

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B1)

(11) 特許番号

特許第5598563号
(P5598563)

(45) 発行日 平成26年10月1日(2014.10.1)

(24) 登録日 平成26年8月22日(2014.8.22)

(51) Int.Cl.

H02K 5/00 (2006.01)

F 1

H02K 5/00

A

請求項の数 2 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2013-66134 (P2013-66134)
 (22) 出願日 平成25年3月27日 (2013.3.27)
 審査請求日 平成25年12月9日 (2013.12.9)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000006622
 株式会社安川電機
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
 (74) 代理人 100104503
 弁理士 益田 博文
 (74) 代理人 100191112
 弁理士 益田 弘之
 (72) 発明者 小池 晴彦
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
 株式会社安川電機内
 (72) 発明者 加来 靖彦
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
 株式会社安川電機内

審査官 神山 貴行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ダイレクトドライブモータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定の軸心を備えたダイレクトドライブモータであつて、
 前記軸心に沿う軸方向の一方側でかつ前記軸方向に直交する径方向の一方側に配置され、
 第1中空部を備えた第1リング体と、
 前記軸方向の他方側でかつ前記径方向の他方側に配置され、第2中空部を備えた第2リング体と、
 を有し、

前記第1リング体は、

前記軸方向他方側でかつ前記径方向他方側の部分に、第1テープ面を備えており、

前記第2リング体は、

前記軸方向一方側でかつ前記径方向一方側の部分に、前記第1テープ面に対し間隙を介して対向配置される第2テープ面を備えており、

前記第1リング体及び前記第2リング体のうち、いずれかのリング体は、残りのリング体を非接触で支持するように前記間隙に対し圧縮空気を供給する空気通路を備え、

前記第1リング体及び前記第2リング体のうち、一方のリング体に、永久磁石及びアクションプレートのうち少なくとも一方を含む2次側部材を設けて2次側可動リング体を構成し、他方のリング体若しくは当該他方のリング体に固定される固定体に、前記2次側部材と空隙を介して対向配置される電機子コイルを含む1次側部材を設けて1次側固定リング体を構成し、

10

20

前記 2 次側可動リング体が、前記間隙を介して、前記 1 次側固定リング体に対して前記軸心を回転中心として回転駆動するダイレクトドライブモータであって、

前記 1 次側部材及び前記 2 次側部材は、

前記第 1 リング体の前記第 1 テーパ面よりも前記径方向他方側でかつ前記第 2 リング体の前記第 2 テーパ面よりも前記軸方向一方側に生じる第 1 空間、

若しくは、

前記第 1 リング体の前記第 1 テーパ面よりも前記軸方向他方側でかつ前記第 2 リング体の前記第 2 テーパ面よりも前記径方向一方側に生じる第 2 空間、
に配置される

ことを特徴とするダイレクトドライブモータ。

10

【請求項 2】

前記 2 次側部材は、

前記第 1 空間及び前記第 2 空間のうちいずれか一方に向かって突出するよう、前記 2 次側可動リング体に設けられており、

前記 1 次側部材は、

前記第 1 空間及び前記第 2 空間のうち前記いずれか一方に向かって突出するよう、前記 1 次側固定リング体に設けられている

ことを特徴とする請求項 1 記載のダイレクトドライブモータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

開示の実施形態は、ダイレクトドライブモータに関する。

【背景技術】

【0002】

変速機等を介さずに被駆動物を直接駆動するダイレクトドライブモータが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。この従来技術では、中空部を備えた略円環状のベースと、ベースに対して軸受を介し回転可能に支持された回転体と、回転体を所定方向に回転させるモータとが備えられている。モータは、ベースに固定された電磁石（ステータ）と、回転体に固定された永久磁石（ロータ）と、を備えている。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2007-124854 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記従来技術では、回転体を回転可能に支持する軸受として、玉軸受、ころ軸受、クロスローラベアリングといった接触型の軸受が用いられる。この結果、例えば回転体が大径化した場合や回転速度の高速化が図られる場合には、軸受の耐久性が低下し、円滑かつ高精度な回転を確保できないおそれがあった。

40

【0005】

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、円滑かつ高精度な回転を確保できるダイレクトドライブモータを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するため、本発明の一の観点によれば、所定の軸心を備えたダイレクトドライブモータであって、前記軸心に沿う軸方向の一方側でかつ前記軸方向に直交する径方向の一方側に配置され、第 1 中空部を備えた第 1 リング体と、前記軸方向の他方側でかつ前記径方向の他方側に配置され、第 2 中空部を備えた第 2 リング体と、を有し、前記第 1 リング体は、前記軸方向他方側でかつ前記径方向他方側の部分に、第 1 テーパ面を備え

50

ており、前記第2リング体は、前記軸方向一方側でかつ前記径方向一方側の部分に、前記第1テープ面に対し間隙を介して対向配置される第2テープ面を備えており、前記第1リング体及び前記第2リング体のうち、いずれかのリング体は、残りのリング体を非接触で支持するように前記間隙に対し圧縮空気を供給する空気通路を備え、前記第1リング体及び前記第2リング体のうち、一方のリング体に、永久磁石及びリアクションプレートのうち少なくとも一方を含む2次側部材を設けて2次側可動リング体を構成し、他方のリング体若しくは当該他方のリング体に固定される固定体に、前記2次側部材と空隙を介して対向配置される電機子コイルを含む1次側部材を設けて1次側固定リング体を構成し、前記2次側可動リング体が、前記間隙を介して、前記1次側固定リング体に対して前記軸心を回転中心として回転駆動するダイレクトドライブモータであって、前記1次側部材及び前記2次側部材は、前記第1リング体の前記第1テープ面よりも前記径方向他方側でかつ前記第2リング体の前記第2テープ面よりも前記軸方向一方側に生じる第1空間、若しくは、前記第1リング体の前記第1テープ面よりも前記軸方向他方側でかつ前記第2リング体の前記第2テープ面よりも前記径方向一方側に生じる第2空間、に配置されることを特徴とするダイレクトドライブモータが適用される。

10

【発明の効果】

【0007】

本発明のダイレクトドライブモータによれば、円滑かつ高精度な回転を確保することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】一実施の形態のダイレクトドライブモータを表す断面図である。

【図2】一実施の形態のダイレクトドライブモータを表す、固定側リング体と可動側リング体との配置関係を表す要部平面図である。

【図3】従来構造に相当する比較例のダイレクトドライブモータを表す横断面図、及び、側断面図である。

【図4】横向き配置とする変形例のダイレクトドライブモータを表す断面図である。

【図5】下向き配置とする変形例のダイレクトドライブモータを表す断面図である。

【図6】吸引態様・スケール位置のバリエーションを含む変形例のダイレクトドライブモータを表す断面図である。

30

【図7】定盤を使用しない変形例のダイレクトドライブモータを表す断面図である。

【図8】別のデッドスペースに1次側部材及び2次側部材を設けた変形例のダイレクトドライブモータを表す断面図である。

【図9】1次側固定リング体と2次側可動リング体との内外を逆にした変形例のダイレクトドライブモータを表す断面図である。

【図10】さらに別のデッドスペースに1次側部材及び2次側部材を設けた変形例のダイレクトドライブモータを表す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

