

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5622258号  
(P5622258)

(45) 発行日 平成26年11月12日(2014.11.12)

(24) 登録日 平成26年10月3日(2014.10.3)

(51) Int.Cl.	F 1
<b>F 1 6 J 15/34 (2006.01)</b>	F 1 6 J 15/34 G
<b>F 1 6 L 27/08 (2006.01)</b>	F 1 6 J 15/34 B
	F 1 6 J 15/34 F
	F 1 6 L 27/08 Z

請求項の数 3 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2009-288631 (P2009-288631)	(73) 特許権者	000229737
(22) 出願日	平成21年12月21日(2009.12.21)		日本ビラー工業株式会社
(65) 公開番号	特開2011-127725 (P2011-127725A)		大阪府大阪市淀川区野中南2丁目11番48号
(43) 公開日	平成23年6月30日(2011.6.30)	(74) 代理人	100084342
審査請求日	平成24年7月5日(2012.7.5)		弁理士 三木 久巳
		(72) 発明者	奥西 泰之
			兵庫県三田市下内神字打場541番地の1
			日本ビラー工業株式会社 三田工場内
		(72) 発明者	木久山 貴規
			兵庫県三田市下内神字打場541番地の1
			日本ビラー工業株式会社 三田工場内
		審査官	莊司 英史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多流路形ロータリジョイント

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

相対回転自在に連結された回転軸体とケース体との間に両体を貫通する3以上のジョイント流路を形成してなり、回転軸体が10～50min<sup>-1</sup>で回転される回転機器用の多流路形ロータリジョイントであって、各ジョイント流路が、ケース体に形成したケース側通路と回転軸体に形成した軸側通路とを両体間に配設した一对のメカニカルシールでシールされた接続空間を介して連通接続してなり、各メカニカルシールが、ケース体に設けたセラミックス製の静止密封環と回転軸体に設けたセラミックス製の回転密封環との対向端面である密封端面の相対回転摺接作用によりその相対回転摺接部分の内周側領域である接続空間をシールするように構成された端面接触形のものであり、各メカニカルシールにおいて、静止密封環の密封端面を表面粗さが0.1～0.2μmRaである環状平面に形成すると共に回転密封環の密封端面を内径が静止密封環の密封端面の内径より小さく且つ表面粗さが0.2～0.3μmRaである環状平面に形成して、当該相対回転摺接部分におけるスティックスリップ現象の発生を防止すると共に各メカニカルシールからの被密封流体の漏洩量を60cc/min以下とするように構成したことを特徴とする回転機器用の多流路形ロータリジョイント。

【請求項2】

回転軸体及びケース体の構成部分であってジョイント流路内の流体と接触する部分をすべてプラスチックで構成されていることを特徴とする、請求項1に記載する回転機器用の多流路形ロータリジョイント。

## 【請求項3】

ジョイント流路数が6以上であることを特徴とする、請求項1又は請求項2に記載する回転機器用の多流路形ロータリジョイント。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、CMP装置（CMP（Chemical Mechanical Polishing）法による半導体ウエハの表面研磨装置）等の回転機器における相対回転部間で各種の流体を流動させるジョイント流路を有するものであって、特に、相対回転自在に連結された回転軸体とケース体との間に両体を貫通する3本以上のジョイント流路を形成してなる多流路形ロータリジョイントに関するものである。

10

## 【背景技術】

## 【0002】

従来この種の多流路形ロータリジョイントとしては、各ジョイント流路が、ケース体に形成したケース側通路と回転軸体に形成した軸側通路とを両体間に配設した一对のメカニカルシールでシールされた接続空間を介して連通接続してなり、各メカニカルシールが、ケース体に設けた静止密封環と回転軸体に設けた回転密封環との相対回転摺接作用により接続空間をシールするように構成された端面接触形のものであるものが周知である（例えば、特許文献1又は特許文献2を参照）。

## 【0003】

20

ところで、ジョイント流路数Nが3以上の多流路形ロータリジョイントとしては、ジョイント流路の相対回転部分つまり接続空間のシール手段として弾性シール部材（リップシール等）を使用したものも提案されているが、全ジョイント流路を弾性シール部材でシールするようにしたもの（例えば、特許文献3を参照）や一部のジョイント流路を弾性シール部材でシールするようにしたもの（例えば、特許文献2を参照）は、ロータリジョイント全体としてのシール性能が低く、その用途が大幅に制限されている。

## 【0004】

一方、全ジョイント流路を端面接触形メカニカルシールでシールしたもの（例えば、特許文献1を参照）では、シール性能が高く、高圧の流体であってもジョイント流路からの漏れを確実に防止して良好なロータリジョイント機能を発揮することができることから、高度のシール性能が要求されるCMP装置等の回転機器においても好適に使用することができる。

30

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【特許文献1】特開2002-174379号公報

【特許文献2】特開2006-161954号公報

【特許文献3】特開2002-022076号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

40

## 【0006】

しかし、このように端面接触形メカニカルシールを使用した多流路形ロータリジョイントにあっては振動を生じ易い。このようなロータリジョイントの振動は、ロータリジョイント機能（シール性）自体には然程の影響を及ぼすものではないが、これが当該ロータリジョイントを装着している回転機器（CMP装置等）に伝わることにより当該機器自体から異音、騒音が発せられる等のトラブルの原因となるため、ロータリジョイントの振動はこれを防止することが要請されている。

## 【0007】

ところで、CMP装置等に使用されるロータリジョイントでは、厳格なコンタミネーションの防止が要求されることから、流体と接触する部材（両密封環やケース側通路及び軸

50

側通路が形成されるケース体及び回転軸体)はパーティクルや金属イオンが生じ難いセラミックスやPEEK等のプラスチックで構成されることが多い。

【0008】

而して、各メカニカルシールにおける両密封環が摩耗粉等のパーティクルを生じ難い炭化珪素等のセラミックスで構成されている場合には、セラミックスが自己潤滑性に乏しいものであることから、両密封環の相対回転摺接面(密封端面)に冷却水等によるクエンチングを施したとしても(例えば、特許文献1又は特許文献2を参照)、当該相対回転摺接面が表面粗さの極めて低い(一般に、 $0.08\mu\text{mRa}$ 以下)鏡面に形成されていて、これが固体潤滑に近い状態となるため、両密封環の相対回転摺接面においてスティックスリップ現象を生じ易い。かかるスティックスリップ現象は、CMP装置等のような低速回転機器や低速運転時間が長い回転機器(例えば、CMP装置にあっては、トップリングが $10\sim 50\text{min}^{-1}$ の低速で長時間運転される)にあって両密封環の相対回転速度が低い場合には、特に発生し易い。

