(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
2023年4月6日(06.04.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/053471 A1

(51) 国際特許分類:
B23B 19/02 (2006.01) *B23Q 11/00* (2006.01)
B23B 31/00 (2006.01) *B23Q 3/12* (2006.01)
B23B 31/117 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/001553

(22) 国際出願日： 2022年1月18日(18.01.2022)

(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 2021-157621 2021年9月28日(28.09.2021) JP

(71) 出願人: 株式会社ジェイテクト (JTEKT CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488652 愛知県刈谷市朝日町１丁目１番地 Aichi (JP).

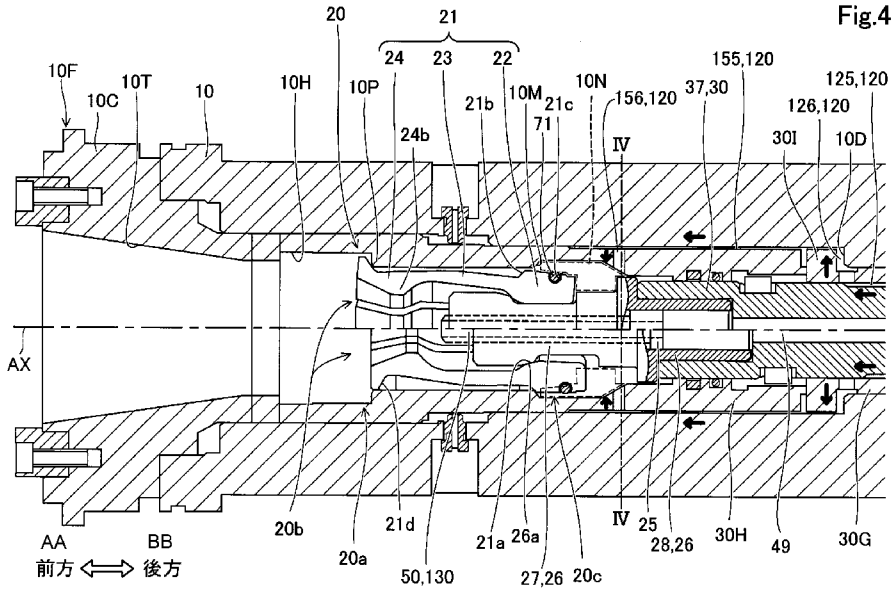
(72) 発明者: 市川 雅樹 (ICHIKAWA Masaki); 〒4488652 愛知県刈谷市朝日町１丁目１番地 株式会社ジェイテクト内 Aichi (JP). 古畑 鉄朗 (FURUHATA Tetsuro); 〒4488652 愛知県刈谷市朝日町１丁目１番地 株式会社ジェイテクト内 Aichi (JP). 外山 弘治 (TOYAMA Kouji); 〒4488652 愛知県刈谷市朝日町１丁目１番地 株式会社ジェイテクト内 Aichi (JP). 光田 裕紀 (MITSUDA Yuuki); 〒4488652 愛知県刈谷市朝日町１丁目１番地 株式会社ジェイテクト内 Aichi (JP). 五島 宏明 (GOSHIMA Hiroaki);

(54) **Title:** SPINDLE DEVICE

(54) 発明の名称： 主軸装置

[図4]

Fig.4



AA Forward
BB Backward

(57) **Abstract:** This spindle device comprises: a spindle including a tapered hole positioned on one end and to which a tool is detachably attached, and a spindle cylindrical portion positioned on another end side with respect to the tapered hole and communicating with the tapered hole; a collet chuck that is arranged inside the spindle cylindrical portion and holds the tool; and a draw bar connected to a collet other end of the collet chuck to move the collet chuck back and forth along an axial direction of the spindle. The collet chuck comprises a plurality of collet gaps that extend from an annular

WO 2023/053471 A1

[続葉有]

〒4488652 愛知県刈谷市朝日町１丁目１番地 株式会社ジェイテクト内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人 明成国際特許事務所 (BENRISHIHOJIN MEISEI INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒4600008 愛知県名古屋市中区栄一丁目１２番１７号 Aichi (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

collet one end, forming one end, to the other end side of the spindle, and that form flow paths guiding air to the tapered hole. The spindle cylindrical portion comprises an accommodation space in which the collet other end is accommodated in a clamped state. The spindle comprises a spindle air supply path for supplying air to the accommodation space in an unclamped state.

(57) 要約：一端部に位置し工具が着脱可能に装着されるテーパ孔と、テーパ孔よりも他端部側に位置しテーパ孔と連通する主軸円筒部と、を有する主軸と、主軸円筒部内に配置されるコレットチャックであって、工具を把持するコレットチャックと、コレットチャックのコレット他端部と連結し、コレットチャックを主軸の軸方向に沿って進退移動させるドローバーと、を備え、コレットチャックは、一端を形成する円環状のコレット一端部から主軸の他端側へ延びる複数のコレット隙間であって、エアをテーパ孔に導く流路を形成する複数のコレット隙間と、を有し、主軸円筒部は、クランプ状態において、コレット他端部が収納される収納空間を有し、主軸は、アンクランプ状態において、収納空間にエアを供給するための主軸エア供給路を有する、主軸装置。

明　細　書

発明の名称 ： 主軸装置

技術分野

[0001]　本開示は、主軸装置に関する。

背景技術

[0002]　工作機械に用いられる主軸装置の主軸には、工具が着脱可能に取り受けられるテーパ孔が設けられている。テーパ孔の内周面には、工具を取り外した際に、切屑などの異物が取り込まれる場合がある。そこで、テーパ孔の内周面にエア吐出孔を設け、エア吐出孔からエアを吐出させることにより、異物を排出する技術が知られている。しかし、エアをエア吐出孔から吐出させた場合、エアがテーパ孔の周方向に旋回する場合がある。エアが旋回すると、テーパ孔の軸付近が負圧となり、異物をテーパ孔内に取り込む吸い込み現象が発生する場合がある。そこで、特許文献１の主軸装置では、テーパ孔に設けられたエア吐出孔（旋回流吐出孔）の他に、テーパ孔の軸線方向に直進するエアを吐出する直流吐出孔が設けられている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０２１－８８０３６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　しかし、特許文献１の主軸装置では、旋回流吐出孔に加え、直流吐出孔を設ける必要があり、構造または制御が複雑になるおそれがある。

課題を解決するための手段

[0005]　本開示は、以下の形態として実現することが可能である。

[0006]（１）本開示の一形態によれば、主軸装置が提供される。この主軸装置は、主軸ハウジングと、前記主軸ハウジングに回転可能に支持される主軸であって、一端部に位置し工具が着脱可能に装着されるテーパ孔と、前記テーパ孔

よりも他端部側に位置し前記テーパ孔と連通する主軸円筒部と、を有する主軸と、前記主軸円筒部内に配置されるコレットチャックであって、前記工具を把持するコレットチャックと、前記コレットチャックのコレット他端部と連結し、前記コレットチャックを前記主軸の軸方向に沿って進退移動させるドローバーと、を備える。前記コレットチャックは、前記工具を把持する複数の爪部であって、前記主軸の中心軸を中心とした周方向に並ぶ複数の爪部と、一端を形成する円環状のコレット一端部から前記主軸の前記他端部側へ延び、エアを前記テーパ孔に導く流路を形成する複数のコレット隙間であって、前記複数の爪部の各々の爪部間の隙間である複数のコレット隙間と、コレットカム面と、を有し、前記主軸円筒部は、クランプ状態において、前記コレット他端部が収納される収納空間を有し、前記収納空間を区画する区画面は、前記コレットチャックが前進移動する場合に、前記コレットカム面と当接するカム面を有する。前記主軸は、アンクランプ状態において、前記収納空間にエアを供給するためのエア供給路を有する。この形態によれば、エア供給路に供給されたエアは、一時的に収納空間に留まり、収納空間から主軸円筒部とコレット外周との隙間を通り、コレット隙間を流通して、テーパ孔から排出される。エアは、コレット隙間を流通して、直進流となるため、テーパ孔の軸付近で吸い込み現象の発生を抑制することができる。

（２）上記形態の主軸装置において、前記エア供給路は、複数備えられていてもよい。この形態によれば、複数のエア供給路から収納空間にエアを供給できるので、複数のコレット隙間により均一にエアを供給できる。

（３）上記形態の主軸装置において、前記複数のエア供給路の各々のエア供給路に対する、前記複数のコレット隙間の各々のコレット隙間の相対位置は、互いに同じでもよい。この形態によれば、すべてのエア供給路について、エア供給路からコレット隙間までの経路が同等となる。このため、エア供給路から噴出したエアの流れに偏りが生じにくくなり、エアはテーパ孔を直進して流れ易くなり、吸い込み現象の発生を抑制することができる。

（４）上記形態の主軸装置において、前記複数のコレット隙間の数と、前記

複数のエア供給路の数とは同じであり、前記複数のコレット隙間は、等間隔に配置され、前記複数のエア供給路は、等間隔に配置されていてもよい。この形態によれば、すべてのエア供給路について、エア供給路から噴出したエアは、近くのエア隙間に誘導される。このため、エアの流れに偏りが生じにくくなり、エアは直進して流れ、吸い込み現象の発生を抑制することができる。

（５）上記形態の主軸装置において、前記複数のエア供給路は、前記主軸の径方向に沿って延び、前記複数のエア供給路の位相位置と、前記複数のコレット隙間の位相位置とが一致してもよい。この形態によれば、各々のエア供給路から噴出されるエアは、スムーズに最寄りのコレット隙間へ流れるため、エアの流れが乱れにくくなる。よって、エアは直進して流れ、吸い込み現象の発生を抑制することができる。

（６）上記形態の主軸装置において、さらに、前記ドローバーを前記軸方向に沿って、前記テーパ孔から遠ざかる方向に付勢する付勢部材と、前記アンクランプ状態において、前記ドローバーを前記テーパ孔に向かって押すシリンダ装置と、を備えもよい。この形態によれば、付勢部材とシリンダ装置とを備える主軸装置に本願を適用することができる。

（７）上記形態の主軸装置において、さらに、前記ドローバー内に配置される内側配管であって、一端を形成する配管一端部と、前記配管一端部よりも前記主軸の前記他端部側に近い配管他端部と、を有する内側配管と、前記内側配管の外側に配置され、前記配管一端部から前記配管他端部へ延びる配管エア供給路と、前記配管他端部に近接して配置され、前記配管エア供給路にエアを流入するための他端エア流路であって、前記内側配管の径方向内方へエアが流通する他端エア流路と、前記配管一端部に近接して配置され、前記配管エア供給路からエアを流出するための一端エア流路であって、前記内側配管の径方向外方へエアが流通する一端エア流路と、前記主軸と前記ドローバーとの間に配置されるガイドスリーブと、前記主軸と前記ドローバーとの間に配置され、前記軸方向について前記ガイドスリーブに隣接して配置され

るコレットスリーブと、前記ガイドスリーブと前記ドローバーとの隙間によって形成され、前記一端エア流路に連通する第３エア供給路と、前記ガイドスリーブの一端に形成され、前記ガイドスリーブの径方向に沿って延びるガイドスリーブ流路であって、前記第３エア供給路と連通するガイドスリーブ流路と、前記主軸と前記コレットスリーブとの間に形成され、他端側は前記ガイドスリーブ流路に連通し、一端側は前記複数のエア供給路と連通するコレットスリーブ流路と、前記内側配管の内側に配置されるクーラント流路と、を備えてもよい。この形態によれば、内側配管と、配管エア供給路と、ガイドスリーブ流路と、コレットスリーブ流路と、クーラント流路とを備える主軸装置に本願を適用することができる。

（８）上記形態において、さらに、前記主軸エア供給路よりも径方向において外側に形成されたエア連通路であって、外部からのエアを前記エア供給路に供給するエア連通路と、前記軸方向において、前記主軸の前記一端部に近い位置に配置された前方側軸受であって、前記主軸を回転可能に支持する前方側軸受と、を備え、前記エア連通路は、前記軸方向において、前記前方側軸受よりも前記一端部側に位置する一端部側流路であって、前記主軸ハウジングと前記主軸とに形成された一端部側流路を有していてもよい。この形態によれば、一端部側流路を含むエア連通路が主軸エア供給路よりも径方向において外側に形成されているため、主軸のうち、主軸エア供給路よりも径方向において内側、例えば主軸の軸孔にエア連通路を形成する場合よりも主軸装置の構成が複雑になることを抑制できる。また、主軸ハウジングや主軸に一端部側流路を形成することで、一端部側流路を形成するための他の部材を新たに用いる必要が無い。

（９）上記形態において、前記主軸は、さらに、前記テーパ孔を形成するスピンドルキャップを備え、前記主軸ハウジングは、さらに、前記主軸ハウジングのハウジング一端部を構成するフロントキャップを備え、前記一端部側流路は、前記スピンドルキャップと前記フロントキャップに形成されていてもよい。この形態によれば、スピンドルキャップおよびフロントキャップは

、主軸装置への組付けを容易に行うことができるので、一端部側流路を容易に主軸装置に形成できる。

（１０）上記形態において、前記主軸ハウジングは、前記一端部側流路を構成する第１開口が形成された第１端面を有し、前記主軸は、前記一端部側流路を構成する第２開口が形成された第２端面であって、前記軸方向において前記第１端面と対向する第２端面を有し、前記一端部側流路は、前記第１開口と前記第２開口とを含み、前記軸方向に延びる軸方向流路を有していてもよい。この形態によれば、非回転要素である主軸ハウジングと、回転要素である主軸とに跨る流路を軸方向流路として形成できる。

（１１）上記形態において、前記スピンドルキャップは、前記フロントキャップの径方向内側に位置するキャップ小径部と、前記軸方向において前記フロントキャップよりも前記他端部側に位置するキャップ大径部であって、前記キャップ小径部よりも外径が大きいキャップ大径部を有し、前記第２端面は、前記キャップ大径部に形成されていてもよい。この形態によれば、スピンドルキャップのキャップ大径部を利用して容易に第２端面を形成できる。

（１２）上記形態において、さらに、前記ドローバーを前記軸方向に沿って、前記テーパ孔から遠ざかる方向に付勢する付勢部材と、前記アンクランプ状態において、前記ドローバーを前記テーパ孔に向かって押すシリンダ装置と、を備え、前記クランプ状態において、前記第１端面と前記第２端面とは離間しており、前記アンクランプ状態において、前記第２端面を前記第１端面に当接させてもよい。この形態によれば、アンクランプ状態において第１端面と第２端面とは当接するので、軸方向流路を連通させることができる。

（１３）上記形態において、前記主軸ハウジングは、軸方向を中心に前記主軸を取り囲むスリーブを備え、前記スリーブは、外周面と、前記第１端面と、前記外周面から突出する第３端面とを有し、前記主軸ハウジングは、さらに、前記軸方向において前記第３端面と対向する第４端面を有し、前記主軸装置は、さらに、前記第３端面と前記第４端面との間に配置されたシール材であって、前記アンクランプ状態において前記軸方向に圧縮されて、前記ス

リーブを前記第２端面側に付勢するシール材を有していてもよい。この形態によれば、第１端面と、第２端面とが密着するので、軸方向流路から外部にエアが漏洩することを抑制できる。

（１４）上記形態において、さらに、前記フロントキャップに取り付けられた押え板であって、前記第４端面を有する押え板を有していてもよい。この形態によれば、押え板によって第４端面を形成できる。

（１５）上記形態において、前記主軸ハウジングは、前記一端部側流路を構成する内周面開口が形成された一端側ハウジング内周面を有し、前記主軸は、前記一端部側流路を構成する外周面開口が形成された一端側主軸外周面を有し、前記アンクランプ状態において、前記外周面開口は、前記内周面開口と前記径方向に対向する位置に配置されており、前記一端部側流路は、前記内周面開口と前記外周面開口とを含み、前記アンクランプ状態において、前記径方向に延びる径方向流路を有していてもよい。この形態によれば、非回転要素である主軸ハウジングと、回転要素である主軸とに跨る流路を径方向流路として形成できる。　本開示は、種々の形態で実現することが可能であり、上記の主軸装置の他に、例えば主軸装置の製造方法などの形態で実現することができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]主軸装置の縦断面を示す模式図。

[図2]図１の領域Ｒ２の拡大図。

[図3]コレットチャックの斜視図。

[図4]コレットチャックの拡大断面図。

[図5]コレットチャックを中心軸に沿って見た図。

[図6]第２実施形態の主軸装置の断面図を示す第１模式図。

[図7]第２実施形態の主軸装置の断面図を示す第２模式図。

[図8]主軸装置のうち前方側の部分を示す図。

[図9]主軸装置の一部を示す模式図。

[図10]主軸装置のうち後方側の部分を示す図。

[図11]主軸装置がアンクランプ状態の場合の図。

[図12]図１１に示す主軸装置の一部の模式図。

[図13]第２実施形態の他の実施形態を説明するための第１図。

[図14]第２実施形態の他の実施形態を説明するための第２図。

発明を実施するための形態

[0008] Ａ．第１実施形態：

図１は、第１実施形態の主軸装置１の縦断面を示す模式図である。図２は、図１の領域Ｒ２の拡大図である。本実施形態の主軸装置１は、マシニングセンタなどの工作機械に備えられるモータビルトイン方式の主軸装置である。主軸装置１は、前方側において被加工物を加工する工具を把持する。ここで、工具は、具体的には、工具ホルダに加工工具が取り付けられて構成されている。図１には、主軸装置１が有する主軸１０の中心軸ＡＸが示されている。中心軸ＡＸよりも上半分の図は、工具ホルダの把持が解除されたアンクランプ状態を示し、中心軸ＡＸよりも下半分の図は、工具ホルダを把持したクランプ状態を示している。後述の図４においても同様に図示している。また、中心軸ＡＸに沿った方向である軸方向について、工具を把持する側を前方側とし、工具を把持する側とは反対側を後方側とする。また、図１の紙面上側が鉛直上方向側であり、紙面下側が鉛直下方向側である。

