

(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2月7日(07.02.2013)



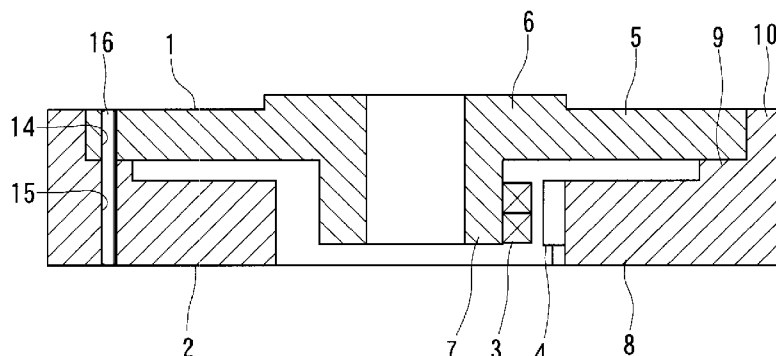
(10) 国際公開番号  
WO 2013/018715 A1

- (51) 国際特許分類:  
G01L 1/04 (2006.01) G01L 1/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/069192
- (22) 国際出願日: 2012年7月27日(27.07.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2011-169160 2011年8月2日(02.08.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): N T N 株式会社 (NTN CORPORATION) [JP/JP]; 〒5500003 大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 増田 唯 (MASUDA Yui) [JP/JP]; 〒4380037 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN株式会社内 Shizuoka (JP). 安井 誠 (YASUI Makoto) [JP/JP]; 〒4380037 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN株式会社内 Shizuoka (JP). 高橋 亨 (TAKAHASHI Toru) [JP/JP]; 〒4380037 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN株式会社内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 鎌田 文二, 外(KAMADA Bunji et al.); 〒5420073 大阪府大阪市中央区日本橋1丁目18番12号 Osaka (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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: MAGNETIC LOAD SENSOR  
(54) 発明の名称: 磁気式荷重センサ

【図1】



(57) Abstract: Provided is a load sensor that detects load by minute displacements, has superior durability, and is not readily affected by temperature. The magnetic load sensor comprises: a flange member (1) which receives a load in the axial direction and deflects; a support member (2) for supporting the flange member (1); a magnetic target (3) for generating a magnetic field; and a magnetic sensor (4) which detects the magnetic field generated by the magnetic target (3). The magnetic load sensor has a structure in which the magnetic target (3) is secured to the flange member (1) in such a way that the magnetic target (3) and the magnetic sensor (4) are relatively displaced by the deflection of the flange member (1); the magnetic sensor (4) is secured to the support member (2); and the magnitude of the load is detected on the basis of the magnetic field detected by the magnetic sensor (4).

(57) 要約: 微小変位で荷重を検出する荷重センサとして、耐久性に優れ、温度による影響を受けにくい荷重センサを提供する。軸方向荷重が入力されてたわみを生じるフランジ部材(1)と、そのフランジ部材(1)を支持する支持部材(2)と、磁界を発生する磁気ターゲット(3)と、その磁気ターゲット(3)が発生する磁界を検出する磁気センサ(4)とを有し、フランジ部材(1)のたわみにより磁気ターゲット(3)と磁気センサ(4)が相対変位するように磁気ターゲット(3)をフランジ部材(1)に固定し、磁気センサ(4)を支持部材(2)に固定し、磁気センサ(4)で検出した磁界に基づいて荷重の大きさを検出する構成の磁気式荷重センサである。



WO 2013/018715 A1

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：磁気式荷重センサ

### 技術分野

[0001] この発明は、磁気式荷重センサに関する。

### 背景技術

[0002] 電動ブレーキ装置は、一般に、電動モータの回転を摩擦パッドの軸方向移動に変換し、その摩擦パッドをブレーキディスクに押し付けて制動力を発生する。この制動力を所望の大きさに制御するため、電動ブレーキ装置には、摩擦パッドに印加する荷重の反力を受ける部分に荷重センサが組み込まれることが多い。この荷重センサは、電動ブレーキの応答性を高めるために極力微小な変位で荷重を検出するものが用いられる。

[0003] このような微小変位で荷重を検出する荷重センサとして、例えば、特許文献1に記載のものが知られている。特許文献1の荷重センサは、対向一对の円環板状の押圧板と、その一对の押圧板の間に挟み込まれた水晶圧電素子と、その水晶圧電素子と片側の押圧板との間を電氣的に絶縁する絶縁板と、水晶圧電素子が発生する電圧を取り出すリード線とを有する。

[0004] この特許文献1の荷重センサは、軸方向荷重が入力されると、その荷重に応じた大きさの電圧が水晶圧電素子で発生するので、その電圧の大きさを計測することで荷重の大きさを検出することができる。また、水晶圧電素子の変形による押圧板の変位は微小なので、このセンサを電動ブレーキに組み込んだ場合、電動ブレーキの応答性を損なうことがない。

[0005] しかしながら、この荷重センサは水晶圧電素子に荷重が作用するので、衝撃荷重や軸方向に対して斜め方向の荷重が加わると水晶圧電素子に割れや欠けが生じるおそれがあった。また、圧電素子と片方の押圧板の間を電氣的に絶縁する絶縁板にも荷重が作用するので、絶縁板に高い耐久性が必要とされるが、樹脂などの安価な絶縁板では耐久性を確保するのが難しかった。

[0006] また、微小変位で荷重を検出する荷重センサとして、例えば、特許文献2

に記載のものが知られている。特許文献2の荷重センサは、金属製の円筒体と、その円筒体の外径面に貼り付けた歪ゲージとを有する。この荷重センサは、軸方向荷重が入力されると、その軸方向荷重に応じて金属製の円筒体に歪みが生じるので、その歪みの大きさを歪ゲージで計測することで荷重の大きさを検出することができる。

[0007] しかしながら、この荷重センサは、金属製の円筒体の変形量そのものではなく、金属製の円筒体の局所の歪みを計測するので、円筒体の温度変化や温度分布のばらつきによる影響を受けやすく、検出誤差を生じやすい。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0008] 特許文献1：国際公開2011/030839号

特許文献2：特開平7-318441号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0009] この発明が解決しようとする課題は、微小変位で荷重を検出する荷重センサとして、耐久性に優れ、温度による影響を受けにくい荷重センサを提供することである。

#### 課題を解決するための手段

[0010] 上記課題を解決するため、軸方向荷重が入力されてたわみを生じるフランジ部材と、そのフランジ部材を支持する支持部材と、磁界を発生する磁気ターゲットと、その磁気ターゲットが発生する磁界を検出する磁気センサとを有し、前記フランジ部材のたわみにより前記磁気ターゲットと磁気センサが相対変位するように磁気ターゲットと磁気センサの一方を前記フランジ部材に固定し、他方を前記支持部材に固定し、前記磁気センサで検出した磁界に基づいて前記荷重の大きさを検出する磁気式荷重センサを提供する。

[0011] この磁気式荷重センサは、フランジ部材に軸方向荷重が入力されるとフランジ部材がたわみ、磁気ターゲットと磁気センサの相対位置が変化し、その

相対位置の変化に応じて磁気センサの出力信号が変化するので、磁気センサの出力信号に基づいて荷重の大きさを検出することができる。ここで、軸方向荷重が入力されたときに、その荷重はフランジ部材に作用してフランジ部材をたわませるが、磁気センサには作用しない。そのため、衝撃荷重や軸方向に対して斜め方向の荷重が加わってもセンサが故障しにくく、高い耐久性を確保することができる。また、荷重を受ける部材の局部の歪みではなくその部材の変形量から軸方向荷重を検出するので、温度変化や温度分布のばらつきによる影響を受けにくい。

[0012] 前記磁気ターゲットとして、前記磁気ターゲットと磁気センサの相対変位方向に対して直交する方向を磁化方向とする複数の永久磁石を、反対の極性を有する磁極が前記磁気ターゲットと磁気センサの相対変位方向に並ぶように配置したものを採用し、その隣り合う磁極の境目の近傍に前記磁気センサを配置すると好ましい。

[0013] このようにすると、磁気センサの出力信号は、磁気ターゲットと磁気センサの軸方向の相対変位に対して急峻に変化し、一方、軸方向以外の方向の相対変位に対してはあまり変化しないという軸方向の指向性を示す。そのため、磁気センサの出力信号が外部振動の影響を受けにくく、安定した精度で軸方向荷重の大きさを検出することができる。

[0014] 前記フランジ部材と支持部材を対向一对の円環板状とし、そのフランジ部材の外径側部分を前記支持部材で支持し、そのフランジ部材と支持部材のうちの一方の部材に、他方の部材の内径面と対向する外径面をもつ筒部を設け、その内径面と外径面のうちの一方に前記磁気ターゲットを固定し、他方に前記磁気センサを固定すると好ましい。このようにすると、磁気ターゲットと磁気センサの径方向の相対位置の精度を容易に確保することができる。

[0015] このとき、前記支持部材のフランジ部材に対向する側とは反対側の面の内径側部分に、支持部材を支持する環状突起を設けることができる。このようにすると、フランジ部材に軸方向荷重が入力されたときに、フランジ部材だけでなく支持部材にもたわみが生じ、その両部材のたわみにより前記磁気タ

ターゲットと磁気センサが相対変位するので、荷重検出の分解能を高めることができる。

[0016] 同様に、前記フランジ部材と支持部材を対向一对の円環板状とし、そのフランジ部材の内径側部分を前記支持部材で支持し、そのフランジ部材と支持部材のうち一方の部材に、他方の部材の外径面と対向する内径面をもつ筒部を設け、その内径面と外径面のうち一方に前記磁気ターゲットを固定し、他方に前記磁気センサを固定すると好ましい。このようにしても、磁気ターゲットと磁気センサの径方向の相対位置の精度を容易に確保することができる。

[0017] このとき、前記支持部材のフランジ部材に対向する側とは反対側の面の外径側部分に、支持部材を支持する環状突起を設けることができる。このようにすると、フランジ部材に軸方向荷重が入力されたときに、フランジ部材だけでなく支持部材にもたわみが生じ、その両部材のたわみにより前記磁気ターゲットと磁気センサが相対変位するので、荷重検出の分解能を高めることができる。

[0018] さらに、前記フランジ部材と支持部材の周方向の相対位置を固定する位置決め手段を設けると、磁気ターゲットと磁気センサの周方向の相対位置の精度を容易に確保することができる。

