

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7675925号
(P7675925)

(45)発行日 令和7年5月13日(2025.5.13)

(24)登録日 令和7年5月1日(2025.5.1)

(51)国際特許分類	F I
B 2 3 B 49/00 (2006.01)	B 2 3 B 49/00 A
B 2 3 B 41/12 (2006.01)	B 2 3 B 41/12
B 2 3 B 49/02 (2006.01)	B 2 3 B 49/02 Z

請求項の数 3 (全22頁)

(21)出願番号	特願2024-510899(P2024-510899)	(73)特許権者	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(86)(22)出願日	令和4年3月30日(2022.3.30)	(74)代理人	110003683 弁理士法人桐朋
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/016033	(72)発明者	岡 啓一郎 東京都港区南青山二丁目1番1号 本田 技研工業株式会社内
(87)国際公開番号	WO2023/188119	(72)発明者	松本 進平 東京都港区南青山二丁目1番1号 本田 技研工業株式会社内
(87)国際公開日	令和5年10月5日(2023.10.5)	審査官	小川 真
審査請求日	令和6年4月10日(2024.4.10)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 切削加工機

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

本体フレーム(14)と、
 該本体フレームに沿って直線的に移動可能に配置され回転駆動されるシャフト状の工具(24)と、
 前記工具の移動方向に沿った先端部が挿入される挿入孔(136)が設けられた回転体(114)を有し、前記挿入孔に挿入された前記工具と共に前記回転体が回転可能である回転支持ユニット(106)と、を備えた切削加工機(10)であって、
 前記工具は、該工具の軸方向に沿って第1方向に移動することにより前記挿入孔に挿入され、
 前記工具の先端部には、前記工具の径方向外方に突出し、前記工具の前記軸方向に沿って延在する係合凸部(82)を備え、
 前記挿入孔は、前記回転体の軸方向に沿って延在し、該挿入孔の内周面から前記挿入孔の径方向外方に窪んで前記係合凸部の挿入される係合溝(138)を備え、
 前記係合凸部は、
 前記工具の前記軸方向に沿って略一定幅で形成される凸部本体(88)と、
 前記凸部本体の前記第1方向に隣接して配置され、該第1方向に向かって互いの離間距離が小さくなる第1及び第2傾斜面(90、92)を有したテーパ部(86)と、
 を備え、
 前記第1方向に向かって前記工具を見たときに、前記第1傾斜面(90)は、前記テー

パ部の幅方向中央に対して反時計回りの方向に配置され、前記第 2 傾斜面 (9 2) は、前記テーパ部の前記幅方向中央に対して時計回りの方向に配置されており、

前記第 1 傾斜面は、前記第 1 方向に向かって前記工具の軸中心に対して時計回りにねじられた面であり、前記第 2 傾斜面は、前記第 1 方向に向かって前記工具の軸中心に対して反時計回りにねじられた面であり、

前記回転体は、前記第 1 方向の反対方向である第 2 方向を向く端面を有し、

前記係合溝は、

前記回転体の前記端面から前記第 1 方向に延在し、前記第 1 方向へ向けて互いの離間距離が小さくなる第 1 及び第 2 ガイド面 (1 4 4 、 1 4 6) を有し、前記テーパ部より幅が大きいテーパ溝部 (1 4 0) と、

前記テーパ溝部の前記第 1 方向に隣接して配置され、前記回転体の前記軸方向に沿って略一定幅で形成される溝本体 (1 4 2) と、

を備え、

前記第 1 方向に向かって前記挿入孔を見たときに、前記第 1 ガイド面 (1 4 4) は、前記係合溝の幅方向中央に対して反時計回りの方向に配置され、前記第 2 ガイド面 (1 4 6) は、前記係合溝の前記幅方向中央に対して時計回りの方向に配置されており、

前記第 1 ガイド面は、前記第 1 方向に向かって前記挿入孔の軸中心に対して時計回りにねじられた面であり、前記第 2 ガイド面は、前記第 1 方向に向かって前記挿入孔の軸中心に対して反時計回りにねじられた面であり、

前記回転体の回転方向の位置を検出する検出機構 (1 2 4) を備え、前記検出機構が、前記回転体の外周に配置され径方向外方へ向けて突出した被検出部 (1 2 6) と、前記被検出部を検知する検出センサ (1 3 0) と、

を備える、切削加工機。

【請求項 2】

(削除)

【請求項 3】

(削除)

【請求項 4】

請求項 1 記載の切削加工機において、

前記係合凸部は、前記工具の前記先端部に着脱可能に配置される、切削加工機。

【請求項 5】

請求項 1 又は 4 記載の切削加工機において、

前記工具は、該工具の前記先端部とは反対方向に配置され、該工具を回転駆動させる駆動機構 (1 8) の連結される基端を備え、前記基端は、前記本体フレームに配置される第 2 の回転支持ユニット (1 1 0) によって回転可能に支持される、切削加工機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1】

本発明は、刃具を用いてワークの加工を行う切削加工機に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2】

本出願人は、ボーリング加工又はホーニング加工に用いられる切削加工機を提案している (特公平 5 - 2 4 4 2 号公報参照) 。この切削加工機は、ワークであるシリンダブロックに軸受孔の加工を行う。

【 0 0 0 3】

切削加工機は、支柱と、駆動機構と、送り機構と、4 つのツールヘッドと、工具 (ボーリングバー) と、4 つの支持治具と、ワーク支持機構と、搬送機構とを備える。

【 0 0 0 4】

支柱は、基盤に立設される。基盤には加工ステーションが設置される。加工ステーションに対応する位置には駆動機構が昇降可能に配置される。駆動機構及びツールヘッドは送

10

20

30

40

50

り機構によって支柱に沿って昇降する。工具は、各ツールヘッドに着脱可能に連結される。工具は、ツールヘッドから下方へ向けて延在する。支持治具は、加工ステーションに対応する位置に配置される。支持治具は、支柱の下部に固定される。

【 0 0 0 5 】

この切削加工機では、搬送機構によってワークを加工ステーションに対応する位置まで搬送して支持治具で保持する。送り機構のモータを駆動させ、駆動機構、ツールヘッド及び工具を支柱に沿って下降させる。工具の下降に伴い、工具の下端部は、回転支持ユニットのブッシュ（軸受）に設けられた挿入孔に挿入される。駆動機構が駆動することで工具が回転しながらワークの軸受孔に挿入される。工具の刃具によってワークの軸受孔の加工が行われる。ワークの軸受孔の加工が完了した後、送り機構を駆動させ工具を上昇させる。支持治具によるワークの保持を解除した後、ワークを搬送機構によって加工ステーションから搬出する。

10

【 0 0 0 6 】

上述した切削用加工機において、工具の下端外周部とブッシュ内周部とが係合するときの回転方向の位相がばらついた場合、あるいは、互いの係合した隙間の中で滑りが生じて相対回転をしてしまった場合、それぞれの円筒度の公差範囲内で工具の回転精度が悪化してしまうという問題がある。工具の下端外周部とブッシュの内周部とが係合するときの回転方向の位相を一致させる手段として、前記ブッシュにキー溝を備え、前記工具の下端部に可動キーを備えることが考えられる。工具の下降及びブッシュとの係合時には可動キーが後退し、その後、工具を回転させて工具の可動キー及びブッシュのキー溝の位相が合致したときに、前記可動キーが突出して可動キーと前記キー溝とを係合させる方法が一般的に用いられる。これにより、工具の下端部とブッシュとの回転方向の位相を一致させることが可能となる。

20

【 0 0 0 7 】

しかしながら、工具の下端部に可動キーを備えた場合、切削加工機で発生する切屑が可動キーの可動部位に入り込み、前記可動キーが正常に動作しなくなることが懸念される。可動しない可動キーを備えた工具先端が、キー溝の位相がずれたブッシュの内部へ挿入されると、前記可動キーとブッシュとが干渉するという問題が生じる。

【 0 0 0 8 】

本発明は、上述した課題を解決することを目的とする。

30

【 0 0 0 9 】

本発明の態様は、本体フレームと、

該本体フレームに沿って直線的に移動可能に配置され回転駆動されるシャフト状の工具と、

前記工具の移動方向に沿った先端部が挿入される挿入孔が設けられた回転体を有し、前記挿入孔に挿入された前記工具と共に前記回転体が回転可能である回転支持ユニットと、を備えた切削加工機であって、

前記工具は、該工具の軸方向に沿って第1方向に移動することにより前記挿入孔に挿入され、

前記工具の先端部には、前記工具の径方向外方に突出し、前記工具の前記軸方向に沿って延在する係合凸部を備え、

40

前記挿入孔は、前記回転体の軸方向に沿って延在し、該挿入孔の内周面から前記挿入孔の径方向外方に窪んで前記係合凸部の挿入される係合溝を備え、

前記係合凸部は、

前記工具の前記軸方向に沿って略一定幅で形成される凸部本体と、

前記凸部本体の前記第1方向に隣接して配置され、該第1方向に向かって互いの離間距離が小さくなる第1及び第2傾斜面を有したテーパ部と、

を備え、

前記第1方向に向かって前記工具を見たときに、前記第1傾斜面は、前記テーパ部の幅方向中央に対して反時計回りの方向に配置され、前記第2傾斜面は、前記テーパ部の前記

50

幅方向中央に対して時計回りの方向に配置されており、

前記第1傾斜面は、前記第1方向に向かって前記工具の軸中心に対して時計回りにねじられた面であり、前記第2傾斜面は、前記第1方向に向かって前記工具の軸中心に対して反時計回りにねじられた面であり、

前記回転体は、前記第1方向の反対方向である第2方向を向く端面を有し、

前記係合溝は、

前記回転体の前記端面から前記第1方向に延在し、前記第1方向へ向けて互いの離間距離が小さくなる第1及び第2ガイド面を有し、前記テーパ部より幅が大きいテーパ溝部と、

前記テーパ溝部の前記第1方向に隣接して配置され、前記回転体の前記軸方向に沿って略一定幅で形成される溝本体と、

を備え、

前記第1方向に向かって前記挿入孔を見たときに、前記第1ガイド面は、前記係合溝の幅方向中央に対して反時計回りの方向に配置され、前記第2ガイド面は、前記係合溝の前記幅方向中央に対して時計回りの方向に配置されており、

