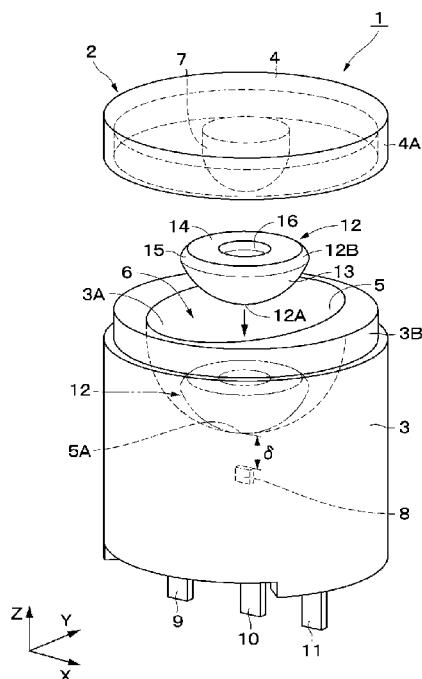


PCT

- [続葉有]

(54) 発明の名称：磁束検知センサ

[图1]



(57) Abstract: Disclosed is an inclination sensor (1) comprising a casing (2), a magneto-electric conversion element (8) and a movable body (12). The casing (2) comprises a movable body housing space (6) that houses a movable body (12) which comprises a hemispherical magnet. The movable body housing space (6) has a recessed curved surface (5) formed by a half-ellipsoid surface and which acts as an anisotropic surface to compensate for the anisotropy of the magneto-electric conversion element (8). The magneto-electric conversion element (8) which detects magnetic flux density in the height direction of the casing (2) is provided in the casing (2) and disposed on the underside of the deepest section (5A) of the recessed curved surface (5).

(57) 要約: 傾斜センサ1は、ケーシング2、磁電変換素子8および可動体12によって構成する。ケーシング2は、半球状のマグネットからなる可動体12を收容する可動体收容空間6を備える。この可動体收容空間6は、磁電変換素子8の異方性を補うために、異方性曲面としての半割り形状の楕円体面からなる凹状曲面5を有する。ケーシング2には、凹状曲面5の最深部5Aの下側に位置してケーシング2の高さ方向の磁束密度を検出する磁電変換素子8を設ける。



MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：磁束検知センサ

技術分野

[0001] 本発明は、例えば姿勢の傾きの検出に用いて好適な磁束検知センサに関する。

背景技術

[0002] 従来技術による磁束検知センサとして、姿勢の傾きを検出する傾斜センサが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。特許文献 1 には、円錐状凹面からなる傾斜面を有するマグネットと、該マグネットの傾斜面と対向して配置されたホール IC 等の磁電変換素子と、マグネットと磁電変換素子との間に位置してマグネットの傾斜面に転動可能に設けられた磁性材料からなる球形の可動体とを備えた構成が開示されている。特許文献 1 の傾斜センサでは、マグネットの傾斜に応じて可動体が傾斜面上を転動変位し、この可動体の変位に伴う磁束密度の変化が磁電変換素子によって検出される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特開 2003-185430 号公報

発明の概要

[0004] ところで、従来技術による傾斜センサに用いられる磁電変換素子によっては、磁束密度の印加方向に応じて検出信号の出力レベルが異なる特性（異方性）を有するものがある。このような磁電変換素子では、同じ角度だけ傾けたとしても、傾ける方向によって検出信号の出力レベルが異なる。このため、傾斜角度に対して検出信号の出力レベルが大きく変化する方向では、傾斜角度に対して検出信号の出力レベルが小さく変化する方向と比べて、正確な傾斜角度を検出できないという問題がある。

[0005] 本発明は上述した従来技術の問題に鑑みなされたもので、本発明の目的は、傾斜方向に関係なく、同じ傾斜角度に対しては略一定の検出信号の出力レ

ベルが得られる磁束検知センサを提供することにある。

[0006] (1) . 上述した課題を解決するために、本発明は、可動体と、該可動体を滑動自在に支持する上向きの凹状曲面を有する可動体收容空間を備えた非磁性容器と、該非磁性容器に設けられ前記可動体の滑動によって生じる磁束密度の変化を検知する磁束密度検知手段とを有する磁束検知センサであって、前記磁束密度検知手段は、水平面の互いに直交するX軸方向およびY軸方向において、X軸方向に磁束を傾斜させたときの検出信号に比べてY軸方向に磁束を傾斜させたときの検出信号が大きな出力レベルとなる異方性を有し、前記可動体收容空間の凹状曲面は、前記磁束密度検知手段の異方性を補うために、X軸方向に比べてY軸方向に向けて前記可動体を大きく変位させる異方性曲面によって形成し、前記可動体と前記磁束密度検知手段とを対向配置し、前記非磁性容器が水平状態から傾いたときには、前記可動体は前記非磁性容器の凹状曲面に沿って定常位置から変位し、前記非磁性容器が水平状態に戻ったときには、前記可動体は前記非磁性容器の凹状曲面に沿って定常位置に復帰する構成としている。

[0007] 本発明によれば、可動体收容空間内に收容された可動体は、非磁性容器が水平状態から傾くと、凹状曲面上を滑動して、凹状曲面の最も低い位置に向けて移動する。また、磁束密度検知手段は、可動体と対向配置して非磁性容器に埋設されたから、非磁性容器の傾斜角度に応じて可動体と磁束密度検知手段との相対位置が変化する。なお、可動体を例えば磁性体材料を用いて形成したときには、可動体と磁束密度検知手段との相対位置の変化に応じて、磁束密度検知手段に印加する磁束密度が変化する。

[0008] また、磁束密度検知手段は、同じ傾斜角度だけX軸方向に傾斜したときに比べて、Y軸方向に傾斜したときの磁束変化に伴う検出信号の出力レベルが大きく、異方性を有する。これに対し、可動体收容空間の凹状曲面は、X軸方向に比べてY軸方向に向けて可動体を大きく変位させる異方性曲面によって形成した。このため、同じ傾斜角度だけ非磁性容器をX軸方向に傾けたときに比べて、Y軸方向に傾けたときの方が、傾斜角度に対する可動体の変位

量が大きくなり、磁束密度検知手段と可動体との位置変化を大きくすることができる。

[0009] このため、同じ傾斜角度だけ非磁性容器をX軸方向に傾けたときに比べて、Y軸方向に傾けたときの方が、磁束密度検知手段に印加される磁束密度が大きく低下する。この結果、非磁性容器をX軸方向に傾斜したときと、非磁性容器をY軸方向に傾斜したときとの、同じ傾斜角度に対する出力レベルをほぼ等しくすることができ、磁束密度検知手段の異方性を補償することができる。

[0010] (2) . 本発明では、前記可動体は、磁性材料を用いて形成されると共に、底部側に前記可動体收容空間の凹状曲面を滑動する滑動面を備え、該滑動面と上面とが互いに逆極性となった状態で磁化した構成としている。

[0011] 本発明によれば、可動体は、磁性材料を用いて形成され、滑動面と上面とが互いに逆極性となった状態で磁化する構成としたから、滑動面の法線方向に向けて磁束が発生する。従って、可動体と磁束密度検知手段とが対向する位置として、例えば非磁性容器を水平状態にしたときの凹状曲面の最深部の周囲に磁束密度検知手段を配置した場合には、滑動面を介して磁束密度検知手段に磁束を印加することができる。

[0012] そして、非磁性容器が水平状態から傾くと、可動体が凹状曲面上を滑動して、凹状曲面の最も低い位置に向けて可動体が移動する。このため、可動体と磁束密度検知手段との相対位置が変化して、可動体から磁束密度検知手段に印加される磁束密度は、傾斜角度に応じて変化する。このため、同じ傾斜角度で全方位に傾けた場合、異方性曲面によって磁束密度検知手段の出力レベルをほぼ等しくし、磁束密度検知手段の異方性を補償することができる。

[0013] (3) . 本発明では、前記可動体の滑動面と前記可動体收容空間の凹状曲面とのうち少なくともいずれか一方には、平滑処理を施している。

[0014] 本発明によれば、可動体の滑動面と可動体收容空間の凹状曲面とのうち少なくともいずれか一方には平滑処理を施したから、可動体の滑動面と可動体收容空間の凹状曲面との間の摩擦抵抗を低減して、可動体を凹状曲面上で円

滑に滑動させることができる。

[0015] (4) . 本発明では、前記異方性曲面は、前記磁束密度検知手段のX軸方向が短手方向となり前記磁束密度検知手段のY軸方向が長手方向となった半割り形状の楕円体面によって形成している。

[0016] 本発明によれば、異方性曲面は、磁束密度検知手段のX軸方向が短手方向となり磁束密度検知手段のY軸方向が長手方向となった半割り形状の楕円体面によって形成したから、同じ傾斜角度だけ非磁性容器をX軸方向に傾けたときに比べて、Y軸方向に傾けたときの方が、可動体の移動量が大きくなり、磁束密度検知手段に印加される磁束密度の変化が低下する。このため、同じ傾斜角度だけ非磁性容器をX軸方向に傾斜させたときと、Y軸方向に傾斜させたときの、磁束密度検知手段の検出信号の出力レベルをほぼ等しくすることができる。

[0017] (5) . 本発明では、前記異方性曲面は、前記磁束密度検知手段のX軸方向が短手方向となり前記磁束密度検知手段のY軸方向が長手方向となった半割り形状の楕円体面と、該楕円体面の長手方向の長さ寸法よりも小さく短手方向の長さ寸法よりも大きな直径寸法をもった半球面とを組み合わせ形成している。

[0018] 本発明によれば、異方性曲面は半割り形状の楕円体面と半球面とを組み合わせ形成したから、同じ傾斜角度だけ非磁性容器をX軸方向に傾けたときに比べて、Y軸方向に傾けたときの方が、可動体の移動量が大きくなり、磁束密度検知手段に印加される磁束密度の変化が低下する。このため、同じ傾斜角度だけ非磁性容器をX軸方向に傾斜させたときと、Y軸方向に傾斜させたときの、磁束密度検知手段の検出信号の出力レベルをほぼ等しくすることができる。

[0019] また、異方性曲面を半楕円体面だけで形成した場合に比べて、可動体と異方性曲面との接触面積を少なくして、これらの摩擦抵抗を小さくすることができる。このため、傾斜角度に対する可動体の応答性を高め、傾斜角度の検出精度を向上することができる。

図面の簡単な説明

- [0020] [図1] 本発明の第 1 の実施の形態による傾斜センサを示す分解斜視図である。
- [図2] 傾斜センサを図 4 中の矢示II- II方向からみた断面図である。
- [図3] 傾斜センサを図 2 中の矢示III- III方向からみた断面図である。
- [図4] 図 1 中の傾斜センサを蓋体を省いた状態で示す平面図である。
- [図5] 図 1 中の可動体と磁電変換素子との位置関係を示す説明図である。
- [図6] 磁電変換素子の磁気抵抗センサを示す正面図である。
- [図7] 磁電変換素子を示す等価回路図である。
- [図8] 第 1 の実施の形態による傾斜センサを水平状態としたときの可動体と磁電変換素子との位置関係を示す説明図である。
- [図9] 第 1 の実施の形態による傾斜センサを傾斜状態としたときの可動体と磁電変換素子との位置関係を示す説明図である。
- [図10] 第 2 の実施の形態による傾斜センサを示す図 2 と同様な位置の断面図である。
- [図11] 傾斜センサを図 10 中の矢示XI- XI方向からみた断面図である。
- [図12] 図 10 中の傾斜センサを蓋体を省いた状態で示す平面図である。
- [図13] 第 3 の実施の形態による傾斜センサを示す図 2 と同様な位置の断面図である。
- [図14] 傾斜センサを図 13 中の矢示XIV- XIV方向からみた断面図である。
- [図15] 図 13 中の傾斜センサを蓋体を省いた状態で示す平面図である。
- [図16] 第 4 の実施の形態による傾斜センサを示す図 2 と同様な位置の断面図である。
- [図17] 第 1 の変形例による傾斜センサを示す図 2 と同様な位置の断面図である。
- [図18] 第 2 の変形例による傾斜センサを示す図 2 と同様な位置の断面図である。
- [図19] 第 3 の変形例による傾斜センサを示す図 2 と同様な位置の断面図である。

[図20] 第4の変形例による傾斜センサを示す図2と同様な位置の断面図である。

[図21] 第5の変形例による傾斜センサを示す図2と同様な位置の断面図である。

[図22] 第6の変形例による傾斜センサを示す図2と同様な位置の断面図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、本発明の実施の形態による磁束検知センサを傾斜センサに適用した場合を例に挙げて、添付図面を参照しつつ詳細に説明する。

[0022] 図1ないし図9は第1の実施の形態による傾斜センサ1を示している。この傾斜センサ1は、後述するケーシング2、磁電変換素子8、可動体12によって構成されている。

[0023] ケーシング2は、例えば絶縁樹脂材料等の非磁性材料を用いて形成された非磁性容器である。このケーシング2は、有底な略円筒状に形成されたケーシング本体3と、該ケーシング本体3の開口部となる上部側を施蓋する蓋体4によって構成されている。