[0019] 前記フランジ部材の軸方向荷重が入力される部分を、フランジ部材の中心軸線上に中心をもつ球面とすることができる。このようにすると、軸方向に対して斜め方向の荷重が入力されたときにも、フランジ部材に対する荷重の作用点がフランジ部材の中心軸線に近くなり、フランジ部材が均一にたわむので、荷重の検出精度が安定する。

[0020] また、複数組の前記磁気ターゲットと磁気センサを前記フランジ部材の中心軸線を中心とする同一円周上に周方向に等間隔に配置することができる。このようにすると、軸方向に対して斜め方向の荷重が入力されたときに、それぞれの荷重センサの出力信号の差分に基づいて、軸方向を基準とする荷重の入力角度を推定することが可能となる。

[0021] 前記磁気センサとしては、磁気抵抗素子や磁気インピーダンス素子を使用することも可能であるが、ホールICを使用するとコスト面で有利であり、また耐熱性を確保しやすい。また、前記永久磁石としてネオジム磁石を使用すると、省スペースで強力な磁界を発生させることができる。

[0022] 前記フランジ部材と支持部材とは同一の線膨張係数をもつ材料で形成すると好ましい。このようにすると、温度上昇したときにフランジ部材と支持部材とが同じ割合で熱膨張するので、温度変化による磁気ターゲットと磁気センサの軸方向の相対変位が生じにくくなり、温度変化による影響を効果的に抑えることができる。

### 発明の効果

[0023] この発明の磁気式荷重センサは、入力された荷重がフランジ部材に作用してフランジ部材をたわませるが、磁気センサには荷重が作用しないので、衝撃荷重や軸方向に対して斜め方向の荷重に対する耐久性が高い。また、荷重を受ける部材の局所の歪みではなくその部材の変形量から軸方向荷重を検出するので、温度変化や温度分布のばらつきによる影響を受けにくい。

### 図面の簡単な説明

[0024] [図1]この発明の第1実施形態の磁気式荷重センサを示す断面図

[図2]図1に示す磁気式荷重センサの拡大断面図

[図3]図1に示す磁気式荷重センサの底面図

[図4]図2に示す磁気ターゲットと磁気センサの配置を変更した例を示す拡大断面図

[図5]この発明の第2実施形態の磁気式荷重センサを示す断面図

[図6]この発明の第3実施形態の磁気式荷重センサを示す断面図

[図7]この発明の第4実施形態の磁気式荷重センサを示す断面図

[図8]この発明の第5実施形態の磁気式荷重センサを示す断面図

[図9]この発明の第6実施形態の磁気式荷重センサを示す断面図

[図10]この発明の第7実施形態の磁気式荷重センサを示す断面図

[図11]この発明の第8実施形態の磁気式荷重センサを示す断面図

[図12]図 1 1 に示す磁気式荷重センサの底面図

[図13]複数の磁気センサの出力信号の差分と荷重の入力角度との関係の一例を示す図

[図14]図 1 2 に示す磁気ターゲットの他の例を示す磁気式荷重センサの底面図

[図15]軸方向荷重の大きさを磁気センサの出力信号から推定する方法例を示すフロー図

[図16]フランジ部材と支持部材の周方向の相対位置を固定する位置決め手段として、図 1 に示す位置決めピンにかえてキー結合を用いた例を示す断面図

[図17]図 1 6 に示す磁気式荷重センサの平面図

[図18]図 1 に示す磁気式荷重センサと磁気ターゲットの配置を変更した実施形態を示す断面図

### 発明を実施するための形態

[0025] 図 1 ～図 3 に、この発明の第 1 実施形態の磁気式荷重センサを示す。この磁気式荷重センサは、軸方向に対向する円環板状のフランジ部材 1 および支持部材 2 と、磁界を発生する磁気ターゲット 3 と、磁気ターゲット 3 が発生する磁界の強さを検出する磁気センサ 4 とを有する。

[0026] フランジ部材 1 は、支持部材 2 と対向する円環板部 5 と、円環板部 5 の支持部材 2 と対向する側とは反対側の面の内径側部分に隆起して形成された環状の荷重受け部 6 と、円環板部 5 の支持部材 2 と対向する側の面の内径側部分に形成された筒部 7 とからなる。

[0027] 支持部材 2 は、フランジ部材 1 と対向する円環板部 8 と、円環板部 8 のフランジ部材 1 と対向する側の面の外径側部分に隆起して形成された環状の支持段部 9 と、支持段部 9 の更に外径側に形成された筒状の嵌合部 10 とからなる。支持段部 9 はフランジ部材 1 の外径側部分を支持しており、この支持段部 9 によって円環板部 5、8 の間隔が保持されている。フランジ部材 1 は、支持部材 2 の嵌合部 10 に嵌め込んで固定されている。ここで、フランジ部材 1 の固定方法としては、フランジ部材 1 を嵌合部 10 内に締め代をもつ

て挿入する方法（圧入）やフランジ部材 1 の外周縁を塑性変形させて嵌合部 10 の内周に食い込ませる方法（加締め）等を採用することができる。

[0028] フランジ部材 1 の外径側部分には軸方向に貫通するピン穴 14 が形成され、支持部材 2 にも軸方向のピン穴 15 が形成されており、この両ピン穴 14、15 に位置決めピン 16 が挿入されている。ここで、フランジ部材 1 のピン穴 14 と支持部材 2 のピン穴 15 は、両ピン穴 14、15 の位置が重なり合ったときに、磁気ターゲット 3 の周方向位置と磁気センサ 4 の周方向位置とが合致するように配置され、この両ピン穴 14、15 に位置決めピン 16 を挿入することでフランジ部材 1 と支持部材 2 の周方向の相対位置が固定されている。

[0029] 筒部 7 の外径面は、支持部材 2 の内径面と径方向に対向しており、図 3 に示すように、筒部 7 の外径面に形成された面取り部 11 に磁気ターゲット 3 が固定され、支持部材 2 の内径面に形成された溝 12 に磁気センサ 4 が固定されている。フランジ部材 1 および支持部材 2 はいずれも金属材料（鉄、アルミ合金等）で形成され、両部材 1、2 の線膨張係数が同一となるように同じ材料が用いられている。

[0030] 磁気ターゲット 3 は、その径方向内端と径方向外端に磁極を有するように半径方向に磁化された 2 個の永久磁石 13 からなる。2 個の永久磁石 13 は、反対の極性を有する磁極（すなわち N 極と S 極）が軸方向に並ぶように隣接して配置されている。

[0031] 永久磁石 13 としては、例えば、ネオジム磁石を使用すると、省スペースで強力な磁界を発生させることができるが、サマリウムコバルト磁石、アルニコ磁石、フェライト磁石などを使用してもよい。サマリウムコバルト磁石またはアルニコ磁石を使用すると、永久磁石 13 の温度上昇に伴う磁界の減少を抑えることができる。また、プラセオジム磁石、サマリウム窒化鉄磁石を使用することもできる。

[0032] 図 3 に示すように、磁気センサ 4 は、2 個の永久磁石 13 の隣り合う磁極の境目の近傍で磁気ターゲット 3 と軸直交方向（図では半径方向）に対向す

るように配置されている。磁気センサ4としては、磁気抵抗素子（いわゆるMRセンサ）や、磁気インピーダンス素子（いわゆるMIセンサ）を使用することも可能であるが、ホールICを使用するとコスト面で有利であり、また耐熱性を確保しやすい。

[0033] この磁気式荷重センサは、フランジ部材1の荷重受け部6に軸方向荷重が入力されると、その軸方向荷重によりフランジ部材1の円環板部5がその外径側部分を支点として軸方向にたわみ（図2の鎖線参照）、そのたわみにより磁気ターゲット3と磁気センサ4の相対位置が変化し、その相対位置の変化に応じて磁気センサ4の出力信号が変化する。そのため、フランジ部材1に作用する軸方向荷重の大きさと、磁気センサ4の出力信号との関係を予め把握しておくことにより、磁気センサ4の出力信号に基づいてフランジ部材1に作用する軸方向荷重の大きさを検出することができる。

[0034] ここで、磁気式荷重センサに軸方向荷重が入力されたときに、その荷重はフランジ部材1に作用してフランジ部材1をたわませるが、磁気センサ4には作用しない。そのため、衝撃荷重や軸方向に対して斜め方向の荷重が加わっても磁気センサ4が故障しにくく、高い耐久性を確保することができる。

[0035] また、この磁気式荷重センサは、フランジ部材1の局所の歪みではなく、フランジ部材1の変形量から軸方向荷重を検出するので、フランジ部材1の温度変化や温度分布のばらつきによる影響を受けにくく、高い精度で軸方向荷重の大きさを検出することが可能である。

[0036] 図1～図3では、フランジ部材1に磁気ターゲット3を固定し、支持部材2に磁気センサ4を固定しているが、この磁気ターゲット3と磁気センサ4の関係を反対にしてもよい。すなわち、図4に示すように、フランジ部材1の筒部7の外径面に磁気センサ4を固定し、支持部材2の内径面に磁気ターゲット3を固定してもよい。

[0037] フランジ部材1に軸方向荷重を入力したとき、フランジ部材1には主にせん断荷重が作用し、支持部材2には主に圧縮荷重が作用する。そして、磁気ターゲット3は、フランジ部材1に作用するせん断荷重によって変位する一

方、磁気センサ4は、支持部材2に作用する圧縮荷重によってはほとんど変位せず、この磁気ターゲット3と磁気センサ4の相対変位によって軸方向荷重の検出が可能となっている。

[0038] フランジ部材1に軸方向荷重を入力したときの磁気ターゲット3と磁気センサ4の相対位置の変化量は極めて小さい。例えば、フランジ部材1に入力される軸方向荷重の大きさが30kNのとき、磁気ターゲット3と磁気センサ4の相対位置の変化量は軸方向に0.1mm程度と極めて微小であるが、上記磁気式荷重センサは、複数の永久磁石13を反対の磁極が磁気ターゲット3と磁気センサ4の相対変位方向に並ぶように配置し、その隣り合う磁極の境目の近傍に磁気センサ4を配置しているので、磁気センサ4の出力信号が、磁気ターゲット3と磁気センサ4の相対位置の変化に対して急峻に変化し、磁気ターゲット3と磁気センサ4の相対位置の変化量を高精度に検出することができる。

