

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6206504号
(P6206504)

(45) 発行日 平成29年10月4日 (2017. 10. 4)

(24) 登録日 平成29年9月15日 (2017. 9. 15)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 3 B 5/36 (2006. 01)	B 2 3 B 5/36
B 2 3 B 5/38 (2006. 01)	B 2 3 B 5/38
B 2 3 B 5/40 (2006. 01)	B 2 3 B 5/40
B 2 3 B 21/00 (2006. 01)	B 2 3 B 21/00 C
B 2 3 Q 1/48 (2006. 01)	B 2 3 Q 1/48 C

請求項の数 9 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2015-550610 (P2015-550610)	(73) 特許権者	000006297
(86) (22) 出願日	平成26年10月23日 (2014. 10. 23)		村田機械株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2014/078170		京都府京都市南区吉祥院南落合町 3 番地
(87) 国際公開番号	W02015/079836	(74) 代理人	100107836
(87) 国際公開日	平成27年6月4日 (2015. 6. 4)		弁理士 西 和哉
審査請求日	平成28年1月26日 (2016. 1. 26)	(74) 代理人	100105946
(31) 優先権主張番号	特願2013-247245 (P2013-247245)		弁理士 磯野 富彦
(32) 優先日	平成25年11月29日 (2013. 11. 29)	(72) 発明者	石原 正史
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		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
		審査官	村上 哲

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 工作機械及び切削方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

傾斜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、Z方向の軸線中心に回転する主軸と、
 前記ワークを切削する直線切刃を持つ切削工具を、前記Z方向、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、前記Z方向及び前記X方向にそれぞれ直交するY方向、にそれぞれ移動させることが可能であり、さらに前記Z方向と前記X方向と前記Y方向とを合成した合成方向に、前記ワークに対して相対的に移動させる移動装置と、

前記切削工具の前記直線切刃の刃先に沿う方向を、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X方向から見て前記Z方向に沿う前記傾斜面上の直線と前記直線切刃の刃先とが前記Y方向から見て平行になるように、前記直線切刃を対応させる工具配置部と、を備え、

前記ワークは、前記Y方向から見て、前記傾斜面上の前記直線を有し、且つ、前記傾斜面上の前記直線が前記Y方向から見て前記Z方向に対して傾いており、

前記切削工具は、前記Y方向から見た前記直線切刃の刃先の長さが、前記傾斜面上の前記直線の長さより短くなっており、

前記移動装置は、前記直線切刃の刃先と、前記傾斜面上の前記直線との平行を保ちながら、前記直線切刃の刃先が前記ワークに対して前記Y方向にずれながら切削していくように、前記ワークと前記切削工具とを前記合成方向へ相対的に移動させる、工作機械。

10

20

【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。

10

【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。

20

【請求項 9】

傾斜面を有するワークを切削する方法であって、

ワークを保持して、Z 方向の軸線中心に回転させる工程と、

前記ワークを切削する直線切刃を持つ切削工具の前記直線切刃の刃先に沿う方向を、前記ワークに対する切削量を規定する X 方向から見て前記 Z 方向に対して傾け、かつ、前記 X 方向から見て前記 Z 方向に沿う前記傾斜面上の直線と前記直線切刃の刃先とが、前記 Z 方向及び前記 X 方向にそれぞれ直交する Y 方向から見て平行になるように、前記直線切刃を対応させる工程と、

30

前記切削工具を、前記 Z 方向と前記 X 方向と前記 Y 方向とを合成した合成方向に、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、

前記ワークは、前記 Y 方向から見て、前記傾斜面上の前記直線を有し、且つ、前記傾斜面上の前記直線が前記 Y 方向から見て前記 Z 方向に対して傾いており、

前記切削工具は、前記 Y 方向から見た前記直線切刃の刃先の長さが、前記傾斜面上の前記直線の長さより短くなっており、

前記ワークを切削する工程では、前記直線切刃の刃先と、前記傾斜面上の前記直線との平行を保ちながら、前記直線切刃の刃先が前記ワークに対して前記 Y 方向にずれながら切削していく、切削方法。