40

以下、一実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。なお、以下の説明において、上側、下側、内側、外側は、図1等の各図中に適宜示す矢印方向に対応している。

【0010】

<ダイレクトドライブモータの概略>

図1及び図2において、ダイレクトドライブモータ1は、後述の2次側可動リング体21よりも下側（この例における軸方向一方側に相当）かつ径方向内側（径方向一方側に相当。以下同様）に配置され、定盤2（固定子ベース、固定体に相当）に固定された1次側固定リング体11（第1リング体、他方のリング体に相当）と、1次側固定リング体11よりも上側（この例における軸方向他方側に相当）かつ径方向外側（径方向他方側に相当。以下同様）に配置された2次側可動リング体21（第2リング体、一方のリング体に相

50

当)と、を備えている。

【0011】

<定盤>

定盤2は、ダイレクトドライブモータ1の上記軸心Qと同軸で中空部2aが形成されている。また、定盤2には、2次側可動リング体21の回転位置を検出する検出センサ13と、立ち上がるよう設けられ、検出センサ13を支持する支持部14と、が備えられている。

【0012】

<1次側固定リング体>

1次側固定リング体11は、例えば石材料(グラナイト)若しくはセラミック材料等により形成されている。この1次側固定リング体11は、中空部11a(第1中空部に相当)と、固定側テーパ面11b(第1テーパ面に相当)と、空気通路11cと、固定穴11dと、を備えている。

【0013】

中空部11aは、1次側固定リング体11の径方向内側の部位に、上記軸心Qと同軸に形成されている。なお、上記中空部11aの内径寸法W1は、例えば300[mm]以上かつ3000[mm]以下となっている。固定側テーパ面11bは、1次側固定リング体11の径方向外側かつ上側の部位に、上側に向うほど先細りとなる様で、形成されている。

【0014】

固定穴11dは、上記固定側テーパ面11bよりも径方向内側において、軸心Q方向に設けられている。また固定穴11dは、図2に示すように、1次側固定リング体11の周方向の複数個所に形成されている。この固定穴11dには、図示しないボルトが挿通された後、定盤2に形成された雌ネジ穴と螺合することで、1次側固定リング体11が定盤2に固定される。なお、例えば定盤2に貫通孔を形成してボルトの先端を定盤2の底面側で固定してもよい。

【0015】

空気通路11cは、軸心Qに沿う方向で貫通するとともに、上端が上記固定側テーパ面11bに開放されている。また空気通路11cは、図2に示すように、1次側固定リング体11の周方向の複数個所に形成されており、各空気通路11cに、図示しないコンプレッサー等の圧縮空気供給源から圧縮空気が供給される。詳細には、それら複数の空気通路11cは、例えば1次側固定リング体11内に形成された環状の連通溝に連通しており、共通の上記圧縮空気供給源から当該連通溝を介し、圧縮空気が供給される。

【0016】

なおこの例では、空気通路11cは、上記固定穴11dと一致する周方向位置となるように配置されている。これにより、上記圧縮空気供給源から圧縮空気が供給された際に、1次側固定リング体11が浮いて定盤2との間に隙間ができ難いように設定されている。

【0017】

<2次側可動リング体>

2次側可動リング体21は、1次側固定リング体11よりも大径とされ、例えば石材料(グラナイト)若しくはセラミック材料等により形成されている。この2次側可動リング体21は、スケール23(エンコーダスケールに相当)と、中空部21a(第2中空部に相当)と、可動側テーパ面21b(第2テーパ面に相当)と、を備えている。

【0018】

中空部21aは、2次側可動リング体21の径方向内側の部位に、上記軸心Qと同軸に形成されている。可動側テーパ面21bは、2次側可動リング体21の径方向内側かつ下側の部位に、上側に向う程に先細りとなる様で、上記固定側テーパ面11bと間隙S(詳細は後述)を介して対向するように、形成されている。なお、上記中空部21aの内径寸法W2は、例えば300[mm]以上かつ3000[mm]以下(但し上記中空部11aの内径寸法W1より大きい値)となっている。スケール23は、2次側可動リング体2

10

20

30

40

50

1の外周面に設けられ、上記検出センサ13と対向する。

<リニアモータ>

本実施形態では、1次側固定リング体11及び2次側可動リング体21のうち、一方(この例では2次側可動リング体21)が可動子、他方(この例では1次側固定リング体11)が固定子となる、リニアモータが構成される。すなわち、定盤2には、1次側固定リング体11の径方向外側に位置するように、上記リニアモータを構成する電機子コイルを含む、複数(この例では8個の)1次側部材12が設けられている。この例では、1次側部材12は、特に、1次側固定リング体11の径方向外側でかつ2次側可動リング体21の下側に生じる空間24(第1空間部に相当)に向かって突出するように、定盤2の上面に設けられている。なお、1次側部材12の電機子コイルの数は図2に示したものに限られず、所望の数に自在に増減可能である。10

【0019】

一方、2次側可動リング体21には、上記リニアモータを構成するマグネット(又はリアクションプレート)を含む、2次側部材22が設けられている。この例では、2次側部材22は、上記同様、1次側固定リング体11の径方向外側でかつ2次側可動リング体21の下側に生じる上記空間24(第1空間部に相当)に向かって突出するように、定盤2と対向する2次側可動リング体21の下面に配置されている。これによって、2次側部材22は、定盤2に設けられた上記1次側部材12と上下方向に対向する。

【0020】

<圧縮空気の供給とリニアモータの駆動>

20

上記の構成において、空気通路11cから圧縮空気が供給されていない状態では2次側可動リング体21の自重により、1次側固定リング体11の固定側テーパ面11bと2次側可動リング体21の可動側テーパ面21bとが、接触状態となる。一方、上記圧縮空気供給源から空気通路11cに圧縮空気が供給されると、2次側可動リング体21が浮遊し、1次側固定リング体11から離間する。すなわち、固定側テーパ面11bと可動側テーパ面21bとの間に隙間Sが形成され、2次側可動リング体21は、1次側固定リング体11により、非接触で支持される。