[0009] 主軸装置１は、筒状の主軸ハウジング３と、主軸１０と、前方側軸受１０Ａと、後方側軸受１０Ｂと、電動モータ４０と、ドローバー３０と、コレットチャック２０と、付勢部材としての皿ばね３３と、シリンダ装置１５と、制御装置９０と、を備える。主軸ハウジング３は、主軸１０や電動モータ４０などの主軸装置１の主要な要素を内側に配置する。

[0010] 主軸１０は、主軸ハウジング３に２つの前方側軸受１０Ａと後方側軸受１０Ｂとを介して回転可能に支持されている。主軸１０は、中心軸ＡＸを有し、電動モータ４０の駆動によって中心軸ＡＸを中心として回転する。主軸１０は、前方側の端部である一端部１０Ｆと、一端部１０Ｆと対向する他端部１０Ｒとを有する。主軸１０は、軸方向に貫通するテーパ孔１０Ｔと、主軸

円筒部１０Ｈと、スピンドルキャップ１０Ｃとを有する。テーパ孔１０Ｔは、一端、すなわち主軸１０の一端部１０Ｆに位置し、工具が着脱可能に装着される。主軸円筒部１０Ｈは、テーパ孔１０Ｔよりも他端側、すなわち主軸１０の他端部１０Ｒ側に位置する。主軸円筒部１０Ｈは、テーパ孔１０Ｔと連通する。

[0011] 前方側軸受１０Ａは、軸方向について、電動モータ４０よりも前方側の位置に配置されているアンギュラ型の転がり軸受である。前方側軸受１０Ａは、軸方向に間隔を開けて２つ配置されている。前方側軸受１０Ａは、軸方向と直交する主軸１０の径方向について、主軸ハウジング３と主軸１０との間に介在する。後方側軸受１０Ｂは、軸方向について、電動モータ４０よりも後方側の位置に配置されているコロ型の転がり軸受である。後方側軸受１０Ｂは、主軸１０の径方向について、主軸ハウジング３と主軸１０との間に介在する。

[0012] 電動モータ４０は、ロータ４１と、ステータ４２とを備える。電動モータ４０は、主軸ハウジング３内における主軸１０の外周に配置されている。ロータ４１は、主軸１０と一体回転可能に構成されている。制御装置９０の制御によってステータ４２に電力が供給されることでロータ４１が回転することで、主軸１０が回転する。

[0013] コレットチャック２０は、主軸円筒部１０Ｈ内に配置されている。コレットチャック２０は、ドローバー３０に連動して、主軸１０の軸方向に沿って進退移動することにより、工具を把持するクランプ状態と、工具の把持が解除されたアンクランプ状態とのいずれかの状態をとる。具体的には、コレットチャック２０は、ドローバー３０がシリンダ装置１５によって前方側に押し出されて、ドローバー一端部３０Ｆ側に移動した場合にはアンクランプ状態となる。一方で、コレットチャック２０は、ドローバー３０がシリンダ装置１５から離間して皿ばね３３の付勢力によってドローバー他端部３０Ｒ側に移動した場合にはクランプ状態となる。

[0014] ドローバー３０は、主軸円筒部１０Ｈに配置されている。ドローバー３０

は、コレットチャック２０と連結しており、コレットチャック２０を主軸１０の中心軸ＡＸ方向に沿って進退移動させる。ドローバー３０は、一端部１０Ｆ側に位置するドローバー一端部３０Ｆと、他端部１０Ｒ側に位置するドローバー他端部３０Ｒとを有する。ドローバー３０は、後述するシリンダ装置１５の動作によって主軸１０の軸方向に沿って移動可能である。ドローバー３０は、主軸１０の回転動作と連動するように主軸１０に連結されている。

[0015] 皿ばね３３は、主軸１０内である主軸円筒部１０Ｈにおいて、主軸１０の内周面とドローバー３０との間に配置されている。皿ばね３３は、主軸１０の軸方向において、主軸１０の内周に配置されたカラー３４と、ドローバー３０のドローバー他端部３０Ｒに形成された大径部３０Ｄとの間に配置されている。詳細には、皿ばね３３は、ドローバー３０の外周に挿通されて配置されている。皿ばね３３は、軸方向に沿って複数設けられている。皿ばね３３の後方側の端部は、ドローバー３０のドローバー他端部３０Ｒ側の大径部３０Ｄに軸方向に対向した状態で当接している。これにより、皿ばね３３は、ドローバー３０に対して、テーパ孔１０Ｔから遠ざかる方向、すなわち一端部１０Ｆ側から他端部１０Ｒ側に向かう方向に沿った付勢力を与える。この付勢力によって、シリンダ装置１５が作動していない場合には、コレットチャック２０が常時クランプ状態となる。なお、皿ばね３３には、摩擦力を低減するためにグリースが塗布されていてもよい。

[0016] シリンダ装置１５は、軸方向について、ドローバー３０よりも後方側に配置されている。シリンダ装置１５は、軸方向に移動可能に構成されたピストン１８を有する。ピストン１８は、ドローバー３０のドローバー他端部３０Ｒと軸方向に対向する。ピストン１８が前方側に移動することで、皿ばね３３の付勢力に抗してドローバー３０がピストン１８によって前方側に向かって移動する。これにより、コレットチャック２０はアンクランプ状態となる。

[0017] 制御装置９０は、ＣＰＵと記憶装置などによって構成され、主軸装置１の

動作を制御する。例えば、制御装置９０は、主軸装置１の電動モータ４０の動作を制御する。

[0018] 主軸装置１は、さらに、エア供給装置９２と、クーラント供給装置９５とを備える。エア供給装置９２と、クーラント供給装置９５とは、制御装置９０によって動作が制御される。エア供給装置９２は、例えばコンプレッサーであり、シリンダ装置１５のピストン１８に設けられた流路に加圧されたエアを送り込む。テーパ孔１０Ｔに付着した切屑が除去される。クーラント供給装置９５は、シリンダ装置１５の後端側の開口部８５を介して軸方向に延びるクーラント流路１３０にクーラントを供給する。クーラントは、クーラント流路１３０を流れて、ドローバー一端部３０Ｆ，工具内を経由して、工具の刃先である加工ポイントに供給される。

[0019] 図１に示すように、ドローバー３０は、外周側ドローバー３０Ａと、プッシュロッド３７と、ドローボルト２６とによって構成される。図２に示すように、外周側ドローバー３０Ａの内側には、内側配管３６が配置されている。具体的には、内側配管３６の両端は外径方向に突出している。そして、内側配管３６の突出している両端部が、外周側ドローバー３０Ａの内周に圧入され嵌合されている。外周側ドローバー３０Ａのドローバー他端部３０Ｒ側に形成された大径部３０Ｄは、皿ばね３３と当接する。外周側ドローバー３０Ａは、筒状の部材であり、軸方向に貫通する第１ロッド孔３１Ｈを有する。内側配管３６は、筒状の部材であり、第１ロッド孔３１Ｈ内に配置され、軸方向に貫通する第２ロッド孔３２Ｈを有する。内側配管３６は、一端を形成する配管一端部３６Ａ（図１）と、配管一端部３６Ａよりも他端部１０Ｒ側に近い配管他端部３６Ｂとを有する。プッシュロッド３７の内周は、外周側ドローバー３０Ａの外周にねじ嵌合により連結されている。ドローボルト２６は、概ね円筒形状である。後述する図４に示すように、ドローボルト２６の後方側端部であるドローボルト他端部２８は、プッシュロッド３７にねじ嵌合により連結されている。後述する図４に示すように、主軸装置１は、さらに、ガイドスリーブ３０Ｇと、コレットスリーブ３０Ｈとを有する。ガ

イドスリーブ３０Ｇは、主軸１０とドローバー３０との間に配置されている。コレットスリーブ３０Ｈは、主軸１０（詳細には、主軸本体）とプッシュロッド３７との間に配置されている。コレットスリーブ３０Ｈは、軸方向についてガイドスリーブ３０Ｇに隣接して配置されている。主軸１０の内周にガイドスリーブ３０Ｇ、コレットスリーブ３０Ｈ、スピンドルキャップ１０Ｃが順に嵌挿され、スピンドルキャップ１０Ｃが主軸１０（詳細には、主軸本体）にボルトで固定されている。ガイドスリーブ３０Ｇ、コレットスリーブ３０Ｈは、主軸１０の段部１０Ｄ及びスピンドルキャップ１０Ｃで軸方向に挟み込まれて主軸１０（詳細には、主軸本体）に固定される。スピンドルキャップ１０Ｃ、ガイドスリーブ３０Ｇ、コレットスリーブ３０Ｈは、主軸本体と共に回転し、主軸１０を構成する。

[0020] 次に、主軸装置１が有する各種流路に関連する構成について図１および図２を用いて説明する。なお、各種流路について「上流」、「下流」の基準は、エア供給装置９２と、クーラント供給装置９５とから供給される流体の流れ方向を基準とする。主軸装置１は、コレットチャック２０によって把持された工具によって加工する加工ポイントにクーラントを供給するクーラント流路１３０（図１、図２）と、テーパ孔１０Ｔに吹き付けるエアをテーパ孔１０Ｔに供給するエア供給路１２０（図１、図２）とを備える。

[0021] クーラント流路１３０は、シリンダ装置１５に形成された第１クーラント流路１９（図１）と固定ジョイント４７に形成された第４クーラント流路４７ａ（図１）と回転ジョイント４６に形成された第２クーラント流路４８（図２）と内側配管３６に形成された第３クーラント流路３８（図１、図２）と、第５クーラント流路４９と、第６クーラント流路５０とを有する。図２に示すように、クーラント流路としての第３クーラント流路３８は、内側配管３６の内側に配置され、内側配管３６の第２ロッド孔３２Ｈによって形成されている。図１に示すように、第５クーラント流路４９は、プッシュロッド３７の内側に配置されている。第６クーラント流路５０は、ドローボルト２６の内側に配置された筒状のスプール２５（図４）の内側に配置されてい

る。クーラント供給装置９５から供給されたクーラントは、第１クーラント流路１９、第４クーラント流路４７ａ、第２クーラント流路４８、第３クーラント流路３８、第５クーラント流路４９、第６クーラント流路５０の順に流通して、工具内を経由して、一端部１０Ｆ側に位置し、工具の刃先である加工ポイントに供給される。このように、クーラント流路１３０は、軸方向に沿って形成された流路である。クーラント供給装置９５は、制御装置９０からの指令に応じて、クランプ状態において主軸１０が回転している間の期間においてクーラントをクーラント流路１３０に供給する。

[0022] エア供給路１２０は、主軸装置１の非回転要素に形成された上流側エア供給路５５（図１、図２）と、上流側エア供給路５５の下流側に位置し、主軸装置１の回転要素に形成された下流側エア供給路５６（図１）と、を備える。上流側エア供給路５５は、非回転要素であるピストン１８に形成されている。上流側エア供給路５５を第１エア供給路５５とも呼ぶ。下流側エア供給路５６は、ドローバー３０内およびドローバー３０と内側配管３６との間に形成された第２エア供給路３５（図１、図２）と、主軸１０とドローバー３０との隙間によって形成された第３エア供給路１２５（図１）と、ガイドスリーブ流路としての第６エア供給路１２６（図１）と、主軸１０内に形成されたコレットスリーブ流路としての第４エア供給路１５５（図１）と、主軸エア供給路１５６（図１）とを有する。

[0023] 図２に示すように、第１エア供給路５５の下流端は、ピストン１８のうち軸方向においてドローバー３０と対向する位置に形成された開口である。アンクランプ状態において、ピストン１８とドローバー３０の端面同士が当接した場合に、ピストン１８の第１エア供給路５５は、ドローバー３０の第２エア供給路３５に接続される。第２エア供給路３５は、外周側ドローバー３０Ａに形成された上流側流路３５Ａと、他端エア流路３５Ｃと、下流側流路３５Ｂと、一端エア流路３５Ｄ（図１）とを有する。配管エア供給路としての下流側流路３５Ｂは、外周側ドローバー３０Ａの内周面と内側配管３６の外周面との隙間によって形成されている。下流側流路３５Ｂは、内側配管３

６の外側に配置され、配管一端部３６Ａから配管他端部３６Ｂへ延びる。下流側流路３５Ｂは、後述する複数の主軸エア供給路１５６と連通する。他端エア流路３５Ｃは、上流側流路３５Ａと下流側流路３５Ｂとの間にある。他端エア流路３５Ｃは、配管他端部３６Ｂに近接して配置されている。他端エア流路３５Ｃは、内側配管３６の径方向に延びる。エアは、他端エア流路３５Ｃを、内側配管３６の径方向内方へ流通し、下流側流路３５Ｂに流入する。一端エア流路３５Ｄ（図１）は、下流側流路３５Ｂと第３エア供給路１２５との間にある。一端エア流路３５Ｄは、配管一端部３６Ａに近接して配置されている。一端エア流路３５Ｄは、プッシュロッド３７及び外周側ドローバー３０Ａの径方向に延びる。エアは、一端エア流路３５Ｄを、プッシュロッド３７及び外周側ドローバー３０Ａの径方向外方へ流通し、第３エア供給路１２５に流出する。

[0024] 図１に示すように、第３エア供給路１２５は、ガイドスリーブ３０Ｇとプッシュロッド３７との隙間によって形成されている。第３エア供給路１２５は、第２エア供給路３５と連通している。後述する図４に示すように、ガイドスリーブ３０Ｇは、一端に外径方向に突出した大径部３０Ｉを有する。大径部３０Ｉは主軸１０の段部１０Ｄに当接している。主軸１０の内周及び大径部３０Ｉの外周間に第４エア供給路１５５が形成されている。第６エア供給路１２６は、大径部３０Ｉの主軸１０の段部１０Ｄ側に、形成されている。第６エア供給路１２６は、ガイドスリーブ３０Ｇの大径部３０Ｉの段部１０Ｄ側に形成され、大径部３０Ｉの径方向に延びる。第６エア供給路１２６は、第３エア供給路１２５と第４エア供給路１５５とを繋ぐ。第４エア供給路１５５は、主軸１０の内周と、コレットスリーブ３０Ｈの外周との間に形成されている。第４エア供給路１５５の上流端、すなわち他端側は、第６エア供給路１２６を介して、第３エア供給路１２５に接続され、第４エア供給路１５５の下流端、すなわち一端側は、主軸エア供給路１５６の上流端に接続されている。主軸エア供給路１５６の下流端は、後に詳述するように、主軸円筒部１０Ｈに開口している。

[0025] 図３は、コレットチャック２０およびドローボルト２６の斜視図である。図４は、アンクランプ状態におけるコレットチャック２０およびドローボルト２６の拡大断面図である。図４では、エアの流れが矢印で示されている。図５は、前方からアンクランプ状態におけるコレットチャック２０を中心軸ＡＸに沿って見た図である。図５には、図４に示すＩＶ－ＩＶ線における主軸１０の内周とコレットスリーブ３０Ｈの外周とが破線で示されている。図３～図５に示す前方および後方の方向は、図１に示す方向と同じである。図３に示すように、コレットチャック２０は、一端を形成する円環状のコレット一端部２０ａと、複数のコレット隙間２０ｂと、他端を形成するコレット他端部２０ｃとを有する。図４に示すように、コレット一端部２０ａは、コレット他端部２０ｃよりもテーパ孔１０Ｔの近くに配置される。図３に示すように、複数のコレット隙間２０ｂは、コレット一端部２０ａから主軸１０の他端側である他端部１０Ｒ側（図１）へ延びる。複数のコレット隙間２０ｂは、エアをテーパ孔１０Ｔに導く流路を形成する。

[0026] 図３に示すように、コレットチャック２０は、複数の爪部としてのコレット爪２１を有する。本実施形態では、コレットチャック２０は、６つのコレット爪２１を有する。ドローボルト２６の前方側端部であるドローボルト一端部２７の外周面に、複数のコレット爪２１がドローボルト一端部２７（図４）の全周を取り囲むように取り付けられている。ドローボルト２６の内側には、スプール２５が配置されている。スプール２５は、ドローボルト２６に摺動可能に嵌挿されている。

[0027] 図３に示すように、コレット爪２１は、概ね、円筒を、円筒の中心軸に沿った面で６つに分割して得られる形状を有する。コレット爪２１は、コレットチャック２０の中心軸ＡＸに沿って延びる形状を有する。コレット爪２１は、コレット基部２２と、コレット円筒部２３と、コレット先端部２４と、爪斜面２１ａ（図４）と、コレットカム面としての第１爪カム面２１ｂと、コレット凹部２１ｃと、第２爪カム面２１ｄを有する。コレット基部２２は、コレット爪２１の後方側の端部である。コレット先端部２４は、前方側の

