このような回転部材 26 は、例えば円柱状に形成され、開口部 24 a に挿入された状態でツールヘッド 24 によって支持される。このように、ツールヘッド 24 は、回転部材 26 を支持する支持部として設けられる。回転部材 26 には、ホルダ 25 を装着するためのガイド 26 g が形成されている。

[0034] ガイド 26 g は、例えば直線状に形成される。ガイド 26 g の長手方向の端部 (図 3 (a) では -Y 側の端部) には、ホルダ当接面 26 h が設けられている。ホルダ当接面 26 h にホルダ 25 が当接されることで、ホルダ 25 が位置決めされる。また、ホルダ当接面 26 h は、切削工具 T の切削力を受ける面となる。ガイド 26 g の短手方向の寸法 (幅) は、ホルダ 25 の寸法に応じて設定される。ホルダ 25 は、不図示の固定部材によって回転部材 26 に固定される。ホルダ 25 がガイド 26 g に固定されることにより、回転部材 26 に対して切削工具 T 1 の直線切刃 T h の方向が一方向に固定される。この状態で回転軸 AX を中心として回転部材 26 を回転させることにより、ホルダ 25 及び切削工具 T 1 が回転部材 26 と一体で回転し、直線切刃 T h の方向が変更される。

[0035] 回転部材 26 の -X 側端面には、指標部 26 a 及び 26 b が形成される。指標部 26 a 及び 26 b は、二等辺三角形状に形成されており、例えば頂点が回転部材 26 の外周に向いている。また、ツールヘッド 24 の -X 側の面には、指標部 24 e が形成される。指標部 24 e は、二等辺三角形状に形成されており、例えば頂点が回転部材 26 側に向いている。回転軸 AX を中心として回転部材 26 を回転させることにより、指標部 26 a 又は指標部 26 b の頂点がツールヘッド 24 側の指標部 24 e の頂点に対応して配置されるようになっている。なお、指標部 26 a 及び 26 b は、目盛り等であってもよい。

[0036] 例えば、指標部 26 a は、ホルダ 25 が回転部材 26 に装着された状態に

において、X方向視で直線切刃T hがZ方向に対して角度 α （例、 45° ）だけ傾くような回転部材26の回転位置を示している。以下、X方向視で直線切刃T hがZ方向に対して傾く角度（所定角度）を「刃先角度」と表記する。図3（a）は、指標部26aと指標部24eとが対応している状態を示している。図3（a）に示すように、指標部26aの頂点と指標部24eの頂点とが対応するように回転部材26の回転位置を調整することにより、刃先角度を α と設定することができる。

[0037] また、指標部26bは、刃先角度が β （例、 60° ）となるような回転部材26の回転位置を示している。図3（b）は、指標部26bと指標部24eとが対応している状態を示している。図3（b）に示すように、指標部26bの頂点と指標部24eの頂点とが対応するように回転部材26の回転位置を調整することにより、刃先角度を β と設定することができる。なお、 α 、 β とは異なる刃先角度に対応した指標部が別途設けられてもよい。

[0038] 作業者は、ボルト24cを緩めた状態で指標部26a、26b等と指標部24eとを対応させるように回転軸AXを中心として回転部材26を回転させることにより、刃先角度を予め設定された角度（例、角度 α 、角度 β 等）に変更可能である。これにより、直線切刃T hの方向を、予め設定された方向に効率的に変更することが可能となっている。このように、回転部材26、及び、この回転部材26を支持するツールヘッド24は、刃先角度を変更可能な角度調整機構29として設けられている。

[0039] 続いて、以上のように構成された工作機械100の動作について説明する。まず、加工対象であるワークWを主軸7に保持させる。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。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。

[0040] 続いて、第1タレット23を回転させて切削工具T1を選択する。なお、切削工具T1を選択するのに先立ち、第1タレット23のツールヘッド24

に設けられる開口部24aには、回転部材26を挿入しておく。そして、切削工具T1をホルダ25に装着し、そのホルダ25をツールヘッド24の回転部材26（ガイド26g）に装着する。ホルダ25は、不図示のボルト等によって回転部材26に固定される。これにより、直線切刃Thは、YZ平面に平行な方向に配置され、かつX方向から見てZ方向に対して所定角度だけ傾いた状態に配置される。その後、回転部材26を回転させることにより、刃先角度を変更する。このとき、作業者は、回転部材26に設けられた指標部26a、26b等とツールヘッド24に設けられた指標部24eとを対応させることで、刃先角度の設定を容易に行うことができる。

[0041] 続いて、切削工具T1のX方向の位置が調整される。この調整では、切削工具T1の直線切刃ThがワークWの円筒面Waに対応するように、X方向駆動系M2によって刃物台駆動部21をX方向に移動させる。直線切刃ThのX方向の位置は、ワークWの円筒面Waに対する切削量を規定する。切削量は、制御部CONTによって予め設定された値に設定されてもよく、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] 続いて、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Wの円筒面Waに対して切削を行う。切削加工において、切削工具T1の直線切刃Thが移動するXYZ座標位置は、例えば、Z軸スライド17のZ方向への移動、及びツールヘッド24のY方向への移動によって設定される。この設定は、制御部CONTの制御に基づき、それぞれZ方向駆動系M1、Y方向駆動系M3の駆動によって行われる。

[0043] なお、回転部材26が回転軸AXを中心として回転すると、切削工具T1の姿勢が変化する。このため、回転部材26の回転により、直線切刃Thの端部のY方向及びZ方向の位置が変化する。この直線切刃Thの位置変化は、切削工具T1（直線切刃Th）の形状や寸法、回転部材26の回転位置等に応じて異なる。したがって、回転部材26の回転による直線切刃Thの位置変化を予め実験やシミュレーションなどによって求めておき、使用される切削工具T1又は回転部材26の回転位置ごとに、直線切刃Thの位置を求

めるようにしてもよい。この場合、Z方向駆動系M1、Y方向駆動系M3の駆動を補正することにより、例えば切削工具T1による切削開始位置等のズレを回避できる。

[0044] 本実施形態の一例では、切削工具T1の直線切刃Thを、ワークWの円筒面Waの接線方向であるY方向に移動させて加工を行う。このような、Y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加工情報（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。

[0045] 図4(a)は、刃先角度を α （例、 45° ）とした場合について、-X方向にワークWを見たときの切削工具T1（直線切刃Th）の動作を示している。また、図4(b)は、Z方向から見た切削工具T1（直線切刃Th）の動作を示している。図4(c)は、刃先角度を β （例、 60° ）とした場合について、-X方向にワークWを見たときの切削工具T1（直線切刃Th）の動作を示している。図4(a)及び(c)に示すように、いずれの場合についても、切削工具T1の直線切刃Thは、ワークWの円筒面Wa上のZ方向の母線（軸線）Dに対して-Y側から+Y側に移動した場合、直線切刃Thの+Z側が先にワークWに当接することになる。

