

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6861796号
(P6861796)

(45) 発行日 令和3年4月21日 (2021.4.21)

(24) 登録日 令和3年4月1日 (2021.4.1)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 3 Q 1/48 (2006.01)	B 2 3 Q 1/48 F
B 2 3 Q 1/01 (2006.01)	B 2 3 Q 1/01 G
	B 2 3 Q 1/01 T
	B 2 3 Q 1/01 H

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2019-508480 (P2019-508480)	(73) 特許権者	000154990
(86) (22) 出願日	平成29年3月31日 (2017.3.31)		株式会社牧野フライス製作所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2017/013806		東京都目黒区中根2丁目3番19号
(87) 国際公開番号	W02018/179412	(74) 代理人	100099759
(87) 国際公開日	平成30年10月4日 (2018.10.4)		弁理士 青木 篤
審査請求日	令和1年6月14日 (2019.6.14)	(74) 代理人	100123582
			弁理士 三橋 真二
前置審査		(74) 代理人	100160705
			弁理士 伊藤 健太郎
		(72) 発明者	佐野 裕児
			山梨県南都留郡富士河口湖町勝山3560
			番地1 株式会社牧野フライス製作所内
		審査官	中里 翔平

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 工作機械

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

先端にテーパ穴が形成され該テーパ穴に嵌合するシャンクを有した工具ホルダを介して工具を装着する主軸、前記主軸を回転軸線周りに回転支持する主軸頭、前記主軸とワークを取り付けるテーブルとを相対的に移動させる直交3軸方向の直線送り軸および、前記主軸の回転軸線の向きを変更可能な回転送り軸を有する工作機械において、

前記直線送り軸の何れとも平行ではなく、かつ前記主軸の回転軸線と交差する傾斜軸線周りに前記主軸頭を回転させる回転送り軸装置と、

前記主軸の回転軸線と前記傾斜軸線との交点が前記主軸のテーパ穴に装着した工具ホルダのゲージライン上または前記主軸の先端面内に配置されるように前記主軸頭を回転可能に支持する主軸頭ベースと、

を具備することを特徴とした工作機械。

【請求項 2】

前記主軸頭ベースが、前記直交3軸方向の少なくとも2軸方向に前記テーブルに対して相対移動可能となっている請求項1に記載の工作機械。

【請求項 3】

床面に設置される基台となるベッドと、該ベッドの上面の前方部分において水平前後方向に移動可能に設けられワークを固定するテーブルと、

前記ベッドの上面の後方部分において、前記テーブルの移動方向である水平前後方向に対して垂直な水平左右方向に移動可能に取り付けられたコラムとを更に具備し、

10

20

前記主軸頭ベースが、前記コラムの前面において鉛直方向に往復移動可能に取り付けられている請求項 2 に記載の工作機械。

【請求項 4】

前記テーブルは、鉛直方向に延びる軸線周りにワークを回転送り可能となっている請求項 3 に記載の工作機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、主軸頭を直交 3 軸方向の直線送り軸の何れとも平行ではない傾斜軸線周りに回転送りする工作機械に関する。

10

【背景技術】

【0002】

工作機械の分野では、先端に工具を装着する主軸、前記主軸を回転軸線周りに回転支持する主軸頭、前記主軸とワークを取り付けるテーブルとを相対的に移動させる直交 3 軸方向の直線送り軸、および、前記主軸の回転軸線の向きを変更可能な回転送り軸を有し、ワークをテーブルに固定した後に、該ワークをテーブルから取り外すことなく種々の加工ができるようにした多軸制御の工作機械がある。

【0003】

特許文献 1 には、3 つの互いに直交する方向に主軸の向きを割り出し可能にされているような工作機械において、主軸を 2 方向の水平位置および鉛直位置に対応する、120° 間隔の 3 つの位置へ位置決めできるようにした主軸頭を有した工作機械が開示されている。また、特許文献 2 には、主軸ヘッドが、水平スライドに水平軸線周りに回転可能に取り付けられた主軸ハウジングを有し、該主軸ハウジングの下端部にフォークヘッドが前記水平軸とは異なる他の水平軸線周りに回転可能に取り付けられてた工作機械が開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開昭 58 - 077428 号公報

