

(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
2013年5月10日(10.05.2013)

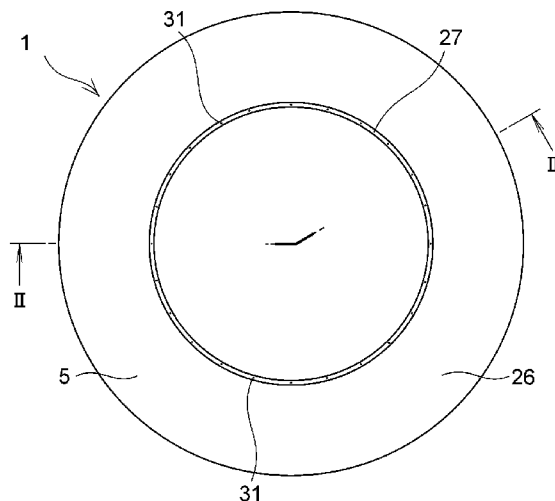


(10) 国際公開番号
WO 2013/065268 A1

- (51) 国際特許分類:
F16C 32/06 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/006867
 - (22) 国際出願日: 2012年10月25日(25.10.2012)
 - (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 2011-239832 2011年10月31日(31.10.2011) JP
 - (71) 出願人: オイレス工業株式会社(OILES CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南一丁目6番34号 Tokyo (JP).
 - (72) 発明者: 佐藤 光(SATO, Hikaru); 〒2520811 神奈川県藤沢市桐原町8番地オイレス工業株式会社藤沢事業場内 Kanagawa (JP).
 - (74) 代理人: 高田 武志(TAKADA, Takeshi); 〒1070062 東京都港区南青山5丁目12番4号全菓連ビル3階 Tokyo (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: AEROSTATIC BEARING AND LINEAR GUIDE EMPLOYING SAID AEROSTATIC BEARING

(54) 発明の名称: 静圧気体軸受及びこの静圧気体軸受を用いた直動案内装置



(57) Abstract: An aerostatic bearing (1) which is equipped with a bearing base (2) preferably constituted of a thermoplastic synthetic resin such as a polyacetal resin (POM), a polyamide resin (PA), or a polyphenylene sulfide resin (PPS), a filler-reinforced thermoplastic synthetic resin obtained by incorporating glass fibers, a glass powder, carbon fibers, or an inorganic filler into any of these thermoplastic synthetic resins in an amount of 30-50 mass%, or aluminum or an aluminum alloy and with a synthetic-resin bearing object (5) preferably constituted of a thermoplastic synthetic resin such as a polyacetal resin, a polyamide resin, or a polyphenylene sulfide resin, the bearing object (5) having been fastened and united to the bearing base (2) by fastening members (4) through an annular sealing member (3).

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2013/065268 A1



静圧気体軸受1は、好ましくは、ポリアセタール樹脂（POM）、ポリアミド樹脂（PA）、ポリフェニレンサルファイド樹脂（PPS）などの熱可塑性合成樹脂、又はこれらの熱可塑性合成樹脂にガラス繊維、ガラス粉末、炭素繊維もしくは無機充填材を30～50質量%含有した補強充填材含有熱可塑性合成樹脂、あるいはアルミニウム又はアルミニウム合金から形成されている軸受基体2と、軸受基体2に環状シール部材3を介して締結部材4により締結一体化されていると共に好ましくはポリアセタール樹脂、ポリアミド樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂などの熱可塑性合成樹脂から形成されている合成樹脂製の軸受体5とを具備している。

明 細 書

発明の名称：

静圧気体軸受及びこの静圧気体軸受を用いた直動案内装置

技術分野

[0001] 本発明は、静圧気体軸受及びこの静圧気体軸受を用いた直動案内装置に関する。

背景技術

[0002] 精密工作機械や半導体露光装置などにおいては、加工工具や基板等の被加工物を高精度で位置決めすることが要求されている。そのため、被加工物の載置台の位置決め装置に摩擦の殆んどない静圧気体軸受を用いた直動案内装置が用いられている。このような直動案内装置では、被加工物の載置台としての可動テーブルと、案内部材としてのガイドレールとの間に圧縮空気の潤滑膜が介在され、この可動テーブルがガイドレールに対して非接触で移動されるように構成されている。

[0003] この直動案内装置に用いられる静圧気体軸受の空気吹出口の絞り形式としては、多孔質絞り、表面絞り、オリフィス絞り、自成絞り等があり、これらの絞り形式を備えた静圧気体軸受は、それぞれ用途に応じて負荷容量及び軸受剛性等を調節しながら使用されている。

[0004] 例えば、特許文献1には、被支持体又は支持体のいずれか一方に固定され、その軸受部材を介して軸受面に供給される加圧空気により支持体を移動自在に支承するようにした静圧軸受パッドにおいて、軸受部材として、素材粒子の径がほぼ均一で開気孔の均等性が得られる種類のカーボングラファイト系の材料が提案されている。

[0005] また、特許文献2には、比較的高い剛性を保ちながら、高い減衰性を実現した気体軸受装置として、2つの相対向する実質的に平行な軸受面及び両軸受面間の軸受隙間に、オリフィスを通じて気体を供給する少なくとも1つの気体ダクトを有する気体軸受装置が提案されている。

[0006] さらに、特許文献3には、多孔質体からなる母材と、この母材上に接合され、予め所望の空気透過量になるように、貫通孔の径及び分布を調整して作製された多孔板からなる表面絞り層とを備え、表面絞り層を介して気体を噴出させ、その静圧によって被支持体を支持する静圧気体軸受が提案されている。

先行技術文献

特許文献

- [0007] 特許文献1：特開昭63-231020号公報
特許文献2：特表2006-510856号公報
特許文献3：特開2001-56027号公報
特許文献4：特開2008-82449号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0008] 上記従来の静圧気体軸受は、超低摩擦、超高精度及び超高速運動を実現できるものの、軸受材料として、主に、高強度の金属やセラミックスが用いられると共に、これら軸受材料からなる軸受面に高精度の研削仕上げ等を施す必要があるため、必然的に高価となるという問題がある。
- [0009] しかしながら、上記した超低摩擦、超高精度及び超高速運動までは要求されないが、例えば、液晶スクリーン等の物品を非接触で搬送したり、温度変化を生じさせることなく物品を水平移動させたりする用途においては、静圧気体軸受を用いると装置の構成が簡略化されるなどの利点を有する反面、静圧気体軸受自体が高価なため、当該用途には広く活用されていないのが実情である。
- [0010] 上記実情に鑑み、種々の分野で活用可能な安価な静圧気体軸受を提供するべく本出願人は先に、上面に自成絞り形状又はオリフィス絞り形状の複数個の空気吹出口を、下面に該複数個の空気吹出口と連通する給気溝を有する合成樹脂製の軸受部材と、該軸受部材の下面に前記給気溝を覆うように接合さ

れ、該給気溝と連通する給気口を有する軸受基体とが一体化された静圧気体軸受を提案した（特許文献4）。

[0011] この特許文献4に記載された静圧気体軸受によれば、静圧気体軸受を形成する合成樹脂製の軸受部材を、金型を用いて射出成形によって形成することができ、機械加工を不要とすることができると共に、軸受基体の構造も該軸受体と連通する給気口を形成するのみで、該軸受体と軸受基体とを接合するだけで静圧気体軸受を組み立てることができ、静圧気体軸受の大量生産が可能となり、安価な静圧気体軸受を提供することができるというものである。

[0012] しかしながら、特許文献4に記載された静圧気体軸受における空気吹出口は、金型を用いた射出成形で形成されるため、その直径が0.2～0.4mm程度の比較的大きな直径の自成絞りあるいはオリフィス絞り形状となり、当該空気吹出口からの給気吹出量が多すぎて自励振動を起こす虞があり、実用化するには改良を必要とするものである。

[0013] 本発明は上記諸点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、大量生産が可能で安価な静圧気体軸受及びこの静圧気体軸受を用いた直動案内装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明の静圧気体軸受は、一方の面に形成された円環状凹部、該円環状凹部の外周壁面に接続していると共に当該外周壁面に対し拡径している環状肩部面、他方の面で開口した環状凹溝及び一端では環状凹溝に開口していると共に他端では円環状凹部の環状底面で開口した自成絞りとしての複数個の空気吹出孔を有した合成樹脂製の軸受体と、環状肩部面に接触して装着された環状シール部材と、軸受体の一方の面に対面している一方の面に、一端では当該軸受体の一方の面に対面している一方の面で開口している一方、他端では外周面で開口する給気通路を備えた軸受基体とを具備しており、軸受体は、円環状凹部の開口部を軸受基体の給気通路に連通させると共に、該軸受基体に複数個の締結部材を介して締結固定されて、軸受基体に一体化されており、環状凹溝は、少なくとも0.3mmの幅と、少なくとも0.01mmの

深さとを有しており、空気吹出孔は、その一端で少なくとも $30\mu\text{m}$ の直径を有して、円環状凹部と環状凹溝との間で自成絞りを形成していることを特徴とする。

[0015] 本発明の静圧気体軸受によれば、合成樹脂製の軸受体は、環状肩部面に接触して装着された環状シール部材を介して軸受基体に締結固定されているため、合成樹脂製の軸受体と軸受基体とが高い密封性をもって強固に一体化されており、また、合成樹脂製の軸受体が他方の面で開口した環状凹溝及び一端では環状凹溝に開口していると共に他端では円環状凹部の環状底面で開口した複数個の空気吹出孔を有しており、環状凹溝が少なくとも 0.3mm の幅と、少なくとも 0.01mm の深さを有しており、空気吹出孔は、その一端で少なくとも $30\mu\text{m}$ の直径を有して、円環状凹部と環状凹溝との間で自成絞りを形成しており、当該環状凹溝及び複数個の空気吹出孔を機械加工によることなく形成されているため、大量生産が可能で、安価な製作が可能となる。

[0016] 好ましい例では、環状凹溝は、 $0.3\sim 1.0\text{mm}$ 又は $0.3\sim 0.7\text{mm}$ の幅と、 $0.01\sim 0.05\text{mm}$ 又は $0.01\sim 0.03\text{mm}$ の深さとを有しており、空気吹出孔は、その一端で $30\sim 120\mu\text{m}$ の直径を有している。

[0017] 環状凹溝及び空気吹出孔の夫々は、好ましくは、レーザー加工により形成されている。加工用レーザーとしては、炭酸ガスレーザー、YAGレーザー、UVレーザー、エキシマレーザー等から選択される。

[0018] 環状凹溝及び空気吹出孔の夫々をレーザー加工により形成すると、切削等の機械加工に比較して、瞬時にこれらを形成でき、大量生産が可能となるばかりでなく、安価に製作することができる。

[0019] 本発明の静圧気体軸受において、円環状凹部の内周壁面は、開口部から環状底面にかけて末広りの截頭円錐面に形成されていてもよい。

[0020] 本発明の静圧気体軸受において、軸受基体の他方の面には、球体受圧凹部が形成されていてもよい。

- [0021] 本発明の静圧気体軸受において、球体受圧凹部は、軸受基体の他方の面で開口する截頭円錐凹部又は凹球面部を有していてもよく、これら球体受圧凹部は、該軸受体の他方の面に直接形成されていてもよい。
- [0022] 本発明の静圧気体軸受において、球体受圧凹部は、軸受基体の他方の面に開口部を有して形成された円柱状凹部を具備しており、当該円柱状凹部には、一方の面に截頭円錐凹部を有すると共に該截頭円錐凹部を円柱状凹部の開口部に開口させた駒が嵌合固定されていてもよい。
- [0023] 本発明の静圧気体軸受において、球体受圧凹部は、軸受基体の他方の面に開口部を有して形成された円柱状凹部を具備しており、当該円柱状凹部には、一方の面に凹球面部を有すると共に該凹球面部を円柱状凹部の開口部に開口させた駒が嵌合固定されていてもよい。
- [0024] 軸受基体の他方の面に球体受圧凹部を備えた静圧気体軸受においては、該球体受圧凹部に、例えばボールスタッドの球体が摺接して配されていてもよく、斯かる場合においては静圧気体軸受に該球体回りの自動調芯機能が付加される。
- [0025] 斯かる自動調芯機能が付加された静圧気体軸受は、被加工物の載置台の位置決め装置としての直動案内装置に用いられて好適である。
- [0026] 本発明の静圧気体軸受において、軸受体は、環状凹溝に加えて、その一方の面に形成されていると共に、該環状凹溝の外側に該環状凹溝を囲む大径環状凹溝と、一方の端部が該環状凹溝に開口すると共に他方の端部が大径環状凹溝に開口する複数個の第一の放射状凹溝と、該環状凹溝の内側に形成された小径環状凹溝と、一方の端部が環状凹溝に開口すると共に他方の端部が小径環状凹溝に開口する複数個の第二の放射状凹溝とを具備していてもよい。
- [0027] 本発明の静圧気体軸受を具備した直動案内装置は、案内面としての上面案内面及び両側案内面を有する案内部材の外側に、上面案内面に対面する上板及び両側案内面に対面する一对の側板を備えた可動テーブルが配されていてもよく、該可動テーブルの上板の下面及び一对の側板の夫々の内面には、夫々ボールスタッドが球体を内方に向けて立設されていてもよく、また、該ボ

ールスタッドとガイド部材の上面及び両側面との間には、該静圧気体軸受が球体受圧凹部を該ボールスタッドの球体に摺接させると共に、軸受体をガイド部材の上面案内面及び両側案内面に対面させて配されていてもよい。

[0028] 本発明の直動案内装置によれば、軸受体の複数個の空気吹出孔から案内部材の案内面に圧縮空気を噴射することにより、案内面との間に形成される空気潤滑膜によって可動テーブルを案内面に対して非接触の状態に保持することができる。そして、軸受体と案内面間の軸受隙間（数 μm ～数十 μm 程度）が不均一であると、軸受隙間各部に圧力差が発生し、その圧力差により、軸受隙間が均一となる方向に軸受体が自動調芯され、案内面に対して平行な状態が保持される。このため、案内部材及び可動テーブルの平行度、直角度等の部品精度を比較的粗い精度とすることができ、前記静圧気体軸受自体の低コストに加えて、安価な直動案内装置を提供することができる。

[0029] 本発明の静圧気体軸受において、軸受体は、ポリアセタール樹脂、ポリアミド樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂等の熱可塑性合成樹脂から形成されているのが好ましく、また軸受基体は、ポリアセタール樹脂、ポリアミド樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂等の熱可塑性合成樹脂又はこれらの熱可塑性合成樹脂にガラス繊維、ガラス粉末、炭素繊維もしくは無機充填材を30～50質量%含有した補強充填材含有熱可塑性合成樹脂あるいはアルミニウム又はアルミニウム合金から形成されているのが好ましい。これら合成樹脂製の軸受体及び軸受基体は、合成樹脂素材を機械加工して形成しても、金型を用いて射出成形により形成してもよい。

発明の効果

[0030] 本発明によれば、大量生産が可能で安価な静圧気体軸受及びこの静圧気体軸受を用いた直動案内装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0031] [図1]図1は、本発明の実施の形態の好ましい例の平面説明図である。

[図2]図2は、図1の11-11線矢視断面説明図である。

[図3]図3は、図2の底面説明図である。

- [図4]図4は、図2の軸受体の底面説明図である。
- [図5]図5は、図2の一部拡大断面説明図である。
- [図6]図6は、軸受基体の底面説明図である。
- [図7]図7は、図6のV I I - V I I線矢視断面説明図である。
- [図8]図8は、軸受体の底面説明図である。
- [図9]図9は、図8のI X - I X線矢視断面説明図である。
- [図10]図10は、図8の斜視説明図である。
- [図11]図11は、軸受基体と軸受体の組立体の断面説明図である。
- [図12]図12は、軸受体の他の実施の形態の平面説明図である。
- [図13]図13は、軸受基体の他の実施の形態の底面説明図である。
- [図14]図14は、図13のX I V - X I V線矢視断面説明図である。
- [図15]図15は、図14に示す軸受基体と軸受体の組立体の断面説明図である。
- [図16]図16は、自動調芯機能を付加した静圧気体軸受の断面説明図である。
- [図17]図17は、軸受基体の更に他の実施の形態の底面説明図である。
- [図18]図18は、図17のX V I I I - X V I I I線矢視断面説明図である。
- [図19]図19は、図18に示す軸受基体と軸受体の組立体の断面説明図である。
- [図20]図20は、自動調芯機能を付加した静圧気体軸受の断面説明図である。
- [図21]図21は、軸受基体の他の実施の形態の底面説明図である。
- [図22]図22は、図21のX X I I - X X I I線矢視断面説明図である。
- [図23]図23は、図21の斜視説明図である。
- [図24]図24は、駒の断面説明図である。
- [図25]図25は、図21に示す駒を嵌合固定した軸受基体の断面説明図である。

[図26]図26は、図25に示す軸受基体と軸受体の組立体の断面説明図である。

[図27]図27は、自動調芯機能を付加した静圧気体軸受の断面説明図である。

[図28]図28は、駒の他の実施の形態の断面説明図である。

[図29]図29は、図28に示す駒を嵌合固定した軸受基体の断面説明図である。

[図30]図30は、図29に示す軸受基体と軸受体の組立体の断面説明図である。

[図31]図31は、自動調芯機能を付加した静圧気体軸受の断面説明図である。

[図32]図32は、静圧気体軸受を用いた直動案内装置の断面説明図である。

発明を実施するための形態

[0032] 次に本発明を、図に示す好ましい実施の形態の例に基づいて更に詳細に説明する。なお、本発明はこれらの例に何等限定されないのである。

[0033] 図1から図5において、静圧気体軸受1は、好ましくは、ポリアセタール樹脂(POM)、ポリアミド樹脂(PA)、ポリフェニレンサルファイド樹脂(PPS)などの熱可塑性合成樹脂、又はこれらの熱可塑性合成樹脂にガラス繊維、ガラス粉末、炭素繊維もしくは無機充填材を30~50質量%含有した補強充填材含有熱可塑性合成樹脂、あるいはアルミニウム又はアルミニウム合金から形成されている軸受基体2と、軸受基体2に環状シール部材3を介して締結部材4により締結一体化されていると共に好ましくはポリアセタール樹脂、ポリアミド樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂などの熱可塑性合成樹脂から形成されている合成樹脂製の軸受体5とを具備している。

[0034] 軸受基体2は、特に、図6及び図7に示すように、一端6では平面視円形の一方の面7で開口している円形の開口部8を有する給気穴9と、一端10では給気穴9に連通すると共に他端11では外周面12で開口する給気通路

13と、一端14では一方の面7で開口している一方、他端15では環状段部16を介して拡径して他方の面17で開口すると共に円周方向に沿って等間隔に複数個形成されているボルト挿通孔18とを具備している。

[0035] 給気通路13の外周面12で開口する端部19には、雌ねじ20が形成されており、雌ねじ20には給気プラグ（図示せず）が螺合固定される。

[0036] 軸受体5は、特に、図8から図10に示すように、軸受基体2の一方の面7に対面している一方の平面視円形の面21に形成された円環状凹部22と、環状肩部面24で規定されていると共に一方の面21で開口する拡径凹部25と、他方の平面視円形の面26で開口した環状凹溝27と、一端28では環状凹溝27に連通していると共に他端29では円環状凹部22の環状底面30で開口した複数個の空気吹出孔31と、一方の面21に外周縁に円周方向に沿って等間隔に形成された複数個の雌ねじ穴32とを有している。

[0037] 環状肩部面24は、円環状凹部22の円筒状の外周壁面23に接続していると共に径方向外方に伸びた径方向環状肩部面24aと、径方向環状肩部面24aに接続していると共に軸方向に伸びた軸方向円筒状肩部面24bとを具備している。

[0038] 軸受体5の環状面33と互いに対面する円筒面34とによって規定された環状凹溝27は、図5に示すように、少なくとも0.3mmの幅Wと、少なくとも0.01mmの深さdとを有しており、空気吹出孔31は、その一端28で、本例では一端28から他端29に亘って少なくとも30 μ mの直径Dを有して、円環状凹部22の環状底面30と環状凹溝27との間で自成絞りを形成している。

[0039] 円環状凹部22の内周壁面35は、図8から図10に示すように、円環状凹部22の開口部36から円環状凹部22の環状底面30にかけて末広がり伸びる截頭円錐面37に形成されており、内周壁面35を截頭円錐面37とすることにより、円環状凹部22の環状底面30と一方の面21との間に形成される環状薄肉部38を径方向に大きくすることなく円環状凹部22の容積を増大することができるので、環状薄肉部38を有する軸受体5に強度

低下を来たすことはない。

- [0040] 円環状凹部 22 は、空気吹出孔 31 の他端 29 が開口する環状底面 30 と、環状底面 30 の外縁に接続されている円筒状の外周壁面 23 と、環状底面 30 の内縁に接続されている截頭円錐面 37 を有する内周壁面 35 とにより規定されている。
- [0041] 軸受体 5 の拡径凹部 25 には、特に図 2 に示すように、環状シール部材 3 としての O リングがつぶし代をもって円環状凹部 22 の開口部 36 から突出して装着されており、O リングは軸受体 5 の一方の面 21 と軸受基体 2 の一方の面 7 との接合面に押圧されて介在して面 21 及び 7 間を密封する。
- [0042] 以上の静圧気体軸受 1 は、軸受体 5 が、拡径凹部 25 に装着された O リングを介して締結部材 4 としての六角穴付きボルトによって軸受基体 2 と締結一体化されているので安価な製作が可能となる。また、空気吹出孔 31 は、少なくとも $30\ \mu\text{m}$ の直径 D と極めて小径であるため、空気吹出孔 31 からの多量の空気噴射に起因する自励振動の発生を抑制することができる。
- [0043] 次に図 1 から図 5 に示す静圧気体軸受 1 の製造方法の例を説明すると、まず、図 6 及び図 7 に示すような補強充填材含有合成樹脂製あるいはアルミニウム又はアルミニウム合金製の軸受基体 2 と、図 8 から図 10 に示すような合成樹脂製の軸受体 5 であって、環状凹溝 27 及び空気吹出孔 31 を有していない軸受体 5 a を準備し、図 11 に示すように、拡径凹部 25 に装着した O リングを介して軸受体 5 a の円環状凹部 22 の開口部 36 を軸受基体 2 の給気穴 9 の開口部 8 に連通させると共に軸受体 5 a の雌ねじ穴 32 を軸受基体 2 のボルト挿通孔 18 の一端 14 に合致させたのち、ボルト挿通孔 18 に締結部材 4 としての六角穴付きボルトを挿通させると共に六角穴付きボルトの雄ねじ部を軸受体 5 の雌ねじ穴 32 に螺合固定させて軸受基体 2 と軸受体 5 とを締結一体化した組立体 39 を形成する。
- [0044] このように締結一体化された組立体 39 における軸受体 5 a の他方の面 26 に、レーザー加工機によりレーザーを照射し、幅 $W0.3\sim 1.0\ \text{mm}$ 、深さ $d0.01\sim 0.05\ \text{mm}$ の環状凹溝 27 と、環状凹溝 27 を規定する

環状面 33 に環状面 33 から軸受体 5 a を貫通して円環状凹部 22 の環状底面 30 に開口する直径 D が少なくとも 30 μm 、好ましくは 30 ~ 120 μm に複数個の自成絞り形状の空気吹出孔 31 を形成し、静圧気体軸受 1 を作製する。

[0045] 用いる加工用レーザーとしては、炭酸ガスレーザー、YAGレーザー、UVレーザー又はエキシマレーザー等から選択されるが、好ましくは、炭酸ガスレーザーを用いる。

[0046] 直径 30 mm の円弧を中心として幅 0.5 mm、深さ 0.05 mm の環状凹溝 27 は、レーザー出力 9.5 W の炭酸ガスレーザーを使用して、スキャンスピード 1000 mm/s、重ね印字回数 1 回、加工時間 2 秒でポリフェニレンサルファイド樹脂から形成された軸受体 5 の面 26 に形成、加工することができ、また、環状凹溝 27 の環状面 33 に、環状面 33 から軸受体 5 を貫通して円環状凹部 22 の環状底面 30 に開口する直径 0.06 mm の自成絞り形状の空気吹出孔 31 は、レーザー出力 14 W、加工時間 15 秒で円周方向に 10 等配の位置に 10 個加工することができた。