[0046] 次に、直線切刃Thを、+Y方向と-Z方向とを合成した方向（移動方向）P1、P2に移動させることにより切削加工を行う。この移動方向は、図4(a)～(c)に示すように、ワークWの円筒面Waに対する接平面に沿った軌道となる。まず、直線切刃Thの+Z側の第1端部Th1が円筒面Waに当たり、この第1端部Th1において円筒面Waの切削を行う。その後、直線切刃Thは、円筒面Waに沿って+Y方向及び-Z方向（方向P1、P2）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Th1から第2端部Th2に向けて徐々に-Z方向にずれた状態となる。このように、直線切刃Thが方向P1、P2に移動する間に、ワークWの円筒面Waでは切削部分はZ方向に進んでいく。

[0047] 直線切刃Thの第2端部Th2が母線Dから離れた段階で円筒面Waの切

削加工が完了する。このように、直線切刃 T_h の第1端部 T_{h1} から第2端部 T_{h2} まで全体を用いて円筒面 W_a を切削しているが、直線切刃 T_h の一部を用いて円筒面 W_a を切削してもよい。

[0048] このような切削加工において、例えば図4 (a) に示すような刃先角度が小さく設定される第1の場合 (例、刃先角度が α の場合) には、例えば図4 (c) に示すような刃先角度が大きく設定される第2の場合 (例、刃先角度が β の場合) に比べて、直線切刃 T_h がワーク W の母線 D に近づいた状態となる。

[0049] 第1の場合は、図4 (a) に示すように、直線切刃 T_h を方向 P_1 に移動させることで母線 D のうち長さ L を切削する。長さ L は、直線切刃 T_h を母線 D に投影した長さ A_1 (直線切刃 T_h の幅の $\cos \alpha$) と、直線切刃 T_h が方向 P_1 に移動して母線 D を切削する間の Z 方向の長さ B_1 と、を足したものである。一方、第2の場合は、直線切刃 T_h を方向 P_2 に移動させることで同じく長さ L を切削する。長さ L は、直線切刃 T_h を母線 D に投影した長さ A_2 (T_h の長さの $\cos \beta$) と、直線切刃 T_h が方向 P_2 に移動して母線 D を切削する間の Z 方向の長さ B_2 と、を足したものである。

[0050] ここで、図4 に示すように、 $L = A_1 + B_1$ 、 $L = A_2 + B_2$ 、 $A_1 > A_2$ 、 $B_1 < B_2$ 、となっている。すなわち、同じ長さ L を切削する場合、切削工具 T_1 の単位時間あたりの送り量が同じときに、第1の場合の方が、第2の場合より短時間で加工でき、かつ面精度がよい (面粗度が小さい)。また、第2の場合において、第1の場合と同等の時間で加工するには送り量を増加させる必要があるので、面精度を悪化させる (面粗度が大きくなる) ことになる。例えば小径のワークや剛性の低いワークを加工する際、また、ワーク W のうち把握爪 $9a$ から離れた部分 (把持剛性の低い部分) を加工する際などには、第1の場合のように刃先角度が小さいとワーク W への負荷 (ワークに対する切削力) が大きくなり、ワーク W にびびり振動や撓みなどが生じやすくなる。これに対して、第2の場合には、第1の場合に比べて、刃先角度が大きいため、第1の場合と同じ送り量に設定された場合はワーク W へ

の負荷が小さくなり、ワークWにびびり振動やたわみなどが生じにくくなる。

[0051] したがって、例えば大径のワークや剛性の高いワークを加工する場合、また、ワークWのうち把握爪9aの近傍の部分（把持剛性の高い部分）を加工する場合などには、刃先角度を小さく設定（例えば α と設定）する。これにより、直線切刃ThのZ方向の切削範囲が大きくなり、加工時間の短縮を図ることができ、かつ面精度を良くすることができる。

[0052] 一方、小径のワークや剛性の低いワークを加工する場合、また、ワークWのうち把持剛性の低い部分を加工する場合には、送り量を変更することなく刃先角度を大きく設定（例えば β と設定）する。これにより、直線切刃ThのZ方向の切削範囲が小さくなるため、ワークWへの負荷が低減し、ワークWにびびり振動やたわみなどが生じにくくなる。

[0053] このように刃先角度を設定（変更）する場合、作業者は、指標部26a及び26bを指標部24eに対応させるように回転部材26を回転させるだけでよいため、刃先角度（直線切刃Thの方向）を容易に変更することができる。

[0054] 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円筒面Waを切削させてもよい。切削工具T1、Tの双方で円筒面Waを切削する場合、円筒面Waの同一周回部分を異なる切削量で行ってもよく、また、円筒面Waの異なる部分をそれぞれ切削させてもよい。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を取り出す。

[0055] 以上のように、本実施形態に係る工作機械100は、X方向から見たときの直線切刃Thの方向がZ方向に対して所定角度だけ傾くように切削工具T1がホルダ25によって保持された状態で、角度調整機構29によって刃先角度を変更することができるため、切削工具T1又はホルダ25を交換しな

くても、刃先角度を調整することができる。これにより、切削工具T1の刃先の方向を容易かつ短時間で変更することが可能となる。

[0056] <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5は、第2実施形態に係る工作機械200のうちツールヘッド124を+X方向に見た場合の一例を示している。図5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5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、角度調整機構129の構成が第1実施形態の角度調整機構（回転部材26を作業者が回転させる構成）とは異なっている。図5に示すように、角度調整機構129は、ツールヘッド124と、回転部材26と、駆動部30とを有している。駆動部30は、回転部材26を回転させる。駆動部30は、例えば制御部CONTによって制御される。

[0057] 図6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A-A線に沿った断面図である。図6(a)及び(b)に示すように、駆動部30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。

[0058] 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。

[0059] 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어링33a、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、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の回転をシャフト122に伝達する。

[0060] シャフト122は、X方向に平行な回転軸AX2を有しており、駆動部30からの駆動力によってこの回転軸AX2の軸線周りに回転する。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。ギア123aは、シャフト122の-X側端部に形成されており、シャフト122と一体でX軸回りに回転する。

[0061] ギア123bは、回転部材26の外周面に形成されている。ギア123bの回転軸は、回転部材26の回転軸AX1と一致する。ギア123bには、X方向に平行な歯が回転部材26の円筒面に沿って複数並んで配置されている。ギア123bは、ギア123aに噛み合わされており、ギア123aの回転により回転軸AX1の軸線回りに回転する。シャフト122が回転することにより、ギア123aが回転し、ギア123bに対して回転力が加えられる。この力により、回転部材26が回転軸AX1の軸線周りに回転する。回転部材26は、軸部26aがすべり軸受125に支持されている。すべり軸受125の内周面は軸部26aのラジアル力（放射方向の力）を受け止めて支え、すべり軸受125の下端（-X側の端面）は、回転部材26のスラスト力（X方向の力）を受け止めて支える。

[0062] 駆動部30の駆動によって回転部材26が回転軸AX1の軸線周りに回転することにより、ホルダ25に取り付けられる切削工具T1の直線切刃Thの刃先角度が変更される。また、駆動部30が駆動を停止している間は、変更後の刃先角度が保持される。このように、角度調整機構129では、駆動部30の駆動に応じて回転部材26の回転位置が設定され、これにより、ホルダ25に取り付けられる切削工具T1の直線切刃Thの刃先角度が設定される。

