

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2009年4月2日 (02.04.2009)

PCT

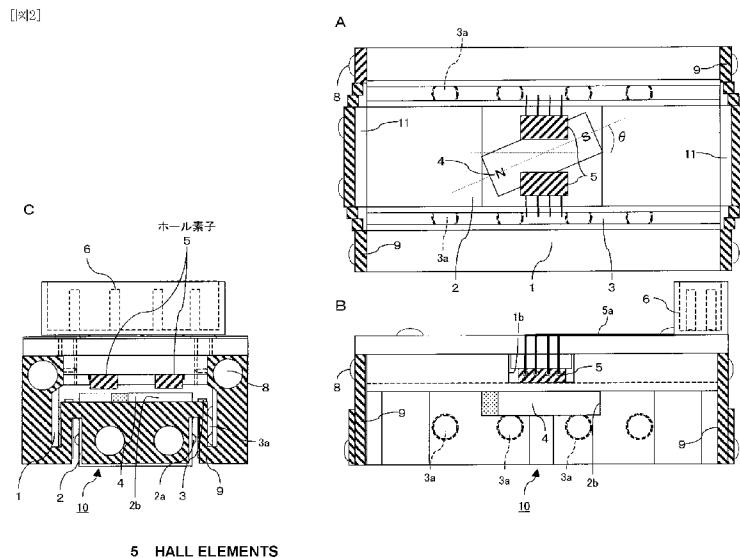
(10) 国際公開番号
WO 2009/041682 A1

- (51) 国際特許分類:
G01L 1/04 (2006.01) G01B 7/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/067644
- (22) 国際出願日: 2008年9月29日 (29.09.2008)
- (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2007-255935 2007年9月28日 (28.09.2007) JP
特願2007-255934 2007年9月28日 (28.09.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): THK株式会社 (THK CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1418503 東京都品川区西五反田3丁目1番6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): 岩城純一郎 (IWAKI, Junichiro) [JP/JP]; 〒1418503 東京都品川区
- (74) 代理人: 世良和信, 外 (SERA, Kazunobu et al.); 〒1030004 東京都中央区東日本橋3丁目4番10号 アクロポリス21ビル6階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, JP, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD,

[続葉有]

(54) Title: DETECTING DEVICE, AND MEASURING DEVICE

(54) 発明の名称: 検知装置及び、計測装置



(57) Abstract: A force of a predetermined direction with respect to a force having acted thereon is extracted to make its detection precise and to reduce the distortion in a direction other than the predetermined direction. A detecting device comprises a block (1) and rails (2) constituted to move in predetermined directions relative to each other, a pair of Hall elements (5) for outputting the signals which are based on the changes in a magnetic field generated by a magnet (4) near the Hall elements (5), and leaf springs (9) for applying a restoring force to the block (1) and/or the rails (2) in a direction to reduce the quantity of relative displacements. The direction of the magnetic pole of the magnet (4) is made at an angle with respect to the predetermined direction for relative motions. On the basis of the relative displacement quantity of the rails (2) accompanying the external force to act on the block (1) from the outside and with respect to the block (1), the Hall elements (5) output signals based on the relative displacement quantity.

[続葉有]

WO 2009/041682 A1



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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(57) 要約: 作用された力に関して、所定方向の力を抽出して検出を正確に行うとともに、所定方向以外の方向への歪みを小さくする。相互に所定方向に相対運動可能に構成したブロック 1 およびレール 2 と、ブロック 1 とレール 2 との所定方向に沿った相対的変位によって、一対のホール素子 5 近傍の磁石 4 が形成する磁界の変化に基づいた信号を出力するホール素子 5 と、ブロック 1 および/またはレール 2 に対して相対的変位量を減少させる向きに復元力を作用させる板バネ 9 を有する。磁石 4 の磁極の方向は、相対運動をする所定方向に対して角度をなして設けられている。外部からブロック 1 に作用される外力に伴うブロック 1 に対するレール 2 の相対的変位量に基づいて、ホール素子 5 が相対的変位量に基づいた信号を出力する。

明 細 書

検知装置及び、計測装置

技術分野

[0001] この発明は、例えば位置検知装置および位置計測装置、力検知装置および力計測装置、速度検知装置および速度計測装置、加速度検知装置および加速度計測装置などの力学的な物理量の検知装置または測定装置に関し、特に、微小な力の変化を検知する精密力計測装置や力覚検知センサに適用して好適なものである。

背景技術

[0002] 例えば圧力の検知を例にとって説明すると、従来、急激に圧力を加えるような使用状況においても正確に検知可能な圧力センサとして、ダイアフラム型圧力センサが知られている。このような従来技術による圧力センサを図22に示す。

[0003] 図22に示すように、この圧力センサ100は、端部に薄肉のダイアフラム部101を形成した筒状の圧力受容室102内に、ダイアフラム部103の内壁103bの略全面に密接する加圧板部109を備えた受圧体108を、スプリング110を介してダイアフラム部103の内壁103bに加圧板部109を密着させた状態で收容して構成されている。そして、受圧体108を介してダイアフラム部103が圧力を受けて歪みゲージ107から圧力信号を得る構成である(特許文献2参照)。

[0004] また、ビーム型荷重センサとして、特許文献3に記載されたものが提案されている。このビーム型荷重センサ200を図23に示す。

[0005] すなわち、ビーム型荷重センサ200は、基礎部に固定される固定部201、載荷部202、上下ビーム(梁)203, 204、上下ビーム203, 204にスペースを介してはさまれた中間部205, 206、載荷部202に固定された矩形型印加荷重部207を有している。また、歪みゲージ208が中間部205と中間部206の間の薄壁の一面に設置されている。歪みゲージ208は、薄膜チップにより構成されている。

[0006] この歪みゲージ208は、ビーム203, 204の長さ方向において、ビーム203, 204の中央部で、矩形型印加荷重部207の中央に設けられている。また、歪みゲージ208は、ビーム203, 204の厚み方向において、ビーム形荷重センサの構成要素全体

の形状寸法と、中間部205と中間部206の間の薄壁の厚みおよび形状寸法との相関から求められるビーム203, 204の振れの中心となるモーメントゼロライン上に設けられている。

- [0007] これらの圧力センサ100やビーム型荷重センサ200は、工業用以外にも応用展開として、例えば家庭用途、介護用途、または医療用途などが考えられる。そのため、市場の要請として、安価で堅牢なセンサを実現する必要がある。
- [0008] しかしながら、上述した従来の歪みゲージを用いた圧力センサや荷重センサなどの、いわゆるロードセルと称される力覚検知装置においては、構造上の問題や歪みゲージの問題などがある。
- [0009] すなわち、構造上の問題点としては、所定の軸上の力が、他の軸に影響しないようにするために、非常に複雑な梁構造体にする必要がある。また、梁構造体の変位量が力覚検出対象となるため、S/N比が低くなってしまう。さらに、この梁構造体の変位量が力覚検出対象となるため、ひずみなどの誤差が蓄積してしまう。
- [0010] また、ひずみゲージ上の問題点としては、検査器に対して手作業で接着を行うため、作業により精度が均一にならず、作業、検査、キャリブレーション工数などが必要となるため、高コスト化してしまうという問題がある。そして、これらのことに起因して、振動、衝撃、温度などの外乱に弱いという問題がある。

特許文献1:特開2007-187596号公報

特許文献2:特開平10-062279号公報

特許文献3:特開平07-229799号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0011] したがって、この発明の目的は、作用された力に関して、予め設定された方向に沿った力などの力学的な物理量のみを抽出して、検出をより正確に行うことができ、予め設定された方向に沿った以外の方向への歪みを小さくするとともに、製品の製造の低コスト化を図ることができる力学的な物理量の検知装置および計測装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0012] 上記目的を達成するために、本発明の第1の発明は、
相互に予め決められた方向に相対運動可能に構成された第1の移動体および第2の移動体と、
前記第1の移動体に設けられた、磁界の大きさに基づいた電圧を出力する磁電変換素子と、
前記第2の移動体に設けられた、磁界を発生可能な磁界発生手段とを有し、
前記第1の移動体に対する前記第2の移動体の相対的変位により、前記磁界発生手段により形成された磁界における前記磁電変換素子近傍の磁界の変化に応じた信号が前記磁電変換素子から出力されることにより、前記相対的変位量を計測する検知装置であって、
前記磁界発生手段は、前記磁界発生手段のS極とN極とを結ぶ磁極の方向が前記予め決められた運動方向に対して角度をなして設けられている
ことを特徴とする検知装置である。

[0013] 本発明の第2の発明は、
相互に予め決められた方向に相対運動可能に構成された第1の移動体および第2の移動体と、
前記第1の移動体と前記第2の移動体との前記予め決められた方向に沿った相対的変位量に基づいた信号を出力する検知手段と、
前記第1の移動体と前記第2の移動体との少なくとも一方の移動体に対して前記相対的変位量を減少させる向きに復元力を作用させる復元手段とを有し、
外部から前記第2の移動体に作用される外力に伴う前記第1の移動体に対する前記第2の移動体の相対的変位量に基づいて、前記検知手段から信号が出力される
ことを特徴とする検知装置である。

[0014] この発明の第3の発明は、
前記検知手段は、
前記第1の移動体に設けられた、磁界の大きさに基づいた電圧を出力する磁電変換素子と、
前記第2の移動体に設けられた、磁界を発生可能な磁界発生手段とを有し、

外部から前記第2の移動体に作用される外力に伴う前記第1の移動体に対する前記第2の移動体の相対的変位により、前記磁界発生手段により形成された磁界における前記磁電変換素子近傍の磁界の変化に応じた信号が前記磁電変換素子から出力されることにより、前記相対的変位の量に基づいた信号が、前記検知手段から出力される

ことを特徴とする請求項2に記載の検知装置である。

[0015] これによって、外力の作用によって移動するいわゆる梁構造体と、梁構造体の変位量を検知する変位量検出部とを別に設けることにより、梁構造体の歪みが検知装置に影響を及ぼすことがなくなるため、歪みゲージの歪みにより外力の大きさを測定した従来技術による検知装置に比して、より堅牢で再現性の高い力学的物理量の検知装置を得ることができる。なお、本発明における力学的物理量としては、例えば、力、速度、加速度、位置などを挙げるができる。

[0016] また、本発明は、
前記復元手段は弾性部材を含み、
前記第1の移動体と前記第2の移動体とが前記弾性部材によって相互に結合され、
前記弾性部材により前記第1の移動体と前記第2の移動体とにそれぞれ互いに反対向きの復元力が作用されることによって、前記相対的変位の量が減少する向きに復元力が作用する
ようにしてもよい。

[0017] また、本発明は、
前記磁電変換素子が一对で設けられているとともに、前記磁界発生手段が磁石からなり、
前記磁石におけるS極とN極とを結ぶ磁極の向きが、前記一对の磁電変換素子の配置方向に対して、 45° 以上 70° 以下の角度をなしているようにしてもよい。

[0018] また、本発明は、
前記第1の移動体と前記第2の移動体とが転動体を介して互いに相対運動可能に規制されているようにしてもよい。

- [0019] また、本発明は、
前記第1の移動体と前記第2の移動体とが相互に連結されて規制され、前記第1の移動体と前記第2の移動体との相対運動が直線運動であるようにしてもよい。
- [0020] また、本発明は、
前記磁電変換素子がホール素子である
こととしてもよい。
- [0021] また、本発明は、
前記検知手段が歪みゲージを有し、
前記第2の移動体の相対的変位によって前記歪みゲージが歪められ、前記歪みゲージの歪みに基づいて、前記信号が出力するように構成されているようにしてもよい。
。
- [0022] また、本発明は、
前記復元手段は弾性部材を含み、
前記弾性部材と前記第2の移動体との間で相互に力を伝達する力伝達手段をさらに有し、
前記歪みゲージが前記弾性部材に固着されており、
前記第2の移動体の前記第1の移動体に対する相対運動に伴う相対的変位によって、前記力伝達手段を通じて前記第2の移動体から前記弾性部材に力が伝達されて前記歪みゲージが歪められるようにしてもよい。
- [0023] また、本発明は、
前記復元手段は、前記第1の移動体と前記第2の移動体とに設けられ、同じ極性の磁極が対向するように各々配置された磁石の間に発生する反発力によって前記復元力を作用させるようにしてもよい。
- [0024] また、本発明は、
前記第2の移動体は、前記予め定められた方向から見て複数箇所において転動ボール列を介して前記第1の移動体に相対移動可能に結合されており、
前記検知手段は、
前記複数箇所のうちの特定の2箇所における転動ボール列を含む平面に垂直で且

つ前記予め定められた方向に平行な平面において、前記予め定められた方向にN極とS極が交互に並ぶように前記第1の移動体および第2の移動体の一方に配列された複数の磁界発生手段と、

前記第1の移動体および第2の移動体の他方に備えられ磁界の大きさに基づいた電圧を出力する磁電変換素子と、を有し、

前記第1の移動体に対する前記第2の移動体の相対的変位により、前記磁界発生手段により形成された磁界における前記磁電変換素子近傍の磁界に応じた信号が前記磁電変換素子から出力されるようにしてもよい。

[0025] また、本発明は、

前記磁電変換素子は、前記複数の磁界発生手段の配列方向に対して垂直方向に2個同じ姿勢で並べて配置されており、

前記2つの磁電変換素子からの出力の差分を前記検知手段の出力とするようにしてもよい。

[0026] また、本発明において前記検知手段は、

前記予め定められた方向に平行な平面において、前記予め定められた方向にN極とS極が交互に並ぶように前記第1の移動体および第2の移動体の一方に配列された複数の磁界発生手段と、

前記第1の移動体および第2の移動体の他方に備えられ磁界の大きさに基づいた電圧を出力する磁電変換素子と、を有し、

前記第1の移動体に対する前記第2の移動体の相対的変位により、前記磁界発生手段により形成された磁界における前記磁電変換素子近傍の磁界に応じた信号が前記磁電変換素子から出力され、

前記磁電変換素子は、前記複数の磁界発生手段の配列方向に対して垂直方向に2個同じ姿勢で並べて配置されており、

前記2つの磁電変換素子からの出力の差分を前記検知手段の出力とするようにしてもよい。

[0027] また、本発明は、

上記のいずれかの検知装置と、

前記検知装置から出力される信号を増幅する増幅手段と、
前記検知装置から出力された信号に基づいて、前記力検知装置に検知された物理量の所定方向の成分の大きさを外部に出力する出力部を設けた信号検出手段とを有して構成されている

ことを特徴とする計測装置であつてもよい。

[0028] この発明において、典型的には、第1の移動体と第2の移動体とが相互に連結されて規制され、第1の移動体と前記第2の移動体との相対運動が直線運動である。すなわち、この発明において、予め決められた方向の相対運動は相対的な直線運動であり、この場合においては、第1の移動体と第2の移動体とを有して直線運動案内装置が構成される。なお、第1の移動体と第2の移動体とを有する曲線運動案内装置を構成して、予め決められた方向の相対運動を円運動や円弧運動などの曲線運動とすることも可能である。

[0029] この発明において、典型的には、第1の移動体に磁電変換素子が設けられているとともに第2の移動体に磁石が設けられて検知手段が構成され、第1の移動体と第2の移動体との相対運動に伴う、磁電変換素子の近傍における磁石による磁界の変化により、磁電変換素子から信号が出力される。また、典型的には、検知手段として磁電変換素子が用いられる場合には、典型的にホール効果を利用した磁電変換素子であるホール素子が採用されるが、例えば磁気抵抗型素子(MR素子)などのその他の磁電変換素子を採用することも可能である。この構成によれば、ホール素子などの磁電変換素子と磁石とを用いて力の検知を行っていることにより、変位量検出部と梁構造体とを分けて構成することができるので、力検知の再現性(繰返し性)を向上させることが可能となる。

[0030] この発明において、好適には、磁電変換素子が一對で設けられているとともに、磁界発生手段が磁石からなり、磁石におけるS極とN極とを結ぶ磁極の向きが、一對のホール素子などの磁電変換素子の配置方向に対して、所定角度($90^\circ - \theta$)だけ傾いて設けられている。(例えば、 45° 以上 70° 以下の角度をなしている。)すなわち、予め決められた方向が磁電変換素子の配置方向に垂直な方向である構成によれば、予め決められた方向に対して、磁石の磁極が所定角度 θ だけ傾斜するように、

磁界発生手段としての磁石が配置されることになる。この構成によれば、磁石を傾けた磁気回路と、磁気を検出する磁電変換素子を複数個用いていることにより、磁電変換素子を単体(1個)で用いる場合に比して、より大きい出力を得ることが可能となる。なお、磁石としては、通常の固定磁石や電磁石を採用することが可能である。

[0031] この発明において、典型的には、第1の移動体はリニアガイドにおけるブロックであり、第2の移動体はリニアガイドにおけるレールであるが、反対に、第1の移動体をレールとし、第2の移動体をブロックとすることも可能である。すなわち、所定間隔を隔てて互いに平行に設けられる一对の側壁を備えた第1の移動体と、第1の移動体の側壁間に挿入され第1の移動体の長手方向に往復移動自在に設けられる第2の移動体とを有する構成が望ましい。また、通常、外力を計測する場合においては、外力が作用される移動体とは異なる側の移動体を固定させるようにするのが好ましい。この発明において、好適には、第1の移動体と第2の移動体とが転動体を介して互いに相対運動可能に規制されている。

[0032] この発明において、他の典型的な一例は、検知手段が歪みゲージを有してなり、第2の移動体の相対的変位によって歪みゲージが歪められ、歪みゲージの歪みに基づいて、信号が出力されるように構成されている。

[0033] この発明において、好適には、第1の移動体と第2の移動体とが弾性部材によって相互に結合され、弾性部材により第1の移動体と第2の移動体とに反対向きの復元力が作用されることにより、相対的変位量が減少する向きに復元力が作用されるように構成されている。

[0034] また、本発明は、

相互に予め決められた方向に相対運動可能に構成された第1の移動体および第2の移動体と、

前記第1の移動体に設けられた、磁界の大きさに基づいた電圧を出力する磁電変換素子と、

前記第2の移動体に設けられた、磁界を発生可能な磁界発生手段とを有し、

前記第1の移動体に対する前記第2の移動体の相対的変位により、前記磁界発生手段により形成された磁界における前記磁電変換素子近傍の磁界の変化に応じた

信号が前記磁電変換素子から出力されることにより、前記相対的変位量を計測する力検知装置であって、

前記磁界発生手段は、前記磁界発生手段のS極とN極とを結ぶ磁極の方向が前記予め決められた運動方向に対して角度をなして設けられている

ことを特徴とする力検知装置であつてもよい。

[0035] また、本発明は、

相互に予め決められた方向に相対運動可能に構成された第1の移動体および第2の移動体と、

前記第1の移動体と前記第2の移動体との前記予め決められた方向に沿った相対的変位量に基づいた信号を出力する検知手段と、

前記第1の移動体と前記第2の移動体との少なくとも一方の移動体に対して前記相対的変位量を減少させる向きに復元力を作用させる弾性部材とを有し、

外部から前記第2の移動体に作用される外力に伴う前記第1の移動体に対する前記第2の移動体の相対的変位量に基づいて、前記検知手段から信号が出力されることを特徴とする力検知装置であつてもよい。

