

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4904358号
(P4904358)

(45) 発行日 平成24年3月28日(2012.3.28)

(24) 登録日 平成24年1月13日(2012.1.13)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 R 33/09 (2006.01)	GO 1 R 33/06 R
HO 1 L 43/08 (2006.01)	HO 1 L 43/08 A
	HO 1 L 43/08 Z

請求項の数 6 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2008-531963 (P2008-531963)	(73) 特許権者	000010098
(86) (22) 出願日	平成19年2月7日(2007.2.7)		アルプス電気株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2007/052104		東京都大田区雪谷大塚町1番7号
(87) 国際公開番号	W02008/026329	(74) 代理人	100085453
(87) 国際公開日	平成20年3月6日(2008.3.6)		弁理士 野▲崎▼ 照夫
審査請求日	平成21年2月18日(2009.2.18)	(74) 代理人	100121049
(31) 優先権主張番号	特願2006-236492 (P2006-236492)		弁理士 三輪 正義
(32) 優先日	平成18年8月31日(2006.8.31)	(72) 発明者	菊入 勝也
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		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
		(72) 発明者	佐藤 清
			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
		審査官	堀 圭史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1直列回路と、第2直列回路と、第3直列回路を有し、

前記第1直列回路を構成する複数の抵抗素子には、少なくともいずれか一つに、(+H)方向の外部磁界に対し電気抵抗が変化し、前記(+H)方向とは逆方向の(-H)方向の外部磁界に対し電気抵抗が変化しない磁気抵抗効果を利用した第1磁気抵抗効果素子が含まれ、

前記第2直列回路を構成する複数の抵抗素子には、少なくともいずれか一つに、前記(-H)方向の外部磁界に対し電気抵抗が変化し、前記(+H)方向の外部磁界に対して電気抵抗が変化しない磁気抵抗効果を利用した第2磁気抵抗効果素子が含まれ、

前記第3直列回路を構成する複数の抵抗素子は、前記第1直列回路を構成する抵抗素子、及び前記第2直列回路を構成する抵抗素子の夫々とブリッジ接続される共通の抵抗素子であり、

前記第1直列回路の第1出力取り出し部と前記第2直列回路の第2出力取り出し部は一方ずつ、第1接続切換部を介して共通の差動出力部に前記第3直列回路の第3出力取り出し部と共に接続可能とされており、

前記第1接続切換部にて、前記第1出力取り出し部と前記差動出力部が接続されたとき、前記第1直列回路と前記第3直列回路とが並列接続してなる、前記(+H)方向の外部磁界検出用の第1ブリッジ回路が前記差動出力部に接続された状態に切り換わり、前記第1接続切換部にて、前記第2出力取り出し部と前記差動出力部が接続されたとき、前記第

10

20

2直列回路と前記第3直列回路とが並列接続してなる、前記(-H)方向の外部磁界検出用の第2ブリッジ回路が前記差動出力部に接続された状態に切り換わることを特徴とする双極対応型磁気検出装置。

【請求項2】

前記第1直列回路は、第1抵抗素子と、第2抵抗素子とが前記第1の出力取り出し部を介して直列接続され、前記第1抵抗素子が前記第1磁気抵抗効果素子で形成され、

前記第2直列回路は、第3抵抗素子と、第4抵抗素子とが前記第2の出力取り出し部を介して、直列接続されてなり、前記第3抵抗素子が前記第2磁気抵抗効果素子で形成され、

前記第3直列回路は、第5抵抗素子と第6抵抗素子とが前記第3の出力取り出し部を介して、直列接続され、

前記第1抵抗素子と、前記第6抵抗素子とが並列接続されるとともに、前記第2抵抗素子と前記第5抵抗素子とが並列接続されて、前記第1ブリッジ回路が構成され、

前記第3抵抗素子と、前記第5抵抗素子とが並列接続されるとともに、前記第4抵抗素子と前記第6抵抗素子とが並列接続されて、前記第2ブリッジ回路が構成されている請求項1記載の双極対応型磁気検出装置。

【請求項3】

第1外部出力端子と、第2外部出力端子と、前記差動出力部と前記第1外部出力端子間の接続、及び前記差動出力部と前記第2外部出力端子間の接続を切り換える第2接続切換部と、を備え、

前記第1接続切換部により前記第1出力取り出し部と前記差動出力部間が接続されたとき、前記第2接続切換部により前記差動出力部と前記第1外部出力端子間が接続され、前記第1接続切換部により前記第2出力取り出し部と前記差動出力部間が接続されたとき、前記第2接続切換部により前記差動出力部と前記第2外部出力端子間が接続され、

(+H)方向の外部磁界が作用したとき、前記第1磁気抵抗効果素子の電気抵抗値の変化に基づいて、前記第1外部出力端子から(+H)の検出信号が出力され、(-H)方向の外部磁界が作用したとき、前記第2磁気抵抗効果素子の電気抵抗値の変化に基づいて、前記第2外部出力端子から(-H)の検出信号が出力される請求項1又は2に記載の双極対応型磁気検出装置。

【請求項4】

入力端子及びアース端子の少なくともどちらか一方の端子と前記第1直列回路間の接続、及び前記一方の端子と前記第2直列回路間の接続とを切り換える第3接続切換部を備え、

前記第1接続切換部により前記第1出力取り出し部と前記差動出力部間が接続されたとき、前記第3接続切換部により前記第1直列回路と前記一方の端子間が接続され、前記第1接続切換部により前記第2出力取り出し部と前記差動出力部間が接続されたとき、前記第3接続切換部により前記第2直列回路と前記一方の端子間が接続される請求項1ないし3のいずれかに記載の双極対応型磁気検出装置。

【請求項5】

前記第1磁気抵抗効果素子の固定磁性層とフリー磁性層間に作用する第1の層間結合磁界 H_{in1} は、R-H曲線上で(+H)の外部磁界方向にシフトしており、前記第2磁気抵抗効果素子の固定磁性層とフリー磁性層間に作用する第2の層間結合磁界 H_{in2} は、R-H曲線上で(-H)の外部磁界方向にシフトしている請求項1ないし4のいずれかに記載の双極対応型磁気検出装置。