[0063] 以上のように、第2実施形態によれば、回転部材26を回転させる駆動部30を備えるため、駆動部30の駆動により刃先角度を自動で調整すること

ができる。よって、切削工具T 1又はホルダ25を交換しなくても、刃先角度を調整することができる。これにより、切削工具T 1の直線切刃Thの方向を容易かつ短時間で変更することが可能となる。

[0064] なお、第2実施形態では、制御部CONTの制御により駆動部30を自動制御することが可能であるため、例えばワークWの径や剛性、把持剛性がZ方向について変化する場合に、これらの変化に応じて自動的に刃先角度（直線切刃Thの方向）を変更することができる。例えば、把握爪9aの近傍では刃先角度を低い角度とし、送り速度を高速にして短時間で加工を行わせることができる。また、把握爪9aから離れた部分（ワークWのZ方向の中央部など）では刃先角度を高い角度とし、送り速度を低速にし、びびり振動やワークWの撓みを抑制しつつ円筒度や面粗度が低下しないように加工することができる。これにより、高品位な加工を効率的に行うことができる。なお、この場合、切削工具T 1のY方向への送り又は主軸7の回転に同期して、刃先角度を変更させてもよい。また、びびり振動やワークWの撓みを検出するセンサが設けられ、センサの検出結果に応じて刃先角度を変化させる構成であってもよい。

[0065] 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、上記各実施形態では、回転部材26がホルダ25と別体で設けられ、ホルダ25を回転部材26に装着する構成を例に挙げて説明したが、これに限定するものではなく、ホルダ25と回転部材26とが一体で設けられた構成であってもよい。

[0066] また、上記各実施形態では、円筒面Waを有するワークWを切削する場合を例に挙げて説明したが、これに限定するものではなく、テーパ一面や球状面等の傾斜面Wbを有するワークW2を切削するものであってもよい。図7は、変形例に係るツールヘッド224の一例を示し、(a)は斜視図、(b)は(a)のQ方向から見た図である。図8は、第1タレット23を-Y方

向に見たときの図である。

[0067] ツールヘッド224は、切削工具T1が配置される工具配置面224fを有している。工具配置面224f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（図8参照）。切削工具T1は、回転部材226を介してツールヘッド224に保持される。回転部材226は、回転部226aと、ホルダ部226bとを有している。回転部226a及びホルダ部226bは、一体で形成されている。回転部226aは、円柱状に形成され、工具配置面224fに形成される不図示の開口部に挿入される。回転部226aは、回転軸AX3の軸線周りに回転可能に設けられる。この開口部は、円筒状に形成され、回転部226aよりも径が大きくなっている。回転部226aは、ロックスリーブ227を介して取り付けられている。ロックスリーブ227は、ボルト228と、不図示の圧入部とを有している。この圧入部は、回転部226aと不図示の開口部との間に圧入される。この圧入部により、回転部226aの回転が規制される。ボルト228を締結することにより、ロックスリーブ227によって、回転部226aの回転位置が保持された状態となる。また、ボルト228の締結を緩めてロックスリーブ227の圧入を緩めることにより、回転部材226が回転軸AX3の軸線周りに回転可能となる。また、ホルダ部226bは、切削工具T1を保持する。図7（b）に示すように、Q方向から見たときの直線切刃Thの方向が傾斜している。従って、X方向から見たときの直線切刃Thの方向も、Z方向に対して所定角度だけ傾斜している。本実施形態では、ロックスリーブ227の圧入を緩めた状態で回転部材226を回転軸AX3の軸線周りに回転させることにより、直線切刃Thの傾斜角度（刃先角度）が変更される。このように、回転部材226、ロックスリーブ227、ボルト228により、角度調整機構229が形成される。

[0068] また、図8に示すように、ツールヘッド224は、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、ツールヘッド224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、ツールヘッド224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。その結果、切削工具T1は、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。この場合、ワークW2を回転させつつ、直線切刃Thを、X方向、Y方向、及びZ方向を合成した方向（移動方向）に移動させることにより、ワークW2の傾斜面Wbを切削加工することが可能となっている。なお、上記のZ方向駆動系M1、X方向駆動系M2及びY方向駆動系M3は、制御部CONTによって制御される。

[0069] このように、テーパ面や球状面等の傾斜面Wbを有するワークW2を切削する場合においても、角度調整機構229によって、X方向から見た場合に直線切刃ThのZ方向に対する傾斜角度（刃先角度）を容易に変更することが可能となる。これにより、切削工具T1の直線切刃Thの方向を容易かつ短時間で変更することが可能となる。なお、図7及び図8に示す構成において、回転部226aがホルダ部226bと一体で設けられた構成を例に挙げて説明したが、これに限定するものではなく、回転部226aとホルダ部226bとが別体に形成されてもよい。また、ホルダ25と回転部材26とが一体で設けられた構成は、図7及び図8に示す構成に限定して適用されるものではなく、上記各実施形態の構成に適用されてもよい。

[0070] また、上記各実施形態では、切削工具T1を、Y方向とZ方向とを合成した方向（例えば図4に示す方向P1等）に移動させるが、これに限定されず、例えば切削工具T1の移動方向をY方向のみとして切削加工を行ってもよい。図9は、切削工具T1をY方向に移動させる一例を示し、(a)はX方向から見た図、(b)は刃先角度が異なる例をX方向から見た図である。図9(a)では、刃先角度 α に設定され、(b)では刃先角度 β に設定されている。

[0071] 図9(a)及び(b)のいずれも、切削工具T1の直線切刃Thは、ワークWの円筒面Waの接平面に沿って母線Dに対して-Y側から+Y側に移動

し、直線切刃 T_h の $+Z$ 側の第1端部 T_{h1} が円筒面 W_a に当たり、直線切刃 T_h の第2端部 T_{h2} が母線 D から離れた段階で円筒面 W_a の切削加工が完了する。図9 (a) では (b) と比較して切刃角度が小さく、図9 (a) の直線切刃 T_h を母線 D に投影した長さ A_1 は、(b) の直線切刃 T_h を母線 D に投影した長さ A_2 よりも大きい。このため、図9 (a) では (b) に比べて1回の Y 方向の移動で Z 方向に広く切削できる。ただし、(b) に対してワーク W に与える切削力が大きいので、ワーク W のびびり振動等の原因となる。このような場合は、(b) のように刃先角度を大きくしてワーク W に与える切削力を小さくして対応する。

[0072] また、上記各実施形態の構成において、制御部 $CONT$ は、要求される面粗度、刃先角度、ワーク W の径、ワーク W の長手方向 (Z 方向) の寸法についての情報に基づいて、切削工具 T_1 の切削開始位置と切削終了位置とを自動的に計算して加工プログラムを作成するようにしてもよい。この場合、制御部 $CONT$ は、新たに作成した加工プログラムに基づいて、 Z 方向駆動系 M_1 、 X 方向駆動系 M_2 及び Y 方向駆動系 M_3 等を制御する。なお、上記の各情報は、作業者が操作パネル等を介して工作機械 100 に入力することができる。