【特許文献 2】特開 2005 - 527387 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 の工作機械では、傾斜軸線 b の周りに主軸頭を 120° 間隔の 3 つの位置のみでしか位置決めできないので、主軸を水平な 2 方向および鉛直方向の互いに直交する 3 方向にしか割り出すことができず、ワークの下面から上向きに工具を突き出してワークを加工するアンダーカットをすることができない問題がある。

【0006】

特許文献 2 の工作機械では、アンダーカットに際して、フォークヘッド 15 を主軸ハウジング 13 が工具の上方に配置されているため、主軸ハウジングとワークとの干渉を避ける必要から長い工具を用いなければならない。そのため、工具が撓んだり、倒れたりして加工誤差が大きくなる問題がある。また、フォークヘッドの回転中心位置が工具から離れているので、フォークヘッドの回転位置決め誤差が、フォークヘッドの回転中心から工具先端までの距離に比例して、つまりレバー比で工具先端では大きくなる問題も生じる。

40

【0007】

本発明は、こうした従来技術の問題を解決することを技術課題としており、特許文献 2 の工作機械のように、長い工具を用いなくとも、高精度にアンダーカットの可能な工作機械を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

50

上述の目的を達成するために、本発明によれば、先端にテーパ穴が形成され該テーパ穴に嵌合するシャンクを有した工具ホルダを介して工具を装着する主軸、前記主軸を回転軸線周りに回転支持する主軸頭、前記主軸とワークを取り付けるテーブルとを相対的に移動させる直交３軸方向の直線送り軸および、前記主軸の回転軸線の向きを変更可能な回転送り軸を有する工作機械において、

前記直線送り軸の何れとも平行ではなく、かつ前記主軸の回転軸線と交差する傾斜軸線周りに前記主軸頭を回転させる回転送り軸装置と、前記主軸の回転軸線と前記傾斜軸線との交点が前記主軸のテーパ穴に装着した工具ホルダのゲージライン上または前記主軸の先端面内に配置されるように前記主軸頭を回転可能に支持する主軸頭ベースとを具備する工作機械が提供される。

10

【発明の効果】

【０００９】

本発明によれば、ワークの下面から上向きに工具を突き出してワークを加工するアンダーカットを行うことができると共に、傾斜軸線が主軸の先端側に定めた基準点で主軸の回転軸線と交差するように、主軸頭が主軸頭ベースに支持されているので、工作機械は、前記傾斜軸線を中心とした回転位置によらず、加工精度の高い種々の加工を行うことができる。これは、主軸頭の姿勢を変える旋回中心が主軸の先端側にあるためであり、主軸頭とワークとの干渉が生じにくくなり、短い工具を使用可能で工具の合成が高まり、かつ、主軸頭の姿勢を変える旋回中心と工具先端の加工点との距離も短くなって、主軸頭の回転位置決め誤差が工具先端でもあまり大きくなりからである。

20

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】本発明の好ましい実施形態による工作機械の斜視図である。