端部である。コレット円筒部２３は、コレット基部２２とコレット先端部２４との間に位置する。コレット基部２２の厚さはコレット円筒部２３の厚さよりも厚い。コレット基部２２の内周面は、コレット円筒部２３の内周面よりも内方に突出している。コレット爪２１の内周面において、コレット基部２２とコレット円筒部２３との境界に爪斜面２１ａが設けられている。コレット基部２２の外周面は、コレット円筒部２３の外周面よりも外方に突出している。コレット爪２１の外周面において、コレット基部２２とコレット円筒部２３との境界に、第１爪カム面２１ｂが設けられている。爪斜面２１ａと第１爪カム面２１ｂとは、中心軸ＡＸに対して傾斜する面である。コレット先端部２４の外周面の先端は、コレット円筒部２３の外周面に対して主軸１０に向かって突出している。コレット先端部２４の外周面に第２爪カム面２１ｄが設けられている。第２爪カム面２１ｄは、コレット先端部２４の突出する先端とコレット円筒部２３とを繋ぐ面の一部である。第２爪カム面２１ｄは、中心軸ＡＸに対して傾斜している。コレット先端部２４の内周面には、コレット円筒部２３の内周面に対して中心軸ＡＸに向かって突出している内周凸部２４ｂが形成されている。内周凸部２４ｂは、図略の工具のプルスタッドに係合する。

[0028] コレット凹部２１ｃは、コレット基部２２の外周面にて、内方に凹んで形成されている。複数のコレット爪２１は、各々のコレット凹部２１ｃにコイルばね７１が巻き付けられることより、ドローボルト２６に押し付けられている。複数のコレット爪２１は、周方向に間隔を空けて固定されている。複数のコレット爪２１とドローボルト２６とには互いに嵌め合う、図示しないキー構造が形成されている。これにより、複数のコレット爪２１は、ドローボルト一端部２７に対し回り止めされている。隣接する２つのコレット爪２１の隙間が、コレット隙間２０ｂである。

[0029] 図４に示すように、ドローボルト２６には、爪斜面２１ａと対向する位置に、ボルト斜面２６ａが形成されている。コレットスリーブ３０Ｈには、クランプ状態において、第１爪カム面２１ｂと対向するカム面としての主軸カ

ム面１０Ｍが形成されている。ボルト斜面２６ａと、爪斜面２１ａとは当接する。これにより、コレット爪２１の内周凸部２４ｂにより図略の工具のプルスタッドが保持される。ドローバー３０が前進移動する場合に、第１爪カム面２１ｂと、主軸カム面１０Ｍとは当接する。そして、コレット爪２１は、クランプ状態における形態からアンクランプ状態における形態に遷移する。これにより、コレット爪２１の内周凸部２４ｂは図略の工具のプルスタッドより外径側へ開いた状態となる。コレットスリーブ３０Ｈには、第２爪カム面２１ｄと対向する位置に、主軸凸部１０Ｐが形成されている。主軸凸部１０Ｐは、主軸円筒部１０Ｈにおいて、テーパ孔１０Ｔと隣接する端部に対して、径方向内方に突出する部分である。ドローバー３０が後退移動する場合に、第２爪カム面２１ｄと、主軸凸部１０Ｐとは当接する。そして、コレット爪２１は、アンクランプ状態における形態からクランプ状態における形態に遷移する。

[0030] 図１および図４に示すように、主軸１０が有する収納空間１０Ｎは、クランプ状態において、コレット基部２２が収納される空間である。図４に示すように、主軸カム面１０Ｍは、収納空間１０Ｎを区画する区画面である。第４エア供給路１５５は、中心軸ＡＸ方向に沿って延びる。主軸エア供給路１５６は、主軸１０の径方向に沿って延びる。主軸エア供給路１５６の下流端は、収納空間１０Ｎに開口している。

[0031] 図５に示すように、主軸エア供給路１５６は、主軸１０の周方向に間隔を空けて複数設けられている。主軸エア供給路１５６は、コレット隙間２０ｂと対応して設けられている。本実施形態では、主軸エア供給路１５６の数は、コレット隙間２０ｂの数と同じ６つである。スプール２５の内部空間は、クーラントが流れる第６クーラント流路５０である。複数のコレット隙間２０ｂは、周方向について、等間隔に配置されている。複数の主軸エア供給路１５６は、周方向について、等間隔に配置されている。すなわち、一つの主軸エア供給路１５６に対する６つのコレット隙間２０ｂの各々の相対位置は、すべての主軸エア供給路１５６について、互いに同じである。また、複数

のエア供給路１２０の位相位置と、複数のコレット隙間２０ｂの位相位置とが一致している。ここで、位相位置とは、主軸１０の周方向における位置である。

[0032] 工具が取り付けられる場合には、コレットチャック２０の内部空間に工具が挿入され、ドローバー３０が後方に移動する。これに連動して、コレットチャック２０は後方に移動し、工具のプルスタッドを締めるように変形して工具を把持する。対して、工具の交換のため、工具が取り外される場合には、ドローバー３０は前方に移動する。これに連動して、コレットチャック２０は前方に移動し、コレットチャック２０の内周面が工具のプルスタッドから離れるように変形する。工具は、前方に引き抜かれ、新たな工具が挿入される。

[0033] 工具の交換のため、工具が引き抜かれる場合、テーパ孔１０Ｔに向かってエアが噴出されることにより、加工により発生した切屑のテーパ孔１０Ｔへの付着が抑制される。ここで、噴出されたエアがテーパ孔１０Ｔの周方向に旋回すると、テーパ孔１０Ｔの軸付近が負圧となり、切屑がテーパ孔内に取り込まれる吸い込み現象が発生する場合がある。吸い込み現象が発生すると、取り込まれた切屑がテーパ孔１０Ｔに付着し、工具の装着精度が低下するおそれがある。そこで、発明者らは、エアが中心軸ＡＸに沿って直進する直進流となるように工夫を施した。これにより、エアの旋回を抑制して、吸い込み現象を抑制することができるので、テーパ孔１０Ｔの清掃度を向上させて、工具の装着精度を向上させることができる。具体的には、本実施形態では、主軸エア供給路１５６は収納空間１０Ｎに開口している。これにより、主軸エア供給路１５６から噴出したエアは、一時的に収納空間１０Ｎに留まり、収納空間１０Ｎからテーパ孔１０Ｔへ向かって流れる。これにより、エアが収納空間１０Ｎを介さずにテーパ孔１０Ｔに直接流れる構造と比較して、流れの偏りが低減されるため、直進流とすることができる。さらに、本実施形態では、エアは、収納空間１０Ｎから軸方向に延びるコレット隙間２０ｂを流通して、テーパ孔１０Ｔに供給される。エアはコレット隙間２０ｂに

沿って流れるため、テーパ孔１０Ｔに流出するエアを直進流にすることができる。

[0034] また本実施形態では、主軸エア供給路１５６は複数設けられている。これにより、収納空間１０Ｎに供給されるエアの分布に偏りが生じることを抑制できるので、複数のコレット隙間２０ｂにより均一にエアを供給できる。また、本実施形態では、１つの主軸エア供給路１５６に対する複数のコレット隙間２０ｂの相対位置は、すべての主軸エア供給路１５６について互いに同じである。さらに、複数のコレット隙間２０ｂの数と、複数の主軸エア供給路１５６の数とは同じである。複数のコレット隙間２０ｂは、等間隔に配置されている。また、複数の主軸エア供給路１５６は、等間隔に配置されている。そして、複数の主軸エア供給路１５６の位相位置と、複数のコレット隙間２０ｂの位相位置とが一致している。これにより、各々の主軸エア供給路１５６から噴出されるエアは、収納空間１０Ｎを通過して、最寄りのコレット隙間２０ｂへスムーズに流れるため、エアの不均一な流れを低減できるので、直進流が乱れることを低減できる。

[0035] 以上説明した第１実施形態によれば、コレットチャック２０は、コレット一端部２０ａから主軸１０の他端部１０Ｒ側へ延びる複数のコレット隙間２０ｂを有する。主軸円筒部１０Ｈは、アンクランプ状態において、収納空間１０Ｎにエアを供給するための複数のエア供給路１２０を有する。これにより、主軸エア供給路１５６に供給されたエアは、一時的に収納空間１０Ｎに留まり、収納空間１０Ｎからコレット隙間２０ｂを流通して、テーパ孔１０Ｔから排出される。エアは、コレット隙間２０ｂを抜けて、直進流となるため、テーパ孔１０Ｔの中心軸ＡＸ付近で吸い込み現象の発生を抑制することができる。また、収納空間１０Ｎを区画する区画面は、主軸カム面１０Ｍを有していることにより、主軸カム面１０Ｍを有する収納空間１０Ｎにエアを供給することができる。また、複数のコレット隙間２０ｂは、複数のコレット爪２１の各々のコレット爪２１間の隙間である。これにより、コレット爪２１の間の隙間にエアを流すことができる。

[0036] 複数の主軸エア供給路１５６の各々の主軸エア供給路１５６に対する、複数のコレット隙間２０ｂの各々の相対位置は、互いに同じである。これにより、すべての主軸エア供給路１５６について、主軸エア供給路１５６からコレット隙間２０ｂまでの経路が同等となる。このため、主軸エア供給路１５６から噴出したエアの流れに偏りが生じにくくなり、エアはテーパ孔１０Ｔを直進して流れ易くなり、吸い込み現象の発生をさらに抑制することができる。

[0037] 複数のコレット隙間２０ｂの数と、複数の主軸エア供給路１５６の数とは同じである。そして、複数のコレット隙間２０ｂは、等間隔に配置されている。複数の主軸エア供給路１５６は、等間隔に配置されている。これにより、すべての主軸エア供給路１５６について、主軸エア供給路１５６から噴出したエアは、近くのコレット隙間２０ｂに誘導される。このため、エアの流れに偏りが生じにくくなり、エアは直進して流れ、吸い込み現象の発生を抑制することができる。また、複数の主軸エア供給路１５６の位相位置と、複数のコレット隙間２０ｂの位相位置とが一致している。これにより、各々の主軸エア供給路１５６から噴出されるエアは、スムーズに最寄りのコレット隙間２０ｂへ流れるため、エアの流れが乱れにくくなる。よって、エアは直進して流れ、吸い込み現象の発生を抑制することができる。

[0038] 主軸装置１は、ドローバー３０を付勢する皿ばね３３と、皿ばね３３を押圧するシリンダ装置１５とを備える。これにより、皿ばね３３とシリンダ装置１５とを備える主軸装置１に本願を適用することができる。また、主軸装置１は、内側配管３６と、内側配管３６の外側に配置される下流側流路３５Ｂと、内側配管３６の内側に配置される第３クーラント流路３８と、第６エア供給路１２６と、第４エア供給路１５５と、を有する。これにより、内側配管３６、下流側流路３５Ｂ、第６エア供給路１２６、第４エア供給路１５５、および第３クーラント流路３８を備える主軸装置１に本願を適用することができる。

[0039] Ｂ．第１実施形態の他の実施形態：

（Ｂ１）上記第１実施形態では、複数のエア供給路１２０の位相位置と、複数のコレット隙間２０ｂの位相位置とが一致している。この構成とは別に、複数の主軸エア供給路１５６の位相位置と、複数のコレット隙間２０ｂの位相位置とが一致していない構成としてもよい。複数の主軸エア供給路１５６の位相位置と、複数のコレット隙間２０ｂの位相位置とがずれている場合にも、複数の主軸エア供給路１５６から噴出されたエアは、それぞれ、同様の経路で最寄りのコレット隙間２０ｂに流れ込むため、エアの流れに偏りが生じにくくなる。このため、エアを直進流とすることができ、吸い込み現象の発生を低減することができる。

[0040] （Ｂ２）上記第１実施形態では、複数のコレット隙間２０ｂの数と、複数の主軸エア供給路１５６の数とは同じである。そして、複数のコレット隙間２０ｂは、等間隔に配置されている。複数の主軸エア供給路１５６は、等間隔に配置されている。この構成とは別に、例えば、主軸エア供給路１５６の数に対して、コレット隙間２０ｂの数が多い構成としてもよい。この構成の場合には、主軸エア供給路１５６に対するコレット隙間２０ｂの相対位置が、すべての主軸エア供給路１５６について互いに同じである構成とするとよい。これにより、エアの流れに偏りを生じにくくすることができる。

[0041] （Ｂ３）上記第１実施形態では、主軸エア供給路１５６は複数設けられていたが、一つであってもよい。このようにしても、主軸エア供給路１５６から収納空間１０Ｎに供給されたエアは、収納空間１０Ｎによって周方向に流通することで、複数のコレット隙間２０ｂに供給される。

[0042] Ｃ．第２実施形態：

図６は、第２実施形態の主軸装置１１の断面図を示す第１模式図である。図７は、第２実施形態の主軸装置１１の断面図を示す第２模式図である。図６はクランプ状態の図であり、図７はアンクランプ状態の図である。主軸装置１１と、第１実施形態の主軸装置１との主な相違点は、エア供給路３２０が、主軸１０の軸孔１０Ｊよりも径方向において外側に形成されている点である。エア供給路３２０は、主軸装置１１の非回転要素に形成された上流側

エア供給路３５５（図６）と、上流側エア供給路３５５の下流側に位置し、主軸装置１１の回転要素に形成された下流側エア供給路３５６（図６）と、を備える。上流側エア供給路３５５と下流側エア供給路３５６の詳細は後述する。主軸装置１１において、第１実施形態と同様の構成については、同一符号を付すと共に適宜説明を省略する。

[0043] 主軸装置１１は、筒状の主軸ハウジング３と、主軸１０と、前方側軸受１０Ａと、後方側軸受１０Ｂと、電動モータ４０と、ドローバー２３０と、コレットチャック２０と、付勢部材としての皿ばね３３と、シリンダ装置１５と、制御装置９０と、を備える。

[0044] 主軸ハウジング３は、主軸１０や電動モータ４０などの主軸装置１の主要な要素を内側に配置する。主軸ハウジング３は、電動モータ４０を収容するハウジング本体１７と、ハウジング本体１７の他端部に固定された軸受ハウジング１２と、主軸ハウジング３の前端部（一端部）であるハウジング一端部を構成する筒状のフロントキャップ１４と、を有する。フロントキャップ１４は、ボルトによって、後述する第１前側外輪押え６１と共にハウジング本体１７に固定されている。

[0045] 主軸１０は、テーパ孔１０Ｔや主軸円筒部１０Ｈを要素として含む軸方向に延びる軸孔１０Ｊを有する。前方側軸受１０Ａおよび後方側軸受１０Ｂは、主軸１０を主軸ハウジング３に対して回転可能に支持する。コレットチャック２０は、主軸円筒部１０Ｈ内に配置され、工具を把持可能に構成されている。本実施形態において、前方側軸受１０Ａおよび後方側軸受１０Ｂは、アンギュラ型の転がり軸受である。前方側軸受１０Ａは、電動モータ４０よりも前方側に位置し、軸方向において一端部１０Ｆに近い位置に配置されている。後方側軸受１０Ｂは、電動モータ４０よりも後方側に位置し、軸方向において、他端部１０Ｒに近い位置に配置されている。

[0046] ドローバー２３０は、コレットチャック２０のコレット他端部と連結し、コレットチャック２０を軸方向に沿って進退移動させる。ドローバー２３０は、上記第１実施形態とは異なり、内側配管と外側配管に分かれておらず、

単一の配管である点で、ドローバー３０と異なる。ドローバー２３０は、軸方向に貫通するロッド孔３８２Ｈを有する。ロッド孔３８２Ｈは、固定ジョイント４７の第４クーラント流路４７ａと連通する。ロッド孔３８２Ｈは、第４クーラント流路４７ａから供給されるクーラントが流通するロッドクーラント流路３３８を形成する。ロッドクーラント流路３３８を流通したクーラントは、工具内を経由して、一端部１０Ｆ側に位置し、工具の刃先である加工ポイントに供給される。なお、ドローバー２３０は、上記第１実施形態と同様に、一端側にはドローボルトと、ドローボルトの内側に配置された筒状のスプールとを有する。この筒状のスプールの内部は、ロッドクーラント流路３３８の下流側を構成する。

[0047] コレットチャック２０は、第２実施形態において、図示は簡略化しているが、第１実施形態のコレットチャック２０（図３）と同様の構成である。また、主軸円筒部１０Ｈは、第１実施形態と同様に、クランプ状態において、コレット他端部２０ｃ（図３）が収納される収納空間１０Ｎを有する。また、第１実施形態と同様に、収納空間１０Ｎを区画する区画面は、コレットチャック２０が前進する場合に、コレットカム面としての第１爪カム面２１ｂ（図８）と当接する主軸カム面１０Ｍ（図８）を有する。

[0048] 主軸装置１１は、さらに、ドローバー２３０が有するプッシュロッド３３７の外周側に配置された前側部材２３４および後側部材２３５を有する。前側部材２３４と後側部材２３５とはそれぞれ筒状である。前側部材２３４と後側部材２３５とは、軸方向に間隔を開けて配置されている。前側部材２３４と後側部材２３５との間には、皿ばね３３が圧縮状態で配置されている。皿ばね３３の前端は前側部材２３４に当接し、皿ばね３３の後端は後側部材２３５に当接する。後側部材２３５は、プッシュロッド３３７の外周面に固定されている。これにより、後側部材２３５は、プッシュロッド３３７と連動する。前側部材２３４は、主軸３の軸孔１０Ｊに配置されている。後側部材２３５は、シリンダ装置１５のピストン１８の前進によって、ピストン１８によって前方側に押し進められる。これにより、プッシュロッド３３７が

