(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
2018年9月7日(07.09.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/159776 A1

(51) 国際特許分類:
G01R 33/09 (2006.01) *H01L 43/08* (2006.01)
G01R 15/20 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/007876

(22) 国際出願日： 2018年3月1日(01.03.2018)

(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 2017-039643 2017年3月2日(02.03.2017) JP

(71) 出願人：ＴＤＫ株式会社(**TDK CORPORATION**) [JP/JP]；〒1080023 東京都港区芝浦三丁目９番１号 Tokyo (JP).

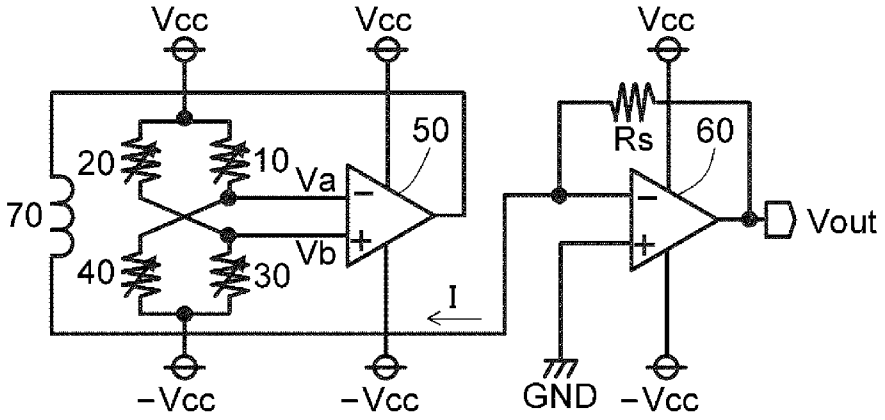
(72) 発明者：田邊 圭(**TANABE, Kei**)；〒1080023 東京都港区芝浦三丁目９番１号 ＴＤＫ株式会社内 Tokyo (JP). 笠島 多聞(**KASAJIMA, Tamon**)；〒1080023 東京都港区芝浦三丁目９番１号 ＴＤＫ株式会社内 Tokyo (JP). 海野 晶裕(**UNNO, Akihiro**)；〒1080023 東京都港区芝浦三丁目９番１号 ＴＤＫ株式会社内 Tokyo (JP). ▲高▼橋 将司(**TAKAHASHI, Masashi**)；〒1080023 東京都港区芝浦三丁目９番１号 ＴＤＫ株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人：村井 隆，外(**MURAI, Takashi** et al.)；〒1500036 東京都渋谷区南平台町１２番１３号秀和第２南平台レジデンス１１０２ 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) **Title:** MAGNETIC SENSOR

(54) 発明の名称： 磁気センサ



(57) **Abstract:** Provided is a magnetic sensor which makes it possible to improve the frequency characteristics of output voltage. The magnetic sensor is provided with: a magnetic detection unit including first through fourth magnetoresistive effect elements (10, 20, 30, 40) to which a first magnetic field to be detected is applied; a first operational amplifier 50 to which an output voltage of the magnetic detection unit is inputted; a magnetic field-generating conductor 70 for generating a second magnetic field canceling out the first magnetic field in the magnetic detection unit by a flow of negative feedback current outputted by the first operational amplifier 50; a detection resistor Rs to which the negative feedback current flows; and a second operational amplifier 60. The second operational amplifier 60 includes: an inverting input terminal connected to one magnetic field-generating conductor 70-side end of the detection resistor Rs; an output terminal connected to another end of the detection resistor Rs; and a non-inverting input terminal connected to ground serving as a fixed-voltage terminal.

WO 2018/159776 A1

［続葉有］

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).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約:出力電圧の周波数特性を向上させることの可能な磁気センサを提供する。検出対象の第１磁界が印加される第１から第４磁気抵抗効果素子(１０、２０、３０、４０)を含む磁気検出部と、前記磁気検出部の出力電圧が入力される第１演算増幅器５０と、第１演算増幅器５０が出力する負帰還電流が流れることにより、前記磁気検出部において前記第１磁界を相殺する第２磁界を発生する磁界発生導体７０と、前記負帰還電流が流れる検出抵抗Ｒｓと、第２演算増幅器６０と、を備える磁気センサであって、第２演算増幅器６０は、反転入力端子が検出抵抗Ｒｓの磁界発生導体７０側の一端に接続され、出力端子が検出抵抗Ｒｓの他端に接続され、かつ非反転入力端子が固定電圧端子としてのグランドに接続される。

明　細　書

発明の名称 ： 磁気センサ

技術分野

[0001] 本発明は、検出対象の磁界に応じた負帰還電流を電圧に変換して出力する磁気センサに関する。

背景技術

[0002] 下記特許文献１は、微小な磁界の検出が可能な磁界検出センサを開示する。この磁界検出センサは、検出対象磁界の向きに応じて抵抗値が変化する複数の磁気抵抗効果素子が接続され、所定の接続点間の差動電圧を出力可能なように構成されたブリッジ回路と、前記ブリッジ回路の中心付近に、前記検出対象磁界を集磁するとともに前記検出対象磁界の向きを変化させる磁性体を配置し、前記磁気抵抗効果素子に前記検出対象磁界の向きとは逆方向となる磁界を与える磁界発生導体と、前記ブリッジ回路の差動電圧が入力され、前記磁界発生導体に前記検出対象磁界の向きとは逆方向となる前記磁界を発生させる帰還電流を前記磁界発生導体に流すための差動演算回路と、前記帰還電流を電圧値として出力するための電圧変換回路と、を備える。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１５－２１９０６１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献１の磁界検出センサは、帰還電流を抵抗によって電圧に変換して出力する構成であるが、当該構成では、出力電圧の周波数特性が十分でない場合があった。すなわち、特許文献１の構成では、検出対象の磁界の周波数が高くなると、出力電圧が低下してしまい、検出磁界の誤差が発生する問題があった。

