

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5928106号
(P5928106)

(45) 発行日 平成28年6月1日(2016.6.1)

(24) 登録日 平成28年5月13日(2016.5.13)

(51) Int.Cl. F I
F 1 6 C 32/06 (2006.01) F 1 6 C 32/06 A
F 1 6 C 29/00 (2006.01) F 1 6 C 29/00

請求項の数 14 (全 16 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-84366 (P2012-84366) (22) 出願日 平成24年4月2日(2012.4.2) (65) 公開番号 特開2013-213545 (P2013-213545A) (43) 公開日 平成25年10月17日(2013.10.17) 審査請求日 平成27年3月17日(2015.3.17)</p>	<p>(73) 特許権者 000103644 オイレス工業株式会社 東京都港区港南一丁目2番70号 (74) 代理人 100098095 弁理士 高田 武志 (72) 発明者 佐藤 光 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 審査官 小川 克久</p>
---	--

最終頁に続く

(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) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一方の面に当該一方の面で開口して形成された円環状凹部、他方の面に当該他方の面で開口して形成され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、一端では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当該一端で円環状凹部に連通している一方、他端に気体が供給されるようになっている給気通路を備えていると共に該軸受体に一体的に結合された軸受基体と、一端では軸受体の他方の面の中央部で開口すると共に軸受体の一方の面まで伸びた空洞を有した自励振動減衰機構とを具備している静圧気体軸受。

【請求項2】

円環状凹部は、円環状の内側小径外周面と、この内側小径外周面に対して拡径している円環状の内側大径外周面と、内周縁では内側小径外周面の下縁に接続する一方、外周縁では内側大径外周面のの上縁に接続した円環状段部面とにより規定されており、静圧気体軸受は、内側大径外周面及び円環状段部面に接触して円環状凹部に配されていると共に軸受基体の一方の面に弾性的に接触した環状シール部材を更に具備している請求項1に記載の静圧気体軸受。

【請求項3】

円環状凹部は、軸受体の一方の面から他方の面に向かうに連れて末広がりに形成された截頭円錐面で規定されている請求項1又は2に記載の静圧気体軸受。

【請求項 4】

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 μm の直径を有していると共に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】

環状凹溝は、0.3 ~ 1.0 mm の幅と、0.01 ~ 0.05 mm の深さとを有しており、空気吹出孔は、その一端で 30 ~ 120 μm の直径を有している請求項 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】

空洞は、軸受体の一方の面で開口する開口端を有しており、この開口端は、軸受基体の一方の面で閉鎖されている請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の静圧気体軸受。

【請求項 7】

空洞は、軸受体の他方の面から軸受体の一方の面まで同径をもって伸びた円柱状の貫通孔を具備している請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の静圧気体軸受。

【請求項 8】

軸受体は、その他方の面に形成されていると共に該環状凹溝の外側で当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、その他方の面に形成されていると共に該環状凹溝の内側で当該環状凹溝に囲ま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更に具備している請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の静圧気体軸受。

【請求項 9】

軸受基体に設けられていると共に球体受容凹部を有した球体受容手段を更に具備している請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の静圧気体軸受。

【請求項 10】

球体受容手段は、軸受基体の他方の面で開口して当該軸受基体に形成された截頭円錐凹部を球体受容凹部として有している請求項 9 に記載の静圧気体軸受。

【請求項 11】

球体受容手段は、軸受基体の他方の面で開口して当該軸受基体に形成された半球凹部を球体受容凹部として有している請求項 9 に記載の静圧気体軸受。

【請求項 12】

球体受容手段は、軸受基体の他方の面で開口して当該軸受基体に形成された円柱状凹部と、一方の面で開口した截頭円錐凹部を球体受容凹部として有すると共に該円柱状凹部に嵌合固定された駒とを具備している請求項 9 に記載の静圧気体軸受。

【請求項 13】

球体受容手段は、軸受基体の他方の面で開口して当該軸受基体に形成された円柱状凹部と、一方の面で開口した半球凹部を球体受容凹部として有すると共に円柱状凹部に嵌合固定された駒とを具備している請求項 9 に記載の静圧気体軸受。

【請求項 14】

上面案内面及び両側案内面を有する案内部材と、この案内部材の外側に配されていると共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と、この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のうちの少なくとも一つの面に球体を案内部材に向けて立設されたボールスタッドと、このボールスタッドの球体と該少なくとも一つの面に対面する上面案内面及び両側案内面との間に配された請求項 9 から 13 のいずれか一項に記載の静圧気体軸受と、該少なくとも一つの面以外の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と当該少なくとも一つの面以外の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対面する上面案内面及び両側案内面との間に配された請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の静圧気体軸受とを具備しており、ボールスタッドの球体は、請求項 9 から 13 のいずれか一項に記載の静圧気体軸受の軸受

10

20

30

40

50

基体が当該球体を中心としてボールスタッドに対して揺動自在となるように、当該請求項 9 から 13 のいずれか一項に記載の静圧気体軸受の球体受容手段の球体受容部の夫々に受容されており、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の静圧気体軸受のうちの少なくとも一つの静圧気体軸受の軸受基体は、該少なくとも一つの面以外の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固定されている直動案内装置。

【発明の詳細な説明】

【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】

10

【0002】

精密工作機械や半導体露光装置等においては、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、それぞれの用途に応じて負荷容量及び軸受剛性等を調整しながら使用されている。

20

【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気体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、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。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開昭 63 - 231020 号公報

【特許文献 2】特開 2001 - 56027 号公報

【特許文献 3】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】

40

【0007】

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。

【0008】

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等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

50

れていないのが実情である。

【 0 0 0 9 】

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3）。

【 0 0 1 0 】

この特許文献3に記載された静圧気体軸受によれば、静圧気体軸受を構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、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、安価に大量生産が可能となる。

10

【 0 0 1 1 】

しかしながら、特許文献3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又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生じる虞があり、静圧気体軸受による被支持体の支持が不安定となり、やはり実用化するには改良が必要とされる。