前記第1ガイド面は、前記第1方向に向かって前記挿入孔の軸中心に対して時計回りにねじられた面であり、前記第2ガイド面は、前記第1方向に向かって前記挿入孔の軸中心に対して反時計回りにねじられた面である。

【0010】

本発明によれば、以下の効果が得られる。

【0011】

すなわち、本体フレームに沿って工具を第1方向に向かって移動させ、工具の先端に設けられた係合凸部が回転体における挿入孔の係合溝へ挿入される。このとき、第1傾斜面は、第1方向に向かって工具の軸中心に対して時計回りにねじられた面であり、第2傾斜面は、第1方向に向かって前記工具の軸中心に対して反時計回りにねじられた面である。第1ガイド面は、第1方向に向かって前記挿入孔の軸中心に対して時計回りにねじられた面であり、第2ガイド面は、前記第1方向に向かって前記挿入孔の軸中心に対して反時計回りにねじられた面である。

【0012】

そのため、係合凸部と係合溝とが時計回り又は反時計回りにずれた状態で、前記係合凸部が前記係合溝に挿入されたとき、その回転方向の位相ずれの程度に第1傾斜面と第1ガイド面、又は、第2傾斜面と第2ガイド面のいずれかが互いにねじり曲面同士で面接触することができる。

【0013】

従って、第1傾斜面と第1ガイド面とが面接触した状態、又は、第2傾斜面と第2ガイド面とが面接触した状態で、工具が第1方向へ向けて移動すると、係合溝の幅方向中央が係合凸部の幅方向中央に向かうように、回転体が工具に倣って回転する。係合溝の幅方向中央と係合凸部の幅方向中央とが一致し、係合凸部の凸部本体が係合溝の溝本体へと挿入される。

【0014】

その結果、工具を下降させて係合凸部を回転体の係合溝へ挿入することで、第1傾斜面と第1ガイド面、又は、第2傾斜面と第2ガイド面のいずれか一方を面接触させ、工具と回転体との回転方向の位相を迅速且つ滑らかに合わせることが容易である。これにより、工具の挿入と同時に、工具とプッシュとの位相合せができるため、工具を回転させてワークの加工を行うときの作業時間を短縮することができる。係合凸部は、工具の先端部に固定された固定式であるため、切削加工機で発生した切屑による動作不良を生じることがなく、常に安定して係合溝へと挿入して工具と回転体との回転方向の位相を合わせることができる。また、プッシュの位相ずれ量に関わらず、第1傾斜面と第1ガイド面、又は、第2傾斜面と第2ガイド面のいずれか一方を常に面接触させることで、異常摩耗が生じることなく安定的に使用することができる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 5 】

【図 1】図 1 は、本発明の実施形態に係る切削加工機の外觀斜視図である。

【図 2】図 2 は、図 1 の切削加工機における要部拡大斜視図である。

【図 3】図 3 は、図 1 の切削加工機における工具の先端及び第 1 回転支持ユニットの近傍を示す拡大斜視図である。

【図 4】図 4 は、工具の先端及びアダプタを示す拡大正面図である。

【図 5】図 5 は、図 4 の V - V 線に沿った断面図である。

【図 6】図 6 A は、図 4 の V I A - V I A 線に沿った断面図であり、図 6 B は、図 4 の V I B - V I B 線に沿った断面図であり、図 6 C は、図 4 の V I C - V I C 線に沿った断面図である。

10

【図 7】図 7 は、図 2 に示す第 1 回転支持ユニットの上面図である。

【図 8】図 8 は、図 7 の V I I I - V I I I 線に沿った断面図である。

【図 9】図 9 A は、図 8 の I X A - I X A 線に沿った断面図であり、図 9 B は、図 8 の I X B - I X B 線に沿った断面図であり、図 9 C は、図 8 の I X C - I X C 線に沿った断面図である。

【図 10】図 10 は、工具の先端が第 1 回転支持ユニットのキー溝に挿入された状態を示す概念図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 6 】

切削加工機 10 は、ワーク W に孔加工を行うために用いられる。ワーク W は、車両に搭載される内燃機関のシリンダブロック及びシリンダヘッドである。切削加工機 10 は、図 1 及び図 2 に示されるように、基台 12 と、本体フレーム 14 と、加工ステーション 16 と、駆動機構 18 と、送り機構 20 と、4 つのツールヘッド 22 と、工具 24 と、治具 26 と、支持ブロック 28 と、搬送機構 30 とを備える。

20

【 0 0 1 7 】

基台 12 は、切削加工機 10 の下部に配置される。基台 12 は、水平方向に延在する。基台 12 は、床面等の上に載置される。基台 12 は、第 1 ベース 32 と、第 2 ベース 34 とを備える。第 1 ベース 32 の上部には本体フレーム 14 が連結される。第 2 ベース 34 は、第 1 ベース 32 に隣接する。第 2 ベース 34 の上部には、後述する搬送機構 30 が配置される。

30

【 0 0 1 8 】

本体フレーム 14 は、基台 12 の第 1 ベース 32 の上部から上方へ向けて立設する。本体フレーム 14 は、收容空間 36 と、ガイドレール 38 とを備える。

【 0 0 1 9 】

收容空間 36 は、本体フレーム 14 の外周面に開口する。收容空間 36 は、後述する加工ステーション 16 及び搬送機構 30 に向かい合う。收容空間 36 の内部には、後述する支持ブロック 28 が收容される。

【 0 0 2 0 】

ガイドレール 38 は、本体フレーム 14 の外周面に配置される。ガイドレール 38 は、收容空間 36 の上部に配置される。ガイドレール 38 は、本体フレーム 14 の軸方向に沿って延在する。

40

【 0 0 2 1 】

加工ステーション 16 は、ワーク W を加工する部位である。加工ステーション 16 は、本体フレーム 14 の側方に配置される。加工ステーション 16 は、本体フレーム 14 の下部に向かい合う。加工ステーション 16 には、搬送機構 30 によってワーク W が搬入又は搬出される。

【 0 0 2 2 】

駆動機構 18 は、本体フレーム 14 の上部に配置される。駆動機構 18 の一部は、本体フレーム 14 から径方向外方へ張り出している。駆動機構 18 は、加工ステーション 16 の上方に配置される。駆動機構 18 と加工ステーション 16 とが上下方向に向かい合う。

50

駆動機構 18 は、昇降台 40 と、駆動モータ 42 とを備える。

【 0 0 2 3 】

昇降台 40 は、本体フレーム 14 の軸線と直交して水平に配置される。昇降台 40 は、本体フレーム 14 のガイドレール 38 に沿って移動可能である。駆動モータ 42 は、昇降台 40 の上部に固定される。駆動モータ 42 は、駆動シャフト（図示せず）を有する。駆動シャフトの下端には、ツールヘッド 22 の回転シャフト 48 が連結される。図示しない電源から駆動モータ 42 へ通電することで、駆動シャフトと共に回転シャフト 48 が回転する。

【 0 0 2 4 】

送り機構 20 は、昇降台 40 を含む駆動機構 18 を上下方向に沿って移動可能である。送り機構 20 は、本体フレーム 14 の上部に配置される。送り機構 20 は、昇降モータ 44 を備える。昇降モータ 44 を駆動させることで、昇降台 40 がガイドレール 38 に沿って上下方向へ移動する。

10

【 0 0 2 5 】

4 つのツールヘッド 22 は、本体フレーム 14 の外周に配置される。4 つのツールヘッド 22 は、ヘッドキャリア 46 に保持される。ヘッドキャリア 46 は円環状である。ヘッドキャリア 46 は、本体フレーム 14 の外周面から径方向外方に配置される。ヘッドキャリア 46 は、本体フレーム 14 に回転可能に配置される。4 つのツールヘッド 22 は、ヘッドキャリア 46 の周方向に等間隔離間して配置される。ヘッドキャリア 46 の軸方向から見て、4 つのツールヘッド 22 は互いに 90° 毎に離間している。

20

【 0 0 2 6 】

図示しない駆動源の駆動力によってヘッドキャリア 46 が回転することで、4 つのツールヘッド 22 が本体フレーム 14 の周りを回転する。4 つのツールヘッド 22 は、本体フレーム 14 の外周面に沿って回転し、4 つのツールヘッド 22 のうちの 1 つのツールヘッド 22 が、加工ステーション 16 に向かい合う位置に配置される。

【 0 0 2 7 】

各ツールヘッド 22 は、回転シャフト 48 を備える。回転シャフト 48 は、ツールヘッド 22 に回転可能に支持される。回転シャフト 48 は、ツールヘッド 22 から下方（第 1 方向）へ向けて延在する。回転シャフト 48 の上端は、駆動機構 18 における駆動モータ 42 の駆動シャフトの下端と接続される。回転シャフト 48 の下端は、図示しない継手を介して工具 24 の上端と連結される。

30

【 0 0 2 8 】

工具 24 は、ツールヘッド 22 に着脱可能に配置される。工具 24 は、軸方向に沿って長尺なシャフト状である。工具 24 は、ツールヘッド 22 から下方（第 2 方向）へ向けて延在する。工具 24 は、工具シャフト 25 と、複数のバイト 50 と、アダプタ 52 とを備える。

【 0 0 2 9 】

バイト 50 は、先端に刃部を有した刃具である。バイト 50 は、工具シャフト 25 の軸線と直交方向に配置される。バイト 50 は、工具シャフト 25 に設けられた保持孔（図示せず）に挿通される。バイト 50 の先端が工具 24（工具シャフト 25）の外周面から径方向外方へ向けて突出する。複数のバイト 50 は、工具 24 の軸方向に沿って等間隔離間して配置される。バイト 50 の先端によってワーク W における加工用下孔 H（図 2 参照）の内周面が切削加工される。

