

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005年11月10日 (10.11.2005)

PCT

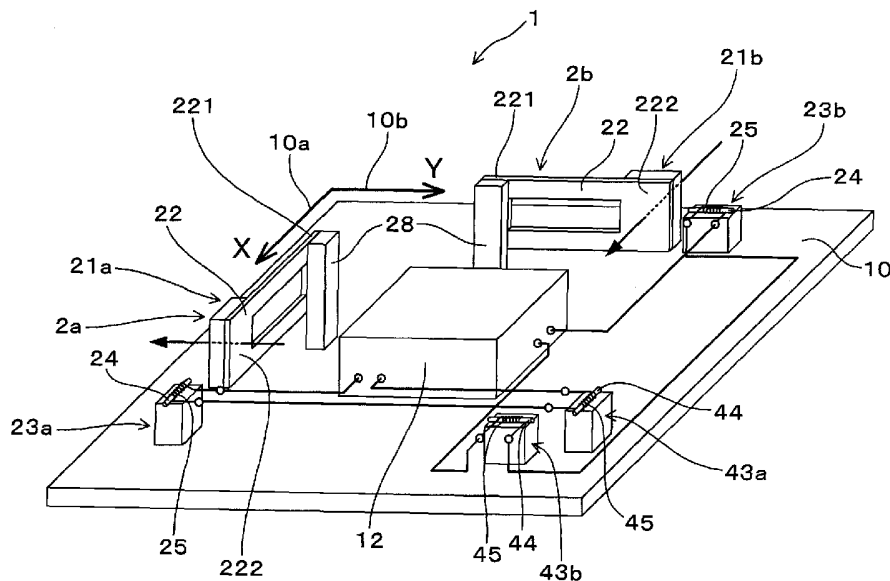
(10) 国際公開番号
WO 2005/106502 A1

- | | | |
|-----------------------------|---|---|
| (51) 国際特許分類: | G01P 15/105, 15/18 | 〒4768666 愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 Aichi (JP). |
| (21) 国際出願番号: | PCT/JP2005/008136 | |
| (22) 国際出願日: | 2005年4月28日 (28.04.2005) | (72) 発明者; および |
| (25) 国際出願の言語: | 日本語 | (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 本蔵義信 (HONKURA, Yoshinobu) [JP/JP]; 〒4768666 愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製鋼株式会社内 Aichi (JP). 山本道治 (YAMAMOTO, Michiharu) [JP/JP]; 〒4768666 愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製鋼株式会社内 Aichi (JP). 幸谷吉晃 (KOHTANI, Yoshiaki) [JP/JP]; 〒4768666 愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製鋼株式会社内 Aichi (JP). 森正樹 (MORI, Masaki) [JP/JP]; 〒4768666 愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製鋼株式会社内 Aichi (JP). 加古英児 (KAKO, Eiji) [JP/JP]; 〒4768666 愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製鋼株式会社内 Aichi (JP). |
| (26) 国際公開の言語: | 日本語 | |
| (30) 優先権データ: | | |
| 特願2004-135082 | 2004年4月30日 (30.04.2004) | JP |
| 特願2004-283700 | 2004年9月29日 (29.09.2004) | JP |
| 特願2004-356999 | 2004年12月9日 (09.12.2004) | JP |
| (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): | 愛知製鋼株式会社 (AICHI STEEL CORPORATION) [JP/JP]; | |

[続葉有]

(54) Title: ACCELERATION SENSOR

(54) 発明の名称: 加速度センサ



(57) Abstract: An acceleration sensor (1) has cantilevers (22) each elastically deforming so as to pivot about the fixed end (221) of the cantilever and has detection units (2a(b)). The detection units (2a(b)) include magnet bodies (21a(b)) provided at the free ends (222) of the cantilevers (22) and include magnetism detection head sections (23a(b)) provided on the outer peripheral sides of pivoting regions of the cantilevers (22). The acceleration sensor (1) has, to correct a detection signal outputted by the magnetism detection head sections (23a, 23b), peripheral magnetic field detection sections (43a, 43b) for individually measuring peripheral magnetic fields acting on the magnetism detection head sections (23a, 23b) and the magnet bodies (21a, 21b).

(57) 要約: 加速度センサ1は、片持梁状をなし、その固定端221を中心として回転するように弾性変形するカンチレバー22と、カンチレバー22の自由端222に設けた磁石体21a (b) 及びカンチレバー22の回転領域の外周側に配置された磁気検出ヘッド部23

[続葉有]



WO 2005/106502 A1



(JP). 玄番弘栄 (GENBA, Kouei) [JP/JP]; 〒4768666 愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製鋼株式会社内 Aichi (JP). 浅野巧 (ASANO, Takumi) [JP/JP]; 〒4768666 愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製鋼株式会社内 Aichi (JP). 石川尚樹 (ISHIKAWA, Naoki) [JP/JP]; 〒4768666 愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製鋼株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 高橋祥泰, 外(TAKAHASHI, Yoshiyasu et al.); 〒4500002 愛知県名古屋市中村区名駅3丁目2番19号名駅永田ビル Aichi (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, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD,

SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, 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, 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).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

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。

a (b) を含む検知ユニット2 a (b) とを有する。加速度センサ1は、磁気検出ヘッド部2 3 a、2 3 bが出力する検出信号を補正するために、磁気検出ヘッド部2 3 a、2 3 b及び磁石体2 1 a、2 1 bに作用する周辺磁界をそれぞれ計測する周辺磁界検出部4 3 a、4 3 bを備えている。

明 細 書

加速度センサ

技術分野

[0001] 本発明は、磁気検出素子を利用した加速度センサに関する。

背景技術

[0002] 従来、加速度センサとしては、例えば、作用する加速度に応じて変位する磁石体と、該磁石体が発生する磁界の変化を検出する磁気検出素子とを組み合わせたものがある。この加速度センサでは、上記磁気検出素子が検出する磁界強度の変化に基づいて磁石体の変位量、すなわち作用した加速度の大きさを計測する(例えば、特許文献1参照。)

[0003] 特許文献1:特開2000-258449号公報

[0004] しかしながら、上記従来の加速度センサでは、次のような問題がある。すなわち、上記加速度センサでは、地磁気等の周辺磁界が上記磁石体に作用すると、この磁石体が方位磁石の針のごとく振る舞い、作用した加速度とは無関係に変位してしまうおそれがある。特に、この傾向は、微小な磁性体と低弾性のカンチレバーとを組み合わせ、小型に構成した加速度センサほど顕著である。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] 本発明は、上記従来の問題点に鑑みてなされたものであり、磁気検出素子を用いて磁性体の変位を計測する加速度センサにおいて、周辺磁界の影響を抑制して計測精度を向上した加速度センサを提供しようとするものである。

課題を解決するための手段

[0006] 第1の発明は、片持梁状をなし、基板上に立設された支持部材に固定された固定端を中心として回転するように弾性変形するカンチレバーと、該カンチレバーの自由端に設けた磁石体及び上記カンチレバーの回転領域の外周側に配置された磁気検出ヘッド部を含む加速度検知ユニットとを有する加速度センサにおいて、

上記磁気検出ヘッド部が出力する検出信号を補正するために、上記磁気検出ヘッ

ド部及び上記磁石体に作用する周辺磁界を計測する周辺磁界検出部を備えていることを特徴とする加速度センサにある。

[0007] 本発明の加速度センサにおける周辺磁界検出部は、上記磁気検出ヘッド部及び上記カンチレバーに配置した上記磁石体に作用する周辺磁界を計測する。この周辺磁界検出部によれば、上記磁気検出ヘッド部に直接的に作用する周辺磁界を検出することができる。それ故、上記周辺磁界検出部によれば、上記磁気検出ヘッド部による検出信号のうち、周辺磁界の作用により生じた誤差成分を補正することができる。

[0008] さらに、上記周辺磁界検出部によれば、上記磁石体にトルクを生じさせ、上記カンチレバーを弾性変形させるように作用する周辺磁界を検出できる。この周辺磁界を検出できれば、上記加速度センサに作用する加速度に関係なく、周辺磁界の影響により上記磁石体に生じる変位量を推定できる。そして、磁気検出ヘッド部の検出信号のうち、トルクによる磁石体の変位に起因した誤差成分を推定できる。それ故、上記磁気検出ヘッド部の検出信号のうち、上記磁石体の変位を介して周辺磁界が間接的に作用した誤差成分を補正することができる。

[0009] 上記のように、本発明の加速度センサによれば、上記磁気検出ヘッド部の計測信号のうち、周辺磁界の直接的な作用による誤差成分と上記間接的な作用による誤差成分とを補正でき、作用した加速度を精度良く計測することができる。

ここで、上記磁石体に生じるトルクとは、所定方向の磁気モーメントを有する上記磁石体に磁界が作用したときに生じる回転力である。この磁気モーメントとは、磁石体の磁極の強さと磁極間距離との積であり、方向性を有するものである。そして、トルクは、例えば、方位磁石の針を回転させる回転力と同様のものであり、上記磁気モーメントの向きに依存した方向性を有する。

[0010] 第2の発明は、固定端を中心として回転するように弾性変形するカンチレバーと、該カンチレバーの自由端に設けた磁石体と、上記カンチレバーの上記固定端を固定し支持する支持部材とからなり、作用する加速度を上記磁石体の変位による磁界の変化に変換する加速度感知部品であって、

上記支持部材は、上記固定端を接合した基体部と、上記カンチレバーとの間に間隙を設けつつ上記基体部から上記カンチレバーの自由端側へ延設された延設部と

を有することを特徴とする加速度感知部品にある。

[0011] 上記加速度感知部品は、上記のごとく、作用する加速度を上記磁石体の変位による磁界の変化に変換する。即ち、上記加速度感知部品に作用する加速度は、上記磁石体を固定したカンチレバーの自由端に作用する。これにより、上記カンチレバーが弾性変形して自由端が変位するのに伴い上記磁石体の変位し、その結果、磁石体から生じている磁界が変化する。このようにして、加速度を磁界の変化に変換することで、加速度を感知する。

そして、この磁界の変化を、磁気検出手段によって検知することにより、加速度を検出することが可能となる。

[0012] 加速度感知部品においては、感知精度を上げるべく、カンチレバーの剛性を極力低くし、より変形しやすくすることが行われる。そのため、加速度感知部品を取り扱う際には、変形しやすいカンチレバーやその自由端に固定した磁石体に触れないようにすることが求められる。

そこで、本発明の加速度感知部品においては、上記支持部材を、上記基体部と上記延設部とによって構成している。これにより、カンチレバーや磁石体に触れることなく、支持部材を把持することが容易となり、加速度感知部品を取り扱うことが容易となる。例えば、上記加速度感知部品を基板等に取付ける際における取り扱いを容易にすることができる。

また、その結果、感知精度の高い加速度感知部品を得ることが可能となる。

また、延設部はカンチレバーの自由端側に延設されているため、加速度感知部品のコンパクト化を妨げることもない。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]実施例1における、加速度センサを示す斜視図。

[図2]実施例1における、磁気検出ヘッド部を示す正面概念図。

[図3]実施例1における、磁気検出ヘッド部の断面構造を示す断面概念図。

[図4]実施例1における、磁気センシング部を説明する斜視図。

[図5]実施例1における、電磁コイルを説明する斜視図。

[図6]実施例1における、加速度センサ内部のICチップの電気回路を示す等価回路

図。

[図7]実施例1における、アモルファスワイヤに通電するパルス電流と、電磁コイルに発生する誘起電圧との関係を示すグラフ。

[図8]実施例1における、加速度センサ内部のICチップの電気回路を示す回路図。

[図9]実施例1における、磁気検出ヘッド部と周辺磁界検出部との配置を示す説明図。

[図10]実施例1における、磁気検出ヘッド部と周辺磁界検出部との配置を示す説明図。

[図11]実施例2における、加速度センサを示す斜視図。

[図12]実施例2における、加速度センサ内部のICチップの電気回路を示す等価回路図。

[図13]実施例2における、その他の加速度センサを示す斜視図。

[図14]実施例2における、その他の加速度センサを示す斜視図。

[図15]実施例3における、加速度センサを示す斜視図。

[図16]実施例3における、加速度感知部品を示す斜視図。

[図17]実施例3における、支持部材を示す斜視図。

[図18]実施例3における、加速度感知部品の製造方法を示す断面説明図。

[図19]実施例3における、図18に続く加速度感知部品の製造方法の断面説明図。

[図20]実施例3における、図19に続く加速度感知部品の製造方法の断面説明図。

[図21]実施例3における、図20に続く加速度感知部品の製造方法の断面説明図。

[図22]実施例3における、加速度感知部品を示す断面図。

[図23]実施例4における、加速度感知部品を示す斜視図。

[図24]実施例4における、加速度感知部品を示す断面図。

[図25]実施例5における、加速度感知部品を示す斜視図。

[図26]実施例5における、他の加速度感知部品を示す斜視図。

[図27]実施例6における、加速度センサの平面図。

[図28]図27のA-A線矢視断面図。

[図29]実施例6における、加速度感知部品及びストッパーの平面図及び断面図。

[図30]実施例6における、ストッパーの機能を説明するの加速度感知部品及びストッパーの平面図。

[図31]実施例7における、減算回路を組み込んだ電子回路の説明図。

[図32]実施例8における、差動型MI素子の平面図。

[図33]実施例8における、差動型MI素子の部分斜視図。

[図34]実施例8における、カンチレバーと差動型MI素子との位置関係を示す説明図。

[図35]図32のB-B線矢視断面図。

[図36]実施例8における、差動型MI素子の周辺磁界と出力電圧との関係を示す線図。

[図37]実施例8における、差動型MI素子を組み込んだ電子回路図。

[図38]実施例9における、差動型MI素子の平面図。

[図39]実施例10における、差動型MI素子の平面図。

[図40]図39のC-C線矢視断面図。

[図41]実施例11における、カンチレバーの平面図。

[図42]図41のD-D線矢視断面図。

[図43]実施例11における、フレーム部の断面説明図。

[図44]実施例11における、フレーム部の他の断面説明図。

発明を実施するための最良の形態

[0014] 上記第1の発明における加速度センサの用途としては、様々な用途がある。例えば、自動車や、自立移動ロボットの運動情報を計測するのに用いたり、設置型ロボットのロボットアーム等のマニピュレータの制御用に用いることができる。さらには、PDAや携帯電話等の携帯機器に搭載することもできる。特に、電気回路の集積度の高いPDAや携帯電話等の場合には、電磁波ノイズによる悪影響が顕在化するおそれが高いため、本発明の加速度センサが特に有効となる。

また、本発明の上記磁気検出ヘッド部は、ホール素子、磁気インピーダンス素子、磁気抵抗素子、フラックスゲート等の磁気検出用の素子等を用いて構成することができる。さらに、上記磁性体としては、フェライト、希土類磁石等により形成することがで

きる。

なお、本発明の加速度センサで計測する加速度としては、運動加速度だけでなく、重力加速度もある。

また、上記「固定端を中心として回転する」とは、カンチレバーが撓むことにより、カンチレバーの自由端が変位し角度変化することを意味する。

[0015] また、上記周辺磁界検出部における磁気検出感度が最大となる感度方向と、上記磁気検出ヘッド部における磁気検出感度が最大となる感度方向とが、平行であることが好ましい。

この場合には、上記磁気検出ヘッド部に作用する周辺磁界成分を、上記周辺磁界検出部を用いて精度良く検出できる。そして、周辺磁界の作用により上記磁石体に生じるトルクによるカンチレバーの弾性変形量及び、それに伴う磁石体の変位量を精度良く計算可能である。

[0016] なお、上記2つの感度方向は実質的に平行であればよく、上記作用効果を十分に発揮できる程度であれば、厳密な平行から多少ずれていてもよい。同様の趣旨により、本明細書において、「平行」、「直交」、「均一」、「比例」等の語については、「実質的に平行」、「実質的に直交」、「実質的に均一」、「実質的に比例」等を意味し、必ずしも厳密な平行等を意味するものではない。

[0017] また、上記磁気検出ヘッド部及び上記周辺磁界検出部は、作用する磁界の大きさに応じて特性が変化する感磁体と該感磁体の外周側に巻回した電磁コイルとを含み、上記感磁体に通電する電流の変化に伴い上記電磁コイルの両端に上記磁界の大きさに応じた電位差を発生するマグネト・インピーダンス・センサ素子(以下、適宜「MI素子」という)であることが好ましい。

なお、上記電磁コイルは、上記のごとくMI素子に作用する磁界の特定方向の大きさを検出するための検出コイルである。

ここで、上記感磁体に通電する電流の変化に応じて電磁コイルに誘起電圧を生じる現象は、MI(Magneto-impedance)現象と呼ばれるものである。このMI現象は、供給する電流方向に対して周回方向に電子スピン配列を有する磁性材料からなる感磁体について生じるものである。この感磁体の通電電流を急激に変化させると、周

回方向の磁界が急激に変化し、その磁界変化の作用によって周辺磁界に応じて電子のスピン方向の変化が生じる。そして、その際の感磁体の内部磁化及びインピーダンス等の変化が生じる現象がMI現象である。

[0018] そして、MI素子とは、供給する電流方向に対して周回方向に電子スピン配列を有する磁性材料からなる感磁体を利用するものである。この感磁体の通電電流を急激に変化させると、周回方向の磁界が急激に変化し、その磁界変化の作用によって周辺磁界に応じて電子のスピン方向の変化が生じる。そして、その際の感磁体の内部磁化及びインピーダンス等の変化を感磁体に生じる電圧もしくは電流又は、感磁体の外周に配置した電磁コイルの両端に発生する電圧もしくは電流等に変換するよう構成した素子がMI素子である。そして、例えば、このMI素子と電子回路とを組み合わせたものがMIセンサと呼ばれるものである。

[0019] そして、上記のように、感磁体に通電する電流の変化に応じて上記電磁コイルの両端に電位差を発生するMI素子により上記磁気検出ヘッド部を構成した場合には、高感度な磁気検出が可能となり、精度良く上記磁石体の変位を検出することができる。なお、上記感磁体としては、例えば、線状に形成したものや、薄膜状に形成したものがある。また、上記感磁体の材質としては、FeCoSiB、NiFe等がある。

[0020] また、上記磁気検出ヘッド部及び上記周辺磁界検出部は、上記感磁体に通電する電流を10ナノ秒以下で立ち上げたとき、又は、立ち下げたときに、上記電磁コイルの両端に発生する誘起電圧の大きさを計測することで作用する磁界強度を計測し得るように構成されていることが好ましい。

この場合には、上記のような急激な通電電流の変化により、上記感磁体について、電子スピン変化の伝播速度に近い速度に見合う周回方向の磁場変化を生じさせることができ、それにより十分なMI現象を発現させることができる。

[0021] 特に、10ナノ秒以下で通電電流の立ち上げあるいは立ち下げを実施すれば、およそ0.1GHzの高周波成分を含む電流変化を上記感磁体に作用することができる。そして、上記電磁コイルの両端に発生する誘起電圧を計測すれば、周辺磁界に応じて上記感磁体に生じる内部磁界変化を、上記誘起電圧の大きさとして計測でき、さらに精度良く周辺磁界の強度を計測することができる。ここで、通電電流の立ち上げある

いは立ち下げとは、例えば、上記磁気インピーダンス素子に通電する電流の電流値を、定常電流値の10(90)%以上から90(10)%以下に変化させることをいう。

[0022] なお、上記の通電電流の立ち上げあるいは立ち下げの時間は、ゼロに近づく程より良い結果が得られる。それ故、この立ち上げあるいは立ち下げの時間の実際上の下限値は、例えば、通電電流を発生させる装置等の限界性能によって決定される。

[0023] また、上記磁気検出ヘッド部及び上記周辺磁界検出部は、上記感磁体に通電する電流を立ち下げたときに上記電磁コイルの両端に発生する誘起電圧を計測するように構成されていることが好ましい。

通電電流を立ち上げる場合に比べて、通電電流を急激に立ち下げる場合には、磁界の強さに対して上記磁気検出ヘッド部の出力電圧の直線性が良好になる。

[0024] また、上記加速度センサは、上記磁気検出ヘッド部の出力電圧から上記周辺磁界検出部の出力電圧を減算する減算回路を有することが好ましい。

この場合には、上記磁気検出ヘッド部における出力から、周辺磁界の影響分の出力を、上記減算回路上で差引くことができるため、容易かつ精確に加速度を検出することができる。

[0025] また、上記加速度センサは、上記感磁体を互いに平行に配置した上記磁気検出ヘッド部及び上記周辺磁界検出部とを有し、上記磁気検出ヘッド部における上記電磁コイルの一端は、上記周辺磁界検出部における上記電磁コイルの一端と接続されており、上記磁気検出ヘッド部における上記電磁コイルと上記周辺磁界検出部における上記電磁コイルとは、上記磁気検出ヘッド部と上記周辺磁界検出部とのそれぞれに同じ磁界が作用したときに上記磁気検出ヘッド部と上記周辺磁界検出部とに逆向きの出力電圧が生じるような向きに巻回されていることが好ましい。

この場合には、より簡易な構成にて、周辺磁界の影響を補正することができ、精確な加速度を検出することができる。

[0026] また、上記構成によれば、周辺磁界が大きい場合にも、十分に補正することが可能である。即ち、MI素子を用いて周辺磁界を検出する場合、直接検出できる周辺磁界の大きさの範囲に限られる。特に、検出感度を高めると電子回路の飽和等により検出可能な周辺磁界の大きさの範囲が狭くなる。その結果、MI素子からなる周辺磁界検

