

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(10) 国際公開番号

WO 2009/151024 A1

PCT

(43) 国際公開日

2009年12月17日(17.12.2009)

- (51) 国際特許分類:
G01R 33/09 (2006.01) H01L 43/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/060451
- (22) 国際出願日: 2009年6月8日(08.06.2009)
- (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 2008-152729 2008年6月11日(11.06.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): アルプス電気株式会社 (ALPS ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 佐々木 寛充 (SASAKI, Hiromitsu) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 野▲崎▼ 照夫, 外 (NOZAKI, Teruo et al.); 〒1700013 東京都豊島区東池袋1-21-11 オーク池袋ビルディング3F 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, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, 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, PE, 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, 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, MK, 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).

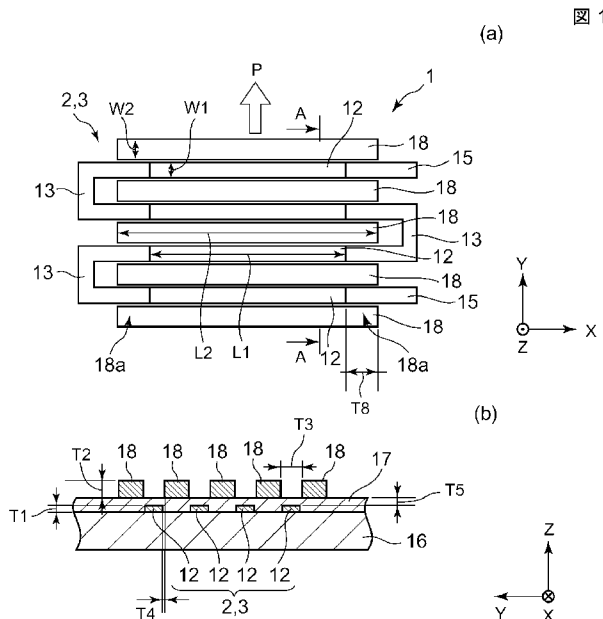
添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
- 補正された請求の範囲 (条約第 19 条(1))

(54) Title: MAGNETIC SENSOR AND MAGNETIC SENSOR MODULE

(54) 発明の名称: 磁気センサ及び磁気センサモジュール

[図1]



(57) Abstract: Provided is a magnetic sensor which stably supplies a magnetic field from a sensitivity axis direction up to even a magnetoresistive effect element, while having a magnetic shield against a magnetic field (disturbance magnetic field) from a direction orthogonally intersecting with the sensitivity axis. A magnetic sensor module is also provided. The magnetic sensor is provided with the magnetoresistive effect element having a predetermined sensitivity axis. The magnetoresistive effect element is provided with an element section (12) which exhibits magnetoresistive effects, and soft magnetic bodies (18). The element section (12) and the soft magnetic bodies (18) are arranged without contact in the sensitivity axis direction in the order of the soft magnetic body (18), the element section (12) and the soft magnetic body (18). The magnetization easy axis of the soft magnetic bodies (18) is in the same direction (Y direction) as the sensitivity axis.

(57) 要約: 【課題】 特に、感度軸と直交する方向からの磁場 (外乱磁場) に対する磁気シールドを有する一方、感度軸方向からの磁場を安定して磁気抵抗効果素子にまで供給できる磁気センサ及び磁気センサモジュールを提供することを目的とする。

【解決手段】 所定の感度軸を有する磁気抵抗効果素子を備えた磁気センサであって、前記磁気抵抗効果素子は、磁気抵抗効果を発揮する素子部 12 と、軟磁性体 18 とを備え、前記素子部 12 と前記軟磁性体 18 とが、前記感度軸の方向に軟磁性体 18、素子部 12、軟磁性体 18 の順に並ぶように非接触で配置されており、前記軟磁性体 18 の磁化容易軸が前記感度軸と同方向 (Y 方向) にあることを特徴とするものである。

WO 2009/151024 A1

明 細 書

発明の名称：磁気センサ及び磁気センサモジュール

技術分野

[0001] 本発明は、例えば地磁気センサとして使用される磁気抵抗効果素子を用いた磁気センサに関する。

背景技術

[0002] 磁気抵抗効果素子を用いた磁気センサは例えば、携帯電話等の携帯機器に組み込まれ、地磁気を検知する地磁気センサとして使用できる。磁気抵抗効果素子は感度軸と同方向からの磁場の強さに対して電気抵抗値が変動する。

[0003] 地磁気センサでは、感度軸と直交する方向からの磁場（外乱磁場）に対する磁気シールド効果を有する一方、感度軸と同方向からの磁場を安定して磁気抵抗効果素子にまで供給できる構成が望まれる。

特許文献1：特開2005-183614号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] そこで本発明は、上記従来の課題を解決するためのものであり、特に、感度軸と直交する方向からの磁場（外乱磁場）に対する磁気シールドを有する一方、感度軸方向からの磁場を安定して磁気抵抗効果素子にまで供給できる磁気センサ及び磁気センサモジュールを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明は、所定の感度軸を有する磁気抵抗効果素子を備えた磁気センサであって、

前記磁気抵抗効果素子は、磁気抵抗効果を発揮する素子部と、軟磁性体とを備え、

前記素子部と前記軟磁性体とが、前記感度軸の方向に前記軟磁性体、前記素子部、前記軟磁性体の順で並ぶように非接触で配置されており、

前記軟磁性体の磁化容易軸が感度軸と同方向にあることを特徴とするもの

である。

[0006] 本発明では、軟磁性体の磁化容易軸が感度軸と同方向にあることで、感度軸と同方向からの磁場を安定して磁気抵抗効果素子にまで供給することができる。

[0007] 本発明では、前記素子部が複数、感度軸と同方向に間隔を空けて配置され、各素子部の端部間が接続されてミアンダ形状で形成されており、

前記軟磁性体は、各素子部ごとに、前記素子部の両側方に配置されていることが好ましい。ミアンダ形状とすることで素子抵抗を大きくでき消費電力の低減を図ることができる。また各素子部ごとに軟磁性体を配置したことで、感度軸と直交する方向への磁気シールド効果を適切に向上でき、また、良好な磁気感度を保つことが出来る。

[0008] 本発明では、軟磁性体が感度軸と直交する方向に延在して長手方向が設けられており、感度軸と直交する方向からの磁場（外乱磁場）に対する磁気シールド効果を有する。さらに、前記軟磁性体の感度軸と直交する方向の長さ寸法は前記素子部の感度軸と直交する方向の長さ寸法より長く、

前記軟磁性体は、前記素子部の感度軸と直交する方向の両側から延出する延出部を備えていることで効率よく外乱磁場をシールドできる。

[0009] 本発明における磁気センサモジュールは、上記のいずれかに記載の磁気センサを複数有し、少なくとも前記複数の磁気センサのうち一組の磁気抵抗効果素子の感度軸が直交するように各磁気抵抗効果素子が配置されていることを特徴とするものである。例えば、本発明の磁気センサモジュールは地磁気センサとして使用できる。