[0047] 上記の静圧気体軸受 1 の軸受体 5 は、一個の環状凹溝 27 を具備しているが、環状凹溝 27 に加えて、軸受体 5 は、図 12 に示すように、軸受体 5 の一方の面 26 に形成されていると共に、環状凹溝 27 の外側に環状凹溝 27 を囲むと共に環状凹溝 27 と同心の大径環状凹溝 40 と、一方の端部 41 が環状凹溝 27 に開口すると共に他方の端部 42 が大径環状凹溝 40 に開口する複数個の放射状凹溝 43 と、環状凹溝 27 の内側に形成されていると共に環状凹溝 27 と同心の小径環状凹溝 44 と、一方の端部 45 が環状凹溝 27 に開口すると共に他方の端部 46 が小径環状凹溝 44 に開口する複数個の放射状凹溝 47 とを具備していてもよい。

[0048] 図 12 に示す軸受体 5 を有した静圧気体軸受 1 では、環状凹溝 27 に給気された空気は、放射状凹溝 43 及び 47 を介して大径環状凹溝 40 及び小径環状凹溝 44 に供給されるので、供給面積が大きくなり、例えば物品の浮上において、安定した浮上を行うことができる。

- [0049] 図13から図16は、静圧気体軸受1の他の実施の形態を示すもので、軸受基体2の他方の平面視円形の面17の中央部には、面17に平面視円形の開口部48を有する凹部49が形成されており、凹部49は、平面視円形の底面50と、底面50から開口部48にかけて末広がり伸びる截頭円錐面51を有している。
- [0050] 凹部49を有する軸受基体2は、前記静圧気体軸受1と同様に、給気穴9の開口部8を、拡径凹部25にOリングを装着した軸受体5の円環状凹部22の開口部36に連通させると共に軸受基体2のボルト挿通孔18の一端14に軸受体5の雌ねじ穴32を合致させたのち、ボルト挿通孔18に締結部材4としての六角穴付きボルトを挿通させると共に六角穴付きボルトの雄ねじ部を軸受体5の雌ねじ穴32に螺合固定させて軸受基体2と軸受体5とを締結一体化した組立体52を形成する。
- [0051] このように締結一体化された組立体52における軸受体5の他方の面26に、レーザー加工機によりレーザーを照射し、幅W0.3~1.0mm、深さd0.01~0.05mmの環状凹溝27と、環状凹溝27を規定する環状面33に環状面33から軸受体5を貫通して円環状凹部22の環状底面30に開口する直径Dが少なくとも30 μ m、好ましくは30~120 μ mに複数個の自成絞り形状の空気吹出孔31を形成し、静圧気体軸受1を作製する。
- [0052] このように形成された静圧気体軸受1には、図16に示すように、軸受基体2の凹部49の截頭円錐面51にボールスタッド53の球体54が摺接して配されることにより、自動調芯機能が付加される。
- [0053] 図17及び図20は、静圧気体軸受1の更に他の実施の形態を示すもので、軸受基体2の他方の平面視円形の面17の中央部には、面17に平面視円形の開口部48を有する凹部49が形成されており、凹部49は、底面50から開口部48にかけて広がる凹球面55を有している。
- [0054] 凹球面55を有する凹部49を備えた軸受基体2は、前記静圧気体軸受1と同様に、給気穴9の開口部8を、拡径凹部25にOリングを装着した軸受

体5の円環状凹部22の開口部36に連通させると共に軸受基体2のボルト挿通孔18の一端14に軸受体5の雌ねじ穴32を合致させたのち、ボルト挿通孔18に締結部材4としての六角穴付きボルトを挿通させると共に六角穴付きボルトの雄ねじ部を軸受体5の雌ねじ穴32に螺合固定させて軸受基体2と軸受体5とを締結一体化した組立体56を形成する。

[0055] このように締結一体化された組立体56における軸受体5の他方の面26に、前記と同様にしてレーザー加工機によりレーザーを照射し、幅W0.3~1.0mm、深さd0.01~0.05mmの環状凹溝27と、環状凹溝27を規定する環状面33に環状面33から軸受体5を貫通して円環状凹部22の環状底面30に開口する直径Dが少なくとも30 μ m、好ましくは30~120 μ mに複数個の自成絞り形状の空気吹出孔31を形成し、静圧気体軸受1を作製する。

[0056] このように形成された静圧気体軸受1には、図20に示すように、軸受基体2の凹部49の凹球面55にボールスタッド53の球体54が摺接して配されることにより、自動調芯機能が付加される。

[0057] 図21から図27は、自動調芯機能が付加され静圧気体軸受1の他の実施の形態を示すものである。軸受基体2の他方の平面視円形の面17の中央部には、面17に平面視円形の開口部57を有すると共に円形の底面58を有する円柱状凹部59が形成されており、円柱状凹部59には、図24に示すように、円柱体60と、一端61で円柱体60の一方の面62で開口する円孔63と、円孔63の他端64に接続し、他端64から他方の面65に向けて末広がりに伸びると共に円柱体60の他方の面65で開口して截頭円錐面66を有する凹部67とを備えた駒68が一方の面62を円柱状凹部59の底面58に向けて嵌合固定されている。

[0058] 駒68を嵌合固定した軸受基体2は、前記静圧気体軸受1と同様に、給気穴9の開口部8を、拡径凹部25にリングを装着した軸受体5の円環状凹部22の開口部36に連通させると共に軸受基体2のボルト挿通孔18の一端14を軸受体5の雌ねじ穴32に合致させたのち、ボルト挿通孔18に締

結部材 4 としての六角穴付きボルトを挿通させると共に六角穴付きボルトの雄ねじ部を軸受体 5 の雌ねじ穴 3 2 に螺合させて軸受基体 2 と軸受体 5 とを締結一体化した組立体 7 0 を形成する。

[0059] このように締結一体化された組立体 7 0 における軸受体 5 の他方の面 2 6 に、前記と同様にしてレーザー加工機によりレーザーを照射し、幅 $W 0.3 \sim 1.0 \text{ mm}$ 、深さ $d 0.01 \sim 0.05 \text{ mm}$ の環状凹溝 2 7 と、環状凹溝 2 7 を規定する環状面 3 3 に環状面 3 3 から軸受体 5 を貫通して円環状凹部 2 2 の環状底面 3 0 に開口する直径 D が少なくとも $30 \mu\text{m}$ 、好ましくは $30 \sim 120 \mu\text{m}$ に複数個の自成絞り形状の空気吹出孔 3 1 を形成し、静圧気体軸受 1 を作製する。

[0060] このように形成された静圧気体軸受 1 には、図 2 7 に示すように、軸受基体 2 の他方の面 1 7 に嵌合固定された駒 6 8 の凹部 6 7 の截頭円錐面 6 6 にボールスタッド 5 3 の球体 5 4 が摺接して配されることにより、自動調芯機能が付加される。

[0061] 図 2 8 から図 3 1 は、自動調芯機能が付加され静圧気体軸受 1 の更に他の実施の形態を示すものである。軸受基体 2 の他方の平面視円形の面 1 7 の中央部には、面 1 7 に平面視円形の開口部 5 7 を有すると共に円形の底面 5 8 を有する円柱状凹部 5 9 が形成されており、円柱状凹部 5 9 には、図 2 8 に示すように、円柱体 6 0 と、一端 6 1 で円柱体 6 0 の一方の面 6 2 に開口する円孔 6 3 と、円孔 6 3 の他端 6 4 に接続し、他端 6 4 から他方の面 6 5 に向けて広がる凹球面 6 9 とを有する凹部 6 7 を備えた駒 6 8 が一方の面 6 2 を円柱状凹部 5 9 の底面 5 8 に向けて嵌合固定されている。

[0062] 駒 6 8 を嵌合固定した軸受基体 2 は、前記静圧気体軸受 1 と同様に、給気穴 9 の開口部 8 を、拡径凹部 2 5 にリングを装着した軸受体 5 の円環状凹部 2 2 の開口部 3 6 に連通させると共に軸受基体 2 のボルト挿通孔 1 8 の一端 1 4 を軸受体 5 の雌ねじ穴 3 2 に合致させたのち、ボルト挿通孔 1 8 に締結部材 4 としての六角穴付きボルトを挿通させると共に六角穴付きボルトの雄ねじ部を軸受体 5 の雌ねじ穴 3 2 に螺合させて軸受基体 2 と軸受体 5 とを

締結一体化した組立体 7 1 を形成する。

[0063] このように締結一体化された組立体 7 1 における軸受体 5 の他方の面 2 6 に、前記と同様にしてレーザー加工機によりレーザーを照射し、幅 $W 0.3 \sim 1.0 \text{ mm}$ 、深さ $d 0.01 \sim 0.05 \text{ mm}$ の環状凹溝 2 7 と、環状凹溝 2 7 を規定する環状面 3 3 に環状面 3 3 から軸受体 5 を貫通して円環状凹部 2 2 の環状底面 3 0 に開口する直径 D が少なくとも $30 \mu\text{m}$ 、好ましくは $30 \sim 120 \mu\text{m}$ に複数個の自成絞り形状の空気吹出孔 3 1 を形成し、静圧気体軸受 1 を作製する。

[0064] このように形成された静圧気体軸受 1 には、図 3 1 に示すように、軸受基体 2 の円柱状凹部 5 9 に嵌合固定された駒 6 8 の凹部 6 7 の凹球面 6 9 にボールスタッド 5 3 の球体 5 4 が摺接して配されることにより自動調芯機能が付加される。

[0065] 軸受基体 2 の他方の平面視円形の面 1 7 の中央部に形成された円柱状凹部 5 9 に嵌合固定された駒 6 8 を摺動性に優れた材料、例えばポリアセタール樹脂、ポリアミド樹脂、ポリエステル樹脂等の自己潤滑性を有する熱可塑性合成樹脂、あるいは銅又は銅合金等で形成することにより、駒 6 8 の凹部 6 7 の截頭円錐面 6 6 又は凹球面 6 9 とボールスタッド 5 3 の球体 5 4 との摺接をより円滑に行わせることができる。

[0066] 図 3 2 は、図 2 7 に示す静圧気体軸受 1 を用いた直動案内装置 7 2 を示すもので、直動案内装置 7 2 は、案内面としての上面案内面 7 3 及び両側案内面 7 4 及び 7 4 を有する案内部材 7 5 と、案内部材 7 5 の外側に跨って配された上面案内面 7 3 に対面する上板 7 6 及び両側案内面 7 4 及び 7 4 に対面する一对の側板 7 7 及び 7 7 を備えた横断面コの字形の可動テーブル 7 8 と、可動テーブル 7 8 の上板 7 6 の下面 7 9 及び一对の側板 7 7 の夫々の内面 8 0 及び 8 0 に球体 5 4 を内方に向けて固定されたボールスタッド 5 3 と、ボールスタッド 5 3 と案内部材 7 5 の上面案内面 7 3 及び両側案内面 7 4 及び 7 4 の間に駒 6 8 の截頭円錐面 6 6 をボールスタッド 5 3 の球体 5 4 に摺接させると共に、軸受体 5 の一方の面 2 6 を案内部材 7 5 の上面案内面 7 3

及び両側案内面 7 4 及び 7 4 に対面させて配された静圧気体軸受 1 とから形成されている。

[0067] この直動案内装置 7 2 によれば、軸受体 5 の複数個の空気吹出孔 3 1 から案内部材 7 5 の上面案内面 7 3 及び両側案内面 7 4 及び 7 4 に圧縮空気を噴射することにより、上面案内面 7 3 及び両側案内面 7 4 及び 7 4 との間に形成される空気潤滑膜によって可動テーブル 7 8 を上面案内面 7 3 及び両側案内面 7 4 及び 7 4 に対して非接触の状態に保持することができる。そして、軸受体 5 と上面案内面 7 3 及び両側案内面 7 4 及び 7 4 との間の軸受隙間が不均一であると、軸受隙間各部に圧力差が発生するが、その圧力差により、軸受隙間が均一となる方向に静圧気体軸受 1 が自動調芯され、上面案内面 7 3 及び両側案内面 7 4 及び 7 4 に対して平行な状態が保持される。このため、案内部材 7 5 及び可動テーブル 7 8 の平行度、直角度等の部品精度を比較的粗い精度とすることができ、静圧気体軸受 1 自体の低コストに加えて、直動案内装置 7 2 の製作の容易化及びコストの低下を図ることができる。

[0068] 直動案内装置 7 2 においては、自動調芯機能が付加された静圧気体軸受 1 として、図 1 6、図 2 0 及び図 3 1 に示す静圧気体軸受 1 を使用してもよい。

[0069] 以上のように、軸受体と軸受基体とは、環状シール部材を介して締結部材によって締結一体化されているので、軸受体と軸受基体との接合面は強固に密封されており、軸受体の一方の面には、幅 $W 0.3 \sim 1.0 \text{ mm}$ 、深さ $d 0.01 \sim 0.05 \text{ mm}$ の環状凹溝と、環状凹溝を規定する環状面に環状面から軸受体を貫通して円環状凹部の環状底面に開口する直径 D が少なくとも $30 \mu\text{m}$ の複数個の自成絞り形状の空気吹出孔が形成されており、当該環状凹溝及び空気吹出孔を機械加工によることなく形成できるので、大量生産が可能で、安価な静圧気体軸受を提供できるばかりでなく、当該静圧気体軸受を用いた製作の容易化及びコストの低下を図ることができる直動案内装置を提供することができる。

符号の説明

- [0070]
- 1 静圧気体軸受
 - 2 軸受基体
 - 3 環状シール部材
 - 4 締結部材
 - 5 軸受体
- 1 3 給気通路
 - 2 2 円環状凹部
 - 2 3 外周壁面
 - 2 4 環状肩部面
 - 3 1 空気吹出孔

請求の範囲

- [請求項1] 一方の面に形成された円環状凹部、該円環状凹部の外周壁面に接続していると共に当該外周壁面に対し拡径している環状肩部面、他方の面で開口した環状凹溝及び一端では環状凹溝に開口していると共に他端では円環状凹部の環状底面で開口した自成絞りとしての複数個の空気吹出孔を有した合成樹脂製の軸受体と、環状肩部面に接触して装着された環状シール部材と、軸受体の一方の面に対面している一方の面に、一端では当該軸受体の一方の面に対面している一方の面で開口している一方、他端では外周面で開口する給気通路を備えた軸受基体とを具備しており、軸受体は、円環状凹部の開口部を軸受基体の給気通路に連通させると共に、該軸受基体に複数個の締結部材を介して締結固定されて、軸受基体に一体化されており、環状凹溝は、少なくとも0.3 mmの幅と、少なくとも0.01 mmの深さとを有しており、空気吹出孔は、その一端で少なくとも30 μ mの直径を有して、円環状凹部と環状凹溝との間で自成絞りを形成していることを特徴とする静圧気体軸受。
- [請求項2] 環状凹溝は、0.3～1.0 mm又は0.3～0.7 mmの幅と、0.01～0.05 mm又は0.01～0.03 mmの深さとを有しており、空気吹出孔は、その一端で30～120 μ mの直径を有している請求項1に記載の静圧気体軸受。
- [請求項3] 環状凹溝及び空気吹出孔の夫々は、レーザー加工により形成されている請求項1又は2に記載の静圧気体軸受。
- [請求項4] 円環状凹部の内周壁面は、開口部から環状底面にかけて末広りの截頭円錐面に形成されている請求項1から3のいずれか一項に記載の静圧気体軸受。
- [請求項5] 軸受基体の他方の面には、球体受圧凹部が形成されている請求項1から4のいずれか一項に記載の静圧気体軸受。
- [請求項6] 球体受圧凹部は、軸受基体の他方の面で開口する截頭円錐凹部を有

している請求項5に記載の静圧気体軸受。

[請求項7] 球体受圧凹部は、軸受基体の他方の面で開口する凹球面部を有している請求項5に記載の静圧気体軸受。

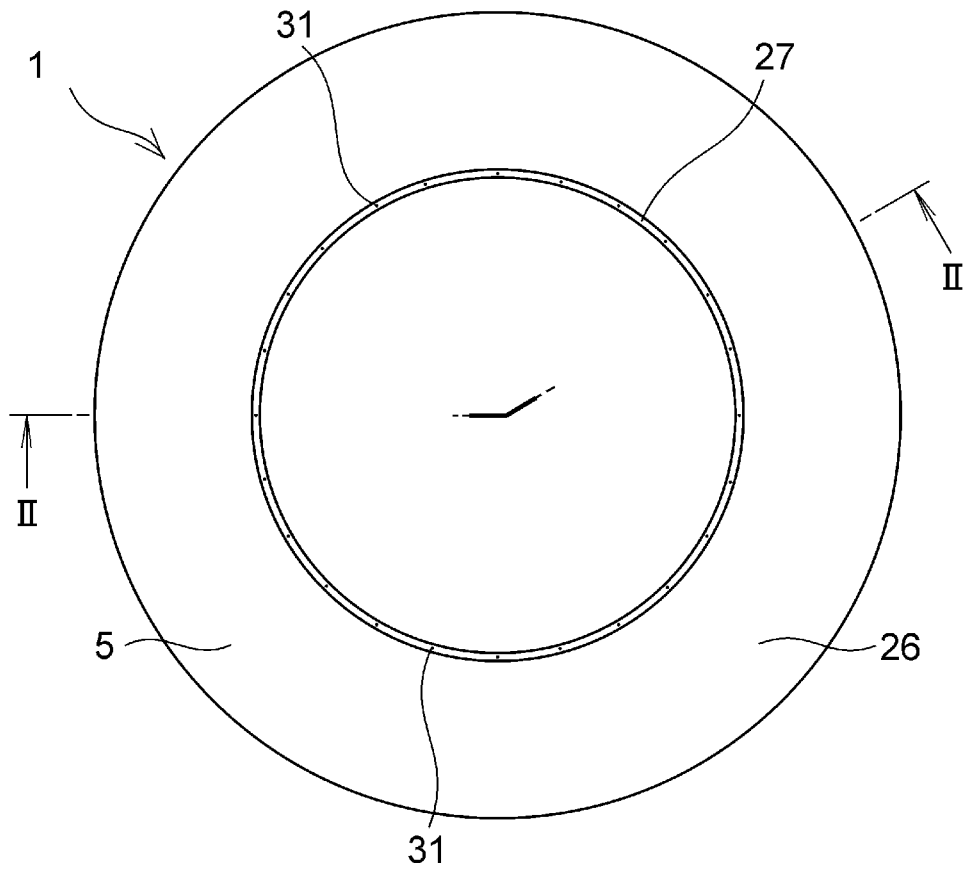
[請求項8] 球体受圧凹部は、軸受基体の他方の面に開口部を有して形成された円柱状凹部を具備しており、当該円柱状凹部には、一方の面に截頭円錐凹部を有すると共に該截頭円錐凹部を円柱状凹部の開口部に開口させた駒が嵌合固定されている請求項5に記載の静圧気体軸受。

[請求項9] 球体受圧凹部は、軸受基体の他方の面に開口部を有して形成された円柱状凹部を具備しており、当該円柱状凹部には、一方の面に凹球面部を有すると共に該凹球面部を円柱状凹部の開口部に開口させた駒が嵌合固定されている請求項5に記載の静圧気体軸受。

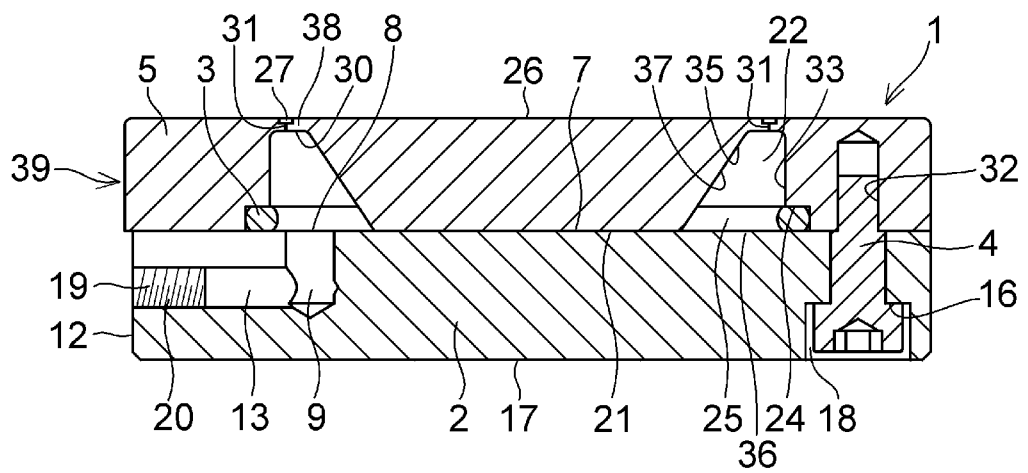
[請求項10] 軸受体は、環状凹溝に加えて、その一方の面に形成されていると共に、該環状凹溝の外側に該環状凹溝を囲む大径環状凹溝と、一方の端部が該環状凹溝に開口すると共に他方の端部が大径環状凹溝に開口する複数個の第一の放射状凹溝と、該環状凹溝の内側に形成された小径環状凹溝と、一方の端部が環状凹溝に開口すると共に他方の端部が小径環状凹溝に開口する複数個の第二の放射状凹溝とを具備している請求項1から9のいずれか一項に記載の静圧気体軸受。

[請求項11] 案内面としての上面案内面及び両側案内面を有する案内部材の外側に、上面案内面に対面する上板及び両側案内面に対面する一对の側板を備えた可動テーブルが配されており、該可動テーブルの上板の下面及び一对の側板の夫々の内面には、夫々ボールスタッドが球体を内方に向けて立設されており、該ボールスタッドとガイド部材の上面及び両側面との間には、請求項1から請求項10のいずれか一項に記載の静圧気体軸受が球体受圧凹部を該ボールスタッドの球体に摺接させると共に、軸受体をガイド部材の上面案内面及び両側案内面に対面させて配されていることを特徴とする直動案内装置。

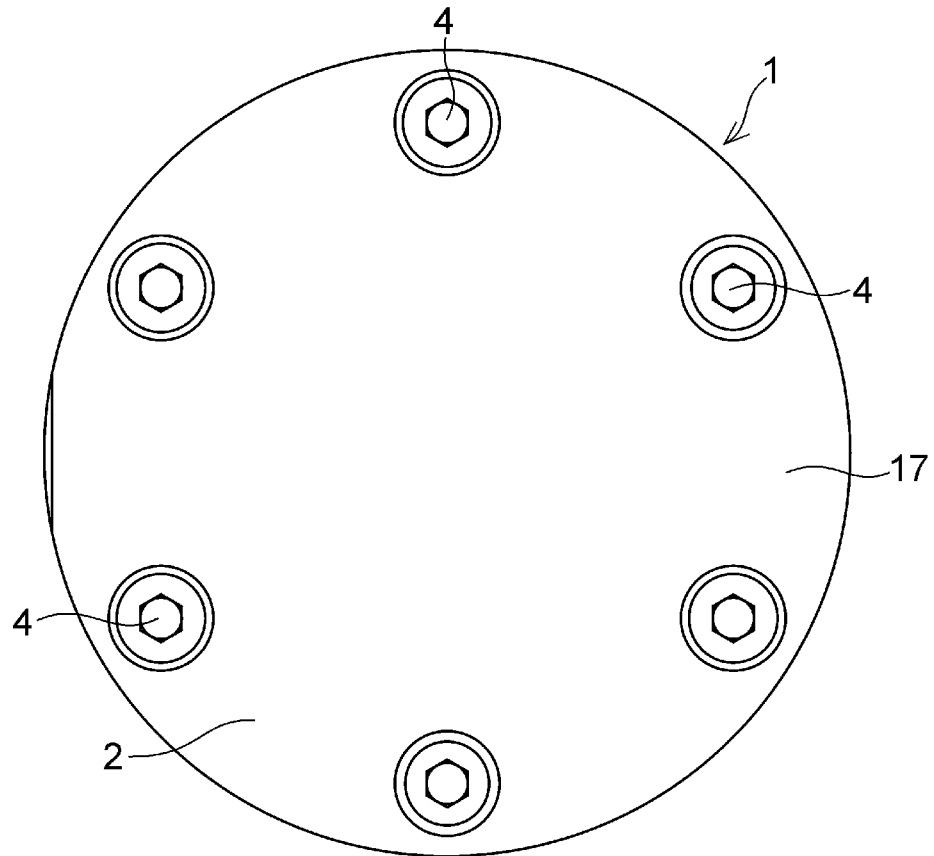
[図1]