出部において出力信号を出した上で、磁気検出ヘッド部の出力から、周辺磁界検出部の出力を減算して補正する場合には、補正可能な周辺磁界の大きさが限られてしまう。

[0027] これに対し、上記の構成によれば、周辺磁界が上記磁気検出ヘッド部と上記周辺磁界検出部との双方に作用したとき逆向きの出力電圧が生じるように配線されている。そのため、両出力が打ち消しあって、周辺磁界に対応する出力電圧を十分に抑制した状態で、磁石体による磁界に対応する電圧のみを出力することとなる。それ故、周辺磁界の大きさに関わらず、精確な加速度を検出することができる。

かかる作用効果は、カンチレバーの磁石体の微小変位に基づく磁界の微小変化を、感度の高いMI素子によって検出する構成において、極めて重要な意味を有する。

[0028] また、上記磁気検出ヘッド部の上記感磁体と上記周辺磁界検出部の上記感磁体とは一直線上に配置することができる。

この場合には、磁気検出ヘッド部と周辺磁界検出部との間の回路を簡易な構成にすることができる。

[0029] また、上記磁気検出ヘッド部の上記感磁体と上記周辺磁界検出部の上記感磁体とは並列配置することもできる。

この場合には、カンチレバーと磁気検出ヘッド部と周辺磁界検出部とをコンパクトに配置することができる。

[0030] また、上記磁気検出ヘッド部の上記感磁体と上記周辺磁界検出部の上記感磁体とは一体化されていることが好ましい。

この場合には、加速度センサの小型化、組立部品点数の削減を図ることができる。また、磁気検出ヘッド部と周辺磁界検出部との間の感磁体の特性のバラツキを防ぎ、検出精度の高い加速度センサを得ることができる。

[0031] また、上記加速度センサは、互いに直交する2軸方向に沿って作用する加速度をそれぞれ検出するように構成した上記加速度検知ユニットを2基有することが好ましい。

この場合には、上記加速度センサを用いて、上記2軸によって規定される平面に沿って作用する任意方向の加速度を計測することができる。

[0032] また、上記加速度センサは、互いに直交する3軸方向に沿って作用する加速度をそれぞれ検出するように構成した上記検知ユニットを3基有することが好ましい。

この場合には、上記加速度センサを用いて、任意方向に作用する加速度を計測することができる。

[0033] また、上記加速度センサは、上記磁気検出ヘッド部及び上記周辺磁界検出部を制御するための電気回路を有することが好ましい。

この場合には、上記電気回路を含む上記加速度センサを小型に構成することができると共に、上記電気回路をモジュール化することで上記加速度センサ全体の消費電力を抑制することができる。

[0034] また、上記電気回路は、上記磁気検出ヘッド部の検出信号と、該磁気検出ヘッド部に対応して配設された上記周辺磁界検出部の検出信号とを取り込み、信号処理するように構成されていることが好ましい。

この場合には、上記磁気検出ヘッド部の検出信号と上記周辺磁界検出部の検出信号とを信号処理することで、上記磁気検出ヘッド部による検出信号のうち、周辺磁界の直接的あるいは間接的な作用による誤差成分を補正することができる。

[0035] なお、上記信号処理の方法としては、例えば、上記磁気検出ヘッド部の検出信号と上記周辺磁界検出部の検出信号とを並列的に取り込み、その後、この2つの検出信号を処理する方法がある。この場合には、上記周辺磁界検出部の検出信号に基づいて上記磁気検出ヘッド部の検出信号のうちの誤差成分を推定できる。それ故、周辺磁界検出部の検出信号を利用すれば、上記加速度センサによる計測精度を向上するような補正が可能である。

[0036] さらに、例えば、同じ周辺磁界が作用したときに正負逆の検出信号を出力するように上記磁気検出ヘッド部及び上記周辺磁界検出部を構成しておき、両者を電氣的に直列に接続する方法もある。この場合には、上記周辺磁界検出部の検出信号と、上記磁気検出ヘッド部の検出信号との大きさの比率を適切に設定することで、上記磁気検出ヘッド部の検出信号から誤差成分を排除した信号が得られる。なお、周辺磁界検出部の検出信号を増幅等したうえで、磁気検出ヘッド部と直列に接続することもできる。

- [0037] また、上記加速度センサは、一体的にモジュール化されていることが好ましい。
この場合には、上記加速度センサをモジュール化することで、その剛性を向上でき、上記加速度の計測精度を高めることができる。特に、複数の上記検知ユニットを含む加速度センサをモジュール化した場合には、検知ユニット相互間の関係を剛体に近付けることができる。それ故、この加速度センサは、計測精度の高いものとなる。特に、上記電気回路を含めて、一体的にモジュール化した場合には、そのモジュール化したチップ全体の消費電力を抑制することができる。
- [0038] また、上記加速度センサは、上記カンチレバーの自由端の回動方向に、上記カンチレバーの過変位を防ぐストッパーを配設してなることが好ましい。
この場合には、加速度センサに大きな衝撃が加わって、カンチレバーに大きな力が加わった場合にも、カンチレバーの自由端が上記ストッパーに当接することにより、必要以上の変位(過変位)を防ぐことができる。これにより、カンチレバーの変形、破損を防ぐことができる。
また、上記ストッパーは、上記カンチレバーの自由端の回動方向の片側にのみ設けてもよいし、両側に設けてもよい。
- [0039] また、上記ストッパーは、上記支持部材と一体化されていることが好ましい。
この場合には、加速度センサの部品点数を少なくすることができ、組み付け容易性、コスト面において有利となる。
- [0040] 上記第2の発明において、上記加速度感知部品は、上記第1の発明にかかる加速度センサに適用することができる。
この場合には、上記加速度センサの組立を容易に行うことができると共に、精度の高い加速度センサを得ることができる。
即ち、上記第1の発明の加速度センサは、上述のごとく周辺磁界の影響を抑制して計測精度を向上することを目的としたものであるため、使用する加速度感知部品としても感知精度の高いものである必要がある。その場合、カンチレバーはより変形しやすいものとなり、取扱いに際して、カンチレバーや磁石体への接触を排除する必要性が高い。そこで、上記第2の発明の加速度感知部品を使用することにより、感知精度が高い加速度感知部品の取扱いに際しての上記問題点を容易に解決することができ

きる。

[0041] また、上記支持部材の長さをカンチレバーの長さよりも長くすることが好ましい。この場合には、支持部材の長手方向の両端部を把持したとき、カンチレバーに触れないようにすることが容易となる。

[0042] また、上記カンチレバーは、導電体からなり、上記支持部材は、上記延設部における上記カンチレバーとの対向面に導電層を設けてなり、該導電層は、上記カンチレバーと電氣的に導通していることが好ましい。

この場合には、上記支持部材の延設部における上記カンチレバーとの対向面が帯電することを防ぎ、静電気力によるカンチレバーの変位を防止することができる。これにより、静電気による誤差を防止し、より精度の高い加速度感知部品を得ることができる。

[0043] 例えば、上記支持部材が絶縁体からなり、上記導電層を設けていない場合、カンチレバーと支持部材の延設部とは、互いの対向面に静電気が生じ、互いに引き合う方向の静電気力が生ずるおそれがある。そこで、上記支持部材の延設部における上記対向面に、カンチレバーと導通する導電層を形成することにより、カンチレバーと支持部材の上記対向面とを等電位として、静電気力の発生を防止することができる。

なお、上記導電層は、上記基板に形成した電気回路のグランド(接地)に接続することが好ましい。

また、上記導電層は、上記対向面の全面に形成されていることが好ましいが、一部に形成されていてもよい。

[0044] また、上記カンチレバーは、Ni-P合金からなることが好ましい。

この場合には、上記カンチレバーを、ばね特性として、弾性率が低く、弾性変形が可能な領域が広いものとし、かつ破壊強度が高いものとすることができる。これにより、同一加速度に対する変位量が増加し、加速度感知部品の感度が向上する。また、加速度の検出精度が高く、耐久性に優れたカンチレバーを得ることができる。

[0045] また、上記支持部材はセラミックスからなり、該支持部材と上記カンチレバーの固定端との間には、複数の金属層からなる多層金属層が介在していることが好ましい。

この場合には、上記複数の金属層として適切な種類の金属を選定することにより、

上記支持部材と上記カンチレバーとの密着性を向上させることができる。

- [0046] また、上記多層金属層は、上記支持部材に隣接する第1金属層と、上記カンチレバーに隣接する第2金属層とを有し、上記第1金属層は、Ti、Cr、Alの少なくとも一種以上からなり、上記第2金属層は、Cu、Au、Agの少なくとも一種以上からなることが好ましい。

この場合には、上記第1金属層が支持部材との接合性を確保し、上記第2金属層がカンチレバーとの接合性を確保することにより、上記支持部材と上記カンチレバーとの密着性を、より向上させることができる。

- [0047] また、上記磁石体は、樹脂磁石、或いは上記カンチレバーとの接合面に樹脂層を形成してなるものからなり、上記カンチレバーは、上記磁石体との接合面に、安定した不動態化皮膜を形成する金属層を配置してなることが好ましい。

この場合には、上記不動態化皮膜と樹脂との親和性が高いため、上記カンチレバーと上記磁石体との密着性を向上させることができる。

即ち、上記不動態化皮膜は、その表面において、酸素基、水酸化基等の結合手が出ており、樹脂との親和性が高い。そして、安定した不動態化皮膜においては、均一に酸素基、水酸化基等の結合手が出ており、より樹脂との親和性が高くなる。このように、Ni-P合金と樹脂との化学的結合力を増すことにより、カンチレバーと磁石体との接合力を向上することができる。

なお、上記磁石体が例えば焼結磁石等である場合には、上記カンチレバーとの接合面に樹脂層を形成してある。

- [0048] また、上記金属層は、Cr、Al、Zn、Tiのいずれかからなることが好ましい。

この場合には、特に安定した不動態化皮膜を形成することができる。

- [0049] また、上記カンチレバーは、上記固定端と上記自由端との間に開口部を有すると共に、該開口部を挟む状態で上記固定端と上記自由端とを連結する一对のフレーム部を有し、該フレーム部は、上記カンチレバーの長手方向に直交する平面による断面形状において、最も厚い部分の厚みH1と最も薄い部分の厚みH2との差をhとし、幅をWfとしたとき、 $20\ \mu\text{m} \leq Wf \leq 150\ \mu\text{m}$ 、 $h/H2 \leq 0.15$ を満たすことが好ましい。

この場合には、柔軟性に優れると共に強度の高いカンチレバーを得ることができる。

。即ち、加速度に対するカンチレバーの変位を大きくすることができると共に、耐久性に優れたカンチレバーを得ることができる。

なお、 $h/H_2 > 0.15$ の場合には、カンチレバーが撓む際に、フレーム部に応力がかかりやすく、カンチレバーが折損しやすくなるおそれがある。

[0050] また、上記カンチレバーは、Ni-Ti合金からなることが好ましい。

この場合には、形状記憶性に優れたカンチレバーを得ることができる。そのため、繰り返し使用した場合にも、カンチレバーの自由端の位置がずれを防ぎ、正確な計測を維持することができる。

なお、上記カンチレバーは、Ni-Ti合金をスパッタリングすることにより形成することができる。

[0051] また、上記カンチレバーは、 $0.1 \sim 6 \mu\text{m}$ の厚みを有することが好ましい。

この場合には、柔軟性に優れると共に強度の高いカンチレバーを得ることができる。

上記厚みが $0.1 \mu\text{m}$ 未満の場合には、カンチレバーの強度を確保することが困難となるおそれがある。一方、上記厚みが $6 \mu\text{m}$ を超える場合には、カンチレバーの柔軟性が低下し、カンチレバーが撓み難くなり、加速度の検出精度が低下するおそれがある。

[0052] また、上記磁石体は、SmFeN、SmCo、FePt、又はNdFeBからなることが好ましい。

この場合には、磁石体の磁気性能を確保することができ、精度の高い加速度センサを得ることができる。

特に、FePt又はNdFeBによって磁石体を構成する場合には、磁石体の磁気性能を向上させ、より検出精度を向上させることができる。また、その結果、磁石体を小さくすることが可能となるため、部品の小型化を図ることができる。なお、FePt又はNdFeBからなる磁石体は、例えば、スパッタリングによって形成することができる。

実施例

[0053] (実施例1)

本例は、感磁体24であるアモルファスワイヤを利用した加速度センサ1に関する例

である。この内容について、図1から図8を用いて説明する。

本例の加速度センサ1は、図1に示すごとく、片持梁状をなし、その固定端221を中心として回転するように弾性変形するカンチレバー22と、該カンチレバー22の自由端222に設けた磁石体21a(b)及びカンチレバー22の回転領域の外周側に配置された磁気検出ヘッド部23a(b)を含む検知ユニット2a(b)とを有するものである。

この加速度センサ1は、磁気検出ヘッド部23a、23bが出力する検出信号を補正するために、磁気検出ヘッド部23a、23b及び磁石体21a、21bに作用する周辺磁界をそれぞれ計測する周辺磁界検出部43a、43bを備えている。

以下に、この内容について、詳しく説明する。

- [0054] 本例の加速度センサ1は、図1に示すごとく、カンチレバー22及び磁気検出ヘッド部23a、23bを組み合わせた2基の検知ユニット2a、2bと、2基の周辺磁界検出部43a、43bと、制御回路である電気回路を収容したICチップ12とを、共通のIC基板10に配置し、一体的にモジュール化したものである。
- [0055] この加速度センサ1では、作用した加速度に応じてカンチレバー22に作用する慣性力の大きさを、自由端222に配設した磁石体21a(b)の変位量に変換する。そして、磁気検出ヘッド部23a(b)を用いて、磁石体21a(b)の変位量を検出することで、作用した加速度の大きさを計測している。なお、本例では、検知ユニット2b、2aの磁石体21b、21aの変位に基づいて、それぞれ、IC基板10の直交2辺に沿って規定したX軸10a方向、Y軸10b方向に沿って作用する加速度を検出できるように構成してある。
- [0056] 上記カンチレバー22は、図1に示すごとく、IC基板10の表面の法線方向に突出する支持ポスト28により、軸方向の一方の端部である固定端221を支持された片持梁構造を呈する弾性体である。そして、その自由端222、すなわち支持ポスト28の反対側の端部には磁石体21a(b)を配設してある。本例のカンチレバー22は、材質NiPよりなり、幅0.3mm、長さ1.5mm、厚さ5ミクロンの略矩形板状を呈するものである。さらに、本例では、厚さ方向の力に対する剛性を適度に抑制して磁石体21の変位量を拡大できるよう、支持ポスト28側の付け根部分から自由端222の手前0.38mmに至る位置にかけて、幅0.22mmの長孔220を設けてある。なお、長孔220を廃止

して平板状のカンチレバーとすることもできる。

- [0057] ここで、本例では、カンチレバー22の固有振動数を、およそ50～60Hzに設定してある。50～60Hzの範囲にカンチレバー22の固有振動数を設定すれば、例えば、自動車等において発生する0～40Hzの加速度を精度良く検出することができる。一方、この固有振動数を50Hz未満に設定すると、40Hz付近の加速度を精度良く検出できなくなるおそれがある。
- [0058] 磁石体21a(b)は、カンチレバー22の自由端222近傍の側面に配設してある。本例では、この側面に、磁性体塗料を塗布し、その後、乾燥及び硬化後に着磁することにより上記磁石体21を形成した。なお、本例では、上記磁石体21の大きさは、幅(カンチレバー22の軸方向の寸法。)W0.5mm、高さ0.3mm、厚さT100ミクロンとした。
- [0059] 次に、磁気検出ヘッド部23a(b)について、作り方を紹介しながら、その構成を説明する。上記磁気検出ヘッド部23a(b)は、図2及び図3に示すごとく、感磁体24として長さ1mm、線径20ミクロンのアモルファスワイヤ(以下、適宜アモルファスワイヤ24と記載。)を利用したものである。磁気検出ヘッド部23a(b)は、図2及び図3に示すごとく、アモルファスワイヤ24に外挿したチューブ状の絶縁樹脂26の外周側に、内径200ミクロン以下の電磁コイル25を巻回したものである。
- [0060] すなわち、本例の磁気検出ヘッド部23a(b)は、周辺磁界の強度に応じてインピーダンスが大きく変化するという、感磁体としてのアモルファスワイヤ24が発揮するMI(Magneto-impedance)現象を利用したものである。そして、本例では、アモルファスワイヤ24にパルス状の電流(以下、適宜パルス電流と記載する。)を通電したときに電磁コイル25に生じる誘起電圧を計測することで、周辺磁界の強度を検出している。
- [0061] ここで、上記のMI現象とは、供給する電流方向に対して周回方向に電子スピン配列を有する磁性材料からなる感磁体について生じるものである。感磁体に通電する通電電流を急激に変化させると、周回方向の磁界が急激に変化する。そして、MI現象とは、周回方向の磁界変化の作用によって、周辺磁界に応じた電子スピン方向変化と、それに伴う内部磁化及びインピーダンス等の変化が生じるという現象である。
- [0062] このMI現象を利用したMI素子(本例では、磁気検出ヘッド部23a、23b及び周辺

磁界検出部43a、43b。)は、感磁体としてのアモルファスワイヤ24の通電電流を急激に変化させたときの電子スピン方向の変化に伴う感磁体の内部磁化及びインピーダンス等の変化を、アモルファスワイヤ24の外周に配置した電磁コイル25の両端に発生する電圧(誘起電圧)に変換するように構成されている。なお、本例の各磁気検出ヘッド部23a(b)は、感磁体としてのアモルファスワイヤ24の長手方向に磁気検出感度を有している。

- [0063] 本例では、加速度が作用せず磁石体21a(b)の変位が生じないときに磁気検出ヘッド部23a(b)が検出する磁界強度が小さくなるよう、図1に示すごとく、磁石体21a(b)が生じる磁化方向に直交してアモルファスワイヤ24を配設してある。なお、磁化方向に対してアモルファスワイヤ24を斜めの方向としても良い。ただし、この場合には、磁石体21a(b)に変位を生じていないときに磁気検出ヘッド部23a(b)が検出する磁界強度が必ずしも最小値とはならないので、適宜、信号処理する必要がある。
- [0064] この磁気検出ヘッド部23a(b)は、図4及び図5に示すごとく、深さ5~200ミクロンの断面略矩形状を呈する溝状の凹部270を設けた素子基板27上に形成してある。この凹部270の内周面のうちの相互に対面する各溝側面270aには、溝方向に直交する導電パターン25aを均一ピッチで複数、配設してある。また、凹部270の溝底面270bには、対面する溝側面270aにおける同一ピッチの導電パターン25aを電氣的に接続する導電パターン25bを溝方向に直交して設けてある。
- [0065] 各溝側面270a及び溝底面270bに導電パターン25a、25bを配設した凹部270の内部には、エポキシよりなる絶縁樹脂26(図3参照。)中に、アモルファスワイヤ24を埋設してある。そして、凹部270に充填した絶縁樹脂26の外表面には、相互に対面する溝側面270aにおける1ピッチずれた導電パターン25aを電氣的に接続する導電パターン25cを、溝方向に対して斜めに設けてある。そして、導電パターン25a、25b、25cが全体として、ら旋状に巻回された電磁コイル25を形成している。
- [0066] なお、本例では、凹部270の内周面270a、270bの全面に、導電性の金属薄膜(図示略。)を蒸着したのち、エッチング処理を実施して導電パターン25a及び25bを形成した。また、導電パターン25cは、絶縁樹脂26の表面全面に、導電性の金属薄膜(図示略。)を蒸着したのち、エッチング処理を実施して所望のパターンを形成した

ものである。

[0067] 本例の電磁コイル25の巻線内径は、凹部270(図3参照。)の断面積と同一断面積を呈する円の直径である円相当内径である66マイクロンとしてある。そして、電磁コイル25の単位長さ当たりの巻線間隔は、50マイクロン/巻としてある。なお、本例では、上記検知ユニット2a、2bの磁気検出ヘッド部23としては、全く同一仕様のものを用い、アモルファスワイヤ24の長手方向を、それぞれ、X軸10a方向、Y軸10b方向に設定してある。

[0068] 次に、周辺磁界検出部43a(b)(図1参照。)は、磁気検出ヘッド部23a(b)と同様に構成されたものである。すなわち、周辺磁界検出部43a(b)は、それぞれ、感磁体としてのアモルファスワイヤ44と、その外周側に巻回された電磁コイル45とを有している。ただし、本例では、均一な周辺磁界中における周辺磁界検出部43a(b)の検出信号の大きさと、磁気検出ヘッド部23a(b)の検出信号の大きさが所定の比率となるように設定してある。ここで、周辺磁界検出部43aは、磁気検出ヘッド部23aと同じ磁界検出方向を有している。また、周辺磁界検出部43bは、磁気検出ヘッド部23bと同じ磁界検出方向を有している。

[0069] ここで、本例における周辺磁界検出部43a(b)の出力信号である出力電圧 V_s (電磁コイル45の両端に発生する誘起電圧。)と、磁気検出ヘッド部23a(b)の出力信号である出力電圧 V_h (電磁コイル25の両端に発生する誘起電圧。)との関係について説明する。