発明の効果

[0010] 本発明の磁気センサによれば、感度軸と直交する方向からの磁場（外乱磁場）に対して磁気シールド効果を備える一方、感度軸と同方向からの磁場を安定して磁気抵抗効果素子にまで供給できる。

発明を実施するための最良の形態

[0011] 図1は第1実施形態における磁気センサの特に磁気抵抗効果素子の部分を

示す図（（a）は部分平面図、（b）は、（a）のA－A線に沿って高さ方向（図示Z方向）に切断し矢印方向から見た部分断面図）、図2は、第2実施形態における磁気センサの特に磁気抵抗効果素子の部分を示す部分平面図、図3は、図2のD－D線に沿って高さ方向（図示Z方向）に切断し矢印方向から見た部分拡大断面図、図4は好ましい磁気抵抗効果素子の形態の特に素子部の部分を示す部分拡大平面図、図5は、磁気抵抗効果素子の固定磁性層の固定磁化方向及びフリー磁性層の磁化方向と、電気抵抗値との関係を説明するための図、図6は、磁気抵抗効果素子を膜厚方向から切断した際の切断面を示す断面図、図7は、本実施形態の磁気センサの回路図、図8は、本実施形態における地磁気センサ（磁気センサモジュール）の斜視図、である。

[0012] 本実施形態における磁気抵抗効果素子を備えた磁気センサ1を用いた磁気センサモジュールは例えば携帯電話等の携帯機器に搭載される地磁気センサとして使用される。

[0013] 地磁気センサ1は、図7に示すように、磁気抵抗効果素子2, 3と固定抵抗素子4, 5とがブリッジ接続されてなるセンサ部6と、センサ部6と電気接続された入力端子7、グランド端子8、差動増幅器9及び外部出力端子10等を備えた集積回路（IC）11とで構成される。

[0014] 磁気抵抗効果素子2, 3は、図1に示すように、素子幅 W_1 に比べて素子長さ L_1 が長く形成された図示X方向に細長い形状の複数の素子部12がX方向に直交するY方向に所定の間隔を空けて並設され、各素子部12の端部間が接続電極部13により電氣的に接続されてミランダ形状となっている。ミランダ形状に形成された両端にある素子部12の一方には入力端子7、グランド端子8、出力取出し部14（図7参照）に接続される電極部15が接続されている。接続電極部13及び電極部15は、Al、Ta、Au等の非磁性導電材料である。接続電極部13及び電極部15はスパッタやメッキで形成される。

[0015] 磁気抵抗効果素子2, 3を構成する各素子部12は、全て図6に示す同じ

積層構造で構成される。なお図6は、素子幅W1と平行な方向から膜厚方向に切断した切断面を示している。

[0016] 素子部12は、例えば下から反強磁性層33、固定磁性層34、非磁性層35、およびフリー磁性層36の順に積層されて成膜され、フリー磁性層36の表面が保護層37で覆われている。素子部12は例えばスパッタにて形成される。

[0017] 反強磁性層33は、Ir-Mn合金（イリジウム-マンガン合金）などの反強磁性材料で形成されている。固定磁性層34はCo-Fe合金（コバルト-鉄合金）などの軟磁性材料で形成されている。非磁性層35はCu（銅）などである。フリー磁性層36は、Ni-Fe合金（ニッケル-鉄合金）などの軟磁性材料で形成されている。保護層37はTa（タンタル）などである。上記構成では非磁性層35がCu等の非磁性導電材料で形成された巨大磁気抵抗効果素子（GMR素子）であるが、 Al_2O_3 等の絶縁材料で形成されたトンネル型磁気抵抗効果素子（TMR素子）、あるいは異方性磁気抵抗効果素子（AMR素子）であってもよい。また図6に示す素子部12の積層構成は一例であって他の積層構成であってもよい。例えば、下からフリー磁性層36、非磁性層35、固定磁性層34、反強磁性層33及び保護層37の順に積層されてもよい。

[0018] 素子部12では、反強磁性層33と固定磁性層34との反強磁性結合により、固定磁性層34の磁化方向が固定されている。図1及び図6に示すように、固定磁性層34の固定磁化方向（P方向）は、素子幅方向（Y方向）に向いている。すなわち固定磁性層34の固定磁化方向（P方向）は、素子部12の長手方向と直交している。

[0019] 一方、フリー磁性層36の磁化方向（F方向）は、外部磁場により変動する。

図5に示すように、固定磁性層34の固定磁化方向（P方向）と同一方向から外部磁場Y1が作用してフリー磁性層36の磁化方向（F方向）が外部磁場Y1方向に向くと、固定磁性層34の固定磁化方向（P方向）とフリー

磁性層 3 6 の磁化方向（F 方向）とが平行に近づき電気抵抗値が低下する。

[0020] 一方、図 5 に示すように、固定磁性層 3 4 の固定磁化方向（P 方向）と反対方向から外部磁場 Y 2 が作用してフリー磁性層 3 6 の磁化方向（F 方向）が外部磁場 Y 2 方向に向くと、固定磁性層 3 4 の固定磁化方向（P 方向）とフリー磁性層 3 6 の磁化方向（F 方向）とが反平行に近づき電気抵抗値が増大する。

[0021] 図 1（b）に示すように磁気抵抗効果素子 2，3 は基板 1 6 上に形成される。磁気抵抗効果素子 2，3 上は Al_2O_3 や SiO_2 等の絶縁層 1 7 に覆われる。また磁気抵抗効果素子 2，3 を構成する素子部 1 2 間も絶縁層 1 7 で埋められる。絶縁層 1 7 は例えばスパッタにて形成される。

[0022] 図 1（b）のように絶縁層 1 7 の上面は、例えば CMP 技術を用いて平坦面に形成されている。ただし、絶縁層 1 7 の上面は、素子部 1 2 と基板 1 6 間の段差に倣って、凹凸面で形成されていてもよい。

[0023] 図 1 に示すように、磁気抵抗効果素子 2，3 を構成する各素子部 1 2 の間、及び最も外側に位置する素子部 1 2 の外側に軟磁性体 1 8 が設けられている。軟磁性体 1 8 は例えばスパッタやメッキにて薄膜形成される。軟磁性体 1 8 は、 NiFe 、 CoFe 、 CoFeSiB や CoZrNb 等で形成される。この形態では軟磁性体 1 8 の幅寸法 W 2 は素子部 1 2 の素子幅 W 1 より大きくなっているが限定されない。また、軟磁性体 1 8 の長さ寸法 L 2 は素子部 1 2 の素子長さ L 1 よりも長く、図 1（a）に示すように、軟磁性体 1 8 は、素子部 1 2 の長手方向（X 方向）の両側から長手方向に延出する延出部 1 8 a を備える。

