

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2007年6月21日 (21.06.2007)

PCT

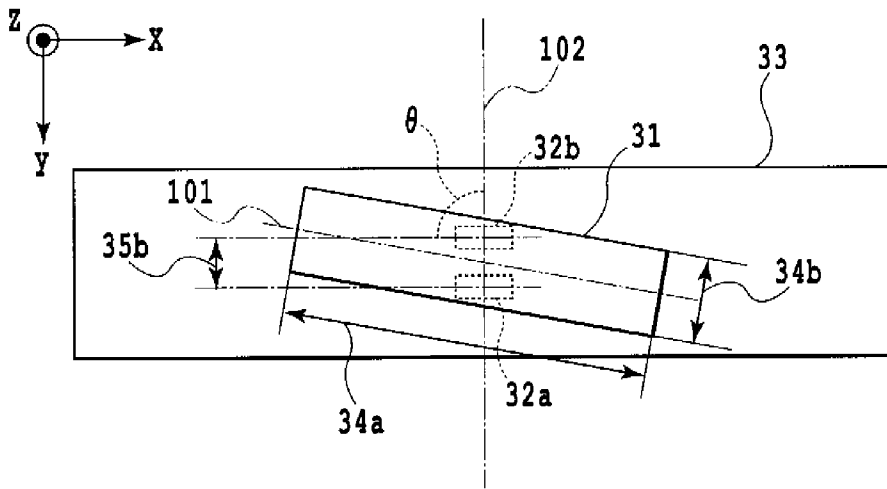
(10) 国際公開番号  
WO 2007/069680 A1

- (51) 国際特許分類:  
G01D 5/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/324926
- (22) 国際出願日: 2006年12月14日 (14.12.2006)
- (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 2005-364090  
2005年12月16日 (16.12.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 旭化成エレクトロニクス株式会社 (ASAHI KASEI EMD CORPORATION) [JP/JP]; 〒1600023 東京都新宿区西新宿一丁目2番7号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 西田 聡佑
- (74) 代理人: 谷 義一 (TANI, Yoshikazu); 〒1070052 東京都港区赤坂2丁目6-20 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[ 続葉有 ]

(54) Title: POSITION DETECTOR

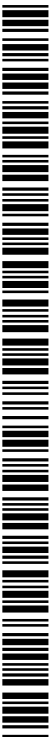
(54) 発明の名称: 位置検出装置



(57) Abstract: A position detector comprising a magnetic flux detection means having at least one set of two Hall sensors arranged on a substrate, and a rectangular parallelepiped magnet arranged movably in a predetermined direction in a plane parallel with the substrate. Two Hall sensors in each set are arranged on the substrate such that the line connecting the centers of magnetosensitive portion of two Hall sensors in each set intersects the moving direction of the rectangular parallelepiped magnet perpendicularly. When the rectangular parallelepiped magnet is projected to an arbitrary plane parallel with the substrate, its quadrangle has a long side and a short side and the long side has a predetermined inclination angle against the line connecting the centers of the magnetosensitive portion of two Hall sensors in each set. The rectangular parallelepiped magnet has one N pole and one S pole magnetized perpendicularly to the substrate on which the Hall sensor is arranged and the magnetosensitive direction of the Hall sensor is perpendicular to the direction of the substrate.

(57) 要約: 基板上に配置された2個を1組としたホールセンサを1組以上有する磁束検出手段と、基板に平行な平面内を所定の方向に移動可能なように配置された直方体磁石とを具える。各組内の2個のホールセンサは、各組

[ 続葉有 ]



WO 2007/069680 A1



(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, LS, MW, 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 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

内の2個のホールセンサの感磁部の中心間を結ぶ直線と直方体磁石の移動方向とのなす角度が直交するように基板上に配置される。直方体磁石は、基板に平行な任意の平面に投影した場合に、その四角形が長辺と短辺を有し、該長辺が、各組内の2個のホールセンサの感磁部の中心間を結ぶ直線に所定の傾斜角をもつ。直方体磁石は、ホールセンサの配置された基板に対して垂直にN極とS極がそれぞれ1極ずつとなるように着磁され、ホールセンサの感磁方向が、基板方向に対して垂直であるようにする。

## 明 細 書

### 位置検出装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、磁石とホールセンサを用いた位置検出装置に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、様々なセンサがあらゆるところで用いられるようになってきている。

例えば、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラ等に用いられる手ブレ補正装置やズームやオートフォーカスのためのレンズ位置検出装置では、瞬時に高精度な位置検出を行う機能を有するセンサが必要となると同時に、近年機器全体の小型化の要求が強いことから、センサ自体の小型化が要求されている。さらには、長寿命化、埃や油(グリース)などの影響を受けにくい特性をもつセンサなど様々な要求がある。

[0003] 上記のような要求をみたすために、センサとして磁気センサを用いた位置検出方法などが知られている。

[0004] 磁気センサとして、例えば、特許文献1等に記載されている方法を変更・修正して行うことができる。すなわち、特許文献1の図3で示されるように、可動部に磁石を内包させ、その移動を複数個の磁気センサを用いて検出する方法である。

[0005] 本願発明者等は、従来から特許文献2等に記載されている位置検出装置を提案してきており、現在、本位置検出機構はデジタルスチルカメラの手ぶれ補正装置のキーパーツとして広く用いられている。

[0006] ここで、複数個の磁気センサを用いて、位置検出を行う原理およびその構成について説明する。

[0007] 図13は、磁気センサとして、ホールセンサ11, 12を用いた位置検出方法を示す。

[0008] 図13において、規定の間隔を隔てて配置された2個のホールセンサ11, 12に対向して配置された永久磁石23の側面方向(矢印方向)への移動による磁束密度の変化に応じて、2個のホールセンサ11, 12のホール出力電圧がそれぞれ変化する。それらホール出力電圧の差分値を、差動信号処理回路により処理することにより、永久磁

石23の位置検出を行うことができる。この位置検出の際、永久磁石23の移動方向は、2個のホールセンサ11, 12を結ぶ直線に平行な状態となっている。

- [0009] また、キャリブレーションの手間を省くため、上記のホール出力電圧の差分値が永久磁石23の側面方向への移動距離に対して線形に変化するように、その永久磁石23のサイズや、ホールセンサ11, 12の間隔や、ホールセンサ11, 12と永久磁石23との間隔を設計するのが一般的である。
- [0010] 本構成は、磁石とホールセンサの相対的移動範囲が数mm以内であれば、良好な特性を有しており、一眼レフデジタルカメラの手ブレ補正装置などでキーパーツとして使用されている。しかし、移動範囲が数mmをこえる領域では、機構全体が大きくなるという問題があり、実用化されていない。
- [0011] さらに、広い温度範囲で高精度に位置検出を行う場合において、特許文献6で示された出力信号処理方法を用いて、ホールセンサや磁石の周囲温度変化による特性の変化を抑えて位置検出を行う場合もある。
- [0012] 狭い範囲での位置検出においては、部品点数を削減するために、特許文献5の図6で示されるような配置で、磁石と1個のホールセンサとを用いて1軸方向の位置検出を行うことも可能である。
- [0013] また、狭い範囲で高い精度が求められる位置検出では、特許文献4のように磁石を2個使って特殊な配置で位置検出を行う場合もある。
- [0014] 広範囲で高い精度が求められる位置検出では、永久磁石の側方移動距離に対して、2個のホールセンサのホール出力電圧の差における線形性を向上するために、特許文献3のように特殊な磁石を用いて位置検出を行う場合もある。
- [0015] 一方、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラのズームやオートフォーカスのためのレンズ位置検出装置で要求されるような10mm程度の広範囲な位置検出を行う際、エンコーダを用いる手法が一般的である。ただし、エンコーダを用いる場合は、センサからの信号を処理するカウンタなどを含む複雑な処理回路が必要になるという問題がある。また、移動装置とエンコーダとが脱調すると、所望の特性が得られないため、あまり高速な移動対象には不向きである。
- [0016] 10mm程度の広範囲な位置検出を行う場合でエンコーダを使わない方法としては

、特許文献7、特許文献8のように磁気抵抗素子を用いる場合がある。このように直方体磁石(または磁性体)を移動方向に対して傾斜させ、移動方向に直交する方向に磁気抵抗素子を配置し、移動体の横方向の移動を縦方向の磁場変化で検出する手段はよく知られている。

- [0017] 特許文献1:特開2002-287891号公報  
特許文献2:WO 02/086694  
特許文献3:特開2005-284169号公報  
特許文献4:特開2004-245765号公報  
特許文献5:特開2002-229090号公報  
特許文献6:特開2004-348173号公報  
特許文献7:特開昭59-159578号公報  
特許文献8:特開平06-229708号公報

#### 発明の開示

- [0018] 近年、非接触式で長寿命であり、埃やチリなどの影響を受けない磁気センサを用いて、広範囲で位置検出を実現したいという要求が増えている。
- [0019] 本願発明者らが提案の特許文献2の位置検出装置の技術を用いれば、手ぶれ補正の位置検出で要求される2~3mmストロークを0.1%程度という高い精度が実現されており、広く利用されているが、カメラのズームやオートフォーカスのためのレンズ位置検出装置で要求されるような、10mm程度の広範囲な位置検出を同様の高い精度で実現できていなかった。
- [0020] さらに、磁気センサとして、特許文献3のような方法を用いて広範囲での位置検出を行う場合、磁石が汎用品ではないことから、磁石の製造が難しく、磁石の形状が一定になりにくいことから磁気特性のばらつきが大きくなることや、入手が困難であるということが問題になる。
- [0021] また、後述する比較例(特許文献1に記載の方法)に記載の方法を用いて広範囲で位置検出を行う場合、上記ホール出力電圧の差分値が永久磁石の側面方向への移動距離に対して線形に変化するように設計すると、磁石のサイズや、2個のホールセンサの間隔、およびホールセンサと磁石との間隔が大きくなり、位置検出装置の小型

化が困難であるという問題があった。デジタルスチルカメラなどの携帯機器では小型化要求が強いため、本構成は実用的ではない。

[0022] また、特許文献4、特許文献5に記載されているような方法は、原理的に広い範囲においてホールセンサの出力が線形になるように磁石を配置するのが難しく、カメラのズームやオートフォーカスのためのレンズ位置検出装置で要求されるような、10mm程度の広範囲な位置検出は不可能であるという問題があった。

[0023] 上記の理由により、現在までのところ、位置検出範囲の0.1%程度という高精度の、磁石を用いた位置検出装置は、磁石の移動距離が数mm以内のものしか実用化されていなかった。

[0024] また、特許文献7に記載されているように、半導体薄膜を用いた磁気抵抗素子を使用する場合は、半導体薄膜を用いた磁気抵抗素子の出力が磁束密度に対して線形に変化するようにバイアス磁石を用いるのが一般的であるが、部品点数が増えてしまい、機構が大きくなってしまうという問題があった。

[0025] また、特許文献8に記載されているような強磁性体薄膜を用いた磁気抵抗素子では磁気飽和を避けなければならないので設計の自由度がないという問題があった。

[0026] また、強磁性体薄膜はヒステリシスをもつため、高い精度で位置検出を行うことができないという問題があった。広範囲を高精度で位置検出する場合、特許文献8に記載されているようにヒステリシスなどの影響を抑えるためのバイアス磁石を用いる方法もあるが、部品点数が増えてしまい、機構が大きくなってしまうという問題があった。また、位置検出用磁石とバイアス磁石の間に吸引・反発の力がかかり、位置制御が複雑になってしまうという問題があった。

[0027] また、強磁性体薄膜を用いた磁気抵抗素子はセンサ面に対して水平方向の磁場を検出するため、最も効率よく磁石のエネルギーを利用できる配置には(磁石の着磁面に対向するようには配置)できず、位置検出に十分な磁場を得るためには磁石を大きくしなければならないという問題があった。

