(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 11 月 14 日(14.11.2013)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2013/168604 A1

(51) 国際特許分類:
F16C 17/10 (2006.01) *F16F 15/023* (2006.01)
F16C 33/20 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/062365

(22) 国際出願日: 2013 年 4 月 26 日(26.04.2013)

(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 2012-105863 2012 年 5 月 7 日(07.05.2012) JP
特願 2012-105906 2012 年 5 月 7 日(07.05.2012) JP
特願 2012-106020 2012 年 5 月 7 日(07.05.2012) JP
特願 2012-131832 2012 年 6 月 11 日(11.06.2012) JP

(71) 出願人: 株式会社エンプラス(ENPLAS CORPORATION) [JP/JP]; 〒3320034 埼玉県川口市並木２丁目３０番１号 Saitama (JP).

(72) 発明者: 岩崎 真育(IWASAKI, Mike); 〒3320034 埼玉県川口市並木２丁目３０番１号 株式会社エンプラス内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人大貫小竹国際特許事務所(OHNUKI & KOTAKE); 〒1010041 東京都千代田区神田須田町二丁目２５番地 山崎須田町ビル５階 Tokyo (JP).

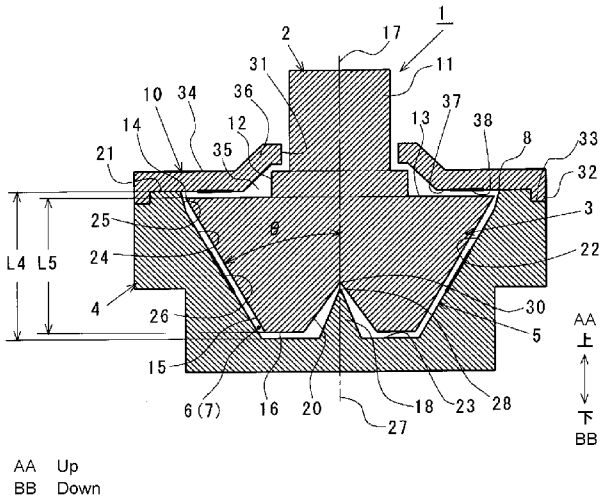
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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,

[続葉有]

(54) **Title**: DYNAMIC PRESSURE FLUID BEARING

(54) 発明の名称 : 動圧流体軸受



AA Up
BB Down

(57) **Abstract**: [Problem] To suppress precession generated between a shaft and a sleeve rotating relative to one another, without increasing the size of a dynamic fluid bearing, and to prevent adhesion of the shaft and the sleeve. [Solution] A conical supporting protrusion (18) is formed in the center of the bottom face (23) of a truncated cone-shaped concave part (5) so as to protrude along the central axis of a shaft (2). A conical recess (20) that accommodates the conical supporting protrusion (18) in a manner that allows relative rotation is formed in the center of the tip surface of a truncated cone-shaped convex part (3). A shaft-retaining surface (37), which faces the base end face on the maximum-diameter side of the truncated cone-shaped convex part (3) with a slight gap therebetween, and which restricts the sliding movement of the shaft (2), is formed in a cover member (10). A dynamic-pressure-generating groove (38) that generates dynamic pressure when the shaft rotates is formed in the shaft-retaining surface (37). When the rotation of the shaft (2) stops, the low point (30) of the conical recess (20) formed in the truncated cone-shaped convex part (3) of the shaft (2) makes contact with the tip (28) of the conical supporting protrusion (18), and a gap is maintained between the tapered outer circumferential surface (15) of the truncated cone-shaped convex part (3) and the tapered inner circumferential surface (22) of the truncated cone-shaped concave part (5).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2013/168604 A1

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)）

【課題】動圧流体軸受の大型化を招くことなく、相対回転するシャフトとスリーブとの間に生じる歳差運動を抑える。また、シャフトとスリーブの貼り付きを防止する。 【解決手段】円錐台状凹部５の底面２３の中央には、円錐状支持突起１８がシャフト２の中心軸に沿って突出するように形成されている。円錐台状凸部３の先端面の中央には、円錐状支持突起１８を相対回転可能に収容する円錐状凹所２０が形成されている。蓋部材１０には、円錐台状凸部３の最大径部分側の基端面に僅かな隙間をもって対向してシャフト２のスライド移動を規制するシャフト押さえ面３７が形成されている。シャフト押さえ面３７には、シャフトの回転時に動圧を発生させる動圧発生溝３８が形成されている。シャフト２の回転が停止すると、シャフト２の円錐台状凸部３に形成された円錐状凹所２０の底３０が円錐状支持突起１８の先端２８に当接し、円錐台状凸部３のテーパ状外周面１５と円錐台状凹部５のテーパ状内周面２２との間に隙間が確保される。

明　細　書

発明の名称 ： 動圧流体軸受

技術分野

[0001] この発明は、ハードディスクドライブやファン等に使用され、相対回転するシャフトとスリーブとの間に介在させた非圧縮性流体に圧力を生じさせ、その圧力（動圧）でシャフトとスリーブの一方を支持するようになっている動圧流体軸受に関するものである。

背景技術

[0002] （第１従来例）

従来から、図１７に示すような、ラジアル荷重とスラスト荷重を同時に受けることができる動圧流体軸受１０１が使用されている。この図１７に示す動圧流体軸受１０１は、シャフト１０２の先端側に円錐台状凸部１０３が形成され、この円錐台状凸部１０３がスリーブ１０４の円錐台状凹部１０５に相対回転可能に収容されており、シャフト１０２の円錐台状凸部１０３とスリーブ１０４の円錐台状凹部１０５との隙間１０６に非圧縮性流体１０７（例えば、オイル）が満たされている。また、円錐台状凸部１０３のテーパ状外周面１０８又は円錐台状凹部１０５のテーパ状内周面１１０には、動圧発生溝であるヘリングボーン溝（図示せず）が形成されている。

[0003] そして、このような動圧流体軸受１０１は、シャフト１０２とスリーブ１０４が相対回転していない場合には円錐台状凸部１０３のテーパ状外周面１０８と円錐台状凹部１０５のテーパ状内周面１１０が面接触しているが、シャフト１０２とスリーブ１０４が相対回転している場合にはヘリングボーン溝によって生じる動圧で円錐台状凸部１０３のテーパ状外周面１０８と円錐台状凹部１０５のテーパ状内周面１１０が非接触の状態になり、シャフト１０２とスリーブ１０４とが非圧縮性流体１０７の薄膜を介して円滑に相対回転するようになっている。

[0004] しかしながら、図１７に示す動圧流体軸受１０１は、シャフト１０２とス

リーブ１０４の相対回転時において、シャフトとスリーブのうちの回転する一方側が他方側に対して歳差運動を生じるという問題を有している。また、図１７に示す動圧流体軸受１０１は、シャフト１０２とスリーブ１０４の相対回転停止時において、円錐台状凸部１０３のテーパ状外周面１０８と円錐台状凹部１０５のテーパ状内周面１１０とが面接触して貼り付いた状態となり、起動時（シャフト１０２とスリーブ１０４の相対回転始動時）に大きな回転抵抗が生じるか、又は起動不能（シャフト１０２とスリーブ１０４とが相対回転不能）になるという問題も有している。

[0005] （第２従来例）

図１８に示す動圧流体軸受２０１は、図１７に示した動圧流体軸受１０１の問題点を解決することができるものとして知られている。この図１８に示す動圧流体軸受２０１は、上部基体２０２に固定されたシャフト２０３の円錐台状先端部２０３ａが、ブラシレスフラットモータ２０４によって回転駆動されるスリーブ２０５の円錐台状凹部２０５ａ内に回転可能に収容されている。また、この動圧流体軸受２０１は、上部基体２０２の下面側とスリーブ２０５の上面側にそれぞれ永久磁石２０６，２０７が対向するように配置され、この一対の永久磁石２０６，２０７の磁力（シャフト２０３の軸方向に沿った磁力）によって、上部基体２０２及びこれに固定されたシャフト２０３がスリーブ２０５から浮いた状態で支持されるようになっている。なお、一対の永久磁石２０６，２０７は、磁気スラスト軸受２０８を構成している。また、ブラシレスフラットモータ２０４は、スリーブ２０５の下面側に固定されたロータ２１０と、このロータ２１０に対向するように配置されたステータ２１１とで構成されている。

[0006] このような動圧流体軸受２０１は、スリーブ２０５がブラシレスフラットモータ２０４によって回転させられた場合に、シャフト２０３の円錐台状先端部２０３ａの外周面に形成されたヘリングボーン状の動圧発生溝２１２が動圧を発生し、スリーブ２０５とシャフト２０３が非接触の状態で相対回転できるようになっており、シャフト２０３の円錐台状先端部２０３ａの外周

面に形成されたヘリングボーン状の動圧発生溝２１２が発生する動圧と、磁気スラスト軸受２０８によって発生するシャフト２０３の軸方向に沿った磁力とによって、相対回転するスリーブ２０５とシャフト２０３との間に生じやすい歳差運動を抑えるようになっている。

[0007] また、この動圧流体軸受２０１は、スリーブ２０５の回転が停止すると、上部基体２０２及びシャフト２０３が磁気スラスト軸受２０８によってスリーブ２０５から浮いた状態で支持されるため、シャフト２０３の円錐台状先端部２０３ａとスリーブ２０５の円錐台状凹部２０５ａとの間に隙間が保持され、円錐台状先端部２０３ａの外周面と円錐台状凹部２０５ａの内周面とが面接触するのを防止できるようになっている（特許文献１参照）。

[0008] （第３従来例）

図１９に示す動圧流体軸受３０１は、図１７に示した動圧流体軸受１０１の問題点を解決するために案出されたものである。この図１９に示す動圧流体軸受３０１は、紡錘体状凸部３０２を先端に有するシャフト３０３と、このシャフト３０３の紡錘体状凸部３０２を相対回転可能に収容する紡錘体状凹部３０４が形成されたスリーブ３０５とを有している。この動圧流体軸受３０１における紡錘体状凸部３０２は、一対の円錐台状凸部分３０２ａ，３０２ａがフランジ部分３０２ｂを中心として上下反転して貼り合わせたような形状になっている。また、この動圧流体軸受３０１における紡錘体状凹部３０４は、一対の円錐台状凹部分３０４ａ，３０４ａが環状凹所３０４ｂを中心として上下対称に位置するような形状になっており、環状凹所３０４ｂが紡錘体状凸部３０２のフランジ部分３０２ｂに隙間３０６をもって嵌合し、一対の円錐台状凹部分３０４ａ，３０４ａが紡錘体状凸部３０２の一対の円錐台状凸部分３０２ａ，３０２ａと隙間３０６をもって嵌合するようになっている。

[0009] そして、この動圧流体軸受３０１は、紡錘体状凸部３０２と紡錘体状凹部３０４の隙間３０６が非圧縮性流体３０７で満たされており、シャフト３０３が回転すると、シャフト３０３の紡錘体状凸部３０２のテーパ状外周面３

０８，３０８に形成されたヘリングボーン溝等の動圧発生溝（図示せず）によって動圧が生じ、シャフト３０３がスリーブ３０５に対して非圧縮性流体３０７の薄膜を介して非接触の状態で円滑に回転できるようになっている。この際、動圧流体軸受３０１は、紡錘体状凸部３０２のテーパ状外周面３０８が上下対称に一対形成されているため、シャフト３０３がスリーブ３０５に対して歳差運動を生じ難くなっている。

[0010] また、動圧流体軸受３０１は、シャフト３０３の回転停止時において、紡錘体状凸部３０２のフランジ部分３０２ｂをスリーブ３０５の環状凹所３０４ｂに形成された着座面３１０に着座させることにより、紡錘体状凸部３０２のテーパ状外周面３０８が紡錘体状凹部３０４のテーパ状内周面３１１に接触しないようにして、紡錘体状凸部３０２のテーパ状外周面３０８が紡錘体状凹部３０４のテーパ状内周面３１１に貼り付くのを防止している（特許文献２参照）。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献1：特開昭６０－２０８６２９号公報

特許文献2：特開２００１－２７２２６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0012] しかしながら、図１８に示した動圧流体軸受２０１は、上部基体２０２及びシャフト２０３が磁気スラスト軸受２０８の磁力によってスリーブ２０５から浮いた状態で支持されるようになっているため、磁気スラスト軸受２０８を設置するスペースを確保する必要がある分だけ、全体構造が大型化するという新たな問題を生じる。

また、図１８に示した動圧流体軸受２０１は、シャフト２０３の軸方向（スラスト方向）に沿った振動が作用する条件下で使用される場合、振動減衰力が不足する点も指摘されている。

[0013] また、図１９に示した動圧流体軸受３０１は、シャフト３０３の紡錘体状凸部３０２が一対の円錐台状凸部分３０２ａ，３０２ａを上下反転して貼り合わせられたような形状になっているため、図１７に示した動圧流体軸受１０１と比較して、シャフト３０３及びスリーブ３０５の軸方向長さが長くなり、全体が大型化するという問題がある。

[0014] そこで、本発明は、全体形状の大型化を招くことなく、相対回転するシャフトとスリーブとの間の歳差運動を抑えることができる動圧流体軸受を提供することを目的とする。また、全体形状の大型化を招くことなく、シャフトとスリーブの貼り付きを防止できる動圧流体軸受を提供することをも目的とする。さらに、本発明は、シャフトの軸方向に沿った振動を効果的に減衰できる動圧流体軸受を提供することをも目的とする。

課題を解決するための手段

[0015] 本発明に係る動圧流体軸受は、図１乃至図８に示すように、（１）シャフト２の先端側に形成され、シャフト２の先端に向かうにしたがって外径寸法を漸減するテーパ状外周面１５を有する円錐台状凸部３と、（２）前記円錐台状凸部３の前記テーパ状外周面１５に対向するテーパ状内周面２２を有するスリーブ４の円錐台状凹部５と、（３）前記円錐台状凹部５の開口端８側に固定され、前記シャフト２に相対回転可能に嵌合する軸穴３１が形成された蓋部材１０と、（４）前記円錐台状凸部３と前記円錐台状凹部５の隙間６を満たす非圧縮性流体７と、（５）前記テーパ状外周面１５と前記テーパ状内周面２２のいずれか一方に形成され、前記シャフト２と前記スリーブ４の相対回転時に動圧を発生させ、前記シャフト２と前記スリーブ４とが非接触状態で相対回転するのを可能にする動圧発生溝２６と、を備えている。

[0016] そして、本発明の動圧流体軸受１は、前記円錐台状凹部５の底面２３の中央には、前記シャフト２の中心軸１７と同心の円錐状支持突起１８が前記シャフト２の中心軸１７に沿って突出するように形成され、また、前記円錐台状凸部３の先端面１６の中央には、前記円錐状支持突起１８を相対回転可能に収容する円錐状凹所２０が前記シャフト２の中心軸１７に沿って凹むよう

に形成されている（基本構成）。

[0017] このような基本構成において、前記蓋部材１０には、前記円錐台状凸部３の最大径部分１４側の基端面１３に僅かな隙間をもって対向して前記シャフト２のスライド移動を規制するシャフト押さえ面３７を形成し、前記基端面１３と前記シャフト押さえ面３７のいずれか一方には、前記シャフト２と前記スリーブ４の相対回転時に動圧を発生させる第２の動圧発生溝３８を形成し、前記シャフト２と前記スリーブ４の相対回転時に、前記第２の動圧発生溝３８が発生させる動圧と、前記円錐状支持突起１８と前記円錐状凹所２０との係合部が発揮する調心機能とによって、前記シャフト２と前記スリーブ４との間に生じる歳差運動を抑えるようにするとよい（構成１）。

[0018] また、上記基本構成において、前記シャフト２と前記スリーブ４の相対回転が停止すると、前記円錐状凹所２０の底３０が前記円錐状支持突起１８の先端２８に当接し、前記円錐台状凸部３が前記円錐状支持突起１８で支持された状態となり、前記テーパ状外周面１５と前記テーパ状内周面２２との間に隙間が確保されるようにしてもよい（構成２）。