[0039] 例えば、上記磁気ターゲット3と磁気センサ4にかえて、単一コイルによるリラクタンス変化を利用するギャップセンサを利用した場合、センサの分解能の不足により、フランジ部材1のたわみの大きさを高精度に検出することができない。そこで、フランジ部材1にかえて、剛性が低い部材（すなわち荷重が作用すると大きく変形する性質をもつコイルばねのような部材）を用いることが考えられるが、このようにすると、例えば荷重センサを電動ブレーキに組み込んだ場合、電動ブレーキの応答性を損なう問題が生じる。この問題を解消するためには複雑な変位拡大機構が必要となり、ヒステリシス誤差の発生や製造コストの増加に繋がる。これに対し、上記磁気式荷重センサでは、磁気センサ4の出力信号が、磁気ターゲット3と磁気センサ4の相対位置の変化に対して急峻に変化するので、磁気ターゲット3と磁気センサ4の相対位置の変化量を高精度に検出することができる。

[0040] また、この磁気式荷重センサは、フランジ部材1に支持部材2の内径面と対向する筒部7を設け、その筒部7の外径面に磁気ターゲット3を固定し、フランジ部材1の内径面に磁気センサ4を固定しているので、磁気ターゲッ

ト3と磁気センサ4の径方向の相対位置の精度を容易に確保することができる。

[0041] また、この磁気式荷重センサは、フランジ部材1と支持部材2の周方向の相対位置を位置決めピン16で固定するようにしているので、磁気ターゲット3と磁気センサ4の周方向の相対位置の精度を確保するのが容易である。

[0042] また、この磁気式荷重センサは、フランジ部材1と支持部材2とを同一の線膨張係数をもつ材料で形成しているため、温度上昇したときにフランジ部材1と支持部材2とが同じ割合で熱膨張する。そのため、温度変化による磁気ターゲット3と磁気センサ4の軸方向の相対変位が生じにくく、検出精度が安定している。

[0043] 上記磁気ターゲット3と磁気センサ4にかえて静電容量センサを用いると、高温または低温条件に対応するには複雑な防湿構造が必要となるため、製造コストが高価になる。また、電氣的ノイズを除去するためには複雑な絶縁構造やセンサ駆動回路、またはカットオフ周波数の低いローパスフィルタが必要となるため、コストが増加する問題が生じる。これに対し、上記磁気式荷重センサでは、複雑な防湿構造が不要であり、また、電氣的ノイズを除去するための複雑な絶縁構造が不要である。

[0044] 上記磁気ターゲット3と磁気センサ4にかえて、レーザ変位センサを用いると、油脂類などに対するシール構造が必要となり、またセンサの設置条件も制限される。これに対し、上記磁気式荷重センサでは、油脂類などに対するシール構造が不要である。

[0045] 磁気センサ4の出力は電圧出力のほか、電流などの他のアナログ出力としてもよく、PWMデューティ比やシリアル・パラレル通信などの所定プロトコルに準ずるデジタル出力でもよい。

[0046] 図5に、この発明の第2実施形態の磁気式荷重センサを示す。以下、第1実施形態に対応する部分は同一の符号を付して説明を省略する。

[0047] フランジ部材1と支持部材2は、円筒状のハウジング20に嵌め込んで収容されている。ハウジング20の一端には底板21が設けられ、この底板2

1によって、支持部材2のフランジ部材1と対向する側とは反対側の面が支持されている。フランジ部材1は円環板部5の外周縁をかしめることにより、フランジ部材1には軸方向の予圧が付与されるとともに、ハウジング20から抜け止めされている。このようにフランジ部材1に軸方向の予圧を付与しておく、荷重がゼロに近い状態においてもその荷重を安定して検出することができる。

[0048] 図6に、この発明の第3実施形態の磁気式荷重センサを示す。支持部材2は、フランジ部材1と対向する円環板部8と、円環板部8のフランジ部材1と対向する側の面の外径側部分に隆起して形成された環状の支持段部9と、支持段部9の更に外径側に形成された筒状の嵌合部10とからなる。筒状の嵌合部10の内周には雌ねじ22が形成され、その雌ねじ22に雄ねじ部材23がねじ係合している。雄ねじ部材23は、フランジ部材1の荷重受け部6を貫通させるリング状に形成され、フランジ部材1の外径側部分を軸方向に締め付けて、軸方向の予圧を付与している。このようにフランジ部材1に軸方向の予圧を付与しておく、荷重がゼロに近い状態においてもその荷重を安定して検出することができる。

[0049] 図7に、この発明の第4実施形態の磁気式荷重センサを示す。フランジ部材1と支持部材2は円筒状のハウジング24に収容されている。ハウジング24には潤滑剤を含浸した滑り軸受25が挿入され、その滑り軸受25内にフランジ部材1と支持部材2とが軸方向に摺動可能に挿入されている。ハウジング24の下端には、底板26がねじ止めにより固定されており、この底板26で、支持部材2のフランジ部材1と対向する側とは反対側の面が支持されている。ハウジング24の上端には蓋板27がねじ止めにより固定され、この蓋板27とフランジ部材1の間に軸方向に圧縮した状態で予圧ばね28が組み込まれている。予圧ばね28は、フランジ部材1の外径側部分を支持段部9に向けて押圧することによりフランジ部材1の位置を固定している。滑り軸受25にかえてガイド用ボールを有するリニアボールガイド（図示せず）を用いてもよい。この実施形態においても、フランジ部材1に軸方向

の予圧が付与されているので、荷重がゼロに近い状態において、荷重を安定して検出することができる。

[0050] 図8に、この発明の第5実施形態の磁気式荷重センサを示す。支持部材2は、フランジ部材1に対向する側とは反対側の面の内径側部分に環状突起29を有し、この環状突起29で支持部材2が支持されるようになっている。このようにすると、フランジ部材1に軸方向荷重が入力されたときに、フランジ部材1だけでなく支持部材2にもたわみが生じ、その両部材1, 2のたわみにより磁気ターゲット3と磁気センサ4が相対変位するので、荷重検出の分解能を高めることができる。

[0051] 図9に、この発明の第6実施形態の磁気式荷重センサを示す。この磁気式荷重センサは、第5実施形態の磁気式荷重センサの内径側と外径側を反対にした構成のものである。図9において、フランジ部材1の内径側部分は支持部材2で支持されている。支持部材2の外径側部分には、フランジ部材1の外径面と対向する内径面をもつ筒部7が形成されている。磁気ターゲット3はフランジ部材1の外径面に固定され、磁気センサ4は筒部7の内径面に固定されている。

[0052] そして、支持部材2は、フランジ部材1に対向する側とは反対側の面の外径側部分に環状突起29を有し、その環状突起29で支持部材2が支持されるようになっている。このようにしても、フランジ部材1に軸方向荷重が入力されたときに、フランジ部材1だけでなく支持部材2にもたわみが生じ、その両部材のたわみにより磁気ターゲット3と磁気センサ4が相対変位するので、荷重検出の分解能を高めることができる。

[0053] 図10に、この発明の第7実施形態の磁気式荷重センサを示す。フランジ部材1の荷重受け部6には、フランジ部材1の中心軸線L上に中心をもつ球面30が形成されている。このようにすると、軸方向に対して斜め方向の荷重が入力されたときにも、フランジ部材1に対する荷重の作用点がフランジ部材1の中心軸線Lに近くなり、フランジ部材1が均一にたわむので、荷重の検出精度が安定する。

- [0054] 図11、図12に、この発明の第8実施形態の磁気式荷重センサを示す。この磁気式荷重センサは、磁気ターゲット3と磁気センサ4を複数組（図では2組）有し、その磁気ターゲット3と磁気センサ4が、フランジ部材1の中心軸線Lを中心とする同一円周上に周方向に等間隔に配置されている。このようにすると、図13に示すように、各組の磁気センサ4の出力信号の差分（ $V_{s1} - V_{s2}$ ）と、荷重Fの入力角度 $\theta_f$ との関係を予め把握しておくことにより、軸方向に対して斜め方向の荷重Fが入力されたときに、それぞれの磁気センサ4の出力信号の差分（ $V_{s1} - V_{s2}$ ）に基づいて、軸方向を基準とする荷重Fの入力角度 $\theta_f$ を推定することが可能となる。そして、その推定した入力角度 $\theta_f$ に基づいて入力荷重Fの軸方向成分の大きさを得ることも可能となる。
- [0055] この第8実施形態において、図12に示すように、各磁気センサ4に対応して個々に磁気ターゲット3を設けてもよく、図14に示すように、筒部7の外周を全周にわたって連続するリング状の磁気ターゲット3を設けてもよい。図14に示すようなリング状の磁気ターゲット3を採用すると、フランジ部材1と支持部材2の周方向の相対位置を管理する必要がなくなり、組み立て作業性が向上する。
- [0056] 図15に、入力された軸方向荷重Fを、磁気センサ4の出力信号 $V_s$ から推定する方法を示す。まず、永久磁石13が発生する磁界Bと温度Tの関係を予め把握しておき、その関係に基づいて、磁気センサ4の出力信号 $V_s$ を補正する（ステップS1）。次に、補正後のセンサ出力 $V_s$ に基づいて、磁気センサ4と磁気ターゲット3の相対変位 $\Delta x$ を推定する（ステップS2）。その後、その相対変位 $\Delta x$ に基づいて軸方向荷重Fの大きさを演算する（ステップS3）。このように、磁気ターゲット3の温度に対する磁気特性を補償することにより、最終的に温度条件に依存しない荷重推定が可能となる。温度補償の手段として、例えばホールICのような、予め温度補償機能を有する磁気センサ4を使用し、その磁気センサ4の出力から荷重を推定してもよい。

[0057] 上記各実施形態では、フランジ部材 1 と支持部材 2 の周方向の相対位置を固定する手段として位置決めピン 16 を例に挙げて説明したが、位置決めピンにかえて、図 16、図 17 に示すようなキー結合を採用してもよい。図 16、図 17 において、フランジ部材 1 の外周には軸方向に延びるキー溝 17 が形成され、支持部材 2 の嵌合部 10 の内周には軸方向に延びるキー突起 18 が形成され、キー突起 18 がキー溝 17 に嵌合している。キー溝 17 とキー突起 18 は、両者が嵌合したときに磁気ターゲット 3 の周方向位置と磁気センサ 4 の周方向位置とが合致するように配置されている。図 16、図 17 に示す実施形態の変形例として、フランジ部材 1 の外周と支持部材 2 の嵌合部 10 の内周にそれぞれキー溝を形成し、その両キー溝に共通のキー部材を嵌合させるようにしてもよい。また、キー結合のほか、セレーション結合、軸方向対向面での凹凸結合などを採用することもできる。