まず、磁気検出ヘッド部23a(b)の出力電圧 V_h は、作用した加速度による電圧成分 V_a と、地磁気等の周辺磁界を検出した電圧成分 V_m と、周辺磁界の作用によるトルクにより磁石体21に生じた変位に起因した電圧成分 V_t とである。この電圧成分 V_t は、磁石体21a(b)のトルクによりカンチレバー22が弾性変形し、磁石体21a(b)自体が変位することによって生じる電圧成分である。つまり、上記の電圧成分 V_m 及び V_t が、磁気検出ヘッド部23a(b)の出力電圧 V_h のうちの誤差成分である。

[0070] ここで、周辺磁界の作用により磁石体21a(b)に生じるトルクの大きさは、磁界強度に比例している。また、磁石体21a(b)を保持するカンチレバー22の弾性変形量は、トルクの大きさに比例する。それ故、上記の電圧成分 V_t は、周辺磁界の強度に比例

し、 $V_t = k \times V_m$ と表すことができる。(kは、カンチレバー22や磁石体21a(b)の磁力等により一意に決定される定数。)

以上のことより、磁気検出ヘッド部23a(b)の出力電圧 V_h は、 $V_a + V_m + V_t = V_a + (1+k) \cdot V_m$ と表すことができる。

[0071] 一方、本例の周辺磁界検出部43a(b)は、その出力電圧 V_s が、上記出力電圧 V_h と正負逆であって、かつ、上記 V_m の $(1+k)$ 倍となるように設定されている。すなわち、磁気検出ヘッド部23a(b)と同じ周辺磁界中に置かれたとき、周辺磁界検出部43a(b)は、出力電圧 $V_s = -(1+k) \cdot V_m$ を出力する。これにより、磁気検出ヘッド部23a(b)の出力電圧 V_h から、誤差成分である上記電圧成分 V_m 及び V_t を取り除いて、電圧成分 V_a を抽出する補正が可能となる。具体的には、磁気検出ヘッド部23a(b)の出力電圧 V_h と周辺磁界検出部43a(b)の出力電圧 V_s とを足し算することで、作用した加速度による電圧成分 V_a を抽出することができる。

[0072] 本例では、磁気検出ヘッド部23a(b)と周辺磁界検出部43a(b)とで出力電圧の正負を逆転させるために、電磁コイル25と電磁コイル45の巻回方向を逆にしてある。さらに、アモルファスワイヤの長さが長くなると電磁コイルの誘起電圧が大きくなるというMI素子の特性を利用して、アモルファスワイヤ24に比べて、アモルファスワイヤ44の長さを長くしてある。これにより、周辺磁界検出部43a(b)の出力電圧 V_s の大きさを、磁気検出ヘッド部23a(b)の出力電圧 V_h のうちの電圧成分 V_m の大きさの $(1+k)$ 倍とした。なお、上述した以外の構成については、磁気検出ヘッド部23a(b)と周辺磁界検出部43a(b)とで同一の仕様とした。

[0073] なお、電磁コイル45の出力電圧 V_s の大きさを大きくする方法としては、本例のアモルファスワイヤ44を長くする方法の他、電磁コイル45の巻数を増やす方法、アモルファスワイヤ44に通電する電流の大きさを大きくする方法など様々なものがある。さらに、上記電磁コイル45の出力電圧 V_s を増幅する回路や、電磁コイル25の出力電圧 V_h を分圧する回路等を用いて、両者の比率を所望の比率とすることもできる。

[0074] 次に、ICチップ12は、その内部回路として、検知ユニット2a、2bの各磁気検出ヘッド部23a、23b及び周辺磁界検出部43a、43bを制御する電気回路を構成したものである。ICチップ12は、図6に示すごとく、並列接続されたアモルファスワイヤ24、44

に入力するパルス電流(図7参照。)を生成する信号発生器121と、直列接続された電磁コイル25、45の両端の出力電圧Va(図7参照。)に応じた信号を出力する信号処理部122とを含むものである。信号発生器121は、通電時間40nsec、パルス間隔5マイクロsecのパルス電流を生成するように構成してある。さらに、本例の信号発生器121は、パルス電流の立ち下がりに同期したトリガー信号を、信号処理部122のアナログスイッチ122aに向けて出力するように構成してある。なお、アモルファスワイヤ24、44を並列接続する本例の構成に代えて、直列接続したアモルファスワイヤ24、44にパルス電流を通電するように構成することもできる。

[0075] 信号処理部122は、図6に示すごとく、電磁コイル25と信号処理部122との間の電気的な接続を、上記トリガー信号に同期してオンオフするアナログスイッチ122aを有する。そして、この信号処理部122では、アナログスイッチ122aを介して電磁コイル25と接続されるコンデンサ122cを含み、いわゆるピークホールド回路として機能する同期検波回路が形成されている。また、この同期検波回路に対しては、増幅器122bを組み合わせてある。

[0076] ここで、本例の磁気検出ヘッド部23a(b)及び周辺磁界検出部43a(b)における磁気検出方法について、簡単に説明しておく。この磁気検出方法は、図7に示すごとく、アモルファスワイヤ24(44)に通電したパルス電流の立ち下がり時に、直列接続された電磁コイル25及び電磁コイル45の両端に発生する出力電圧Vaを計測するものである。なお、本例では、パルス電流が、定常値(電流値150mA。)の90%から10%に立ち下がる遮断時間を4ナノ秒とした。

なお、本例では、電磁コイル25と、電磁コイル45とを直列接続してある。そのため、信号処理部122に入力される電圧値(上記出力電圧Va)は、電磁コイル25の誘起電圧である出力電圧Vhと、電磁コイル45の誘起電圧である出力電圧Vsとを足し算した値Va($V_a = V_h + V_s$ 。ここで、 $V_h = V_m + (1+k) \cdot V_m$ 、 $V_s = -(1+k) \cdot V_m$ 。)となる。

[0077] すなわち、図7に示すごとく、磁界中に置かれたアモルファスワイヤ24(44)に通電したパルス電流が遮断された瞬間には、アモルファスワイヤ24(44)の長手方向成分に比例した大きさの出力電圧Vh(Vs)が電磁コイル25(45)の両端に発生する。そ

れ故、本例のICチップ12では、出力電圧 V_h と出力電圧 V_s とを足し算して得る電圧 V_a (V_h と V_s とは正負逆であるため、実質的には引き算。)が、アナログスイッチ122aを介してコンデンサ122cに印加される。そして、コンデンサ122cに蓄積された電荷に応じた電位差に応じた信号が、増幅器122bを介して出力端子125から出力される。

- [0078] さらに、本例のICチップ12の電気回路は、図8に示すごとく、信号発生器121からアモルファスワイヤ24、44に至る電気的経路及び、信号発生器121からアナログスイッチ122aに至る電気的経路を切り換えるための電子スイッチ128を有する。この電子スイッチ128は、信号発生器121のパルス電流を検知ユニット2a、2bのうちいずれに入力するか、及び、信号発生器121のトリガー信号を2つあるアナログスイッチ122aのいずれに入力するかを切り換えるように構成してある。ここで、一方のアナログスイッチ122aは、検知ユニット2aの電磁コイル25に接続されており、他方のアナログスイッチ122aは、検知ユニット2bの電磁コイル25に接続されている。
- [0079] 本例では、以上のように構成された電気回路により、検知ユニット2aと検知ユニット2bとの間で、時分割によりICチップ12の信号処理部122を共用している。なお、電子スイッチ128の切り換えは、ICチップ12内部で生成した内部信号によって実施しても良く、外部から取り込む外部信号によって実施しても良い。
- [0080] 以上のように、本例の加速度センサ1では、磁気検出ヘッド部23a(b)及び磁石体21a(b)に作用する周辺磁界を計測する周辺磁界検出部43a(b)を有している。該周辺磁界検出部43a(b)によれば、磁気検出ヘッド部23a(b)に直接的に作用する周辺磁界を検出することができる。それ故、周辺磁界検出部43a(b)によれば、磁気検出ヘッド部23a(b)による検出信号(V_h)のうち、周辺磁界の作用により生じた誤差成分(V_m)を補正することができる。
- [0081] さらに、周辺磁界検出部43a(b)によれば、磁石体21a(b)に作用してトルクを生じさせ、カンチレバー22を弾性変形させるように作用する周辺磁界を検出できる。この周辺磁界を検出できれば、作用する加速度に関係なく、周辺磁界の影響により磁石体21a(b)に生じる変位量を推定できる。そして、磁気検出ヘッド部23a(b)の出力信号(V_h)のうち、磁石体21a(b)の変位を介して周辺磁界が間接的に作用した誤差成

分(V_t)を補正することができる。

- [0082] 本例の加速度センサ1によれば、磁気検出ヘッド部23a(b)の計測信号のうち、周辺磁界の直接的な作用による誤差成分(V_m)と間接的な作用による誤差成分(V_t)とを補正でき、作用した加速度を精度良く計測することができる。

なお、磁気検出ヘッド部23a(b)と、周辺磁界検出部43a(b)との配置については、図9に示すごとく、アモルファスワイヤ24及びアモルファスワイヤ44が同一線上に並ぶように配置しても良い。或いは、図10に示すごとく、両者が平行をなすように並列させて配置しても良い。

- [0083] (実施例2)

本例は、実施例1を基にして、周辺磁界検出部及びICチップの構成を変更した例である。この内容について、磁石体21の構成を変更した例である。この内容について、図11～図14を用いて説明する。

本例の加速度センサ1の周辺磁界検出部43a(b)は、図11に示すごとく、磁気検出ヘッド部23a(b)と同一の仕様としてある。すなわち、等しい磁界が作用したとき、周辺磁界検出部43a(b)と磁気検出ヘッド部23a(b)とが一致した出力電圧を発生するように構成してある。

- [0084] さらに、本例の加速度センサ1のICチップ12では、図12に示すごとく、信号発生器121が、磁気検出ヘッド部23a(b)のアモルファスワイヤ24と、周辺磁界検出部43a(b)のアモルファスワイヤ44とに同時にパルス電流を供給する。さらに、ICチップ12は、磁気検出ヘッド部23a(b)の電磁コイル25の出力電圧(V_h)と、周辺磁界検出部43a(b)の電磁コイル45の出力電圧(V_s)とを並列的に処理できるよう、2系統の信号処理部122を有している。そして、ICチップ12は、電磁コイル25、45の出力電圧をそれぞれ処理した2つの信号を並列して入力し、所定の演算を実施するCPU128を有する。

- [0085] このCPU128は、図示しないメモリに格納されたプログラムを読み込み、電磁コイル25の出力電圧 V_h と、電磁コイル45の出力電圧 V_s との間で所定の演算を行うように構成してある。すなわち、本例では、CPU128が、 $V_a = V_h - (1+k) \times V_s$ なる演算を実施する。そして、本例の加速度センサ1は、外部に向けて上記 V_a の値を出力す

るように構成してある。

なお、上記CPU128による演算に代えて、アナログ或はデジタルの信号処理回路を形成し、この信号処理回路で上記と同様の演算を実施させることもできる。

[0086] なお、ICチップ12においては、検知ユニット2aと検知ユニット2bとに対して上記の電気回路をそれぞれ形成しても良く、また、検知ユニット2aと検知ユニット2bとで、図11に示す電気回路を時分割で共用しても良い。

なお、その他の構成及び作用効果は、実施例1と同様である。

[0087] さらに、図13に示すごとく、検知ユニット2a、2bにおける磁石体21の磁化方向Mが同方向となるように構成するのも良い。この場合には、各磁気検出ヘッド部23a及び23bにおけるアモルファスワイヤ24の軸方向を一致させることができる。さらに、この場合には、各磁石体21a、bにトルクを生じさせる磁界方向が一致する。そのため、上記の場合には、共通の周辺磁界検出ユニット43を用いて、各検知ユニット2a、2bの計測信号を補正することができる。

[0088] さらにまた、図14に示すごとく、本例の加速度センサ1について、Z軸10c方向に沿って作用する加速度を検出するための検知ユニット2cを追加することもできる。同図の場合には、磁気検出ヘッド部23cのアモルファスワイヤ24と、磁気検出ヘッド部23bのアモルファスワイヤ24とを、その長手方向を一致させることができる。さらに、磁石体21bと磁石体21cとで、トルクを生じさせる磁界方向が一致する。そのため、検知ユニット2bの計測信号を補正するために設けた周辺磁界検出部43bを、検知ユニット2cの補正用に利用することができる。なお、検知ユニット2c専用の周辺磁界検出部を、別途、設けることもできる。

[0089] (実施例3)

本例は、図15～図22に示すごとく、カンチレバー22の固定端221を支持する支持部材280を断面略L字状に形成した加速度センサ1の例である。

即ち、図16に示すごとく、上記支持部材280は、上記固定端221を接合した基体部281と、上記カンチレバー22との間に間隙289を設けつつ基体部281からカンチレバー22の自由端222側へ延設された延設部282とを有する。そして、カンチレバー22の自由端222における、上記間隙289側と反対側の面に、磁石体21a(b)が配

設されている。

[0090] また、磁石体21a(b)の寸法は、例えば、長さLを0.2~0.6mm、幅Wを0.2~0.8mm、高さHを0.05~0.2mmとすることができる。ここで、長さとは、カンチレバー22の固定端221から自由端222へ向かう方向に沿った長さである。また、上記幅Wは、上記長さLの方向に直交すると共にカンチレバー22の表面に平行となる方向についての幅である。また、上記高さHは、カンチレバー22の表面に直交する方向の高さである。

[0091] 上記カンチレバー22は、Ni-P合金からなり、上記支持部材280はセラミックスからなる。

図22に示すごとく、支持部材280とカンチレバー22の固定端221との間には、複数の金属層からなる多層金属層31が介在している。

多層金属層31は、上記支持部材280に隣接する第1金属層311と、上記カンチレバー22に隣接する第2金属層312とからなる。第1金属層311は、Ti、Cr、Alの少なくとも一種以上からなり、上記第2金属層312は、Cu、Au、Agの少なくとも一種以上からなる。

[0092] また、上記支持部材280は、上記延設部282におけるカンチレバー22との対向面に導電層32を設けてなり、該導電層32は、上記カンチレバー22と電氣的に導通している。

なお、上記導電層32は、IC基板10に形成した電気回路のグランド(接地)に接続することが好ましい。また、導電層32は、上記対向面の全面に形成されていることが好ましいが、一部に形成されていてもよい。

[0093] また、上記磁石体21a(b)は、樹脂磁石、或いは上記カンチレバー22との接合面に樹脂層を形成してなるものからなる。そして、上記カンチレバー22は、磁石体21a(b)との接合面に、安定した不動態化皮膜を形成する金属層(不動態化皮膜形成用金属層33)を配置してなる。

この不動態化皮膜形成用金属層33は、Cr、Al、Zn、Tiのいずれかからなる。

なお、上記磁石体21a(b)が例えば焼結磁石等である場合には、カンチレバー22との接合面に樹脂層を形成してある。一方、磁石体21a(b)が樹脂磁石である場合

には、カンチレバー22に形成した不動態化皮膜形成用金属層33に直接、磁石体21a(b)を形成する。

[0094] 次に、本例の加速度センサ1における、磁石体21a(b)とカンチレバー22と支持部材280との結合体である加速度感知部品20の製造方法の一例を、図17～図22を用いて説明する。

まず、図17に示すごとく、セラミックス製のL字状の支持部材280を作製する。支持部材280の寸法は、幅wが0.6mm、長さa1が2.0mmであり、基体部281の高さh1が0.4mm、延設部282の高さh2が0.3mmであり、基体部281の長さa2が0.4mmである。

[0095] 次に、図18に示すごとく、支持部材280のL字の段部288の面上、即ち、支持部材280の延設部282における、カンチレバー22と対向することとなる面と、これに連続する基体部281の側面に、Crをスパッタリングし、厚み0.1 μ mの導電層32を形成する。

[0096] さらに、図19に示すごとく、L字の段部288に、導電層32の上から、後に除去することとなる犠牲層34を載せ、全体で直方体とする。

その後、犠牲層34と支持部材280の基体部281により形成される面上に、スパッタリング工程により、厚み0.07 μ mのTi層をスパッタリングし、更に真空下で、厚み0.3 μ mのCu層をスパッタリングすることにより、第1金属層311と第2金属層312とからなる多層金属層31を形成する。

更にその上に、図20に示すごとく、Ni-Pのカンチレバー22をパターンメッキにより作製する。その寸法は、厚さ3 μ m、幅0.5mm、長さ1.9mmである。

[0097] 次に、図21に示すごとく、磁石体21a(b)を配置すべき領域に、Crをスパッタリングすることにより、不動態化皮膜形成用金属層33を配置する。

上記のスパッタリング工程は、これに代えて、他のPVD、CVD等の公知の成膜手段を用いてもよい。

その後、不動態化皮膜形成用金属層33上に、SmFeN(75重量%)とエポキシ樹脂(25重量%)とからなるインク磁石原料219を印刷する。

[0098] 次に、上記インク磁石原料219をカンチレバー22に対して得たい方向の磁場で

配向し、ある程度、エポキシ樹脂を硬化させたのち、目的の磁化方向に着磁を行う。これにより、磁石体21a(b)を得る。なお、上記の配向は、上記インク磁石原料219が異方性材料の場合に必要な工程であり、等方性材料を用いる場合には不要な工程である。

[0099] その後、図22に示すごとく、犠牲層34と、その上のTi層及びCu層とをエッチングにより除去する。カンチレバー材をNi-P単層とするためである。

さらに、加速度感知部品20を100°C以上で加熱することにより、磁石体21a(b)を熱処理する。

そして、得られた加速度感知部品20を、図15に示すごとく、IC基板10上の所定の位置に固定する。

[0100] なお、上記磁石体21a(b)の製造形態は、公知のいずれの形態でもよく、上記のごとく、例えば、インク磁石を用いることが好ましい。

製造方法としては、例えば、印刷方式、ディスペンサー方式、貼り付け、ディップ方式、気相蒸着法(PVD、CVD)等を用いることができる。

[0101] また、焼結磁石、ボンド磁石等を用いることもできる。磁石原料としては、フェライト系、アルニコ磁石等の金属磁石、SmCo系、SmFeN系、NdFeB系等の公知の磁石を使用することができる。

ボンド磁石の場合は、樹脂として、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、エポキシ系樹脂、フェノール系樹脂、ポリアミド系樹脂、ナイロン系樹脂等を使用することができる。

磁石用材料の配向状態も、等方性、異方性のどちらでも使用できる。

[0102] また、磁石体として異方性磁石を使用した場合、等方性磁石にくらべて、より高い信号磁界を形成することができる。

製造方法としては、例えば、印刷した磁石粉末と樹脂との混合体に、配向磁場を印加し、その後着磁することにより行う。

[0103] また、磁石体の保磁力としては、例えば、加速度感知部品20をIC基板10に組み込む時のはんだ付け温度が180~300°Cであるので、0.64MA/m以上が必要となる。

ただし、使用される磁石体は、上記の内容に限られない。

なお、本例の加速度センサ1における上記加速度検知部品20以外の構成については、実施例1と同様である。

[0104] 次に、本例の作用効果につき説明する。

上記支持部材280は、上記基体部281と延設部282とを有するため、上記カンチレバー22を固定した支持部材280(加速度感知部品20)を、IC基板10に取付ける際における、加速度感知部品20の取り扱いを容易にすることができる。

[0105] 即ち、加速度感知部品20を取り扱う際には、カンチレバー22の変形を防止するため、それ以外の部分、即ち、支持部材280を把持することが好ましい。そこで、支持部材280の形状を上記の形状とすることにより、支持部材280を把持しやすくし、加速度感知部品20の取扱いを容易にすることができる。

なお、上記支持部材280の長さa1をカンチレバー22の長さよりも若干(例えば0.1 mm程度)長くすることにより、支持部材280の長手方向の両端部を把持したとき、カンチレバー22に触れないようにすることが容易となる。

[0106] また、上記カンチレバー22は、Ni-P合金からなるため、ばね特性として、弾性率が低く、弾性変形が可能な領域が広いものとし、かつ破壊強度が高いものとすることができる。これにより、加速度の検出精度が高く、耐久性に優れたカンチレバー22を得ることができる。

なお、カンチレバー22の材料としては、これと同等以上の特性を有するものであれば、他の材料を用いることもできる。

[0107] また、図22に示すごとく、支持部材280とカンチレバー22の固定端221との間に、多層金属層31が介在しているため、支持部材280とカンチレバー22との密着性を向上させることができる。

即ち、多層金属層31をTi、Cr、Alの少なくとも一種以上からなる第1金属層311と、Cu、Au、Agの少なくとも一種以上からなる第2金属層312とによって構成している。そのため、第1金属層311が支持部材280との接合性を確保し、第2金属層312がカンチレバー22との接合性を確保することにより、支持部材280とカンチレバー22との密着性を、より向上させることができる。

[0108] また、支持部材280は上記導電層32を設けてなるため、支持部材280の延設部2

82におけるカンチレバー22との対向面が帯電することを防ぎ、静電気力によるカンチレバー22の変位を防止することができる。これにより、より精度の高い加速度センサ1を得ることができる。

[0109] また、上記カンチレバー22は、磁石体21a(b)との接合面に、上記不動態化皮膜形成用金属層33を配置してなる。これにより、不動態化皮膜と樹脂との親和性が高いため、上記カンチレバー22と上記磁石体21a(b)との密着性を向上させることができる。