[0005] 本発明はこうした状況を認識してなされたものであり、その目的は、出力

電圧の周波数特性を向上させることの可能な磁気センサを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明のある態様は、磁気センサである。この磁気センサは、

検出対象の第１磁界が印加される少なくとも１つの磁気検出素子を含む磁気検出部と、

前記磁気検出部の出力電圧が入力される第１差動増幅器と、

前記第１差動増幅器が出力する負帰還電流が流れることにより、前記磁気検出部において前記第１磁界を相殺する第２磁界を発生する磁界発生導体と、

前記負帰還電流が流れる検出抵抗と、

反転入力端子が前記検出抵抗の前記磁界発生導体側の一端に接続され、出力端子が前記検出抵抗の他端に接続され、かつ非反転入力端子が固定電圧端子に接続された、第２差動増幅器と、を備える。

[0007] 前記磁気検出部は、ブリッジ接続された複数の磁気抵抗効果素子を含んでもよい。

[0008] なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を方法やシステムなどの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、出力電圧の周波数特性を向上させることの可能な磁気センサを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の実施の形態に係る磁気センサの磁気検出部を構成するブリッジ回路の概略回路図。

[図2]前記磁気センサにおける磁気検出部及びその近傍の概略断面図。

[図3]同概略平面図。

[図4]前記磁気センサにおける磁界発生導体の配線パターン説明図。

[図5]図１に示すブリッジ回路の各磁気抵抗効果素子の位置における検出対象

磁界の向き及びそれによる各磁気抵抗効果素子の抵抗値変化を示す模式図。

[図6]図５の変形例を示す模式図。

[図7]実施の形態に係る磁気センサの概略回路図。

[図8]比較例に係る磁気センサの概略回路図。

[図9]図７及び図８の各出力電圧Ｖoutの周波数特性を比較した簡易グラフ。

[図10]図７及び図８の各センサ構成におけるセンサの磁気分解能の周波数特性を比較した簡易グラフ。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を参照しながら本発明の好適な実施の形態を詳述する。なお、各図面に示される同一または同等の構成要素、部材、処理等には同一の符号を付し、適宜重複した説明は省略する。また、実施の形態は発明を限定するものではなく例示であり、実施の形態に記述されるすべての特徴やその組み合わせは必ずしも発明の本質的なものであるとは限らない。

[0012] 図１は、本発明の実施の形態に係る磁気センサの磁気検出部を構成するブリッジ回路の概略回路図である。このブリッジ回路は、第１磁気抵抗効果素子１０、第２磁気抵抗効果素子２０、第３磁気抵抗効果素子３０、及び第４磁気抵抗効果素子４０、を備える。第１から第４磁気抵抗効果素子（１０、２０、３０、４０）の固定層磁化方向は同じである。第１磁気抵抗効果素子１０の一端と、第２磁気抵抗効果素子２０の一端は、第１電源電圧Ｖccが供給される第１電源ラインに接続される。第１磁気抵抗効果素子１０の他端は、第４磁気抵抗効果素子４０の一端に接続される。第２磁気抵抗効果素子２０の他端は、第３磁気抵抗効果素子３０の一端に接続される。第３磁気抵抗効果素子３０の他端と、第４磁気抵抗効果素子４０の他端は、第２電源電圧－Ｖccが供給される第２電源ラインに接続される。第１磁気抵抗効果素子１０と第４磁気抵抗効果素子４０の相互接続点に出力される電圧をＶａ、第２磁気抵抗効果素子２０と第３磁気抵抗効果素子３０の相互接続点に出力される電圧をＶｂとする。

[0013] 図２は、実施の形態に係る磁気センサにおける磁気検出部及びその近傍の

概略断面図である。図３は、同概略平面図である。図２及び図３により、直交三軸であるＸＹＺ軸を定義する。また、図２及び図３において、検出対象磁界の磁力線を併せて示している。本実施の形態の磁気センサにおいて、第１から第４磁気抵抗効果素子（１０、２０、３０、４０）は、磁界発生導体７０と共に、積層体５に設けられ、積層体５の表面上には磁性体８０が設けられる。図３に示すように、 第１磁気抵抗効果素子１０と第３磁気抵抗効果素子３０は、Ｘ方向における位置が互いに等しい。同様に、第２磁気抵抗効果素子２０と第４磁気抵抗効果素子４０は、Ｘ方向における位置が互いに等しい。また、第１磁気抵抗効果素子１０と第２磁気抵抗効果素子２０は、Ｙ方向における位置が互いに等しい。同様に、第３磁気抵抗効果素子３０と第４磁気抵抗効果素子４０は、Ｙ方向における位置が互いに等しい。

