

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年8月27日(27.08.2015)



(10) 国際公開番号

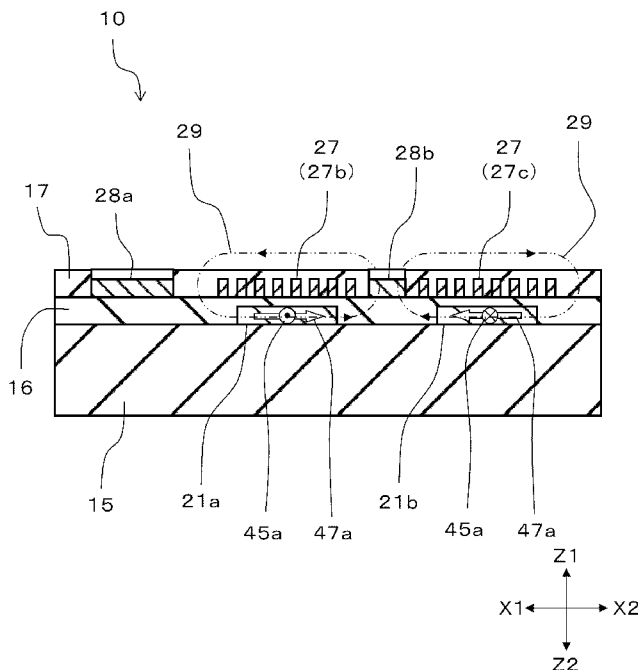
WO 2015/125699 A1

- (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/JP2015/053922
- (22) 国際出願日: 2015年2月13日(13.02.2015)
- (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 2014-029778 2014年2月19日(19.02.2014) JP
特願 2014-137093 2014年7月2日(02.07.2014) JP
- (71) 出願人: 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: 高橋 彰(TAKAHASHI, Akira); 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス・グリーンデバイス株式会社内 Tokyo (JP). 井出 洋介(IDE, Yosuke); 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス・グリーンデバイス株式会社内 Tokyo (JP). 斎藤 正路(SAITO, Masami-chi); 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス・グリーンデバイス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 野▲崎▼ 照夫(NOZAKI, Teruo); 〒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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: MAGNETIC SENSOR

(54) 発明の名称: 磁気センサ



(57) Abstract: [Problem] The purpose of this invention is to provide a magnetic sensor that makes it possible to minimize degradation in the linearity of the output of said sensor due to deviations in the direction of the magnetic field being measured, prevent changes in the direction of a biasing magnetic field due to an external magnetic field, and control the direction of magnetization of a free layer. [Solution] This invention is characterized by the inclusion of a pair of magnetoresistive elements (21a, 21b) and a coil (27) provided on top of said magnetoresistive elements (21a, 21b). This invention is also characterized in that: each of the magnetoresistive elements (21a, 21b) comprises a pinned layer that has a fixed direction of magnetization and a free layer, the direction of magnetization of which varies due to external magnetic fields; the directions of magnetization (45a) of the pinned layers of the respective magnetoresistive elements (21a, 21b) are opposite each other; the directions of magnetization (47a) of the free layers are also opposite each other; and the wires constituting the coil (27) intersect the direction in which the free layers extend.

(57) 要約: 【課題】 本発明は、被測定磁界の方向のずれに起因するセンサ出力の直線性の低下を抑制するとともに、外部磁界によるバイアス磁界の方向の変化を防止して、自由磁性層の磁化方向を制御することが可能な磁気センサを提供することを目的とする。

[続葉有]



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

【解決手段】 1 対の磁気抵抗効果素子 2 1 a、2 1 b と、1 対の磁気抵抗効果素子 2 1 a、2 1 b の上に設けられたコイル 2 7 とを有し、1 対の磁気抵抗効果素子 2 1 a、2 1 b はそれぞれ、磁化方向が固定された固定磁性層と、外部磁界により磁化方向が変動する自由磁性層とを備え、1 対の磁気抵抗効果素子 2 1 a、2 1 b の固定磁性層の磁化方向 4 5 a は互いに逆方向に向けられるとともに、自由磁性層の磁化方向 4 7 a は互いに逆方向に向けられており、コイル 2 7 を構成する配線は、自由磁性層の延在方向に対して交差していることを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：磁気センサ

技術分野

[0001] 本発明は、磁気抵抗効果素子を有する磁気センサに関し、特に自由磁性層にバイアス磁界が印加される磁気センサに関する。

背景技術

[0002] 下記特許文献 1 には、被測定電流から発生する磁界を磁気センサにより検出して、被測定電流の大きさを測定する電流センサが開示されている。外部磁界を検出する磁気センサには、例えば GMR 素子等の磁気抵抗効果素子が用いられる。

[0003] 図 1 3 は、特許文献 1 に記載されている従来例の磁気センサの平面図である。図 1 3 に示すように従来例の磁気センサ 1 0 1 は、複数の磁気抵抗効果素子 1 2 1 a ~ 1 2 1 d を有して構成される。センサチップ 1 0 2 a に形成された 1 対の磁気抵抗効果素子 1 2 1 a、1 2 1 b によりハーフブリッジ回路が構成され、センサチップ 1 0 2 b に形成された 1 対の磁気抵抗効果素子 1 2 1 c、1 2 1 d によりハーフブリッジ回路が構成される。2 つのハーフブリッジ回路によりフルブリッジ回路 1 2 5 が構成されている。

[0004] 各磁気抵抗効果素子 1 2 1 a ~ 1 2 1 d は、外部磁界により磁化方向が変動する自由磁性層と、磁化方向が固定された固定磁性層とを有する。外部磁界が印加されたときに自由磁性層の磁化方向 1 3 3 が変化し、これにより磁気抵抗効果素子 1 2 1 a ~ 1 2 1 d の電気抵抗値が変動する。磁気センサ 1 0 1 は、各磁気抵抗効果素子 1 2 1 a ~ 1 2 1 d の電気抵抗値により外部磁界を検出することができる。

[0005] 図 1 3 に示すように、各磁気抵抗効果素子 1 2 1 a ~ 1 2 1 d を挟んでハードバイアス層 1 2 2 が設けられており、ハードバイアス層 1 2 2 から発生するバイアス磁界 1 3 2 が自由磁性層に印加される。

[0006] バイアス磁界 1 3 2 が自由磁性層に印加されると、外部磁界が無磁界にな

った際に、自由磁性層の磁化方向 1 3 3 がバイアス磁界 1 3 2 の方向に向けられる。これにより、自由磁性層の磁化方向 1 3 3 を所定の方法に制御することができ、再現性良く外部磁界を検出することができる。

[0007] 図 1 3 に示すように、センサチップ 1 0 2 a の磁気抵抗効果素子 1 2 1 a、1 2 1 b において、固定磁性層の磁化方向 1 3 1 は互いに逆方向に向けられるとともに、自由磁性層の磁化方向 1 3 3 は互いに逆方向に向けられている。これにより、バイアス磁界 1 3 2 に対して傾いた状態で被測定磁界の向きが印加された場合であっても、磁気抵抗効果素子 1 2 1 a、1 2 1 b の感度が互いに逆向きに変化するため、センサ出力の直線性の低下を抑制することができる。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献 1：国際公開 WO 2 0 1 2 / 1 7 2 9 4 6 号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、従来例の磁気センサ 1 0 1 において、バイアス磁界 1 3 2 はハードバイアス層 1 2 2 の磁化方向に向けられている。そのため、ハードバイアス層 1 2 2 の磁化方向と異なる方向に強い外部磁界が印加された場合には、ハードバイアス層 1 2 2 の磁化方向がずれてしまい、バイアス磁界 1 3 2 の方向がずれてしまうことがある。

[0010] 強磁界によるハードバイアス層 1 2 2 の磁化方向の変化は不可逆的な変化であるため、外部磁界が無磁界になってもバイアス磁界 1 3 2 の方向は戻らず、バイアス磁界 1 3 2 の方向の変化により、自由磁性層の磁化方向 1 3 3 もずれてしまう。自由磁性層の磁化方向 1 3 3 がずれてしまうと、磁気センサ 1 0 1 の感度の変化や、オフセットの発生等、磁気センサ 1 0 1 の特性の劣化が生じてしまう。また、ハードバイアス層 1 2 2 の磁化方向の変化は不可逆的な変化であり、ハードバイアス層 1 2 2 の磁化方向が一旦変化すると

、各磁気抵抗効果素子 1 2 1 a ~ 1 2 1 d の特性を回復させることが困難であるという課題が発生する。

[0011] 本発明は、上記課題を解決して、被測定磁界の方向のずれに起因するセンサ出力の直線性の低下を抑制するとともに、外部磁界によるバイアス磁界の方向の変化を防止して、自由磁性層の磁化方向を制御することが可能な磁気センサ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

[0012] 本発明の磁気センサは、基板に形成された 1 対の磁気抵抗効果素子と、前記 1 対の磁気抵抗効果素子の上に絶縁層を介して設けられたコイルとを有し、前記 1 対の磁気抵抗効果素子はそれぞれ、磁化方向が固定された固定磁性層と、外部磁界により磁化方向が変動する自由磁性層とを備え、前記 1 対の磁気抵抗効果素子によりハーフブリッジ回路を構成しており、前記 1 対の磁気抵抗効果素子の前記固定磁性層の磁化方向は互いに逆方向に向けられるとともに、前記自由磁性層の磁化方向は互いに逆方向に向けられており、前記コイルを構成する配線は、前記自由磁性層の延在方向に対して交差していることを特徴とする。

[0013] これによれば、1 対の磁気抵抗効果素子の自由磁性層の磁化方向が逆方向に向けられている。よって、被測定磁界がバイアス磁界に対して傾いて印加された場合においても、一方の磁気抵抗効果素子の自由磁性層では、被測定磁界に対してバイアス磁界がプラス方向に作用し、他方の磁気抵抗効果素子の自由磁性層では被測定磁界に対してバイアス磁界がマイナス方向に作用する。したがって、1 対の磁気抵抗効果素子の感度が互いに逆向きに変化するため、1 対の磁気抵抗効果素子の感度変化が相殺されてセンサ出力の直線性の低下が抑制される。

[0014] また、コイルに電流を流すことでバイアス磁界を発生させることができ、外部から強磁界が印加された場合であっても、バイアス磁界の方向が不可逆的に変化することを抑制できる。よって、外部磁界が無磁界の際に、自由磁性層の磁化方向をバイアス磁界の向きに一定に制御することが可能となる。

さらに、各磁気抵抗効果素子に設けられたハードバイアス層を着磁してバイアス磁界の方向を決定する構成に対して、コイルの形状、コイルに流す電流の向きでバイアス磁界の方向を容易に制御可能であり、1対の磁気抵抗効果素子の自由磁性層に対して互いに逆方向にバイアス磁界を作用させることができる。

[0015] したがって、本発明の磁気センサによれば、被測定磁界の方向のずれに起因するセンサ出力の直線性の低下を抑制するとともに、外部磁界によるバイアス磁界の方向の変化を防止して、自由磁性層の磁化方向を制御することが可能である。

[0016] 前記コイルは、前記絶縁層の上において巻回された平面コイルであり、前記1対の磁気抵抗効果素子は、前記コイルの平面中心を挟んで前記コイルと重なる位置に設けられていることが好ましい。これによれば、1対の磁気抵抗効果素子の上のコイルを流れる電流が互いに逆方向に流れるため、コイルにより発生するバイアス磁界が1対の磁気抵抗効果素子の自由磁性層に対して互いに逆方向に作用する。よって、1つのコイルにより自由磁性層の磁化方向を確実に逆方向に向けることができる。

[0017] 前記磁気抵抗効果素子は、帯状に延在する複数の素子部を有し、前記複数の素子部がミアンド形状に接続されており、前記自由磁性層の磁化方向は前記素子部の延在方向に向けられており、平面視において、前記コイルを構成する配線は前記素子部の延在方向に対して交差して設けられていることが好ましい。これによれば、自由磁性層の磁化方向が、素子部の形状異方性により素子部の延在方向に向けられるとともに、異なる方向に強磁界が印加されて自由磁性層の磁化方向がずれた場合であっても、バイアス磁界を素子部の延在方向に印加して自由磁性層の磁化方向のずれを防止することができる。