20

【 0 0 1 2 】

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、自励振動を起こすことなく被支持体の支持を安定的に行うことができる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】

【 0 0 1 3 】

本発明の静圧気体軸受は、一方の面に当該一方の面で開口して形成された円環状凹部、他方の面に当該他方の面で開口して形成され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、一端では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当該一端で円環状凹部に連通している一方、他端に気体が供給されるようになっている給気通路を備えていると共に該軸受体に一体的に結合された軸受基体と、一端では軸受体の他方の面の中央部で開口すると共に軸受体の一方の面まで伸びた空洞を有した自励振動減衰機構とを具備している。

30

【 0 0 1 4 】

本発明の静圧気体軸受によれば、一端では軸受体の他方の面の中央部で開口すると共に軸受体の一方の面まで伸びた空洞を有した自励振動減衰機構をもって自励振動の発生を抑制できるので、被支持体の支持を安定的に行わせることができる。

【 0 0 1 5 】

本発明の好ましい例では、円環状凹部は、円環状の内側小径外周面と、この内側小径外周面に対して拡径している円環状の内側大径外周面と、内周縁では内側小径外周面の下縁に接続する一方、外周縁では内側大径外周面の上縁に接続した円環状段部面とにより規定されており、この場合、本発明の静圧気体軸受は、内側大径外周面及び円環状段部面に接触して円環状凹部に配されていると共に軸受基体の一方の面に弾性的に接触した環状シール部材を更に具備していてもよく、斯かる環状シール部材を具備していると、軸受基体と軸受体とを高い密閉性をもって一体的に結合することができる。

40

【 0 0 1 6 】

円環状凹部はまた、軸受体の一方の面から他方の面に向かうに連れて末広がり形成された截頭円錐面で規定されていてもよい。

【 0 0 1 7 】

本発明の静圧気体軸受において、環状凹溝は、好ましくは、少なくとも0.3mmの幅

50

、より好ましくは0.3~0.1mmの幅と、好ましくは少なくとも0.01mmの深さ、より好ましくは0.01~0.05mmの深さとを有しており、空気吹出孔は、その一端で好ましくは少なくとも30μmの直径、より好ましくは30~120μmの直径を有して、円環状凹部と環状凹溝との間で自成紋りを形成しているとよい。

【0018】

本発明の静圧気体軸受において、空洞は、軸受体のみ形成されていても、軸受体から軸受基体まで伸びて形成されていてもよく、好ましい例では、軸受体の一方の面で開口する開口端を有しており、この開口端は、軸受基体の一方の面で閉鎖されており、他の好ましい例では、軸受体の他方の面から軸受体の一方の面まで同径をもって伸びた円柱状の貫通孔を具備している。

10

【0019】

環状凹溝及び空気吹出孔の夫々は、好ましくは、炭酸ガスレーザー、YAGレーザー、UVレーザー及びエキシマレーザー等から選択される加工用レーザーをもってレーザー加工により形成されている。

【0020】

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。

【0021】

本発明の静圧気体軸受において、軸受体は、その他方の面に形成されていると共に該環状凹溝の外側で当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、その他方の面に形成されていると共に該環状凹溝の内側で当該環状凹溝に囲ま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更に具備していてもよく、斯かる第一の放射状凹溝及び第二の放射状凹溝の夫々も、レーザー加工により形成されているとよい。

20

【0022】

本発明の静圧気体軸受は、軸受基体に設けられていると共に球体受容凹部を有する球体受容手段を更に具備していてもよく、斯かる球体受容手段は、軸受基体の他方の面で開口して当該軸受基体に形成された截頭円錐凹部又は半球凹部を球体受容部として有していてもよく、また、軸受基体の他方の面で開口部して当該軸受基体に形成された円柱状凹部と、一方の面で開口した截頭円錐凹部を球体受容凹部として有すると共に円柱状凹部に嵌合固定された駒とを具備していても、軸受基体の他方の面で開口して当該軸受基体に形成された円柱状凹部と、一方の面で開口した半球凹部を球体受容凹部として有すると共に円柱状凹部に嵌合固定された駒とを具備していてもよい。

30

【0023】

斯かる球体受容手段を備えた静圧気体軸受においては、例えばボールスタッドの球体が軸受基体又駒に摺動自在に接して球体受容凹部に配されていてもよく、斯かる場合には、静圧気体軸受に球体回りの自動調芯機能が付加される。

【0024】

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。

40

【0025】

本発明の静圧気体軸受を具備した直動案内装置は、上面案内面及び両側案内面を有する案内材と、この案内材の外側に配されていると共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と、この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のうちの少なくとも一つの面に球体を案内材に向けて立設されたボールスタッドと、このボールスタッドの球体と該少なくとも一つの面に対面する上面案内面及び両側案内面との間に配されていると共に球体受容手段を有した上記の静圧気体軸受と、該少なくとも一つの面以外の可動テーブルの上板の下面及び一对の側板の夫

50

々の内面と当該少なくとも一つの面以外の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対面する上面案内面及び両側案内面との間に配された球体受容手段を必ずしも有しない上記の静圧気体軸受とを具備しており、ボールスタッドの球体は、球体受容手段を有した上記の静圧気体軸受の軸受基体が当該球体を中心としてボールスタッドに対して揺動自在となるように、当該静圧気体軸受の球体受容手段の球体受容部の夫々に受容されており、球体受容手段を必ずしも有しない上記の静圧気体軸受のうちの少なくとも一つの静圧気体軸受の軸受基体は、該少なくとも一つの面以外の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固定されている。

【0026】

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材の案内面に圧縮空気を噴射することにより、軸受体の一方の面と案内面との間に形成される空気の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、その際、静圧気体軸受は、絞り孔を介して軸受体の一方の面と案内面との間に連通する空気室が振動減衰作用を發揮するため自励振動の発生を抑制でき、そして、軸受体の一方の面と案内面との間の軸受隙間（数 μm ～数十 μm 程度）が不均一であって、軸受隙間において圧力差が発生しても、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ため、案内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、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。

【0027】

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、これらの熱可塑性合成樹脂にガラス繊維、ガラス粉末、炭素繊維若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又はアルミニウム若しく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】

