

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5196397号
(P5196397)

(45) 発行日 平成25年5月15日(2013.5.15)

(24) 登録日 平成25年2月15日(2013.2.15)

(51) Int. Cl.			F I		
B 2 3 B	19/02	(2006.01)	B 2 3 B	19/02	B
F 1 6 J	15/40	(2006.01)	F 1 6 J	15/40	Z
F 1 6 C	32/06	(2006.01)	F 1 6 C	32/06	Z
B 2 3 Q	3/08	(2006.01)	B 2 3 Q	3/08	A

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2007-289361 (P2007-289361)	(73) 特許権者	000102692
(22) 出願日	平成19年11月7日(2007.11.7)		N T N株式会社
(65) 公開番号	特開2009-113156 (P2009-113156A)		大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号
(43) 公開日	平成21年5月28日(2009.5.28)	(74) 代理人	100064746
審査請求日	平成22年10月27日(2010.10.27)		弁理士 深見 久郎
		(74) 代理人	100085132
			弁理士 森田 俊雄
		(74) 代理人	100083703
			弁理士 仲村 義平
		(74) 代理人	100096781
			弁理士 堀井 豊
		(74) 代理人	100098316
			弁理士 野田 久登
		(74) 代理人	100109162
			弁理士 酒井 将行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 静圧気体軸受スピンドル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

貫通孔の形成された回転部と、
 静圧気体軸受を介して前記回転部を回転可能に支持する固定部と、
 前記貫通孔の内部を減圧して、前記貫通孔の一方の端部が開口する前記回転部の表面に
 対象物を吸着固定する、吸着機構とを備え、
 前記固定部の外壁には、前記貫通孔の前記内部の圧力を変化させるための気体が流通す
 る、通気口が形成されており、
 前記回転部と前記固定部との間には、前記通気口と前記静圧気体軸受とを隔てるシー
 ル隙間が形成されており、
 前記通気口と前記シーラ隙間とが連通する通路に設けられており、前記貫通孔の前記内
 部を通気口側へ流れる液体の前記シーラ隙間への浸入を抑制する、液流抑制部をさら
 に備え、

前記回転部は、前記貫通孔が前記通気口側へ開口する他方の端部において前記貫通孔の
 径が拡大されている、拡径端部を含み、

前記液流抑制部は、前記拡径端部を含む、静圧気体軸受スピンドル。

【請求項2】

貫通孔の形成された回転部と、

静圧気体軸受を介して前記回転部を回転可能に支持する固定部と、

前記貫通孔の内部を減圧して、前記貫通孔の一方の端部が開口する前記回転部の表面に

対象物を吸着固定する、吸着機構とを備え、

前記固定部の外壁には、前記貫通孔の前記内部の圧力を変化させるための気体が流通する、通気口が形成されており、

前記回転部と前記固定部との間には、前記通気口と前記静圧気体軸受とを隔てるシール隙間が形成されており、

前記通気口と前記シール隙間とが連通する通路に設けられており、前記貫通孔の前記内部を通気口側へ流れる液体の前記シール隙間への浸入を抑制する、液流抑制部をさらに備え、

前記液流抑制部は、前記回転部の径が拡大されている鍔部を含む、静圧気体軸受スピンドル。

10

【請求項 3】

前記シール隙間に加圧気体を供給する加圧気体供給機構をさらに備え、

前記加圧気体の少なくとも一部は前記シール隙間から前記通気口へ向かう方向へ流れる、請求項 1 または請求項 2 に記載の静圧気体軸受スピンドル。

【請求項 4】

前記加圧気体供給機構は、前記加圧気体の流量を調整する弁を含む、請求項 3 に記載の静圧気体軸受スピンドル。

【請求項 5】

前記回転部は、前記貫通孔の径が前記通気口へ向かって縮小している縮径部を含む、請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の静圧気体軸受スピンドル。

20

【請求項 6】

前記液体を一時的に溜める液溜め部をさらに備える、請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の静圧気体軸受スピンドル。

【請求項 7】

前記液溜め部を構成する壁面の少なくとも一部は、透明な材質により形成されている、請求項 6 に記載の静圧気体軸受スピンドル。

【請求項 8】

前記液溜め部を構成する壁面の少なくとも一部は、着脱可能に形成されている、請求項 6 または請求項 7 に記載の静圧気体軸受スピンドル。

【請求項 9】

前記液溜め部から前記液体を排出するための配管をさらに備える、請求項 6 から請求項 8 のいずれかに記載の静圧気体軸受スピンドル。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、静圧気体軸受スピンドルに関し、特に、回転部に対象物を吸着固定する吸着機構を備える、静圧気体軸受スピンドルに関する。

【背景技術】

【0002】

静圧気体軸受スピンドルでは、回転部と固定部との間の微小なすき間に加圧気体が供給されて構成される静圧気体軸受を介して、回転部が固定部に対して非接触の状態では支持される。そのため、軸受における摩擦損失が小さく、回転部が高速で回転する場合の発熱も少ない。また、精度の高い滑らかな回転運動が可能であり、正常な運転状態である限り、材料の疲労や摩耗が生じない。このような特徴を生かして、静圧気体軸受スピンドルは、高精度スピンドルや高速スピンドルとして広く使用されている。

40

【0003】

精密加工装置、精密検査装置などに用いられる静圧気体軸受スピンドルにおいては、被加工物、被検査物または工具などの対象物を回転部に固定する、対象物固定手段を備える場合がある。特に、精密加工装置に用いられる場合、切削または研削を行なうために、回転部の回転軸方向の端部に被加工物を吸着固定する、吸着機構が必要になる。

50

【 0 0 0 4 】

吸着機構とは、真空チャック機構とも称され、対象物を吸着固定する回転部の表面（ワークチャック面）に連通する通路である真空吸気通路を、真空発生機、たとえば真空ポンプなどを用いて排気することにより、真空吸気通路の内部に負圧を発生させ、対象物（ワーク）を吸着する機構である。従来の吸着機構を備える静圧気体軸受スピンドルは、たとえば特許文献 1 に開示されている。

【 0 0 0 5 】

また、吸着機構を備える静圧気体軸受スピンドルが精密加工装置に搭載され、回転部に吸着固定されたワークの切削や研削を行なう場合、ワークと刃物との間の摩擦を軽減するため、また摩擦熱によるワークの加熱を抑制するため、加工液が用いられる場合がある。この場合、静圧気体軸受内部への加工液の浸入を防ぐシール機構が必要になる。さらにこのシール機構では、固定部は回転部に対し非接触でなくてはならない。つまり、シール機構は、回転部と固定部との間に設けられた微小なシール隙間を含む構成とされる。従来のシール機構を備える静圧気体軸受スピンドルは、たとえば特許文献 2 に開示されている。

【特許文献 1】特開 2 0 0 0 - 1 4 5 7 7 8 号公報

【特許文献 2】特開平 8 - 1 6 6 0 2 0 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

特許文献 2 で提案されている静圧気体軸受スピンドルでは、静圧気体軸受への加工液の浸入が抑制される。しかしながら、真空吸気通路の内部を減圧するときワークチャック面側から空気とともに真空吸気通路内に吸い込まれる加工液の、シール隙間への浸入を抑制することはできない。シール隙間は数 μm ~ 十数 μm 程度の微小な隙間であるため、シール隙間へ加工液が浸入すると、シール隙間の損傷、または静圧気体軸受の損傷が発生するおそれがある。