[0024] ケーシング本体3は、互いに直交するX軸、Y軸およびZ軸のうちZ軸方向に向けて数mm（例えば9mm程度）の高さ寸法を有している。また、水平面となるXY面での断面形状は、数mm（例えば9mm程度）の外径寸法をもった略円形になっている。また、ケーシング本体3の上部側には略半楕円体の鉢状に窪んだ凹部3Aが形成されると共に、該凹部3Aの開口縁には略円筒状の雄嵌合部3Bが上方に向けて一体に形成されている。

[0025] 凹部3Aの表面（露出面）は、上向きに開口した凹状曲面5となっており、XZ面とYZ面でのそれぞれの断面形状が異なる。具体的には、凹状曲面5は、X軸方向が短軸となり、Y軸方向が長軸となった半割り形状の楕円体面によって形成されている。

[0026] そして、凹状曲面5の長軸寸法D1aと短軸寸法D1bは、後述するように、磁電変換素子8の検出信号の出力レベルの異方性を補償し、ケーシング2が

X Y面のいずれの方向に傾斜したときでも、磁電変換素子8から同じ出力レベルの検出信号 V_{out} が得られるように設計される。また、凹状曲面5のうち短軸方向に沿った最小の曲率半径 r_1 は、後述する可動体12の滑動面13の曲率半径 r_2 よりも大きな値となっている。

[0027] 蓋体4は、略円板状に形成されると共に、その外周縁には円筒状の雌嵌合部4Aが下方に向けて一体に形成されている。この雌嵌合部4A内にケーシング本体3の雄嵌合部3Bを嵌合挿入することによって、蓋体4はケーシング本体3に取り付けられ、ケーシング本体3と蓋体4との間に略半楕円体状の可動体收容空間6が形成される。

[0028] また、蓋体4の中央部分には、凹状曲面5の最深部5Aに向けて下方に延びる略円柱状のロッド部7が設けられている。なお、ロッド部7の下端部分は略半球状に形成されている。ロッド部7を設けたことにより、後述の可動体12が凹状曲面5から離れるのが抑制され、また、可動体12が可動体收容空間6内で天地逆転して転倒するのが防止される。

[0029] 磁束密度検知手段となる磁電変換素子8は、例えば4個の磁気抵抗素子 $R_1 \sim R_4$ で構成されるブリッジ回路8Aと、差動増幅器8Bとから構成される。ブリッジ回路8Aと差動増幅器8Bとは、一体に集積化したAMR-IC (Anisotropic Magneto Resistance Integrated Circuit) に形成される。なお、差動増幅器8Bの入力端子は、磁気抵抗素子 R_1 , R_2 間の接続点と、磁気抵抗素子 R_3 , R_4 間の接続点とにそれぞれ接続される。差動増幅器8Bは、これら2つの接続点間に生じる電位差を差動増幅し、検出信号 V_{out} を出力する。

[0030] 磁気抵抗素子 R_2 , R_4 間の接続点は、外部のグランドGNDに接続するためのグランド端子9に接続される。また、磁気抵抗素子 R_1 , R_3 間の接続点は、駆動電圧 V_{dd} を供給するための駆動電圧端子10に接続される。さらに、差動増幅器8Bの出力端子は、例えば電圧等の検出信号 V_{out} を出力する信号出力端子11に接続される。なお、グランド端子9、駆動電圧端子10および信号出力端子11は、例えば導電性金属材料によって形成され、ケーシ

ング本体 3 に埋設されると共に、その一部がケーシング本体 3 の下面側から下向きに突出している。

- [0031] 磁気抵抗素子 R1～R4は、図 6 に示すように、XZ 面に平行に配置されるセンサ基板 S 上に形成される。なお、磁気抵抗素子 R1～R4は、インジウムアンチモン (InSb) 等の磁気抵抗材料を化学蒸着 (CVD) 等することにより形成される。磁気抵抗素子 R1, R4は、Z 軸方向に延びる複数の伸長パターンをミランダ形状に接続した形状に形成され、電流方向 (Z 軸方向) と直交した X 軸方向の磁束密度に応じてその抵抗値が変化する。一方、磁気抵抗素子 R2, R3は、X 軸方向に延びる複数の伸長パターンをミランダ形状に接続した形状に形成され、電流方向 (X 軸方向) と直交した Z 軸方向の磁束密度に応じてその抵抗値が変化する。
- [0032] そして、XZ 面に平行な磁束密度が印加されたときには、ミランダ形状の伸長パターンと直交する方向の磁束密度成分が磁気抵抗素子 R1～R4のそれぞれに印加されるため、4 個の磁気抵抗素子 R1～R4の抵抗値が全て変化する。このため、ケーシング 2 を X 軸方向に傾けたときには、検出信号 V_{out} は、例えば駆動電圧 V_{dd} の正負の範囲で変化する ($-V_{dd} \leq V_{out} \leq V_{dd}$)。
- [0033] 一方、YZ 面に平行な磁束密度が印加されたときには、ミランダ形状の伸長パターンと直交する方向の磁束密度成分が磁気抵抗素子 R2, R3にのみ印加されるため、2 個の磁気抵抗素子 R2, R3の抵抗値は変化するものの、残余の 2 個の磁気抵抗素子 R1, R4の抵抗値は殆ど変化しない。このため、ケーシング 2 を Y 軸方向に傾けたときには、検出信号 V_{out} は、グランド電位から駆動電圧 V_{dd} の範囲で変化する ($0 \leq V_{out} \leq V_{dd}$)。
- [0034] この結果、磁電変換素子 8 は、X 軸方向に磁束 ϕ を傾斜させたときの検出信号 V_{out} に比べて Y 軸方向に磁束を傾斜させたときの検出信号 V_{out} が大きな出力レベルとなり、異方性を有している。
- [0035] 磁電変換素子 8 は、凹状曲面 5 の最深部 5A よりも、微小寸法 δ だけ下側に位置したケーシング本体 3 の内部に設けられる。なお、微小寸法 δ は数百 μm ～数 mm の範囲で、例えば $\delta = 1 mm$ 程度に設定される。また、磁電変

換素子 8 は、可動体收容空間 6 に收容される可動体 1 2 の滑動面 1 3 に対向する位置に配置される。そして、磁電変換素子 8 には、可動体 1 2 の滑動面 1 3 を介して可動体 1 2 からの磁束 ϕ が印加される。これにより、磁電変換素子 8 は、可動体 1 2 の滑動によって生じる磁束密度の変化を検知する。

[0036] 可動体 1 2 は、例えばフェライト等の磁性材料を用いて形成され、略半球状のマグネット（永久磁石）に形成される。この可動体 1 2 の底部側は下向きの凸状曲面からなる滑動面 1 3 が形成されると共に、可動体 1 2 の上部側は平坦面となった上面 1 4 が形成されている。これにより、可動体 1 2 は、略半球面となった滑動面 1 3 の頂点部分 1 2 A で厚さ寸法が最大になると共に、滑動面 1 3 に沿って頂点部分 1 2 A から上面 1 4 の上面周縁部分 1 2 B に近づくに従って漸次厚さが薄くなっている。

[0037] また、可動体 1 2 は、例えば滑動面 1 3 が N 極、上面 1 4 が S 極のように、滑動面 1 3 と上面 1 4 とが互いに逆極性となるように磁化されている。これにより、可動体 1 2 は滑動面 1 3 の法線方向に向けて、磁束 ϕ が発生する。なお、可動体 1 2 の厚さが最大の頂点部分 1 2 A の周囲での磁束密度が高くなると共に、上面周縁部分 1 2 B に近づくに従って漸次磁束密度が低くなる。

[0038] 可動体 1 2 は、ケーシング 2 の凹状曲面 5 と可動体 1 2 の滑動面 1 3 とが接触して滑り移動できるように、滑動面 1 3 を下向きにしてケーシング 2 の可動体收容空間 6 に收容される。このため、ケーシング 2 を水平状態から傾けると、可動体 1 2 は凹状曲面 5 に沿って可動体收容空間 6 の内部を滑動変位する。

[0039] また、可動体 1 2 は下向きに突出した半球形状をなしているから、その重量バランスに基づいて上面 1 4 が水平な状態で静止する。このため、ケーシング 2 の傾斜角度 θ に応じて、可動体 1 2 の頂点部分 1 2 A と磁電変換素子 8 との間の位置関係が変化すると共に、可動体 1 2 から磁電変換素子 8 に印加される磁束 ϕ の向きも変化する。

[0040] また、可動体 1 2 の上面周縁部分 1 2 B は円弧状に R 面取りが施され、面

取り部 15 が形成されている。面取り部 15 を設けたことで滑動面 13 と上面 14 との面が鋭角にまじわる部分を無くし、上面周縁部分 12B での磁束 ϕ の集中を緩和している。

[0041] さらに、可動体 12 には、上面 14 の中央側に位置して略円形に窪んだ凹陷部 16 が形成されている。この凹陷部 16 を設けたことにより、可動体 12 の重心位置が頂点部分 12A 側に移動して、可動体 12 の安定性を高めている。

[0042] 本実施の形態による傾斜センサ 1 は上述の如き構成を有するもので、次にその作動について説明する。

[0043] まず、ケーシング 2 が水平状態の場合には、可動体 12 は、定常位置として、凹状曲面 5 の最深部 5A 側に配置される。具体的には、可動体 12 の頂点部分 12A が凹状曲面 5 の最深部 5A に接触した状態で、可動体 12 は凹状曲面 5 によって支持される。このとき、可動体 12 のうち磁束密度が高い頂点部分 12A は、磁電変換素子 8 に最も近付いた真上位置に配置される。従って、可動体 12 による磁束 ϕ が、ケーシング 2 の高さ方向となる Z 軸方向に沿って磁電変換素子 8 に印加される。このため、磁電変換素子 8 は、Z 軸方向の磁束密度に応じた最も大きな検出信号 V_{out} を出力する。

[0044] 次に、ケーシング 2 を傾斜状態にして水平状態から傾けた場合には、可動体 12 は、凹状曲面 5 に沿って定常位置から変位し、可動体収容空間 6 の最も低い位置に向けて移動する。このため、可動体 12 のうち磁束密度の高い頂点部分 12A は、ケーシング 2 の傾斜角度 θ に応じて、凹状曲面 5 の最深部 5A から離れると共に、最深部 5A には磁束密度の低い上面周縁部分 12B が近づく。従って、可動体 12 から磁電変換素子 8 に印加される磁束密度は、傾斜角度 θ に応じて減少する。

[0045] 磁電変換素子 8 は、Z 軸方向に対して傾斜角度 θ だけ傾いた方向の磁束密度を検出し、この磁束密度に応じた検出信号 V_{out} を出力する。この結果、磁電変換素子 8 は傾斜角度 θ に応じた検出信号 V_{out} を出力すると共に、この検出信号 V_{out} は傾斜角度 θ が大きくなるに従って漸次小さくなる。

- [0046] 次に、ケーシング 2 を水平状態に戻した場合には、可動体 1 2 は、凹状曲面 5 に沿って最深部 5 A 側に向けて変位し、頂点部分 1 2 A が最深部 5 A に接触した定常位置に復帰する。これにより、磁電変換素子 8 に印加される磁束密度が再び増加し、磁電変換素子 8 は、Z 軸方向の磁束密度に応じた最も大きな検出信号 V_{out} を出力する。
- [0047] ここで、磁電変換素子 8 は、X 軸方向に磁束 ϕ を傾斜させたときの検出信号 V_{out} に比べて Y 軸方向に磁束 ϕ を傾斜させたときの検出信号 V_{out} が大きな出力レベルとなる異方性を有する。これに対し、可動体收容空間 6 の凹状曲面 5 は、X 軸方向に比べて Y 軸方向に向けて可動体 1 2 を大きく変位させる楕円体面によって形成した。このため、ケーシング 2 を同じ傾斜角度 θ で X 軸方向に傾けたときに比べて、Y 軸方向に傾けたときの方が、可動体 1 2 の変位量が大きくなり、磁電変換素子 8 と可動体 1 2 の頂点部分 1 2 A との位置変化が大きくなる。
- [0048] ここで、可動体 1 2 の滑動面 1 3 の法線方向に向けて磁束 ϕ が発生するから、ケーシング 2 を X 軸方向に傾けたときに比べて、Y 軸方向に傾けたときの方が、磁電変換素子 8 に印加される磁束密度の変化が大きくなる。即ち、同じ傾斜角度 θ で X 軸方向に傾けたときに比べて、Y 軸方向に傾けたときの方が可動体 1 2 から磁電変換素子 8 に印加される磁束密度が低下して、検出信号 V_{out} の出力レベルを小さくすることができる。この結果、ケーシング 2 が X 軸方向に傾斜したときの磁電変換素子 8 の検出信号 V_{out} と、ケーシング 2 が Y 軸方向に傾斜したときの磁電変換素子 8 の検出信号 V_{out} とは、傾斜角度 θ に対する出力レベルをほぼ等しくすることができる。
- [0049] かくして、本実施の形態の可動体 1 2 は、可動体 1 2 の底部側に下向きの半球面からなる滑動面 1 3 を形成したから、滑動面 1 3 に沿って頂点部分 1 2 A から上面周縁部分 1 2 B に向かうに従って厚さが漸次薄くなる。このため、可動体 1 2 の頂点部分 1 2 A の周囲では磁束密度が高く、可動体 1 2 の上面周縁部分 1 2 B では磁束密度が低下する。
- [0050] また、可動体收容空間 6 内に收容された可動体 1 2 は、ケーシング 2 が水