[0019] さらに、上記基本構成において、前記テーパ状内周面２２は、前記円錐台状凹部５の前記底面２３側に位置する第１テーパ状内周面部分２４と、前記円錐台状凹部５の前記開口端８側に位置する第２テーパ状内周面部分２５とを有し、前記第２テーパ状内周面部分２５と前記シャフト２の前記中心軸１７とのなす角を前記第１テーパ状内周面部分２４と前記シャフト２の前記中心軸１７とのなす角よりも小さくし、前記シャフト２と前記スリーブ４の相対回転時に、前記シャフト２と前記スリーブ４とが振動によって前記中心軸１７に沿って相対変位すると、前記円錐台状凸部３の前記テーパ状外周面１５における最大径部分１４と前記第２テーパ状内周面部分２５との隙間寸法が変化し、前記最大径部分１４と前記第２テーパ状内周面部分２５との隙間を通過する前記非圧縮性流体７の絞り率が変化して、前記最大径部分１４と前記第２テーパ状内周面部分２５との隙間を通過する前記非圧縮性流体７の流動抵抗が変化し、前記シャフト２と前記スリーブ４の振動を減衰すると共

に、前記シャフト２と前記スリーブ４に作用する前記中心軸１７に沿った方向の衝撃力を緩和するようにしてもよい（構成３）。

[0020] 本発明に係る動圧流体軸受１は、図１および図９乃至図１６に示すように、（１）軸受によって回転可能に支持されるシャフト２の先端側に形成され、前記シャフト２の先端に向かうにしたがって外径寸法を漸減するテーパ状外周面１５を有する円錐台状凸部３と、（２）前記円錐台状凸部３の前記テーパ状外周面１５に対向するテーパ状内周面２４を有するスリーブ４の円錐台状凹部５と、（３）前記円錐台状凹部５の開口端８側に固定され、前記シャフト２に相対回転可能に嵌合する軸穴３１が形成された蓋部材１０と、（４）前記円錐台状凸部３と前記円錐台状凹部５の隙間６を満たす流体と、（５）前記テーパ状外周面１５と前記テーパ状内周面２４のいずれか一方に形成され、前記シャフト２と前記スリーブ４の相対回転時に動圧を発生させ、前記シャフト２と前記スリーブ４とが非接触状態で相対回転するのを可能にする動圧発生溝２６と、を備え、前記円錐台状凸部３は、その先端面１６に、前記シャフト２の中心軸１７と同心の支持軸５０が前記中心軸１７に沿って突出するように設けられ、また、前記円錐台状凹部５は、その底面２６に、前記支持軸５０を回転可能に収容する有底の軸受穴１９が形成され、前記支持軸５０は、前記シャフト２と前記スリーブ４の相対回転停止時に前記軸受穴１９の底面１９ｂに点接触し、且つ、前記軸受穴１９の内周面１９ａに僅かな隙間をもって嵌合して、前記円錐台状凸部３の前記テーパ状外周面１５と前記スリーブ４の前記テーパ状内周面２４との間に隙間６を生じさせ、前記シャフト２と前記スリーブ４の相対回転時に、前記円錐台状凸部３と共に前記スリーブ４に対して相対回転し、前記軸受穴１９の前記内周面１８ａによって前記軸受穴１９内のずれ動きが規制されて、前記シャフト２の前記中心軸１７の芯振れを抑えるようにしてもよい（構成４）。

発明の効果

[0021] 前記構成１に示す動圧流体軸受によれば、全体形状の大型化を招くことなく、相対回転するシャフトとスリーブとの間の歳差運動を抑えることができ

る。

また、前記構成２に示す動圧流体軸受によれば、全体形状の大型化を招くことなく、シャフトとスリーブの貼り付きを防止できる。

前記構成３に示す動圧流体軸受によれば、円錐台状凸部の最大径部分と第２テーパ状内周面部分との隙間を通過する非圧縮性流体の流動抵抗によって、シャフトの軸方向に沿った振動を効果的に減衰できる。

前記構成４に示す動圧流体軸受によれば、全体形状の大型化を招くことなく、シャフトとスリーブの貼り付きを防止でき、シャフトとスリーブの相対回転時における歳差運動を抑えることができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の実施形態に係る動圧流体軸受を示す図であり、図１（ａ）は動圧流体軸受の平面図、図１（ｂ）は動圧流体軸受の正面図、図１（ｃ）は動圧流体軸受の裏面図である。

[図2]図１（ａ）のＡ－Ａ線に沿って切断して示す動圧流体軸受の断面図である。

[図3]動圧流体軸受の一部拡大断面図であり、図３（ａ）は円錐台状凹部内における円錐台状凸部の径方向外方端近傍を示す第１状態図、図３（ｂ）は円錐台状凹部内における円錐台状凸部の径方向外方端近傍を示す第２状態図、図３（ｃ）は円錐台状凹部内における円錐台状凸部の径方向外方端近傍を示す第３状態図である。

[図4]動圧流体軸受の一部拡大断面図であり、円錐台状凹部の底面側と円錐台状凸部の先端面側の係合状態を示す断面図である。

[図5]動圧流体軸受の一部拡大断面図であり、図５（ａ）は円錐台状凸部の基端面，フランジ部及び蓋部材間の隙間における非圧縮性流体の第１状態図、図５（ｂ）は円錐台状凸部の基端面，フランジ部及び蓋部材間の隙間における非圧縮性流体の第２状態図である。

[図6]動圧流体軸受の一部拡大断面図であり、図６（ａ）は第２のヘリングボーン溝の機能を説明するための円錐台状凸部と蓋部材の第１関係図、図６（

ｂ）は第２のヘリングボーン溝の機能を説明するための円錐台状凸部と蓋部材の第２関係図である。

[図7]図７（ａ）は本発明の変形例に係る動圧流体軸受を示す縦断面図であり、図７（ｂ）は図７（ａ）の一部（減衰力発生手段）を拡大して示す断面図である。

[図8]図８（ａ）は減衰力発生手段の第１作動状態図であり、図８（ｂ）は減衰力発生手段の第２作動状態図である。

[図9]図１（ａ）のＡ１－Ａ１線に沿って切断して示す動圧流体軸受の断面図である。

[図10]図１０（ａ）が動圧流体軸受の一部拡大図（図２のＢ部拡大断面図）であり、図１０（ｂ）は図１０（ａ）のＡ２－Ａ２線に沿って切断して示す断面図である。

[図11]本発明の実施形態に係る動圧流体軸受における支持軸と軸受穴の第１変形例を示す図であり、図１０（ａ）に対応する図である。

[図12]本発明の実施形態に係る動圧流体軸受における支持軸と軸受穴の第２変形例を示す図であり、図１０（ａ）に対応する図である。

[図13]本発明の実施形態に係る動圧流体軸受における支持軸と軸受穴の第３変形例を示す図であり、図１０（ａ）に対応する図である。

[図14]本発明の実施形態に係る動圧流体軸受における支持軸と軸受穴の第４変形例を示す図であり、図１０（ａ）に対応する図である。

[図15]本発明の実施形態に係る動圧流体軸受における支持軸と軸受穴の第５変形例を示す図であり、図１０（ａ）に対応する図である。

[図16]本発明の実施形態に係る動圧流体軸受における支持軸と軸受穴の第６変形例を示す図であり、図１０（ａ）に対応する図である。

[図17]第１従来例に係る動圧流体軸受の縦断面図である。

[図18]第２従来例に係る動圧流体軸受の縦断面図である。

[図19]第３従来例に係る動圧流体軸受の縦断面図である。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、本発明の実施の形態を図面に基づき詳述する。

[0024] 図１乃至図２は、本実施形態に係る動圧流体軸受１を示す図である。なお、図１（ａ）は動圧流体軸受１の平面図、図１（ｂ）は動圧流体軸受１の正面図、図１（ｃ）は動圧流体軸受１の裏面図である。また、図２は、図１（ａ）のＡ－Ａ線に沿って切断して示す動圧流体軸受１の断面図である。また、これらの図において、後の説明の都合上、上下の表示をしているが、動圧流体軸受１の使用時の姿勢を限定するものではない。

[0025] これらの図に示すように、動圧流体軸受１は、シャフト２の先端側に一体形成された円錐台状凸部３がスリーブ４の円錐台状凹部５に相対回転可能に収容され、円錐台状凸部３と円錐台状凹部５との隙間６が非圧縮性流体７（例えば、シリコーンオイル）で満たされ、円錐台状凹部５の上部開口端８（開口端）に蓋部材１０が固定されている。なお、動圧流体軸受１を構成するシャフト２、スリーブ４、及び蓋部材１０が合成樹脂材料で形成されている。

[0026] シャフト２は、図外のモータによって一方向に回転駆動されるようになっている。このシャフト２は、その一端側が図外の軸受で回動可能に支持されるシャフト本体部１１と、このシャフト本体部１１の先端側に形成されたフランジ部１２と、このフランジ部１２の先端側の端部に一体に形成された円錐台状凸部３と、を有している。

[0027] シャフト２のフランジ部１２は、シャフト本体部１１の外周面から径方向外方へ出っ張る円環状の段部である。

[0028] シャフト２の円錐台状凸部３は、その基端面１３がフランジ部１２の先端側の端部から径方向外方へ張り出すように形成され、その基端面１３の径方向外方端（最大径部分１４）からシャフト２の先端に向かって外径寸法を漸減するテーパ状外周面１５が形成されている。シャフト２の円錐台状凸部３の先端には、基端面１３と平行の先端面１６がシャフト２の中心軸１７に直交する仮想平面上に位置するように形成されている。そして、円錐台状凸部３の先端面１６の中央には、スリーブ４の円錐状支持突起１８を相対回転可

能に収容する円錐状凹所２０がシャフト２の中心軸１７に沿って凹むように形成されている。すなわち、円錐状凹所２０の中心がシャフト２の中心軸１７と同心上に位置するようになっている。なお、円錐状凹所２０を形作る内周面の頂角は、円錐状支持突起１８を形作る外周面の頂角よりも大きい。

[0029] スリーブ４は、図示しないフレーム等に固定されるようになっており、シャフト２の円錐台状凸部３を相対回転可能に収容する円錐台状凹部５が上方へ向けて開口するように形成されている（図２参照）。

[0030] このスリーブ４の円錐台状凹部５は、スリーブ４の上面２１側に開口する有底の凹みであり、スリーブ４の上部開口端８から下方へ向かって内径を漸減させるテーパ状内周面２２が形成されている（図２参照）。

[0031] テーパ状内周面２２は、円錐台状凹部５の底面２３から斜め上方へ向かって延びる第１テーパ状内周面部分２４と、この第１テーパ状内周面部分２４からスリーブ４の上部開口端８まで延びる第２テーパ状内周面部分２５とからなっている。

[0032] 第１テーパ状内周面部分２４は、円錐台状凸部３のテーパ状外周面１５とシャフト２の中心軸１７とがなす角度（テーパ状外周面１５の傾斜角度）θと同一の傾斜角度θになるように形成されている。そして、この第１テーパ状内周面部分２４には、シャフト２の回転時に動圧を発生させる第１のヘリングボーン溝２６（第１の動圧発生溝）が形成されている。第１のヘリングボーン溝２６は、中心軸１７を中心として、第１テーパ状内周面部分２４にリング状に形成されている。

[0033] 第２テーパ状内周面部分２５は、第１テーパ状内周面部分２４の傾斜角度θよりも小さな傾斜角度になるように形成されている。

[0034] 円錐台状凹部５の底面２３の中央には、スリーブ４の中心線２７に沿って上方へ向かって突出する円錐状支持突起１８が形成されている（図２参照）。この円錐状支持突起１８は、円錐台状凸部３の円錐状凹所２０内に相対回転可能に収容され、シャフト２の回転が停止した際に、その先端２８が円錐台状凸部３の円錐状凹所２０の中心に位置する底３０（最深部）に当接し（

点接触し）、円錐台状凸部３を支持するようになっている。なお、円錐状支持突起１８の先端２８は、加工上の微小な丸みの曲面で形作られている。また、円錐状凹所２０の底３０は、円錐状支持突起１８の先端２８の曲面よりも大きな丸み（曲率半径）の曲面で形作られている。

[0035] また、スリーブ４は、円錐状支持突起１８が円錐台状凸部３を支持した状態において、シャフト２が倒れを生じても（シャフト２の中心軸１７がスリーブ４の中心線２７に対して倒れを生じても）、第２テーパ状内周面部分２５が円錐台状凸部３の基端面１３の径方向外方端（最大径部分１４）に線接触し、テーパ状内周面２２のうちの円錐台状凸部３に線接触した部位を除いた部分がテーパ状外周面１５との間に隙間を生じ、円錐台状凸部３のテーパ状外周面１５が円錐台状凹部５のテーパ状内周面２２に面接触するようなことがない（図３（ｃ）参照）。なお、円錐台状凸部３の径方向外方端（最大径部分１４）は、円錐台状凸部３におけるテーパ状外周面１５の他部分を円錐台状凹部５のテーパ状内周面２２に密着させない限り、円錐台状凹部５のテーパ状内周面２２に面接触させてもよい。

[0036] ここで、シャフト２の回転時で且つシャフト２の円錐台状凸部３が円錐台状凹部５内で非接触状態で回転している場合において、円錐状支持突起１８の先端２８と円錐状凹所２０の底３０の中心軸１７に沿った方向の隙間長さＬ１は、円錐台状凸部３のテーパ状外周面１５と円錐台状凹部５の第１テーパ状内周面部分２４の中心軸１７に沿った方向の隙間長さＬ２よりも小さく（Ｌ１＜Ｌ２）してある（図４参照）。また、円錐状支持突起１８の先端２８と円錐状凹所２０の底３０の中心軸１７に沿った方向の隙間長さＬ１は、円錐台状凸部３の先端面１６と円錐台状凹部５の底面２３の中心軸１７に沿った方向の隙間長さＬ３よりも小さく（Ｌ１＜Ｌ３）してある（図４参照）。また、スリーブ４の上面２１から円錐台状凹部５の底面２３までの中心軸１７に沿った寸法（円錐台状凹部５の凹み深さ）Ｌ４は、円錐台状凸部３の基端面１３から先端面１６までの中心軸１７に沿った寸法Ｌ５よりも大きく（Ｌ４＞Ｌ５）してある。また、図２及び図４に示すように、円錐台状凹部

５は、その中心線２７がシャフト２の中心軸１７と同心となるように形成されている。

[0037] 蓋部材１０は、スリーブ４の上面２１に固着（接着、溶着等）され、スリーブ４の円錐台状凹部５の上部開口端８を塞ぐように位置し、中心部に位置する軸穴３１がシャフト本体部１１に僅かな隙間をもって嵌合している。また、蓋部材１０は、外周端側の円環状の位置決め突起３２がスリーブ４の位置決め段部３３に凹凸係合し、その中心がスリーブ４の円錐台状凹部５の中心線２７に対して位置決めされると共に、シャフト２の中心軸１７に対して位置決めされるようになっている。また、蓋部材１０は、スリーブ４の上面２１に固着された状態において、円錐台状凸部３の基端面１３の外周側部分に僅かな隙間をもって対向するシャフト押さえ部３４が形成されると共に、円錐台状凸部３の基端面１３の内周側部分及びフランジ部１２との間に十分な減圧空間３５を形作る張り出し部３６が形成されている（図５参照）。

[0038] 蓋部材１０のシャフト押さえ部３４の内面は、スリーブ４の上面２１と平行のシャフト押さえ面３７であり、シャフト２が回転すると動圧を発生させる第２のヘリングボーン溝３８（第２の動圧発生溝）が形成されている（図２、図３、図６参照）。この第２のヘリングボーン溝３８は、シャフト押さえ面３７で且つ蓋部材１０の中心（シャフト２の中心軸１７）の回りに、リング状に形成されている。また、蓋部材１０のシャフト押さえ部３４は、シャフト２の円錐台状凸部３がスリーブ４の円錐台状凹部５内から抜け出る方向へ移動すると、シャフト押さえ面３７が円錐台状凸部３の基端面１３に当接し、シャフト２の円錐台状凸部３がスリーブ４の円錐台状凹部５内から抜け出るのを防止する。