[0024] 図 1（b）に示すように、軟磁性体 1 8 は、素子部 1 2 間にある絶縁層 1 7 上に形成される。また図示しないが軟磁性体 1 8 上及び軟磁性体 1 8 間は絶縁性の保護層にて覆われている。

[0025] 図 1 では電極部 1 3 は軟磁性体 1 8 を迂回しているが、電極部 1 3 は軟磁性体 1 8 a と電氣的に絶縁されていれば平面上磁性体 1 8 と交差してもよい。またこの場合電極部 1 3 は軟磁性体 1 8 の下部、上部どちらに形成されて

もよい。

[0026] 各寸法について説明する。

磁気抵抗効果素子 2, 3 を構成する素子部 12 の素子幅 W_1 は、地磁気センサとして使用する場合は形状異方性を利用するため、 $2 \sim 6 \mu\text{m}$ の範囲内であることが好適である（図 1（a）参照）。また素子部 12 の素子長さ L_1 は、 $60 \sim 100 \mu\text{m}$ の範囲内であることが好適であることが好適である（図 1（a）参照）。また、素子部 12 の膜厚 T_1 は、 $200 \sim 300 \text{ \AA}$ の範囲内であることが好適である（図 1（b）参照）。また軟磁性体 18 の平均幅寸法 W_2 は、この実施形態では、地磁気センサとして使用する場合、 $1 \sim 6 \mu\text{m}$ の範囲内であることが好適である（図 1（a）参照）。また軟磁性体 18 の長さ寸法 L_2 は、 $80 \sim 200 \mu\text{m}$ の範囲内であることが好適である（図 1（a）参照）。また、軟磁性体 18 の膜厚 T_2 は、 $0.2 \sim 1 \mu\text{m}$ の範囲内であることが好適である（図 1（b）参照）。素子部 12 のアスペクト比（素子長さ L_1 / 素子幅 W_1 ）は、地磁気センサとして使用する場合は 10 以上であることが好適である。また軟磁性体 18 のアスペクト比（長さ寸法 L_2 / 幅寸法 W_2 ）は、素子部 12 のアスペクト比以上であると好適である。また軟磁性体 18 の延出部 18g の長さ寸法 T_8 は、 $20 \mu\text{m}$ 以上であることが好適である（図 1（a）参照）。

[0027] また各軟磁性体 18 間の距離（Y 方向への距離） T_3 は、軟磁性体の幅寸法 W_2 以上で $2 \sim 8 \mu\text{m}$ であることが好適である（図 1（b）参照）。また、素子部 12 と隣接した位置にある軟磁性体 18 との Y 方向への距離 T_4 は、 $0 \sim 3 \mu\text{m}$ であることが好適である（図 1（b）参照）。また、軟磁性体 18 と素子部 12 間の高さ方向（Z 方向）への距離 T_5 は、 $0.1 \sim 1 \mu\text{m}$ であることが好適である（図 1（b）参照）。

[0028] 図 1 に示す磁気センサ 1 は、図示 Y 方向と平行な方向からの地磁気を検知するためのものである。よって磁気抵抗効果素子 2, 3 の感度軸は、図示 Y 方向である。後述する固定磁性層 34 の固定磁化方向（P 方向）は感度軸である図示 Y 方向に向けられている。

[0029] 本実施形態では、素子部 12 と軟磁性体 18 が、感度軸の方向に軟磁性体 18、素子部 12、軟磁性体の順に並ぶように非接触で配置される。

[0030] 軟磁性体 18 は、感度軸に対する直交方向（図示 X 方向）に細長い延在形状であることが好適である。

[0031] 本実施形態では、軟磁性体 18 の磁化容易軸が感度軸と同方向（図示 Y 方向）にある。

ここで、軟磁性体 18 の磁化容易軸が直交方向（図示 X 方向）（形状異方性と同軸）にある形態を比較例とする。

[0032] 比較例の形態に対して感度軸と同方向（図示 Y 方向）から磁場を作用させる。比較例の軟磁性体 18 では感度軸と同方向（図示 Y 方向）が磁化困難軸である。そのため、比較例の形態では、図 9 に示すように感度軸と同方向からの磁場に対し軟磁性体 18 の磁化曲線にはヒステリシスが生じる。この結果、軟磁性体 18 から素子部 12 に供給される感度軸と同方向からの磁場が安定化せず、センサ特性にばらつきが生じやすくなる。

[0033] 一方、本実施形態のように、軟磁性体 18 の磁化容易軸が感度軸と同方向（図示 Y 方向）にあると、図 10 に示すように、感度軸と同方向の磁場に対して軟磁性体 18 の磁化曲線にはヒステリシスが生じない。この結果、軟磁性体 18 から素子部 12 に供給される感度軸と同方向からの磁場が安定化し、高精度なセンサ特性を得ることが出来る。

[0034] また比較例の形態では軟磁性体 18 の磁化容易軸は、直交方向（図示 X 方向）にあるため、図 9 に示すように、直交方向（図示 X 方向）からの磁場に対し、磁化曲線にヒステリシスが生じない。一方、実施形態の軟磁性体 18 では直交方向（図示 X 方向）が磁化困難軸である。このため、図 10 に示すように、実施形態では、直交方向（図示 X 方向）からの磁場に対し、磁化曲線にヒステリシスが生じる。

[0035] しかしながら、直交方向（図示 X 方向）からの磁場に対して軟磁性体 18 の磁化曲線にヒステリシスが生じても、直交方向においては、感度軸方向のように軟磁性体 18 から素子部 12 に直接磁界が作用する形ではなく、また

直交方向における軟磁性体 18 の透磁率が素子部 12 より大きく、一度、軟磁性体 18 に侵入した磁束は軟磁性体中のみを通過し、素子部 12 へ影響される磁場の量は極めて少なく、直交磁場はシールドされるためセンサ特性にほとんど影響がない。換言すれば、直交方向の磁場に対して軟磁性体 18 の磁化曲線にヒステリシスが生じて、感度軸方向の磁場に対して軟磁性体 18 の磁化曲線にヒステリシスが生じる場合に比べて、はるかに磁気センサに及ぼす悪影響は小さい。

[0036] 本実施形態のように軟磁性体 18 の磁化容易軸を感度軸と同方向（図示 Y 方向）に調整するには、例えば図示 Y 方向に磁場をかけながら軟磁性体 18 を成膜（磁場中成膜）すればよい。