即ち、上記不動態化皮膜は、その表面において、酸素基、水酸化基等の結合手が出ており、樹脂との親和性が高い。そして、安定した不動態化皮膜においては、均一に酸素基、水酸化基等の結合手が出ており、より樹脂との親和性が高くなる。このように、Ni-P合金と樹脂との化学的結合力を増すことにより、カンチレバー22と磁石体21a(b)との接合力を向上することができる。

[0110] また、上記不動態化皮膜形成用金属層33は、Cr、Al、Zn、Tiのいずれかからなるため、特に安定した不動態化皮膜を形成することができる。

その他、実施例1と同様の作用効果を有する。

なお、本例は、実施例2に示した各種態様にも適用することができる。

[0111] (実施例4)

本例は、図23、図24に示すごとく、カンチレバー22のうち磁石体21a(b)を固定した磁石固定領域(自由端222)の剛性を、該磁石固定領域よりカンチレバー22における固定端221側の部分の剛性よりも大きくした例である。

即ち、カンチレバー22における上記磁石固定領域に、補強層223を重ねて形成してある。そして、補強層223に不動態皮膜形成用金属層33を介して磁石体21が配設されている。

また、カンチレバー22の固定端221にも補強層224が形成されている。

これらの補強層223、224は、例えば、3~100 μ mの厚みを有する。

[0112] 本例の加速度センサ1における加速度感知部品20の製造方法としては、基本的には、実施例3に示した方法と同様の方法を採用できる。

ただし、本例の場合は、カンチレバー22をパターンメッキした後、カンチレバー22

における磁石固定領域(自由端222)及び固定端221の所定部分に、さらに、Ni-P層を20 μ mの厚みにパターンメッキする。これにより、上記補強層223、224を形成する。

その他の構成は、実施例3と同様であり、同様の作用効果を有する。

[0113] (実施例5)

本例は、図25、図26に示すごとく、カンチレバー22に開口部225を形成した例である。

上記開口部225は、固定端221と磁石体21との間に形成されている。

図25は、実施例3の加速度感知部品20のカンチレバー22に開口部225を設けたものを示し、図26は、実施例4の加速度感知部品20のカンチレバー22に開口部225を設けたものを示す。

図26に示す加速度感知部品20においては、カンチレバー22における補強部223、224が形成されていない領域に、開口部225を設けている。

その他は、実施例3又は4と同様である。

[0114] 本例の場合には、カンチレバー22の弾性率を部分的に小さくすることができるため、一定の加速度に対するカンチレバー22の弾性変形量を大きくすることができる。それ故、より感度の高い加速度センサ1を得ることができる。

その他、実施例3又は4と同様の作用効果を有する。

[0115] (実施例6)

本例は、図27～図30に示すごとく、カンチレバー22の自由端222の回動方向の両側に、上記カンチレバー22の過変位を防ぐストッパー51、52を配設した加速度センサ1の例である。

上記一对のストッパー51、52のうち一方のストッパー52は、支持部材280と一体化されている。即ち、支持部材280の延設部282が上記ストッパー52となっている。

[0116] また、カンチレバー22の自由端222を挟んでストッパー52と反対側の位置には、支持部材280とは独立したストッパー51がIC基板10上に固定されている。

本例においても、実施例3において示した加速度感知部品20(図16参照)を用いる。

[0117] そして、上記ストッパー51は、加速度感知部品20におけるカンチレバー22の自由端222の側方に配置されている。図29に示すごとく、このストッパー51と加速度感知部品20の延設部282(ストッパー52)との間の間隔d1は、例えば0.4mmとすることができる。

また、例えば、カンチレバー22の自由端222に配設された磁石体21a(b)とストッパー51との間の間隔d2は0.18mmとし、カンチレバー22の自由端222とストッパー52(延設部282)との間の間隔d3は0.08mmとすることができる。

[0118] また、ストッパー51のIC基板10に対する立設方向の長さw3は、支持部材280の立設方向の長さと同程度とすることが好ましく、例えば0.55mmとすることができる。また、カンチレバー22に対して垂直な方向の長さh3は0.5mm、カンチレバー22に平行な方向の長さa3は0.9mmとすることができる。

また、ストッパー51及び支持部材280は、Si(シリコン)からなる。

[0119] また、本例の加速度センサ1は、周辺磁界のX軸方向成分を検出する周辺磁界検出部43a、及び周辺磁界のY軸方向成分を検出する周辺磁界検出部43bに加え、周辺磁界のZ軸方向成分を検出する周辺磁界検出部43cを設けてなる。

その他は、実施例3と同様である。

[0120] 本例の場合には、加速度センサ1に大きな衝撃が加わって、カンチレバー22に大きな力が加わった場合にも、図30に示すごとく、カンチレバー22の自由端222が上記ストッパー51(又はストッパー52)に当接することにより、必要以上の変位(過変位)を防ぐことができる。これにより、カンチレバー22の変形、破損を防ぐことができる。

[0121] また、一方のストッパー52は、支持部材280と一体化されているため、加速度センサ1の部品点数を少なくすることができ、組み付け容易性、コスト面において有利となる。

その他、実施例3と同様の作用効果を有する。

[0122] (実施例7)

本例は、図31に示すごとく、磁気検出ヘッド部23a(b)の出力電圧から周辺磁界検出部43a(b)の出力電圧を減算する減算回路61を有する加速度センサ1の例である。

。

上記減算回路61は、例えば図31に示すような電子回路6に組み込まれる。即ち、該電子回路6は、信号発生器62と磁気検出ヘッド部23a(b)と周辺磁界検出部43a(b)と信号処理部63と上記減算回路61とからなる。

信号発生器62から発生させたパルス信号は、磁気検出ヘッド部23a(b)及び周辺磁界検出部43a(b)の感磁体24、44にそれぞれ入力される。上記信号処理部63は、磁気検出ヘッド部23a(b)と周辺磁界検出部43a(b)からの出力電圧を、パルス信号の入力に連動して開閉する同期検波631を介して取出し、増幅器632にて増幅する。

上記信号処理部63は、磁気検出ヘッド部23a(b)と周辺磁界検出部43a(b)とにそれぞれ対応して2個設けてあり、それぞれの信号処理部63において処理した出力信号を、上記減算回路61へ入力する。そして、減算回路61において、磁気検出ヘッド部23a(b)の出力から周辺磁界検出部43a(b)の出力を減算処理して、最終的な計測信号として出力する。

その他は、実施例1と同様である。

[0123] 本例の場合には、磁気検出ヘッド部23a(b)における出力から、周辺磁界の影響分の出力を、上記減算回路61上で差引くため、容易かつ精確に加速度を検出することができる。

その他、実施例1と同様の作用効果を有する。

[0124] (実施例8)

本例は、図32～図36に示すごとく、磁気検出ヘッド部23a(b)と周辺磁界検出部43a(b)とを一体化して、差動型MI素子29とした例である。

図32、図33に示すごとく、磁気検出ヘッド部23a(b)と周辺磁界検出部43a(b)とは、1本の感磁体24を共有している。この一本の感磁体24の外周に、電磁コイル25、45を巻回し、電磁コイル25を巻回した部分が磁気検出ヘッド部23a(b)となり、電磁コイル45を巻回した部分が周辺磁界検出部43a(b)となる。そして、上記磁気検出ヘッド部23a(b)における電磁コイル25の一端は、上記周辺磁界検出部43a(b)における電磁コイル45の一端と接続されている。

[0125] また、磁気検出ヘッド部23a(b)における電磁コイル25と周辺磁界検出部43a(b)

における電磁コイル45とは、逆向きに巻回してある。換言すると、電磁コイル25の一端と電磁コイル45の一端との接続部分が巻回方向転換部252であり、この巻回方向転換部252を境にコイルの巻回方向が逆転している。この巻回の仕方は、磁気検出ヘッド部23a(b)と周辺磁界検出部43a(b)とのそれぞれに同じ磁界が作用したときに磁気検出ヘッド部23a(b)と周辺磁界検出部43a(b)とに逆向きの出力電圧が生じるような巻回の仕方となっている。

[0126] 電磁コイル25、45の形成方法等は、実施例1と同様である。また、電磁コイル25、45の線幅及び線間幅は共に $25\mu\text{m}$ である。なお、図33においては、便宜上線間幅を広く描いてある。

図34に示すごとく、差動型MI素子29は、磁気検出ヘッド部23a(b)側がカンチレバー22の磁石体21a(b)側を向くように配置される。

[0127] また、上記差動型MI素子29は、磁気検出ヘッド部23a(b)と周辺磁界検出部43a(b)とを対称性を持たせた状態で形成しており、磁気検出ヘッド部23a(b)と周辺磁界検出部43a(b)とに同じ磁界が作用したときには、連続形成された電磁コイル25、45の両端における電極251、253には、電位差が生じないように構成されている。

[0128] これは、図36の破線B1、B2に示すごとく、周辺磁界が磁気検出ヘッド部23a(b)と周辺磁界検出部43a(b)とのそれぞれに同様に作用した場合には、同じ大きさであると共に互いに反対符号の出力電圧が生じる。これらの出力電圧(B1、B2)は、それぞれ、電極251と巻回方向転換部252との間、巻回方向転換部252と電極253との間において生じる電圧である。

ところが、磁気検出ヘッド部23a(b)の電磁コイル25の一端と周辺磁界検出部43a(b)の電磁コイル45の一端とが接続されているため、上記二つの出力電圧は打ち消し合い、結局、図36の実線B0に示すごとく、出力電圧は生じないこととなる。

上述した図7において、実線の曲線と破線の曲線とは、それぞれ一様な磁界が作用したときの磁気検出ヘッド部23a(b)及び周辺磁界検出部43a(b)の電磁コイル25、45に生ずる出力電圧を表す。

[0129] そして、磁気検出ヘッド部23a(b)と周辺磁界検出部43a(b)とに作用する磁界の感磁体24の軸方向成分に差が生じたとき、電磁コイル25、45の両端の電極251、2

53に電位差を生じる。即ち、周辺磁界以外の磁界として、カンチレバー22の磁石体21a(b)による磁界が、磁気検出ヘッド部23a(b)に作用したとき、差動型MI素子29における電磁コイル25、45の両端に電位差を生じる。

[0130] 上記差動型MI素子29は、図37に示すような電子回路60に組み込まれる。即ち、該電子回路60は、差動型MI素子29と信号発生器62と信号処理部63とからなる。

信号発生器62から発生させたパルス信号は、差動型MI素子29の感磁体24に入力される。上記信号処理部63は、差動型MI素子29の電磁コイル25、45からの出力電圧を、パルス信号の入力に連動して開閉する同期検波631を介して取出し、増幅器632にて増幅する。

[0131] なお、場合によっては、磁気検出ヘッド部23a(b)と周辺磁界検出部43a(b)との対称性をあえて崩して、磁気検出ヘッド部23a(b)と周辺磁界検出部43a(b)とに一樣な磁界が作用したときに、電極251と電極253との間に所定の電圧が生じるように構成することもできる。

その他は、実施例1と同様である。

[0132] 本例の場合には、より簡易な構成にて、周辺磁界の影響を補正することができ、精確な加速度を検出することができる。

また、上記構成によれば、周辺磁界が大きい場合にも、十分に補正することが可能である。即ち、MI素子を用いて周辺磁界を検出する場合、直接検出できる周辺磁界の大きさの範囲に限られる。特に、検出感度を高めると電子回路の飽和等により検出可能な周辺磁界の大きさの範囲が狭くなる。その結果、MI素子からなる周辺磁界検出部において出力信号を出した上で、磁気検出ヘッド部の出力から、周辺磁界検出部において出力を減算して補正する場合には、補正可能な周辺磁界の大きさが限られてしまう。

[0133] これに対し、本例の構成によれば、周辺磁界に対応する出力電圧を十分に抑制した状態で、磁石体21a(b)による磁界に対応する電圧のみを出力することとなる。それ故、周辺磁界の大きさに関わらず、精確な加速度を検出することができる。

かかる作用効果は、カンチレバー22の磁石体21a(b)の微小変位に基づく磁界の微小変化を、感度の高いMI素子によって検出する構成において、極めて重要な意

味を有する。

また、磁気検出ヘッド部23a(b)の感磁体24と周辺磁界検出部43a(b)の感磁体24とが一体化されているため、加速度センサ1の小型化、組立部品点数の削減を図ることができる。また、磁気検出ヘッド部23a(b)と周辺磁界検出部43a(b)との間の感磁体24の特性のバラツキを防ぐことができ、検出精度の高い加速度センサ1を得ることができる。

その他、実施例1と同様の作用効果を有する。

[0134] (実施例9)

本例は、図38に示すごとく、磁気検出ヘッド部23a(b)の感磁体24と周辺磁界検出部43a(b)の感磁体44とを別体とし、一直線上に配置した例である。

感磁体24と感磁体44とは、電氣的に直列に接続されている。

その他は、実施例8と同様である。

本例の場合にも、実施例8と同様の作用効果を得ることができる。

[0135] (実施例10)

本例は、図39、図40に示すごとく、磁気検出ヘッド部23a(b)の感磁体24と周辺磁界検出部43a(b)の感磁体44とを並列配置した例である。

感磁体24と感磁体44とは互いに平行に配置している。また、感磁体24と感磁体44とは、電氣的に直列に接続されている。

その他は、実施例8と同様である。

本例の場合にも、実施例8と同様の作用効果を得ることができる。また、実施例9に比べて、カンチレバー22と磁気検出ヘッド部23a(b)と周辺磁界検出部43a(b)とをコンパクトに配置することができる。

[0136] (実施例11)

本例は、図41～図44に示すごとく、Ni-Pからなると共に開口部225を有するカンチレバー22の断面寸法を規定した例である。

即ち、本例のカンチレバー22は、固定端221と自由端222との間に開口部225を設け、該開口部225を挟む状態で固定端221と自由端222とを連結する一対のフレーム部226を有する。該フレーム部226は、図43、図44に示すごとく、カンチレバー

22の長手方向に直交する平面による断面形状において、最も厚い部分の厚み $H1$ と最も薄い部分の厚み $H2$ との差を h とし、幅を Wf としたとき、 $20\ \mu\text{m} \leq Wf \leq 150\ \mu\text{m}$ 、 $h/H2 \leq 0.15$ を満たす。

[0137] 上記カンチレバー22は、メッキによって形成することができるが、メッキのバラツキにより、図43、図44に示すように、フレーム部226に、厚みが大きい部分と小さい部分が生ずる。そして、厚みのバラツキが大きいフレーム部226が撓むと、該フレーム部226に応力がかかりやすくなる。そこで、フレーム部226の厚みバラツキを、上記のように小さくして、フレーム部226にかかる応力を抑制する。

[0138] また、フレーム部23における上記厚み $H1$ 、 $H2$ は $2 \sim 5\ \mu\text{m}$ 、カンチレバー22全体の幅 W は $350 \sim 1000\ \mu\text{m}$ である。また、開口部225の長さ $L0$ は $0.1 \sim 0.8\text{mm}$ である。

その他は、実施例3と同様である。

[0139] 本例の場合には、柔軟性に優れると共に強度の高いカンチレバー22を得ることができる。即ち、加速度に対するカンチレバー22の変位を大きくすることができると共に、耐久性に優れたカンチレバー22を得ることができる。

特にフレーム部226の厚みバラツキを、 $h/H2 \leq 0.15$ を満たすように小さくすることにより、カンチレバー22が撓む際の応力を抑制し、カンチレバー22の折損を防ぐことができる。

その他は、実施例3と同様である。

[0140] (実施例12)

本例は、Tiを35～50重量%含有するNi-Ti合金によってカンチレバー22を構成した例である。

また、この場合、カンチレバー22は、 $0.1 \sim 6\ \mu\text{m}$ の厚みを有する。また、カンチレバー22は、スパッタリングによって形成することができる。

その他は、実施例3と同様である。

[0141] 本例の場合には、形状記憶性に優れたカンチレバー22を得ることができる。そのため、繰り返し使用した場合にも、カンチレバー22の自由端222の位置がずれることを防ぎ、精確な計測を維持することができる。

また、上記カンチレバー22の厚みが0.1~6 μ mであるため、柔軟性に優れると共に強度の高いカンチレバー22を得ることができる。

その他、実施例3と同様の作用効果を有する。

[0142] (実施例13)

本例は、磁石体21a(b)を、FePt又はNdFeBによって構成した例である。

上記磁石体21a(b)は、カンチレバー22の自由端222にスパッタリングすることにより形成することができる。

また、上記磁石体21a(b)の長さLは0.2~0.6mm、幅Wは0.05~0.8mm、高さHは5~200 μ mとすることができる。ここで、長さL、幅W、高さHの定義は、実施例5(図25)に準ずる。

なお、上記磁石体21a(b)の形状寸法の一例としては、L=0.4mm、W=0.5mm、H=80 μ mとすることができる。

その他は、実施例3と同様である。

[0143] 本例の場合には、磁石体21a(b)の磁気性能を確保することができ、精度の高い加速度センサを得ることができる。

また、磁石体21a(b)を小さくすることが可能となるため、部品の小型化を図ることができる。

その他、実施例3と同様の作用効果を有する。

[0144] 本発明は、上記各実施例を適宜組合わせた態様も可能であり、例えば、上記実施例2と実施例3とを組合わせたり、実施例12と実施例13とを組合わせたりすることもできる。

また、上記実施例9~11において、差動型MI素子29の一部として形成した周辺磁界検出部43a(b)に加えて、実施例1において示した、磁気検出ヘッド部23a(b)と別体の周辺磁界検出部43a(b)をも配設してもよい。この場合、例えば、差動型MI素子29の一部である周辺磁界検出部43a(b)によって、磁気検出ヘッド部に直接作用する周辺磁界の影響を補正し、別体で設けた周辺磁界検出部43a(b)によって、周辺磁界に起因する磁石体21a(b)の変位分を補正するといった構成をとることができる。

請求の範囲

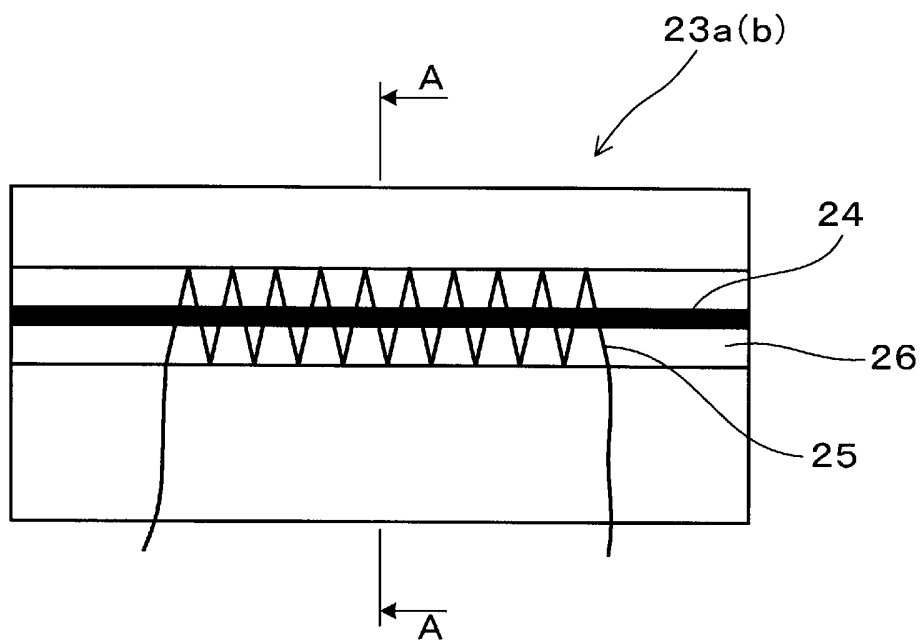
- [1] 片持梁状をなし、基板上に立設された支持部材に固定された固定端を中心として回転するように弾性変形するカンチレバーと、該カンチレバーの自由端に設けた磁石体及び上記カンチレバーの回転領域の外周側に配置された磁気検出ヘッド部を含む検知ユニットとを有する加速度センサにおいて、
上記磁気検出ヘッド部が出力する検出信号を補正するために、上記磁気検出ヘッド部及び上記磁石体に作用する周辺磁界を計測する周辺磁界検出部を備えていることを特徴とする加速度センサ。
- [2] 請求項1において、上記周辺磁界検出部における磁気検出感度が最大となる感度方向と、上記磁気検出ヘッド部における磁気検出感度が最大となる感度方向とが、平行であることを特徴とする加速度センサ。
- [3] 請求項1又は2において、上記磁気検出ヘッド部及び上記周辺磁界検出部は、作用する磁界の大きさに応じて特性が変化する感磁体と該感磁体の外周側に巻回した電磁コイルとを含み、上記感磁体に通電する電流の変化に伴い上記電磁コイルの両端に上記磁界の大きさに応じた電位差を発生するマグネト・インピーダンス・センサ素子であることを特徴とする加速度センサ。
- [4] 請求項3において、上記磁気検出ヘッド部の出力電圧から上記周辺磁界検出部の出力電圧を減算する減算回路を有することを特徴とする加速度センサ。
- [5] 請求項3又は4において、上記加速度センサは、上記感磁体を互いに平行に配置した上記磁気検出ヘッド部及び上記周辺磁界検出部とを有し、上記磁気検出ヘッド部における上記電磁コイルの一端は、上記周辺磁界検出部における上記電磁コイルの一端と接続されており、上記磁気検出ヘッド部における上記電磁コイルと上記周辺磁界検出部における上記電磁コイルとは、上記磁気検出ヘッド部と上記周辺磁界検出部とのそれぞれに同じ磁界が作用したときに上記磁気検出ヘッド部と上記周辺磁界検出部とに逆向き出力電圧が生じるような向きに巻回されていることを特徴とする加速度センサ。
- [6] 請求項1～5のいずれか1項において、上記加速度センサは、互いに直交する2軸方向に沿って作用する加速度をそれぞれ検出するように構成した上記検知ユニット