[0028] 上記に記載した様々な理由により、実際に直線変位センサなどに搭載されている磁気抵抗素子を用いた位置検出装置では、デジタルビデオカメラやデジタルビデオカメラ等で用いられる位置検出の要求精度(位置検出範囲に対して1.0%以下)を

満たすことはできず、移動範囲の2.0%程度の精度しか実現できていない。

[0029] そこで、本発明の目的は、ホールセンサを磁気センサとして用い構成部品を汎用品や入手が容易な部品等により構成した場合においても、簡易な回路構成で小型化を実現することができると共に広範囲な距離を高精度に検出することが可能な位置検出装置を提供することにある。

[0030] 本願発明者等は、位置検出範囲に対して0.1%程度と2.0%程度の大きな精度の差に着目し、ホールセンサを用いた場合と磁気抵抗素子を用いた場合の検出系の本質的な違いについて鋭意検討した結果、磁気抵抗素子は面で検出するのに対して、ホールセンサは点で検出する違いであるとの結論を得た。

[0031] 磁気抵抗素子の動作の説明においては、単純化するために可動磁石の磁場を均一磁場として説明するもの等が多くの教科書等でもよく見受けられるが、実際には無限長の磁石を仮想した場合にしか均一磁場は存在せず、必ず面には分布が存在する。半導体磁気抵抗素子の場合、出力は $B^2$ に関わるので必ず平均化誤差が生まれてくる。これは均一磁場を仮想した場合と比べて、出力として数%の差異に達する。強磁性体磁気抵抗素子の場合、出力の非線形性が平均化誤差の原因となるが、感磁部自体が磁気回路となるためにマイクロな分布は一層複雑である。

[0032] 即ち、面内磁場分布の影響は磁気抵抗素子を用いた場合の検出系の新たなパラメータとなっており、このために検出精度を低下させていることに思い至った。

[0033] そこで、磁場分布の影響を受けない点の検出系であるホールセンサを用いて広範囲、高精度の検出系が構成できないかの検討を試みた。

[0034] 上記課題を解決するために、本発明の位置検出装置は、基板上に配置され、感磁方向が、基板方向に対して垂直なホールセンサ2個を1組としたホールセンサ組を1組以上有する磁束検出手段と、前記各組内の2個のホールセンサの感磁部の中心間を結ぶ直線に対して垂直方向に、かつ前記基板に平行な平面内を、移動可能に配置され、前記基板に対して垂直方向にN極とS極が着磁された直方体磁石とを具え、前記直方体磁石は、前記基板に平行な任意の平面に投影した場合に、その四角形が長辺と短辺を有し、前記直方体磁石の長辺が、前記磁束検出手段の各組内の2個のホールセンサの感磁部の中心間を結ぶ直線に所定の傾斜角を有することを

特徴とする。

- [0035] 「各組内の2個のホールセンサの感磁部の中心間を結ぶ直線に対して垂直方向に、かつ前記基板に平行な平面内を、移動可能」とは、ホールセンサの感磁部の中心間を結ぶ直線と磁石の移動方向を示す直線を、前記基板に平行な任意の同一平面上に投影した場合にそれぞれの延長線が垂直に交わることである。
- [0036] また、「前記直方体磁石の長辺が、前記磁束検出手段の各組内の2個のホールセンサの感磁部の中心間を結ぶ直線に所定の傾斜角を有する」とは、直方体磁石の長辺を含む直線と2個のホールセンサの感磁部の中心間を結ぶ直線を、前記基板に平行な任意の同一平面上に投影した場合に、それぞれの延長線が所定の角度を持って交わることである。
- [0037] また、本発明において、ホールセンサ2個を1組としたホールセンサ組を1組以上有する磁束検出手段が、直方体磁石のS極またはN極の表面に対向して配置されていることが好ましい。ここで言う、「ホールセンサ2個を1組としたホールセンサ組を1組以上有する磁束検出手段が、直方体磁石のS極またはN極の表面に対向して配置されている」とは、前記直方体磁石と前記磁束検出手段を構成する複数のホールセンサの感磁部を前記基板に平行な任意の同一平面状に投影した場合に、前記複数のホールセンサのうち少なくとも1つのホールセンサの感磁部の投影部が前記直方体磁石の投影部に含まれるように配置されていることである。
- [0038] 発明者らは、磁気抵抗素子を用いて広範囲で位置検出を行う場合、磁気抵抗素子は一般に感磁部(一般的な半導体磁気抵抗素子の感磁部の大きさ:  $2400 \mu\text{m} \times 2000 \mu\text{m}$ 程度)が大きく、ホールセンサと比較して広い範囲の磁場を検出するので、感磁部面内での磁場分布(感磁面内で磁場が均一ではない)により精度に影響がでるといふ観点から、鋭意検討した結果、感磁部が磁気抵抗素子よりも著しく小さく、限りなく点に近い範囲の磁場の検出が可能である(感磁部面内の磁場分布の影響をほとんど受けない)ホールセンサ(ホールセンサの感磁部の大きさ:  $100 \mu\text{m} \times 100 \mu\text{m}$ 程度)を用いる事により、従来の磁気抵抗素子を用いた位置検出装置よりも、著しく高精度な位置検出装置を提供することを可能とした。
- [0039] 前記直方体磁石の移動方向を含む平面における前記直方体磁石の短辺と長辺と

の長さの比が、短辺の長さ1に対し、長辺の長さが3.5乃至8.0であることを特徴とする。

[0040] さらに、前記磁束検出手段の各組内の2個のホールセンサの感磁部の中心間を結ぶ線分の長さが1.0mm以下であって、前記直方体磁石の長辺方向が前記磁束検出手段の各組内の2個のホールセンサの感磁部の中心間を結ぶ直線に対してもつ所定の傾斜角が67.0度乃至89.3度であることを特徴とする。

[0041] さらに、前記直方体磁石が移動可能な移動範囲の1%以下の精度で前記直方体磁石の位置を検出可能であることを特徴とする。

[0042] さらに、前記磁束検出手段の各組内の2個のホールセンサの出力電圧の差と、前記磁束検出手段の各組内の2個のホールセンサの出力電圧の和との比を用いて前記直方体磁石の位置を算出することを特徴とする。

[0043] さらに、前記ホールセンサは、磁気増幅を行うための磁性体チップを有していないホールセンサであることを特徴とする。

[0044] さらに、前記ホールセンサが、GaAs、InAs、InSbなどのIII-V族化合物半導体を含むホールセンサであることを特徴とする。

[0045] 前記ホールセンサは、Si、GeなどのIV族半導体を含むホールセンサであることを特徴とする。

[0046] さらに、前記磁束検出手段は、前記基板上に配置された前記各組のホールセンサが、1つのパッケージに一体に封入されたことを特徴とする。

[0047] 本発明によれば、感磁部内での磁場の不均一による検出精度への影響を抑えることができ、磁石や磁束検出手段等の構成部品を汎用品や入手が容易な部品等により構成した場合においても、簡易な回路構成で小型化を実現することができると共に、従来不可能であった10mm程度の広範囲な距離を1%以下の高精度で検出することが可能な位置検出装置を実現できた。

#### 図面の簡単な説明

[0048] [図1A]図1Aは、本発明の第1の実施の形態である、位置検出装置の概略構成を示す断面図である。

[図1B]図1Bは、本発明の第1の実施の形態である、位置検出装置の概略構成を示

す上面図である。

[図2]図2は、図1の位置検出装置の検出回路の構成を示す構成図である。

[図3A]図3Aは、本発明に適応可能な磁石形状の例を示す直方体磁石の説明図である。

[図3B]図3Bは、本発明に適応可能な磁石形状の例を示す四角柱磁石の説明図である。

[図3C]図3Cは、本発明に適応可能な磁石形状の例を示す三角柱磁石の説明図である。

[図3D]図3Dは、本発明に適応可能な磁石形状の例を示す三角錐磁石の説明図である。

[図3E]図3Eは、本発明に適応可能な磁石形状の例を示す四角錐磁石の説明図である。

[図3F]図3Fは、本発明に適応可能な磁石形状の例を示す楕円柱磁石の説明図である。

[図4A]図4Aは、磁石の移動距離に対する、第1のホールセンサ32aの位置での磁束密度変化を示す説明図である。

[図4B]図4Bは、磁石の移動距離に対する、第2のホールセンサ32bの位置での磁束密度変化を示す説明図である。

[図4C]図4Cは、磁石の移動距離に対する、第2のホールセンサ32bの位置での磁束密度から第1のホールセンサ32aの位置での磁束密度をひいた差磁束密度の変化を示す説明図である。

[図5A]図5Aは、図1の位置検出装置を用いてパラメータの最適値にした場合において、直方体磁石の移動距離に対する、ホールセンサ間の出力電圧の差分値を出力電圧の和で割った値(出力電圧の差と和の比)を磁気シミュレーションから求めた結果を示す説明図である。

[図5B]図5Bは、図1の位置検出装置を用いてパラメータの最適値にした場合において、直方体磁石の移動距離に対する、ホールセンサ間の出力電圧の差分値を出力電圧の和で割った値(出力電圧の差と和の比)を磁気シミュレーションから求めた結

果を示す、図5Aの拡大図である。

[図6]図6は、理想直線と、図5Aに示した磁気シミュレーション結果のズレとから換算した、直方体磁石の移動距離に対する、位置検出誤差を示す説明図である。

[図7A]図7Aは、比較例として従来の磁石とホールセンサを用いた位置検出装置の概略構成を示す断面図である。

[図7B]図7Bは、比較例として従来の磁石とホールセンサを用いた位置検出装置の概略構成を示す上面図である。

[図8A]図8Aは、図1Aの位置検出装置の構成の比較用としての位置検出装置の概略構成を示す断面図である。

[図8B]図8Bは、図1Bの位置検出装置の構成の比較用としての位置検出装置の概略構成を示す上面図である。

[図9A]図9Aは、図7Aの従来の位置検出装置の構成を比較用の等倍図として示す断面図である。

[図9B]図9Bは、図7Bの従来の位置検出装置の構成を比較用の等倍図として示す上面図である。

[図10A]図10Aは、本発明の第2の実施の形態である、位置検出装置の概略構成を示す断面図である。

[図10B]図10Bは、本発明の第2の実施の形態である、位置検出装置の概略構成を示す上面図である。

[図11]図11は、図10A、図10Bの位置検出装置の検出回路の構成を示す構成図である。

[図12]図12は、本発明の第3の実施の形態である、位置検出を行いたい範囲を1mmピッチで変化させたときの、直方体磁石の長辺方向の長さの変化の度合を示す説明図である。

[図13]図13は、従来のホールセンサを用いた従来の位置検出方法を示す説明図である。

発明を実施するための最良の形態

[0049] 以下、図面を参照して、本発明の実施の形態を詳細に説明する。

## [第1の例]

本発明の第1の実施の形態を、図1～図9に基づいて説明する。

[0050] 本発明に係る位置検出装置は、種々な形状の磁石と、種々なホールセンサとを用いて構成できる。

## &lt;構成&gt;

図1A、図1Bは、位置検出装置30の概略構成を示す。

[0051] 31は、N極S極をそれぞれ1極ずつ着磁した直方体磁石(磁束発生手段)である。

[0052] 32a、32bは、2個を1組としたホールセンサ(磁束検出手段)である。

[0053] 33は、ホールセンサ32a(第1のホールセンサ)、ホールセンサ32b(第2のホールセンサ)を実装した基板である。

[0054] 直方体磁石31は、ホールセンサ32a、32bを実装した基板33に対して、垂直に着磁された構成となっている。

[0055] 直方体磁石31は、基板33と対向する1平面100内で、x方向に沿って移動可能に配置されている。

[0056] この場合、1組のホールセンサとして構成された、ホールセンサ32aの感磁部の中心と、ホールセンサ32bの感磁部の中心とを結ぶ直線の方角をY方向とし、このY方向に直交する方向をX方向とする。また、ホールセンサ32a、32bは、直方体磁石31の面と対向した位置に配置されている。