[0014] 図３において、第１磁気抵抗効果素子１０及び第３磁気抵抗効果素子３０の配置と、第２磁気抵抗効果素子２０及び第４磁気抵抗効果素子４０の配置と、が線対称となるＸ方向の中心線をＡとする。また、第１磁気抵抗効果素子１０及び第２磁気抵抗効果素子２０の配置と、第３磁気抵抗効果素子３０及び第４磁気抵抗効果素子４０の配置と、が線対称となるＹ方向の中心線をＢとする。磁性体８０は、磁性体８０のＸ方向の中心線とＹ方向の中心線がそれぞれＡとＢに合致する位置に配置されることが好ましい。また、磁性体８０は、第１磁気抵抗効果素子１０及び第２磁気抵抗効果素子２０のＹ方向側に延在し、かつ、第３磁気抵抗効果素子３０と第４磁気抵抗効果素子４０の－Ｙ方向側に延在することが好ましい。さらに、磁性体８０は、積層体５側の端面がＺ方向において第１から第４磁気抵抗効果素子（１０、２０、３０、４０）に最も近づいた配置、すなわち積層体５側の端面が積層体５の表面に接触していることが好ましい。このように配置にすることで、検出対象磁界の変化に応じた第１から第４磁気抵抗効果素子（１０、２０、３０、４０）の抵抗変化が、効率良く、さらに均等に発生することになる。また、積層体５内における、磁界発生導体７０を形成する層は、第１から第４磁気抵抗効果素子（１０、２０、３０、４０）が形成される層よりも下層（－Ｚ方

向側の層）であることが好ましい。磁界発生導体７０を第１から第４磁気抵抗効果素子（１０、２０、３０、４０）が形成される層より下層に配置することで、磁性体８０と第１から第４磁気抵抗効果素子（１０、２０、３０、４０）のＺ方向の距離を近づけることができ、これにより検出対象磁界の変化に第１から第４磁気抵抗効果素子（１０、２０、３０、４０）が効率良く応答可能になる。磁性体８０は軟磁性体であってもよい。磁性体８０は、Ｚ方向の検出対象磁界を集磁し、集磁した検出対象磁界を、第１から第４磁気抵抗効果素子（１０、２０、３０、４０）が有する固定層磁化方向と概ね平行になる方向へ変化させる。

[0015] 図４は、実施の形態の磁気センサにおける磁界発生導体７０の配線パターン説明図である。本図では、積層体５内の磁界発生導体７０の配線パターンを実線で示している。磁界発生導体７０は、第１から第４磁気抵抗効果素子（１０、２０、３０、４０）と同じ積層体５内の好ましくは単一の層に形成される。図４の例では、磁界発生導体７０は、１ターンに満たないＵ字状の平面コイルとしているが、スパイラル状に複数ターン周回する平面コイルであってもよい。磁界発生導体７０の両端は、スルーホール等の端子部（ターミナル）７１、７２にそれぞれ電気的に接続される。磁界発生導体７０は、図７で後述のように、各磁気抵抗効果素子において検出対象磁界（第１磁界）を相殺する第２磁界を発生する。

[0016] 図５は、図１に示すブリッジ回路の各磁気抵抗効果素子の位置における検出対象磁界の向き及びそれによる各磁気抵抗効果素子の抵抗値変化を示す模式図である。図５において検出対象磁界は、磁性体８０が存在しなければ全体的に－Ｚ方向と平行な磁界であり、磁性体８０があることにより部分的に曲げられて、第１から第４磁気抵抗効果素子（１０、２０、３０、４０）の位置において図５に示す方向の成分を持つようになっている。第１磁気抵抗効果素子１０においては、検出対象磁界の方向は固定層磁化方向と同一方向となる成分を持つため、フリー層磁化方向が固定層磁化方向と一致し、第１磁気抵抗効果素子１０の抵抗値は、無磁界時の抵抗値Ｒ０から－ΔＲだけ変

化する。一方、第２磁気抵抗効果素子２０においては、検出対象磁界の方向は固定層磁化方向と逆方向となる成分を持つため、フリー層磁化方向が固定層磁化方向と逆になり、第２磁気抵抗効果素子２０の抵抗値は、無磁界時の抵抗値Ｒ０から＋ΔＲだけ変化する。同様に、第３磁気抵抗効果素子３０の抵抗値は無磁界時と比較して－ΔＲだけ変化し、第４磁気抵抗効果素子４０の抵抗値は無磁界時と比較して＋ΔＲだけ変化する。このような第１から第４磁気抵抗効果素子（１０、２０、３０、４０）の抵抗変化により、電圧Ｖａは無磁界時と比較して高くなり、電圧Ｖｂは無磁界時と比較して低くなる。ゆえに、第１から第４磁気抵抗効果素子（１０、２０、３０、４０）のブリッジ回路は、差動出力、すなわち検出対象磁界の変化に応じて互いに逆の変化をする電圧Ｖａと電圧Ｖｂの出力が可能となっている。なお、図６のようにブリッジ回路の配線を変更し、かつ第３磁気抵抗効果素子３０及び第４磁気抵抗効果素子４０の固定層磁化方向を変更しても、同様に差動出力が可能である。

[0017] 図７は、実施の形態に係る磁気センサの概略回路図である。ブリッジ接続された第１から第４磁気抵抗効果素子（１０、２０、３０、４０）は、検出対象の第１磁界が印加される磁気検出部を構成する。第１差動増幅器としての第１演算増幅器５０は、反転入力端子が第１磁気抵抗効果素子１０と第４磁気抵抗効果素子４０の相互接続点に接続され、非反転入力端子が第２磁気抵抗効果素子２０と第３磁気抵抗効果素子３０の相互接続点に接続され、出力端子が磁界発生導体７０の一端に接続される。第１演算増幅器５０は、磁気検出部の出力電圧（電圧Ｖａ，Ｖｂ）が入力され、磁界発生導体７０に負帰還電流を供給する。磁界発生導体７０は、第１演算増幅器５０が出力する負帰還電流が流れることにより、磁気検出部において前記第１磁界を相殺する第２磁界を発生する。換言すれば、第１演算増幅器５０は、磁気検出部において前記第１磁界を相殺する第２磁界を磁界発生導体７０が発生するように、すなわち磁気検出部において磁気平衡状態が成立するように、磁界発生導体７０に負帰還電流を供給する。検出抵抗Ｒｓは、負帰還電流の経路に設け