[0039] 蓋部材１０の張り出し部３６は、軸穴３１の近傍に位置し、軸穴３１に近づくにしたがって（中心に向かうにしたがって）スリーブ４の上面２１から斜め上方へ遠ざかるように形成されており、円錐台状凸部３の基端面１３がシャフト押さえ部３４に当接したとしても、シャフト２（円錐台状凸部３の基端面１３、フランジ部１２、及びシャフト本体部１１）に接触しないよう

になっている。そして、蓋部材１０の張り出し部３６によって形作られる減圧空間３５は、円錐台状凸部３と円錐台状凹部５の微小な隙間６、及び円錐台状凸部３の基端面１３と蓋部材１０のシャフト押さえ部３４との間の微小な隙間６を毛細管現象によって満たす非圧縮性流体７を、蓋部材１０のシャフト押さえ部３４と張り出し部３６との境界で堰き止める機能を発揮する（図５（ａ）、図６参照）。また、蓋部材１０の張り出し部３６によって形作られる減圧空間３５は、シャフト２がスリーブ４の円錐台状凹部５内に最大限押し込まれた状態において、円錐台状凸部３と円錐台状凹部５との隙間６から押し出された非圧縮性流体７を収容し、非圧縮性流体７が蓋部材１０の軸穴３１とシャフト本体部１１との隙間から外部に漏出するのを防止できるようになっている（図２、図５（ｂ）参照）。

[0040] このような構成の本実施形態に係る動圧流体軸受１は、シャフト２の回転時において、円錐台状凹部５の第１のヘリングボーン溝２６及び蓋部材１０の第２のヘリングボーン溝３８が非圧縮性流体７を集めるように作用して動圧を発生させ、シャフト２の円錐台状凸部３をスリーブ４の円錐台状凹部５内で非接触状態で支持する。

[0041] また、この動圧流体軸受１は、円錐台状凸部３が円錐状支持突起１８によって円錐台状凹部５の中心に支持されるため、円錐台状凸部３の先端面１６が受ける粘性抵抗（回転抵抗）が均一化する。

[0042] また、この動圧流体軸受１は、シャフト２の回転時において、図６（ｂ）に示すように、シャフト２が歳差運動を生じると、円錐台状凸部３の基端面１３と蓋部材１０のシャフト押さえ面３７との間隔（隙間）がシャフト押さえ部３４の周方向で変化して、第２のヘリングボーン溝３８が発生する動圧もシャフト押さえ部３４の周方向で変化し、円錐状支持突起１８と円錐状凹所２０との係合部によって発揮される調心機能と相俟って、シャフト２の歳差運動を効果的に抑えることができる。

[0043] また、この動圧流体軸受１は、シャフト２の回転時において、シャフト２がスラスト方向（図２の上下方向であり、中心軸１７に沿った方向）に振動

すると、円錐台状凸部３の基端面１３の径方向外方端（最大径部分１４）と円錐台状凹部５の第２テーパ状内周面部分２５との隙間寸法が変化し（図３（ａ）～（ｂ）参照）、円錐台状凸部３の基端面１３の径方向外方端（最大径部分１４）と円錐台状凹部５の第２テーパ状内周面部分２５との間を通過する非圧縮性流体７の絞り率が変化して、円錐台状凸部３の基端面１３の径方向外方端（最大径部分１４）と円錐台状凹部５の第２テーパ状内周面部分２５との間を通過する非圧縮性流体７の粘性抵抗が変化する。すなわち、この動圧流体軸受１は、円錐台状凸部３の基端面１３の径方向外方端（最大径部分１４）と円錐台状凹部５の第２テーパ状内周面部分２５との隙間が可変絞り部として機能し、シャフト２のスラスト方向の振動を効果的に減衰すると共に、シャフト２のスラスト方向の衝撃を緩和する。

[0044] また、このような構成の本実施形態に係る動圧流体軸受１は、シャフト２の回転停止時において、円錐台状凹部５の内部へ突出する円錐状支持突起１８の先端２８が円錐台状凸部３の円錐状凹所２０の底３０と点接触し、円錐台状凹部５の第２テーパ状内周面部分２５が円錐台状凸部３の基端面１３の径方向外方端（最大径部分１４）と線接触し、円錐台状凸部３と円錐台状凹部５とが面接触しないようになっている（図２～４参照）。したがって、本実施形態に係る動圧流体軸受１は、シャフト２とスリーブ４の貼り付きを生じることがなく、起動時（シャフト２の回転始動時）に大きな回転抵抗を生じることがなく、起動不能を生じることもない。

[0045] また、本実施形態に係る動圧流体軸受１は、シャフト２とスリーブ４の相対回転が停止し、円錐台状凸部３が円錐状支持突起１８で支持された状態において、シャフト２の中心軸１７が円錐台状凹部５の中心線２７に対して倒れを生じた場合、円錐台状凸部３の径方向外方端（最大径部分１４）が円錐台状凹部５のテーパ状内周面２２（第２テーパ状内周面部分２５）に当接し、テーパ状外周面１５とテーパ状内周面２２との間に隙間を確保できるため、円錐台状凸部３と円錐台状凹部とが面接触することがない（図２，図３（ｃ）参照）。したがって、本実施形態に係る動圧流体軸受１は、シャフト２

とスリーブ４の貼り付きを生じることがなく、起動時（シャフト２の回転始動時）に大きな回転抵抗を生じることがなく、起動不能を生じることもない。

[0046] また、本実施形態に係る動圧流体軸受１は、シャフト２、スリーブ４、及び蓋部材１０が合成樹脂材料で形成されているため、一部又は全体を金属で形成する場合に比較し、軽量化することができる。加えて、本実施形態において、シャフト２、スリーブ４、及び蓋部材１０を射出成形することにより、高精度の動圧流体軸受１を安価に提供することが可能になる。

[0047] このように、本実施形態に係る動圧流体軸受１は、シャフト２の回転時における歳差運動を抑えることができ、また、シャフト２とスリーブ４の貼り付きを防止できることはもちろんのこと、第２従来例の動圧流体軸受２０１と比較して、磁気スラスト軸受を設置する必要がない分だけ小型化することができる。

[0048] 即ち、本実施形態に係る動圧流体軸受１は、スリーブ４内に収容されるシャフト１の端部が単一の円錐台状凸部３であるため、第１従来例の動圧流体軸受１０１と比較して大型化することがなく、第２従来例の動圧流体軸受２０１と比較して小型化することができ、シャフト２とスリーブ４の貼り付きを防止できると共に、シャフト２の回転時における歳差運動を抑えることができる。

[0049] （変形例）

図７は、上記実施形態の変形例である動圧流体軸受１を示すものである。この図７に示す動圧流体軸受１は、図２に示した動圧流体軸受１に減衰力発生手段４０を加えた点において相違するが、基本的構造が図２に示した動圧流体軸受１と同様であるので、図２に示した動圧流体軸受１と同一の構成部分には同一符号を付し、上記実施形態の説明と重複する説明を省略する。なお、図７（ａ）は動圧流体軸受１の縦断面図であり、図７（ｂ）は図７（ａ）に示した動圧流体軸受１の一部を拡大して示す断面図である。

[0050] 本変形例に係る動圧流体軸受１は、スリーブ４の円錐台状凹部５に減衰力

発生手段４０を備えている。この減衰力発生手段４０は、円錐台状凹部５の底面２３に隔壁４１を隔てて隣接する液溜室４２と、この液溜室４２の内部と円錐台状凹部５の内部とを連通する複数の絞り口４３とで構成されている。液溜室４２は、スリーブ４の下面４４側の開口部がスリーブ４の下面４４に固着（接着、溶着等）された液溜室閉塞プレート４５によって塞がれており、その内部が非圧縮性流体７で満たされている。複数の絞り口４３は、隔壁４１に形成されており、非圧縮性流体７が円錐台状凹部５の内部と液溜室４２の内部とを行き来できるようになっている。そして、隔壁４１は、円錐台状凹部５内に充填されている非圧縮性流体７の圧力変化に応じて弾性変形し、液溜室４２の内部と円錐台状凹部５の内部とを複数の絞り口４３を介して行き来するのを可能にする（図８（ａ）参照）。

[0051] このような本変形例に係る動圧流体軸受１は、シャフト２とスリーブ４の少なくとも一方がスラスト方向（シャフト２の中心軸１７に沿った方向）に振動し、円錐台状凹部５内の非圧縮性流体７の圧力が変化して、液溜室４２の容積が変化し、非圧縮性流体７が絞り口４３を介して円錐台状凹部５の内部と前記液溜室４２の内部とを行き来すると、非圧縮性流体７の流動抵抗が生じ、シャフト２とスリーブ４の少なくとも一方の振動をその流動抵抗によって減衰することができると共に、シャフト２とスリーブ４の少なくとも一方に作用する衝撃を緩和することができるようになっている。

[0052] また、本変形例において、図８（ｂ）に示すように、液溜室閉塞プレート４５が弾性変形できるように形成されることにより、液溜室閉塞プレート４５を介してスリーブ４に振動や衝撃が伝達されると、その振動や衝撃に応じて液溜室閉塞プレート４５が弾性変形し、非圧縮性流体７が絞り口４３を介して円錐台状凹部５の内部と前記液溜室４２の内部とを行き来する。その結果、液溜室閉塞プレート４５を介してスリーブ４に伝達された振動が非圧縮性流体７の流動抵抗によって減衰され、衝撃が非圧縮性流体７の流動抵抗によって緩和される。

[0053] 本変形例に係る動圧流体軸受１によれば、上記実施形態の動圧流体軸受１

と同様の効果を得ることができることはもちろんのこと、上記実施形態の動圧流体軸受１よりも優れた振動減衰機能及び衝撃緩衝機能を発揮する。

[0054] （その他の変形例）

上記実施形態及び上記変形例は、スリーブ４が固定され、シャフト２が回転する場合を例示したが、この場合に限られず、スリーブ４が回転し、シャフト２が固定される場合にも適用できる。

[0055] また、上記実施形態及び上記変形例は、第１のヘリングボーン溝２６を円錐台状凹部５の第１テーパ状内周面部分２４に形成するようになっているが、これに限られず、第１のヘリングボーン溝２６を円錐台状凹部５の第１テーパ状内周面部分２４と対向する円錐台状凸部３のテーパ状外周面１５に形成するようにしてもよい。すなわち、第１のヘリングボーン溝２６は、相対回転するシャフト２とスリーブ４のいずれか一方に形成すればよい。しかし、第１のヘリングボーン溝２６は、シャフト２のテーパ状外周面１５よりも径方向外方側に位置するスリーブ４の第１テーパ状内周面部分２４に形成する方が好ましい（より効果的に動圧を発生する）。

[0056] また、上記実施形態及び上記変形例は、第２のヘリングボーン溝３８を蓋部材１０のシャフト押さえ面３７に形成するようになっているが、これに限られず、第２のヘリングボーン溝３８を円錐台状凸部３の基端面１３に形成するようにしてもよい。すなわち、第２のヘリングボーン溝３８は、相対回転するシャフト２と蓋部材１０のいずれか一方に形成すればよい。しかし、第２のヘリングボーン溝３８は、シャフトと蓋部材のうちの停止している方に形成するのが好ましい（回転エネルギーのロスが少ない）。

[0057] また、上記実施形態及び上記変形例は、シャフト２、スリーブ４、及び蓋部材１０が合成樹脂材料で形成されるようになっているが、シャフト２、スリーブ４、及び蓋部材１０の一部又は全部を金属で形成するようにしてもよい。

[0058] また、上記実施形態及び上記変形例において、シャフト２、スリーブ４、及び蓋部材１０を射出成形する場合には、第１及び第２のヘリングボーン溝

２６，３８が離型時の金型に引っ掛かって損傷することがないように、第１及び第２のヘリングボーン溝２６，３８の溝形状が金型の離型方向に対してアンダーカットにならないように形成される。

[0059] また、上記実施形態及び上記変形例において、円錐台状凸部３のテーパ状外周面１５を大きな曲率半径の凸曲面とし、第１のヘリングボーン溝２６の中央部において、円錐台状凸部３のテーパ状外周面１５と円錐台状凹部５の第１テーパ状内周面部分２４との隙間を最小にして、より効果的に動圧を発生させるようにしてもよい。なお、この場合、円錐台状凸部３の基端面１３側の径方向外方端と円錐台状凸部３の先端面１６側の径方向外方端とを結ぶ直線が中心軸１７となす角をθとする。

[0060] また、上記実施形態及び上記変形例において、動圧発生溝は、ヘリングボーン溝２６，３８を例示したが、これに限定されるものでなく、シャフト２とスリーブ４の相対回転時にヘリングボーン溝２６，３８と同様の動圧を発生するものであればよい。

[0061] 図９において、本実施形態に係る動圧流体軸受１の他の構成例が示されている。なお、図９は、図１（ａ）のＡ１－Ａ１線に沿って切断して示す動圧流体軸受１の断面図である。また、これらの図において、後の説明の都合上、上下の表示を示しているが、動圧流体軸受１の使用時の姿勢を限定するものではない。

[0062] この図に示すように、動圧流体軸受１は、前記実施形態と同様、シャフト２の先端側に一体形成された円錐台状凸部３がスリーブ４の円錐台状凹部５に相対回転可能に収容され、円錐台状凸部３と円錐台状凹部５との隙間６が非圧縮性流体７（例えば、シリコーンオイル）で満たされ、円錐台状凹部５の上部開口端８（開口端）に蓋部材１０が固定されている。なお、動圧流体軸受１を構成するシャフト２、スリーブ４、及び蓋部材１０が合成樹脂材料で形成されている。

[0063] シャフト２は、図外のモータによって一方向に回転駆動されるようになっている。このシャフト２は、その一端側が図外の軸受で回動可能に支持され

るシャフト本体部１１と、このシャフト本体部１１の先端側に形成されたフランジ部１２と、このフランジ部１２の端部に一体に形成された円錐台状凸部３と、を有している。

[0064] シャフト２のフランジ部１２は、シャフト本体部１１の外周面から径方向外方へ出っ張る円環状の段部である。

[0065] シャフト２の円錐台状凸部３は、その基端面１３がフランジ部１２の端部から径方向外方へ張り出すように形成され、その基端面１３の径方向外方端（最大径部分１４）からシャフト２の先端に向かって外径寸法を漸減するテーパ状外周面１５が形成されている。シャフト２の円錐台状凸部３の先端には、基端面１３と平行の先端面１６がシャフト２の中心軸１７に直交する仮想平面上に位置するように形成されている。そして、円錐台状凸部３の先端面１６の中央には、スリーブ４の軸受穴１９に相対回転可能に収容される支持軸５０が一体に形成されている（図９及び図１０参照）。

[0066] 支持軸５０は、図９及び図１０に示すように、シャフト２の中心軸１７と同心となるように形成されており、円錐台状凸部３の先端面１６からシャフト２の中心軸１７に沿って突出するように、円錐台状凸部３と共に射出成形される。この支持軸５０は、円錐台状凸部３の先端面１６に接続された基端側弾性支持部５１と、この基端側弾性支持部５１を介して円錐台状凸部３に接続された先端側接触軸部５２と、を有している。この支持軸５０の先端側接触軸部５２は、軸受穴１９の内周面１９ａに僅かな隙間をもって嵌合される棒状軸部分５２ａと、軸受穴１９の底面１９ｂに点接触するように略半球状に形成された先端軸部分５２ｂとで構成されている。また、この支持軸５０の基端側弾性支持部５１は、板状弾性片５１ａがシャフト２の中心軸１７の回りに３等配され、それぞれの板状弾性片５１ａが独立して弾性変形できるようになっている。そして、これら板状弾性片５１ａは、図１０に示すように、長尺方向（板厚方向に対して直交する方向）が径方向に沿うように形成されると共に（特に、図１０（ｂ）参照）、シャフト２の中心軸１７の回りに１２０°だけ捩られたように形成されて、円錐台状凸部３の先端面１６