[0057] 34aは、直方体磁石31の長辺方向Xの長さ、34bは直方体磁石31の短辺方向Yの長さ、34cは直方体磁石の厚み方向Zの長さ(磁石の着磁方向の長さ)である。

[0058] 35aは、直方体磁石31のホールセンサ32a、32bの基板33に対向する平面100から、ホールセンサ32a、32bの感磁部の中心までの距離である。

[0059] 35bは、ホールセンサ32aの感磁部の中心と、ホールセンサ32bの感磁部の中心とを結ぶ距離である。

[0060] 図2は、位置検出装置30の回路構成例を示す。

[0061] 位置検出装置30は、2個のホールセンサ32a、32bの駆動・処理回路を備えている。

[0062] 第1のホールセンサ32aは、正極入力端子Aと、正極出力端子Bと、負極入力端子

Cと、負極出力端子Dとからなる。また、第2のホールセンサ32bは、正極入力端子Eと、正極出力端子Fと、負極入力端子Gと、負極出力端子Hとからなる。

[0063] 第1のホールセンサ32aの正極入力端子Aと、第2のホールセンサ32bの正極入力端子Eとを接続し、第1のホールセンサ32aの負極入力端子Cと、第2のホールセンサ32bの負極入力端子Gとを接続して駆動回路の入力端子とする。

[0064] 第1のホールセンサ32aの正極出力端子Bと負極出力端子Dは、差動信号処理回路21の第1の差動増幅器21aに接続され、第2のホールセンサ32bの正極出力端子Fと負極出力端子Hは、差動信号処理回路21の第2の差動増幅器21bに接続される。第1の差動増幅器21aの出力端子と第2の差動増幅器21bの出力端子とは、第3の差動増幅器21cの入力端子に接続される。

[0065] このような駆動・処理回路によって、第1のホールセンサ32aのホール出力電圧Vaと第2のホールセンサ32bのホール出力電圧Vbの差分値( $V_a - V_b$ )である出力値Vcが、第3の差動増幅器21cの出力端子から出力される。その第3の差動増幅器21cの出力端子の出力値は、直方体磁石31の位置に対応したものになる。

[0066] 本構成では、第1のホールセンサ32aと第2のホールセンサ32bの入力端子を並列に接続しているが、これは特に並列接続に限定されるものではない。また、差動増幅器21a~21cについても、より高精度な計装アンプを用いてもよいことは言うまでもない。

<角度 $\theta$ >

角度 $\theta$ は、直方体磁石31の短辺を垂直に2等分する直線101と、2個のホールセンサ32a, 32bの感磁部の中心間を結ぶ直線102とがなす角度で、90度未満の角度と定義する。

[0067] 本例では、直方体磁石31は、X軸方向にのみ移動する。ここで、X軸方向への移動とは、直方体磁石31の長手方向がY軸方向に対して角度 $\theta$ をもったまま、X軸方向に平行な方向への移動することを意味する。

[0068] 直方体磁石31の移動方向に対して垂直な直線上(Y軸上)に第1のホールセンサ32aと第2のホールセンサ32bとを配置する。また、直方体磁石31の短辺を垂直に2等分する直線101と、2個のホールセンサ32a, 32bの感磁部の中心間を結ぶ直線10

2とのなす角度 $\theta$ が、直角又は水平を除く角度となるように配置する。

[0069] このとき、位置検出を行いたい範囲で必要とされる分解能を得ることができる線形性を、直方体磁石31の移動距離に対応して、ホールセンサ32aとホールセンサ32bとのホール出力電圧の差分値が持つように、直方体磁石31の長辺方向Xの長さ34a、直方体磁石31の短辺方向Yの長さ34b、直方体磁石31の厚み方向Zの長さ(磁石の着磁方向の長さ)34c、直方体磁石31のホールセンサ32a、32bが配置された基板33に対向する平面100からホールセンサ32a、32bの感磁部の中心までの距離35a、ホールセンサ32aの感磁部の中心とホールセンサ32bの感磁部の中心との距離35b、直方体磁石31の短辺を垂直に2等分する直線101と2個のホールセンサ32a、32bの感磁部の中心を結ぶ直線102とがなす角度 $\theta$ 、の各値を最適な値に設定する。

[0070] 以上より、位置検出装置30を構成する部品として汎用品を用いた場合においても、従来の位置検出装置に比べて、簡易な回路構成で小型化を実現することができると共に、広範囲な距離を高精度に検出することが可能となる。なお、具体的な上記パラメータの最適値については、後述する例の中で説明する。

[0071] また、位置検出装置30の構成部品として、上記以外の以下の構成としてもよい。

[0072] 図3A～図3Fは、直方体磁石の変形例を示す。

[0073] 磁石として、直方体(立方体)60、四角柱61、三角柱62のような多角柱や、三角錐63、四角錐64のような多角錐や、円柱(楕円柱)65など様々な形状の磁石が適応可能である。

[0074] ホールセンサとしては、磁気増幅を行うための磁性体チップを用いていないホールセンサ、GaAs、InAs、InSbなどのIII-V族化合物半導体からなるホールセンサ、又は、Si、GeなどのIV族半導体からなるホールセンサを用いることができる。当然、前記材料を複数個組み合わせたものでも構わない。

[0075] ホールセンサは、1つのパッケージに一体に封入して構成することができる。

<実施例>

位置検出装置30の実施例について説明する。

[0076] 広い温度範囲において、分解能30 $\mu$ mで8mm( $\pm$ 4mm)の範囲を位置検出する

場合について示す。図1における各構成部品のパラメータの最適値の設計例を説明する。

- [0077] 直方体磁石31の長辺方向Xの長さ $34a = 9.7\text{mm}$ 、直方体磁石31の短辺方向Yの長さ $34b = 1.4\text{mm}$ 、直方体磁石31の厚み方向Zの長さ(磁石の着磁方向の長さ) $34c = 1.0\text{mm}$ とする。
- [0078] また、直方体磁石3のホールセンサ32a, 32bに対向する平面100からホールセンサ32a, 32bの感磁部の中心までの距離 $35a = 1.4\text{mm}$ 、ホールセンサ32aの感磁部の中心とホールセンサ32bの感磁部の中心との距離 $35b = 0.8\text{mm}$ 、直方体磁石31の短辺を垂直に2等分する直線101と2個のホールセンサ32a, 32bの感磁部の中心を結ぶ直線102とがなす角度 $\theta = 86^\circ$ とする。
- [0079] 上記設計の際、ホールセンサ32a, 32bをばらばらに実装基板に搭載するよりも、ホールセンサ32a, 32bを1つのパッケージ内に搭載する方が、ホールセンサ32a, 32bの配置誤差が小さくなり、位置検出装置の高精度化に貢献できる。また、例えば、Si基板上に各組全てのホールセンサ32a, 32bを設けることも可能である。
- [0080] 従って、ホールセンサ32aとホールセンサ32bとを、1つのパッケージ内に封入することが望ましい。
- [0081] 図4A－図4Cは、直方体磁石31の移動距離に対する磁束密度の変化を示す。
- [0082] 図4Aは、磁石の移動距離に対する第1のホールセンサ32aの位置での磁束密度変化70を示す。図4Bは、磁石の移動距離に対する第2のホールセンサ32bの位置での磁束密度変化71を示す。図4Cは、磁石の移動距離に対する、第2のホールセンサ32bの位置での磁束密度から第1のホールセンサ32aの位置での磁束密度を引いた差磁束密度の変化72を示す。
- [0083] これにより、磁石の移動に対して第2のホールセンサ32bの位置での磁束密度から第1のホールセンサ32aの位置での磁束密度を引いた差磁束密度が線形に近い曲線に変化することが分かる。
- [0084] ホールセンサの出力電圧は磁束密度の大きさに比例するので、第1のホールセンサ32aの出力電圧 $V_a$ と、第2のホールセンサ32bの出力電圧 $V_b$ との差分値は、磁石の移動距離に対して線形に近い出力特性を持つことになる。

- [0085] 図5A、図5Bは、上記パラメータの最適値において、直方体磁石31の移動に対する、ホールセンサ32aの出力電圧 $V_a$ と、ホールセンサ32bの出力電圧 $V_b$ との差分値( $V_a - V_b$ )を、出力電圧の和( $V_a + V_b$ )で割った値(出力電圧の差と和の比)を、磁気シミュレーションから求めた結果を示す。図5Bは、図5Aの領域80を拡大した図である。81は、理想直線である。
- [0086] 磁気シミュレーションの前提として、2個のホールセンサ32a、32bの感度を2.4mV/mT(一般的なホールセンサの感度)、直方体磁石13の残留磁束密度 $B_r$ を1200mT(一般的なネオジム焼結磁石の値)として行った。
- [0087] 図5A、図5Bに示した磁気シミュレーション結果より、本発明の位置検出装置30を用いることにより、直方体磁石31の移動に対する、ホールセンサ32aの出力電圧 $V_a$ と、ホールセンサ32bの出力電圧 $V_b$ との差分値を、該出力電圧の和で割った値(出力電圧の差と和の比)が高い線形性を持ち、理想の直線とよく一致することが分かる。
- [0088] ここで、図5Aに記載した理想直線81は、直方体磁石31の移動距離が+4mmにおける2個のホールセンサ32a、32bの出力電圧の差分値( $V_a - V_b$ )を、出力電圧の和( $V_a + V_b$ )で割った値(出力電圧の差と和の比)と、該直方体磁石31の移動距離が-4mmにおける2個のホールセンサ32a、32bの出力電圧の差分値( $V_a - V_b$ )を、出力電圧の和( $V_a + V_b$ )で割った値(出力電圧の差と和の比)とを結んだ直線である。
- [0089] 図5Bより、第1のホールセンサ32aの出力電圧 $V_a$ と、第2のホールセンサ32bの出力電圧 $V_b$ との差分値( $V_a - V_b$ )を、出力電圧の和( $V_a + V_b$ )で割った値(出力電圧の差と和の比)は、少しではあるが理想直線からズレているのが分かる。
- [0090] 一般的には、この理想直線上の値を用いて位置検出を行うため、第1のホールセンサ32aの出力電圧 $V_a$ と、第2のホールセンサ32bの出力電圧 $V_b$ との差分値( $V_a - V_b$ )を、出力電圧の和( $V_a + V_b$ )で割った値(出力電圧の差と和の比)の理想直線81からのズレが大きければ、位置検出誤差が大きくなる。
- [0091] 図6は、直方体磁石31の移動距離が+4mmにおける2個のホールセンサ32a、32bの出力電圧の差を和で割った値(出力電圧の差と和の比)と、該直方体磁石31の

移動距離が $-4\text{mm}$ における2個のホールセンサ32a, 32bの出力電圧の差分値を和で割った値(出力電圧の差と和の比)を結んだ直線を理想直線81として、該理想直線81と図5A、図5Bに示したシミュレーション結果のズレから換算した位置検出における誤差を示した図である。

[0092] 図6に示す結果より、位置検出誤差は最大でも $20\mu\text{m}$ 程度であり、分解能は全ストローク $8\text{mm}$ に対して $0.375\%$ と高精度な位置検出を達成していることが分かる。

[0093] 当然、図5A、図5Bで示したシミュレーション結果から最小2乗法で求めた直線を理想直線81としてもかまわない。最小2乗法で求めた直線を理想直線81とすると、さらに位置検出誤差は小さくなり、分解能は高くなる。