- を2基有することを特徴とする加速度センサ。
- [7] 請求項1～5のいずれか1項において、上記加速度センサは、互いに直交する3軸方向に沿って作用する加速度をそれぞれ検出するように構成した上記検知ユニットを3基有することを特徴とする加速度センサ。
- [8] 請求項7において、上記電気回路は、上記磁気検出ヘッド部の検出信号と、該磁気検出ヘッド部に対応して配設された上記周辺磁界検出部の検出信号とを取り込み、信号処理するように構成されていることを特徴とする加速度センサ。
- [9] 請求項1～8のいずれか1項において、上記加速度センサは、一体的にモジュール化されていることを特徴とする加速度センサ。
- [10] 請求項1～9のいずれか1項において、上記加速度センサは、上記カンチレバーの自由端の回動方向に、上記カンチレバーの過変位を防ぐストッパーを配設してなることを特徴とする加速度センサ。
- [11] 固定端を中心として回動するように弾性変形するカンチレバーと、該カンチレバーの自由端に設けた磁石体と、上記カンチレバーの上記固定端を固定し支持する支持部材とからなり、作用する加速度を上記磁石体の変位による磁界の変化に変換する加速度感知部品であって、
上記支持部材は、上記固定端を接合した基体部と、上記カンチレバーとの間に間隙を設けつつ上記基体部から上記カンチレバーの自由端側へ延設された延設部とを有することを特徴とする加速度感知部品。
- [12] 請求項11において、上記カンチレバーは、導電体からなり、上記支持部材は、上記延設部における上記カンチレバーとの対向面に導電層を設けてなり、該導電層は、上記カンチレバーと電氣的に導通していることを特徴とする加速度感知部品。
- [13] 請求項11又は12において、上記カンチレバーは、Ni-P合金からなることを特徴とする加速度感知部品。
- [14] 請求項11～13のいずれか一項において、上記支持部材はセラミックスからなり、該支持部材と上記カンチレバーの固定端との間には、複数の金属層からなる多層金属層が介在していることを特徴とする加速度感知部品。
- [15] 請求項11～14のいずれか一項において、上記磁石体は、樹脂磁石、或いは上記

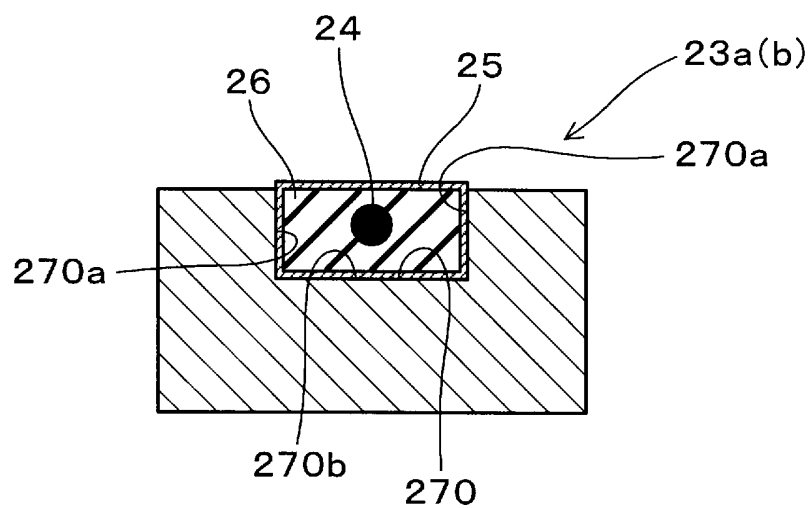
カンチレバーとの接合面に樹脂層を形成してなるものからなり、上記カンチレバーは、上記磁石体との接合面に、安定した不動態化皮膜を形成する金属層を配置してなることを特徴とする加速度感知部品。

- [16] 請求項13～15のいずれか一項において、上記カンチレバーは、上記固定端と上記自由端との間に開口部を有すると共に、該開口部を挟む状態で上記固定端と上記自由端とを連結する一对のフレーム部を有し、該フレーム部は、上記カンチレバーの長手方向に直交する平面による断面形状において、最も厚い部分の厚み $H1$ と最も薄い部分の厚み $H2$ との差を h とし、幅を W としたとき、 $20\mu\text{m} \leq W \leq 150\mu\text{m}$ 、 $h/H2 \leq 0.15$ を満たすことを特徴とする加速度感知部品。
- [17] 請求項11又は12において、上記カンチレバーは、Ni-Ti合金からなると共に、 $0.1 \sim 6\mu\text{m}$ の厚みを有することを特徴とする加速度感知部品。

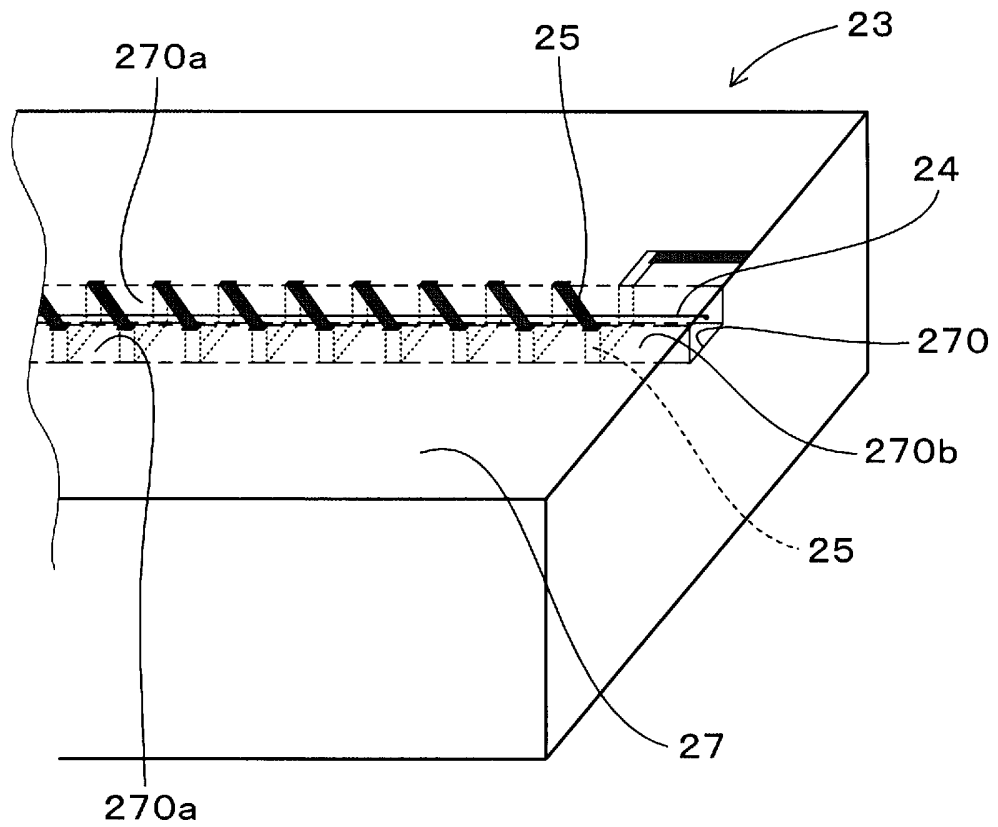
[図2]



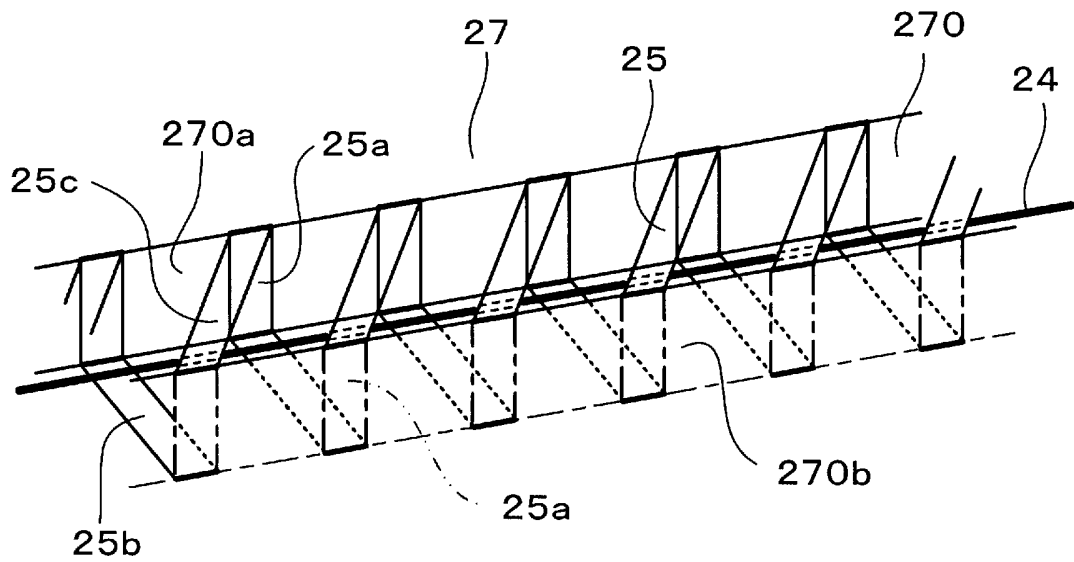
[図3]



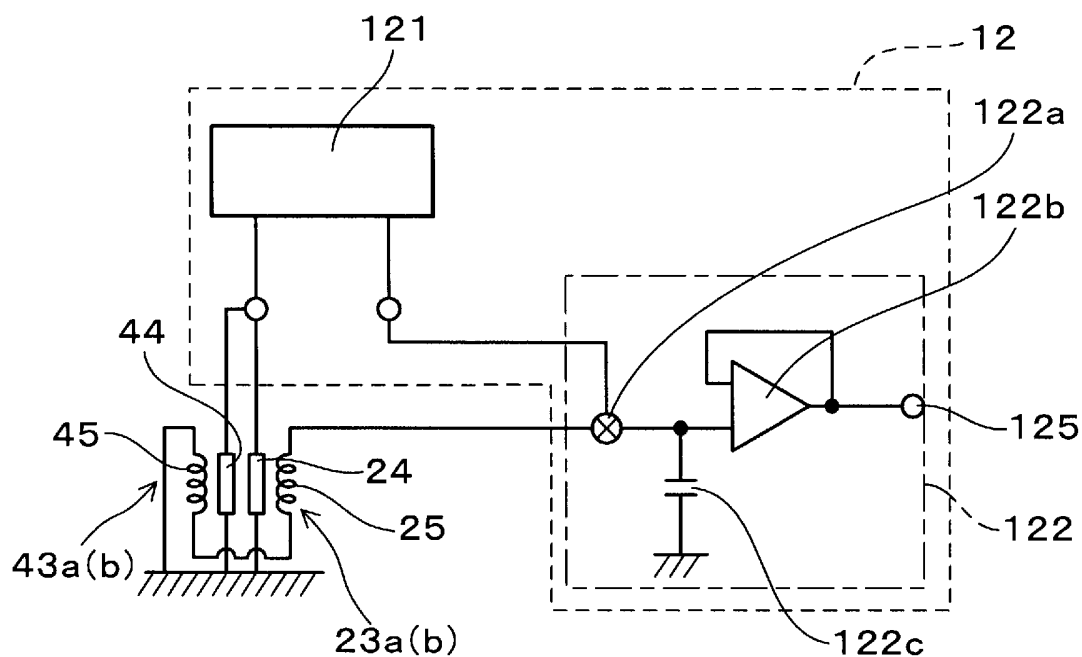
[図4]



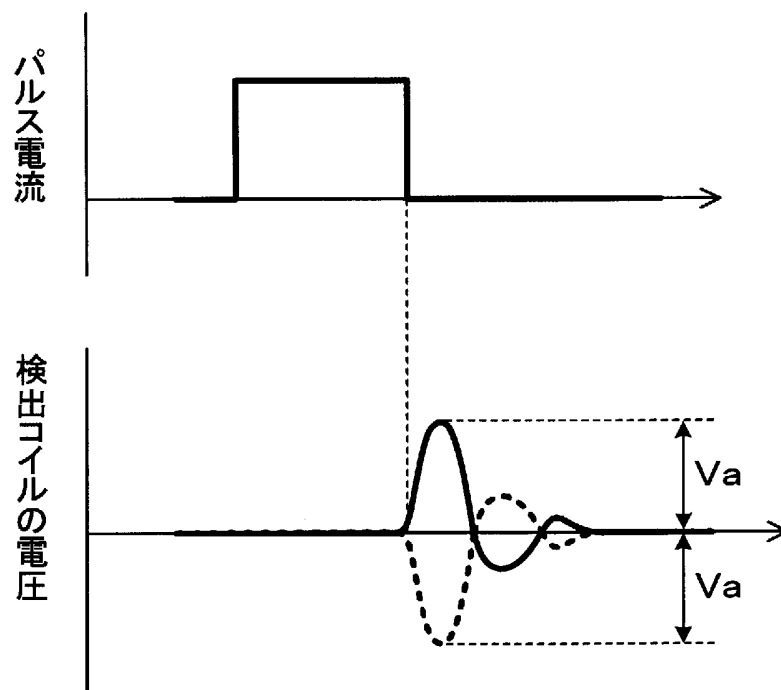
[図5]



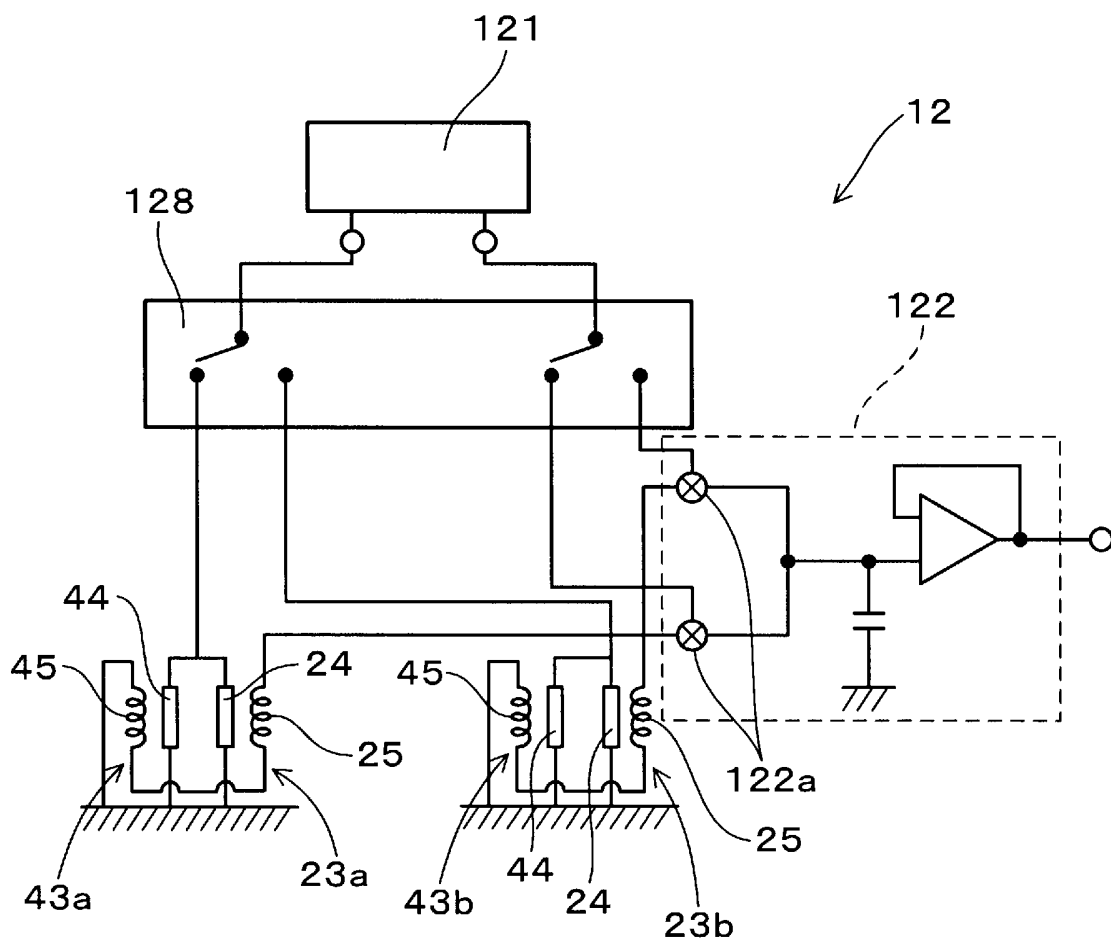
[図6]



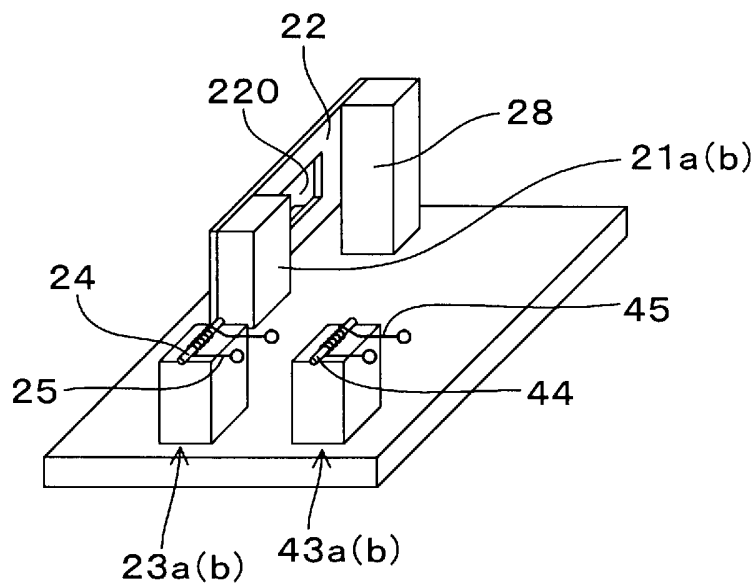
[図7]



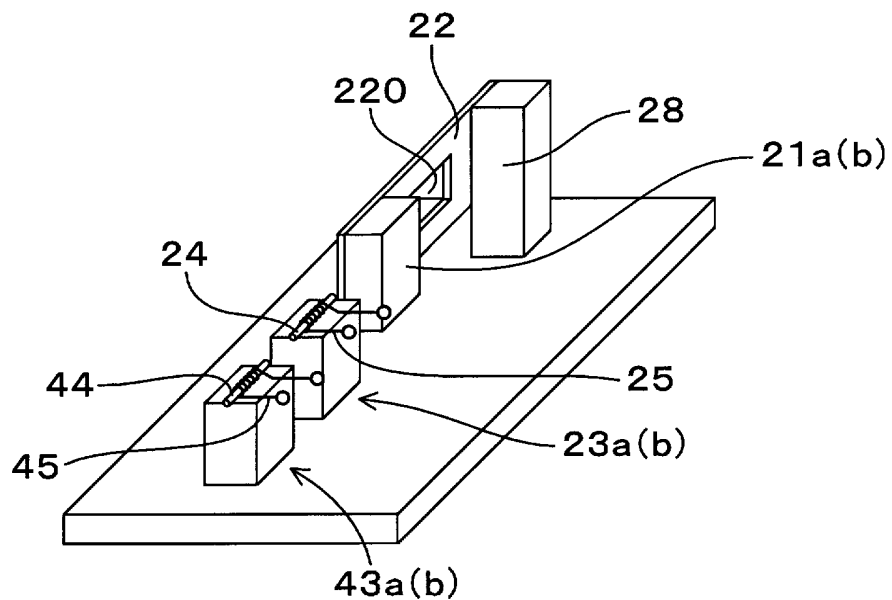
[図8]