[0073] また、直線切刃 T_h の方向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直線切刃 T_h の刃先角度を制御してもよい。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、回転部材 26 を上記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回転部材 26 を直接回転させてもよい。

[0074] また、上記各実施形態では、角度調整機構 29 等が、ツールヘッド 24 等に対してホルダ 25 を移動させて切削工具 T_1 の刃先角度を変えているが、これに限定されない。例えば、角度調整機構は、ツールヘッド 24 等または第1タレット 23 等を移動させて切削工具 T_1 の刃先角度を変更させるものや、ホルダ 25 に対して切削工具 T_1 を移動させて刃先角度を変えるものでもよい。

[0075] また、上記各実施形態では、切削加工の際、ワークW（主軸7等）に対して切削工具T1を移動させているが、これに代えて、切削工具T1に対してワークWを移動させるものや、切削工具T1及びワークWの双方を移動させて切削加工を行ってもよい。

符号の説明

[0076] W…ワーク 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） CONT…制御部 T、T1…切削工具 Th…直線切刃 AX、AX1、AX2、AX3…回転軸 α 、 β …角度 D…母線 P1、P2…合成した方向（移動方向） 7…主軸 24、124、224…ツールヘッド（支持部） 24e…指標部 25…ホルダ 26、226…回転部材 26a、26b…指標部 26g…ガイド 29、129、229…角度調整機構 30…駆動部 100、200…工作機械 226a…回転部 226b…ホルダ部

請求の範囲

- [請求項1] 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有する切削工具を、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方向とのいずれにも直交するY方向を少なくとも含む移動方向に、前記ワークに対して相対的に移動させる移動装置と、
 前記直線切刃の方向を前記X方向から見て前記Z方向に対して所定角度傾けた状態で前記切削工具を保持するホルダと、
 前記所定角度を変更する角度調整機構と、を備える工作機械。
- [請求項2] 前記移動方向は、前記Z方向と前記Y方向とを合成した方向である請求項1記載の工作機械。
- [請求項3] 前記角度調整機構は、前記X方向に平行な軸線周りに回転可能な回転部材を有し、
 前記ホルダは、前記回転部材に取り付けられる請求項1または請求項2記載の工作機械。
- [請求項4] 前記回転部材は、前記ホルダと一体で形成される請求項3記載の工作機械。
- [請求項5] 前記回転部材を回転させる駆動部を備える請求項3または請求項4記載の工作機械。
- [請求項6] 前記回転部材、及び前記回転部材を支持する支持部に、前記所定角度を示す指標部を備える請求項3～請求項5のいずれか1項に記載の工作機械。
- [請求項7] 前記所定角度及び前記ワークに関する情報に基づいて前記移動装置の移動を制御する制御部を備える請求項1～請求項6のいずれか1項に記載の工作機械。
- [請求項8] 主軸に保持されて回転するワークを加工する方法であって、
 前記ワークを切削する直線切刃を有する切削工具を、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

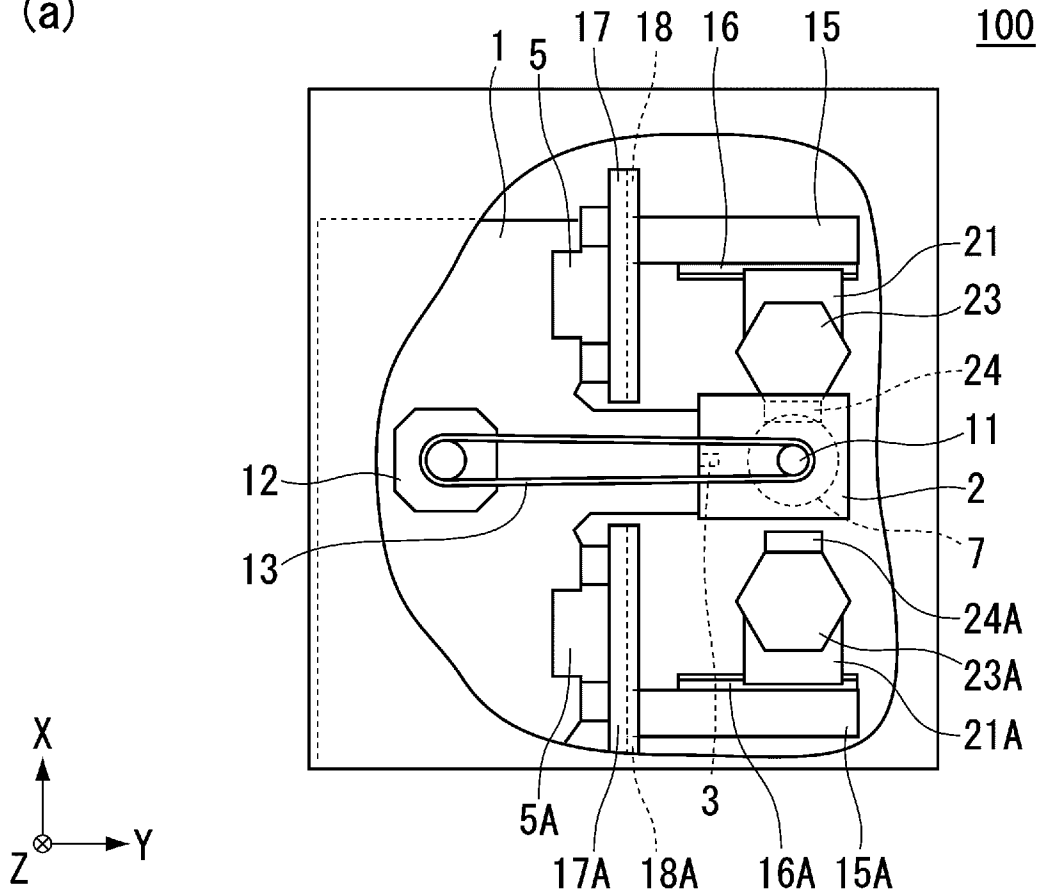
削量を規定するX方向とのいずれにも直交するY方向を少なくとも含む移動方向に、前記ワークに対して相対的に移動させることと、