[0018] 第1のハーフブリッジ回路及び第2のハーフブリッジ回路を有するフルブリッジ回路が、前記基板に形成されることが好ましい。これによれば、2つのハーフブリッジ回路のそれぞれにおいてセンサ出力の直線性の低下が抑制されるため、2つのハーフブリッジ回路を有するフルブリッジ回路において

もセンサ出力の直線性の低下が抑制される。また、フルブリッジ回路を構成する各磁気抵抗効果素子に対して1つのコイルによりバイアス磁界を印加することができ、容易に自由磁性層の磁化方向を制御することができる。

[0019] 前記第1のハーフブリッジ回路を構成する一方の前記磁気抵抗効果素子と、前記第2のハーフブリッジ回路を構成する一方の前記磁気抵抗効果素子とは、前記自由磁性層の磁化方向が同じ方向に向けられていることが好ましい。これによれば、第1のハーフブリッジ回路の出力変動と第2のハーフブリッジ回路の出力変動とが、フルブリッジ回路により相殺されて、センサ出力の直線性の低下を確実に抑制することができる。

[0020] 前記第1のハーフブリッジ回路を構成する1対の前記磁気抵抗効果素子同士を結ぶ仮想線と、前記第2のハーフブリッジ回路を構成する1対の前記磁気抵抗効果素子同士を結ぶ仮想線とが交差して前記フルブリッジ回路が形成されていることが好ましい。これによれば、各磁気抵抗効果素子に対する被測定磁界のばらつきが生じた場合に、各磁気抵抗効果素子の抵抗値の誤差をフルブリッジ回路により吸収して、センサ出力の誤差を低減することができる。

発明の効果

[0021] 本発明の磁気センサによれば、被測定磁界の方向のずれに起因するセンサ出力の直線性の低下を抑制するとともに、外部磁界によるバイアス磁界の方向の変化を防止して、自由磁性層の磁化方向を制御することが可能である。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の第1の実施形態における磁気センサの平面図である。

[図2]図1のコイルを除いた状態における磁気センサの平面図であり、各磁気抵抗効果素子の構成を示す平面図である。

[図3]図1及び図2のⅠⅠⅠーⅡⅡⅡ線で切断して矢印方向から見たときの磁気センサの断面図である。

[図4]4つの磁気抵抗効果素子から構成されるフルブリッジ回路の回路図である。

[図5]磁気抵抗効果素子の平面図である。

[図6]図5のV1-V1線で切断して矢印方向から見たときの磁気抵抗効果素子の部分拡大断面図である。

[図7]本実施形態の磁気センサ及び比較例の磁気センサにおいて、被測定磁界が傾いて印加されたときの検出方法を示し、(a)本実施形態の第1の磁気抵抗効果素子に作用する磁界を説明するための模式平面図、(b)本実施形態の第2の磁気抵抗効果素子に作用する磁界を説明するための模式平面図、(c)比較例の第1の磁気抵抗効果素子に作用する磁界を説明するための模式平面図、(d)比較例の第2の磁気抵抗効果素子に作用する磁界を説明するための模式平面図、である。

[図8](a)実施例の磁気センサにおける被測定磁界の傾きとセンサ出力の線形性との関係を示すグラフ、(b)比較例の磁気センサにおける被測定磁界の傾きとセンサ出力の線形性との関係を示すグラフである。

[図9]磁気センサの出力の線形性を説明するためのグラフである。

[図10](a)実施例の磁気センサにおけるコイル磁場とヒステリシスとの関係を示すグラフ、(b)磁気センサの出力のヒステリシスを説明するためのグラフである。

[図11]第2の実施形態の磁気センサの平面図である。

[図12]第3の実施形態の磁気センサにおいて、2つの磁気抵抗効果素子から構成されるハーフブリッジ回路の回路図である。

[図13]従来例の電流センサの模式図である。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、図面を参照して、具体的な実施形態について説明をする。なお、各図面の寸法は適宜変更して示している。

[0024] <第1の実施形態>

図1は、第1の実施形態における磁気センサの平面図である。図2は、図1のコイルを除いた状態における磁気センサの平面図であり、各磁気抵抗効果素子の構成を示す平面図である。図3は、図1及び図2の111-111

線で切断して矢印方向から見たときの磁気センサの断面図である。図4は、4つの磁気抵抗効果素子から構成されるフルブリッジ回路の回路図である。

[0025] 本実施形態の磁気センサは、例えば磁気比例式の電流センサに用いることができ、電流線の近傍に配置されて、電流線を通る電流によって発生する被測定磁界を検出して、電流値を測定することができる。

[0026] 図2に示すように、本実施形態の磁気センサ10は、基板15に形成された4つの磁気抵抗効果素子21a～21dを有して構成される。また、図1及び図3に示すように、磁気抵抗効果素子21a～21dの上には、絶縁層16を介してコイル27が設けられている。コイル27を覆って保護層17が設けられている。

[0027] 図2に示すように、磁気抵抗効果素子21aと磁気抵抗効果素子21b、及び磁気抵抗効果素子21cと磁気抵抗効果素子21dは互いに対角に位置して配線22によって接続されている。また、各磁気抵抗効果素子21a～21dは接続端子23に電氣的に接続される。

[0028] 図4に示すように、接続された磁気抵抗効果素子21aと磁気抵抗効果素子21bとで第1のハーフブリッジ回路51を構成し、磁気抵抗効果素子21cと磁気抵抗効果素子21dとで第2のハーフブリッジ回路52を構成する。そして、図4に示すように、入力端子(V_{dd})とグラウンド端子(GND)との間に、第1のハーフブリッジ回路51と第2のハーフブリッジ回路52とが並列に接続されてフルブリッジ回路53を構成している。

[0029] 第1のハーフブリッジ回路51の midpoint 電圧(V₁)と、第2のハーフブリッジ回路52の midpoint 電圧(V₂)が取り出されて、 midpoint 電圧(V₁)と midpoint 電圧(V₂)との差分(V₁ - V₂)が、差動増幅器54により増幅されて出力電圧(V_{out})として出力される。

[0030] 図5は、磁気抵抗効果素子の平面図である。なお、図5は、磁気抵抗効果素子21aの構成について示しているが、他の磁気抵抗効果素子21b～21dについても同様の構成である。図5に示すように、磁気抵抗効果素子21aは、X₁ - X₂方向に帯状に延在する複数の素子部31を有して構成さ

れる。複数の素子部 3 1 は、Y 1 - Y 2 方向に間隔を設けて配置されており、複数の素子部 3 1 同士が連結部 3 2 によってミアンダ形状に接続されている。

[0031] 本実施形態において、磁気抵抗効果素子 2 1 a の各素子部 3 1 は、GMR (Giant Magneto Resistance) 素子が用いられており、磁化方向が固定された固定磁性層と、外部磁界により磁化方向が変動する自由磁性層とを備える。なお、図 5 には固定磁性層及び自由磁性層は図示せず、固定磁性層の磁化方向 4 5 a と自由磁性層の磁化方向 4 7 a を矢印で示している。

[0032] 図 5 に示すように、固定磁性層の磁化方向 4 5 a は素子部 3 1 の延在方向に対して直交する方向に向けられており、自由磁性層の磁化方向 4 7 a は、素子部 3 1 の形状異方性により素子部 3 1 の延在方向に向けられる。固定磁性層の磁化方向 4 5 a と自由磁性層の磁化方向 4 7 a とは、磁気抵抗効果素子 2 1 a の面内方向に向けられており、外部磁界が印加されていない状態において互いに直交する方向に向けられる。

[0033] 図 2 に示すように、本実施形態において、第 1 のハーフブリッジ回路 5 1 を構成する磁気抵抗効果素子 2 1 a 及び磁気抵抗効果素子 2 1 b の固定磁性層の磁化方向 4 5 a は互いに逆方向に向けられている。また、磁気抵抗効果素子 2 1 a 及び磁気抵抗効果素子 2 1 b の自由磁性層の磁化方向 4 7 a についても互いに逆方向に向けられている。第 2 のハーフブリッジ回路 5 2 を構成する磁気抵抗効果素子 2 1 c と磁気抵抗効果素子 2 1 d においても、同様の磁化方向で構成されている。ただし、磁気抵抗効果素子 2 1 a と 2 1 c とは、それらの固定層の磁化方向も自由磁性層の磁化方向も互いに逆方向に向けられている。また、磁気抵抗効果素子 2 1 b と 2 1 d についても同様に、それらの固定層の磁化方向も自由磁性層の磁化方向も互いに逆方向に向けられている。

[0034] 図 2 に示すように、自由磁性層の磁化方向 4 7 a と固定磁性層の磁化方向 4 5 a とのなす角度を θ とする。磁気抵抗効果素子 2 1 a ~ 2 1 d に磁界が

印加されて自由磁性層の磁化方向 4 7 a が固定磁性層の磁化方向 4 5 a に平行に近づくと、角度 θ が小さくなり電気抵抗が低下する。一方、自由磁性層の磁化方向 4 7 a が固定磁性層の磁化方向 4 5 a と反平行に近づくと、角度 θ が大きくなり電気抵抗値が増大する。

[0035] 例えば、図 2 の Y 1 方向に外部の被測定磁界が印加された場合、磁気抵抗効果素子 2 1 a の自由磁性層の磁化方向 4 7 a は Y 1 方向に変化して電気抵抗値が増大し、磁気抵抗効果素子 2 1 b の自由磁性層の磁化方向 4 7 a は Y 1 方向に変化して電気抵抗値が減少する。これにより、図 4 に示す第 1 のハーフブリッジ回路 5 1 の中点電位 (V_1) が減少する。反対に、第 2 のハーフブリッジ回路 5 2 の中点電位 (V_2) は増大する。この差分 ($V_1 - V_2$) により、被測定磁界を検出することができる。これは、2 つのハーフブリッジの対応する磁気抵抗効果素子 2 1 a と 2 1 c、また、磁気抵抗効果素子 2 1 b と 2 1 d とで、固定磁性層の磁化方向が反対にされているためである。これにより、対応する磁気抵抗効果素子 2 1 a と 2 1 c、また、磁気抵抗効果素子 2 1 b と 2 1 d とでは抵抗の増減が反対になる。

[0036] 図 1 及び図 3 に示すように、本実施形態において各磁気抵抗効果素子 2 1 a ~ 2 1 d の上にコイル 2 7 が設けられている。図 1 に示すように、コイル 2 7 は、絶縁層 1 6 の上においてコイル配線 2 7 a が巻回された平面コイルである。コイル 2 7 は、コイル配線 2 7 a が長円状に連続して巻回されたスパイラルコイルを形成しており、Y 1 - Y 2 方向に延在する複数の直線部 2 7 b と、複数の直線部 2 7 c と、直線部 2 7 b、2 7 c 同士を接続する湾曲部 2 7 d、2 7 e を有している。

[0037] 図 1 及び図 3 に示すように、コイル配線 2 7 a には端子部 2 8 a、2 8 b が接続されている。図 3 に示すように、コイル 2 7 を覆う保護層 1 7 の一部に開口部が形成されており、端子部 2 8 a、2 8 b は開口部において保護層 1 7 から露出して設けられている。端子部 2 8 a、2 8 b に電源（図示しない）が接続されて、コイル 2 7 に電流が流され、直線部 2 7 b と直線部 2 7 c とに互いに反対方向に電流が流される。