[0037] 図 2 に示す実施形態では、複数の素子部 12 が直交方向（X 方向）に間隔を空けて並設され、各素子部 12 の間の間隔内に中間永久磁石層 60 が設けられている。これら複数の素子部 12 を直交方向（X 方向）に連結すれば直交方向に延在する形態となっている。これにより各素子部 12 と中間永久磁石層 60 とで構成される素子連結体 61 が図示 X 方向に帯状に延びている。また、素子連結体 61 の図示 X 方向の両側に位置する素子部 12 の両側には外側永久磁石層 65 が設けられている。なお、永久磁石層 60、65 から素子部 12 には図示 X 方向からバイアス磁界が作用している。よって素子部 12 を構成するフリー磁性層 36 は無磁場状態では図示 X 方向に向けられている。素子連結体 61 の素子長さ L_3 は素子幅 W_1 よりも大きく形成されている。素子連結体 61 は、感度軸と同方向（Y 方向）に間隔を空けて複数本、並設され、各素子連結体 61 の端部間が接続電極部 62 にて接続されてミアンダ形状の磁気抵抗効果素子 2、3 が構成されている。

[0038] 本実施形態では、複数の素子部 12 を、中間永久磁石層 60、外側永久磁石層 65 及び接続電極部 62 にて連結してトータルの素子長さが長くなるミアンダ形状としているため、素子抵抗を大きくでき、消費電力の低減を図ることが可能である。

[0039] また本実施形態では、複数の素子部 12 と中間永久磁石層 60 とで素子連

結体 6 1 を形成し、複数の素子連結体 6 1 を素子幅方向に並設して、各素子連結体 6 1 の両側に形成された外側永久磁石層 6 5 間を接続電極部 6 2 により電氣的に接続している。よって、全ての素子部 1 2 を感度軸と同方向（Y 方向）に間隔を空けて並設し、各素子部 1 2 の端部間を接続電極部 6 2 で連結した形態に比べて（中間永久磁石層 6 0 を設けない形態）、Y 方向への磁気抵抗効果素子 2, 3 の長さ寸法を小さくできる。

[0040] また図 2 では、磁気抵抗効果素子 2, 3 は、素子連結体 6 1 の両側に設けられた外側永久磁石層 6 5 間を接続する接続電極部 6 2 が、Y 方向に直線状（帯状）で形成され、接続電極部 6 2 が、軟磁性体 1 8 の下側を通っている。すなわち、接続電極部 6 2 と軟磁性体 1 8 とが高さ方向（図示 Z 方向）にて交差している。

[0041] 図 1 では、接続電極部 1 3 が平面的に軟磁性体 1 8 を迂回するように形成されていたが、図 2 では、接続電極部 1 3 と軟磁性体 1 8 とを高さ方向（図示 Z 方向）にて交差させているため、磁気抵抗効果素子 2, 3 の図示 X 方向への長さ寸法を小さくできる。また接続電極部 6 2 と軟磁性体 1 8 間の絶縁性が低く、仮にショートしたとしても、センサ特性にさほどの影響は無い。また接続電極部 6 2 を非磁性の良導体で形成することで、接続電極部 6 2 を永久磁石層で形成する形態に比べて寄生抵抗を低減できるし、永久磁石層で形成するとバイアス磁界の影響が軟磁性体 1 8 に影響しシールド効果が低下するが、本実施形態では、そのような問題も生じない。

[0042] この図 2 に示す実施形態でも図 1 と同様に軟磁性体 1 8 は直交方向（図示 X 方向）に延在する形態であり、軟磁性体 1 8 の磁化容易軸は、感度軸と同方向（図示 Y 方向）にある。

[0043] 図 2 では接続電極部 6 2 は軟磁性体 1 8 と交差しているが、電極部 1 9 と軟磁性体 1 8 間は絶縁層が形成されている。また、交差せず、接続電極部 6 2 が軟磁性体 1 8 の外側を迂回する形でもよい。接続電極部 6 2 は軟磁性体 1 8 と電氣的に絶縁されていれば、軟磁性体 1 8 の下部、上部どちらに形成されてもよい。

[0044] また図3の断面図に示すように、各素子部12を構成する反強磁性層33、固定磁性層34及び非磁性層35は永久磁石層60、65の形成位置で分断されておらず一体化していることが好適である。すなわち、永久磁石層60、65の形成位置では、素子部12を構成する保護層37及びフリー磁性層36がイオンミリング等で削られて凹部63が形成される。よって凹部63の底面63aには非磁性層35が露出している。なお非磁性層35の一部まで削られて凹部63が形成されてもよい。そして、この凹部63内に永久磁石層60、65が設けられている。図3の構成により固定磁性層34が分断されないため、固定磁性層34の磁化を図示Y方向に安定化でき、一軸異方性を向上させることができる。また固定磁性層34及び反強磁性層33まで分断して各素子部12と永久磁石層60、65を連結させた構成では、永久磁石層60、65と素子部12との電氣的コンタクトは各側面となるため寄生抵抗が大きくなりやすいが、本実施形態のように永久磁石層60、65と素子部12との電氣的コンタクトが平面接触となることで寄生抵抗を低減させることができる。

[0045] また図3に示すように中間永久磁石層60の上面には、中間永久磁石層60よりも抵抗値が小さい低抵抗層64が重ねて形成されていることが好適である。低抵抗層64はAu、Al、Cu等の非磁性の良導体で形成されることが好適である。低抵抗層64は、永久磁石層60と同様にスパッタあるいはメッキ等で形成される。図3に示すように中間永久磁石層60上に低抵抗層64を重ねて形成することで、より効果的に、寄生抵抗を低減できる。なお上記したように、外側永久磁石層65上には、抵抗の低い接続電極部62が重ねて形成されており、より効果的に、寄生抵抗を低減できる構成となっている。

[0046] また永久磁石層60、65間に挟まれた部分の素子部12のアスペクト比（素子長さ L_5 ／素子幅 W_1 ）（図4参照）が大きくなると、永久磁石層60、65からのバイアス磁界が素子部12の全体に適切に供給されなくなる。このため感度軸方向に対して直交方向（X方向）から磁界を作用させ、磁

界強度を徐々に強くしていったときの抵抗変化領域にヒステリシスが生じやすくなる。よって直交方向からの磁界（外乱磁場）に対する抵抗変化領域が広がることで、外乱磁場耐性が低下しやすくなる。また感度磁場に対してもヒステリシスは生じやすくなり、感度磁場に対する磁場応答性が低下する。したがって、素子部 1 2 の全体に適切にバイアス磁界を供給するため素子部 1 2 のアスペクト比は小さいことが好ましい。具体的には素子部 1 2 のアスペクト比は 3 以下が好適であり、1 より小さいことがより好ましい。これにより素子部 1 2 に適切にバイアス磁界を供給するための永久磁性層膜厚も薄くすることができる。