後側部材２３５に連動して前進することで、コレットチャック２０も前進する。図７に示すように、コレットチャック２０が前進することで、コレット爪２１が軸孔１０Ｊ内で開くことで、主軸装置１１がアンクランプ状態となる。なお、ピストン１８の前進と後退は、主軸装置１１が備える油圧装置９３によってシリンダ室に作動油を供給したり、シリンダ室から作動油を排出したりすることで実行される。油圧装置９３は、第１実施形態の主軸装置１も備えているが、第１実施形態では図示を省略している。

[0049] 図８は、主軸装置１１のうち前方側の部分を示す図である。図９は、主軸装置１１の一部を示す模式図である。図１０は、主軸装置１１のうち後方側の部分を示す図である。図８および図９は、主軸装置１１がクランプ状態の場合の図である。図８～図１０を用いて、主軸装置１１の構成についてさらに説明する。

[0050] 図８に示すように、主軸装置１１は、さらに、第１前側外輪押え６１と、第２前側外輪押え６２と、前側内輪押え６４と、を有する。第１前側外輪押え６１と第２前側外輪押え６２とは、軸方向において、前方側軸受１０Ａの外輪を挟持することで、前方側軸受１０Ａの外輪の軸方向の動きを規制する。第２前側外輪押え６２は、ハウジング本体１７の内周面に配置されている。第１前側外輪押え６１は、ハウジング本体１７とフロントキャップ１４とに挟持されて位置が固定される。前側内輪押え６４と、主軸１０が有する主軸本体１０Ｅの外周面に形成された段差面１４２とは、前方側軸受１０Ａの内輪を挟持することで、前方側軸受１０Ａの内輪の軸方向の動きを規制する。前側内輪押え６４は、主軸本体１０Ｅと、主軸１０を構成するスピンドルキャップ１０Ｃとに挟持されている。

[0051] 主軸装置１１は、さらに、スリーブ６９と、押え板１６と、シール材７９とを備える。スリーブ６９は、筒状であり、径方向においてフロントキャップ１４とスピンドルキャップ１０Ｃとの間に位置する。スリーブ６９は、軸方向を中心にスピンドルキャップ１０Ｃを取り囲む。スリーブ６９は、フロントキャップ１４の内周面に軸方向に移動可能に配置されており、フロント

キャップ１４と同様に、非回転要素である。図９に示すように、スリーブ６９の外周には、外周面６９ｆａから外径方向に突出する凸部６９ｂが形成されている。凸部６９ｂは、スリーブ６９の外周面６９ｆａに周方向に亘って形成されている。凸部６９ｂの後端面は、フロントキャップ１４の段部に当接する。凸部６９ｂの前端面である第３端面６９ｅは、後述するシール材７９に当接する。この第３端面６９ｅも、凸部６９ｂの構成要素であるので、外周面６９ｆａから外径方向に突出する。押え板１６は、円盤状であり、ボルトによってフロントキャップ１４に取り付けられている。押え板１６の後端面である第４端面１４ｅは、シール材７９に当接する。第３端面６９ｅと第４端面１４ｅとは、軸方向において対向し、シール材７９を挟持する。シール材７９は、フロントキャップ１４と押え板１６とによって区画された凹部１４ｂに入り込むように位置する。スリーブ６９は、さらに、軸方向の他端部（後方）側の端面である第１端面６９ｆｂを有する。なお、スリーブ６９は非回転要素であるため、主軸ハウジング３の構成要素であるともいえる。

[0052] 図９に示すように、シール材７９は、スリーブ６９の外周面６９ｆａを取り囲むように配置された円環状の弾性部材である。シール材７９としては、例えば、合成ゴムが用いられる。シール材７９は、第３端面６９ｅと第４端面１４ｅとの間に、軸方向に圧縮された状態で配置されている。シール材７９は、エア供給路３２０を流通するエアが外部に漏れ出すことを抑制する。

[0053] テーパ孔１０Ｔ（図８）を形成するスピンドルキャップ１０Ｃは、フロントキャップ１４の径方向内側に位置するキャップ小径部１０Ｃｂと、キャップ小径部１０Ｃｂよりも外径が大きいキャップ大径部１０Ｃａとを有する。キャップ大径部１０Ｃａは、軸方向においてフロントキャップ１４よりも他端部側（後方側）に位置する。またキャップ大径部１０Ｃａは、第１前側外輪押え６１の２番目の最小内周およびスリーブ６９の内周よりも外径側へ突出している。キャップ大径部１０Ｃａは、軸方向においてスリーブ６９の第１端面６９ｆｂと対向する第２端面１０ｆｂを有する。クランプ状態では、

第１端面６９ｆｂと第２端面１０ｆｂとは軸方向において離間している。

[0054] 図１０に示すように、主軸装置１１は、さらに、第１後側外輪押え６７と、第２後側外輪押え６８と、後側内輪押え６６と、閉塞板６５と、予圧バネ１４８とを有する。閉塞板６５は、円板状であり、軸受ハウジング１２の内周面に固定されている。軸受ハウジング１２は、ハウジング本体１７の他端部に固定されている。軸受ハウジング１２は、主軸ハウジング３の構成要素である。第１後側外輪押え６７と第２後側外輪押え６８とはボルト８２によって互いに固定されている。第１後側外輪押え６７と第２後側外輪押え６８は、後方側軸受１０Ｂの外輪の軸方向の動きを規制する。後側内輪押え６６は、ボルト１４６によって、主軸本体１０Ｅに締め付けられている。第２後側外輪押え６８と、主軸本体１０Ｅの外周面に形成された段差面１４４とは、後方側軸受１０Ｂの内輪を挟持することで、前方側軸受１０Ａの内輪の軸方向の動きを規制する。予圧バネ１４８は、後方側軸受１０Ｂおよび前方側軸受１０Ａに予圧を加える。予圧バネ１４８は、軸方向を中心とする周方向に一定間隔を開けて複数配置されている。予圧バネ１４８の一端は閉塞板６５に当接し、予圧バネ１４８の他端は第２後側外輪押え６８に当接する。これにより、第２後側外輪押え６８は、予圧バネ１４８によって後方に向かう外力Ｆを受けて、クランプ状態の場合において、アンクランプ状態の場合よりも、値ＶＬ分だけ後方側に変位する。また、第２後側外輪押え６８とボルト８２により一体となっている第１後側外輪押え６７についても値ＶＬ分だけ後方側に変位することで、後方側軸受１０Ｂの外輪が後方側に押される。これにより、後方側軸受１０Ｂおよび前方側軸受１０Ａに与圧が加えられる。なお、値ＶＬは、本実施形態では、０．２ｍｍである。主軸装置１１の状態が、クランプ状態からアンクランプ状態に遷移する場合には、ピストン１８によって後側部材２３５およびドローバー２３０が前方側に押し進められる。この場合において、主軸１０は、皿ばね３３の押圧力に抗してピストン１８の前方側へ向かう推力を受けることで、わずかに前方側へ変位する。本実施形態では、主軸１０は、クランプ状態よりもアンクランプ状態の方が０

．２ｍｍ前方側に変位する。

[0055] 次に図８～図１０に加えて、図１１および図１２を用いて、エア供給路３２０の詳細について説明する。図１１は、主軸装置１１がアンクランプ状態の場合の図である。図１２は、図１１に示す主軸装置１１の一部の模式図である。エア供給路３２０に関して、上流側、下流側は、エアの流れ方向を基準とする。エア供給路３２０の上流端部３３１は、主軸ハウジング３（詳細にはハウジング本体１７）の後端部に形成されている。エア供給装置９２は、流通管によって、上流端部３３１と連通している。エア供給装置９２は、加圧されたエアを、上流端部３３１を介してエア供給路３２０に送り込む。

[0056] エア供給路３２０は、上流側から下流側に向かう順に、上流端部３３１を含むエア連通路３２１（図８、図１０）と、エア連通路３２１の下流端部に接続された主軸エア供給路３２７（図８）とを備える。図８に示すように、主軸エア供給路３２７の下流端は収納空間１０Ｎに開口している。主軸エア供給路３２７から収納空間１０Ｎに流入したエアは、一時的に収納空間１０Ｎに留まった後に、収納空間１０Ｎからコレット隙間２０ｂを介してテーパ孔１０Ｔへ向かって流れる。本実施形態では、主軸エア供給路３２７の数は、１つである。主軸エア供給路３２７から収納空間１０Ｎに供給されたエアは、周方向に亘って形成された収納空間１０Ｎを流通することで、６つのコレット隙間２０ｂ（図３）に流入する。

[0057] 図７に示すように、エア連通路３２１は、主軸エア供給路３２７よりも径方向において外側に形成されている。図８および図９に示すように、エア連通路３２１は、上流側から下流側に向かう順に、非回転要素である主軸ハウジング３および第１前側外輪押え６１に形成された上流側連通路３２１Ａと、非回転要素である軸受ハウジング１２と回転要素である主軸１０に跨って形成された一端部側流路３２１Ｂと、回転要素である主軸１０および前側内輪押え６４に形成された下流側連通路３２１Ｃと、を有する。上流側連通路３２１Ａと、一端部側流路３２１Ｂのうちで軸受ハウジング１２に形成された流路とによって、上流側エア供給路３５５（図６）が形成されている。図

８に示すように、一端部側流路３２１Ｂのうちで主軸１０に形成された流路と、下流側連通路３２１Ｃと、主軸エア供給路３２７とによって下流側エア供給路３５６（図６）が形成されている。

[0058] 図９に示すように、一端部側流路３２１Ｂのうちで、非回転要素であるフロントキャップ１４およびスリーブ６９に形成された流路を一端部側第１流路３２１Ｂａと呼び、回転要素である主軸１０に形成された流路を一端部側第２流路３２１Ｂｃと呼ぶ。一端部側第１流路３２１Ｂａは、軸方向に直交する径方向に延びる流路である。一端部側第２流路３２１Ｂｃは、スピンドルキャップ１０Ｃ内を軸方向に延びる流路と径方向に延びる流路とを有する。

[0059] 上流側連通路３２１Ａは、図８に示すように、ハウジング本体１７、第１前側外輪押え６１、および、フロントキャップ１４に亘って形成されている。上流側連通路３２１Ａは、上流端部３３１（図１０）から流入したエアを、前方側軸受１０Ａよりも前方側に位置するフロントキャップ１４の内部まで流通させる。

[0060] 図８に示すように、一端部側流路３２１Ｂは、軸方向において、前方側軸受１０Ａよりも一端部１０Ｆ側に位置する。図１２に示すように、一端部側第１流路３２１Ｂａの下流側部分と、一端部側第２流路３２１Ｂｃの上流側部分とによって、軸方向流路３２１Ｂｂが形成される。

[0061] 図１２に示すように、軸方向流路３２１Ｂｂは、軸方向に延びる。軸方向流路３２１Ｂｂは、上流側から下流側に向かう順に、一端部側第１流路３２１Ｂａの下流側部分である上流側軸方向流路３２３と、一端部側第２流路３２１Ｂｃの上流側部分である下流側軸方向流路３２４とを有する。上流側軸方向流路３２３は、非回転要素のスリーブ６９に形成されている。下流側軸方向流路３２４は、回転要素であるスピンドルキャップ１０Ｃに形成されている。図９に示すように、クランプ状態において、上流側軸方向流路３２３と下流側軸方向流路３２４とは、軸方向において僅かな隙間を開けて対向している。上流側軸方向流路３２３の下流端は、第１端面６９ｆｂに形成され

た第１開口６９ｆｐである。下流側軸方向流路３２４の上流端は、第２端面１０ｆｂに形成された第２開口１０ｆｐである。第２開口１０ｆｐは、第２端面１０ｆｂに周方向に亘って形成された円周溝１０ｆｖによって形成されている。下流側軸方向流路３２４は、円周溝１０ｆｖと、円周溝１０ｆｖから軸方向に延びる端部流路３２８とによって構成される。制御装置９０は、クランプ状態において、エア供給装置９２を動作させることでエア供給路３２０にエアを供給する。これにより、第１開口６９ｆｐからエアが噴き出すことにより、第１端面６９ｆｂと第２端面１０ｆｂとの間に空気流が形成されることによって、加工ポイントに供給されるクーラントが、第１端面６９ｆｂと第２端面１０ｆｂとの隙間を介して内部に侵入することを抑制できる。

[0062] 図１２に示すように、クランプ状態からアンクランプ状態に主軸装置１１の状態が遷移した場合、シリンダ装置１５は、スピンドルキャップ１０Ｃを含む主軸１０を前進させることで、第１端面６９ｆｂに近づける方向に第２端面１０ｆｂを移動させる。これにより、アンクランプ状態において、第１端面６９ｆｂと第２端面１０ｆｂとは当接する。またアンクランプ状態では、上流側軸方向流路３２３と下流側軸方向流路３２４とが軸方向に並ぶように、主軸１０の回転位相位置が制御される。主軸１０の回転位相位置が制御されることで、アンクランプ状態において、上流側軸方向流路３２３と下流側軸方向流路３２４とは接続することで、軸方向流路３２１Ｂｂが連通して、軸方向流路３２１Ｂｂの上流側から下流側へとエアが流通する。第２端面１０ｆｂが前進して第１端面６９ｆｂに当接した場合、第１端面６９ｆｂも僅かに前方側に変位する。一方で、少なくともアンクランプ状態において、シール材７９は軸方向に圧縮されているので、スリーブ６９を第２端面１０ｆｂ側に付勢する。これにより、アンクランプ状態において、スリーブ６９の第１端面６９ｆｂと、第２端面１０ｆｂとが密着するので、軸方向流路３２１Ｂｂから外部にエアが漏洩することを抑制できる。また、第１端面６９ｆｂと第２端面１０ｆｂとが、シール材７９の弾性力によって密着している

ので、第１端面６９ｆｂおよび第２端面１０ｆｂの摩耗量を低減できる。

[0063] 図１１に示すように、下流側連通路３２１Ｃは、上流側から下流側に向かう順に、第１下流側連通流路３２１Ｃａと、第２下流側連通流路３２１Ｃｂとを有する。第１下流側連通流路３２１Ｃａは、軸方向に延びる。第１下流側連通流路３２１Ｃａは、スピンドルキャップ１０Ｃ、前側内輪押え６４、主軸本体１０Ｅに亘って形成されている。第２下流側連通流路３２１Ｃｂは、径方向に延びる。第２下流側連通流路３２１Ｃｂの下流端は、主軸エア供給路３２７に接続されている。第２下流側連通流路３２１Ｃｂから主軸エア供給路３２７に流通したエアは、収納空間１０Ｎに流入する。収納空間１０Ｎに流入したエアは、コレット隙間２０ｂを流通することで直進流となる。

[0064] 上記第２実施形態によれば、上記第１実施形態と同様の構成を有する点は同様の効果を奏する。例えば、収納空間１０Ｎに供給されたエアは、コレット隙間２０ｂを抜けて、直進流となるため、テーパ孔１０Ｔの中心軸ＡＸ付近で吸い込み現象の発生を抑制することができる。また上記第２実施形態によれば、一端部側流路３２１Ｂを含むエア連通路３２１が主軸エア供給路３２７よりも径方向において外側に形成されているため、主軸１０のうち、主軸エア供給路３２７よりも径方向において内側、例えば主軸１０の軸孔１０Ｊにエア連通路３２１を形成する場合よりも、主軸装置１の構成が複雑になることを抑制できる。例えば、ドローバー２３０内にエア連通路３２１を形成する必要が無いため、ドローバー２３０を二重管構造にする必要が無い。また、フロントキャップ１４とスピンドルキャップ１０Ｃにエア連通路３２１の一部を形成することで、フロントキャップ１４やスピンドルキャップ１０Ｃの組付けを容易に行うことができるので、一端部側流路３２１Ｂを容易に形成できる。また、主軸ハウジング３や主軸１０に一端部側流路３２１Ｂを形成することで、一端部側流路３２１Ｂを形成するための他の部材を新たに用いる必要が無い。また上記第２実施形態によれば、図１２に示すように、非回転要素である主軸ハウジング３が有する第１開口６９ｆｐと、回転要素である主軸１０が有する第２開口１０ｆｐが対向した位置で第１端面６９

ｆｂと第２端面１０ｆｂとを当接させることで、主軸ハウジング３と主軸１０に跨る軸方向流路３２１Ｂｂを形成できる。

[0065] Ｄ．第２実施形態の他の実施形態：

図１３は、第２実施形態の他の実施形態を説明するための第１図である。図１４は、第２実施形態の他の実施形態を説明するための第２図である。図１３は、図１１に相当する図であり、アンクランプ状態を示す図である。図１４は、図１２に相当する図であり、アンクランプ状態の一端部側流路３２１Ｂを示す。第１実施形態では、図１２に示すように、一端部側流路３２１Ｂは非回転要素と回転要素とに跨る軸方向流路３２１Ｂｂを有していたが、非回転要素と回転要素とに跨る流路は軸方向流路３２１Ｂｂに限定されるものではない。例えば、図１３に示すように、非回転要素と回転要素とに跨る流路は、径方向に延びる径方向流路４２１Ｂｂであってもよい。なお、図１３に示す主軸装置１１１は、図１１に示す第２実施形態の主軸装置１１と異なり、スリーブ６９とシール材７９と押さ板１６は有していない。