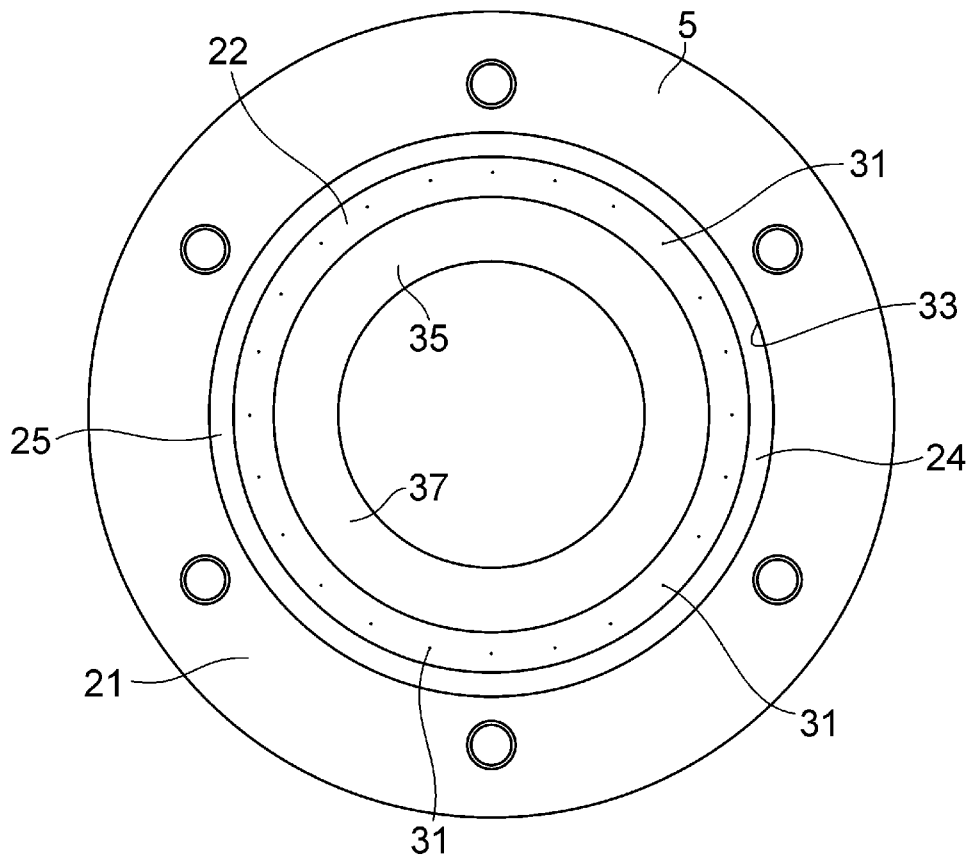
[図2]



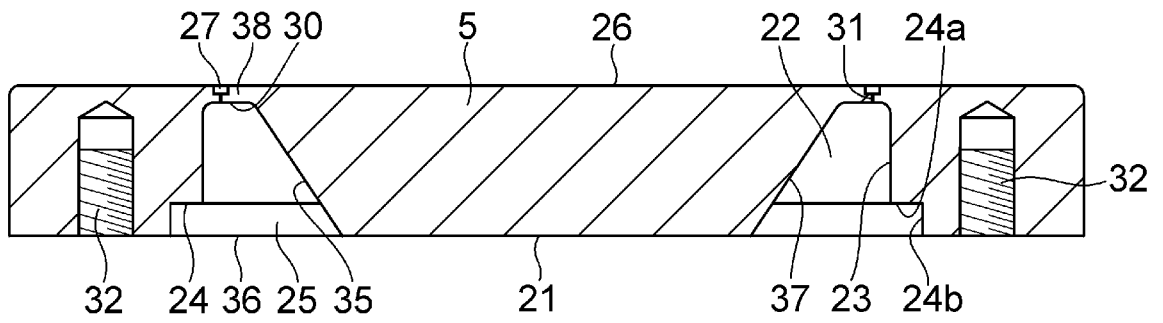
[図3]



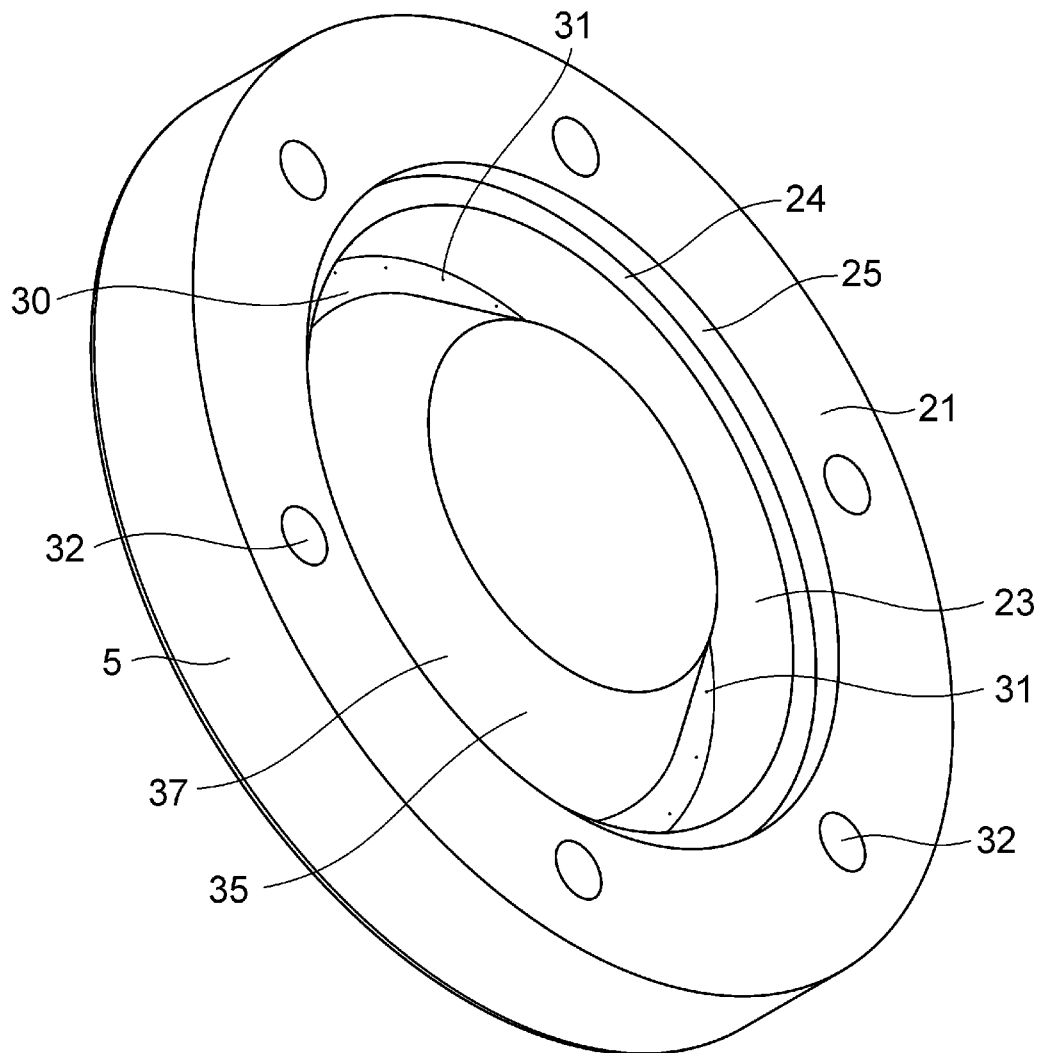
[図4]



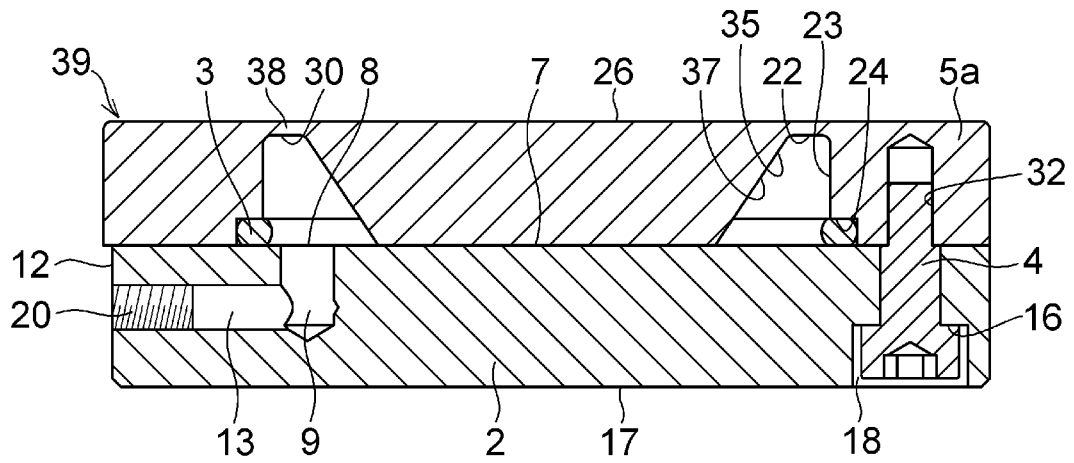
[図9]



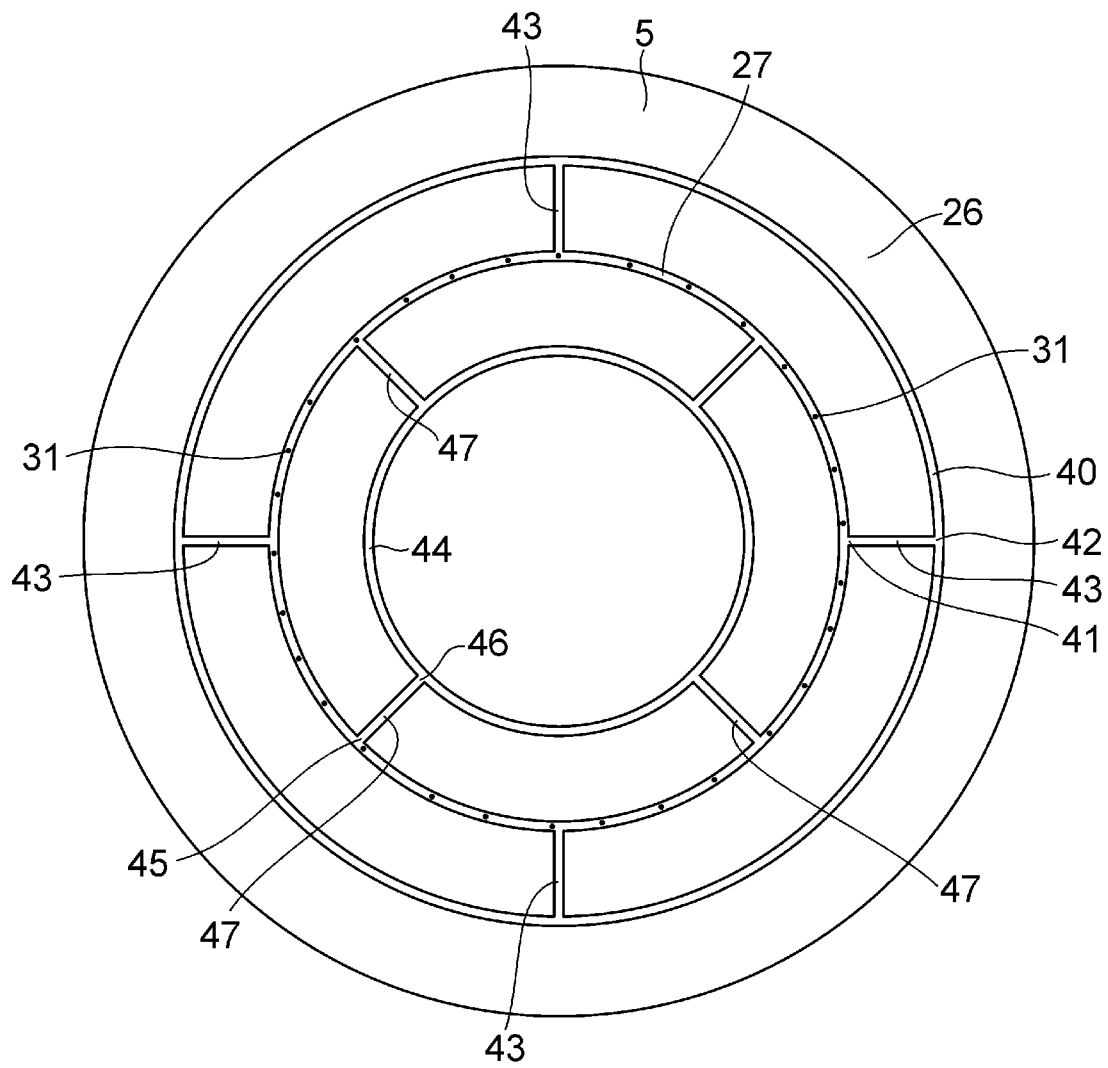
[図10]



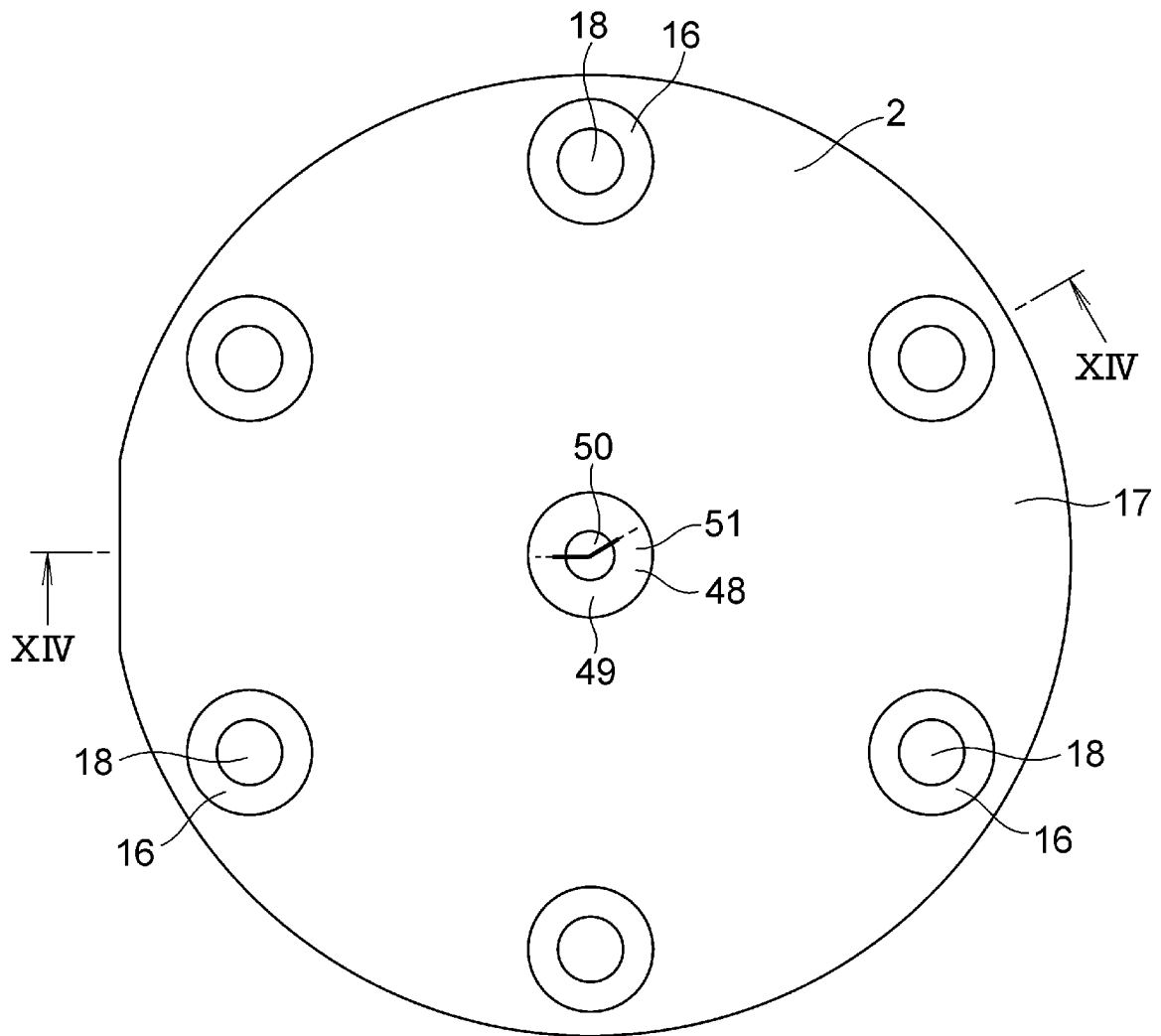
[図11]



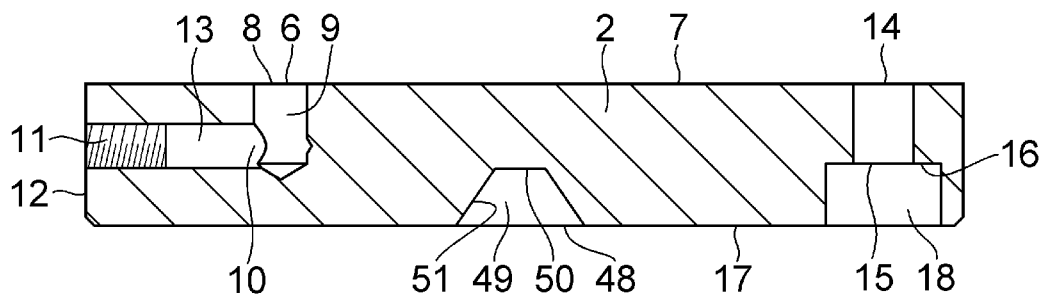
[図12]



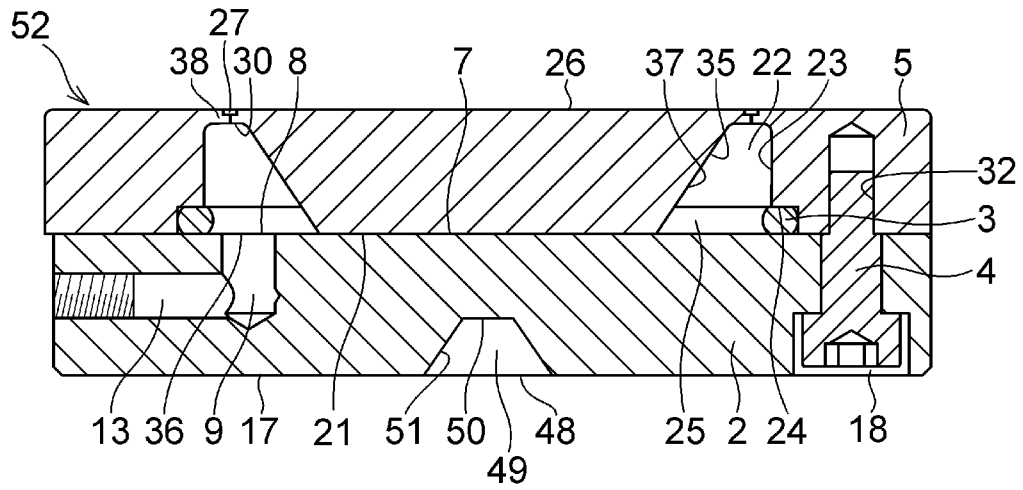
[図13]



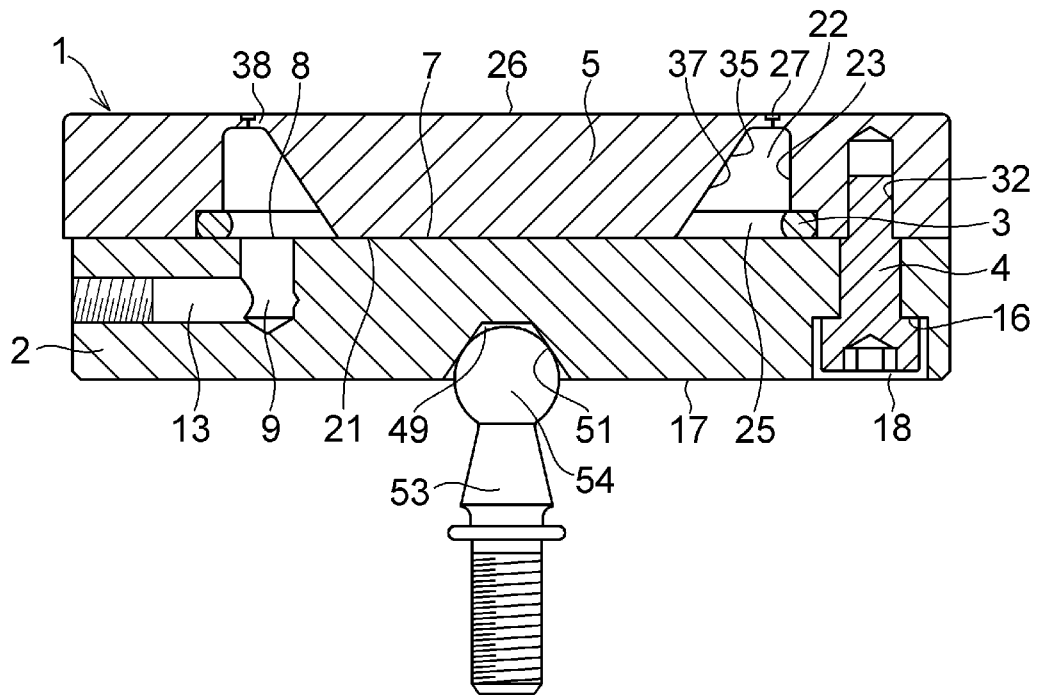
[図14]



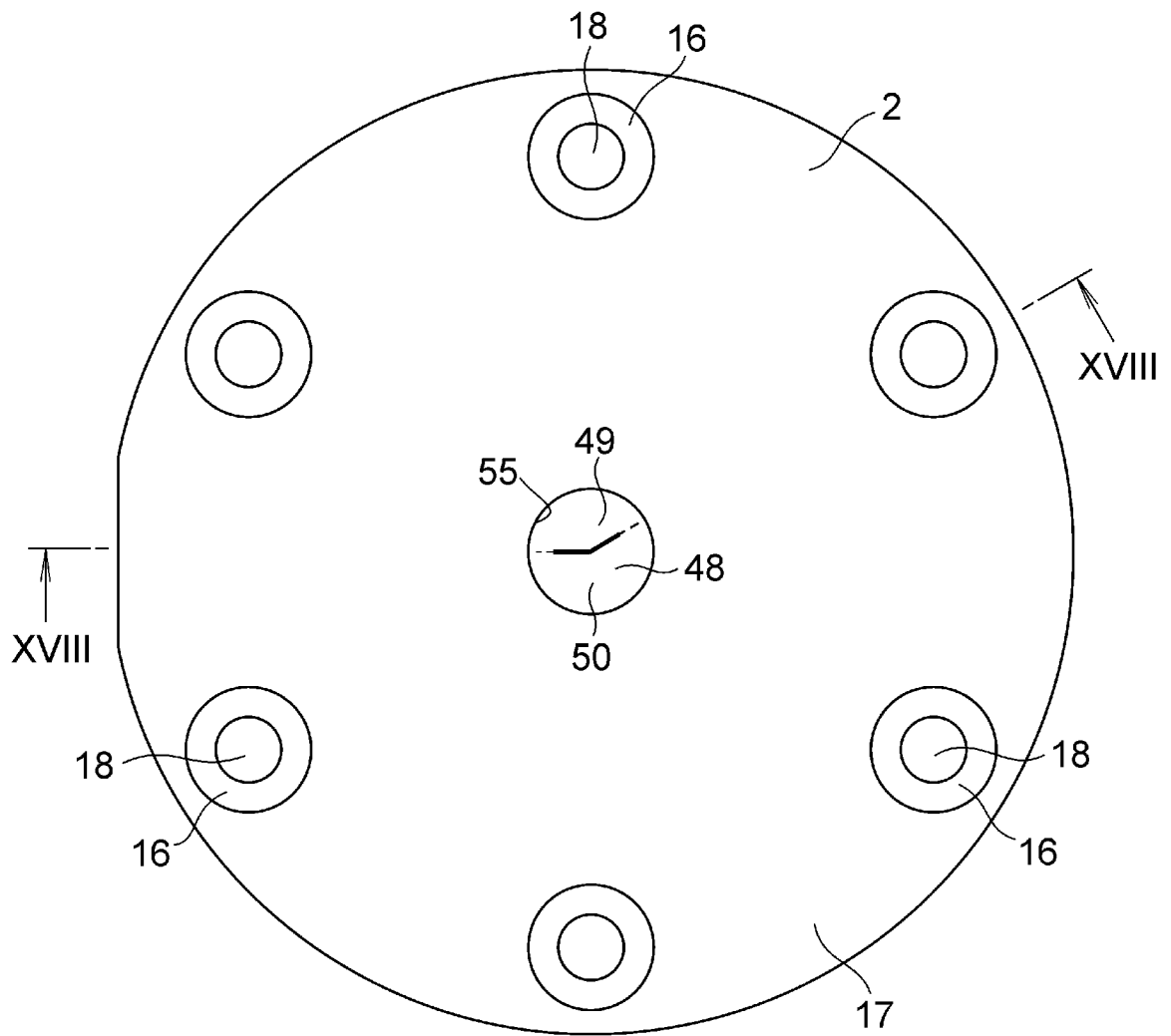
[図15]