[0036] また、本発明は、前記検知手段が、

前記第1の移動体に設けられた、磁界の大きさに基づいた電圧を出力する磁電変換素子と、

前記第2の移動体に設けられた、磁界を発生可能な磁界発生手段とを有し、

外部から前記第2の移動体に作用される外力に伴う前記第1の移動体に対する前記第2の移動体の相対的変位により、前記磁界発生手段により形成された磁界における前記磁電変換素子近傍の磁界の変化に応じた信号が前記磁電変換素子から出力されることにより、前記相対的変位の量に基づいた信号が、前記検知手段から出力される

ことを特徴とする上記の力検知装置であつてもよい。

[0037] また、本発明は、

前記第1の移動体と前記第2の移動体とが前記弾性部材によって相互に結合され

、

前記弾性部材により前記第1の移動体と前記第2の移動体とにそれぞれ互いに反対向きの復元力が作用されることによって、前記相対的変位の量が減少する向きに復元力が作用する

ことを特徴とする上記の力検知装置であってもよい。

[0038] また、本発明は、

前記磁電変換素子が一对で設けられているとともに、前記磁界発生手段が磁石からなり、

前記磁石におけるS極とN極とを結ぶ磁極の向きが、前記一对の磁電変換素子の配置方向に対して、 45° 以上 70° 以下の角度をなしている

ことを特徴とする上記の力検知装置であってもよい。

[0039] また、本発明は、

前記第1の移動体と前記第2の移動体とが転動体を介して互いに相対運動可能に規制されている

ことを特徴とする上記の力検知装置であってもよい。

[0040] また、本発明は、

前記第1の移動体と前記第2の移動体とが相互に連結されて規制され、前記第1の移動体と前記第2の移動体との相対運動が直線運動である

ことを特徴とする上記の力検知装置であってもよい。

[0041] また、本発明は、

前記磁電変換素子がホール素子である

ことを特徴とする上記の力検知装置であってもよい。

[0042] また、本発明は、

前記検知手段が歪みゲージを有し、

前記第2の移動体の相対的変位によって前記歪みゲージが歪められ、前記歪みゲージの歪みに基づいて、前記信号が出力するように構成されている

ことを特徴とする上記の力検知装置であってもよい。

[0043] また、本発明は、

前記弾性部材と前記第2の移動体との間で相互に力を伝達する力伝達手段をさら

に有し、

前記歪みゲージが前記弾性部材に固着されており、
前記第2の移動体の前記第1の移動体に対する相対運動に伴う相対的変位によって、前記力伝達手段を通じて前記第2の移動体から前記弾性部材に力が伝達されて前記歪みゲージが歪められる

ことを特徴とする上記の力検知装置であってもよい。

[0044] また、本発明は、

上記の力検知装置と、
前記力検知装置から出力される信号を増幅する増幅手段と、
前記力検知装置から出力された信号に基づいて、前記力検知装置に作用された外力の所定方向の成分の大きさを表示する表示部を設けた信号検出手段とを有して構成されている

ことを特徴とする力計測装置であってもよい。

発明の効果

[0045] 以上説明したように、この発明によれば、作用された力に関して、予め設定された方向に沿った力学的物理量のみを抽出して、より正確に検出することができ、この方向に沿った力以外の方向に対する歪みを小さくするとともに低コスト化を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0046] [図1]この発明の第1の実施形態による力計測装置の全体構成を示すブロック図である。

[図2]この発明の第1の実施形態による力検知装置を示す上面図(図2A)、側断面図(図2B)、横断面図(図2C)である。

[図3]この発明の実施形態によるホール素子を用いる場合の、ホール素子の配置と永久磁石の傾きとにおける実験方法を説明するための側面図(図3A)および平面図(図3B)である。

[図4]ホール素子の配置に対する正方形磁石(W10×L10)の取り付け角度ごとの、出力電圧の送り量依存性を示すグラフである。

[図5]ホール素子の配置に対する短冊状磁石(W3×L10)の取り付け角度ごとの、出力電圧の送り量依存性を示すグラフである。

[図6]ホール素子の配置に対するネオジウム磁石(φ3.2×2)の取り付け角度ごとの、出力電圧の送り量依存性を示すグラフである。

[図7]この発明の第2の実施形態による力検知装置を示す上面図(図7A)、側断面図(図7B)、横断面図(図7C)である。

[図8]この発明の第3の実施形態による力検知装置を示す上面図(図8A)、側断面図(図8B)、横断面図(図8C)である。

[図9]この発明の第4の実施形態による力検知装置を示す上面図(図9A)、側断面図(図9B)、横断面図(図9C)である。

[図10]この発明の第4の実施形態による力検知装置の別の例を示す側断面図(図10A)、上面図の一部を抜き出した図(図10B)である。

[図11]この発明の第5の実施形態による力検知装置を示す上面図(図11A)、側面図(図11B)、ホール素子と磁石列の配置についての図(図11C)である。

[図12]レールに対するブロックの相対位置の変化を検出する場合の、ブロックの傾きの影響について示す比較例としての図である。

[図13]この発明の第5の実施形態において、レールに対するブロックの相対位置の変化を検出する場合の、ブロックの傾きの影響について示す図である。

[図14]この発明の第5の実施形態において、2つのホール素子から得られる出力信号の差分をとり、レールに対するブロックの相対位置信号とするための構成について示す図である。

[図15]この発明の第6の実施形態におけるホール素子と磁石列の配置についての上面図(図15A)、側面図(図15B)、正面図(図15C)、力検知装置を示す上面図(図15D)である。

[図16]この発明の第6の実施形態におけるホール素子と磁石列の配置の他の例についての上面図である。

[図17]この発明の第7の実施形態による力検知装置を示す上断面図(図17A)、側断面図(図17B)である。

[図18]この発明の第7の実施形態による力検知装置の他の例を示す側断面図(図18 A、B)である。

[図19]この発明の第8の実施形態による加速度ピックアップを示す側断面図(図19A、B)である。

[図20]この発明の第9の実施形態による力検知装置を示す上面図(図20A)及び板バネの斜視図(図20B)である。

[図21]この発明の参考実施形態による力検知装置を示す上面図(図21A)および横断面図(図21B)並びにゲージ部を示す平面図(図21C)である。

[図22]従来技術によるダイヤフラム型力検知装置を示す断面図である。

[図23]従来技術によるせん断(ビーム)型力検知装置を示す斜視図である。

符号の説明

- [0047]
- 1 レール
 - 1b 凹部
 - 2 ブロック
 - 2a 転動体
 - 2b 溝
 - 2c 凹部
 - 3 保持器
 - 3a 転動体
 - 4 磁石
 - 5 ホール素子
 - 5a 出力ライン
 - 6 コネクタ
 - 7 弾性材
 - 8 固定用ねじ
 - 9 板バネ
 - 10 力検知装置
 - 11 スペーサ

- 12 ストップ
- 13 弾性材
- 14 結合板
- 15 ゲージ板
- 16 歪みゲージ
- 17 球体
- 20 増幅器
- 30 外部信号検出器
- 30a 表示部

発明を実施するための最良の形態

[0048] 以下、この発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。なお、以下の実施形態の全図においては、同一または対応する部分には同一の符号を付す。

[0049] (第1の実施形態)

まず、この発明の第1の実施形態による力計測装置について説明する。図1に、この第1の実施形態による力計測装置の全体構成を示す。

[0050] (力検出装置)

図1に示すように、この第1の実施形態による力計測装置においては、外力を検知してこの外力の大きさに基づいた信号を出力する力検知装置10を有して構成されている。そして、力計測装置は、この力検知装置10から出力された信号を増幅させる増幅手段としての増幅器20と、この増幅器20によって増幅された信号の電圧値を検出する信号検出手段としての外部信号検出器30とをさらに有している。また、この外部信号検出器30には、電圧値に基づいた値として、例えば電圧値に基づいた外力の大きさを表示として外部に出力する、出力部としての表示部30aが設けられている。

[0051] 以上のように構成された力検出装置においては、力検知装置10により計測された外力が、この外力に応じた電圧値として出力され、増幅器20により増幅された後、外部信号検出器30において、例えばN(ニュートン)やkgf(kg重)の単位で表示される力の値に変換され、表示部30aに表示される。なお、後述するように力検知装置10

からの出力は、磁電変換素子からの出力であるため、微弱な電流である場合が多い
ため、ノイズを低減するために、増幅器20や外部信号検出器30においてローパスフ
ィルタ(LPF)を設けて、ノイズの低減を図るようにする。なお、上記において出力部は
、N(ニュートン)やkgf(kg重)の単位とともに力の値を表示する表示部30aとしたが、
出力部は視覚的に認識可能な形で力の大きさを出力するものに限られない。別途準
備されたディスプレイやLED、別機器などに力の大きさを出力する機能を有するもの
を全て含んでいる。

[0052] (力検知装置10)

次に、この第1の実施形態による力検知装置について説明する。図2に、この第1の
実施形態による力検知装置10を示す。

[0053] 図2に示すように、この第1の実施形態による力検知装置10においては、ブロック1
、レール2、保持器3、磁石4、一对の磁電変換素子としてのホール素子5、コネクタ6
および板バネ9を有して構成されている。

[0054] 図2Cに示すように、コの字型のブロック1と矩形状のレール2とは、ブロック1の内周
部と、レール2の外周部とが、レール2の側壁に設けられた転動体2aおよび保持器3
に保持された転動体3aを介して相対運動可能に構成されている。すなわち、ブロック
1とレール2とにより、相対的に直線運動を行うリニアガイドが構成されている。なお、
この発明においては、ブロック1を第1の移動体とし、レール2を第2の移動体としてい
るが、ブロック1を第2の移動体とし、レール2を第1の移動体としても良い。

[0055] また、図2Aおよび図2Bに示すように、レール2の上面には、溝2bが形成されてい
る。この溝2bは、磁界発生手段としての磁石4をレール2の長手方向に対して傾斜さ
せつつ保持可能に形成されている。すなわち、磁石4がレール2の運動に連動するよ
うに構成されている。そして、この第1の実施形態において、磁石4は、そのN-Sの
磁極の方向がレール2の長手方向、すなわち、ブロック1とレール2との相対的な運動
方向に対して角度 θ をなして、溝2bの内部に配置されている。ここで、この角度 θ は
例えば 30° ($\theta = 30^\circ$)である。

[0056] また、ブロック1には凹部1bが形成されている。この凹部1b内に一对のホール素子
5が互いに対向して配置されている。すなわち、一对のホール素子5は、ブロック1の

運動に連動するように、その配置方向がブロック1の運動方向に垂直になるように配置されている。

[0057] また、ホール素子5からの出力は、出力ライン5aを通じてコネクタ6にそれぞれ供給される。この第1の実施形態において用いられるホール素子5の出力端子は例えば4端子であるが、言うまでもなく、このホール素子5以外のホール素子を採用することも可能である。そして、このコネクタ6に導線の端子(図示せず)を接続し、この導線を通じて図1に示す増幅器20に接続することによって、力検知装置10からの出力信号を増幅器20に供給可能になっている。

[0058] また、弾性部材としての板バネ9は、ブロック1とレール2との移動に抗するように、ブロック1とレール2の移動方向における端面に固定用ねじ8を用いて設けられている。また、図2Cに示すように、この板バネ9は、コの字型のブロック1の両側の形状に倣った部分と、レール2の矩形状に倣った部分とが、これらの部分に比して細い部分によって連結された形状を有する。本発明者の知見によれば、板バネ9を図2Cに示す形状にすることにより、バネの復元の再現性を高く維持することが可能となる。そして、この板バネ9は、固定用ねじ8によってブロック1およびレール2に固定されている。すなわち、固定用ねじ8および板バネ9によってブロック1およびレール2が相互に固定されている。

[0059] また、レール2の長手方向に沿った長さ、すなわち運動方向に沿った長さが、ブロック1の長手方向に沿った長さに比して長くなるように、スペーサ11が設けられている。この第1の実施形態においては、図2Aに示すように、両側に例えば約100 μ m程度長くなるようにスペーサ11が設けられている。なお、スペーサ11を設けることなく、レール2をブロック1より長く形成することにより、同様の構成を得ることも可能である。

[0060] このようにレール2をブロック1より長くなるように、例えばスペーサ11を設けることにより、レール2に対して両側の板バネ9からの移動方向に沿って内側に向かう一対の押圧力が作用する。このように両側端面における板バネ9からの押圧力がレール2に作用され、これらの作用された力の合力が0になるときに、ブロック1とレール2とが相対的な安定状態となる。

[0061] 換言すると、安定状態においては、レール2に移動方向の押圧力が両側面から作

用してレール2に作用する力が0になり、レール2がブロック1に対して相対的に移動して変位した変位状態のときに、移動した向きと反対側の向きに力(復元力)が作用される。

[0062] このとき、安定状態であってもそれぞれの板バネ9から押圧力が作用されているように構成していることによって、レール2の移動量に基づくホール素子5からの出力乱れの発生を防止することが可能となる。

[0063] すなわち、スペーサ11を設けることなく、ブロック1とレール2とを同じ長さにすると、ブロック1とレール2との両端部が同一面上になった段階で板バネ9からの押圧力が作用されなくなって安定状態となるが、レール2が微小に移動されたときのホール素子5における磁電変換の反応が緩慢になることから、出力に乱れが生じる。これに対し、この第1の実施形態のようにスペーサ11を設けることにより、両側端面の板バネ9によって常にレール2に力が作用されるので、移動が微小であっても常に復元力が作用されることになるので、ホール素子5からの出力が安定される。

[0064] (力検知原理)

次に、以上の構成を前提とした、この力検知装置10を用いた力検知の原理について説明する。

[0065] すなわち、ブロック1が固定された状態でレール2に対して板バネ9による力以外の力(外力)が作用されるとする。この場合、その外力のうちで、ブロック1とレール2との相対的な移動方向に沿った力成分に沿ってレール2が移動される。これにより、磁石4の一方の極がホール素子5に近づくとともに、他方の極が遠ざかることになる。例えば、レール2が図2A中右向きに移動すると、ホール素子5に磁石4のN極が近づくとともに、S極が遠ざかる。

[0066] このレール2の移動によって、一对のホール素子5の周囲の磁界が変化する。この磁界の変化によってホール効果が生じ、ホール素子5からレール2の移動量(以下、送り量)に基づいた電圧値が信号として出力される。なお、移動方向に対して磁極を傾斜させた磁石4を一对のホール素子5に対して相対的に変位させた場合における、出力電圧の送り量依存性については、後述する。

[0067] 出力された信号は出力ライン5aを通じてコネクタ6に供給され、増幅器20に入力さ

れる。増幅器20において増幅された信号は、外部信号検出器30に供給され、この信号の電圧値に基づいて、表示部30aに、上述した外力の移動方向成分の大きさが表示される。

[0068] 以上のようにして、レール2に外力が作用されたときに、このレール2とブロック1との相対的な移動方向に沿った力成分を選択的に測定することが可能となる。なお、本実施例において、検知手段は、ホール素子5と磁石4とを含んで構成される。また、復元手段は板バネ9を含んで構成される。

[0069] (磁石の取り付け角度ごとのホール素子の出力電圧に関する送り量依存性)

次に、上述した力検知原理を想起するに至った本発明者による、磁電変換素子の一種としてのホール素子の配置方法および磁石の取り付け角度 θ に関する考察について説明する。図3Aおよび図3Bに、本発明者の実験および考察におけるホール素子と磁石との位置関係を示す。

[0070] 図3Aに示すように、ホール素子5の出力電圧に関する送り量依存性の実験においては、2つのホール素子5を所定の間隔D(mm) (ここでは、 $D=3.2$)隔てて一対に設け、この間にかつ2つのホール素子5を配置した方向から、d(mm) (ここでは、 $d=1.0$)隔てた位置に磁石4を設ける。そして、磁石は、3種類の磁石を用いる。

[0071] すなわち、第1の磁石として幅Wが10mm、長さLが10mmの矩形のラバー磁石(図3中、実線)を用い、第2の磁石として幅Wが3mmで長さLが10mmのラバー磁石(図3中、二点鎖線)を用い、第3の磁石として円柱形状で円の直径が $\phi 3.2$ mmで厚さ2mmのネオジウム磁石(図3中、点線)を用いる。そして、それぞれの磁石4を、2つのホール素子5の配置方向に対して、図3B中に示す角度 θ (取付角度 θ)だけ傾け、図3B中矢印方向に相対的に移動させる。なお、この実験においては、磁石4(第2の磁石)の取り付け角度 θ を 0° としたときに、出力電圧が0となるように出力が調整されている。

[0072] 以上の構成による実験において、それぞれの第1の磁石、第2の磁石および第3の磁石によって、移動量(送り量)(μm)によるホール素子5の出力電圧依存性を、それぞれの角度 θ を変えた結果を、それぞれ図4、図5、図6に示す。

[0073] 図4、図5、図6における測定に併って、磁石4の両側にNS磁極の方向に対して角

度($90^\circ - \theta$)をなす直線状にホール素子5を2つ並べて配置することにより、単磁極でホール素子を1個用いる場合に比して、ホール素子5からの出力電圧を4倍にすることができることが確認された。すなわち、ホール素子5を2個設けるとともに、それぞれのホール素子5において、N極からの影響とS極からの影響がそれぞれ出力電圧に影響することから、(ホール素子が)2個×(N極による磁気変動+S極による磁気変動)で4倍の電圧出力が得られた。

[0074] また、図4～図6から、取り付け角度 θ が小さくなると、第1の磁石(ラバー磁石(W10×L10))、第2の磁石(ラバー磁石(W3×L10))および第3の磁石(ネオジウム磁石)のいずれの場合においても送り量(μm)に対する出力電圧特性の直線性が良好であることが分かる。さらに、図4および図5から、レンジの中央付近で良好な直線性が得られることが分かるとともに、さらに図4と比較することにより、ラバー磁石であってもネオジウム磁石であっても、特性が変わらないことが分かる。

[0075] さらに、本発明者は、以上の実験結果に基づいて種々考察を行い、鋭意検討を行った。その結果、それぞれの磁石4の取り付け角度と出力電圧について、磁石4の磁力が強くなるにしたがって、または、ホール素子5と磁石の距離が近くなるにしたがって、グラフの傾きに顕著に反映されることを知見するに至った。

[0076] また、本発明者は、磁石の形状が矩形であることから、磁力線と空隙との相関関係により出力電圧がなだらかとなり、第1の磁石や第2の磁石を45度の角度で取り付けると、出力電圧の送り量依存特性が極端になだらかな出力になることも知見するに至った。

[0077] すなわち、ホール素子5を一对で設け、磁石4をブロック1の移動方向に対して角度 θ だけ傾斜させて設けて、一对のホール素子5と磁石4とを近接して配置することにより、出力電圧の送り量依存特性の線形性および測定範囲が向上される。そして、この線形領域を力検知に利用することにより、力の移動方向成分が送り量に反映され、この送り量が線形に出力電圧値に反映されるので、出力電圧値に基づいて、外力の移動方向成分を検出することが可能となる。

[0078] 以上の本発明者の実験および検討に基づいて、この発明においては、磁石4として第2の磁石(ラバー磁石(W3×L10))を用い、出力電圧の送り量依存特性から、取り

付け角度 θ を 30° とした。なお、必要に応じて、安価なラバー磁石の第1の磁石や、ネオジウム磁石の第3の磁石を採用することも可能である。さらに、磁石の取り付け角度 θ を 30° 以外の角度、例えば 0° や 45° とすることも可能である。この点、本発明者の知見に基づく、取り付け角度 θ は、典型的には 0° 以上 90° 以下、好適には、 0° 以上 45° 以下、より好適には、 20° 以上 45° 以下である。