と先端側接触軸部５２とを弾性的に接続している。すなわち、板状弾性片５１ａの一端側が円錐台状凸部３の先端面１６に接続され、板状弾性片５１ａの他端側が一端側に対してシャフト２の中心軸１７の回りに１２０°ずれた状態で先端側接触軸部５２に接続されている。このように形成された基端側弾性支持部５１は、シャフト２の中心軸１７に沿った方向（Ｚ軸に沿った方向）への弾性変形が可能であるが、シャフト２の中心軸１７に直交する方向（図１０のＺ軸に直交する方向）への弾性変形がし難いようになっている。これにより、基端側弾性支持部５１は、先端側接触軸部５２の中心がシャフト２の中心軸１７からずれないようにして先端側接触軸部５２を支持し、且つ、先端側接触軸部５２と円錐台状凸部３とのＺ軸方向への相対変位を可能にする。なお、支持軸５０は、先端側接触軸部５２と基端側弾性支持部５１の外径寸法が同一か、又は基端側弾性支持部２１の外径寸法の方が先端側接触軸部５２の外径寸法よりも小さく形成されている。

[0067] スリーブ４は、図示しないフレーム等に固定されるようになっており、シャフト２の円錐台状凸部３を相対回転可能に収容する円錐台状凹部５が上方へ向けて開口するように形成されている（図９参照）。

[0068] このスリーブ４の円錐台状凹部５は、スリーブ４の上面２１側に開口する有底の凹みであり、スリーブ４の上部開口端８から下方へ向かって内径を漸減させるテーパ状内周面２４が形成されている（図９参照）。

[0069] テーパ状内周面２４は、円錐台状凸部３のテーパ状外周面１５とシャフト２の中心軸１７とがなす角度（テーパ状外周面１５の傾斜角度）θと同一の傾斜角度θになるように形成されている。そして、このテーパ状内周面２４には、シャフト２の回転時に動圧を発生させるヘリングボーン溝２６（動圧発生溝）が形成されている。ヘリングボーン溝２６は、中心軸１７を中心として、テーパ状内周面２４にリング状に形成されている。

[0070] 円錐台状凹部５の底面２３の中央には、支持軸５０を相対回転可能に収容する有底の軸受穴１９が形成されている。この軸受穴１９は、その中心１９ｃがシャフト２の中心軸１７及び円錐台状凹部５の中心線２７と同心となる

ように形成され、円錐台状凹部５の底面２３側の開口縁における平面形状が円形であり、底面１９ｂがシャフト２の中心軸１７と直交するように形成された平坦面であって、軸受穴１９の外周側から中心１９ｃまで同一の穴深さとなるように形成されている。そして、この軸受穴１９の内周面１９ａは、支持軸５０の先端側接触軸部５２の外周面と僅かな隙間で嵌合し、支持軸５０の先端側接触軸部５２が軸受穴１９内でシャフト２の中心軸１７と直交する方向（図３におけるＺ軸と直交する方向）へずれ動くのを抑え、支持軸５０を相対回転可能に支持する軸受面として機能し、シャフト２とスリーブ４の相対回転時におけるシャフト２の中心軸１７の芯振れを抑える。また、軸受穴１９の底面１９ｂは、支持軸５０の先端側接触軸部５２の先端軸部分５２ｂと点接触し、支持軸５０がスリーブ４に対して円滑に相対回転できるように支持すると共に、円錐台状凸部３のテーパ状外周面１５と円錐台状凹部５のテーパ状内周面２４との間に微小な隙間６が生じるように支持軸５０を支持している。

[0071] ここで、シャフト２の回転停止時で且つ支持軸５０の先端（先端側接触軸部５２）が軸受穴１９の底面１９ｂに当接した状態において、スリーブ４の上面２１から円錐台状凹部５の底面２３までの中心軸１７に沿った寸法（円錐台状凹部５の凹み深さ）Ｌ４は、円錐台状凸部３の基端面１３から先端面１６までの中心軸１７に沿った寸法Ｌ５よりも大きく（Ｌ４＞Ｌ５）してある。また、図９に示すように、円錐台状凹部５は、その中心線２７がシャフト２の中心軸１７と同心となるように形成されている。

[0072] 蓋部材１０は、スリーブ４の上面２１に固着（接着、溶着等）され、スリーブ４の円錐台状凹部５の上部開口端８を塞ぐように位置し、中心部に位置する軸穴３１がシャフト本体部１１に僅かな隙間をもって嵌合している。また、蓋部材１０は、外周端側の円環状の位置決め突起３２がスリーブ４の位置決め段部３３に凹凸係合し、その中心がスリーブ４の円錐台状凹部５の中心線２７に対して位置決めされると共に、シャフト２の中心軸１７に対して位置決めされるようになっている。また、蓋部材１０は、スリーブ４の上面

２１に固着された状態において、円錐台状凸部３の基端面１３の外周側部分に隙間をもって対向するシャフト押さえ部３４が形成されると共に、円錐台状凸部３の基端面１３の内周側部分及びフランジ部１２との間に十分な空間３５を形作る張り出し部３６が形成されている。

[0073] 蓋部材１０のシャフト押さえ部３４は、シャフト２の円錐台状凸部３がスリーブ４の円錐台状凹部５内から抜け出る方向へ移動すると、シャフト押さえ面３７が円錐台状凸部３の基端面１３に当接し、シャフト２の円錐台状凸部３がスリーブ４の円錐台状凹部５内から抜け出るのを防止する。

[0074] 蓋部材１０の張り出し部３６は、軸穴３１の近傍に位置し、軸穴３１に近づくにしたがって（中心に向かうにしたがって）スリーブ４の上面２１から斜め上方へ遠ざかるように形成されており、円錐台状凸部３の基端面１３がシャフト押さえ部３４に当接したとしても、シャフト２（円錐台状凸部３の基端面１３、フランジ部１２、及びシャフト本体部１１）に接触しないようになっている。そして、蓋部材１０の張り出し部３６によって形作られる空間３５は、シャフト２がスリーブ４の円錐台状凹部５内に最大限押し込まれた状態において、円錐台状凸部３と円錐台状凹部５との隙間６から押し出された非圧縮性流体７を収容し、非圧縮性流体７が蓋部材１０の軸穴３１とシャフト本体部１１との隙間から外部に漏出するのを防止できるようになっている。

[0075] このような構成の本実施形態に係る動圧流体軸受１は、シャフト２の回転停止時において、支持軸５０の先端側接触軸部５２の先端が軸受穴１９の底面１９ｂによって支持され、円錐台状凸部３のテーパ状外周面１５と円錐台状凹部５のテーパ状内周面２４との間に微小な隙間６が保持され、円錐台状凸部３のテーパ状外周面１５と円錐台状凹部５のテーパ状内周面２４とが面接触することがないため、円錐台状凸部３のテーパ状外周面１５と円錐台状凹部５のテーパ状内周面２４とが貼り付きを生じることがない。したがって、本実施形態に係る動圧流体軸受１は、起動時（シャフト２の回転始動時）に大きな回転抵抗を生じることがなく、起動不能を生じることもない。

[0076] また、この動圧流体軸受１は、シャフト２の回転時において、円錐台状凹部５のヘリングボーン溝２６が非圧縮性流体７を集めるように作用して動圧を発生させ、シャフト２の円錐台状凸部３をスリーブ４の円錐台状凹部５内で非接触状態で支持する。

[0077] また、この動圧流体軸受１は、シャフト２の回転時において、シャフト２に歳差運動を生じさせる外力が作用したとしても、シャフト２の一端側が図外の軸受で回転可能に支持され、シャフト２の他端側（先端側）に位置する支持軸５０が軸受穴１９で回転可能に支持されているため、シャフト２の歳差運動を効果的に抑えることができる。

[0078] また、この動圧流体軸受１は、シャフト２の回転時において、シャフト２をスリーブ４の円錐台状凹部５内に押し込む衝撃力が作用しても、シャフト２の先端側に位置する支持軸５０の基端側弾性支持部５１が弾性変形して衝撃力を吸収し、衝撃力に起因する振動の発生や騒音の発生を防止することができる。

[0079] また、本実施形態に係る動圧流体軸受１は、シャフト２（シャフト本体部１１、フランジ部１２、円錐台状凸部３、支持軸５０）、スリーブ４、及び蓋部材１０が合成樹脂材料で形成されているため、一部又は全体を金属で形成する場合に比較し、軽量化することができる。加えて、本実施形態において、シャフト２、スリーブ４、及び蓋部材１０を射出成形することにより、高精度の動圧流体軸受１を安価に提供することが可能になる。

[0080] このように、本実施形態に係る動圧流体軸受１は、スリーブ４内に収容されるシャフト２の端部が単一の円錐台状凸部３であるため、従来の動圧流体軸受３０１と比較して小型化することができ、シャフト２とスリーブ４の貼り付きを防止できると共に、シャフト２の回転時における歳差運動を抑えることができる。

[0081] （第１変形例）

図１１は、上記実施形態に係る動圧流体軸受１における支持軸５０と軸受穴１９の第１変形例を示すものである。

[0082] この図１１に示すように、本変形例における軸受穴１９の底面１９ｂは、外周側から中心１９ｃに向かうに従って穴深さが深くなり、且つ、支持軸５０の先端側接触軸部５２と点接触するように形成された凹曲面である。

[0083] このような本変形例によれば、軸受穴１９の底面１９ｂに接触する部分が半球状の凸曲面である支持軸５０の先端側接触軸部５２を、軸受穴１９の底面１９ｂの中央に寄せやすくなる。

[0084] また、本変形例を適用した動圧流体軸受１は、上記実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0085] （第２変形例）

図１２は、上記実施形態に係る動圧流体軸受１における支持軸５０と軸受穴１９の第２変形例を示すものである。

[0086] この図１２に示すように、本変形例における支持軸５０は、先端側接触軸部５２の先端軸部分５２ｂが円錐の先端を略球面状に丸めた形状に形成され、軸受穴１９の底面１９ｂに接触する部分が凸曲面になっている。これに対し、軸受穴１９の底面１９ｂは、第１変形例と同様に、外周側から中心に向かうに従って穴深さが深くなり、且つ、支持軸５０の先端側接触軸部５２と点接触するように形成された凹曲面である。

[0087] 本変形例を適用した動圧流体軸受１は、上記第１変形例と同様の効果を得ることができる。

[0088] （第３変形例）

図１３は、上記実施形態に係る動圧流体軸受１における支持軸５０と軸受穴１９の第３変形例を示すものである。

[0089] この図１３に示すように、本変形例における支持軸５０は、先端側接触軸部５２が丸棒状に形成され、軸受穴１９の底面１９ｂに接触する部分（先端面）がシャフト２の中心軸１７に直交する平坦面である。これに対し、軸受穴１９の底面１９ｂは、外周側から中心に向かうに従って穴深さが浅くなり、且つ、支持軸５０の先端側接触軸部５２に点接触するように形成された凸曲面である。

[0090] 本変形例を適用した動圧流体軸受１は、上記実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0091] （第４変形例）

図１４は、上記実施形態に係る動圧流体軸受１における支持軸５０と軸受穴１９の第４変形例を示すものである。

[0092] この図１４に示すように、本変形例における支持軸５０は、先端側接触軸部５２が丸棒状に形成され、軸受穴１９の底面１９ｂに接触する部分（先端面）が外周側から中心（シャフトの中心軸）に向かうに従って凹み深さを漸増させる凹曲面である。これに対し、軸受穴１９の底面１９ｂは、外周側から中心に向かうに従って穴深さが浅くなり、且つ、支持軸５０の先端側接触軸部５２に点接触するように形成された凸曲面である。

[0093] 本変形例を適用した動圧流体軸受１は、上記第１変形例と同様の効果を得ることができる。

[0094] （第５変形例）

図１５は、上記実施形態に係る動圧流体軸受１における支持軸５０と軸受穴１９の第５変形例を示すものである。

[0095] この図１５に示すように、本変形例における支持軸５０は、上記実施形態における支持軸５０の基端側弾性支持部５１をコイル状ばね５６に置き換え、先端側接触軸部５２と円錐台状凸部３とを弾性的に接続するように構成してある。なお、コイル状ばね５６は、円錐台状凸部３及び先端側接触軸部５２と別に形成され、その外径寸法が先端側接触軸部５２の外径寸法と同一寸法か又は先端側接触軸部５２の外径寸法よりも僅かに小さい寸法に形成されている。そして、コイル状ばね５６の一端側が円錐台状凸部３の先端面１６に固定され、コイル状ばね５６の他端側が先端側接触軸部５２に固定されるようになっている。

本変形例を適用した動圧流体軸受１は、上記実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0096] （第６変形例）

図１６は、上記実施形態に係る動圧流体軸受１における支持軸５０と軸受穴１９の第６変形例を示すものである。

[0097] この図１６に示すように、本変形例における支持軸５０は、基端側弾性支持部５１を省略し（図３乃至図７参照）、先端側接触軸部５２の棒状軸部分５２ａを円錐台状凸部３の先端面１６まで延ばしたような構造になっている。すなわち、本変形例に係る支持軸５０は、棒状軸部分５２ａと先端軸部分５２ｂだけで構成されている。

[0098] このような変形例を適用した動圧流体軸受１は、上記実施形態や上記第１乃至第４変形例のような基端側弾性支持部５１による衝撃吸収機能を備えないが、従来の動圧流体軸受３０１と比較して小型化することができ、シャフト２とスリーブ４の貼り付きを防止できると共に、シャフト２の回転時における歳差運動を抑えることができる。

[0099] （その他の変形例）

上記実施形態及び上記変形例は、スリーブ４が固定され、シャフト２が回転する場合を例示したが、この場合に限られず、スリーブ４が回転し、シャフト２が固定される場合にも適用できる。

[0100] また、上記実施形態及び上記変形例は、ヘリングボーン溝２６を円錐台状凹部５のテーパ状内周面２４に形成するようになっているが、これに限られず、ヘリングボーン溝２６を円錐台状凹部５のテーパ状内周面２４と対向する円錐台状凸部３のテーパ状外周面１５に形成するようにしてもよい。すなわち、ヘリングボーン溝２６は、相対回転するシャフト２とスリーブ４のいずれか一方に形成すればよい。しかし、ヘリングボーン溝２６は、シャフト２のテーパ状外周面１５よりも径方向外方側に位置するスリーブ４のテーパ状内周面２４に形成する方が好ましい（より効果的に動圧を発生する）。

[0101] また、上記実施形態及び上記変形例は、シャフト２、スリーブ４、及び蓋部材１０が合成樹脂材料で形成されるようになっているが、シャフト２、スリーブ４、及び蓋部材１０の一部又は全部を金属で形成するようにしてもよい。

[0102] また、上記実施形態及び上記変形例において、シャフト２、スリーブ４、及び蓋部材１０を射出成形する場合には、ヘリングボーン溝２６が離型時の金型に引っ掛かって損傷することがないように、ヘリングボーン溝２６の溝形状が金型の離型方向に対してアンダーカットにならないように形成される。

[0103] また、上記実施形態及び上記変形例において、円錐台状凸部３のテーパ状外周面１５を大きな曲率半径の凸曲面とし、ヘリングボーン溝２６の中央部において、円錐台状凸部３のテーパ状外周面１５と円錐台状凹部５のテーパ状内周面２４との隙間を最小にして、より効果的に動圧を発生させるようにしてもよい。なお、この場合、円錐台状凸部３の基端面１３側の径方向外方端と円錐台状凸部３の先端面１６側の径方向外方端とを結ぶ直線が中心軸１７となす角をθとする。

[0104] また、上記実施形態及び上記変形例において、動圧発生溝は、ヘリングボーン溝２６を例示したが、これに限定されるものでなく、シャフト２とスリーブ４の相対回転時にヘリングボーン溝２６と同様の動圧を発生するものであればよい。