10

【0009】

また、ケース体や回転軸体がプラスチックで構成されている場合には、剛性の高い金属材料で構成されている場合に比して、密封環の接触抵抗による捩り変形が生じ易く、この変形が元に戻るにより上記したスティックスリップ現象を増幅させることになる。特に、ケース体の特許文献1又は特許文献2に開示される如く、軸線方向に複数部分に分割されており、それらの分割部分が相互にボルト連結されているような筒構造体をなしている場合には、ケース体が捩り変形し易く、スティックスリップ現象を更に招来させ易い。

20

【0010】

本発明者は、多流路形ロータリジョイントの振動がこのようなスティックスリップ現象の発生が原因であり、それがジョイント流路数 $N$ が3以上である場合、つまり端面接触形メカニカルシールの数( $2N$ )が6以上である場合に生じ易く、特に、 $N=6$ である場合には極めて顕著に生じることを究明した。

【0011】

ところで、近時、CMP装置等に使用されるロータリジョイントにあっては、必要とされるジョイント流路数が増加する傾向にあり、特にシール性能が高い $N=6$ の多流路形ロータリジョイントの出現が強く要請されているが、かかる多流路形ロータリジョイントの実用化には上記したスティックスリップ現象による振動を解決する必要がある。

30

【0012】

本発明はこのような究明事項に基づいてなされたもので、全ジョイント流路を端面接触形メカニカルシールでシールすることにより高シール性を担保しつつスティックスリップ現象による振動の発生を可及的に抑制しうる実用的な多流路形ロータリジョイントを提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明は、相対回転自在に連結された回転軸体とケース体との間に両体を貫通する3以上のジョイント流路を形成してなり、回転軸体が $10\sim 50\text{min}^{-1}$ で回転される回転機器用の多流路形ロータリジョイントにあって、各ジョイント流路が、ケース体に形成したケース側通路と回転軸体に形成した軸側通路とを両体間に配設した一对のメカニカルシールでシールされた接続空間を介して連通接続してなり、各メカニカルシールが、ケース体に設けたセラミックス製の静止密封環と回転軸体に設けたセラミックス製の回転密封環との対向端面である密封端面の相対回転摺接作用によりその相対回転摺接部分の内周側領域である接続空間をシールするように構成された端面接触形のものであり、各メカニカルシールにおいて、静止密封環の密封端面を表面粗さが $0.1\sim 0.2\mu\text{mRa}$ である環状平面に形成すると共に回転密封環の密封端面を内径が静止密封環の密封端面の内径より小さく且つ表面粗さが $0.2\sim 0.3\mu\text{mRa}$ である環状平面に形成して、当該相対回転摺接部分におけるスティックスリップ現象の発生を防止すると共に各メカニカルシールからの被密封流体の漏洩量を $60\text{cc}/\text{min}$ 以下とするように構成したことを特徴とする回転

40

50

機器用の多流路形ロータリジョイントを提案する。

【0014】

ところで、 $N \geq 3$  以上である場合（特に  $N = 6$  である場合）においては、静止密封環の密封端面の表面粗さ  $X$  及び回転密封環の密封端面の表面粗さ  $Y$  が、 $X < 0.1 \mu m Ra$  且つ  $Y < 0.2 \mu m Ra$  であるとき、 $X < 0.1 \mu m Ra$  且つ  $0.2 \mu m Ra \leq Y < 0.3 \mu m Ra$  であるとき及び  $0.1 \mu m Ra \leq X < 0.2 \mu m Ra$  且つ  $Y < 0.2 \mu m Ra$  であるときは、密封端面の相対回転摺接作用によるシール機能に問題はないが、スティックスリップ現象が発生し易い。一方、 $X < 0.1 \mu m Ra$  且つ  $Y > 0.3 \mu m Ra$  であるとき、 $0.1 \mu m Ra \leq X < 0.2 \mu m Ra$  且つ  $Y > 0.3 \mu m Ra$  であるとき、 $X > 0.2 \mu m Ra$  且つ  $Y < 0.2 \mu m Ra$  且つ  $Y > 0.3 \mu m Ra$  であるとき及び  $X > 0.2 \mu m Ra$  且つ  $Y > 0.3 \mu m Ra$  であるときは、スティックスリップ現象の発生を抑制することができるものの、メカニカルシールからの漏洩量が必要以上に多くなり、シール機能に問題がある。かかる点から、シール機能に影響を与えることなくスティックスリップ現象を効果的に抑制してロータリジョイントの振動を回避するためには、 $0.1 \mu m Ra \leq X < 0.2 \mu m Ra$  且つ  $0.2 \mu m Ra \leq Y < 0.3 \mu m Ra$  としておく必要がある。

10

【0015】

本発明の多流路形ロータリジョイントがCMP装置等に使用される場合にあっては、回転軸体及びケース体の構成部分であってジョイント流路内の流体と接触する部分をすべてPEEK等のプラスチックで構成しておくことが好ましい。

20

【0016】

本発明は、特に、ジョイント流路数が6以上である多流路形ロータリジョイントに好適に適用される。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、端面接触形メカニカルシールのシール性能を担保しつつ静止密封環と回転密封環との相対回転摺接面におけるスティックスリップ現象の発生を効果的に防止することができ、CMP装置等の回転機器に悪影響を与えるような振動を生じることなくケース体と回転軸体との間に亘って所望の流体を良好に流動させることができる、極めて実用性に富む  $N \geq 3$  の多流路形ロータリジョイントを提供することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】図1は本発明に係る多流路形ロータリジョイントの一例を示す縦断面図である。

【図2】図2は図1と異なる位置で断面した当該ロータリジョイントの縦断面図である。

【図3】図3は図1の要部を拡大して示す詳細図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

図1は本発明に係る多流路形ロータリジョイントの一例を示す縦断面図であり、図2は図1と異なる位置で断面した当該ロータリジョイントの縦断面図であり、図3は図1の要部を拡大して示す詳細図である。なお、以下の説明において、上下とは図1～図3における上下をいうものとする。