- [0038] 図1及び図2に示すように、1対の磁気抵抗効果素子21a、21bがコイル27の平面中心Oを挟んで、コイル27と重なる位置に設けられている。図3に示すように、第1のハーフブリッジ回路51を構成する一方の磁気抵抗効果素子21aは、コイル27の直線部27bと重なる位置に配置され、第1のハーフブリッジ回路51を構成する他方の磁気抵抗効果素子21bは、直線部27cと重なる位置に配置される。磁気抵抗効果素子21a及び磁気抵抗効果素子21bの素子部31（図3には図示しない）はX1-X2方向に延在しており、コイル27を構成するコイル配線27aは、素子部31の自由磁性層の延在方向に対して平面視において交差して配置される。
- [0039] コイル27に電流を流すことによりバイアス磁界29が発生して、直線部27bにおいて発生するバイアス磁界29は磁気抵抗効果素子21aに印加され、直線部27cにおいて発生するバイアス磁界29は磁気抵抗効果素子21bに印加される。このようにコイル27と1対の磁気抵抗効果素子21a、21bとを配置することにより、バイアス磁界29は1対の磁気抵抗効果素子21a、21bに対して互いに逆方向に作用する。自由磁性層の磁化方向47aはバイアス磁界29の方向に向けられて、図3に示すように、磁気抵抗効果素子21aの自由磁性層の磁化方向47aはX2方向に、磁気抵抗効果素子21bの自由磁性層の磁化方向47aはX1方向に、互いに逆方向に向けられる。
- [0040] 本実施形態の磁気センサ10によれば、コイル27に電流を流すことでバイアス磁界29が発生させるため、バイアス磁界29と異なる方向に外部から強磁界が印加され自由磁性層の結晶磁気異方性磁界の方向に偏移が生じた場合であっても、結晶磁気異方性の方向をバイアス磁界29の方向に向け直すことができる。結晶磁気異方性とは形状にかかわらず、磁性材料そのものが持つ磁氣的異方性のことをいう。自由磁性層には形状磁気異方性と結晶磁気異方性の双方が作用する。よって、外部磁界が無磁界の際に、自由磁性層の磁化方向47aをバイアス磁界29の方向に一定に制御することが可能となる。

[0041] また、従来例の磁気センサ 101 のようにハードバイアス層 122 を着磁してバイアス磁界 132 の方向を決定する構成に対して、コイル 27 の形状、コイル 27 に流す電流の向きでバイアス磁界 29 の方向を制御することができる。よって、1つの基板 15 上に設けられた1対の磁気抵抗効果素子 21a、21b に対してそれぞれ異なる方向にバイアス磁界 29 を作用させることが容易であり、バイアス磁界 29 によって自由磁性層の磁化方向 47a を互いに逆方向に向けることができる。

[0042] なお、バイアス磁界 29 は、常時コイル 27 に電流を流して発生させることができ、被測定磁界が無磁界の場合には、自由磁性層の磁化方向 47a をバイアス磁界 29 の方向に一定に維持することができる。また、バイアス磁界 29 の印加方法は、これに限定されず、一定の時間ごとにコイル 27 に電流を流してバイアス磁界 29 を発生させて、自由磁性層の磁化方向 47a を定期的に修正する、若しくは、自由磁性層の磁化方向 47a のずれを検知した場合にバイアス磁界 29 を発生させて、自由磁性層の磁化方向 47a をリセットする等の方法であっても良い。

[0043] また、図3には第1のハーフブリッジ回路 51 を構成する1対の磁気抵抗効果素子 21a、21b について示しているが、第2のハーフブリッジ回路 52 を構成する1対の磁気抵抗効果素子 21c、21d についても、同様にバイアス磁界 29 が印加される。図1及び図2に示すように、磁気抵抗効果素子 21c は直線部 27c と重なる位置に、磁気抵抗効果素子 21d は直線部 27b と重なる位置に配置されている。よって、バイアス磁界 29 は磁気抵抗効果素子 21c と磁気抵抗効果素子 21d に対して互いに逆方向に作用する。図2に示すように、磁気抵抗効果素子 21c の自由磁性層の磁化方向 47a は X1 方向に、磁気抵抗効果素子 21d の自由磁性層の磁化方向 47a は X2 方向に、互いに逆方向に向けられる。

[0044] 本実施形態において、第1のハーフブリッジ回路 51 を構成する一方の磁気抵抗効果素子 21a、及び第2のハーフブリッジ回路 52 を構成する一方の磁気抵抗効果素子 21d に対して一つのコイル 27 によりバイアス磁界 2

9が印加されて、自由磁性層の磁化方向47aが同一の方向に向けられている。磁気抵抗効果素子21bと磁気抵抗効果素子21cにおいても同様である。したがって、図4に示すフルブリッジ回路53を構成したときに、第1のハーフブリッジ回路51と第1のハーフブリッジ回路51との間の誤差の発生が抑制され、センサ出力の直線性の低下を確実に抑制することができる。

[0045] 図2に示すように、第1のハーフブリッジ回路51を構成する1対の磁気抵抗効果素子21a、21b同士を仮想線24で結び、第2のハーフブリッジ回路52を構成する1対の磁気抵抗効果素子21c、21d同士を仮想線25で結ぶ。本実施形態において、仮想線24と仮想線25とが交差するように各磁気抵抗効果素子21a～21dが配置されてフルブリッジ回路53が構成される。

[0046] このように配置することにより、基板15面内において被測定磁界の強度や方向に分布が発生した場合に、各磁気抵抗効果素子21a～21dの出力誤差をフルブリッジ回路53により吸収して、磁気センサ10のセンサ出力の誤差を抑制することができる。

[0047] 図6は、図5のVⅠ－VⅠ線で切断して矢印方向から見たときの磁気抵抗効果素子の部分拡大断面図である。なお、図6は、磁気抵抗効果素子21aの構成について示しているが、他の磁気抵抗効果素子21b～21dについても同様の構成である。

[0048] 図6に示すように、磁気抵抗効果素子21aは、膜面内に印加される被測定磁界を検知することができる磁気抵抗効果膜43を有して構成される。磁気抵抗効果膜43は、絶縁膜42及びシード層49を介してシリコン基板41の上面に形成されている。図6に示すように、磁気抵抗効果膜43は、固定磁性層45、非磁性層46、及び自由磁性層47の順に積層されており、自由磁性層47の表面が保護膜48で覆われて構成されている。

[0049] 本実施形態において、固定磁性層45は第1強磁性層45c／非磁性結合層45e／第2強磁性層45dからなる、いわゆるセルフピン型の積層構成

となっている。第1強磁性層45cがシード層49と直接接する。また、第2強磁性層45dが非磁性層46と直接接する。第1強磁性層45cと第2強磁性層45dの磁化は導電電子により間接的な交換相互作用（RKKY的相互作用）により 180° 異なる方向に向けられている。この場合、第2強磁性層45dの磁化方向が、図2や図5の固定磁性層の磁化方向となる。磁気抵抗効果に寄与するのは、図6の非磁性層46をはさむ自由磁性層47と第2強磁性層45dの相対的な磁化方向の関係であるからである。

[0050] 本実施形態において、絶縁膜42はシリコン基板41を熱酸化したシリコン酸化膜や、スパッタ法等で成膜したアルミナ膜、酸化膜等であってもよい。固定磁性層45の第1強磁性層45cと第2強磁性層45dは、Co-Fe合金（コバルト-鉄合金）などの軟磁性材料などで形成されている。非磁性結合層45eは導電性のRu等を用いる。非磁性層46は、Cu（銅）などである。自由磁性層47は、保磁力が小さく透磁率が大きい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。保護膜48は、Ta（タンタル）などである。

[0051] 図6に示すように、固定磁性層45の磁化方向45aは、シリコン基板41に平行な状態でY1方向またはY2方向に固定されており、外部磁界の印加によって固定磁性層45の磁化方向45aは変動しない。また、自由磁性層47の磁化方向47aは外部から印加される磁界によって変化する。外部磁界が印加されていない状態において、自由磁性層47の磁化方向47aは素子部31の形状異方性によりX1-X2方向に向き、固定磁性層45の磁化方向45aと自由磁性層47の磁化方向47aとは直交する。

[0052] 本実施形態によれば、各磁気抵抗効果素子21a~21dが、いわゆるセルフピン型の積層構成であるため、磁気抵抗効果素子21a~21dを同一基板15に形成することが容易である。第1磁性層（あるいは第2磁性層）の成膜時の磁界方向に磁化方向がなからうからである。他の磁性層である第2磁性層（あるいは第1磁性層）は第1磁性層と反対の方向を向く。RKKY的相互作用が第1、第2磁性層間に働くからである。よって、複数のセンサ

チップに分けて磁気抵抗効果素子 2 1 a ~ 2 1 d を形成した場合に比べて、センサチップの取り付けずれの発生を防止することができるため、磁気抵抗効果素子 2 1 a ~ 2 1 d 同士の固定磁性層 4 5 の磁化方向 4 5 a のばらつき及び自由磁性層 4 7 の磁化方向 4 7 a のばらつきを抑えることができる。また、図 4 に示す第 1 のハーフブリッジ回路 5 1 及び第 2 のハーフブリッジ回路 5 2 を有するフルブリッジ回路 5 3 が、同一基板 1 5 上に形成されるため、製造工程が簡略化される。

[0053] また、1つのコイル 2 7 は、同一基板 1 5 に形成された磁気抵抗効果素子 2 1 a ~ 2 1 d の全てに重なる位置に設けられて、コイル 2 7 を構成するコイル配線 2 7 a が磁気抵抗効果素子 2 1 a ~ 2 1 d の自由磁性層 4 7 の延在方向に対して交差している。これにより、磁気抵抗効果素子 2 1 a ~ 2 1 d のそれぞれにハードバイアス層を設けてバイアス磁界 2 9 を印加する場合に比べて、磁気抵抗効果素子 2 1 a ~ 2 1 d に印加されるそれぞれのバイアス磁界 2 9 の強度・方向のばらつきを低減して、磁気抵抗効果素子 2 1 a ~ 2 1 d 同士の自由磁性層 4 7 の磁化方向 4 7 a のばらつきを抑えることができる。

[0054] 図 7 は、本実施形態の磁気センサにおいて、被測定磁界が傾いて作用したときの検出方法を示し、図 7 (a) は、本実施形態の第 1 の磁気抵抗効果素子に作用する磁界を説明するための模式平面図であり、図 7 (b) は、本実施形態の第 2 の磁気抵抗効果素子に作用する磁界を説明するための模式平面図である。また、図 7 (c) は、比較例の磁気センサにおける第 1 の磁気抵抗効果素子に作用する磁界を説明するための模式平面図であり、図 7 (d) は、比較例の磁気センサにおける第 2 の磁気抵抗効果素子に作用する磁界を説明するための模式平面図である。

[0055] 図 7 (a) ~ 図 7 (d) は、外部の被測定磁界 3 0 が固定磁性層 4 5 の磁化方向 4 5 a に対して傾けて印加された場合を示す。比較例の磁気センサは、磁気抵抗効果素子 2 2 1 a 及び磁気抵抗効果素子 2 2 1 b の自由磁性層の磁化方向 (図 7 には省略して示す) が同じ方向に向けられている構成が異なる。

る。図 7 (c) 及び図 7 (d) に示すように、磁気抵抗効果素子 221a 及び磁気抵抗効果素子 221b に対してバイアス磁界 229 が同一方向に印加されている。

[0056] 図 7 (c) 及び図 7 (d) に示すように、被測定磁界 230 が傾いて印加されており、バイアス磁界 229 は、被測定磁界 230 と平行なバイアス磁界の第 1 成分 229a を含む。このバイアス磁界の第 1 成分 229a は、バイアス磁界 229 に対してプラス方向に作用する。このため、磁気抵抗効果素子 221a 及び磁気抵抗効果素子 221b のいずれも感度が低下する。また、被測定磁界 230 が 180° 逆にかかった場合、このバイアス磁界の第 1 成分 229a は、バイアス磁界 229 に対してマイナス方向に作用する。このため磁気抵抗効果素子 221a 及び磁気抵抗効果素子 221b のいずれも感度が増加する。したがって、磁気抵抗効果素子 221a、221b により、図 4 に示す第 1 のハーフブリッジ回路 51 と同様に構成すると、被測定磁界が傾いて印加されると傾かないときに比較して抵抗変化の形が変化し直線性が劣化し測定誤差が大きくなる。

[0057] これに対し、本実施形態の磁気センサ 10 は、固定磁性層 45 の磁化方向 45a が逆方向に向けられるとともに自由磁性層 47 の磁化方向 47a が逆方向に向けられている。よって、磁気抵抗効果素子 21a 及び磁気抵抗効果素子 21b に対してバイアス磁界 29 は互いに逆方向に印加される。図 7 (a) に示すように、磁気抵抗効果素子 21a において、バイアス磁界の第 1 成分 29a はバイアス磁界 29 に対してプラス方向に作用するため、磁気抵抗効果素子 21a の感度が低下する。また、図 7 (b) に示すように、磁気抵抗効果素子 21b において、バイアス磁界の第 1 成分 29a はバイアス磁界 29 に対してマイナス方向に作用するため、磁気抵抗効果素子 21b の感度が増加する。したがって、図 4 に示す第 1 のハーフブリッジ回路 51 において、磁気抵抗効果素子 21a の感度が低下するとともに、磁気抵抗効果素子 21b の感度が増加する方向に変化する。そのため、第 1 のハーフブリッジ回路 51 により、磁気抵抗効果素子 21a、21b の出力感度の変化が相