[0105] また、上記実施形態及び上記第１乃至第４変形例において、基端側弾性支持部５１の板状弾性片５１ａは、シャフト２の中心軸１７の回りに３等配するようになっているが（図１０（ｂ）参照）、これに限られず、シャフト２の中心軸１７の回りに２等配するようにしてもよく、また、シャフト２の中心軸１７の回りに４箇所以上配置するようにしてもよい。また、基端側弾性支持部２１の板状弾性片５１ａは、その捩れ角が上記実施形態に例示した１２０°に限定されるものでなく、使用条件等に応じて、最適な捩れ角にすることが好ましい。また、基端側弾性支持部５１の板状弾性片５１ａは、シャフト２の回転方向に対して、円錐台状凸部３側の端部が先端側接触軸部５２側の端部よりも回転方向上流側に位置するように、捩れ方向を決定するのが好ましい。

[0106] なお、上記実施形態に係る動圧流体軸受１は、流体として非圧縮性流体を

例示したが、これに限定されず、流体として空気等の圧縮性流体を使用することができる。

符号の説明

[0107] １……動圧流体軸受、２……シャフト、３……円錐台状凸部、４……スリーブ、５……円錐台状凹部、６……隙間、７……非圧縮性流体、８……上部開口端（開口端）、１０……蓋部材、１３……基端面、１４……径方向外方端（最大径部分）、１５……テーパ状外周面、１６……先端面、１７……中心軸、１８……円錐状支持突起、１９……軸受穴、１９ａ……内周面、１９ｂ……底面、１９ｃ……中心、２０……円錐状凹所、２２……テーパ状内周面、２３……底面、２４……第１テーパ状内周面部分（テーパ状内周面）、２５……第２テーパ状内周面部分、２６……第１のヘリングボーン溝（第１の動圧発生溝）、２８……先端、３０……底、３１……軸穴、３７……シャフト押さえ面、３８……第２のヘリングボーン溝（第２の動圧発生溝）、４２……液溜室、４３……絞り口、５０……支持軸

請求の範囲

［請求項1］ シャフトの先端側に形成され、シャフトの先端に向かうにしたがって外径寸法を漸減するテーパ状外周面を有する円錐台状凸部と、

前記円錐台状凸部の前記テーパ状外周面に対向するテーパ状内周面を有するスリーブの円錐台状凹部と、

前記円錐台状凹部の開口端側に固定され、前記シャフトに相対回転可能に嵌合する軸穴が形成された蓋部材と、

前記円錐台状凸部と前記円錐台状凹部の隙間を満たす非圧縮性流体と、

前記テーパ状外周面と前記テーパ状内周面のいずれか一方に形成され、前記シャフトと前記スリーブの相対回転時に動圧を発生させ、前記シャフトと前記スリーブとが非接触状態で相対回転するのを可能にする第1の動圧発生溝と、を備えた動圧流体軸受であって、

前記円錐台状凹部の底面の中央には、前記シャフトの中心軸と同心の円錐状支持突起が前記シャフトの中心軸に沿って突出するように形成され、

前記円錐台状凸部の先端面の中央には、前記円錐状支持突起を相対回転可能に収容する円錐状凹所が前記シャフトの中心軸に沿って凹むように形成されていることを特徴とする動圧流体軸受。

［請求項2］ 前記蓋部材には、前記円錐台状凸部の最大径部分側の基端面に僅かな隙間をもって対向して前記シャフトのスライド移動を規制するシャフト押さえ面が形成され、

前記基端面と前記シャフト押さえ面のいずれか一方には、前記シャフトと前記スリーブの相対回転時に動圧を発生させる第2の動圧発生溝が形成され、

前記シャフトと前記スリーブの相対回転時に、前記第2の動圧発生溝が発生させる動圧と、前記円錐状支持突起と前記円錐状凹所との係合部が発揮する調心機能とによって、前記シャフトと前記スリーブと

の間に生じる歳差運動を抑えるようになっている、

ことを特徴とする請求項１記載の動圧流体軸受。

［請求項3］ 前記シャフトと前記スリーブの相対回転が停止すると、前記円錐状凹所の底が前記円錐状支持突起の先端に当接し、前記円錐台状凸部が前記円錐状支持突起で支持された状態となり、前記テーパ状外周面と前記テーパ状内周面との間に隙間が確保される、

ことを特徴とする請求項１記載の動圧流体軸受。

［請求項4］ 前記シャフトと前記スリーブの相対回転が停止し、前記円錐状凹所の底が前記円錐状支持突起の先端に当接した状態において、前記シャフトが倒れを生じた場合、前記テーパ状外周面の最大径部分が前記テーパ状内周面に当接し、前記最大径部分以外の前記テーパ状外周面が前記テーパ状内周面に接触しないようになっている、

ことを特徴とする請求項１に記載の動圧流体軸受。

［請求項5］ 前記テーパ状内周面は、前記円錐台状凹部の前記底面側に位置する第1テーパ状内周面部分と、前記円錐台状凹部の前記開口端側に位置する第2テーパ状内周面部分とを有し、

前記第2テーパ状内周面部分と前記シャフトの前記中心軸とのなす角が前記第１テーパ状内周面部分と前記シャフトの前記中心軸とのなす角よりも小さくなっており、

前記シャフトと前記スリーブの相対回転時に、前記シャフトと前記スリーブとが振動によって前記中心軸に沿って相対変位すると、前記円錐台状凸部の前記テーパ状外周面における最大径部分と前記第２テーパ状内周面部分との隙間寸法が変化し、前記最大径部分と前記第２テーパ状内周面部分との隙間を通過する前記非圧縮性流体の絞り率が変化して、前記最大径部分と前記第２テーパ状内周面部分との隙間を通過する前記非圧縮性流体の流動抵抗が変化し、前記シャフトと前記スリーブの振動が減衰されると共に、前記シャフトと前記スリーブに作用する前記中心軸に沿った方向の衝撃力が緩和されるようになって

いる、

ことを特徴とする請求項１記載の動圧流体軸受。

［請求項6］ 前記スリーブは、前記円錐台状凹部の底面側に、前記円錐台状凹部の内部に絞り口を介して連通する液溜室が形成され、前記シャフトと前記スリーブの少なくとも一方が振動すると、前記非圧縮性流体が前記絞り口を介して前記円錐台状凹部の内部と前記液溜室の内部とを行き来することによって流動抵抗を生じさせ、前記シャフトと前記スリーブの少なくとも一方の振動を減衰するようになっている、

ことを特徴とする請求項1乃至４のいずれかに記載の動圧流体軸受。

［請求項7］ 前記円錐台状凹部の底面側には、前記円錐台状凹部の内部に絞り口を介して連通する液溜室が形成され、前記シャフトと前記スリーブの相対回転時に、前記シャフトと前記スリーブとが振動によって前記中心軸に沿って相対変位すると、前記非圧縮性流体が前記絞り口を介して前記円錐台状凹部の内部と前記液溜室の内部とを行き来することによって、前記非圧縮性流体の流動抵抗が生じ、前記シャフトと前記スリーブの振動が減衰されると共に、前記シャフトと前記スリーブに作用する前記中心軸に沿った方向の衝撃力が緩和されるようになっている、

ことを特徴とする請求項５に記載の動圧流体軸受。

［請求項8］ 前記シャフト、前記スリーブ、及び前記蓋部材が合成樹脂材料で形成された、

ことを特徴とする請求項1～５及び７のいずれかに記載の動圧流体軸受。

［請求項9］ 前記シャフト、前記スリーブ、及び前記蓋部材が合成樹脂材料で形成された、

ことを特徴とする請求項６のいずれかに記載の動圧流体軸受。

［請求項10］ 軸受によって回転可能に支持されるシャフトの先端側に形成され、前記シャフトの先端に向かうにしたがって外径寸法を漸減するテーパ

状外周面を有する円錐台状凸部と、

前記円錐台状凸部の前記テーパ状外周面に対向するテーパ状内周面を有するスリーブの円錐台状凹部と、

前記円錐台状凹部の開口端側に固定され、前記シャフトに相対回転可能に嵌合する軸穴が形成された蓋部材と、

前記円錐台状凸部と前記円錐台状凹部の隙間を満たす流体と、

前記テーパ状外周面と前記テーパ状内周面のいずれか一方に形成され、前記シャフトと前記スリーブの相対回転時に動圧を発生させ、前記シャフトと前記スリーブとが非接触状態で相対回転するのを可能にする動圧発生溝と、

を備えた動圧流体軸受であって、

前記円錐台状凸部は、その先端面に、前記シャフトの中心軸と同心の支持軸が前記中心軸に沿って突出するように設けられ、

前記円錐台状凹部は、その底面に、前記支持軸を回転可能に収容する有底の軸受穴が形成され、

前記支持軸は、前記シャフトと前記スリーブの相対回転停止時に前記軸受穴の底面に点接触し、且つ、前記軸受穴の内周面に僅かな隙間をもって蕨合して、前記円錐台状凸部の前記テーパ状外周面と前記スリーブの前記テーパ状内周面との間に隙間を生じさせ、前記シャフトと前記スリーブの相対回転時に、前記円錐台状凸部と共に前記スリーブに対して相対回転し、前記軸受穴の前記内周面によって前記軸受穴内のずれ動きが規制されて、前記シャフトの前記中心軸の芯振れを抑える、

ことを特徴とする動圧流体軸受。

［請求項11］ 前記支持軸は、

前記シャフトと前記スリーブの相対回転停止時に前記軸受穴の底面に点接触し、且つ、前記軸受穴の内周面に僅かな隙間をもって嵌合する先端側接触軸部と、この先端側接触軸部と前記円錐台状凸部とを前

記中心軸に沿った方向に弾性的に接続する基端側弾性支持部と、を有し、

前記シャフトと前記スリーブの相対回転時に、前記シャフトの前記中心軸の芯振れを抑えると共に、前記シャフトを前記円錐台状凹部内に押し込む方向に作用する衝撃を緩衝する、

ことを特徴とする請求項１０に記載の動圧流体軸受。

[請求項12] 前記先端側接触軸部は、

前記軸受穴の前記底面に接触する部分が略球面状の凸曲面であり、

前記軸受穴の前記底面は、外周側から中心まで穴深さが等しい平坦面である、

ことを特徴とする請求項１１記載の動圧流体軸受。

[請求項13] 前記先端側接触軸部は、

前記軸受穴の前記底面に接触する部分が略球面状の凸曲面であり、

前記軸受穴の前記底面は、外周側から中心に向かうに従って穴深さが深くなり、且つ、前記先端側接触軸部が点接触する凹曲面である、

ことを特徴とする請求項１１に記載の動圧流体軸受。

[請求項14] 前記先端側接触軸部は、

前記軸受穴の前記底面に接触する部分が前記シャフトの前記中心軸に直交する平坦面であり、

前記軸受穴の前記底面は、外周側から中心に向かうに従って穴深さが浅くなり、且つ、_前記先端側接触軸部に点接触する凸曲面である、

ことを特徴とする請求項１１に記載の動圧流体軸受。

[請求項15] 前記先端側接触軸部は、

前記軸受穴の前記底面に接触する部分が略球面状の凹曲面であり、

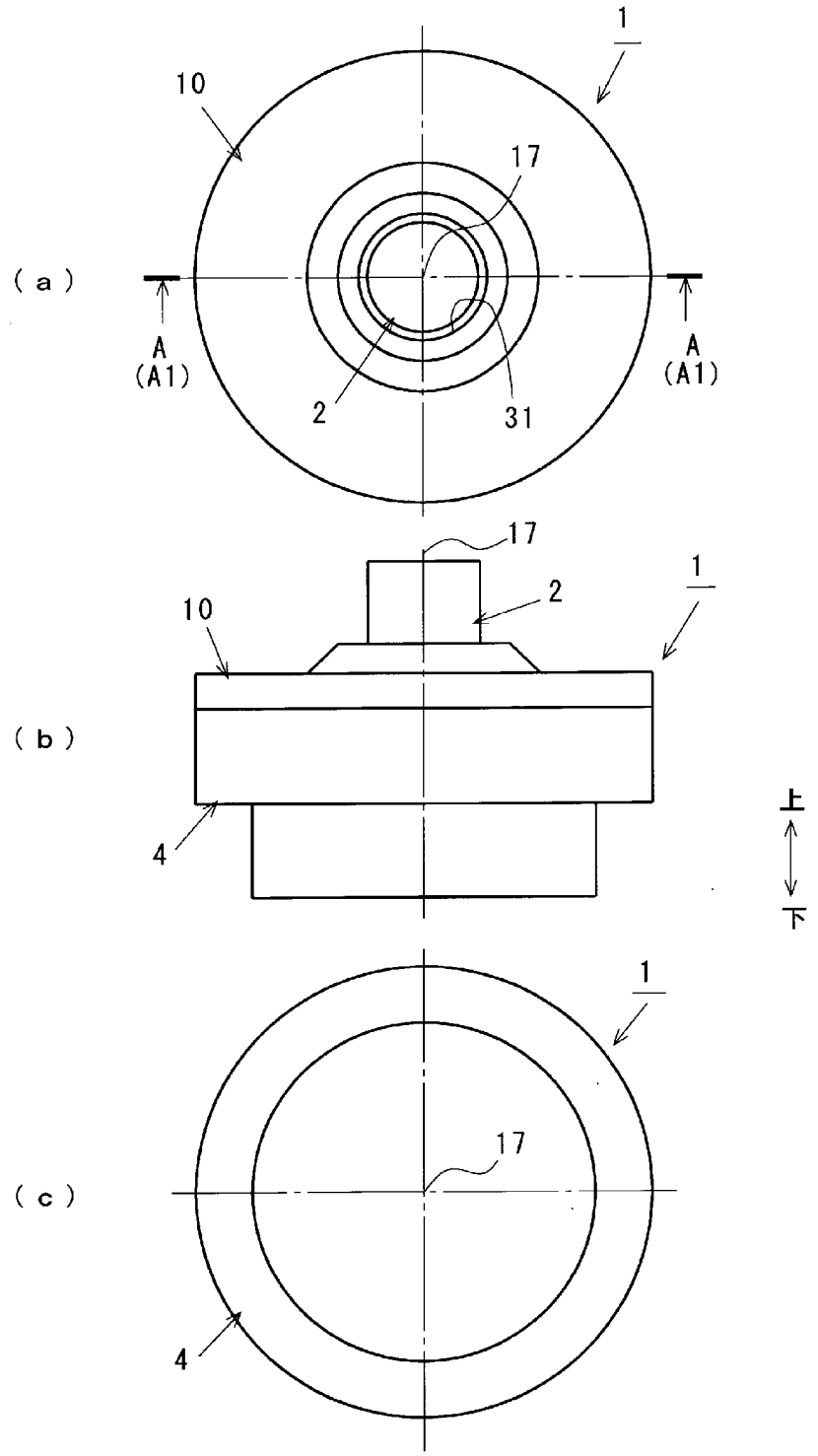
前記軸受穴の前記底面は、外周側から中心に向かうに従って穴深さが浅くなり、且つ、前記先端側接触軸部に点接触する凸曲面である、

ことを特徴とする請求項１１に記載の動圧流体軸受。

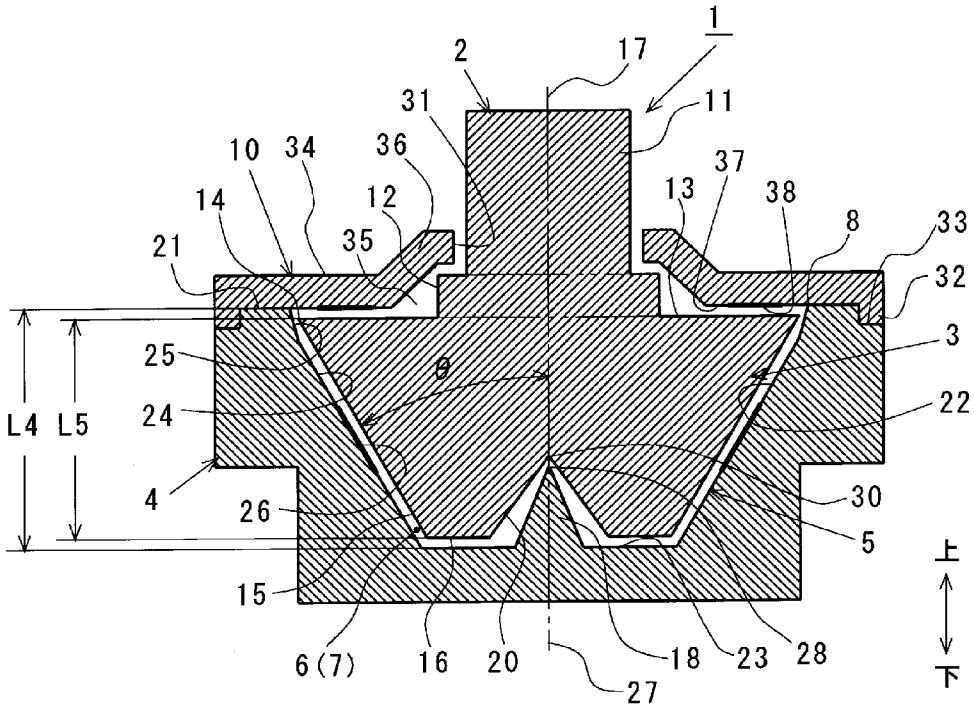
［請求項16］ 前記円錐台状凸部と前記支持軸は、射出成形により一体に形成された、