前記直線切刃の方向を前記X方向から見て前記Z方向に対して所定角度傾けた状態で前記切削工具を保持することと、

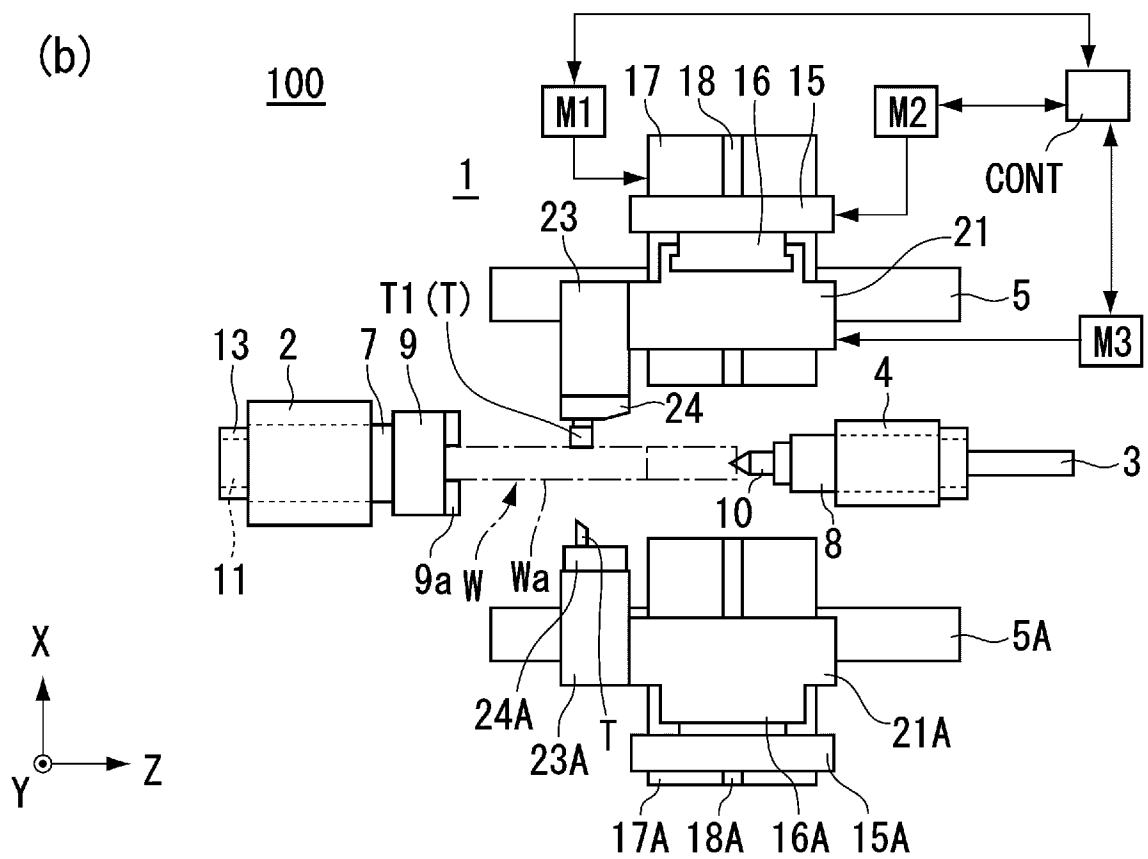
前記所定角度を変更することと、を含む加工方法。

[図1]

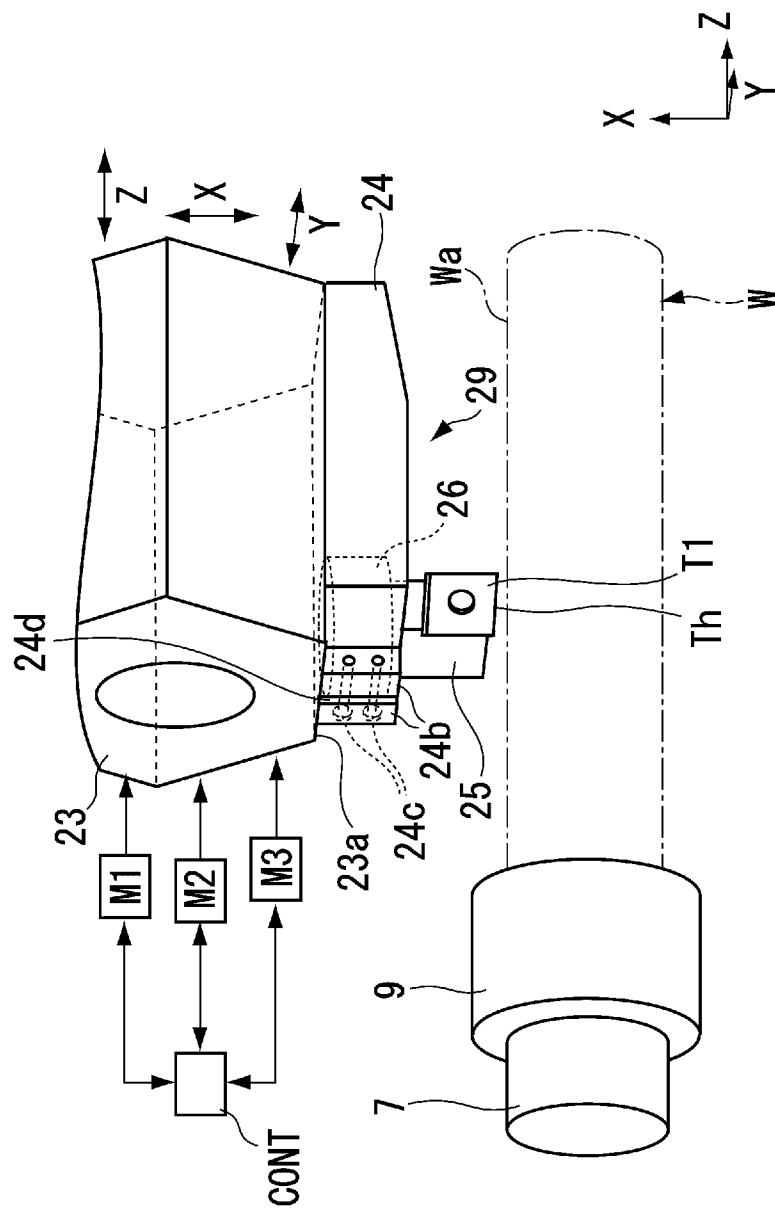
(a)