殺され、センサ出力の直線性の低下が抑制される。被測定磁界 30 が 180° 逆にかかった場合も磁気抵抗効果素子 21a、21b の出力感度の変化が相殺され、センサ出力の直線性の低下が抑制される。

[0058] なお、図 7 では第 1 のハーフブリッジ回路 51 を構成する磁気抵抗効果素子 21a、21b について示したが、第 1 のハーフブリッジ回路 51 及び第 2 のハーフブリッジ回路 52 を有するフルブリッジ回路 53 が、基板 15 に形成された場合であっても、同様の効果を奏する。2つのハーフブリッジ回路 51、52 のそれぞれにおいてセンサ出力の直線性の低下が抑制されるため、2つのハーフブリッジ回路 51、52 を有するフルブリッジ回路 53 においてもセンサ出力の直線性の低下が抑制される。

[0059] <実施例>

図 8 (a) は実施例の磁気センサにおける被測定磁界の傾きとセンサ出力の線形性との関係を示すグラフであり、図 8 (b) は比較例の磁気センサにおける被測定磁界の傾きとセンサ出力の線形性との関係を示すグラフである。また、図 9 は、センサ出力の線形性を説明するための模式的なグラフである。実施例の磁気センサは、第 1 の実施形態に示す磁気センサ 10 と同様の構成であり、比較例の磁気センサは、磁気抵抗効果素子 221a 及び磁気抵抗効果素子 221b (図 10 では図示しない) の自由磁性層の磁化方向が、同じ方向に向けられている構成が異なる。

[0060] 図 9 に示すように、理想状態のセンサ出力 56 は、被測定磁界の大きさに比例して直線的に変化する。これに対して実際のセンサ出力 58 は、被測定磁界の傾き等に起因して理想状態のセンサ出力 56 からずれた値を示し、完全に直線とはならない。図 9 に示すように、測定範囲におけるセンサ出力のレンジを「FS」として、測定範囲における最大被測定磁界における理想状態のセンサ出力 56 と実際のセンサ出力 58 との差を「 ΔV_f 」とする。図 8 に示す「線形性」は、 $[\text{線形性}] = [\Delta V_f] / [\text{FS}] \times 100 (\%)$ で算出した値である。「線形性」の値が大きいほど、理想状態のセンサ出力 56 に対する誤差が大きくセンサ出力の直線性が低下することを示している。

[0061] 図8（b）に示すように、バイアス磁界229を同一方向に印加した比較例の磁気センサにおいては、被測定磁界の傾きが大きくなるにしたがって線形性の値が増大しており、 $\pm 20^\circ$ 傾いたときに4%～4.5%程度の線形性を示す。つまり、センサ出力の直線性が低下することを示している。これに対して、図8（a）に示すように、本実施例の磁気センサ10は、被測定磁界の傾きが $\pm 20^\circ$ の範囲において線形性は0.3%以下に抑制されている。よって、本実施例の磁気センサ10は、センサ出力の直線性の低下を抑制することが可能である。

[0062] 以上のように、本実施例の磁気センサ10は、被測定磁界30の方向のずれに起因するセンサ出力の直線性の低下を抑制するとともに、外部磁界によるバイアス磁界29の方向の変化を防止して、自由磁性層47の磁化方向47aを制御することが可能である。

[0063] 図10（a）は、実施例の磁気センサにおけるコイル磁場とヒステリシスとの関係を示すグラフであり、図10（b）は、磁気センサの出力のヒステリシスを説明するためのグラフである。

[0064] 実施例の磁気センサは、自由磁性層47のヒステリシスのため、図10（b）に示すように、センサ出力のヒステリシスが発生する。また、外部から強磁場が印加された場合、自由磁性層47が多磁区化してヒステリシスが増大してしまうという課題が生じる。

[0065] 図10（a）のグラフに示す「ヒステリシス」の値は、図10（b）に示すように、被測定磁界を1往復フルスケール（FS）で印加した場合のヒステリシスの大きさを示し、 $[\text{ヒステリシス}] = [\Delta V_h] / [\text{FS}] \times 100$ （%FS）の式で算出した。

[0066] 図10（a）のグラフに示すように、コイル27に流れる電流を大きくしてコイル磁場を大きくするにしたがって、自由磁性層に印加されるバイアス磁界29が大きくなり、ヒステリシスが減少する傾向を示す。本実施例において、コイル磁場が2.7mT以上の範囲で、ヒステリシスをほぼ0とすることができる。ただし、コイル磁場を大きくするとセンサ感度が低下する傾

向にある。本実施例の磁気センサでは、コイル 27 に流れる電流を変えてコイル磁場を調整することにより、センサ感度を維持するとともに、ヒステリシスを低減して良好な検出精度を実現することができる。

[0067] また、外部から強磁場が印加され自由磁性層 47 が多磁区化した場合には、コイル 27 からパルス状の強い磁場を印加することにより、自由磁性層 47 の磁区を単磁区に初期化（リセット）することができる。これにより、磁気センサ 10 のヒステリシス低減することができる。なお、パルス状のコイル磁場を印加することによる自由磁性層 47 の初期化（リセット）は、上述のセンサ検出と併用することができる。例えば、通常の外部磁界の検出時には、図 10（a）に示すような 0.5 mT ~ 2.0 mT 程度のコイル磁場を常時印加し、一定の周期で外部磁界の検出を中断して、パルス状の強いコイル磁場を印加することにより、自由磁性層 47 の初期化を行うことができる。

[0068] <第 2 の実施形態>

図 11 は、第 2 の実施形態の磁気センサ 11 を示す。図 11 は、各磁気抵抗効果素子 21a ~ 21d の上に形成されたコイルを除いた状態を示しており、本実施形態においても図 1 と同様に、各磁気抵抗効果素子 21a ~ 21d の上にコイル 27 が設けられている。図 11 に示すように、本実施形態の磁気センサ 11 は、第 1 のハーフブリッジ回路 51 を構成する 1 対の磁気抵抗効果素子 21a、21b が、Y1 側において隣り合って配置され、第 2 のハーフブリッジ回路 52 を構成する 1 対の磁気抵抗効果素子 21c、21d が Y2 側において隣り合って配置されている。

[0069] このような構成であっても、1 対の磁気抵抗効果素子 21a、21b の固定磁性層 45 の磁化方向 45a が互いに逆方向に向けられるとともに、自由磁性層の磁化方向 47a が互いに逆方向に向けられている。よって、図 7（a）、（b）と同様に、磁気抵抗効果素子 21a の感度変化と磁気抵抗効果素子 21b の感度変化とが相殺されて、センサ出力の直線性の低下を抑制することができる。

[0070] また、図 1 と同様にコイル 2 7 を設けることで、コイル 2 7 に電流を流すことでバイアス磁界 2 9 を発生させて、1 対の磁気抵抗効果素子 2 1 a、2 1 b の自由磁性層 4 7 に対して互いに逆方向にバイアス磁界 2 9 を印加することができる。これにより、外部から強磁界が印加された場合であっても、1 対の磁気抵抗効果素子 2 1 a、2 1 b の自由磁性層 4 7 の磁化方向 4 7 a を互いに逆方向に向けることができる。

[0071] 第 2 の実施形態の磁気センサ 1 1 において、被測定磁界 3 0 の方向のずれに起因するセンサ出力の直線性の低下を抑制するとともに、外部磁界によるバイアス磁界 2 9 の方向の変化を防止して、自由磁性層 4 7 の磁化方向 4 7 a を制御することが可能である。

[0072] <第 3 の実施形態>

図 1 2 は、第 3 の実施形態の磁気センサを示し、2 つの磁気抵抗効果素子から構成されるハーフブリッジ回路の回路図である。第 1 の実施形態の磁気センサ 1 0 及び第 2 の実施形態の磁気センサ 1 1 は、4 つの磁気抵抗効果素子 2 1 a ~ 2 1 d でフルブリッジ回路 5 3 を構成しているが、本実施形態の磁気センサ 1 2 は、2 つの磁気抵抗効果素子 2 1 a、2 1 b を有する 1 つのハーフブリッジ回路 5 1 で構成されている点異なる。この場合、アンプの入力端子で、磁気抵抗効果素子 2 1 a、2 1 b の中点につながる端子（（+）端子）と異なる（-）端子は、抵抗を介して GND（接地）あるいは一定電圧につながれている。

[0073] 本実施形態のように、1 つのハーフブリッジ回路 5 1 であっても被測定磁界を検出することが可能である。1 つのハーフブリッジ回路 5 1 を構成する 1 対の磁気抵抗効果素子 2 1 a、2 1 b を形成し、固定磁性層 4 5 の磁化方向 4 5 a を互いに逆方向に向けるとともに、自由磁性層の磁化方向 4 7 a を互いに逆方向に向けるように配置することで、被測定磁界を検出することができる。図 1 2 に示すように、被測定磁界が印加されたときの midpoint 電位（V₁）の変動が差動増幅器 5 4 により増幅されて、センサ出力として出力され

る。

符号の説明

- [0074] 1 0、1 1、1 2 磁気センサ
- 1 5 基板
- 1 6 絶縁層
- 2 1 a～2 1 d 磁気抵抗効果素子
- 2 4、2 5 仮想線
- 2 7 コイル
- 2 7 a コイル配線
- 2 7 b、2 7 c 直線部
- 2 7 d、2 7 e 湾曲部
- 2 8 a、2 8 b 端子部
- 2 9 バイアス磁界
- 2 9 a バイアス磁界の第 1 成分
- 3 0 被測定磁界
- 3 1 素子部
- 3 2 連結部
- 4 3 磁気抵抗効果膜
- 4 5 固定磁性層
- 4 5 a 固定磁性層の磁化方向
- 4 7 自由磁性層
- 4 7 a 自由磁性層の磁化方向
- 5 1 第 1 のハーフブリッジ回路
- 5 2 第 2 のハーフブリッジ回路
- 5 3 フルブリッジ回路
- 5 4 差動増幅器
- 5 6 理想状態のセンサ出力
- 5 8 実際のセンサ出力