られる（磁界発生導体７０と直列接続される）。第２差動増幅器としての第２演算増幅器６０は、反転入力端子が検出抵抗Ｒｓの磁界発生導体７０側の一端に接続され、出力端子が検出抵抗Ｒｓの他端に接続され、かつ非反転入力端子が固定電圧端子としてのグランドに接続される。第１演算増幅器５０及び第２演算増幅器６０は、共に両電源駆動であり、第１電源電圧Ｖccが供給される第１電源ラインと、第２電源電圧－Ｖccが供給される第２電源ラインと、にそれぞれ接続される。第２演算増幅器６０の出力端子の電圧が、磁気センサとしての出力電圧Ｖoutとなる。図７に示すように負帰還電流をＩとすると、出力電圧Ｖoutは、Ｖout＝Ｒｓ×Ｉとなる。負帰還電流は、検出対象磁界（第１磁界）の大きさに比例するため、出力電圧Ｖoutも、検出対象磁界に比例することになり、出力電圧Ｖoutにより、検出対象磁界を検出することができる。

[0018] 図８は、比較例に係る磁気センサの概略回路図である。図８に示す回路は、図７に示す回路と比較して、第２演算増幅器６０が無くなり、検出抵抗Ｒｓの他端がグランドに接続され、検出抵抗Ｒｓの一端の電圧が出力電圧Ｖoutとされている点で相違し、その他の点で一致する。図８における出力電圧Ｖoutは、図７における出力電圧Ｖoutと比較して、プラスマイナスが反転する他は計算上一致するが、周波数特性が異なる。

[0019] 図９は、図７及び図８の各出力電圧Ｖoutの周波数特性を比較した簡易グラフである。このグラフは、検出対象磁界の大きさを一定として周波数を変化させた場合の各出力電圧Ｖoutの大きさを表している。図７に示す実施の形態の磁気センサは、負帰還電流を電圧に変換する電流電圧変換回路が検出抵抗Ｒｓに加えて第２演算増幅器６０を含むことにより、検出抵抗Ｒｓのみで電流電圧変換を行う図８の構成と比較して、図９に示すように、より高い周波数の磁界まで検出可能となる。これは、図７に示す回路は、第１演算増幅器５０及び第２演算増幅器６０により負帰還電流を供給する構成のため、第１演算増幅器５０及のみで負帰還電流を供給する図８の回路と比較して第１演算増幅器５０への負担が低減されたことによる。

[0020] 図１０は、図７及び図８の各センサ構成におけるセンサの磁気分解能の周波数特性を比較した簡易グラフである。１／ｆノイズと呼ばれる、エネルギーが周波数の反比例するノイズの存在により、磁気抵抗効果素子の分解能は一般に、検出対象磁界の周波数が高くなるほど良好となる。しかし、図１０に示すように、図８の比較例の構成では、第１演算増幅器５０の周波数特性がネックとなり、ある周波数以上では、周波数が高くなった場合の分解能の向上が鈍化する。これと比較して図７に示す実施の形態の回路では、第２演算増幅器６０を設けたことにより、高周波数領域においても周波数が高くなった場合、第１演算増幅器５０の周波数特性のネックが低減されることで、高周波数領域でより高分解能となるため、より高い周波数の磁界まで検出可能となる。

[0021] 本実施の形態によれば、下記の効果を奏することができる。

[0022] (1) 負帰還電流を電圧に変換する電流電圧変換回路が検出抵抗Ｒｓに加えて第２演算増幅器６０を有するため、出力電圧Ｖoutの周波数特性（例えば100KHz以上の周波数特性）を向上させることができる。これにより、従来は検出できなかった急激な磁界変化を検出可能となる。

[0023] (2) ブリッジ接続された第１から第４磁気抵抗効果素子（１０、２０、３０、４０）を磁気検出部としているため、磁界検出の分解能を高めることができる。

[0024] (3) 負帰還電流により磁気検出部における磁気平衡を保持することにより、第１から第４磁気抵抗効果素子（１０、２０、３０、４０）における環境温度による抵抗変化率の変化を抑え、検出精度を維持することができる。

[0025] (4) 磁界発生導体７０は、第１から第４磁気抵抗効果素子（１０、２０、３０、４０）と同じ積層体５内に形成されるため、別体のソレノイドコイルを用いる場合よりも製品の小型化に有利になるほか、製造時における位置精度のバラつきを抑えることが可能となる。