【0021】

この状態から、1次側部材12の電機子コイルに電流が通電される。これにより、その通電による流れる電流と2次側部材22のマグネットの磁力とによって、2次側可動リング体21が、上記可動側テーパ面21bと固定側テーパ面11bとの間の隙間Sを介し、1次側固定リング体11に対して軸心Qを回転中心として周方向に回転する。この結果、2次側可動リング体21が可動子、1次側固定リング体11が固定子となる、ダイレクトドライブモータが実現される。30

【0022】

<パッド部材>

なお、上記の例では、上記浮遊の際、2次側可動リング体21は、定盤2から立ち上げられた支柱15に調整部材16を介して設けられたパッド部材17と上下方向に接触する。これにより、2次側可動リング体21は、1次側固定リング体11からの浮遊距離(即ち隙間Sの大きさ)が調整される。なお、支柱15とパッド部材17とは、2次側可動リング体21の全周に跨っても良いし点在していても良い。40

【0023】

また、パッド部材17は、単なる弾性パッド部材でも良いし、2次側可動リング体21を1次側固定リング体11へ向けて付勢するように、2次側可動リング体21の図示上面を受圧部として圧力空気を(この例では下側へ)噴出するエアーパッド(空気噴出部)としても良い。この場合、例えば2次側可動リング体21と1次側固定リング体11とが互いに離間する方向に反発力が作用し得る場合であっても、圧力空気の噴出力によって上記固定側テーパ面11bと可動側テーパ面21bとの間の隙間Sを適宜の態様に調整することができます。

【0024】

50

あるいは、パッド部材17に代えて、2次側可動リング体21を1次側固定リング体11へ向かって付勢するように、回転側となる2次側可動リング体21（又はこれに取り付けた部材）の1次側固定リング体11側の部位（この例では下部）に設けた被吸引部（図示せず）を、磁気的に若しくは減圧吸引する吸引部を、1次側固定リング体11若しくは定盤2（若しくはそれらに取り付けた部材）に別途設けて、2次側可動リング体21を下側へ吸引するようにしても良い。この場合、例えば2次側可動リング体21と1次側固定リング体11とが互いに離間する方向に反発力が作用し得る場合であっても、被吸引部に対する吸引部からの吸引力によって上記固定側テーパ面11bと可動側テーパ面21bとの間の間隙Sを適宜の態様に調整することができる。

【0025】

10

なお、上記のパッド部材17及びその変形例（置き換え例）は、本実施形態以外の以下に述べる各変形例に対しても、適用可能であり、上記同様の効果を得る。

【0026】

<実施形態の効果>

以上説明したように、本実施形態のダイレクトドライブモータ1では、1次側固定リング体11を固定子、2次側可動リング体21を可動子とするリニアモータ（詳細は省略するが、例えばリニア同期モータ、リニア誘導モータ、リニアスパルスマータ、リニア直流モータなどがあり得る）によって、2次側可動リング体21が周方向に回転駆動される。その際、1次側固定リング体11の固定側テーパ面11bと2次側可動リング体21の可動側テーパ面21bとの間の間隙Sに対し圧縮空気が供給されて静圧軸受が構成され、静圧軸受により、1次側固定リング体11が2次側可動リング体21を非接触で支持する。これにより、接触型の軸受を用いる場合のような軸受の耐久性低下を防止し、また2次側可動リング体21は空気で浮上しているため、軸受の摩擦損失は非常に小さく、高速回転時及び加減速時でもエネルギー損失が少ない。更に軸受部がテーパになっているため、軸心が合わせ易く軸振れが少ない、円滑かつ高精度な回転を確保することができる。

20

【0027】

このとき、本実施形態では、1次側部材12及び2次側部材22は、1次側固定リング体11よりも径方向外側でかつ2次側可動リング体21よりも下側に生じる空間24に配置される。これには以下のようない意義がある。

【0028】

30

上述したように、本実施形態では、1次側固定リング体11の固定側テーパ面11bと2次側可動リング体21の可動側テーパ面21bとが間隙Sを介して対向し、当該間隙Sにおける静圧軸受を介して互いに相対変位する。このとき、1次側固定リング体11は下側かつ径方向内側、2次側可動リング体21は上側かつ径方向外側に設けられている。言い換れば、これら1次側固定リング体11及び2次側可動リング体21は、径方向にずらされつつ軸方向に積み重なるように配置されている。このような配置である結果、1次側固定リング体11の径方向外側でかつ2次側可動リング体21の下側に、デッドスペースとして、上記空間24が生じる。

【0029】

40

そこで本実施形態では、これらのデッドスペースを活用する形で、上記空間24に、上記リニアモータを構成する1次側部材12及び2次側部材22を設ける。これにより、リニアモータを設置するための新たなスペースを特に必要としないので、ダイレクトドライブモータ1全体の小型化を図ることができる。すなわち、軸受の耐久性低下防止による円滑かつ高精度な回転の確保と、ダイレクトドライブモータ1の小型化との、両立を図ることができる。

【0030】

また、以上説明したようにして、本実施形態において大径のダイレクトドライブモータ1を静圧軸受を用いて実現したことは、以下のような意義がある。すなわち、この種のダイレクトドライブモータを設計する場合は、従来、モータ部分（可動子及び固定子）の設計を行った後、それに合わせた軸受の選定を行うのが一般的である。

50

【0031】

従来構造に相当する比較例を図3に示す。図3に示すように、従来手法では、例えば円筒状の金属フレーム31の内部に、略環状の電機子コイル(モータコイル)32を備えた固定子30が配置され、その半径方向内側に、回転子40のマグネット(モータマグネット)41が配置される。上部にテーブル42が備えられた略円筒状の上記回転子40の径方向外周部が、適宜の金属軸受43を介し、回転可能に上記金属フレーム31に支持される。このような構成において、上記実施形態のダイレクトドライブモータ1と同様の(外径3000mm程度の)大径化を図ろうとしても、上記固定子30や回転子40のマグネット41についても外径が3000mm程度の巨大な構造物となってしまうことから、現実的には製造することは極めて困難である。

10

【0032】

これに対して、本願発明者等は、上記従来手法とは逆の、軸受部分(静圧軸受)の構成を先に設計した後に、当該静圧軸受に合致するモータ(リニアモータ)を設計することでき、上記手法では困難であった大径化を初めて実現したものである。なお、例えば特開2006-333652号公報において、同様の大径化の可能性のあるリニアモータ駆動のダイレクトドライブモータが開示されているが、当該公報には本実施形態のような軸受部分の構造については一切記載されておらず、回転体を回転可能に支持する構造が不明である。