40

【発明の詳細な説明】

【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

50

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】

10

【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ふ。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のが可能であり、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。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明では、傾斜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、Z方向の軸線中心に回転する主軸と、ワークを切削する直線切刃を持つ切削工具を、Z方向、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、Z方向及びX方向にそれぞれ直交するY方向、にそれぞれ移動させることが可能であり、さらにZ方向とX方向とY方向とを合成した合成方向に、ワークに対して相対的に移動させる移動装置と、切削工具の直線切刃の刃先に沿う方向を、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、X方向から見てZ方向に沿う傾斜面上の直線と直線切刃の刃先とがY方向から見て平行になるように、直線切刃を対応させる工具配置部と、を備え、ワークは、Y方向から見て、傾斜面上の直線を有し、且つ、傾斜面上の直線がY方向から見てZ方向に対して傾いており、切削工具は、Y方向から見た直線切刃の刃先の長さが、傾斜面上の直線の長さより短くなっており、移動装置は、直線切刃の刃先と、傾斜面上の直線との平行を保ちながら、直線切刃の刃先がワークに対してY方向にずれながら切削していくように、ワークと切削工具とを合成方向へ相対的に移動させる、工作機械である。

30

【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。

40

【0008】

また、本発明では、傾斜面を有するワークを切削する方法であって、ワークを保持して

50

、Z方向の軸線中心に回転させる工程と、ワークを切削する直線切刃を持つ切削工具の直線切刃の刃先に沿う方向を、ワークに対する切削量を規定するX方向から見てZ方向に対して傾け、かつ、X方向から見てZ方向に沿う傾斜面上の直線と直線切刃の刃先とが、Z方向及びX方向にそれぞれ直交するY方向から見て平行になるように、直線切刃を対応させる工程と、切削工具を、Z方向とX方向とY方向とを合成した合成方向に、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、ワークは、Y方向から見て、傾斜面上の直線を有し、且つ、傾斜面上の直線がY方向から見てZ方向に対して傾いており、切削工具は、Y方向から見た直線切刃の刃先の長さが、傾斜面上の直線の長さより短くなっており、ワークを切削する工程では、直線切刃の刃先と、傾斜面上の直線との平行を保ちながら、直線切刃の刃先がワークに対してY方向にずれながら切削していく、切削方法である。

10

【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

20

【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

30

【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

40

【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

50

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方向は、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 1 3 が掛け渡されている。これにより、主軸 7 は、モータ 1 2 の駆動によりベルト 1 3 を介して回転する。モータ 1 2 は、不図示の制御部によって駆動される。モータ 1 2 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 1 2 及びベルト 1 3 によって駆動されることに限定されず、モータ 1 2 の駆動を歯車列等で主軸 7 に伝達するものや、モータ 1 2 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 1 0 が取り付けられている。

10

【0019】

把握爪 9 a によって保持されるワーク W は、円柱形の一部にテーパ状の傾斜面 W a を有する。傾斜面 W a 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 W a 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 W a の途中で傾斜角度が異なるものでもよい。

【0020】

20

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 1 0 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 9 a 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 5 A が設けられる。Z 方向ガイド 5、5 A のそれぞれには、Z 方向ガイド 5、5 A に沿って Z 方向に移動可能な Z 軸スライド 1 7、1 7 A が設けられる。Z 軸スライド 1 7 は、図 1 (b) に示すように、Z 方向駆動系 (移動装置) M 1 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 M 1 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 1 7 A は、上記した Z 方向駆動系 M 1 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 1 7 A の駆動系は、Z 方向駆動系 M 1 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 1 7、1 7 A で共通の Z 方向駆動系 M 1 を構成させ、Z 軸スライド 1 7、1 7 A のいずれか一方または双方を駆動させてもよい。