[0026] 以上、実施の形態を例に本発明を説明したが、実施の形態の各構成要素や各処理プロセスには請求項に記載の範囲で種々の変形が可能であることは当

業者に理解されるところである。以下、変形例について触れる。

[0027] 実施の形態では磁気検出素子が磁気抵抗効果素子である場合を説明したが、磁気検出素子は、ホール素子等の他の種類のものであってもよい。また、磁気検出素子の個数は、実施の形態で例示した４つに限定されず、１つ以上の任意の個数でよい。実施の形態では４つの磁気抵抗効果素子がフルブリッジ接続された磁気検出部を例に説明したが、磁気検出部は、２つの磁気抵抗効果素子がハーフブリッジ接続されたものであってもよいし、１つの磁気抵抗効果素子と１つの固定抵抗とがハーフブリッジ接続されたものであってもよい。磁気検出素子及び磁界発生導体は、共通の積層体に構成される場合に限定されず、互いに別々に設けられてもよい。磁気検出部、第１演算増幅器５０、及び第２演算増幅器６０は、両電源駆動に限定されず、片電源駆動であってもよい。

[0028] 第１から第４磁気抵抗効果素子（１０、２０、３０、４０）の検出精度をさらに向上させるために、磁性体８０と第１から第４磁気抵抗効果素子（１０、２０、３０、４０）の間にヨークを形成してもよい。前記ヨークを形成することにより、第１から第４磁気抵抗効果素子（１０、２０、３０、４０）に、より多くの磁界を効率よく導くことが出来るため、微小な磁界を精度よく検出することが可能となる。また、前記ヨークは薄膜プロセスで形成することで、寸法、位置ともに精度よく配置できるだけでなく、同一の積層行程で形成できるため外部に付属させた部品より低コストとなり、製品の小型化や製造コストの削減が可能になる。

符号の説明

[0029] ５ 積層体、１０ 第１磁気抵抗効果素子、２０ 第２磁気抵抗効果素子、３０ 第３磁気抵抗効果素子、４０ 第４磁気抵抗効果素子、５０ 第１演算増幅器（第１差動増幅器）、６０ 第２演算増幅器（第２差動増幅器）、７０ 磁界発生導体、８０ 磁性体

請求の範囲

[請求項1] 検出対象の第１磁界が印加される少なくとも１つの磁気検出素子を含む磁気検出部と、

前記磁気検出部の出力電圧が入力される第１差動増幅器と、

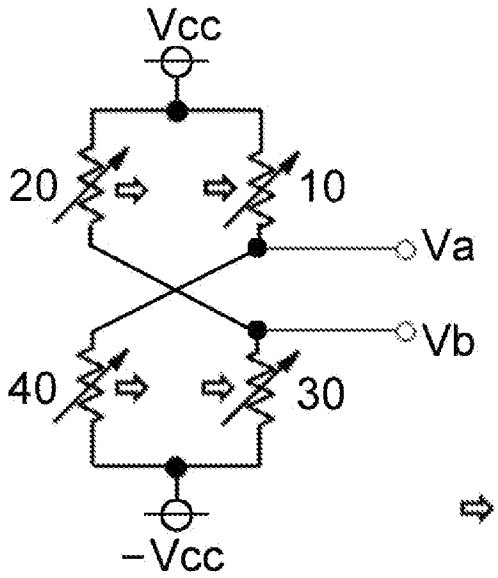
前記第１差動増幅器が出力する負帰還電流が流れることにより、前記磁気検出部において前記第１磁界を相殺する第２磁界を発生する磁界発生導体と、

前記負帰還電流が流れる検出抵抗と、

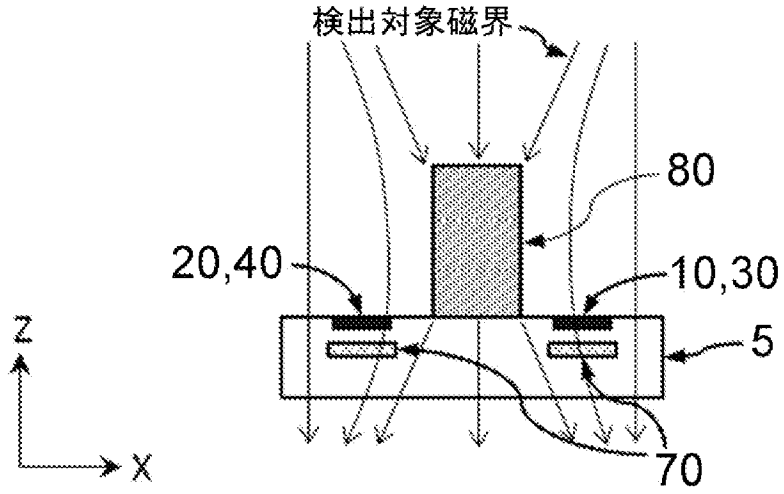
反転入力端子が前記検出抵抗の前記磁界発生導体側の一端に接続され、出力端子が前記検出抵抗の他端に接続され、かつ非反転入力端子が固定電圧端子に接続された、第２差動増幅器と、を備える、磁気センサ。

[請求項2] 前記磁気検出部は、ブリッジ接続された複数の磁気抵抗効果素子を含む、請求項１に記載の磁気センサ。

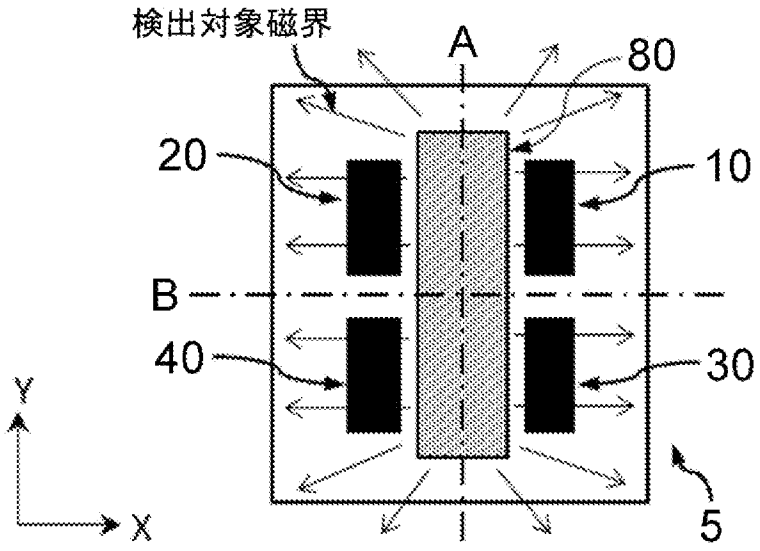
[図1]