【0033】

本実施形態では、上記の構成により、上述したように中空部21aの内径寸法W2が3000mm程度という大径化を実現することができ、かつそのときの静圧軸受において実行される2次側可動リング体21の浮上量(間隙Sの大きさ)は数μm~10ミクロン程度という高精度度を実現した。このことは、言い換れば、1次側固定リング体11の軸心と、2次側可動リング体21の軸心とが、互いに当該浮上量(間隙Sの大きさ)以下の誤差を持って高精度に合致していることを意味している。このような高精度な芯出しを実現することにより、モータの高速回転化、回転むらや速度むらの低減、及び、振動や騒音の低減を図ることができるものである。特に、200~1000rpmの回転数範囲をもつ大型のダイレクトドライブモータにおいては、2次側可動リング体がダイナーシャ化するため、軸心に振れがあるとモータ回転時の振動が大きくなり、安定した回転が実現できない。また、通常の回転モータの電磁部であるコイルや磁石の設計手法では、大型のダイレクトドライブの電磁部の周速が非常に高くなるので、磁気飽和を起こして、高速回転ができなくなる。このため、軸受けの高精度な芯出し、及び、電機子部や界磁部の選択は非常に重要なってくる。

20

【0034】

また、本実施形態では特に、1次側固定リング体11を設置する定盤2をさらに有し、2次側部材22は、空間24に向かって突出するよう、2次側可動リング体21に設けられており、1次側部材12は、空間24に向かって突出するよう、定盤2に設けられている。

30

【0035】

本実施形態においては、定盤2と、この定盤2に固定される1次側固定リング体11と、この1次側固定リング体11に非接触で支持される2次側可動リング体21との3部材を備えている。上述のように定盤2に1次側固定リング体11が固定される構造とすることで安定的かつ確実な支持構造とができる。また、1次側部材12を定盤2に設けることにより、1次側固定リング体11に1次側部材12を固定するための固定構造を設ける必要がなく、1次側固定リング体11の構造を簡素化できる。

40

【0036】

また、本実施形態では特に、上述したように、1次側固定リング体11は、1次側部材12の電機子コイルの数を増減可能に構成されている。

【0037】

これにより、電機子コイルの数を適宜に増減することで、モータの出力トルクを増減さ

50

せて簡単に所望の値に設定することができる。

【0038】

また、本実施形態では特に、1次側固定リング体11及び2次側可動リング体21が石材料（グラナイトなど）若しくはセラミック材料等により構成され、中空部11aの内径寸法W1及び中空部21aの内径寸法W2が、300 [mm] ~ 3000 [mm]以下となっている。

【0039】

本実施形態では、上述のような構成とすることにより、上記のように1次側固定リング体11及び2次側可動リング体21が大径化した場合であっても、軸受の耐久性の低下を確実に防止することができる。

10

【0040】

なお、開示の実施形態は、上記に限られるものではなく、その趣旨及び技術的思想を逸脱しない範囲内で種々の変形が可能である。以下、そのような変形例を順を追って説明する。なお、以下の各変形例において、図示及び説明を省略するが、上記同様の空気通路11cが1次側固定リング体11に設けられて圧縮空気が供給され、これによって間隙Sを介し非接触にて2次側可動リング体21が1次側固定リング体11に支持される。また、上記実施形態と同等の部分には同一の符号を付し、適宜説明を省略又は簡略化する。

【0041】

(1) 横向き配置とする場合

上記実施の形態では、軸心Qが鉛直上下方向となるように、1次側固定リング体11及び2次側可動リング体21を配置したが、このような配置に限定されるものではない。すなわち、図4に示すダイレクトドライブモータ1Aのように、軸心Qが水平方向となるように、1次側固定リング体11及び2次側可動リング体21を配置してもよい。

20

【0042】

すなわち、ダイレクトドライブモータ1Aは、2次側可動リング体21よりも図示右側（この例における軸方向一方側に相当）かつ径方向内側に配置され、定盤2の図示左側に固定された上記1次側固定リング体11と、1次側固定リング体11よりも図示左側（この例における軸方向他方側に相当）かつ径方向外側に配置された上記2次側可動リング体21と、を備えている。

【0043】

30

固定側テーパ面11bは、1次側固定リング体11の径方向外側かつ図示左側の部位に、図示左側に向うほど先細りとなる態様で、形成されている。可動側テーパ面21bは、2次側可動リング体21の径方向内側かつ図示右側の部位に、図示左側に向う程に先細りとなる態様で、上記固定側テーパ面11bと間隙Sを介して対向するように、形成されている。

【0044】

1次側部材12は、1次側固定リング体11の径方向外側でかつ2次側可動リング体21の図示右側に生じる空間24（第1空間部に相当）に向かって突出するように、定盤2の図示左側の面に設けられている。2次側部材22は、1次側固定リング体11の径方向外側でかつ2次側可動リング体21の図示右側に生じる上記空間24に向かって突出するように、定盤2と対向する2次側可動リング体21の図示右側の面に配置されている。これによって、2次側部材22は、定盤2に設けられた上記1次側部材12と図示左右方向に対向する。

40

【0045】

なお、このダイレクトドライブモータ1Aにおいて、1次側固定リング体11が固定される基台3に最も近い支柱15に、上記パッド部材17及び調整部材16とそれぞれ同様のパッド部材19及び調整部材18を設け、2次側可動リング体21の自重を支えるようにしてよい。また、パッド部材19及び調整部材18を設けずに、パッド部材17及び調整部材16のみで、軸受部がテーパ面であるがゆえに2次側可動リング体21の自重を支えることも可能である。これにより、可動側リング21の回転中心を上記軸心Qと確実

50

に一致させることができる。

【0046】

本変形例においても、上記実施形態と同様の効果を得る。すなわち、接触型の軸受を用いる場合のような軸受の耐久性低下を防止し、円滑かつ高精度な回転を確保することができる。またデッドスペースを活用する形で、1次側固定リング体11の径方向外側でかつ2次側可動リング体21の上記軸方向一方側（この例では図示右側）に位置する上記空間24に1次側部材12及び2次側部材22を設けることにより、ダイレクトドライブモータ1A全体の小型化を図ることができる。すなわち、軸受の耐久性低下防止による円滑かつ高精度な回転の確保と、ダイレクトドライブモータ1Aの小型化との、両立を図ることができる。

10

【0047】

(2) 下向き配置とする場合

すなわち、図5に示すダイレクトドライブモータ1Bのように、定盤2の下側に1次側固定リング体11が固定され、そのさらに下側に2次側可動リング体21が設けられて非接触で支持される場合である。すなわち、ダイレクトドライブモータ1Bは、2次側可動リング体21よりも上側（この例における軸方向一方側に相当）かつ径方向内側に配置され、定盤2の下部に固定された上記1次側固定リング体11と、1次側固定リング体11よりも下側（この例における軸方向他方側に相当）かつ径方向外側に配置された上記2次側可動リング体21と、を備えている。