[0066] 図１４に示すように、主軸ハウジング３のフロントキャップ１４は、一端部側流路３２１Ｂを構成する内周面開口３ｆｒが形成された一端側ハウジング内周面３ｆｃを有する。一端側ハウジング内周面３ｆｃは、主軸ハウジング３の内周面のうちで前方側軸受１０Ａよりも前方側（一端部側）に位置する。また、主軸１０のスピンドルキャップ１０Ｃは、一端部側流路３２１Ｂを構成する外周面開口１０ｆｒが形成された一端側主軸外周面１０ｆｃを有する。一端側主軸外周面１０ｆｃは、主軸１０の外周面のうちで前方側軸受１０Ａよりも前方側（一端部側）に位置する。制御装置９０は、アンクランプ状態において、外周面開口１０ｆｒが内周面開口６９ｆｒと径方向に対向する位置に配置されるように、主軸１０の回転位相位置を制御する。なお、本実施形態では、クランプ状態からアンクランプ状態に遷移して、主軸１０がわずかに前方側へ変位した場合においても、キャップ大径部１０Ｃａとフロントキャップ１４とは軸方向において間隔を開けて位置する。

[0067] 一端部側流路３２１Ｂは、アンクランプ状態において、内周面開口３ｆｒ

と外周面開口１０ｆｒとを含み、径方向に延びる径方向流路４２１Ｂｂとして機能する。径方向流路４２１Ｂｂは、上流側から下流側に向かう順に、上流側径方向流路４２３と、下流側径方向流路４２４とを有する。上流側径方向流路４２３は、フロントキャップ１４に形成されている。上流側径方向流路４２３の下流端は、内周面開口３ｆｒである。下流側径方向流路４２４は、スピンドルキャップ１０Ｃに形成されている。下流側径方向流路４２４の上流端は、外周面開口１０ｆｒである。径方向流路４２１Ｂｂを流れたエアは、下流側連通路３２１Ｃに流通する。径方向流路４２１Ｂｂのうちで、上流側径方向流路４２３と下流側径方向流路４２４の境界部分は、一端側ハウジング内周面３ｆｃと一端側主軸外周面１０ｆｃとの隙間によって形成されている。この径方向流路４２１Ｂｂの境界部分の軸方向における両側にも、一端側ハウジング内周面３ｆｃと一端側主軸外周面１０ｆｃとの隙間（両側隙間）が形成されている。この両側隙間は、径方向流路４２１Ｂｂを流れるエアが外部に漏れ出すことを抑制できる程度の流路抵抗を有する。上記他の実施形態によれば、非回転要素である主軸ハウジング３と、回転要素である主軸１０とに跨る流路を径方向流路４２１Ｂｂとして形成できる。なお、主軸装置１１において、軸方向流路３２１Ｂｂと径方向流路４２１Ｂｂとを備えていてもよい。

[0068] 本開示は、上述の実施形態に限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において種々の構成で実現することができる。例えば、発明の概要の欄に記載した各形態中の技術的特徴に対応する実施形態の技術的特徴は、上述の課題の一部又は全部を解決するために、あるいは、上述の効果の一部又は全部を達成するために、適宜、差し替えや、組み合わせを行うことが可能である。また、その技術的特徴が本明細書中に必須なものとして説明されていなければ、適宜、削除することが可能である。

符号の説明

[0069] １，１１…主軸装置、３…主軸ハウジング、３ｆｒ…内周面開口、３ｆｃ…一端側ハウジング内周面、１０…主軸、１０Ａ…前方側軸受、１０Ｂ…後方

側軸受、１０Ｃ…スピンドルキャップ、１０Ｃａ…キャップ大径部、１０Ｃｂ…キャップ小径部、１０Ｄ…段部、１０Ｅ…主軸本体、１０Ｆ…一端部、１０Ｈ…主軸円筒部、１０Ｊ…軸孔、１０Ｍ…主軸カム面、１０Ｎ…収納空間、１０Ｐ…主軸凸部、１０Ｒ…他端部、１０Ｔ…テーパ孔、１０ｆｂ…第２端面、１０ｆｃ…一端側主軸外周面、１０ｆｐ…第２開口、１０ｆｒ…外周面開口、１０ｆｖ…円周溝、１２…軸受ハウジング、１４…フロントキャップ、１４ｂ…凹部、１４ｅ…第４端面、１５…シリンダ装置、１６…押え板、１７…ハウジング本体、１８…ピストン、１９…第１クーラント流路、２０…コレットチャック、２０ａ…コレット一端部、２０ｂ…コレット隙間、２０ｃ…コレット他端部、２１…コレット爪、２１ａ…爪斜面、２１ｂ…第１爪カム面、２１ｃ…コレット凹部、２１ｄ…第２爪カム面、２２…コレット基部、２３…コレット円筒部、２４…コレット先端部、２５…スプール、２４ｂ…内周凸部、２６…ドローボルト、２６ａ…ボルト斜面、２７…ドローボルト一端部、２８…ドローボルト他端部、３０…ドローバー、３０Ａ…外周側ドローバー、３０Ｄ，３０Ｉ…大径部、３０Ｆ…ドローバー一端部、３０Ｇ…ガイドスリーブ、３０Ｈ…コレットスリーブ、３０Ｒ…ドローバー他端部、３１Ｈ…第１ロッド孔、３２Ｈ…第２ロッド孔、３３…皿ばね、３４…カラー、３５…第２エア供給路、３５Ａ…上流側流路、３５Ｂ…下流側流路、３５Ｃ…他端エア流路、３５Ｄ…一端エア流路、３６…内側配管、３６Ａ…配管一端部、３６Ｂ…配管他端部、３７…プッシュロッド、３８…第３クーラント流路、４０…電動モータ、４１…ロータ、４２…ステータ、４６…回転ジョイント、４７…固定ジョイント、４７ａ…第４クーラント流路、４８…第２クーラント流路、４９…第５クーラント流路、５０…第６クーラント流路、５５…上流側エア供給路、５６…下流側エア供給路、６１…第１前側外輪押え、６２…第２前側外輪押え、６４…前側内輪押え、６５…閉塞板、６６…後側内輪押え、６７…第１後側外輪押え、６８…第２後側外輪押え、６９…スリーブ、６９ｂ…凸部、６９ｆａ…外周面、６９ｆｂ…第１端面、６９ｆｐ…第１開口、６９ｅ…第３端面、７１…コイルばね、７９

…シール材、８２…ボルト、８５…開口部、９０…制御装置、９２…エア供給装置、９３…油圧装置、９５…クーラント供給装置、１１１…主軸装置、１２０…エア供給路、１２５…第３エア供給路、１２６…第６エア供給路、１３０…クーラント流路、１４２…段差面、１４４…段差面、１４６…ボルト、１４８…予圧バネ、１５５…第４エア供給路、１５６…主軸エア供給路、２３０…ドローバー、２３４…前側部材、２３５…後側部材、３２０…エア供給路、３２１…エア連通路、３２１Ａ…上流側連通路、３２１Ｂ…一端部側流路、３２１Ｂａ…一端部側第１流路、３２１Ｂｂ…軸方向流路、３２１Ｂｃ…一端部側第２流路、３２１Ｃ…下流側連通路、３２１Ｃａ…第１下流側連通流路、３２１Ｃｂ…第２下流側連通流路、３２３…上流側軸方向流路、３２４…下流側軸方向流路、３２７…主軸エア供給路、３２８…端部流路、３３１…上流端部、３３７…プッシュロッド、３３８…ロッドクーラント流路、３５５…上流側エア供給路、３５６…下流側エア供給路３５５、３８２Ｈ…ロッド孔、４２１Ｂｂ…径方向流路、４２３…上流側径方向流路、４２４…下流側径方向流路、ＡＸ…中心軸、Ｒ２…領域

請求の範囲

[請求項1] 主軸装置であって、

主軸ハウジングと、

前記主軸ハウジングに回転可能に支持される主軸であって、一端部に位置し工具が着脱可能に装着されるテーパ孔と、前記テーパ孔よりも他端部側に位置し前記テーパ孔と連通する主軸円筒部と、を有する主軸と、

前記主軸円筒部内に配置されるコレットチャックであって、前記工具を把持するコレットチャックと、

前記コレットチャックのコレット他端部と連結し、前記コレットチャックを前記主軸の軸方向に沿って進退移動させるドローバーと、を備え、

前記コレットチャックは、

前記工具を把持する複数の爪部であって、前記主軸の中心軸を中心とした周方向に並ぶ複数の爪部と、

一端を形成する円環状のコレット一端部から前記主軸の前記他端部側へ延び、エアを前記テーパ孔に導く流路を形成する複数のコレット隙間であって、前記複数の爪部の各々の爪部間の隙間である複数のコレット隙間と、

コレットカム面と、を有し、

前記主軸円筒部は、クランプ状態において、前記コレット他端部が収納される収納空間を有し、

前記収納空間を区画する区画面は、前記コレットチャックが前進移動する場合に、前記コレットカム面と当接するカム面を有し、

前記主軸は、アンクランプ状態において、前記収納空間にエアを供給するための主軸エア供給路を有する、主軸装置。

[請求項2] 請求項１に記載の主軸装置であって、

前記主軸エア供給路は、複数備えられている、主軸装置。

[請求項3] 請求項２に記載の主軸装置であって、

前記複数の主軸エア供給路の各々の主軸エア供給路に対する、前記複数のコレット隙間の各々のコレット隙間の相対位置は、互いに同じである、主軸装置。

[請求項4] 請求項３に記載の主軸装置であって、

前記複数のコレット隙間の数と、前記複数の主軸エア供給路の数とは同じであり、

前記複数のコレット隙間は、等間隔に配置され、前記複数の主軸エア供給路は、等間隔に配置されている、主軸装置。

[請求項5] 請求項４に記載の主軸装置であって、

前記複数の主軸エア供給路は、前記主軸の径方向に沿って延び、

前記複数の主軸エア供給路の位相位置と、前記複数のコレット隙間の位相位置とが一致する、主軸装置。

[請求項6] 請求項１から５の何れか一項に記載の主軸装置であって、さらに、

前記ドローバーを前記軸方向に沿って、前記テーパ孔から遠ざかる方向に付勢する付勢部材と、

前記アンクランプ状態において、前記ドローバーを前記テーパ孔に向かって押すシリンダ装置と、を備える、主軸装置。

[請求項7] 請求項１から６の何れか一項に記載の主軸装置であって、さらに、

前記ドローバー内に配置される内側配管であって、一端を形成する配管一端部と、前記配管一端部よりも前記主軸の前記他端部側に近い配管他端部と、を有する内側配管と、

前記内側配管の外側に配置され、前記配管一端部から前記配管他端部へ延びる配管エア供給路と、

前記配管他端部に近接して配置され、前記配管エア供給路にエアを流入するための他端エア流路であって、前記内側配管の径方向内方へエアが流通する他端エア流路と、

前記配管一端部に近接して配置され、前記配管エア供給路からエア

を流出するための一端エア流路であって、前記内側配管の径方向外方へエアが流通する一端エア流路と、

前記主軸と前記ドローバーとの間に配置されるガイドスリーブと、

前記主軸と前記ドローバーとの間に配置され、前記軸方向について前記ガイドスリーブに隣接して配置されるコレットスリーブと、

前記ガイドスリーブと前記ドローバーとの隙間によって形成され、前記一端エア流路に連通する第３エア供給路と、

前記ガイドスリーブの一端に形成され、前記ガイドスリーブの径方向に沿って延びるガイドスリーブ流路であって、前記第３エア供給路と連通するガイドスリーブ流路と、

前記主軸と前記コレットスリーブとの間に形成され、他端側は前記ガイドスリーブ流路に連通し、一端側は前記複数のエア供給路と連通するコレットスリーブ流路と、

前記内側配管の内側に配置されるクーラント流路と、を備える、主軸装置。

[請求項8] 請求項１から５の何れか一項に記載の主軸装置であって、さらに、

前記主軸エア供給路よりも径方向において外側に形成されたエア連通路であって、外部からのエアを前記主軸エア供給路に供給するエア連通路と、

前記軸方向において、前記主軸の前記一端部に近い位置に配置された前方側軸受であって、前記主軸を回転可能に支持する前方側軸受と、を備え、

前記エア連通路は、前記軸方向において、前記前方側軸受よりも前記一端部側に位置する一端部側流路であって、前記主軸ハウジングと前記主軸とに形成された一端部側流路を有する、主軸装置。

[請求項9] 請求項８に記載の主軸装置であって、

前記主軸は、さらに、前記テーパ孔を形成するスピンドルキャップを備え、

前記主軸ハウジングは、さらに、前記主軸ハウジングのハウジング一端部を構成するフロントキャップを備え、

前記一端部側流路は、前記スピンドルキャップと前記フロントキャップに形成されている、主軸装置。

[請求項10] 請求項９に記載の主軸装置であって、

前記主軸ハウジングは、前記一端部側流路を構成する第１開口が形成された第１端面を有し、

前記主軸は、前記一端部側流路を構成する第２開口が形成された第２端面であって、前記軸方向において前記第１端面と対向する第２端面を有し、

前記一端部側流路は、前記第１開口と前記第２開口とを含み、前記軸方向に延びる軸方向流路を有する、主軸装置。

[請求項11] 請求項１０に記載の主軸装置であって、

前記スピンドルキャップは、

前記フロントキャップの径方向内側に位置するキャップ小径部と、

前記軸方向において前記フロントキャップよりも前記他端部側に位置するキャップ大径部であって、前記キャップ小径部よりも外径が大きいキャップ大径部を有し、

前記第２端面は、前記キャップ大径部に形成されている、主軸装置。

[請求項12] 請求項１０または請求項１１に記載の主軸装置であって、さらに、

前記ドローバーを前記軸方向に沿って、前記テーパ孔から遠ざかる方向に付勢する付勢部材と、

前記アンクランプ状態において、前記ドローバーを前記テーパ孔に向かって押すシリンダ装置と、を備え、

前記クランプ状態において、前記第１端面と前記第２端面とは離間しており、

前記アンクランプ状態において、前記第２端面を前記第１端面に当接させる主軸装置。

[請求項13] 請求項１２に記載の主軸装置であって、

前記主軸ハウジングは、前記軸方向を中心に前記主軸を取り囲むスリーブを備え、

前記スリーブは、外周面と、前記第１端面と、前記外周面から突出する第３端面とを有し、

前記主軸ハウジングは、さらに、前記軸方向において前記第３端面と対向する第４端面を有し、

前記主軸装置は、さらに、

前記第３端面と前記第４端面との間に配置されたシール材であって、前記アンクランプ状態において前記軸方向に圧縮されて、前記スリーブを前記第２端面側に付勢するシール材を有する、主軸装置。

[請求項14] 請求項１３に記載の主軸装置であって、さらに、

前記フロントキャップに取り付けられた押え板であって、前記第４端面を有する押え板を有する、主軸装置。

[請求項15] 請求項８または請求項９に記載の主軸装置であって、

前記主軸ハウジングは、前記一端部側流路を構成する内周面開口が形成された一端側ハウジング内周面を有し、

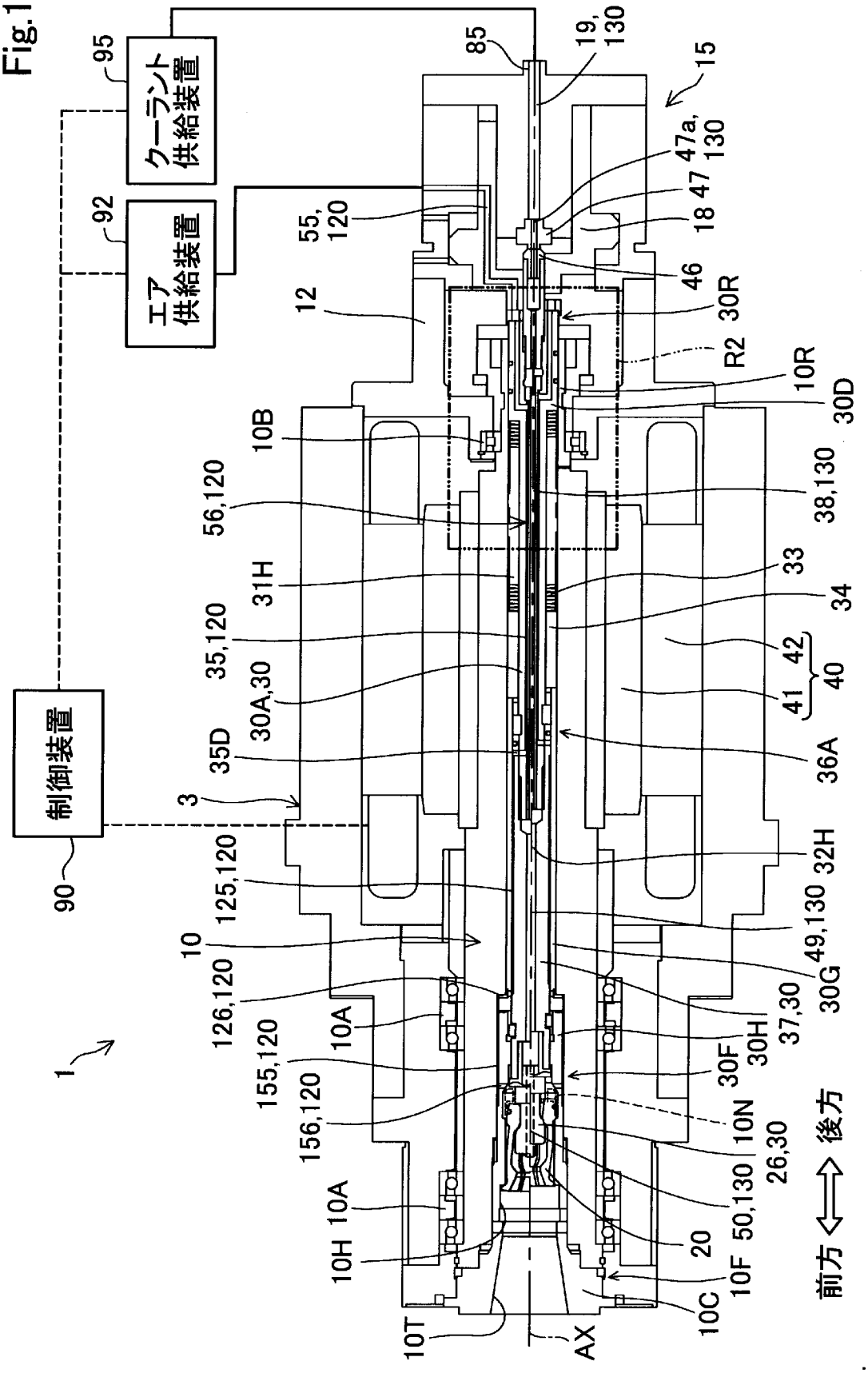
前記主軸は、前記一端部側流路を構成する外周面開口が形成された一端側主軸外周面を有し、