40

【 0 0 3 0 】

工具 24（工具シャフト 25）の上端は、回転シャフト 48 の下端に接続可能である。駆動モータ 42 が回転すると、回転シャフト 48 と共に工具 24 が回転する。工具 24 の下端は、後述する治具 26 の第 1 回転支持ユニット 106 へ挿入可能である。

【 0 0 3 1 】

図 3 ~ 図 5 に示されるように、工具シャフト 25 の下端（先端部）は、装着孔 54 を有する。装着孔 54 は、下方に向かって開口する。装着孔 54 には、アダプタ 52 の挿入部

50

74が挿入される。工具シャフト25は、装着孔54の上端に、ねじ孔56を有する。ねじ孔56は、装着孔54の中心に配置される。ねじ孔56は、装着孔54の上端よりも上方（第2方向）へ延在する。工具24の軸方向から見て、装着孔54の内周面は円形状である。装着孔54の内周面は、一对のスリット溝58を有する。スリット溝58は、装着孔54の内周面から径方向外方へ窪む。スリット溝58は、装着孔54の軸方向に沿って延在する。

【0032】

アダプタ52は、工具シャフト25の下端に連結される。アダプタ52は、工具シャフト25に着脱可能に配置される。アダプタ52は、ボディ60と、キー部材62と、プラグ部材64と、ナット部材66と、一对の回り止め部材68と、連結ボルト70とを備える。工具24が下降したとき、アダプタ52は工具24と共に第1回転支持ユニット106に挿入可能である。

10

【0033】

ボディ60は、円筒状である。ボディ60の外周径は、工具24の外周径と略同一である。ボディ60は、収容孔72と、挿入部74とを備える。収容孔72は、ボディ60の軸方向に沿った略中央に配置される。

【0034】

収容孔72は、ボディ60の軸方向と直交方向に貫通する。収容孔72は、キー部材62を収容可能である。ボディ60の軸方向と直交方向から見て、収容孔72の断面形状は、軸方向に長尺な長方形形状である。収容孔72は、ボディ60の外周面に開口する。

20

【0035】

挿入部74は、ボディ60の上端に配置される。挿入部74は、ボディ60より小径である。挿入部74は、工具24の装着孔54へ挿入可能である。挿入部74には、一对の回り止め部材68が取り付けられる。回り止め部材68は挿入部74に装着されることで、挿入部74の外周面より径方向外方へ突出する。

【0036】

回り止め部材68は、挿入部74の軸方向に沿って延在する。挿入部74が装着孔54へ挿入されたとき、一对の回り止め部材68がスリット溝58へそれぞれ挿入される。これにより、工具24とアダプタ52との回り止めがなされる。アダプタ52が工具24に対して相対回転することがない。

30

【0037】

ボディ60の内部には、ボルト孔76と、セットねじ孔78とを有する。ボルト孔76及びセットねじ孔78は、ボディ60の軸線上にそれぞれ配置される。

【0038】

ボルト孔76は、連結ボルト70を挿入可能である。ボルト孔76は、収容孔72より挿入部74に近接する位置に配置される。ボルト孔76は収容孔72に開口して連通する。ボルト孔76は、ボディ60から挿入部74まで延在する。ボルト孔76は、挿入部74の上端に開口する。挿入部74が工具24の装着孔54へ挿入されたとき、ボルト孔76に挿入された連結ボルト70がねじ孔56に螺合される。これにより、工具24の下端にアダプタ52が連結ボルト70によって固定される。

40

【0039】

セットねじ孔78は、ボディ60の下端から収容孔72まで貫通する。セットねじ孔78には、プラグ部材64及びナット部材66が収容される。プラグ部材64は、セットねじ孔78において収容孔72に近接した位置に配置される。ナット部材66は、セットねじ孔78において収容孔72から離間したボディ60の下端に近接した位置に配置される。

【0040】

プラグ部材64がセットねじ孔78に挿入された状態で、ボディ60の下端からセットねじ孔78にナット部材66が螺合される。これにより、ナット部材66によってセットねじ孔78が塞がれる。セットねじ孔78において、プラグ部材64の上部が収容孔72の内部へ突出する。プラグ部材64の上部は、後述するキー部材62の凹部84に係合さ

50

れることで、キー部材 6 2 の径方向位置を位置決めすることができる。

【 0 0 4 1 】

キー部材 6 2 は、ブロック体である。キー部材 6 2 は、キー本体 8 0 と、キー凸部（係合凸部）8 2 とを備える。キー本体 8 0 の断面形状は略矩形形状である。キー本体 8 0 は、ボディ 6 0 の収容孔 7 2 に対応した形状である。キー本体 8 0 の下端は凹部 8 4 を備える。キー部材 6 2 を下方から見たとき、凹部 8 4 の断面形状は、円形状の一部が切り欠かれた形状である（図 6 A ~ 図 6 C 参照）。凹部 8 4 の断面形状は、プラグ部材 6 4 に対応する。キー部材 6 2 が収容孔 7 2 へ挿入されたとき、凹部 8 4 がセットねじ孔 7 8 に向かい合う。凹部 8 4 にはプラグ部材 6 4 の上部が挿入される。凹部 8 4 にプラグ部材 6 4 が挿入されることで、キー部材 6 2 の収容孔 7 2 に沿った移動が規制される。キー部材 6 2 が、プラグ部材 6 4 によって収容孔 7 2 に固定される。

10

【 0 0 4 2 】

本構成により、後述するようにキー凸部 8 2 がキー溝 1 3 8 に挿入される際に、キー凸部 8 2 にかかる荷重が連結ボルト 7 0 にかからず、ボディ 6 0 にかかるように構成されている。

【 0 0 4 3 】

キー本体 8 0 は、キー本体 8 0 の下端と直交する側部を有する。キー本体 8 0 の側部にキー凸部 8 2 が配置される。キー部材 6 2 を収容孔 7 2 へ挿入したとき、キー凸部 8 2 はボディ 6 0 の外周面より径方向外方へ突出する。キー凸部 8 2 は、ボディ 6 0 の外部に露出する。

20

【 0 0 4 4 】

キー凸部 8 2 は、キー部材 6 2 の軸方向に沿って延在する。キー凸部 8 2 は、キー部材 6 2 の軸方向に沿って長尺である。キー凸部 8 2 の延在方向は、ボディ 6 0 の軸方向と同じである。キー凸部 8 2 は、テーパ部 8 6 と、凸部本体 8 8 とを備える。

【 0 0 4 5 】

テーパ部 8 6 は、キー凸部 8 2 の延在方向に沿ったキー凸部 8 2 の略中央部から下端まで延在する。テーパ部 8 6 の幅寸法は、キー凸部 8 2 の下端に向けて徐々に小さくなる。幅寸法は、キー凸部 8 2 の軸方向と直交する幅方向の寸法である。

【 0 0 4 6 】

テーパ部 8 6 は、一对の第 1 及び第 2 傾斜面 9 0、9 2 を有する。第 1 及び第 2 傾斜面 9 0、9 2 は、キー凸部 8 2 の延在方向と直交するキー凸部 8 2 の幅方向両側に配置される。

30

【 0 0 4 7 】

第 1 傾斜面 9 0 は、キー凸部 8 2 の幅方向一方に配置される。第 2 傾斜面 9 2 は、キー凸部 8 2 の幅方向他方に配置される。第 1 傾斜面 9 0 と第 2 傾斜面 9 2 とは、キー凸部 8 2 の幅方向中央と工具 2 4 の軸中心 P（工具 2 4 の回転中心）とを通る直線 A A に対して対称である。キー凸部 8 2 の幅方向において、第 1 傾斜面 9 0 と第 2 傾斜面 9 2 との離間距離が、凸部本体 8 8 から離間する方向（下方、第 1 方向）に向けて徐々に小さくなる。

【 0 0 4 8 】

第 1 及び第 2 傾斜面 9 0、9 2 は、ボディ 6 0 の周方向に沿ってねじられた螺旋状である。図 6 A ~ 図 6 C に示されるテーパ部 8 6 の上端から下方に向かって工具 2 4（アダプタ 5 2）を見たとき、第 1 傾斜面 9 0 は、直線 A A に対して反時計回りの方向（矢印 B 方向）に配置される、第 1 傾斜面 9 0 は、テーパ部 8 6 の上端から下方に向かって工具 2 4 の軸中心に対して時計回りにねじられた曲面である。

40

【 0 0 4 9 】

図 6 A ~ 図 6 C に示されるテーパ部 8 6 の上端から下方に向かって工具 2 4（アダプタ 5 2）を見たとき、第 2 傾斜面 9 2 は、直線 A A に対して時計回りの方向（矢印 C 方向）に配置される。第 2 傾斜面 9 2 は、テーパ部 8 6 の上端から下方に向かって工具 2 4（アダプタ 5 2）の軸中心に対して反時計回りにねじられた曲面である。

【 0 0 5 0 】

50

図 6 A ~ 図 6 C に示されるキー部材 6 2 を上方から見たとき、直線 A A と第 1 傾斜面 9 0 とがなす角度を傾斜角度 1 とすると、キー凸部 8 2 の上端から下端に向けて徐々に第 1 傾斜面 9 0 の傾斜角度 1 が大きくなる。図 6 A に示すように、キー凸部 8 2 の上端で、第 1 傾斜面 9 0 は、直線 A A と平行である。

【 0 0 5 1 】

図 6 A ~ 図 6 C に示されるテーパ部 8 6 の上端から下方に向かって工具 2 4 (アダプタ 5 2) を見たとき、第 2 傾斜面 9 2 は、工具 2 4 の軸中心に対して反時計回りにねじられた曲面である。キー部材 6 2 を上方から見て、直線 A A と第 2 傾斜面 9 2 とがなす角度を傾斜角度 2 とすると、キー凸部 8 2 の上端から下端に向けて徐々に第 2 傾斜面 9 2 の傾斜角度 2 が大きくなる。図 6 A に示すように、キー凸部 8 2 の上端で、第 2 傾斜面 9 2 は、直線 A A と平行である。

10

【 0 0 5 2 】

テーパ部 8 6 において、第 1 傾斜面 9 0 のねじり方向と第 2 傾斜面 9 2 のねじり方向とが反対方向である。傾斜角度 1 と傾斜角度 2 とは、キー凸部 8 2 の延在方向において同一となる。