【請求項6】

前記第1磁気抵抗効果素子及び第2磁気抵抗効果素子の固定磁性層は共に同じ方向であって(+H)方向あるいは(-H)方向のどちらかの方向に磁化固定されており、前記第1磁気抵抗効果素子のフリー磁性層の磁化方向は、無磁場状態にて、(-H)方向を向いており、前記第2磁気抵抗効果素子のフリー磁性層の磁化方向は、無磁場状態にて、(+H)方向を向いている請求項5記載の双極対応型磁気検出装置。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁気抵抗効果素子を備えた磁気検出装置に係り、特に、双極検出対応の磁気検出装置として従来に比べて素子数を減らすことが出来るとともに、回路構成を簡単に出来る磁気検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

図17は従来の磁気検出装置の回路構成図である。磁気検出装置はセンサ部Sと集積回路(IC)1とから構成されている。図17に示す磁気検出装置は双極検出対応型センサである。前記センサ部Sは、正方向の外部磁界に対して抵抗値が変化するGMR素子等の第1磁気抵抗効果素子2を備えた第1ブリッジ回路BC1と、負方向の外部磁界に対して抵抗値が変化するGMR素子等の第2磁気抵抗効果素子3を備えた第2ブリッジ回路BC2とを有する。「正方向の外部磁界」とは任意の一方の外部磁界を指すが、図20の形態では、第1磁気抵抗効果素子2の抵抗値は変動するが、第2磁気抵抗効果素子3の抵抗値は変動しない(すなわち固定抵抗として作用する)方向の外部磁界を指し、「負方向の外部磁界」とは前記正方向の外部磁界の反対方向の外部磁界であり、図20の形態では、第2磁気抵抗効果素子3の抵抗値は変動するが、第1磁気抵抗効果素子2の抵抗値は変動しない(すなわち固定抵抗として作用する)方向の外部磁界を指す。

【0003】

図17に示すように、各第1磁気抵抗効果素子2は、夫々、固定抵抗素子4と直列回路を構成し、各直列回路は並列接続されて第1ブリッジ回路BC1が構成される。前記第1ブリッジ回路BC1を構成する2本の直列回路の各出力取り出し部は、第1の差動増幅器6に接続されている。また図17に示すように、各第2磁気抵抗効果素子3は、夫々、固定抵抗素子5と直列回路を構成し、各直列回路は並列接続されて第2ブリッジ回路BC2が構成される。前記第2ブリッジ回路BC2を構成する2本の直列回路の各出力取り出し部は、第2の差動増幅器7に接続されている。

【0004】

前記集積回路1内には、差動増幅器6,7のほかに、シュミットトリガー型のコンパレータ12,13、ラッチ回路8,9等が設けられており、外部磁界検出信号は外部出力端子10,11から取り出される。

【0005】

図17に示す磁気検出装置では、正方向の外部磁界が作用すると、第1ブリッジ回路BC1を構成する第1磁気抵抗効果素子2の抵抗値が変動することで、出力が前記第1の差動増幅器6で差動増幅され、それに基づき検出信号が生成されて、前記検出信号が第1外部出力端子10から出力される。一方、磁気検出装置に、負方向の外部磁界が作用すると、第2ブリッジ回路BC2を構成する第2磁気抵抗効果素子3の抵抗値が変動することで、出力が前記第2の差動増幅器7で差動増幅され、それに基づき検出信号が生成されて、前記検出信号が第2外部出力端子11から出力される。

【0006】

以上のように図17に示す磁気検出装置は、正方向及び負方向のどちらの方向の外部磁界も検知可能な双極検出対応型センサとなっている。

【特許文献1】特開2004-77374号公報

【特許文献2】特開2004-180286号公報

【特許文献3】特開2005-214900号公報

【特許文献4】特開2003-14833号公報

【特許文献5】特開2003-14834号公報

【特許文献6】特開2003-121268号公報

【特許文献7】特開2004-304052号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】**【0007】**

しかしながら図17に示す従来の磁気検出装置では、センサ部Sを構成する素子数が多く必要であった。すなわち双極検出対応型センサとしたことで、ブリッジ回路BC1, BC2が2つ必要となり、素子数が合計で8個必要となった。

【0008】

また、ブリッジ回路BC1, BC2が2つ設けられたことで、夫々のブリッジ回路BC1, BC2に対して差動増幅器6, 7、コンパレータ12, 13、信号ライン等が必要となり回路構成が複雑化し、また集積回路1の小型化にも支障を来すとといった問題があった。

10

【0009】

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、素子数を減らすことが出来るとともに、回路構成を簡単に出来る双極検出対応型の磁気検出装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】**【0010】**

本発明における磁気検出装置は、

第1直列回路と、第2直列回路と、第3直列回路を有し、

前記第1直列回路を構成する複数の抵抗素子には、少なくともいずれか一つに、ある一方の外部磁界に対し電気抵抗が変化する磁気抵抗効果素子が含まれ、

20

前記第2直列回路を構成する複数の抵抗素子には、少なくともいずれか一つに、前記一方とは逆方向の外部磁界に対し電気抵抗が変化する第2磁気抵抗効果素子が含まれ、

前記第3直列回路を構成する複数の抵抗素子は、前記第1直列回路を構成する抵抗素子、及び前記第2直列回路を構成する抵抗素子の夫々とブリッジ接続される共通の抵抗素子であり、

前記第1直列回路の第1出力取り出し部と前記第2直列回路の第2出力取り出し部は一方ずつ、第1接続切換部を介して共通の差動出力部に前記第3直列回路の第3出力取り出し部と共に接続可能とされており、

30

前記第1接続切換部にて、前記第1出力取り出し部と前記差動出力部が接続されたとき、前記第1直列回路と前記第3直列回路とが並列接続してなる、前記一方の外部磁界検出用の第1ブリッジ回路が前記差動出力部に接続された状態に切り換わり、前記第1接続切換部にて、前記第2出力取り出し部と前記差動出力部が接続されたとき、前記第2直列回路と前記第3直列回路とが並列接続してなる、前記逆方向の外部磁界検出用の第2ブリッジ回路が前記差動出力部に接続された状態に切り換わることを特徴とするものである。