[0047] なお軟磁性体 1 8 は、各素子部 1 2 に対して全て同位置に設けなくてもよい。例えば真ん中付近に位置する素子部 1 2 には、その真上に軟磁性体 1 8 を設け、側方に位置する素子部 1 2 には、素子部 1 2 の両側方に軟磁性体 1 8 を設ける如くである。また各素子部 1 2 に対してその上下に軟磁性体 1 8 を配置する形態や、各素子部 1 2 の側方と膜厚方向とに軟磁性体 1 8 を配置する形態等を除外するものではない。

[0048] 本実施形態における磁気センサ 1 は例えば、図 8 に示す地磁気センサ（磁気センサモジュール）として使用される。X 軸磁場検知部 5 0、Y 軸磁場検知部 5 1、Z 軸磁場検知部 5 2 では、いずれも図 7 に示すブリッジ回路のセンサ部が設けられている。X 軸磁場検知部 5 0 では磁気抵抗効果素子 2, 3 の素子部 1 2 の固定磁性層 3 4 の固定磁化方向（P 方向）が感度軸である X 方向を向いており、また、Y 軸磁場検知部 5 1 では磁気抵抗効果素子 2, 3 の素子部 1 2 の固定磁性層 3 4 の固定磁化方向（P 方向）が感度軸である Y 方向を向いており、さらに、Z 軸磁場検知部 5 2 では磁気抵抗効果素子 2, 3 の素子部 1 2 の固定磁性層 3 4 の固定磁化方向（P 方向）が感度軸である Z 方向を向いている。

[0049] X 軸磁場検知部 5 0、Y 軸磁場検知部 5 1、Z 軸磁場検知部 5 2、及び集積回路（ASIC）5 4 はいずれも基台 5 3 上に設けられる。X 軸磁場検知部 5 0、及び Y 軸磁場検知部 5 1 の磁気抵抗効果素子 2, 3 の形成面はいず

れも X-Y 平面であるが、Z 軸磁場検知部 52 の磁気抵抗効果素子 2, 3 の形成面は X-Z 平面であり、Z 軸磁場検知部 52 の磁気抵抗効果素子 2, 3 の形成面は、X 軸磁場検知部 50、及び Y 軸磁場検知部 51 の磁気抵抗効果素子 2, 3 の形成面に対して直交した関係にある。

[0050] 本実施形態では感度軸方向と直交する方向に対して磁気シールド効果があり、また感度軸方向に対しては適切な感度を備える。したがって、X 軸磁場検知部 50、Y 軸磁場検知部 51、及び Z 軸磁場検知部 52 のうち 2 以上の検知部を基台 53 上に設けても、各検知部において、感度軸方向と直交方向からの磁場を適切に磁気シールドできるとともに、各検知部の感度軸方向からの地磁気を適切に検知できる。

[0051] 図 8 の構成以外に、地磁気センサと加速度センサ等を組み合わせたモジュールとすることもできる。

図面の簡単な説明

[0052] [図1]第 1 実施形態における磁気センサの特に磁気抵抗効果素子の部分を示す図（（a）は部分平面図、（b）は、（a）の A-A 線に沿って高さ方向（図示 Z 方向）に切断し矢印方向から見た部分断面図）、

[図2]第 2 実施形態における磁気センサの特に磁気抵抗効果素子の部分を示す部分平面図、

[図3]図 2 の D-D 線に沿って高さ方向（図示 Z 方向）に切断し矢印方向から見た部分拡大断面図、

[図4]好ましい磁気抵抗効果素子の形態の特に素子部の部分を示す部分拡大平面図、

[図5]磁気抵抗効果素子の固定磁性層の固定磁化方向及びフリー磁性層の磁化方向と、電気抵抗値との関係を説明するための図、

[図6]磁気抵抗効果素子を膜厚方向から切断した際の切断面を示す断面図、

[図7]本実施形態の磁気センサの回路図、

[図8]本実施形態における地磁気センサ（磁気センサモジュール）の斜視図、

[図9]比較例における軟磁性体（磁化容易軸が直交方向（図示 X 方向））の磁

化曲線、

[図10]実施形態における軟磁性体（磁化容易軸が感度軸と同方向（図示Y方向））の磁化曲線、

符号の説明

- [0053] 1 磁気センサ
- 2、3 磁気抵抗効果素子
- 4、5 固定抵抗素子
- 6 センサ部
- 7 入力端子
- 8 グランド端子
- 9 差動増幅器
- 10 外部出力端子
- 11 集積回路
- 12 素子部
- 13、62 接続電極部
- 14 出力取り出し部
- 16 基板
- 17 絶縁層
- 18 軟磁性体
- 33 反強磁性層
- 34 固定磁性層
- 35 非磁性層
- 36 フリー磁性層
- 50 X軸磁場検知部
- 51 Y軸磁場検知部
- 52 Z軸磁場検知部
- 60、65 永久磁石層
- 61 素子連結体