【 0 0 0 7 】

本発明は上記の問題に鑑みてなされたものであり、その主たる目的は、吸着機構を備える静圧気体軸受スピンドルにおいて、シール隙間への加工液の浸入を抑制することができる、静圧気体軸受スピンドルを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明の一の局面に係る静圧気体軸受スピンドルは、貫通孔の形成された回転部を備える。また、静圧気体軸受を介して回転部を回転可能に支持する固定部を備える。また、貫通孔の内部を減圧して、貫通孔の一方の端部が開口する回転部の表面に対象物を吸着固定する、吸着機構を備える。固定部の外壁には、貫通孔の内部の圧力を変化させるための気体が流通する、通気口が形成されている。回転部と固定部との間には、通気口と静圧気体軸受とを隔てるシール隙間が形成されている。また、通気口とシール隙間とが連通する通路に設けられており、貫通孔の内部を通気口側へ流れる液体のシール隙間への浸入を抑制する、液流抑制部をさらに備える。回転部は、貫通孔が通気口側へ開口する他方の端部において貫通孔の径が拡大されている、拡径端部を含み、液流抑制部は拡径端部を含む。

【 0 0 0 9 】

本発明の他の局面に係る静圧気体軸受スピンドルは、貫通孔の形成された回転部を備える。また、静圧気体軸受を介して回転部を回転可能に支持する固定部を備える。また、貫通孔の内部を減圧して、貫通孔の一方の端部が開口する回転部の表面に対象物を吸着固定する、吸着機構を備える。固定部の外壁には、貫通孔の内部の圧力を変化させるための気体が流通する、通気口が形成されている。回転部と固定部との間には、通気口と静圧気体軸受とを隔てるシール隙間が形成されている。また、通気口とシール隙間とが連通する通路に設けられており、貫通孔の内部を通気口側へ流れる液体のシール隙間への浸入を抑制する、液流抑制部をさらに備える。液流抑制部は、回転部の径が拡大されている部を含む。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 0 】

また、シール隙間に加圧気体を供給する加圧気体供給機構をさらに備え、加圧気体の少なくとも一部はシール隙間から通気口へ向かう方向へ流れるものであってもよい。

【 0 0 1 1 】

また、回転部は、貫通孔の径が通気口へ向かって縮小している縮径部を含んでもよい。

また、液体を一時的に溜める液溜め部をさらに備えてもよい。

【 0 0 1 2 】

また、液溜め部を構成する壁面の少なくとも一部は、透明な材質により形成されていてもよい。

【 0 0 1 3 】

また、液溜め部を構成する壁面の少なくとも一部は、着脱可能に形成されていてもよい。

【 0 0 1 4 】

また、液溜め部から液体を排出するための配管をさらに備えてもよい。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 5 】

本発明の静圧気体軸受スピンドルによると、貫通孔の内部の圧力を変化させるための気体が流通する通気口とシール隙間とが連通する通路に、液流抑制部が設けられている。液流抑制部は、貫通孔の内部を通気口側へ流れる液体のシール隙間への浸入を抑制する機能を有している。よって、貫通孔の内部を減圧するとき、貫通孔の内部に加工液などの液体が空気とともに吸い込まれても、液体のシール隙間への浸入は抑制される。また、シール隙間は通気口と静圧気体軸受とを隔てるものであるから、静圧気体軸受への液体の浸入も抑制される。

【 0 0 1 6 】

そのため、対象物の加工時に発生する切粉などの異物が加工液に含まれていても、異物がシール隙間や静圧気体軸受へ入り込むことを抑制することができる。したがって、シール隙間や静圧気体軸受において固定部と回転部との間にかじりなどの損傷が発生することを抑制することができ、シール隙間および静圧気体軸受の損傷を抑制することができる。その結果、静圧気体軸受スピンドルの性能の劣化を抑制することができ、また、メンテナンスの必要性を軽減することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 7 】

以下、図面に基づいてこの発明の実施の形態を説明する。なお、以下の図面において、同一または相当する部分には同一の参照番号を付し、その説明は繰返さない。

【 0 0 1 8 】

(実施の形態 1)

図 1 は、本発明の実施の形態 1 の静圧気体軸受スピンドルの構成を示す断面模式図である。図 2 は、図 1 に示す領域 I I 付近を拡大して示す断面図である。図 1 に示すように、静圧気体軸受スピンドルは、回転軸 1 とハウジング 2 とを備える。回転軸 1 は、静圧気体軸受スピンドルの回転部に含まれる。ハウジング 2 の内部には、中空円筒形状の軸受スリーブ 3 が設置されている。ハウジング 2 は、軸受スリーブ 3 の外周側面を取り囲んで設けられている。軸受スリーブ 3 は、たとえば焼嵌めによって、ハウジング 2 へ固定することができる。

【 0 0 1 9 】

軸受スリーブ 3 の内周側面と、当該内周側面と対向する回転軸 1 の円筒形状の外周側面とは、回転軸 1 の回転中心軸に平行な円筒形状のジャーナル軸受面を含む。軸受スリーブ 3 のジャーナル軸受面と、回転軸 1 のジャーナル軸受面と、軸受スリーブ 3 と回転軸 1 との間のジャーナル軸受隙間とは、回転軸 1 を少なくとも半径方向に支持する、静圧気体ジャーナル軸受 1 5 を構成する。

【 0 0 2 0 】

回転軸 1 は、ハウジング 2 の内部に設置された複数の円板形状のスラスト板 4 を含む。スラスト板 4 は、軸受スリーブ 3 と対向する側の軸方向の表面において、回転軸 1 の回転中心軸に垂直な円環形状のスラスト軸受面を含む。また軸受スリーブ 3 は、スラスト板 4 と対向する端面において、スラスト軸受面を含む。軸受スリーブ 3 のスラスト軸受面と、スラスト板 4 のスラスト軸受面と、軸受スリーブ 3 とスラスト板 4 との間のスラスト軸受隙間とは、回転軸 1 を少なくとも軸方向に支持する、一对の静圧気体スラスト軸受 16 を構成する。

【 0 0 2 1 】

軸受スリーブ 3 およびハウジング 2 の内部には、支持用気体供給路が形成されている。支持用気体供給路は、ハウジング 2 の外部において、支持用気体供給口 23 に連結されている。圧縮空気などの支持用気体は、図示しないエアコンプレッサなどの支持用気体供給源から、支持用気体供給口 23 に供給される。支持用気体は、支持用気体供給路とジャーナル軸受給気絞りとを経由してジャーナル軸受隙間に供給され、また支持用気体供給路とスラスト軸受給気絞りとを経由してスラスト軸受隙間に供給される。

10

【 0 0 2 2 】

ジャーナル軸受隙間およびスラスト軸受隙間から流出する支持用気体は、ハウジング 2 および軸受スリーブ 3 の内部に形成された排気路と、排気口 29 とを経由して、ハウジング 2 の外部に排出される。

【 0 0 2 3 】

ハウジング 2 およびハウジング 9 の内部には、他の給気路が形成されている。圧縮空気などの圧縮気体は、他の給気口 24 と他の給気路とを経由して、スラスト軸受隙間と隙間 18 とを連通する通路に供給される。この圧縮気体の一部は、隙間 19, 18 を通って静圧気体軸受スピンドルの外部へ噴出され、異物が隙間 18, 19, 17 を通ってスラスト軸受隙間およびジャーナル軸受隙間に入り込むことを防止している。