ことを特徴とする請求項１０乃至１５のいずれかに記載の動圧流体軸受。

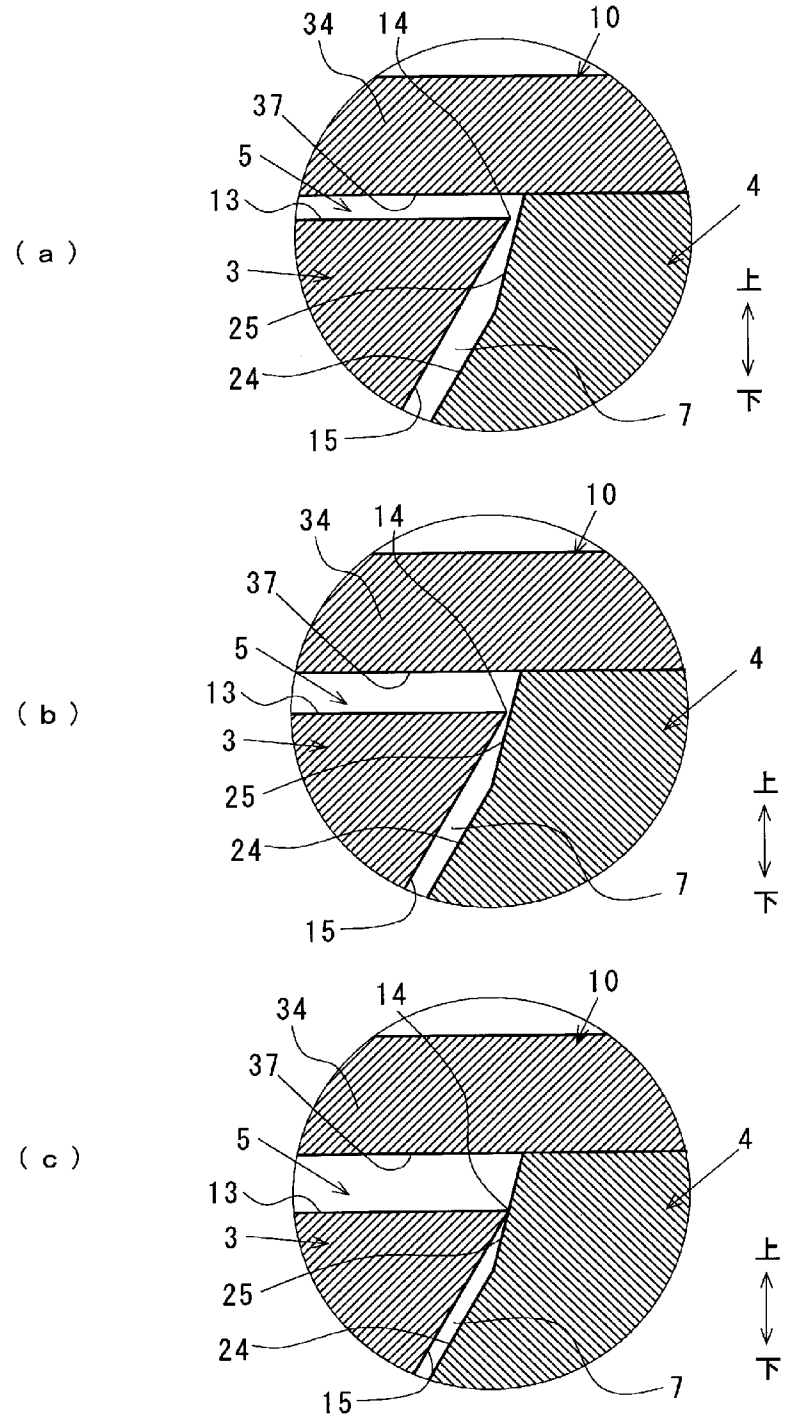
[図1]



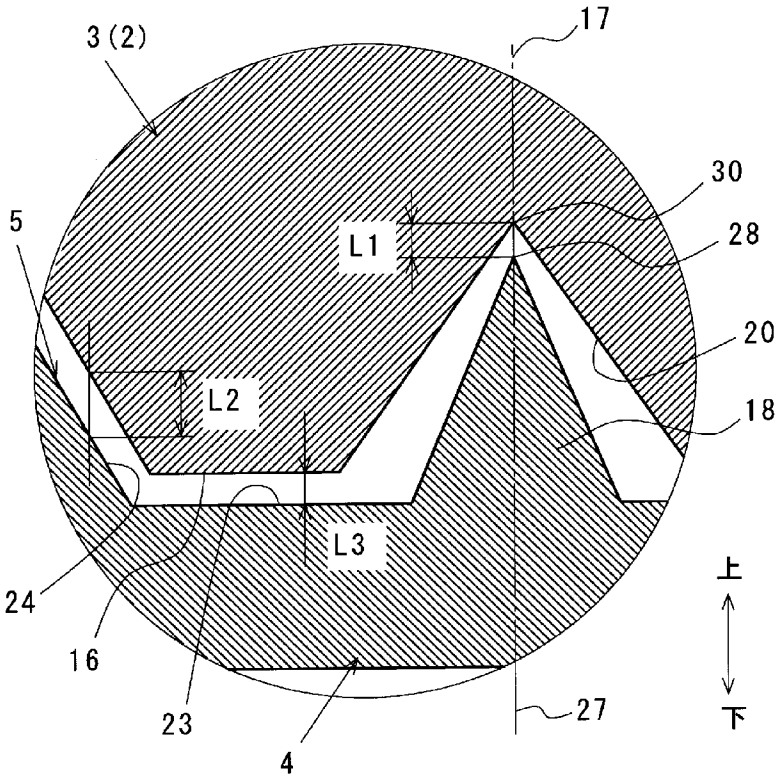
[図2]


1
2
17
31
11
10
34
36
37
14
12
13
38
8
33
21
35
32
25
θ
3
L4
L5
24
22
4
26
30
5
上
15
6(7)
16
20
18
23
28
27
下

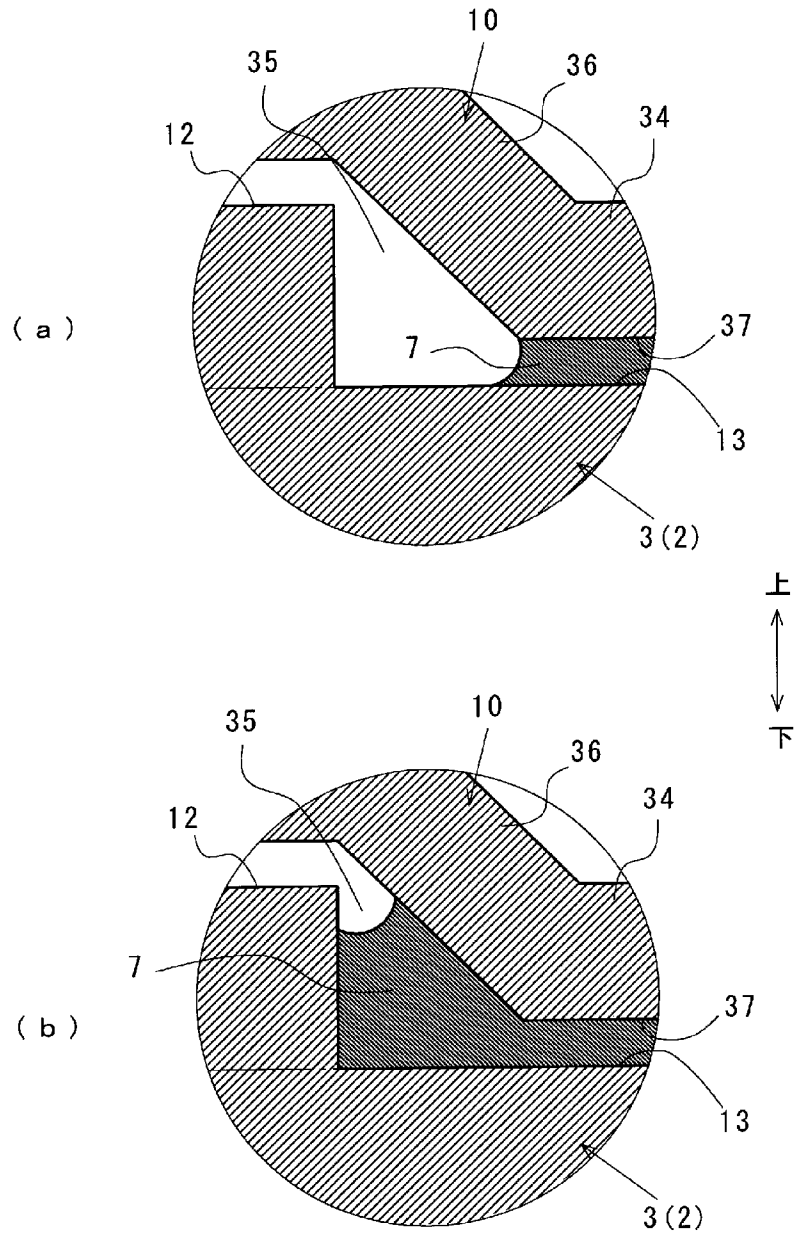
[図3]


（ａ）
34
14
10
37
5
13
4
3
25
24
7
15
上
下
（ｂ）
34
14
10
37
5
13
4
3
25
24
7
15
上
下
（ｃ）
34
14
10
37
5
13
4
3
25
24
7
15
上
下

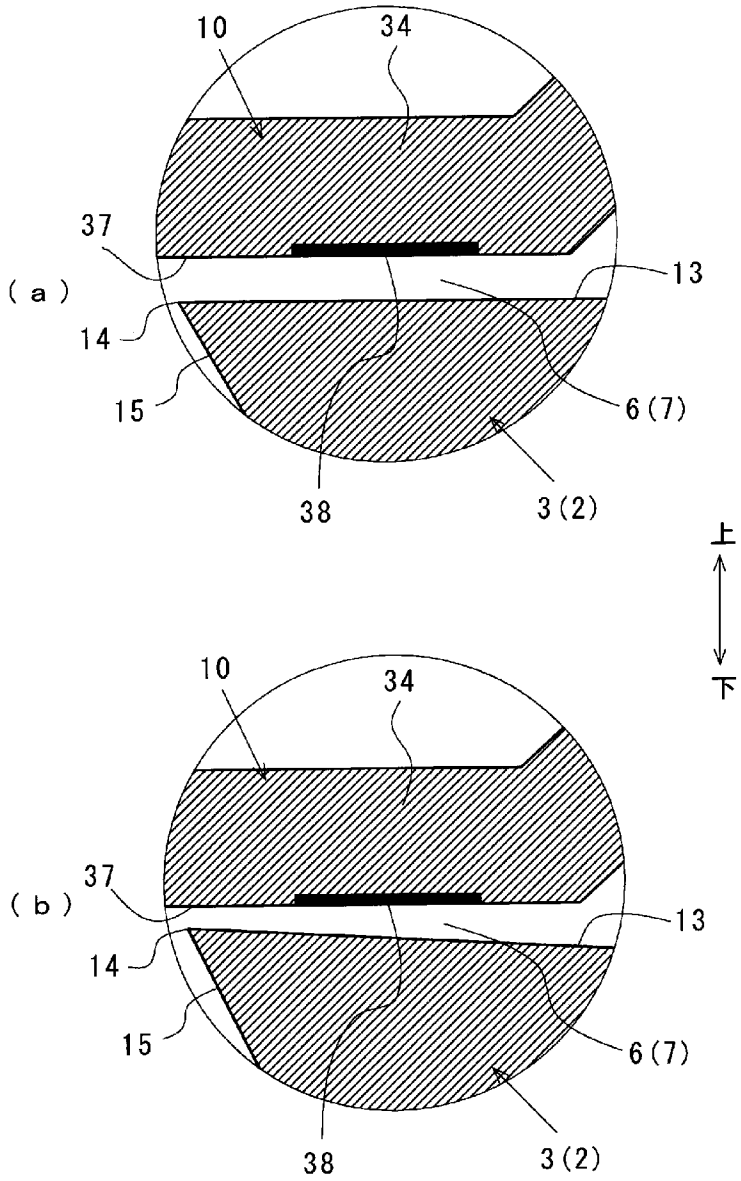
[図4]



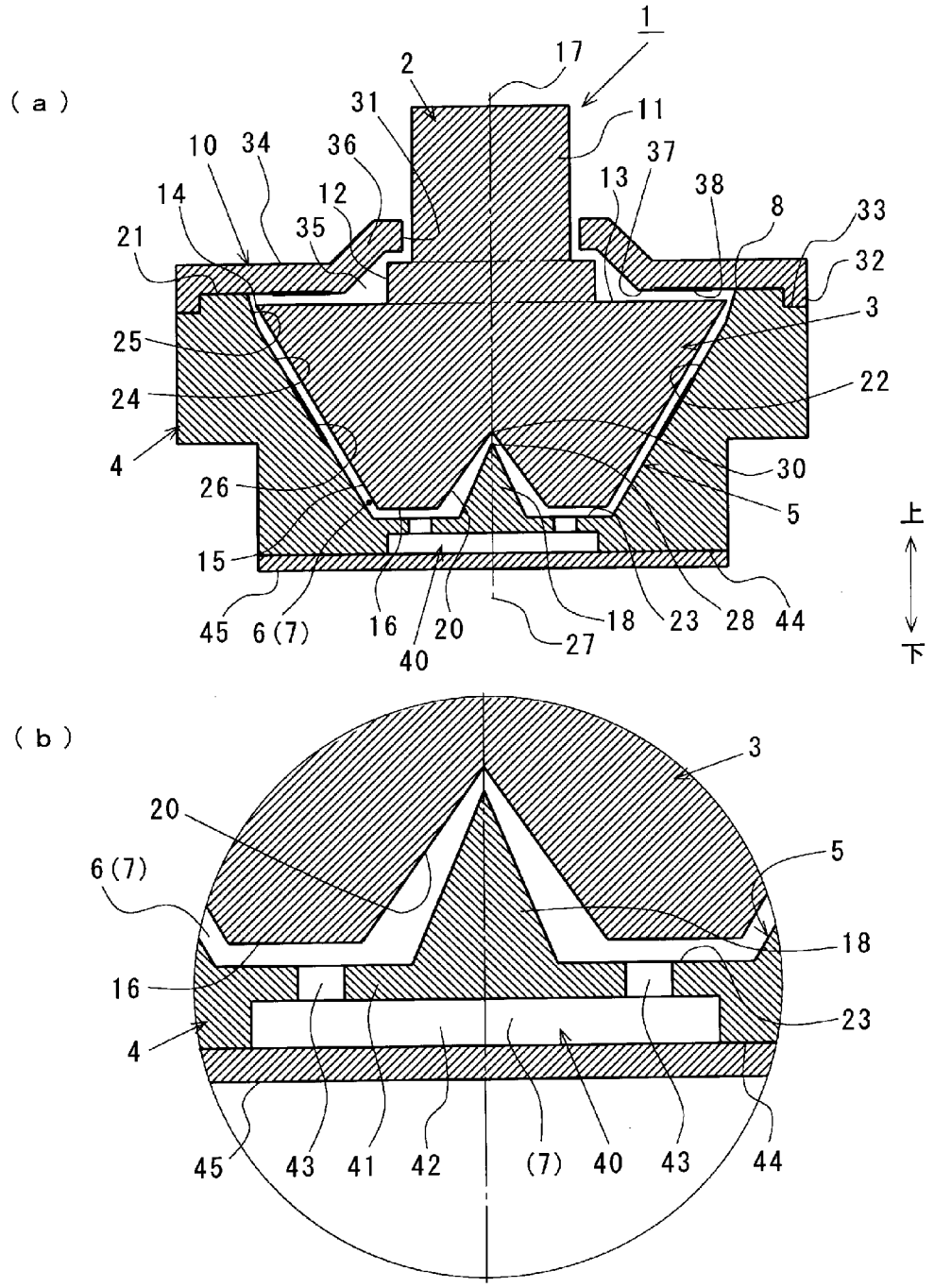
[図5]