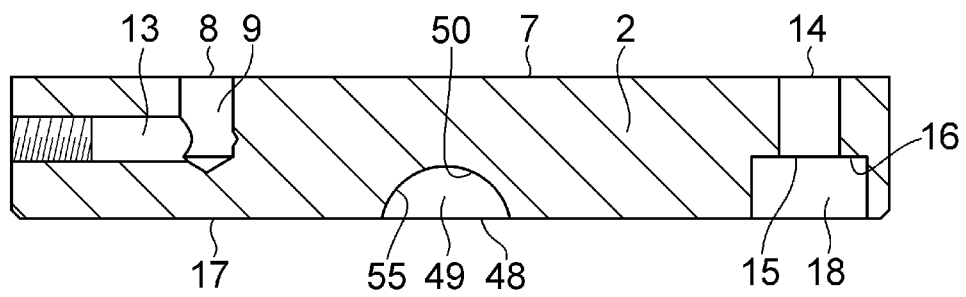
[図16]



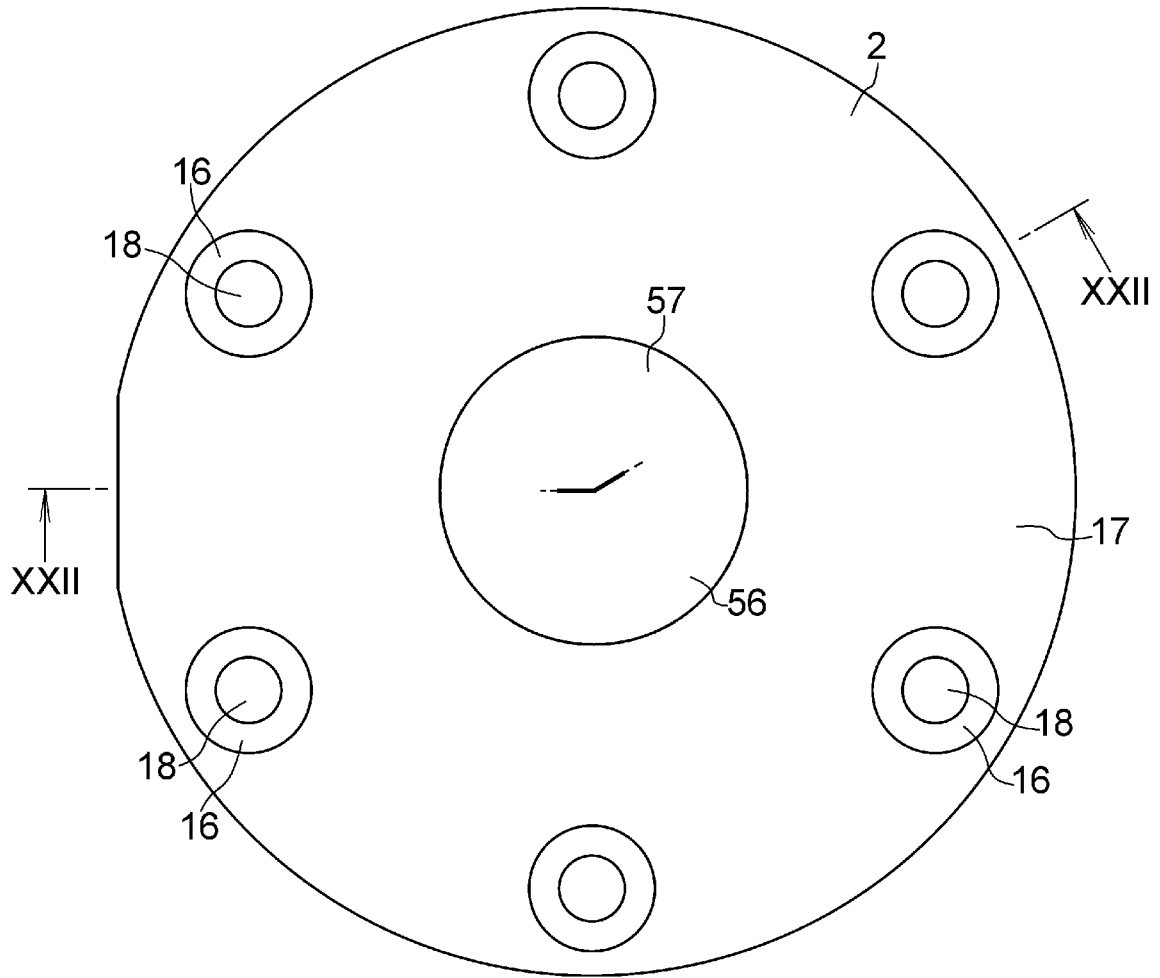
[図17]



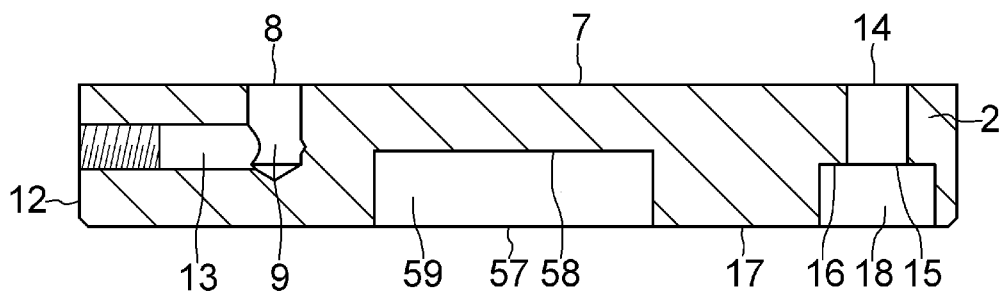
[図18]



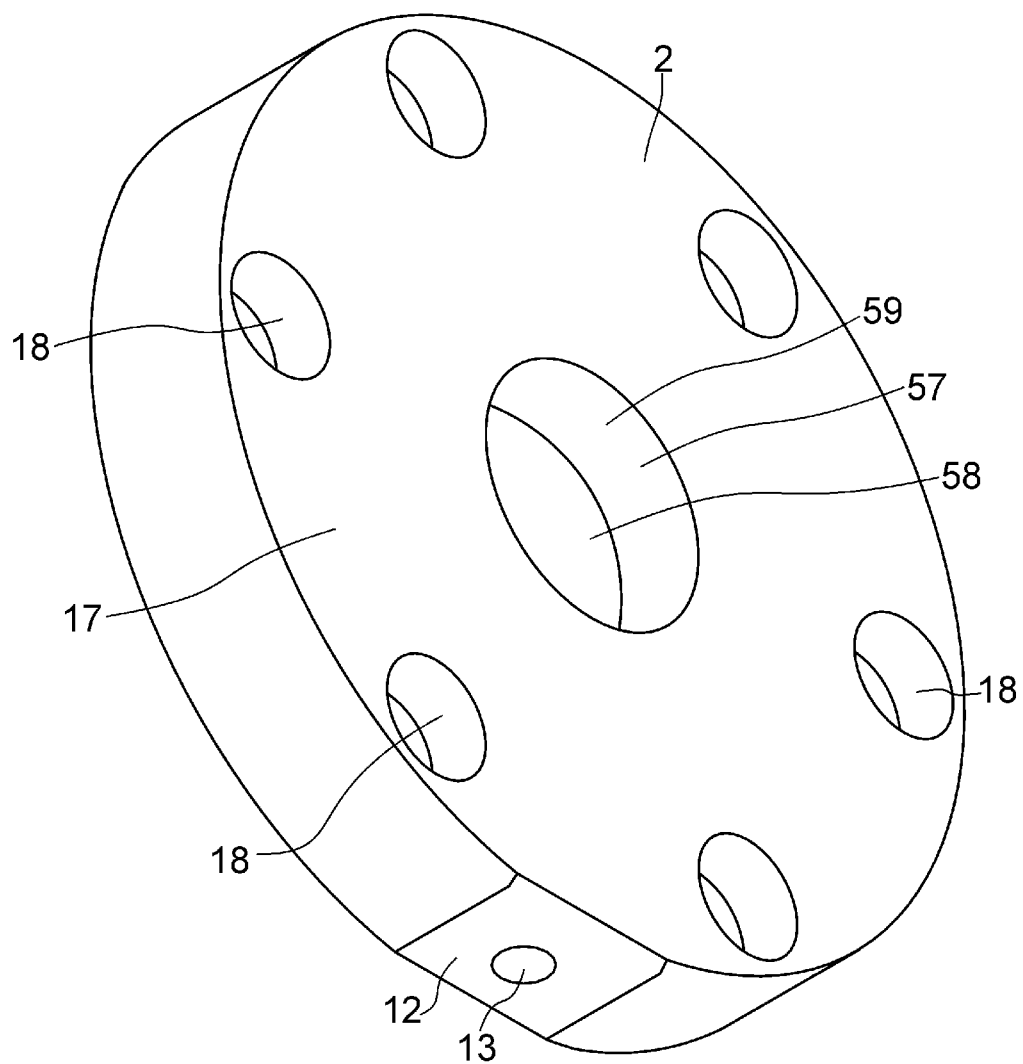
[図21]



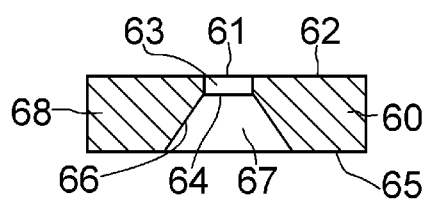
[図22]



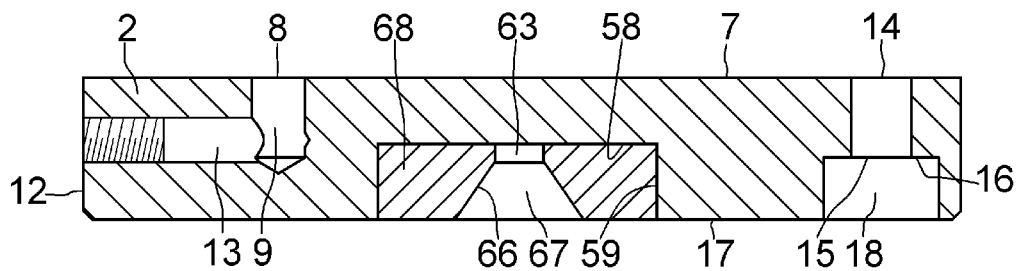
[図23]



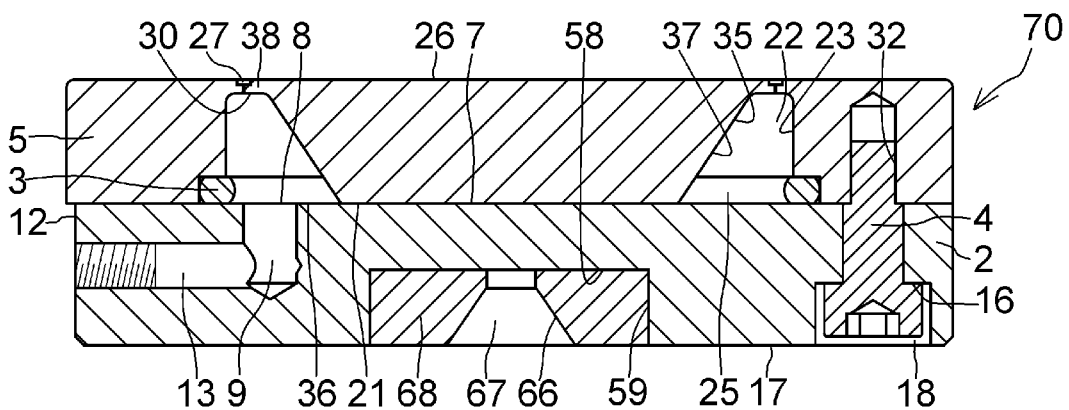
[図24]



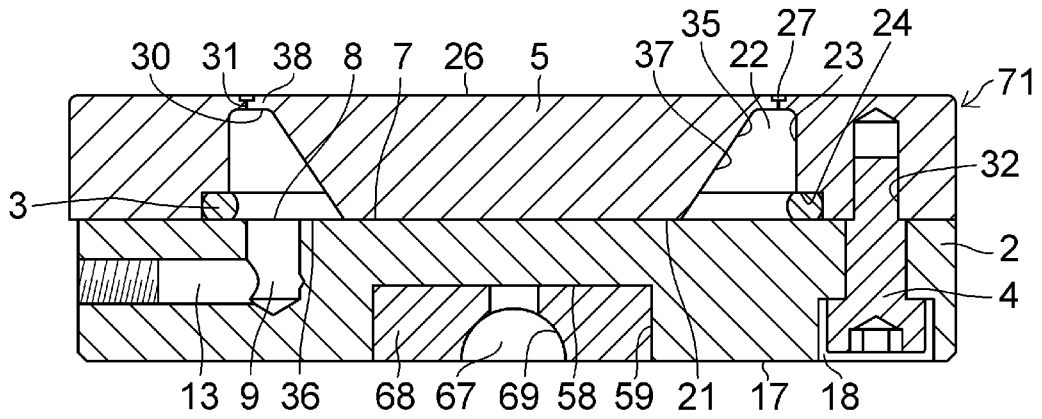
[図25]



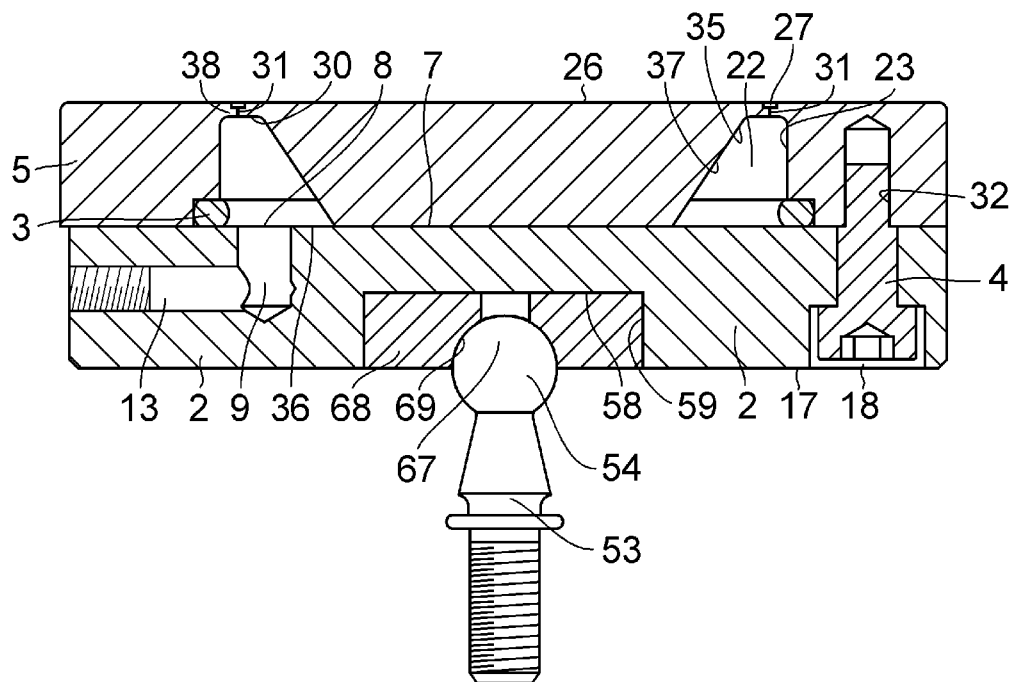
[図26]



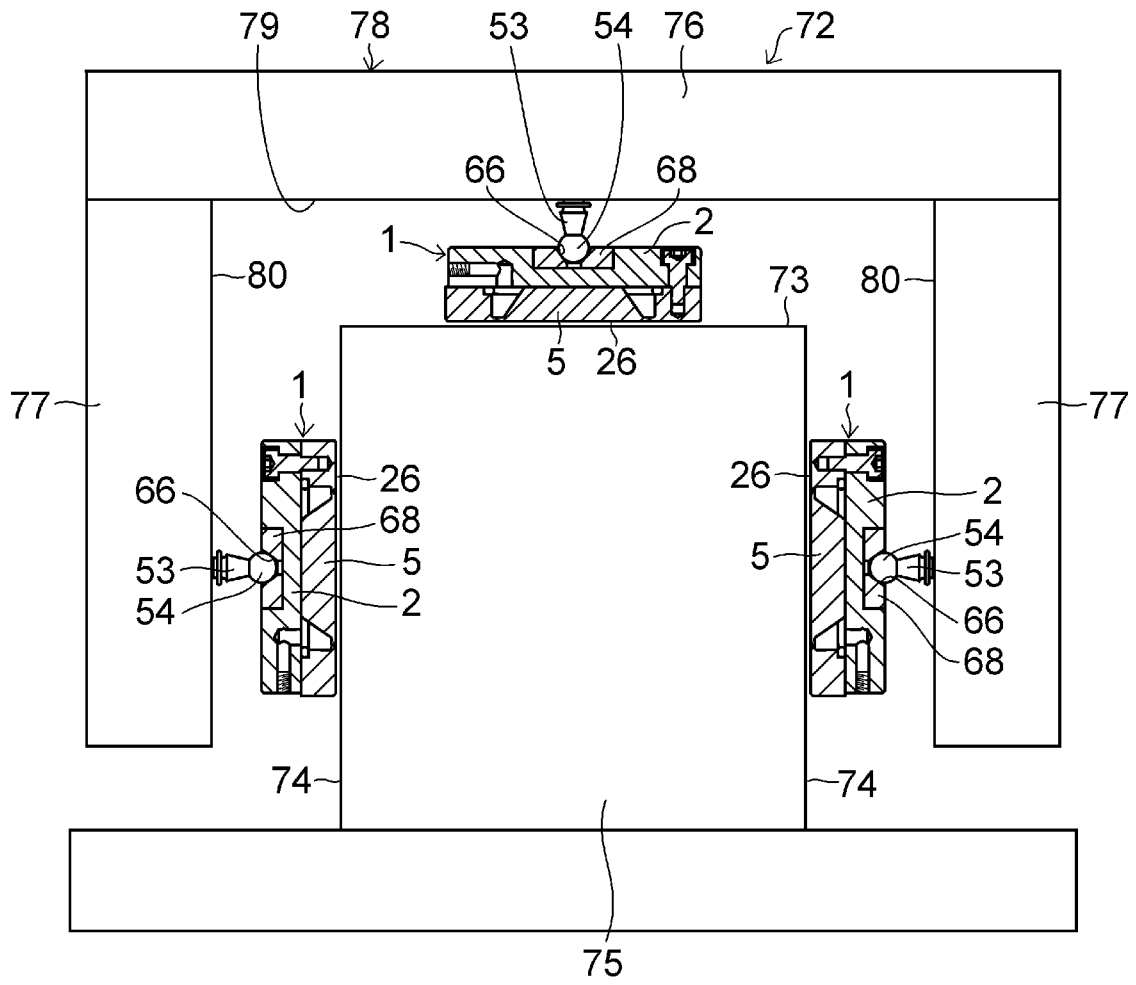
[図30]



[図31]



[図32]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/006867

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16C32/06 (2006.01) i

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)

F16C32/06

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
A	JP 2010-106927 A (NTN Corp.), 13 May 2010 (13.05.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 2008-82449 A (Oiles Corp.), 10 April 2008 (10.04.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 8-61369 A (NTN Corp.), 08 March 1996 (08.03.1996), entire text; all drawings (Family: none)	1-11

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
17 December, 2012 (17.12.12)

Date of mailing of the international search report
25 December, 2012 (25.12.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/006867

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 091516/1979 (Laid-open No. 8924/1981) (Nippon Telegraph & Telephone Public Corp.), 26 January 1981 (26.01.1981), entire text; all drawings & GB 2046370 A & DE 3001061 A1	1-11
A	JP 2002-54634 A (Nippon Steel Corp.), 20 February 2002 (20.02.2002), entire text; all drawings & US 2004/0013327 A1 & WO 2002/012742 A2	1-11
A	JP 9-296825 A (Kuroda Precision Industries Ltd.), 18 November 1997 (18.11.1997), entire text; all drawings & US 5800066 A	1-11
A	JP 8-105443 A (Nippon Carbon Co., Ltd.), 23 April 1996 (23.04.1996), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 2008-138783 A (NTN Corp.), 19 June 2008 (19.06.2008), entire text; all drawings & DE 102007058066 A1	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F16C32/06(2006.01)i		
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)) Int.Cl. F16C32/06		
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 1971-2012年 日本国実用新案登録公報 1996-2012年 日本国登録実用新案公報 1994-2012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
A	JP 2010-106927 A (NTN株式会社) 2010.05.13, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2008-82449 A (オイレス工業株式会社) 2008.04.10, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 8-61369 A (エヌティエヌ株式会社) 1996.03.08, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-11
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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矛盾するものではなく、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 17.12.2012	国際調査報告の発送日 25.12.2012	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 石田 智樹 電話番号 03-3581-1101 内線 3328	3 J 4 0 2 3

C (続き) . 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
A	日本国実用新案登録出願54-091516号(日本国実用新案登録出願公開56-8924号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(日本電信電話公社)1981.01.26, 全文、全図 & GB 2046370 A & DE 3001061 A1	1-11
A	JP 2002-54634 A (新日本製鐵株式会社) 2002.02.20, 全文、全図 & US 2004/0013327 A1 & WO 2002/012742 A2	1-11
A	JP 9-296825 A (黒田精工株式会社) 1997.11.18, 全文、全図 & US 5800066 A	1-11
A	JP 8-105443 A (日本カーボン株式会社) 1996.04.23, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2008-138783 A (NTN株式会社) 2008.06.19, 全文、全図 & DE 102007058066 A1	1-11



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103842673 A

(43) 申请公布日 2014. 06. 04

(21) 申请号 201280047857. 8

代理人 茅翊恣

(22) 申请日 2012. 10. 25

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

F16C 32/06 (2006. 01)

2011-239832 2011. 10. 31 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 03. 28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/006867 2012. 10. 25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/065268 JA 2013. 05. 10

(71) 申请人 奥依列斯工业株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 佐藤光

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

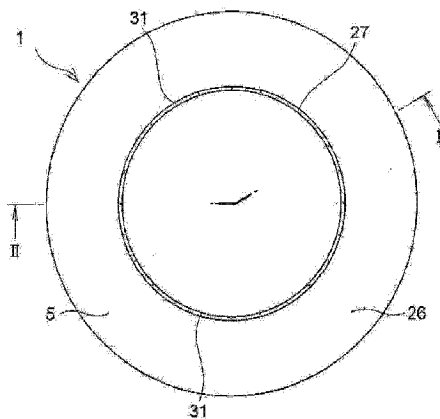
权利要求书2页 说明书9页 附图17页

(54) 发明名称

静压气体轴承及使用该静压气体轴承的直动引导装置

(57) 摘要

一种静压气体轴承及使用该静压气体轴承的直动引导装置,该静压气体轴承(1)包括:轴承基体(2),该轴承基体(2)优选由聚缩醛树脂(POM)、聚酰胺树脂(PA)、聚苯硫醚树脂(PPS)等可热塑性合成树脂,或者在这些可热塑性合成树脂中含有30~50质量%的玻璃纤维、玻璃粉末、碳纤维或无机填充材的含有加强填充材的可热塑性合成树脂,或者铝或铝合金形成;以及合成树脂制的轴承体(5),该轴承体(5)被旋紧构件(4)旋紧而隔着环状密封构件(3)与轴承基体(2)一体化,优选由聚缩醛树脂、聚酰胺树脂、聚苯硫醚树脂等可热塑性合成树脂形成。