【0011】

本発明では、上記構成により双極検出対応型の磁気検出装置において、従来よりも素子数を減らすことが出来るとともに、回路構成を簡単に出来る。すなわち本発明では、第3直列回路を第1ブリッジ回路及び第2ブリッジ回路の共通配線としたことで、従来に比べて、2つのブリッジ形成に必要な素子数を減らすことができる。しかも、本発明では、第1接続切換部を設けて、第1出力取り出し部及び第2出力取り出し部の差動出力部への接続を切り換えることで、第1ブリッジ回路が差動出力部に接続された状態と、第2ブリッジ回路が差動出力部に接続された状態との2状態を簡単な回路構成で得ることが出来る。

40

【0012】

また本発明では、前記第1直列回路は、第1抵抗素子と、第2抵抗素子とが前記第1の出力取り出し部を介して直列接続され、前記第1抵抗素子が前記第1磁気抵抗効果素子で形成され、

前記第2直列回路は、第3抵抗素子と、第4抵抗素子とが前記第2の出力取り出し部を介して、直列接続されてなり、前記第3抵抗素子が前記第2磁気抵抗効果素子で形成され

50

前記第3直列回路は、第5抵抗素子と第6抵抗素子とが前記第3の出力取り出し部を介して、直列接続され、

前記第1抵抗素子と、前記第6抵抗素子とが並列接続されるとともに、前記第2抵抗素子と前記第5抵抗素子とが並列接続されて、前記第1ブリッジ回路が構成され、

前記第3抵抗素子と、前記第5抵抗素子とが並列接続されるとともに、前記第4抵抗素子と前記第6抵抗素子とが並列接続されて、前記第2ブリッジ回路が構成されていることが好ましい。

【0013】

また本発明では、第1外部出力端子と、第2外部出力端子と、前記差動出力部と前記第1外部出力端子間の接続、及び前記差動出力部と前記第2外部出力端子間の接続を切り換える第2接続切換部と、を備え、

前記第1接続切換部により前記第1出力取り出し部と前記差動出力部間が接続されたとき、前記第2接続切換部により前記差動出力部と前記第1外部出力端子間が接続され、前記第1接続切換部により前記第2出力取り出し部と前記差動出力部間が接続されたとき、前記第2接続切換部により前記差動出力部と前記第2外部出力端子間が接続されることが好ましい。

【0014】

本発明では、簡単な回路構成で、外部磁界方向の検知も可能な2出力の双極検出対応型センサにできる。

【0015】

また本発明では、入力端子及びアース端子の少なくともどちらか一方の端子と前記第1直列回路間の接続、及び前記一方の端子と前記第2直列回路間の接続とを切り換える第3接続切換部を備え、

前記第1接続切換部により前記第1出力取り出し部と前記差動出力部間が接続されたとき、前記第3接続切換部により前記第1直列回路と前記一方の端子間が接続され、前記第1接続切換部により前記第2出力取り出し部と前記差動出力部間が接続されたとき、前記第3接続切換部により前記第2直列回路と前記一方の端子間が接続されることが好ましい。これにより、第1直列回路及び第2直列回路のうち差動出力部に接続されていない側の直列回路に電流が流れず、消費電流の低減を図ることが出来、また検出感度を向上させることが出来る。

【発明の効果】

【0016】

本発明では、双極検出対応型の磁気検出装置において、従来よりも素子数を減らすことが出来るとともに、回路構成を簡単に出来る。さらに消費電流を低減できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

図1、図2は本実施形態の磁気検出装置20の回路構成図、図3は第1磁気抵抗効果素子のヒステリシス特性を説明するためのグラフ(R-H曲線)、図4は第2磁気抵抗効果素子のヒステリシス特性を説明するためのグラフ(R-H曲線)、図5は本実施形態の磁気検出装置20のセンサ部の抵抗素子形状を示す磁気検出装置20の部分拡大斜視図、図6は図5に示すA-A線から厚さ方向に前記磁気検出装置を切断し矢印方向から見た前記磁気検出装置の部分断面図、図7は、第1磁気抵抗効果素子及び第2磁気抵抗効果素子の層構造を示す部分断面図、図8は、主に固定抵抗素子の層構造を説明するための部分断面図、図9～図16は、本実施形態の磁気検出装置の用途を説明するための一例であり、前記磁気検出装置を内蔵した折畳み式携帯電話の部分模式図や部分平面図、である。

【0018】

図1に示す本実施形態の磁気検出装置20は、センサ部21と集積回路(IC)22とを有して構成される。

【0019】

10

20

30

40

50

前記センサ部 2 1 には、第 1 抵抗素子（第 1 磁気抵抗効果素子）2 3 と第 2 抵抗素子（本実施形態では固定抵抗素子）2 4 とが第 1 出力取り出し部（接続部）2 5 を介して直列接続された第 1 直列回路 2 6、第 3 抵抗素子（第 2 磁気抵抗効果素子）2 7 と第 4 抵抗素子（本実施形態では固定抵抗素子）2 8 とが第 2 出力取り出し部（接続部）2 9 を介して直列接続された第 2 直列回路 3 0、及び、第 5 抵抗素子（本実施形態では固定抵抗素子）3 1 と第 6 抵抗素子（本実施形態では固定抵抗素子）3 2 が第 3 出力取り出し部 3 3 を介して直列接続された第 3 直列回路 3 4 が設けられる。

【 0 0 2 0 】

なお上記のように「抵抗素子」の表記は、第 1 ～ 第 6 までの通し番号とした。なお以下では、各抵抗素子を、主に「磁気抵抗効果素子」及び「固定抵抗素子」として表記し、「磁気抵抗効果素子」及び「固定抵抗素子」と区別する必要のない説明箇所については「抵抗素子」の表記を使用することとした。

【 0 0 2 1 】

前記第 3 直列回路 3 4 は、共通回路として前記第 1 直列回路 2 6 及び前記第 2 直列回路 3 0 と夫々ブリッジ回路を構成している。以下では前記第 1 直列回路 2 6 と前記第 3 直列回路 3 4 とが並列接続されてなるブリッジ回路を第 1 ブリッジ回路 B C 3 と、前記第 2 直列回路 3 0 と前記第 3 直列回路 3 4 とが並列接続されてなるブリッジ回路を第 2 ブリッジ回路 B C 4 と称する。