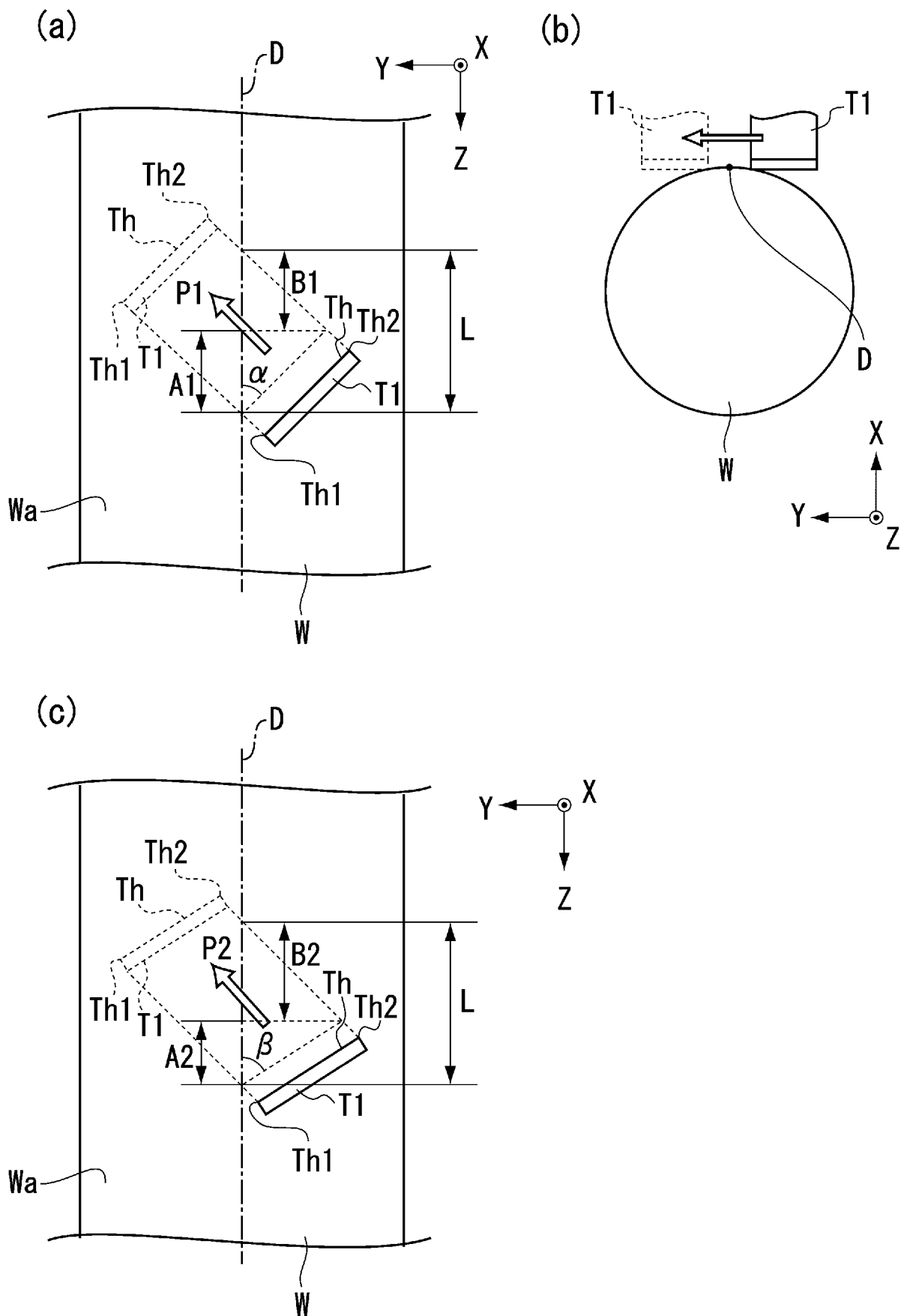
(b)



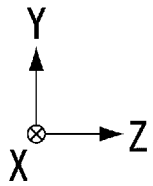
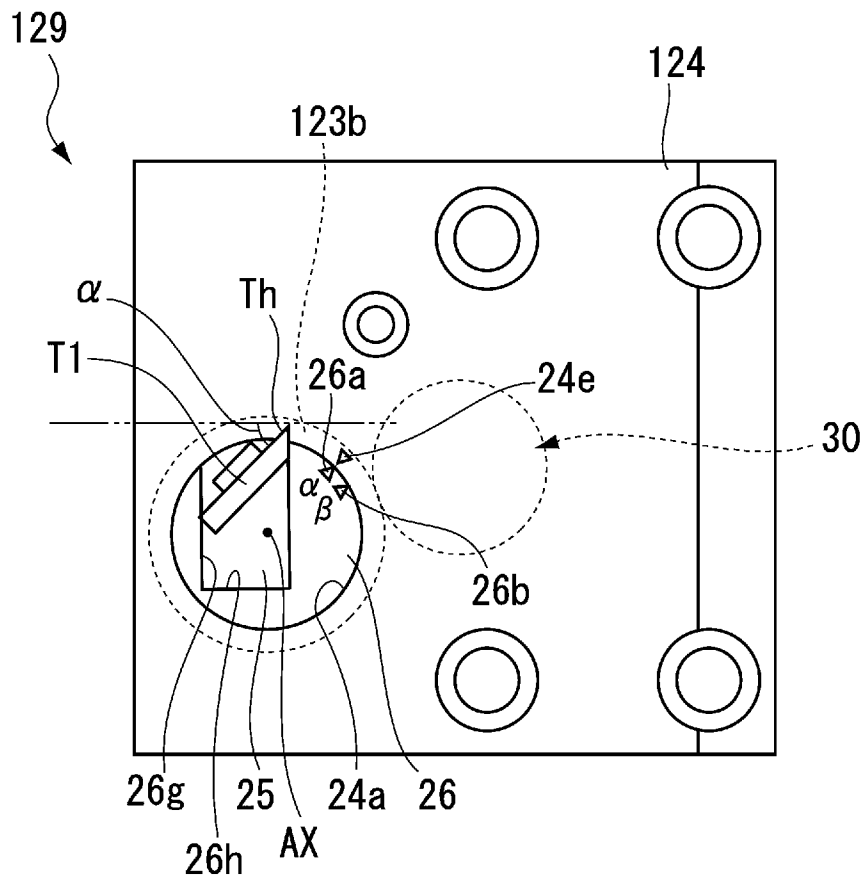
[図2]



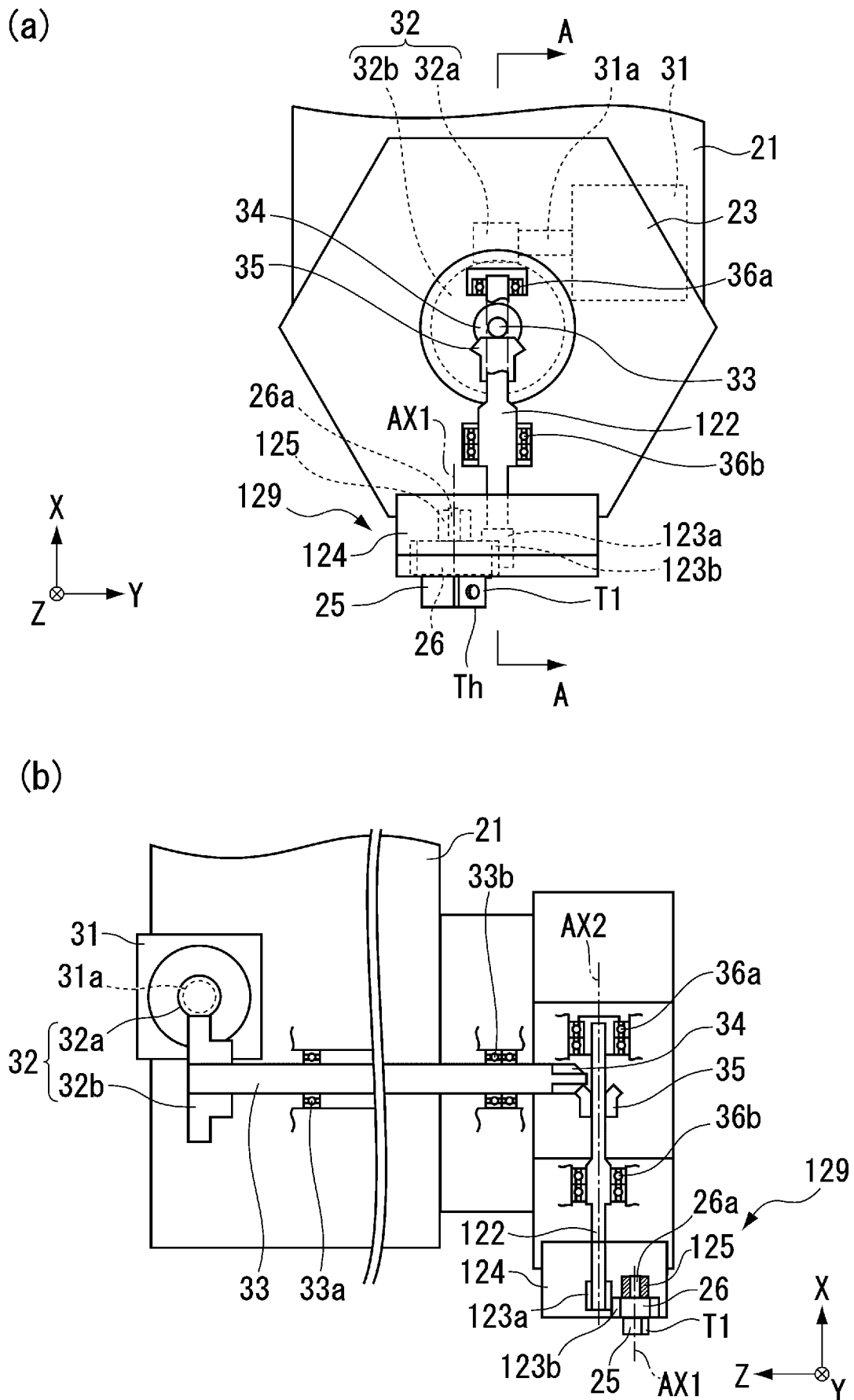
[図4]