【0028】

本発明によれば、自励振動の発生を抑制することができると共に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】

【0029】

【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に示す例のII-II線矢視断面説明図である。

【図3】図3は、図1に示す例の底面説明図である。

【図4】図4は、図2に示す軸受体の底面説明図である。

【図5】図5は、図4に示す軸受体のV-V線矢視断面説明図である。

【図6】図6は、図2に示す軸受体の一部拡大断面説明図である。

【図7】図7は、図2に示す軸受基体の底面説明図である。

【図8】図8は、図7に示す軸受基体のVII-VII線矢視断面説明図である。

【図9】図9は、図1に示す例の製造方法の説明するための軸受体素材と軸受基体との組立体の断面説明図である。

【図10】図10は、本発明の実施の形態の好ましい他の例の平面説明図である。

【図11】図11は、軸受基体の実施の形態の好ましい他の例の底面説明図である。

【図12】図12は、図11に示す例の軸受基体のXI-XI線矢視断面説明図である。

【図13】図13は、図12に示す例に自動調芯機能を付加した本発明の実施の形態の例の断面説明図である。

10

20

30

40

50

【図 1 4】図 1 4 は、軸受基体の実施の形態の好ましい更に他の例の底面説明図である。

【図 1 5】図 1 5 は、図 1 4 に示す例の軸受基体の X V - X V 線矢視断面説明図である。

【図 1 6】図 1 6 は、図 1 4 に示す例に自動調芯機能を付加した本発明の実施の形態の例の断面説明図である。

【図 1 7】図 1 7 は、軸受基体の実施の形態の好ましい更に他の例の底面説明図である。

【図 1 8】図 1 8 は、図 1 7 に示す例の軸受基体の X V I I I - X V I I I 線矢視断面説明図である。

【図 1 9】図 1 9 は、図 1 8 示す軸受基体の斜視図である。

【図 2 0】図 2 0 は、駒の実施の形態の好ましい例の断面説明図である。

【図 2 1】図 2 1 は、図 2 0 に示す駒を嵌合固定した軸受基体の好ましい例の断面説明図である。

10

【図 2 2】図 2 2 は、図 2 1 に示す例に自動調芯機能を付加した本発明の静圧気体軸受の好ましい他の例の断面説明図である。

【図 2 3】図 2 3 は、駒の他の実施の形態の好ましい例の断面説明図である。

【図 2 4】図 2 4 は、図 2 3 に示す駒を嵌合固定した軸受基体の好ましい例の断面説明図である。

【図 2 5】図 2 5 は、図 2 4 に示す例に自動調芯機能を付加した本発明の静圧気体軸受の好ましい更に他の例の断面説明図である。

【図 2 6】図 2 6 は、静圧気体軸受を用いた直動案内装置の好ましい例の断面説明図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0030】

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。

【0031】

図 1 から図 8 において、静圧気体軸受 1 は、合成樹脂製の軸受体 2 と、軸受体 2 に締結部材 3 により一体的に接合されている軸受基体 4 と、一体的に接合された軸受体 2 及び軸受基体 4 間の隙間からの圧縮空気（気体）の漏出を防止するように、軸受体 2 に装着された環状シール部材 5 と、自励振動減衰機構 6 とを具備している。

【0032】

30

軸受体 2 は、図 4 から図 6 に特に示すように、平面視円形の軸受体 2 の一方の面 1 1 に当該面 1 1 で開口して形成された円環状凹部 1 2 と、平面視円形の軸受体 2 の他方の面 1 3 に当該面 1 3 で開口して形成された環状凹溝 1 4 と、一端 1 5 では環状凹溝 1 4 に開口している一方、他端 1 6 では円環状凹部 1 2 で開口していると共に円周方向 R に等間隔に配列して形成された複数個の空気吹出孔 1 7 と、面 1 1 で開口して円周方向 R に等間隔に配列して形成された複数個の雌ねじ穴 1 8 とを有している。

【0033】

円環状凹部 1 2 は、軸受体 2 の円環状の内側小径外周面 2 1 と、内側小径外周面 2 1 に対して拡径している軸受体 2 の円環状の内側大径外周面 2 2 と、内周縁では内側小径外周面 2 1 の下縁に接続する一方、外周縁では内側大径外周面 2 2 の上縁に接続した軸受体 2 の円環状段部面 2 3 と、外周縁で内側小径外周面 2 1 の上縁に接続した軸受体 2 の天井面 2 4 と、上縁で天井面 2 4 の内周縁に接続すると共に面 1 1 から面 1 3 に向かうに連れて徐々に拡径して上縁まで伸びた軸受体 2 の截頭円錐面 2 5 とで規定されており、円環状凹部 1 2 を斯かる面 1 1 から面 1 3 に向かうに連れて末広がり形成された截頭円錐面 2 5 で規定することにより、面 1 1 と天井面 2 4 との間に形成される環状薄肉部 2 6 を径方向に長くすることなしに円環状凹部 1 2 の容積を増大することができるので、環状薄肉部 2 6 を有する軸受体 2 に強度低下を来たすことはない。

40

【0034】

軸受体 2 の環状面 2 7 と、互いに対面する軸受体 2 の対の円筒面 2 8 とによって規定された環状凹溝 1 4 は、図 6 に示すように、少なくとも 0.3 mm の幅 W と、少なくとも 0

50

． 0.1 mmの深さdとを有しており、空気吹出孔17は、その一端15で、本例では一端15から他端16にわたって全体において少なくとも30 μmの直径Dを有して、環状凹溝14と円環状凹部12との間で自成絞りを形成している。

【0035】

軸受基体4は、特に図7及び図8に示すように、一端31では面11に対面している軸受基体4の平面視円形の一方の面32で開口して当該一端31で円環状凹部12に連通している一方、他端33では軸受基体4の外周面34で開口して当該他端33に圧縮空気（気体）が供給されるようになっている給気通路35と、一端36では一方の面32で開口している一方、他端37では軸受基体4の他方の面38で開口すると共に円周方向Rに沿って等間隔に配列して形成されている複数個のボルト挿通孔39とを具備している。