40

【0020】

図1及び図2に示す多流路形ロータリジョイントRは、CMP装置における固定側部材である装置本体と回転側部材であるトップリングとの間で3種以上（同種又は異種）の流体Fを流動させるために使用されるものであり、以下のように構成されている。

【0021】

すなわち、この多流路形ロータリジョイントRは、図1に示す如く、固定側部材（CMP装置本体）に取り付けられる筒状のケース体1と回転側部材（トップリング）に取り付けられる回転軸体2とを具備し、両部材に形成された流体通路間を相対回転自在に接続す

50

るためのN本(N = 3)のジョイント流路3を有するものである。この多流路形ロータリジョイントRでは、後述するようにジョイント流路数Nを6としてある。

【0022】

各ジョイント流路3は、図1に示す如く、洗浄液(純水等)、スラリー液(ウエハ研磨液等)、加圧ガス(高圧空気等)等の流体Fを流動させるもので、両体1, 2の対向周面部間に形成された環状空間であって一对の端面接触形メカニカルシール4, 4によりシールされた接続空間5と、回転軸体2に形成されて接続空間5に連通する軸側通路6と、ケース体1に形成されて接続空間5に連通するケース側通路7とからなる。

【0023】

各接続空間5をシールする一对のメカニカルシール4, 4は、図1及び図2に示す如く、上下方向に向きを反対とする形態で配置されている。N本のジョイント流路3の相対回転部分つまりN個の接続空間5をシールするために、一对のメカニカルシール4, 4からなるシールユニットが軸線方向にN組並列配置されている。なお、N組のシールユニットは同一構造をなすものであり、各組のシールユニットを構成する2個(一对)のメカニカルシール4, 4は、上記のように向きを反対としている点を除いて同一構造をなすものである。

【0024】

各メカニカルシール4は、図1及び図2に示す如く、回転軸体2に固定された回転密封環8とケース体1に保持された静止密封環9とを具備するが、各シールユニットにおける一方のメカニカルシール4の回転密封環8と当該シールユニットに隣接するシールユニットにおける一方のメカニカルシール4の回転密封環8とは兼用されている。すなわち、N組のシールユニットを構成するメカニカルシール数は2N個であるが、2N個のメカニカルシール4を構成するために必要とされる回転密封環数はN+1個となる。勿論、静止密封環数はメカニカルシール数に応じた2N個である。なお、本発明に係る多流路形ロータリジョイントにおいてはジョイント流路数がN = 3とされるが、図1及び図2に示す多流路形ロータリジョイントRではN = 6としてある。

【0025】

ケース体1は、図1に示す如く、CMP装置の固定側部材(CMP装置本体)に取り付けられるもので、内周部が断面円形をなす筒構造体である。ケース体1は、上下方向に分割された構造をなしており、N個の中間分割部分10とその中間部分群の上下両側に配置した2個の端部分割部分11, 11とを図示しないボルトにより連結することにより筒構造体に組み立てられたものである。

【0026】

回転軸体2は、図1に示す如く、CMP装置の回転側部材(トップリング)に取り付けられるもので、円柱状の本体部12と、これに軸線方向(上下方向)に所定間隔を隔てて並列状に嵌合固定されたN+1個の円筒状の保持部13とで構成されており、上下一対のベアリング14, 14によりケース体1の内周部に同心状をなして回転自在に支持されている。なお、最上端に位置する保持部13は、本体部12の上端部に固着された有底円筒状のベアリング受体15の周壁を構成する。また、ベアリング14, 14は、ベアリング受体15の外周部とケース体1の上端内周部(上位の端部分割部分11の内周部)との間及び本体部12の下端外周部とケース体1の下端内周部(下位の端部分割部分11の内周部)との間に介装されている。

【0027】

同心をなす両体1, 2の対向周面部間(ケース体1の内周部と回転軸体2の外周部との間)には、図1及び図2に示す如く、軸線方向(上下方向)に所定間隔を隔てて設けた一对のシール部材16, 16により閉塞された環状空間17が形成されている。シール部材16, 16は、ケース体1の上下端内周部(端部分割部分11, 11の内周部)に嵌合固定されたオイルシール等であり、内周部を最上位の回転密封環8及び最下位の回転密封環8の外周面に押圧接触させることにより、当該回転密封環8とケース体1との間をシールしている。なお、ケース体1の上下端部である各端部分割部分11には、シール部材16

10

20

30

40

50

とベアリング 14 との間に開口するドレン路 18 が形成されている。

【0028】

環状空間 17 は、図 2 に示す如く、回転軸体 2 に設けられた  $N + 1$  個の回転密封環 8 とケース体 1 の内周部に突設された  $N$  個の支持壁 19 と各支持壁 19 に支持された一对の静止密封環 9 とを具備する  $2N$  個の端面接触形メカニカルシール 4 ( $N$  組のシールユニット) によって、 $N$  個の接続空間 5 と  $N + 1$  個の冷却空間 20 とに区画シールされている。

【0029】

すなわち、 $N + 1$  個の回転密封環 8 は、図 2 に示す如く、回転軸体 2 の本体部 12 に嵌合させると共に、本体部 12 の下端段部 21 と最上位の保持部 13 との間に、保持部 13 (最上位のものを除く) 及び Oリング 22 を介在させた状態で、上下方向 (軸線方向) に挟圧させることにより、軸線方向に等間隔を隔てて回転軸体 2 の外周部に相対回転不能に固定保持されている。すなわち、回転軸体 2 は、図 2 に示す如く、ベアリング受体 15 を本体部 12 の上端部に適当本数 (1 本のみ図示) のボルト 23 により取り付けることによって組み立てられるが、このボルト 23 を締付けることにより回転密封環 8 が保持部 13 (及び Oリング 22) により軸線方向に挟圧され、この挟圧による摩擦係合力により回転密封環 8 が回転軸体 2 に固定保持される。

【0030】

各回転密封環 8 は、回転軸線と同心をなす円環状板であり、図 3 に示す如く、隣接する回転密封環 8, 8 の対向端面を軸線に直交する環状平面である密封端面 (以下「回転側密封端面」という) 24, 24 に構成してある。すなわち、最上位及び最下位の回転密封環 8, 8 を除いて、各回転密封環 8 の両端面は密封端面 (回転側密封端面) 24 に構成されている。