30

【0022】

40

Z 軸スライド 1 7、1 7 A には、それぞれ X 方向ガイド 1 8、1 8 A が形成される。また、Z 軸スライド 1 7、1 7 A には、それぞれ X 方向ガイド 1 8、1 8 A に沿って移動可能な X 軸スライド 1 5、1 5 A が設けられる。X 軸スライド 1 5 は、X 方向駆動系 (移動装置) M 2 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 M 2 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 1 5 A は、上記した X 方向駆動系 M 2 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 1 5 A の駆動系は、X 方向駆動系 M 2 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 1 5、1 5 A には、それぞれ Y 方向ガイド 1 6、1 6 A が形成される。ま

50

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W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

10

20

30

40

50

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 T1 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 T1 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。プッシュボルト 29 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。

まず、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

10

20

30

40

50

、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。まず、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。

10

【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。まず、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。

20

【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W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

30

【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。

40

【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。まず、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

50

、刃先T aは、傾斜面W a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T a 1から第2端部T a 2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T aがY方向に移動するが、ワークWの傾斜面W aでは直線Lに沿って刃先T aが当たり、Z方向に進んでいく。

【0049】

刃先T aの第2端部T a 2が傾斜面W aの大径部W c（-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W aの切削加工が完了する。このように、刃先T aの第1端部T a 1から第2端部T a 2まで全体を用いて傾斜面W aを切削しているが、刃先T aの一部を用いて傾斜面W aを切削してもよい。刃先T aが直線Lを進む間は、刃先T a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T a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T a 1から第2端部T a 2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T aのZ方向に対する角度 α や、第1端部T a 1から第2端部T a 2までの刃先T aの長さによって、刃先T aのY方向への移動量は変動する。例えば、刃先T aの角度を α より大きくしたものや、刃先T aが長いものでは、図6に示すものと比較して、傾斜面W a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T a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W bではY方向の速度を早くするとともに、大径部W c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W a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W aの小径部W b側は、大径部W c側に比べて径が小さい。このため、傾斜面W aの小径部W b側を切削する場合には送り量 f を小さくし、大径部W c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W a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T 1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T 1と同様な軌道で移動させて傾斜面W aを切削させてもよい。また、切削工具Tは、傾斜面W a以外を切削させてもよい。切削工具T 1、Tの双方で傾斜面W aを切削する場合、傾斜面W a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W a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9 a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9 a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。

10

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。

20

【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。

30

【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。

40

【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

50

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】

10

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。

20

【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が把持爪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。

30

【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】

40

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

50

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を把持爪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。

10

【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224がZ軸に平行な回転軸AX3の軸回り方向Cに回転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に回転させ、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。