6 2 接続層

6 3 凹部

6 4 低抵抗層

L 1 素子長さ

L 2 (軟磁性体の) 長さ寸法

W 1 素子幅

W 2 (軟磁性体の) 幅寸法

請求の範囲

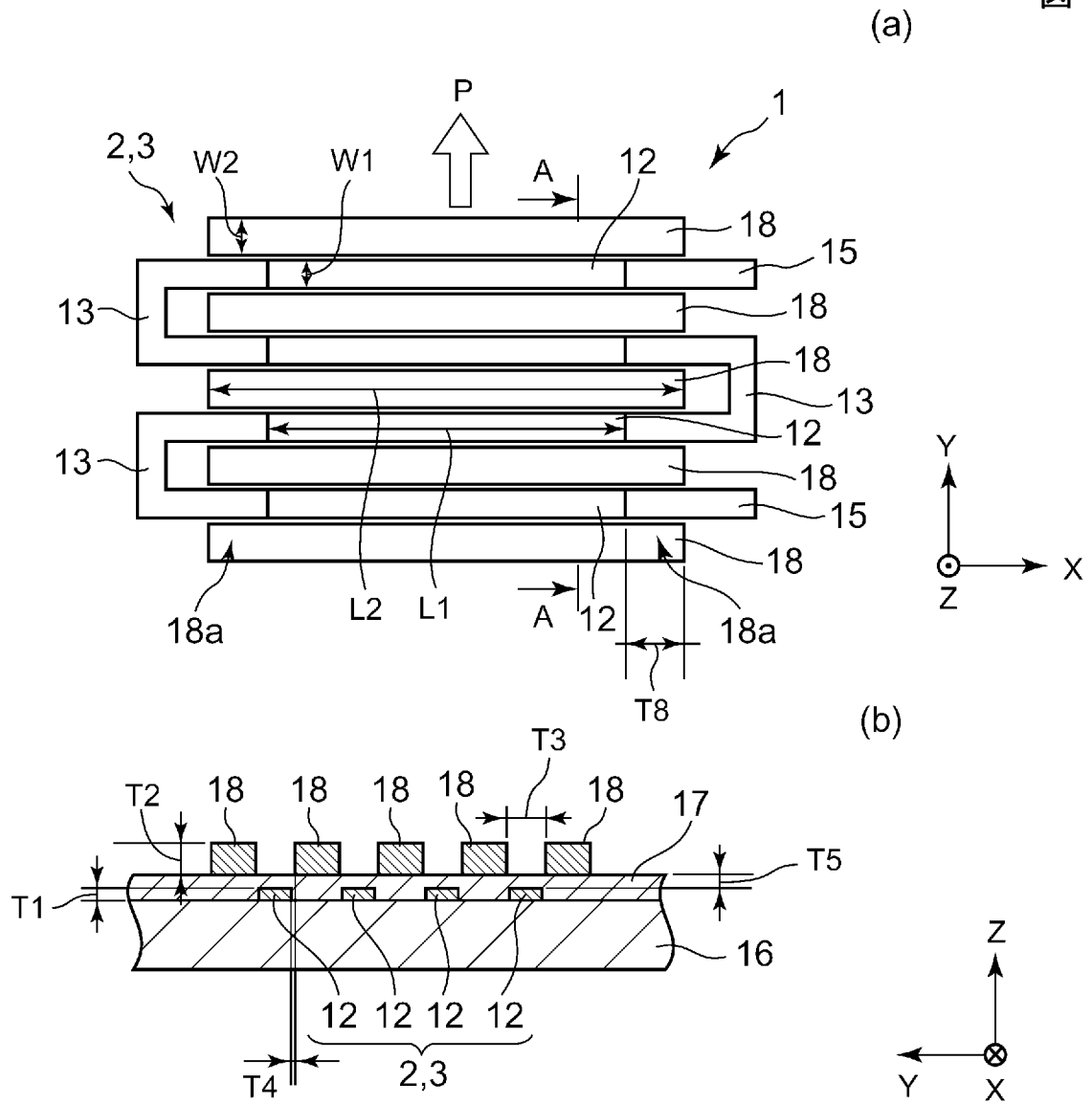
- [請求項1] 所定の感度軸を有する磁気抵抗効果素子を備えた磁気センサであって、
- 前記磁気抵抗効果素子は、磁気抵抗効果を発揮する素子部と、軟磁性体とを備え、
- 前記素子部と前記軟磁性体とが、前記感度軸の方向に前記軟磁性体、前記素子部、前記軟磁性体の順で並ぶように非接触で配置されており、
- 前記軟磁性体の磁化容易軸が前記感度軸と同方向にあることを特徴とする磁気センサ。
- [請求項2] 前記素子部が複数、感度軸と同方向に間隔を空けて配置され、各素子部の端部間が接続されてミアンダ形状で形成されており、
- 前記軟磁性体は、各素子部ごとに、前記素子部の両側方の位置に配置されている請求項1記載の磁気センサ。
- [請求項3] 前記軟磁性体が感度軸と直交する方向に延在して長手方向が形成されている請求項2記載の磁気センサ。
- [請求項4] 前記軟磁性体の感度軸と直交する方向の長さ寸法は前記素子部の感度軸と直交する方向の長さ寸法より長く、
- 前記軟磁性体は、前記素子部の感度軸と直交する方向の両側から延出する延出部を備えている請求項3記載の磁気センサ。
- [請求項5] 請求項1ないし4に記載の磁気センサを複数有し、少なくとも前記複数の磁気センサのうち一組の磁気抵抗効果素子の感度軸が直交するように各磁気抵抗効果素子が配置されていることを特徴とする磁気センサモジュール。

補正された請求の範囲
[2009年10月13日(13.10.2009)国際事務局受理]

- [請求項 1] (補正後) 所定の感度軸を有する磁気抵抗効果素子を備えた磁気センサであって、
- 前記磁気抵抗効果素子は、磁気抵抗効果を発揮する素子部と、軟磁性体とを備え、
- 前記素子部と前記軟磁性体とが、前記感度軸の方向に前記軟磁性体、前記素子部、前記軟磁性体の順で並ぶように非接触で配置されており、
- 前記軟磁性体が感度軸と直交する方向に延在して長手方向が形成され、
- 前記軟磁性体の磁化容易軸が前記感度軸と同方向にあることを特徴とする磁気センサ。
- [請求項 2] 前記素子部が複数、感度軸と同方向に間隔を空けて配置され、各素子部の端部間が接続されてミアンダ形状で形成されており、
- 前記軟磁性体は、各素子部ごとに、前記素子部の両側方の位置に配置されている請求項 1 記載の磁気センサ。
- [請求項 3] (削除)
- [請求項 4] (補正後) 前記軟磁性体の感度軸と直交する方向の長さ寸法は前記素子部の感度軸と直交する方向の長さ寸法より長く、
- 前記軟磁性体は、前記素子部の感度軸と直交する方向の両側から延出する延出部を備えている請求項 1 又は 2 記載の磁気センサ。
- [請求項 5] (補正後) 請求項 1、2 または 4 に記載の磁気センサを複数有し、少なくとも前記複数の磁気センサのうち一組の磁気抵抗効果素子の感度軸が直交するように各磁気抵抗効果素子が配置されていることを特徴とする磁気センサモジュール。

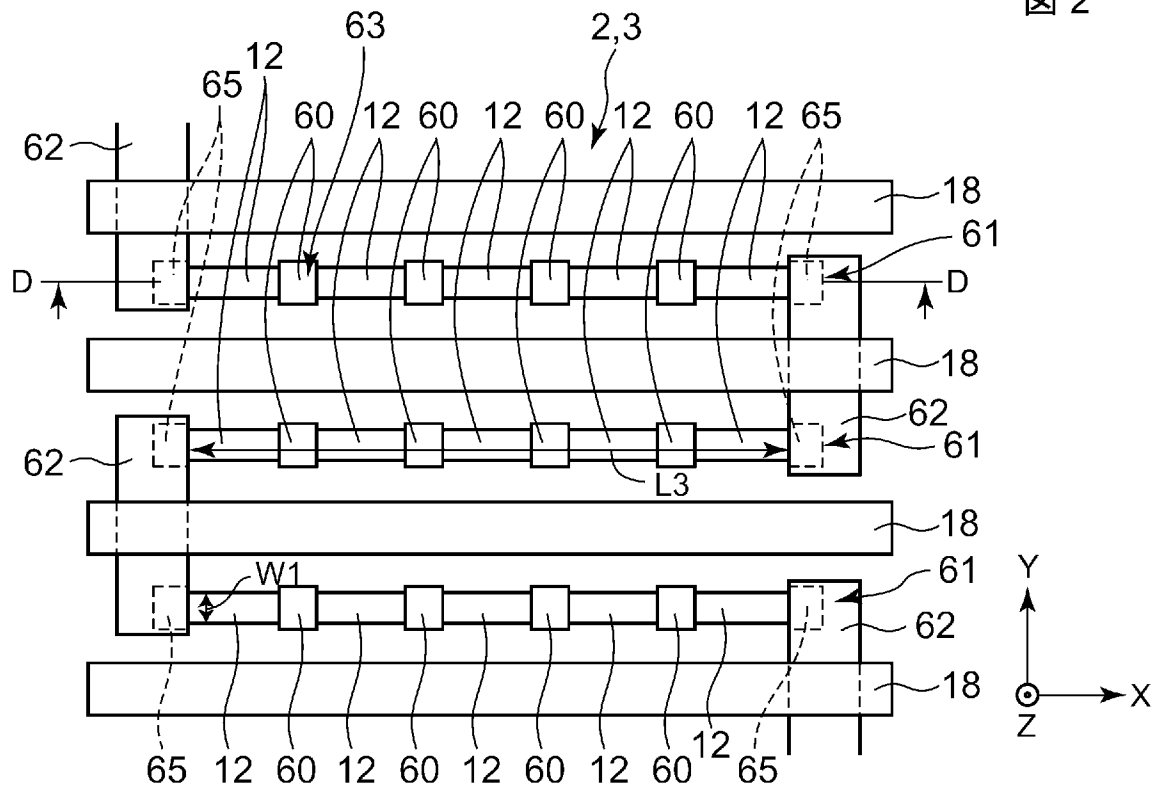
[図1]