1. 一种静压气体轴承,其特征在于,包括:

合成树脂制的轴承体,该轴承体具有圆环状凹部、环状肩部面、环状凹槽及多个空气吹出孔,所述圆环状凹部形成于轴承体的一方的面上,所述环状肩部面与所述圆环状凹部的外周壁面连接且直径比该外周壁面的直径大,所述环状凹槽在轴承体的另一方的面上开口,所述多个空气吹出孔形成为自成节流孔,其在一端开口于环状凹槽,在另一端开口于圆环状凹部的环状底面;

环状密封构件,该环状密封构件被与环状肩部面接触地安装;以及

轴承基体,该轴承基体在与轴承体的一方的面相对的一方的面上具有供气通路,所述供气通路在一端开口于与所述轴承体的一方的面相对的轴承基体的一方的面上,在另一端开口于轴承基体的外周面上,

轴承体使圆环状凹部的开口部与轴承基体的供气通路连通,并被多个旋紧构件旋紧固定于所述轴承基体,从而与轴承基体一体化,环状凹槽具有至少 0.3mm 的宽度、至少 0.01mm 的深度,空气吹出孔在其一端具有至少 30 μm 的直径,在圆环状凹部与环状凹槽之间形成有自成节流孔。

2. 如权利要求 1 所述的静压气体轴承,其特征在于,

环状凹槽具有 0.3 ~ 1.0mm 或 0.3 ~ 0.7mm 的宽度、0.01 ~ 0.05mm 或 0.01 ~ 0.03mm 的深度,空气吹出孔在其一端具有 30 ~ 120 μm 的直径。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的静压气体轴承,其特征在于,

环状凹槽及空气吹出孔分别通过激光加工而形成。

4. 如权利要求 1 至 3 中任一项所述的静压气体轴承,其特征在于,

圆环状凹部的内周壁面形成为从开口部朝环状底面逐渐扩展的截头圆锥面。

5. 如权利要求 1 至 4 中任一项所述的静压气体轴承,其特征在于,

在轴承基体的另一方的面上形成有球体受压凹部。

6. 如权利要求 5 所述的静压气体轴承,其特征在于,

球体受压凹部具有在轴承基体的另一方的面上开口的截头圆锥凹部。

7. 如权利要求 5 所述的静压气体轴承,其特征在于,

球体受压凹部具有在轴承基体的另一方的面上开口的凹球面部。

8. 如权利要求 5 所述的静压气体轴承,其特征在于,

球体受压凹部包括在轴承基体的另一方的面上具有开口部的圆柱状凹部,块体嵌合固定于该圆柱状凹部,该块体在一方的面上具有截头圆锥凹部,且使该截头圆锥凹部朝圆柱状凹部的开口部开口。

9. 如权利要求 5 所述的静压气体轴承,其特征在于,

球体受压凹部包括在轴承基体的另一方的面上具有开口部的圆柱状凹部,块体嵌合固定于该圆柱状凹部,该块体在一方的面上具有凹球面部,且使该凹球面部朝圆柱状凹部的开口部开口。

10. 如权利要求 1 至 9 中任一项所述的静压气体轴承,其特征在于,

轴承体除了环状凹槽之外,还包括:

大径环状凹槽,该大径环状凹槽形成于轴承体的一方的面上,并在环状凹槽的外侧围住该环状凹槽;

多个第一放射状凹槽,这些第一放射状凹槽的一方的端部开口于所述环状凹槽,另一方的端部开口于大径环状凹槽;

小径环状凹槽,该小径环状凹槽形成于所述环状凹槽的内侧;以及

多个第二放射状凹槽,这些第二放射状凹槽的一方的端部开口于环状凹槽,另一方的端部开口于小径环状凹槽。

11. 一种直动引导装置,其特征在于,

在具有作为引导面的上引导面及两侧引导面的引导构件的外侧配置有可动台,该可动台具有与上引导面相对的上板及与两侧引导面相对的一对侧板,各球销使球体朝向内侧地立设于该可动台的上板的下表面及一对侧板各自的内表面,在该球销与引导构件的上表面及两侧面之间,配置有权利要求 1 至 10 中任一项所述的静压气体轴承,该静压气体轴承使球体受压凹部与所述球销的球体滑动接触,并使轴承体与引导构件的上引导面及两侧引导面相对。

静压气体轴承及使用该静压气体轴承的直动引导装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种静压气体轴承及使用该静压气体轴承的直动引导装置。

背景技术

[0002] 在精密机床、半导体曝光装置等中,要求以高精度定位加工工具、基板等被加工物。为此,使用安装有与被加工物的载置台的定位装置几乎没有摩擦的静压气体轴承的直动引导装置。在这种直动引导装置中,在作为被加工物的载置台的可动台与作为引导构件的导轨之间设置压缩空气的润滑膜,以使该可动台相对于导轨非接触地移动。

[0003] 作为用于该直动引导装置的静压气体轴承的空气吹出孔的节流形式,有多孔质节流、表面节流、小孔节流、自成节流等,具有上述节流形式的静压气体轴承可根据不同的用途,一边调节负载容量及轴承刚性等一边使用。

[0004] 例如,在专利文献 1 中记载有在静压轴承垫中使用材料颗粒的直径大致均匀且能获得开气孔的均等性的一种石墨碳类的材料作为轴承构件,其中,上述静压轴承垫固定于被支承体或支承体中的任一方,经由其轴承构件并利用供给到轴承面的加压空气将支承体支承成能自由移动。

[0005] 此外,在专利文献 2 中,作为能保持较高的刚性且能实现较高的衰减性的气体轴承装置,提出了一种气体轴承装置,该气体轴承装置具有两个相对的实质平行的轴承面及通过小孔将气体供给到两轴承面间的轴承间隙的至少一个气体通道。

[0006] 此外,在专利文献 3 中,提出了一种静压气体轴承,该静压气体轴承包括:由多孔质体构成的母材;以及接合在该母材上,且由为了实现所期望的空气通过量,预先调整好通孔的直径及分布而制作成的多孔板形成的表面节流孔层,该静压气体轴承通过表面节流孔层喷出气体,并利用其静压对被支承体进行支承。

[0007] 现有技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献 1:日本专利特开昭 63-231020 号公报

[0010] 专利文献 2:日本专利特表 2006-510856 号公报

[0011] 专利文献 3:日本专利特开 2001-56027 号公报

[0012] 专利文献 4:日本专利特开 2008-82449 号公报

[0013] 上述以往的静压气体轴承尽管能实现超低摩擦、超高精度及超高速运转,但存在以下问题:作为轴承材料主要使用高强度的金属、陶瓷,需要对由上述轴承材料形成的轴承面进行高精度的研磨精加工等,因此,必然存在成本高的问题。

[0014] 然而,在不要求上述超低摩擦、超高精度及超高速运转的、例如非接触地搬运液晶屏等物品或不产生温度变化地使物品水平移动的用途中,尽管存在使用静压气体轴承时装置的结构得以简化等的优点,但另一方面,由于静压气体轴承自身较贵,在上述用途中并不能得到广泛地应用,这也是实际情况。

[0015] 鉴于上述实际情况,为了提供能在各种领域中应用的廉价的静压气体轴承,本申

请人首先提出了一种静压气体轴承,该静压气体轴承一体地包括:合成树脂制的轴承构件,该轴承构件在上表面具有自成节流孔形状或小孔节流孔形状的多个空气吹出口,在下表面具有与上述多个空气吹出口连通的供气槽;以及轴承基体,该轴承基体以覆盖上述供气槽的方式接合在上述轴承构件的下表面,并具有与上述供气槽连通的供气口(专利文献4)。

[0016] 根据该专利文献4所记载的静压气体轴承,能使用模具通过射出成形来形成构成静压气体轴承的合成树脂制的轴承构件,不需要机械加工,此外,轴承基体的结构也仅需形成与该轴承体连通的供气口,只需使该轴承体与轴承基体接合就能组装成静压气体轴承,能进行静压气体轴承的大量生产,从而能提供廉价的静压气体轴承。

[0017] 然而,由于专利文献4中记载的静压气体轴承中的空气吹出口是使用模具通过射出成形而形成的,形成直径为0.2~0.4mm左右的直径比较大的自成节流孔或小孔形状,存在从该空气吹出口吹出的供气吹出量过多而导致自激振动的可能,在实际实用时依然需要改进。

发明内容

[0018] 本发明鉴于上述情况而作,其目的在于提供一种能大量生产且廉价的静压气体轴承及使用该静压气体轴承的直动引导装置。

[0019] 本发明的静压气体轴承的特征是,包括:合成树脂制的轴承体,该轴承体具有圆环状凹部、环状肩部面、环状凹槽及多个空气吹出孔,上述圆环状凹部形成于轴承体的一方的面上,上述环状肩部面与上述圆环状凹部的外周壁面连接且直径比该外周壁面的直径大,上述环状凹槽在轴承体的另一方的面上开口,上述多个空气吹出孔形成为自成节流孔(日文:自成絞り),其在一端开口于环状凹槽,在另一端开口于圆环状凹部的环状底面;环状密封构件,该环状密封构件被与环状肩部面接触地安装;以及轴承基体,该轴承基体在与轴承体的一方的面相对的一方的面上具有供气通路,上述供气通路在一端开口于与上述轴承体的一方的面相对的轴承基体的一方的面上,在另一端开口于轴承基体的外周面上,轴承体使圆环状凹部的开口部与轴承基体的供气通路连通,并被多个旋紧构件旋紧固定于上述轴承基体,从而与轴承基体一体化,环状凹槽具有至少0.3mm的宽度、至少0.01mm的深度,空气吹出孔在其一端具有至少30 μ m的直径,在圆环状凹部与环状凹槽之间形成有自成节流孔。

[0020] 根据本发明的静压气体轴承,合成树脂制的轴承体隔着与环状肩部面接触地安装的环状密封构件旋紧固定于轴承基体,因此,合成树脂制的轴承体与轴承基体以较高的密封性被牢固地一体化,此外,合成树脂制的轴承体具有在另一方的面上开口的环状凹槽及在一端开口于环状凹槽并在另一端开口于圆环状凹部的环状底面的多个空气吹出孔,环状凹槽具有至少0.3mm的宽度、至少0.01mm的深度,空气吹出孔在其一端具有至少30 μ m的直径,在圆环状凹部与环状凹槽之间形成自成节流孔,不进行机械加工就能形成上述环状凹槽及多个空气吹出孔,因此,能进行大量生产,且能廉价地制造出。

[0021] 在优选例中,环状凹槽具有0.3~1.0mm或0.3~0.7mm的宽度、0.01~0.05mm或0.01~0.03mm的深度,空气吹出孔在其一端具有30~120 μ m的直径。

[0022] 较为理想的是,环状凹槽及空气吹出孔分别通过激光加工而形成。作为加工用激光,能从二氧化碳激光、YAG激光、UV激光、受激准分子激光等中进行选择。

[0023] 环状凹槽及空气吹出孔分别通过激光加工而形成,与切削等机械加工相比,能瞬间形成,不仅能大量生产,还能廉价地制造出。

[0024] 在本发明的静压气体轴承中,圆环状凹部的内周壁面可形成为从开口部朝环状底面逐渐扩展的截头圆锥面。

[0025] 在本发明的静压气体轴承中,也可在轴承基体的另一方的面上形成球体受压凹部。

[0026] 在本发明的静压气体轴承中,球体受压凹部可具有在轴承基体的另一方的面上开口的截头圆锥凹部或凹球面部,这些球体受压凹部可直接形成于上述轴承体的另一方的面上。

[0027] 在本发明的静压气体轴承中,球体受压凹部包括在轴承基体的另一方的面上具有开口部的圆柱状凹部,块体可嵌合固定于该圆柱状凹部,该块体在一方的面上具有截头圆锥凹部,且使该截头圆锥凹部朝圆柱状凹部的开口部开口。

[0028] 在本发明的静压气体轴承中,球体受压凹部包括在轴承基体的另一方的面上具有开口部的圆柱状凹部,块体可嵌合固定于该圆柱状凹部,该块体在一方的面上具有凹球面部,且使该凹球面部朝圆柱状凹部的开口部开口。

[0029] 在轴承基体的另一方的面上具有球体受压凹部的静压气体轴承中,球销的球体例如可与该球体受压凹部滑动接触地配置,在该情况下,静压气体轴承具有绕该球体的自动调芯功能。

[0030] 上述具有自动调芯功能的静压气体轴承适用于作为被加工物的载置台的定位装置的直动引导装置。

[0031] 在本发明的静压气体轴承中,轴承体除了环状凹槽之外,还可包括:大径环状凹槽,该大径环状凹槽形成于轴承体的一方的面上,并在环状凹槽的外侧围住该环状凹槽;多个第一放射状凹槽,这些第一放射状凹槽的一方的端部开口于所述环状凹槽,另一方的端部开口于大径环状凹槽;小径环状凹槽,该小径环状凹槽形成于所述环状凹槽的内侧;以及多个第二放射状凹槽,这些第二放射状凹槽的一方的端部开口于环状凹槽,另一方的端部开口于小径环状凹槽。

[0032] 本发明的包括静压气体轴承的直动引导装置可在具有作为引导面的上引导面及两侧引导面的引导构件的外侧配置有可动台,该可动台具有与上引导面相对的上板及与两侧引导面相对的一对侧板,各球销可使球体朝向内侧地立设于该可动台的上板的下表面及一对侧板各自的内表面,此外,在该球销与引导构件的上表面及两侧面之间,配置有上述静压气体轴承,该静压气体轴承使球体受压凹部与上述球销的球体滑动接触,并使轴承体与引导构件的上引导面及两侧引导面相对。

[0033] 根据本发明的直动引导装置,由于从轴承体的多个空气吹出孔朝引导构件的引导面喷射压缩空气,因此,能利用在引导面之间形成的空气润滑膜使可动台相对于引导面保持非接触状态。此外,若轴承体与引导面之间的轴承间隙(几 μm ~几十 μm 左右)不均匀,则会在轴承间隙各部分产生压力差,由于该压力差,轴承体能朝轴承间隙均匀的方向自动调芯,从而能保持相对于引导面平行的状态。因此,引导构件及可动台的平行度、直角度等零件精度能采用较粗的精度,除了能降低上述静压气体轴承自身的成本以外,还能提供一种廉价的直动引导装置。

[0034] 在本发明的静压气体轴承中,轴承体优选由聚缩醛树脂、聚酰胺树脂、聚苯硫醚树脂等可热塑性合成树脂形成,此外,轴承基体优选由聚缩醛树脂、聚酰胺树脂、聚苯硫醚树脂等可热塑性合成树脂,或者在这些可热塑性合成树脂中含有 30 ~ 50 质量%的玻璃纤维、玻璃粉末、碳纤维或无机填充材的含有加强填充材的可热塑性合成树脂,或者铝或铝合金形成。这些合成树脂制的轴承体及轴承基体可通过对合成树脂材料进行机械加工而形成,也可使用模具通过射出成形而形成。

[0035] 根据本发明,能提供一种可大量生产且廉价的静压气体轴承及使用该静压气体轴承的直动引导装置。

附图说明

- [0036] 图 1 是本发明实施方式的优选例的俯视说明图。
[0037] 图 2 是图 1 的 II — II 线向视剖视说明图。
[0038] 图 3 是图 2 的仰视说明图。
[0039] 图 4 是图 2 的轴承体的仰视说明图。
[0040] 图 5 是图 2 的局部放大剖视说明图。
[0041] 图 6 是轴承基体的仰视说明图。
[0042] 图 7 是图 6 的 VII — VII 线向视剖视说明图。
[0043] 图 8 是轴承体的仰视说明图。
[0044] 图 9 是图 8 的 IX — IX 线向视剖视说明图。
[0045] 图 10 是图 8 的立体说明图。
[0046] 图 11 是轴承基体和轴承体的组装体的剖视说明图。
[0047] 图 12 是轴承体的其它实施方式的俯视说明图。
[0048] 图 13 是轴承基体的其它实施方式的仰视说明图。
[0049] 图 14 是图 13 的 XIV — XIV 线向视剖视说明图。
[0050] 图 15 是图 14 所示的轴承基体和轴承体的组装体的剖视说明图。
[0051] 图 16 是具有自动调芯功能的静压气体轴承的剖视说明图。
[0052] 图 17 是轴承基体的另一实施方式的仰视说明图。
[0053] 图 18 是图 17 的 XVIII — XVIII 线向视剖视说明图。
[0054] 图 19 是图 18 所示的轴承基体和轴承体的组装体的剖视说明图。
[0055] 图 20 是具有自动调芯功能的静压气体轴承的剖视说明图。
[0056] 图 21 是轴承基体的其它实施方式的仰视说明图。
[0057] 图 22 是图 21 的 XXII — XXII 线向视剖视说明图。
[0058] 图 23 是图 21 的立体说明图。
[0059] 图 24 是块体的剖视说明图。
[0060] 图 25 是嵌合固定有图 21 所示的块体的轴承基体的剖视说明图。
[0061] 图 26 是图 25 所示的轴承基体和轴承体的组装体的剖视说明图。
[0062] 图 27 是具有自动调芯功能的静压气体轴承的剖视说明图。
[0063] 图 28 是块体的其它实施方式的剖视说明图。
[0064] 图 29 是嵌合固定有图 28 所示的块体的轴承基体的剖视说明图。

[0065] 图 30 是图 29 所示的轴承基体和轴承体的组装体的剖视说明图。

[0066] 图 31 是具有自动调芯功能的静压气体轴承的剖视说明图。

[0067] 图 32 是使用静压气体轴承的直动引导装置的剖视说明图。

[0068] (符号说明)

[0069] 1 静压气体轴承

[0070] 2 轴承基体

[0071] 3 环状密封构件

[0072] 4 旋紧构件

[0073] 5 轴承体

[0074] 13 供气通路

[0075] 22 圆环状凹部

[0076] 23 外周壁面

[0077] 24 环状肩部面

[0078] 31 空气吹出孔

具体实施方式

[0079] 接着,根据如图所示的优选实施方式的例子对本发明进行进一步详细的说明。另外,本发明并不限于这些例子。

[0080] 在图 1 至图 5 中,静压气体轴承 1 包括:轴承基体 2,该轴承基体 2 优选由聚缩醛树脂(POM)、聚酰胺树脂(PA)、聚苯硫醚树脂(PPS)等可热塑性合成树脂,或者在这些可热塑性合成树脂中含有 30~50 质量%的玻璃纤维、玻璃粉末、碳纤维或无机填充材的含有加强填充材的可热塑性合成树脂,或者铝或铝合金形成;以及合成树脂制的轴承体 5,该轴承体 5 被旋紧构件 4 旋紧而隔着环状密封构件 3 与轴承基体 2 一体化,优选由聚缩醛树脂、聚酰胺树脂、聚苯硫醚树脂等可热塑性合成树脂形成。

[0081] 尤其如图 6 及图 7 所示,轴承基体 2 包括:供气孔 9,该供气孔 9 在一端 6 具有开口于俯视呈圆形的一方的面 7 的圆形的开口部 8;供气通路 13,该供气通路 13 在一端 10 与供气孔 9 连通,在另一端 11 开口于外周面 12;以及螺栓插通孔 18,该螺栓插通孔 18 在一端 14 开口于一方的面 7,在另一端 15 通过环状台阶部 16 而直径扩大并开口于另一方的面 17,该螺栓插通孔 18 沿圆周方向等间隔地形成有多个。

[0082] 在供气通路 13 的开口于外周面 12 的端部 19 形成有阴螺纹 20,在该阴螺纹 20 中螺合固定有供气插头(未图示)。

[0083] 尤其如图 8 至图 10 所示,轴承体 5 具有:形成于与轴承基体 2 的一方的面 7 相对的一方俯视呈圆形的面 21 上的圆环状凹部 22;由环状肩部面 24 形成且在一方的面 21 上开口的扩径凹部 25;在另一方的俯视呈圆形的面 26 上开口的环状凹槽 27;在一端 28 与环状凹槽 27 连通并在另一端 29 开口于圆环状凹部 22 的环状底面 30 的多个空气吹出孔 31;以及在一方的面 21 的外周缘沿圆周方向等间隔地形成的多个阴螺纹孔 32。

[0084] 环状肩部面 24 具有:与圆环状凹部 22 的圆筒状的外周壁面 23 连接并朝径向向外方延伸的径向环状肩部面 24a;以及与径向环状肩部面 24a 连接并朝轴向延伸的轴向圆筒状肩部面 24b。

[0085] 如图 5 所示,由轴承体 5 的环状面 33 和彼此相对的圆筒面 34 形成的环状凹槽 27 具有至少 0.3mm 的宽度 W 和至少 0.01mm 的深度 d ,在本例中,空气吹出孔 31 在其一端 28 从一端 28 至另一端 29 具有至少 $30\ \mu\text{m}$ 的直径 D ,在圆环状凹部 22 的环状底面 30 与环状凹槽 27 之间形成有自成节流孔。

[0086] 如图 8 至图 10 所示,圆环状凹部 22 的内周壁面 35 形成为从圆环状凹部 22 的开口部 36 至圆环状凹部 22 的环状底面 30 逐渐扩展地延伸的截头圆锥面 37,通过使内周壁面 35 形成为截头圆锥面 37,形成于圆环状凹部 22 的环状底面 30 与一方的面 21 之间的环状薄壁部 38 在径向上不会变大,能增大圆环状凹部 22 的容积,因此,不会使具有环状薄壁部 38 的轴承体 5 的强度降低。

[0087] 圆环状凹部 22 由开设有空气吹出孔 31 的另一端 29 的环状底面 30、与环状底面 30 的外缘连接的圆筒状的外周壁面 23、具有与环状底面 30 的内缘连接的截头圆锥面 37 的内周壁面 35 形成。

[0088] 尤其如图 2 所示,作为环状密封构件 3 的 \bigcirc 形环以具有压溃量的方式从圆环状凹部 22 的开口部 36 突出地安装于轴承体 5 的扩径凹部 25, \bigcirc 形环被按压于轴承体 5 的一方的面 21 与轴承基体 2 的一方的面 7 之间的接合面而被夹持设置,来对面 21 及面 7 之间进行密封。

[0089] 根据上述静压气体轴承 1,轴承体 5 被作为旋紧构件 4 的内六角螺栓隔着安装于扩径凹部 25 的 \bigcirc 形环而与轴承基体 2 旋紧一体化,因此,可实现廉价的制造。此外,空气吹出孔 31 是直径 D 至少为 $30\ \mu\text{m}$ 的极小的直径,能抑制因从空气吹出孔 31 喷射出大量的空气而导致自激振动的产生。

[0090] 接着,对图 1 至图 5 所示的静压气体轴承 1 的制造方法的例子进行说明,首先,准备图 6 及图 7 所示的含有加强填充材的合成树脂制或者铝或铝合金制的轴承基体 2、在图 8 至图 10 所示的合成树脂制的轴承体 5 中没有环状凹槽 27 及空气吹出孔 31 的轴承体 5a,如图 11 所示,使轴承体 5a 的圆环状凹部 22 的开口部 36 隔着安装于扩径凹部 25 的 \bigcirc 形环与轴承基体 2 的供气孔 9 的开口部 8 连通,并使轴承体 5a 的阴螺纹孔 32 与轴承基体 2 的螺栓插通孔 18 的一端 14 对齐,然后,使作为旋紧构件 4 的内六角螺栓贯穿螺栓插通孔 18 并使内六角螺栓的阳螺纹部与轴承体 5 的阴螺纹孔 32 螺合固定,以使轴承基体 2 与轴承体 5 旋紧一体化,从而形成组装体 39。

[0091] 利用激光加工机对如上所述旋紧一体化的组装体 39 中的轴承体 5a 的另一方的面 26 照射激光,以形成环状凹槽 27 和多个自成节流孔形状的空气吹出孔 31,从而制作出静压气体轴承 1,其中,上述环状凹槽 27 的宽度 W 为 $0.3 \sim 1.0\text{mm}$ 、深度 d 为 $0.01 \sim 0.05\text{mm}$,上述空气吹出孔 31 在形成环状凹槽 27 的环状面 33 从环状面 33 贯通轴承体 5a 而开口于圆环状凹部 22 的环状底面 30,其直径 D 至少为 $30\ \mu\text{m}$,优选为 $30 \sim 120\ \mu\text{m}$ 。