[0094] このように、本発明の位置検出装置30を用いることにより、以下の比較例で説明する位置検出装置と比較して、小型な位置検出装置を実現できる。

#### <比較例>

比較例として、従来の方法を用いて、上記例と同様に、広い温度範囲において、分解能 $30\mu\text{m}$ で $8\text{mm}(\pm 4\text{mm})$ の範囲を位置検出する場合について説明する。

[0095] 図7A、図7Bは、従来の磁石とホールセンサとを用いた位置検出装置の概略構成を示す。

[0096] 41は、ホールセンサに対向する平面200に垂直に着磁された直方体磁石である。42a, 42bは、ホールセンサである。43は、ホールセンサ42a, 42bを実装している基板である。44aは直方体磁石41の長辺方向Xの長さ、44bは直方体磁石41の短辺方向Yの長さ、44cは直方体磁石41の厚み方向Zの長さ(磁石の着磁方向の長さ)である。45aは、直方体磁石41のホールセンサ42a, 42bに対向する平面200からホールセンサ42a, 42bの感磁部の中心までの距離、45bはホールセンサ42aの感磁部の中心とホールセンサ42bの感磁部の中心との距離を示す。

[0097] この比較例では、直方体磁石41は図中に示すX軸方向にのみ移動する。また、直方体磁石41の移動方向に対して水平な平面上にホールセンサ42aとホールセンサ42bを配置する。

[0098] このとき、前述した図1の例と同等の位置検出を行うには、直方体磁石41の長辺方向Xの長さ $44a = 15.2\text{mm}$ 、直方体磁石41の短辺方向Yの長さ $44b = 15.0\text{mm}$ 、

直方体磁石41の厚み方向Zの長さ(磁石の着磁方向の長さ)44c=4.3mm、直方体磁石41のホールセンサに対向する面からホールセンサの感磁部までの距離45a=6.0mm、ホールセンサ42aの感磁部の中心とホールセンサ42bの感磁部の中心との距離45b=11.3mmとなる。

[0099] ここで、前述した図1の例の位置検出装置30の構成を図8A、図8Bに等倍図として示す。本発明の比較用としての従来例の構成を図9A、図9Bに等倍図として示す。

[0100] これにより、本発明に係る図8A、図8Bの位置検出装置30の構成は、比較用の図9A、図9Bの従来例の構成に比べて、位置検出装置全体の大きさと厚さを著しく小さくすることができるという効果を得ることがわかる。

#### [第2の例]

本発明の第2の実施の形態を、図10および図11に基づいて説明する。なお、前述した第1の例と同一部分については、その説明を省略し、同一符号を付す。

[0101] 前述した図1の例の位置検出装置30における2個を1組としたホールセンサを複数組さらに組み合わせて構成することができる。

#### <構成>

本例では、複数組のホールセンサを用いて構成すると共に、さらに磁石サイズを縮小した位置検出装置の具体的な構成例について説明する。

[0102] 以下、前述した第1の例と同様に、広い温度範囲において、分解能30 $\mu$ mで8mm( $\pm$ 4mm)の範囲を位置検出する場合について示す。

[0103] 図10A、図10Bは、本発明に係る磁石とホールセンサとを用いた位置検出装置50の構成例を示す。

[0104] 51は、ホールセンサ52a, 52b, 52c, 52dに対向する平面100に垂直に着磁された直方体磁石である。ここで、52aは第1のホールセンサ、52bは第2のホールセンサ、52cは第3のホールセンサ、52dは第4のホールセンサとする。

[0105] 53は、一方の1組のホールセンサ52a, 52bと、他方の1組のホールセンサ52c, 52dとを実装している基板である。

[0106] 54aは直方体磁石51の長辺方向Xの長さ、54bは直方体磁石51の短辺方向Yの長さ、54cは直方体磁石51の厚み方向Zの長さ(磁石の着磁方向の長さ)である。

- [0107] 55aは、直方体磁石51のホールセンサ52a, 52b, 52c, 52dに対向する平面100からホールセンサ52a, 52b, 52c, 52dの感磁部の中心までの距離である。
- [0108] 55bは、一方の1組におけるホールセンサ52aの感磁部の中心とホールセンサ52bの感磁部の中心とを結ぶ直線111の距離、および、他方の1組におけるホールセンサ52cの感磁部の中心とホールセンサ52dの感磁部の中心とを結ぶ直線112の距離を示す。
- [0109] 図11は、位置検出装置50の回路構成例を示す。
- [0110] 第1のホールセンサ52aの正極出力端子Bと負極出力端子Dは、差動信号処理回路21の第1の差動増幅器21aに接続され、第2のホールセンサ52bの正極出力端子Fと負極出力端子Hは、差動信号処理回路21の第2の差動増幅器21bに接続される。第1の差動増幅器21aと第2の差動増幅器21bの出力信号は、第3の差動増幅器21cに接続される。
- [0111] 第3のホールセンサ52cの正極出力端子Bと負極出力端子Dは、差動信号処理回路22の第1の差動増幅器22aに接続され、第2のホールセンサ52dの正極出力端子Fと負極出力端子Hは、差動信号処理回路22の第2の差動増幅器22bに接続される。第1の差動増幅器22aと第2の差動増幅器22bの出力信号は、第3の差動増幅器22cに接続される。

<動作>

図11に示したように、8mmのうち4mmを第1のホールセンサ52aと第2のホールセンサ52bとに接続された差動信号処理回路21から得られる信号を用いて位置検出を行い、残りの4mmを第3のホールセンサ52cと第4のホールセンサ52dに接続された差動信号処理回路22から得られる信号を用いて位置検出を行う。

- [0112] このような駆動・処理回路によって、第1のホールセンサ52aと第2のホールセンサ52bとのホール出力電圧の差分値( $V_a - V_b$ )である出力値 $V_{c1}$ が、第3の差動増幅器21cの出力端子から得られる。第3のホールセンサ52cと第4のホールセンサ52dとのホール出力電圧の差分値( $V_a - V_b$ )である出力値 $V_{c2}$ が、第3の差動増幅器22cの出力端子から得られる。これら出力端子の出力値は、直方体磁石51の位置に対応したものになる。

- [0113] 本例では、直方体磁石51はX軸方向にのみ移動する。ここで、X軸方向にのみの移動とは、前述した第1の例と同様に、直方体磁石31がY軸方向に角度 $\theta$ をもったまま、X軸方向に平行な方向へ移動することを意味する。
- [0114] また、直方体磁石51の移動方向に対して垂直な直線上にホールセンサ52aとホールセンサ52bとを配置する。また、ホールセンサ52aの感磁部の中心とホールセンサ52bの感磁部の中心を結ぶ直線111に対して、平行でかつその直線111からの距離が4mmである直線112上にホールセンサ52cとホールセンサ52dとを配置する。
- [0115] このように配置することにより、位置検出範囲8mmのうち4mmをホールセンサ52aとホールセンサ52bとで検出し、残りの4mmをホールセンサ52cとホールセンサ52dとで検出することが可能になる。
- [0116] このように配置したとき、前述した図1の第1の例と同等の位置検出を行うには、磁気シミュレーションの結果、直方体磁石51の長辺方向Xの長さ $54a = 5.0\text{mm}$ 、直方体磁石51の短辺方向Yの長さ $54b = 1.4\text{mm}$ 、直方体磁石51の厚み方向Zの長さ(磁石の着磁方向の長さ) $54c = 1.0\text{mm}$ 、直方体磁石51のホールセンサ52a, 52b, 52c, 52dに対向する平面100からホールセンサ52a, 52b, 52c, 52dの感磁部の中心までの距離 $55a = 0.5\text{mm}$ 、ホールセンサ52aの感磁部の中心とホールセンサ52bの感磁部の中心との距離 $55b = 0.8\text{mm}$ となる。
- [0117] 直方体磁石51の長辺方向Xの長さが、前述した図1の第1の例では $9.7\text{mm}$ であったが、本例では $5.0\text{mm}$ とおおよそ半減できることがわかる。
- [0118] すなわち、磁気センサ(ホールセンサ52a, 52b, 52c, 52d)の数は増えるが、位置検出装置の小型化を進めるうえでは、本例のように、磁気センサ(ホールセンサ52a, 52b, 52c, 52d)の数を増やすことの方が有効であることを確認することができる。
- [0119] また、本例では、ホールセンサ(ホールセンサ52a, 52b, 52c, 52d)を2組すなわち計4個用いる例について説明したが、その数すなわち $2n$ 個( $n$ は組数であって、1以上の整数)を増やせば、さらに位置検出装置の小型化を進めることが可能になる。

### [第3の例]

本発明の第3の実施の形態を、図12に基づいて説明する。なお、前述した各例と同一部分については、その説明を省略し、同一符号を付す。

- [0120] 本例は、前述した図1の第1の例の位置検出装置30の変形例である。
- [0121] 図1の位置検出装置30において、直方体磁石31の短辺方向Yの長さ $34b=1.4$  mm、直方体磁石31の厚み方向Zの長さ(磁石の着磁方向の長さ) $34c=1.0$ mmとする。また、直方体磁石31のホールセンサ32a, 32bに対向する平面100からホールセンサ32a, 32bの感磁部の中心までの距離 $35a=1.4$ mm、ホールセンサ32aの感磁部の中心と第2のホールセンサ32bの感磁部中心との距離 $35b=0.8$ mmとする。また、直方体磁石31の短辺を垂直に2等分する直線101と2個のホールセンサ32a, 32bの感磁部の中心を結ぶ直線102とがなす角度 $\theta=86^\circ$ と値を固定する。
- [0122] 本例では、分解能が位置検出を行いたい全ストロークの0.5%程度となるように、直方体磁石31の長辺方向Xの長さ $34a$ を、磁気シミュレーションで検討した。位置検出を行いたい範囲が10mmの場合、直方体磁石31の長辺方向Xの長さ $34a=10.8$ mmとなる。
- [0123] また、位置検出を行いたい範囲が9mmの場合、直方体磁石31の長辺方向Xの長さ $34a=10.1$ mmとなる。
- [0124] また、位置検出を行いたい範囲が8mmの場合、直方体磁石31の長辺方向Xの長さ $34a=9.3$ mmとなる。
- [0125] また、位置検出を行いたい範囲が7mmの場合、直方体磁石31の長辺方向Xの長さ $34a=8.6$ mmとなる。
- [0126] また、位置検出を行いたい範囲が6mmの場合、直方体磁石31の長辺方向Xの長さ $34a=7.9$ mmとなる。
- [0127] また、位置検出を行いたい範囲が5mmの場合、直方体磁石31の長辺方向Xの長さ $34a=7.1$ mmとなる。
- [0128] また、位置検出を行いたい範囲が4mmの場合、直方体磁石31の長辺方向Xの長さ $34a=6.5$ mmとなる。
- [0129] また、位置検出を行いたい範囲が3mmの場合、直方体磁石31の長辺方向Xの長さ $34a=5.8$ mmとなる。
- [0130] また、位置検出を行いたい範囲が2mmの場合、直方体磁石31の長辺方向Xの長

さ $34a = 5.2\text{mm}$ となる。

[0131] 図12は、直方体磁石31の長辺方向Xの長さ $34a$ 以外のパラメータを、上記の値で固定した場合における、位置検出を行いたい範囲が $10\text{mm} \sim 2\text{mm}$ の範囲を $1\text{mm}$ ピッチで変化させたときの、直方体磁石31の長辺方向Xの長さ $34a$ の変化の割合を示す表である。