【0048】

固定側テーパ面11bは、1次側固定リング体11の径方向外側かつ下側の部位に、下側に向うほど先細りとなる様で、形成されている。可動側テーパ面21bは、2次側可動リング体21の径方向内側かつ上側の部位に、下側に向う程に先細りとなる様で、上記固定側テーパ面11bと間隙S（詳細は後述）を介して対向するように、形成されている。

20

【0049】

1次側部材12は、1次側固定リング体11の径方向外側でかつ2次側可動リング体21の上側に生じる空間24（第1空間部に相当）に向かって突出するように、定盤2の下面に設けられている。2次側部材22は、1次側固定リング体11の径方向外側でかつ2次側可動リング体21の上側に生じる上記空間24に向かって突出するように、定盤2と対向する2次側可動リング体21の上面に配置されている。これによって、2次側部材22は、定盤2に設けられた上記1次側部材12と上下方向に対向する。

30

【0050】

なお、本変形例では、パッド部材17は、自重により1次側固定リング体11から離間しようとする2次側可動リング体21の下面を支持する。

【0051】

本変形例においても、上記実施形態と同様の効果を得る。すなわち、接触型の軸受を用いる場合のような軸受の耐久性低下を防止し、円滑かつ高精度な回転を確保することができる。またデッドスペースを活用する形で、1次側固定リング体11の径方向外側でかつ2次側可動リング体21の上側の上記空間24に1次側部材12及び2次側部材22を設けることにより、ダイレクトドライブモータ1B全体の小型化を図ることができる。すなわち、軸受の耐久性低下防止による円滑かつ高精度な回転の確保と、ダイレクトドライブモータ1Bの小型化との、両立を図ることができる。

40

【0052】

(3) 吸引態様・スケール位置のバリエーション

本変形例のダイレクトドライブモータ1Cでは、図6に示すように、2次側可動リング体21に環状のフランジ体25（被吸引部に相当）が設けられる。そして、パッド部材17が、上記フランジ体25を磁気的に吸引（若しくは減圧吸引）することにより、2次側可動リング体21を下側へ吸引する。

【0053】

50

また、スケール 2 3 が、2 次側可動リング体 2 1 の内周、即ち、中空部 2 1 a の内壁面に配置される。言い替えれば、スケール 2 3 は、2 次側可動リング体 2 1 の、1 次側固定リング体 1 1 の上側（軸方向他方側に相当）でかつ 2 次側可動リング体 2 1 の径方向内側（径方向一方側に相当）に生じる空間 2 6（第 2 空間部に相当）に臨む側に、設けられている。このとき、検出センサ 1 3 は、図示しない適宜の箇所に設けられた支持部 1 4 の先端（下端）に設けられる。これにより、検出センサ 1 3 は、上記空間 2 6 において、上記中空部 2 1 a の内壁面に設けられたスケール 2 3 に対し、径方向内側から対向して検出を行う。

【0054】

本変形例においても、上記実施形態と同様の効果を得る。また、2 次側可動リング体 2 1 の上記空間 2 6 に臨む側にスケール 2 3 が設けられ、スケール 2 3 が臨む上記空間 2 6 に検出センサ 1 3 が設けられる。これにより、上記同様、デッドスペースを活用することで検出センサ 1 3 を設置するための新たなスペースは不要となり、ダイレクトドライブモータ 1 C 全体を確実に小型化することができる。10

【0055】

(4) 定盤を必須としない場合

本変形例のダイレクトドライブモータ 1 D では、図 7 に示すように、定盤 2 を必ずしも用いなくてもよい。

【0056】

このダイレクトドライブモータ 1 D では、1 次側部材 1 2 は、1 次側固定リング体 1 1 の径方向外側でかつ 2 次側可動リング体 2 1 の下側に生じる上記同様の空間 2 4（第 1 空間部に相当）に向かって突出するように、1 次側固定リング体 1 1 の径方向外側に設けられる。2 次側部材 2 2 は、1 次側固定リング体 1 1 の径方向外側でかつ 2 次側可動リング体 2 1 の下側に生じる上記空間 2 4 に向かって突出するように、2 次側可動リング体 2 1 の下面に配置されている。これによって、2 次側部材 2 2 は、1 次側固定リング体 1 1 に設けられた上記 1 次側部材 1 2 と上下方向に対向する。なお、スケール 2 3 及び検出センサ 1 3 については、上記実施形態や変形例（1）～（3）のいずれかの適宜の構成とすれば足りるので、説明及び図示を省略している（以下の変形例（5）～（8）においても同様）。20

【0057】

本変形例においても、上記実施形態と同様の効果を得る。すなわち、接触型の軸受を用いる場合のような軸受の耐久性低下を防止し、円滑かつ高精度な回転を確保することができる。またデッドスペースを活用する形で、1 次側固定リング体 1 1 の径方向外側でかつ 2 次側可動リング体 2 1 の下側に位置する上記空間 2 4 に 1 次側部材 1 2 及び 2 次側部材 2 2 を設けることにより、ダイレクトドライブモータ 1 D 全体の小型化を図ることができる。すなわち、軸受の耐久性低下防止による円滑かつ高精度な回転の確保と、ダイレクトドライブモータ 1 D の小型化との、両立を図ることができる。30

【0058】

また、本変形例では特に、定盤 2 を用いず、1 次側固定リング体 1 1 と、この 1 次側固定リング体 1 1 に非接触で支持される 2 次側可動リング体 2 1 と、の 2 部材が備えられて、1 次側部材 1 2 が 1 次側固定リング体 1 1 に備えられる。これにより、1 次側固定リング体 1 1 及び 2 次側可動リング体 2 1 のほかに別の固定物を設ける場合よりも、部材点数を低減することができる。40

【0059】

(5) 別々のデッドスペースに 1 次側部材及び 2 次側部材を設けた場合

すなわち、図 8 に示すように、このダイレクトドライブモータ 1 E では、1 次側部材 1 2 は、1 次側固定リング体 1 1 の上側（軸方向他方側に相当）でかつ 2 次側可動リング体 2 1 の径方向内側（径方向一方側に相当）に生じる、上記空間 2 6（第 2 空間部に相当）に向かって突出するように、1 次側固定リング体 1 1 の上側に設けられる。2 次側部材 2 2 は、1 次側固定リング体 1 1 の上側でかつ 2 次側可動リング体 2 1 の径方向内側に生じ50

る上記空間 2 6 に向かって突出するように、2 次側可動リング体 2 1 の径方向内側に配置されている。これによって、2 次側部材 2 2 は、1 次側固定リング体 1 1 に設けられた上記 1 次側部材 1 2 と径方向（図示左右方向）に対向する。