[0092] 作为所使用的加工用激光,能从二氧化碳激光、YAG 激光、UV 激光或受激准分子激光等中进行选择,优选使用二氧化碳激光。

[0093] 使用激光输出功率为 9.5W 的二氧化碳激光,以 1000mm/s 的扫描速度进行一次重叠印刻,加工时间为 2 秒,以在由聚苯硫醚树脂形成的轴承体 5 的面 26 上形成并加工出以直径为 30mm 的圆弧为中心、宽度为 0.5mm、深度为 0.05mm 的环状凹槽 27,此外,在环状凹槽 27 的环状面 33 上,以 14W 的激光输出功率、15 秒加工时间,在圆周方向上的 10 等分位置上

加工形成出 10 个自成节流孔形状的空气吹出孔 31, 该空气吹出孔 31 从环状面 33 贯通轴承体 5 而开口于圆环状凹部 22 的环状底面 30, 其直径为 0.06mm。

[0094] 上述静压气体轴承 1 的轴承体 5 具有一个环状凹槽 27, 但除了环状凹槽 27 以外, 轴承体 5 也可如图 12 所示, 还具有大径环状凹槽 40、多个放射状凹槽 43、小径环状凹槽 44 和多个放射状凹槽 47, 其中, 上述环状凹槽 40 形成于轴承体 5 的一方的面 26 并在环状凹槽 27 的外侧围住环状凹槽 27 且与环状凹槽 27 同心, 上述放射状凹槽 43 的一方的端部 41 开口于环状凹槽 27, 另一方端部 42 开口于大径环状凹槽 40, 上述小径环状凹槽 44 形成于环状凹槽 27 的内侧且与环状凹槽 27 同心, 上述放射状凹槽 47 的一方的端部 45 开口于环状凹槽 27, 另一方的端部 46 开口于小径环状凹槽 44。

[0095] 在具有图 12 所示的轴承体 5 的静压气体轴承 1 中, 被供气到环状凹槽 27 的空气经由放射状凹槽 43 及 47 被供给至大径环状凹槽 40 及小径环状凹槽 44, 因此, 供给面积变大, 例如在物品浮起时, 能进行稳定的浮起。

[0096] 图 13 至图 16 表示静压气体轴承 1 的其它实施方式, 在轴承基体 2 的另一方的俯视呈圆形的面 17 的中央部形成有在面 17 上具有俯视呈圆形的开口部 48 的凹部 49, 凹部 49 具有俯视呈圆形的底面 50、从底面 50 朝向开口部 48 逐渐扩展地延伸的截头圆锥面 51。

[0097] 与上述静压气体轴承 1 同样, 具有凹部 49 的轴承基体 2 在使供气孔 9 的开口部 8 与在扩径凹部 25 安装有○形环的轴承体 5 的圆环状凹部 22 的开口部 36 连通并使轴承体 5 的阴螺纹孔 32 与轴承基体 2 的螺栓插通孔 18 的一端 14 对齐之后, 使作为旋紧构件 4 的内六角螺栓贯穿螺栓插通孔 18 并使内六角螺栓的阳螺纹部与轴承体 5 的阴螺纹孔 32 螺合固定, 以使轴承基体 2 与轴承体 5 旋紧一体化, 从而形成组装体 52。

[0098] 利用激光加工机对如上所述旋紧一体化的组装体 52 中的轴承体 5 的另一方的面 26 照射激光, 以形成环状凹槽 27 和多个自成节流孔形状的空气吹出孔 31, 从而制作出静压气体轴承 1, 其中, 上述环状凹槽 27 的宽度 W 为 0.3 ~ 1.0mm、深度 d 为 0.01 ~ 0.05mm, 上述空气吹出孔 31 在形成环状凹槽 27 的环状面 33 从环状面 33 贯通轴承体 5 而开口于圆环状凹部 22 的环状底面 30, 其直径 D 至少为 30 μm , 优选为 30 ~ 120 μm 。

[0099] 在如上所述形成的静压气体轴承 1 中, 如图 16 所示, 球销 53 的球体 54 被与轴承基体 2 的凹部 49 的截头圆锥面 51 滑动接触地配置, 因而具有自动调芯功能。

[0100] 图 17 及图 20 表示静压气体轴承 1 的另一实施方式, 在轴承基体 2 的另一方的俯视呈圆形的面 17 的中央部形成有在面 17 上具有俯视呈圆形的开口部 48 的凹部 49, 凹部 49 具有凹球面 55, 该凹球面 55 从底面 50 朝向开口部 48 展开。

[0101] 与上述静压气体轴承 1 同样, 包括具有凹球面 55 的凹部 49 的轴承基体 2 在使供气孔 9 的开口部 8 与在扩径凹部 25 安装有○形环的轴承体 5 的圆环状凹部 22 的开口部 36 连通并使轴承体 5 的阴螺纹孔 32 与轴承基体 2 的螺栓插通孔 18 的一端 14 对齐之后, 使作为旋紧构件 4 的内六角螺栓贯穿螺栓插通孔 18 并使内六角螺栓的阳螺纹部与轴承体 5 的阴螺纹孔 32 螺合固定, 以使轴承基体 2 与轴承体 5 旋紧一体化, 从而形成组装体 56。

[0102] 与上述同样, 利用激光加工机对如上所述旋紧一体化的组装体 56 中的轴承体 5 的另一方的面 26 照射激光, 以形成环状凹槽 27 和多个自成节流孔形状的空气吹出孔 31, 从而制作出静压气体轴承 1, 其中, 上述环状凹槽 27 的宽度 W 为 0.3 ~ 1.0mm、深度 d 为 0.01 ~ 0.05mm, 上述空气吹出孔 25 在形成环状凹槽 27 的环状面 33 从环状面 33 贯通轴承体 5 而

开口于圆环状凹部 22 的环状底面 30,其直径 D 至少为 $30\ \mu\text{m}$,优选为 $30\sim 120\ \mu\text{m}$ 。

[0103] 在如上所述形成的静压气体轴承 1 中,如图 20 所示,球销 53 的球体 54 被与轴承基体 2 的凹部 49 的凹球面 55 滑动接触地配置,因而具有自动调芯功能。

[0104] 图 21 至图 27 表示具有自动调芯功能的静压气体轴承 1 的其它实施方式。在轴承基体 2 的另一方的俯视呈圆形的面 17 的中央部形成有在面 17 上具有俯视呈圆形的开口部 57 且具有圆形的底面 58 的圆柱状凹部 59,如图 24 所示,块体 68 使一方的面 62 朝向圆柱状凹部 59 的底面 58 地嵌合固定于圆柱状凹部 59,其中,上述块体 68 包括:圆柱体 60;在一端 61 开口于圆柱体 60 的一方的面 62 的圆孔 63;以及与圆孔 63 的另一端 64 连接且从另一端 64 朝向另一方的面 65 逐渐扩展地延伸并在圆柱体 60 的另一方的面 65 上开口而具有截头圆锥面 66 的凹部 67。

[0105] 与上述静压气体轴承 1 同样,嵌合固定有块体 68 的轴承基体 2 在使供气孔 9 的开口部 8 与在扩径凹部 25 安装有 O 形环的轴承体 5 的圆环状凹部 22 的开口部 36 连通并使轴承基体 2 的螺栓插通孔 18 的一端 14 与轴承体 5 的阴螺纹孔 32 对齐之后,使作为旋紧构件 4 的内六角螺栓贯穿螺栓插通孔 18 并使内六角螺栓的阳螺纹部与轴承体 5 的阴螺纹孔 32 螺合固定,以使轴承基体 2 与轴承体 5 旋紧一体化,从而形成组装体 70。

[0106] 与上述同样,利用激光加工机对如上所述旋紧一体化的组装体 70 中的轴承体 5 的另一方的面 26 照射激光,以形成环状凹槽 27 和多个自成节流孔形状的空气吹出孔 31,从而制作出静压气体轴承 1,其中,上述环状凹槽 27 的宽度 W 为 $0.3\sim 1.0\text{mm}$ 、深度 d 为 $0.01\sim 0.05\text{mm}$,上述空气吹出孔 25 在形成环状凹槽 27 的环状面 33 从环状面 33 贯通轴承体 5 而开口于圆环状凹部 22 的环状底面 30,其直径 D 至少为 $30\ \mu\text{m}$,优选为 $30\sim 120\ \mu\text{m}$ 。

[0107] 在如上所述形成的静压气体轴承 1 中,如图 27 所示,球销 53 的球体 54 被与嵌合固定于轴承基体 2 的另一方的面 17 上的块体 68 的凹部 67 的截头圆锥面 66 滑动接触地配置,因而具有自动调芯功能。

[0108] 图 28 至图 31 表示具有自动调芯功能的静压气体轴承 1 的另一实施方式。在轴承基体 2 的另一方的俯视呈圆形的面 17 的中央部形成有在面 17 上具有俯视呈圆形的开口部 57 且具有圆形的底面 58 的圆柱状凹部 59,如图 28 所示,块体 68 使一方的面 62 朝向圆柱状凹部 59 的底面 58 地嵌合固定于圆柱状凹部 59,其中,上述块体 68 包括:圆柱体 60;在一端 61 开口于圆柱体 60 的一方的面 62 的圆孔 63;以及具有与圆孔 63 的另一端 64 连接且从另一端 64 朝向另一方的面 65 扩开的凹球面 69 的凹部 67。

[0109] 与上述静压气体轴承 1 同样,嵌合固定有块体 68 的轴承基体 2 在使供气孔 9 的开口部 8 与在扩径凹部 25 安装有 O 形环的轴承体 5 的圆环状凹部 22 的开口部 36 连通并使轴承基体 2 的螺栓插通孔 18 的一端 14 与轴承体 5 的阴螺纹孔 32 对齐之后,使作为旋紧构件 4 的内六角螺栓贯穿螺栓插通孔 18 并使内六角螺栓的阳螺纹部与轴承体 5 的阴螺纹孔 32 螺合固定,以使轴承基体 2 与轴承体 5 旋紧一体化,从而形成组装体 71。

[0110] 与上述同样,利用激光加工机对如上所述旋紧一体化的组装体 71 中的轴承体 5 的另一方的面 26 照射激光,以形成环状凹槽 27 和多个自成节流孔形状的空气吹出孔 31,从而制作出静压气体轴承 1,其中,上述环状凹槽 27 的宽度 W 为 $0.3\sim 1.0\text{mm}$ 、深度 d 为 $0.01\sim 0.05\text{mm}$,上述空气吹出孔 25 在形成环状凹槽 27 的环状面 33 从环状面 33 贯通轴承体 5 而开口于圆环状凹部 22 的环状底面 30,其直径 D 至少为 $30\ \mu\text{m}$,优选为 $30\sim 120\ \mu\text{m}$ 。

[0111] 在如上所述形成的静压气体轴承 1 中,如图 31 所示,球销 53 的球体 54 被与嵌合固定于轴承基体 2 的圆柱状凹部 59 中的块体 68 的凹部 67 的凹球面 69 滑动接触地配置,因而具有自动调芯功能。

[0112] 利用滑动特性优异的材料、例如聚缩醛树脂、聚酰胺树脂、聚酯树脂等具有自润滑性的可热塑性合成树脂或者铜或铜合金等形成与形成于轴承基体 2 的另一方的俯视呈圆形的面 17 的中央部上的圆柱状凹部 59 嵌合固定的块体 68,因此,能使块体 68 的凹部 67 的截头圆锥面 66 或凹球面 69 与球销 53 的球体 54 的滑动接触更加顺畅地进行。

[0113] 图 32 表示使用了图 27 所示的静压气体轴承 1 的直动引导装置 72,直动引导装置 72 由引导构件 75、横截面呈 π 字形的可动台 78、球销 53、静压气体轴承 1 形成,其中,上述引导构件 75 具有作为引导面的上引导面 73 及两侧引导面 74、74,上述可动台 78 跨在引导构件 75 的外侧配置,包括与上引导面 73 相对的上板 76 及与两侧引导面 74、74 相对的一对侧板 77、77,上述球销 53 使球体 54 朝向内侧地固定于可动台 78 的上板 76 的下表面 79 及一对侧板 77 各自的内表面 80、80,上述静压气体轴承 1 配置在球销 53 与引导构件 75 的上引导面 73 及两侧引导面 74、74 之间,使块体 68 的截头圆锥面 66 与球销 53 的球体 54 滑动接触并使轴承体 5 的一方的面 26 与引导构件 75 的上引导面 73 及两侧引导面 74、74 相对。

[0114] 根据该直动引导装置 72,由于从轴承体 5 的多个空气吹出孔 31 对引导构件 75 的上引导面 73 及两侧引导面 74、74 喷射压缩空气,因此,能利用在上引导面 73 及两侧引导面 74、74 之间形成的空气润滑膜使可动台 78 相对于上引导面 73 及两侧引导面 74、74 保持非接触状态。此外,若轴承体 5 与上引导面 73 及两侧引导面 74、74 之间的轴承间隙不均匀,则会在轴承间隙各部分产生压力差,但由于该压力差,静压气体轴承 1 能朝轴承间隙均匀的方向自动调芯,从而能保持相对于上引导面 73 及两侧引导面 74、74 平行的状态。因此,引导构件 75 及可动台 78 的平行度、直角度等零件精度能采用较粗的精度,除了能降低静压气体轴承 1 自身的成本以外,还能容易地制作出直动引导装置 72 及实现成本降低。

[0115] 在直动引导装置 72 中,也可使用图 16、图 20 及图 31 所示的静压气体轴承 1 作为具有自动调芯功能的静压气体轴承 1。

[0116] 如上所述,轴承体和轴承基体被旋紧构件隔着环状密封构件旋紧而一体化,因此,轴承体与轴承基体之间的接合面被牢固地密封,在轴承体的一方的面上形成有环状凹槽和多个自成节流孔形状的空气吹出孔,其中,上述环状凹槽的宽度 W 为 $0.3 \sim 1.0\text{mm}$ 、深度 d 为 $0.01 \sim 0.05\text{mm}$,上述空气吹出孔在形成环状凹槽的环状面从环状面贯通轴承体而开口于圆环状凹部的环状底面,其直径 D 至少为 $30 \mu\text{m}$,由于不通过机械加工就能形成该环状凹槽和空气吹出孔,因此,不仅能提供可大量生产、廉价的静压气体轴承,还能提供使用了该静压气体轴承的制作容易且实现了成本降低的直动引导装置。