[0058] また、上記各実施形態では、磁気ターゲット 3 と磁気センサ 4 の相対位置の変化量を高精度に検出するため、磁気ターゲット 3 の磁化方向が磁気ターゲット 3 と磁気センサ 4 の相対変位方向と直交するように磁石を配置したが、図 18 に示すように、磁気ターゲット 3 の磁化方向が磁気ターゲット 3 と磁気センサ 4 の相対変位方向と平行となるように磁気ターゲット 3 を配置し、その磁気ターゲット 3 の近傍に磁気センサ 4 を配置してもよい。

### 符号の説明

[0059]	1	フランジ部材
	2	支持部材
	3	磁気ターゲット
	4	磁気センサ
	7	筒部
	13	永久磁石
	16	位置決めピン
	17	キー溝
	18	キー突起

29 環状突起

30 球面

L 中心軸線

## 請求の範囲

- [請求項1] 軸方向荷重が入力されてたわみを生じるフランジ部材（１）と、そのフランジ部材（１）を支持する支持部材（２）と、磁界を発生する磁気ターゲット（３）と、その磁気ターゲット（３）が発生する磁界を検出する磁気センサ（４）とを有し、前記フランジ部材（１）のたわみにより前記磁気ターゲット（３）と磁気センサ（４）が相対変位するように磁気ターゲット（３）と磁気センサ（４）の一方を前記フランジ部材（１）に固定し、他方を前記支持部材（２）に固定し、前記磁気センサ（４）で検出した磁界に基づいて前記荷重の大きさを検出する磁気式荷重センサ。
- [請求項2] 前記磁気ターゲット（３）が、前記磁気ターゲット（３）と磁気センサ（４）の相対変位方向に対して直交する方向を磁化方向とする複数の永久磁石（１３）を、反対の極性を有する磁極が前記磁気ターゲット（３）と磁気センサ（４）の相対変位方向に並ぶように配置したものであり、その隣り合う磁極の境目の近傍に前記磁気センサ（４）を配置した請求項１に記載の磁気式荷重センサ。
- [請求項3] 前記フランジ部材（１）と支持部材（２）を対向一對の円環板状とし、そのフランジ部材（１）の外径側部分を前記支持部材（２）で支持し、そのフランジ部材（１）と支持部材（２）のうちの一方の部材に、他方の部材の内径面と対向する外径面をもつ筒部（７）を設け、その内径面と外径面のうちの一方に前記磁気ターゲット（３）を固定し、他方に前記磁気センサ（４）を固定した請求項１または２に記載の磁気式荷重センサ。
- [請求項4] 前記フランジ部材（１）と支持部材（２）を対向一對の円環板状とし、そのフランジ部材（１）の内径側部分を前記支持部材（２）で支持し、そのフランジ部材（１）と支持部材（２）のうちの一方の部材に、他方の部材の外径面と対向する内径面をもつ筒部（７）を設け、その内径面と外径面のうちの一方に前記磁気ターゲット（３）を固定

し、他方に前記磁気センサ（４）を固定した請求項１または２に記載の磁気式荷重センサ。

[請求項5] 前記フランジ部材（１）と支持部材（２）の周方向の相対位置を固定する位置決め手段（１６，１７，１８）を設けた請求項１から４のいずれかに記載の磁気式荷重センサ。

[請求項6] 前記支持部材（２）のフランジ部材（１）に対向する側とは反対側の面の内径側部分に、支持部材（２）を支持する環状突起（２９）を設けた請求項３に記載の磁気式荷重センサ。

[請求項7] 前記支持部材（２）のフランジ部材（１）に対向する側とは反対側の面の外径側部分に、支持部材（２）を支持する環状突起を設けた請求項４に記載の磁気式荷重センサ。

[請求項8] 前記フランジ部材（１）の軸方向荷重が入力される部分を、フランジ部材（１）の中心軸線上に中心をもつ球面（３０）とした請求項１から７のいずれかに記載の磁気式荷重センサ。

[請求項9] 複数組の前記磁気ターゲット（３）と磁気センサ（４）を前記フランジ部材（１）の中心軸線を中心とする同一円周上に周方向に等間隔に配置した請求項１から７のいずれかに記載の磁気式荷重センサ。

[請求項10] 前記磁気センサ（４）としてホールＩＣを使用した請求項１から９のいずれかに記載の磁気式荷重センサ。

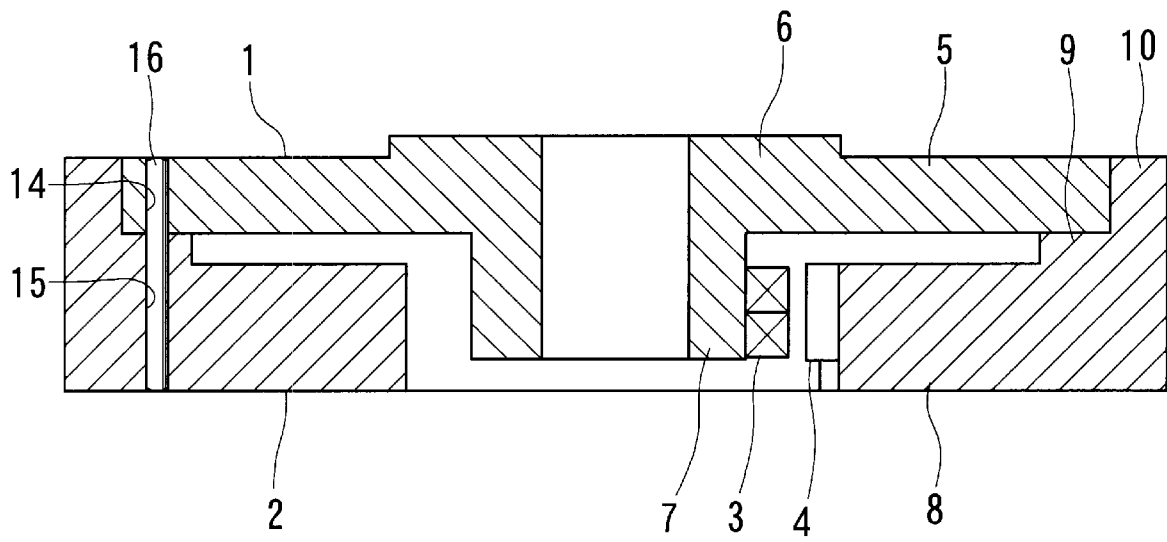
[請求項11] 前記磁気センサ（４）として磁気抵抗素子を使用した請求項１から９のいずれかに記載の磁気式荷重センサ。

[請求項12] 前記磁気センサ（４）として磁気インピーダンス素子を使用した請求項１から９のいずれかに記載の磁気式荷重センサ。

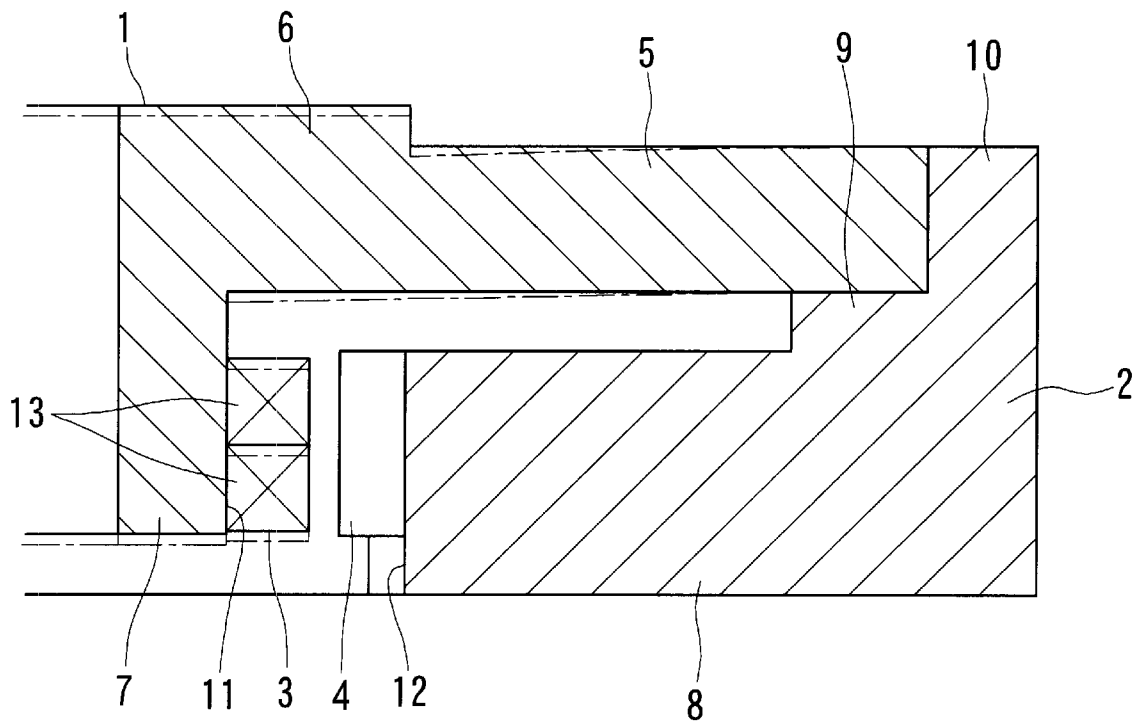
[請求項13] 前記磁気ターゲット（３）にネオジム磁石を使用した請求項１から１２のいずれかに記載の磁気式荷重センサ。