[0079] また、本発明者の検討によれば、計測回路として、前段の演算増幅器(オペレーション・アンプリファイア)を計測用増幅器として採用しつつ後段に低ゲイン増幅器を採用することが望ましい。さらに、電源として、リニア電源(リニアレギュレータ)を採用することにより、ホール素子5に一定電圧を供給することが望ましい。

[0080] 以上説明したように、この第1の実施形態によれば、力検知装置10、ブロック1またはレール2に対して外力が作用された場合に、その外力のベクトル成分から、所望とする方向の力成分を抽出して、その大きさを測定することが可能となる。また、高い剛性のリニアガイドを用いているため、所望とする方向の以外の力成分に対する歪みを効果的に小さくすることが可能となる。

[0081] (第2の実施形態)

次に、この発明の第2の実施形態による力計測装置における力検知装置10について説明する。なお、力検知装置10以外の構成については第1の実施形態におけると同様である。図7に、この第2の実施形態による力検知装置10を示す。

[0082] 図7Aおよび図7Bに示すように、この力検知装置10においては、第1の実施形態と異なり、ブロック1の移動方向に沿った両側端面に、板バネ9の代わりに、ストッパ12が設けられている。そして、このストッパ12の内側側面におけるレール2の移動方向両端面側に復元力を作用させる弾性部材としての弾性材7がそれぞれ設けられている。この弾性材7は、安定状態において、レール2に対して進行方向に沿った内側に向けて押圧力を作用するように設けられている。そして、図7Cに示すように、その他の構成については第1の実施形態におけると同様であるので、その説明を省略する。

[0083] この第2の実施形態においても、復元手段としての弾性部材以外は第1の実施形態と同様の構成を有していることにより、第1の実施形態におけると同様の効果を得る

ことができる。

[0084] (第3の実施形態)

次に、この発明の第3の実施形態による力計測装置における力検知装置10について説明する。なお、力検知装置10以外の構成については第1の実施形態におけると同様である。図8に、この第3の実施形態による力検知装置10を示す。

[0085] 図8Aおよび図8Bに示すように、この力検知装置10においては、第1および第2の実施形態と異なり、レール2の上面に弾性部材としての弾性材13の一面が固着されているとともに、レール2の上面に対向する位置におけるブロック1の内周部下面側に弾性材13の他面が固着されている。ここで、弾性材13の安定状態における固着位置を、レール2よりブロック1側に若干ずらして弾性材13をひずませる。これにより、安定状態において、弾性材13によりレール2には移動方向内側、ブロック1には移動方向外側に向かう力が作用されている。そして、それぞれのブロック1およびレール2における合力が安定状態で0になるように構成されている。これにより、弾性材13によりレール2に作用する力に関しては、第1および第2の実施形態におけると同様になる。その他の構成については第1の実施形態におけると同様であるので、その説明を省略する。

[0086] この第3の実施形態においても、復元手段としての弾性材13の構成以外は第1の実施形態と同様の構成を有していることにより、第1の実施形態におけると同様の効果を得ることができる。

[0087] (第4の実施形態)

次に、この発明の第4の実施形態による力検知装置10について説明する。本実施形態は、レール2が安定位置に復元するような復元力を、磁気バネによってレール2に作用させる形態である。図9には、この第4の実施形態による力検知装置10を示す。図9Aは力検知装置10の上面図、図9BはY-Y矢視図、図9CはX-X矢視図を示している。なお、力検知装置10において、以下に説明する構成以外の構成については第1の実施形態と同様である。従って、図9においては、本実施形態の説明に不要な構成は省略してある。

[0088] 図9Aおよび図9Bに示すように、この力検知装置10においては、第1の実施形態と

異なり、ブロック1の移動方向に沿った両側端面に、板バネ9の代わりに、軟磁性ステンレスで形成されたヨークストップ20が設けられている。そして、2つのヨークストップ20におけるレール2側の面には、ブロック側磁石セット22が各々設けられている。このブロック側磁石セット22は、本実施形態においては、直径 ϕ が2mm、厚み t が1mmの円板状のネオジウム磁石22a、22bを並べて配置したものである。ここで各々のブロック側磁石セット22におけるネオジウム磁石22aと22bとは、それぞれ異なる側の磁極においてヨークストップ20に固着されており、それぞれ異なる側の磁極がレール2と対向している。

[0089] 一方、レール2の移動方向の両端面には、軟磁性ステンレスで形成されたヨーク21が設けられており、2つのヨーク21には、レール側磁石セット23がそれぞれ設けられている。このレール側磁石セット23も、ブロック側磁石セット22と同じ円板状のネオジウム磁石23a及び23bを並べて配置したものである。そして、ネオジウム磁石23aと23bとは、それぞれ異なる側の磁極においてヨーク21に固着されている。また、ネオジウム磁石22aと23a、22bと23bとはそれぞれ異なる磁極が対向するように配置されている。

[0090] 以下に、本実施形態の構成を採用した場合の効果について説明する。ここでまず、レール2を安定位置に復元する復元力を機械的なバネによって発生させた場合について考える。このような場合には、バネの特性がヒステリシスを持つため、レール2またはブロック1に対して移動方向から加えられる力覚情報を短いストロークで精度良く測定することが困難な場合があった。例えば数gfの程度の微小な力を測定するような場合には、バネ特性のヒステリシスの影響で正常な力覚情報の測定ができないことがあった。

[0091] これに対し、本実施形態の構成によれば、相反する極の磁石による反発力を利用して復元力を得るのでヒステリシスの影響が少なく、レール2もしくはブロック1の短いストローク(例えば100 μ m以内)の移動量によって微小な力を測定する場合でも、より精度よく力覚情報を測定することが可能となった。また、レール2若しくはブロック1に対して移動方向と異なる方向には反発力が作用しづらいので、ころがり抵抗以外には抵抗の極めて少ない測定系を構成できる。ここで、本実施の形態における復元

手段は、レール側磁石セット23、ブロック側磁石セット22を含んで構成される。

[0092] なお、上記説明に係る実施形態ではブロック側磁石セット22におけるネオジウム磁石22a、22bと、レール側磁石セット23におけるネオジウム磁石23a、23bとは、図9に示したようにそれぞれ対向する磁石の中心が一致するように配置されている。これに対し、対向する磁石の中心をずらすように配置してもよい。以下、このような例について図10を用いて説明する。

[0093] この場合は、例えば、図10Aに示したように、レール側磁石セット23を構成するネオジウム磁石23a、23bの磁極中心はレール2の上面側にシフトさせ、ブロック側磁石セット22を構成するネオジウム磁石22a、22bの磁極中心はブロック1の内周部下面と離れる方向にシフトさせることで、各々の磁極中心を偏らせてもよい。こうすれば、ネオジウム磁石どうしの反発力によって、レール2をブロック1内周部下面側に付勢する与圧を与えることが可能となる。これにより、簡単な構造で、ブロック1とレール2とのガタツキを抑制し相対移動をより円滑にすることが可能となる。

[0094] また、図10Bに示したように、ブロック側磁石セット22を構成するネオジウム磁石22a、22bの磁極中心はレール2の中心軸に対して外側にシフトさせることで、各々の磁極中心を偏らせてもよい。この場合には、ネオジウム磁石どうしの反発力によって、レール2を両側から中心軸側に付勢する与圧を与えることが可能となる。こうすれば、ブロック1とレール2との間のころがり抵抗を抑制することができ、両者の相対移動をより円滑にすることが可能となる。なお、上記のブロック側磁石セット22、レール側磁石セット23を構成する磁石はネオジウム磁石に限られない。フェライト系の磁石など他の種類の磁石でもよいことは当然である。

[0095] (第5の実施形態)

次に本発明における第5の実施形態について説明する。本実施形態においては、ブロック1に対するレール2の相対位置の検出のための磁石及びホール素子の新たな配置について説明する。図11は、本実施形態における力検知装置について表示した図である。

[0096] 図11Aは、力検知装置10をブロック1側から見た図、図11Bは、ブロック1及びレール2を離した上で力検知装置10の側面側から見た図。図11Cは、ホール素子25a及

び25bと、磁石列26及び27の配置について説明するための図である。

[0097] 本実施形態においては図11Cに示すように、レール2に対するブロック1の相対位置情報は、レール2に配置された磁石により発生した磁界を、ホール素子によって検出することで検知される。本実施形態においては、ホール素子25aとホール素子25bとが、取り付け姿勢を同じくして、ブロック1の進行方向に対して垂直に、水平方向に離れて並べられるように、磁気検出基板24に取り付けられている。この磁気検出基板24は、ブロック1に設けられた基板用溝1Cに嵌め込められ、固定孔24a、24bを用いてブロック1にねじ止めされる。また、ホール素子25a、25bは、それらの間に設けられた樹脂製の強化板26に固定されており、お互いの相対位置が安定し、且つ振動を抑制するように構成されている。

[0098] また、レール2の上面には、磁石配置溝2cが形成されている。そして、磁石配置溝2cにおけるブロック1の進行方向に平行な側面の一方に2つの磁石27a、27bが配置されることで、磁石列27が形成されている。また、磁石配置溝2cにおけるブロック1の進行方向に平行な側面の他方には、2つの磁石28a、28bが配置されることで磁石列28が形成されている。この磁石列27、28が形成された平面は、レール2とブロック1とが結合されている2箇所における転動ボール列を含む平面に垂直で且つ本実施形態で予め定められた方向(ブロック1の進行方向)に平行な平面である。

[0099] そして、ブロック1に磁気検出基板24が取り付けられた状態では、ホール素子25a及び25bが磁石配置溝2c内に侵入し、ブロック1がレール2に対して相対的に移動することで、ホール素子25a及び25bが磁石配置溝2c内を、磁石列27、28に両側から挟まれた状態で、磁石の並び方向に移動する。

[0100] ここで、磁石列27における磁石27aと磁石27bでは、ホール素子25bと対向する磁極が互いに逆になっている。また、磁石28aと磁石28bでは、ホール素子25aと対向した磁極が互いに逆になっている。さらに、磁石27aと磁石28aとは逆の磁極で互いに対向するようになっており、磁石27aと磁石28aも逆の磁極で互いに対向するようになっている。これにより、ブロック2に力が加えられ、レール1に対してブロック2が相対移動した場合には、ホール素子25aとホール素子25bとが、磁石列27、28から発生する磁界の変化を検出して、ブロック2の位置を精度よく検出することが可能となっ

ている。

[0101] 次に、本実施形態の構成を採用することによる作用、効果について図12及び図13を用いて説明する。図12には、比較例として、単一のホール素子29をブロック1に取り付けるとともに、レール2の上面において、磁極がブロック1の内周部下面に対向するように並べられた磁石30a、30bを用いて、レール2に対するブロック1の相対位置の変化を検出する場合の、ブロック1の傾きの影響について示す。図13には、本実施形態の構成を採用した場合の、ブロック1の傾きの影響について示す。

[0102] まず、図12に示した場合について考える。ここで、本実施形態のような力検知装置10においては、ブロック1はレール2に対して転動ボール列としての、保持器に保持された転動体によって、レール2の進行方向に対して左右両脇で結合している。このため、図12B中矢印の方向には比較的傾き易い構造となっており、矢印方向の力の成分によりミクロンレベルの変位(傾き)が生じる場合がある。ブロック1が図12Bに示すように傾いた場合には、ホール素子29と磁石30aとの距離D1は長くなり、ホール素子29と磁石30bとの距離D2は短くなるため、D1とD2との間に差が生じてホール素子29で検出される磁界強度の値が変動し易く、精度の良い検出が困難となる場合があった。

[0103] また、これを抑制するためにブロック1とレール2との間の剛性を高めようとするところがり抵抗が増大し、微小な力の測定や、微小な変位の測定を行う際に不感帯やヒステリシスが現れ、これにより精度の良い検出が困難となる場合があった。

[0104] これに対し、図13に示したように、本実施形態によれば、ブロック1が傾いた場合にも、ホール素子25bは、磁石27a、27bに対する距離は維持されたまま、磁石列27に対するねじれ角 θ が変化する。この場合は、実際には、ホール素子25bにおいて磁界を検出する領域はごく小さい部分であるので、ねじれ角 θ が変化しても、ホール素子25bの出力には殆ど影響がない。また、ホール素子25bと磁石27aとの間のねじれ角 θ_1 と、ホール素子25bと磁石27bとの間のねじれ角 θ_2 とが等しいため、各磁石に対するホール素子25bの姿勢の変化の影響がキャンセルされ易くなる。

[0105] このように、本実施形態のような構成をとることで、ブロック1が傾き易い方向に対して、ホール素子25a、25bの出力信号への傾きの影響度を低下させ、そのことで、レ

ール2に対してブロック1が傾いた場合にも力の検知精度を高精度に維持することが可能である。なお、本実施形態においては、ブロック1はレール2に対して、保持器に保持された転動体によって、レール2の進行方向に対して左右両脇で結合している場合を想定して説明したが、本発明が適用される構成は、ブロックが2条の転動ボール列を介してレールと結合している構成に限られない。例えば4条または6条の転動ボール列によってブロックとレールとが結合されている構成にも適用可能である。その場合には、最も傾き易い組合せに係る特定の2条のボール列を含む平面の傾きに対して、本実施形態を適用すればよい。

- [0106] 次に、本実施形態におけるホール素子からの出力の検出方法について説明する。本実施形態においては、ホール素子25aとホール素子25bとは、前述のように姿勢を同じくして磁気検出基板24に並べて固定されている。また、磁石列27と、磁石列28により発生する磁界は、お互いに全く逆方向となっている。従って、ホール素子25aから発生する出力信号と、ホール素子25bから発生する出力信号とは、正負が全く逆転した信号となる。
- [0107] そこで、本実施形態においては、図14に示すように、ホール素子25aから得られる出力信号と、ホール素子25bから得られる出力信号との差分をとり、これをレール2に対するブロック1の相対位置信号とすることにした。そうすれば、磁石列27及び磁石列28により磁界に起因して各ホール素子によって出力されるべき信号を略2倍に増大させることができ、ブロック1の位置をより精度良く検出することが可能となる。さらに、外乱としての磁場が働いた場合には、図14に示すように、外乱磁場に起因する各ホール素子からの信号をキャンセルさせることができ、より外乱に強い測定系とすることが可能になる。
- [0108] 従って、装置の近くに電磁石(モータ)や永久磁石などが配置された場合でも、それらから発生する磁界によって測定精度が悪化することを抑制できる。また、上記の構成では、2つのホール素子からの差動信号によるアナログ通信を、ホール素子25a、25bと増幅器20との間で行うことで、CPUによる演算などを必要とせず、簡単な構成によって外乱磁場による影響を低減させることができる。本実施形態においては、検出する磁界強度自体に外乱磁場によるノイズが混入されることを想定しており、検出

するハードウェアを2系統用意し、通信も2系統用意したことが大きな特徴と言える。

[0109] なお、上記の実施形態においては、微小な移動量を検出するために各々の矩形の磁石27a、27b、28a、28bの取り付け角度をホール素子25a、25bに対して傾斜させてもよい。また、測定範囲(最大ストローク)を大きくするために、磁石27aと27bとの間及び、磁石28aと28bとの間にある程度以上の間隔を設けても良いことが発明者らの研究によって判ってきた。上記においては0.5mmの間隔を設けている。なお、本実施形態において、検知手段は、ホール素子25a、ホール素子25b、磁石列27と、磁石列28を含んで構成される。また、本実施形態においては、ホール素子25aから得られる出力信号と、ホール素子25bから得られる出力信号との差分をとり、これをレベル2に対するブロック1の相対位置信号とする構成を採用するとともに、ブロック1の特に磁気検出基板24の外側に磁気シールドを施すことにより、外乱磁場の影響をさらに確実に抑制することができる。また、ホール素子25aから得られる出力信号と、ホール素子25bから得られる出力信号との差分をとり、外乱磁場の影響を抑制するという構成については、本実施形態の磁石列27、28のような磁石配列にしか適用できないということではない。例えば図14において磁石27a、27b、28a、28bの磁極方向がそれぞれ紙面に垂直方向であるような配列の磁石列に対しても適用可能である。

[0110] (第6の実施形態)

次に、第6の実施形態について説明する。本実施形態は上記第5の実施形態で説明したホール素子及び、磁石の配置を変更した形態である。その他の構成については、第5の実施形態において説明した内容と同等である。

[0111] 本実施の形態の構成例について、図15に示す。図15Aは本実施形態におけるホール素子付近の上面図、図15Bは正面図、図15Cは側面図である。本実施の形態においても、第5の実施形態と同様に、ホール素子31a及び31bが姿勢を同じくして磁界検出基板24上に固定されている。第5の実施形態では、2つのホール素子を挟むように2列の磁石列が形成されたが、本実施の形態においては、ホール素子31aと31bの間に、磁石33a、33bからなる1列の磁石列が設けられる。ここで、磁石33aと磁石33bの磁極は、ホール素子31aと31bの並び方向に平行に形成されており、互いに逆方向となっている。図15Dには、本実施形態における磁界検出基板24をブロ

ック1に取り付けた状態を示す。

- [0112] この構成によっても、第5の実施形態で説明した構成と同様、ブロック1の傾きに起因する検出精度の低下を抑制することが可能である。また、ホール素子31aの出力とホール素子31bの出力との差分をとることにより、出力信号を略2倍に増加させることができ、外乱磁場の影響をキャンセルし、外乱磁場による検出精度の低下を抑制することが可能となる。
- [0113] また、この場合、磁石列を構成する磁石の数は2個以外としてもよい。また、ホール素子の数も2個以外としてもよい。例えば、図16に示すように、磁石列33を構成する磁石の数は2個でなく、さらに多くの磁石33a、33b、……を並べることにより、レール2に対するブロック1の相対位置検出のストロークを増加させることが可能である。
- [0114] また、ホール素子の数も2個ではなく、ホール素子31aの、ブロック1の進行方向にホール素子32aを、ホール素子31bの、ブロック1の進行方向にホール素子32bを設け、4個のホール素子によって磁界を検知することとしてもよい。これにより、各ホール素子の出力のばらつきを平均化できてより精度のよい位置検出を行うことができる。また、この場合の装置は、ブロック1とレール2との間の相対位置の変化を検出する磁気エンコーダとして使用することができ、力検出装置の他に、位置検出装置、速度検出装置や加速度検出装置として利用することも可能である。なお、本実施形態において、検知手段は、ホール素子31a、31b、32a、32b、磁石列33を含んで構成される。
- [0115] (第7の実施形態)
- 次に本発明の第7の実施形態について説明する。本実施形態は、本発明をリニアブッシュとシャフトとからなる直動システムに適用した実施形態である。図17には、本実施形態における力検知装置40の概略構成を示す。この力検知装置40は、リニアブッシュの外筒41と、シャフト42との間を、4条のボール列43～46で結合し、外筒41に対してシャフト42が軸方向に往復移動可能となるように構成されている。
- [0116] 4条のボール列43～46においては43a～46aが負荷ボール列として外筒41とシャフト42との間に介在しており、この負荷ボール列43a～46aを通過した転動体(ボール)は逃げボール列43b～46bで循環するようになっている。外筒41は、両端が先端

カバー41aと後端カバー41bで閉塞されており、シャフト42は、後端カバー41bに対して付勢バネ49で先端カバー41a側に付勢されている。また、先端カバー41aの中央部付近には孔部41cが設けられており、孔部41cからシャフト42の検出突起42aが外部に突出するようになっている。これにより、検出突起42aに力が作用した場合には、付勢バネ49が弾性変形してシャフト42が外筒41に対して相対的に移動する。