【 0 0 2 2 】

図 1 に示すように、前記第 1 ブリッジ回路 B C 3 では、第 1 抵抗素子 2 3 と、前記第 6 抵抗素子 3 2 とが並列接続されるとともに、前記第 2 抵抗素子 2 4 と前記第 5 抵抗素子 3 1 とが並列接続されている。また前記第 2 ブリッジ回路 B C 4 では、前記第 3 抵抗素子 2 7 と、前記第 5 抵抗素子 3 1 とが並列接続されるとともに、前記第 4 抵抗素子 2 8 と前記第 6 抵抗素子 3 2 とが並列接続されている。

【 0 0 2 3 】

図 1 に示すように前記集積回路 2 2 には入力端子（電源）3 9、アース端子 4 2 及び 2 つの外部出力端子 4 0、4 1 が設けられている。前記入力端子 3 9、アース端子 4 2 及び外部出力端子 4 0、4 1 は夫々図示しない機器側の端子部とワイヤボンディングやダイボンディング等で電気的に接続されている。

【 0 0 2 4 】

前記入力端子 3 9 に接続された信号ライン 5 0 及び前記アース端子 4 2 に接続された信号ライン 5 1 は、前記第 1 直列回路 2 6、第 2 直列回路 3 0 及び第 3 直列回路 3 4 の両側端部に設けられた電極の夫々に接続されている。

【 0 0 2 5 】

図 1 に示すように集積回路 2 2 内には、1 つの差動増幅器（差動出力部）3 5 が設けられ、前記差動増幅器 3 5 の + 入力部、- 入力部のどちらかに、前記第 3 直列回路 3 4 の第 3 出力取り出し部 3 3 が接続されている。なお、前記第 3 出力取り出し部 3 3 と前記差動増幅器 3 5 の接続は、次に説明する、前記第 1 直列回路 2 6 の第 1 出力取り出し部 2 5 及び第 2 直列回路 3 0 の第 2 出力取り出し部 2 9 と差動増幅器 3 5 間の接続状態と異なって固定されている（非接続状態にはならない）。

【 0 0 2 6 】

前記第 1 直列回路 2 6 の第 1 出力取り出し部 2 5 及び第 2 直列回路 3 0 の第 2 出力取り出し部 2 9 は夫々第 1 スイッチ回路（第 1 接続切換部）3 6 の入力部に接続され、前記第 1 スイッチ回路 3 6 の出力部は前記差動増幅器 3 5 の - 入力部、+ 入力部のどちらか（前記第 3 出力取り出し部 3 3 が接続されていない側の入力部）に接続されている。

【 0 0 2 7 】

図 1 に示すように、前記差動増幅器 3 5 の出力部はシュミットトリガー型のコンパレータ 3 8 に接続され、さらに前記コンパレータ 3 8 の出力部は第 2 のスイッチ回路（第 2 接続切換部）4 3 の入力部に接続され、さらに前記第 2 スイッチ回路 4 3 の出力部側は 2 つのラッチ回路 4 6、4 7 及び F E T 回路 5 4、5 5 を経て第 1 外部出力端子 4 0 及び第 2

10

20

30

40

50

外部出力端子 4 1 に夫々接続される。

【 0 0 2 8 】

さらに図 1 に示すように、前記集積回路 2 2 内には第 3 のスイッチ回路 4 8 が設けられている。前記第 3 のスイッチ回路 4 8 の出力部は、前記アース端子 4 2 に接続された信号ライン 5 1 に接続され、前記第 3 のスイッチ回路 4 8 の入力部には、第 1 直列回路 2 6 及び第 2 直列回路 3 0 の一端部が接続されている。

【 0 0 2 9 】

さらに図 1 に示すように、前記集積回路 2 2 内には、インターバルスイッチ回路 5 2 及びクロック回路 5 3 が設けられている。前記インターバルスイッチ回路 5 2 のスイッチがオフされると集積回路 2 2 内への通電が停止するようになっている。前記インターバルスイッチ回路 5 2 のスイッチのオン・オフは、前記クロック回路 5 3 からのクロック信号に連動しており、前記インターバルスイッチ回路 5 2 は通電状態を間欠的に行う節電機能を有している。

【 0 0 3 0 】

前記クロック回路 5 3 からのクロック信号は、第 1 スイッチ回路 3 6、第 2 スイッチ回路 4 3、及び第 3 スイッチ回路 4 8 にも出力される。前記第 1 スイッチ回路 3 6、第 2 スイッチ回路 4 3、及び第 3 スイッチ回路 4 8 では前記クロック信号を受けると、そのクロック信号を分割し、非常に短い周期でスイッチ動作を行うように制御されている。例えば 1 パルスのクロック信号が数十 m s e c であるとき、数十 μ m s e c 毎にスイッチ動作を行う。

【 0 0 3 1 】

前記第 1 磁気抵抗効果素子 2 3 は正方向の外部磁界 (+ H) の強度変化に基づいて磁気抵抗効果を発揮する磁気抵抗効果素子であり、一方、前記第 2 磁気抵抗効果素子 2 7 は、前記正方向と反対方向である負方向の外部磁界 (- H) の磁界強度変化に基づいて磁気抵抗効果を発揮する磁気抵抗効果素子である。

【 0 0 3 2 】

ここで、正方向の外部磁界 (+ H) はある一方向を示し、本実施形態では、図示 X 1 方向に向く方向である。この方向の外部磁界が作用すると、図 3、図 4 で説明するように、第 1 磁気抵抗効果素子 2 3 の抵抗値は変動するが、第 2 磁気抵抗効果素子 2 7 の抵抗値は変動しない (すなわち固定抵抗として作用する)。

【 0 0 3 3 】

一方、負方向の外部磁界 (- H) は、前記正方向とは逆方向の外部磁界であり、図示 X 2 方向に向く方向である。この方向の外部磁界が作用すると、図 3、図 4 で説明するように、第 2 磁気抵抗効果素子 2 7 の抵抗値は変動するが、第 1 磁気抵抗効果素子 2 3 の抵抗値は変動しない (すなわち固定抵抗として作用する)。