[請求項14] 前記フランジ部材（１）と支持部材（２）とを同一の線膨張係数をもつ材料で形成した請求項１から１３のいずれかに記載の磁気式荷重センサ。

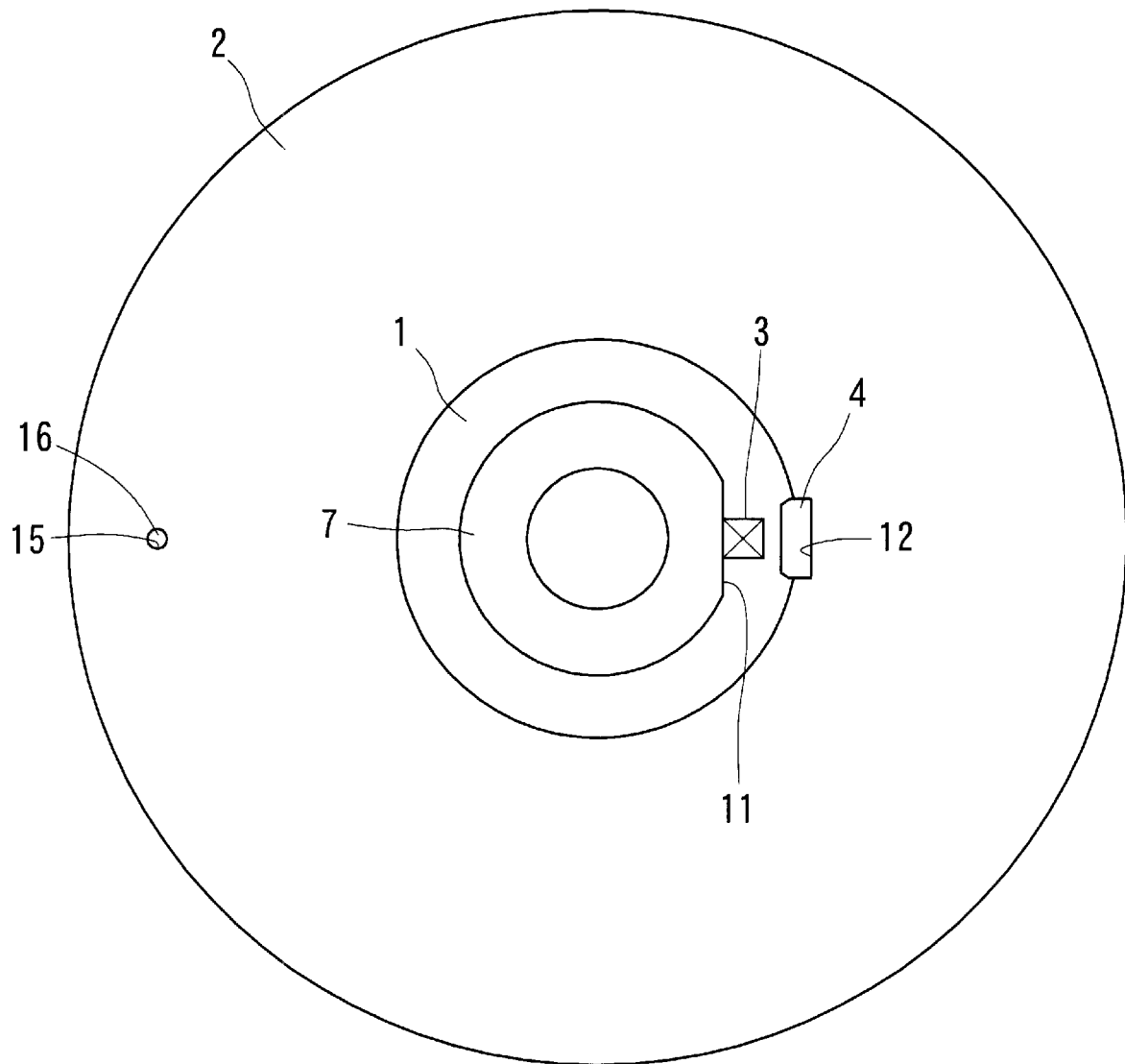
[図1]



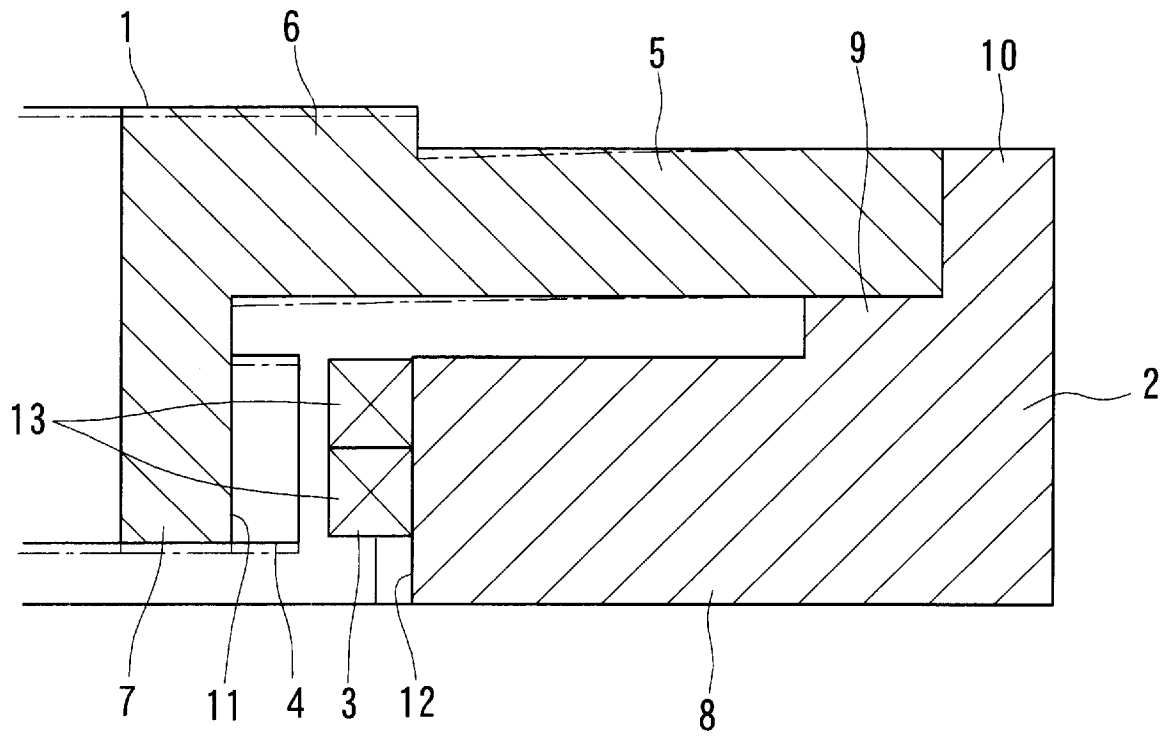
[図2]



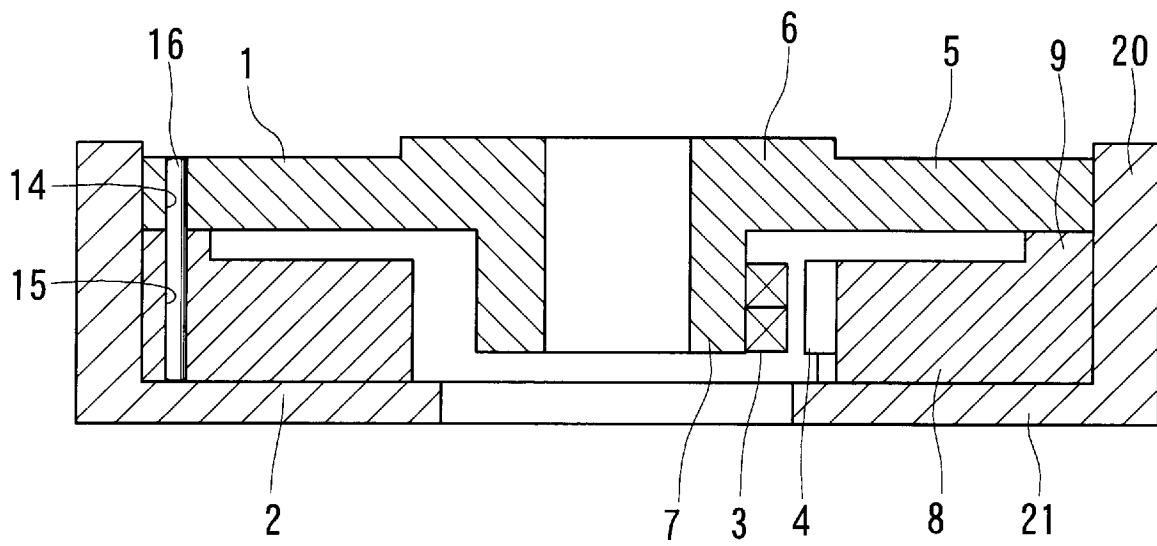
[図3]



[図4]

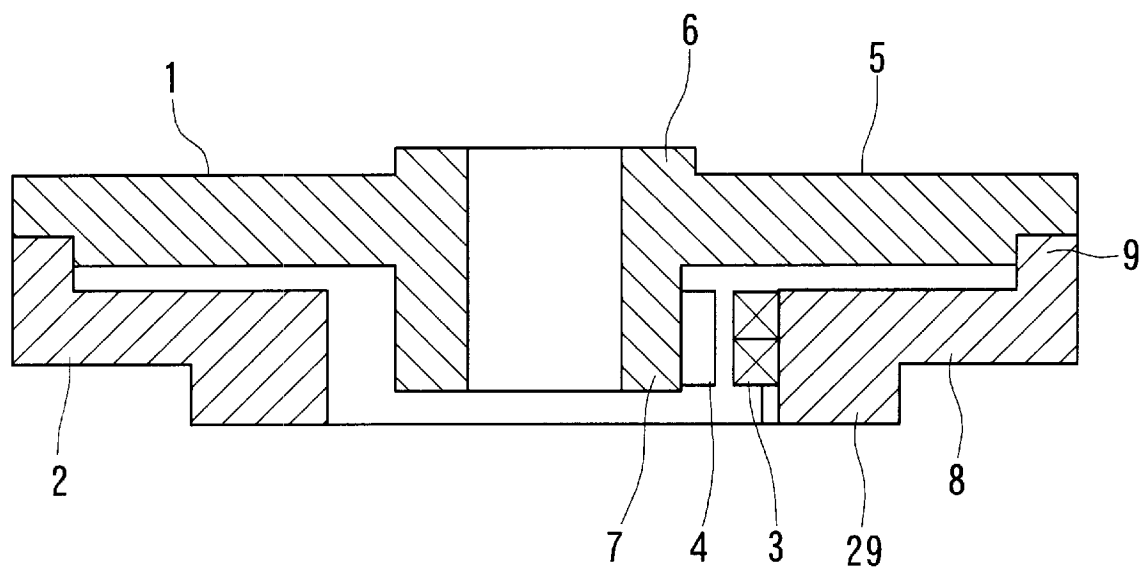


[図5]