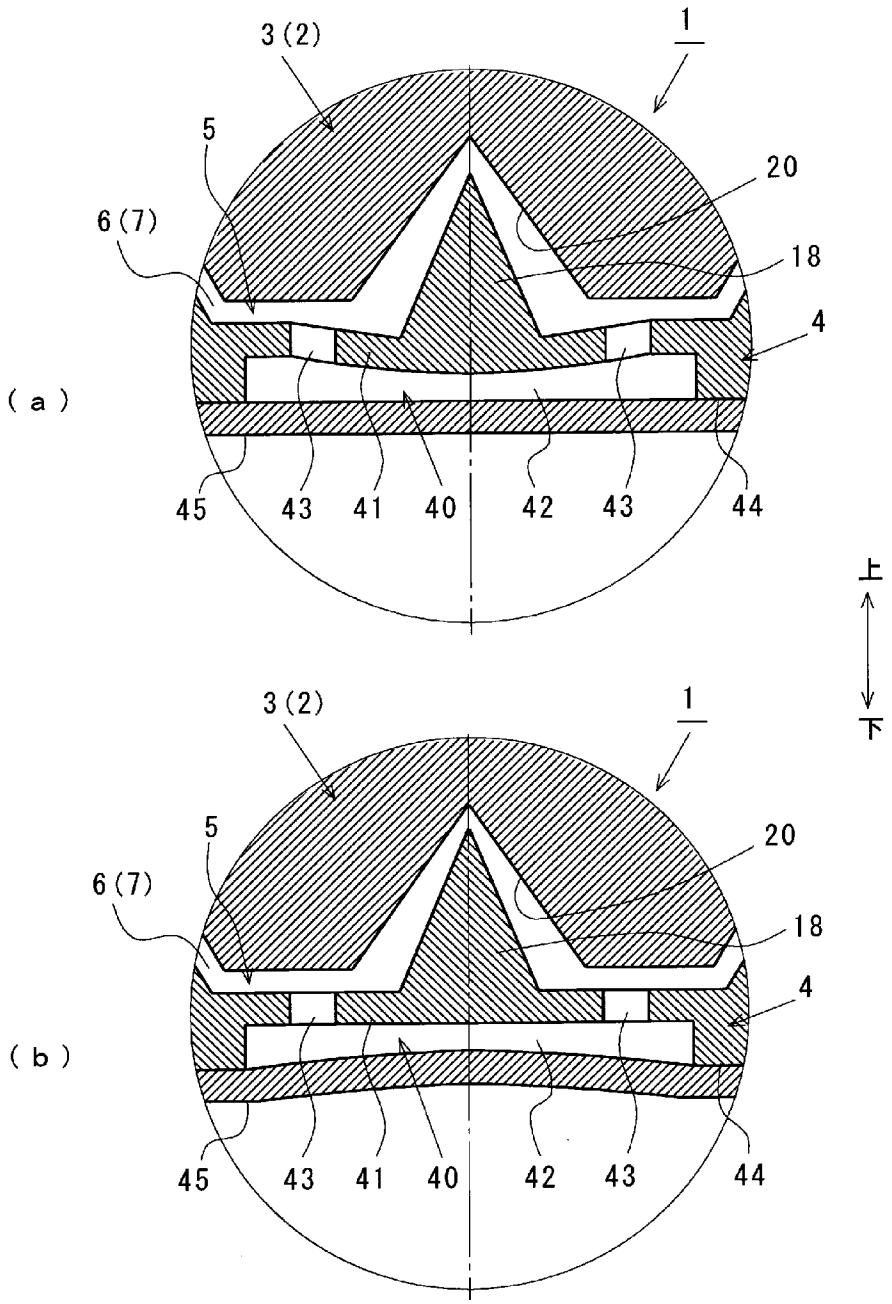
[図6]



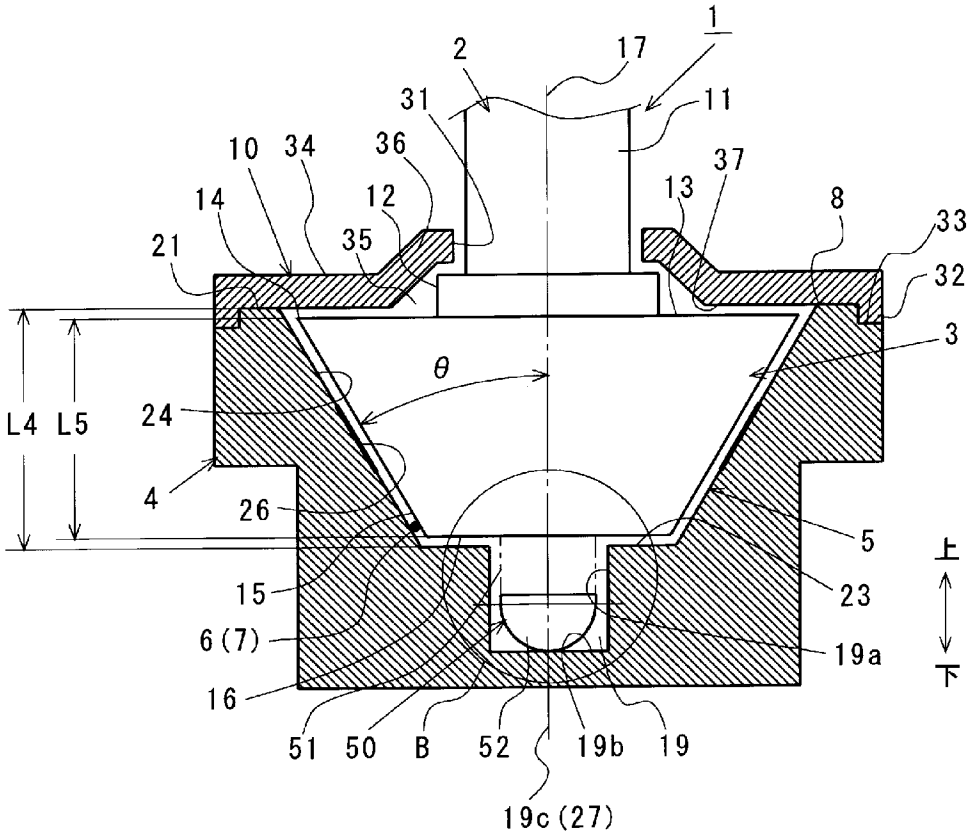
[図7]


（ａ）
1
2
17
31
11
10
34
36
37
13
38
8
33
14
12
35
32
21
3
25
22
24
4
30
26
5
上
15
下
45
6(7)
16
20
40
27
18
23
28
44
（ｂ）
3
20
5
6(7)
18
16
23
4
45
43
41
42
(7)
40
43
44

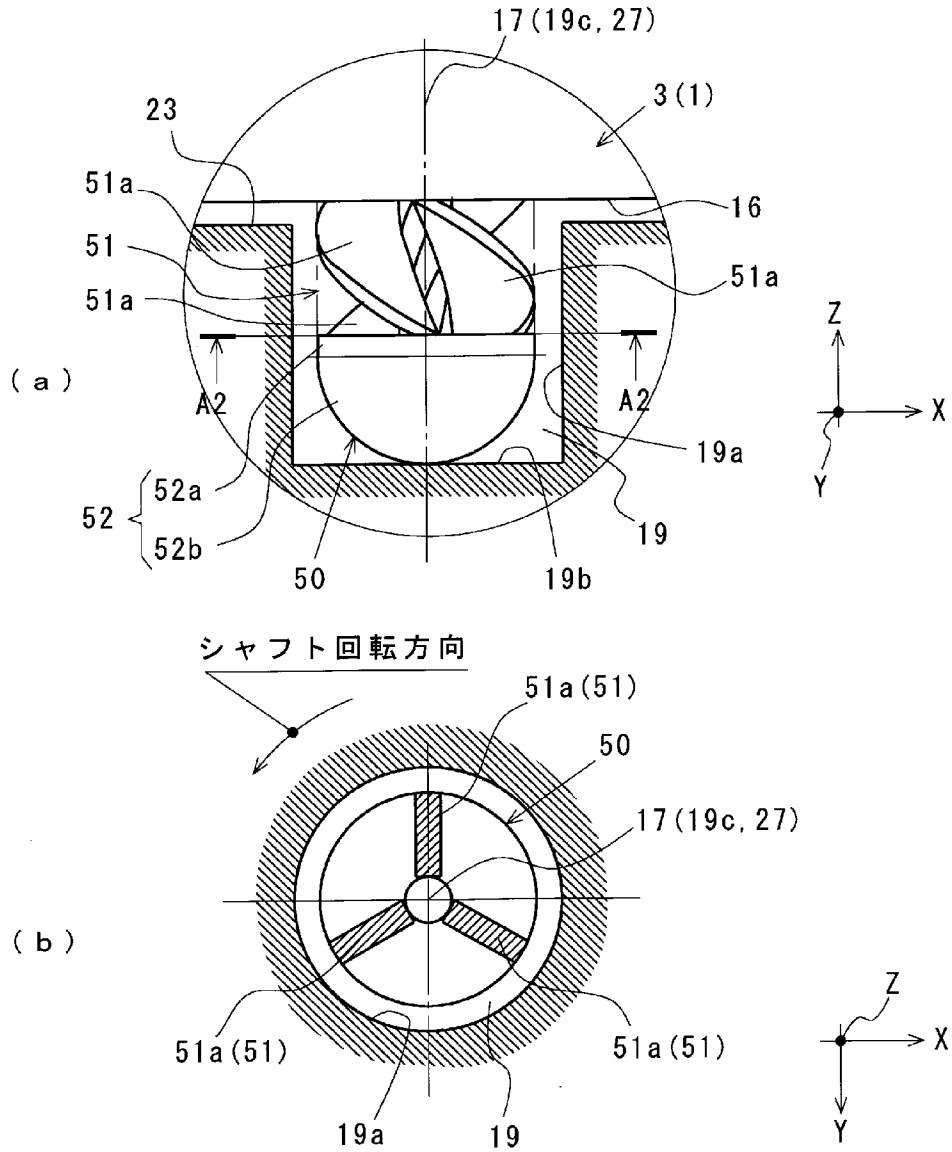
[図8]


(a)
3(2)
1
5
20
6(7)
18
4
45
43
41
40
42
43
44
上
下
(b)
3(2)
1
5
20
6(7)
18
4
45
43
41
40
42
43
44

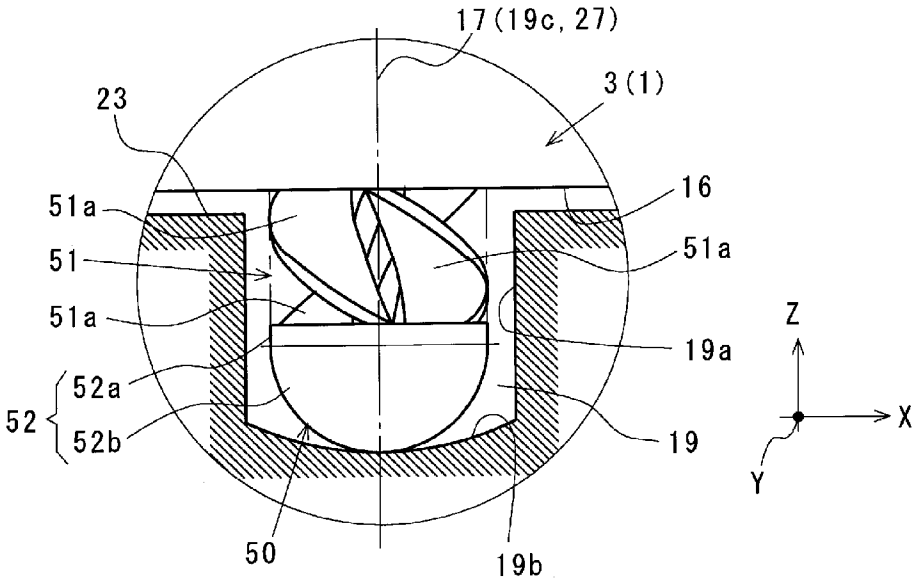
[図9]


1
2
17
11
31
10
34
36
37
14
12
13
8
33
21
35
32
3
θ
L4
L5
24
4
26
5
15
23
6(7)
19a
16
51
50
B
52
19b
19
19c(27)
上
下

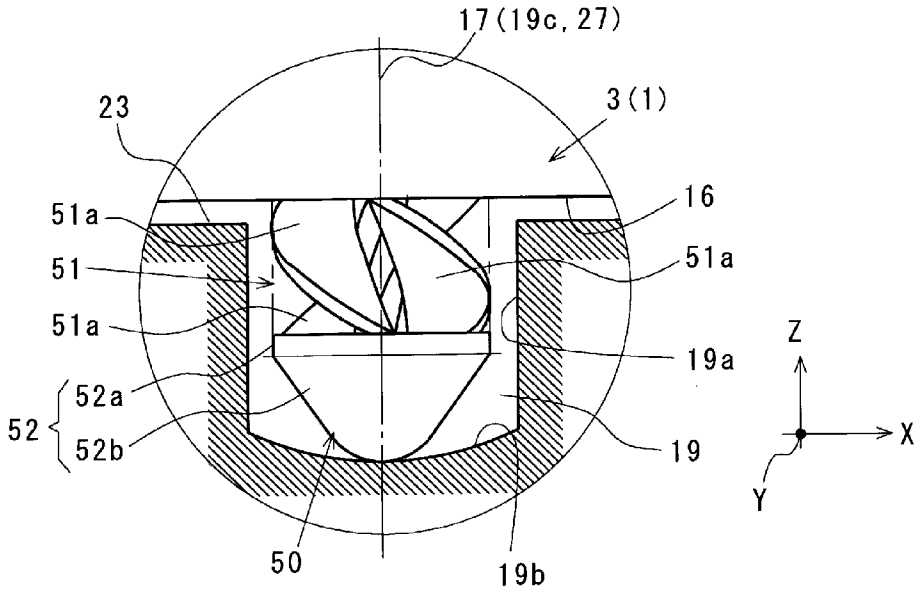
[図10]


17(19c, 27)
3(1)
23
51a
51
51a
16
51a
A2
A2
19a
52
52a
52b
50
19b
19
Z
X
Y
(a)
シャフト回転方向
51a(51)
50
17(19c, 27)
51a(51)
51a(51)
19a
19
Z
X
Y
(b)