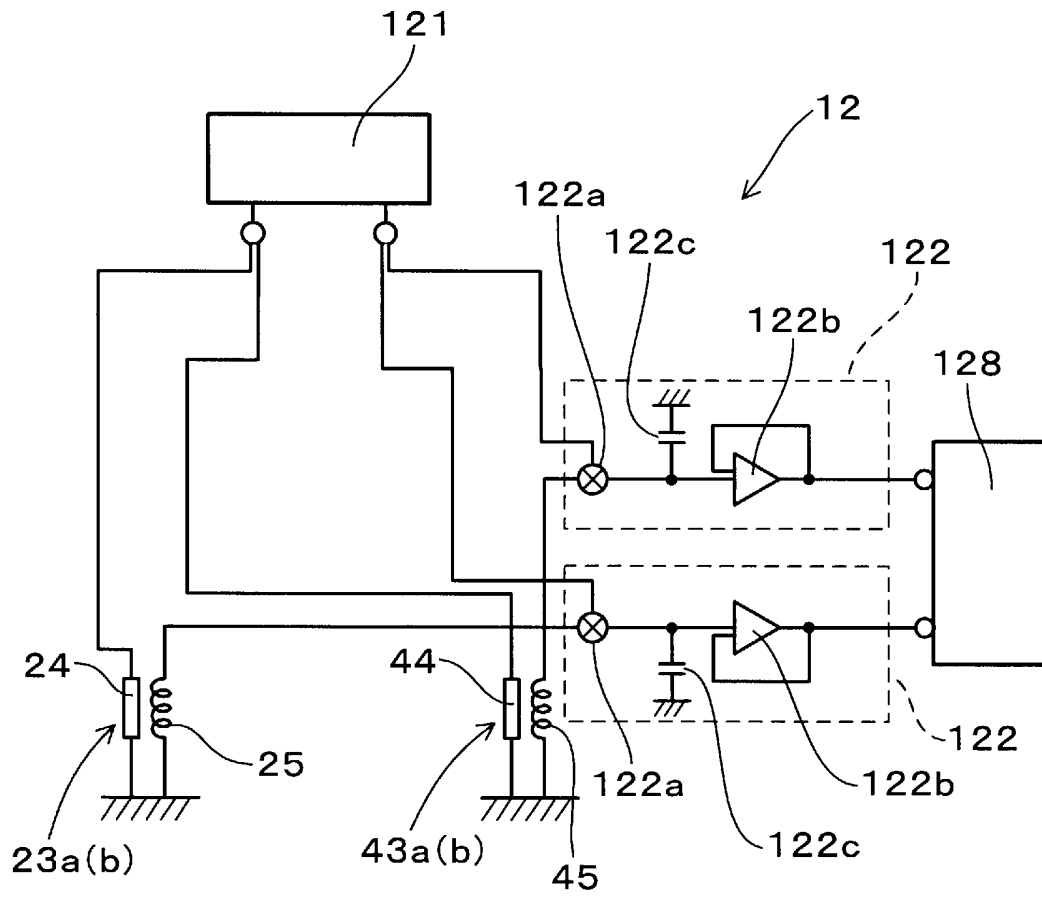
[図9]



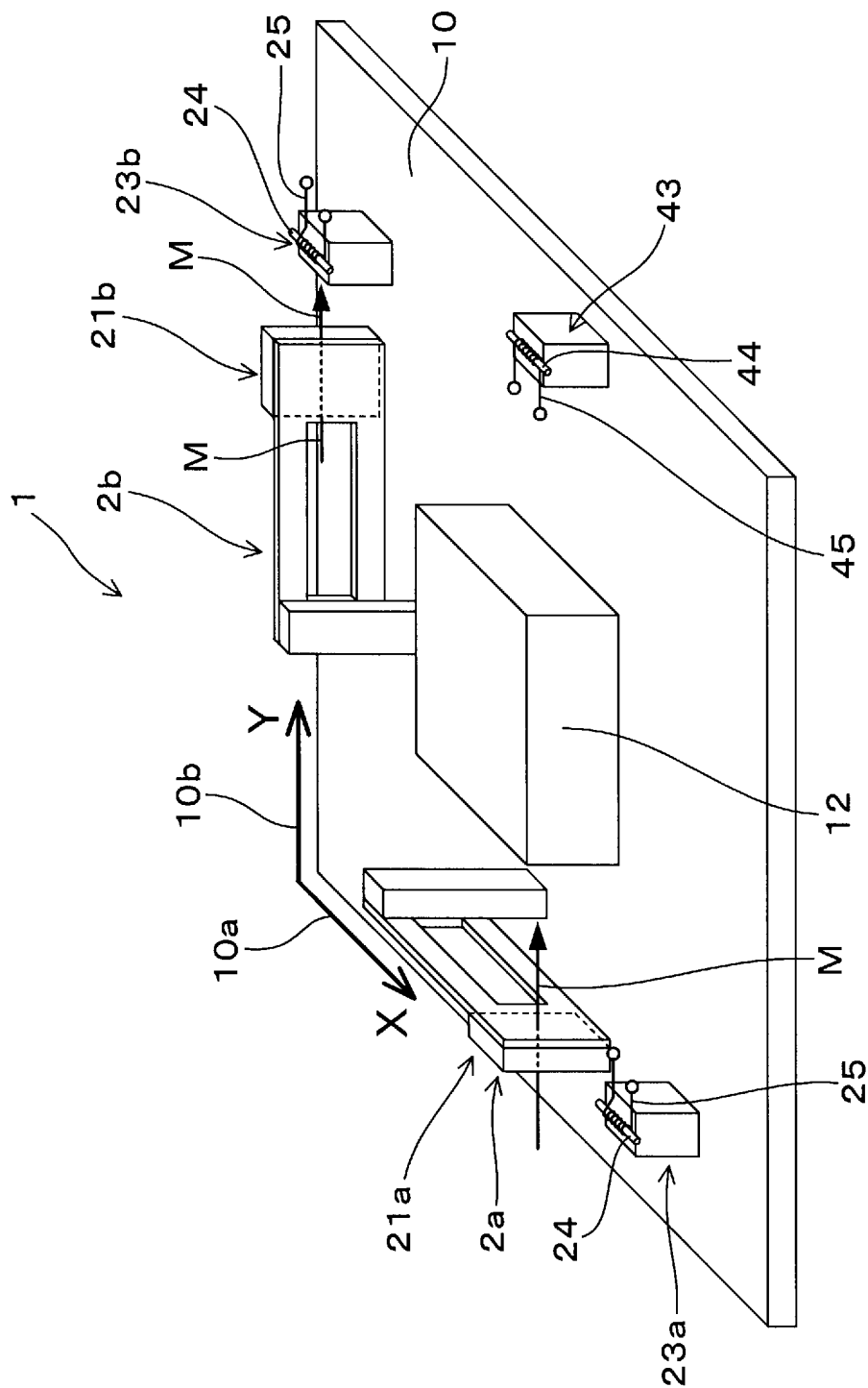
[図10]



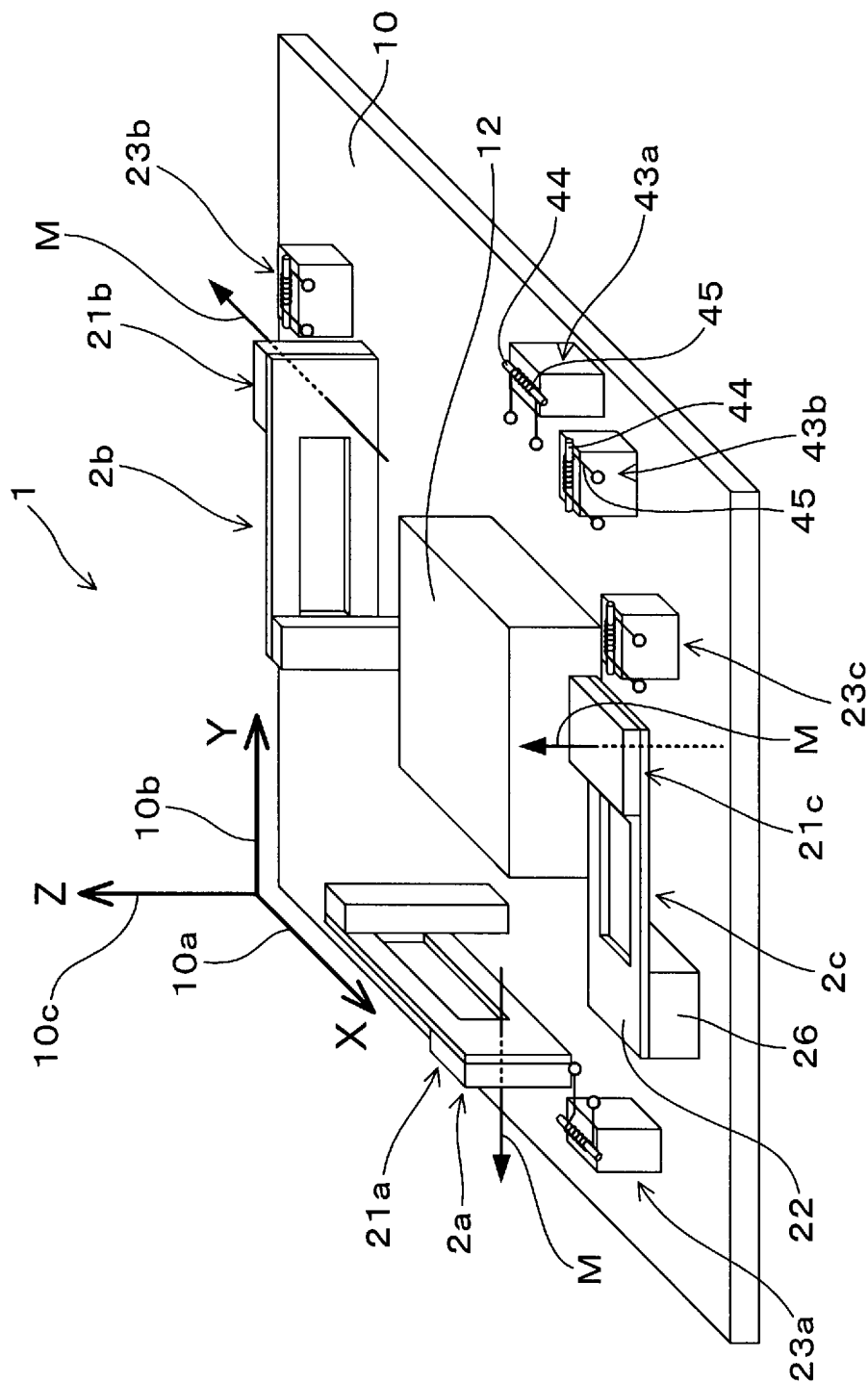
[図12]



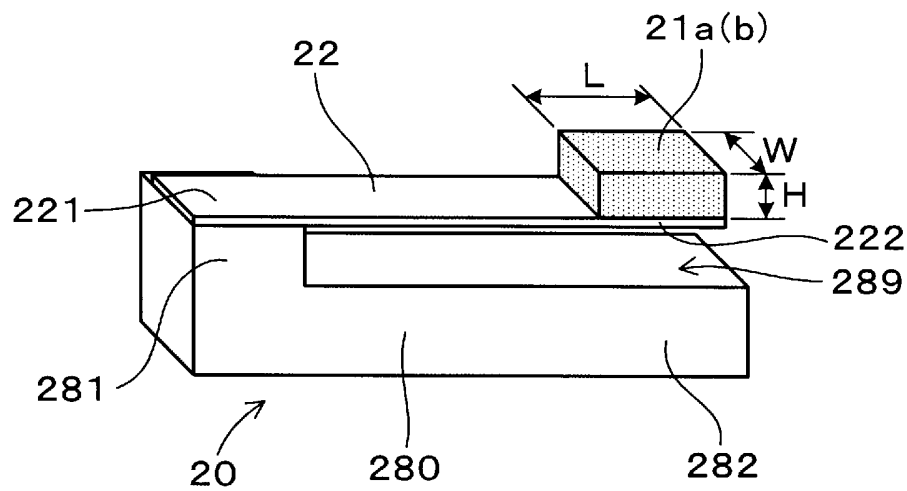
[図13]



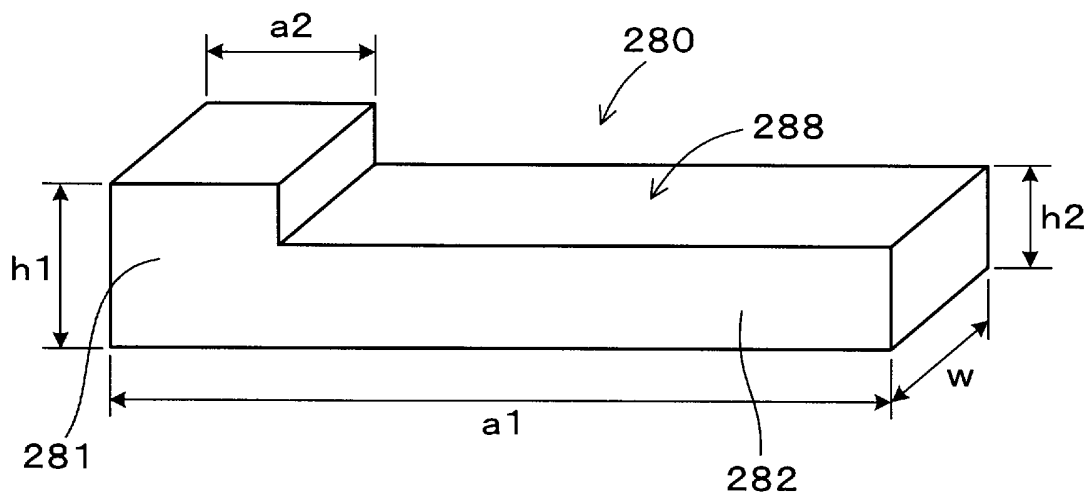
[図14]



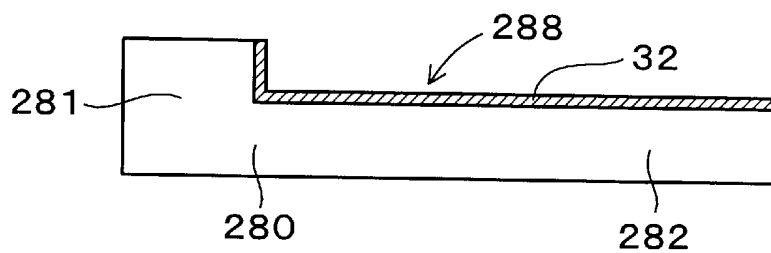
[図16]



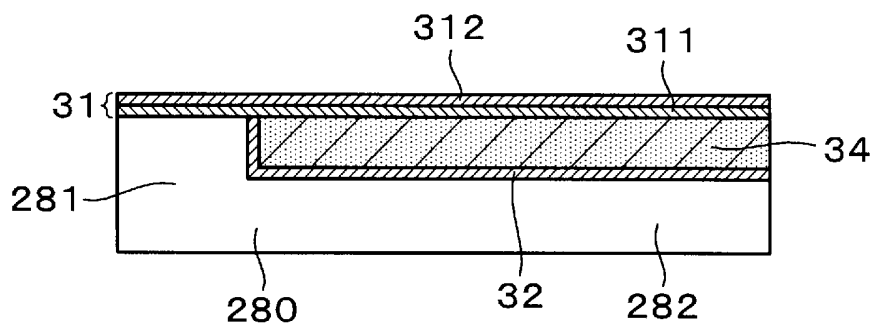
[図17]



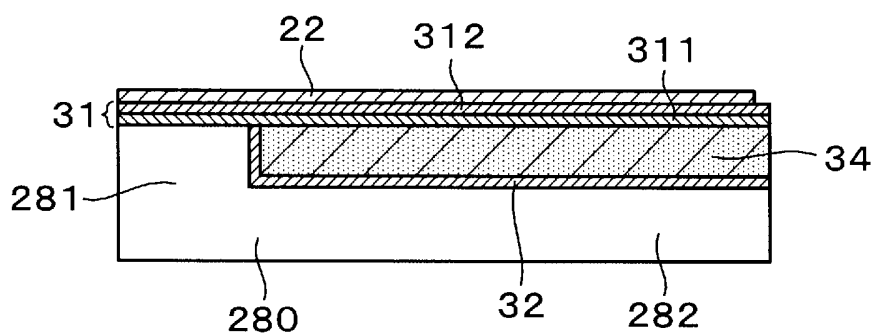
[図18]



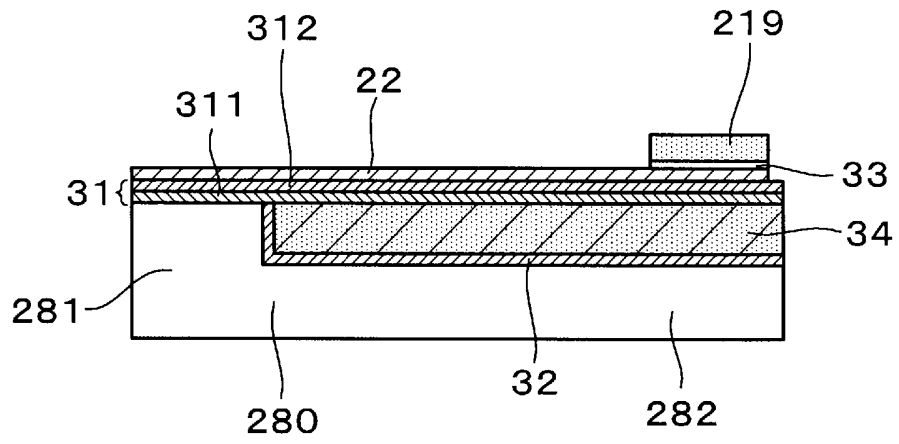
[図19]



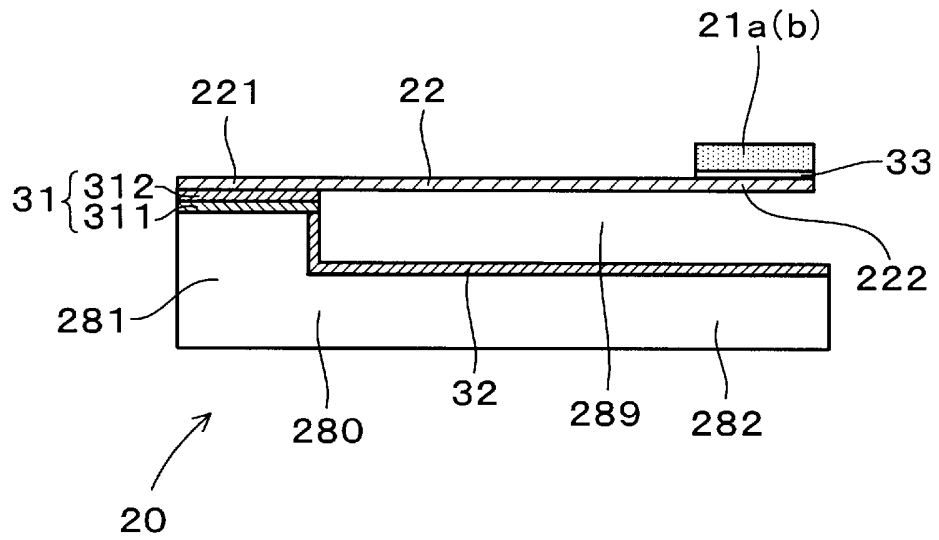
[図20]



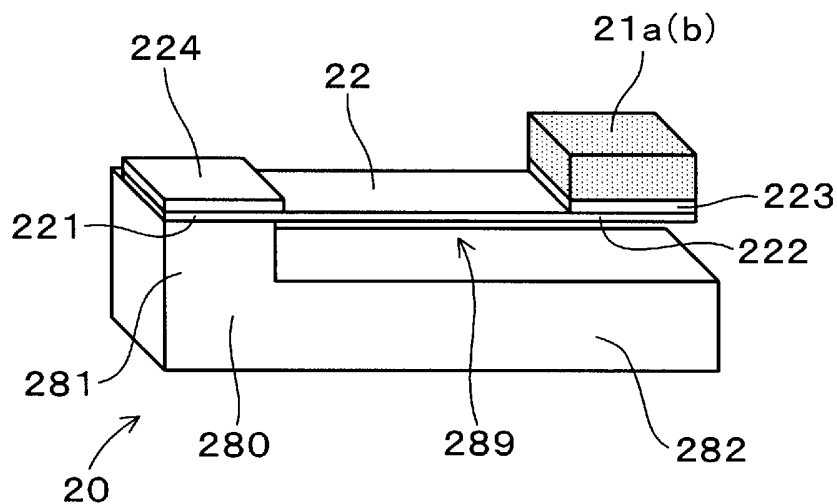
[図21]



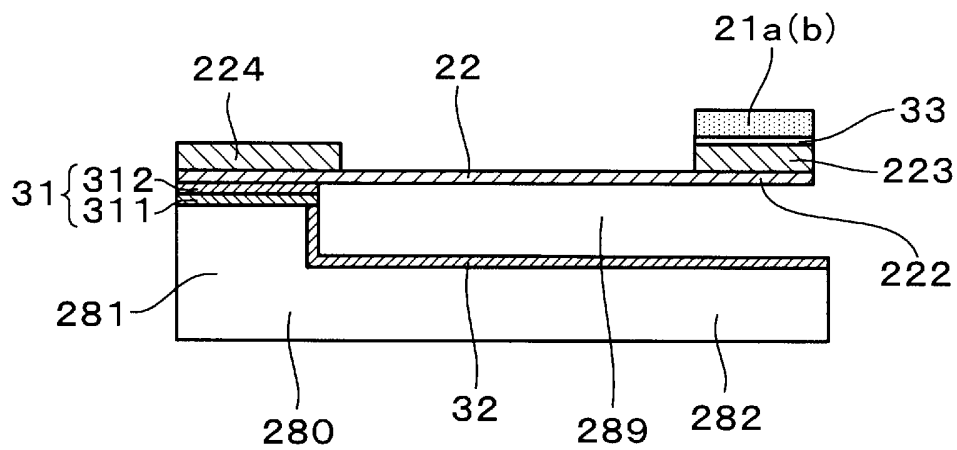
[図22]