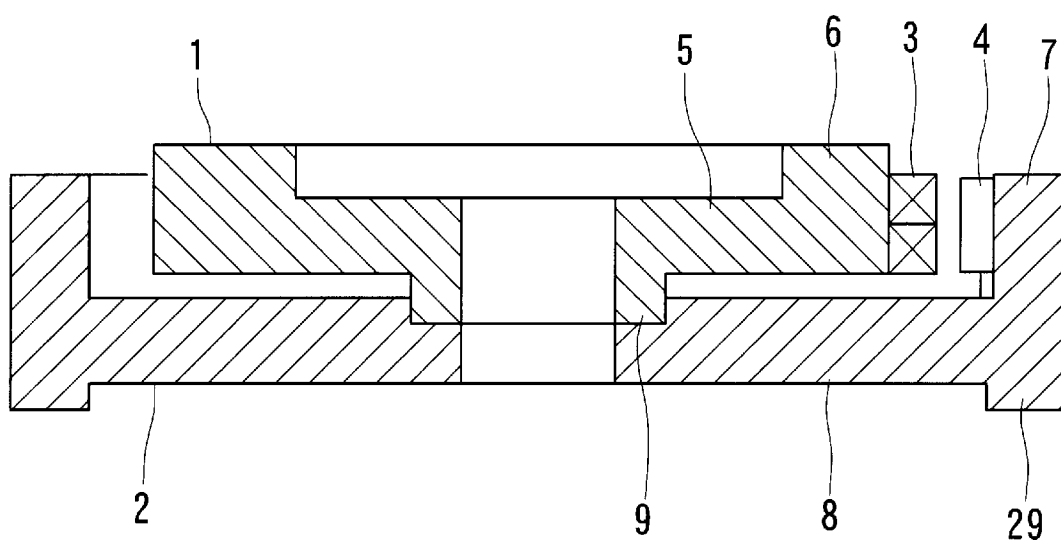




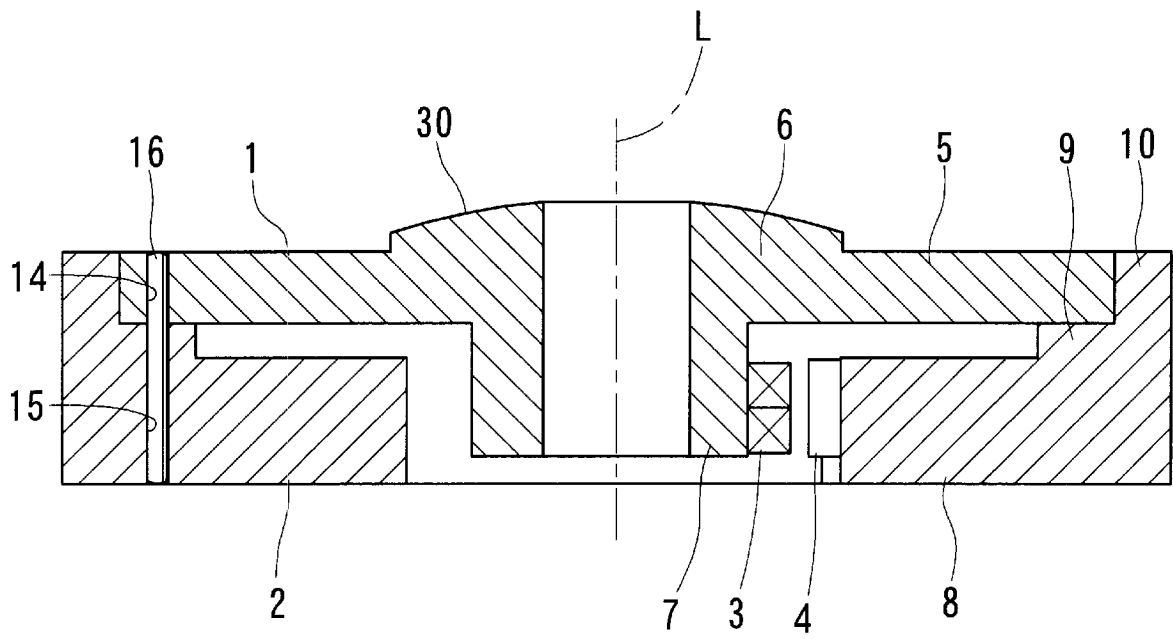
[図8]



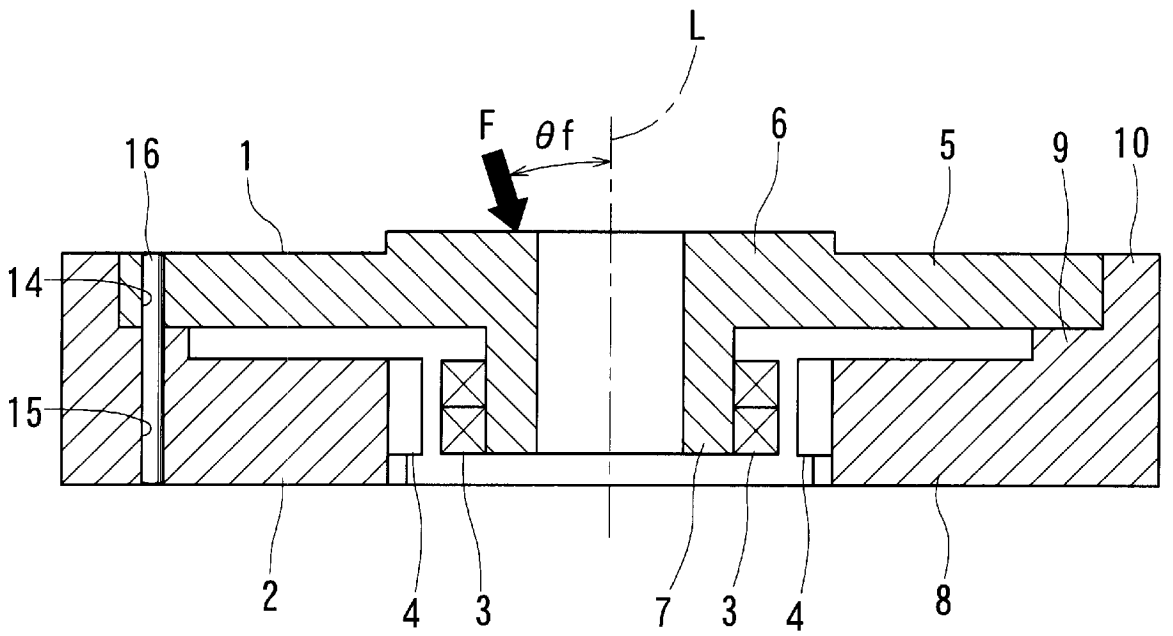
[図9]



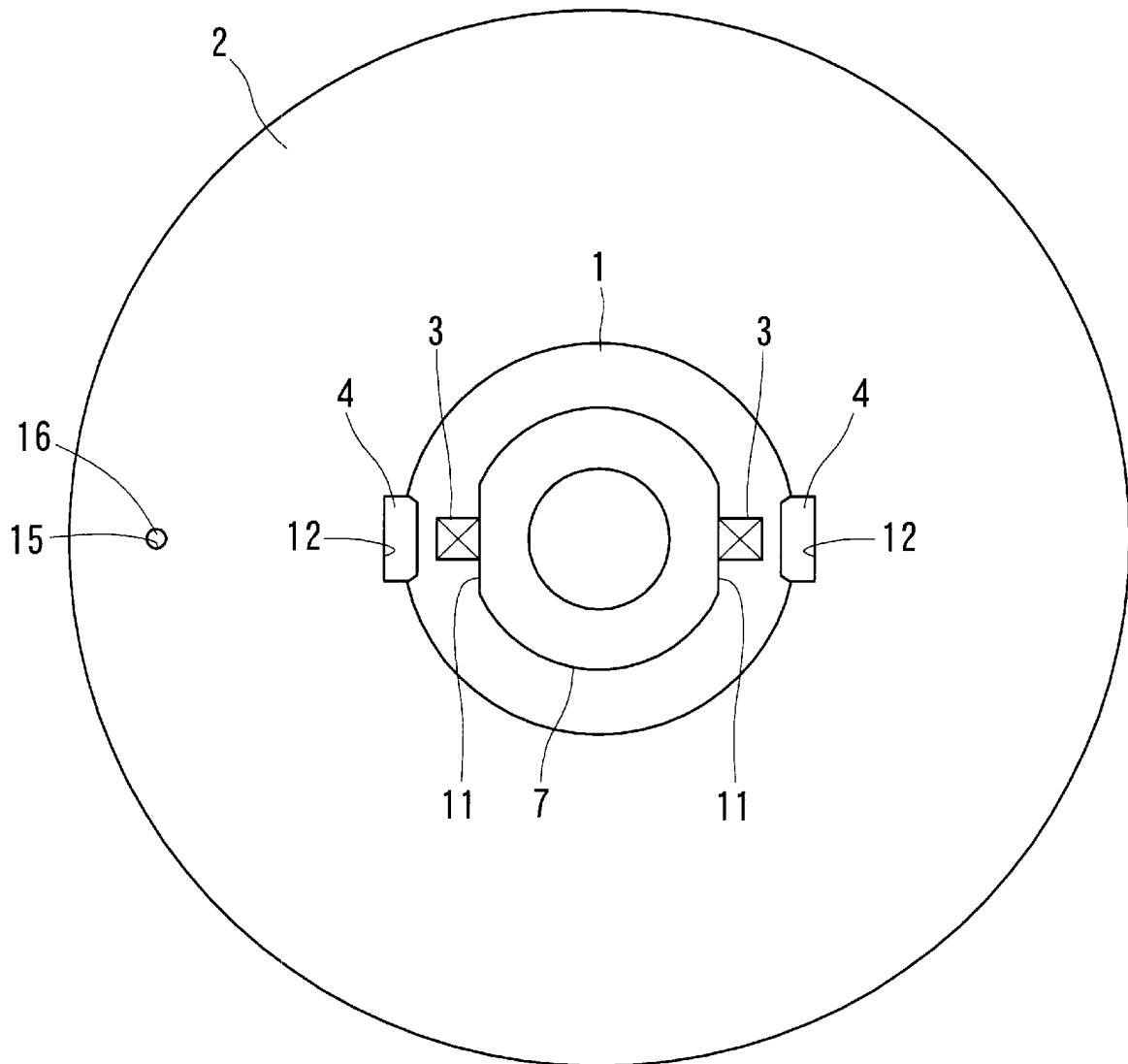
[図10]