平状態から傾いたときには、可動体 12 の滑動面 13 が凹状曲面 5 上を滑動して、凹状曲面 5 の最も低い位置に向けて可動体 12 の頂点部分 12 A が移動する。また、磁電変換素子 8 はケーシング 2 に設けられると共に、可動体 12 の滑動面 13 と磁電変換素子 8 とが対向配置されるから、ケーシング 2 の傾斜角度 θ に応じて可動体 12 の頂点部分 12 A と磁電変換素子 8 との相対位置が変化する。このため、ケーシング 2 の傾斜角度 θ に応じて、磁電変換素子 8 に印加する磁束密度が変化する。

[0051] また、本実施の形態では、可動体 12 の頂点部分 12 A が磁電変換素子 8 に対して変位すればよいから、ケーシング 2 の可動体収容空間 6 は、可動体 12 が回転変位できる程度の容積があれば足りる。このため、可動体収容空間 6 の容積を可動体 12 の体積に近付けることができ、傾斜センサ 1 を小型化することができる。

[0052] さらに、磁電変換素子 8 はケーシング 2 を水平状態にしたときの凹状曲面 5 の最深部 5 A の周囲に配置したから、ケーシング 2 の傾斜角度 θ が小さくなると、可動体 12 の頂点部分 12 A が磁電変換素子 8 に近付き、磁電変換素子 8 に印加される磁束密度が高くなる。一方、ケーシング 2 の傾斜角度 θ が大きくなると、可動体 12 の頂点部分 12 A が磁電変換素子 8 から遠ざかり、磁電変換素子 8 に印加される磁束密度が低くなる。このとき、磁電変換素子 8 に印加される磁束密度は、可動体 12 のうち磁電変換素子 8 と対向した部分の厚さ寸法に応じて変化する。このため、可動体 12 を例えば厚肉な円板形状や小径の球形状とした場合に比べて、ケーシング 2 の傾斜角度 θ に対する磁電変換素子 8 の検出信号の線形性を高めることができ、検出可能な傾斜の角度範囲を広げることができる。

[0053] これに加えて、可動体 12 の上面周縁部分 12 B には面取り部 15 を設けたから、該面取り部 15 によって、可動体 12 の上面周縁部分 12 B での磁束 ϕ の集中を緩和することができる。このため、頂点部分 12 A から上面周縁部分 12 B に近づくに従って、磁束密度を漸次低下させることができる。この結果、傾斜角度 θ が大きくなり、上面周縁部分 12 B と磁電変換素子 8

とが近付く範囲（例えば 50° 以上）でも、傾斜角度 θ の増加に従って磁束密度が一様に引き続いて減少する。これにより、磁束密度は傾斜角度 θ に対して線形に近い領域が広がり、検出可能な傾斜角度 θ の範囲をさらに広げることができる。

[0054] また、可動体12は滑動面13と上面14とが互いに逆極性となったマグネットによって構成したから、滑動面13の法線方向に向けて磁束 ϕ が発生する。このとき、磁電変換素子8は可動体12の滑動面13と対向して配置されているから、ケーシング2を水平状態から傾けると、磁電変換素子8と対向する滑動した可動体12の滑動面13部分の法線方向に略一致して、磁電変換素子8も傾く。

[0055] 可動体12の頂点部分12Aから上面周縁部分12Bに向けて磁束密度が漸次低下すると共に、ケーシング2の傾斜角度 θ に応じて、可動体12の滑動面13のうち磁電変換素子8と対向する部分が変位する。このため、ケーシング2の傾斜角度 θ に応じて、可動体12から磁電変換素子8に印加する磁束密度を変化させることができると共に、磁電変換素子8は傾斜角度 θ に応じた磁束密度を確実に検出することができる。この結果、磁電変換素子8は、傾斜角度 θ に応じた検出信号を出力する。

[0056] また、可動体收容空間6の凹状曲面5は、可動体12の半球面となった滑動面13よりも大きな曲率半径 r_1 をもった半割り形状の楕円体面によって形成したから、可動体12は、その頂点部分12Aが凹状曲面5に接触した状態で凹状曲面5上を滑動することができる。

[0057] さらに、可動体收容空間6の凹状曲面5は、X軸方向に比べてY軸方向に向けて可動体12を大きく変位させる楕円体面によって形成したから、同じ傾斜角度 θ でいずれの方向に傾けた場合でも、傾斜角度 θ に対する出力レベルをほぼ等しくし、磁電変換素子8の異方性を補償することができる。

[0058] 具体的には、本実施の形態では、ケーシング2をX軸方向に傾けたときに比べて、Y軸方向に傾けたときの方が、傾斜角度 θ に対する可動体12の変位量を大きくして、磁電変換素子8と可動体12の頂点部分12Aとの位置

変化を大きくすることができる。ここで、可動体 12 の滑動面 13 の法線方向に向けて磁束 ϕ が発生するから、ケーシング 2 を X 軸方向に傾けたときに比べて、Y 軸方向に傾けたときの方が、磁電変換素子 8 に印加される磁束密度の変化が大きくなる。即ち、同じ傾斜角度 θ で X 軸方向に傾けたときに比べて、Y 軸方向に傾けたときの方が可動体 12 から磁電変換素子 8 に印加される磁束密度を低下させて、検出信号 V_{out} の出力レベルを抑制することができる。

[0059] この結果、磁電変換素子 8 は、X 軸方向に磁束 ϕ を傾斜させたときの検出信号 V_{out} に比べて Y 軸方向に磁束 ϕ を傾斜させたときの検出信号 V_{out} が大きな出力レベルとなる異方性を有する場合でも、この磁電変換素子 8 の異方性を補うことができる。これにより、ケーシング 2 が X 軸方向に傾斜したときの磁電変換素子 8 の検出信号 V_{out} と、ケーシング 2 が Y 軸方向に傾斜したときの磁電変換素子 8 の検出信号 V_{out} とは、傾斜角度 θ に対する出力レベルをほぼ等しくすることができる。

[0060] 次に、図 10 ないし図 12 は本発明の第 2 の実施の形態を示している。そして、本実施の形態の特徴は、可動体収容空間の凹状曲面は、X 軸方向が短手方向となり Y 軸方向が長手方向となった半割り形状の楕円体面と、該楕円体面の中央部分で接した半球面とを組み合わせた異方性曲面によって形成したことにある。なお、本実施の形態では、前記第 1 の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

[0061] 傾斜センサ 21 は、第 1 の実施の形態による傾斜センサ 1 とほぼ同様に、ケーシング 22、磁電変換素子 8、可動体 12 によって構成されている。

[0062] ケーシング 22 は、例えば絶縁樹脂材料等の非磁性材料を用いて形成された非磁性容器である。このケーシング 22 は、有底な略円筒状に形成されたケーシング本体 23 と、該ケーシング本体 23 の開口部となる上部を施蓋する蓋体 24 によって構成されている。

[0063] ケーシング本体 23 は、X Y 面に対して略円形の断面形状を有すると共に、Z 軸方向（軸方向）に向けて数 mm 程度の高さ寸法を有している。また、

ケーシング本体 23 の上部側には略半楕円体状に窪んだ凹部 23 A が形成されると共に、該凹部 23 A の開口側には円筒状の雄嵌合部 23 B が形成されている。

[0064] 凹部 23 A の表面（露出面）には、上向きに開口した凹状曲面 25 が形成されている。この凹状曲面 25 は、X 軸方向と Y 軸方向とで形状が異なる異方性曲面によって形成されている。具体的には、凹状曲面 25 は、X 軸方向が短軸となり、Y 軸方向が長軸となった半割り形状の楕円体面 25 A と、楕円体面 25 A の長手方向の長さ寸法よりも小さく短手方向の長さ寸法よりも大きな直径寸法 D2b をもった半球面 25 B とを組み合わせた異方性曲面によって形成されている。このとき、楕円体面 25 A の中央部分と半球面 25 B の中央部分は、いずれも凹状曲面 25 の最深部 25 C に位置して互いに接し、凹部 23 A は XZ 面および YZ 面に対して面对称に形成される。

[0065] なお、楕円体面 25 A の長軸寸法 D2a と半球面 25 B の直径寸法 D2b は、ケーシング 22 が XY 面のいずれの方向に傾斜したときでも、凹状曲面 25 の最深部 25 C の下側に位置する磁電変換素子 8 から同じ出力レベルの検出信号 Vout が得られるように設定される。

[0066] 蓋体 24 は、略円板状に形成されると共に、その外周縁には円筒状の雌嵌合部 24 A が下方に向けて一体に形成されている。この雌嵌合部 24 A 内にケーシング本体 23 の雄嵌合部 23 B を嵌合挿入することによって、蓋体 24 はケーシング本体 23 に取り付けられ、ケーシング本体 23 と蓋体 24 との間に半割り形状の楕円体面と略半球面を組み合わせた略半楕円体状の可動体収容空間 26 が形成される。また、蓋体 24 の中央部分には、第 1 の実施の形態によるロッド部 7 とほぼ同様なロッド部 27 が設けられている。

[0067] 第 2 の実施の形態では、凹状曲面 25 は楕円体面 25 A と半球面 25 B とを組み合わせた異方性曲面によって形成したから、半割り形状の楕円体面のみによって形成した場合に比べて、可動体 12 と凹状曲面 25 との接触面積を少なくして、これらの摩擦抵抗を小さくすることができる。このため、傾斜角度 θ に対する可動体 12 の応答性を高め、傾斜角度 θ の検出精度を向上

することができる。なお、第2の実施の形態でも第1の実施の形態と同様の作用効果を得ることができる。

[0068] 次に、図13ないし図15は本発明の第3の実施の形態を示している。そして、本実施の形態の特徴は、凹状曲面の最深部側に平坦な底面部を形成したことにある。なお、本実施の形態では、前記第1の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

[0069] 傾斜センサ31は、第1の実施の形態による傾斜センサ1とほぼ同様に、ケーシング32、磁電変換素子8、可動体12によって構成されている。

[0070] ケーシング32は、例えば絶縁樹脂材料等の非磁性材料を用いて形成された非磁性容器である。このケーシング32は、有底な略円筒状に形成されたケーシング本体33と、該ケーシング本体33の開口部となる上部を施蓋する蓋体34によって構成されている。

[0071] ケーシング本体33は、XY面に対して略円形の断面形状を有すると共に、Z軸方向（軸方向）に向けて数mm程度の高さ寸法を有している。また、ケーシング本体33の上部側には略半楕円体状に窪んだ凹部33Aが形成されると共に、該凹部33Aの開口側には円筒状の雄嵌合部33Bが形成されている。

[0072] 凹部33Aの表面（露出面）には、上向きに開口した異方性曲面からなる凹状曲面35が形成されている。この凹状曲面35は、第1の実施の形態による凹状曲面5とほぼ同様に、X軸方向とY軸方向とで断面形状が異なる異方性曲面によって形成されている。具体的には、凹状曲面35は、X軸方向が短軸となり、Y軸方向が長軸となった半割り形状の略楕円体面によって形成されている。この凹状曲面35は、磁電変換素子8の異方性を補い、ケーシング32がXY面のいずれの方向に傾斜したときでも、磁電変換素子8から同じ出力レベルの検出信号V_{out}が得られる形状に形成されている。

[0073] 凹状曲面35の最深部側には、XY面に平行な例えば小径な楕円形平坦面となった底面部35Aが形成されている。凹部33Aの略楕円体面の表面と底面部35Aの外周との間は、下方向にすばまる楕円錐台の側面形状の底面

連結部 35B で連結されている。この結果、凹状曲面 35 は、全体として略半楕円体面形状に形成されている。

[0074] これらの底面部 35A および底面連結部 25B は、可動体 12 の滑動面 13 を点接触に近い状態で支持する。このため、傾斜角度 θ が小さいときでも、凹状曲面 35 と可動体 12 との間の摩擦抵抗を低減して、可動体 12 を容易に滑動させることができる。また、凹状曲面 35 の最深部側には平坦面となった底面部 35A を設けたから、ケーシング 32 を水平状態に復帰させたときには、可動体 12 を定常位置となる底面部 35A に確実に戻すことができる。

[0075] 蓋体 34 は、略円板状に形成されると共に、その外周縁には円筒状の雌嵌合部 34A が下方に向けて一体に形成されている。この雌嵌合部 34A 内にケーシング本体 33 の雄嵌合部 33B を嵌合挿入することによって、蓋体 34 はケーシング本体 33 に取り付けられ、ケーシング本体 33 と蓋体 34 との間に略半楕円体状の可動体収容空間 36 が形成される。また、蓋体 34 の中央部分には、第 1 の実施の形態によるロッド部 7 とほぼ同様なロッド部 37 が設けられている。