【 0 0 3 4 】

前記第 1 磁気抵抗効果素子 2 3 及び第 2 磁気抵抗効果素子 2 7 の層構造及びヒステリシス特性について以下で詳しく説明する。

【 0 0 3 5 】

図 7 に示すように、前記第 1 の磁気抵抗効果素子 2 3 及び第 2 の磁気抵抗効果素子 2 7 は共に、下から下地層 6 0、シード層 6 1、反強磁性層 6 2、固定磁性層 6 3、非磁性中間層 6 4、フリー磁性層 6 5、6 7 (第 2 磁気抵抗効果素子 2 7 のフリー磁性層を符号 3 7 とした)、及び保護層 6 6 の順で積層されている。前記下地層 6 0 は、例えば、Ta, Hf, Nb, Zr, Ti, Mo, W のうち 1 種または 2 種以上の元素などの非磁性材料で形成される。前記シード層 6 1 は、NiFeCr あるいは Cr 等で形成される。前記反強磁性層 6 2 は、元素 (ただし は、Pt, Pd, Ir, Rh, Ru, Os のうち 1 種または 2 種以上の元素である) と Mn とを含有する反強磁性材料、又は、元素 と元素 (ただし元素 は、Ne, Ar, Kr, Xe, Be, B, C, N, Mg, Al, Si, P, Ti, V, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, Zr, Nb, Mo, Ag, Cd, Sn, Hf, Ta, W, Re, Au, Pb、及び希土類元素のうち 1 種また

10

20

30

40

50

は2種以上の元素である)とMnとを含有する反強磁性材料で形成される。例えば前記反強磁性層62は、IrMnやPtMnで形成される。前記固定磁性層63及びフリー磁性層65, 67はCoFe合金、NiFe合金、CoFeNi合金等の磁性材料で形成される。また前記非磁性中間層64はCu等で形成される。また前記保護層66はTa等で形成される。前記固定磁性層63やフリー磁性層65, 67は積層フェリ構造(磁性層/非磁性層/磁性層の積層構造であり、非磁性層を挟んだ2つの磁性層の磁化方向が反平行である構造)であってもよい。また前記固定磁性層63やフリー磁性層65, 67は材質の異なる複数の磁性層の積層構造であってもよい。

【0036】

前記第1の磁気抵抗効果素子23及び第2の磁気抵抗効果素子27では、前記反強磁性層62と前記固定磁性層63とが接して形成されているため磁場中熱処理を施すことにより前記反強磁性層62と前記固定磁性層63との界面に交換結合磁界(He_x)が生じ、前記固定磁性層63の磁化方向は一方向に固定される。図5及び図7では、前記固定磁性層63の磁化方向63aを矢印方向で示している。第1の磁気抵抗効果素子23及び第2の磁気抵抗効果素子27において前記固定磁性層63の磁化方向63aは共に図示X1方向(正方向)である。

10

【0037】

一方、前記フリー磁性層65, 67の磁化方向は、第1の磁気抵抗効果素子23と第2の磁気抵抗効果素子27とで異なっている。図7に示すように前記第1の磁気抵抗効果素子23では前記フリー磁性層65の磁化方向65aが図示X2方向(負方向)であり、固定磁性層63の磁化方向63aと同じ方向であるが、前記第2の磁気抵抗効果素子27では前記フリー磁性層67の磁化方向67aが図示X1方向(正方向)であり、前記固定磁性層63の磁化方向63aと反平行である。

20

【0038】

正方向の外部磁界(+H)が作用すると、第2の磁気抵抗効果素子27のフリー磁性層67の磁化67aは変動しないが、第1の磁気抵抗効果素子23のフリー磁性層65の磁化65aは変動して前記第1の磁気抵抗効果素子23の抵抗値は変化する。図3は第1の磁気抵抗効果素子23のヒステリシス特性を示すR-H曲線である。なお図のグラフでは縦軸が抵抗値Rであるが、抵抗変化率(%)であってもよい。図3に示すように、外部磁界が無磁場状態(ゼロ)から徐々に正方向に増加していくと、フリー磁性層65の磁化65aと固定磁性層63の磁化63aとの平行状態が崩れて反平行状態に近づくため前記第1の磁気抵抗効果素子23の抵抗値Rは、曲線HR1上を辿って徐々に大きくなり、正方向の外部磁界(+H)を徐々にゼロに向けて小さくしていくと、前記第1の磁気抵抗効果素子23の抵抗値Rは、曲線HR2上を辿って徐々に小さくなる。

30

【0039】

このように、第1の磁気抵抗効果素子23には正方向の外部磁界(+H)の磁界強度変化に対して、曲線HR1と曲線HR2で囲まれたヒステリシスループHRが形成される。前記第1の磁気抵抗効果素子23の最大抵抗値と最低抵抗値の中間値であって、前記ヒステリシスループHRの広がり幅の中心値がヒステリシスループHRの「中点」である。そして前記ヒステリシスループHRの中点から外部磁界H=0(Oe)のラインまでの磁界の強さで第1の層間結合磁界H_{in1}の大きさが決定される。図3に示すように第1の磁気抵抗効果素子23では、前記第1の層間結合磁界H_{in1}が正の磁界方向へシフトしている。

40

【0040】

一方、負方向の外部磁界(-H)が及ぼされると、前記第1の磁気抵抗効果素子23のフリー磁性層65の磁化65aは変動しないが、第2の磁気抵抗効果素子27のフリー磁性層67の磁化67aは変動して前記第2の磁気抵抗効果素子27の抵抗値が変動する。

【0041】

図4は第2の磁気抵抗効果素子27のヒステリシス特性を示すR-H曲線である。図4に示すように、外部磁界が無磁場状態(ゼロ)から徐々に負方向に増加していくと、フリ

50

一磁性層 67 の磁化 67a と固定磁性層 63 の磁化 63a との反平行状態が崩れて平行状態に近づくため、前記第 2 の磁気抵抗効果素子 27 の抵抗値 R は、曲線 HR3 上を辿って徐々に小さくなり、一方、負方向の外部磁界 (-H) を徐々にゼロに向けて変化させると、前記第 2 の磁気抵抗効果素子 27 の抵抗値 R は、曲線 HR4 上を辿って徐々に大きくなる。