【0031】

各支持壁 19 は、図に示す如く、ケース体 1 の内周部つまり各中間分割部分 10 の内周部に突設された環状壁であり、隣接する回転密封環 8, 8 の対向面間に位置している。すなわち、 $N + 1$  個の回転密封環 8 と  $N$  個の支持壁 19 とは、環状空間 17 において、軸線方向 (上下方向) に交互に配置された状態で並列されている。

【0032】

各支持壁 19 には、その両側に位置する回転密封環 8, 8 の対向端面たる回転側密封端面 24, 24 に直対向して、上下一対の静止密封環 9, 9 が軸線方向に移動可能に且つ相対回転不能に保持されている。すなわち、各静止密封環 9 は、図 2 に示す如く、支持壁 19 の内周部に Oリング 25 を介して軸線方向移動可能に嵌合保持されると共に、次のような回転阻止機構により所定範囲での軸線方向移動を許容する状態で回転 (ケース体 1 に対する相対回転) を阻止されている。

【0033】

この回転阻止機構は、図 2 に示す如く、各静止密封環 9 の外周部に形成した凹部 26 をケース体 1 に固定支持したドライブピンに係合させることにより、各静止密封環 9 のケース体 1 に対する相対回転を阻止するように構成されている。この例では、全メカニカルシール 4 のドライブピンを、図 2 に示す如く、1 本のドライブバー 27 により兼用してある。すなわち、上下方向に長尺な断面円形棒であるドライブバー 27 を、図 2 に示す如く、支持壁 19 に貫通支持させて、隣接する支持壁 19, 19 間に露出するドライブバー 27 の各中間露出部分及び上下の支持壁 17, 17 から突出するドライブバー 27 の端部露出部分を夫々ドライブピンとして機能させている。なお、上記ドライブバー 27 の各中間露出部分には 2 個の静止密封環 9, 9 が係合されている。

【0034】

このようにドライブバー 27 によりケース体 1 に軸線方向移動可能且つ回転不能に保持された各静止密封環 9 は、コイルスプリング 28 により、回転密封環 8 へと押圧附勢されている。すなわち、各スプリング 28 は、図 2 に示す如く、支持壁 19 に形成した貫通孔 29 に挿通保持された状態で、支持壁 19 に保持された静止密封環 9, 9 間に介挿されていて、当該両静止密封環 9, 9 に共通の附勢手段として機能するように工夫されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 5 】

各静止密封環 9 の端面は、図 3 に示す如く、軸線に直交する環状平面であって、スプリング 2 8 (図 2 参照)により回転側密封端面 2 4 にこれと同心をなして押圧接触される密封端面(以下「静止側密封端面」という) 3 0 に構成されている。

## 【 0 0 3 6 】

各メカニカルシール 4 は、両密封端面 2 4 , 3 0 が回転軸体 2 の回転に伴って相対回転摺接することにより、周知の端面接触形メカニカルシールと同一機能により、当該相対回転摺接部分の内周側領域 5 と外周側領域 2 0 とを遮蔽シールする端面接触形メカニカルシールであり、2 N 個のメカニカルシール 4 により、環状空間 1 7 が、図 3 に示す如く、隣接する一対の回転密封環 8 , 8 とこれらに押圧接触する一対の静止密封環 9 , 9 と回転軸体 2 の外周部(保持部 1 3 )とで圍繞形成される N 個の上記内周側領域たる接続空間 5 と、両密封端面 2 4 , 3 0 の相対回転摺接部分において各接続空間 5 との間をシールされ且つ支持壁 1 9 で仕切られた N + 1 個の上記外周側領域である冷却空間 2 0 と、に区画シールされるようになっている。

## 【 0 0 3 7 】

回転軸体 2 には、図 1 及び図 3 に示す如く、相互に交差することなく各接続空間 5 に開口する N 本の軸側通路 6 が形成されている。すなわち、図 1 に示す如く、各軸側通路 6 の一端部は回転軸体 2 の外周部から保持部 1 3 を貫通して接続空間 5 に開口されており、その他端部は本体部 1 2 の下端部に開口されている。各軸側通路 6 の他端部は、前記回転側部材(トップリング)に形成した回転側流体通路(図示せず)に接続される。

## 【 0 0 3 8 】

ケース体 1 には、図 1 に示す如く、相互に交差しない N 本のケース側通路 7 が径方向に貫通形成されている。すなわち、各ケース側通路 7 は、各中間分割部分 1 0 に形成されており、その一端部は支持壁 1 9 を貫通して接続空間 5 に開口されており、その他端部はケース体 1 の外周部に開口されている。各ケース側通路 7 の他端部は、前記固定側部材(CMP 装置本体)に形成した固定側流体通路(図示せず)に接続される。

## 【 0 0 3 9 】

したがって、両体 1 , 2 には、軸側通路 6 とケース側通路 7 とを接続空間 5 により相対回転自在に接続してなる N 本のジョイント流路 3 が相互に干渉しない独立した形態で形成されることになり、N 種つまり 6 種(同種又は異種)の流体 F を、図 1 に矢印で示す如くケース側通路 7 から軸側通路 6 へと、或いはその逆に、軸側通路 6 からケース側通路 7 へと、相互に混合することなく流動させることができる。

## 【 0 0 4 0 】

全冷却空間 2 0 は、図 2 に示す如く、各支持壁 1 9 に形成した貫通孔 2 9 により相互に連通されている。ケース体 1 の上下部(端部分割部分) 1 1 , 1 1 には、図 2 に示す如く、冷却空間 2 0 に冷却流体 W を給排する供給路 3 1 及び排出路 3 2 が形成されていて、冷却流体 W が全冷却空間 2 0 を上方へと通過することにより、各メカニカルシール 4 における密封端面 2 4 , 3 0 の摺接熱を冷却するように工夫されている。つまり、特許文献 1 又は特許文献 2 に開示されたものと同様に、全メカニカルシール 4 における密封環 8 , 9 の相対回転摺接面(密封端面) 2 4 , 3 0 に冷却流体 W によるクエンチングを施すように工夫されている。なお、冷却流体 W としては、一般に、常温の清浄水や純水等が使用される。