[0132] 本例より、位置検出を行いたい範囲を大きくしたい場合は、直方体磁石31の長辺方向Xの長さを一段と長く設定することが有効であることがわかる。

[0133] また、本例よりわかるように、直方体磁石31の短辺方向Yと長辺方向Xとの比を、 $1:3.5$ 程度以上、好ましくは、 $3.5$ 以上 $8.0$ 以下に設定することにより、種々な構成部品を用いた構成に好適に対応可能となる。この場合、直方体磁石31の短辺方向Yと長辺方向Xとの比の値は、図12の数値から計算して求めた値である。当然、位置検出を行いたい範囲が $10\text{mm}$ をこえる場合は、直方体磁石31の短辺方向Yと長辺方向Xとの比を、 $1:8$ より大きくすること対応可能である。

#### [第4の例]

本発明の第4の実施の形態について説明する。なお、前述した各例と同一部分については、その説明を省略し、同一符号を付す。

[0134] 広い温度範囲において、分解能 $40\mu\text{m}$ で $8\text{mm} (\pm 4\text{mm})$ の範囲を位置検出する場合について示す(位置検出範囲に対して $0.5\%$ の精度)。図1A、図1Bにおける各構成部品のパラメータの1つの設計例を説明する。

[0135] 上記の位置検出を行うためには、直方体磁石31の長辺方向Xの長さ $34a = 10.9\text{mm}$ 、直方体磁石31の短辺方向Yの長さ $34b = 1.7\text{mm}$ 、直方体磁石31の厚み方向Zの長さ(磁石の着磁方向の長さ) $34c = 2.0\text{mm}$ 、直方体磁石3のホールセンサ32a, 32bに対向する平面100からホールセンサ32a, 32bの感磁部の中心までの距離 $35a = 1.0\text{mm}$ 、ホールセンサ32aの感磁部の中心とホールセンサ32bの感磁部の中心との距離 $35b = 0.8\text{mm}$ 、直方体磁石31の短辺を垂直に2等分する直線101と2個のホールセンサ32a, 32bの感磁部の中心を結ぶ直線102とがなす角度 $\theta = 67^\circ$ となる。

#### [第5の例]

本発明の第5の実施の形態について説明する。なお、前述した各例と同一部分については、その説明を省略し、同一符号を付す。

[0136] 第4の例と同様に分解能40umで8mm(±4mm)の範囲を位置検出する場合での図1A、図1Bにおける各構成部品のパラメータの別の設計例を説明する。

上記の位置検出を行うために、直方体磁石31の長辺方向Xの長さ34a=9.5mm、直方体磁石31の短辺方向Yの長さ34b=1.0mm、直方体磁石31の厚み方向Zの長さ(磁石の着磁方向の長さ)34c=2.0mm、直方体磁石3のホールセンサ32a, 32bに対向する平面100からホールセンサ32a, 32bの感磁部の中心までの距離35a=0.5mm、ホールセンサ32aの感磁部の中心とホールセンサ32bの感磁部の中心との距離35b=0.8mm、直方体磁石31の短辺を垂直に2等分する直線101と2個のホールセンサ32a, 32bの感磁部の中心を結ぶ直線102とがなす角度 $\theta = 89.3^\circ$ としてもよい。

[0137] 第4と第5の例から分かるように、直方体磁石31の短辺を垂直に2等分する直線101と2個のホールセンサ32a, 32bの感磁部の中心を結ぶ直線102とがなす角度 $\theta$ が変わっても直方体磁石31の大きさや、配置を変更する事により、8mm程度の広範囲を高精度(位置検出範囲に対して0.5%の精度)で位置検出可能である。

[第6の例]

本発明の第6の実施の形態について説明する。なお、前述した各例と同一部分については、その説明を省略し、同一符号を付す。

[0138] 第4、第5の例と同様に分解能40umで8mm(±4mm)の範囲を位置検出する場合での図1A、図1Bにおける各構成部品のパラメータの別の設計例を説明する。

[0139] 上記の位置検出を行うために、直方体磁石31の長辺方向Xの長さ34a=11.0mm、直方体磁石31の短辺方向Yの長さ34b=4.0mm、直方体磁石31の厚み方向Zの長さ(磁石の着磁方向の長さ)34c=2.8mm、直方体磁石3のホールセンサ32a, 32bに対向する平面100からホールセンサ32a, 32bの感磁部の中心までの距離35a=3.0mm、ホールセンサ32aの感磁部の中心とホールセンサ32bの感磁部の中心との距離35b=3.7mm、直方体磁石31の短辺を垂直に2等分する直線101と2個のホールセンサ32a, 32bの感磁部の中心を結ぶ直線102とがなす角度 $\theta = 20^\circ$

. 0° としてもよい。

[0140] 第6の例より分かるように、直方体磁石31の短辺を垂直に2等分する直線101と2個のホールセンサ32a, 32bの感磁部の中心を結ぶ直線102とがなす角度 $\theta = 20.0^\circ$  としても直方体磁石31の大きさや、配置を変更することにより広範囲を高精度(位置検出範囲に対して0.5%の精度)で位置検出可能である。

[0141] しかしながら、第6の例では直方体磁石31の大きさや、直方体磁石3のホールセンサ32a, 32bに対向する平面100からホールセンサ32a, 32bの感磁部の中心までの距離35a、ホールセンサ32aの感磁部の中心とホールセンサ32bの感磁部の中心との距離35bなどが少し大きくなっている。

[0142] このことより、小型で広範囲を高精度に位置検出するためには、直方体磁石31の短辺を垂直に2等分する直線101と2個のホールセンサ32a, 32bの感磁部の中心を結ぶ直線102とがなす角度 $\theta$ が67.0乃至89.3であることがより好ましいといえる。

[0143] しかしながら、サイズを気にしない用途であれば、直方体磁石31の短辺を垂直に2等分する直線101と2個のホールセンサ32a, 32bの感磁部の中心を結ぶ直線102とがなす角度 $\theta$ に特に制限がないことも事実である。

#### [第7の例]

本発明の第7の実施の形態について説明する。なお、前述した各例と同一部分については、その説明を省略し、同一符号を付す。

[0144] 広い温度範囲において、分解能10 $\mu\text{m}$ で10mm( $\pm 5\text{mm}$ )の範囲を位置検出する場合について示す。(位置検出範囲に対して0.1%の精度)図1A、図1Bにおける各構成部品のパラメータの1つの設計例を説明する。

[0145] 上記の位置検出を行うためには、直方体磁石31の長辺方向Xの長さ34a=11.9mm、直方体磁石31の短辺方向Yの長さ34b=1.6mm、直方体磁石31の厚み方向Zの長さ(磁石の着磁方向の長さ)34c=2.2mm、直方体磁石3のホールセンサ32a, 32bに対向する平面100からホールセンサ32a, 32bの感磁部の中心までの距離35a=0.8mm、ホールセンサ32aの感磁部の中心とホールセンサ32bの感磁部の中心との距離35b=0.8mm、直方体磁石31の短辺を垂直に2等分する直線10

1と2個のホールセンサ32a, 32bの感磁部の中心を結ぶ直線102とがなす角度 $\theta = 86^\circ$ となる。

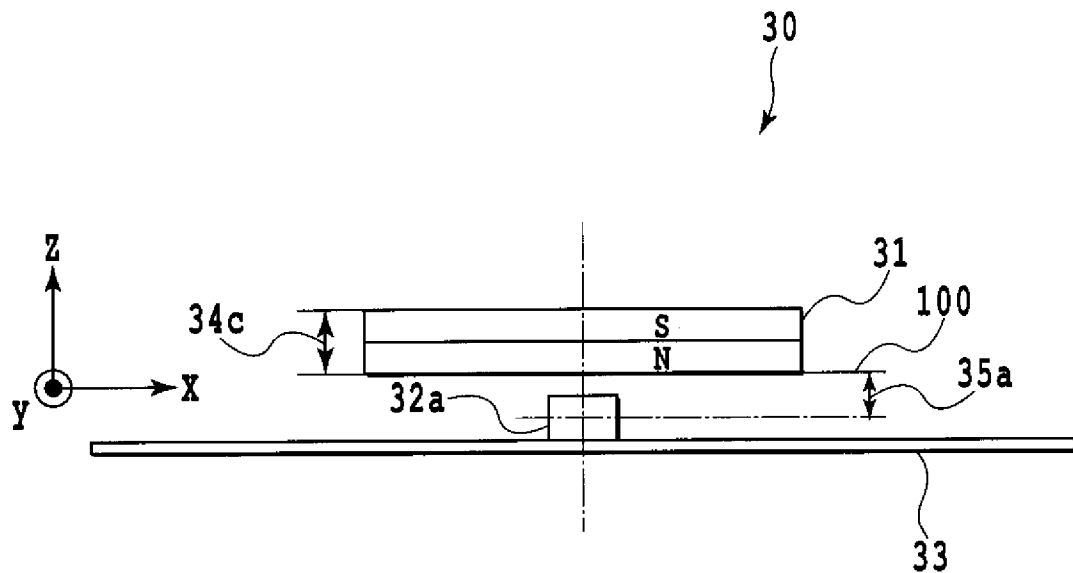
[0146] 以上のように、本発明の構成を用いれば、10mm程度の広範囲を、位置検出範囲に対して0.1%の精度で位置検出が可能な位置検出装置を実現できる。

## 請求の範囲

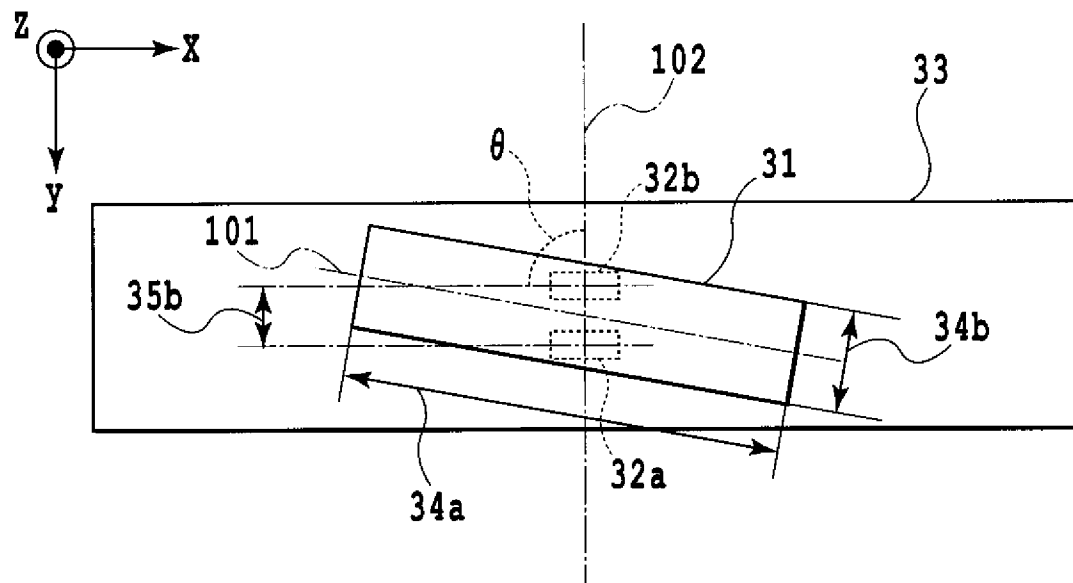
- [1] 基板上に配置され、感磁方向が、基板方向に対して垂直なホールセンサ2個を1組としたホールセンサ組を1組以上有する磁束検出手段と、  
前記各組内の2個のホールセンサの感磁部の中心間を結ぶ直線に対して垂直方向に、かつ前記基板に平行な平面内を移動可能に配置され、前記基板に対して垂直方向にN極とS極が着磁された直方体磁石とを具え、  
前記直方体磁石は、前記基板に平行な任意の平面に投影した場合に、その四角形が長辺と短辺を有し、  
前記直方体磁石の長辺が、前記磁束検出手段の各組内の2個のホールセンサの感磁部の中心間を結ぶ直線に所定の傾斜角を有することを特徴とする位置検出装置。
- [2] 前記直方体磁石の移動方向を含む平面における前記直方体磁石の短辺と長辺との長さの比が、短辺の長さ1に対し、長辺の長さが3.5以上8.0以下であることを特徴とする請求項1に記載の位置検出装置。
- [3] 前記磁束検出手段の各組内の2個のホールセンサの感磁部の中心間を結ぶ線分の長さが1.0mm以下であって、前記直方体磁石の長辺方向が前記磁束検出手段の各組内の2個のホールセンサの感磁部の中心間を結ぶ直線に対してもつ所定の傾斜角が67.0度乃至89.3度であることを特徴とする請求項1に記載の位置検出装置。
- [4] 前記直方体磁石が移動可能な移動範囲の1%以下の精度で前記直方体磁石の位置を検出可能であることを特徴とする請求項1に記載の位置検出装置。
- [5] 前記磁束検出手段の各組内の2個のホールセンサの出力電圧の差と、前記磁束検出手段の各組内の2個のホールセンサの出力電圧の和との比を用いて前記直方体磁石の位置を算出することを特徴とした請求項1に記載の位置検出装置。
- [6] 前記ホールセンサは、磁気増幅を行うための磁性体チップを有していないホールセンサであることを特徴とする請求項1に記載の位置検出装置。
- [7] 前記ホールセンサが、GaAs、InAs、InSbなどのIII-V族化合物半導体を含むホールセンサであることを特徴とする請求項1に記載の位置検出装置。