10

【0036】

給気通路35は、一端31を有した縦給気穴41と、縦給気穴41に一端42で連通すると共に他端33を有した横給気穴43とを具備しており、他端33側の横給気穴43における軸受基体4には、給気プラグ（図示せず）が螺合連結される雌ねじ44が形成されている。

【0037】

各ボルト挿通孔39は、環状段部46を介して、一端36側では縮径されている一方、他端37側では拡径されており、各ボルト挿通孔39には、雌ねじ穴18に螺合した締結部材3としての六角穴付きボルトが挿通されており、本六角穴付きボルトにより軸受基体4は、軸受体2に一体的に接合されている。

20

【0038】

内側大径外周面22及び円環状段部面23に接触すると共に面11から突出するようにつぶし代をもって円環状凹部12に配された環状シール部材5としてのOリングは、特に図2に示すように、潰されて面32に弾性的に押圧接触して面11及び32間の隙間を密封するようになっている。

【0039】

自励振動減衰機構6は、開口端としての一端51では軸受体2の面13の中央部で開口すると共に軸受体2の面11まで伸びた空洞52を有しており、空洞52は、開口端としての一端51に加えて、軸受体2の面32で開口する他方の開口端としての他方の一端53を有しており、開口端としての一端53は、軸受基体4の面32で閉鎖されており、空洞52は、軸受体2の面13から軸受体2の面11まで同径をもって伸びた円柱状の貫通孔54を具備しており、斯かる空洞52は、一端51を介して外部と連通している。

30

【0040】

次に図1から図8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4及び図5に示すような合成樹脂製の軸受体2と同様であるが、環状凹溝14及び空気吹出孔17を有しない軸受体素材2aと、図7及び図8に示すような軸受基体4とを準備し、図9に示すように、円環状凹部12に配した環状シール部材5としてのOリングを挟んで軸受体素材2aの円環状凹部12の開口端を軸受基体4の縦給気穴41の一端31に合致させると共に軸受体素材2aの雌ねじ穴18の開口端を軸受基体4のボルト挿通孔39の一端36に合致させたのち、ボルト挿通孔39に締結部材3としての六角穴付きボルトを挿通すると共に六角穴付きボルトの雄ねじ部を軸受体素材2aの雌ねじ穴18に螺合固定して軸受基体4と軸受体素材2aとを締結一体化した組立体61を形成する。

40

【0041】

次に、図9に示す組立体61における軸受体素材2aの面13を所望の平面度に調整した後、面13にレーザー加工機によりレーザーを照射し、幅W0.3～1.0 mm、深さd0.01～0.05 mmの環状凹溝14と、環状凹溝14を規定する環状面27から軸受体素材2aの環状薄肉部26を貫通して円環状凹部12を規定する天井面24で開口する直径Dが少なくとも30 μm、好ましくは30～120 μmの複数個の自成絞り形状の空気吹出孔17とを形成し、これにより軸受体2と軸受基体4とを具備した図1から図8に示す静圧気体軸受1を得る。

50

【 0 0 4 2 】

用いる加工用レーザーは、炭酸ガスレーザー、YAGレーザー、UVレーザー及びエキシマレーザー等から選択されるが、好ましくは、炭酸ガスレーザーである。

【 0 0 4 3 】

このようにして作製された静圧気体軸受1において、軸受体2と軸受基体4とが環状シール部材5としてのOリングを介して締結部材3としての六角穴付きボルトによって締結一体化されているので、軸受体2と軸受基体4との面11及び32からなる接合面の隙間は、円環状凹部12、給気通路35及び空洞52に関して強固に密封され、また、軸受体2の面13に形成された環状凹溝14及び複数個の自成絞り形状の空気吹出孔17がレーザー加工により形成されているので、その製造価格は、著しく低減され、しかも、自励振動減衰機構6の空洞52に対する高圧空気の入りにより自励振動の発生が抑制されるので、静圧気体軸受1による被支持体は、安定に支持されることになる。

10

【 0 0 4 4 】

上記の静圧気体軸受1の軸受体2は、一個の環状凹溝14を具備しているが、斯かる環状凹溝14に加えて、図10に示すように、面13に環状凹溝14と同心に形成されると共に環状凹溝14の外側で環状凹溝14を囲む大径環状凹溝65と、一方の端部66が環状凹溝14に開口すると共に他方の端部67が大径環状凹溝65に開口して円周方向Rに沿って面13に等間隔に配列して形成された複数個の放射状凹溝68と、面13に環状凹溝14と同心に形成されると共に環状凹溝14の内側で環状凹溝14に囲まれた小径環状凹溝69と、一方の端部70が環状凹溝14に開口すると共に他方の端部71が小径環状凹溝69に開口して円周方向Rに沿って面13に等間隔に配列して形成された複数個の放射状凹溝72とを具備していてもよい。

20

【 0 0 4 5 】

斯かる大径環状凹溝65及び小径環状凹溝69並びに放射状凹溝68及び72をも、環状凹溝14をレーザー加工機により形成する際に、同レーザー加工機により同様に形成されてもよい。

【 0 0 4 6 】

図10に示す軸受体2を有した静圧気体軸受1では、環状凹溝14に給気された空気は、放射状凹溝68及び72を介して大径環状凹溝65及び小径環状凹溝69にも供給されるので、例えば被支持体への空気の供給面積が大きくなり、被支持体を安定に浮上させることができる上に、前記と同様に、軸受体2と軸受基体4との面11及び32からなる接合面の隙間は、環状シール部材5により円環状凹部12、給気通路35及び空気室51に関して強固に密封され、また、その製造価格は、環状凹溝14、放射状凹溝68及び72並びに大径環状凹溝65及び小径環状凹溝69をレーザー加工機により形成すると、著しく低減でき、しかも、静圧気体軸受1による被支持体は、空洞52を具備した自励振動減衰機構6により安定に支持されることになる。