20

【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。

30

40

【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

50

向に対する刃先T a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

W a…傾斜面

W 1 a…曲面

100、200…工作機械

7…主軸

T 1…切削工具

M 1…Z方向駆動系（移動装置）

M 2…X方向駆動系（移動装置）

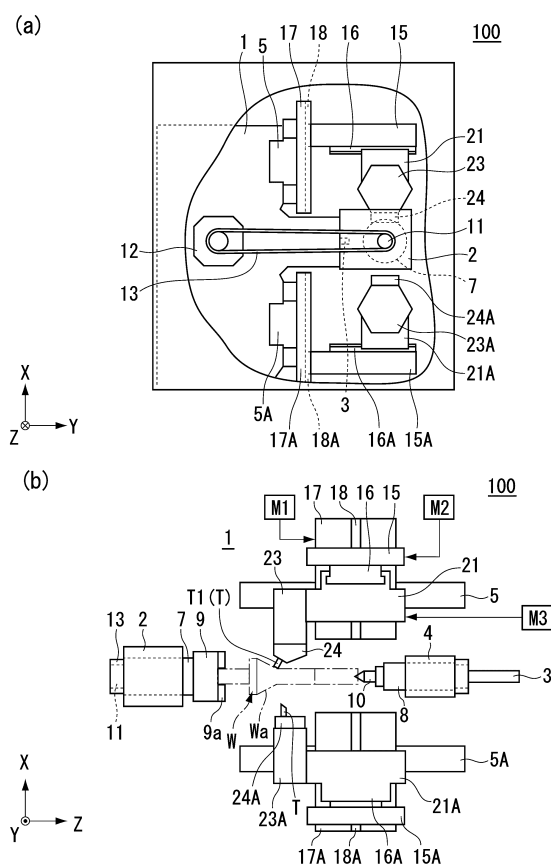
M 3…Y方向駆動系（移動装置）

T a…刃先