[0076] 第 3 の実施の形態では、凹状曲面 35 の最深部側には平坦面となった底面部 35A を設けたから、底面部 35A は、可動体 12 の滑動面 13 を点接触に近い状態で支持する。このため、傾斜角度 θ が小さいときでも、凹状曲面 35 と可動体 12 との間の摩擦抵抗を低減して、可動体 12 を容易に滑動させることができる。また、ケーシング 32 を水平状態に復帰させたときには、可動体 12 を定常位置となる底面部 35A に確実に戻すことができる。なお、第 3 の実施の形態でも第 1 の実施の形態と同様の作用効果を得ることができる。

[0077] 第 3 の実施の形態による凹状曲面 35 は、第 1 の実施の形態による凹状曲面 5 と同様に半割り形状の略楕円体面によって形成したが、第 2 の実施の形態による凹状曲面 25 のように、半楕円体面と半球面とを組み合わせた形状に形成してもよい。

- [0078] 次に、図 16 は本発明の第 4 の実施の形態を示している。そして、本実施の形態の特徴は、平滑処理としてのコーティング膜を凹状曲面に形成したことにある。なお、本実施の形態では、前記第 1 の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。
- [0079] 傾斜センサ 41 は、第 1 の実施の形態による傾斜センサ 1 とほぼ同様に、ケーシング 2、磁電変換素子 8、可動体 12 によって構成されている。但し、凹状曲面 5 の表面には、平滑処理としてフッ素樹脂やシリコン樹脂等による薄いコーティング膜 42 が形成されている。このコーティング膜 42 は、例えば潤滑性をもった滑らかな表面を有し、可動体 12 に対する接触抵抗を低減するものである。
- [0080] かくして、第 4 の実施の形態でも第 1 の実施の形態と同様の作用効果を得ることができる。特に、第 4 の実施の形態では、平滑処理としてのコーティング膜 42 を凹状曲面 5 に形成したから、凹状曲面 5 と可動体 12 との間の摩擦抵抗を小さくすることができる。このため、傾斜角度 θ の変化に対して可動体 12 の応答性を高めることができ、傾斜角度 θ の検出精度を高めることができる。
- [0081] なお、第 4 の実施の形態では、第 1 の実施の形態に適用した場合を例に挙げて説明したが、第 2、第 3 の実施の形態に適用してもよい。また、第 4 の実施の形態では、凹状曲面 5 の表面にコーティング膜 42 を形成するものとしたが、可動体 12 の滑動面 13 にコーティング膜 42 を形成してもよく、凹状曲面 5 と滑動面 13 の両方にコーティング膜 42 を形成してもよい。
- [0082] さらに、第 4 の実施の形態では、平滑処理として樹脂製のコーティング膜 42 を用いる構成としたが、メッキ等による金属薄膜を形成してもよく、表面研磨処理のように表面の凹凸を低減することができる各種の表面処理が適用可能である。
- [0083] なお、前記各実施の形態では、面取り部 15 を備えた可動体 12 を用いる構成としたが、面取り部を省いた可動体を用いる構成としてもよい。また、前記各実施の形態では、可動体 12 の上面周縁部分 12B に断面円弧状の面

取り部 15 を設ける構成とした。しかし、本発明はこれに限らず、例えば図 17 に示す第 1 の変形例による傾斜センサ 51 のように、可動体 52 の上面周縁部分 52B には C 面取りを施して断面直線状の面取り部 55 を設ける構成としてもよい。この場合、可動体 52 は、頂点部分 52A が下側に突出した滑動面 53 と平坦な上面 54 とを備えるものである。

[0084] また、可動体 52 の面取り部 55 は、可動体 52 の上側に向かうに従って、可動体 52 の径方向外側から内側に向けて傾斜した円錐側面を形成する構成としたが、例えば可動体 52 の高さ方向と平行な円周面を形成してもよい。

[0085] また、前記各実施の形態では、可動体 12 は半球面からなる滑動面 13 の曲率半径 r_2 に近い厚さ寸法を有する構成とした。しかし、本発明はこれに限らず、例えば図 18 に示す第 2 の変形例による傾斜センサ 61 のように、所望な磁束密度の分布が得られる範囲内で、可動体 62 は半球面からなる滑動面 63 の曲率半径よりも小さい厚さ寸法（例えば曲率半径の半分程度）を有する構成としてもよい。この場合、可動体 62 は、頂点部分 62A が下側に突出した滑動面 63 と平坦な上面 64 とを備え、頂点部分 62A から上面周縁部分 62B に近づくに従って、その厚さ寸法が漸次小さくなるものである。また、転動が防止できる範囲内で、可動体は、滑動面の曲率半径よりも大きな厚さ寸法を有する構成としてもよい。

[0086] また、前記各実施の形態では、可動体 12 には上面 14 の中央部分に位置して円柱状に窪んだ凹陷部 16 を設ける構成とした。しかし、本発明はこれに限らず、凹陷部を省く構成としてもよく、例えば図 19 に示す第 3 の変形例による傾斜センサ 71 のように、可動体 72 には上面 74 の中央部分に位置して凹状に窪んだ凹陷部 75 を設ける構成としてもよい。この場合でも、可動体 72 は、半球面からなる滑動面 73 を備えると共に、頂点部分 72A から上面周縁部分 72B に近づくに従って、その厚さ寸法が漸次小さくなるのが好ましい。

[0087] また、前記各実施の形態では、略半球形状のマグネットからなる可動体 1

2を用いる構成とした。しかし、本発明はこれに限らず、例えば図20に示す第4の変形例による傾斜センサ81のように、可動体82は、厚肉な円板状（円柱状）のマグネットによって形成してもよい。この場合、円形状をなす下面82Aと上面82Bは互いに逆極性に磁化するものである。

[0088] さらに、図21に示す第5の変形例による傾斜センサ91のように、可動体92は、略球形状のマグネットによって形成してもよい。この場合、可動体92のうち上、下方向の両端側に位置する下部92Aと上部92Bは互いに逆極性に磁化させる。但し、可動体92は、球形状をなしているため、転動変位したときには磁束 ϕ の向きが変化する。このため、可動体92の転動変位を規制して可動体92の下部92Aと上部92Bとを常に一定の位置関係とするために、転動規制手段として、例えば上部92Bとケーシング2'の蓋体4'との間にはゴム、バネ等の連結手段93を設けるものである。

[0089] また、前記各実施の形態では、可動体12はマグネットによって構成した。しかし、本発明はこれに限らず、図22に示す第6の変形例による傾斜センサ101のように、可動体102とは別個に磁束 ϕ の発生源となるマグネット105をケーシング2''に設ける構成としてもよい。この場合、可動体102は、磁性材料によって形成されるものの、着磁されている必要はない。また、可動体102は、半球面からなる滑動面103と平坦な上面104とを備え、頂点部分102Aから上面周縁部分102Bに近づくに従って、その厚さ寸法が漸次小さくなる。さらに、マグネット105は、ケーシング2''の蓋体4''に設けると共に、可動体102の滑動面103を介して磁電変換素子8に磁束密度を印加するために、例えば可動体102を挟んで磁電変換素子8とは反対側となる位置に配置するものである。

[0090] また、前記各実施の形態では、可動体12はその全体を磁性体材料を用いて形成するものとした。しかし、本発明はこれに限らず、可動体は、例えば磁性体材料をインサートした状態で半球状をなす外形部分を非磁性の樹脂材料を用いて形成する構成としてもよい。

[0091] さらに、前記各実施の形態では、磁束検知センサをケーシング2, 22,

32の傾斜角度 θ を検出する傾斜センサ1, 21, 31, 41に適用した場合を例に挙げて説明したが、例えばケーシングが所望の傾斜角度だけ傾いたときに、スイッチのオン、オフを切り換える傾斜スイッチに適用してもよい。

符号の説明

- [0092] 1, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91, 101 傾斜センサ（磁束検知センサ）
- 2, 22, 32, 2', 2'' ケーシング（非磁性容器）
- 5, 25, 35 凹状曲面
- 6, 26, 36 可動体収容空間
- 8 磁電変換素子（磁束密度検知手段）
- 12, 52, 62, 72, 82, 92, 102 可動体
- 13, 53, 63, 73, 103 滑動面
- 14, 54, 64, 74, 104 上面
- 15, 55 面取り部
- 42 コーティング膜

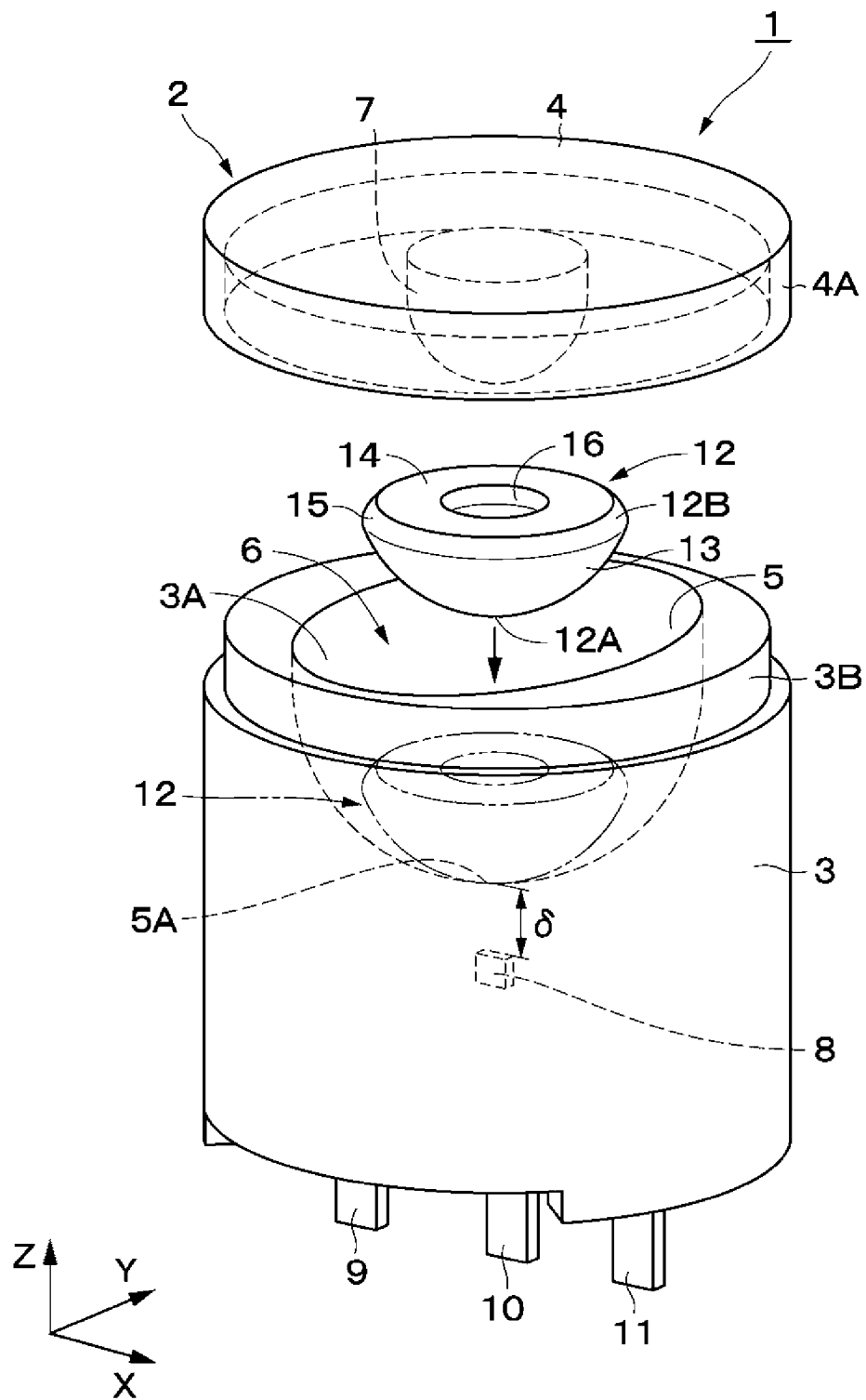
請求の範囲

- [請求項1] 可動体と、該可動体を滑動自在に支持する上向きの凹状曲面を有する可動体收容空間を備えた非磁性容器と、該非磁性容器に設けられ前記可動体の滑動によって生じる磁束密度の変化を検知する磁束密度検知手段とを有する磁束検知センサであって、
- 前記磁束密度検知手段は、水平面の互いに直交するX軸方向およびY軸方向において、X軸方向に磁束を傾斜させたときの検出信号に比べてY軸方向に磁束を傾斜させたときの検出信号が大きな出力レベルとなる異方性を有し、
- 前記可動体收容空間の凹状曲面は、前記磁束密度検知手段の異方性を補うために、X軸方向に比べてY軸方向に向けて前記可動体を大きく変位させる異方性曲面によって形成し、
- 前記可動体と前記磁束密度検知手段とを対向配置し、
- 前記非磁性容器が水平状態から傾いたときには、前記可動体は前記非磁性容器の凹状曲面に沿って定常位置から変位し、
- 前記非磁性容器が水平状態に戻ったときには、前記可動体は前記非磁性容器の凹状曲面に沿って定常位置に復帰する構成としてなる磁束検知センサ。
- [請求項2] 前記可動体は、磁性材料を用いて形成されると共に、底部側に前記可動体收容空間の凹状曲面を滑動する滑動面を備え、該滑動面と上面とが互いに逆極性となった状態で磁化した構成としてなる請求項1に記載の磁束検知センサ。
- [請求項3] 前記可動体の滑動面と前記可動体收容空間の凹状曲面とのうち少なくともいずれか一方には、平滑処理を施してなる請求項2に記載の磁束検知センサ。
- [請求項4] 前記異方性曲面は、前記磁束密度検知手段のX軸方向が短手方向となり前記磁束密度検知手段のY軸方向が長手方向となった半割り形状の楕円体面によって形成してなる請求項1ないし3のいずれかに記載