【0042】

このように、第 2 の磁気抵抗効果素子 27 には負方向の外部磁界 (-H) の磁界強度変化に対して、曲線 HR3 と曲線 HR4 で囲まれたヒステリシスループ HR が形成される。前記第 2 の磁気抵抗効果素子 27 の最大抵抗値と最低抵抗値の中間値であって、前記ヒステリシスループ HR の広がり幅の中心値がヒステリシスループ HR の「中点」である。そして前記ヒステリシスループ HR の中点から外部磁界 $H = 0$ (Oe) のラインまでの磁界の強さで第 2 の層間結合磁界 H_{in2} の大きさが決定される。図 4 に示すように第 2 の磁気抵抗効果素子 27 では、前記第 2 の層間結合磁界 H_{in2} が負の磁界方向へシフトしている。

10

【0043】

このように本実施形態では、前記第 1 の磁気抵抗効果素子 23 の第 1 の層間結合磁界 H_{in1} は、正の磁界方向にシフトし、一方、前記第 2 の磁気抵抗効果素子 27 の第 2 の層間結合磁界 H_{in2} は、負の磁界方向にシフトしている。

【0044】

図 3、図 4 で説明した互いに逆符号の層間結合磁界 H_{in1} 、 H_{in2} を得るには、例えば、前記非磁性中間層 64 の表面に対するプラズマトリートメント (PT) の際の、ガス流量 (ガス圧) や電力値を適切に調整すればよい。ガス流量 (ガス圧) の大きさ、及び電力値の大きさに応じて、層間結合磁界 H_{in} が変化することがわかっている。前記ガス流量 (ガス圧) や電力値を大きくするほど層間結合磁界 H_{in} を正值から負値へ変化させることができる。また、前記層間結合磁界 H_{in} の大きさは前記非磁性中間層 64 の膜厚でも変化する。あるいは、前記層間結合磁界 H_{in} の大きさは、下から、反強磁性層 / 固定磁性層 / 非磁性中間層 / フリー磁性層の順に積層されている場合に、前記反強磁性層の膜厚を変えることでも調整できる。

20

【0045】

第 1 の磁気抵抗効果素子 23 では第 1 の前記層間結合磁界 H_{in1} が正值であり、かかる場合には前記固定磁性層 63 と前記フリー磁性層 65 間には互いの磁化を平行にしようとする相互作用が働く。また、第 2 の磁気抵抗効果素子 27 では第 2 の前記層間結合磁界 H_{in2} が負値であり、かかる場合には前記固定磁性層 63 と前記フリー磁性層 67 間には互いの磁化を反平行にしようとする相互作用が働く。そして、各磁気抵抗効果素子 23、27 の反強磁性層 62 と固定磁性層 63 との間に同一方向の交換結合磁界 (H_{ex}) を磁場中熱処理にて生じさせることで、各磁気抵抗効果素子 23、27 の固定磁性層 63 の磁化 63a を同一方向に固定でき、また固定磁性層 63 とフリー磁性層 65、67 との間には上記した相互作用が働いて、図 7 の磁化状態となる。

30

【0046】

上記した第 1 磁気抵抗効果素子 23 及び第 2 磁気抵抗効果素子 27 は巨大磁気抵抗効果 (GMR 効果) を利用したものであったが、GMR 素子以外に、異方性磁気抵抗効果 (AMR) を利用した AMR 素子やトンネル磁気抵抗効果 (TMR) を利用した TMR 素子であってもよい。

40

【0047】

一方、第 1 の磁気抵抗効果素子 23 に直列接続される固定抵抗素子 24 は、前記第 1 の磁気抵抗効果素子 23 と積層順が異なるだけで、前記第 1 の磁気抵抗効果素子 23 と同じ材料層で形成される。すなわち図 8 に示すように、前記固定抵抗素子 24 は下から下地層 60、シード層 61、反強磁性層 62、第 1 磁性層 63、第 2 磁性層 65、非磁性中間層 64、及び保護層 66 の順に積層される。前記第 1 磁性層 63 が、第 1 の磁気抵抗効果素子 23 を構成する固定磁性層 63 に該当し、前記第 2 磁性層 65 が前記第 1 の磁気抵抗効

50

果素子 23 を構成するフリー磁性層 65 に該当している。図 8 に示すように、前記固定抵抗素子 23 では、前記反強磁性層 62 上に第 1 磁性層 63 及び第 2 磁性層 65 が連続して積層されて第 1 磁性層 63 及び第 2 磁性層 65 の磁化は共に、反強磁性層 62 との間で生じる交換結合磁界 (H_{ex}) により固定されており、前記第 2 磁性層 65 は前記第 1 の磁気抵抗効果素子 23 のフリー磁性層 65 のように外部磁界に対して磁化変動しない。

【0048】

図 8 に示すように、前記固定抵抗素子 24 の各層を、前記第 1 の磁気抵抗効果素子 23 に対応する各層と同じ材料で構成することで、前記第 1 の磁気抵抗効果素子 23 と前記固定抵抗素子 24 の素子抵抗をほぼ同じにでき、また前記第 1 磁気抵抗効果素子 23 の温度係数 (TCR) と、前記固定抵抗素子 23 の温度係数とのばらつきを抑制でき、この結果、温度変化に対しても中点電位のばらつきを抑制でき、動作安定性を向上させることが出来る。なお材料のみならず第 1 の磁気抵抗効果素子 23 と対応する各層の膜厚も前記第 1 の磁気抵抗効果素子 23 の各層と等しいとさらに好ましい。

【0049】

図示しないが上記と同じように、前記第 2 の磁気抵抗効果素子 27 と直列接続された固定抵抗素子 28 は、前記第 2 の磁気抵抗効果素子 27 と積層順が異なるだけで、前記第 2 の磁気抵抗効果素子 27 と同じ材料層で形成される。

【0050】

また第 3 直列回路 34 を構成する固定抵抗素子 31, 32 は、互いに同じ材料層で形成した素子抵抗がほぼ同じ抵抗素子であれば、特に層構造について限定しない。すなわち固定抵抗素子 31, 32 は例えばシート抵抗の高い抵抗材料で形成された単層構造で形成されてもよいが、第 1 直列回路 26 及び第 2 直列回路 30 を構成する各固定抵抗素子 24, 28 を形成する工程で、同時に、固定抵抗素子 31, 32 を形成することが製造工程を簡略化でき好ましい。よって、前記固定抵抗素子 31, 32 を、第 1 直列回路 26 及び第 2 直列回路 30 の固定抵抗素子 24, 28 と同様に、前記第 1 磁気抵抗効果素子 23 あるいは第 2 磁気抵抗効果素子 27 と積層順が異なるだけで、前記前記第 1 磁気抵抗効果素子 23 あるいは第 2 磁気抵抗効果素子 27 と同じ材料層で形成することが好適である。