## 【 0 0 4 1 】

ところで、CMP 装置にあっては高度のコンタミネーション防止が必要とされることから、流体 F と接触するジョイント部材ないしその構成部分はパーティクルや金属イオンが発生し難いセラミックスやプラスチックで構成されている。すなわち、各密封環 8 , 9 を炭化ケイ素等のセラミックスで構成する共に、両体 1 , 2 の構成部分であってジョイント流路 3 内の流体 F と接触する部分をすべて PEEK 等のプラスチックで構成してある。この例では、各密封環 8 , 9 を耐食性に富む炭化ケイ素で構成して、密封端面 2 4 , 3 0 の相対回転摺接による摩耗粉や流体 F との接触による金属イオンの発生を防止している。ま

10

20

30

40

50

た、両体 1, 2 における流体 F と接触する部分、つまり各中間分割部分 10、本体部 12 及び各保持部 13 (ベアリング受体 15 の周壁を構成する保持部 13 を除く) を夫々耐食性及び強度に富む PEEK で構成して、流体 F との接触によるパーティクルや金属イオンの発生を可及的に防止している。なお、両体 1, 2 における流体 F と接触しない部分つまり各端部分割部分 11 及びベアリング受体 15 (その周壁を構成する保持部 13 を含む) は、SUS 等の金属で構成してある。また、流体 F と接触する各 Oリング (例えば Oリング 22, 25) は耐食性に富む弗素ゴムで構成してある。

【0042】

ところで、上記のようにジョイント流路数 N が 3 以上で密封端面 24, 30 の相対回転摺接箇所数 (端面接触形メカニカルシール数 2N) が 6 以上である多流路形ロータリジョイント R にあっては、主として、下記 (1) ~ (4) のような要因により、各メカニカルシール 4 の密封端面 24, 30 間に円滑な滑り (相対回転摺接) が生じず、回転軸体 2 の回転に伴って、密封端面 24, 30 に、その相対回転が生じる状態 (密封端面 24, 30 間に滑りが生じる状態) と相対回転が生じない状態 (密封端面 24, 30 間に滑りが生じず、両者 24, 30 が同一方向に回転変位する状態) とが短時間間隔で繰り返されるスティックスリップ現象が生じる虞れがある。

【0043】

(1) 各メカニカルシール 4 の密封環 8, 9 が自己潤滑性に乏しいセラミックス (炭化珪素等) で構成されていることによって、密封端面 24, 30 の摩擦係合力が高くなり、密封端面 24, 30 間に滑りが生じ難いこと。

(2) ケース体 1 における各静止密封環 9 を固定保持しているケース体部分、つまり中間分割部分 10 が金属に比して剛性に劣るプラスチック (PEEK 等) で構成されていることから、当該ケース体部分が捩り変形し易いこと。

(3) 当該ケース体部分が複数 (6 個) の中間分割部分 10 に分離構成されており、これらの中間分割部分 10 がボルトにより軸線方向に積層連結されていることにより、上記 (2) と同様に、当該ケース体部分が捩り変形し易いこと。

(4) 上記 (1) ~ (3) の現象は、当該ロータリジョイント R が低速回転の回転機器 (例えば CMP 装置) に装備された場合にあって回転軸体 2 が  $10 \sim 50 \text{ min}^{-1}$  で低速回転されるようなときに顕著に生じること。

【0044】

而して、 $N = 6$  とされた上記の多流路形ロータリジョイント R にあっては、本発明に従って、各メカニカルシール 4 における密封環 8, 9 の相対回転摺接面の一方である静止側密封環 9 の密封端面 (静止側密封端面) 30 の表面粗さを  $0.1 \sim 0.2 \mu\text{m Ra}$  とすると共にその他方である回転密封環 8 の密封端面 (回転側密封端面) 24 の表面粗さを  $0.2 \sim 0.3 \mu\text{m Ra}$  として、上記したスティックスリップ現象の発生を効果的に防止するように工夫してある。

【0045】

すなわち、上記のように静止側密封端面 30 の表面粗さを  $0.1 \mu\text{m Ra}$  以上とし且つこれに相対回転摺接する回転側密封端面 24 の表面粗さを  $0.2 \mu\text{m Ra}$  以上としておくと、密封環 8, 9 が自己潤滑性の乏しいセラミックス (炭化珪素) で構成されている場合にも、一般的な端面接触形メカニカルシールにおける如く密封端面の表面粗さを  $0.08 \mu\text{m Ra}$  以下としている場合に比して、密封端面 24, 30 の摩擦係合力が低くなり、両者 24, 30 間に滑りが生じ易くなる。その結果、上記 (2) (3) のような構造上の要因がある場合や上記 (4) のような低速回転条件下で使用される場合にも、各メカニカルシール 4 における相対回転摺接面 (密封端面) 24, 30 にスティックスリップ現象が生じることが極めて少なくなり、当該ロータリジョイント R にこれが装置される回転機器 (CMP 装置) に悪影響を及ぼすような振動が生じない。

【0046】

ところで、ロータリジョイント R の振動 (振幅) が大幅に低減されることは、実験により確認されている。

10

20

30

40

50

## 【0047】

すなわち、上記ロータリジョイントRであって、 $N = 6$ とし且つ回転側密封端面24の表面粗さを $0.23 \mu\text{m Ra}$ とすると共に静止側密封端面30の表面粗さを $0.11 \mu\text{m Ra}$ としたロータリジョイント（以下「本発明ジョイントR1」という）を使用して、回転軸体2の回転速度を上記トップリングの回転速度範囲内で $20 \text{min}^{-1}$ 、 $30 \text{min}^{-1}$ 及び $40 \text{min}^{-1}$ に変化させ、各回転速度毎に当該ロータリジョイントRの振幅を測定した。その結果、回転軸体2が $20 \text{min}^{-1}$ で回転された場合における本発明ジョイントR1の振幅は $27 \mu\text{m}$ であり、回転軸体2が $30 \text{min}^{-1}$ で回転された場合における本発明ジョイントR1の振幅は $20 \mu\text{m}$ であり、回転軸体2が $40 \text{min}^{-1}$ で回転された場合における本発明ジョイントRの振幅は $16 \mu\text{m}$ であった。