- [8] 前記ホールセンサは、Si、GeなどのIV族半導体を含むホールセンサであることを特徴とする請求項1に記載の位置検出装置。
- [9] 前記磁束検出手段は、前記基板上に配置された前記各組のホールセンサが、1つのパッケージに一体に封入されたことを特徴とする請求項1に記載の位置検出装置。
- 。

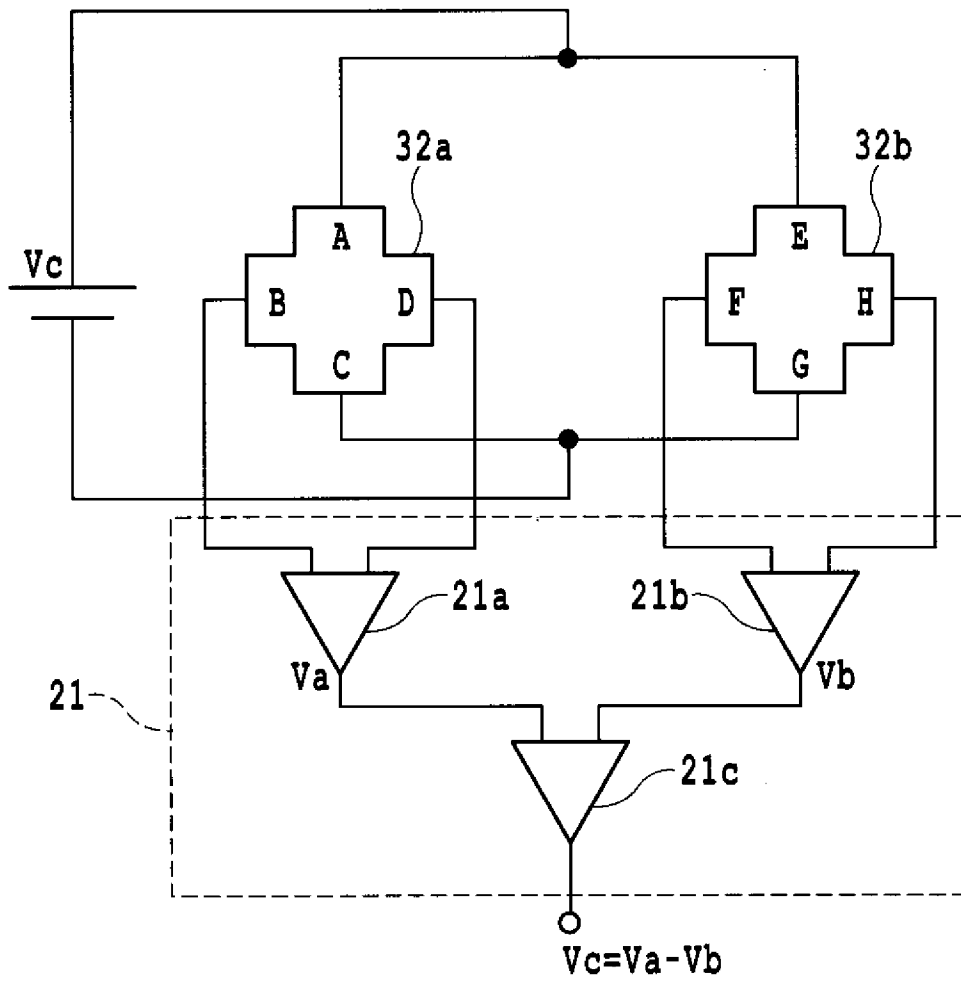
[図1A]



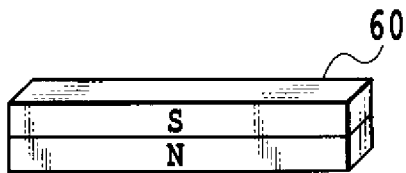
[図1B]



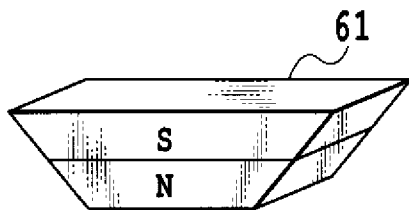
[図2]



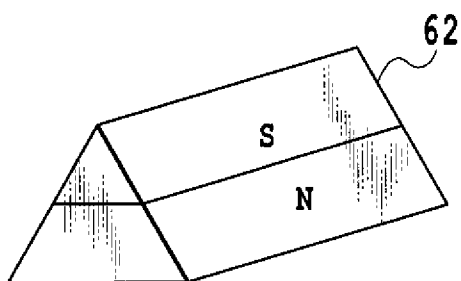
[図3A]



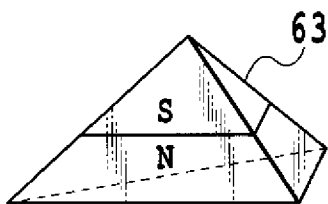
[図3B]



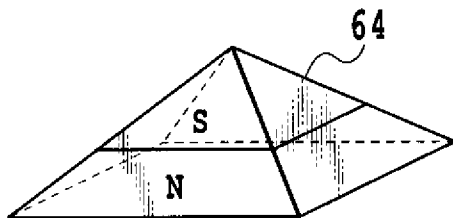
[図3C]



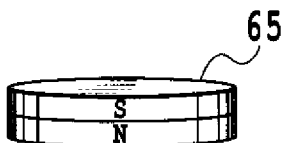
[図3D]



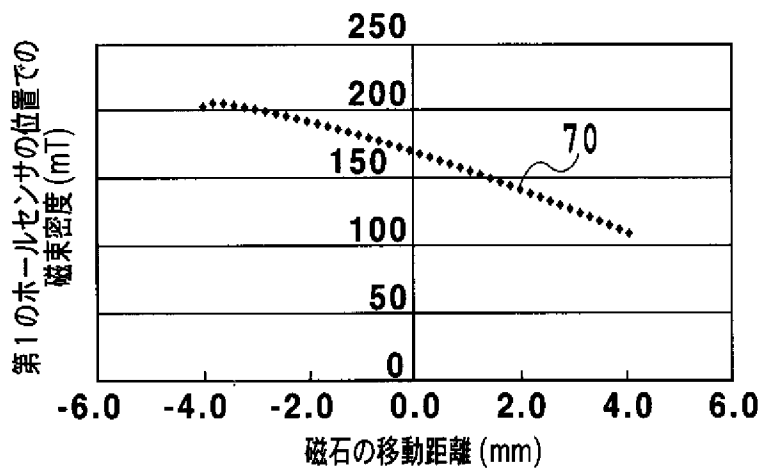
[図3E]



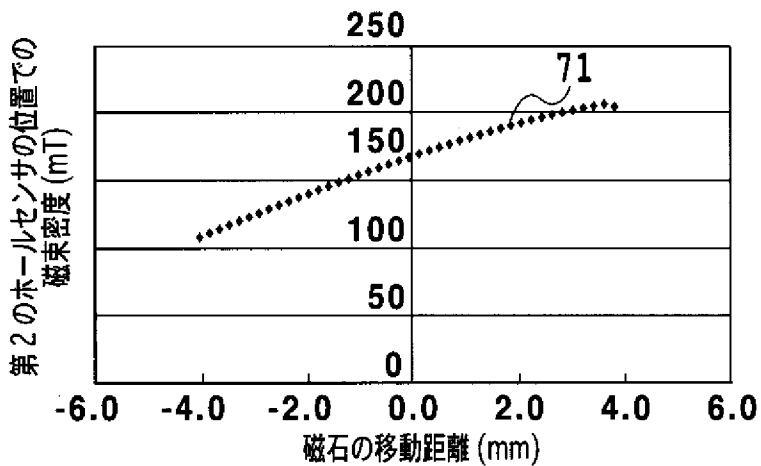
[図3F]



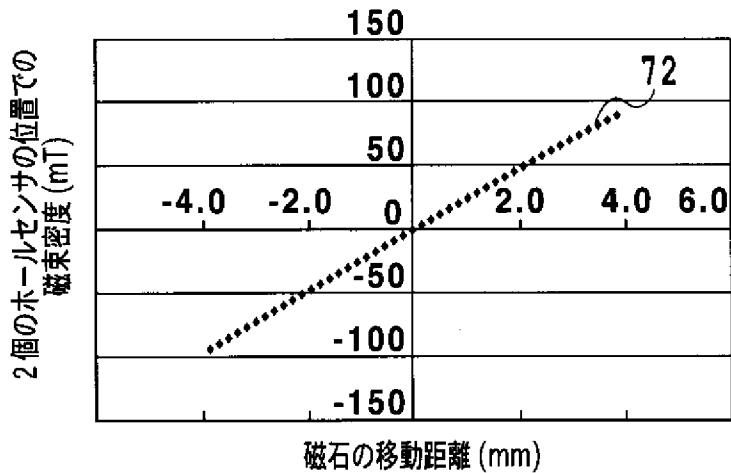
[図4A]



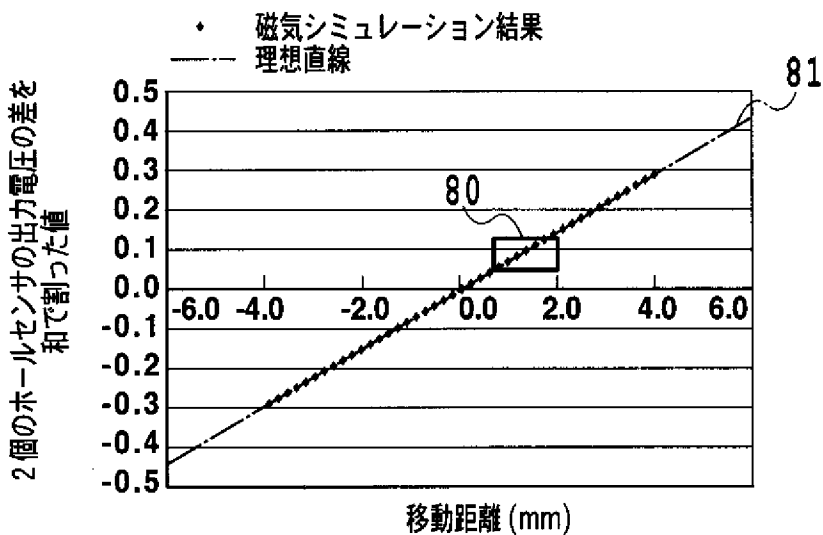
[図4B]