[0117] シャフト42の内部には、後端カバー41bから延設された円柱状の磁石部47が挿入されている。この磁石部47は、軸方向から見た断面の中央において2分された2つの部分から形成されており、それぞれの部分は逆極性に着磁されている。また、軸方向においても中央において2分された2つの部分から形成されており、軸方向のそれぞれの部分についても各々逆極性となるように着磁されている。さらに、シャフト42の内部には、ホール素子48a～48dが設けられており、外筒41に対するシャフト42の相対的な変位をホール素子48a～48dの出力信号によって検知可能となっている。

[0118] この構成によれば、シャフト42は4条のボール列43～46によって外筒41に対して結合されているため、モーメントに強く、磁石部47の各磁極と、ホール素子48a～48dの距離を安定化させることができる。従って、外筒41に対するシャフト42の相対的な変位を検知することで、検出突起42aに作用する力をより精度よく検知することが可能となる。また、本実施形態によれば、外筒41によって可動部分やホール素子の駆動用の基板部分(不図示)を密閉することが可能となるので耐環境性を向上することができ、外筒41に磁気シールドを兼ねさせることができるなどの利点がある。さらに、力検知装置40全体を後端カバー41bにおいて他部材に支持固定する構成とすれば、取り付け方向とシャフト42の変位方向とを合わせることができるので、装置の変形や傾きを抑制でき、重さ測定などへの利用を容易にすることができる。また、本実施形態において検知手段は、磁石部47、ホール素子48a～48dを含んで構成される。復元手段は付勢バネ49を含んで構成される。

[0119] 図18A及び図18Bには、本発明をリニアブッシュとシャフトとからなる直動システムに適用した別の実施形態について示す。まず、図18Aに示した力検出装置50について説明する。この実施形態も、リニアブッシュの外筒51とシャフト52とを、4条のボール列で結合し、シャフト52が外筒51の軸方向に往復相対移動可能となっている。

図18Aにおいては4条のボール列53～56における負荷ボール列53aと55aについてのみ図示している。

[0120] 外筒51は、先端が先端カバー51aで閉塞されており、先端カバー51aの中央部には検出突起51bが設けられている。また、外筒51の後端には密閉性を高めるための後端カバー51cが設けられており、シャフト52との間の隙間を少なくしている。また、本形態においては磁石部57は、先端カバー51aの中央部から後端カバー51c側に延設されている。この磁石部57が、軸方向から見た断面において、また軸方向において2つの部分から形成されており、それぞれの部分は逆極性に着磁されている点は図17で説明した形態と同様である。

[0121] また、シャフト52の後端はシャフト後端カバー52bによって閉塞されている。また、シャフト52の先端はシャフト先端カバー52aが設けられ、このシャフト先端カバー52aの中央部はシャフト孔部52cにおいて開口しており、このシャフト孔部52cに磁石部57が先端側から挿入されている。また、外筒51の先端カバー51aの内側と、シャフト先端カバー52aの間には付勢バネ59が設けられており、外筒51に力が作用して外筒51がシャフト52に接近する際には付勢バネ59の弾性変形によって抵抗力が働くようになっている。シャフト52の内部にはホール素子58a～58dが設けられており、検出突起51bに力が加えられた場合に、磁石部57から発生する磁界をホール素子58a～58dで検出することで、シャフト52に対する外筒51の相対的な変位を検知可能となっている。

[0122] この構成によっても、モーメントに強く、磁石部57の各磁極と、ホール素子58a～58dの距離を安定化させることができるので、シャフト52に対する外筒51の相対的な変位をより精度よく検知することが可能となる。なお、この形態において検知手段は、磁石部57、ホール素子58a～58dを含んで構成される。復元手段は付勢バネ59を含んで構成される。

[0123] 次に、図18Bに示した力検出装置60について説明する。この実施形態も、リニアブッシュの外筒61とシャフト62とを、4条のボール列で結合し、シャフト62が外筒61の軸方向に往復相対移動可能となっている。図18Bにおいては4条のボール列63～66における負荷ボール列63aと65aについてのみ図示している。

- [0124] 外筒61は、後端が後端カバー61aで閉塞されており、先端部61bの中央部には磁石挿入孔部61cが設けられている。この磁石挿入孔部61cに対してシャフト62の磁石部67が挿入される。そして、4条のボール列63～66の負荷ボール列63a～66aが磁石部挿入孔部61cとシャフト62との間に介在している。シャフト62の先端側には円盤状の先端プレート62aが設けられている。この先端プレート62aの中央部には検出突起62bが外部に突出するようになっている。また、先端プレート62aは、外周部62cにおいて外筒61の先端部61bに当接している。先端プレート62aには軸方向からみて円形の溝62d及び62eが設けられている。検出突起62bに力が作用した際に、この溝62d及び62eにおいて先端プレート62aが弾性変形して抵抗力を生じるようになっている。
- [0125] また、シャフト62の後端には、円柱状の磁石部67が設けられている。この磁石部67が、軸方向から見た断面において、また軸方向において2つの部分から形成されており、それぞれの部分は逆極性に着磁されている点は図17で説明した形態と同様である。さらに、外筒61の内周面61dにはホール素子68a～68dが設けられている。
- [0126] この構成によっても、シャフト62は4条のボール列63～66によって外筒61に対して結合されているため、モーメントに強く、磁石部67の各磁極と、ホール素子68a～68dの距離を安定化させることができる。従って、外筒61に対するシャフト62の相対的な変位を検知することで、検出突起62bに作用する力をより精度よく検知することが可能となる。なお、この形態において検知手段は、磁石部67、ホール素子68a～68dを含んで構成される。復元手段は先端プレート62aに円形の溝62d及び62eが設けられた構造を含んで構成される。
- [0127] なお、本実施形態においては、シャフトと外筒とは4条のボール列によって結合された例について説明したが、ボール列の数は4条に限られない。5条、6条など、想定されるモーメントによってボール列の数を適宜変更することができる。また、磁石部が、軸方向から見た断面において、また軸方向において2つの部分から形成されており、それぞれの部分は逆極性に着磁されている例について説明したが、この着磁パターンに関しても、ホール素子の配置、数に併せて適宜定めることができる。
- [0128] (第8の実施形態)

次に本発明の第8の実施形態について説明する。本実施形態は、本発明をリニアブッシュとシャフトとからなる直動システムに適用し、加速度ピックアップを構成した形態である。図19Aには、本実施形態における加速度ピックアップ70の概略構成を示す。この加速度ピックアップ70は、リニアブッシュの外筒71と、シャフト72との間を、4条のボール列で結合し、シャフト72が軸方向に往復移動可能に取り付けられている。

[0129] 図19Aにおいては4条のボール列のうち2つのボール列の負荷ボール列73a及び75aについて図示する。外筒71は、両端が先端カバー71aと後端カバー71bで閉塞されて密閉構造をとっている。また、先端カバー71aと後端カバー71bには、後述の付勢バネやホール素子を支持する先端側ホルダ71cと後端側ホルダ71dが設けられている。先端側ホルダ71cと後端側ホルダ71dには、付勢バネ79aと付勢バネ79bとが取り付けられている。そして、シャフト72は、後端カバー71bに対して付勢バネ79bで先端側に付勢されているとともに先端カバー71aに対しても付勢バネ79aで後端側に付勢されている。

[0130] また、シャフト72の先端側及び後端側には、円柱状の磁石部77a及び77bが設けられている。この磁石部77a及び77bは、軸方向から見た断面において2分割されており、分割された各々の部分は逆極性に着磁されている。また、軸方向においても2分割されており、分割された部分は各々逆極性となるように着磁されている。さらに、先端側ホルダ71cと後端側ホルダ71dにおいて、磁石部77a及び77bの各磁極に対向する部分には、ホール素子78a～78dが設けられており、外筒71に対するシャフト72の相対的な変位をホール素子78a～78dの出力信号によって検知することが可能となっている。

[0131] ここで、加速度検知装置70に加速度が加わった場合に、外筒71に対してシャフト72が相対移動し、その変位をホール素子78a～78dの出力で検出することが可能である。この構成によれば、シャフト72は4条のボール列によって外筒71に対して結合されているため、モーメントに強く、磁石部77a、77bの各磁極の、ホール素子78a～78dに対する変位を均等化、安定化させることができ、外筒71に対するシャフト72の加速度をより精度よく検知することが可能となる。なお、この形態において検知手段

は、磁石部77a、77b、ホール素子78a～78dを含んで構成される。復元手段は付勢バネ79a、79bを含んで構成される。

[0132] 次に、図19Bには、同じく、本発明をリニアブッシュとシャフトとからなる直動システムに適用し、加速度ピックアップを構成した別の例について示す。図19Bに示す加速度ピックアップ80は、リニアブッシュの外筒81と、シャフト82との間を、4条のボール列で結合し、シャフト82が軸方向に往復移動可能に取り付けられている。

[0133] 図19Bにおいては4条のボール列のうち2つのボール列の負荷ボール列83a及び85aについて図示する。外筒81は、両端が先端カバー81aと後端カバー81bで閉塞されて密閉構造となっている。シャフト82の先端部82aと後端部82bには先端側ボール87aと後端側ボール87bを介して先端側板バネ88a及び後端側板バネ88bが設けられている。そして、シャフト82は、後端側板バネ88bによって先端側に付勢されているとともに先端側板バネ88aによって後端側に付勢されている。先端側ボール87aと後端側ボール87bは、先端側板バネ88a及び後端側板バネ88bの変形のモードを均一化するためのものである。この先端側板バネ88a及び後端側板バネ88bに付勢されることによって、シャフト82は安定位置に停止する。また、先端側板バネ88a及び後端側板バネ88bには各々先端側圧電素子89aと後端側圧電素子89bが固着されている。

[0134] ここで、加速度ピックアップ80に加速度が加わった場合に、外筒81に対してシャフト82が相対移動し、その変位に応じた先端側板バネ88a及び後端側板バネ88bの変形を先端側圧電素子89aと後端側圧電素子89bの出力で検出することが可能である。

[0135] この構成によれば、シャフト82は4条のボール列によって外筒81に対して結合されているため、モーメントに強く、先端側板バネ88a及び後端側板バネ88bの変形モードを均等化、安定化させることができ、先端側圧電素子89aと後端側圧電素子89bの出力によって、外筒81に対するシャフト82の加速度をより精度よく検知することが可能となる。この形態において検知手段は、先端側板バネ88a、後端側板バネ88b、先端側圧電素子89a、後端側圧電素子89bを含んで構成される。復元手段は先端側板バネ88a、後端側板バネ88bを含んで構成される。

[0136] なお、本実施形態においても、シャフトと外筒とは4条のボール列によって結合された例について説明したが、ボール列の数は4条に限られない。5条、6条など、想定されるモーメントによってボール列の数を適宜変更することができる。また、図19Aでは、円柱状の磁石部77a及び77bが、軸方向から見た断面においても、軸方向においても2分割されており、分割された部分は各々逆極性となるように着磁されている例について説明した。しかしながら、この着磁パターンに関しても、ホール素子の配置、数に併せて適宜定めることができる。また、シャフト72の先端部及び後端部におけるホール素子78a～78dに対向する部分に別々の磁石を設け、それぞれ隣合う磁石の磁極を逆極性としてもよい。

[0137] (第9の実施形態)

次に本発明の第9の実施形態について説明する。本実施形態は、第1の実施形態における板バネを変更した形態である。図20には、本実施形態における力検知装置90の概略構成を示す。

[0138] 図20Aに示すように、この第8の実施形態による力検知装置90においては、ブロック91、レール92、保持器93、保持器に保持された転動体(ボール)93a及び板バネ96を有して構成されている。他の構成は第1の実施形態と同等であるので図示及び説明は省略する。

[0139] 本実施形態では、コの字型のブロック91と矩形状のレール92とは、ブロック91の内周部と、レール92の外周部とが、レール2の側壁に設けられた図示しない転動体および保持器93に保持された転動体(ボール)93aを介して相対運動可能に構成されている。すなわち、ブロック91とレール92とにより、相対的に直線運動を行うリニアガイドが構成されている。

[0140] また、この力検知装置90においては、ブロック91の移動方向に沿った両側端面に、ストップ94が設けられている。このストップ94は固定用ねじ95によってブロック91に固定されている。そして、このストップ94の内側側面におけるレール2の移動方向両端面側に復元力を作用させる弾性部材としての板バネ96がそれぞれ設けられている。この板バネ96の外側端面96aはストップ94に、内側端面96bはレール92に接着されている。図20A中における2つの板バネ96は、安定状態において、レール92に対

して進行方向に沿った内側に向けて互いに押圧力を作用するように設けられている。

[0141] 図20Bには、板バネ96の斜視図を示す。この板バネ96は、外側端面96aと内側端面96bとの間に弾性変形可能なバネ部96cが形成されたものであり、図20Aの紙面に垂直方向については断面一定となっている。

[0142] 弾性部材としての板バネ96をこのような形状にすることにより、レール92の端面全体に対して一様に押圧力を作用させることができる。これにより、レール92がブロック91に対して相対移動する際にレール92に対して図12、図13で示したようなモーメント(ピッチング方向のモーメント)が作用することを抑制でき、レール92の傾きを抑制することができる。これにより、微小な力、微小な変位量を検知する場合に、レール92をより円滑に転動体(ボール)93aの並び方向に移動させることができ、より正確に変位量を検知することができる。本実施の形態において復元手段は板バネ96を含んで構成される。なお、板バネ96の材質としては、弾性が認められれば、バネ鋼などの金属材料でも、非金属材料でも使用することができる。

[0143] (参考実施形態)

次に、この発明の参考実施形態による力計測装置における力検知装置10について説明する。なお、力検知装置10以外の構成については第1の実施形態におけると同様である。図21に、この参考実施形態による力検知装置10を示す。

[0144] 図21Aに示すように、この力検知装置10においては、第1乃至第3の実施形態と異なり、ホール素子5および磁石4を設けずに、歪みゲージを利用する構成である。また、レール2の長手方向に沿った両側部に凹部2cが形成され、この凹部2cに、力伝達手段としての例えばセラミックや金属からなる球体17が設けられている。

[0145] また、図21Bに示すように、ブロック1とレール2とを結合するために、これらの長手方向の両側端面に結合板14が設けられているとともに、さらにその外側表面に、歪みゲージ16を複数個、ここでは例えば3個並べて配置した弾性部材としてのゲージ板15が固定されている。すなわち、レール2は、力伝達手段としての球体17を介して、ゲージ板15から弾性力が作用されるように構成されている。また、これらの4個の歪みゲージ16からは出力ライン(図示せず)が接続されており、歪みゲージ16の歪み

に基づいた電圧が出力される。

[0146] そして、この歪みゲージ16を歪ませる方法としては、第1乃至第3の実施形態と同様にブロック1とレール2との相対移動(相対運動)による移動量に基づいている。例えば、ブロック1を固定させてレール2に外力を作用させると、レール2との移動方向に沿った力成分によって、レール2が移動する。そして、このレール2の移動による力が力伝達手段としての球体17を介してゲージ板15に1点で作用することにより、歪みゲージ16が歪まされる。そして、この歪みに基づいて、複数(ここでは3個)の歪みゲージ16から電圧が出力される。この歪みゲージ16から出力される電圧に基づいて、レール2に作用される外力の特定方向(レール2の移動方向)の力成分の大きさが検出される。なお、歪みゲージ16自体を利用した力検知原理に関しては、従来公知であるので、その説明を省略する。

[0147] 以上説明した参考実施形態においても、第1乃至第3の実施形態における同様に、力を実際に計測する力検知のための歪みゲージ板15の構成と、作用された外力の特性方向の成分のみを変位成分として抽出するブロック1およびレール2の構成とを分けていることにより、第1乃至第3の実施形態と同様の構成となり、同様の効果を得ることができる。

[0148] 以上、この発明の実施形態について具体的に説明したが、この発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、この発明の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。例えば、上述の実施形態において挙げた数値はあくまでも例に過ぎず、必要に応じてこれと異なる数値を用いてもよい。

[0149] 例えば、上述の実施形態による力検知装置においては、永久磁石を用いているが、電磁石を用いることも可能である。また、この発明は、この構造における相対運動をRガイドに実装することによって、回転方向のみの力を検出することも可能となる。また、高剛性かつ高感度であることから、ロボットの腕などに直接組み込ませることが可能である。また、磁石と検出部との相対的な配置によって、多軸力覚センサを構成することが可能である。また、可動部をより軽量化することによって、加速度センサとして機能させることも可能となる。これらのことから、この発明は、骨折などの整復手術の補助を行うための整復装置、直動案内装置、スプライン、ねじ、またはアクチュエータ

関連製品全般に適用することが可能である。

[0150] また、例えば上述の実施形態においては、磁電変換素子としてホール効果を利用したホール素子を用いているが、その他の磁力を電力に変換する手段であれば、あらゆる素子を利用することが可能である。磁電変換素子の他の例としては、MR素子、磁歪素子などを挙げることができる。

[0151] 例えば上述の第1の実施形態においては、レール2の長手方向に沿った長さをブロック1の長手方向に沿った長さより長くなるように構成しているが、逆に、ブロック1の長手方向に沿った長さを、レール2の長手方向に沿った長さより長くなるようにしても良い。この場合においては、レール2には、常に移動方向にそって両外側に向かう斥力が作用することになり、静止時においてレール2に作用する力が0であり、レール2がブロック1に対して相対的に移動した場合に復元力が生じるようにすることができる。なお、上記のそれぞれの実施形態においては、力検知装置、加速度ピックアップなど一種類の装置を例にとりて本発明を説明した。しかし、それぞれの実施形態と同等の構成または原理によって、位置検知装置、速度検知装置、力検知装置、加速度ピックアップ(検知装置)などのいずれの力学的物理量の検知装置を構成しても構わない。

請求の範囲

- [1] 相互に予め決められた方向に相対運動可能に構成された第1の移動体および第2の移動体と、
前記第1の移動体に設けられた、磁界の大きさに基づいた電圧を出力する磁電変換素子と、
前記第2の移動体に設けられた、磁界を発生可能な磁界発生手段とを有し、
前記第1の移動体に対する前記第2の移動体の相対的変位により、前記磁界発生手段により形成された磁界における前記磁電変換素子近傍の磁界の変化に応じた信号が前記磁電変換素子から出力されることにより、前記相対的変位量を計測する検知装置であって、
前記磁界発生手段は、前記磁界発生手段のS極とN極とを結ぶ磁極の方向が前記予め決められた運動方向に対して角度をなして設けられている
ことを特徴とする検知装置。
- [2] 相互に予め決められた方向に相対運動可能に構成された第1の移動体および第2の移動体と、
前記第1の移動体と前記第2の移動体との前記予め決められた方向に沿った相対的変位量に基づいた信号を出力する検知手段と、
前記第1の移動体と前記第2の移動体との少なくとも一方の移動体に対して前記相対的変位量を減少させる向きに復元力を作用させる復元手段とを有し、
外部から前記第2の移動体に作用される外力に伴う前記第1の移動体に対する前記第2の移動体の相対的変位量に基づいて、前記検知手段から信号が出力される
ことを特徴とする検知装置。
- [3] 前記検知手段は、
前記第1の移動体に設けられた、磁界の大きさに基づいた電圧を出力する磁電変換素子と、
前記第2の移動体に設けられた、磁界を発生可能な磁界発生手段とを有し、
外部から前記第2の移動体に作用される外力に伴う前記第1の移動体に対する前記第2の移動体の相対的変位により、前記磁界発生手段により形成された磁界にお