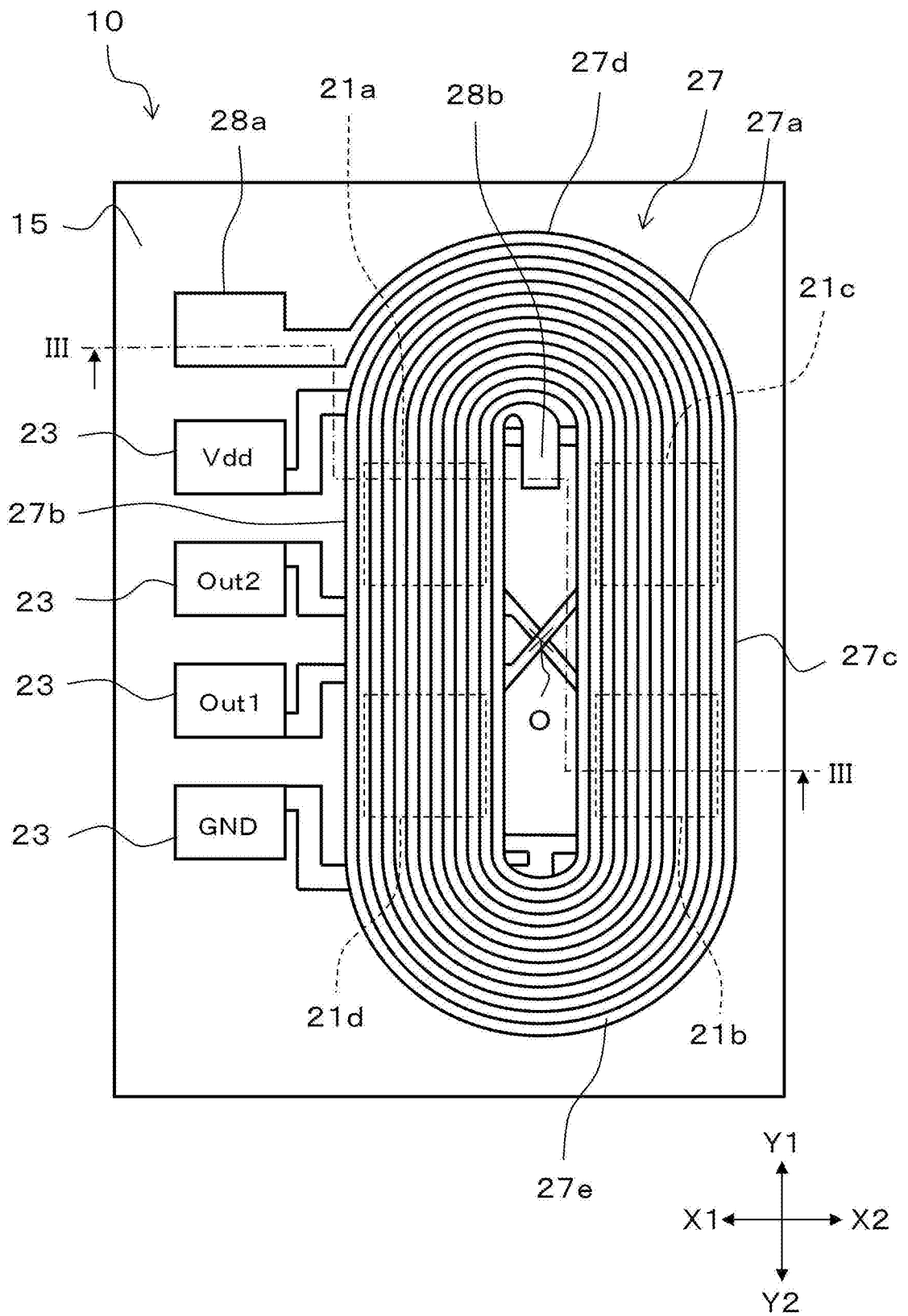
請求の範囲

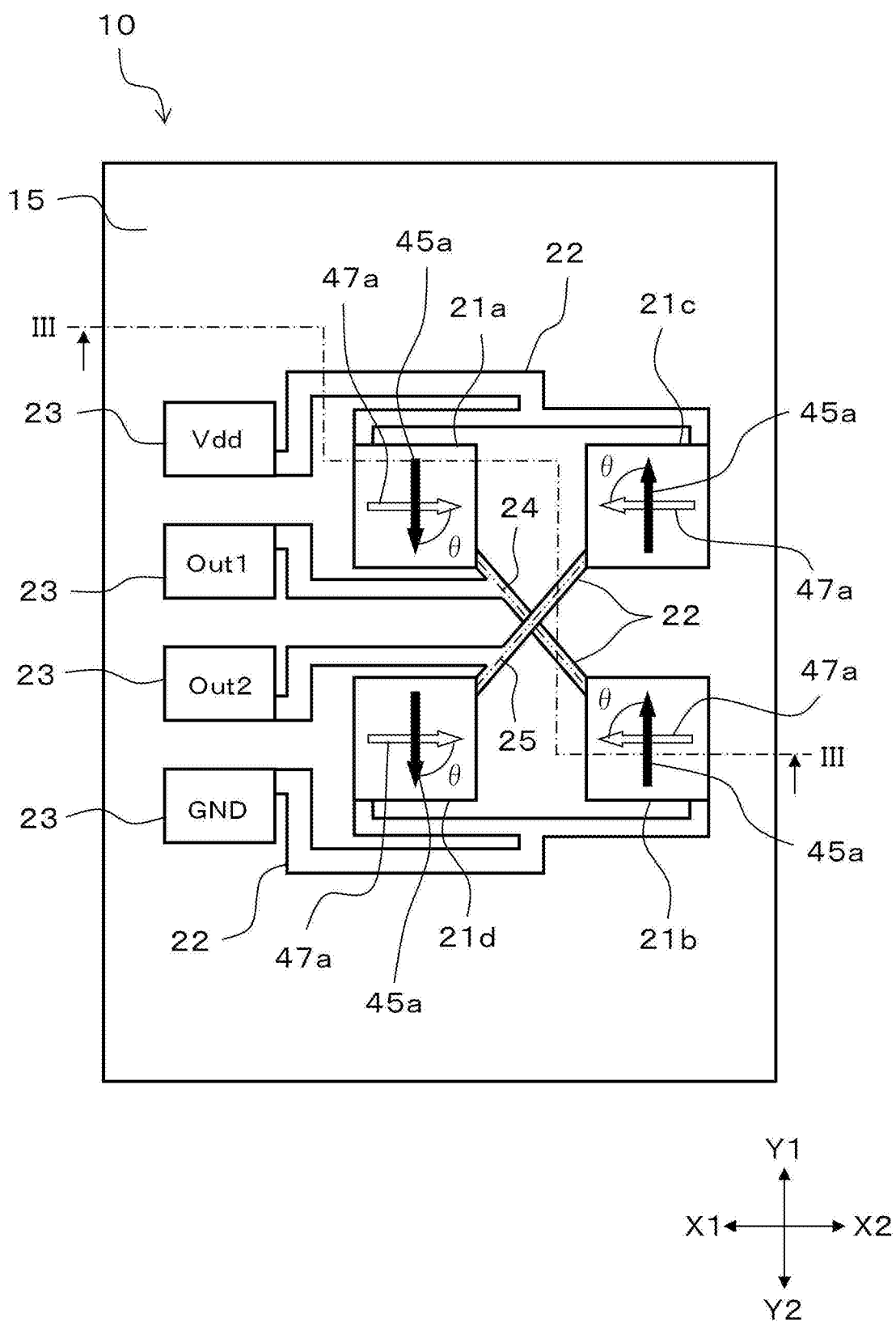
- [請求項1] 基板に形成された1対の磁気抵抗効果素子と、前記1対の磁気抵抗効果素子の上に絶縁層を介して設けられたコイルとを有し、
前記1対の磁気抵抗効果素子はそれぞれ、磁化方向が固定された固定磁性層と、外部磁界により磁化方向が変動する自由磁性層とを備え、
前記1対の磁気抵抗効果素子によりハーフブリッジ回路を構成しており、
前記1対の磁気抵抗効果素子の前記固定磁性層の磁化方向は互いに逆方向に向けられるとともに、前記自由磁性層の磁化方向は互いに逆方向に向けられており、
前記コイルを構成する配線は、前記自由磁性層の延在方向に対して交差していることを特徴とする磁気センサ。
- [請求項2] 前記コイルは、前記絶縁層の上において巻回された平面コイルであり、
前記1対の磁気抵抗効果素子は、前記コイルの平面中心を挟んで前記コイルと重なる位置に設けられていることを特徴とする請求項1に記載の磁気センサ。
- [請求項3] 前記磁気抵抗効果素子は帯状に延在する複数の素子部を有し、前記複数の素子部がミアンド形状に接続されており、
前記自由磁性層の磁化方向は前記素子部の延在方向に向けられており、
平面視において、前記コイルを構成する配線は前記素子部の延在方向に対して交差して設けられていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の磁気センサ。
- [請求項4] 第1のハーフブリッジ回路及び第2のハーフブリッジ回路を有するフルブリッジ回路が、前記基板に形成されていることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の磁気センサ。
- [請求項5] 前記第1のハーフブリッジ回路を構成する一方の前記磁気抵抗効果

素子と、前記第 2 のハーフブリッジ回路を構成する一方の前記磁気抵抗効果素子とは、前記自由磁性層の磁化方向が同じ方向に向けられていることを特徴とする請求項 4 に記載の磁気センサ。

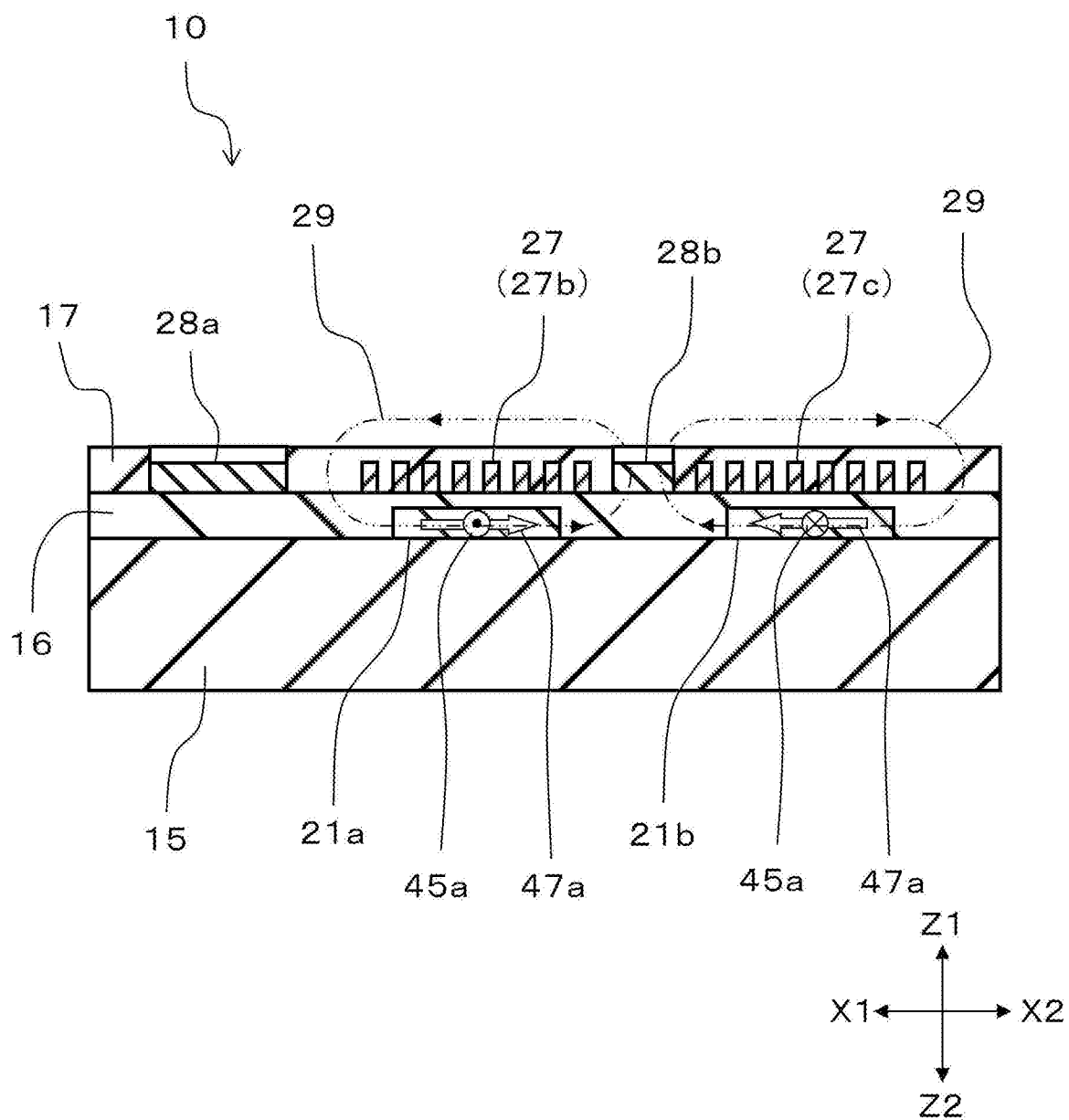
[請求項 6] 前記第 1 のハーフブリッジ回路を構成する 1 対の前記磁気抵抗効果素子同士を結ぶ仮想線と、前記第 2 のハーフブリッジ回路を構成する 1 対の前記磁気抵抗効果素子同士を結ぶ仮想線とが交差して前記フルブリッジ回路が形成されていることを特徴とする請求項 4 または請求項 5 に記載の磁気センサ。

[図1]