前記アンクランプ状態において、前記外周面開口は、前記内周面開口と前記径方向に対向する位置に配置されており、

前記一端部側流路は、前記内周面開口と前記外周面開口とを含み、前記アンクランプ状態において、前記径方向に延びる径方向流路を有する、主軸装置。

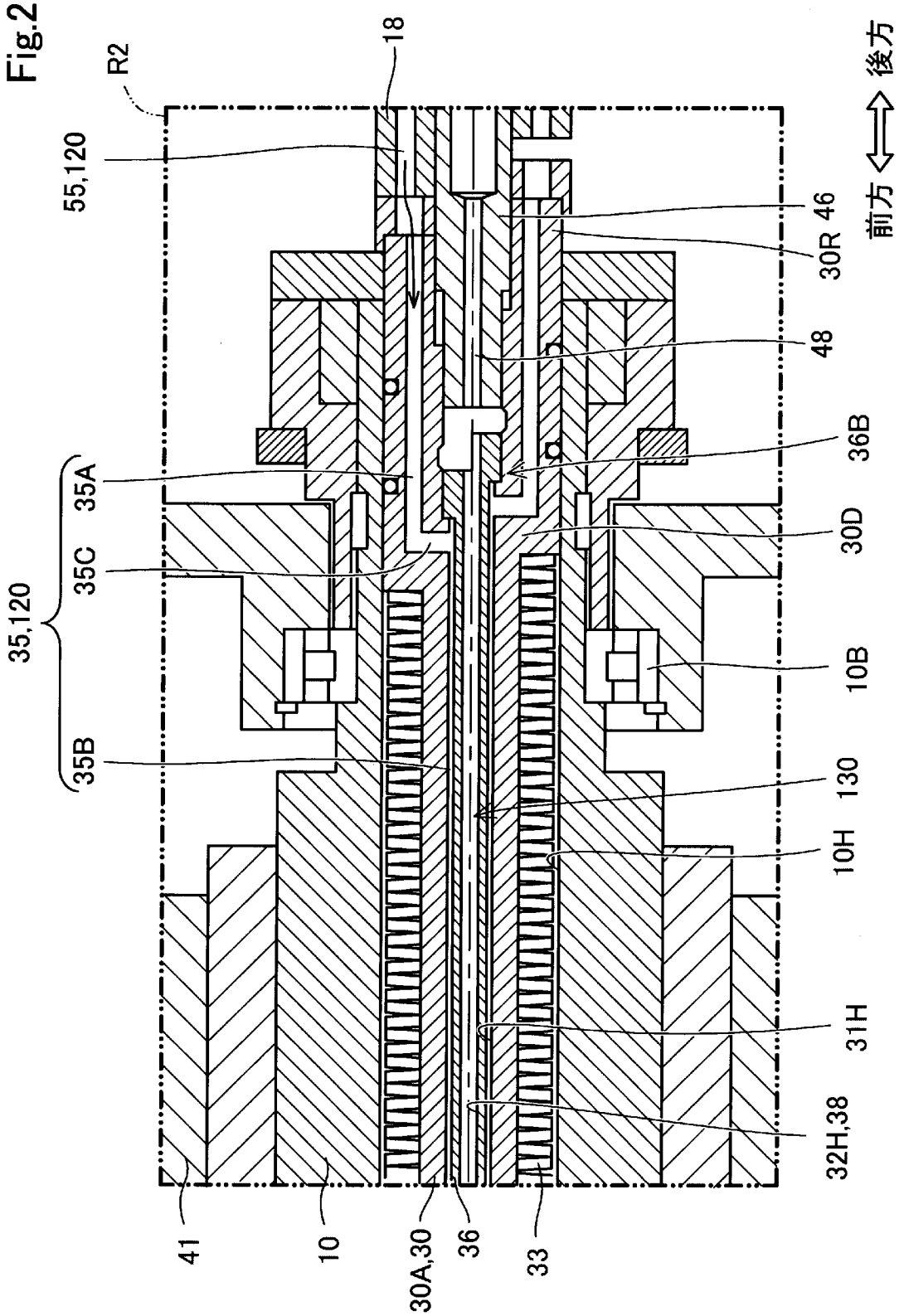
[図1]

Fig.1


制御装置
90
1
クーラント供給装置
95
エア供給装置
92
85
19, 130
15
47a, 130
47
18
46
55, 120
12
30R
R2
10R
30D
10B
56,120
38,130
31H
33
34
35,120
42
41
40
30A,30
35D
36A
3
32H
125,120
49,130
10
126,120
30G
37,30
30H
10A
155,120
30F
156,120
10N
26,30
50,130
20
10H
10F
10C
10T
AX
前方
後方

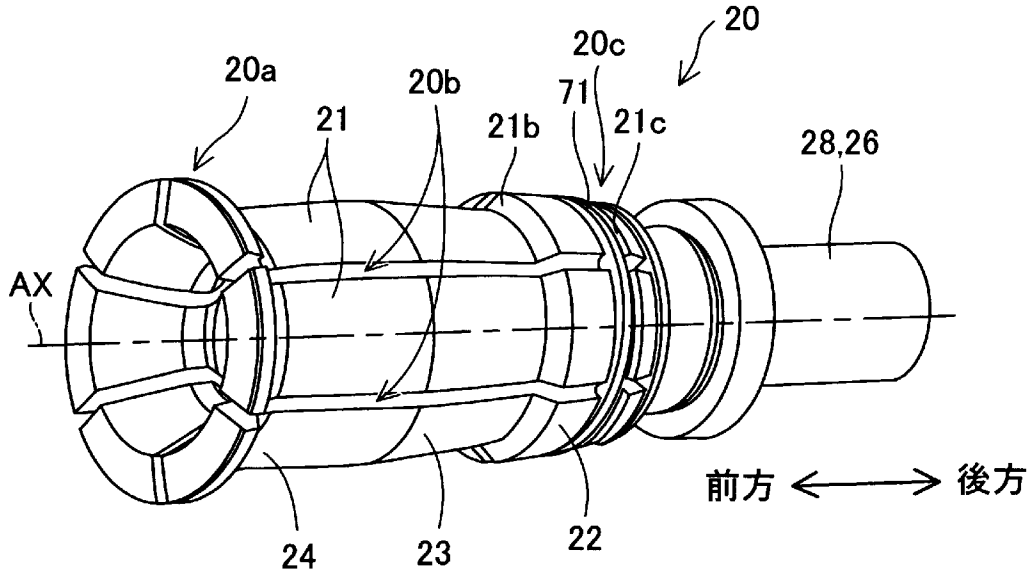
[図2]

Fig.2


R2
18
55,120
前方
後方
46
30R
48
36B
35A
35C
30D
35,120
10B
35B
130
10H
31H
32H,38
41
10
30A,30
36
33

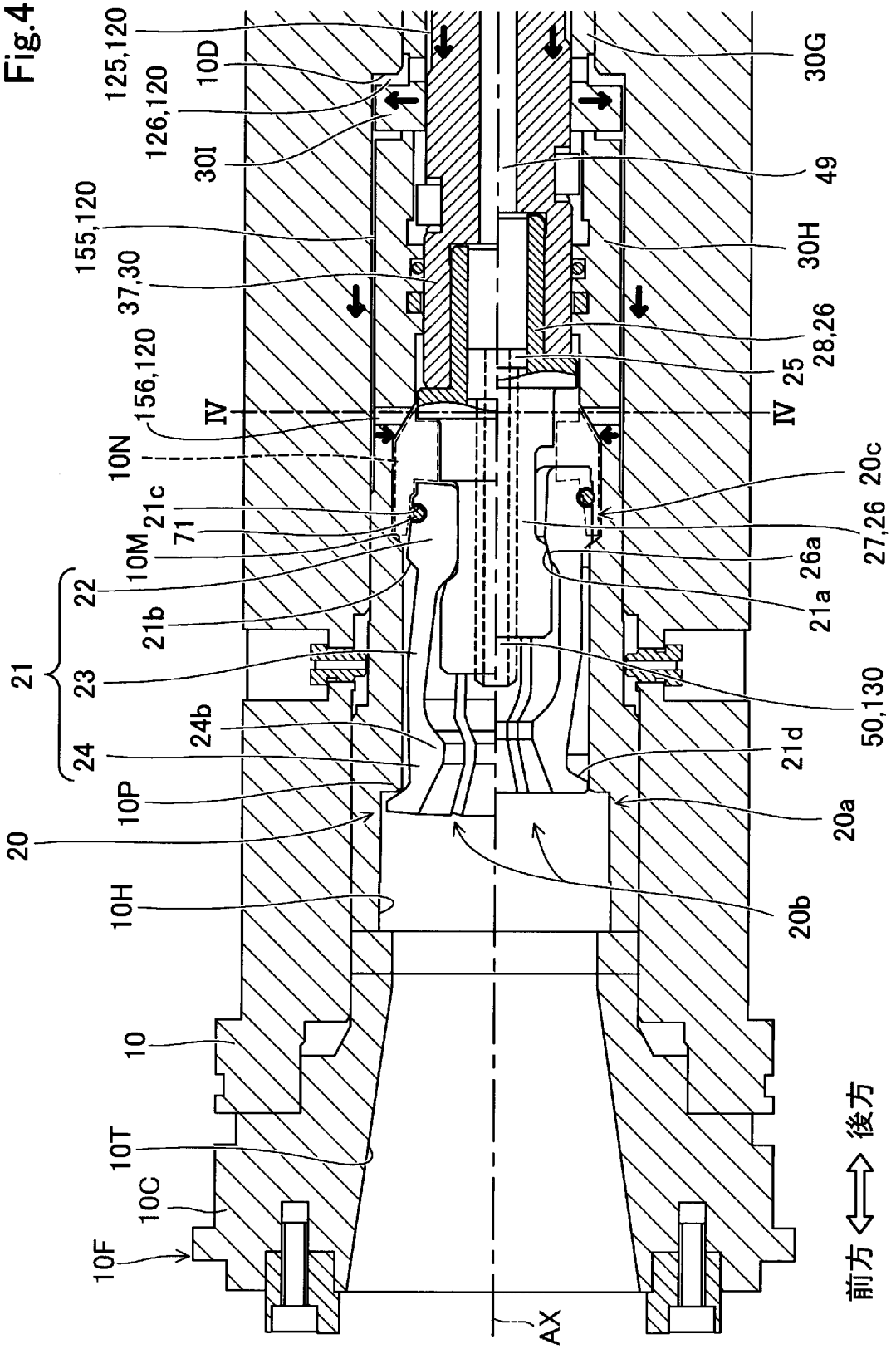
[図3]

Fig.3



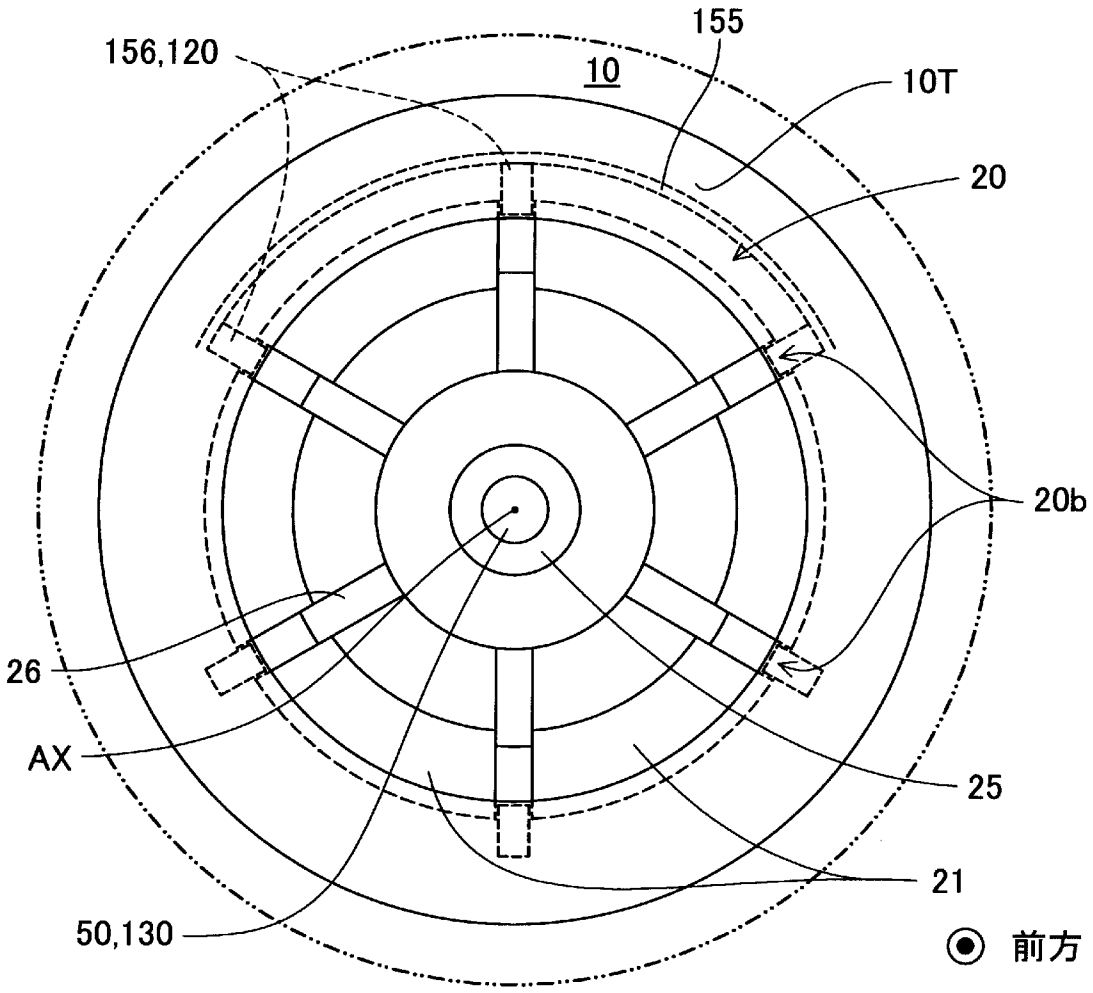
[図4]

Fig.4


125,120
126,120
155,120
37,30
156,120
10N
10M
21c
71
22
21b
21
23
24
24b
10P
20
10H
10
10T
10C
10F
10D
30I
IV
IV
30G
49
30H
28,26
25
20c
27,26
26a
21a
50,130
21d
20a
20b
AX
前方
後方