図 1



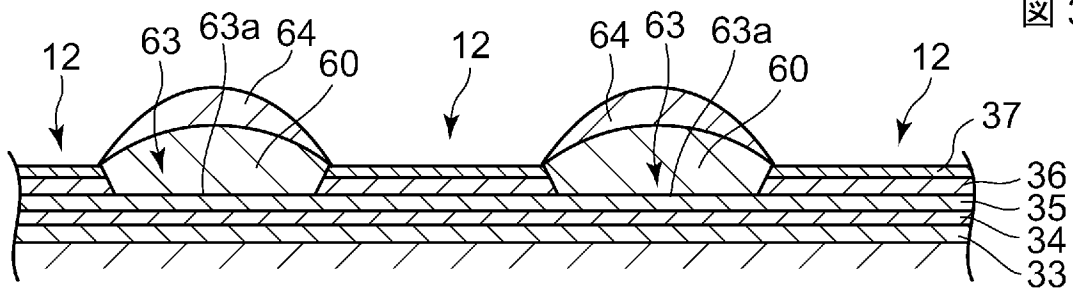
[図2]

図 2



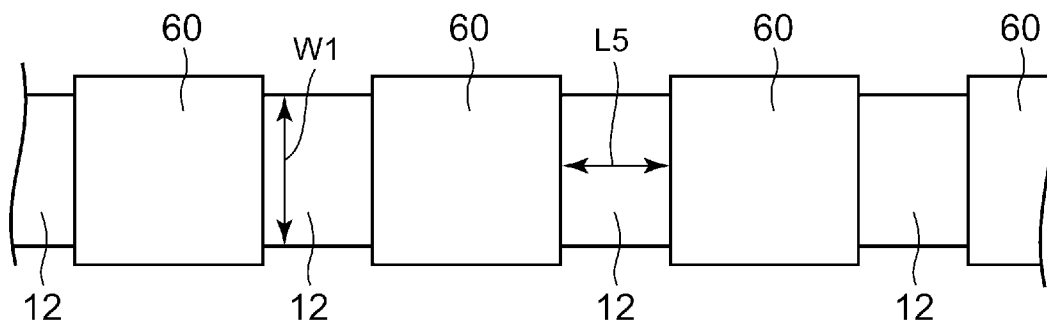
[図3]

図 3



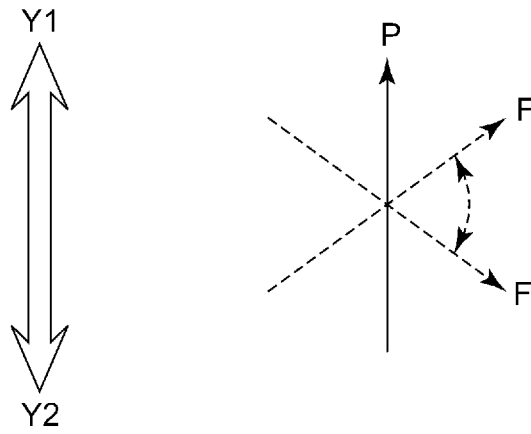
[図4]

図 4



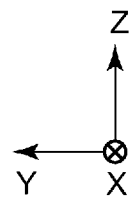
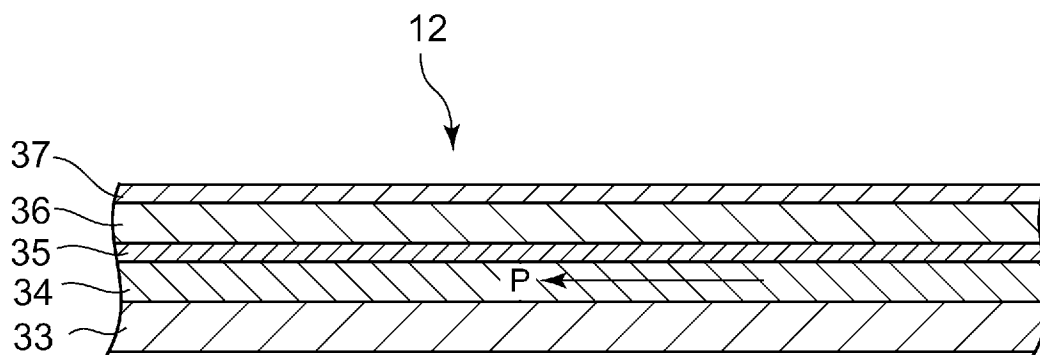
[図5]

図 5



[図6]

図 6



[図7]