10

## 【0048】

これに対して、静止側密封端面30の表面粗さを $0.07 \mu\text{m Ra}$ とした点を除いて本発明ロータリジョイントR1と同一構造をなす比較用ロータリジョイントrを使用して、上記本発明ジョイントR1と同一条件で運転したところ、回転軸体2が $20 \text{min}^{-1}$ で回転された場合における比較用ロータリジョイントrの振幅は $686 \mu\text{m}$ であり、回転軸体2が $30 \text{min}^{-1}$ で回転された場合における比較用ロータリジョイントrの振幅は $1031 \mu\text{m}$ であり、回転軸体2が $40 \text{min}^{-1}$ で回転された場合における比較用ロータリジョイントrの振幅は $1104 \mu\text{m}$ であった。

## 【0049】

また、静止側密封端面30の表面粗さX及び回転側密封端面24の表面粗さYが(a)である場合には、端面メカニカルシール4によるシール機能が損なわれることはないが、スティックスリップ現象の発生を抑制することができず、かかる現象が生じ易い。

20

(a)  $X < 0.1 \mu\text{m Ra}$  且つ  $Y < 0.2 \mu\text{m Ra}$  である場合、 $X < 0.1 \mu\text{m Ra}$  且つ  $0.2 \mu\text{m Ra} < Y < 0.3 \mu\text{m Ra}$  である場合及び  $0.1 \mu\text{m Ra} < X < 0.2 \mu\text{m Ra}$  且つ  $Y < 0.2 \mu\text{m Ra}$  である場合。

## 【0050】

一方、上記表面粗さX、Yが(b)である場合には、スティックスリップ現象の発生は抑制できるものの、メカニカルシール4のシール部分つまり密封端面24、30から流体(被密封流体)Fが必要以上に漏洩し、特許文献3に開示される如き弾性シール部材に比してシール機能が高い端面メカニカルシール4を使用することの意義がなくなる。例えば、CMP装置に使用される多流路形ロータリジョイントにあつては各メカニカルシールからの漏洩量が $60 \text{cc/min}$ 以下であることが望ましいが、(b)の場合にはこのような要求に応えることができない

30

(b)  $X < 0.1 \mu\text{m Ra}$  且つ  $Y > 0.3 \mu\text{m Ra}$  である場合、 $0.1 \mu\text{m Ra} < X < 0.2 \mu\text{m Ra}$  且つ  $Y > 0.3 \mu\text{m Ra}$  である場合、 $X > 0.2 \mu\text{m Ra}$  且つ  $Y < 0.2 \mu\text{m Ra}$  である場合、 $X > 0.2 \mu\text{m Ra}$  且つ  $0.2 \mu\text{m Ra} < Y < 0.3 \mu\text{m Ra}$  である場合及び  $Y > 0.2 \mu\text{m Ra}$  且つ  $Y > 0.3 \mu\text{m Ra}$  である場合。

## 【0051】

しかし、上記表面粗さX、Yを $0.1 \mu\text{m Ra} < X < 0.2 \mu\text{m Ra}$  且つ  $0.2 \mu\text{m Ra} < Y < 0.3 \mu\text{m Ra}$  としておけば、スティックスリップ現象の発生を効果的に抑制しつつ、各メカニカルシール4からの漏洩量も $60 \text{cc/min}$ 以下とすることができる。このことは実験により確認されている。すなわち、上記ロータリジョイントRであつて、 $N = 6$ とし且つ静止側密封端面30の表面粗さを $0.1 \sim 0.2 \mu\text{m Ra}$ とすると共に回転側密封端面24の表面粗さを $0.2 \sim 0.3 \mu\text{m Ra}$ としたロータリジョイント（以下「本発明ジョイントR2」という）を使用し、各ジョイント流路3に $0.4 \text{MPa G}$ の加圧空気を供給して、当該ロータリジョイントRから漏洩する空気量（各メカニカルシール4から漏洩する空気量）を測定したところ、漏洩空気量は $20 \sim 60 \text{cc/min}$ であった。これに対して、静止側密封端面30の表面粗さを $0.1 \mu\text{m Ra}$ 未満とし且つ回転側密封端面24の表面粗さを $0.2 \mu\text{m Ra}$ 未満とした点を除いて本発明ジョイントR2と同一構造をなす第1比較用ロータリジョイントr1及び静止側密封端面30の表面粗さが $0.2 \mu$

40

50

mRaを超え且つ回転側密封端面24の表面粗さが $0.3\mu\text{mRa}$ を超える点を除いて上記ロータリジョイントRと同一構造をなす第2比較用ロータリジョイントr2を使用して、夫々、漏洩空気量を測定したところ、第1比較用ロータリジョイントr1については $1\sim 20\text{cc}/\text{min}$ であったが、第2比較用ロータリジョイントr2については漏洩空気量が $60\text{cc}/\text{min}$ を上回った。そして、漏洩空気量と共に上記各ロータリジョイントR, r1, r2の振動(振幅)も測定したが、本発明ジョイントR2及び第2比較用ロータリジョイントr2は第1比較用ロータリジョイントr1に比して大幅な振動低減効果があり、振動低減効果については本発明ジョイントR2と第2比較用ロータリジョイントr2とでは差がなかった。

#### 【0052】

なお、本発明の構成は上記した形態に限定されるものでなく、本発明の基本原理を逸脱しない範囲において適宜に改良、変更することができる。すなわち、本発明はジョイント流路数Nが3以上で、各ジョイント流路3を一对の端面接触形メカニカルシール4, 4でシールするようにした多流路形ロータリジョイントであれば、ジョイント流路数Nの多少に拘わらず上記した形態と同様に好適に適用することができる。しかし、ジョイント流路数Nが6以上である場合には、前記(1)~(4)の要因すべてが存在していない場合にもスティックスリップ現象によってCMP装置等の回転機器に悪影響を与えるようなジョイント振動が生じる虞れがあることから、本発明をN=6の多流路形ロータリジョイントに適用することによる実用的意義、作用効果は極めて大きい。