【図２】図１の工作機械の主軸頭ベース、Ａ軸回転送り装置、主軸頭を示す部分拡大斜視図である。

【図３】図１において矢視線IIIの方向に見た主軸頭ベース、Ａ軸回転送り装置および主軸頭を示す部分拡大側面図である。

【図４】Ａ軸回転送り装置の一部を破断して示す部分断面斜視図である。

【図５】図１において矢視線IIIの方向に見たＡ軸回転送り装置および水平位置にある主軸頭を示す部分拡大側面図である。

30

【図６】図１において矢視線VIの方向に見たＡ軸回転送り装置および水平位置にある主軸頭を示す部分拡大側面図である。

【図７】図１において矢視線VIIの方向に見たＡ軸回転送り装置および水平位置にある主軸頭を示す部分拡大正面図である。

【図８】図１において矢視線IIIの方向に見たＡ軸回転送り装置および鉛直位置にある主軸頭を示す部分拡大側面図である。

【図９】図１において矢視線IIIの方向に見たＡ軸回転送り装置およびアンダーカット位置にある主軸頭を示す部分拡大側面図である。

【図１０】工具ホルダと共に示す主軸先端部分の部分断面図であり、基準点を説明するための図である。

40

【図１１】図１０と異なる工具ホルダと共に示す主軸先端部分の部分断面図であり、基準点を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【００１１】

以下、添付図面を参照して、本発明の好ましい実施形態を説明する。

図１～図３を参照すると、本発明の好ましい実施形態による工作機械１００は、NC装置（図示せず）によって制御される５軸のマシニングセンタを構成しており、工場の床面に設置された基台としてのベッド１０２、ベッド１０２の前方部分の上面で前後方向またはＺ軸方向に移動可能に設けられワーク（図示せず）を固定したパレットＰを着脱可能に取り付けるテーブル１２２、ベッド１０２の後端側で左右方向またはＸ軸方向に移動可能

50

に設けられたコラム 104、該コラム 104 の前面で上下方向または Y 軸方向に移動可能に設けられた主軸頭ベース 112、主軸頭ベース 112 に取り付けられ主軸 152 を回転可能に支持する主軸頭 120 を具備している。

【0012】

テーブル 122 は、ベッド 102 の上面において水平な Z 軸方向に延設された一对の Z 軸案内レール（図示せず）に沿って往復動可能に設けられており、ベッド 102 には、テーブル 122 を Z 軸案内レールに沿って往復駆動する Z 軸送り装置として、Z 軸方向に延設されたボールねじ（図示せず）と、該ボールねじの一端に連結された Z 軸サーボモータ 124 が設けられており、テーブル 122 には、前記ボールねじに係合するナット（図示せず）が取り付けられている。また、工作機械 100 は、テーブル 122 の Z 軸方向の座標位置を測定する Z 軸スケール（図示せず）を有することができる。更に、テーブル 122 は、取り付けられるパレット P を鉛直軸線周りに回転送りする B 軸送り装置を構成している。

10

【0013】

ベッド 102 の前方には、テーブル 122 との間でパレット P を交換する自動パレット交換装置 126 を配設することができる。また、ベッド 102 の側部には、多数の工具を保持する工具マガジン 128 を配設することができる。工具マガジン 128 には、工具マガジン 128 と主軸 152 との間で工具を工具ホルダに装着した状態で交換する自動工具交換装置（図示せず）を配設することができる。

【0014】

コラム 104 は、ベッド 102 の後端部分において X 軸方向に延設された一对の X 軸案内レール 106 に沿って往復動可能に設けられている。コラム 104 の下端部には、X 軸案内レール 106 上を滑動可能なガイドブロック 104a が取り付けられている。ベッド 102 には、コラム 104 を X 軸案内レール 106 に沿って往復駆動する X 軸送り装置として、X 軸方向に延設された X 軸ボールねじ 108 と、X 軸ボールねじ 108 の一端に連結された X 軸サーボモータ（図示せず）が設けられており、X 軸ボールねじ 108 には、前記ボールねじに係合するナット（図示せず）が取り付けられている。なお、工作機械 100 は、X 軸スライダ 104 の X 軸方向の座標位置を測定する X 軸スケール（図示せず）を有することができる。