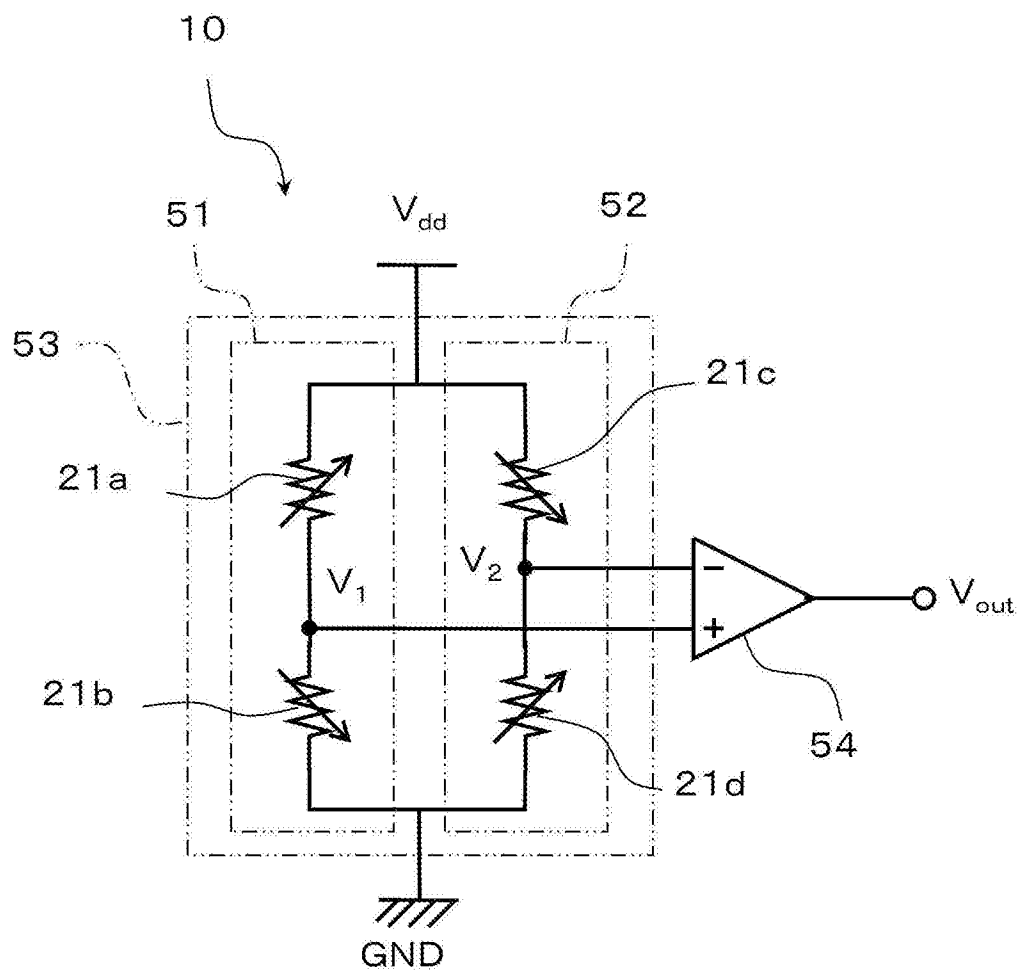




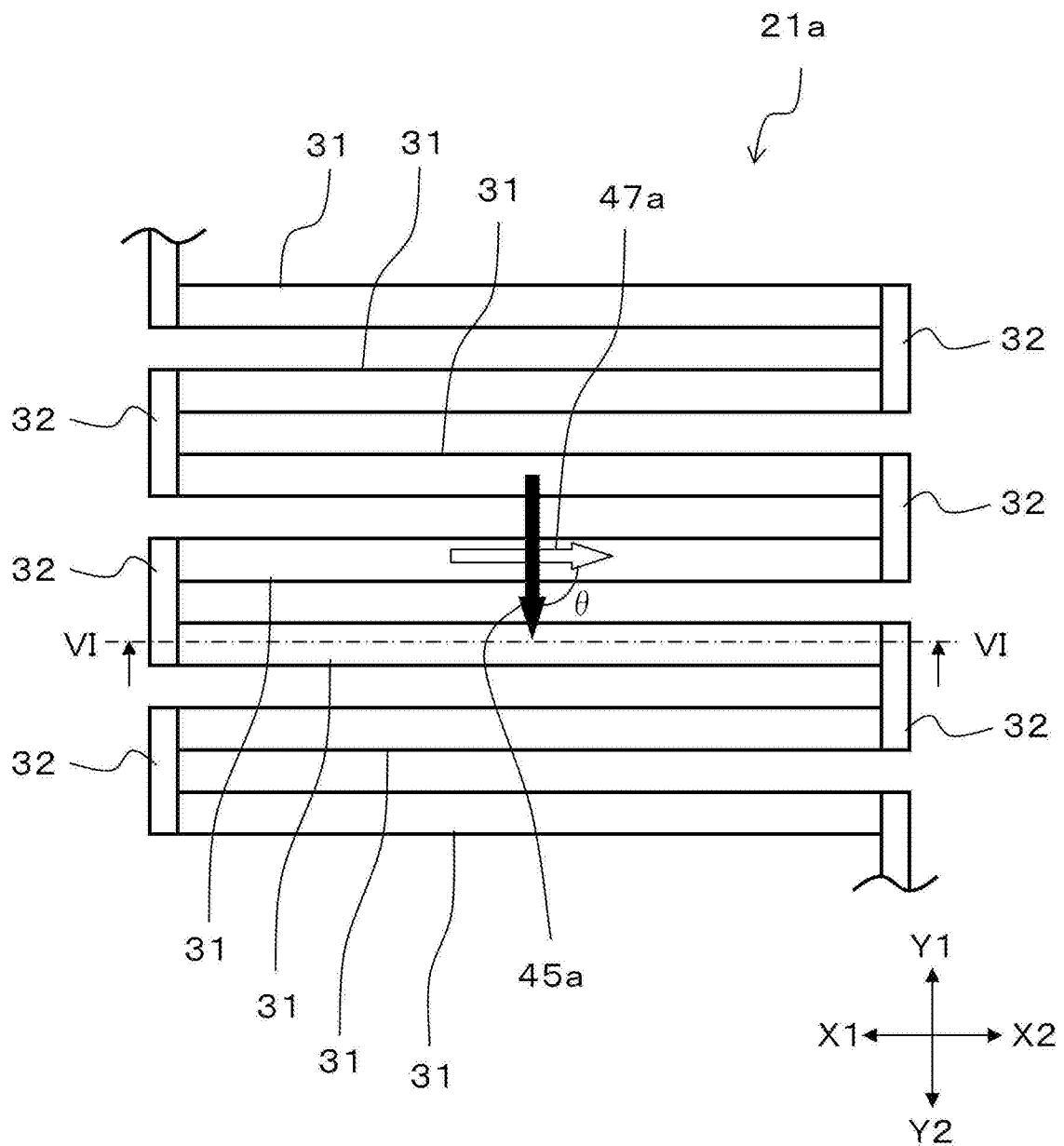
[図3]



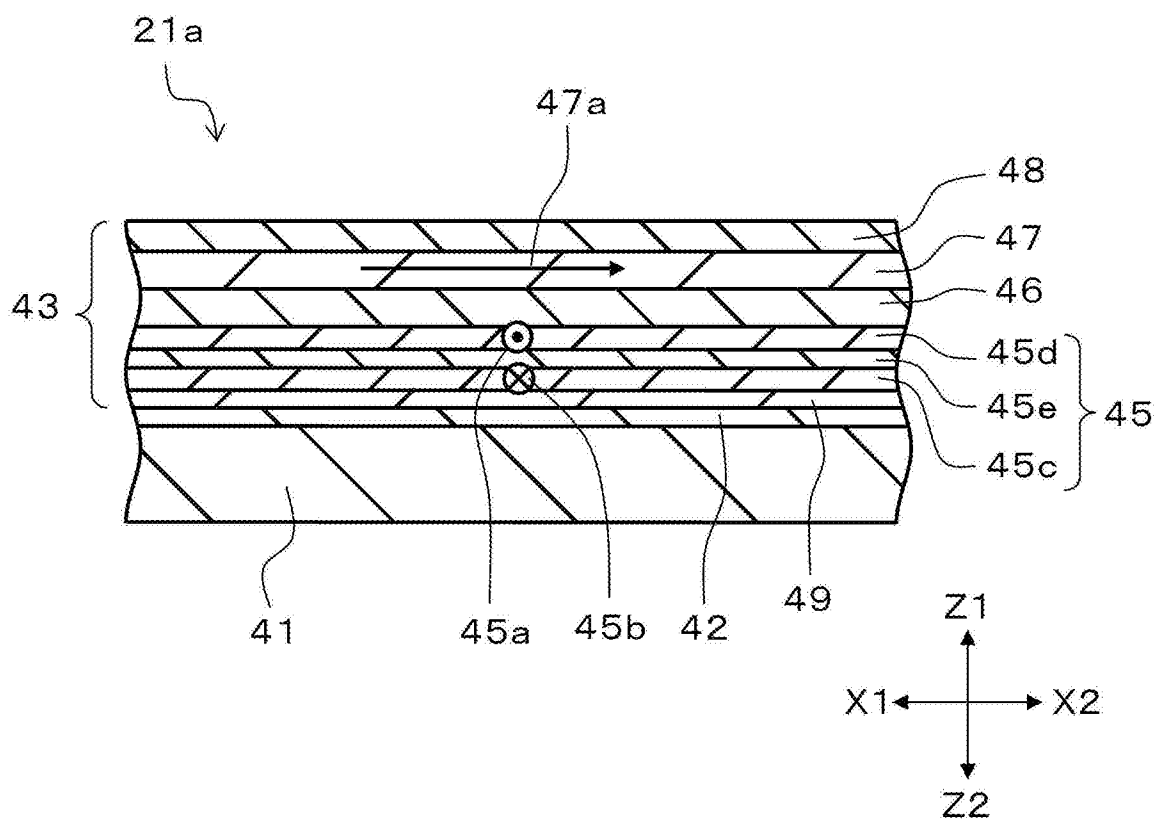
[図4]



[図5]

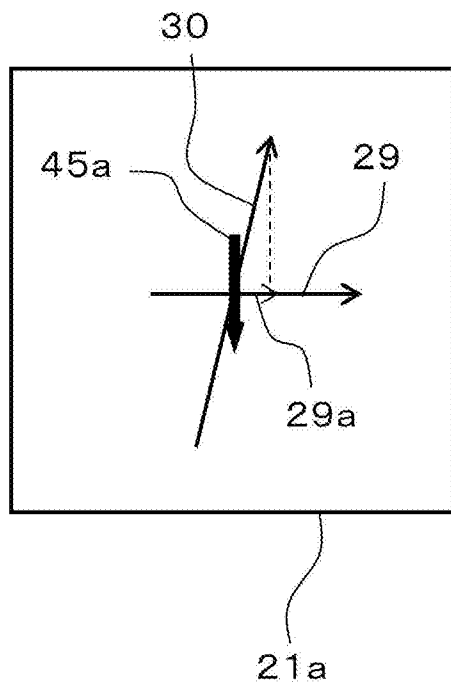


[図6]

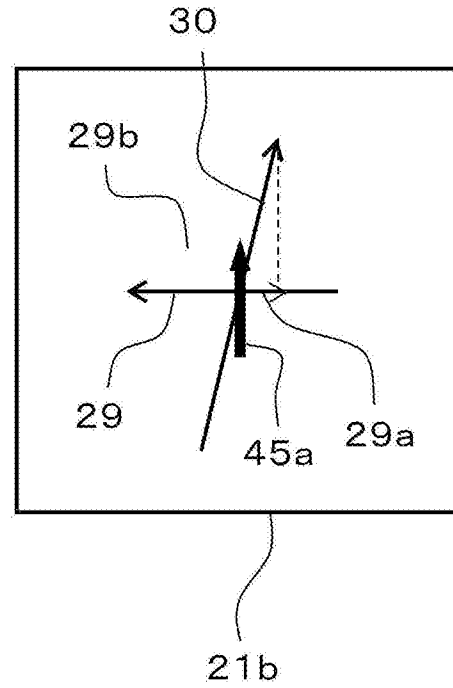


[図7]