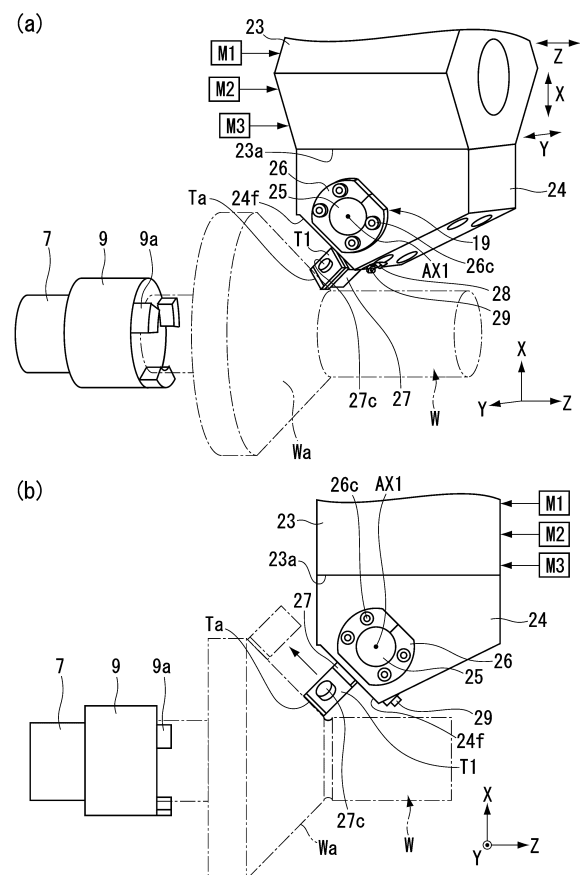
19、119…角度設定機構（工具配置部）

10

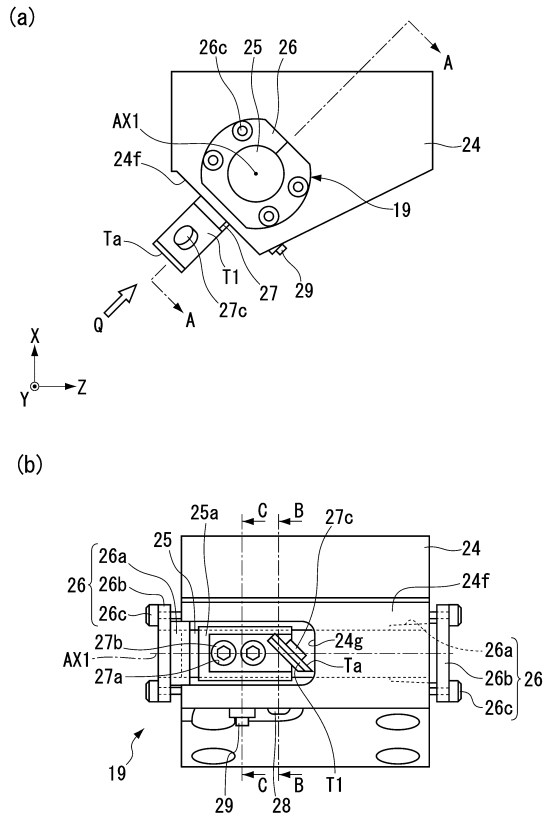
【図1】



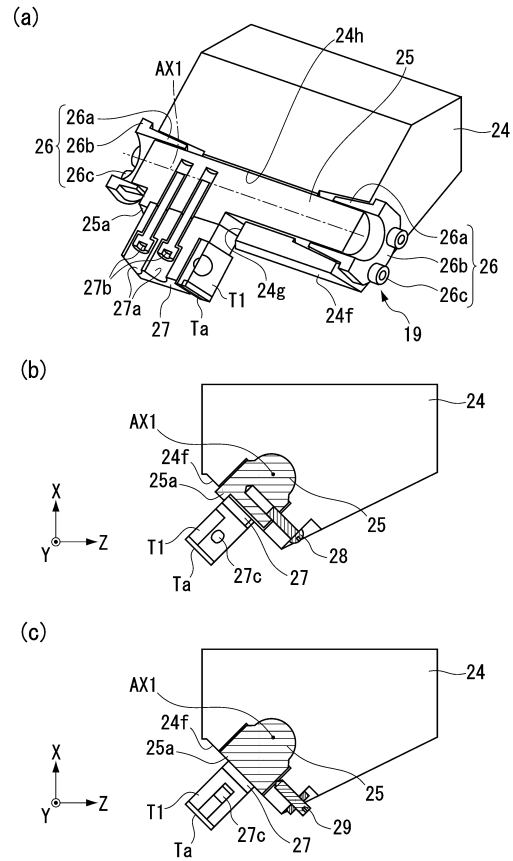
【図2】



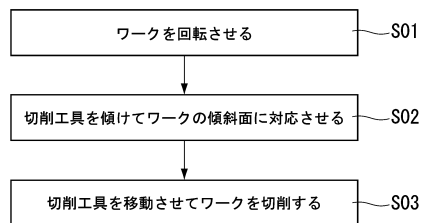
【図 3】



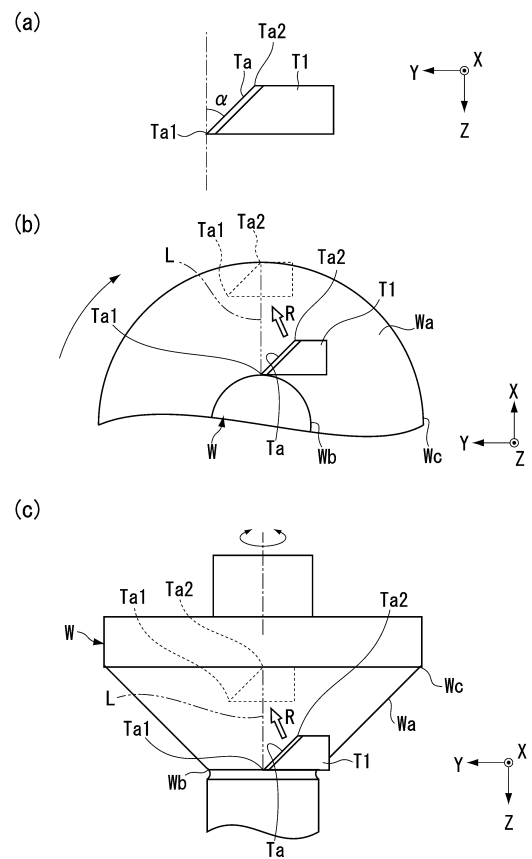
【図 4】



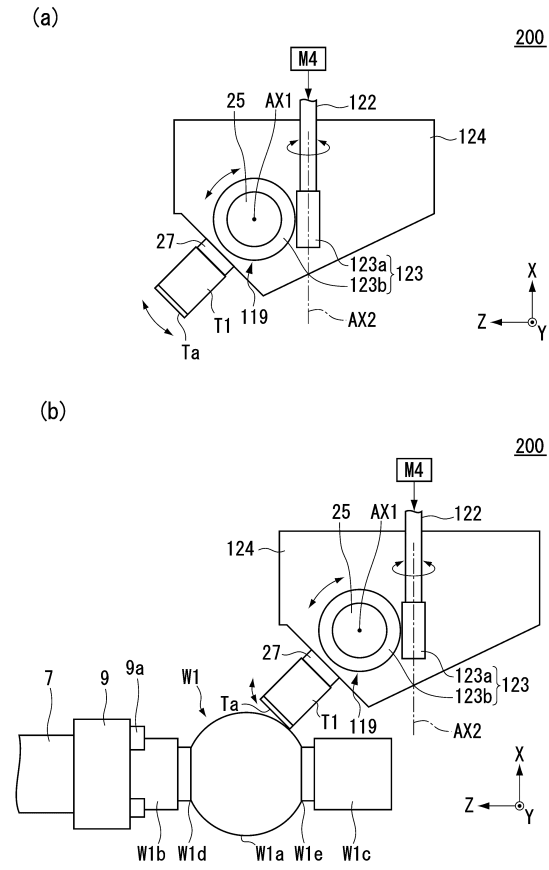
【図 5】



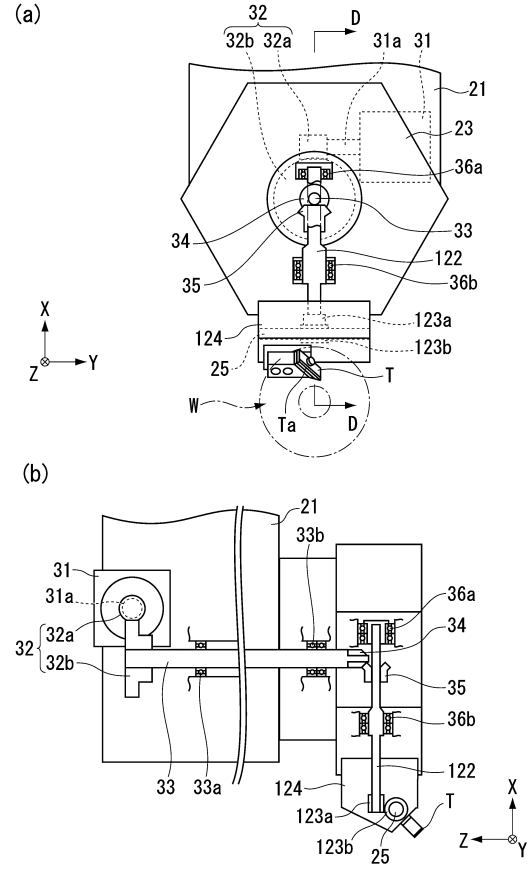