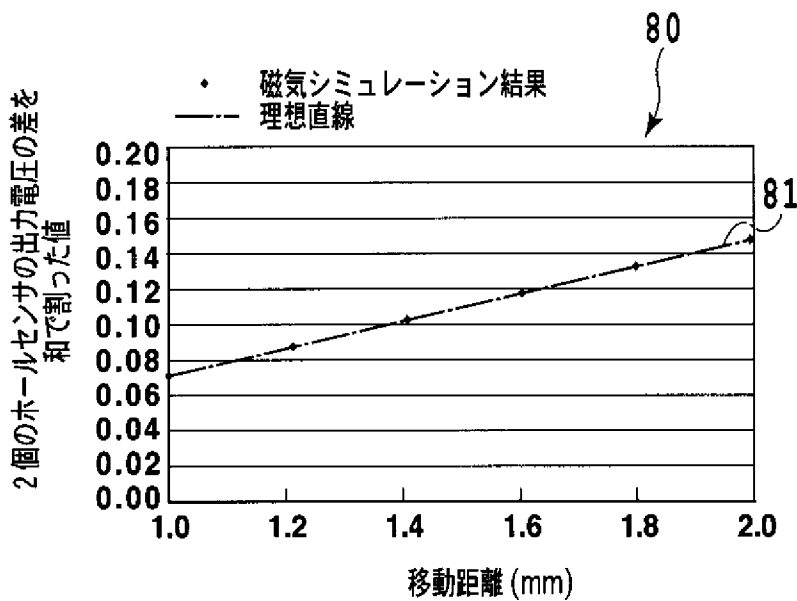
[図4C]



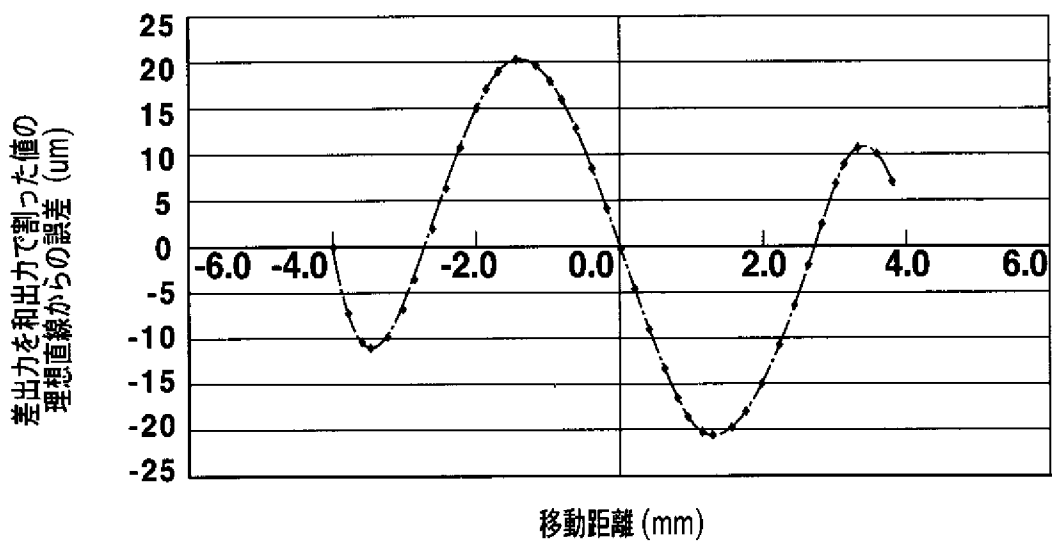
[図5A]



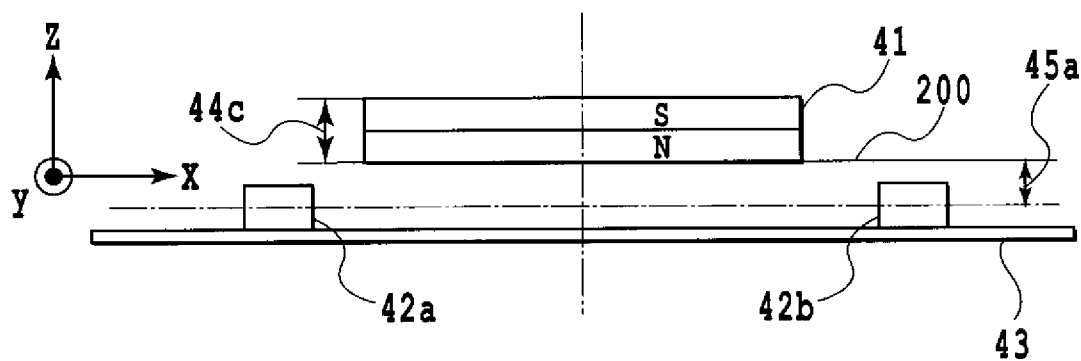
[図5B]



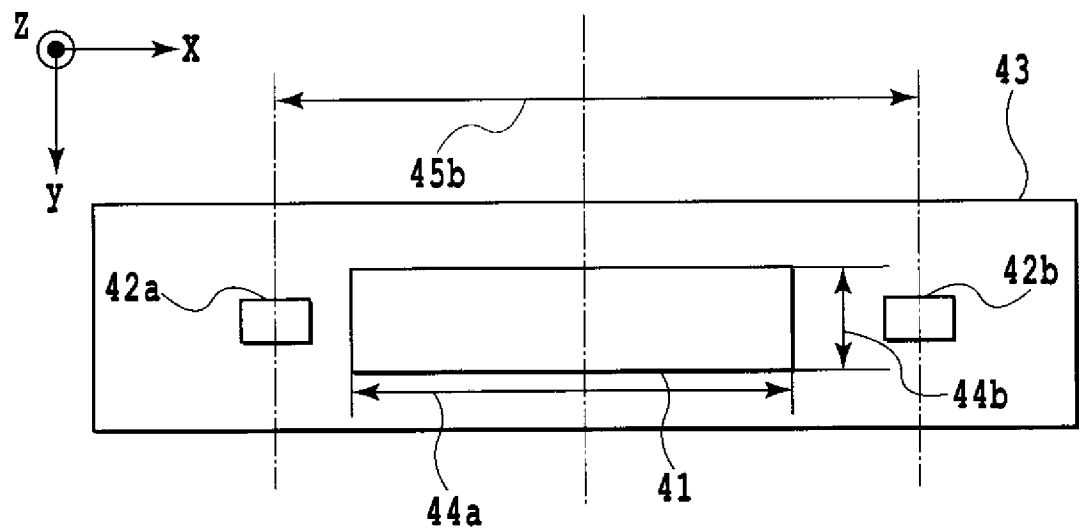
[図6]



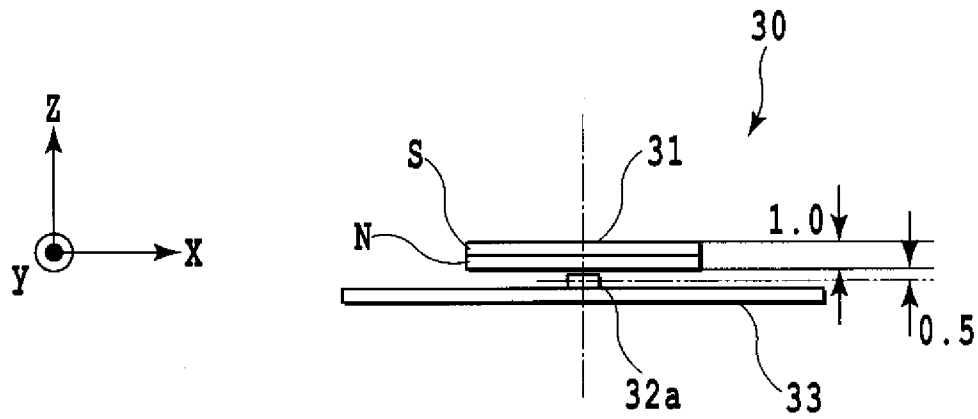
[図7A]



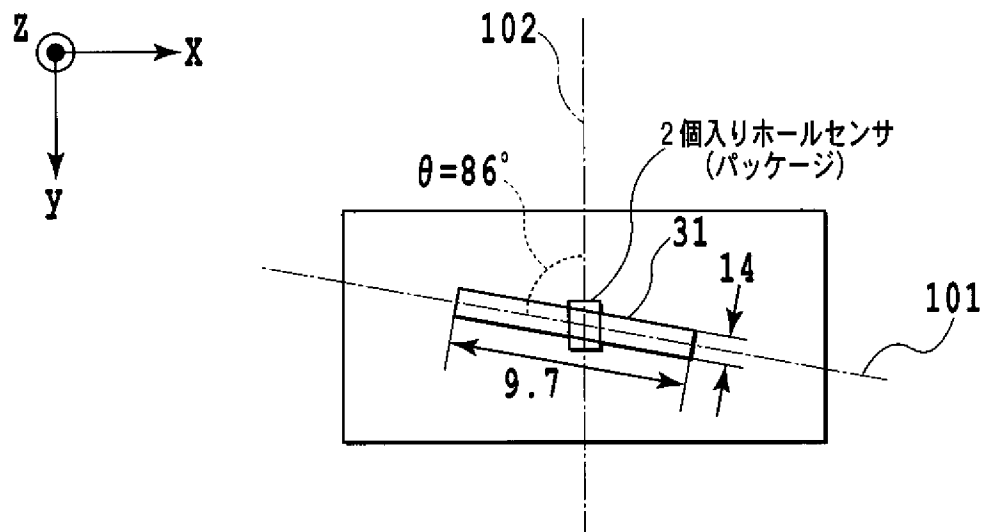
[図7B]



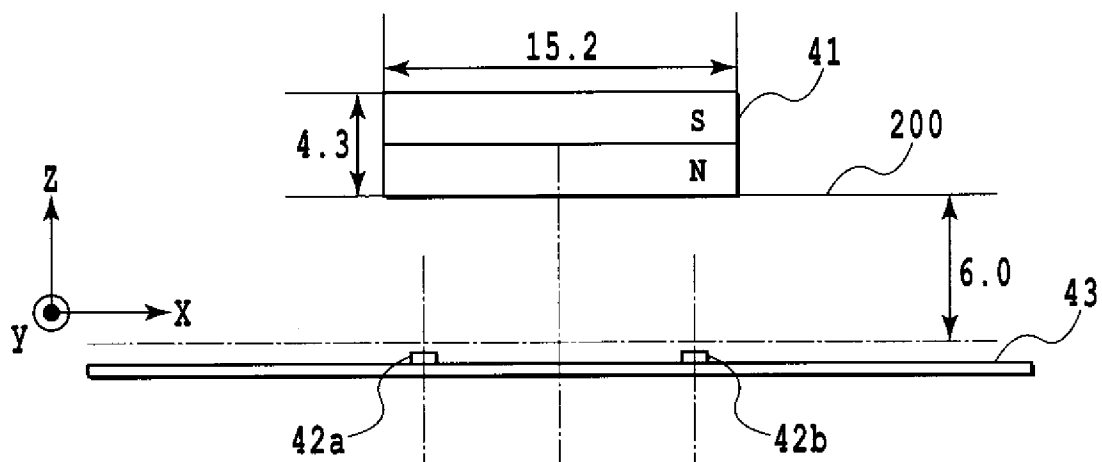
[図8A]