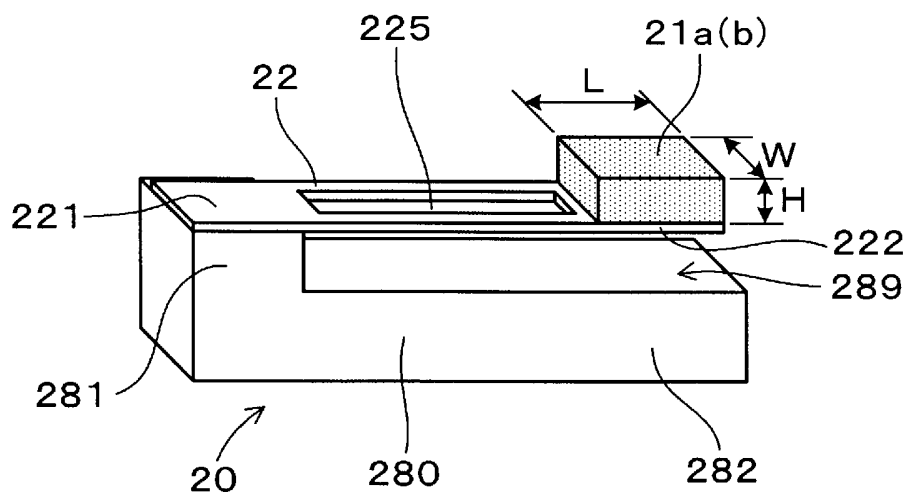
[図23]



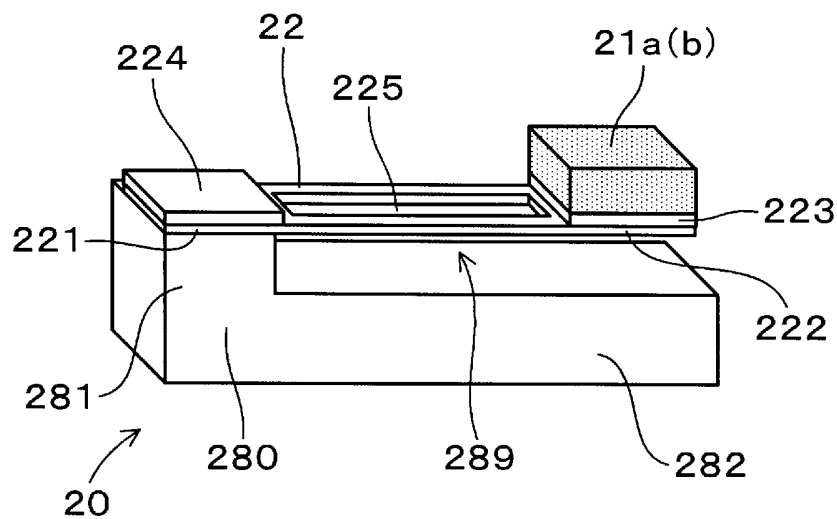
[図24]



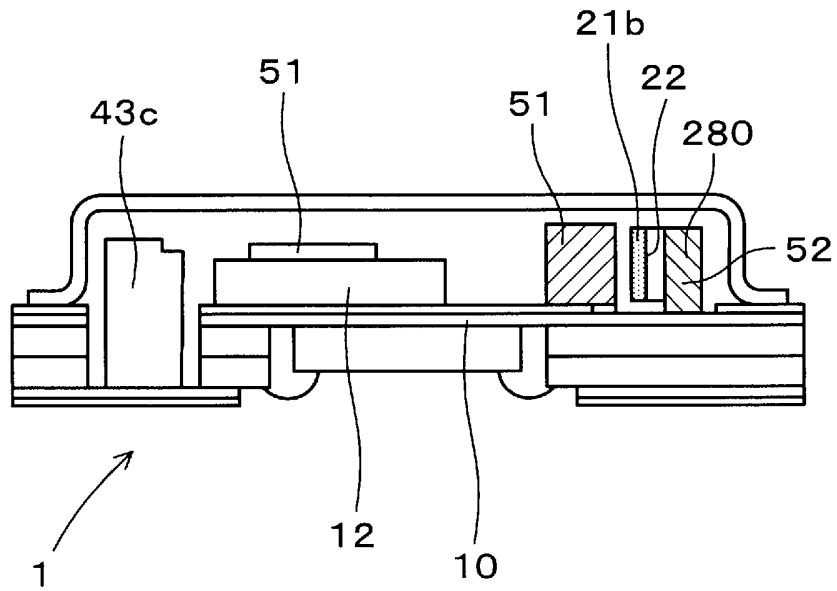
[図25]



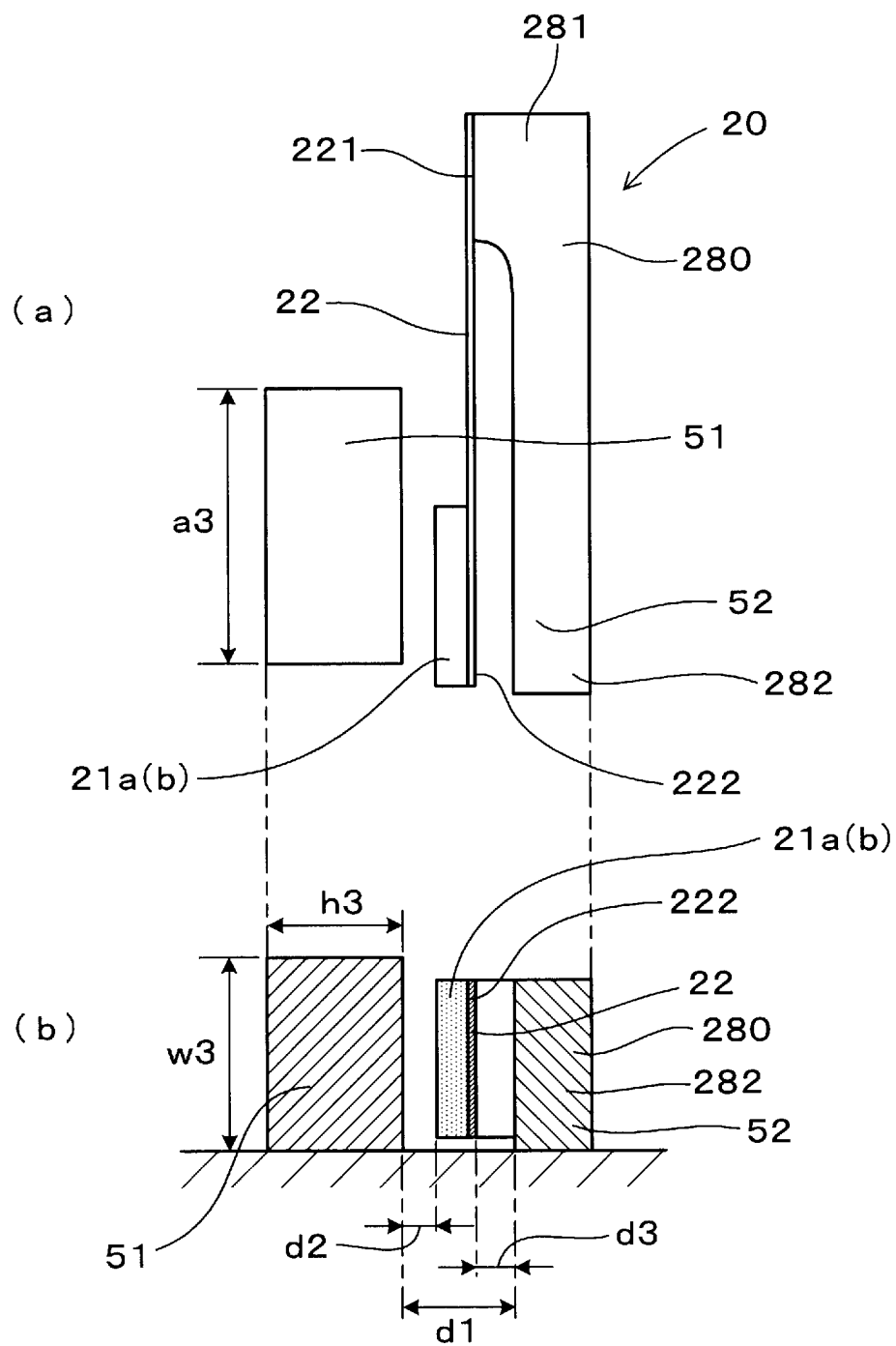
[図26]



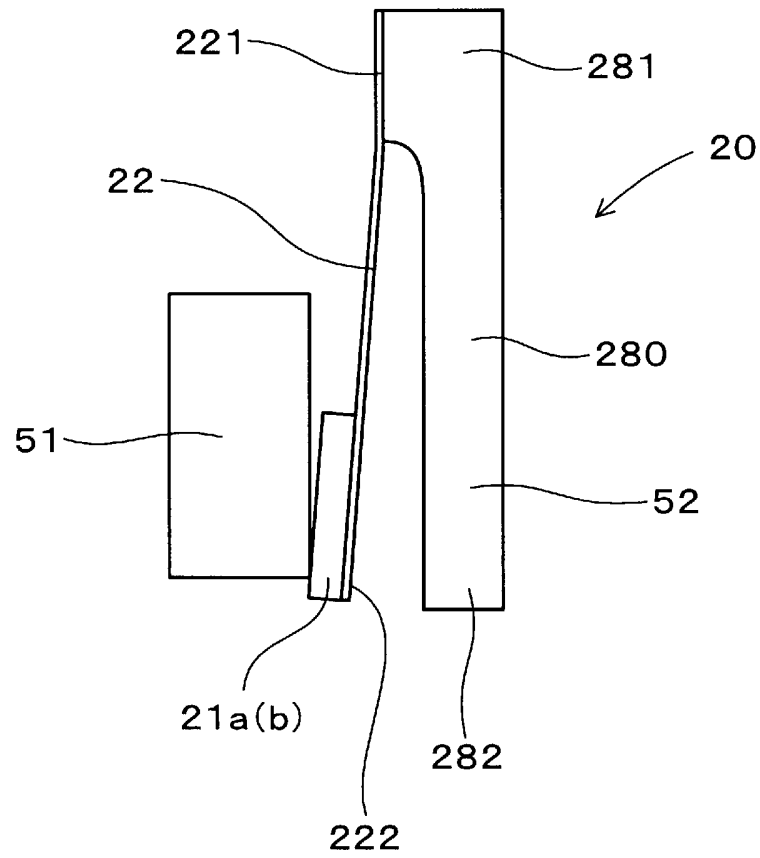
[図28]



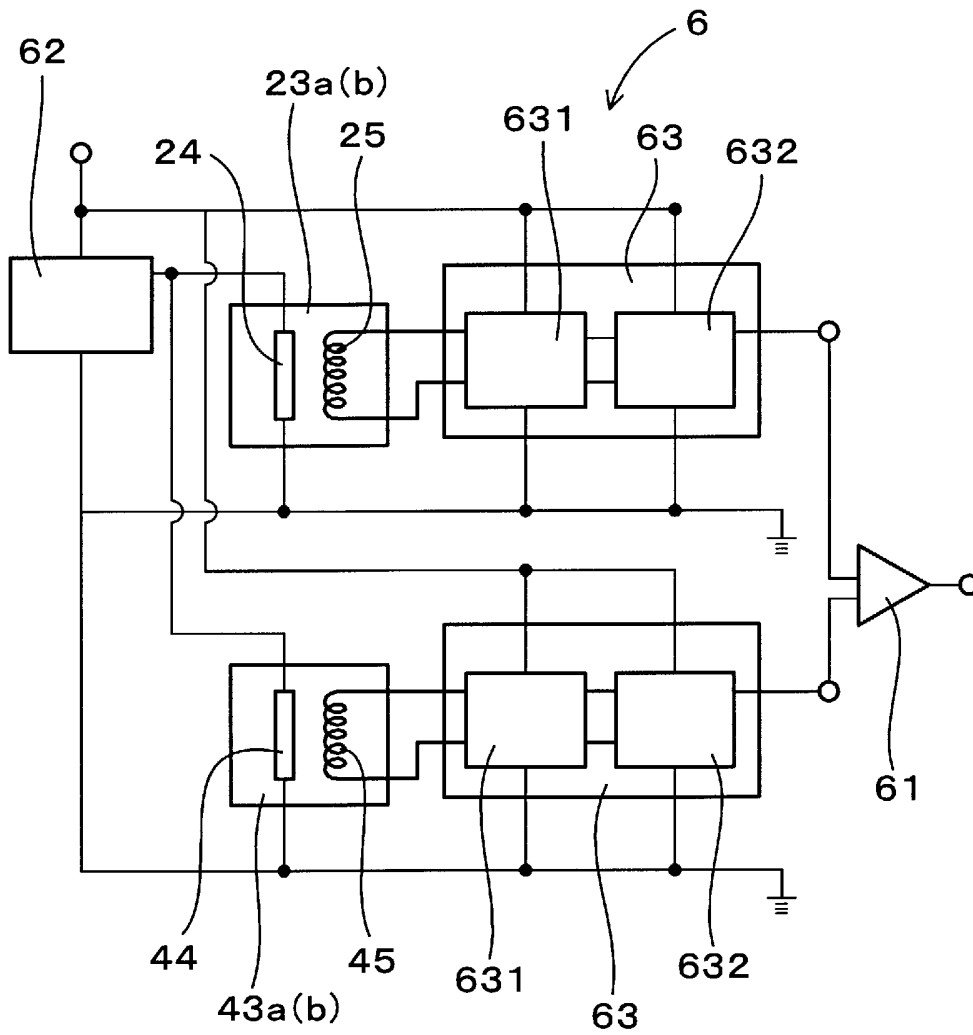
[図29]



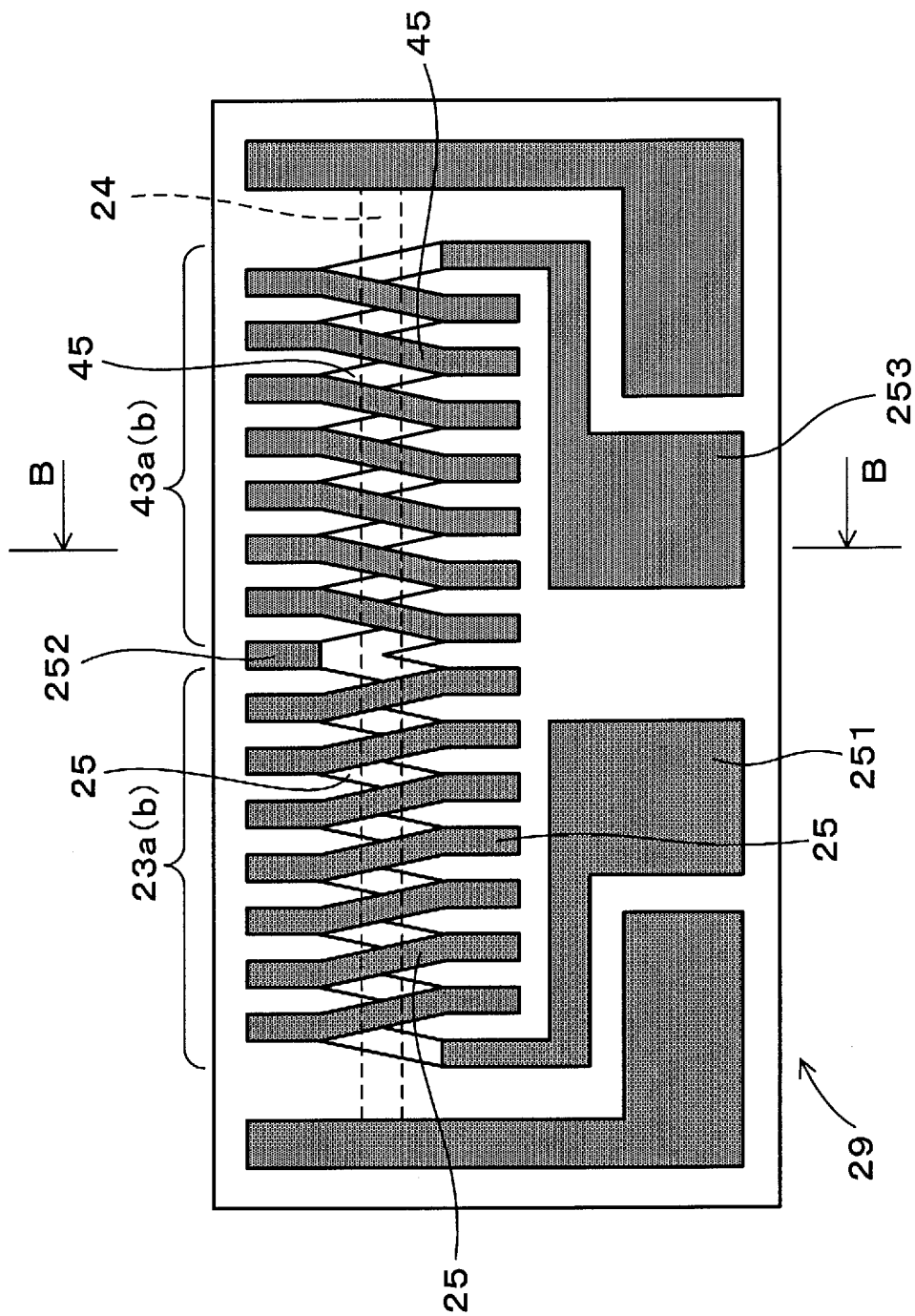
[図30]



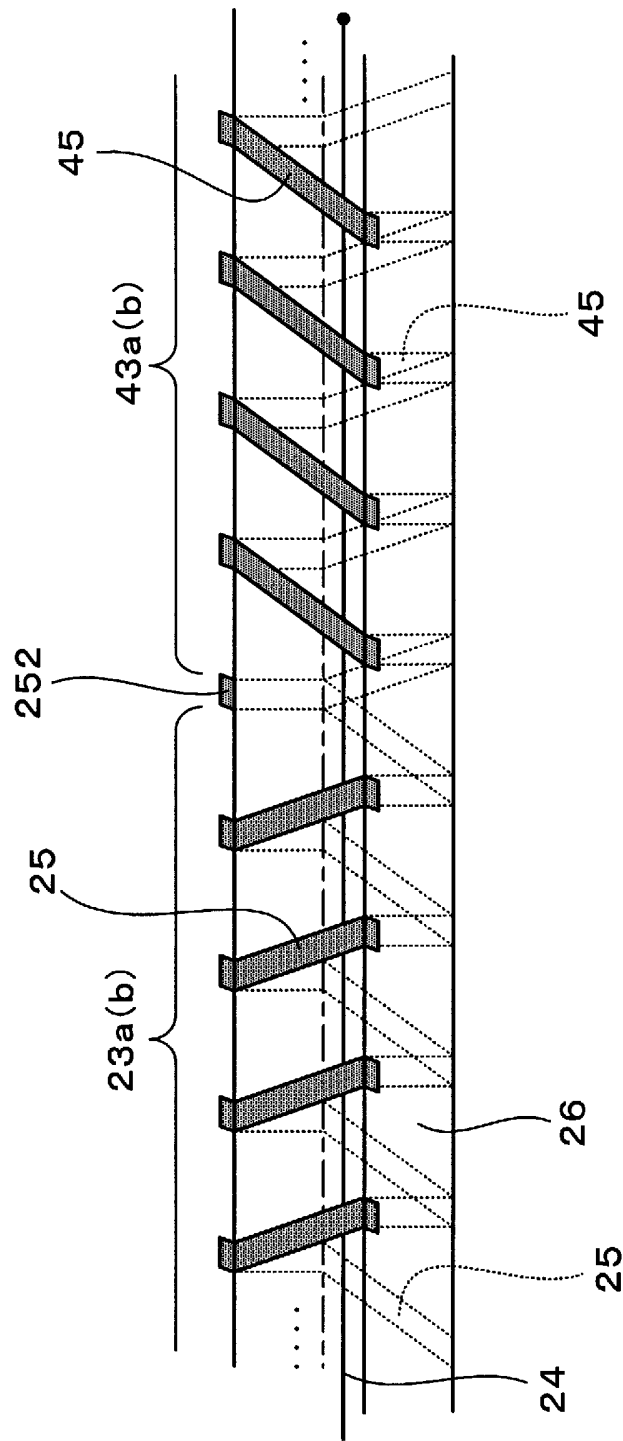
[図31]



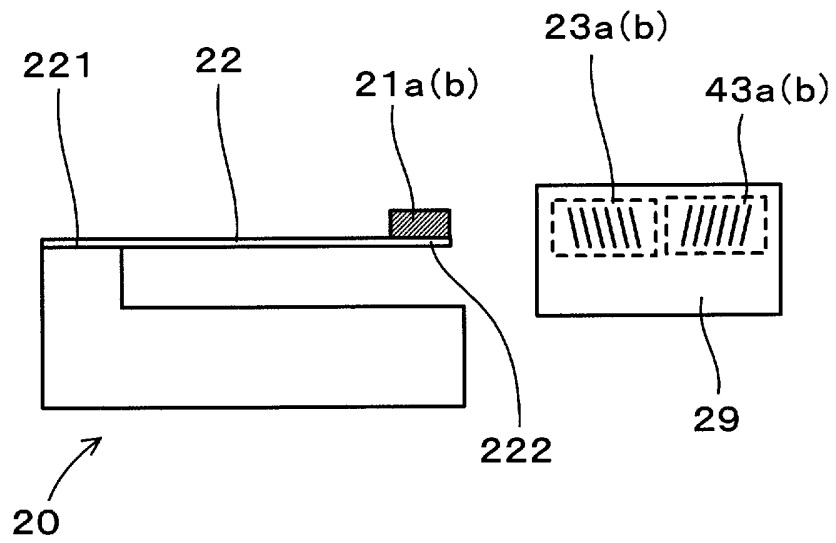
[図32]