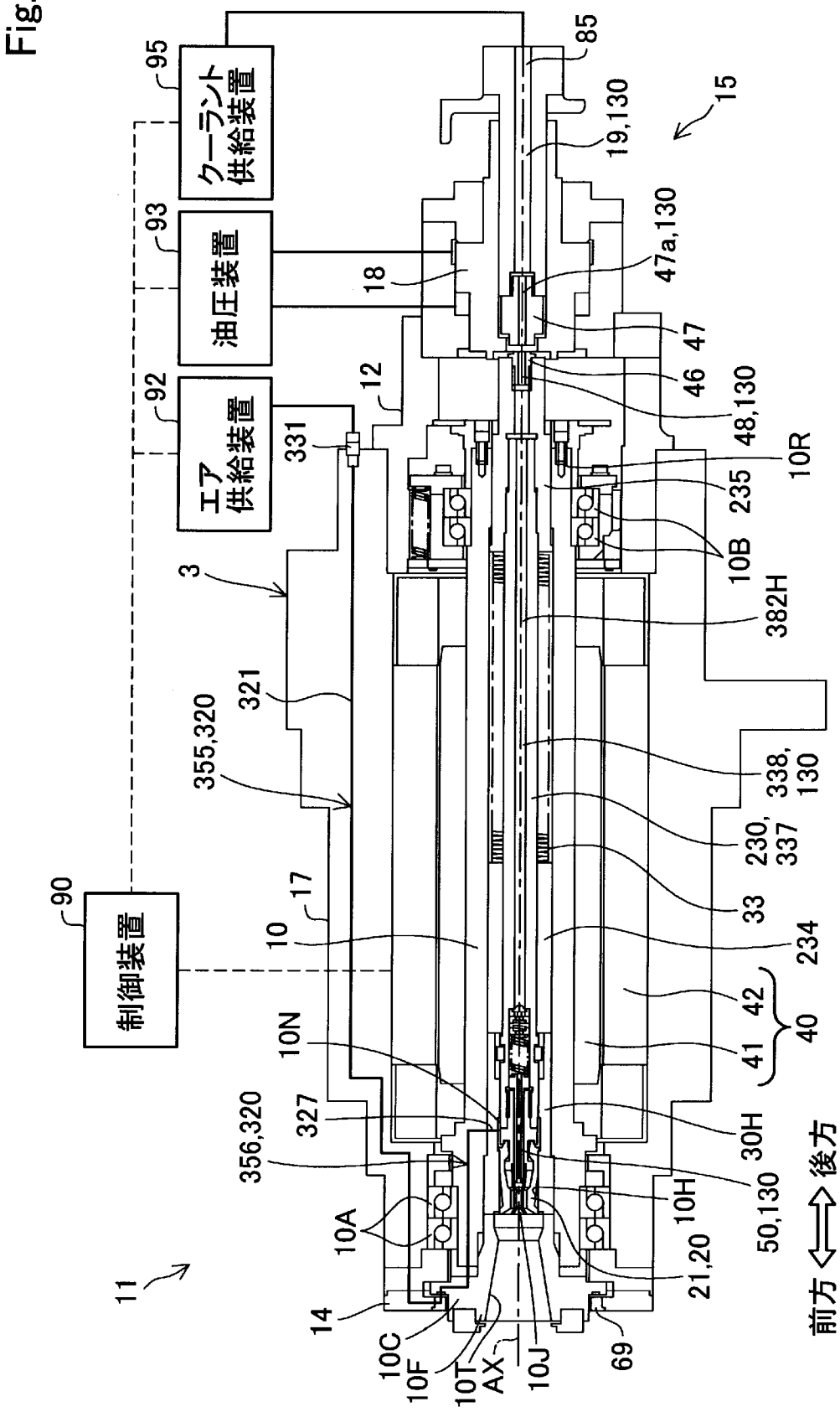
[図5]

Fig.5



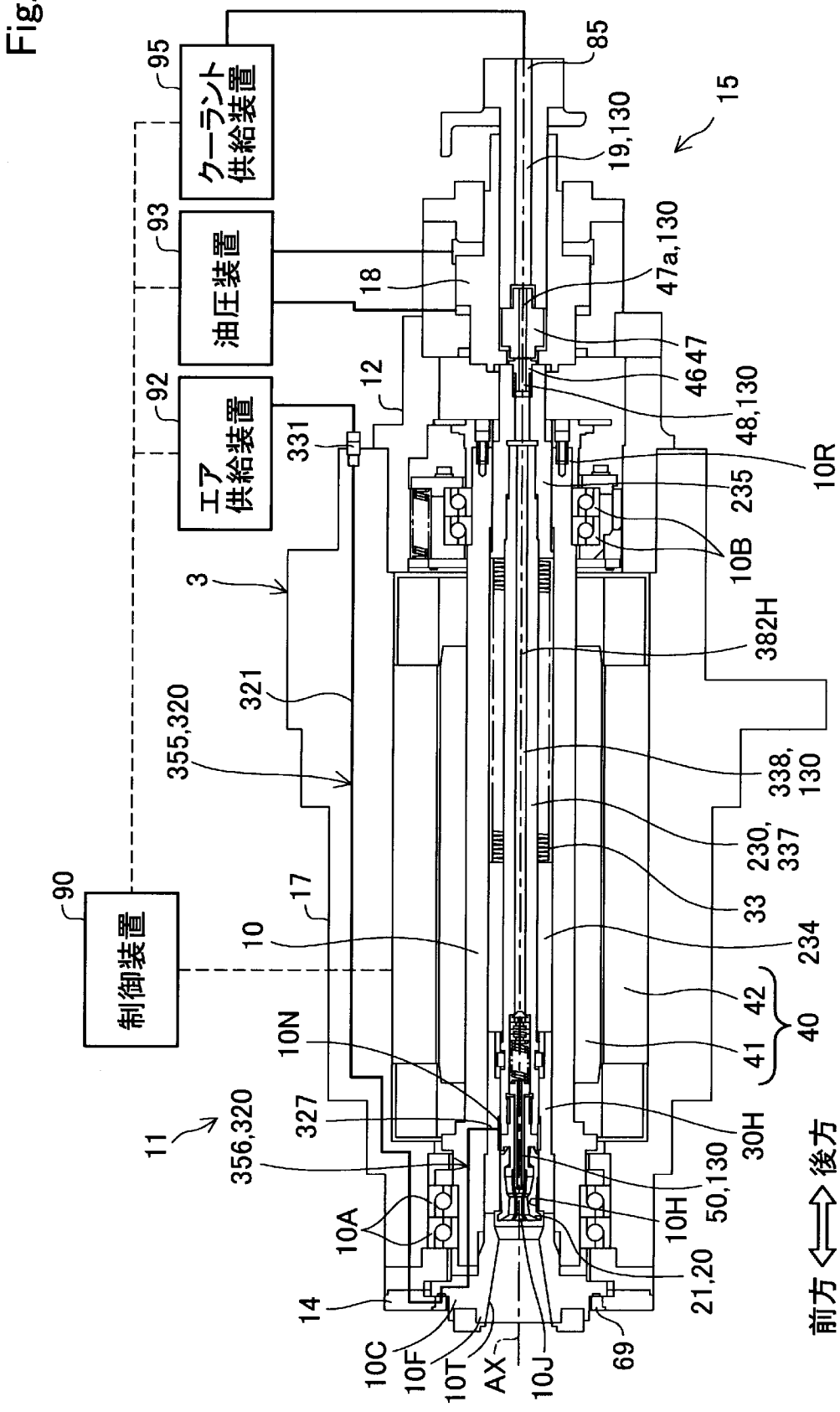
[図6]

Fig.6


制御装置
90
クーラント供給装置
95
油圧装置
93
エア供給装置
92
前方
後方
11
14
10C
10F
10T
AX
10J
69
10A
10N
10
17
10H
10R
10B
3
321
355,320
356,320
327
331
12
18
85
19,130
15
47a,130
47
46
48,130
235
382H
338,130
230,337
33
234
42
41
40
30H
50,130
21,20

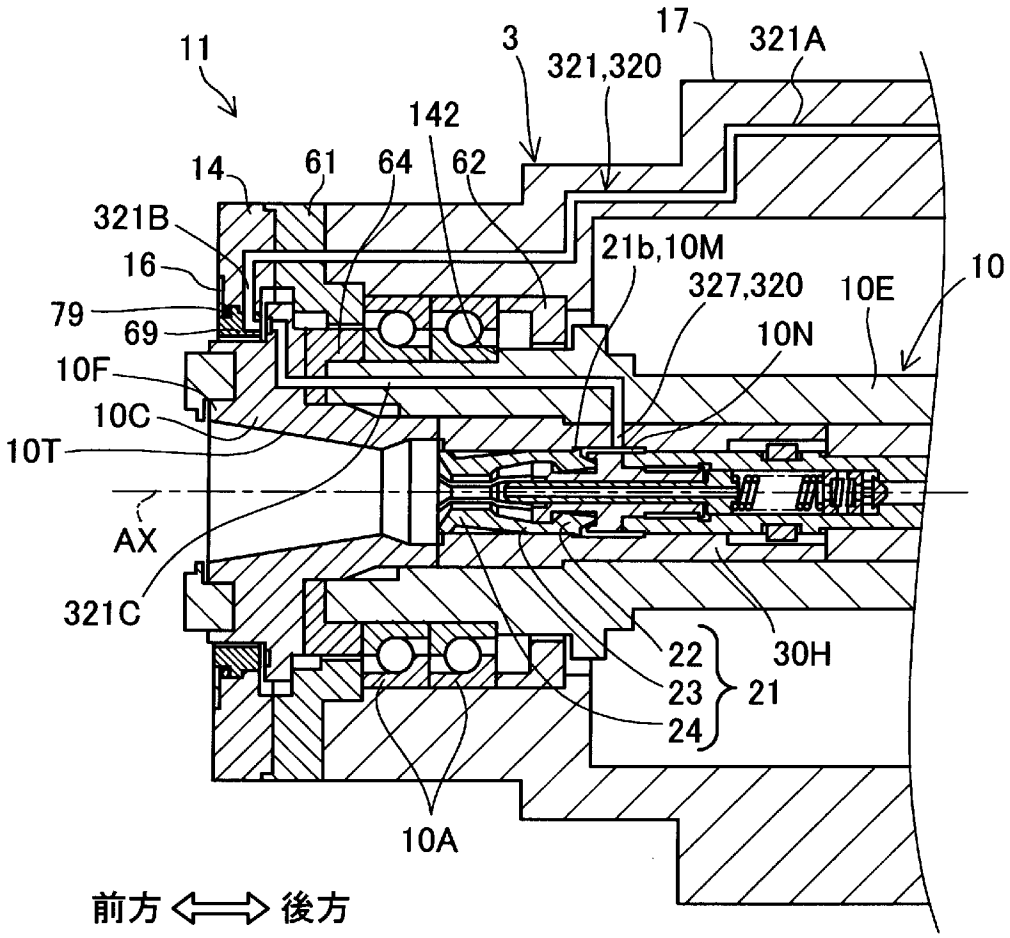
[図7]

Fig.7


制御装置
90
クーラント供給装置
95
油圧装置
93
エア供給装置
92
前方
後方
85
15
19,130
47a,130
18
12
4647
48,130
331
10R
235
10B
3
382H
321
355,320
338,130
230,337
33
234
17
10
42
40
41
10N
327
11
356,320
30H
50,130
10H
10A
21,20
14
69
10C
10F
10T
AX
10J

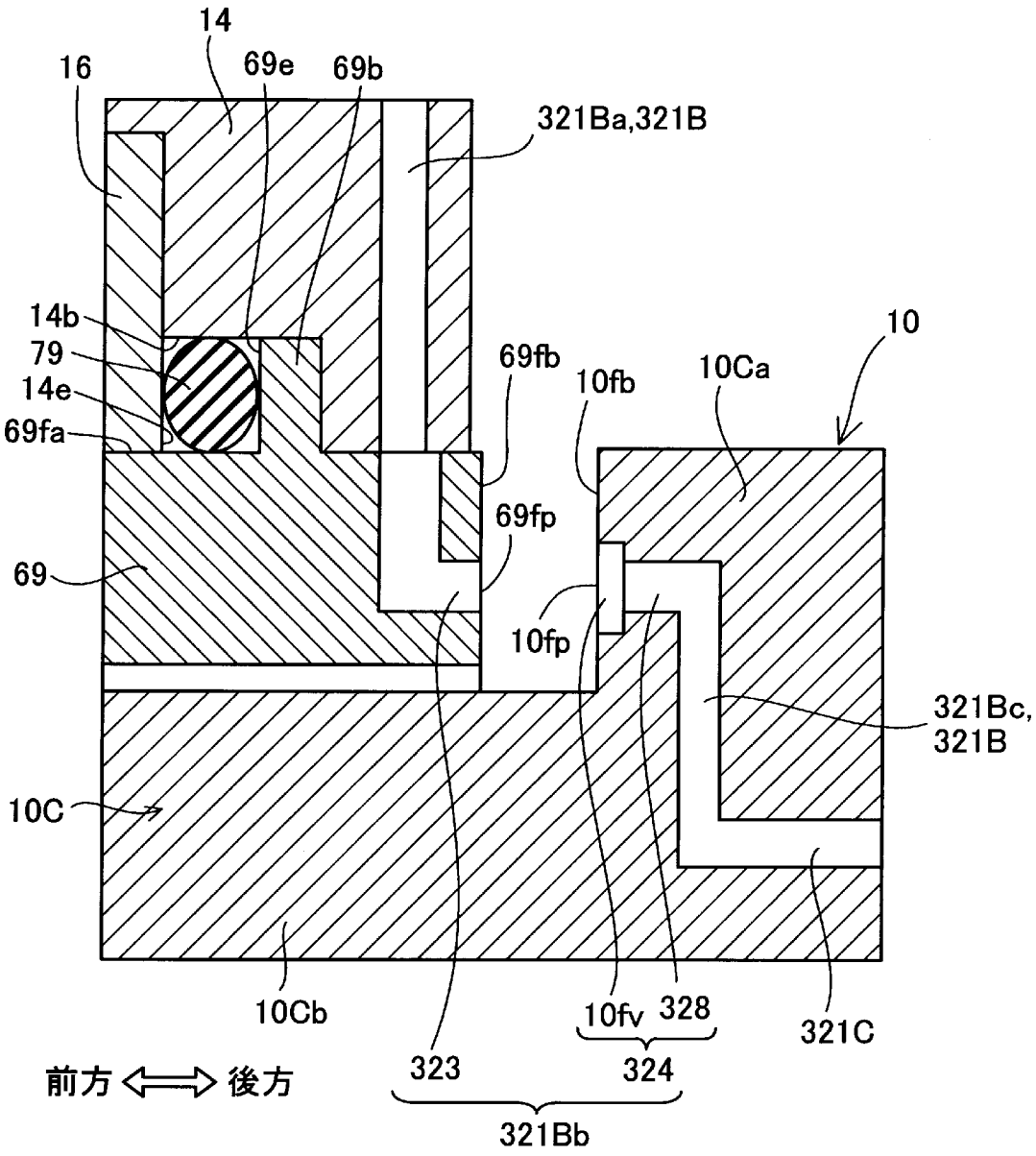
[図8]

Fig.8


11
3
17
321A
321,320
142
14
61
64
62
321B
16
79
69
10F
10C
10T
AX
321C
21b,10M
327,320
10E
10
10N
22
23
24
21
30H
10A
前方 ⟺ 後方

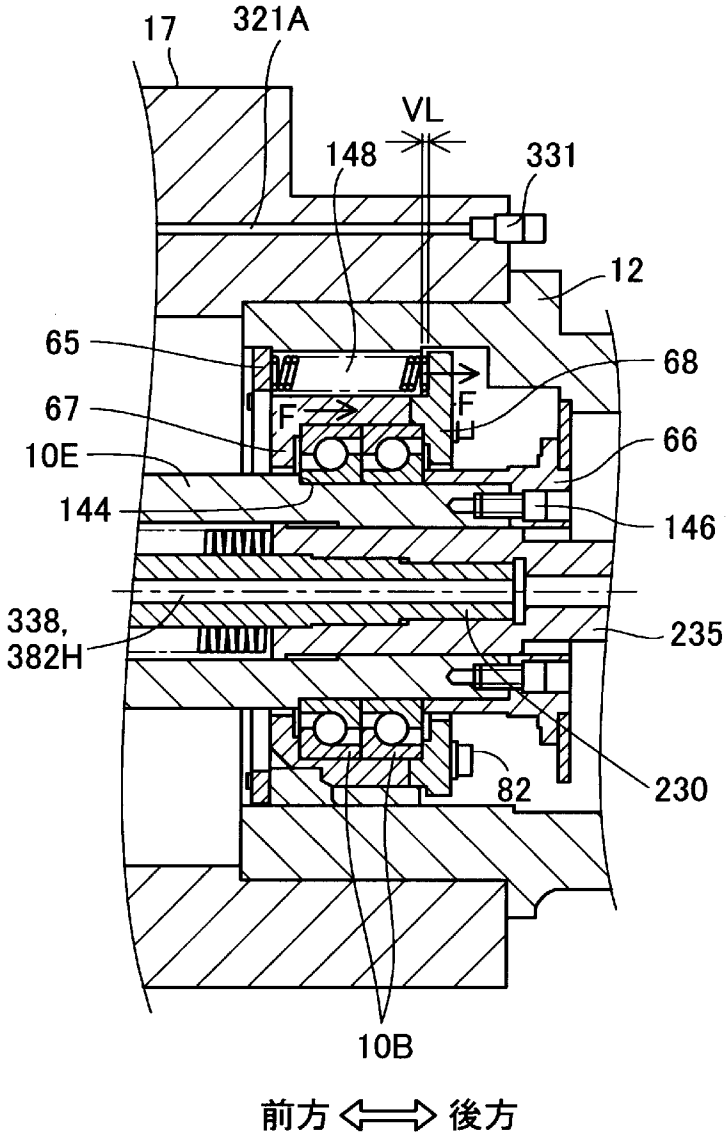
[図9]

Fig.9


14
16
69e
69b
321Ba,321B
14b
79
14e
69fa
69fb
10fb
10Ca
10
69fp
69
10fp
321Bc,
321B
10C
10Cb
323
10fv
328
321C
324
前方 ⟺ 後方
321Bb