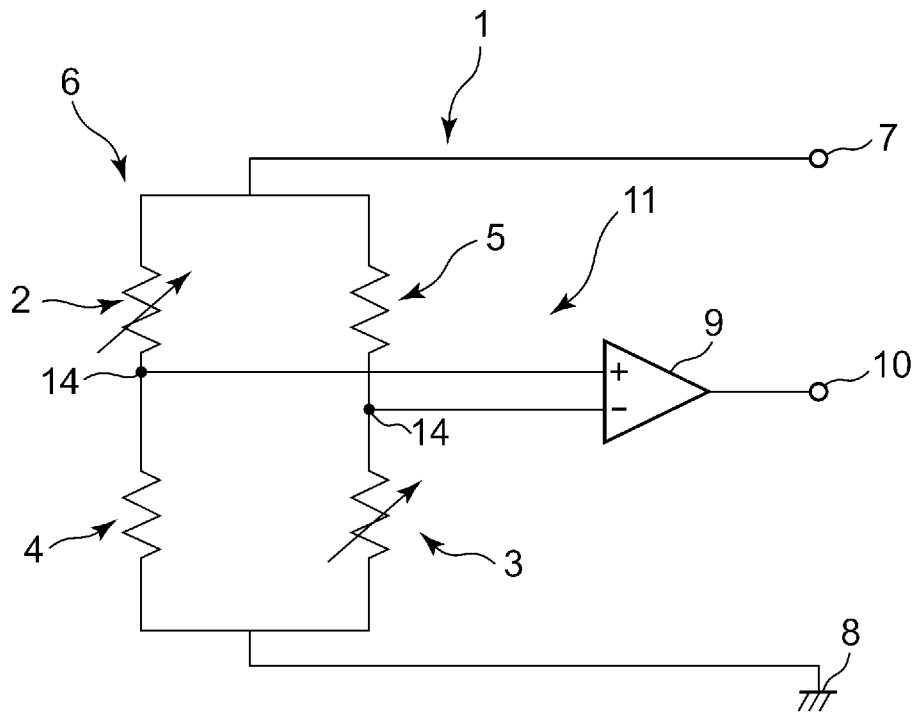


図 7

[図8]

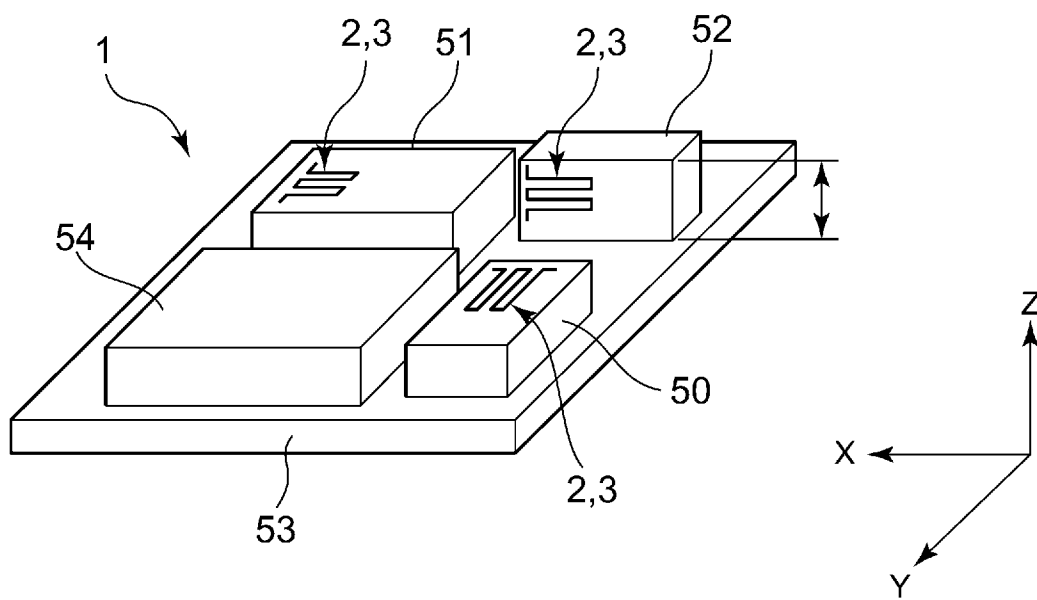
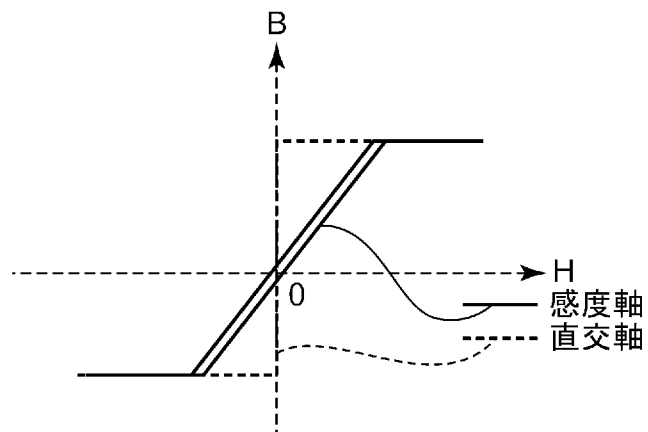


図 8

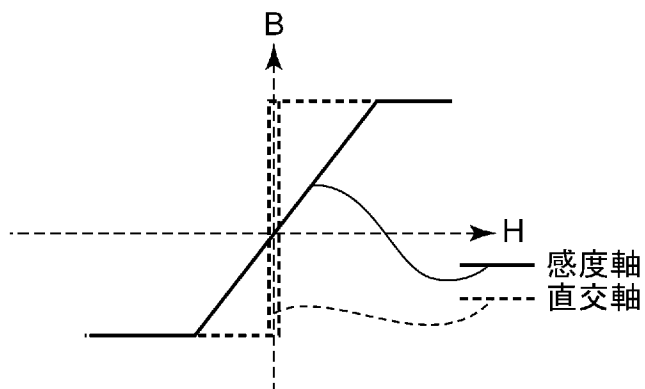
[図9]

図 9



[図10]

図 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/060451

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R33/09(2006.01) i, H01L43/08(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)

G01R33/02-10, H01L43/00-14

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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.
Y	JP 58-197892 A (Hitachi, Ltd.), 17 November, 1983 (17.11.83), Page 1, lower right column, line 17 to page 2, upper left column, the last line; Fig. 2 (Family: none)	1-5
Y	JP 2004-317446 A (Asahi Kasei EMD Corp.), 11 November, 2004 (11.11.04), Full text; all drawings (Family: none)	1-5
Y	JP 2005-183614 A (Yamaha Corp.), 07 July, 2005 (07.07.05), Par. No. [0012]; Fig. 1 & US 2005/0054120 A1 & EP 1498744 A2 & KR 10-2005-0009675 A & CN 1598609 A & TW 283082 B	5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 August, 2009 (06.08.09)

Date of mailing of the international search report
18 August, 2009 (18.08.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. G01R33/09(2006.01)i, H01L43/08(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01R33/02-10, H01L43/00-14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 58-197892 A（株式会社日立製作所）1983. 11. 17, 第 1 ページ右下欄第 17 行-第 2 ページ左上欄末行, 第 2 図 （ファミリーなし）	1-5
Y	JP 2004-317446 A （旭化成エレクトロニクス株式会社）2004. 11. 11, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-5

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 6 . 0 8 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 8 . 2 0 0 9

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

堀 圭 史

2 S

3 0 0 5

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

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2005-183614 A (ヤマハ株式会社) 2005.07.07, [0012], 図1 & US 2005/0054120 A1 & EP 1498744 A2 & KR 10-2005-0009675 A & CN 1598609 A & TW 283082 B	5