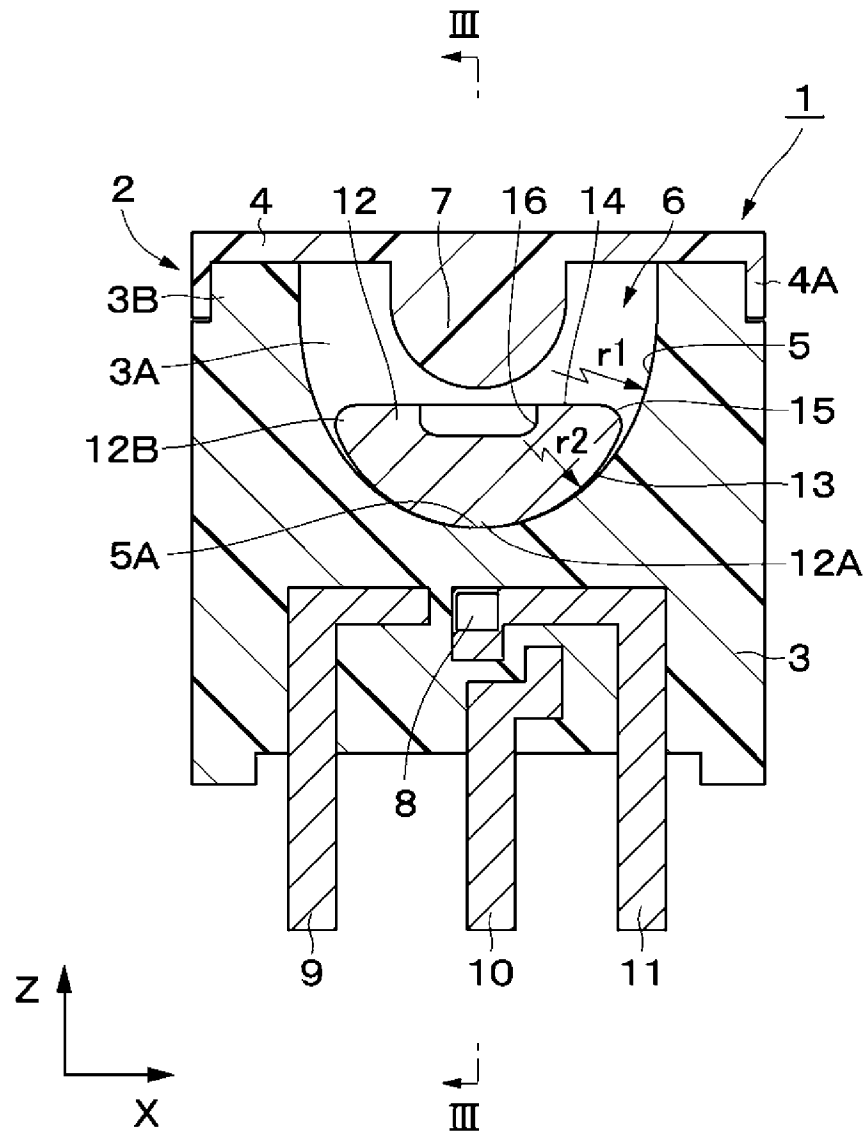
の磁束検知センサ。

[請求項5] 前記異方性曲面は、前記磁束密度検知手段のX軸方向が短手方向となり前記磁束密度検知手段のY軸方向が長手方向となった半割り形状の楕円体面と、該楕円体面の長手方向の長さ寸法よりも小さく短手方向の長さ寸法よりも大きな直径寸法をもった半球面とを組み合わせ形成してなる請求項1ないし3のいずれかに記載の磁束検知センサ。

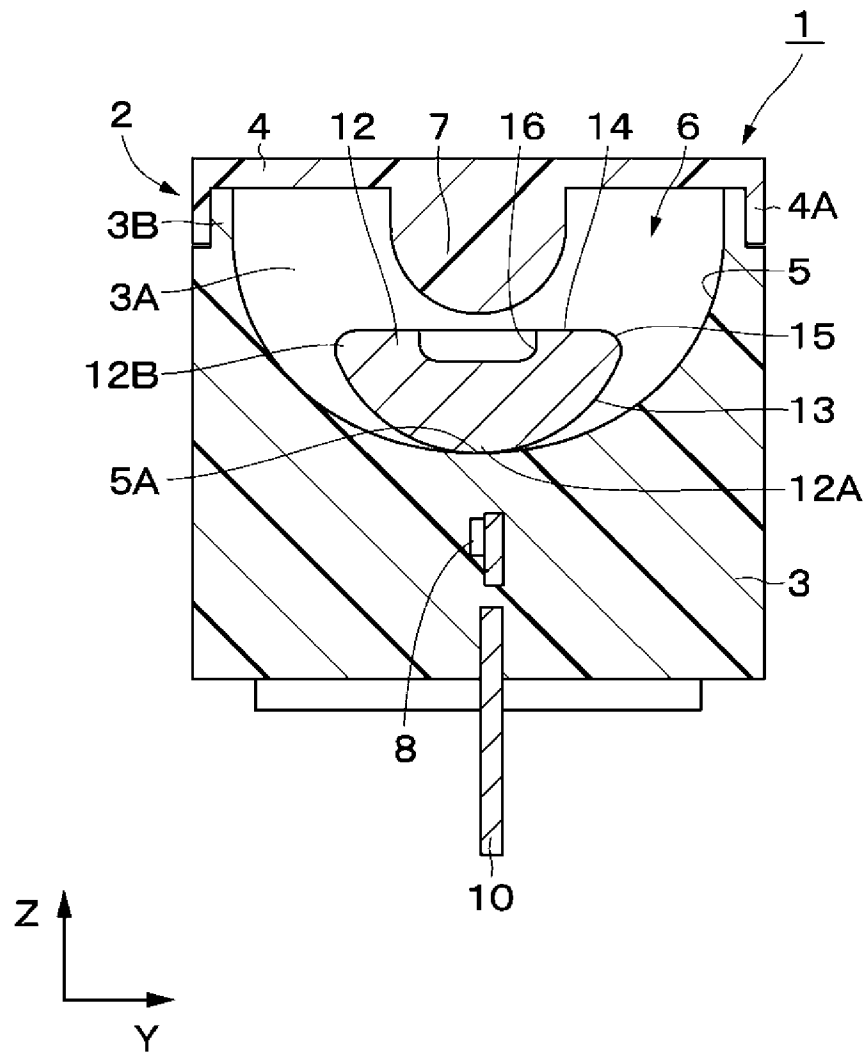
[図1]



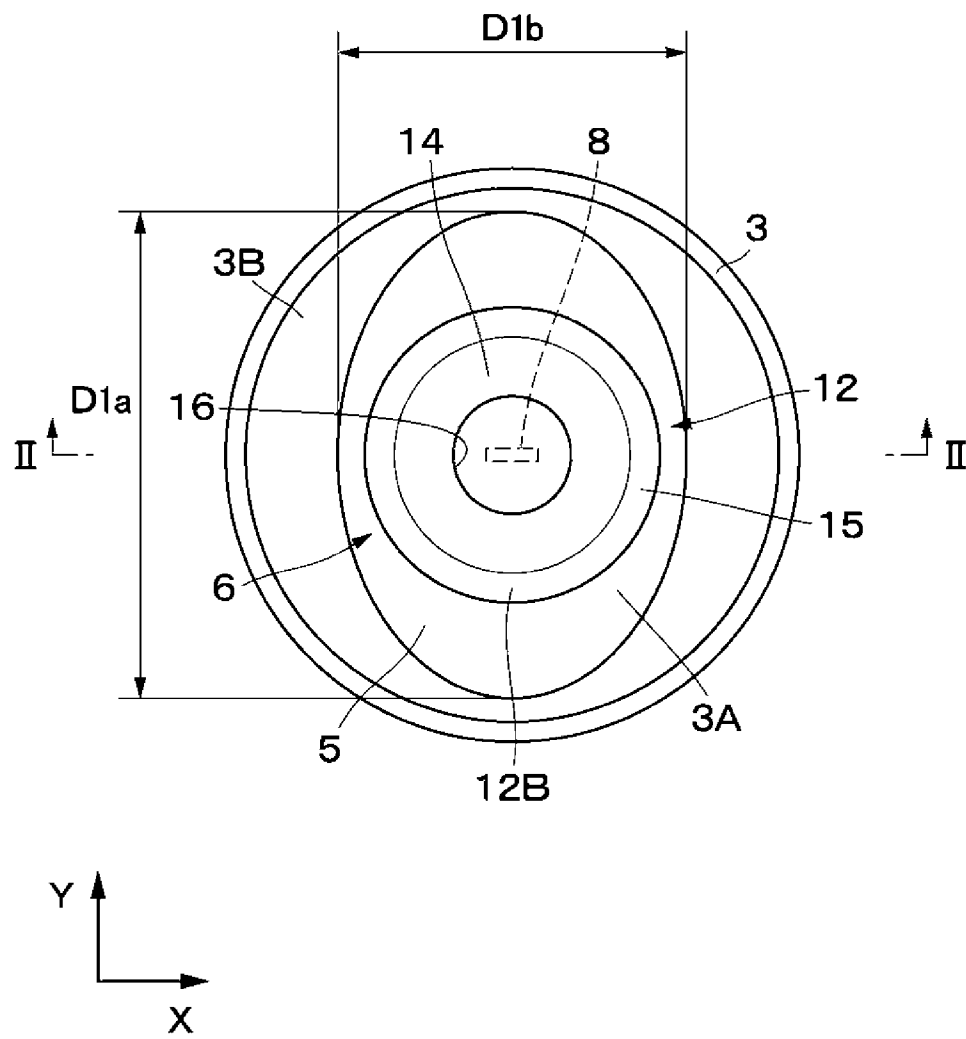
[図2]



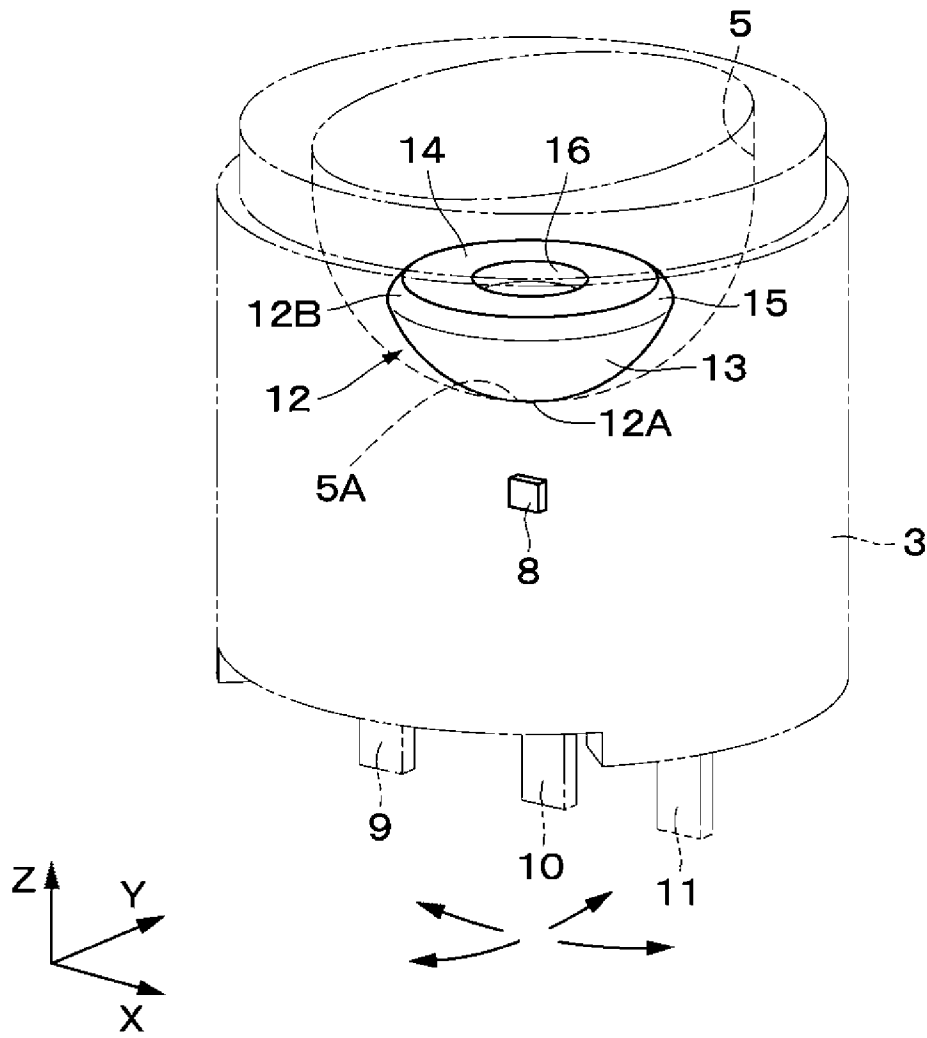
[図3]