20

【0015】

主軸頭ベース 112 は、コラム 104 の前面において上下方向または Y 軸方向（図 1 では上下方向）に延設された一对の Y 軸案内レール 110 に沿って往復動可能に設けられている。主軸頭ベース 112 の背面には、Y 軸案内レール 110 上を滑動可能なガイドブロック 112a が取り付けられている。コラム 104 には、主軸頭ベース 112 を Y 軸案内レール 110 に沿って往復駆動する Y 軸送り装置として、Y 軸方向に延設された Y 軸ボールねじ 114 と、Y 軸ボールねじ 114 の一端に連結された Y 軸サーボモータ 116 が設けられており、主軸頭ベース 112 には、Y 軸ボールねじ 114 に係合するナット（図示せず）が取り付けられている。なお、工作機械 100 は、主軸頭ベース 112 の Y 軸方向の座標位置を測定する Y 軸スケール（図示せず）を有することができる。

30

【0016】

主軸頭ベース 112 には、傾斜軸回転送り装置または A 軸送り装置 118 を介して主軸頭 120 が取り付けられている。図 4 を参照すると、A 軸送り装置 118 は、中空状のハウジング 130 を有している。ハウジング 130 の下端部には、A 軸旋回ベース 136 が、軸受 146 を介して傾斜軸線 O_1 を中心として回転可能に取り付けられている。ハウジング 130 内には、固定部としてのフランジ 138 がハウジング 130 の内周面から半径方向内側に張り出しており、該フランジ 138 に A 軸シャフト 140 が軸受 148 を介して回転可能に支持されている。A 軸シャフト 140 は、その下端部において A 軸旋回ベース 136 に結合されている。A 軸シャフト 140 は、その上端部においてナット 142 によってフランジ 138 から軸方向に移動しないように固定されている。また、ハウジング 130 には、A 軸旋回ベース 136 を回転駆動するために、ステータ 132 とロータ 13

40

50

4 から成る A 軸サーボモータが内蔵されている。なお、A 軸送り装置 118 は、A 軸旋回ベース 136 の傾斜軸線 O_1 周りの回転角度位置である A 軸座標を測定するロータリーエンコーダ（図示せず）を有することができる。

【0017】

A 軸旋回ベース 136 には主軸頭 120 が取り付けられている。本実施形態では、主軸頭 120 のハウジング 150 が A 軸旋回ベース 136 と一体的に形成されている。主軸頭 120 は、回転軸線 O に沿って延びる主軸 152 を回転軸線 O を中心として回転可能に支持する。主軸頭 120 は、従来公知となっている通常的主軸頭と同様の構成を有しており、主軸 152 を回転支持する軸受（図示せず）、主軸 152 を回転駆動するサーボモータ（図示せず）、主軸 152 の先端に形成されたテーパ穴 152a に装着された工具ホルダ TH（図 10、11 参照）をクランプするドローバーおよびコレットから成るクランプ装置（図示せず）、ドローバーを押し出してクランプされた工具ホルダ TH をアンクランプするアンクランプ装置（図示せず）等を具備している。

10

【0018】

本発明では、主軸頭 120 は、A 軸回転送り装置 118 の傾斜軸線 O_1 が主軸 152 の回転軸線 O と交差するように、A 軸回転送り装置 118 に取り付けられている。特に、主軸頭 120 は、傾斜軸線 O_1 と回転軸線 O との交点 P_O が主軸 152 の先端部の基準点 P_R に一致するように配向され、A 軸送り装置 118 に取り付けられている。

【0019】

図 10、11 を参照して、基準点 P_R について一層詳細に説明する。

20

図 10 は、ISO 7388 によって規定されるような、7/24 テーパのシャンク形状を有した工具ホルダ TH_1 を示している。7/24 テーパのシャンク形状には、BT（ボトルテーパ）シャンクや、NT（ナショナルテーパ）シャンクが含まれる。この場合、ゲージライン L_G と回転軸線 O との交点を基準点 P_R とする。7/24 テーパのシャンク形状 S_1 を有した工具ホルダ TH_1 を主軸 152 のテーパ穴 152a に装着したとき、工具 T の軸方向の長さ（工具長）は、ゲージライン L_G から工具 T の先端までの長さによって規定される。ゲージライン L_G は、シャンク形状の精度に依存しているが、通常、主軸 152 の端面 152b から $\delta = 0.1 \sim 0.2$ mm の位置に設定される。7/24 テーパのシャンク形状 S_1 を有した工具ホルダ TH_1 の場合、傾斜軸線 O_1 と回転軸線 O との交点 P_O をゲージライン L_G 上の基準点 P_R とする。