ける前記磁電変換素子近傍の磁界の変化に応じた信号が前記磁電変換素子から出力されることにより、前記相対的変位の量に基づいた信号が、前記検知手段から出力される

ことを特徴とする請求項2に記載の検知装置。

- [4] 前記復元手段は弾性部材を含み、
前記第1の移動体と前記第2の移動体とが前記弾性部材によって相互に結合され、
前記弾性部材により前記第1の移動体と前記第2の移動体とにそれぞれ互いに反対向きの復元力が作用されることによって、前記相対的変位の量が減少する向きに復元力が作用する

ことを特徴とする請求項2または3記載の検知装置。

- [5] 前記磁電変換素子が一对で設けられているとともに、前記磁界発生手段が磁石からなり、
前記磁石におけるS極とN極とを結ぶ磁極の向きが、前記一对の磁電変換素子の配置方向に対して、 45° 以上 70° 以下の角度をなしている

ことを特徴とする請求項1または3記載の検知装置。

- [6] 前記第1の移動体と前記第2の移動体とが転動体を介して互いに相対運動可能に規制されている

ことを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項記載の検知装置。

- [7] 前記第1の移動体と前記第2の移動体とが相互に連結されて規制され、前記第1の移動体と前記第2の移動体との相対運動が直線運動である

ことを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項記載の検知装置。

- [8] 前記磁電変換素子がホール素子である

ことを特徴とする請求項1、3、及び5のうちのいずれか1項記載の検知装置。

- [9] 前記検知手段が歪みゲージを有し、

前記第2の移動体の相対的変位によって前記歪みゲージが歪められ、前記歪みゲージの歪みに基づいて、前記信号が出力するように構成されている

ことを特徴とする請求項2記載の検知装置。

- [10] 前記復元手段は弾性部材を含み、
前記弾性部材と前記第2の移動体との間で相互に力を伝達する力伝達手段をさらに有し、
前記歪みゲージが前記弾性部材に固着されており、
前記第2の移動体の前記第1の移動体に対する相対運動に伴う相対的変位によって、前記力伝達手段を通じて前記第2の移動体から前記弾性部材に力が伝達されて前記歪みゲージが歪められる
ことを特徴とする請求項9記載の検知装置。
- [11] 前記復元手段は、前記第1の移動体と前記第2の移動体とに設けられ、同じ極性の磁極が対向するように各々配置された磁石の間に発生する反発力によって前記復元力を作用させることを特徴とする請求項2に記載の検知装置。
- [12] 前記第2の移動体は、前記予め定められた方向から見て複数箇所において転動ボール列を介して前記第1の移動体に相対移動可能に結合されており、
前記検知手段は、
前記複数箇所のうちの特定の2箇所における転動ボール列を含む平面に垂直で且つ前記予め定められた方向に平行な平面において、前記予め定められた方向にN極とS極が交互に並ぶように前記第1の移動体および第2の移動体の一方に配列された複数の磁界発生手段と、
前記第1の移動体および第2の移動体の他方に備えられ磁界の大きさに基づいた電圧を出力する磁電変換素子と、を有し、
前記第1の移動体に対する前記第2の移動体の相対的変位により、前記磁界発生手段により形成された磁界における前記磁電変換素子近傍の磁界に応じた信号が前記磁電変換素子から出力されることを特徴とする請求項2に記載の検知装置。
- [13] 前記磁電変換素子は、前記複数の磁界発生手段の配列方向に対して垂直方向に2個同じ姿勢で並べて配置されており、
前記2つの磁電変換素子からの出力の差分を前記検知手段の出力とすることを特徴とする請求項12に記載の検知装置。
- [14] 前記検知手段は、

前記予め定められた方向に平行な平面において、前記予め定められた方向にN極とS極が交互に並ぶように前記第1の移動体および第2の移動体の一方に配列された複数の磁界発生手段と、

前記第1の移動体および第2の移動体の他方に備えられ磁界の大きさに基づいた電圧を出力する磁電変換素子と、を有し、

前記第1の移動体に対する前記第2の移動体の相対的変位により、前記磁界発生手段により形成された磁界における前記磁電変換素子近傍の磁界に応じた信号が前記磁電変換素子から出力され、

前記磁電変換素子は、前記複数の磁界発生手段の配列方向に対して垂直方向に2個同じ姿勢で並べて配置されており、

前記2つの磁電変換素子からの出力の差分を前記検知手段の出力とすることを特徴とする請求項2に記載の検知装置。

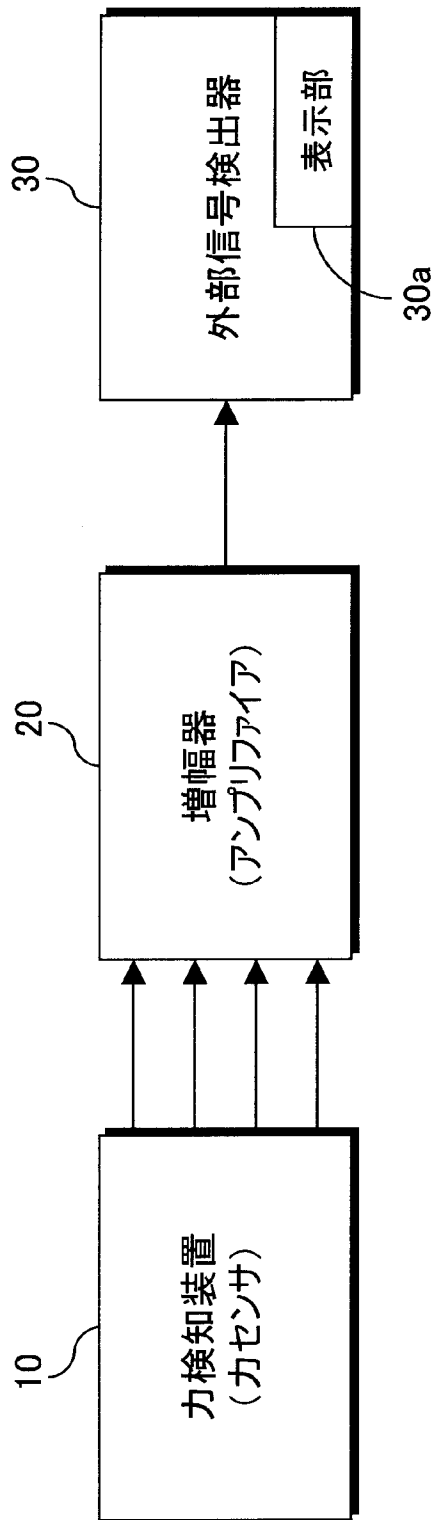
[15] 請求項1乃至14のうち、いずれか1項記載の検知装置と、

前記検知装置から出力される信号を増幅する増幅手段と、

前記検知装置から出力された信号に基づいて、前記力検知装置に検知された物理量の所定方向の成分の大きさを外部に出力する出力部を設けた信号検出手段とを有して構成されている

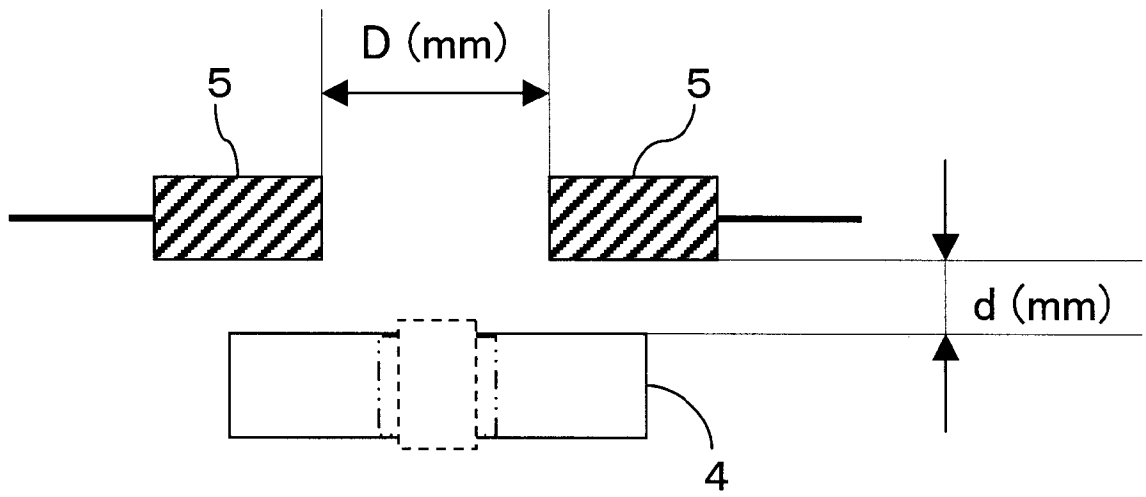
ことを特徴とする計測装置。

[図1]

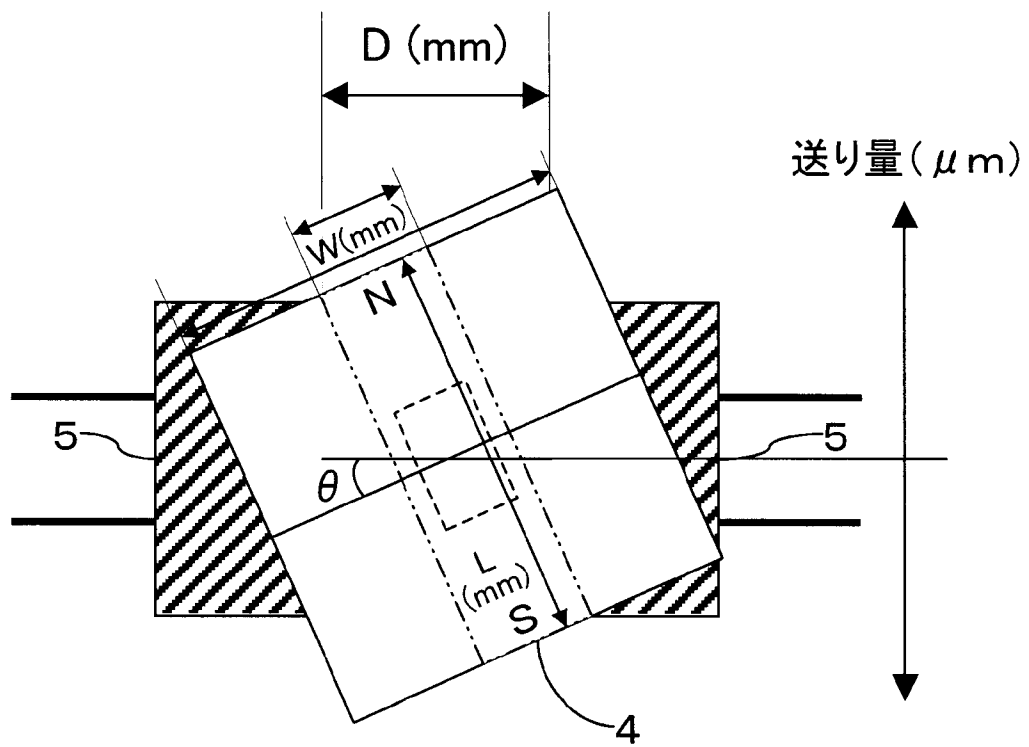


[図3]

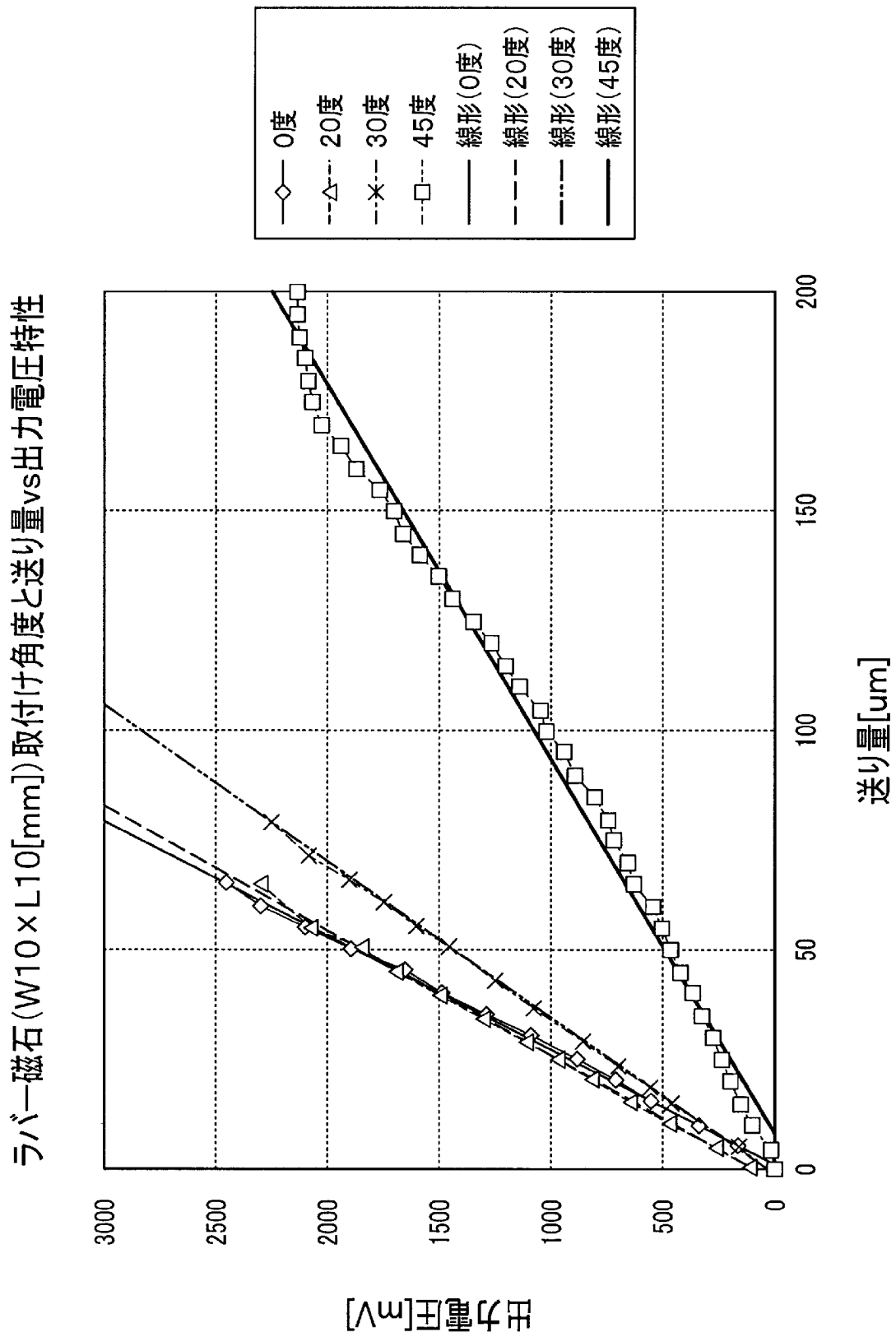
A



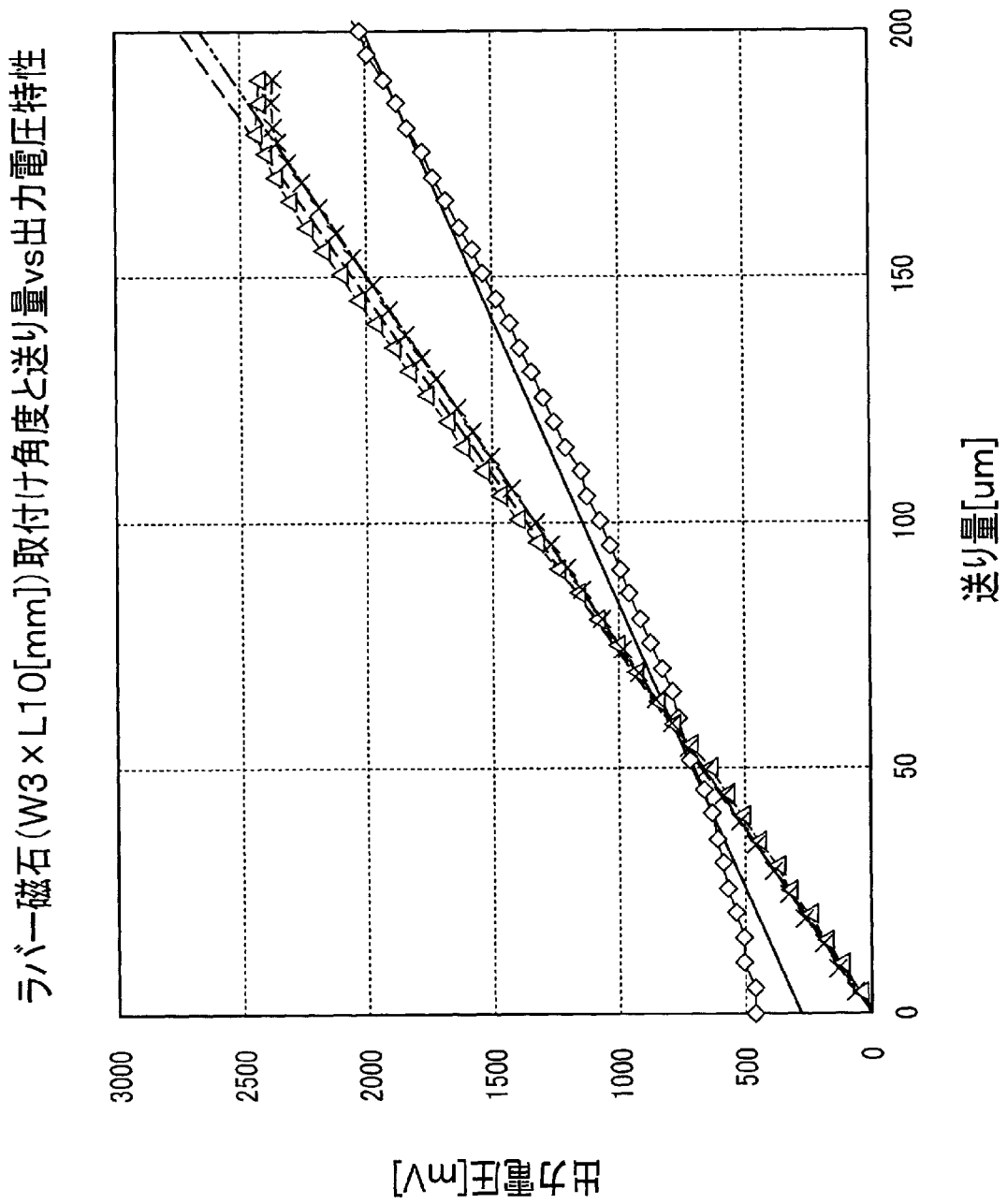
B



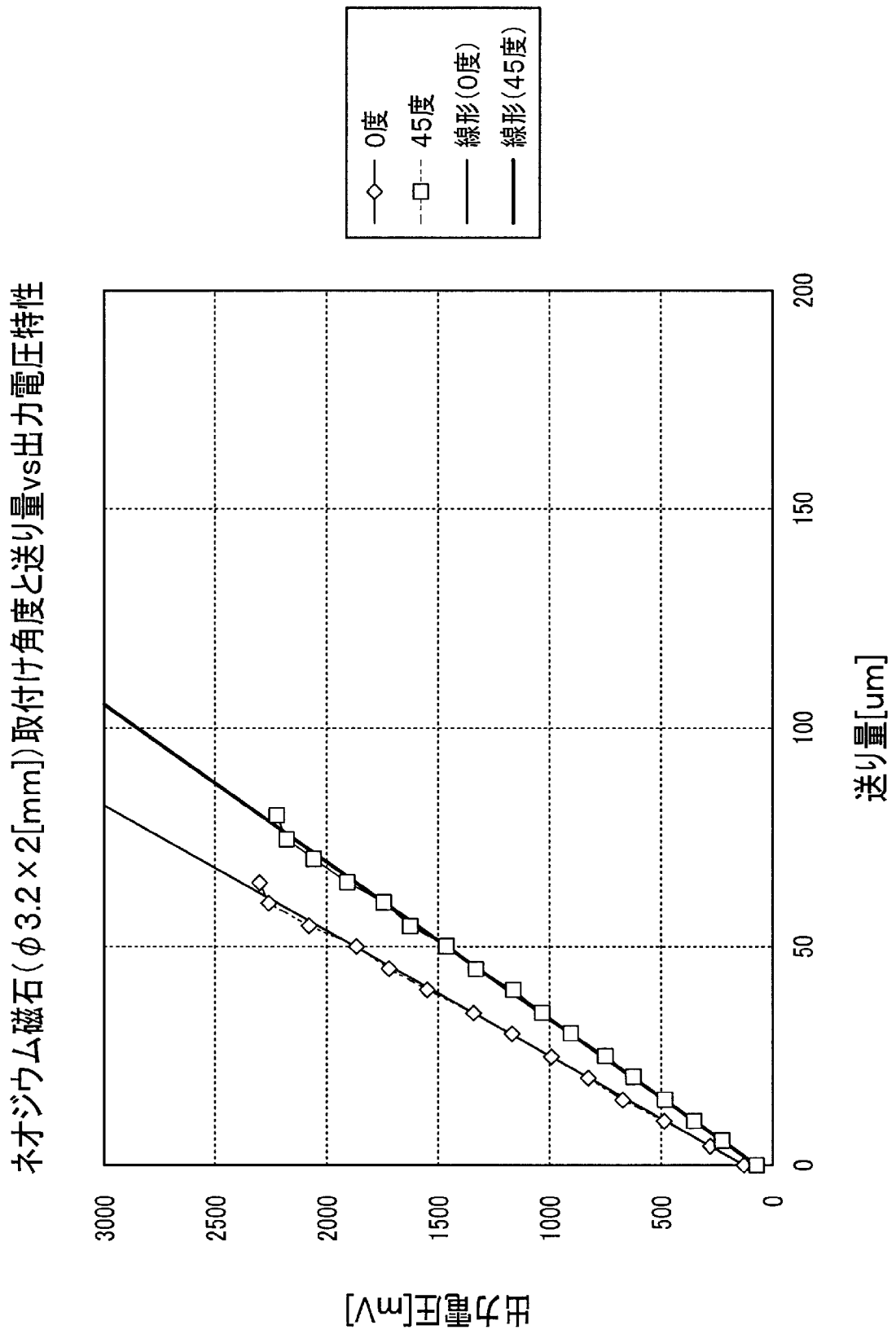
[図4]