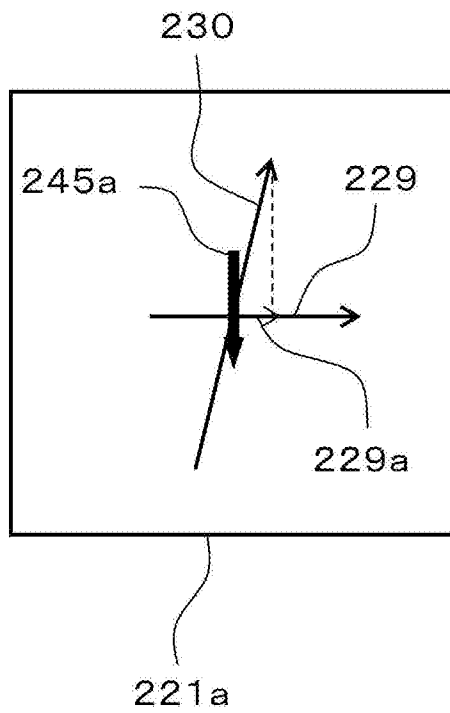
(a)



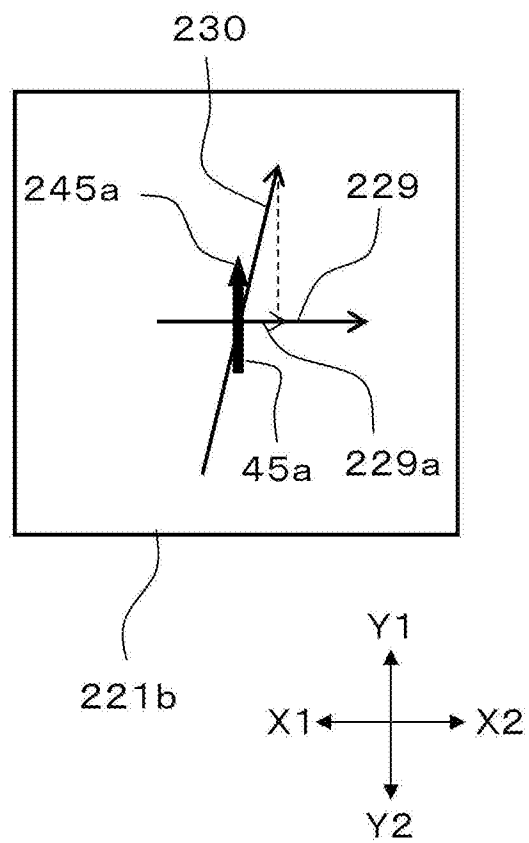
(b)



(c)

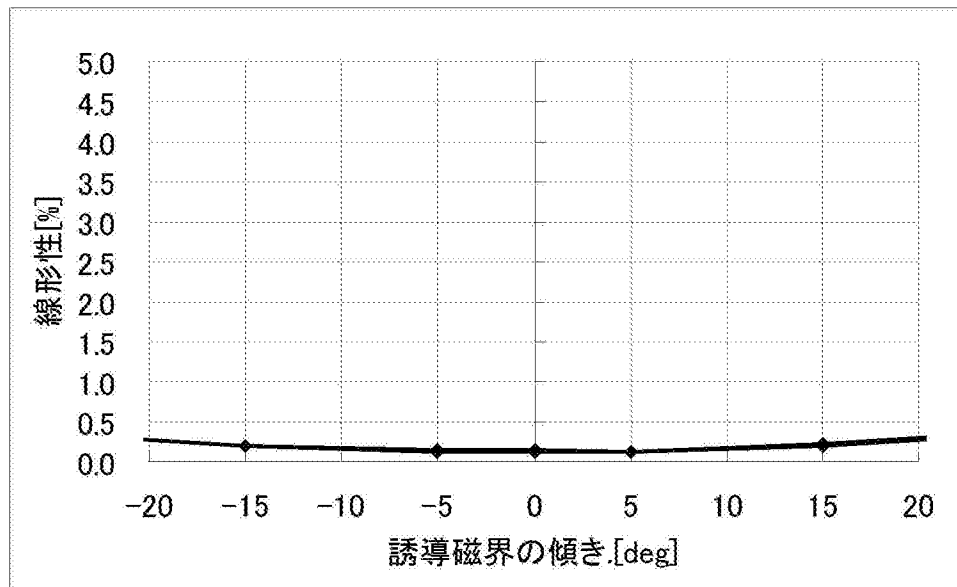


(d)

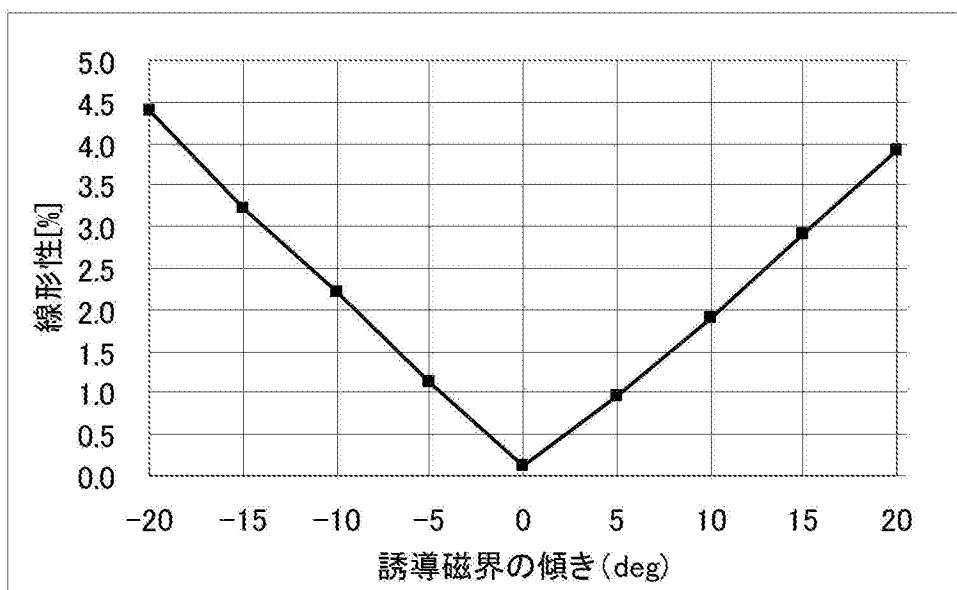


[図8]

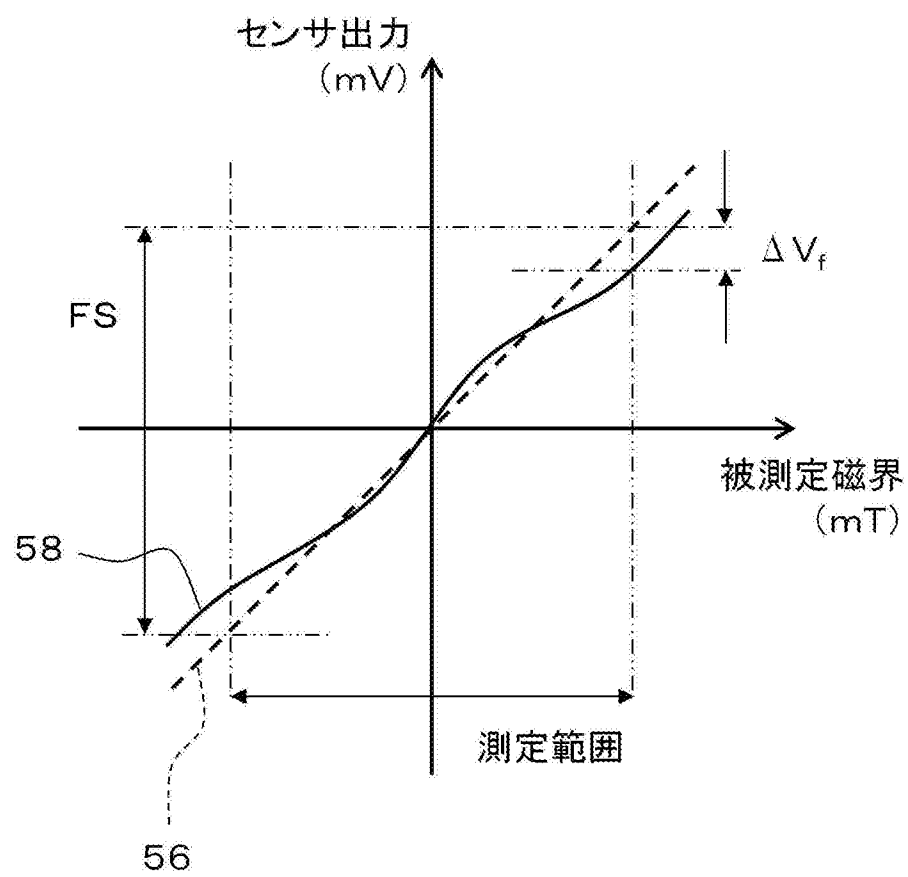
(a)



(b)

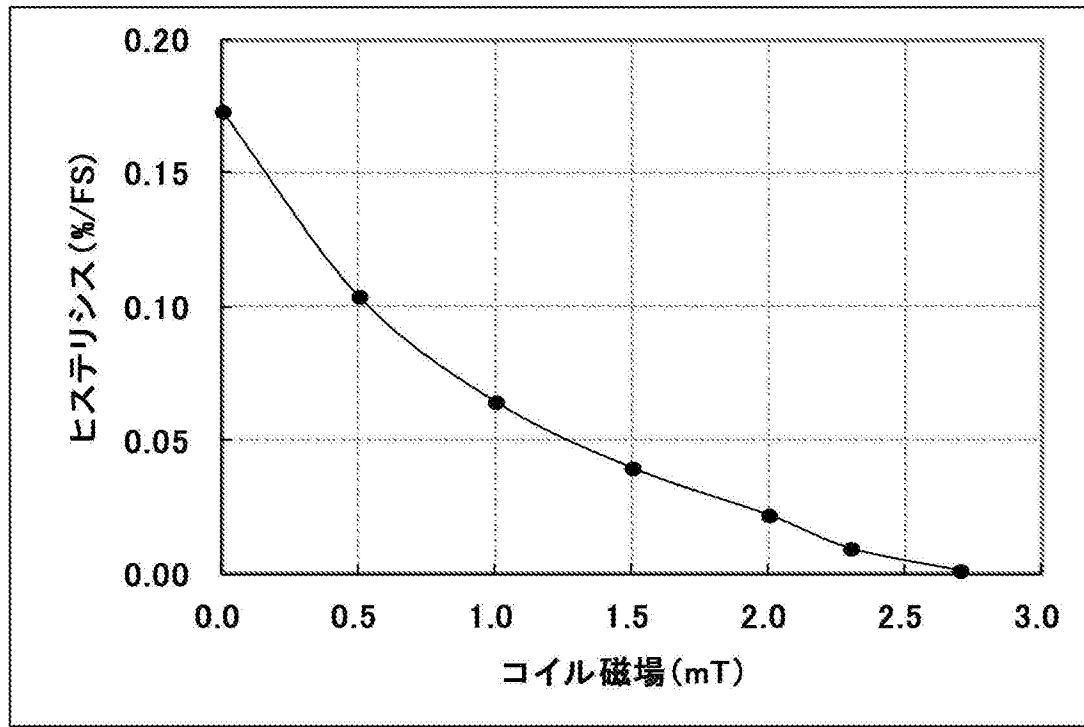


[図9]

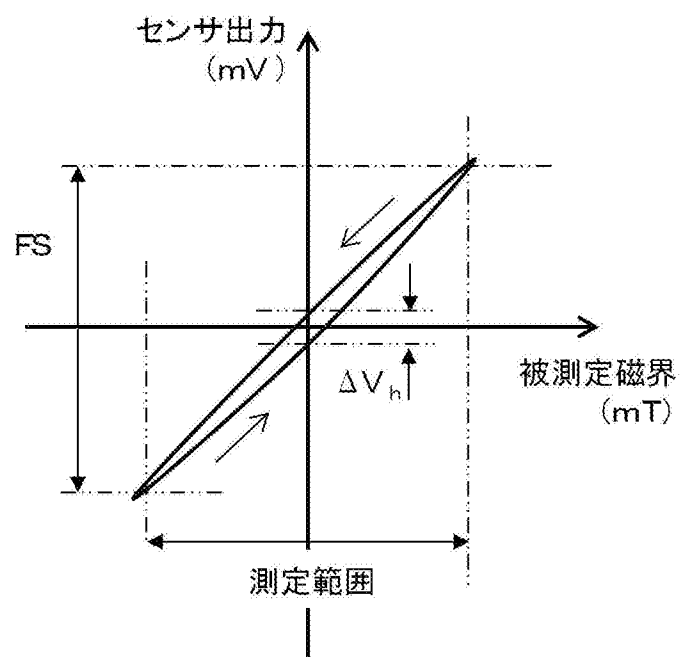


[図10]