【 0 0 6 0 】

本変形例においても、上記実施形態や変形例（4）と同様の効果を得る。すなわち、接触型の軸受を用いる場合のような軸受の耐久性低下を防止し、円滑かつ高精度な回転を確保することができる。またデッドスペースを活用する形で、1 次側固定リング体 1 1 の上側でかつ 2 次側可動リング体 2 1 の径方向内側に位置する上記空間 2 6 に 1 次側部材 1 2 及び 2 次側部材 2 2 を設けることにより、ダイレクトドライブモータ 1 E 全体の小型化を図ることができる。すなわち、軸受の耐久性低下防止による円滑かつ高精度な回転の確保と、ダイレクトドライブモータ 1 E の小型化との、両立を図ることができる。また、1 次側固定リング体 1 1 及び 2 次側可動リング体 2 1 のほかに別の固定物を設ける場合よりも、部材点数を低減することができる。10

【 0 0 6 1 】

また、このとき、上記空間 2 6 とは別のデッドスペースである上記空間 2 4 をさらに活用し（図中 2 点鎖線参照）、2 次側可動リング体 2 1 の上記空間 2 4 に臨む側にスケール 2 3 を設け（図示省略）、スケール 2 3 が臨む当該上記空間 2 4 に検出センサ 1 3（図示省略）を設けてもよい。この場合、前述と同様、検出センサ 1 3 を設置するための新たなスペースは不要となるので、これによってもダイレクトドライブモータ 1 E 全体を確実に小型化することができる。20

【 0 0 6 2 】

（6）1 次側固定リング体と 2 次側可動リング体との内外を逆にした場合

すなわち、図 9 に示すように、本変形例のダイレクトドライブモータ 1 F は、2 次側可動リング体 2 1 よりも下側（この例における軸方向一方側に相当）かつ径方向外側（この例における径方向一方側に相当）に配置された 1 次側固定リング体 1 1 と、1 次側固定リング体 1 1 よりも上側（この例における軸方向他方側に相当）かつ径方向内側（この例における径方向他方側に相当）に配置された 2 次側可動リング体 2 1 と、を備えている。

【 0 0 6 3 】

このダイレクトドライブモータ 1 F は、1 次側部材 1 2 は、1 次側固定リング体 1 1 の径方向内側でかつ 2 次側可動リング体 2 1 の下側に生じる上記同様の空間 2 4（第 1 空間部に相当）に向かって突出するように、1 次側固定リング体 1 1 の径方向内側に設けられる。2 次側部材 2 2 は、1 次側固定リング体 1 1 の径方向内側でかつ 2 次側可動リング体 2 1 の下側に生じる上記空間 2 4 に向かって突出するように、2 次側可動リング体 2 1 の下面に配置されている。これによって、2 次側部材 2 2 は、1 次側固定リング体 1 1 に設けられた上記 1 次側部材 1 2 と上下方向に対向する。30

【 0 0 6 4 】

本変形例においても、上記実施形態や変形例（4）と同様の効果を得る。すなわち、接触型の軸受を用いる場合のような軸受の耐久性低下を防止し、円滑かつ高精度な回転を確保することができる。またデッドスペースを活用する形で、1 次側固定リング体 1 1 の径方向内側でかつ 2 次側可動リング体 2 1 の下側に位置する上記空間 2 4 に 1 次側部材 1 2 及び 2 次側部材 2 2 を設けることにより、ダイレクトドライブモータ 1 F 全体の小型化を図ることができる。すなわち、軸受の耐久性低下防止による円滑かつ高精度な回転の確保と、ダイレクトドライブモータ 1 F の小型化との、両立を図ることができる。また、1 次側固定リング体 1 1 及び 2 次側可動リング体 2 1 のほかに別の固定物を設ける場合よりも、部材点数を低減することができる。40

【 0 0 6 5 】

50

(7) さらに別々のデッドスペースに1次側部材及び2次側部材を設けた場合

すなわち、図10に示すように、本変形例のダイレクトドライブモータ1Gは、上記図9の変形例(6)と同様、2次側可動リング体21よりも下側(この例における軸方向一方側に相当)かつ径方向外側(この例における径方向一方側に相当)に配置された1次側固定リング体11と、1次側固定リング体11よりも上側(この例における軸方向他方側に相当)かつ径方向内側(この例における径方向他方側に相当)に配置された2次側可動リング体21と、を備えている。

【0066】

そして、このダイレクトドライブモータ1Gは、1次側部材12は、1次側固定リング体11の上側でかつ2次側可動リング体21の径方向外側に生じる上記同様の空間26(第2空間部に相当)に向かって突出するように、1次側固定リング体11の上側に設けられる。2次側部材22は、1次側固定リング体11の上側でかつ2次側可動リング体21の径方向外側に生じる上記空間26に向かって突出するように、2次側可動リング体21の径方向外側の面に配置されている。これによって、2次側部材22は、1次側固定リング体11に設けられた上記1次側部材12と径方向(図示左右方向)に対向する。

10

【0067】

本変形例においても、上記実施形態や変形例(4)と同様の効果を得る。すなわち、接触型の軸受を用いる場合のような軸受の耐久性低下を防止し、円滑かつ高精度な回転を確保することができる。またデッドスペースを活用する形で、1次側固定リング体11の上側でかつ2次側可動リング体21の径方向外側に位置する上記空間24に1次側部材12及び2次側部材22を設けることにより、ダイレクトドライブモータ1G全体の小型化を図ることができる。すなわち、軸受の耐久性低下防止による円滑かつ高精度な回転の確保と、ダイレクトドライブモータ1Gの小型化との、両立を図ることができる。また、1次側固定リング体11及び2次側可動リング体21のほかに別の固定物を設ける場合よりも、部材点数を低減することができる。

20

【0068】

また、このとき、上記空間26とは別のデッドスペースである上記空間24をさらに活用し(図中2点鎖線参照)、2次側可動リング体21の上記空間24に臨む側にスケール23を設け(図示省略)、スケール23が臨む当該上記空間24に検出センサ13(図示省略)を設けてもよい。この場合、前述と同様、検出センサ13を設置するための新たなスペースは不要となるので、これによってもダイレクトドライブモータ1G全体を確実に小型化することができる。

30

【0069】

(8) その他

以上においては、固定側である1次側固定リング体11に空気通路を設けて、この空気通路を介して間隙Sに圧縮空気を供給したが、これに限られない。すなわち、2次側可動リング体21に空気通路を設けて、その空気通路を介して間隙Sに圧縮空気を供給してもよい。