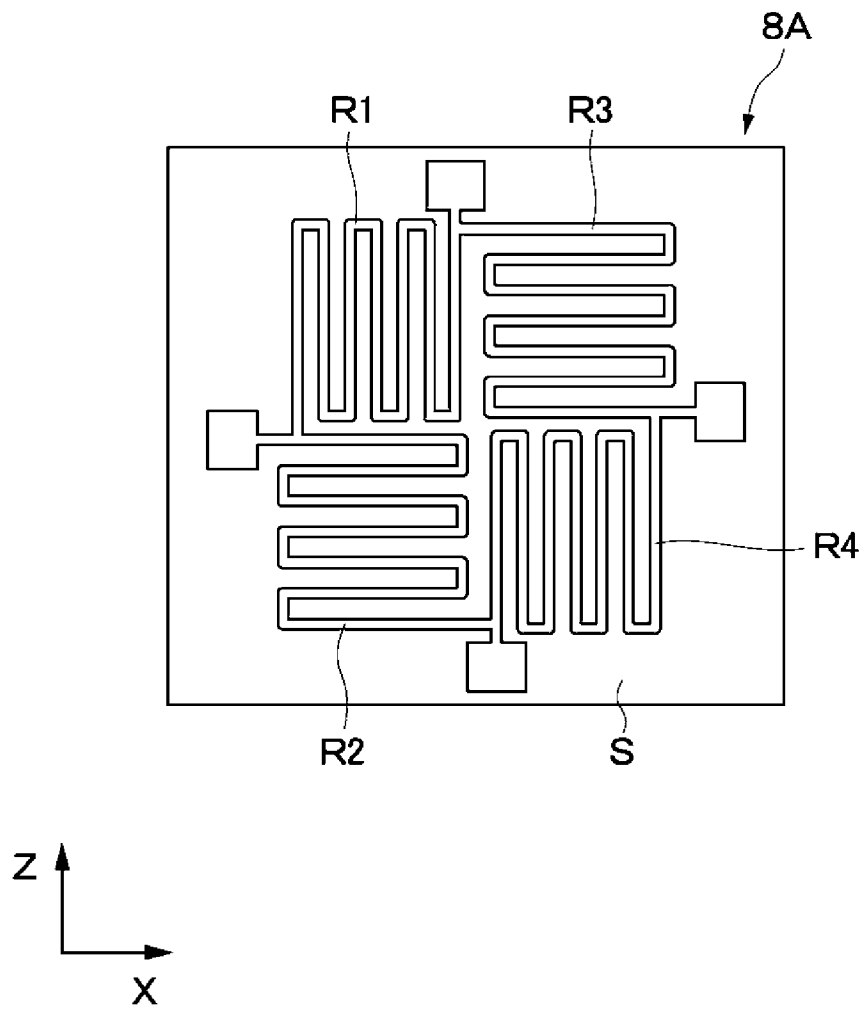
[図4]



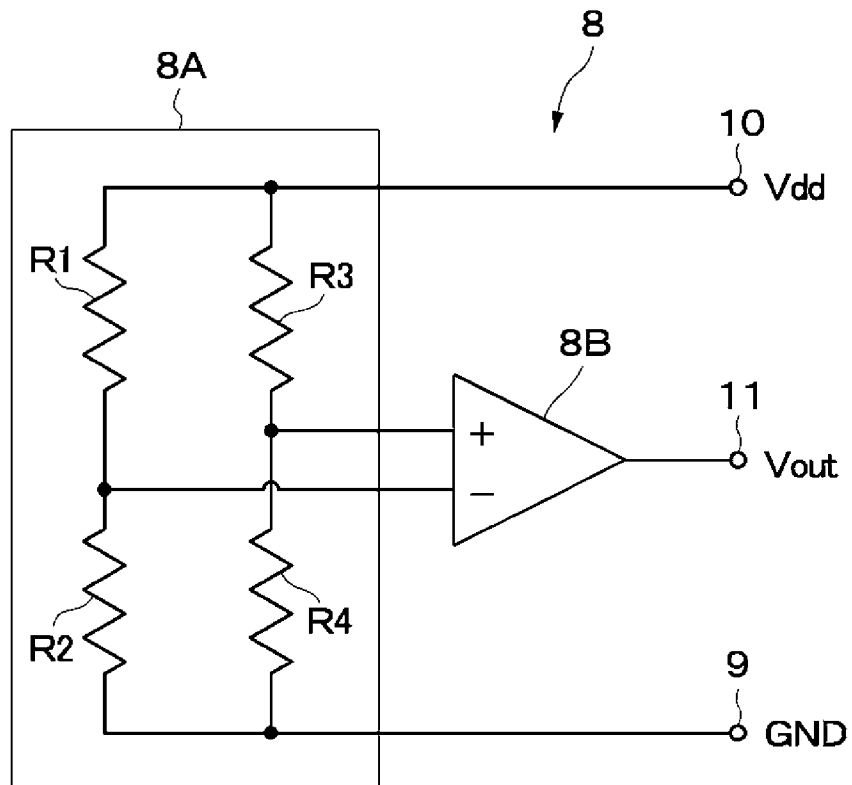
[図5]



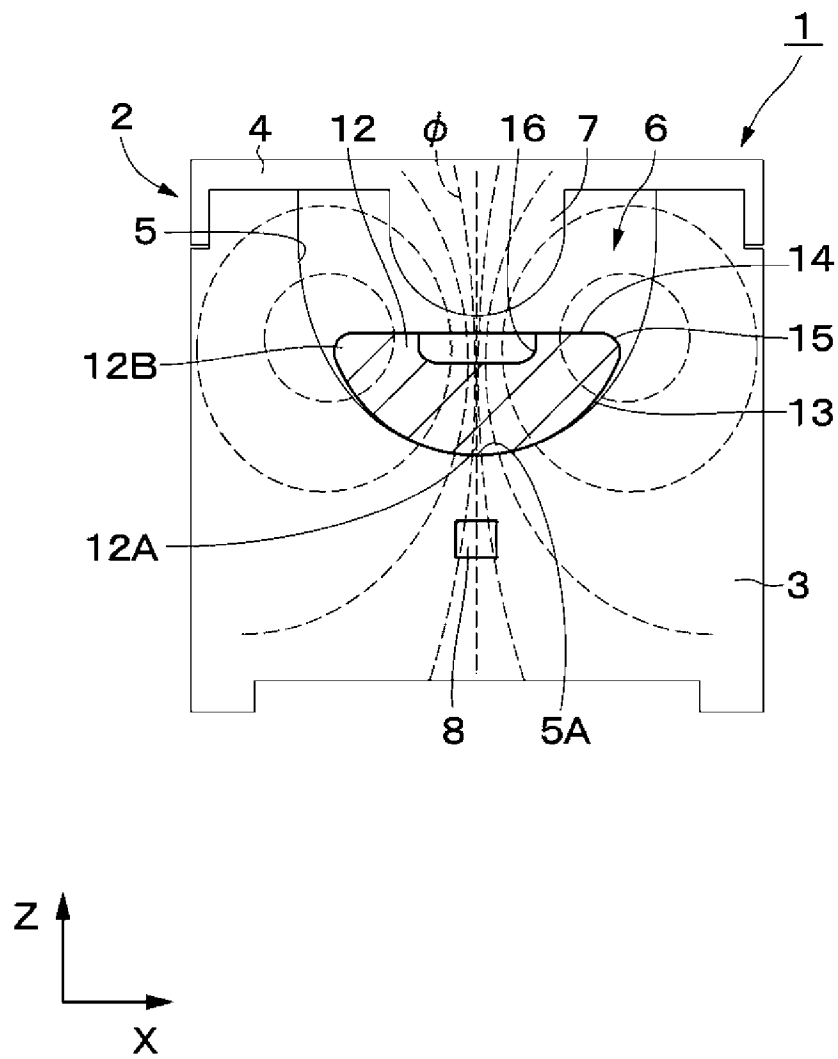
[図6]



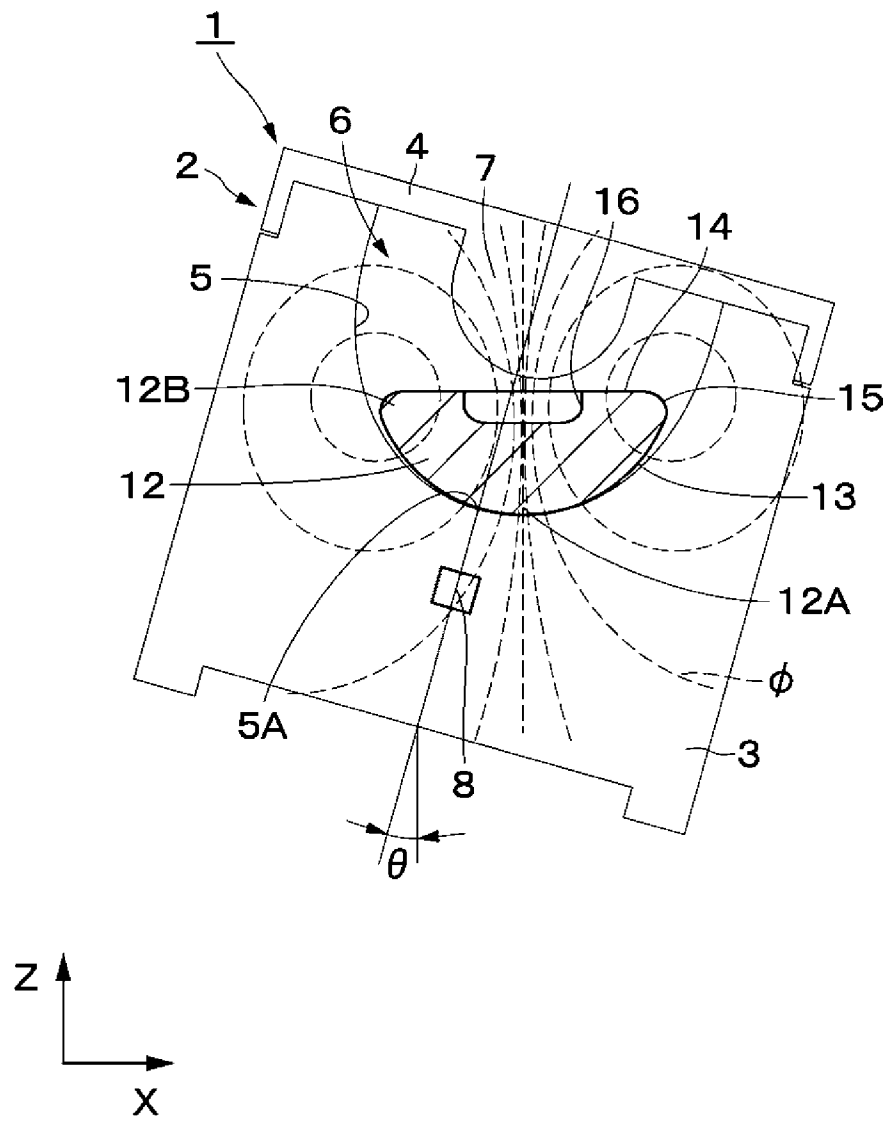
[図7]



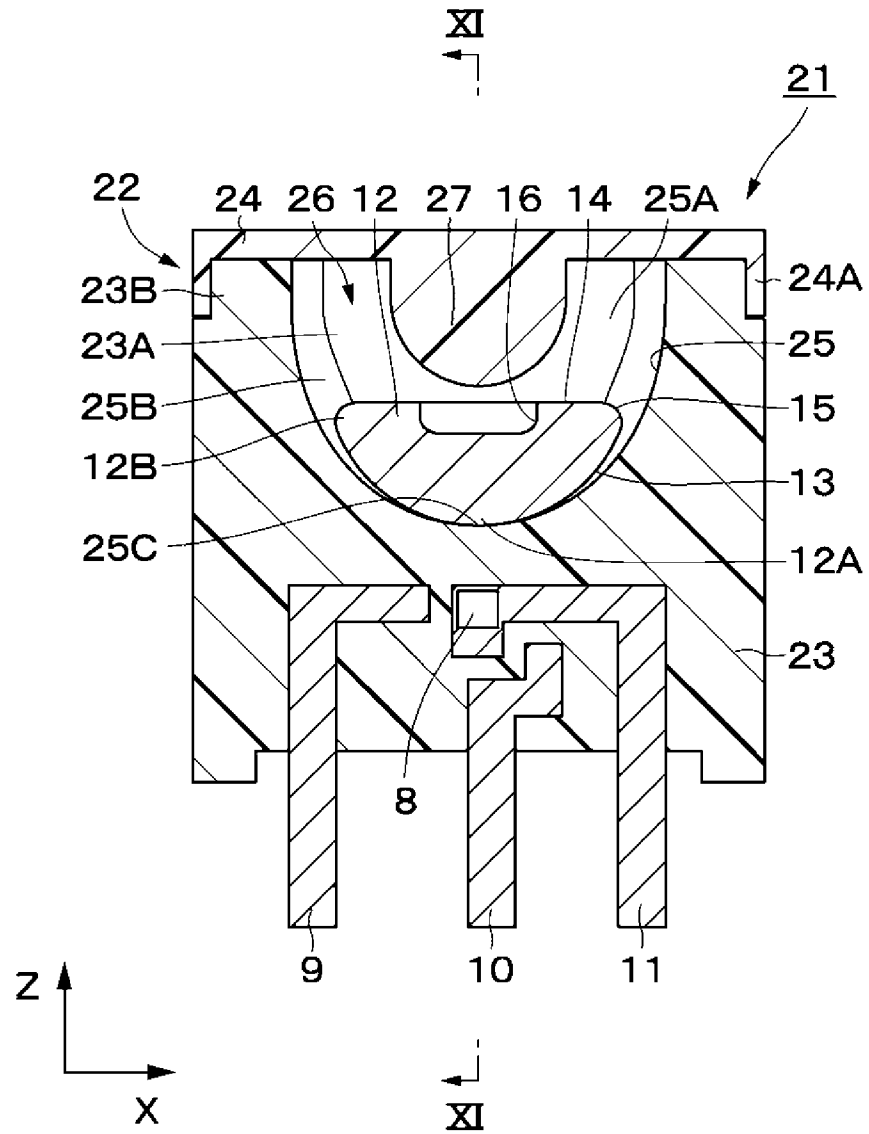
[図8]