20

【 0 0 2 4 】

ハウジング 2, 5, 7, 9, 10、軸受スリーブ 3、隔壁 6 は、静圧気体軸受スピンドルにおいて回転運動しない部分である、固定部に含まれる。固定部は、ジャーナル軸受隙間とスラスト軸受隙間とに供給された支持用気体の圧力によって、回転軸 1 を非接触の状態に支持する。つまり、静圧気体ジャーナル軸受 15 と静圧気体スラスト軸受 16 とは静圧気体軸受を構成し、固定部は、静圧気体軸受を介して、固定部に対して回転部を回転可能に非接触に軸支する。

30

【 0 0 2 5 】

ハウジング 5 の内部には、モータロータとモータステータとを含むモータ部 12 が設置されている。ハウジング 5 の内部において、回転軸 1 の外周側面にはモータロータが設置され、モータロータの外周面にはモータステータが設置され、回転軸 1 を含む回転部は、モータステータに電力を供給することによって、回転駆動される。回転を制御するために、回転角度を検出するエンコーダ 13 を、隔壁 6 によってハウジング 5 と仕切られたハウジング 7 内部に備える場合もある。

【 0 0 2 6 】

回転軸 1 の内部には、回転軸 1 の回転中心において軸方向に回転軸 1 を貫通する、貫通孔 28 が形成されている。貫通孔 28 は、回転軸 1 の表面の一部であるワークチャック面 30 に連通し、ワークチャック面 30 の一部に開口 30a を形成する。つまり、貫通孔 28 は、ワークチャック面 30 において一方の端部が開口している。

40

【 0 0 2 7 】

回転軸 1 の軸方向におけるワークチャック面 30 に対して反対側の軸端面には、アダプタ 11 が固定されている。貫通孔 28 は、回転軸 1 の回転中心軸に沿って形成されている。図 2 に示すように、貫通孔 28 の、ワークチャック面 30 に開口する一方の端部とは異なる端部である他方の端部は、アダプタ 11 の表面に連通し開口しており、アダプタ 11 の表面の一部に開口 11b を形成する。アダプタ 11 は、回転軸 1 の回転によって、回転軸 1 とともに回転運動する回転部材である。回転部材としてのアダプタ 11 は、静圧気体

50

軸受スピンドルにおいて回転運動を行なう部分である、回転部に含まれる。

【0028】

アダプタ11の内部では、貫通孔28の壁面は略円錐面の形状を成すテーパ面11aを形成し、貫通孔28の径は、開口11bに向かって漸次拡大されている。貫通孔28は、他方の端部においてアダプタ11に形成された開口11bを含み、開口11bにおいて貫通孔28は径が拡大されている。つまり、アダプタ11を含む回転部は、貫通孔28の径が他方の端部において拡大されている、拡径端部を含む。

【0029】

回転部は、貫通孔28の端部に含まれる開口11bがカバー8に対向するように、配置されている。カバー8は、固定部に含まれ、固定部の外壁の一部を構成している。カバー8は、ローレットノブ14によってハウジング7に固定されている。ハウジング7とカバー8との間にリングなどのシール部材を配置することにより、ハウジング7とカバー8との間には隙間が形成されず密閉される。

10

【0030】

開口11bを含むアダプタ11の一部は、アダプタ11と対向するカバー8の表面に形成された、凹部8aの内部に配置されている。凹部8aは、たとえばザグリ加工によって形成することができる。アダプタ11の表面から凹部8aの底面8bまでの距離が、アダプタ11の表面から凹部8aの側面8cまでの距離よりも小さくなるように、アダプタ11は配置されている。

【0031】

20

カバー8には、通気口26が形成されている。開口11bが通気口26と対向するように、アダプタ11は配置されている。つまり回転部は、貫通孔28の他方の端部が通気口26側へ向かい、通気口26と対向する位置で開口するように配置されている。通気口26と、固定部の外側に配置された通気口26に連結する配管36とを通じて、気体が流通する。この気体の流通によって、貫通孔28の内部の圧力が変化する。つまり、配管36を負圧源に連結し、負圧源を動作させると、貫通孔28の内部の流体は通気口26を經由して配管36へ向かって流れ、その結果、貫通孔28の内部は減圧される。

【0032】

アダプタ11の径方向外側には、アダプタ11、ハウジング7およびカバー8によって囲まれた、空間が形成されている。貫通孔28の内部を減圧すると、当該空間の内部も減圧される。当該空間の下部は、液体を一時的に溜めることのできる、液溜め部31として機能する。カバー8には、液溜め部31と連結する位置に排液口27が形成されており、排液口27には液溜め部31から液体を排出するための配管37が連結されている。

30

【0033】

図2に示すように、回転軸1の静圧気体軸受を構成しない外周側面と、回転軸1に近接するように形成されたハウジング7の内周面との間には、シール隙間20, 21が形成されている。シール隙間20, 21は、数 μm ~十数 μm 程度の微小な隙間である。シール隙間20, 21は、通気口26と静圧気体軸受との間を連通する通路に形成されており、通気口26と静圧気体軸受とを隔てる(すなわち、通気口26と静圧気体軸受との間を仕切り、流体の流れを遮る)ように、形成されている。

40

【0034】

ハウジング7には、回転軸1の軸方向においてシール隙間20とシール隙間21との間に位置するように、円周溝22が形成されている。ハウジング7の内部に形成された加圧気体供給路は、円周溝22と、加圧気体供給口25とを連通している。加圧気体供給口25には、ハウジング7の外部に設けられた配管25aが連結されている。配管25aには図示しない正圧源が接続されており、上記正圧源から供給されるたとえば圧縮空気などの加圧気体は、加圧気体供給口25を經由して、円周溝22へ達するように流れる。

【0035】

この加圧気体の少なくとも一部は、円周溝22からシール隙間21を通過して、加圧気体噴出部32へ向かって流れる。そして、加圧気体噴出部32において、アダプタ11の径

50

方向外側の液溜め部 3 1 を含む空間へ向かって噴出し、噴流を形成する。シール隙間 2 1 はシール隙間 2 0 よりも隙間が大きくなるように設定されているため、円周溝 2 2 に供給された加圧気体の大部分はシール隙間 2 1 へ向かって流れる。つまり、正圧源から配管 2 5 a、加圧気体供給口 2 5 を経由して円周溝 2 2 に至る系統は、シール隙間 2 1 に加圧気体を供給する加圧気体供給機構として機能する。正圧源を動作させることによって、シール隙間 2 1 に加圧気体が供給される。シール隙間 2 1 に供給される加圧気体の少なくとも一部は、シール隙間 2 1 から、加圧気体噴出部 3 2 へ向かう方向、すなわち通気口 2 6 へ向かう方向へ流れる。

【 0 0 3 6 】

上記の構成からなる静圧気体軸受スピンドルにおいては、配管 3 6 に接続された負圧源、たとえば真空ポンプなどの真空発生機を動作させ、貫通孔 2 8 の内部の気体を通気口 2 6 および配管 3 6 を経て排気することにより、貫通孔 2 8 の内部を減圧することができる。貫通孔 2 8 の内部を減圧した状態で、精密加工装置によって加工される被加工物などの対象物（ワーク）を、ワークチャック面 3 0 に接触させることによって、ワークチャック面 3 0 に対象物を吸着固定させることができる。つまり、負圧源から配管 3 6、通気口 2 6、貫通孔 2 8 を経由してワークチャック面 3 0 の開口 3 0 a に至る系統は、吸着機構に含まれる。