【 0 0 5 3 】

工具 2 4 の軸方向上方から見て、キー凸部 8 2 の上端の断面形状は矩形形状である。キー凸部 8 2 の下端の断面形状は、径方向外方が幅狭な台形状である。キー凸部 8 2 の上端から下端へ向けて、キー凸部 8 2 の断面形状は矩形形状から台形状へと徐々に変化する。

【 0 0 5 4 】

図 3 ~ 図 5 に示されるように、凸部本体 8 8 は、テーパ部 8 6 の上部に配置される。凸部本体 8 8 は、キー凸部 8 2 の延在方向に沿ったキー凸部 8 2 の略中央部から上端まで延在する。凸部本体 8 8 の幅寸法は、キー凸部 8 2 の延在方向に沿って略一定である。凸部本体 8 8 は、該凸部本体 8 8 の幅方向に対称形状である。工具 2 4 の軸方向上方から見て、凸部本体 8 8 の断面形状は矩形形状である。

20

【 0 0 5 5 】

図 1 及び図 2 に示されるように、4 つの治具 2 6 は、ワーク W を保持可能である。治具 2 6 は、支持キャリア 9 4 に保持される。治具 2 6 は、一对の支持キャリア 9 4 によって本体フレーム 1 4 の軸方向において支持ブロック 2 8 と同一高さに配置される。支持キャリア 9 4 は円環状である。支持キャリア 9 4 は、本体フレーム 1 4 の外周に回転可能に配置される。支持キャリア 9 4 によって 4 つの治具 2 6 が、支持キャリア 9 4 の周方向に等間隔離間して保持される。支持キャリア 9 4 の軸方向から見て、4 つの治具 2 6 は互いに 90° 毎に離間している。

30

【 0 0 5 6 】

支持キャリア 9 4 によって 4 つの治具 2 6 は本体フレーム 1 4 の外周を回転可能である。4 つの治具 2 6 のうちの 1 つの治具 2 6 が加工ステーション 1 6 に向かい合うとき、前記 1 つの治具 2 6 は支持ブロック 2 8 に向かい合う。

【 0 0 5 7 】

治具 2 6 は、図 1 ~ 図 3 に示されるように、治具本体 9 6 と、第 1 及び第 2 支持部 9 8、1 0 0 とを備える。治具 2 6 の断面形状は、第 1 及び第 2 支持部 9 8、1 0 0 と治具本体 9 6 とが略直交した U 字状である。ワーク W は、治具本体 9 6 と、第 1 及び第 2 支持部 9 8、1 0 0 とに囲まれるように保持される (図 1 及び図 2 参照)。

40

【 0 0 5 8 】

治具本体 9 6 は、平坦な板状である。治具本体 9 6 は、本体フレーム 1 4 又は支持ブロック 2 8 に向かい合う。治具本体 9 6 は、上下方向に直尺な略長形状である。

【 0 0 5 9 】

治具本体 9 6 の背面は、本体フレーム 1 4 に向かい合う。治具本体 9 6 の背面には、基準座 1 0 2 が取り付けられる。基準座 1 0 2 には、後述する支持ブロック 2 8 の接続部 1 5 0 が当接する。

【 0 0 6 0 】

50

第1支持部98は、治具本体96の下端に配置される。第2支持部100は、治具本体96の上端に配置される。第1及び第2支持部98、100は、それぞれ治具本体96の延在方向と直交方向へ張り出す。第1及び第2支持部98、100は、それぞれ本体フレーム14とは反対方向へ延在する。第1支持部98と第2支持部100とが上下方向に向かい合う。

【0061】

第1支持部98は、第1支持孔104を有する。第1支持孔104は上下方向に貫通する。第1支持孔104には、第1回転支持ユニット106が収容される。ツールヘッド22と共に工具24が下降したとき、第2支持孔108には前記工具24を支持する第2回転支持ユニット110が挿入される。第2支持部100の第2支持孔108によって第2

10

【0062】

第1回転支持ユニット106は、図7及び図8に示されるように、ハウジング112と、プッシュ(回転体)114と、一对の軸受1161、1162と、ホルダ118と、第1及び第2キャップ120、122と、検出機構124とを備える。ハウジング112は円筒状である。ハウジング112は、第1支持部98の第1支持孔104に挿入され保持される。ハウジング112の軸線は、上下方向に延在する。ハウジング112の下端にはホルダ118が連結される。

【0063】

プッシュ114は、円筒体である。プッシュ114は、ハウジング112及びホルダ118の内部に収容される。プッシュ114は、ハウジング112と同軸に配置される。プッシュ114とハウジング112との間に一对の軸受1161、1162が配置される。一对の軸受1161、1162は、プッシュ114及びハウジング112の軸方向に離間する。一对の軸受1161、1162によってプッシュ114がハウジング112に回転可能に支持される。

20

【0064】

ハウジング112及びプッシュ114の上端に第1キャップ120が装着される。プッシュ114の上端は、第1キャップ120を貫通する。プッシュ114の上端は外部に露呈する。ハウジング112の下端には、ホルダ118を介して第2キャップ122が装着される。第2キャップ122は、プッシュ114の下端を覆う。第1及び第2キャップ120、122は、プッシュ114と共に回転可能である。

30

【0065】

検出機構124は、被検出部126と、エア供給部材128と、検出センサ130(図2参照)とを備える。被検出部126は、プッシュ114の外周面に配置される。被検出部126は、プッシュ114の下端の近傍に配置される。被検出部126は、プッシュ114の外周面から径方向外方へ突出する。被検出部126は、プッシュ114の回転方向に所定幅を有する。

【0066】

エア供給部材128は、ホルダ118に取り付けられる。エア供給部材128は、ホルダ118の外周面から径方向内方に向けて取り付けられる。エア供給部材128には、図示しないエア供給源から圧縮エアが供給される。エア供給部材128の先端は、エアを噴射可能なノズル部132を有する。ノズル部132は、ホルダ118の空間134内に取り付けられる。空間134を介してノズル部132とプッシュ114の下端とが向かい合う。エア供給部材128のノズル部132からプッシュ114の外周面に向けて圧縮エアが噴射される。

40

【0067】

検出センサ130は、後述する支持ブロック28に配置される。検出センサ130は、エアギャップセンサである。エア供給部材128からプッシュ114の外周面に向けて噴射された圧縮エアの圧力差を検出センサ130によって検知する。検出センサ130で検知された圧力差によって、プッシュ114の外周面とエア供給部材128のノズル部13

50

2との離間距離の変化を検知可能である。

【0068】

ブッシュ114が回転して被検出部126がエア供給部材128に向かい合うとき、前記被検出部126と前記エア供給部材128との離間距離が小さくなり圧力変化が生じる。この圧力変化に基づいて、被検出部126がエア供給部材128に正対してブッシュ114の回転方向に沿った位置が検出される。ブッシュ114の回転方向の位置を検知することで、前記ブッシュ114のキー溝138の位置を確認可能である。被検出部126とエア供給部材128とが向かい合うとき、回転方向における工具24のキー凸部82とブッシュ114のキー溝138との位置が一致する。

【0069】

ブッシュ114の内部に、挿入孔136を有する。挿入孔136は、ブッシュ114の軸方向に沿って延在する。挿入孔136は、ブッシュ114を軸方向に貫通する。挿入孔136の上端から挿入孔136に工具24（アダプタ52）が挿入される。挿入孔136は、軸方向に沿って一定径である。ブッシュ114の軸方向から見て、挿入孔136の内周面は円形状である。挿入孔136の内径は、工具24が挿入孔136に挿入可能な大きさである。

【0070】

挿入孔136は、キー溝（係合溝）138を備える。キー溝138は、挿入孔136の内周面から径方向外方へ窪む。キー溝138は、挿入孔136の軸方向に沿って延在する。挿入孔136に工具24の先端が挿入されるとき、キー溝138にキー部材62のキー凸部82が挿入される。

【0071】

キー溝138は、図8～図10に示されるように、テーパ溝部140と、溝本体142とを有する。

【0072】

テーパ溝部140は、キー溝138の上部に配置される。テーパ溝部140は、一对の第1及び第2ガイド面144、146を有する。第1及び第2ガイド面144、146は、キー溝138の延在方向と直交するキー溝138の幅方向に配置される。第1ガイド面144と第2ガイド面146とが、キー溝138の幅方向に所定間隔離間する。テーパ溝部140の幅寸法は、キー部材62のテーパ部86の幅寸法よりも大きい。

【0073】

図9A～図9Cにおいて、直線ABは、ブッシュ114の中心軸線S（ブッシュ114の回転中心）とキー溝138の幅方向中央を通る。挿入孔136を下方に向かって見たとき、第1ガイド面144は、直線ABに対して反時計回りの方向（矢印B方向、キー溝138の幅方向一方）に配置される。挿入孔136を下方に向かって見たとき、第2ガイド面146は、直線ABに対して時計回りの方向（矢印C方向、キー溝138の幅方向他方）に配置される。

【0074】

第1ガイド面144と第2ガイド面146とが向かい合う。第1ガイド面144と第2ガイド面146とが直線ABに対して対称である。テーパ溝部140の幅寸法は、キー凸部82の下端に向けて徐々に小さくなる。すなわち、キー溝138の幅方向において、第1ガイド面144と第2ガイド面146との離間距離は、テーパ溝部140の上端から溝本体142に向けて徐々に小さくなる。

【0075】

図9A～図9Cに示されるように、ブッシュ114の軸方向上方から見て、第1ガイド面144は、挿入孔136の軸中心に対して時計回り（矢印C方向）に回転するようにねじられた曲面である。ブッシュ114を上方から見て、直線ABと第1ガイド面144とがなす角度を傾斜角度 θ とすると、テーパ溝部140の上端から溝本体142に向けて徐々に第1ガイド面144の傾斜角度 θ が小さくなる。すなわち、傾斜角度 θ は、第1ガイド面144の上端で最も大きい。第1ガイド面144の下端で、第1ガイド面14