【0051】

次に、外部磁界の検出原理について説明する。

まずは、本実施形態の磁気検出装置 20 に外部磁界が作用していない場合について説明する。かかる場合、前記第 1 磁気抵抗効果素子 23 及び第 2 磁気抵抗効果素子 27 の抵抗値は共に変化しない。前記クロック回路 53 からのクロック信号を第 1 スイッチ回路 36、第 2 スイッチ回路 43 及び第 3 スイッチ回路 48 の夫々が受けると、図 1 に示すように、第 1 スイッチ回路 36 が前記第 1 直列回路 26 の第 1 出力取り出し部 25 と差動増幅器 35 間を接続、第 2 スイッチ回路 43 が前記コンパレータ 38 と第 1 外部出力端子 40 間を接続、及び、第 3 スイッチ回路 48 が第 1 直列回路 26 とアース端子 42 間を接続する正方向の外部磁界 (+H) 検出回路状態と、図 2 のように、第 1 スイッチ回路 36 が前記第 2 直列回路 30 の第 2 出力取り出し部 29 と差動増幅器 35 間を接続、第 2 スイッチ回路 43 が前記コンパレータ 38 と第 2 外部出力端子 41 間を接続、及び、第 3 スイッチ回路 48 が第 2 直列回路 30 とアース端子 42 間を接続する負方向の外部磁界 (-H) 検出回路状態とに、数十 μsec ごとに切り換わる。

【0052】

外部磁界が及んでいなければ、図 1 の正方向の外部磁界 (+H) 検出回路状態では、第 1 ブリッジ回路 BC3 の第 1 出力取り出し部 25 と第 3 出力取り出し部 33 間の差動電位、及び図 2 の負方向の外部磁界 (-H) 検出回路状態では、第 2 ブリッジ回路 BC4 の第 2 出力取り出し部 29 と第 3 出力取り出し部 33 間の差動電位が、共にほぼ 0 となる。差動増幅器 35 から、差動電位が 0 の出力がコンパレータ 38 に向けて出力されると、前記コンパレータ 38 では、シュミットトリガー入力により、例えば高レベル信号が、前記ラッチ回路 46, 47、FET 回路 54 を経て第 1 外部出力端子 40 及び第 2 外部出力端子 41 から出力されるように制御されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 3 】

次に、本実施形態の磁気検出装置 20 に正方向の外部磁界 (+H) が及ぼされると、第 1 磁気抵抗効果素子 23 の抵抗値が変動し、前記第 1 直列回路 26 の第 1 出力取り出し部 25 での中点電位が変動する (図 1 の回路構成において図 3 に示すヒステリシス特性を持っていると、具体的には電位が大きくなる)。

【 0 0 5 4 】

今、図 1 に示す正方向の外部磁界 (+H) 検出回路状態では、前記第 3 直列回路 34 の第 3 出力取り出し部 33 の中点電位を基準電位とし、前記第 1 直列回路 26 と第 3 直列回路 34 とで構成される第 1 ブリッジ回路 BC3 の第 1 出力取り出し部 25 と第 3 出力取り出し部 33 との差動電位を、前記差動増幅器 35 にて生成し、コンパレータ 38 に向けて出力する。前記コンパレータ 38 では、前記差動電位を、シュミットトリガー入力によりパルス波形の信号に整形し、整形された検出信号がラッチ回路 46 及び FET 回路 54 を経て第 1 外部出力端子 40 から出力される。このとき、正方向の外部磁界 (+H) が所定以上の大きさであると前記検出信号は、前記第 1 外部出力端子 40 から低レベル信号として出力されるように制御されている。なお前記正方向の外部磁界 (+H) の大きさがある一定値よりも小さいときは、前記コンパレータ 38 では、高レベル信号を生成するように制御されており、外部磁界が作用していない場合と変化がない。

10

【 0 0 5 5 】

一方、正方向の外部磁界 (+H) が作用している場合に図 2 の負方向の外部磁界 (-H) 検出回路状態に切り換わっても、第 2 磁気抵抗効果素子 27 は抵抗変化しないから、外部磁界が作用していない場合と同様に、前記第 2 外部出力端子 41 からは高レベル信号が出力されるように制御される。

20

【 0 0 5 6 】

このように、第 1 外部出力端子 40 では、ある一定以上の正方向の外部磁界 (+H) が作用すると、高レベル信号から低レベル信号に (あるいはその逆であってもよい) 信号レベルが変化するため、この信号レベルの変化によってある一定以上の大きさの正方向の外部磁界 (+H) が作用していることを検知できる。

【 0 0 5 7 】

同様に、本実施形態の磁気検出装置 20 に負方向の外部磁界 (-H) が及ぼされると、第 2 磁気抵抗効果素子 23 の抵抗値が変動し、前記第 2 直列回路 30 の第 2 出力取り出し部 29 での中点電位が変動する (図 1 の回路構成において図 4 に示すヒステリシス特性を持っていると、具体的には電位が大きくなる)。

30

【 0 0 5 8 】

今、図 2 に示す負方向の外部磁界 (-H) 検出回路状態では、前記第 3 直列回路 34 の第 3 出力取り出し部 33 の中点電位を基準電位とし、前記第 2 直列回路 30 と第 3 直列回路 34 とで構成される第 2 ブリッジ回路 BC4 の第 2 出力取り出し部 29 と第 3 出力取り出し部 33 間の差動電位を前記差動増幅器 35 で生成し、それをコンパレータ 38 に向けて出力する。前記コンパレータ 38 では、前記差動電位を、シュミットトリガー入力によりパルス波形の信号に整形し、整形された検出信号が、ラッチ回路 46 及び FET 回路 54 を経て第 2 外部出力端子 41 から出力される。このとき、負方向の外部磁界 (-H) が所定以上の大きさであると前記検出信号は、前記第 2 出力端子 41 から低レベル信号として出力されるように制御される。なお前記負方向の外部磁界 (-H) の大きさがある一定値よりも小さいときは、前記コンパレータ 38 では、高レベル信号を生成するように制御されるので、外部磁界が作用していない場合と変化がない。