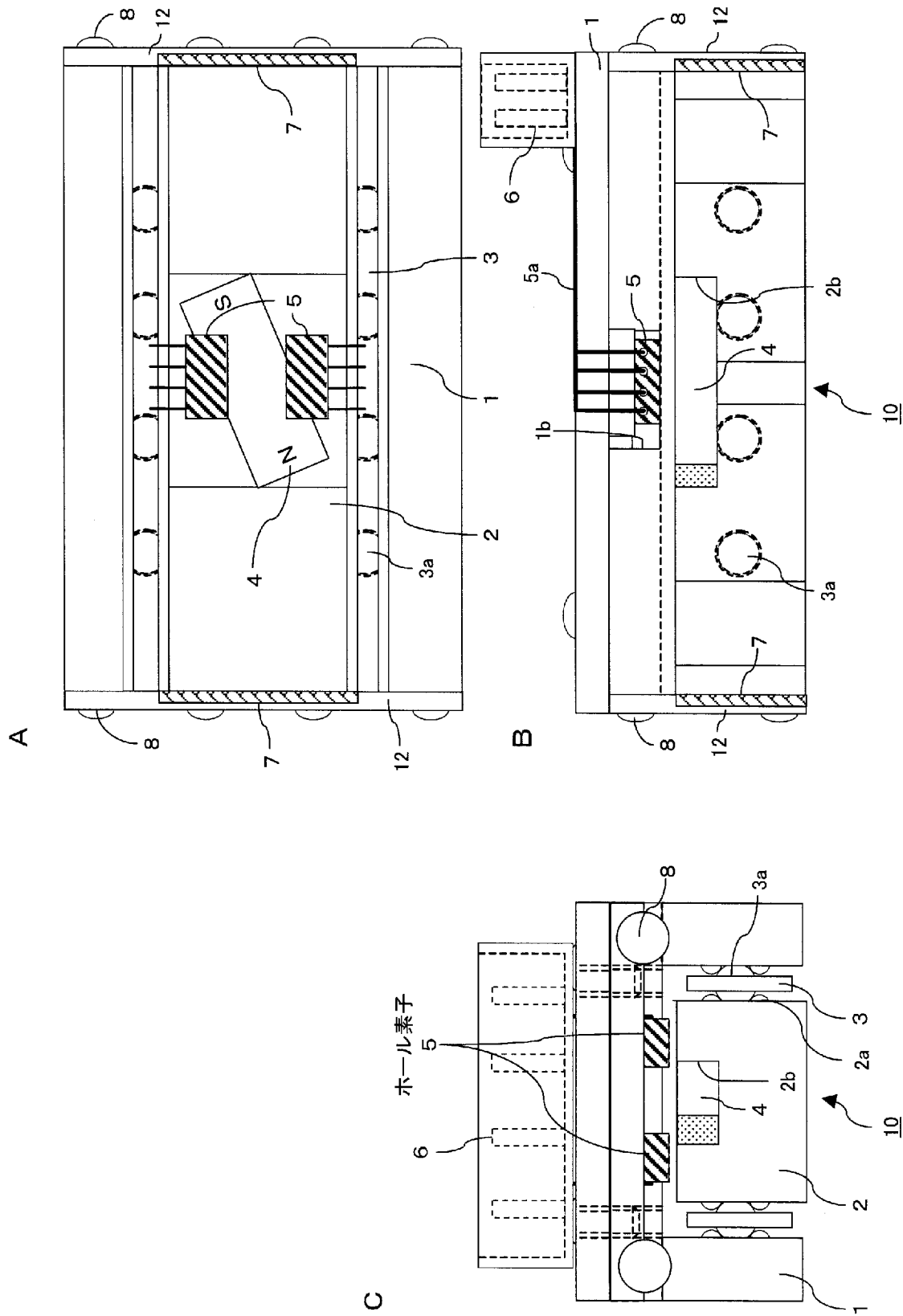
[図5]



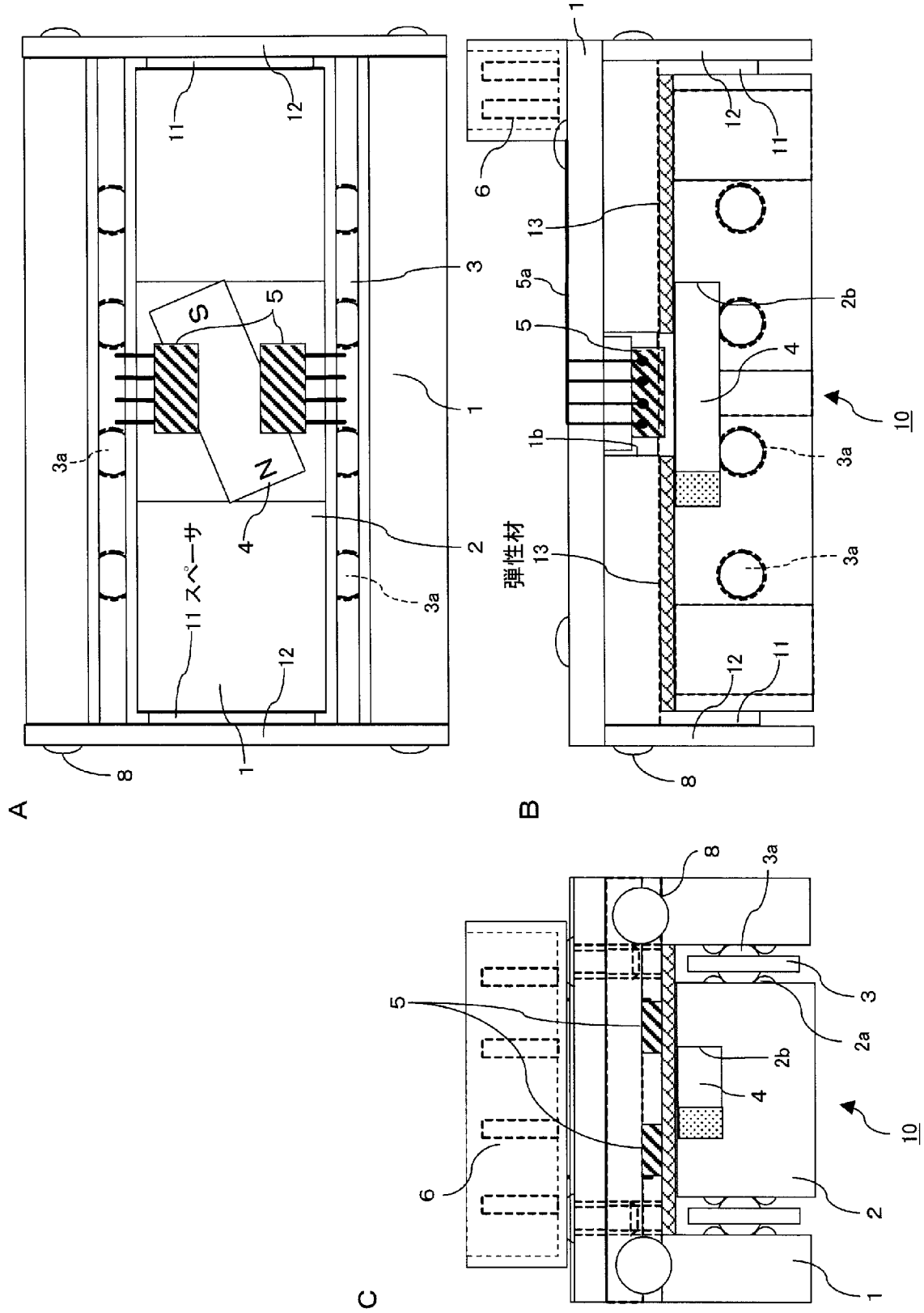
[図6]



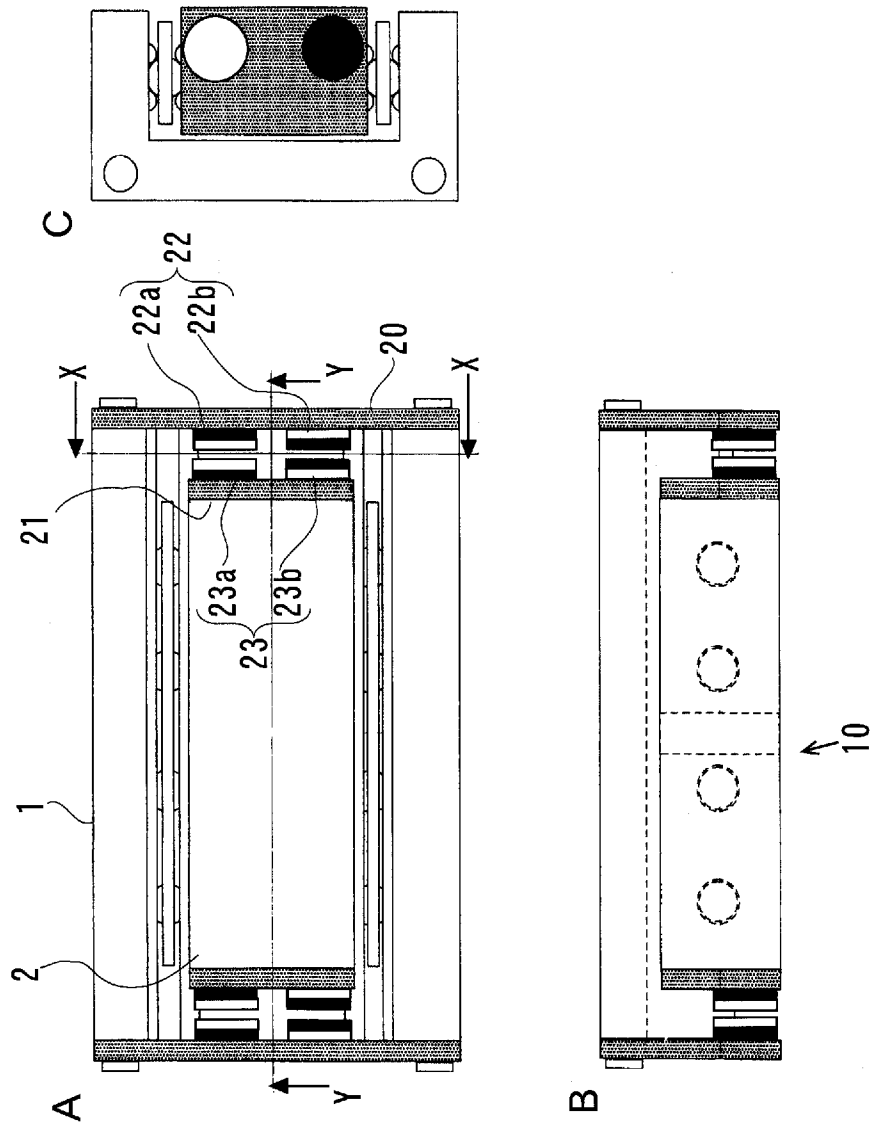
[図7]



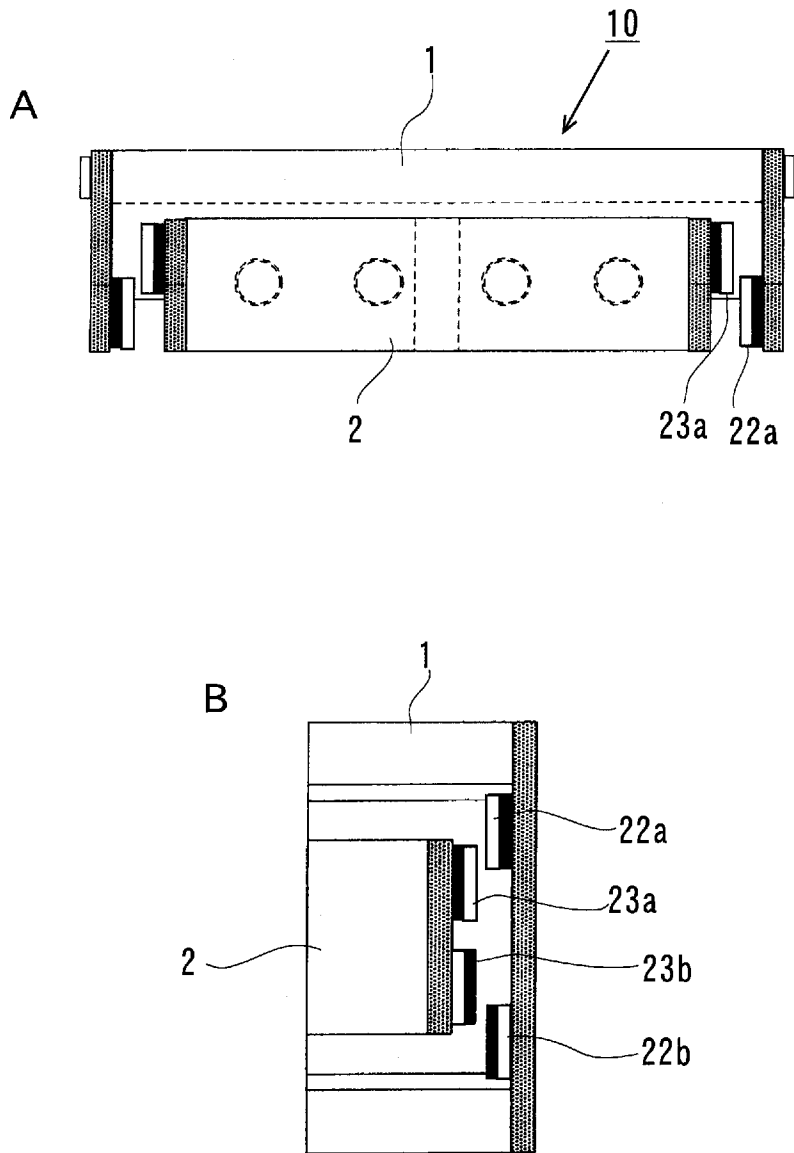
[図8]



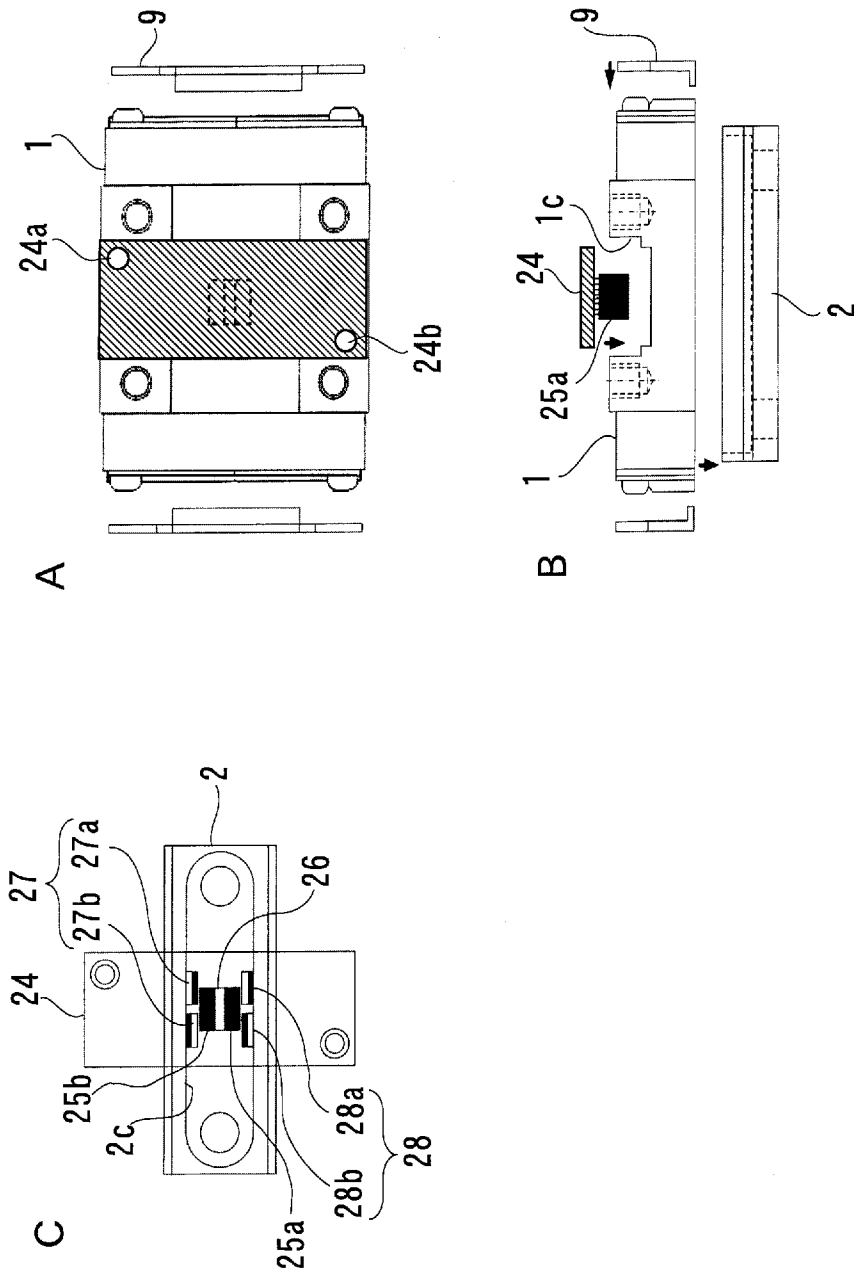
[図9]