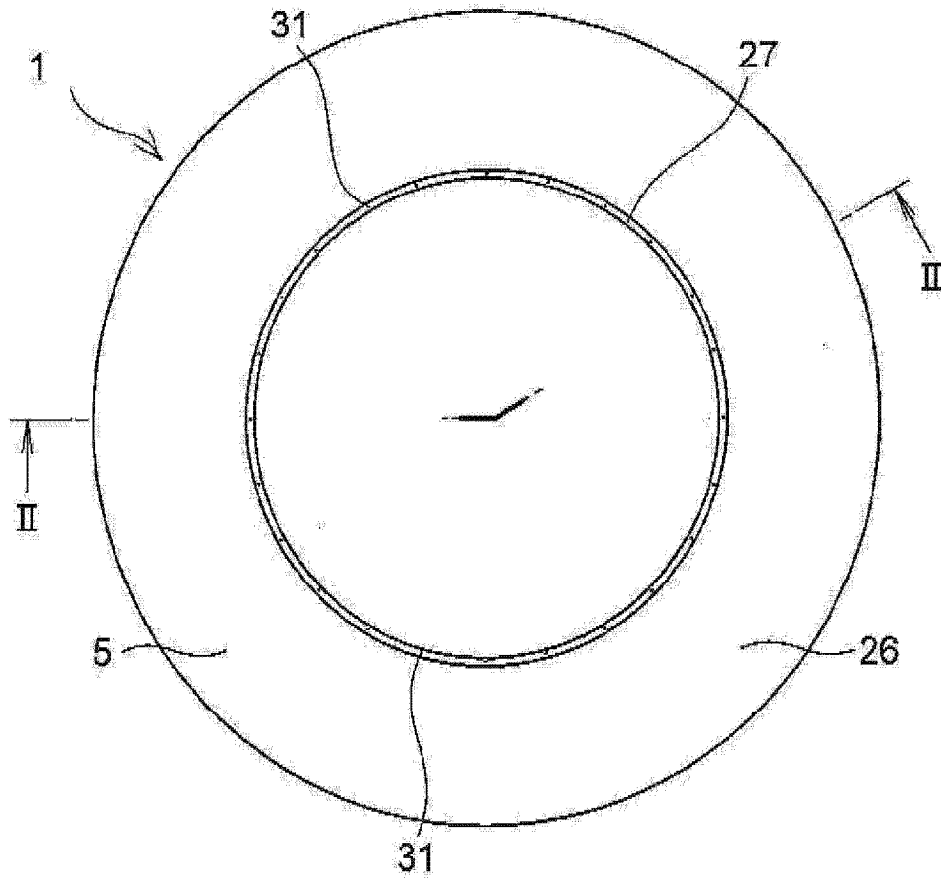


图 1

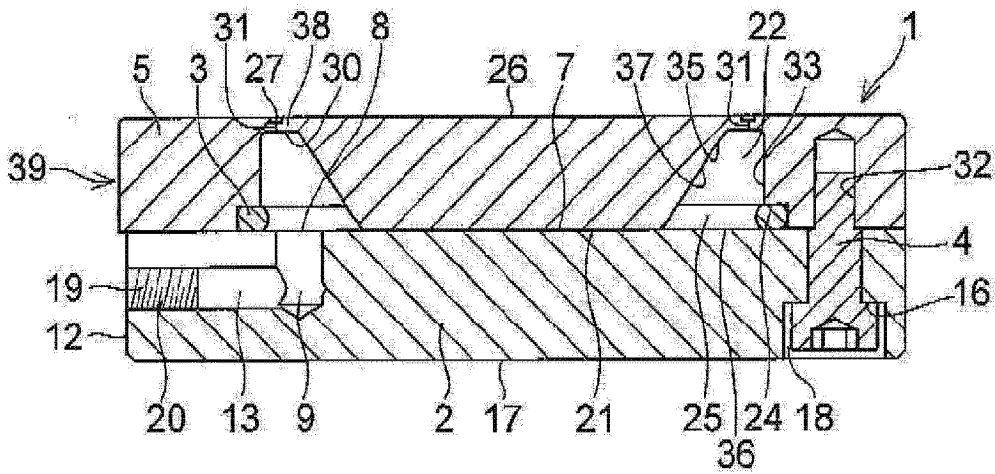


图 2

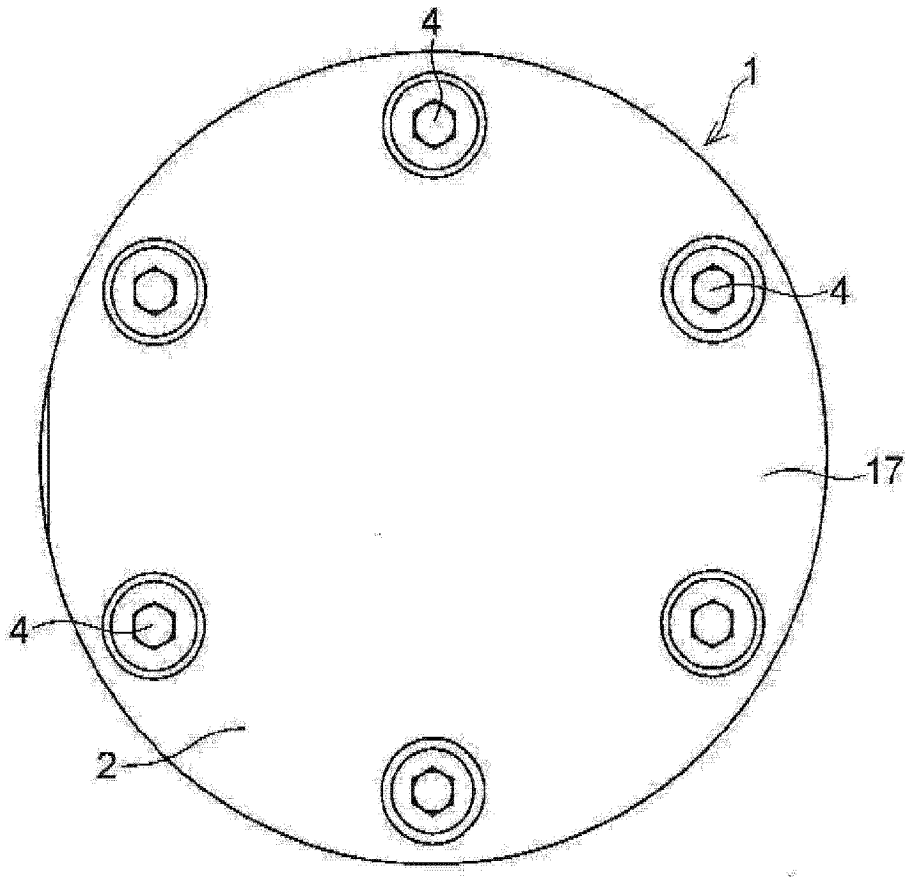


图 3

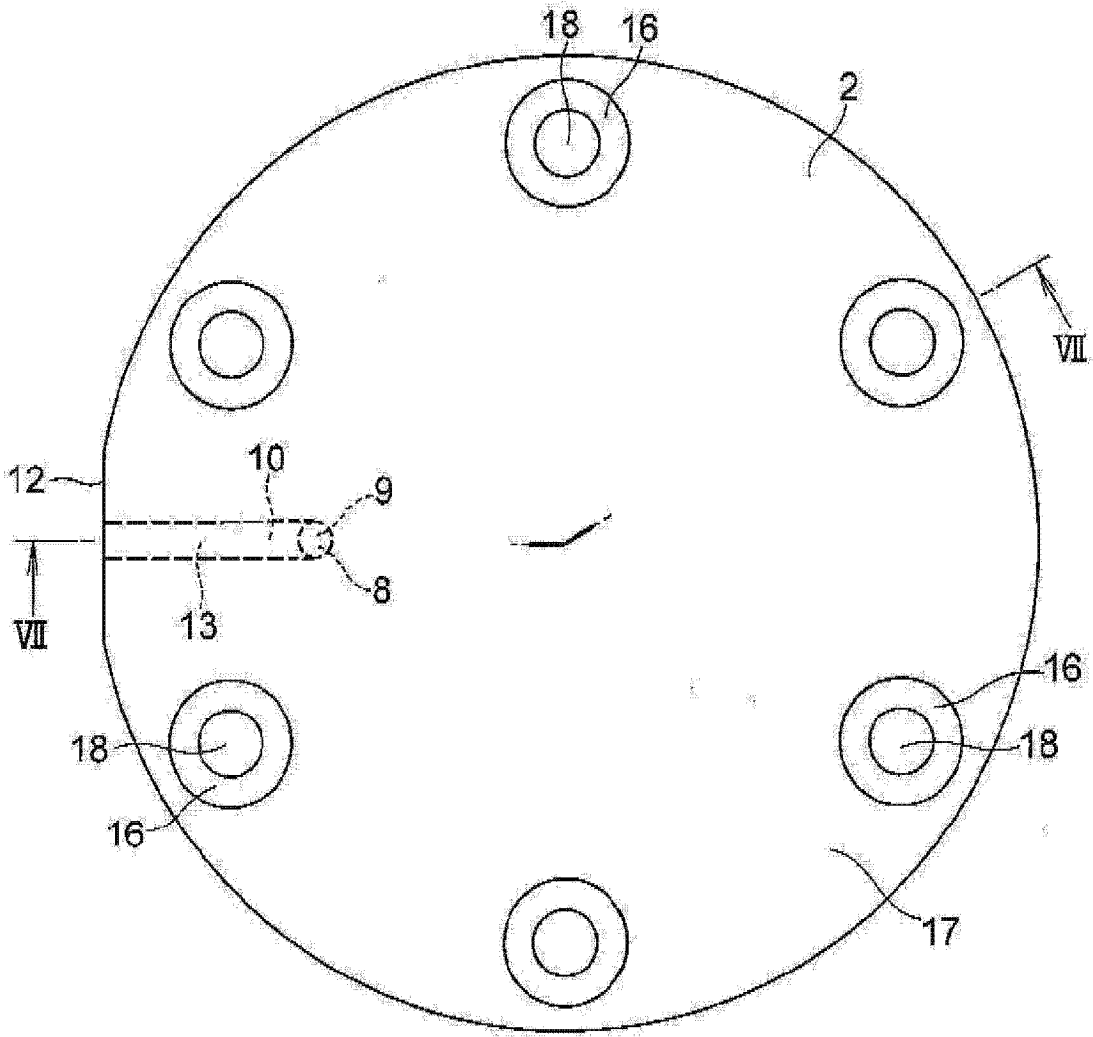


图 6

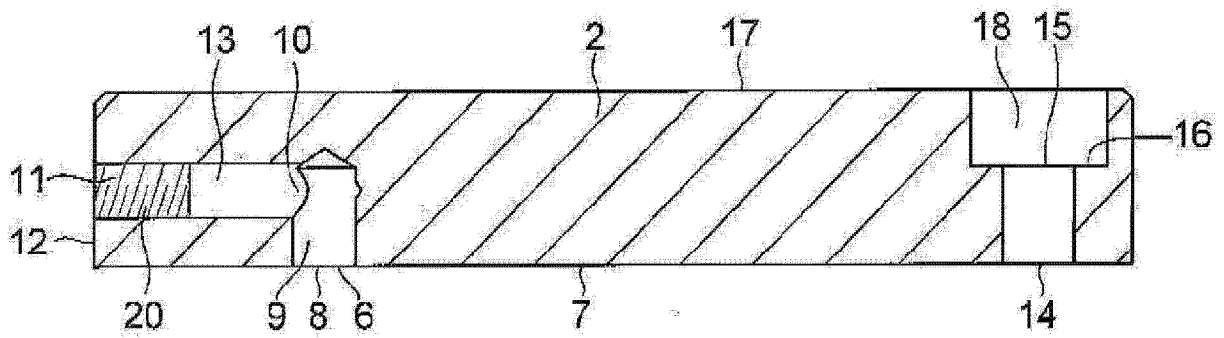


图 7

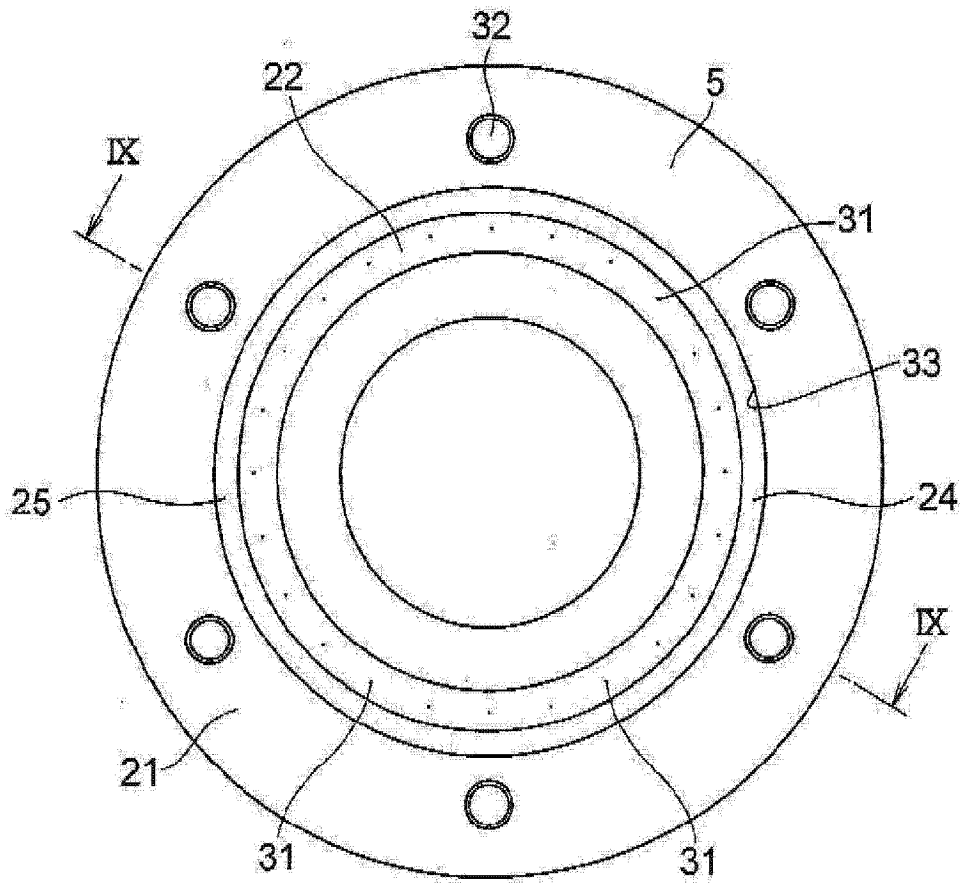


图 8

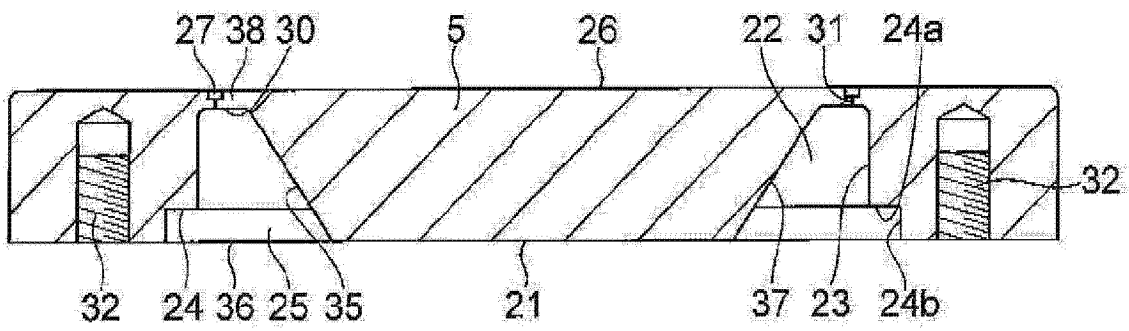


图 9

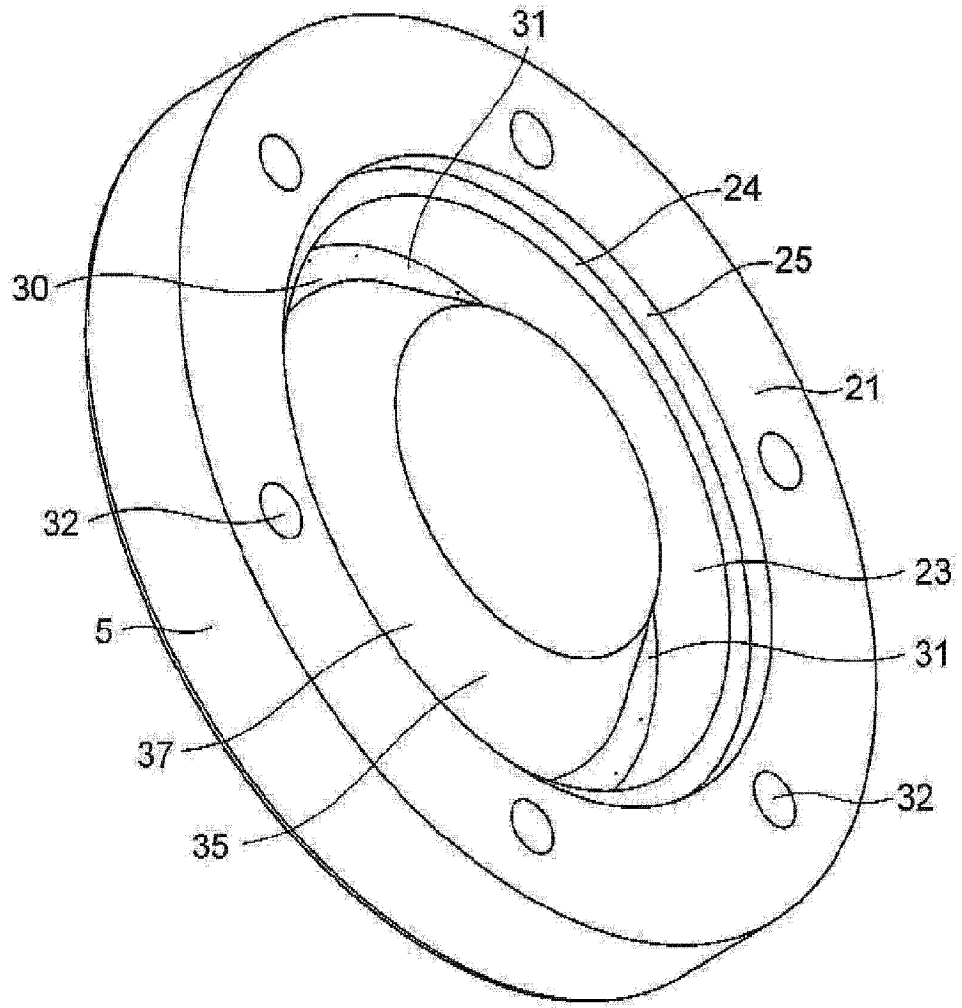


图 10

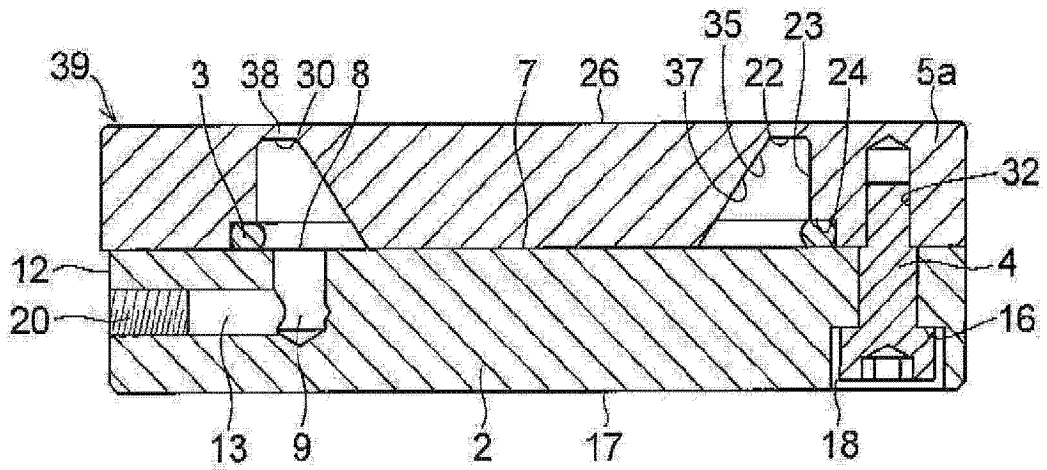


图 11

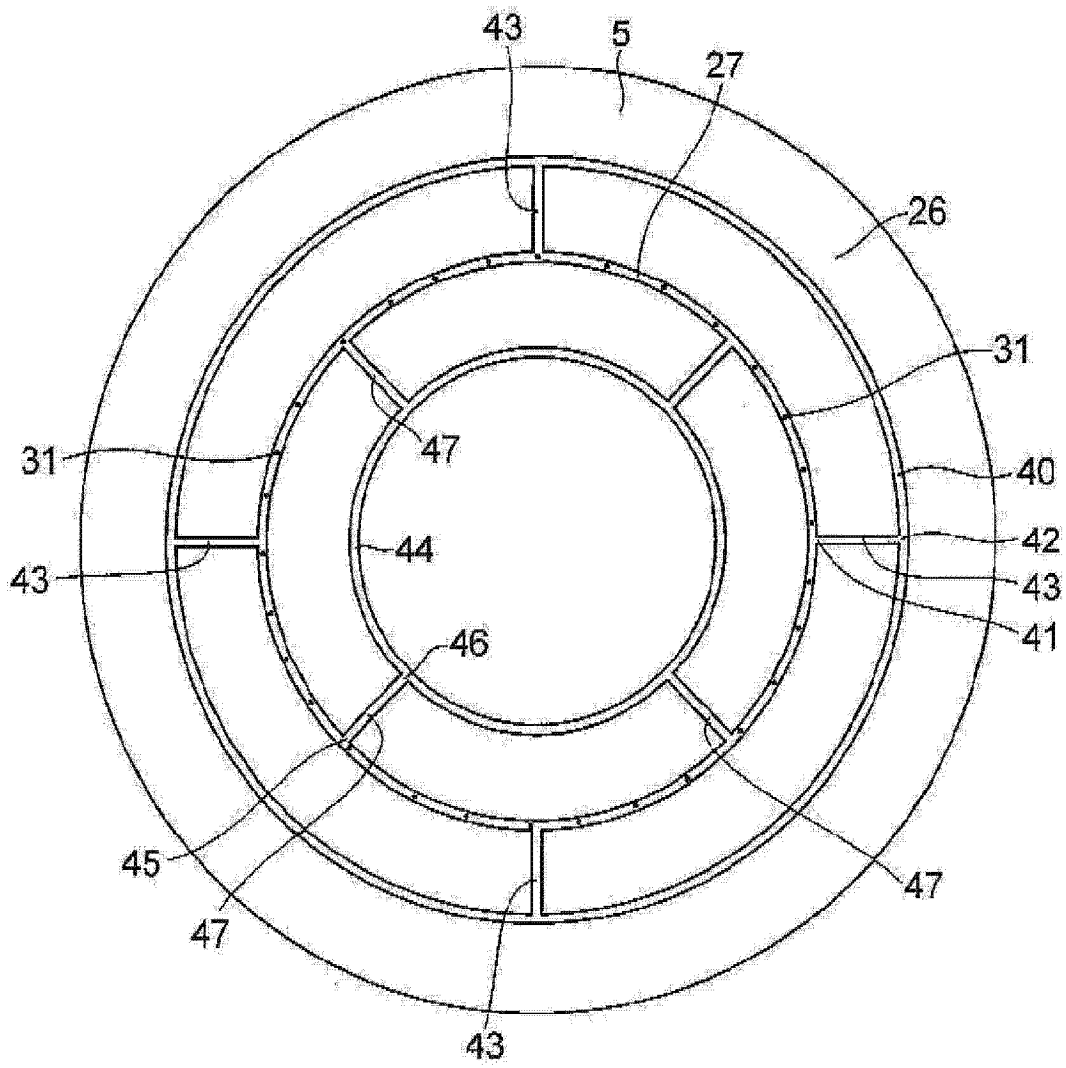


图 12

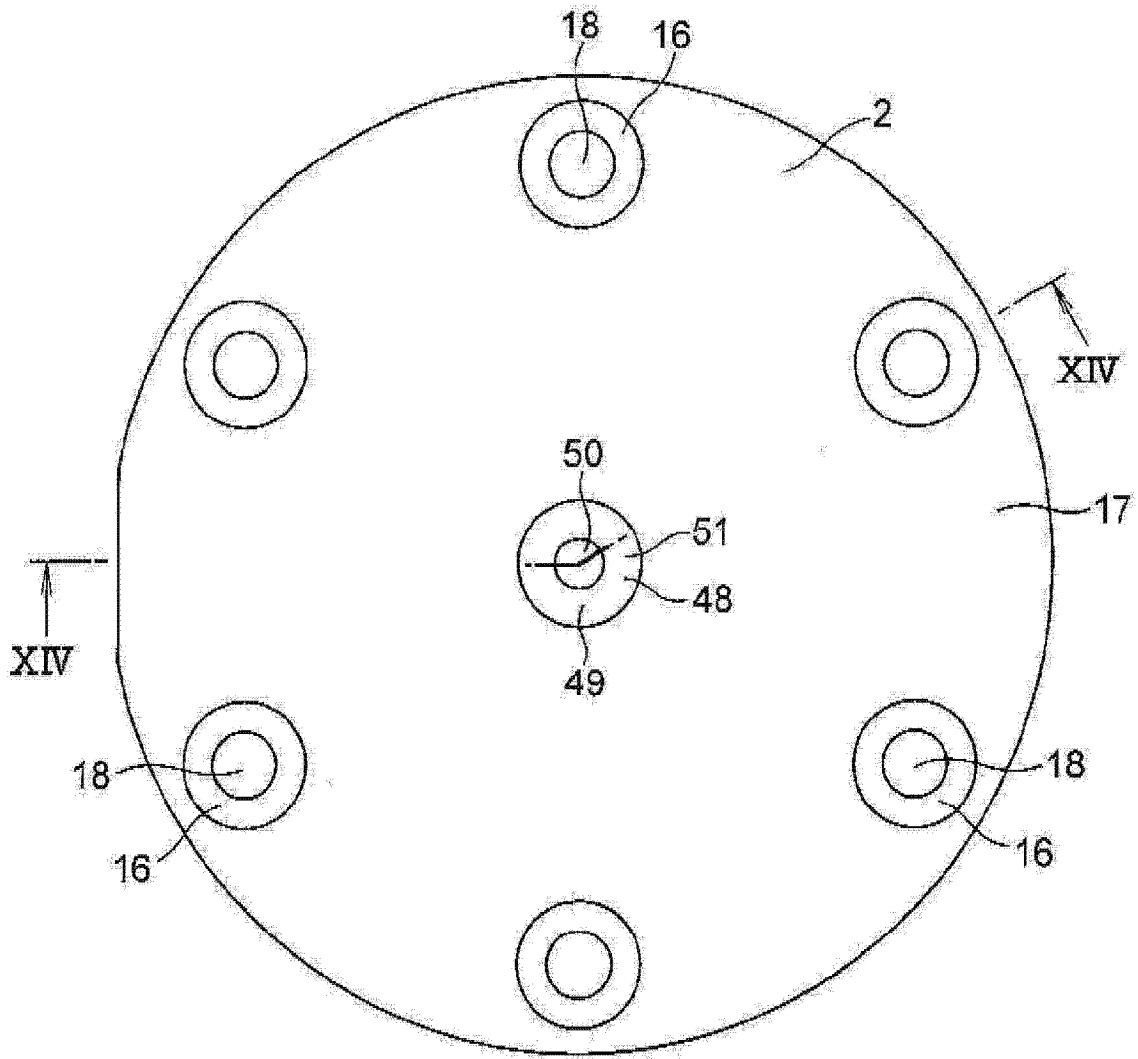


图 13

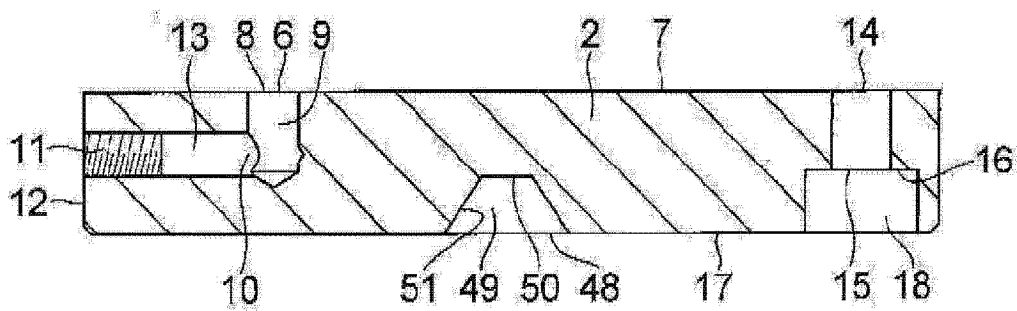


图 14

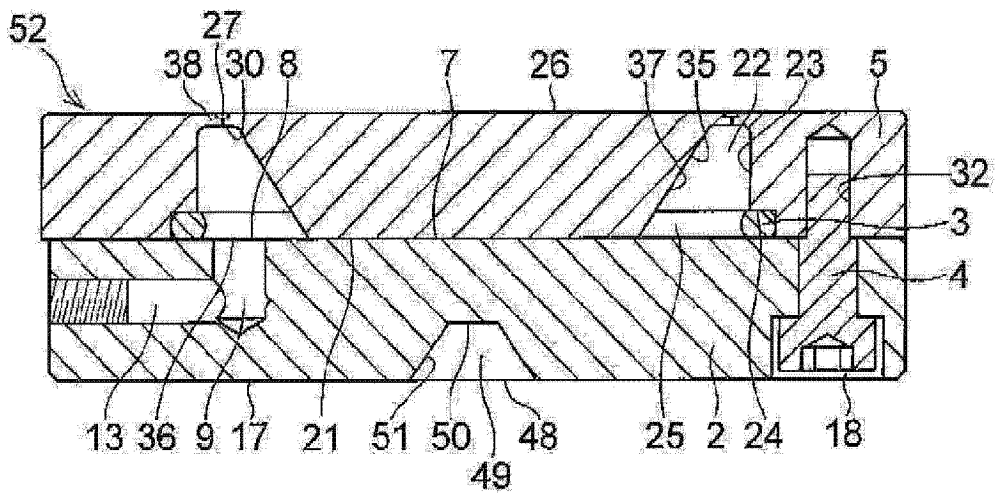


图 15

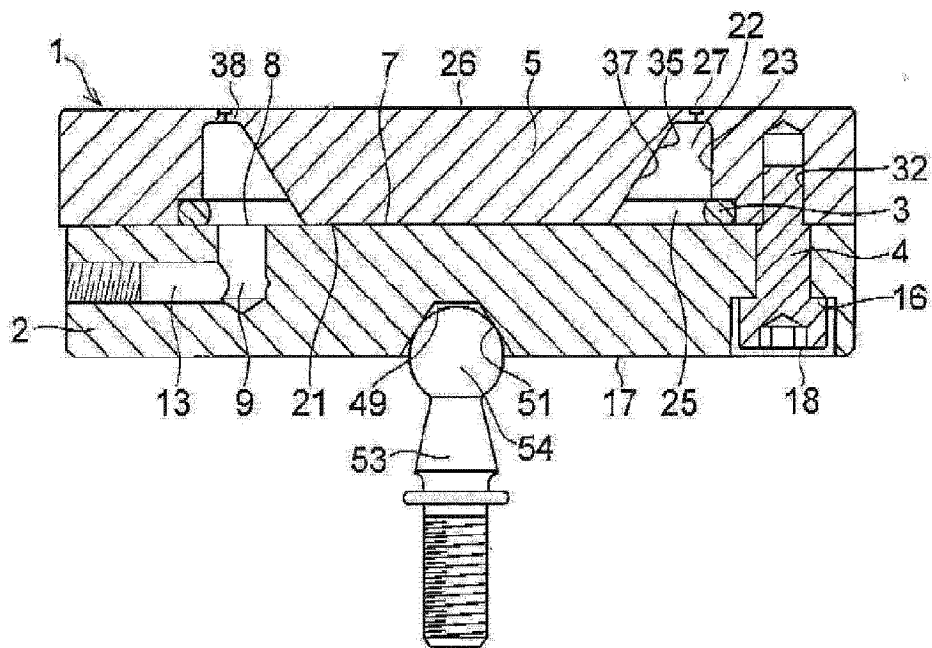