【 0 0 3 7 】

ワークチャック面 3 0 に対象物を吸着固定させた状態で回転部を回転させると、対象物も回転部とともに回転する。回転運動している被加工物としての対象物に切削工具や研削工具を接触させることにより、回転部に吸着固定された対象物の切削加工や研削加工を行なうことができる。

【 0 0 3 8 】

このとき、対象物と工具との間の摩擦を軽減するため、また摩擦熱が発生して対象物または工具が加熱されることを抑制するために、対象物と工具との接触位置に加工液が供給される場合がある。貫通孔 2 8 の内部が減圧されているので、供給された加工液の一部は、空気などの静圧気体軸受スピンドル周辺に存在する気体とともに貫通孔 2 8 の内部に吸い込まれ、貫通孔 2 8 の内部を開口 1 1 b 側（すなわち、通気口 2 6 側）へ流れる。

【 0 0 3 9 】

回転軸 1 が回転しており遠心力が発生しているために、加工液は、貫通孔 2 8 の内部を、壁面に沿って流れる。そのため加工液は、アダプタ 1 1 の内部では、テーパ面 1 1 a に沿って回転部の径方向外側へ流れる。開口 1 1 b に到達した加工液は、遠心力によって、開口 1 1 b から回転部の径方向外側へ飛散する。飛散した加工液の液滴が固定部の壁面に衝突すると、液滴は重力に従い壁面に沿って下方へ移動し、液溜め部 3 1 に回収され、一時的に液溜め部 3 1 に溜められる。液溜め部 3 1 に溜められた加工液は、最終的には排液口 2 7 および配管 3 7 を通って、外部へ排出される。

【 0 0 4 0 】

ここで、回転部は、貫通孔 2 8 の径が開口 1 1 b において拡大されている、拡径端部を含む。貫通孔 2 8 の内部を流れる加工液は遠心力によって回転部の径方向外側へ導かれているために、加工液は開口 1 1 b から飛散するとき回転部の径方向外側へ向かって飛ばされやすくなっている。その結果、加工液の液滴は、回転部と対向する固定部の壁面である内周側面を構成する壁面に、衝突しやすくなっている。また、アダプタ 1 1 の開口 1 1 b を含む部分はカバー 8 に形成された凹部 8 a の内部に配置されているために、開口 1 1 b から飛散した加工液の液滴は、凹部 8 a の底面 8 b または側面 8 c などの、固定部の壁面に衝突しやすくなっている。

【 0 0 4 1 】

固定部の壁面に衝突し液溜め部 3 1 に回収された加工液は、シール隙間 2 1 へ浸入しない。したがって、上記拡径端部と、凹部 8 a の内部へのアダプタ 1 1 の配置とは、液流抑制部に含まれる。液流抑制部は、通気口 2 6 とシール隙間 2 1 とが連通する通路に設けられている。液流抑制部を備えることにより、加工液のシール隙間 2 0、2 1 への浸入を抑

10

20

30

40

50

制することができる。また、加圧気体供給機構がさらに備えられており、加圧気体の少なくとも一部がシール隙間 2 1 から通気口 2 6 へ向かう方向へ流れるために、シール隙間 2 1 への加工液の浸入をさらに抑制することができる。加えて、加圧気体が加圧気体噴出部 3 2 から噴出することにより、シール隙間 2 1 へ浸入する可能性のある加圧気体噴出部 3 2 近傍の壁面に付着した加工液を吹き飛ばして清掃除去する（フラッシングする）機能を有し、シール隙間 2 1 への加工液の浸入を一層抑制することができる。

【 0 0 4 2 】

以上説明したように、実施の形態 1 の静圧気体軸受スピンドルでは、貫通孔 2 8 の内部の圧力を変化させるための気体が流通する通気口 2 6 とシール隙間 2 1 とが連通する通路に、液流抑制部が設けられている。液流抑制部は、貫通孔 2 8 の内部を通気口 2 6 側へ流れる加工液のシール隙間 2 1 への浸入を抑制する機能を有している。よって、貫通孔 2 8 の内部を減圧するとき、貫通孔 2 8 の内部に加工液が気体とともに吸い込まれても、加工液のシール隙間 2 1 への浸入は抑制される。また、加圧気体供給機構を経由して供給される加圧気体の作用によって、加工液のシール隙間 2 1 への浸入はさらに抑制される。シール隙間 2 1 は通気口 2 6 と静圧気体軸受とを隔てるものであるから、静圧気体軸受への加工液の浸入も抑制される。

【 0 0 4 3 】

そのため、対象物の加工時に発生する切粉などの異物が加工液に含まれていても、異物がシール隙間 2 1 や静圧気体軸受へ入り込むことを抑制することができる。したがって、シール隙間 2 1 や静圧気体軸受において固定部と回転部との間にかじりなどの損傷が発生することを抑制することができ、シール隙間 2 1 および静圧気体軸受の損傷を抑制することができる。

【 0 0 4 4 】

貫通孔 2 8 の内部に吸い込まれた加工液は液溜め部 3 1 に一時的に溜められる構造となっており、また液溜め部 3 1 に溜められた加工液は排液口 2 7 および配管 3 7 を経由して排出される。この構造によっても、静圧気体軸受スピンドルの内部の空間に加工液が充満してシール隙間 2 1 へ向かって流れることが抑制されており、加工液のシール隙間 2 1 への浸入が抑制されている。

【 0 0 4 5 】

また、液溜め部 3 1 を構成する固定部の壁面、たとえばカバー 8 の少なくとも一部を、透明な材質により形成することができる。たとえば、アクリル樹脂などの透明な樹脂や、ガラスなどによって、カバー 8 の一部を形成することができる。このようにすれば、静圧気体軸受スピンドルの運転中に、液溜め部 3 1 への加工液の溜まり具合など、液溜め部 3 1 を含む空間の状況を外部から目視確認することができるので、静圧気体軸受スピンドルのメンテナンスが容易となる。

【 0 0 4 6 】

液溜め部 3 1 を含む空間を構成するカバー 8 のハウジング 7 への固定に、ローレットノブ 1 4 を使用することによって、工具を使用しなくてもカバー 8 を取り外すことが可能となる。つまり、液溜め部 3 1 を構成する壁面の少なくとも一部が着脱可能に形成されていることにより、液溜め部 3 1 内部の定期的な清掃を容易にしている。これにより、静圧気体軸受スピンドルのメンテナンスの容易性をさらに向上させることができる。

【 0 0 4 7 】

（実施の形態 2）

図 3 は、実施の形態 2 の静圧気体軸受スピンドルの構成を示す部分断面模式図である。図 4 は、図 3 に示す領域 I V 付近を拡大して示す断面図である。実施の形態 2 の静圧気体軸受スピンドルでは、アダプタ 1 1 の構成が図 3 および図 4 に示すような構成となっている点で、実施の形態 1 とは異なっている。

【 0 0 4 8 】

図 3 および図 4 に示すように、アダプタ 1 1 は、開口 1 1 b がカバー 8 に形成された通気口 2 6 に対向するように、配置されている。貫通孔 2 8 の径は、開口 1 1 b において拡