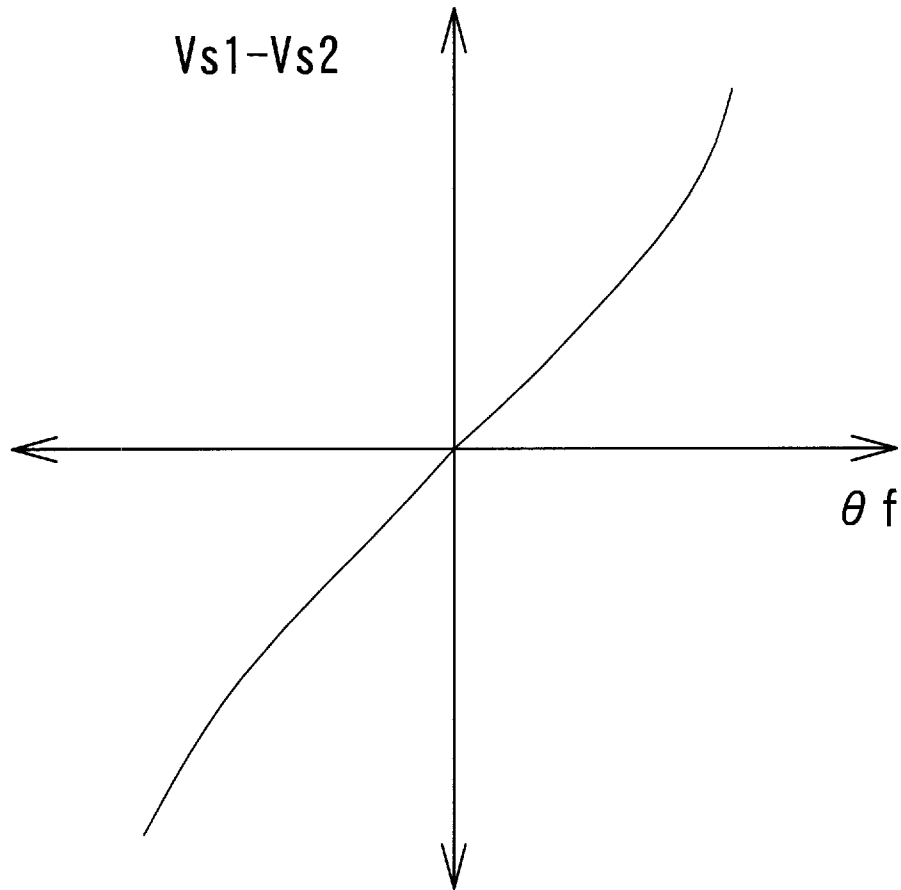
[図11]



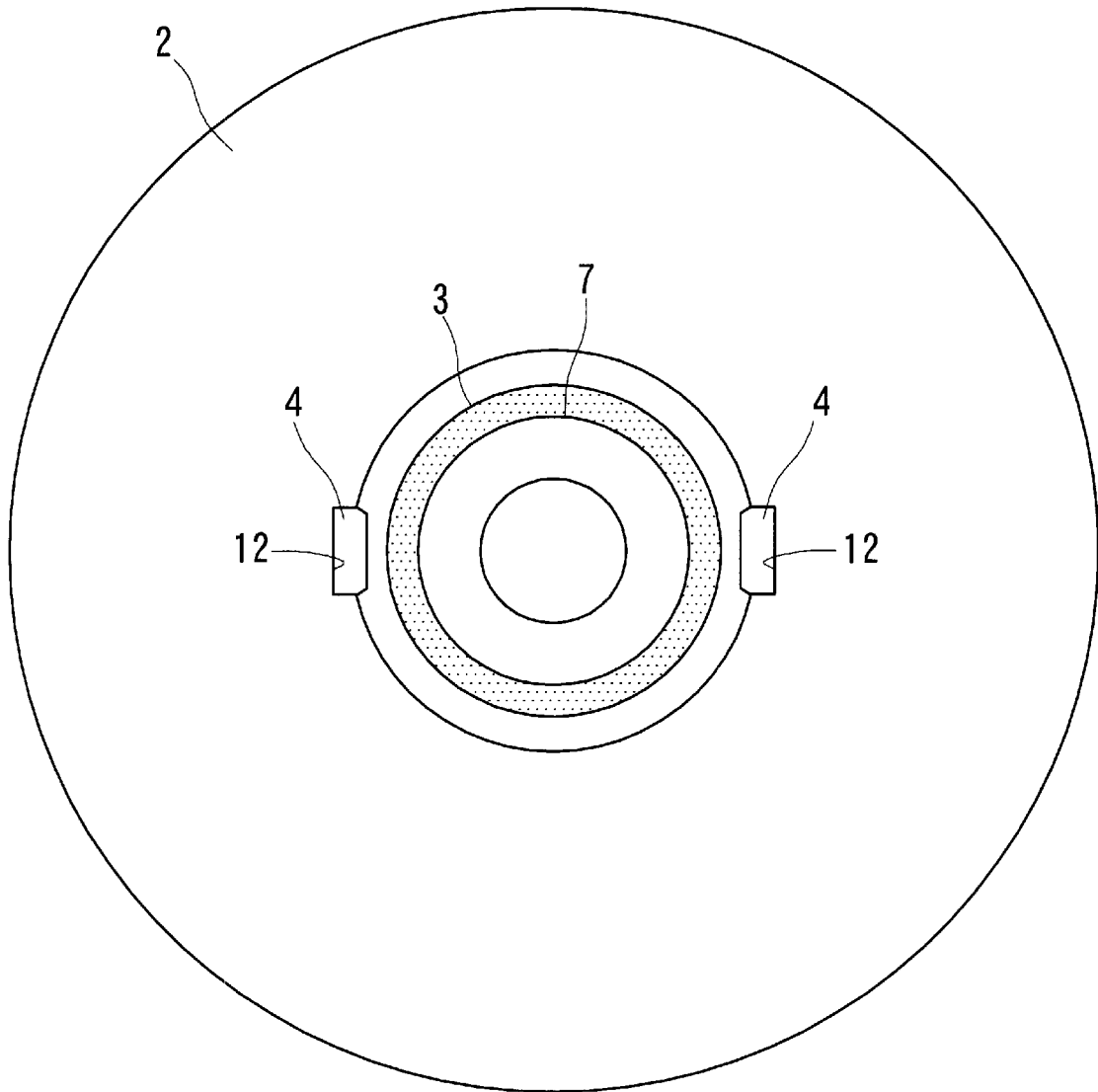
[図12]



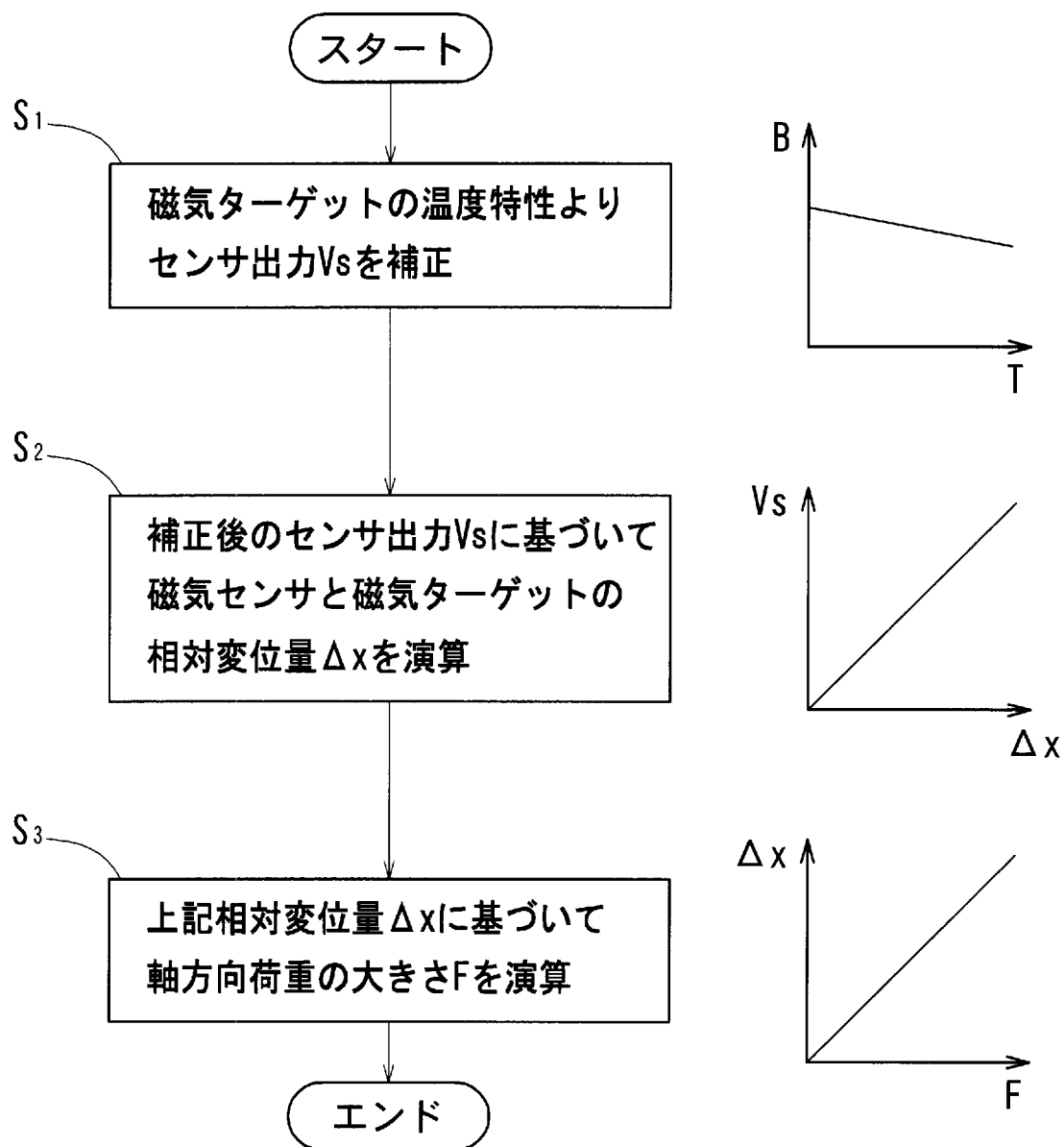
[図13]