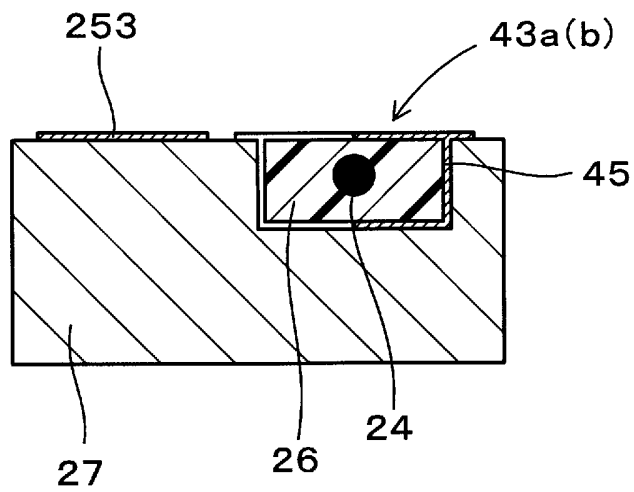
[図33]



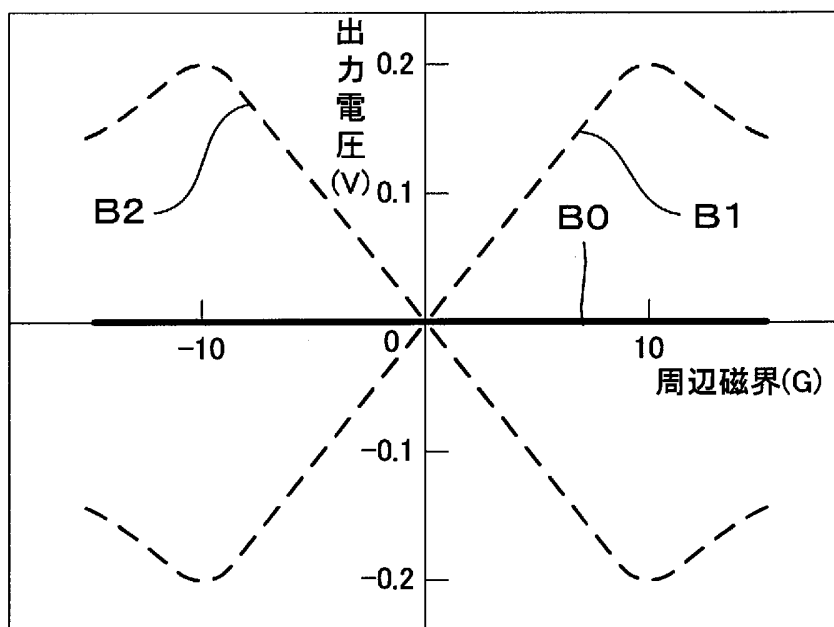
[図34]



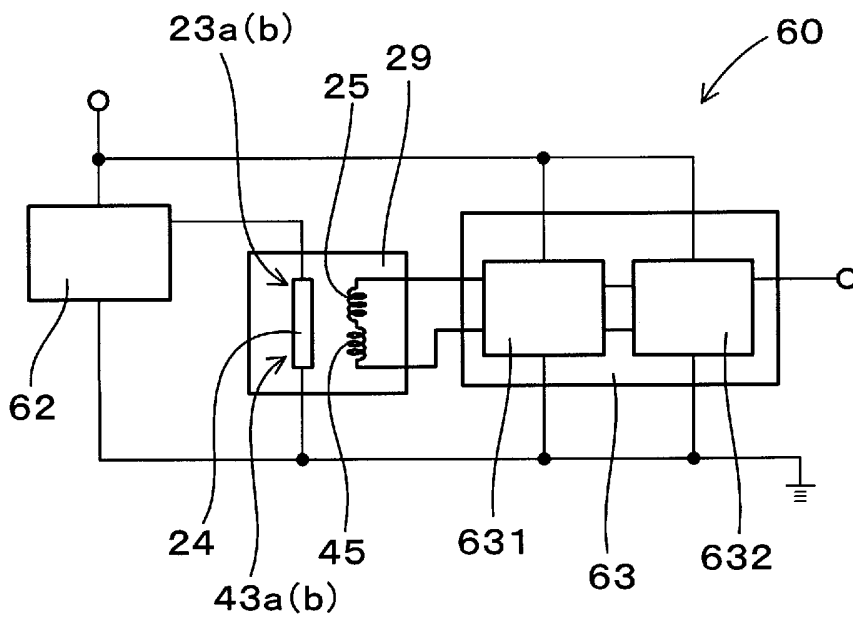
[図35]



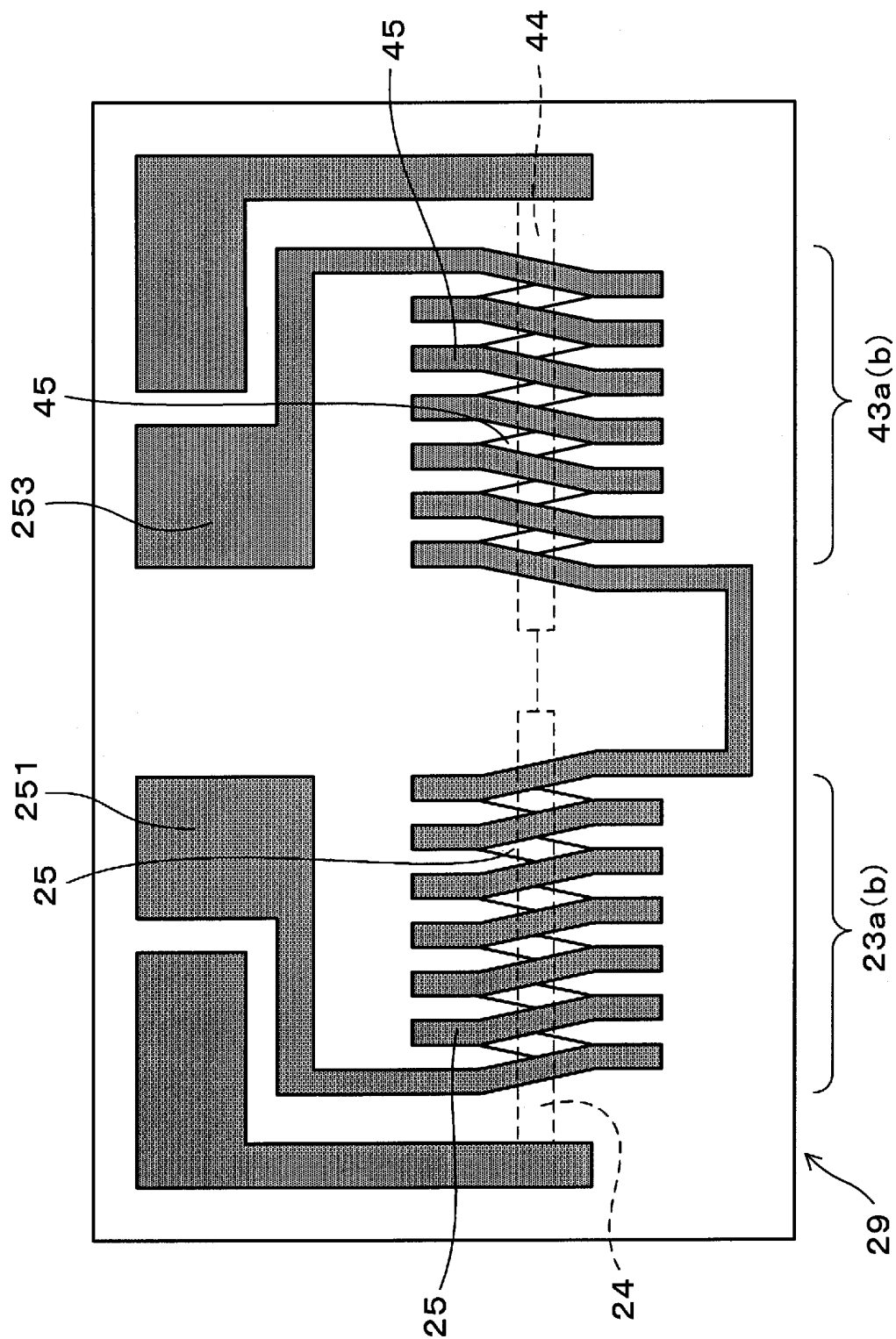
[図36]



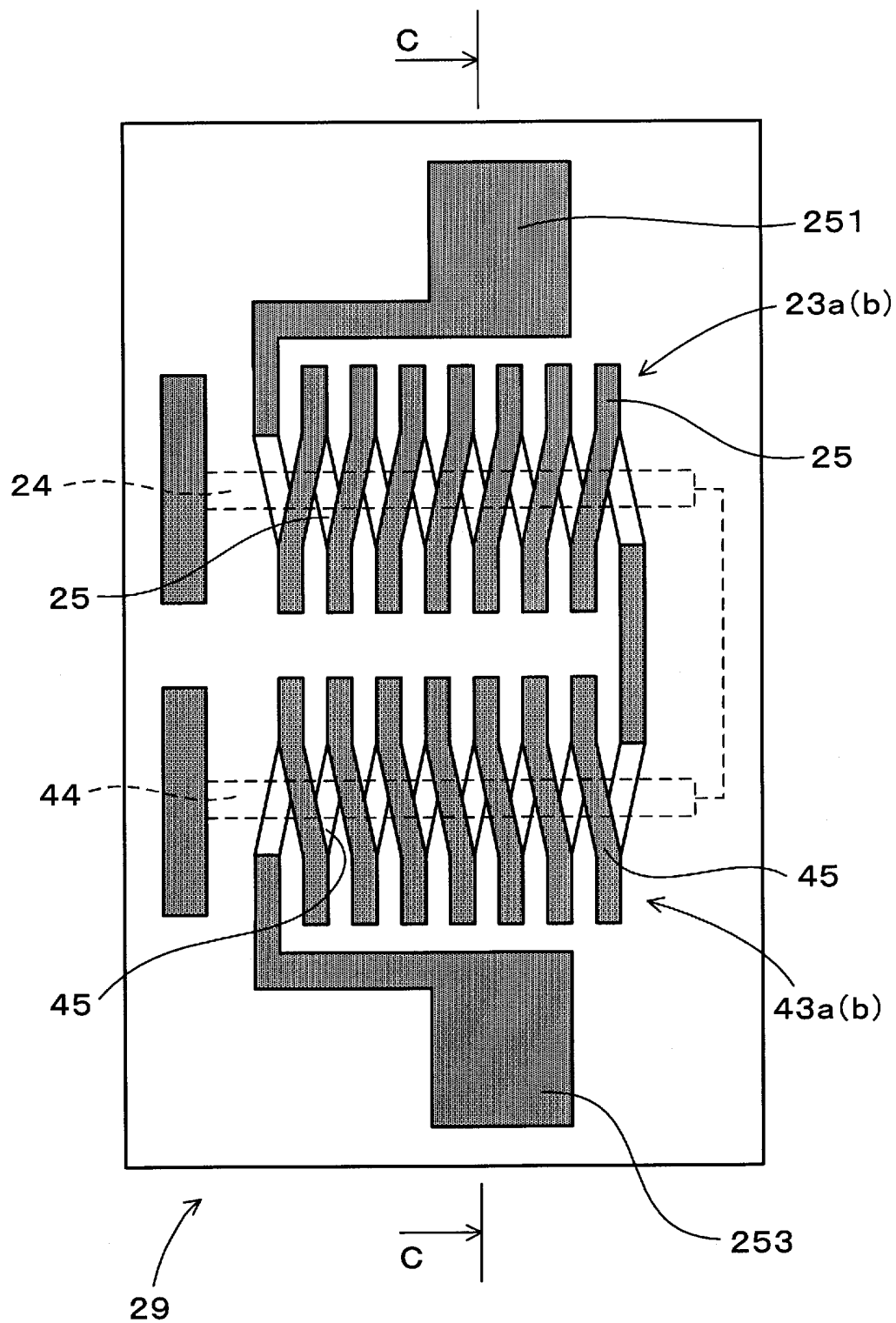
[図37]



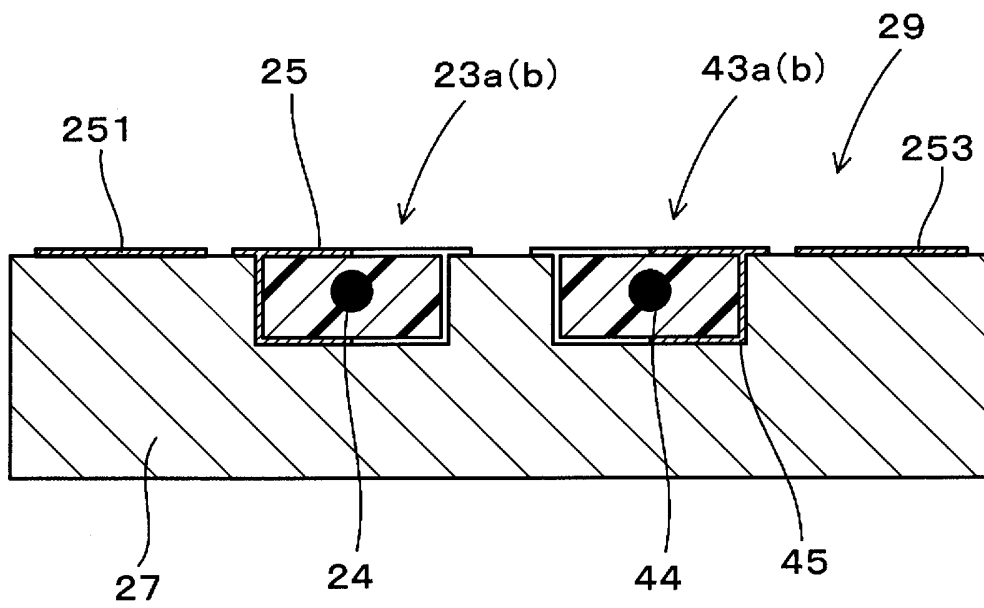
[図38]



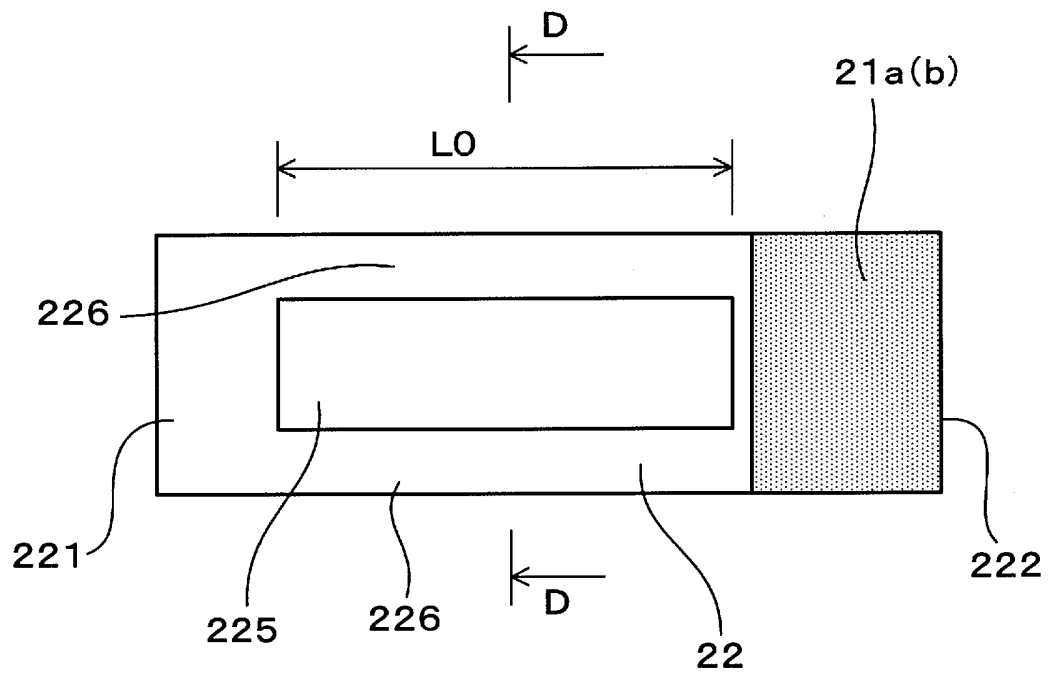
[図39]



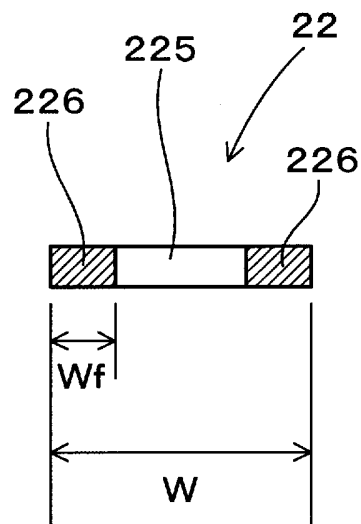
[図40]



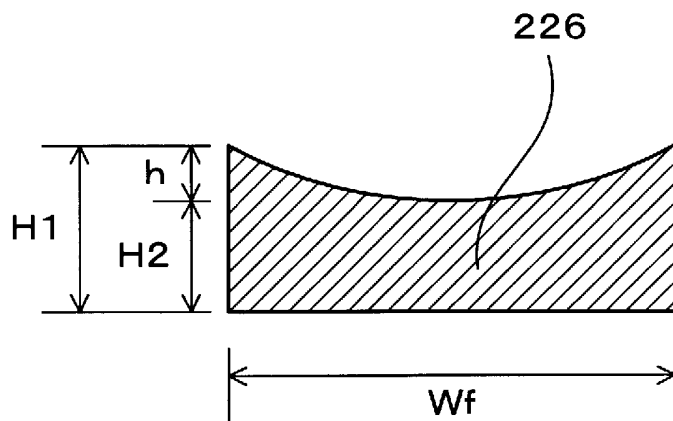
[図41]



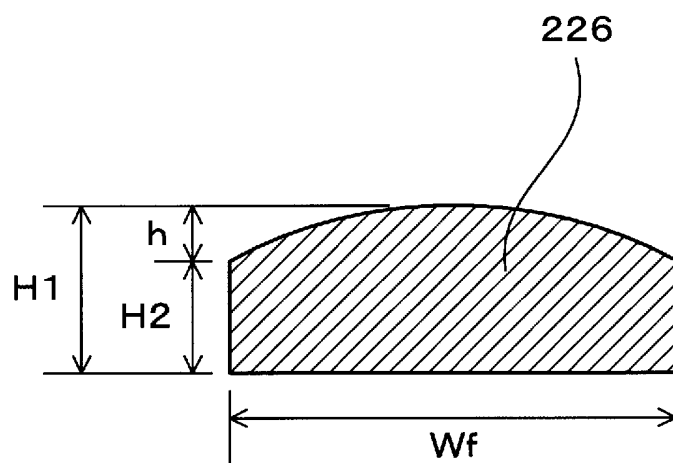
[図42]



[図43]



[図44]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/008136

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. ⁷ G01P15/105, 15/18		
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) Int.Cl. ⁷ G01P15/105, 15/18		
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 1996-2005 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005		
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	JP 1-145573 A (Fujitsu Ltd.), 07 June, 1989 (07.06.89), Full text (Family: none)	1, 2 3-10
X Y	JP 2002-40043 A (Yaskawa Electric Corp.), 06 February, 2002 (06.02.02), Full text (Family: none)	1, 2, 11-17 3-10
Y	JP 2000-55930 A (Yaskawa Electric Corp.), 25 February, 2000 (25.02.00), Full text (Family: none)	2-10, 12-17
<input checked="" 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 09 August, 2005 (09.08.05)		Date of mailing of the international search report 30 August, 2005 (30.08.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/008136

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 9-222367 A (Sony Corp.), 26 August, 1997 (26.08.97), Full text (Family: none)	11-17 3-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/008136

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:

The "special technical feature" of the invention of claim 1 relates to a "peripheral magnetic field detection section," and the "special technical feature" of the invention of claim 11 relates to a "support member." Since these inventions have no technical relationship including one or more of the same or corresponding special technical features, they are not so linked as to form a single general inventive concept.

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 an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
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.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl.7 G01P15/105, 15/18		
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.7 G01P15/105, 15/18		
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 1971-2005年 日本国実用新案登録公報 1996-2005年 日本国登録実用新案公報 1994-2005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 Y	J P 1-145573 A (富士通株式会社) 1989. 06. 07, 全文 (ファミリーなし)	1, 2 3-10
X Y	J P 2002-40043 A (株式会社安川電機) 2002. 02. 06, 全文 (ファミリーなし)	1, 2, 11-17 3-10
Y	J P 2000-55930 A (株式会社安川電機) 2000. 02. 25, 全文 (ファミリーなし)	2-10, 12-17
<input checked="" 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 09. 08. 2005	国際調査報告の発送日 30. 8. 2005	
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) 越川 康弘 電話番号 03-3581-1101 内線 3216	2F 9605

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 請求の範囲の番号
X Y	JP 9-222367 A (ソニー株式会社) 1997. 08. 26, 全文 (ファミリーなし)	11-17 3-10

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の国際調査機関は認めた。

請求の範囲1に係る発明の「特別な技術的特徴」は「周辺磁界検出部」に関し、請求の範囲11に係る発明の「特別な技術的特徴」は「支持部材」に関するものである。これらの発明は、一又は二以上の同一又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的な関係にないから、単一の一般的発明概念を形成するように連関しているものとは認められない。

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。

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なかった。