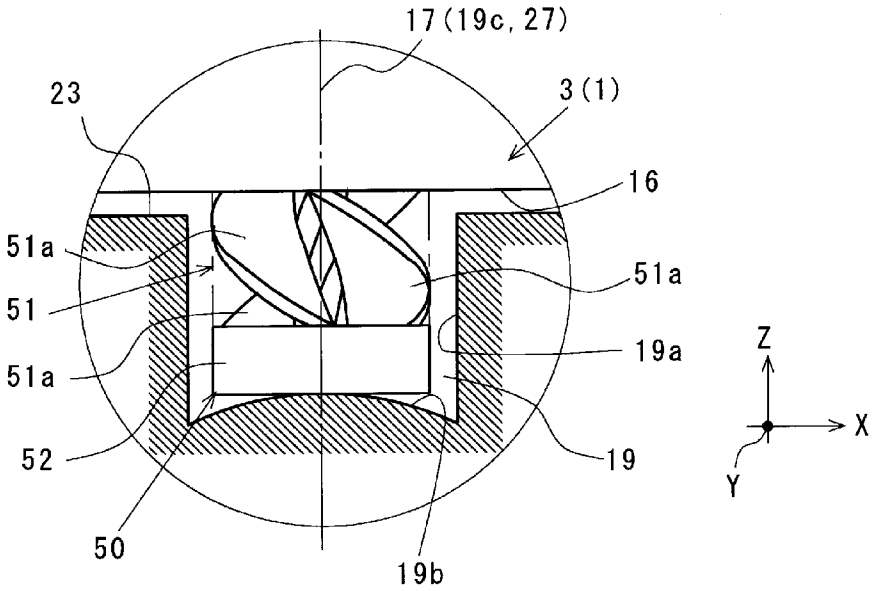
[図11]


17(19c, 27)
3(1)
23
16
51a
51
51a
51a
19a
52
52a
52b
19
Z
X
Y
50
19b

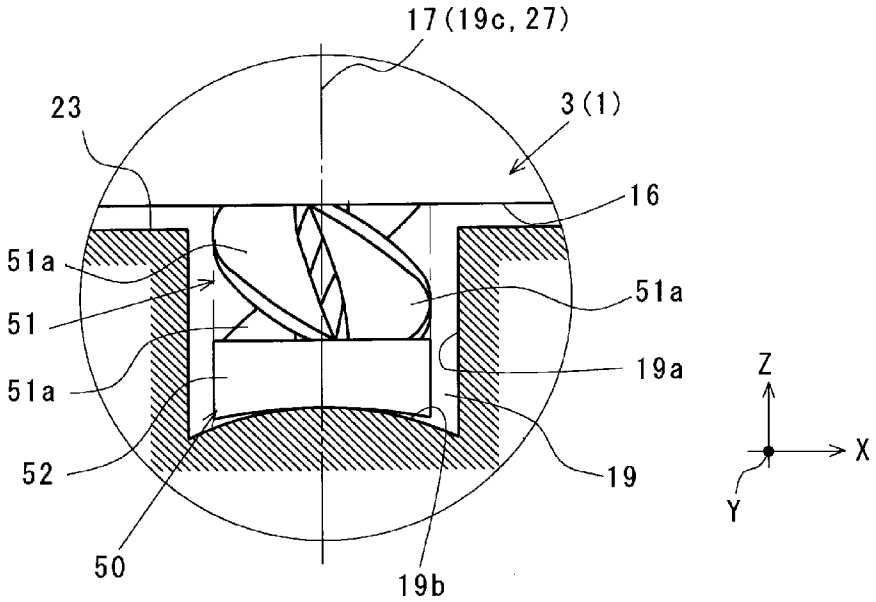
[図12]


17(19c, 27)
3(1)
23
16
51a
51
51a
51a
19a
52
52a
52b
19
Z
X
Y
50
19b

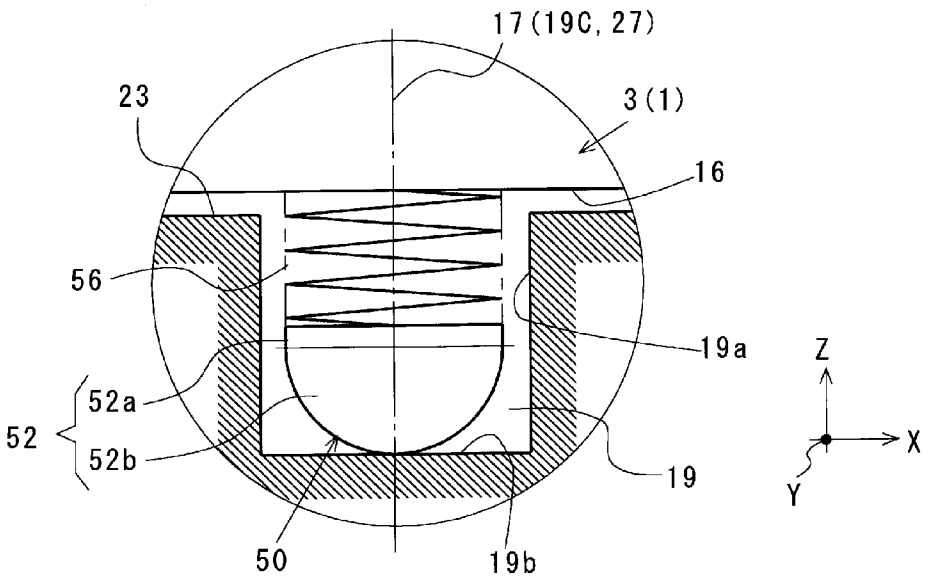
[図13]


17(19c, 27)
23
3(1)
16
51a
51
51a
19a
51a
52
19
50
19b
Z
X
Y

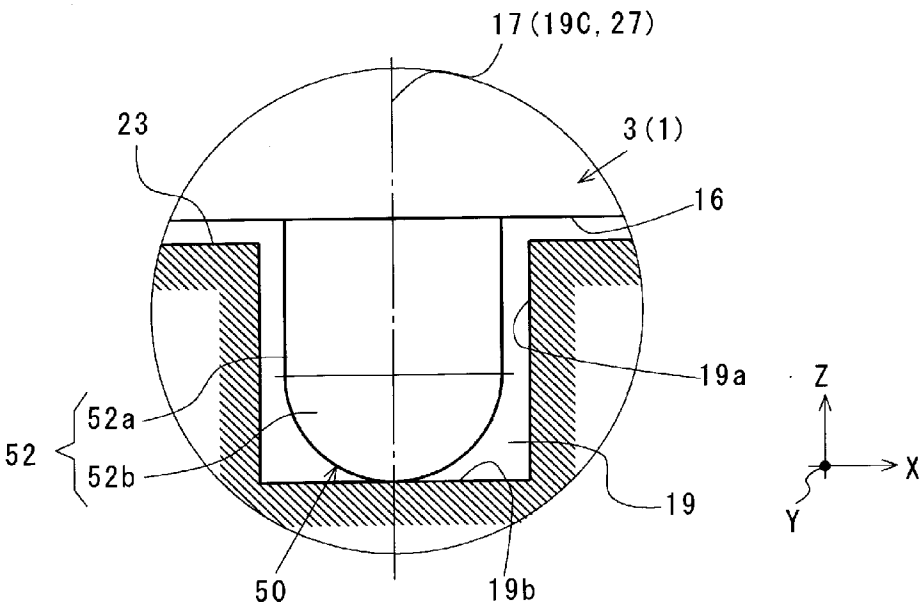
[図14]


17(19c, 27)
23
3(1)
16
51a
51
51a
19a
51a
52
19
50
19b
Z
X
Y

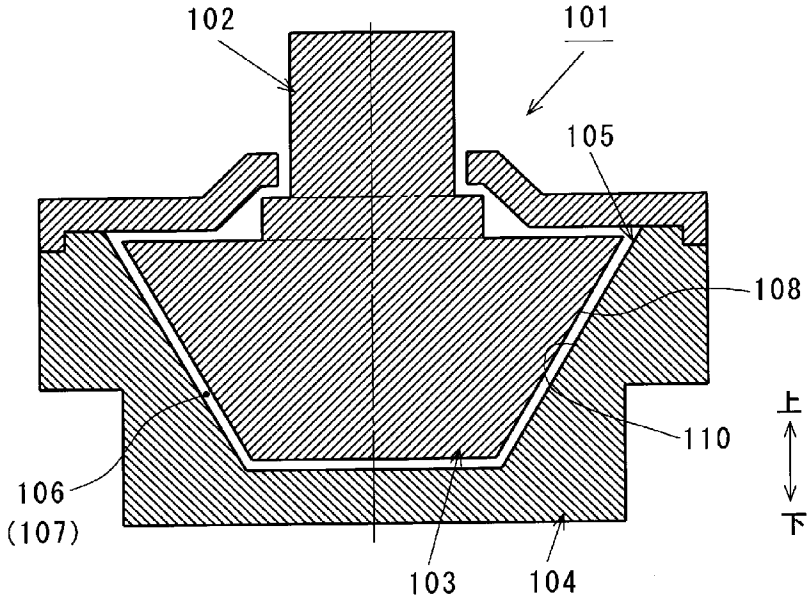
[図15]


17(19C, 27)
23
3(1)
16
56
19a
52
52a
52b
19
50
19b
Z
X
Y

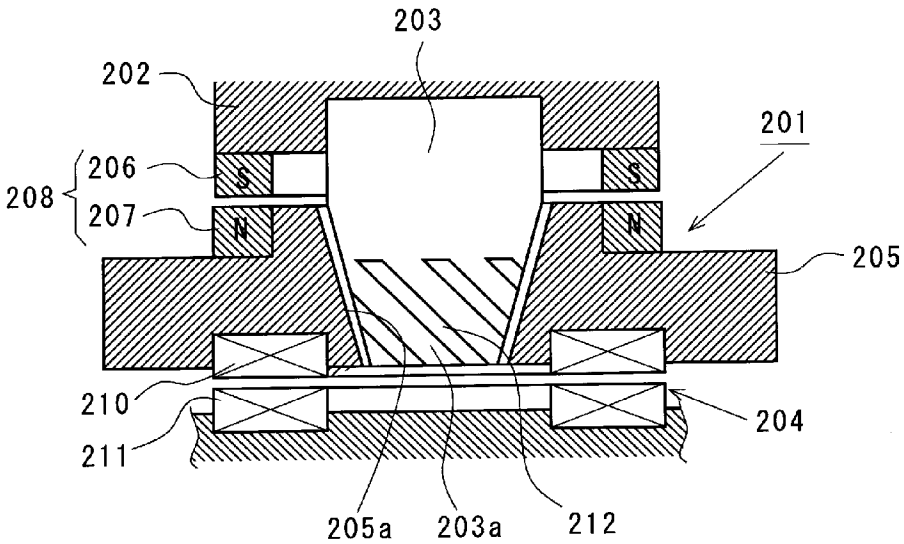
[図16]


17(19C, 27)
23
3(1)
16
19a
52
52a
52b
19
50
19b
Z
X
Y

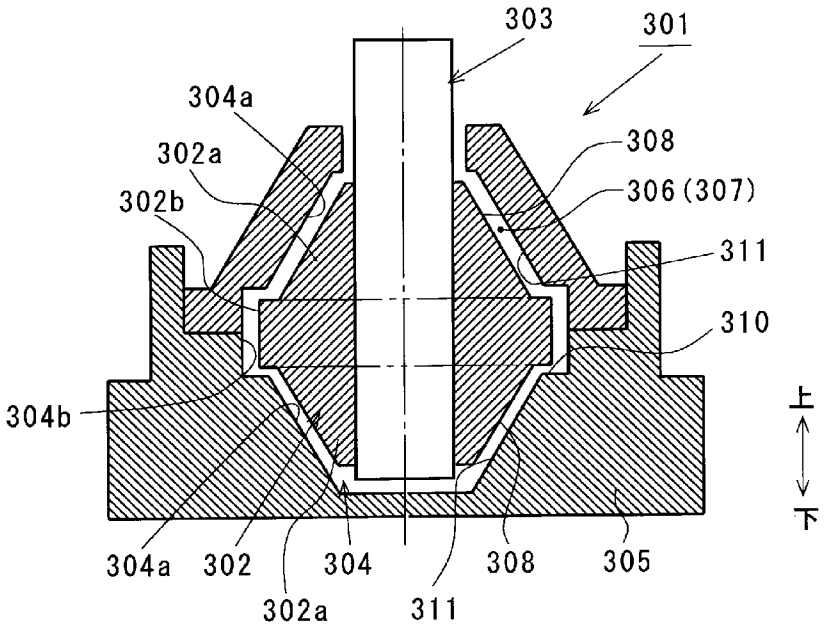
[図17]


102
101
105
108
110
上
下
106
(107)
103
104

[図18]


203
202
201
206
208
207
S
S
N
N
205
210
211
204
205a
203a
212

[図19]


303
301
304a
302a
308
306 (307)
302b
311
310
304b
上
下
304a
302
304
308
305
302a
311

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/062365

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F16C17/10(2006.01)i, *F16C33/20*(2006.01)i, *F16F15/023*(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)
F16C17/10, F16C33/20, F16F15/023

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 1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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.
Y A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 061078/1978(Laid-open No. 163253/1979) (NSK Ltd.), 15 November 1979 (15.11.1979), fig. 1 to 3 (Family: none)	1-4,6,8-16 5,7
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 177659/1983(Laid-open No. 86054/1985) (Sanyo Electric Co., Ltd.), 13 June 1985 (13.06.1985), fig. 2 (Family: none)	1-4,6,8-9

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

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

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
23 July, 2013 (23.07.13)	06 August, 2013 (06.08.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/062365

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 11992/1992(Laid-open No. 73317/1993) (Koyo Seiko Co., Ltd.), 08 October 1993 (08.10.1993), paragraph [0004]; fig. 2(A), 3 (Family: none)	6,8-16
Y	JP 2000-97229 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 04 April 2000 (04.04.2000), paragraph [0056]; fig. 9 to 10 (Family: none)	10-16
Y	JP 9-44985 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 14 February 1997 (14.02.1997), fig. 2 & US 6072660 A	10-16
Y	JP 17-11611 Y1 (Sueichi SASAKI), 01 October 1942 (01.10.1942), fig. 1 to 2 (Family: none)	11-16
Y	JP 10-299763 A (Samsung Electro-Mechanics Co., Ltd.), 10 November 1998 (10.11.1998), fig. 6 & KR 10-0276120 B1	13,16
Y	JP 9-222118 A (NSK Ltd.), 26 August 1997 (26.08.1997), fig. 1 (Family: none)	14,16
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 100403/1980(Laid-open No. 21826/1982) (Mitsubishi Electric Corp.), 04 February 1982 (04.02.1982), drawings (Family: none)	15-16

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０６２３６５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F16C17/10(2006.01)i, F16C33/20(2006.01)i, F16F15/023(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.　F16C17/10, F16C33/20, F16F15/023

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	１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１３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
Y A	日本国実用新案登録出願53-061078号（日本国実用新案登録出願公開54-163253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（日本精工株式会社）1979.11.15, 第１－３図（ファミリーなし）	1-4,6,8-16 5,7
Y	日本国実用新案登録出願58-177659号（日本国実用新案登録出願公開60-86054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（三洋電機株式会社）1985.06.13, 第２図（ファミリーなし）	1-4,6,8-9

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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	国際調査報告の発送日
２３．０７．２０１３	０６．０８．２０１３

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｊ　４６５１
堀内　亮吾
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３２８

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
Y	日本国実用新案登録出願 4-11992 号(日本国実用新案登録出願公開 5-73317 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（光洋精工株式会社）1993.10.08，段落【０００４】、【図２】(A)、【図３】（ファミリーなし）	6,8-16
Y	JP 2000-97229 A（住友電気工業株式会社）2000.04.04，段落【００５６】、【図９】－【図１０】（ファミリーなし）	10-16
Y	JP 9-44985 A（松下電器産業株式会社）1997.02.14，【図２】 & US 6072660 A	10-16
Y	JP 17-11611 Y1（佐々木　末市）1942.10.01，第１－２図（ファミリーなし）	11-16
Y	JP 10-299763 A（三星電機株式会社）1998.11.10，【図６】 & KR 10-0276120 B1	13,16
Y	JP 9-222118 A（日本精工株式会社）1997.08.26，【図１】（ファミリーなし）	14,16
Y	日本国実用新案登録出願55-100403号(日本国実用新案登録出願公開57-21826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（三菱電機株式会社）1982.02.04，図面（ファミリーなし）	15-16