40

【0070】

また、以上既に述べた以外にも、上記実施形態や各変形例による手法を適宜組み合わせて利用しても良い。

【0071】

その他、一々例示はしないが、本発明は、その趣旨を逸脱しない範囲内において、種々の変更が加えられて実施されるものである。

【符号の説明】

【0072】

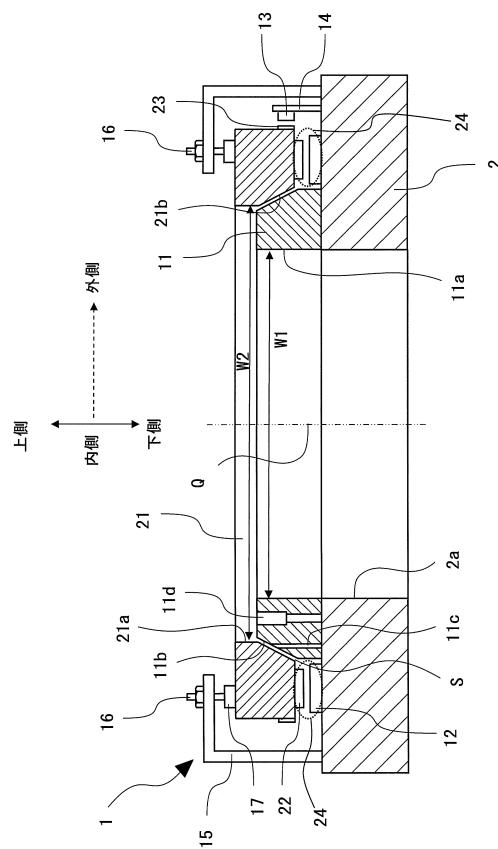
- 1 A ~ G ダイレクトドライブモータ
 2 定盤(固定体、固定子ベース)
 1 1 1 次側固定リング体
 1 1 a 中空部(第1中空部)
 1 1 b 固定側テーパ面
 1 1 c 空気通路
 1 2 1 次側部材
 2 1 2 次側可動リング体
 2 1 a 中空部(第2中空部)
 2 1 b 可動側テーパ面
 2 2 2 次側部材
 Q 軸心
 S 間隙
 10
 【要約】

【課題】円滑かつ高精度な回転を確保する。

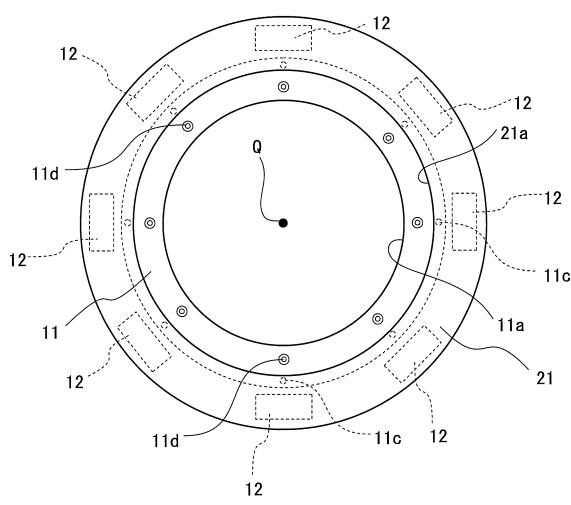
【解決手段】ダイレクトドライブモータ1は、軸心Qに沿う下側で径方向内側に配置されて中空部1 1 aを備えた1次側固定リング体1 1と、上側側で径方向外側に配置されて中空部2 1 aを備えた2次側可動リング体2 1と、1次側固定リング体1 1の径方向外側に形成された固定側テーパ面1 1 bと、2次側可動リング体2 1の径方向内側に形成されて固定側テーパ面1 1 bに対し間隙Sを介して対向配置される可動側テーパ面2 1 bと、間隙Sに対し圧縮空気を供給する空気通路1 1 cと、を有し、2次側可動リング体2 1が、間隙Sを介して、1次側固定リング体1 1に対して軸心Qを回転中心として回転駆動する。
 20