#### 【符号の説明】

#### 【0053】

- 1 ケース体
- 2 回転軸体
- 3 ジョイント流路
- 4 メカニカルシール
- 5 接続空間
- 6 軸側通路
- 7 ケース側通路
- 8 回転密封環
- 9 静止密封環
- 10 中間分割部分
- 11 端部分割部分
- 12 本体部
- 13 保持部
- 14 ベアリング
- 15 ベアリング受体
- 16 シール部材
- 17 環状空間
- 18 ドレン路
- 19 支持壁
- 20 冷却空間
- 21 下端段部
- 22 Oリング
- 23 ボルト
- 24 密封端面
- 25 Oリング
- 26 凹部
- 27 ドライブバー
- 28 コイルスプリング
- 29 貫通孔

10

20

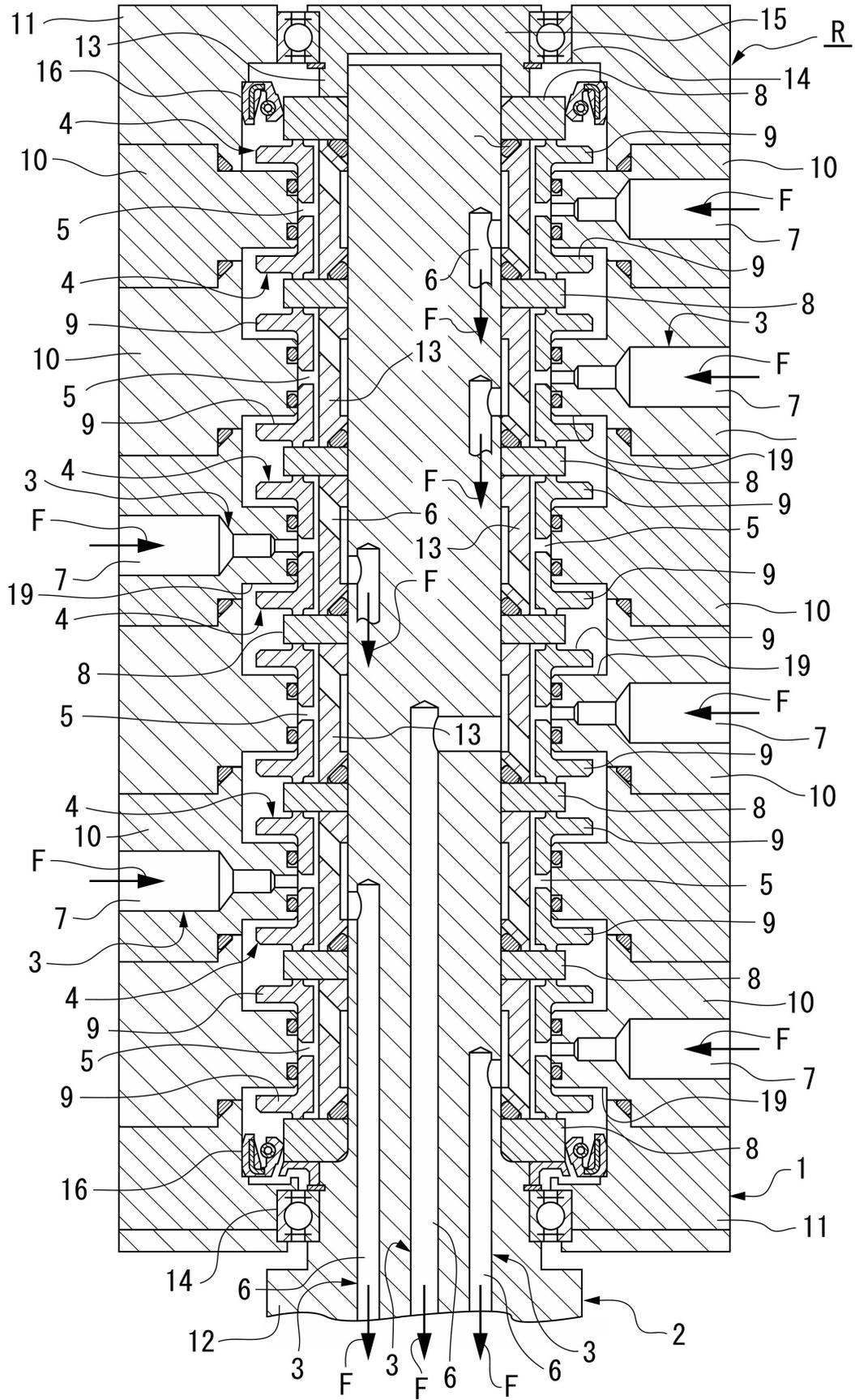
30

40