Vcc
20
10
Va
Vb
40
30
−Vcc
⇨ 固定層磁化方向

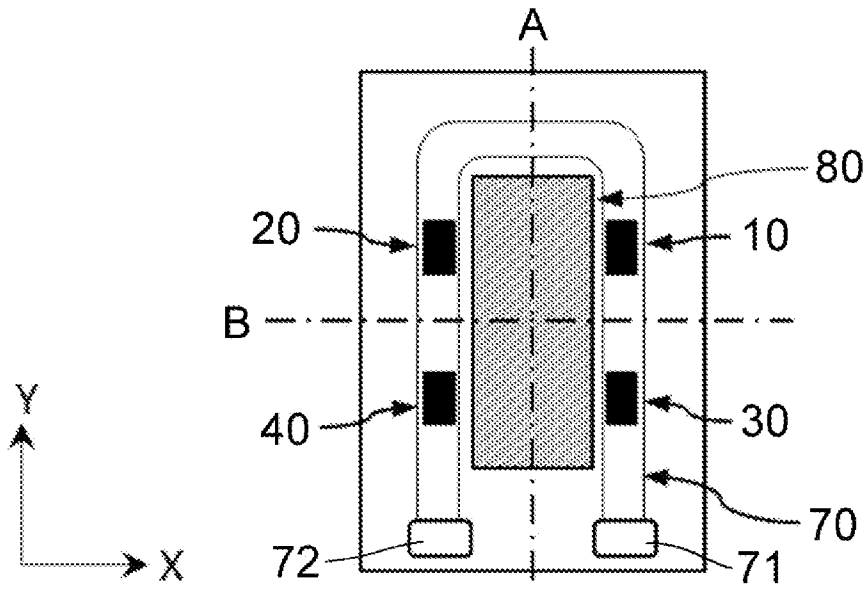
[図2]


検出対象磁界
80
20,40
10,30
5
70
Z
X

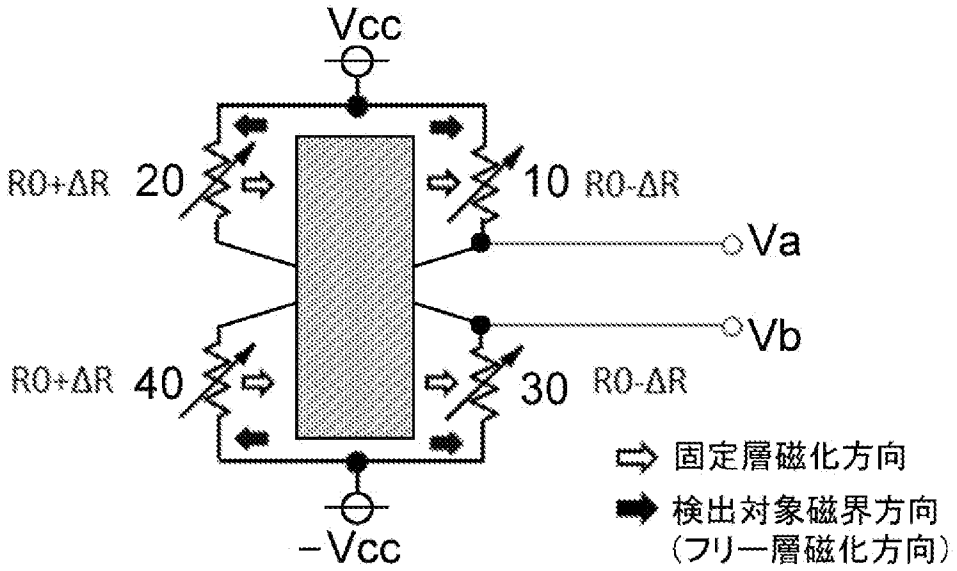
[図3]


検出対象磁界
A
80
20
10
B
40
30
5
Y
X

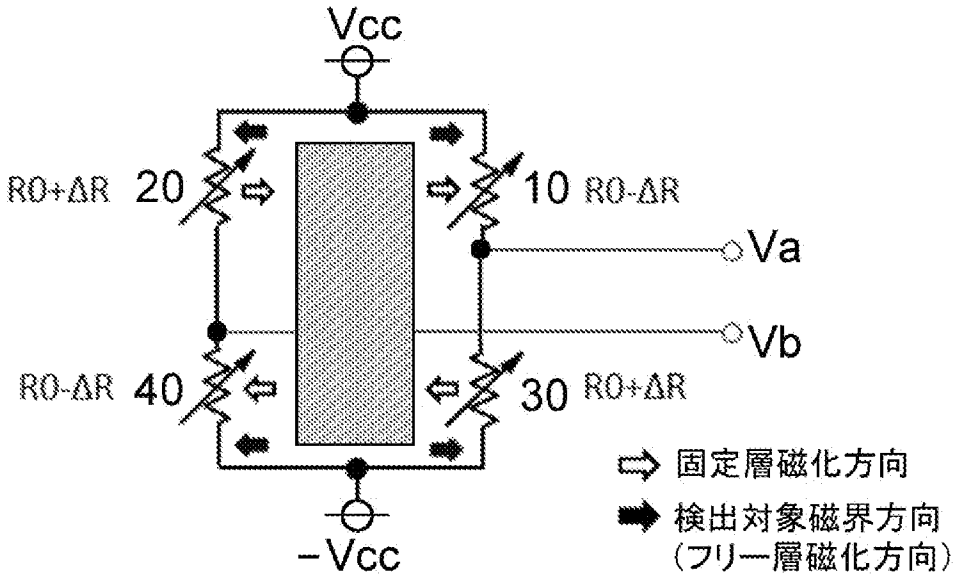
[図4]