30

【0020】

図 11 は、ISO 12164 によって規定されるような 1/10 テーパの中空シャンク形状 S_2 を有した工具ホルダ TH_2 を示している。1/10 テーパの中空シャンク形状 S_2 には、フランジ接触面（後面）160 を有した HSK シャンクが含まれる。この場合、工具ホルダ TH_2 のフランジ後面 160 は主軸 152 の端面 152b と密着するので、工具ホルダ TH_2 に装着された工具の長さは、フランジ後面 160 から工具 T の先端までの長さによって規定される。1/10 テーパの中空シャンク形状 S_2 を有した工具ホルダ TH_2 の場合、主軸 152 の端面 152b と回転軸線 O の交点を基準点 P_R とする。

【0021】

つまり、本発明では、7/24 テーパのシャンク形状 S_1 を有した工具ホルダ TH_1 の場合も、1/10 テーパの中空シャンク形状を有した工具ホルダ TH_2 の場合も、基準点 P_R は、工具長を設定するための基準点または原点であり、同時に工作機械 100 の機械座標系の基準点でもある。工作機械 100 の NC 装置（図示せず）は、基準点 P_R の座標に基づいて X 軸、Y 軸、Z 軸の送り軸を制御する。

40

【0022】

本実施形態では、図 4 に示すように、傾斜軸線 O_1 と回転軸線 O との間の角度 α は 51.15° となっている。また、図 5 ~ 7 に示すように、回転軸線 O が Z 軸に平行となり主軸頭 120 が水平位置 H となる位置を A 軸回転送り装置 118 の原点位置とする。A 軸送り装置 118 が原点位置にあるとき、A 軸の座標は 0° となる。A 軸送り装置 118 が原点位置にあるとき、傾斜軸線 O_1 は、図 7 に示すように、X 軸に対して角度 $\beta = 32.0$

50

9° の方向に延びている。つまり、一例として示す本実施形態では、傾斜軸線 O_1 は、Z 軸に対して角度 $\alpha = 51.15^\circ$ 、かつ、X 軸に対して角度 $\beta = 32.09^\circ$ の方向に延びている。これにより、A 軸送り装置 118 は、主軸頭 120 を図 8 に示す鉛直位置と、図 9 に示すアンダーカット位置との間で、図 5 ~ 7 に示す水平位置を含め、主軸頭 120 を傾斜軸線 O_1 を中心として任意の回転角度位置に位置決め可能となっている。鉛直位置では、主軸 152 の端面 152b を下方に向けて回転軸線 O が水平面に対して 90° となる。このとき、一例として示す本実施形態では、傾斜軸線 O_1 を中心とした回転角度位置である A 軸の座標は 113.2° である。また、アンダーカット位置では、主軸 152 の端面 152b を上向きにして、回転軸線 O と水平位置 H との間の角度 γ が最大で 25.8° となる。このとき、傾斜軸線 O_1 を中心とした回転角度位置である A 軸の座標は -66.8° である。

10

【0023】

本実施形態では、傾斜軸線 O_1 が基準点 P_R で回転軸線 O を交差するように、主軸頭 120 を A 軸送り装置 118 に対して配向させて、A 軸送り装置 118 に回転送り可能に取り付けたので、工作機械 100 は、A 軸回転送り装置の座標によらず、加工精度を低下させることなくワークを加工可能となる。