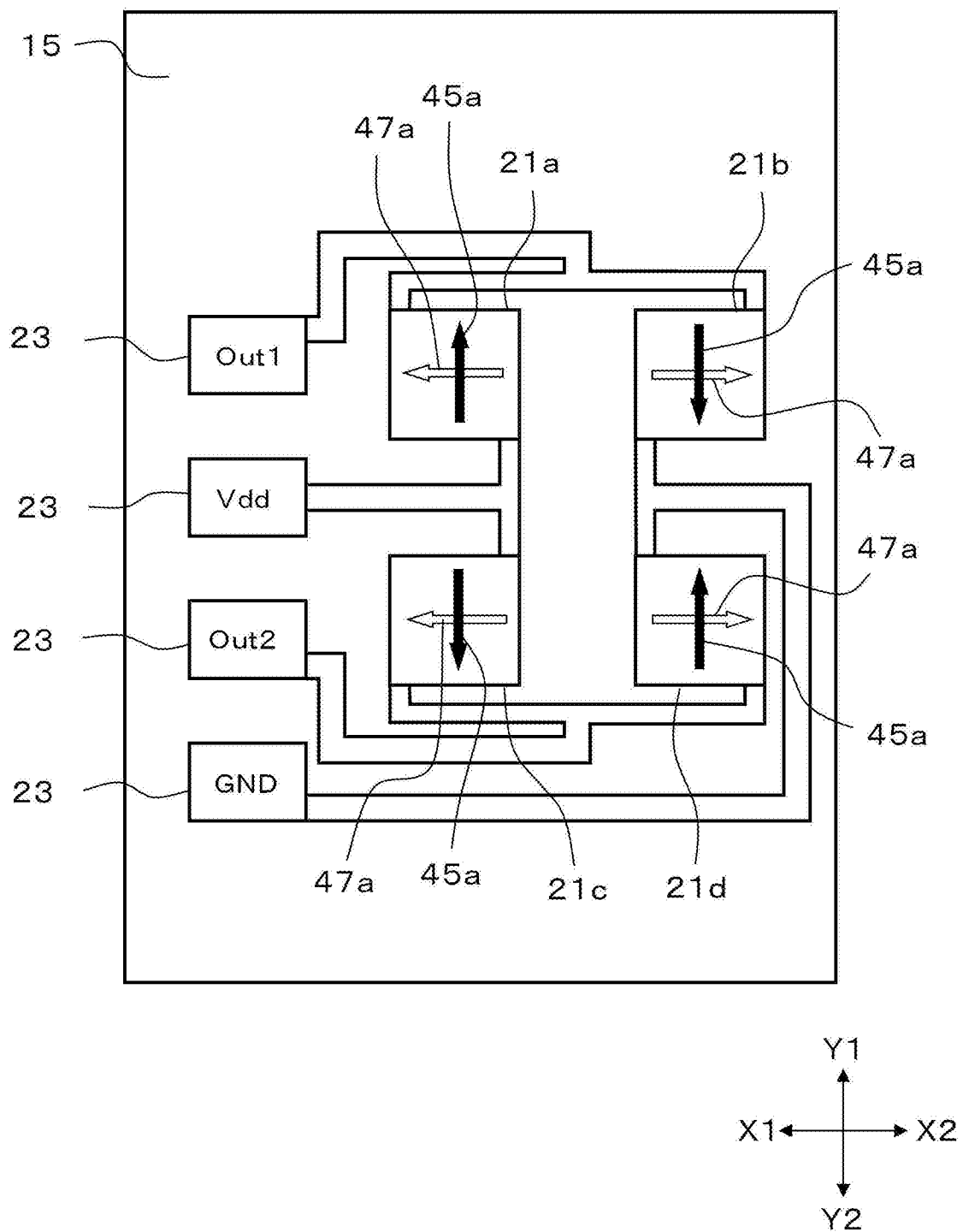
(a)



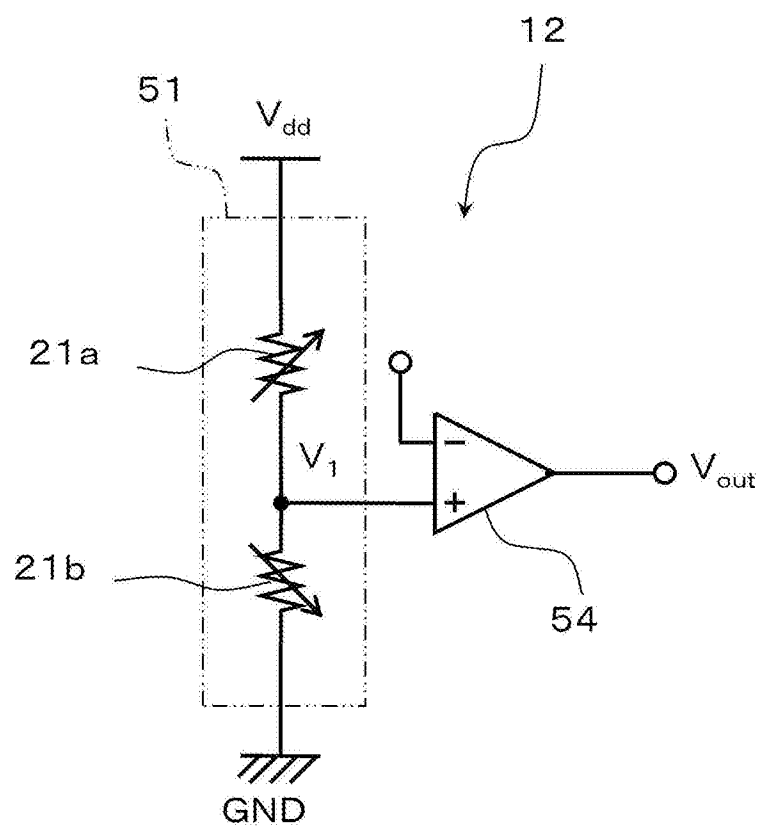
(b)



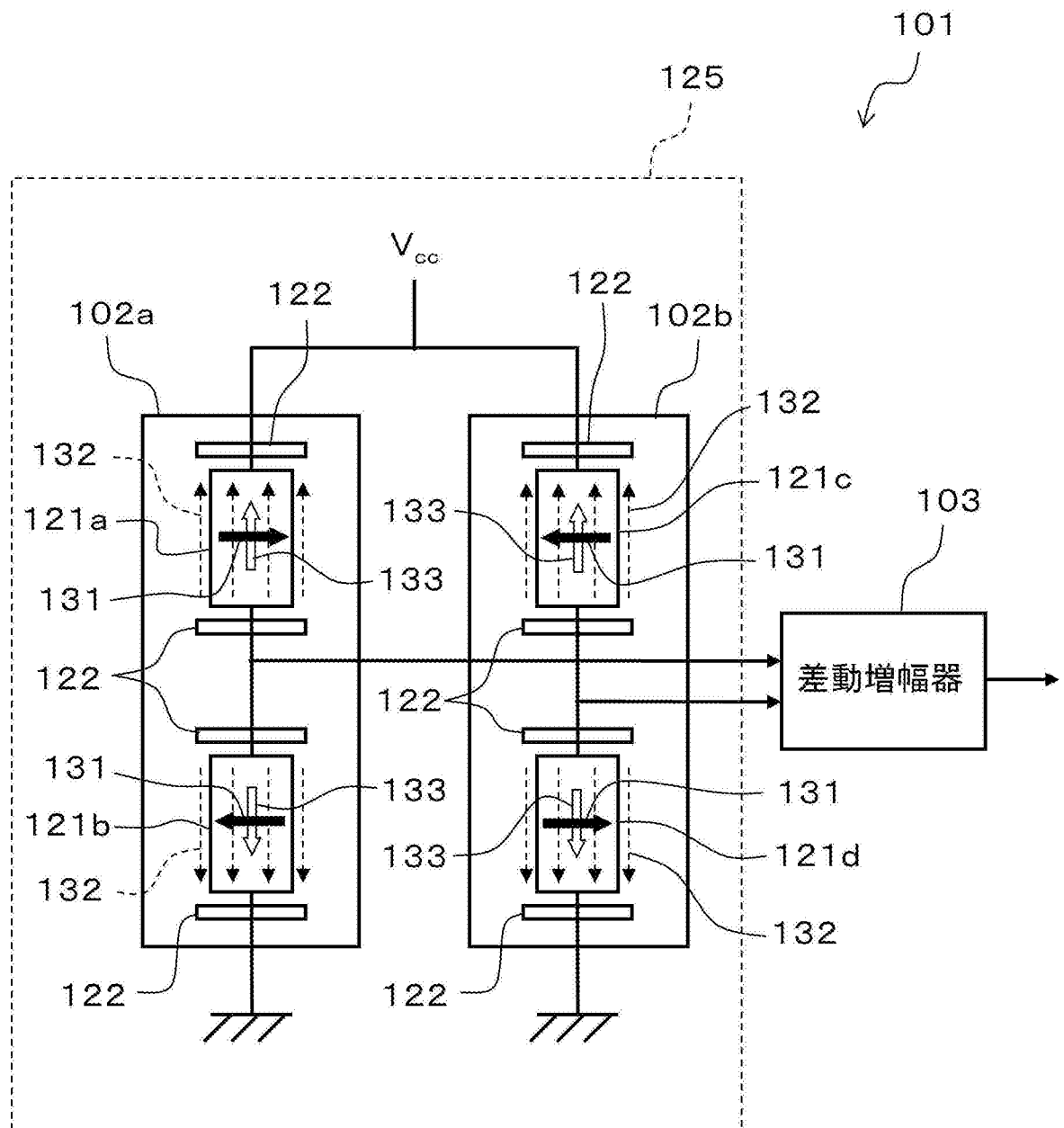
11



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/053922

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)

G01R33/09, H01L43/08

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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	WO 2012/172946 A1 (Alps Green Device Co., Ltd.), 20 December 2012 (20.12.2012), paragraphs [0026] to [0034], [0058] to [0060]; fig. 6, 11 (Family: none)	1-6
Y	JP 2005-291728 A (Hitachi Metals, Ltd.), 20 October 2005 (20.10.2005), paragraphs [0017] to [0020]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-6
Y	JP 2007-218700 A (TDK Corp.), 30 August 2007 (30.08.2007), paragraph [0022]; fig. 2 to 3 & US 2007/0188946 A1	1-6

☒ 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
17 April 2015 (17.04.15)

Date of mailing of the international search report
28 April 2015 (28.04.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/053922

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-154032 A (Yamaha Corp.), 11 August 2011 (11.08.2011), paragraphs [0019], [0036]; fig. 1, 7 (Family: none)	6
A	JP 2013-200303 A (Hitachi Metals, Ltd.), 03 October 2013 (03.10.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2000-035471 A (Alps Electric Co., Ltd.), 02 February 2000 (02.02.2000), paragraphs [0035] to [0046]; fig. 7 to 8 & US 6175296 B1 & DE 19933244 A1	6

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. G01R33/09, H01L43/08

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 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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	WO 2012/172946 A1（アルプス・グリーンデバイス株式会社） 2012.12.20, 段落 0 0 2 6 - 0 0 3 4、0 0 5 8 - 0 0 6 0、図 6、 図 1 1（ファミリーなし）	1-6
Y	JP 2005-291728 A（日立金属株式会社）2005.10.20 段落 0 0 1 7 - 0 0 2 0、図 1 - 図 2（ファミリーなし）	1-6
Y	JP 2007-218700 A（TDK株式会社）2007.08.30 段落 0 0 2 2、図 2 - 図 3 & US 2007/0188946 A1	1-6

☒ 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

1 7 . 0 4 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 4 . 2 0 1 5

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）

續山 浩二

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

2 S

4 4 5 4

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 2011-154032 A (ヤマハ株式会社) 2011.08.11 段落 0 0 1 9、0 0 3 6、図 1、図 7 (ファミリーなし)	6
A	JP 2013-200303 A (日立金属株式会社) 2013.10.03 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2000-035471 A (アルプス電気株式会社) 2000.02.02 段落 0 0 3 5 - 0 0 4 6、図 7 - 図 8 & US 6175296 B1 & DE 19933244 A1	6