10

20

30

40

50

4 は、直線 A B と平行である。

【 0 0 7 6 】

図 9 A ~ 図 9 C に示されるように、ブッシュ 1 1 4 の軸方向上方から見て、第 2 ガイド面 1 4 6 は、挿入孔 1 3 6 の軸中心に対して反時計回りに回転するようにねじられた曲面である。ブッシュ 1 1 4 を上方から見て、直線 A B と第 2 ガイド面 1 4 6 とがなす角度を傾斜角度 4 とすると、テーパ溝部 1 4 0 の上端から溝本体 1 4 2 に向けて徐々に第 2 ガイド面 1 4 6 の傾斜角度 4 が小さくなる。すなわち、傾斜角度 4 は、第 2 ガイド面 1 4 6 の上端で最も大きい。第 2 ガイド面 1 4 6 の下端で、第 2 ガイド面 1 4 6 は、直線 A B と平行である。

【 0 0 7 7 】

第 1 ガイド面 1 4 4 のねじり方向（傾斜方向）と第 2 ガイド面 1 4 6 のねじり方向（傾斜方向）とが反対方向である。傾斜角度 3 と傾斜角度 4 とは、ブッシュ 1 1 4 の延在方向において同一となる。ブッシュ 1 1 4 の軸方向上方から見て、テーパ溝部 1 4 0 の上端の断面形状は、径方向外方が幅広な台形状である。すなわち、テーパ溝部 1 4 0 の上端で、第 1 ガイド面 1 4 4 と第 2 ガイド面 1 4 6 との間隔は、ブッシュ 1 1 4 の径方向内方に向かって狭くなる。テーパ溝部 1 4 0 の下端の断面形状は、略矩形形状である。すなわち、テーパ溝部 1 4 0 の下端で、第 1 ガイド面 1 4 4 と第 2 ガイド面 1 4 6 とは互いに平行である。テーパ溝部 1 4 0 の上端から下端へ向けて、テーパ溝部 1 4 0 の断面形状は台形状から略矩形形状へと徐々に変化する。

【 0 0 7 8 】

溝本体 1 4 2 は、テーパ溝部 1 4 0 の下部に配置される。溝本体 1 4 2 は、テーパ溝部 1 4 0 の下端からキー溝 1 3 8 の下端までキー溝 1 3 8 の延在方向に沿って延在する。溝本体 1 4 2 の幅寸法は、キー凸部 8 2 の延在方向に沿って一定である。溝本体 1 4 2 は、一对の第 3 ガイド面 1 4 8 を有する。溝本体 1 4 2 の幅寸法は、キー部材 6 2 のテーパ部 8 6 を挿入可能な大きさである。溝本体 1 4 2 の幅寸法は、キー本体 8 0 の幅寸法よりもわずかに大きい。溝本体 1 4 2 の断面形状は矩形形状である。

【 0 0 7 9 】

ツールヘッド 2 2 と共に工具 2 4 が下降したとき、第 1 回転支持ユニット 1 0 6 の挿入孔 1 3 6 に工具 2 4 の下端及びアダプタ 5 2 が挿入される。このとき、キー部材 6 2 のキー凸部 8 2 が、キー溝 1 3 8 に挿入される。

【 0 0 8 0 】

キー凸部 8 2 のキー本体 8 0 がキー溝 1 3 8 のテーパ溝部 1 4 0 へ挿入されたとき、第 1 傾斜面 9 0 と第 1 ガイド面 1 4 4 とが向かい合う。キー凸部 8 2 の凸部本体 8 8 がキー溝 1 3 8 のテーパ溝部 1 4 0 へ挿入されたとき、第 2 傾斜面 9 2 と第 2 ガイド面 1 4 6 とが向かい合う。第 1 傾斜面 9 0 及び第 1 ガイド面 1 4 4、又は、第 2 傾斜面 9 2 及び第 2 ガイド面 1 4 6 のいずれか一方が互いに面接触する。

【 0 0 8 1 】

キー部材 6 2 の凸部本体 8 8 が、キー溝 1 3 8 のテーパ溝部 1 4 0 に沿って下方へ向けて案内される。キー部材 6 2 のキー凸部 8 2 が、キー溝 1 3 8 の溝本体 1 4 2 へと案内される。このとき、テーパ部 8 6 が溝本体 1 4 2 に沿って案内されることで、キー部材 6 2 とキー溝 1 3 8 とが第 1 回転支持ユニット 1 0 6 の回転方向に互いに位置決めされる。これにより、第 1 回転支持ユニット 1 0 6 のブッシュ 1 1 4 と工具 2 4 とが、工具 2 4 の回転方向で相互に位置決めされる。工具 2 4 の下端が第 1 回転支持ユニット 1 0 6 のブッシュ 1 1 4 によって回転可能に支持される。

【 0 0 8 2 】

図 1 及び図 2 に示されるように、支持ブロック 2 8 は、本体フレーム 1 4 の收容空間 3 6 に收容される（図 1 参照）。支持ブロック 2 8 は、收容空間 3 6 の開口を通じて本体フレーム 1 4 の外部に露出する。4 つの治具 2 6 が支持キャリア 9 4 と共に回転したとき、4 つの治具 2 6 のうち 1 つの治具 2 6 が支持ブロック 2 8 と向かい合う。支持ブロック 2 8 に向かい合う 1 つの治具 2 6 を支持ブロック 2 8 によって保持可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 3 】

支持ブロック 2 8 は、複数の接続部 1 5 0 を有する。支持ブロック 2 8 と治具 2 6 とが向かい合うとき、接続部 1 5 0 と治具 2 6 の基準座 1 0 2 とが接続可能である。これにより、支持ブロック 2 8 と治具 2 6 とが所定の位置に位置決めされ互いに接続される。

【 0 0 8 4 】

搬送機構 3 0 は、図 1 に示されるように、基台 1 2 の第 2 ベース 3 4 に配置される。搬送機構 3 0 は、加工ステーション 1 6 に向かい合う。搬送機構 3 0 は、移動台 1 5 2 と、シリンダ 1 5 4 と、ワーク保持体 1 5 6 と、パレット 1 5 8 と、パレット保持部 1 6 0 とを備える。

【 0 0 8 5 】

移動台 1 5 2 は、第 2 ベース 3 4 の上部に水平に配置される。移動台 1 5 2 は、第 2 ベース 3 4 に沿って本体フレーム 1 4 に接近又は離間する方向へ移動可能である。シリンダ 1 5 4 は、移動台 1 5 2 を本体フレーム 1 4 に接近又は離間する方向へ付勢する。ワーク保持体 1 5 6 は、移動台 1 5 2 に保持される。ワーク保持体 1 5 6 は、移動台 1 5 2 の移動方向に沿って延在する。ワーク保持体 1 5 6 の端部には、パレット保持部 1 6 0 が取り付けられる。

【 0 0 8 6 】

パレット保持部 1 6 0 は、加工ステーション 1 6 及び本体フレーム 1 4 に向かい合う。パレット保持部 1 6 0 は、ワーク保持体 1 5 6 の軸方向と直交するプレート体である。パレット保持部 1 6 0 は、移動台 1 5 2 の移動方向と直交する。パレット保持部 1 6 0 は、

【 0 0 8 7 】

シリンダ 1 5 4 によって移動台 1 5 2 を移動させることで、パレット 1 5 8 に保持されたワーク W を加工ステーション 1 6 に接近又は離間させることが可能である。

【 0 0 8 8 】

次に、切削加工機 1 0 の動作について説明する。

【 0 0 8 9 】

まず、搬送機構 3 0 の移動台 1 5 2 が本体フレーム 1 4 から離間した位置において、パレット 1 5 8 にワーク W を保持する。シリンダ 1 5 4 を駆動させて移動台 1 5 2 をワーク保持体 1 5 6 と共に本体フレーム 1 4 に向けて移動させる。これにより、ワーク W が加工ステーション 1 6 に到達し、ワーク W が治具 2 6 に保持される。支持キャリア 9 4 を回転させることで 4 つの治具 2 6 にワーク W がそれぞれ保持される。

【 0 0 9 0 】

次に、支持ブロック 2 8 に向かい合う位置に治具 2 6 を配置し、該支持ブロック 2 8 を治具 2 6 に向けて送り出す。支持ブロック 2 8 の接続部 1 5 0 と治具 2 6 の基準座 1 0 2 とが当接する。治具 2 6 と支持ブロック 2 8 とが互いに位置決めされる。これにより、治具 2 6 が支持ブロック 2 8 に保持される。

【 0 0 9 1 】

次に、送り機構 2 0 の昇降モータ 4 4 を駆動させることで、駆動機構 1 8 及びツールヘッド 2 2 をワーク W に向けて下降させる。これにより、ツールヘッド 2 2 と共に工具 2 4 が下降する。工具 2 4 の下降に伴って、第 2 回転支持ユニット 1 1 0 が第 2 支持部 1 0 0 の第 2 支持孔 1 0 8 に挿通された後、工具 2 4 がワーク W の加工用下孔 H (図 2 参照) へ挿通される。さらなる工具 2 4 の下降に伴って、アダプタ 5 2 が第 1 回転支持ユニット 1 0 6 におけるブッシュ 1 1 4 の挿入孔 1 3 6 へ挿入される。

【 0 0 9 2 】

このとき、工具 2 4 の回転方向において、キー部材 6 2 のキー凸部 8 2 と挿入孔 1 3 6 のキー溝 1 3 8 との位置は、基本的には概ね一致している。すなわち、工具 2 4 の回転方向におけるキー凸部 8 2 とキー溝 1 3 8 との位置は、キー凸部 8 2 がキー溝 1 3 8 に挿入可能な位置関係となっている。ワーク W を工具 2 4 によって加工した後、工具 2 4 を上昇させてブッシュ 1 1 4 の挿入孔 1 3 6 から上方へと離脱させたとき、キー部材 6 2 のキー

10

20

30

40

50

凸部 8 2 と挿入孔 1 3 6 のキー溝 1 3 8 との位置関係は基本的に変わらない。キー部材 6 2 のキー凸部 8 2 と挿入孔 1 3 6 のキー溝 1 3 8 との位置関係が維持され、次のワーク W を加工するとき、工具 2 4 の下降に伴って、キー部材 6 2 のキー凸部 8 2 が挿入孔 1 3 6 におけるキー溝 1 3 8 へ挿入される。