30

【 0 0 4 7 】

静圧気体軸受1はまた、図11及び図12に示すように、軸受基体4の面38に形成して軸受基体4に設けられていると共に球体受容凹部として軸受基体4の面38の中央部に開口したすり鉢状の截頭円錐凹部75を有した球体受容手段76を更に具備していてもよい。

40

【 0 0 4 8 】

截頭円錐凹部75は、軸受基体4に形成された平面視円形の天井面81と、天井面81から面38にかけて未広がりに伸びる截頭円錐面82とで規定されている。

【 0 0 4 9 】

球体受容手段76を具備した静圧気体軸受1には、図13に示すように、截頭円錐凹部75の開口径よりも小さな径をもったボールスタッド85の球体86が截頭円錐面82に摺接して当該截頭円錐凹部75に配されることにより、自動調芯機能が付加される。

【 0 0 5 0 】

球体受容手段76は、截頭円錐凹部75に代えて、図14及び図15に示すように、軸

50

受基体 4 の面 3 8 の中央部で開口して当該軸受基体 4 の面 3 8 に形成されていると共に凹球面 9 0 で規定された半球凹部 9 1 を球体受容凹部として有していてもよい。

【 0 0 5 1 】

半球凹部 9 1 を球体受容凹部として有している球体受容手段 7 6 を具備した静圧気体軸受 1 でも、図 1 6 に示すように、半球凹部 9 1 の開口径と同径又は半球凹部 9 1 の開口径よりも小さな径をもったボールスタッド 8 5 の球体 8 6 が凹球面 9 0 に摺接して当該半球凹部 9 1 に配されることにより、自動調芯機能が付加される。

【 0 0 5 2 】

球体受容手段 7 6 は、球体受容凹部として軸受基体 4 の面 3 8 に直接形成された截頭円錐凹部 7 5 又は半球凹部 9 1 を具備する代わりに、図 1 7 から図 2 1 に示すように、軸受基体 4 の面 3 8 で開口して当該軸受基体 4 に形成された円柱状凹部 9 5 と、一方の面 9 6 で開口した球体受容凹部としての截頭円錐凹部 9 7 及び他方の面 9 8 で開口した円柱凹部 9 9 を有すると共に円柱状凹部 9 5 に嵌合固定された駒 1 0 0 とを具備していてもよい。

【 0 0 5 3 】

円柱状凹部 9 5 は、軸受基体 4 に形成された平面視円形の天井面 1 0 1 と、天井面 1 0 1 に接続されていると共に軸受基体 4 に形成された円筒状面 1 0 2 とで規定されており、截頭円錐凹部 9 7 は、駒 1 0 0 に形成されていると共に面 9 8 から面 9 6 に向かう方向において末広がり状に拡径した截頭円錐面 1 0 3 で規定されており、円柱凹部 9 9 は、一端 1 0 4 では面 9 8 で開口している一方、他端 1 0 5 では截頭円錐凹部 9 7 に連通しており、円筒状の外周面 1 0 6 を有する駒 1 0 0 は、当該外周面 1 0 6 が円筒状面 1 0 2 に、面 9 8 が天井面 1 0 1 に夫々ぴったりと接触して、面 9 6 が面 3 8 と面一になって円柱状凹部 9 5 に嵌合固定されている。

【 0 0 5 4 】

図 2 2 に示すように、駒 1 0 0 に形成された截頭円錐凹部 9 7 を球体受容凹部として具備した静圧気体軸受 1 には、前記と同様に、截頭円錐凹部 9 7 の開口径よりも小さな径をもったボールスタッド 8 5 の球体 8 6 が截頭円錐面 1 0 3 に摺接して截頭円錐凹部 9 7 に配されることにより、自動調芯機能が付加される。

【 0 0 5 5 】

図 1 7 から図 2 2 に示す球体受容手段 7 6 は、駒 1 0 0 に截頭円錐凹部 9 7 を球体受容凹部として設けた例であるが、これに代えて、図 2 3 及び図 2 4 に示すように、駒 1 0 0 に球体受容凹部として半球凹部 1 1 0 を設けてもよく、半球凹部 1 1 0 は、前記と同様に、駒 1 0 0 の面 9 6 の中央部で開口して当該駒 1 0 0 に形成された凹球面 1 1 1 で規定されている。

【 0 0 5 6 】

軸受基体 4 の面 3 8 で開口して当該軸受基体 4 に形成された円柱状凹部 9 5 と、面 9 6 で開口した半球凹部 1 1 0 を球体受容凹部として有すると共に円柱状凹部 9 5 に嵌合固定された駒 1 0 0 とを具備した球体受容手段 7 6 を有してなる静圧気体軸受 1 には、前記と同様に、図 2 5 に示すように、半球凹部 1 1 0 の開口径と同径又は半球凹部 1 1 0 の開口径よりも小さな径をもったボールスタッド 8 5 の球体 8 6 が凹球面 1 1 1 に摺接して当該半球凹部 1 1 0 に配されることにより、自動調芯機能が付加される。

【 0 0 5 7 】

このように軸受基体 4 とは別体の駒 1 0 0 を用いて駒 1 0 0 に球体受容凹部を設けて、駒 1 0 0 を摺動性に優れた材料、例えばポリアセタール樹脂若しくはポリアミド樹脂、ポリエステル樹脂等の熱可塑性合成樹脂又は銅若しくは銅合金等で形成することにより、駒 1 0 0 の截頭円錐面 1 0 3 又は凹球面 1 1 1 とボールスタッド 8 5 の球体 8 6 との摺接をより円滑に行わせることができる。

【 0 0 5 8 】

上記の静圧気体軸受 1 は、図 2 6 に示すような直動案内装置 1 2 0 に用いられてもよく、図 2 6 に示す直動案内装置 1 2 0 は、案内面としての上面案内面 1 2 1 及び両側案内面 1 2 2 を有する案内部材 1 2 3 と、案内部材 1 2 3 の外側に案内部材 1 2 3 を跨いで配さ