【選択図】図1

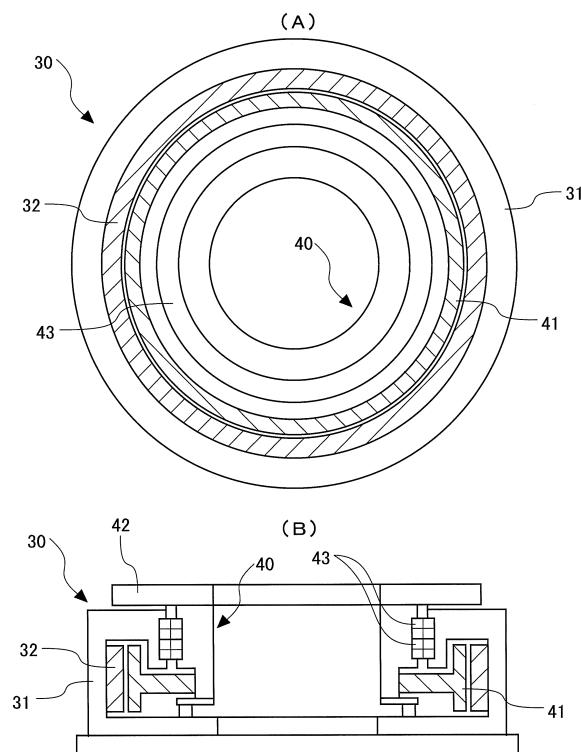
【図1】



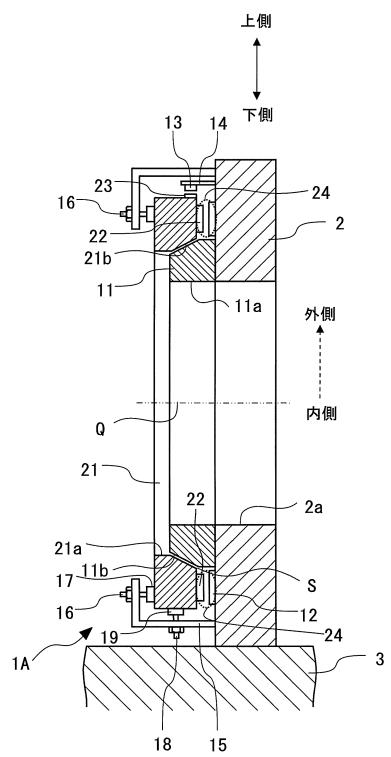
【図2】



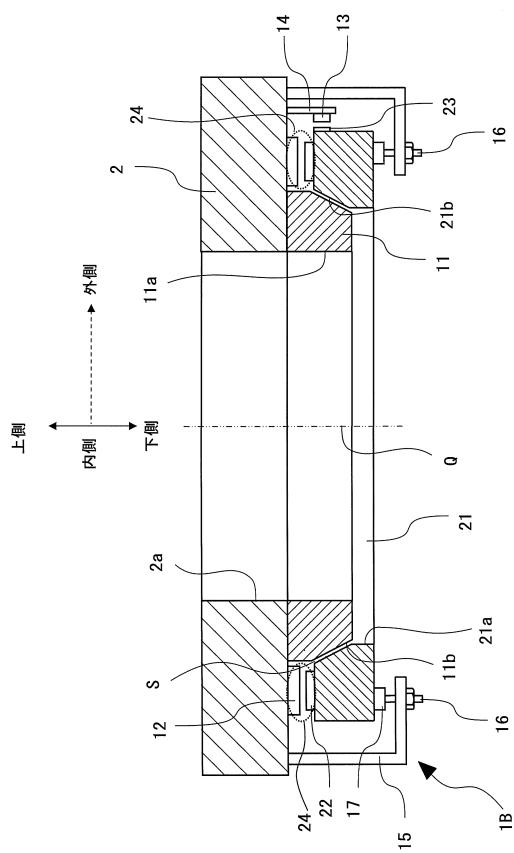
【 図 3 】



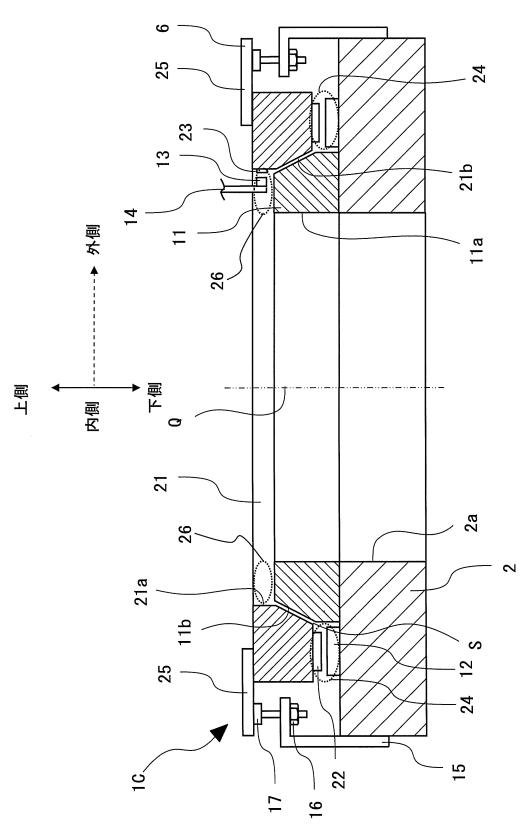
【 図 4 】



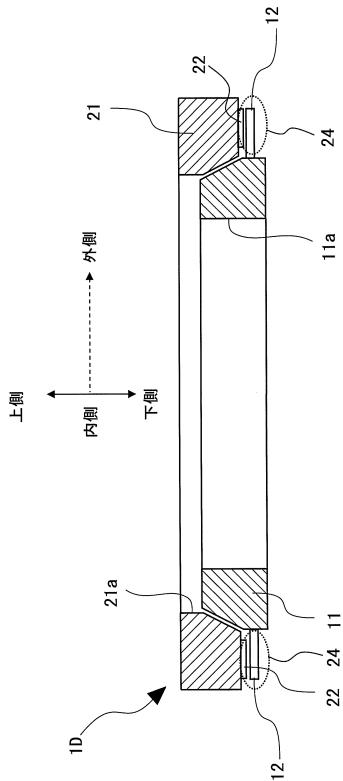
【図5】



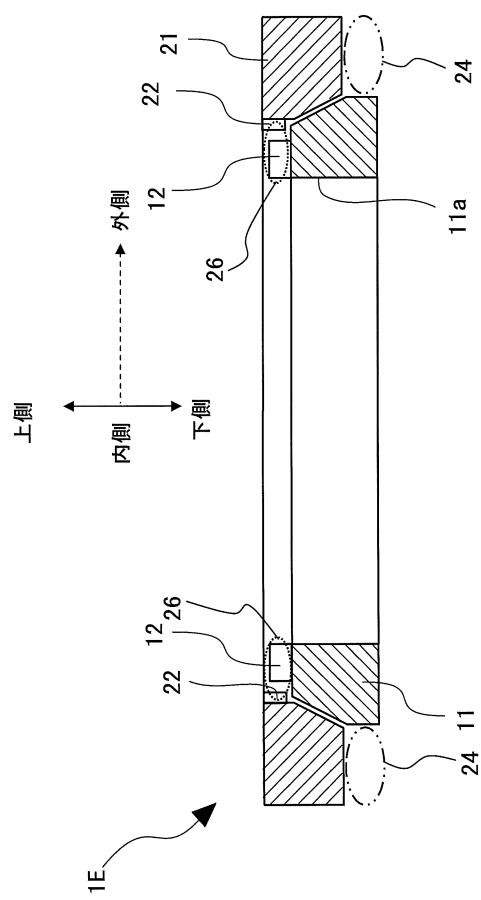
【図6】



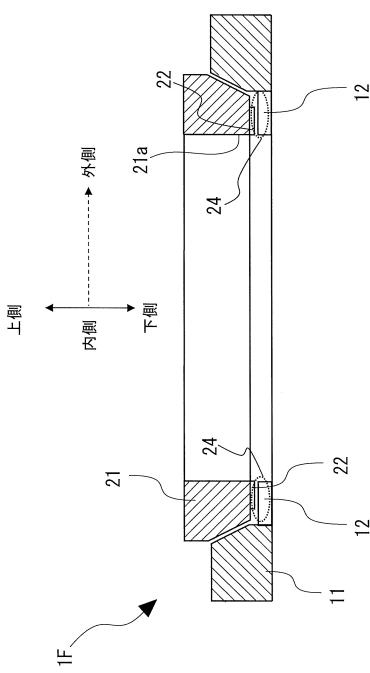
【図7】



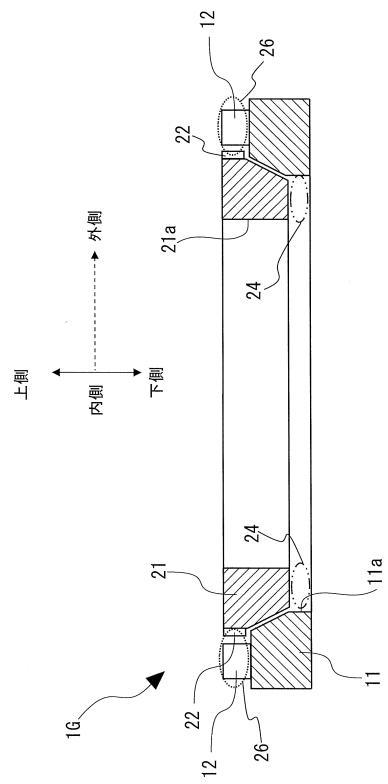
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2011-099523(JP,A)
実開昭64-041727(JP,U)
特開2006-275234(JP,A)
特開平06-038440(JP,A)
特開2000-011505(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 5/00~5/26