10

20

30

40

50

大されている。貫通孔 2 8 の径が開口 1 1 b に向かって急拡大されるように、カバー 8 と対向するアダプタ 1 1 の表面には、凹部 1 1 c が形成されている。また、アダプタ 1 1 には、外周側面の径が拡大され、大径となっている、フランジ状の鏝部 1 1 d が形成されている。

【 0 0 4 9 】

貫通孔 2 8 の内部を通気口 2 6 へ向かって流れる加工液は、遠心力によって貫通孔 2 8 の壁面に沿って流れる。そのため加工液は、凹部 1 1 c の内部では径方向外側へ流れる。開口 1 1 b に到達した加工液は、鏝部 1 1 d を伝ってさらにアダプタの径方向外側へ流れ、鏝部 1 1 d の縁部分であるアダプタ 1 1 の最大外径部から、回転部の径方向外側へ飛散する。

10

【 0 0 5 0 】

貫通孔 2 8 の内部を流れる加工液が遠心力によって鏝部 1 1 d を伝って回転部の径方向外側へ導かれているために、加工液は回転部の径方向外側へ向かって飛ばされやすくなっている。その結果、加工液の液滴は、回転部と対向する固定部の壁面である内周側面を構成する壁面に、衝突しやすくなっている。つまり、鏝部 1 1 d を備えることによって加工液のシール隙間 2 0 , 2 1 への浸入を抑制することができる。

【 0 0 5 1 】

また、図 4 に示すように、ハウジング 7 の一部が、アダプタ 1 1 の外周側面を覆うように、回転中心軸に沿って鏝部 1 1 d に向かって突起しており、リング状の障壁部 7 a が形成されている。加工液がシール隙間 2 1 へ浸入するには、障壁部 7 a と鏝部 1 1 d との間を
20
通って浸入する必要があるが、障壁部 7 a と鏝部 1 1 d との間は微小な隙間となっており、加工液は浸入しにくい構造となっている。障壁部 7 a と半径方向に対向するアダプタ 1 1 の一部には、円周溝 1 1 e が形成されている。障壁部 7 a と鏝部 1 1 d との間の微小な隙間に加工液が浸入したとしても、円周溝 1 1 e において加工液は捕捉されるので、シール隙間 2 1 への加工液の浸入は抑制される。さらに障壁部 7 a にはテーパ部 7 b が形成されており、回転によって発生する遠心力によって加工液は液溜め部 3 1 に向かって流れていきやすい構造となっている。なお、鏝部 1 1 d と障壁部 7 a との間の隙間は、加圧気体が空間に向かって噴出する、加圧気体噴出部 3 2 を形成する。

【 0 0 5 2 】

このような障壁部 7 a とアダプタ 1 1 との構造によって、加工液のシール隙間 2 1 への
30
浸入を抑制することができる。つまり、アダプタ 1 1 に鏝部 1 1 d が形成されていることにより、加工液を遠心力により回転の径方向外側へ導いて、加工液を壁面に衝突させ液溜め部 3 1 で捕捉しやすくなっている。また、鏝部 1 1 d と障壁部 7 a とが微小な隙間を形成するため、当該隙間への加工液の浸入を抑制している。つまり、鏝部 1 1 d は、加工液のシール隙間 2 1 への浸入を抑制する、液流抑制部に含まれる。したがって、実施の形態 2 の静圧気体軸受スピンドルでは、シール隙間 2 1 および静圧気体軸受の損傷を抑制することができる。

【 0 0 5 3 】

なお、鏝部 1 1 d は、図 4 に示すように、アダプタ 1 1 の開口 1 1 b が形成された面を含むように形成されれば、回転部の径方向外側への加工液の飛散を促進できるので好ましい
40
。しかし、アダプタ 1 1 の外周側面の径を拡大した形状に形成され、ハウジング 7 (たとえば障壁部 7 a) との間に微小な隙間を形成するような構造とすれば、鏝部 1 1 d は加工液のシール隙間 2 1 への浸入を防止する、液流抑制部としての機能を発揮することができる。鏝部 1 1 d の形状は円板形状に限られるものではなく、たとえば多角板形状に形成されても構わない。

【 0 0 5 4 】

(実施の形態 3)

図 5 は、実施の形態 3 の静圧気体軸受スピンドルの構成を示す部分断面模式図である。実施の形態 3 の静圧気体軸受スピンドルでは、貫通孔 2 8 の構成が図 5 に示すような構成となっている点で、実施の形態 1 とは異なっている。

50

【 0 0 5 5 】

具体的には、図 5 に示すように、アダプタ 1 1 は、その表面に形成された開口 1 1 b が、通気口 2 6 と対向するように、配置されている。回転軸 1 はその内部に、貫通孔 2 8 の径が相対的に大きい大径部 2 8 a と、通気口 2 6 に向かって貫通孔 2 8 の径が縮小する縮径部 2 8 b と、相対的に径の小さい小径部 2 8 c を含む。貫通孔 2 8 の径が通気口 2 6 へ向かって縮小しているために、貫通孔 2 8 内部を通気口 2 6 側へ流れる加工液は、大径部 2 8 a から縮径部 2 8 b へは流れにくくなっている。よって、通気口 2 6 と対向するアダプタ 1 1 の表面に形成された開口 1 1 b へ加工液が到達し、開口 1 1 b から飛散することを抑制することができるので、加工液のシール隙間 2 1 への浸入を抑制できることになる。

10

【 0 0 5 6 】

つまり、縮径部 2 8 b は、加工液のシール隙間 2 1 への浸入を抑制する、液流抑制部に含まれる。したがって、実施の形態 3 の静圧気体軸受スピンドルでは、シール隙間 2 1 および静圧気体軸受の損傷を抑制することができる。

【 0 0 5 7 】

(実施の形態 4)

図 6 は、実施の形態 4 の静圧気体軸受スピンドルの構成を示す部分断面模式図である。実施の形態 4 の静圧気体軸受スピンドルでは、貫通孔 2 8 の構成が図 6 に示すような構成となっている点で、実施の形態 1 とは異なっている。

【 0 0 5 8 】

縮径部 2 8 b で貫通孔が漸次縮小する構造であった実施の形態 3 と異なり、図 6 に示す実施の形態 4 では、回転軸 1 の内部において貫通孔 2 8 の径が相対的に大きい大径部 2 8 a が形成されており、アダプタ 1 1 の内部において貫通孔 2 8 の径が相対的に小さい小径部 2 8 c が形成されている。回転軸 1 とアダプタ 1 1 との継目において、貫通孔 2 8 は急縮小している。そのため、加工液は大径部 2 8 a から小径部 2 8 c へは流れにくくなっている。

20

【 0 0 5 9 】

実施の形態 4 では、大径部 2 8 a と小径部 2 8 c との組合せによって、貫通孔 2 8 の径が縮小する縮径部を形成している。実施の形態 4 においても、縮径部は、開口 1 1 b へ加工液が到達し、開口 1 1 b から飛散することを抑制する。つまり、縮径部は、加工液のシール隙間 2 1 への浸入を抑制する、液流抑制部に含まれる。したがって、実施の形態 4 の静圧気体軸受スピンドルでは、シール隙間 2 1 および静圧気体軸受の損傷を抑制することができる。