A
80
20
10
B
40
30
Y
X
70
72
71

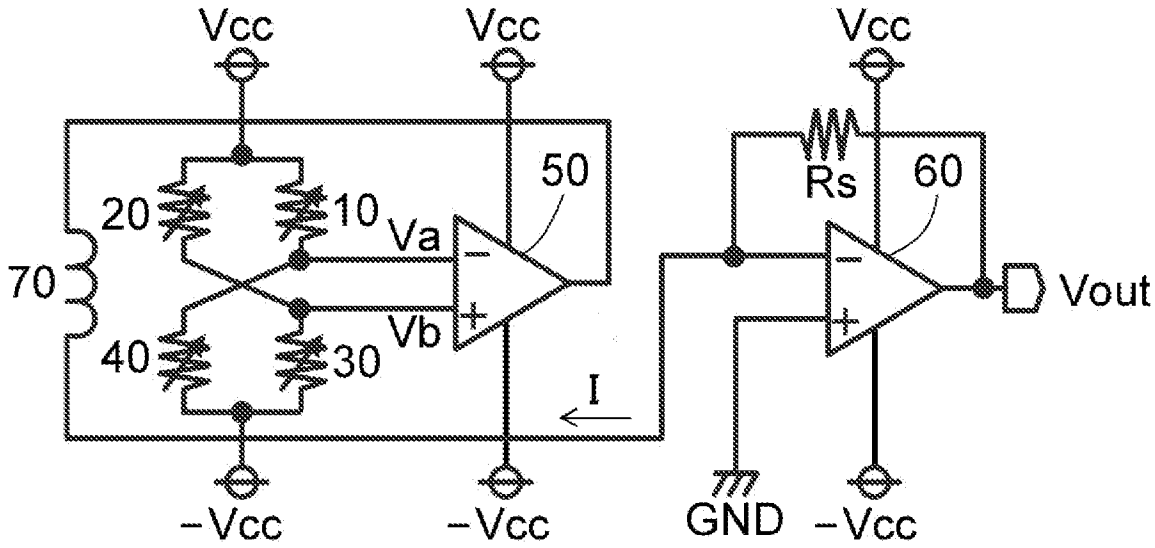
[図5]


Vcc
RO+ΔR
20
10
RO-ΔR
Va
Vb
RO+ΔR
40
30
RO-ΔR
固定層磁化方向
検出対象磁界方向
(フリー層磁化方向)
-Vcc

[図6]

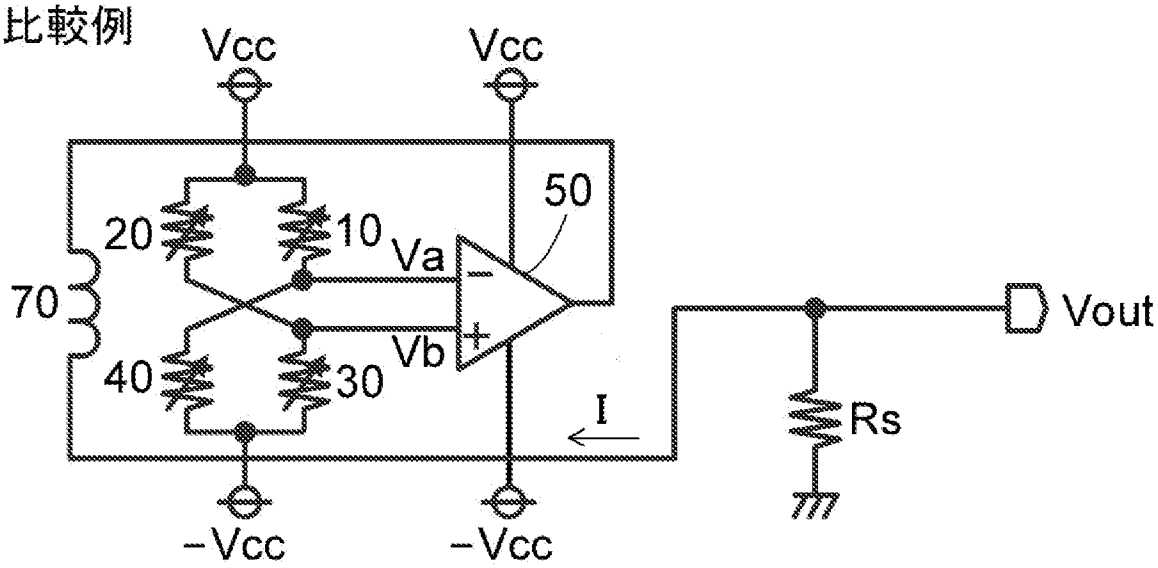

Vcc
RO+ΔR
20
10
RO-ΔR
Va
Vb
RO-ΔR
40
30
RO+ΔR
固定層磁化方向
検出対象磁界方向
(フリー層磁化方向)
-Vcc

[図7]