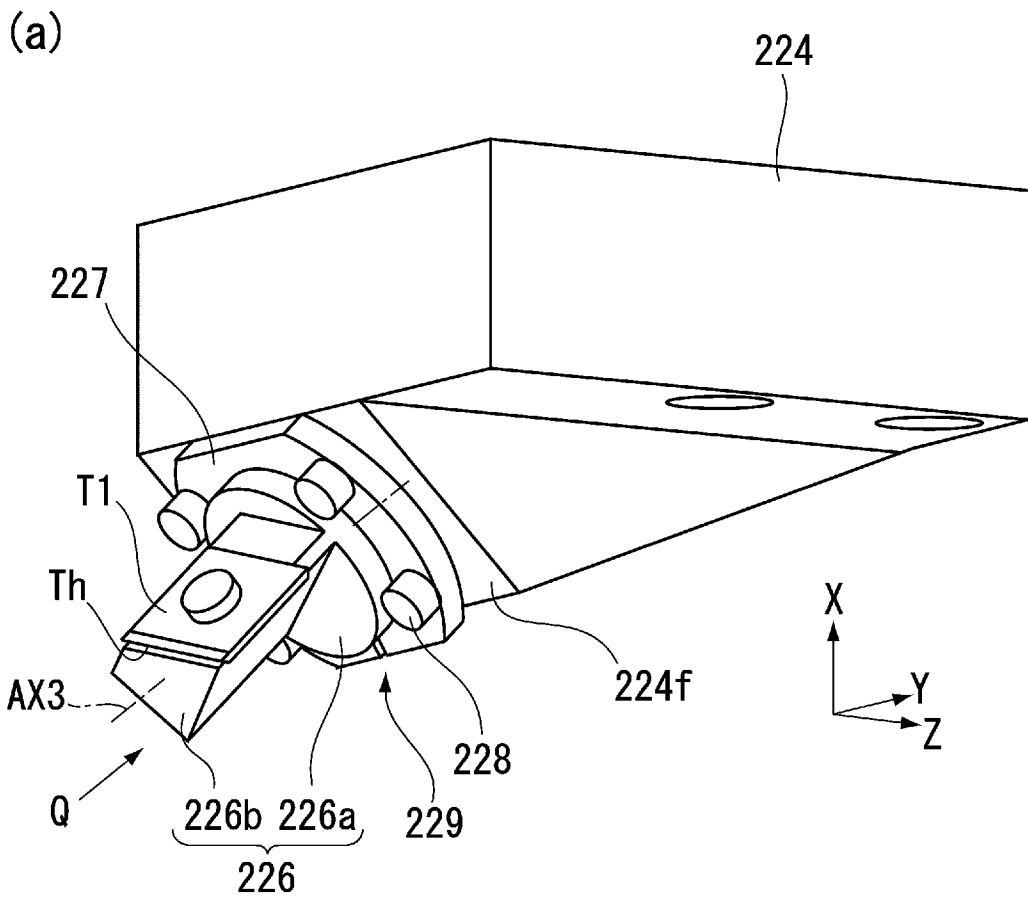
[図5]



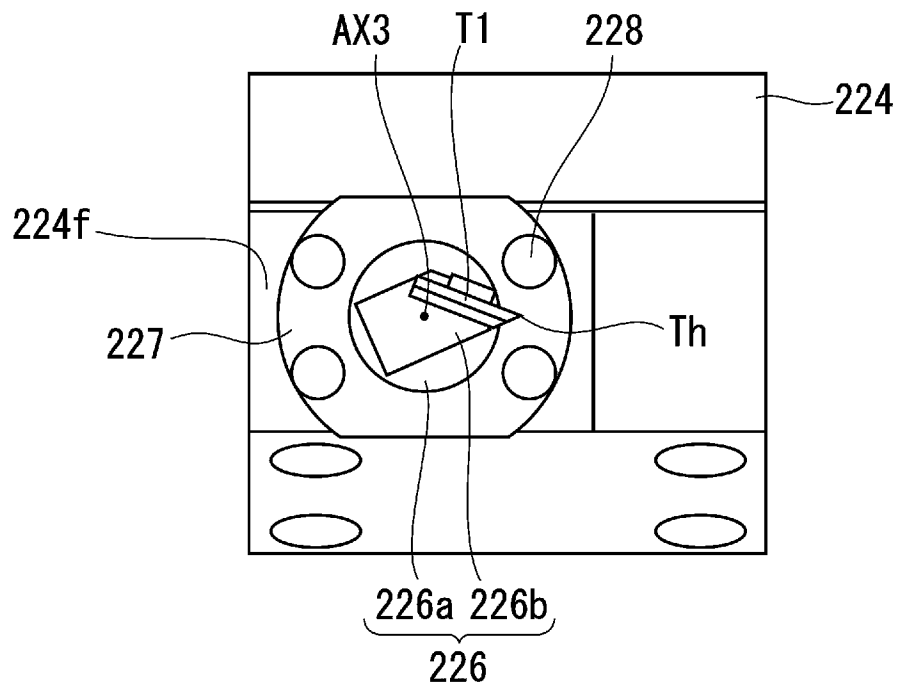
[図6]