10

20

30

40

50

れていると共に上面案内面 1 2 1 に対面する上板 1 2 4 及び両側案内面 1 2 2 に対面する一対の側板 1 2 5 を備えた横断面コの字形の可動テーブル 1 2 6 と、可動テーブル 1 2 6 の上板 1 2 4 の下面 1 2 7 及び側板 1 2 5 の夫々の内面 1 2 8 のうちの少なくとも一つの面に、本例では、側板 1 2 5 の夫々の内面 1 2 8 に球体 8 6 を案内部材 1 2 3 に向けて固定されたボールスタッド 8 5 と、ボールスタッド 8 5 の球体 8 6 の夫々と該少なくとも一つの面である側板 1 2 5 の夫々の内面 1 2 8 に対面する両側案内面 1 2 2 の夫々との間に配された図 2 2 に示す静圧気体軸受 1 と、該少なくとも一つの面以外の面である上板 1 2 4 の下面 1 2 7 と下面 1 2 7 に対面する上面案内面 1 2 1 との間に配された図 2 に示す静圧気体軸受 1 とを具備している。

【 0 0 5 9 】

直動案内装置 1 2 0 において、ボールスタッド 8 5 の球体 8 6 の夫々は、静圧気体軸受 1 の夫々の軸受基体 4 が当該球体 8 6 を中心としてボールスタッド 8 5 に対して揺動自在となるように、球体受容手段 7 6 の夫々の截頭円錐凹部 9 7 に、截頭円錐面 1 0 3 に摺動自在に接触して受容されている。

【 0 0 6 0 】

上板 1 2 4 の下面 1 2 7 と下面 1 2 7 に対面する上面案内面 1 2 1 との間に配された図 2 に示す静圧気体軸受 1 の軸受基体 4 は、可動テーブル 1 2 6 の上板 1 2 4 の下面 1 2 7 に固定されている。

【 0 0 6 1 】

斯かる直動案内装置 1 2 0 によれば、給気通路 3 5 の夫々に供給された圧縮空気を軸受体 2 の複数個の空気吹出孔 1 7 から案内部材 1 2 3 の上面案内面 1 2 1 及び両側案内面 1 2 2 に向かって噴射することにより、軸受体 2 の面 1 3 と上面案内面 1 2 1 及び両側案内面 1 2 2 との間の軸受隙間に形成される空気の潤滑膜によって可動テーブル 1 2 6 を上面案内面 1 2 1 及び両側案内面 1 2 2 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 2 の面 1 3 と両側案内面 1 2 2 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、両側案内面 1 2 2 に対して平行な状態が保持されるため、案内部材 1 2 3 及び可動テーブル 1 2 6 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 1 2 0 の製作の容易化及びコストの低下を図ることができる。

【 0 0 6 2 】

そして、直動案内装置 1 2 0 によれば、軸受体 2 の面 1 3 と上面案内面 1 2 1 及び両側案内面 1 2 2 との間の軸受隙間の空気圧を一端 5 1 を介して空洞 5 2 に伝達できるので、静圧気体軸受 1 の自励振動を抑制でき、被支持体としての可動テーブル 1 2 6 の支持を安定的に行うことができる。

【 0 0 6 3 】

直動案内装置 1 2 0 においては、自動調芯機能が付加された静圧気体軸受として、図 1 3、図 1 6 及び図 2 5 に示す静圧気体軸受 1 を使用してもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 4 】

- 1 静圧気体軸受
- 2 軸受体
- 3 締結部材
- 4 軸受基体
- 5 環状シール部材
- 6 自励振動減衰機構
- 1 1、1 3、3 2 面
- 1 2 円環状凹部
- 1 4 環状凹溝
- 1 7 空気吹出孔