30

【 0 0 6 0 】

(実施の形態 5)

これまでの実施の形態では、通気口とシール隙間とが連通する通路に設けられた液流抑制部について説明したが、以下では、ハウジングの外部における配管の構成例について説明する。図 7 は、実施の形態 5 の配管の構成を示す模式図である。図 7 では、圧縮エアを供給することにより真空を発生させる、エジェクタ方式の真空発生機 3 4 を使用した、配管の構成例を示す。

40

【 0 0 6 1 】

図 7 に示すように、切替バルブ 3 3 は、供給された加圧気体としての圧縮エアの流れる方向を、加圧気体供給口 2 5、または真空発生機 3 4 方向に切り替える機能を有している。また、ハウジングの外部には補助タンク 3 5 が設けられており、補助タンク 3 5 は、液溜め部 3 1 と同様に、加工液を一時的に溜める機能を有する。つまり、通気口 2 6 を通って配管 3 6 内に流入する加工液と、液溜め部 3 1 から排液口 2 7 を通って配管 3 7 内を流れる加工液とは、ドレン 4 3 として補助タンク 3 5 に溜められる。加工液がハウジングの内部に留らずに、外部へ流出して補助タンク 3 5 において回収されることによって、ハウジングの内部の空間に加工液が充満してシール隙間 2 1 へ向かって流れることが抑制されており、加工液のシール隙間 2 1 への浸入を抑制する効果が得られる。

50

【 0 0 6 2 】

切替バルブ 3 3 を真空発生機 3 4 方向に切り替えると、真空発生機 3 4 では、供給された圧縮空気によって真空を発生させる。これにより、貫通孔 2 8 内の気体は通気口 2 6、配管 3 6、補助タンク 3 5 を経由して排気され、図 1 に示す開口 3 0 a を覆うように対象物をワークチャック面 3 0 に接触させることでワークチャック面 3 0 への対象物の吸着固定を可能としている。

【 0 0 6 3 】

ワークチャック面 3 0 より気体と共に吸い込まれた加工液は、アダプタ 1 1 のテーパ面 1 1 a に沿い、回転軸 1 が回転することにより発生する遠心力により外周方向に飛ばされる。飛ばされた加工液は重力により液溜め部 3 1 の下方に達し、配管 3 7 を通り補助タンク 3 5 の底部に溜まる。排液口 2 7 と配管 3 7 とは、真空発生機 3 4 に連結されている配管と、補助タンク 3 5 内部の空間を介在させて繋がっているため、加工液は補助タンク 3 5 の底部に溜まり、真空発生機 3 4 に達することはない。

10

【 0 0 6 4 】

次に切替バルブ 3 3 を加圧気体供給口 2 5 方向に切り替えると、真空発生機 3 4 への圧縮空気の供給が止まり、真空の発生も停止する。同時に圧縮空気は、円周溝 2 2 に流れ込み、シール隙間 2 1 を通り加圧気体噴出部 3 2 より噴き出す。これによりシール隙間 2 1 に浸入する可能性のある加工液を吹き飛ばすことができる。

【 0 0 6 5 】

(実施の形態 6)

図 8 は、実施の形態 6 の配管の構成を示す模式図である。実施の形態 6 では、図 7 に示す真空発生機 3 4 が真空ポンプ 3 8 に置き換えられている点で、実施の形態 5 と異なっている。この場合、図 7 の切替バルブ 3 3 に替えて、ON OFF バルブ 3 9 が用いられる。ただし、図 8 に示す系統において、真空ポンプ 3 8 ではなくエジェクタ式の真空発生機 3 4 を使用してもよい。

20

【 0 0 6 6 】

実施の形態 5 と同様に、加工液は配管 3 7 を通り補助タンク 3 5 の底部に溜まる。実施の形態 6 の配管構成では、円周溝 2 2 を通じてシール隙間 2 1 へ加圧気体の供給を行なう場合、真空ポンプ 3 8 を停止させなくてもよい。つまり、真空ポンプ 3 8 を作動させたまま、ON OFF バルブ 3 9 を開放して、加圧気体供給口 2 5 より圧縮空気を供給することができる。

30

【 0 0 6 7 】

供給された圧縮空気は、円周溝 2 2 よりシール隙間 2 1 を通り、加圧気体噴出部 3 2 より噴き出す。これによりシール隙間 2 1 に浸入する可能性のある加工液を吹き飛ばすことができる。また、加圧気体供給口 2 5 を経由して供給される加圧気体の流量が真空ポンプ 3 8 の排気能力の流量に近くなったとき、ハウジング内部の液溜め部 3 1 を含む空間内の真空度(圧力)が大気圧と近くなる。そのため、図 1 に示すワークチャック面 3 0 への対象物の吸着固定が解除されるので、ワークチャック面 3 0 から対象物を取り外すことができる。なお、ON - OFF バルブ 3 9 に替えて流量調節弁を用いれば、加圧気体の流量をより精密に制御することができることは言うまでもない。

40

【 0 0 6 8 】

(実施の形態 7)

図 9 は、実施の形態 7 の配管の構成を示す模式図である。実施の形態 7 では、貫通孔 2 8 の内部に付着している加工液を加圧気体により清掃することができる機能を有している点で、実施の形態 6 と異なっている。

【 0 0 6 9 】

図 9 に示すように、図 8 に示す通気口 2 6 に連結された配管 3 6 および排液口 2 7 に連結された配管 3 7 に相当する系統は、通気口兼排液口 4 0 に連結された一本の配管 4 1 により構成されている。カバー 8 には、アダプタ 1 1 に形成された開口 1 1 b (図 2 参照) と対向する位置に、加圧気体供給口 4 2 が形成されている。開口 1 1 b は通気口兼排液口

50

40と対向する位置に形成されていないが、貫通孔28と通気口兼排液口40とは、液溜め部31を含むハウジング内部の空間を介在させて連通している。つまり、貫通孔28の開口11bは、貫通孔28の内部の圧力を変化させるための気体が流通する通気口の側へ、開口しているといえる。

【0070】

ON OFFバルブ39を開放することにより、加圧気体供給口25を通してシール隙間21に加圧気体（フラッシングエア）が供給され、同時に加圧気体供給口42を通して貫通孔28の内部に加圧気体を供給する。これにより、シール隙間21に浸入する可能性のある加工液を吹き飛ばすことができると同時に、貫通孔28内に残った加工液をも吹き飛ばすことができる。

10

【0071】

また、加圧気体供給口25、42を経由して供給される加圧気体の流量が真空ポンプ38の排気能力の流量に近くなったとき、ハウジング内部の液溜め部31を含む空間内の真空度（圧力）が大気圧力と近くなる。そのため、図1に示すワークチャック面30への対象物の吸着固定が解除されるので、ワークチャック面30から対象物を取り外すことができる。

【0072】

（実施の形態8）

図10は、実施の形態8の配管の構成を示す模式図である。実施の形態8では、貫通孔28の内部および配管36の内部に付着している加工液を加圧気体により清掃することができる機能を有している点で、実施の形態7と異なっている。