【0024】

つまり、A 軸回転送り動作は、主軸先端中心付近を中心として主軸頭が姿勢を変える旋回動作と見なせるので、本実施形態では、傾斜軸線 O_1 と工具先端の加工点との距離を短くしてレバー比を極力小さくし、A 軸割出誤差に伴う加工精度の低下を防止する。更に、本実施形態では、A 軸回転送りに伴う主軸頭周りの構造物の旋回動作がコンパクトになり、機械のストロークの増加を抑え、主軸頭とワークとの干渉も生じにくくなる。また、本実施形態は、従来のフォークヘッドと比較して、主軸が鉛直下向き姿勢のとき、パレット上面から主軸先端面までの距離を大きくとることができ、背の高いワークの面加工にも対応可能となる。なお、本実施形態では、傾斜軸線 O_1 と主軸の回転軸線 O との交点 P_O が工具長さの基準点 P_R と一致する場合について説明したが、工具先端側の主軸回転軸線 O 上の任意に定めた点を基準点として、この基準点が傾斜軸線 O_1 と主軸の回転軸線 O との交点となるように構成してもよい。

20

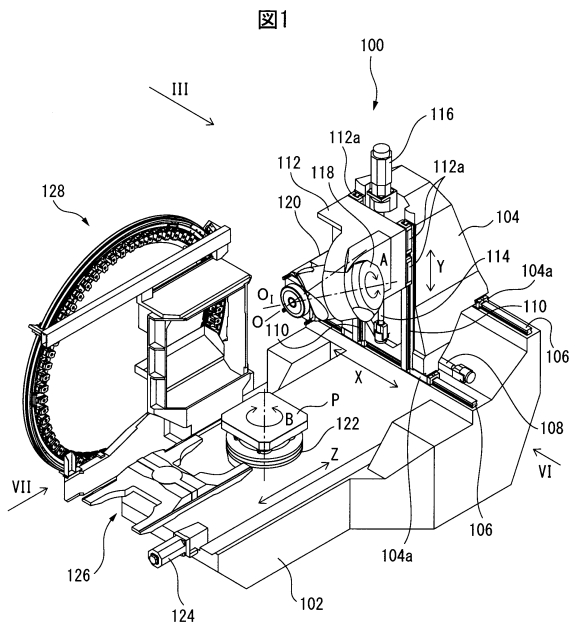
【符号の説明】

【0025】

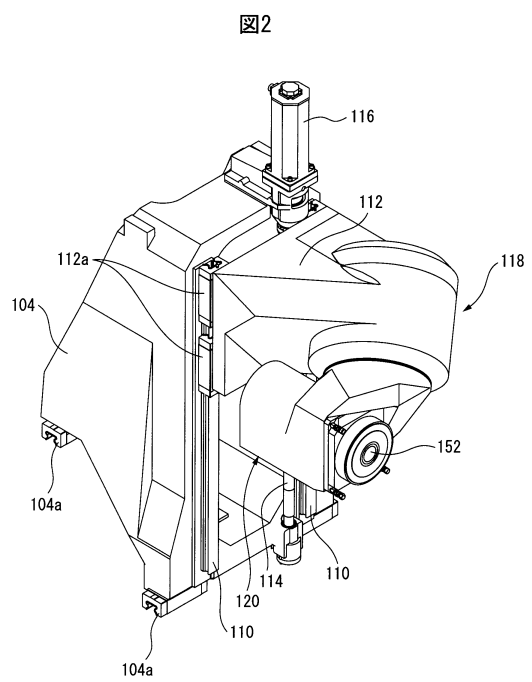
100	工作機械
102	ベッド
104	コラム
112	主軸頭ベース
118	A 軸回転送り装置
120	主軸頭
122	テーブル
136	A 軸旋回ベース
152	主軸