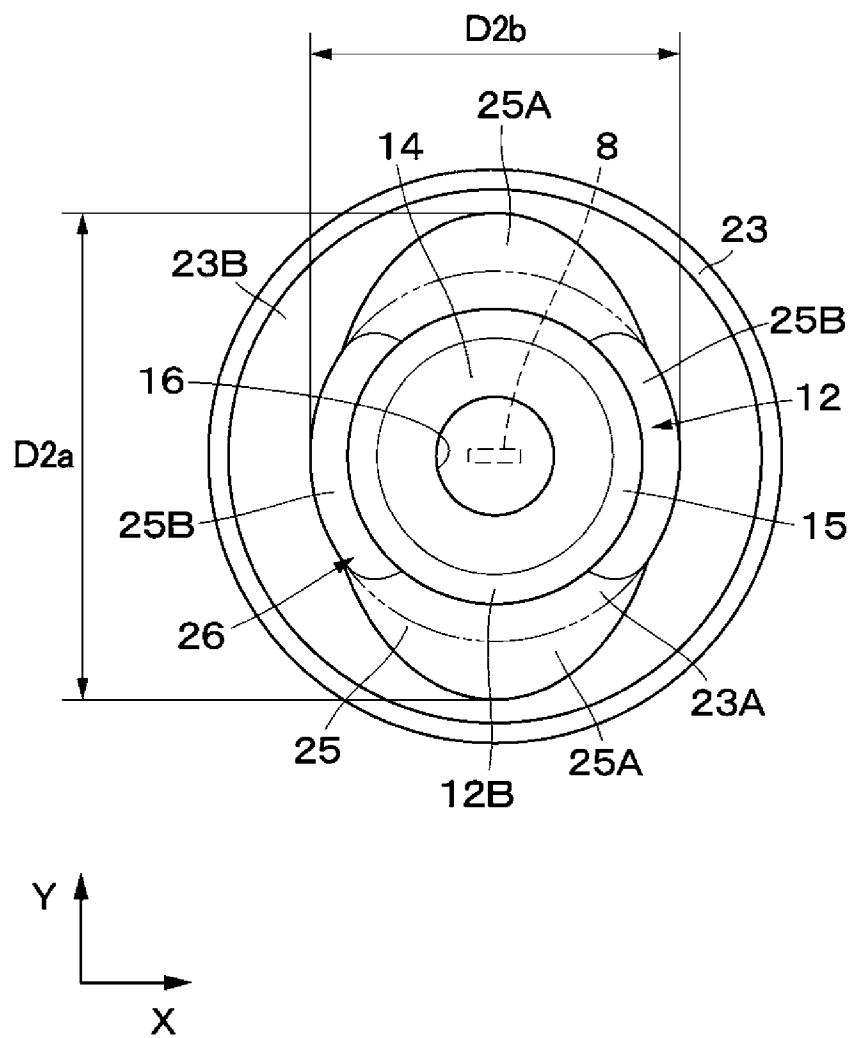
[図9]



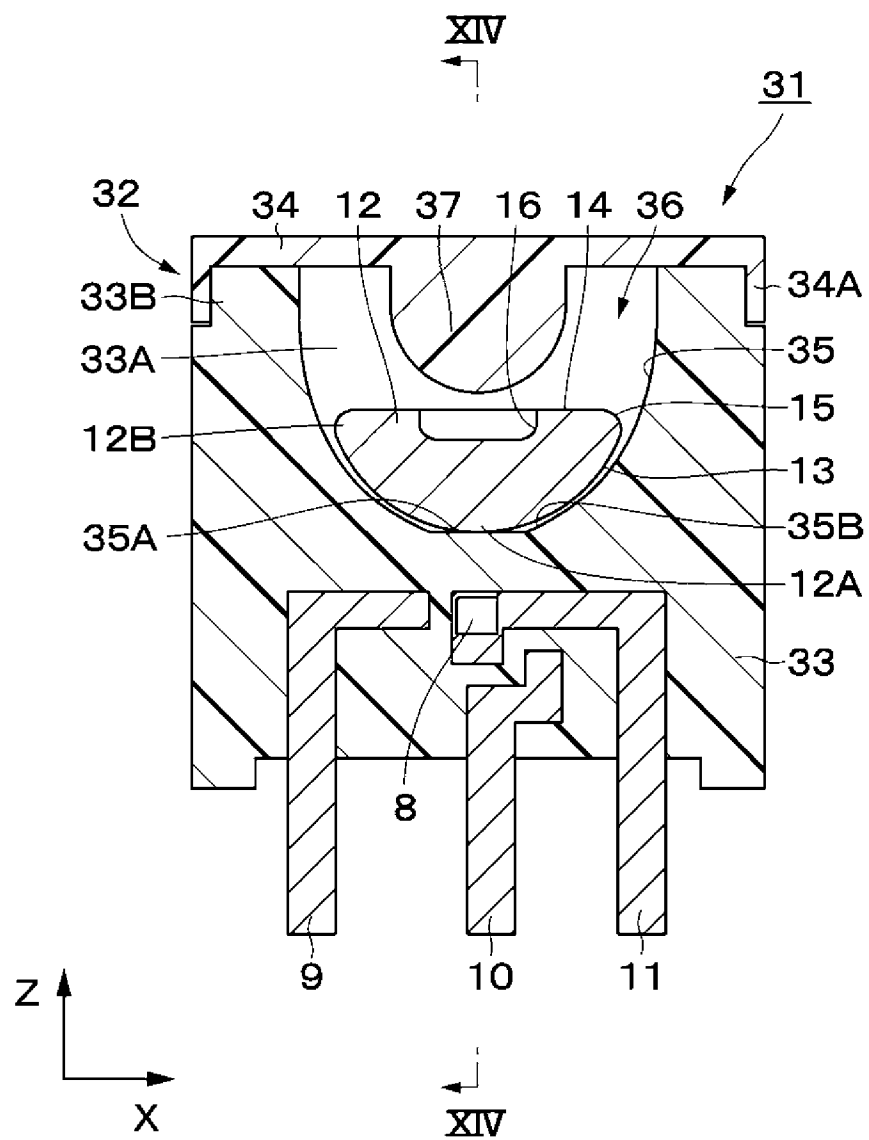
[図10]



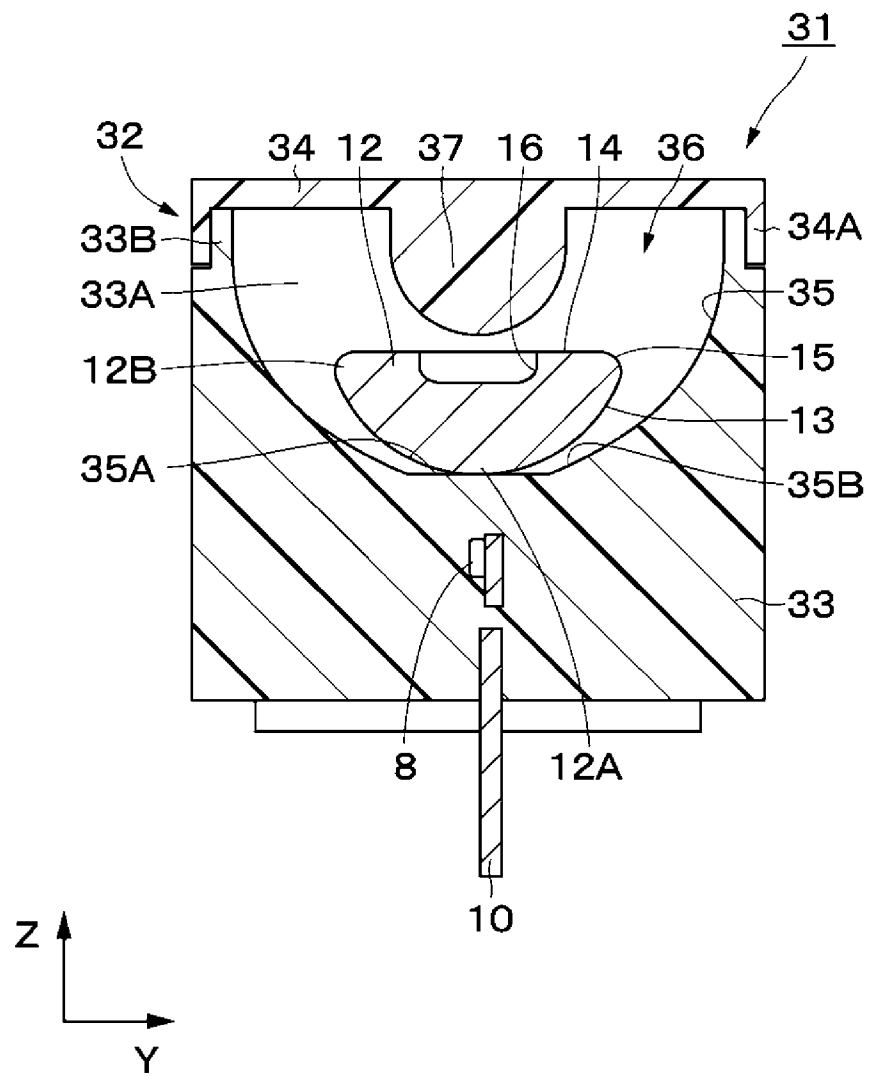
[図12]



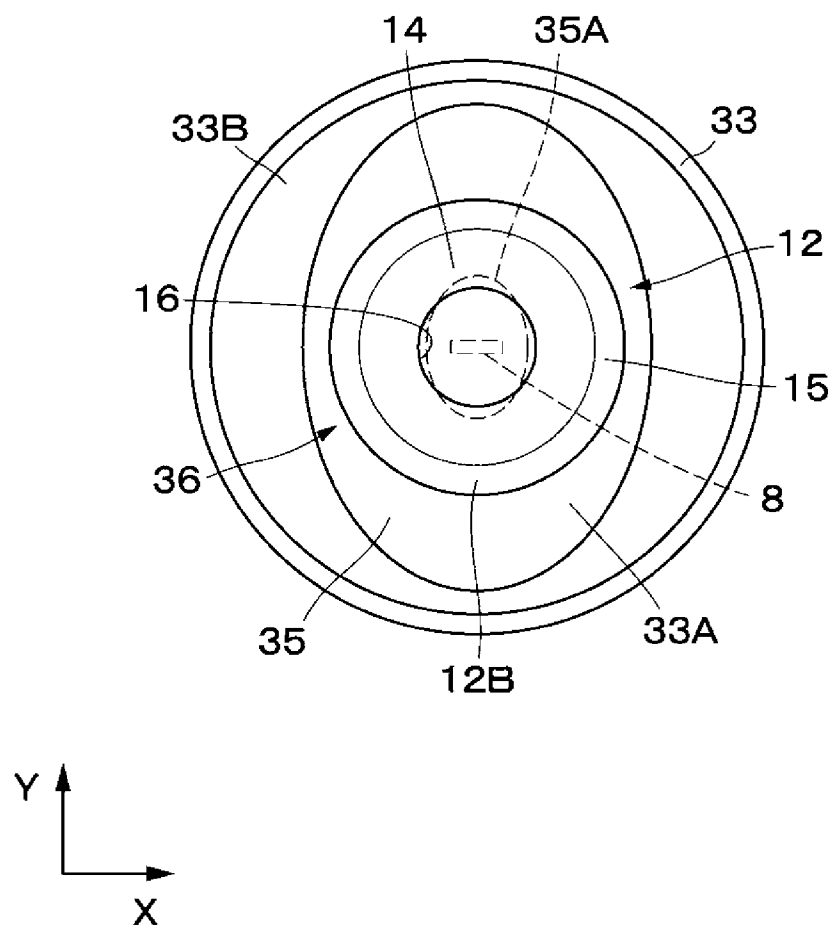
[図13]