图 16

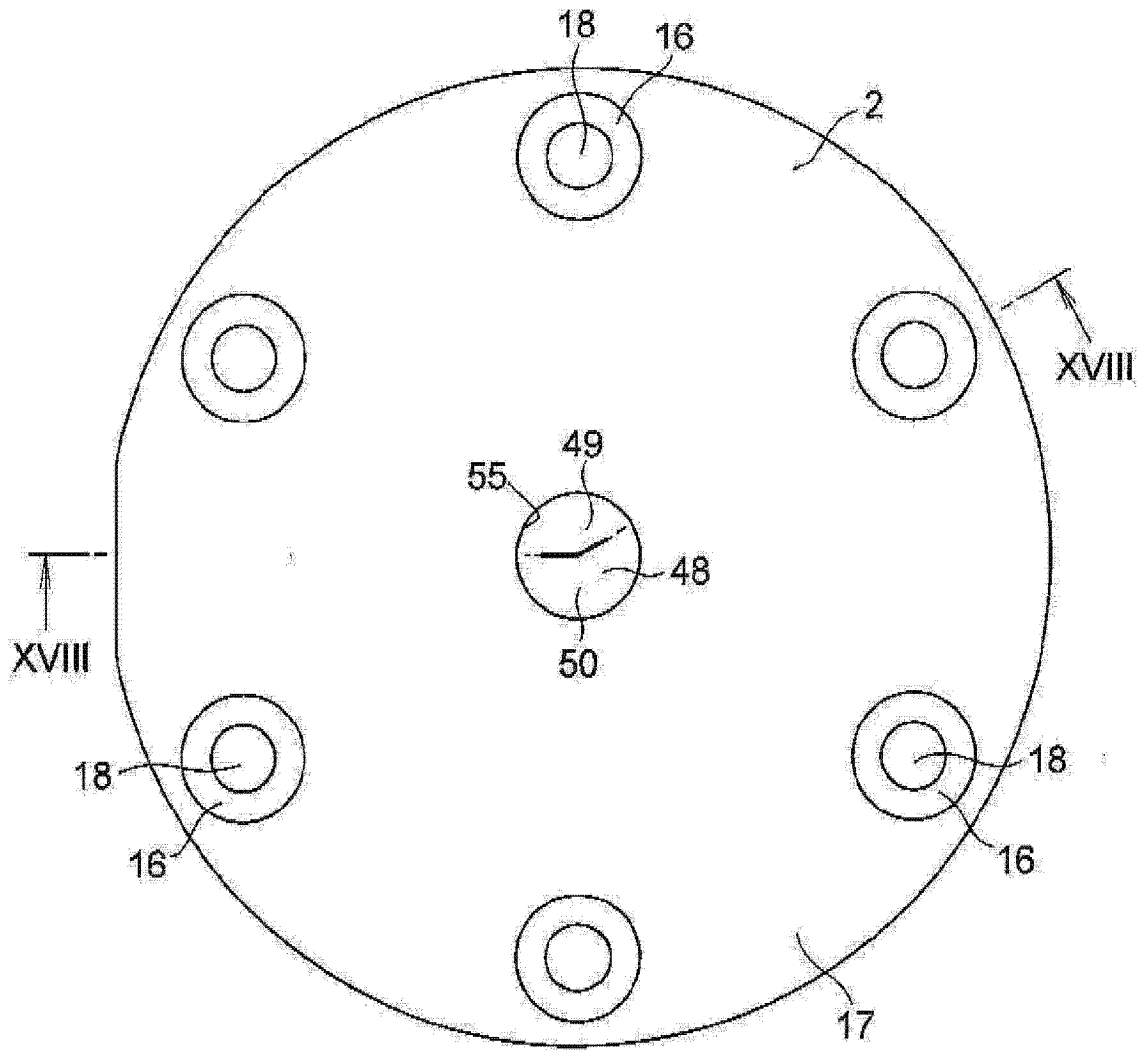


图 17

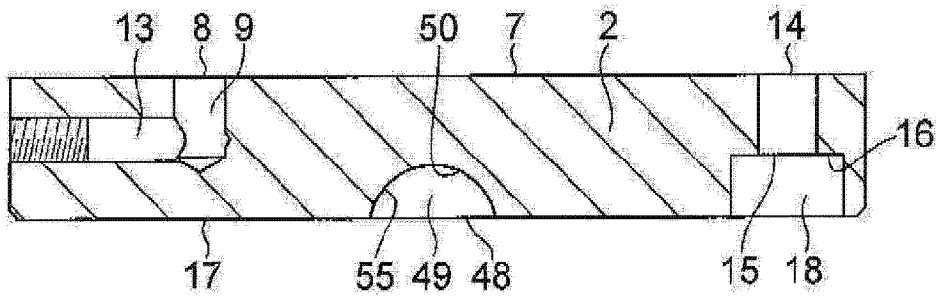


图 18

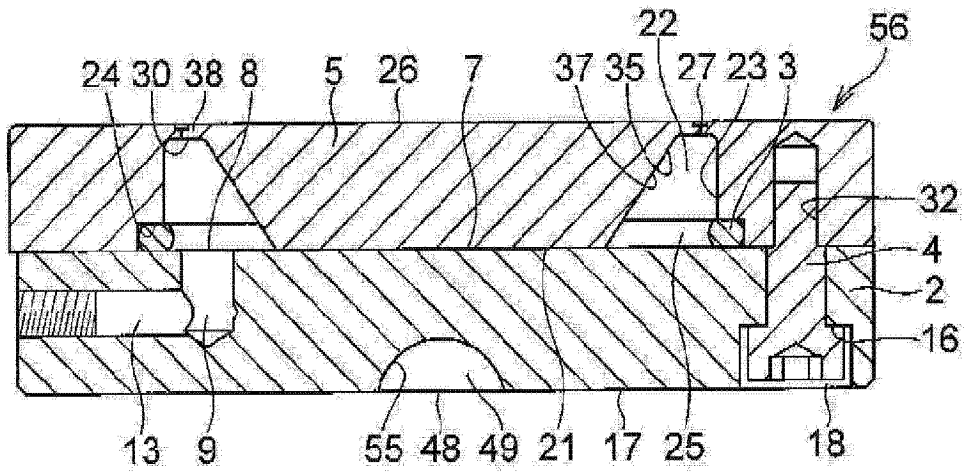


图 19

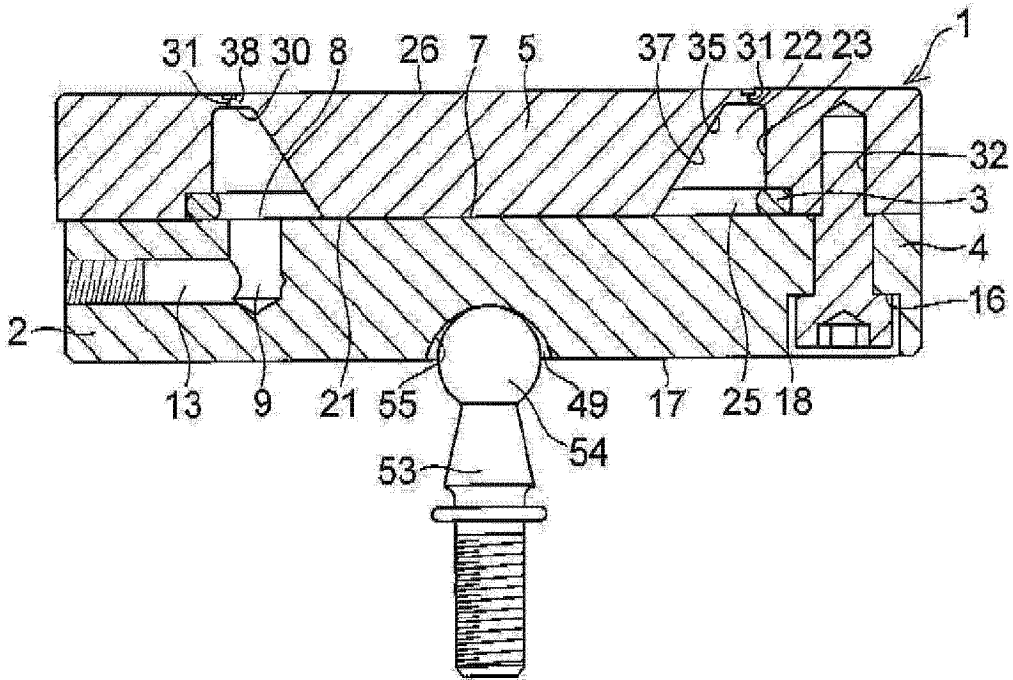


图 20

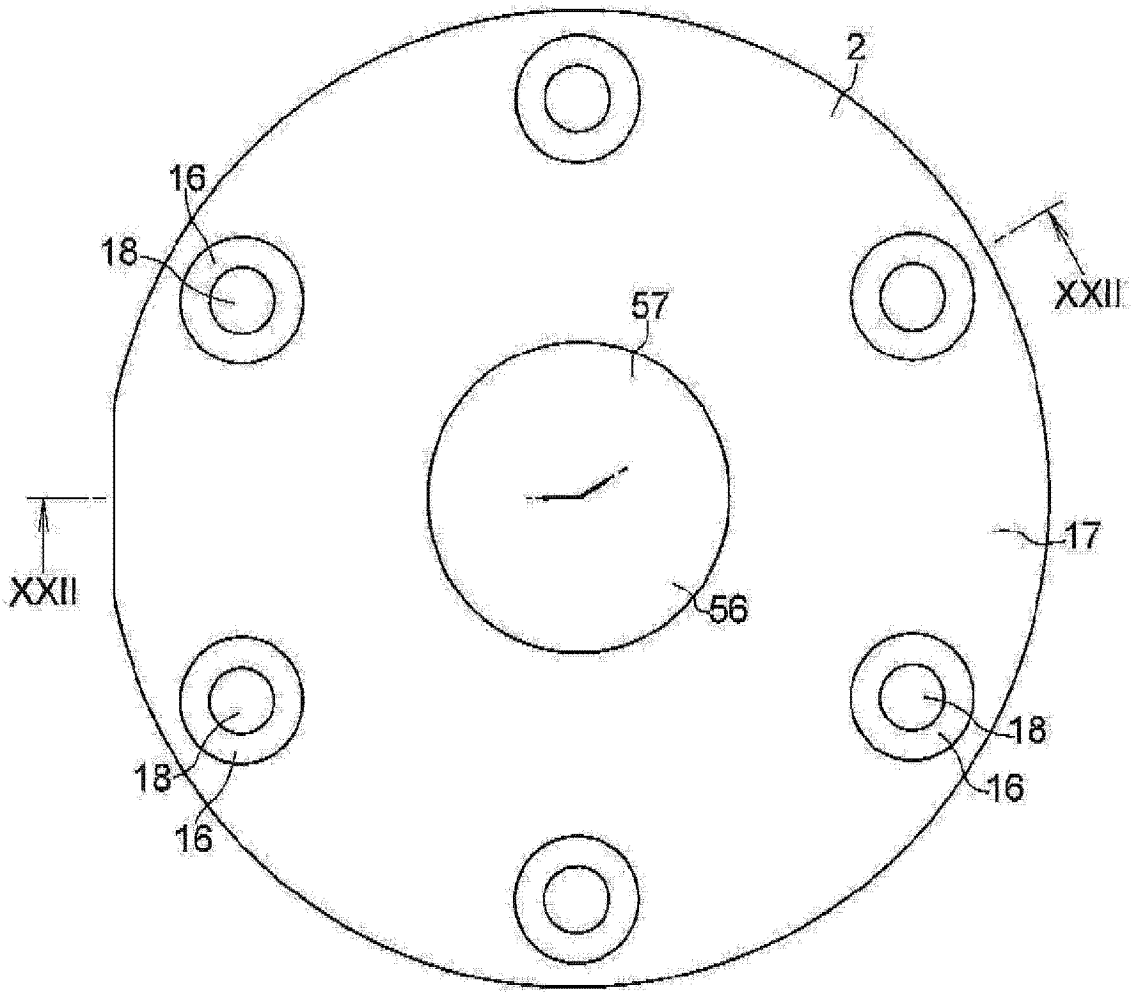


图 21

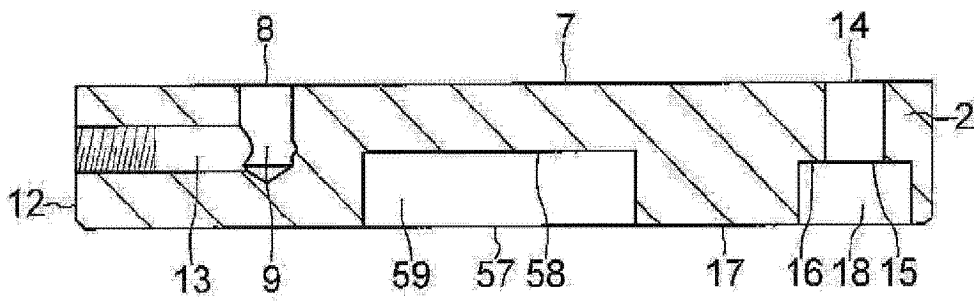


图 22

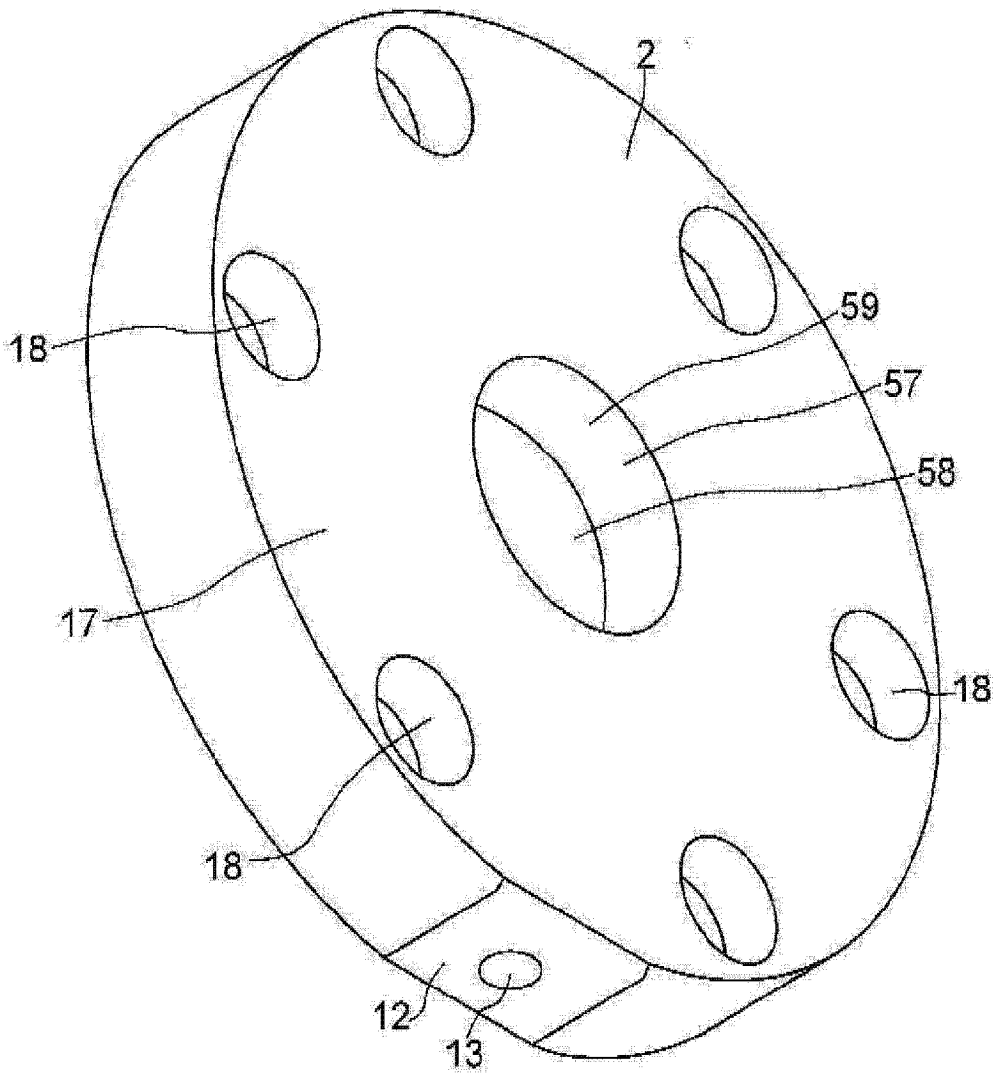


图 23

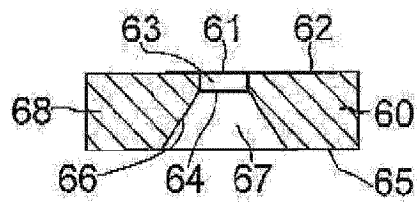


图 24

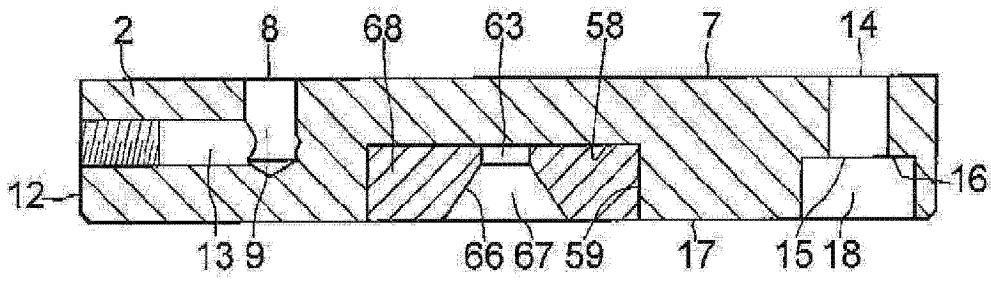


图 25

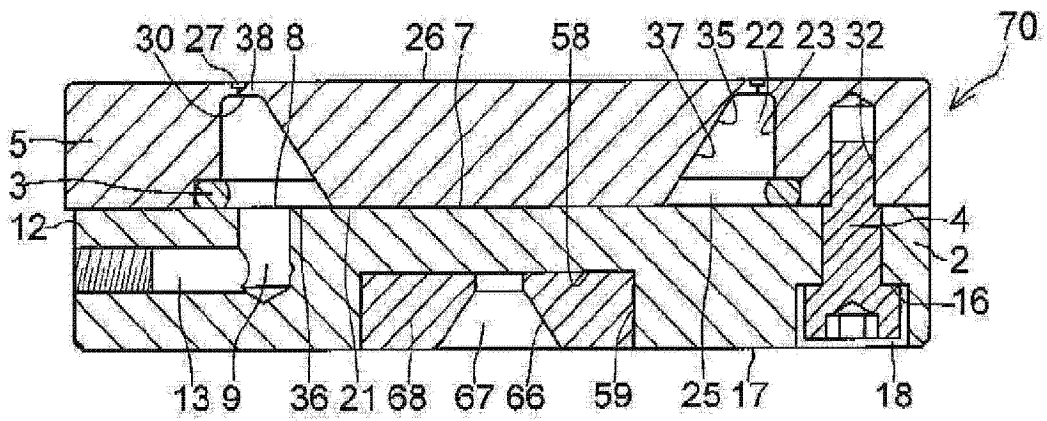


图 26

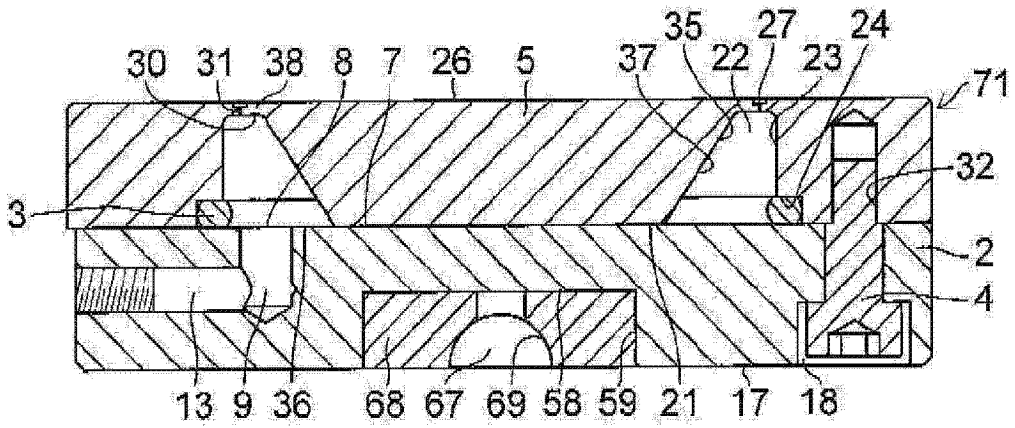


图 30

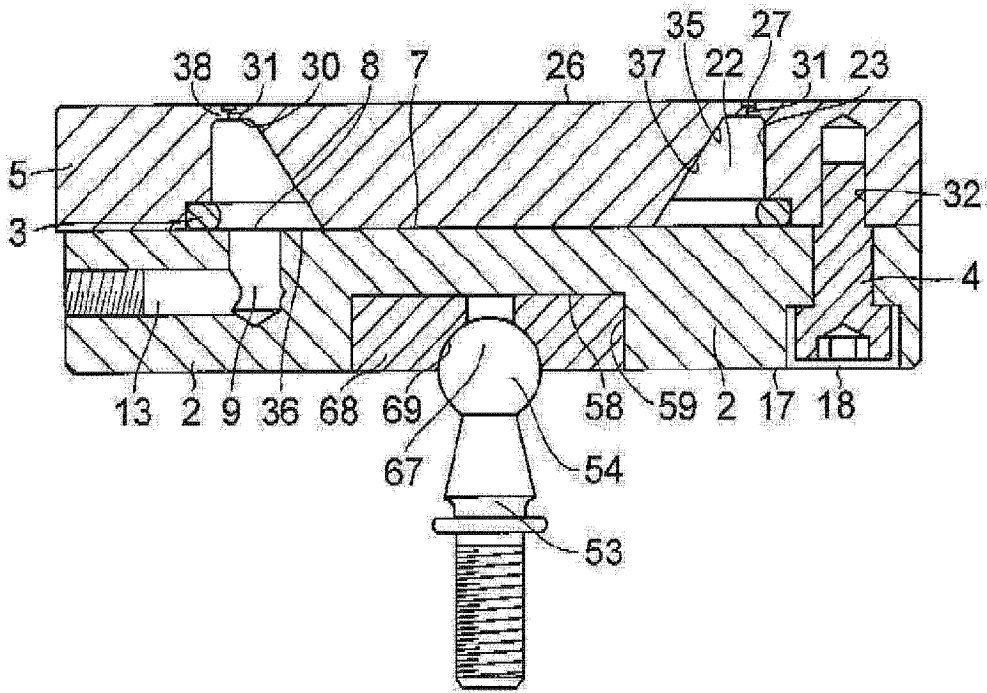


图 31

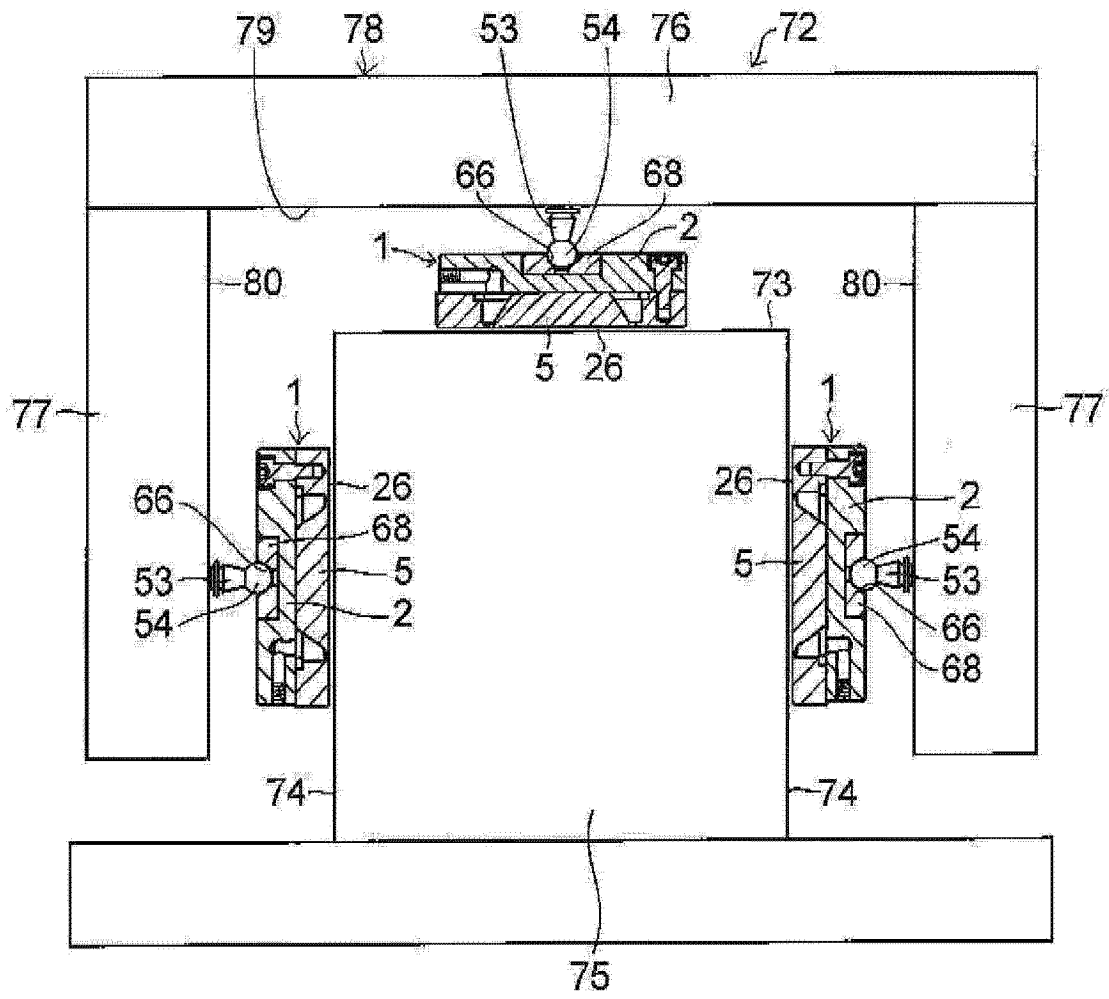


图 32