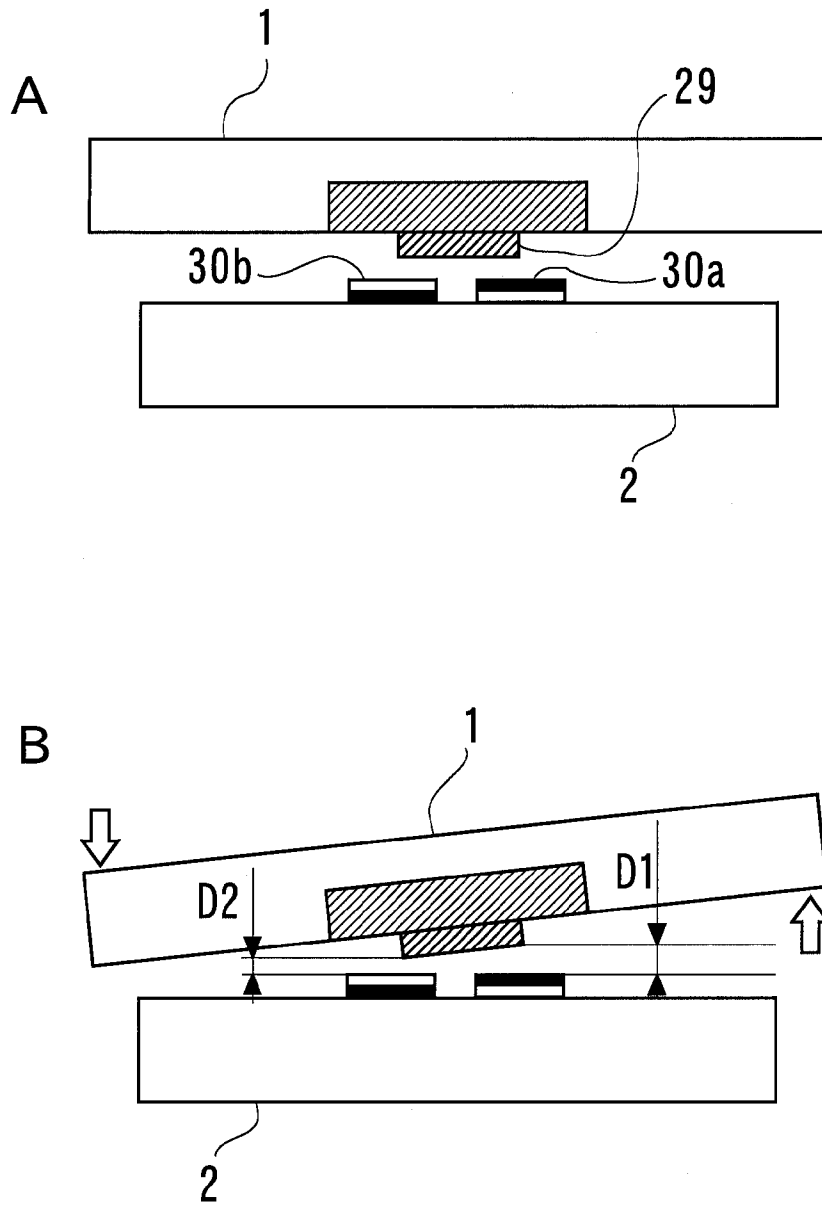
[図10]



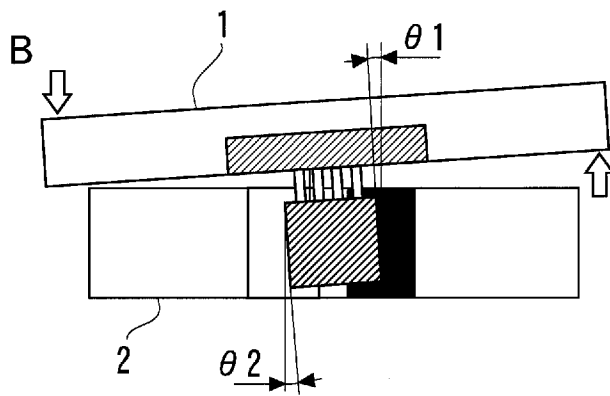
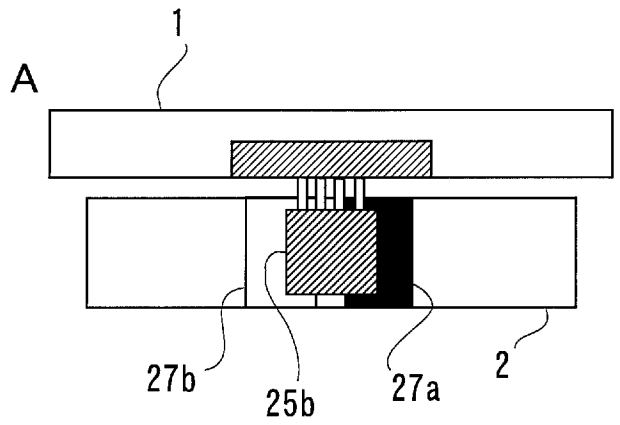
[図11]



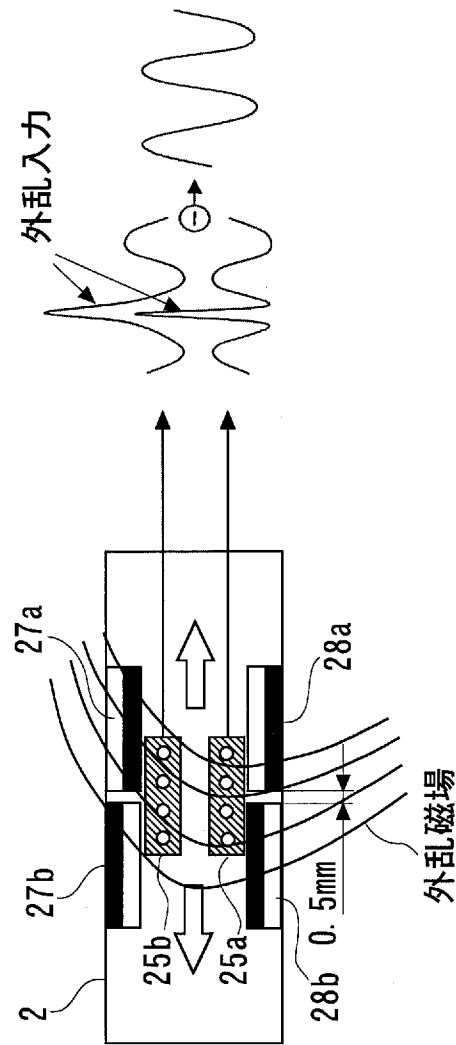
[図12]



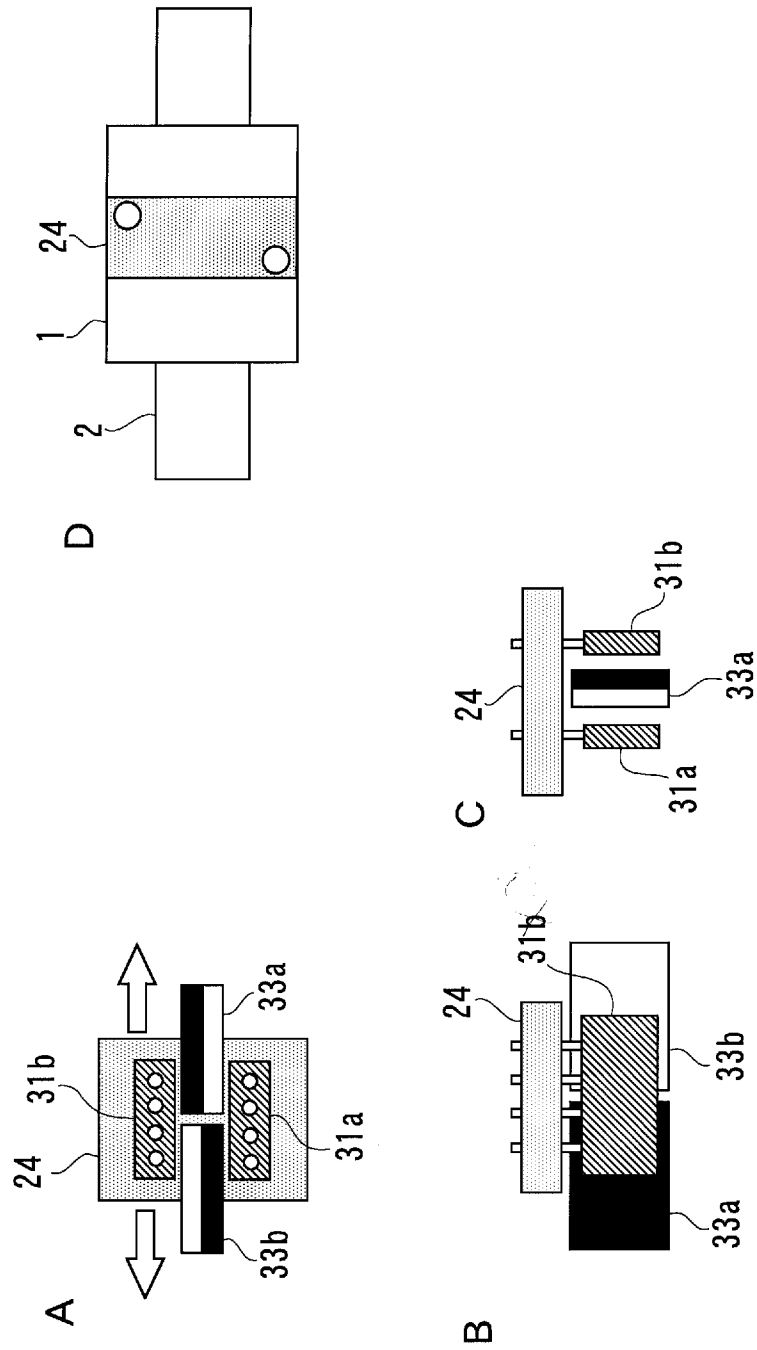
[図13]



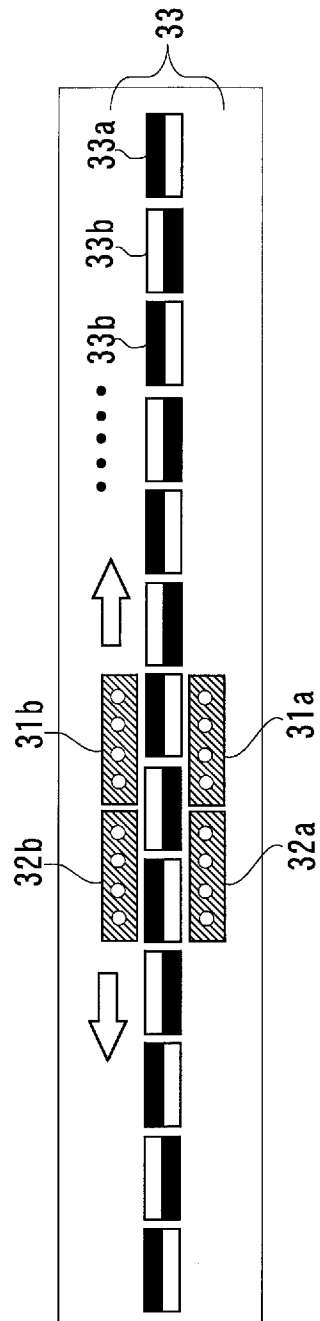
[図14]



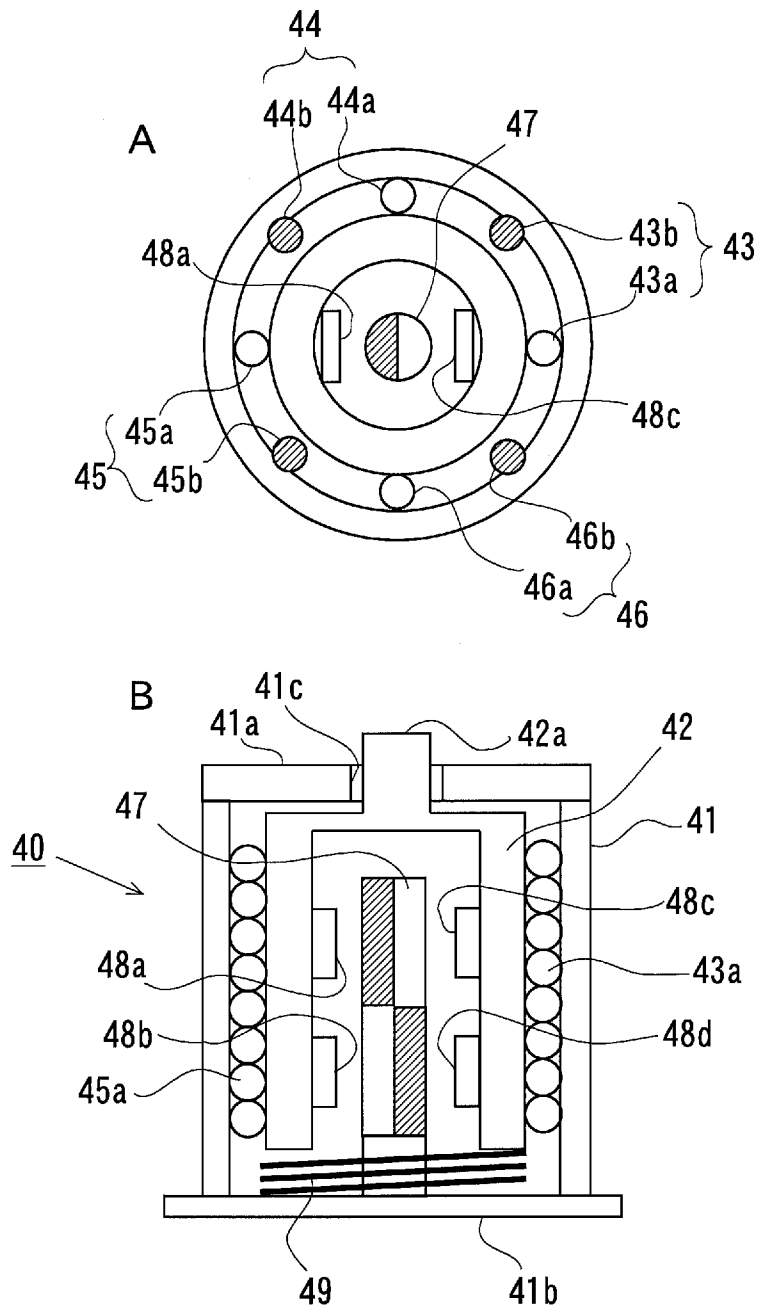
[図15]



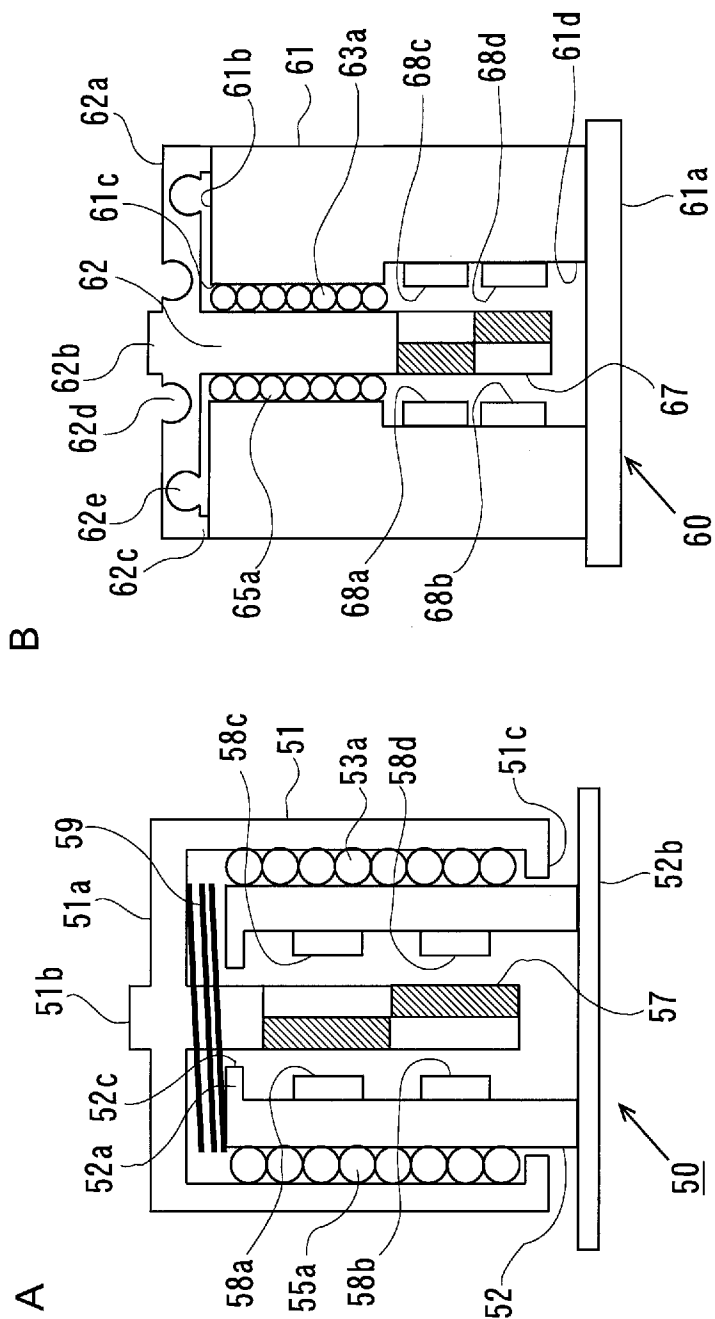
[図16]