30

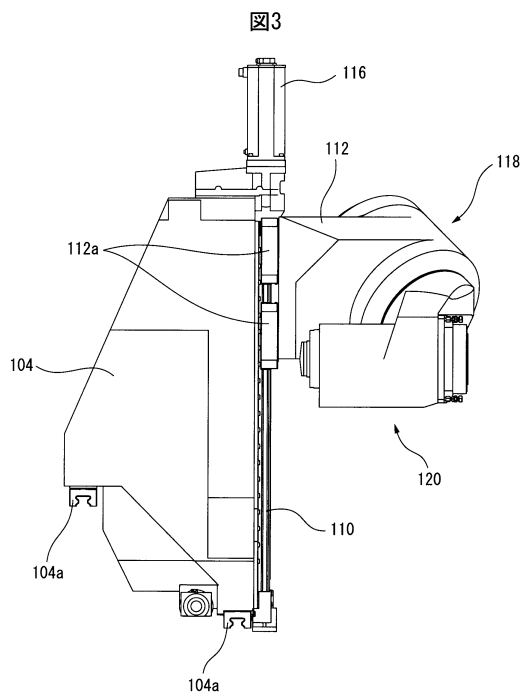
【図 1】



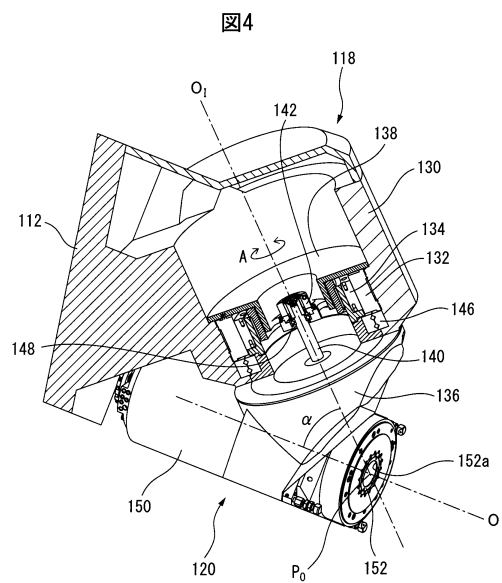
【図 2】



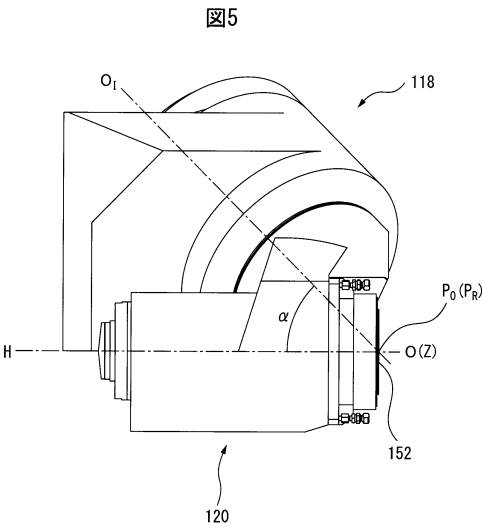
【図 3】



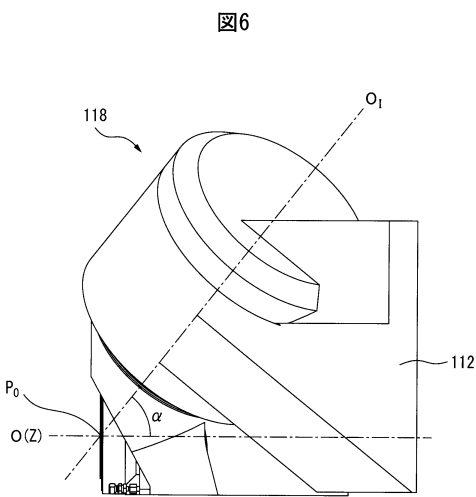
【図 4】



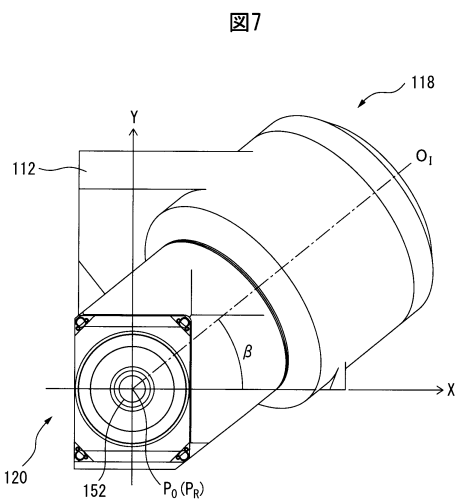
【図5】



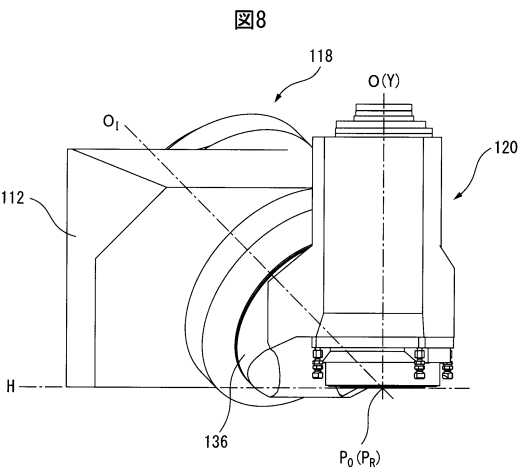
【図6】