10

20

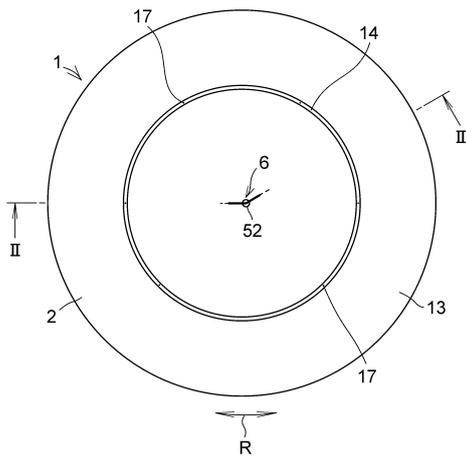
30

40

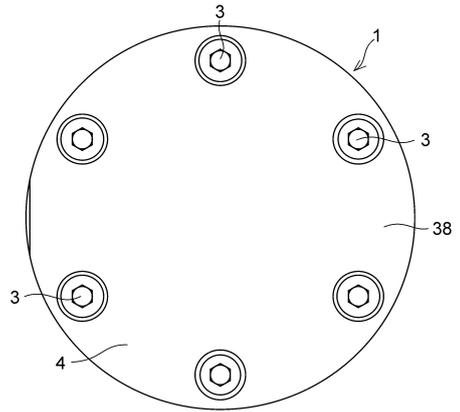
50

5 2 空洞

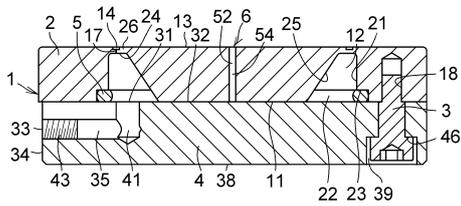
【 図 1 】



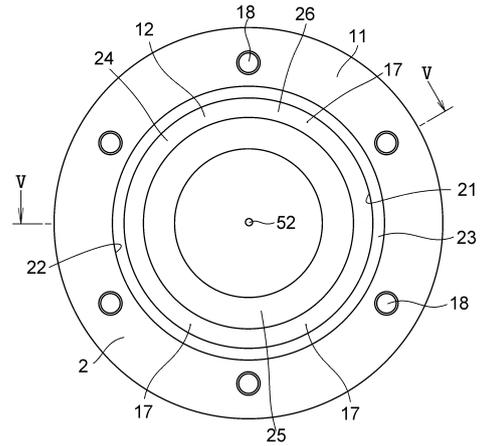
【 図 3 】



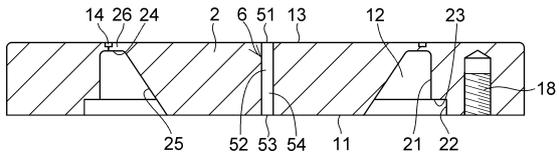
【 図 2 】



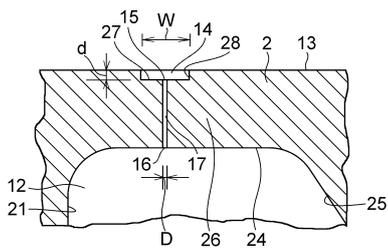
【 図 4 】



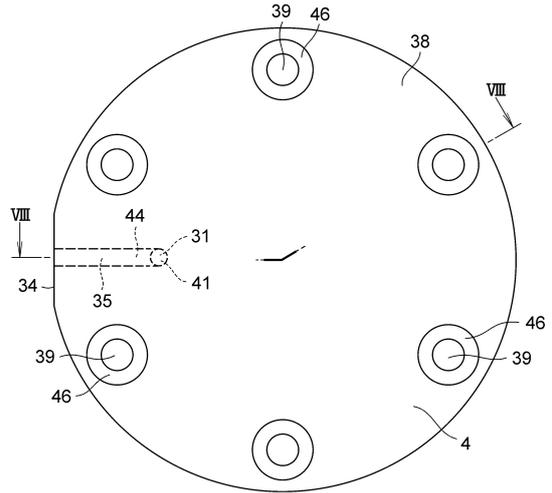
【図5】



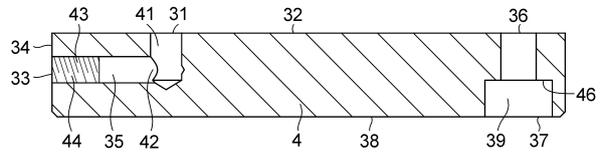
【図6】



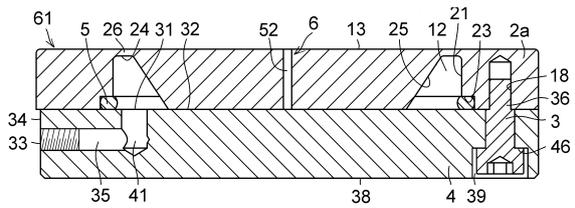
【図7】



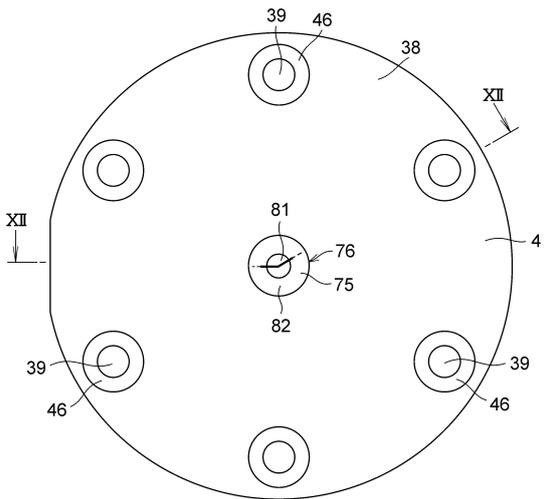
【図8】



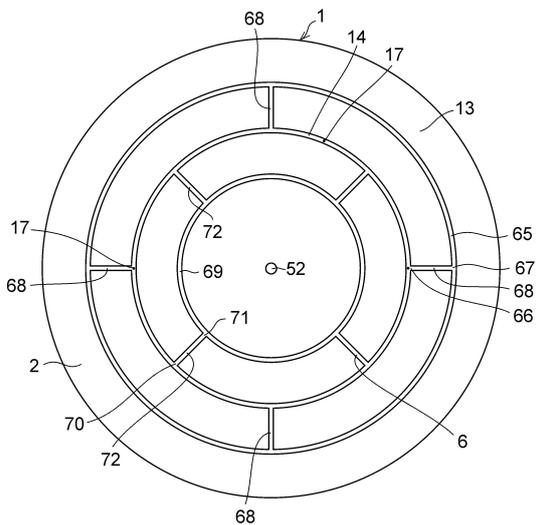
【図9】



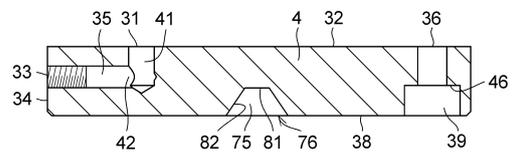
【図11】



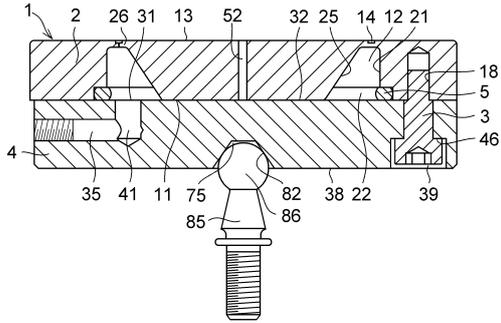
【図10】



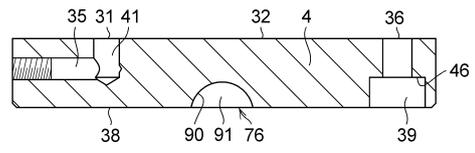
【図12】



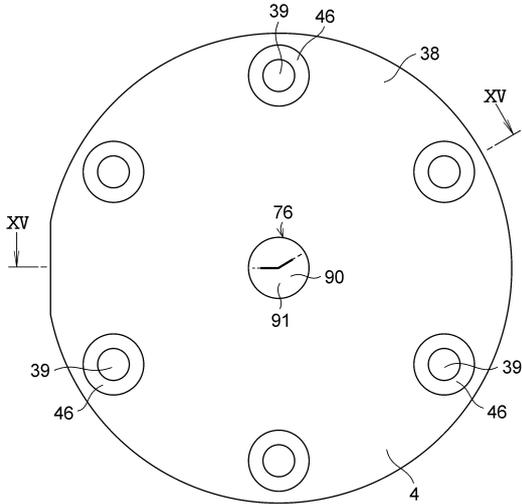
【図 13】



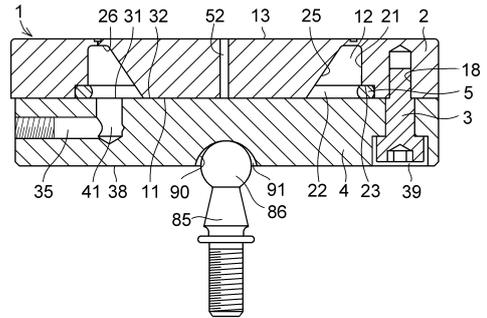