【図 6】



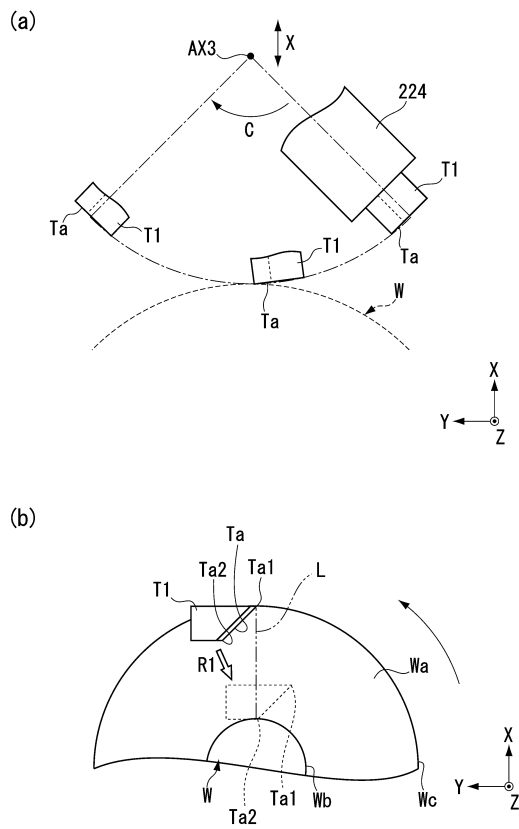
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許第7216571 (US, B2)
特表2005-501749 (JP, A)
特開昭63-212401 (JP, A)
特開2002-011617 (JP, A)
特開2009-241221 (JP, A)
実開昭57-023903 (JP, U)
実開昭56-052602 (JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23B 1/00-25/06
B23Q 1/00- 1/76
WPI