20

【0073】

図10に示すように、加圧気体（フラッシングエア）を供給する系統は2系統に分岐しており、一方の系統はON - OFFバルブ39aが設けられ加圧気体供給口25へ至る。他方の系統は、ON - OFFバルブ39bが設けられ、配管36へ連結されている。ON OFFバルブ39aを開放することにより、加圧気体供給口25を通してシール隙間21に加圧気体が供給される。またON OFFバルブ39bを開放することにより、配管36の内部に加圧気体が供給され、配管36の内部、また貫通孔28の内部に残った加工液を吹き飛ばし、配管36および貫通孔28の内部を清掃することができる。

【0074】

実施の形態8では、貫通孔28の内部を減圧させる系統（すなわち通気口26と配管36とを含む系統）と、液溜め部31に溜められた液体を排出させる系統（すなわち排液口27と配管37とを含む系統）とは、別の系統とされている。よって、液溜め部31の内部に液体が溜まっていても、通気口26および配管36を経由して貫通孔28の内部の気体は排気されるために、貫通孔28の真空度へ与える影響は小さい。

30

【0075】

また、実施の形態8では、加圧気体を供給する系統が2系統に分岐しているために、シール隙間21への加工液の浸入を抑制するための加圧気体の供給と、配管36および貫通孔28の内部に残った加工液の清掃とを、別個独立に制御することができる。

【0076】

以上のように本発明の実施の形態について説明を行なったが、各実施の形態の構成を適宜組合せてもよい。また、今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。この発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味、および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

40

【図面の簡単な説明】

【0077】

【図1】実施の形態1の静圧気体軸受スピンドルの構成を示す断面模式図である。

【図2】図1に示す領域II付近を拡大して示す断面図である。

【図3】実施の形態2の静圧気体軸受スピンドルの構成を示す部分断面模式図である。

50

【図4】図3に示す領域IV付近を拡大して示す断面図である。

【図5】実施の形態3の静圧気体軸受スピンドルの構成を示す部分断面模式図である。

【図6】実施の形態4の静圧気体軸受スピンドルの構成を示す部分断面模式図である。

【図7】実施の形態5の配管の構成を示す模式図である。

【図8】実施の形態6の配管の構成を示す模式図である。

【図9】実施の形態7の配管の構成を示す模式図である。

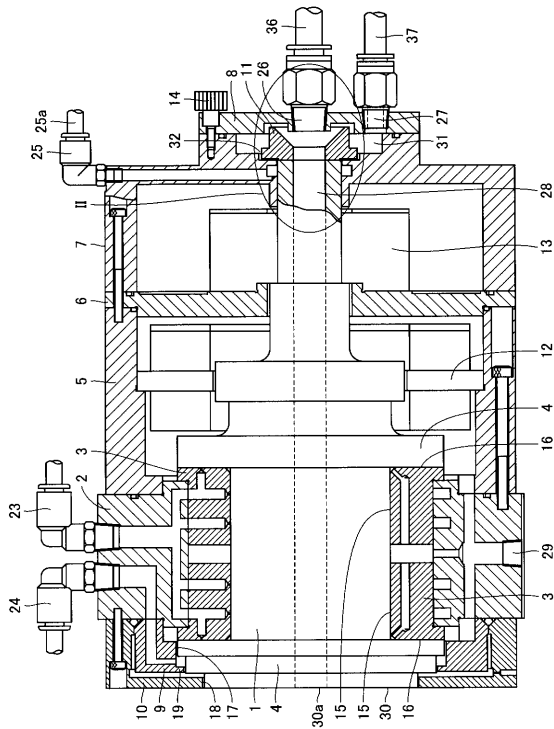
【図10】実施の形態8の配管の構成を示す模式図である。

【符号の説明】

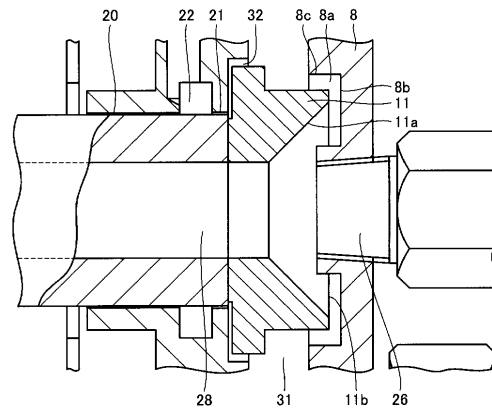
【0078】

- 1 回転軸、2, 5, 7, 9, 10 ハウジング、3 軸受スリーブ、4 スラスト板
- 、6 隔壁、7a 障壁部、7b テーパー部、8 カバー、8a 凹部、8b 底面、8c 側面、11 アダプタ、11a テーパー面、11b 開口、11c 凹部、11d 鏍部、11e 円周溝、12 モータ部、13 エンコーダ、14 ローレットノブ、15 静圧気体ジャーナル軸受、16 静圧気体スラスト軸受、17, 18, 19 隙間、20, 21 シール隙間、22 円周溝、23 支持用気体供給口、24 他の給気口、25 加圧気体供給口、25a 配管、26 通気口、27 排液口、28 貫通孔、28a 大径部、28b 縮径部、28c 小径部、29 排気口、30 ワークチャック面、30a 開口、31 液溜め部、32 加圧気体噴出部、33 切替バルブ、34 真空発生機、35 補助タンク、36, 37 配管、38 真空ポンプ、39, 39a, 39b ON-OFFバルブ、40 通気口兼排液口、41 配管、42 加圧気体供給口、43 ドレン。