【図 15】



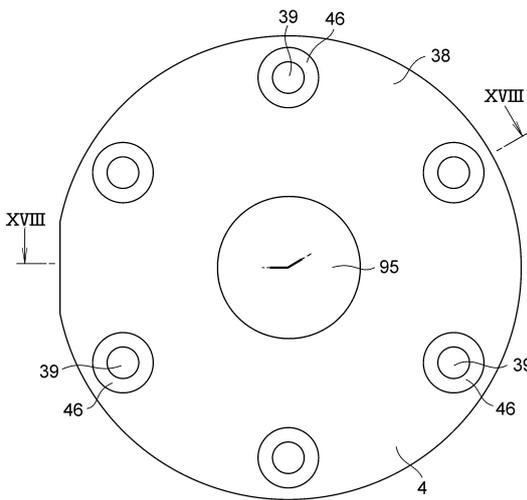
【図 14】



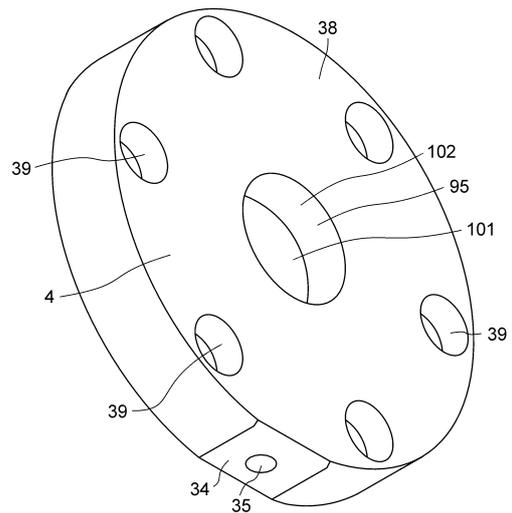
【図 16】



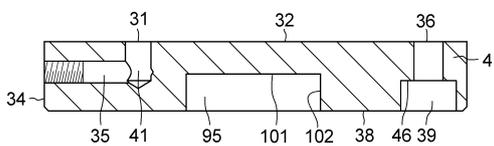
【図 17】



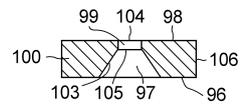
【図 19】



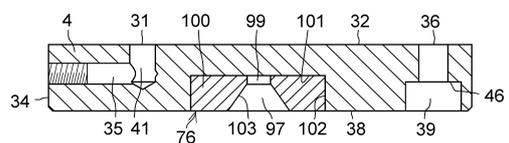
【図 18】



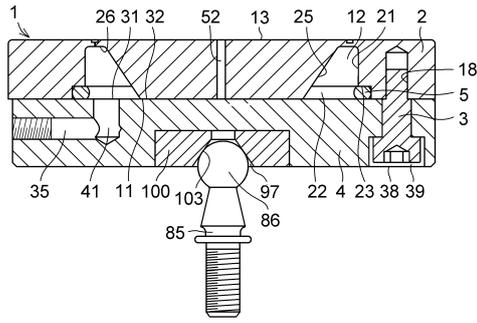
【図 20】



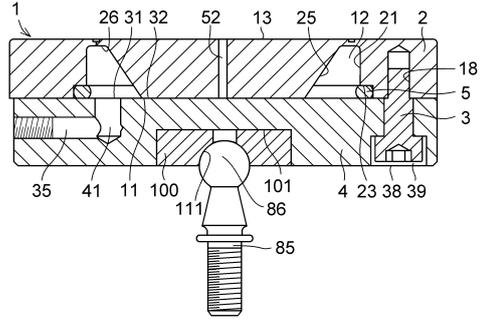
【図 21】



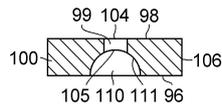
【図 2 2】



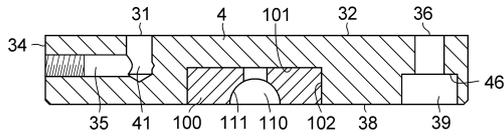
【図 2 5】



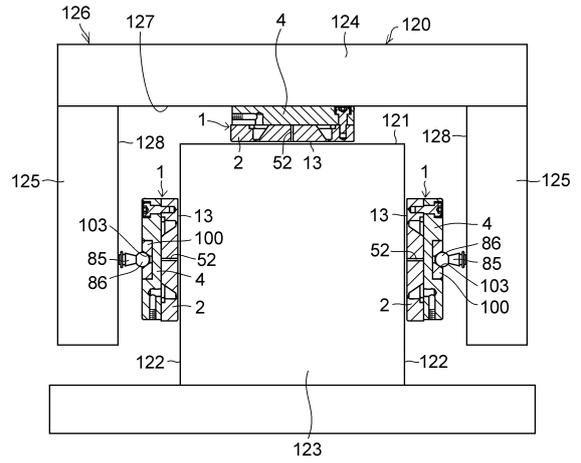
【図 2 3】



【図 2 4】



【図 2 6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2008-082449(JP,A)
特開2010-096311(JP,A)
特開平09-296825(JP,A)
特表2006-510857(JP,A)
特開2010-060013(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16C 32/00 - 32/06

F16C 29/00 - 31/06