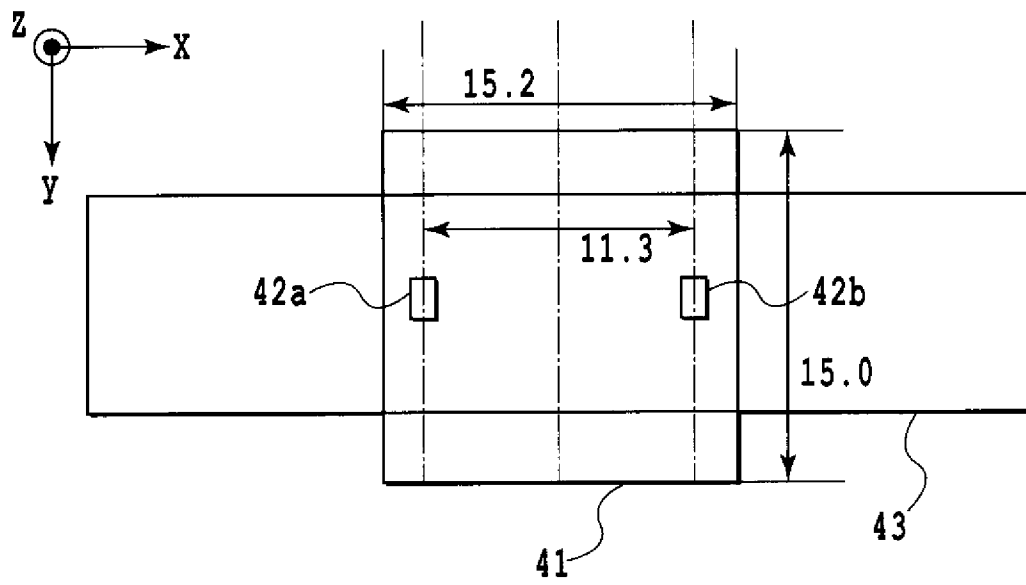
[図8B]



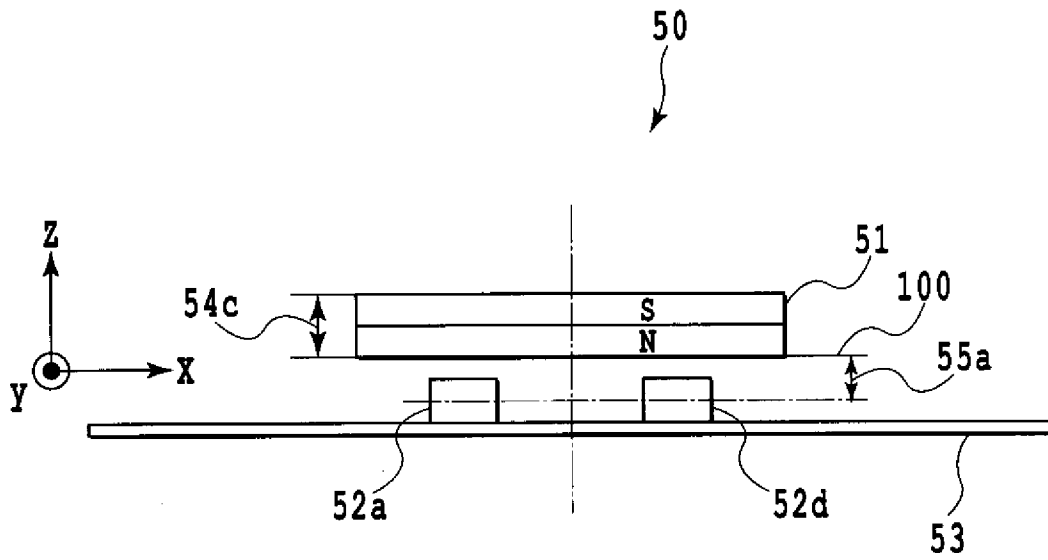
[図9A]



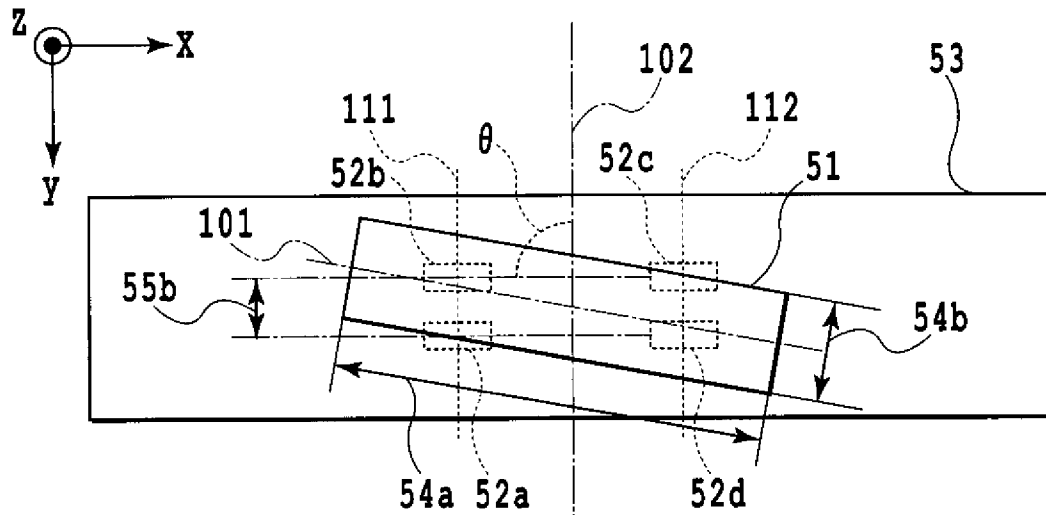
[図9B]



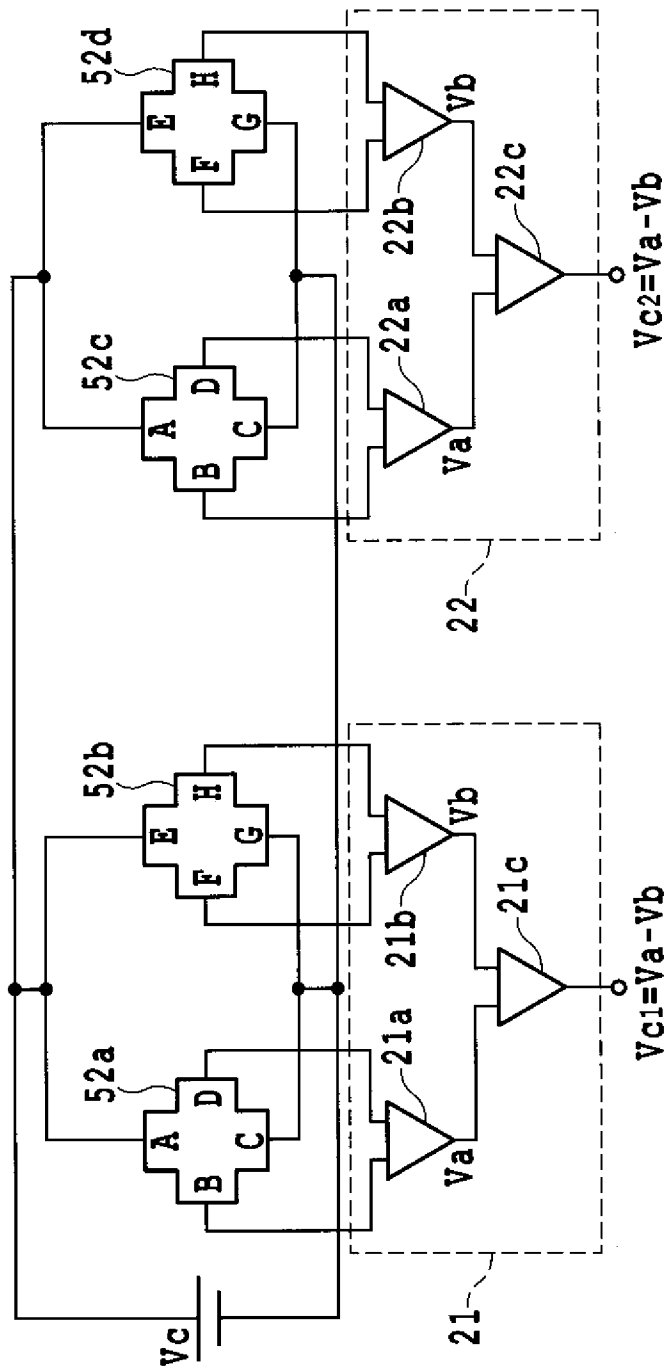
[図10A]



[図10B]



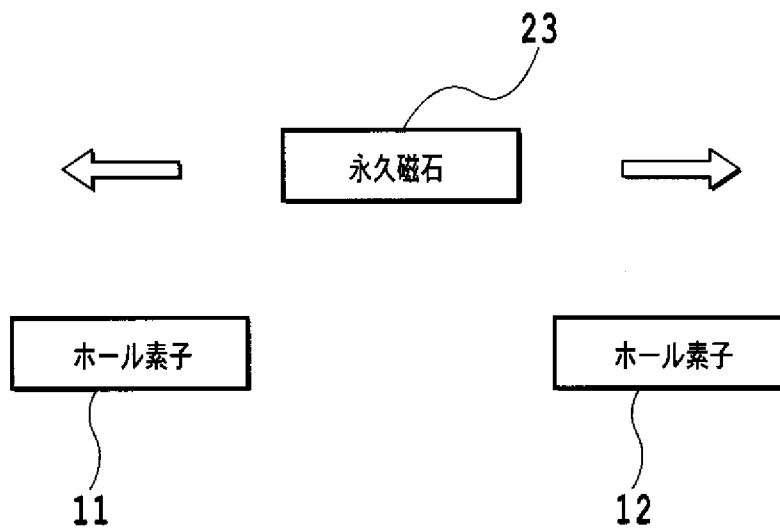
[図11]



[図12]

位置検出を行いたい範囲 (mm)	磁石の長辺方向の長さ (mm)
10	10.8
9	10.1
8	9.3
7	8.6
6	7.9
5	7.1
4	6.5
3	5.8
2	5.2

[図13]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2006/324926

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

G01D5/14 (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)

G01D5/14

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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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 01-9302 A (Graphtec Corp.), 12 January, 1989 (12.01.89), Full text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2003-214897 A (Nippon Soken, Inc.), 30 July, 2003 (30.07.03), Full text; all drawings & DE 10253708 A                      & US 2003/94941 A1	1-9
A	JP 2002-243407 A (Yaskawa Electric Corp.), 28 August, 2002 (28.08.02), Full text; all drawings & WO 2002/65051 A                      & EP 1371937 A1 & US 2004/150391 A1	1-9

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  
29 January, 2007 (29.01.07)

Date of mailing of the international search report  
06 February, 2007 (06.02.07)

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 (IPC)) Int.Cl. G01D5/14(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. G01D5/14		
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 1971-2007年 日本国実用新案登録公報 1996-2007年 日本国登録実用新案公報 1994-2007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 請求の範囲の番号
A	J P 0 1 - 9 3 0 2 A (グラフテック株式会社) 1989. 01. 12、全文、全図 (ファミリーなし)	1-9
A	J P 2 0 0 3 - 2 1 4 8 9 7 A (株式会社日本自動車部品総合研究所) 2003. 07. 30、全文、全図&DE 10253708 A&US 2003/94941 A1	1-9
A	J P 2 0 0 2 - 2 4 3 4 0 7 A (株式会社安川電機) 2002. 08. 28、全文、全図&WO 2002/65051 A1&EP 1371937 A1&US 2004/150391 A1	1-9
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 29. 01. 2007	国際調査報告の発送日 06. 02. 2007	
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) 井上 昌宏 電話番号 03-3581-1101 内線 3216	2F 9504