【 0 0 9 3 】

図 1 0 に示すように、ブッシュ 1 1 4 に形成された挿入孔 1 3 6 のテーパ溝部 1 4 0 の軸方向に沿った軸方向長さを L_1 とし、工具 2 4 におけるキー部材 6 2 のキー凸部 8 2 の下端から工具 2 4 の下端までの軸方向に沿った軸方向長さを L_2 とすると、軸方向長さ L_2 がテーパ溝部 1 4 0 の軸方向長さ L_1 より長い ($L_2 > L_1$)。そのため、挿入孔 1 3 6 に工具 2 4 が挿入されることで、前記挿入孔 1 3 6 の軸芯と前記工具 2 4 の軸芯とが一致する。

10

【 0 0 9 4 】

アダプタ 5 2 が挿入孔 1 3 6 へ挿入されるのに伴って、キー部材 6 2 におけるキー凸部 8 2 のテーパ部 8 6 が、キー溝 1 3 8 のテーパ溝部 1 4 0 へ挿入される。このとき、図 1 0 に示されるように、キー凸部 8 2 とキー溝 1 3 8 とが工具 2 4 の回転方向に若干だけずれていた場合、テーパ部 8 6 の先端がテーパ溝部 1 4 0 の上端へ挿入されると、テーパ部 8 6 の第 1 傾斜面 9 0 とテーパ溝部 1 4 0 の第 1 ガイド面 1 4 4 とが接触するか、テーパ部 8 6 の第 2 傾斜面 9 2 とテーパ溝部 1 4 0 の第 2 ガイド面 1 4 6 とが接触する。

【 0 0 9 5 】

すなわち、工具 2 4 の軸方向上方から見て、工具 2 4 に対してブッシュ 1 1 4 が時計回り方向 (図 6 A ~ 図 6 C、図 9 A ~ 図 9 C 中、矢印 C 方向) にずれていた場合、キー凸部 8 2 の第 1 傾斜面 9 0 とキー溝 1 3 8 の第 1 ガイド面 1 4 4 とが面接触する。工具 2 4 の軸方向上方から見て、工具 2 4 に対してブッシュ 1 1 4 が反時計回り方向 (図 6 A ~ 図 6 C、図 9 A ~ 図 9 C 中、矢印 B 方向) にずれていた場合、キー凸部 8 2 の第 2 傾斜面 9 2 とキー溝 1 3 8 の第 2 ガイド面 1 4 6 とが面接触する。以下、図 1 0 の二点鎖線で示されるように、第 1 傾斜面 9 0 と第 1 ガイド面 1 4 4 とが接触する場合について説明する。

20

【 0 0 9 6 】

さらに工具 2 4 が下降したとき、第 1 傾斜面 9 0 と第 1 ガイド面 1 4 4 との接触に伴って、ブッシュ 1 1 4 の第 1 ガイド面 1 4 4 が第 1 傾斜面 9 0 に沿って移動する。このとき、第 1 ガイド面 1 4 4 と第 1 傾斜面 9 0 とが面接触しているため、第 1 傾斜面 9 0 に沿って第 1 ガイド面 1 4 4 が安定的に案内される。これにより、工具 2 4 の軸方向上方から見て、ブッシュ 1 1 4 は工具 2 4 に倣うように反時計回り (矢印 B 方向) に回転する。ブッシュ 1 1 4 がハウジング 1 1 2 の内部で回転することで、キー溝 1 3 8 の幅方向中央がキー凸部 8 2 の幅方向中央へ向けて接近する。

30

【 0 0 9 7 】

そして、工具 2 4 のテーパ部 8 6 がキー溝 1 3 8 のテーパ溝部 1 4 0 に沿って下降することでブッシュ 1 1 4 がさらに回転する。キー凸部 8 2 におけるテーパ部 8 6 の先端が、キー溝 1 3 8 におけるテーパ溝部 1 4 0 の下端まで到達すると、キー凸部 8 2 の幅方向中央とキー溝 1 3 8 の幅方向中央とが略一致する。これにより、キー凸部 8 2 を有した工具 2 4 の回転方向に沿った位置と、キー溝 1 3 8 を有したブッシュ 1 1 4 (第 1 回転支持ユニット 1 0 6) の回転方向に沿った位置とが略一致する。すなわち、工具 2 4 とブッシュ 1 1 4 との回転方向における位相が略一致する。

40

【 0 0 9 8 】

さらに工具 2 4 を下降させると、キー凸部 8 2 のテーパ部 8 6 がキー溝 1 3 8 の溝本体 1 4 2 に移動する。凸部本体 8 8 が溝本体 1 4 2 に沿って下方へと導かれる。これにより、凸部本体 8 8 と溝本体 1 4 2 とが係合され、工具 2 4 とブッシュ 1 1 4 との回転方向の位相が略一致する。工具 2 4 とブッシュ 1 1 4 との相対回転が規制される。

【 0 0 9 9 】

その結果、キー凸部 8 2 がキー溝 1 3 8 に係合されることで工具 2 4 とブッシュ 1 1 4 とが一体で回転可能である。これにより、工具 2 4 の下端は、第 1 回転支持ユニット 1 0

50

6のブッシュ114によって回転可能に支持され、前記工具24の上端の近傍は、第2回転支持ユニット110によって回転可能に支持される。

【0100】

なお、キー凸部82をキー溝138へ挿入して第2傾斜面92と第2ガイド面146とが接触したときは、第2傾斜面92と第2ガイド面146との接触に伴って、ブッシュ114が工具24に倣うように時計回り（矢印C方向）に回転する。このとき、第2ガイド面146と第2傾斜面92とが面接触しているため、第2傾斜面92に沿って第2ガイド面146が安定的に案内される。ブッシュ114が回転することによってキー溝138の幅方向中央がキー凸部82の幅方向中央とが一致し、工具24とブッシュ114との回転方向の位相が略一致する。

10

【0101】

次に、搬送機構30によってワークWを水平方向に若干だけ移動させ、ワークWの加工用下孔Hの軸線と工具24の軸線とを一致させる。駆動モータ42を駆動させ工具24を回転させながらさらに下降させる。これにより、工具24と共に回転するバイト50によって加工用下孔Hの内周面を切削加工する。ワークWにおける加工用下孔Hの内周面が、所望の内周径で加工される。

【0102】

このとき、工具24の延在方向に沿った工具24の下端及び上端が、第1及び第2回転支持ユニット106、110を介して治具26に回転可能に支持されている。そのため、工具24でワークWを加工するときに、ワークWから工具24へと付与される反力によって工具24が押圧されて変形することが抑制される。

20

【0103】

支持キャリア94に保持された別のワークWの加工用下孔Hに加工を行うとき、先ず、駆動機構18によって工具24を上昇させてワークWから離間させた後、加工の終わったワークWを保持する治具26と支持ブロック28との接続を解除する。次に、支持キャリア94を回転させ、次のワークWを保持した治具26を支持ブロック28に向かい合わせる。そして、支持ブロック28を治具26に向けて送り出し、治具26と支持ブロック28とを所定の位置に位置決めした後、ツールヘッド22を下降させて工具24によってワークWの加工用下孔Hの加工を行う。

【0104】

以上のように、本発明の実施形態では、回転駆動してワークWを加工可能な工具24と、該工具24の先端が挿入される挿入孔136が設けられたブッシュ114を含む第1回転支持ユニット106とを備える。工具24の先端は、キー凸部82を有したキー部材62を備える。ブッシュ114の挿入孔136には、該挿入孔136の内周面から径方向外方に窪んだキー溝138を備える。キー溝138には、キー部材62のキー凸部82が挿入可能である。キー凸部82は、テーパ部86を備える。テーパ部86は、下方に向けて互いの離間距離が小さくなる第1及び第2傾斜面90、92を有する。

30

【0105】

工具24を下方に向けて見たとき、第1傾斜面90は、テーパ部86の幅方向中央に対して反時計回りの方向に配置される。第1傾斜面90は、下方に向かって工具24の軸中心に対して時計回りにねじられた曲面である。工具24を下方に向けて見たとき、第2傾斜面92は、テーパ部86の幅方向中央に対して時計回りの方向に配置される。第2傾斜面92は、下方に向かって工具24の軸中心に対して反時計回りにねじられた曲面である。

40

【0106】

キー溝138は、下方へ向けて互いの離間距離が小さくなる第1及び第2ガイド面144、146を有したテーパ溝部140を備える。挿入孔136を下方に向けて見たとき、第1ガイド面144は、キー溝138の幅方向中央に対して反時計回りの方向に配置され、第2ガイド面146は、前記キー溝138の前記幅方向中央に対して時計回りの方向に配置される。第1ガイド面144は、下方に向かって挿入孔136の軸中心に対して時計回りにねじられた曲面である。第2ガイド面146は、下方に向かって挿入孔136の軸

50

中心に対して反時計回りにねじられた曲面である。

【0107】

切削加工機10において工具24によってワークWの加工を行うとき、本体フレーム14に沿って工具24を下降させ、工具24の先端を第1回転支持ユニット106におけるブッシュ114の挿入孔136へ挿入する。キー部材62のキー凸部82が挿入孔136のキー溝138へ挿入されるとき、第1傾斜面90と第1ガイド面144、又は、第2傾斜面92と第2ガイド面146のいずれか一方が互いに面接触する。これにより、第1傾斜面90と第1ガイド面144、又は、第2傾斜面92と第2ガイド面146のいずれか一方が互いに面接触しながら、工具24がさらに下降する。

【0108】

その結果、キー溝138の幅方向中央がキー凸部82の幅方向中央に向かうように、ブッシュ114が工具24に倣って回転する。キー溝138の幅方向中央とキー部材62の幅方向中央とが略一致することで、キー部材62のキー本体80はキー溝138の溝本体142に挿入され、工具24とブッシュ114との回転方向の位相を略一致させることができる。