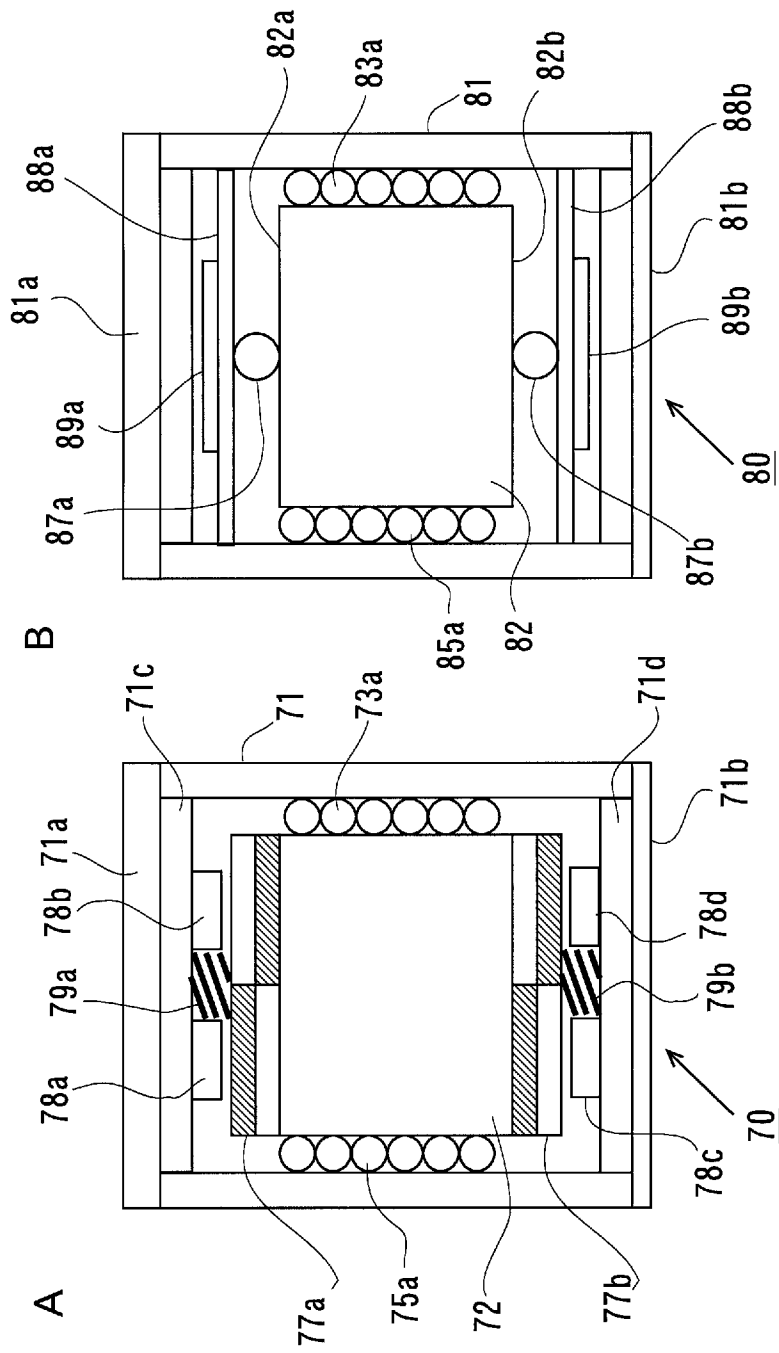
[図17]



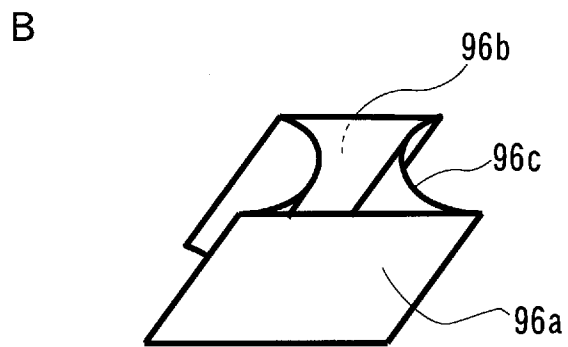
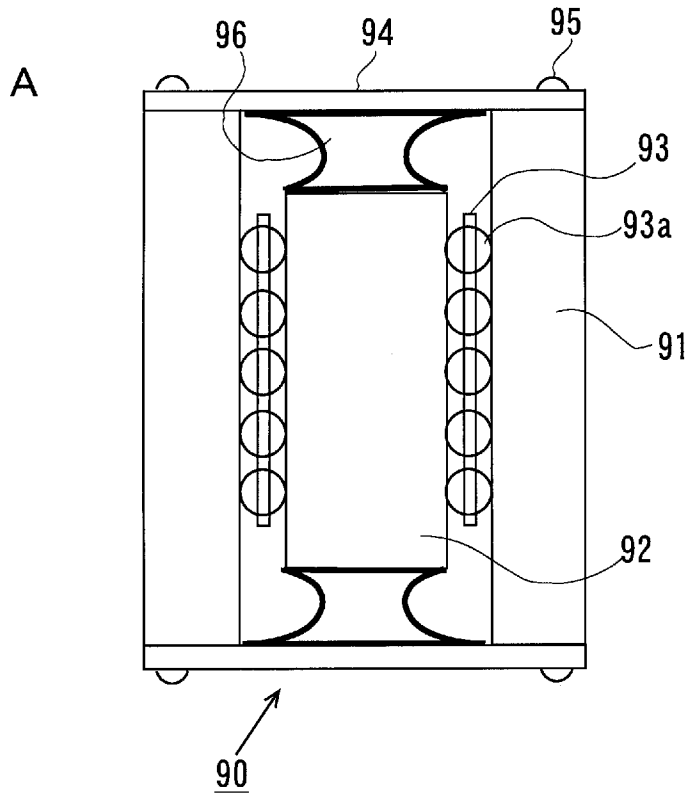
[図18]



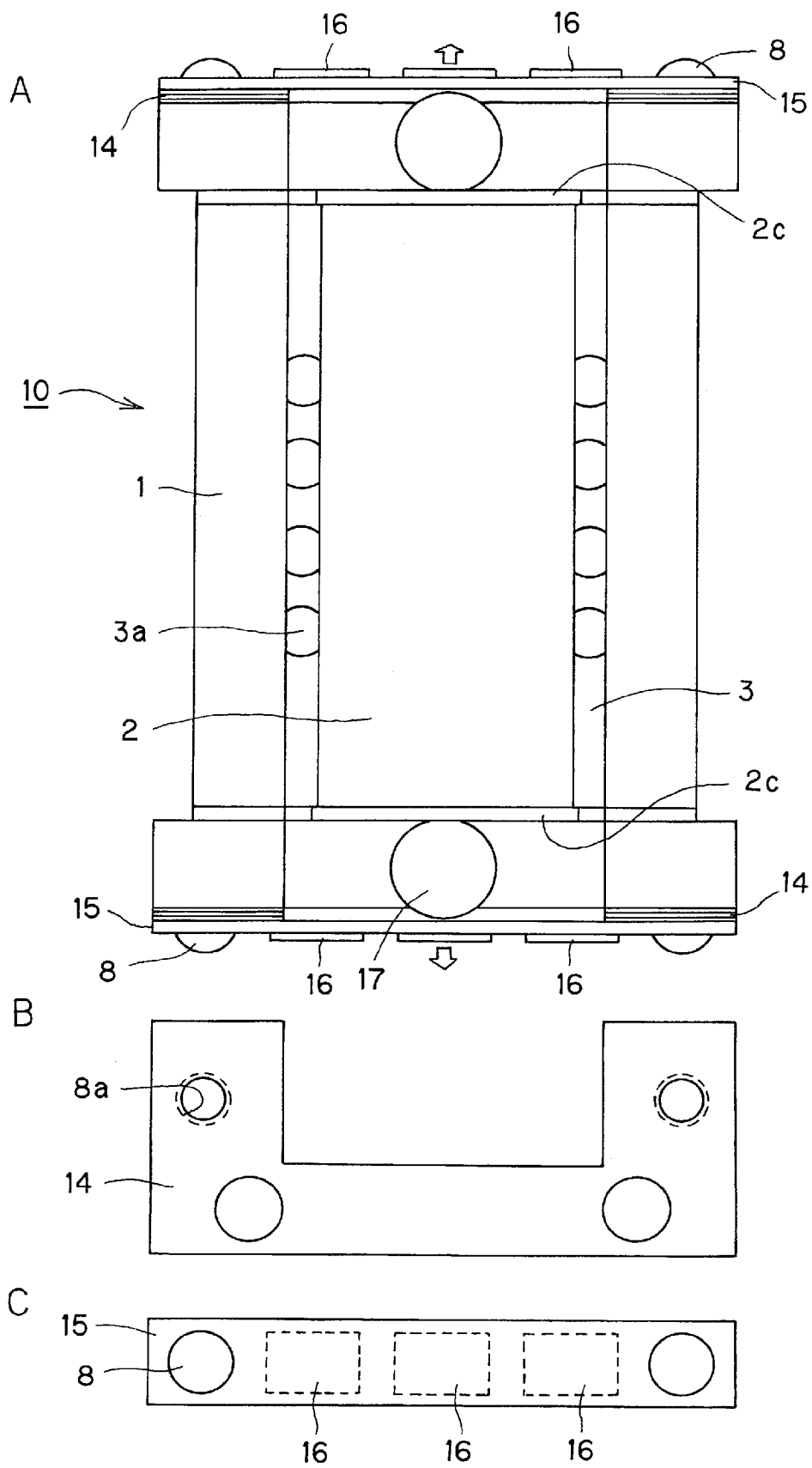
[図19]



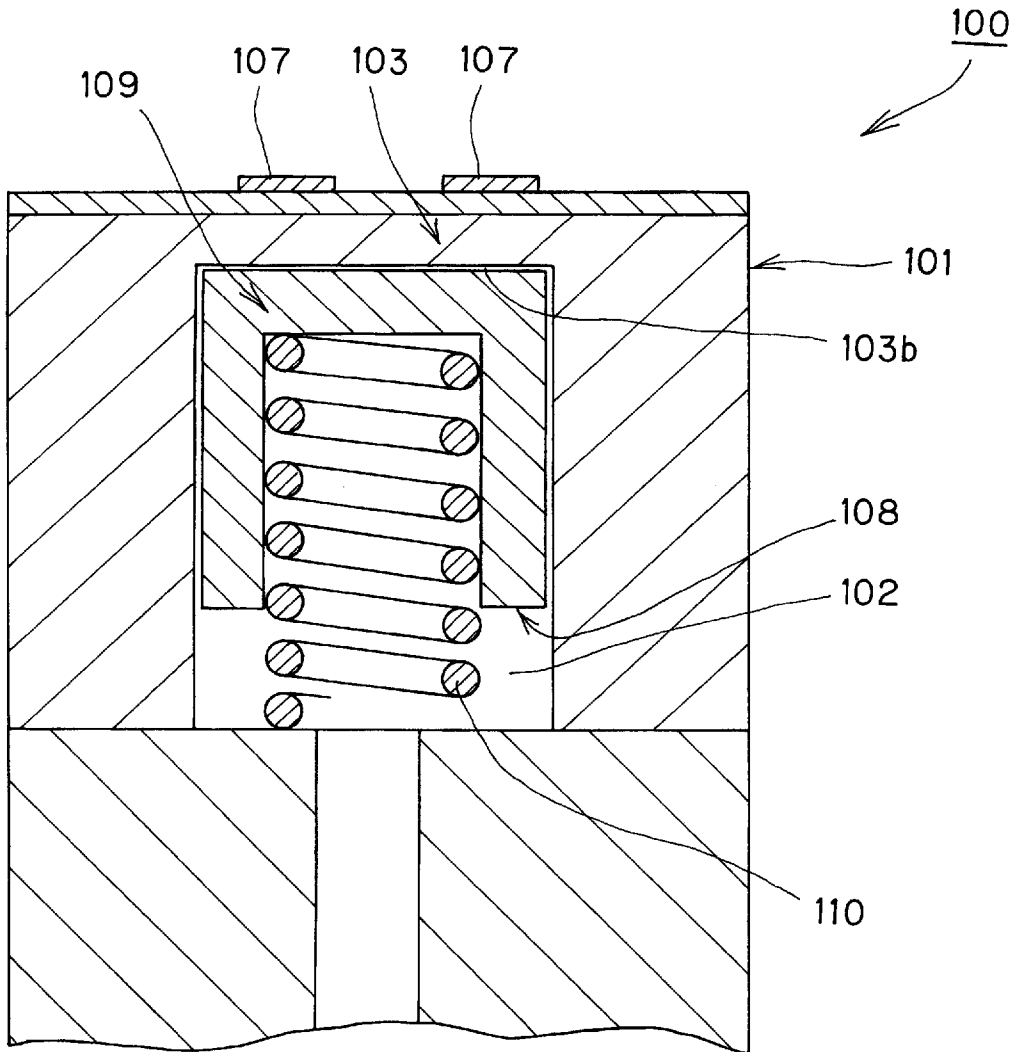
[図20]



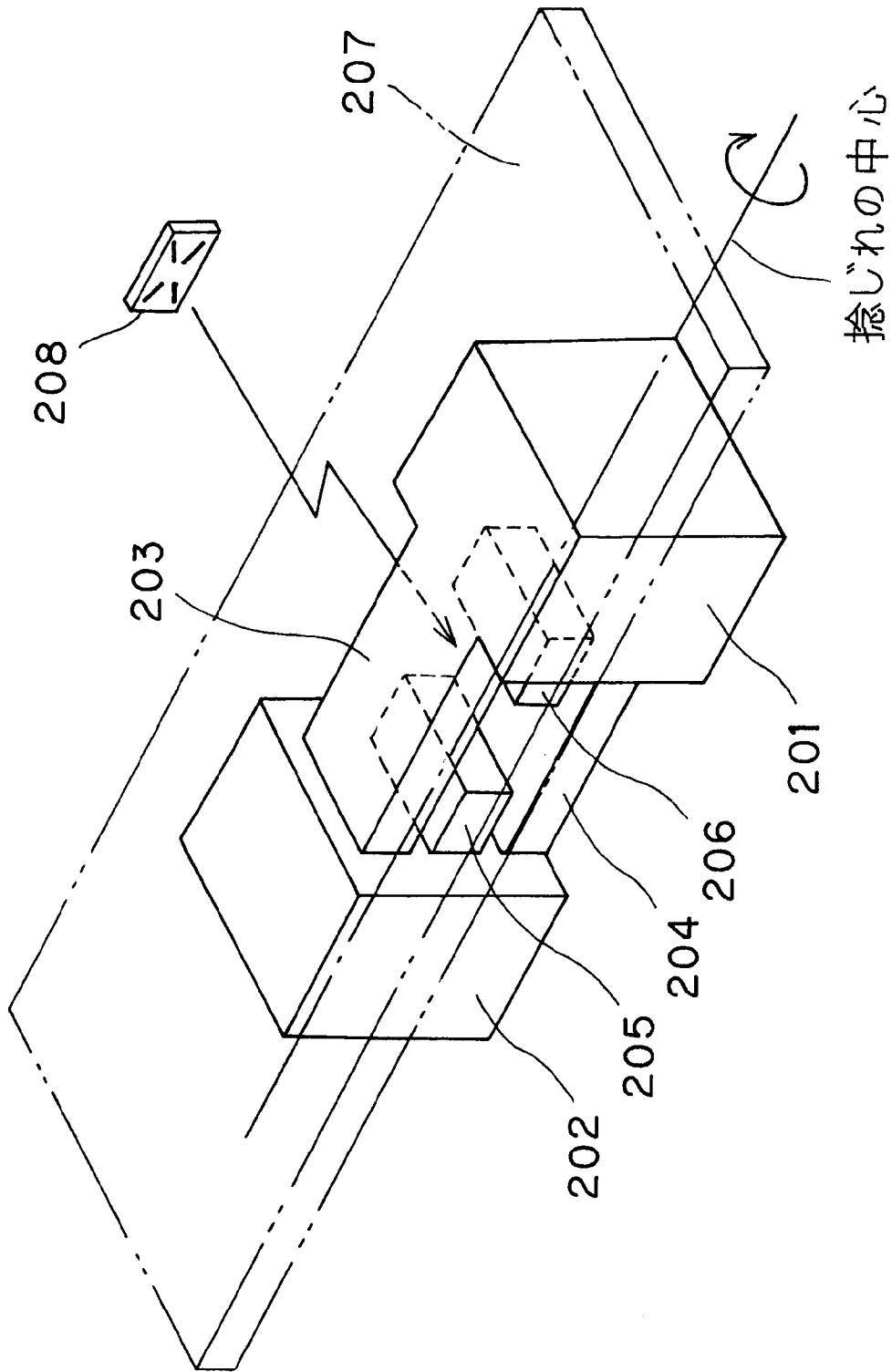
[図21]



[図22]



[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/067644

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01L1/04(2006.01) i, G01B7/00(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, G01B7/00, G01D5/12 | | |
| 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 1996-2008 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008 | | |
| 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 | JP 2-36089 Y2 (Midori Precisions Co., Ltd.), 02 October, 1990 (02.10.90), Full text; all drawings (Family: none) | 1, 5-8, 15 |
| X | JP 2003-65705 A (Nippon Soken, Inc.), 05 March, 2003 (05.03.03), Par. No. [0002]; Fig. 19 (Family: none) | 1, 5-8, 15 |
| A | JP 50-34260 A (Siemens AG.), 02 April, 1975 (02.04.75), Full text; all drawings & US 3934160 A & GB 1477925 A & DE 2329845 A & FR 2233603 A & NL 7407741 A & IT 1021040 A | 1, 5-8, 15 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 10 December, 2008 (10.12.08) | | Date of mailing of the international search report 22 December, 2008 (22.12.08) |
| Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office | | Authorized officer |
| Facsimile No. | | Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/067644

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

It is admitted that this international patent application has five inventions, as follows.

- (1) Claim 1 (a constitution, in which the direction of a magnetic pole joining the S-pole and the N-pole of magnetic field generating means makes an angle with respect to a predetermined moving direction),
- (2) Claims 2 - 4 (a constitution (claims 3 - 4), in which detecting means includes a magneto-electric converting element and the magnetic field generating means),
- (3) Claims 9 - 10 (a constitution, in which the detecting means includes a strain gauge), (continued to extra sheet)

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
Claims 1, 5 - 8 and 15.

Remark on Protest
the

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/067644

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

(4) Claim 11 (a constitution, in which restoration means causes a restoration force to act with the repulsive force of a magnet), and
(5) Claims 12 - 14 (a constitution, in which the detecting means includes a plurality of magnetic field generating means having an N-pole and an S-pole arranged alternately).

(Claims 5 - 8 and 15 are inventions belonging to the claims, on which they depend individually.)

| | | |
|--|---|------------------|
| 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, G01B7/00(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, G01B7/00, G01D5/12 | | |
| 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 1971-2008年 日本国実用新案登録公報 1996-2008年 日本国登録実用新案公報 1994-2008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 |
| X | JP 2-36089 Y2 (株式会社緑測器) 1990.10.02, 全文, 全図 (ファミリーなし) | 1,5-8,15 |
| X | JP 2003-65705 A (株式会社日本自動車部品総合研究所) 2003.03.05, 【0002】, 第19図 (ファミリーなし) | 1,5-8,15 |
| A | JP 50-34260 A (シーメンス、アクチエンゲゼルシヤフト) 1975.04.02, 全文, 全図 & US 3934160 A & GB 1477925 A & DE 2329845 A & FR 2233603 A & NL 7407741 A & IT 1021040 A | 1,5-8,15 |
| <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 10.12.2008 | 国際調査報告の発送日 22.12.2008 | |
| 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) 松浦 久夫 電話番号 03-3581-1101 内線 3216 | 2F 9613 |

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a))の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところこの国際調査機関は認めた。

この国際出願には、次の5つの発明があるものと、認めた。

- (1) 請求の範囲1 (磁界発生手段のS極とN極とを結ぶ磁極の方向が、予め決められた運動方向に対して角度をなして設けられている構成)
 - (2) 請求の範囲2-4 (検知手段が磁電変換素子と磁界発生手段とからなる構成 (請求の範囲3-4))
 - (3) 請求の範囲9-10 (検知手段が、歪みゲージからなる構成)
 - (4) 請求の範囲11 (復元手段が、磁石の反発力で復元力を作用させる構成)
 - (5) 請求の範囲12-14 (検知手段がN極とS極が交互に並ぶように配列された複数の磁界発生手段を有する構成)
- (請求の範囲5-8, 15は、それぞれが引用する請求の範囲に属する発明である。)

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

請求の範囲1, 5-8, 15

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。