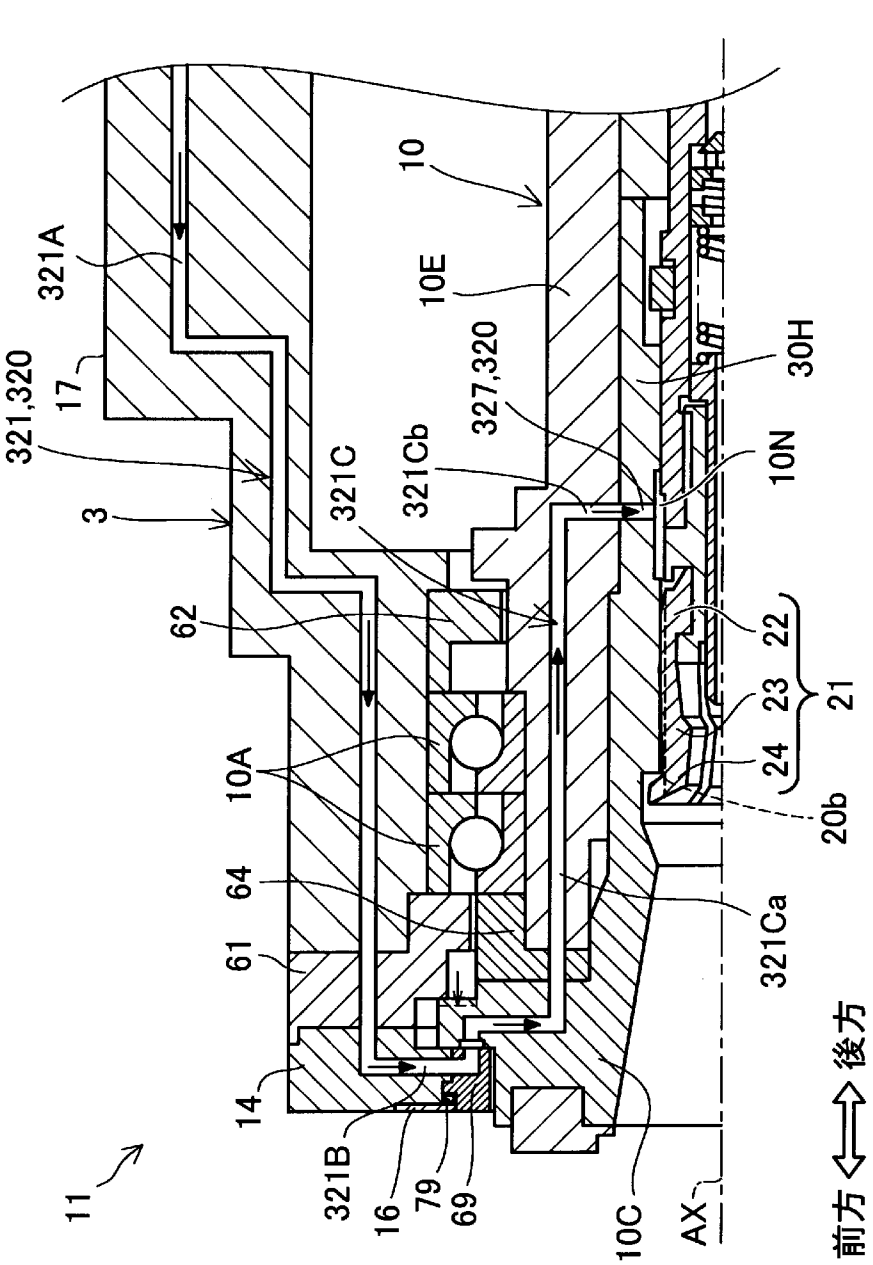
[図10]

Fig.10


17
321A
VL
148
331
12
65
68
67
F
F
10E
66
144
146
338,
382H
235
82
230
10B
前方 ⟺ 後方

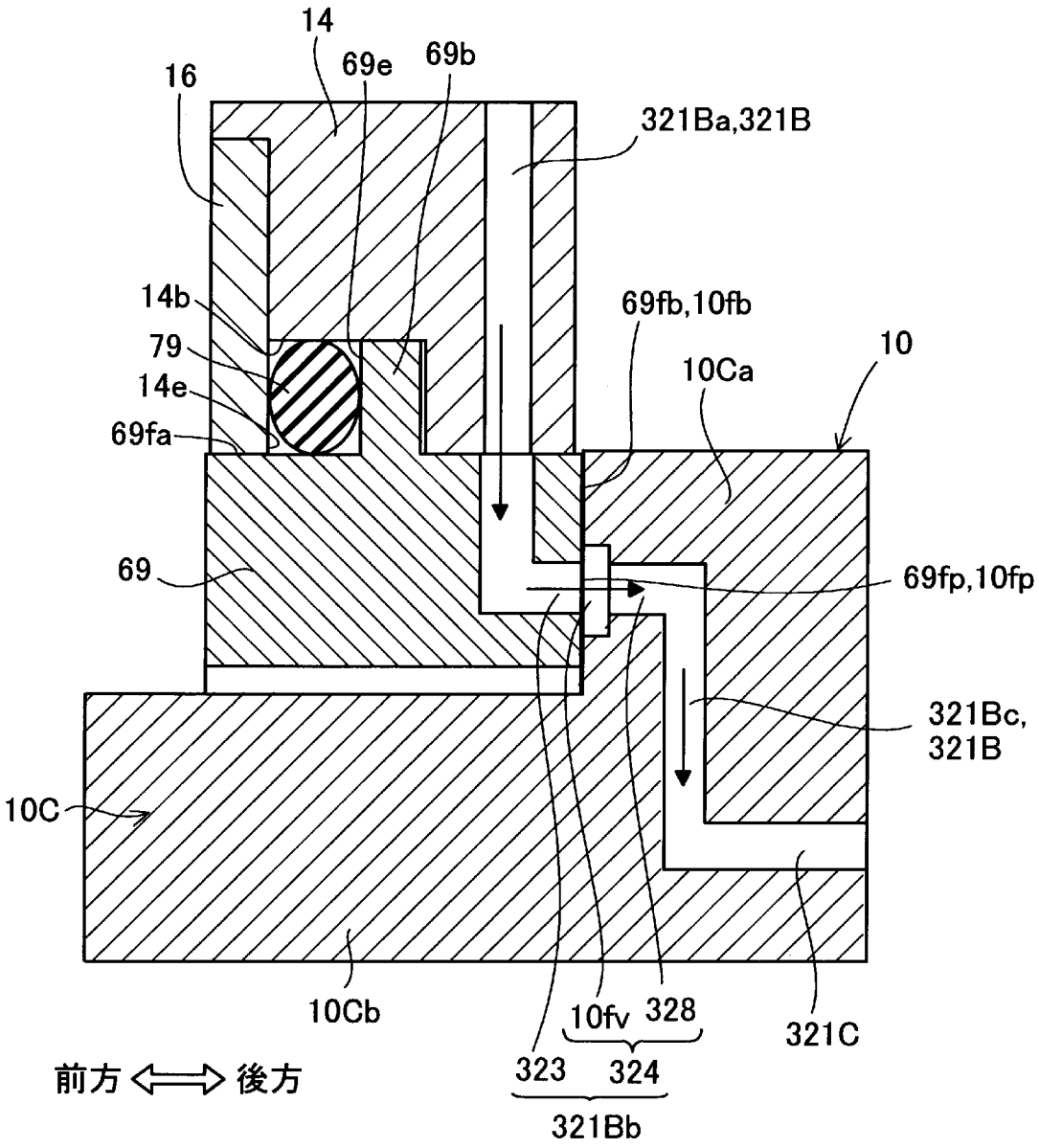
[図11]

Fig.11


10
321A
10E
321,320
17
327,320
30H
3
321C
321Cb
10N
62
22
23
21
24
10A
20b
64
321Ca
61
14
321B
16
79
69
10C
AX
11
前方
後方

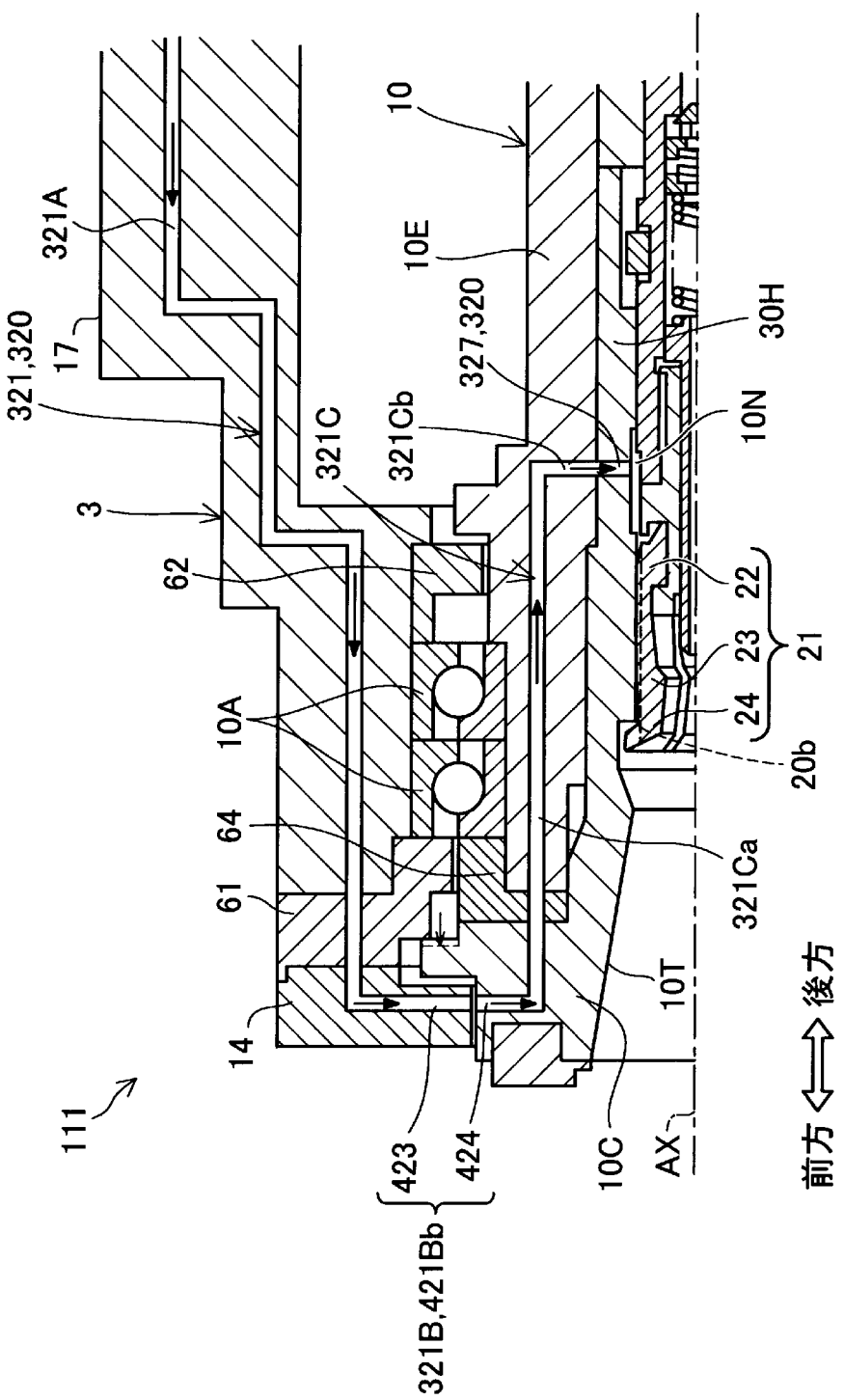
[図12]

Fig.12


14
69e
69b
16
321Ba,321B
14b
79
14e
69fa
69fb,10fb
10
10Ca
69
69fp,10fp
321Bc,
321B
10C
10Cb
10fv
328
323
324
321Bb
321C
前方 ⟺ 後方

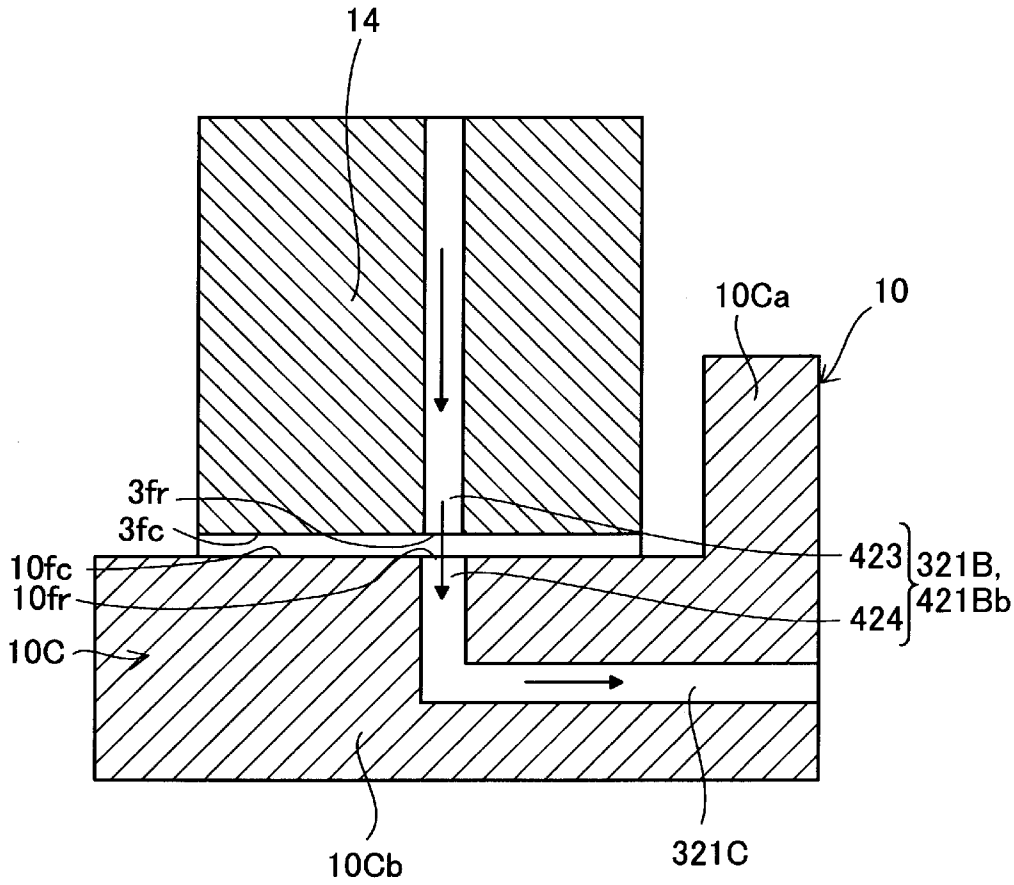
[図13]

Fig.13


321A
321,320
17
3
62
10A
64
61
14
111
10
10E
327,320
321C
321Cb
30H
10N
22
23
24
21
20b
321Ca
10T
10C
AX
423
424
321B,421Bb
前方
後方

[図14]

Fig.14


14
10Ca
10
3fr
3fc
10fc
10fr
10C
423
424
321B,
421Bb
10Cb
321C
前方 ⟺ 後方

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/001553

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23B 19/02(2006.01)i; ***B23B 31/00***(2006.01)i; ***B23B 31/117***(2006.01)i; ***B23Q 11/00***(2006.01)i; ***B23Q 3/12***(2006.01)i
FI: B23B31/00 B; B23B19/02 A; B23Q11/00 P; B23B31/117 601A; B23Q3/12 B

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)

B23B 19/02, 31/00- 31/39; B23Q 1/70, 3/12, 11/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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.
X	JP 11-33874 A (NIKKEN KOSAKUSHO KK) 09 February 1999 (1999-02-09) paragraphs [0007], [0018], [0022], [0027], [0034], fig. 2-4	1-2, 6
A		3-5, 7-15
A	JP 10-180509 A (OKUMA MACH WORKS LTD) 07 July 1998 (1998-07-07) fig. 3, 5-6	7
A	JP 2001-96438 A (NIPPEI TOYAMA CORP) 10 April 2001 (2001-04-10) fig. 2, 4	8-15
A	JP 58-109246 A (TOSHIBA KIKAI KK) 29 June 1983 (1983-06-29) fig. 1	8-15

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

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
16 February 2022	**01 March 2022**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2022/001553

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 11-33874 A	09 February 1999	(Family: none)	
JP 10-180509 A	07 July 1998	(Family: none)	
JP 2001-96438 A	10 April 2001	(Family: none)	
JP 58-109246 A	29 June 1983	US 4480366 A fig. 1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/001553

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B23B 19/02(2006.01)i; B23B 31/00(2006.01)i; B23B 31/117(2006.01)i; B23Q 11/00(2006.01)i; B23Q 3/12(2006.01)i
FI: B23B31/00 B; B23B19/02 A; B23Q11/00 P; B23B31/117 601A; B23Q3/12 B

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））

B23B 19/02, 31/00- 31/39; B23Q 1/70, 3/12, 11/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２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
X	JP 11-33874 A (株式会社日研工作所) 09.02.1999 (1999-02-09) 段落[0007],[0018],[0022],[0027],[0034],図2-4	1-2,6
A		3-5,7-15
A	JP 10-180509 A (オークマ株式会社) 07.07.1998 (1998-07-07) 図3,5-6	7
A	JP 2001-96438 A (株式会社日平トヤマ) 10.04.2001 (2001-04-10) 図2,4	8-15
A	JP 58-109246 A (東芝機械株式会社) 29.06.1983 (1983-06-29) 第1図	8-15

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊ 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
16.02.2022	01.03.2022

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
山本　忠博 3C 9531

電話番号 03-3581-1101 内線 3324

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2022/001553

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 11-33874 A	09.02.1999	（ファミリーなし）	
JP 10-180509 A	07.07.1998	（ファミリーなし）	
JP 2001-96438 A	10.04.2001	（ファミリーなし）	
JP 58-109246 A	29.06.1983	US 4480366 A FIG.1	