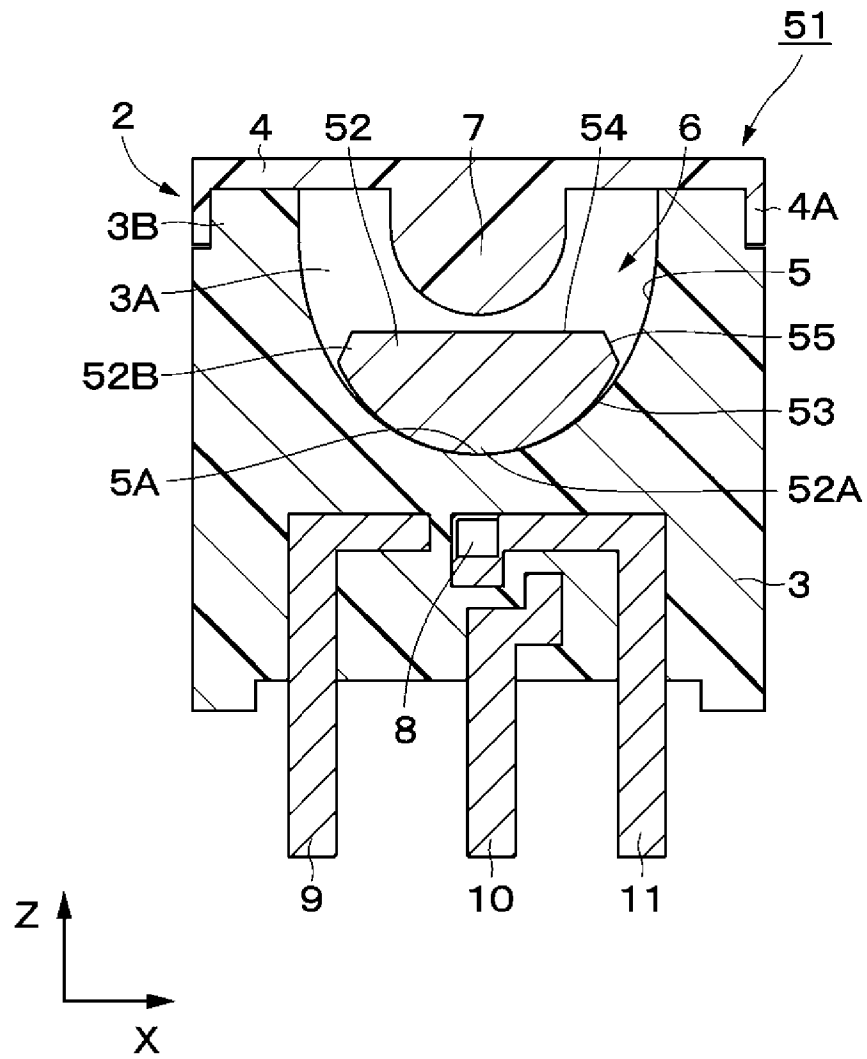
[図14]



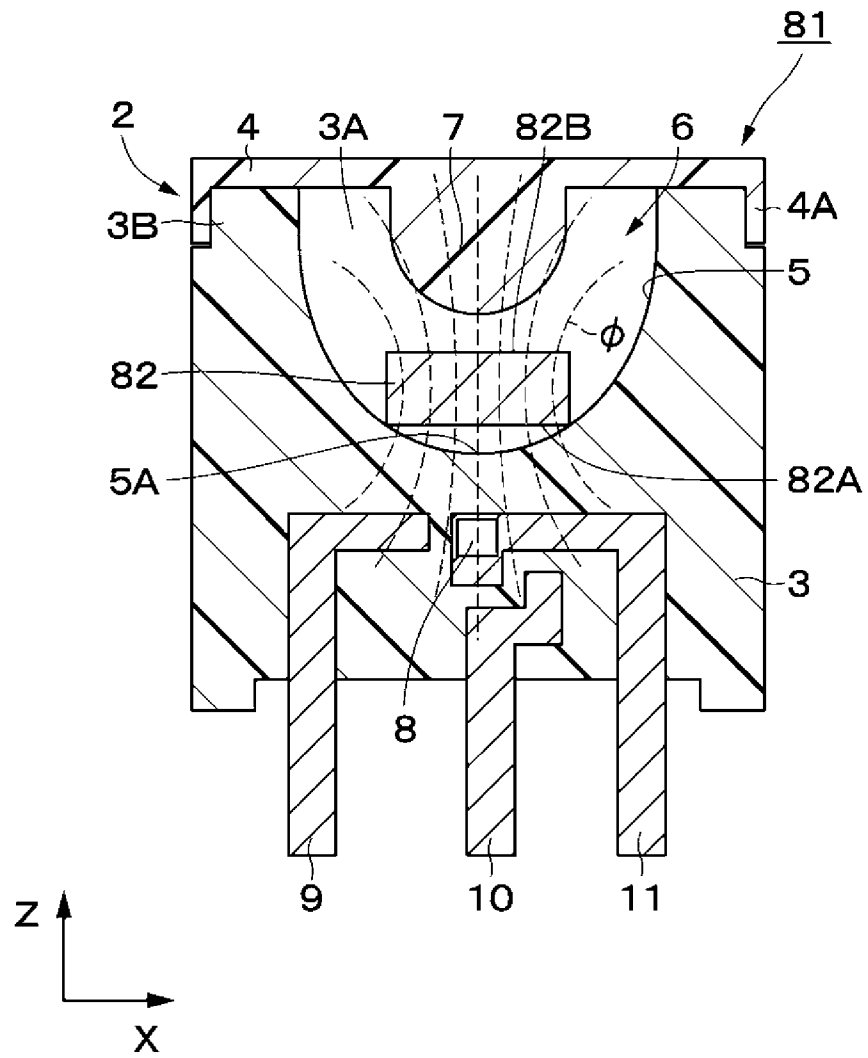
[図15]



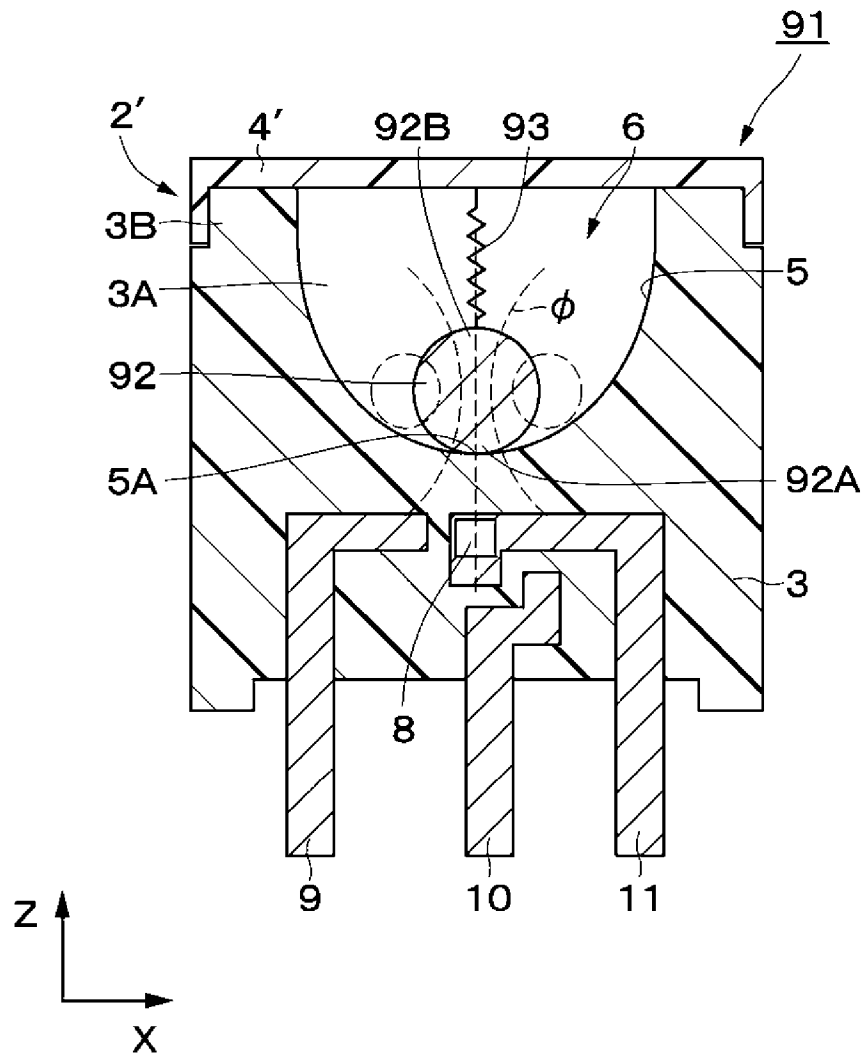
[図17]



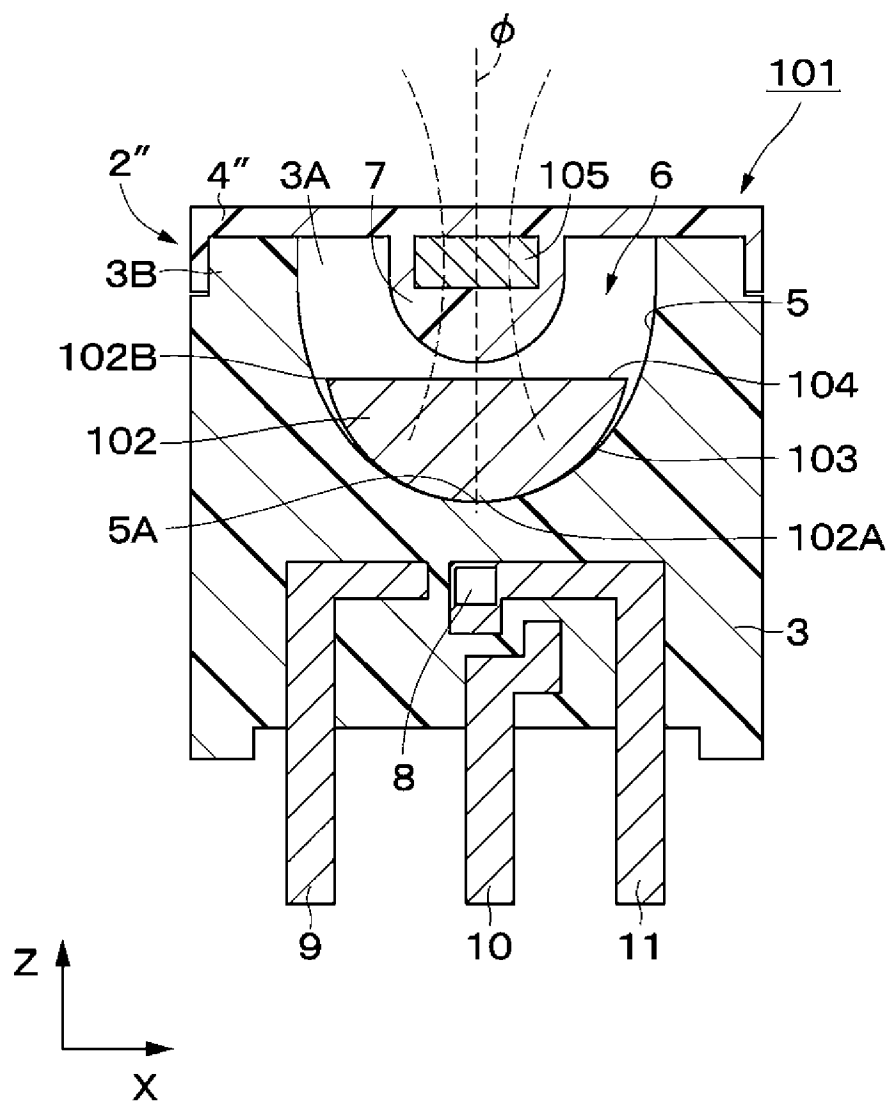
[図20]



[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/057645

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01C9/10(2006.01) i, G01C9/06(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01C9/00-9/10, H01H35/02-35/42, G01B7/00-7/34

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 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 7-63556 A (Kyoto Doki Kabushiki Kaisha), 10 March 1995 (10.03.1995), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 8-261758 A (Mitsuba Electric Mfg. Co., Ltd.), 11 October 1996 (11.10.1996), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 63-26520 A (TDK Corp.), 04 February 1988 (04.02.1988), entire text; all drawings & US 4803426 A & EP 254188 A2 & DE 3785399 A	1-5

☐ 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
25 April, 2011 (25.04.11)

Date of mailing of the international search report
10 May, 2011 (10.05.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01C9/10(2006.01) i, G01C9/06(2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01C9/00-9/10, H01H35/02-35/42, G01B7/00-7/34

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 7-63556 A (京都度器株式会社) 1995.03.10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 8-261758 A (株式会社三ツ葉電機製作所) 1996.10.11, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 63-26520 A (ティーディーケー株式会社) 1988.02.04, 全文, 全図 & US 4803426 A & EP 254188 A2 & DE 3785399 A	1-5

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

2 5 . 0 4 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 5 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

丑田 真悟

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8

2 S

3 1 0 0