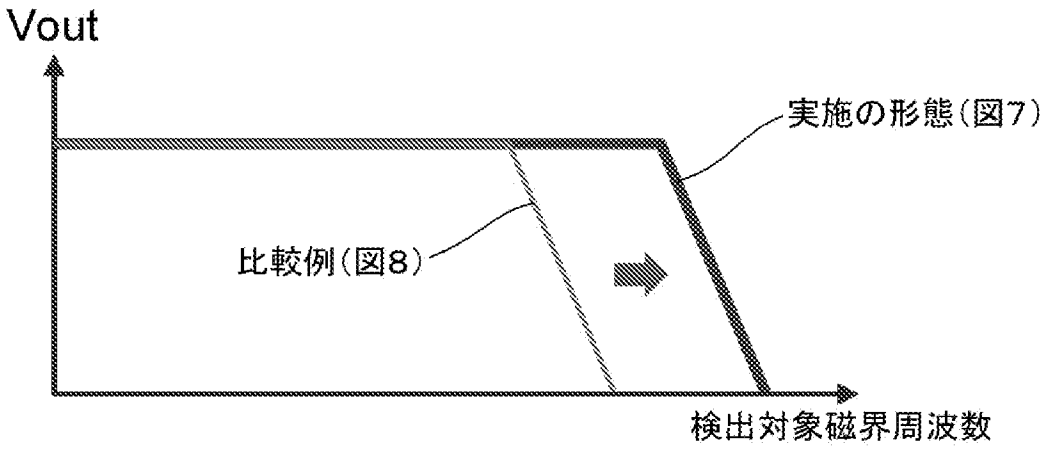

Vcc
Vcc
Vcc
20
10
Va
50
Rs
60
70
Vb
Vout
40
30
I
−Vcc
−Vcc
GND
−Vcc

[図8]

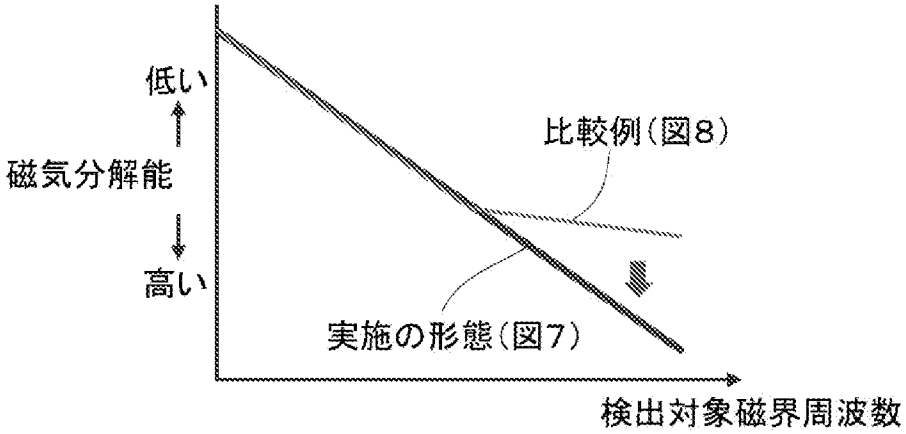
比較例


Vcc
Vcc
20
10
Va
50
70
Vout
Vb
40
30
I
Rs
−Vcc
−Vcc

[図9]


Vout
実施の形態（図7）
比較例（図8）
検出対象磁界周波数

[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/007876

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G01R33/09(2006.01)i, G01R15/20(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)
Int.Cl. G01R33/09, G01R15/20, H01L43/08

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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	WO 2014/006914 A1 (ALPS GREEN DEVICES CO., LTD.) 09 January 2014, paragraphs [0023]-[0029], [0042]-[0050], fig. 2-3, 9 & US 2015/0069997 A1, paragraphs [0034]-[0040], [0053]-[0061], fig. 2-3, 9 & EP 2871486 A1	1-2
A	JP 2010-085228 A (TDK CORPORATION) 15 April 2010, entire text, all drawings (Family: none)	1-2
A	JP 2013-238580 A (TDK CORPORATION) 28 November 2013, entire text, all drawings & US 2013/0169267 A1 & EP 2610627 A1 & CN 103185828 A	1-2

☐ 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	Date of mailing of the international search report
29 March 2018 (29.03.2018)	10 April 2018 (10.04.2018)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／００７８７６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01R33/09(2006.01)i, G01R15/20(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01R33/09, G01R15/20, 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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８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
X	WO 2014/006914 A1（アルプス・グリーンデバイス株式会社） 2014.01.09, 段落００２３－００２９、００４２－００５０、図２-図３、図９ & US 2015/0069997 A1、、段落 0034－0040、0053－0061、FIG.2－FIG.3、FIG.9 & EP 2871486 A1	1-2
A	JP 2010-085228 A（ＴＤＫ株式会社）2010.04.15 全文、全図（ファミリーなし）	1-2

☑　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	国際調査報告の発送日
２９．０３．２０１８	１０．０４．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｓ　４４５４
續山　浩二
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２１６

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
A	JP 2013-238580 A（ＴＤＫ株式会社）2013.11.28 全文、全図 & US 2013/0169267 A1 & EP 2610627 A1 & CN 103185828 A	1-2