【0109】

従って、工具24の先端を加工させて第1回転支持ユニット106におけるブッシュ114の挿入孔136へ挿入し、キー部材62のキー凸部82とキー溝138とを係合させることで、工具24とブッシュ114との回転方向の位相を容易且つ確実に合わせることができる。その結果、工具24を回転させてワークWの加工を行うとき、工具24をブッシュ114によって回転可能に支持できる。

【0110】

工具24を下降させて工具24の先端を第1回転支持ユニット106の挿入孔136へ挿入した後に、前記工具24を回転させてブッシュ114との位相を一致させる場合と比較し、前記工具24を挿入孔136へ挿入するだけで位相を合わせることができる。そのため、切削加工機10でワークWを加工するときの作業時間を短縮することができる。キー部材62は、工具シャフト25の先端に固定されているため、切削加工機10で発生した切屑による動作不良を生じることがなく、常に安定して前記キー部材62をキー溝138へと挿入できる。これにより、工具24とブッシュ114との回転方向の位相を合わせることができる。

【0111】

第1回転支持ユニット106のブッシュ114の回転方向の位置を検出する検出機構124を備える。検出機構124によってブッシュ114の回転方向の位置を検出することで、キー溝138の回転方向の位置を検出可能である。これにより、工具24及びブッシュ114の回転方向において、キー凸部82がキー溝138に挿入可能な程度にキー凸部82の位置とキー溝138の位置とが一致しているか否かを確認することが可能となる。何らかの原因でブッシュ114の回転方向においてキー溝138の位置が適切な位置にない場合(ブッシュ114の回転方向の位置が、キー凸部82がキー溝138に挿入できない位置である場合)、その旨のアラートがユーザに通知される。

【0112】

検出機構124は、ブッシュ114の外周に配置され径方向外方へ向けて突出した被検出部126と、該被検出部126を検知可能な検出センサ130とを備える。エア供給部材128から被検出部126に向けて噴射された圧縮エアの圧力差を検出センサ130によって検知する。圧力差に基づいて、被検出部126がエア供給部材128に正対してブッシュ114の回転方向に沿った位置が検出される。ブッシュ114の回転方向の位置を検知することで、前記ブッシュ114のキー溝138の位置を確認可能である。

【0113】

キー部材62を含むアダプタ52は、工具24の先端に着脱可能に配置される。そのため、キー部材62を工具24の種類又は用途に応じて、工具24に対して容易に交換することが可能である。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 4 】

工具 2 4 の上端は、該工具 2 4 を回転駆動させる駆動機構 1 8 に連結され、前記上端は、本体フレーム 1 4 に配置される第 2 回転支持ユニット 1 1 0 を介して回転可能に支持される。これにより、工具 2 4 の両端が第 1 及び第 2 回転支持ユニット 1 0 6、1 1 0 によって回転可能に支持される。そのため、工具 2 4 でワーク W の加工を行うとき、該ワーク W からの反力が工具 2 4 に付与されても前記工具 2 4 の反り（変形）が抑制される。

【 0 1 1 5 】

上記の実施形態をまとめると、以下のようになる。

【 0 1 1 6 】

上記の実施形態は、本体フレーム（1 4）と、

10

該本体フレームに沿って直線的に移動可能に配置され回転駆動されるシャフト状の工具（2 4）と、

前記工具の移動方向に沿った先端部が挿入される挿入孔（1 3 6）が設けられた回転体（1 1 4）を有し、前記挿入孔に挿入された前記工具と共に前記回転体が回転可能である回転支持ユニット（1 0 6）と、を備えた切削加工機（1 0）であって、

前記工具は、該工具の軸方向に沿って第 1 方向に移動することにより前記挿入孔に挿入され、

前記工具の先端部には、前記工具の径方向外方に突出し、前記工具の前記軸方向に沿って延在する係合凸部（8 2）を備え、

前記挿入孔は、前記回転体の軸方向に沿って延在し、該挿入孔の内周面から前記挿入孔の径方向外方に窪んで前記係合凸部の挿入される係合溝（1 3 8）を備え、

20

前記係合凸部は、

前記工具の前記軸方向に沿って略一定幅で形成される凸部本体（8 8）と、

前記凸部本体の前記第 1 方向に隣接して配置され、該第 1 方向に向かって互いの離間距離が小さくなる第 1 及び第 2 傾斜面（9 0、9 2）を有したテーパ部（8 6）と、

を備え、

前記第 1 方向に向かって前記工具を見たときに、前記第 1 傾斜面（9 0）は、前記テーパ部の幅方向中央に対して反時計回りの方向に配置され、前記第 2 傾斜面（9 2）は、前記テーパ部の前記幅方向中央に対して時計回りの方向に配置されており、

前記第 1 傾斜面は、前記第 1 方向に向かって前記工具の軸中心に対して時計回りにねじられた面であり、前記第 2 傾斜面は、前記第 1 方向に向かって前記工具の軸中心に対して反時計回りにねじられた面であり、

30

前記回転体は、前記第 1 方向の反対方向である第 2 方向を向く端面を有し、

前記係合溝は、

前記回転体の前記端面から前記第 1 方向に延在し、前記第 1 方向へ向けて互いの離間距離が小さくなる第 1 及び第 2 ガイド面（1 4 4、1 4 6）を有し、前記テーパ部より幅が大きいテーパ溝部（1 4 0）と、

前記テーパ溝部の前記第 1 方向に隣接して配置され、前記回転体の前記軸方向に沿って略一定幅で形成される溝本体（1 4 2）と、

を備え、

40

前記第 1 方向に向かって前記挿入孔を見たときに、前記第 1 ガイド面（1 4 4）は、前記係合溝の幅方向中央に対して反時計回りの方向に配置され、前記第 2 ガイド面（1 4 6）は、前記係合溝の前記幅方向中央に対して時計回りの方向に配置されており、

前記第 1 ガイド面は、前記第 1 方向に向かって前記挿入孔の軸中心に対して時計回りにねじられた面であり、前記第 2 ガイド面は、前記第 1 方向に向かって前記挿入孔の軸中心に対して反時計回りにねじられた面である。

【 0 1 1 7 】

前記回転体の回転方向の位置を検出する検出機構（1 2 4）を備える。

【 0 1 1 8 】

前記検出機構は、前記回転体の外周に配置され径方向外方へ向けて突出した被検出部（

50

126)と、

前記被検出部を検知する検出センサ(130)と、
を備える。

【0119】

前記係合凸部は、前記工具の前記先端部に着脱可能に配置される。

【0120】

前記工具は、該工具の前記先端部とは反対方向に配置され、該工具を回転駆動させる駆動機構(18)の連結される基端を備え、前記基端は、前記本体フレームに配置される第2の回転支持ユニット(110)によって回転可能に支持される。