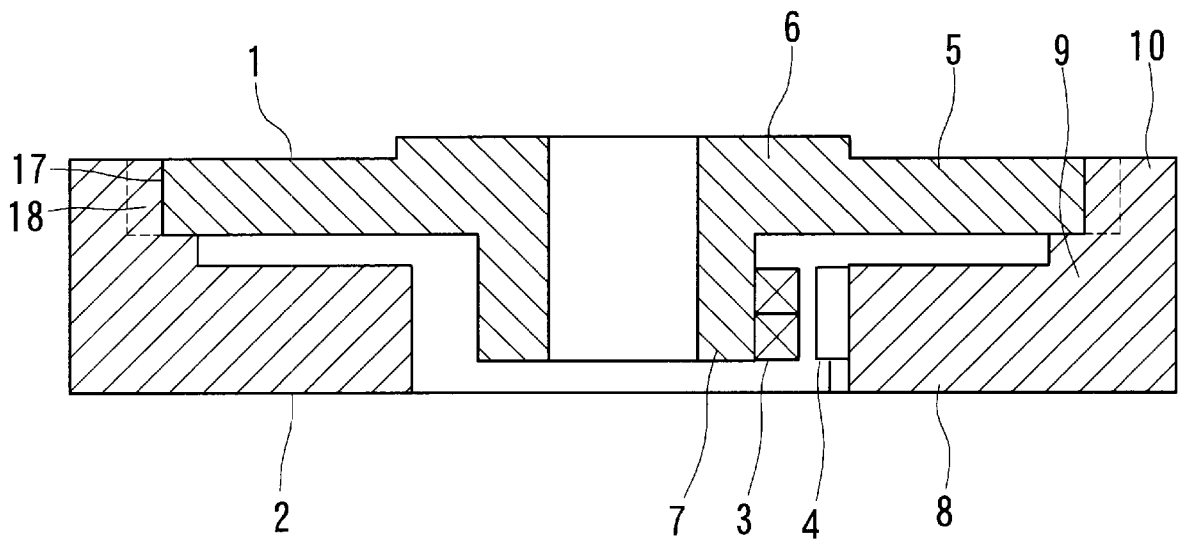
[図14]



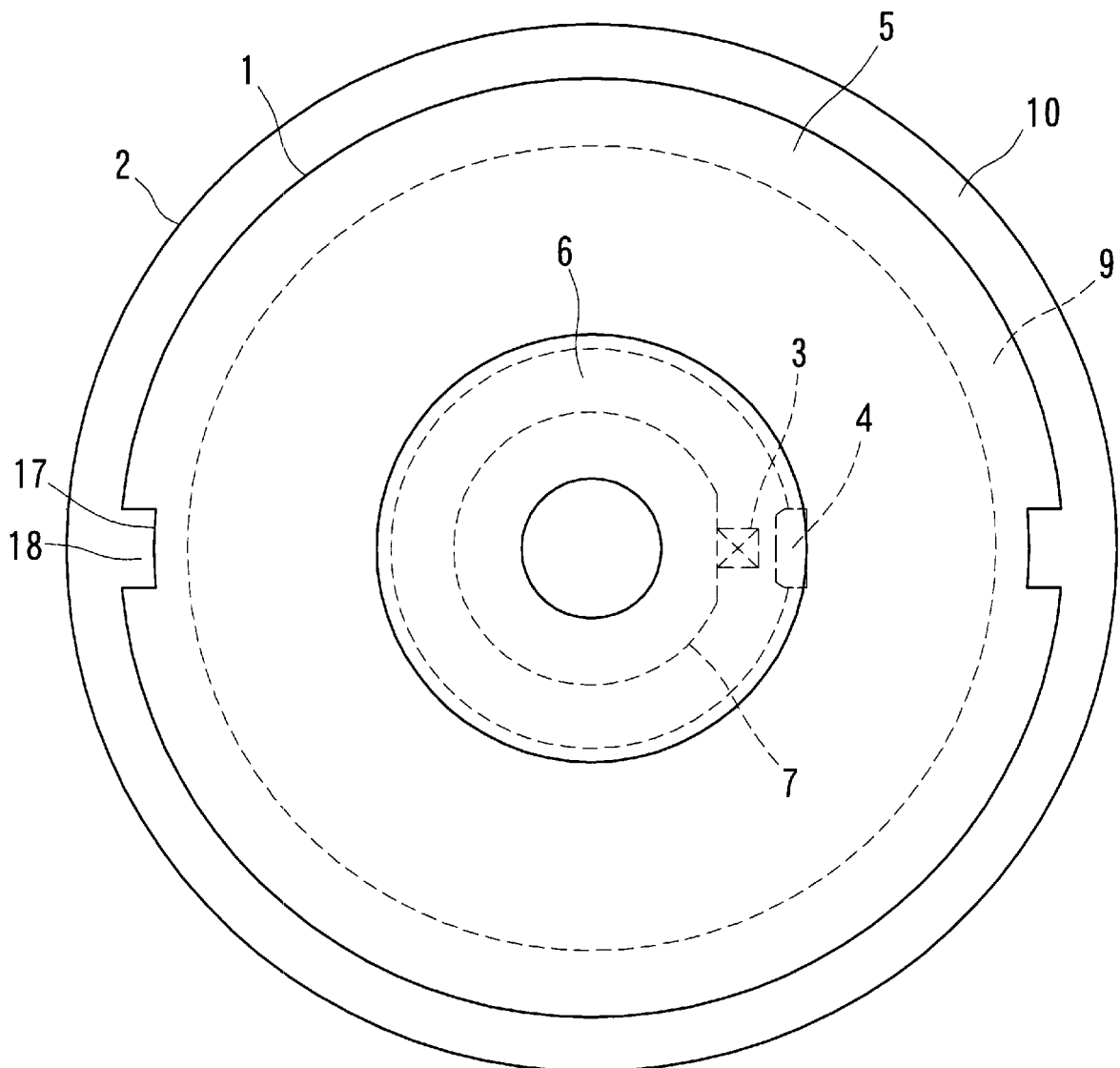
[図15]



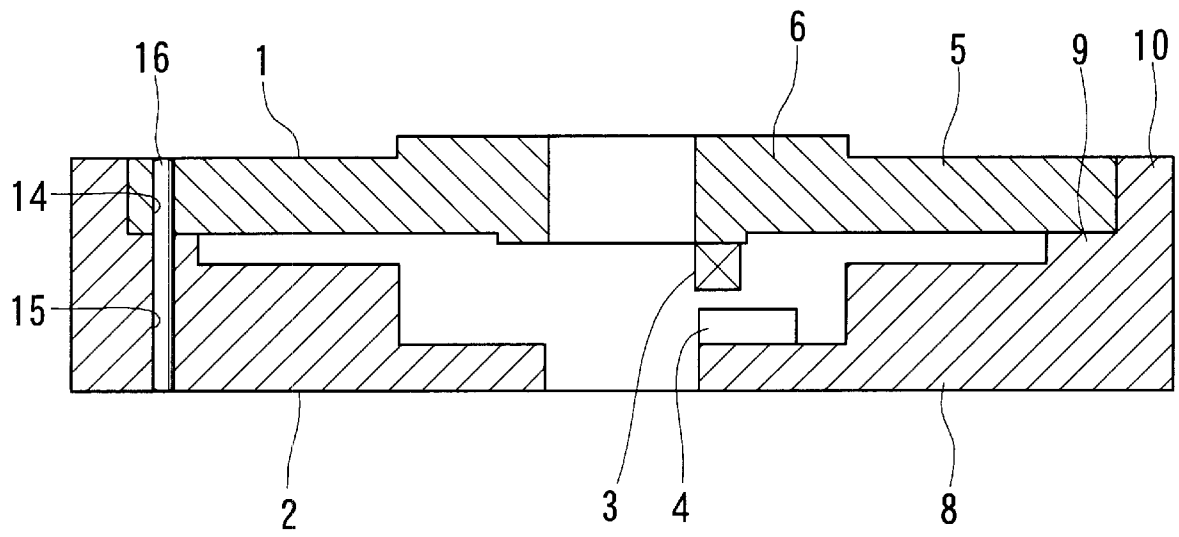
[図16]



[図17]



[図18]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2012/069192

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

G01L1/04(2006.01) i, G01L1/12(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)

G01L1/04, G01L1/12, G01L5/00, G01L5/16, G01B7/14

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

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

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2005-221418 A (TDK Corp.), 18 August 2005 (18.08.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1, 11, 14 2, 5, 8-10, 12, 13 3, 4, 6, 7
Y	JP 58-201041 A (Mitsubishi Electric Corp.), 22 November 1983 (22.11.1983), page 2, upper right column to lower right column; fig. 4 (Family: none)	2, 5, 8-10, 12, 13
Y	JP 11-132874 A (Kawatetsu Advantech Co., Ltd.), 21 May 1999 (21.05.1999), paragraphs [0031] to [0034]; fig. 7 & US 6005199 A	5, 8-10, 12, 13

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  
13 September, 2012 (13.09.12)

Date of mailing of the international search report  
25 September, 2012 (25.09.12)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/069192

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 62-038328 A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 19 February 1987 (19.02.1987), page 2, lower right column; fig. 2 (Family: none)	8, 10, 12, 13
Y A	JP 60-177232 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 11 September 1985 (11.09.1985), entire text; all drawings (Family: none)	9, 10, 12, 13 3, 4, 6, 7
Y	JP 2011-112511 A (Canon Inc.), 09 June 2011 (09.06.2011), paragraph [0015] & WO 2011/065267 A2	10, 12, 13
A	JP 2010-210461 A (Seiko Epson Corp.), 24 September 2010 (24.09.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. G01L1/04(2006.01)i, G01L1/12(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. G01L1/04, G01L1/12, G01L5/00, G01L5/16, G01B7/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの  
 日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2012年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2012年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2012年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 2005-221418 A (TDK株式会社) 2005.08.18, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 11, 14 2, 5, 8-10, 12, 13 3, 4, 6, 7
Y	JP 58-201041 A (三菱電機株式会社) 1983.11.22, 第2ページ右上欄-右下欄, 第4図 (ファミリーなし)	2, 5, 8-10, 12, 13

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 13.09.2012	国際調査報告の発送日 25.09.2012
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 公文代 康祐	2 F	4 7 4 1
	電話番号 03-3581-1101 内線 3216		

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	JP 11-132874 A (川鉄アドバンテック株式会社) 1999.05.21, 段落【0031】 - 【0034】, 図7 & US 6005199 A	5, 8-10, 12, 13
Y	JP 62-038328 A (工業技術院長) 1987.02.19, 第2 ページ右下欄, 第2 図 (ファミリーなし)	8, 10, 12, 13
Y A	JP 60-177232 A (日本電信電話株式会社) 1985.09.11, 全文, 全図 (ファミリーなし)	9, 10, 12, 13 3, 4, 6, 7
Y	JP 2011-112511 A (キヤノン株式会社) 2011.06.09, 段落【0015】 & WO 2011/065267 A2	10, 12, 13
A	JP 2010-210461 A (セイコーエプソン株式会社) 2010.09.24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14