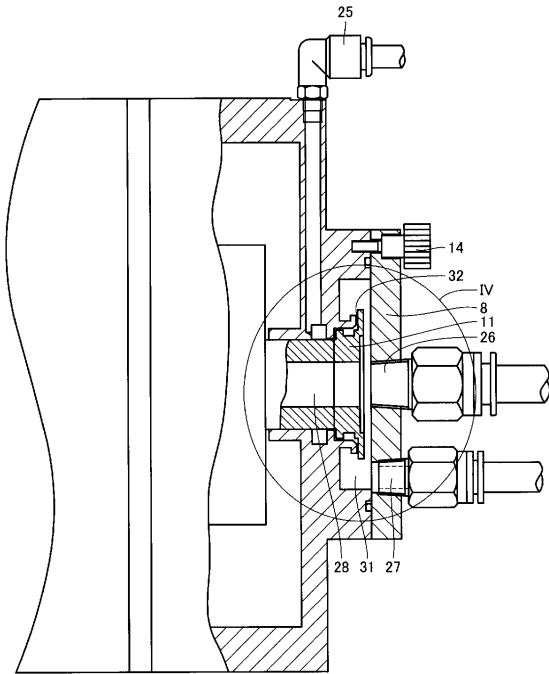
【図1】



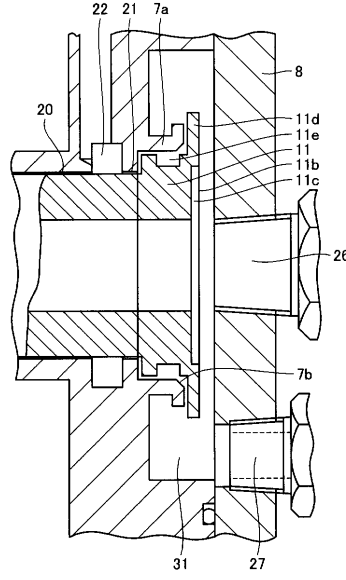
【図2】



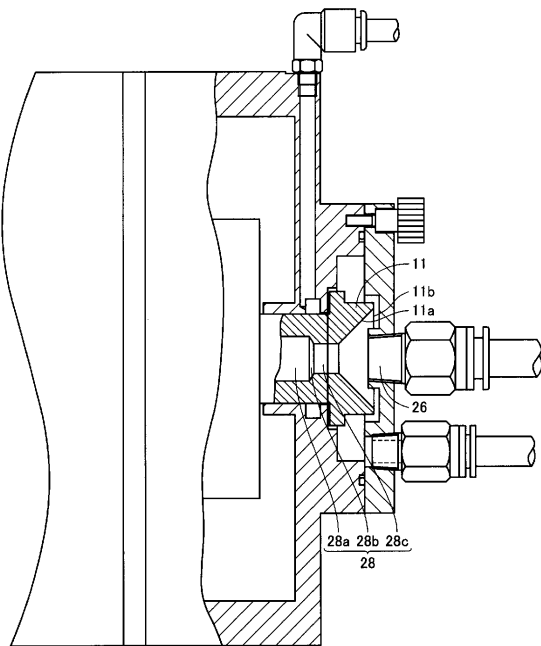
【図3】



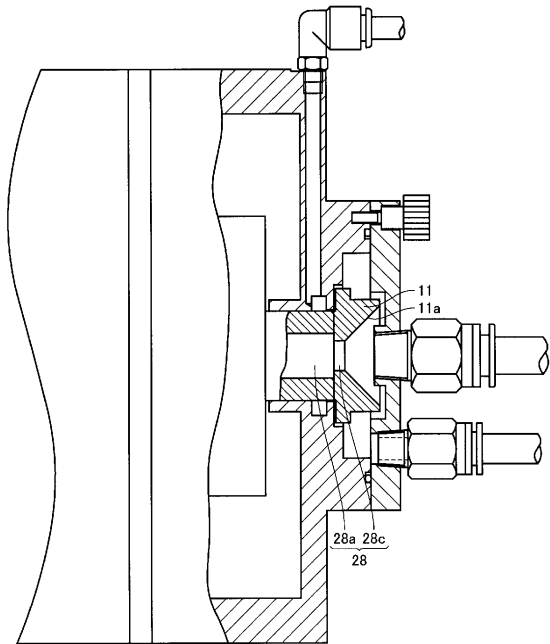
【図4】



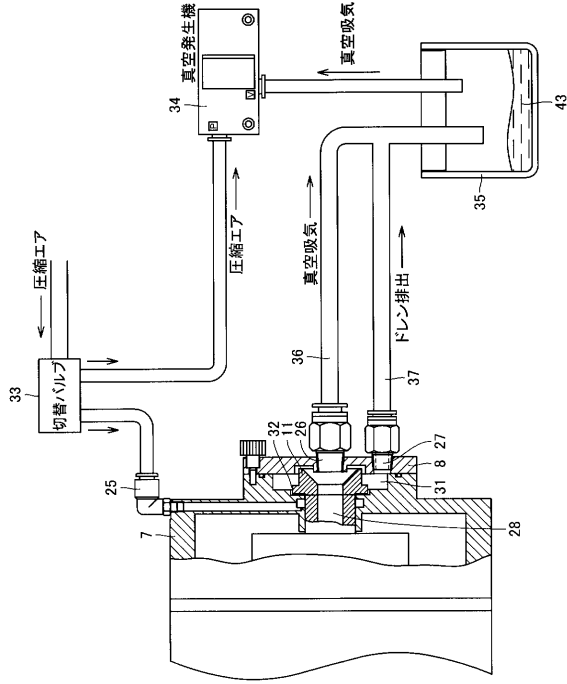
【図5】



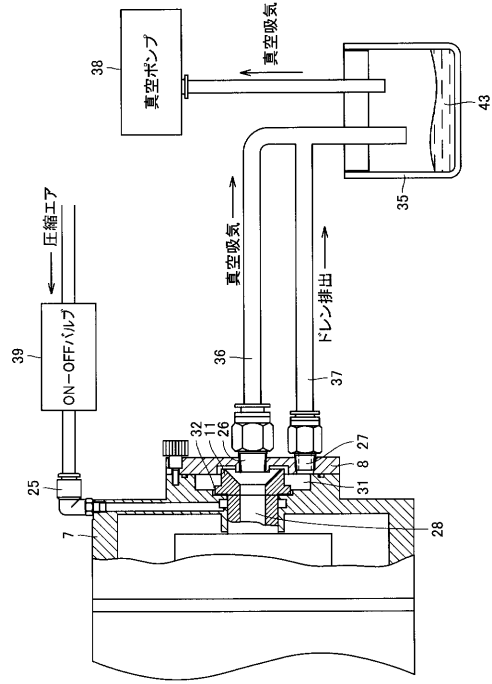
【図6】



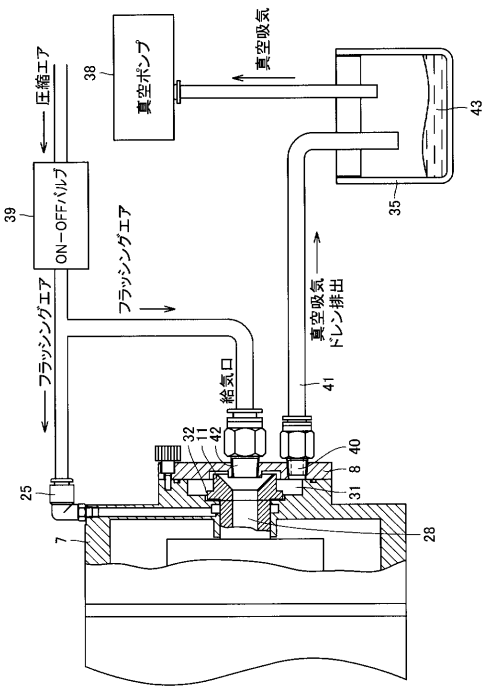
【 図 7 】



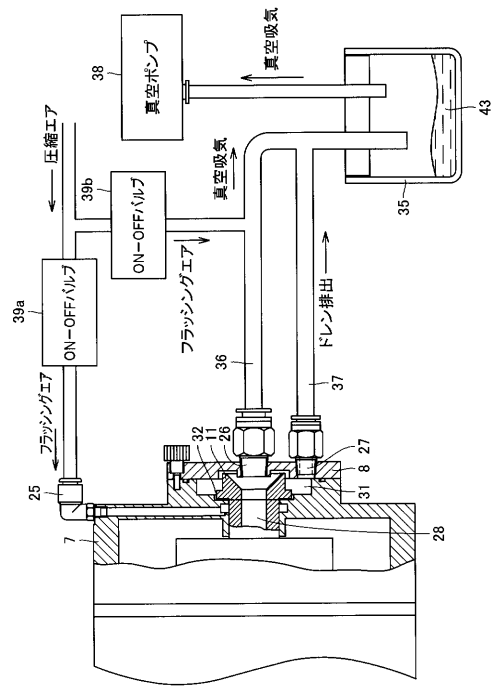
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(74)代理人 100111246

弁理士 荒川 伸夫

(72)発明者 堀内 照悦

静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN株式会社内

審査官 小川 真

(56)参考文献 特開2007-010057(JP,A)

特開2006-336826(JP,A)

国際公開第2005/040649(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23B 19/02

B23Q 3/08

F16C 32/06

F16J 15/40