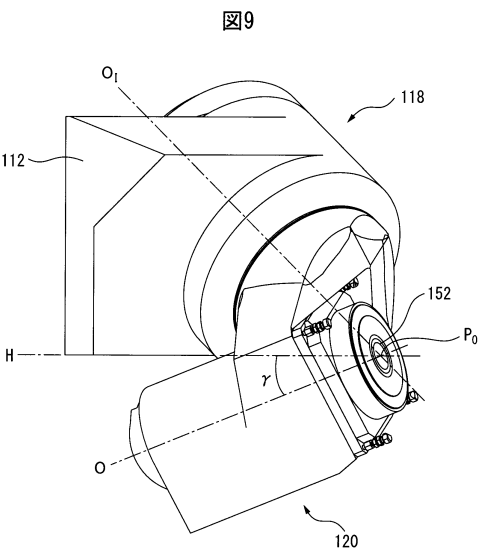
【図7】



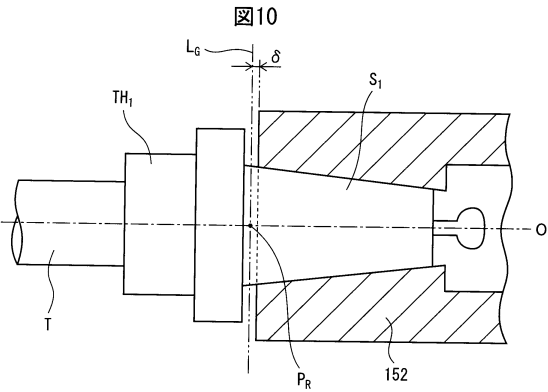
【図8】



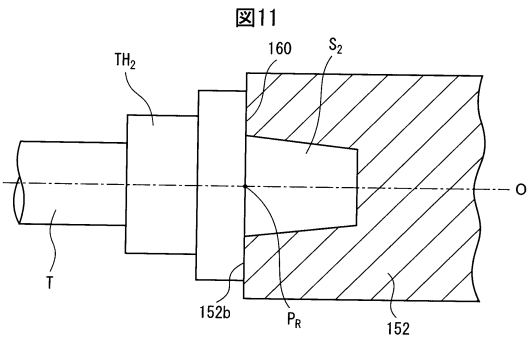
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特表2008-540145(JP,A)
特表2005-527387(JP,A)
特開昭62-176725(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23Q 1/48
B23Q 1/01