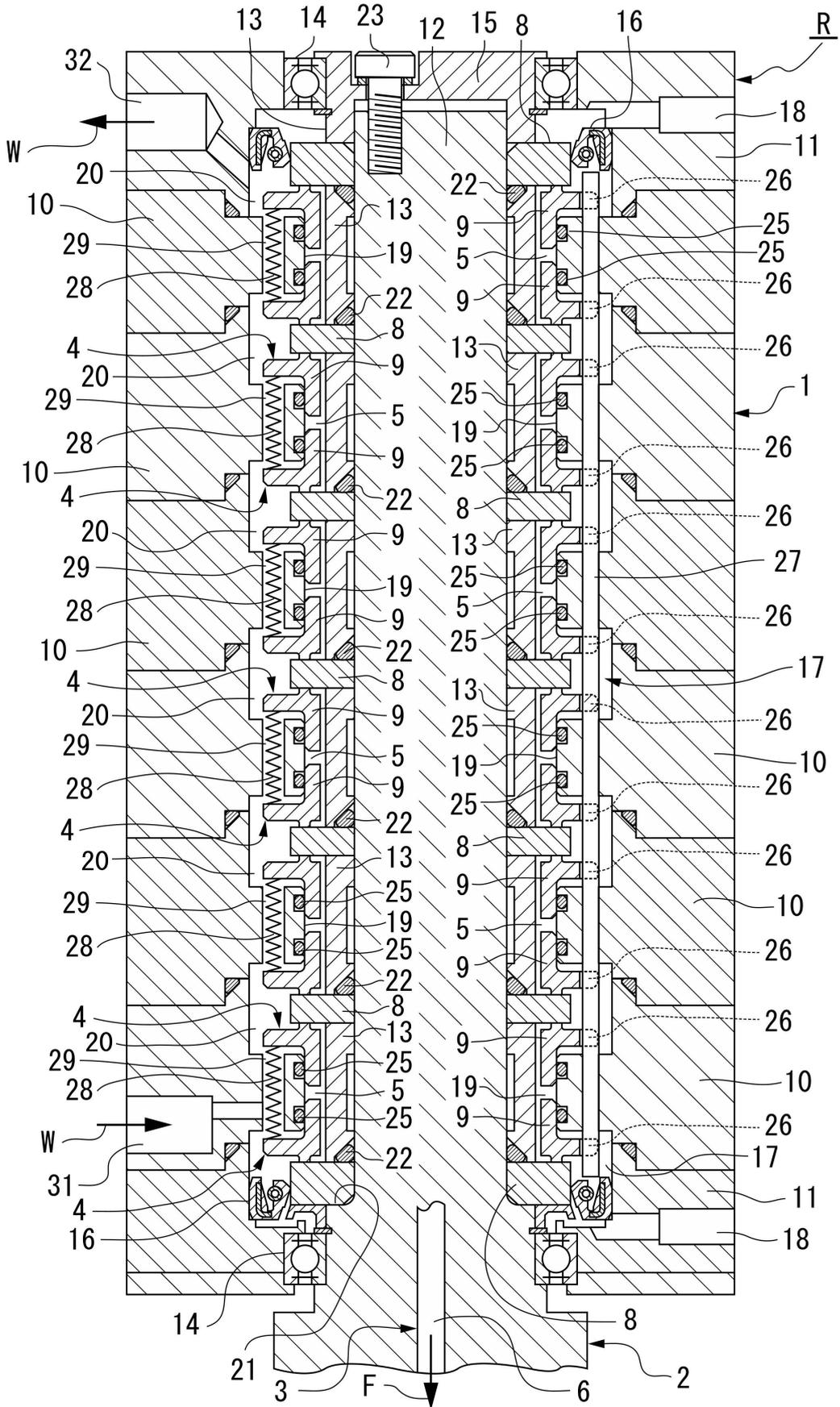
50

- 3 0 密封端面
- 3 1 供給路
- 3 2 排出路
- F 流体
- R 多流路形ロータリジョイント
- W 冷却流体

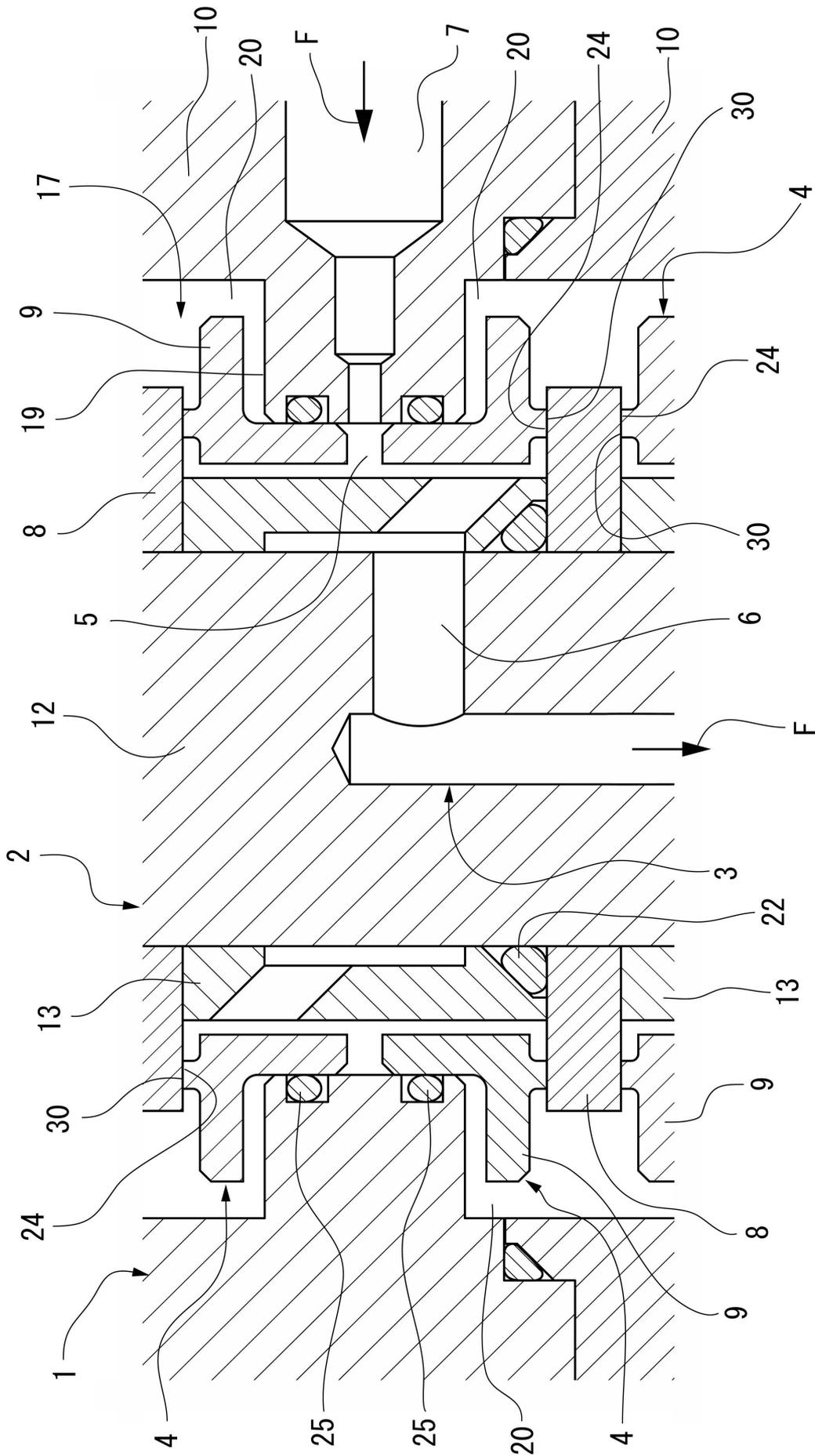
【図1】



【図2】



【図3】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-174379(JP,A)  
特開平05-044861(JP,A)  
再公表特許第2009/122782(JP,A1)  
特開2000-283302(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F16J 15/34 - 15/38  
F16L 27/08