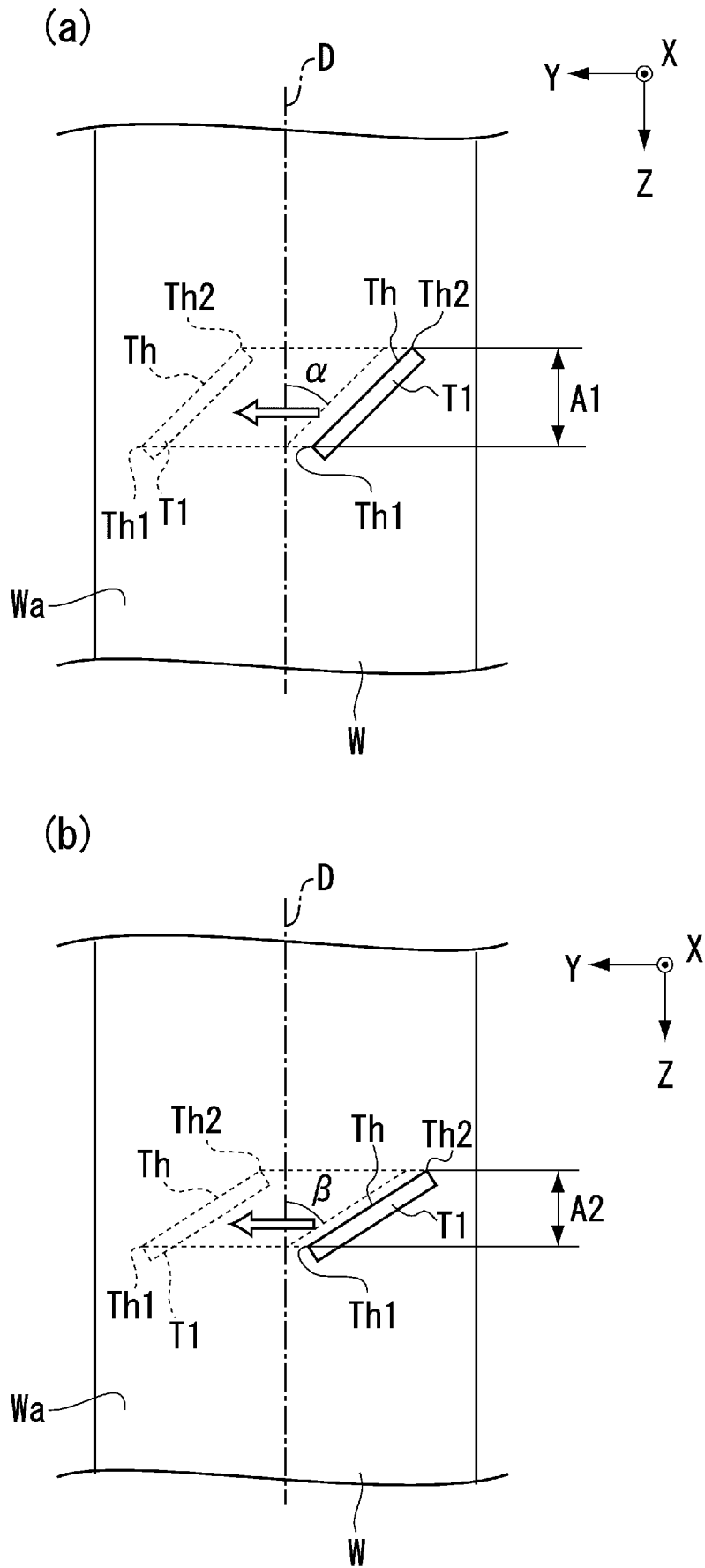
[図7]



(b)



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/064002

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B23B21/00(2006.01)i, B23B1/00(2006.01)i, B23B29/00(2006.01)i, B23B29/24(2006.01)n

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)
B23B21/00, B23B1/00, B23B29/00-29/34

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.
A	JP 3984052 B2 (Sumitomo Electric Hardmetal Corp.), 26 September 2007 (26.09.2007), paragraphs [0001] to [0048]; fig. 1 to 3	1-8
A	JP 2013-244582 A (Murata Machinery Ltd.), 09 December 2013 (09.12.2013), paragraphs [0016] to [0043]; fig. 1 to 23	1-8
A	JP 2005-501749 A (Boehringer Werkzeugmaschinen GmbH), 20 January 2005 (20.01.2005), paragraphs [0050] to [0090]; fig. 1 to 5	1-8
A	JP 2014-531331 A (MAG IAS GmbH), 27 November 2014 (27.11.2014), paragraphs [0096] to [0098]; fig. 4a to 4b	1-8

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 16 July 2015 (16.07.15)	Date of mailing of the international search report 28 July 2015 (28.07.15)
--	---

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/064002

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-127008 A (Minebea Co., Ltd.), 08 May 2003 (08.05.2003), paragraph [0019]; fig. 1 to 2	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2015/064002

JP 3984052 B2	2007.09.26	US 2003/0089204 A1 WO 2001/043902 A2 EP 1253988 B1 DE 19963897 A1
JP 2013-244582 A	2013.12.09	(Family: none)
JP 2005-501749 A	2005.01.20	US 2005/0076754 A1 WO 2003/022497 A1 EP 1427557 B1 DE 10144649 A1
JP 2014-531331 A	2014.11.27	US 2014/0223708 A1 WO 2013/038026 A1 EP 2570230 A2 DE 102011113758 A1 CN 103796789 A KR 10-2014-0061456 A
JP 2003-127008 A	2003.05.08	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. B23B21/00(2006.01)i, B23B1/00(2006.01)i, B23B29/00(2006.01)i, B23B29/24(2006.01)n		
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. B23B21/00, B23B1/00, B23B29/00-29/34		
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
A	JP 3984052 B2（住友電工ハードメタル株式会社）2007.09.26, 段落0001-0048, 図1-3	1-8
A	JP 2013-244582 A（村田機械株式会社）2013.12.09, 段落0016-0043, 図1-23	1-8
A	JP 2005-501749 A（ベーリンガー ヴェルクツオイクマシーネンゲーエムベーハー）2005.01.20, 段落0050-0090, 図1-5	1-8
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願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	16.07.2015	国際調査報告の発送日 28.07.2015
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 五十嵐 康弘 電話番号 03-3581-1101 内線 3324	3C 3624

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2014-531331 A (エムアーゲー イーアーエス ゲーエムベーパー) 2014. 11. 27, 段落 0096-0098, 図 4a-4b	1-8
A	JP 2003-127008 A (ミネベア株式会社) 2003. 05. 08, 段落 0019, 図 1-2	1-8

JP 3984052 B2	2007. 09. 26	US 2003/0089204 A1 WO 2001/043902 A2 EP 1253988 B1 DE 19963897 A1
JP 2013-244582 A	2013. 12. 09	ファミリーなし
JP 2005-501749 A	2005. 01. 20	US 2005/0076754 A1 WO 2003/022497 A1 EP 1427557 B1 DE 10144649 A1
JP 2014-531331 A	2014. 11. 27	US 2014/0223708 A1 WO 2013/038026 A1 EP 2570230 A2 DE 102011113758 A1 CN 103796789 A KR 10-2014-0061456 A
JP 2003-127008 A	2003. 05. 08	ファミリーなし