【0121】

なお、本発明は、上述した実施形態に限らず、本発明の要旨を逸脱することなく、種々の構成を取り得る。

【符号の説明】

【0122】

10 ... 切削加工機

14 ... 本体フレーム

18 ... 駆動機構

24 ... 工具

52 ... アダプタ

62 ... キー部材

82 ... キー凸部

86 ... テーパ部

90 ... 第1傾斜面

92 ... 第2傾斜面

106 ... 第1回転支持ユニット

110 ... 第2回転支持ユニット

124 ... 検出機構

138 ... キー溝

140 ... テーパ溝部

144 ... 第1ガイド面

146 ... 第2ガイド面

W ... ワーク

10

20

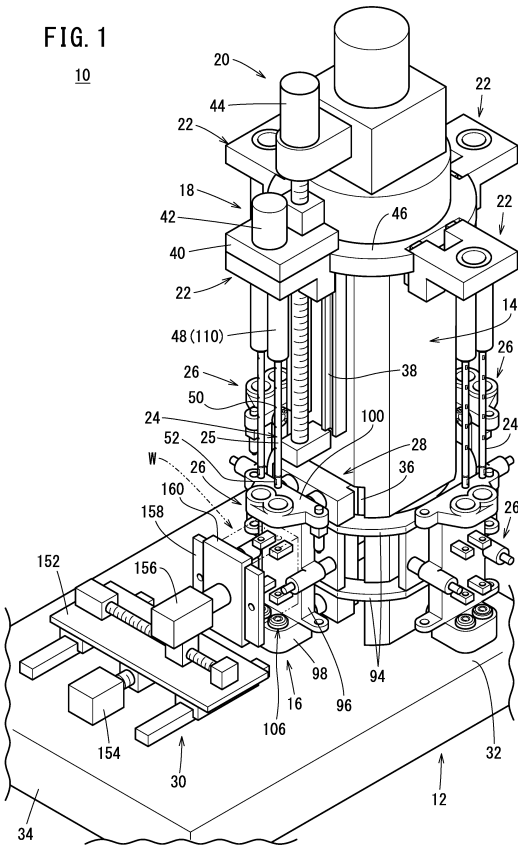
30

40

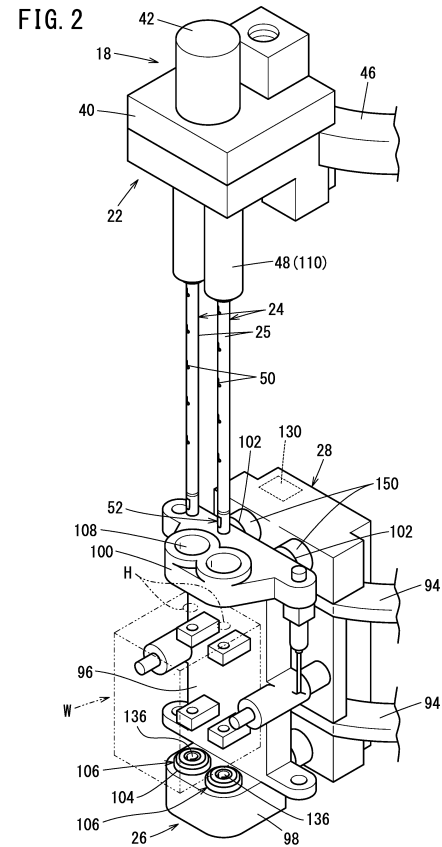
50

【図面】

【図 1】



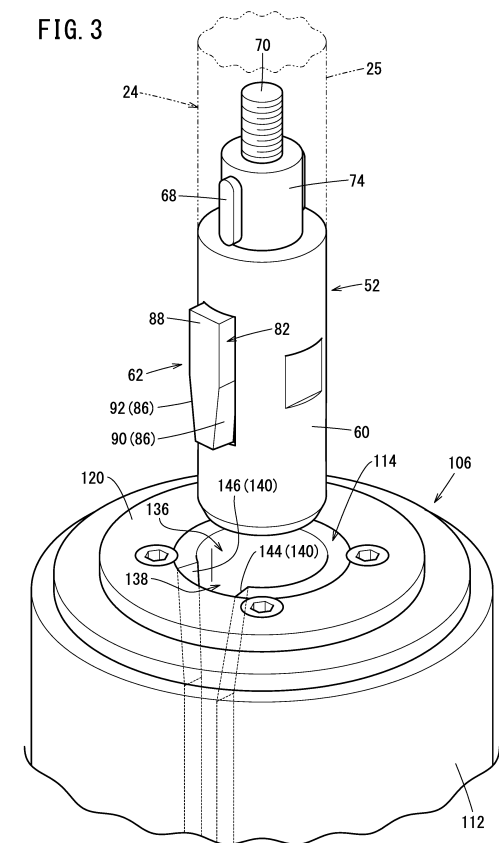
【図 2】



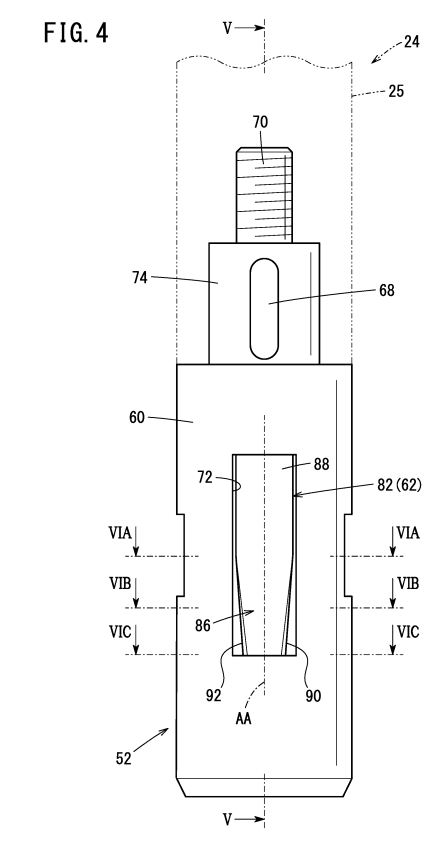
10

20

【図 3】



【図 4】



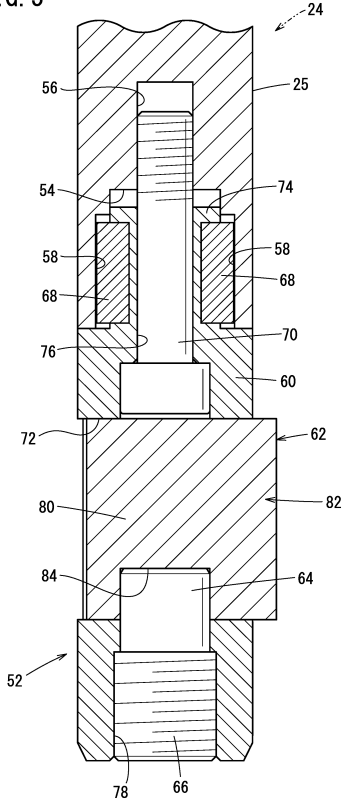
30

40

50

【 図 5 】

FIG. 5



【 図 6 】

FIG. 6C

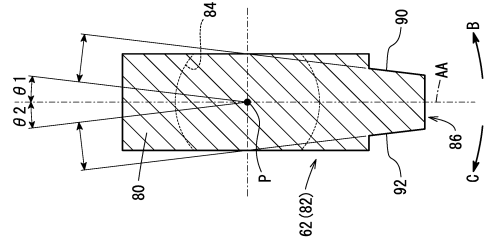


FIG. 6B

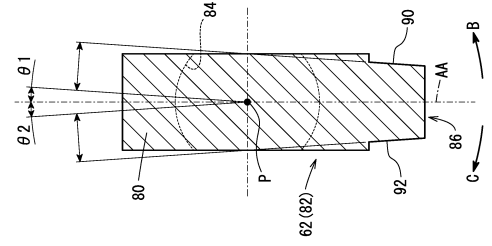
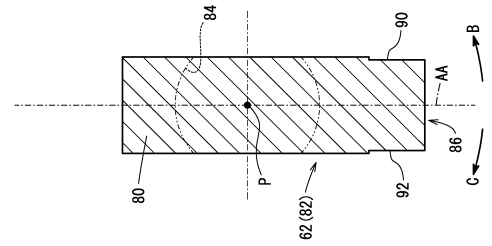
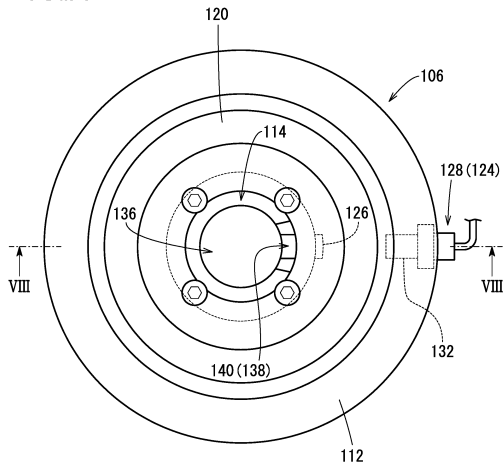


FIG. 6A



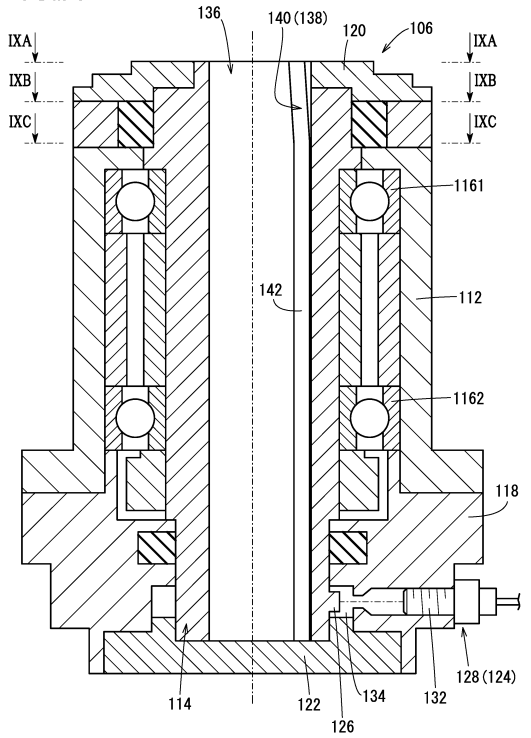
【 図 7 】

FIG. 7



【 図 8 】

FIG. 8



10

20

30

40

50

【 9 】

FIG. 9A

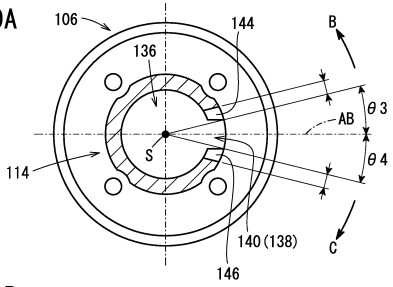


FIG. 9B

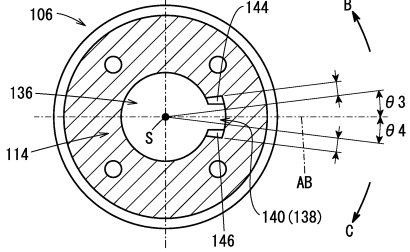
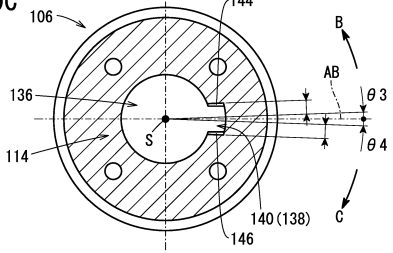
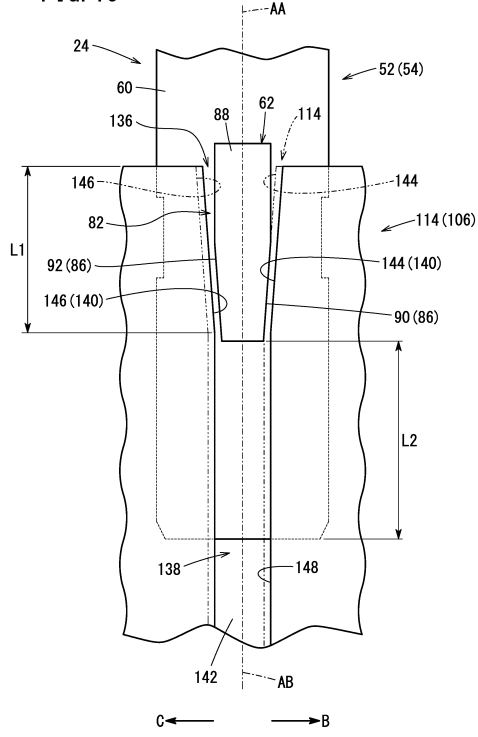


FIG. 9C



【 1 0 】

FIG. 10



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭 6 2 - 1 6 6 9 0 9 (J P , A)
実開昭 5 8 - 0 7 9 1 3 1 (J P , U)
特開 2 0 1 6 - 1 2 9 9 3 8 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 3 1 3 2 3 9 (J P , A)

- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|-----------|
| B 2 3 B | 4 9 / 0 0 |
| B 2 3 B | 4 1 / 1 2 |
| B 2 3 B | 4 9 / 0 2 |
| F 1 6 D | 1 / 0 2 |