40

【 0 0 5 9 】

一方、負方向の外部磁界 (-H) が作用している場合に図 1 の正方向の外部磁界 (+H) 検出回路状態に切り換わっても、第 1 磁気抵抗効果素子 23 は抵抗変化しないから、外部磁界が作用していない場合と同様に、前記第 1 外部出力端子 40 からは高レベル信号が出力されるように制御される。

【 0 0 6 0 】

50

このように、第2外部出力端子41では、ある一定以上の負方向の外部磁界(-H)が作用すると、高レベル信号から低レベル信号に(あるいはその逆であってもよい)信号レベルが変化するため、この信号レベルの変化によってある一定以上の大きさの負方向の外部磁界が作用していることを検知できる。

【0061】

なお前記負方向の外部磁界(-H)の大きさがある一定値よりも小さいときは、前記コンパレータ38では、高レベル信号を生成するので、外部磁界が作用していない場合と変化がない。

【0062】

そして前記第1外部出力端子40あるいは前記第2外部出力端子41から出力された検出信号を、図示しない機器側の処理回路等で、例えば後述する折畳み式携帯電話の開閉検知信号として使用する。

10

【0063】

次に本実施形態の磁気検出装置20の断面形状について図6を用いて説明する。図6に示すように、前記磁気検出装置20は、例えばケイ素(Si)で形成された基板70上に、図示しないシリカ(SiO₂)の下地膜が一定の厚さで形成される。

【0064】

前記下地膜上に、集積回路22を構成する差動増幅器やコンパレータ等の能動素子71~74や抵抗器75,76、及び配線層(信号ライン)77等が形成されている。前記配線層77は、例えば、アルミニウム(Al)で形成される。

20

【0065】

図6に示すように、前記基板70上及び集積回路22上は、レジスト層等から成る絶縁層78で覆われている。前記絶縁層78には、前記配線層77上の一部に穴部78bが形成され、前記穴部78bから前記配線層78の上面が露出している。

【0066】

前記絶縁層78の表面78aは平坦化面で形成され、平坦化された前記絶縁層78の表面78aに、第1磁気抵抗効果素子23、第2磁気抵抗効果素子27、各固定抵抗素子24、28、31、32が図5に示すミアンダー形状で形成されている。これにより、各素子の素子抵抗を増大させて消費電流を低減できる。

【0067】

図5に示すように、各素子の両側端部には、電極23a,23b,24a,24b,27a,27b,28a,28b,32a,32b,33a,33bが形成され、前記第1磁気抵抗効果素子23の電極23bと前記固定抵抗素子24の電極24b間が第1出力取り出し部25によって接続され、前記第1出力取り出し部25が図6に示すように前記配線層77上に電氣的に接続されている。同様に、第2磁気抵抗効果素子27の電極27bと固定抵抗素子28の電極28b間が第2出力取り出し部29により接続され、前記第2出力取り出し部29が図示しない配線層に電氣的に接続され、固定抵抗素子32の電極32bと固定抵抗素子31の電極31b間が第3出力取り出し部33により接続され、前記第3出力取り出し部33が図示しない配線層に電氣的に接続されている。

30

【0068】

図6に示すように、前記素子上、電極上及び出力取り出し部上は、例えばアルミナやシリカで形成された絶縁層80で覆われている。そして前記磁気検出装置20はモールド樹脂81によりパッケージ化される。

40

【0069】

本実施形態の磁気検出装置20の特徴的部分について説明する。

本実施形態の磁気検出装置20は、正方向の外部磁界(+H)を検出するための第1ブリッジ回路BC3と負方向の外部磁界(-H)を検出するための第2ブリッジ回路BC4を有する双極検出対応の磁気センサである。

【0070】

本実施形態では、固定抵抗素子31,32が直列接続された第3直列回路34の中点電

50

位を前記第1ブリッジ回路BC3と、前記第2ブリッジ回路BC4の基準電位として共通化し、且つ、前記第1ブリッジ回路BC3を構成する第1直列回路26の第1出力取り出し部25と差動増幅器35間の接続、及び前記第2ブリッジ回路BC4を構成する第2直列回路30の第2出力取り出し部29と差動増幅器35間の接続を交互に切り換える第1スイッチ回路36を集積回路22内に設けている。

【0071】

本実施形態の磁気検出装置20は、上記したように、双極検出対応の磁気検出装置20であるが、第3直列回路34を前記第1ブリッジ回路BC3と、前記第2ブリッジ回路BC4の双方で共通回路として使用することで、従来、磁気抵抗効果素子を用いた双極検出対応型センサでは、素子数が全部で少なくとも8個必要であったものを本実施形態では図1、図2に示すように全部で6個で構成でき、素子数を減らすことが可能である。

10

【0072】

素子数を減らしたことのメリットとしては、製造効率の向上以外に、図5、図6で示すように、限られた素子形成領域内に、各素子を大きく形成できることが挙げられる。図5に示すように各素子は素子抵抗を大きくすべくミアンダー形状で形成されるが、このとき各素子を従来より広い面積で形成できるため、各素子の素子長さを従来よりも長くでき素子抵抗を適切に向上させることができる。

【0073】

さらに本実施形態では第3直列回路34を第1ブリッジ回路BC3及び第2ブリッジ回路BC4の共通回路としたことで、一つの差動増幅器35にダイレクトに前記第3直列回路34の第3出力取り出し部33を接続し、あとは、第1スイッチ回路36によって、第1直列回路26の第1出力取り出し部25と差動増幅器35間の接続、及び第2直列回路30の第2出力取り出し部29と差動増幅器35間の接続を切り換える回路構成とすれば、1つの差動増幅器35を設けるだけで、第1ブリッジ回路BC3と差動増幅器35とが接続された正方向の外部磁界検出状態(図1)と、第2ブリッジ回路BC4と差動増幅器35とが接続された負方向の外部磁界検出状態(図2)との2検出状態を交互に得ることが出来、簡単な回路構成で適切に、第1ブリッジ回路BC3及び第2ブリッジ回路BC4の双方から前記差動増幅器35にて差動電位を得ることが出来る。

20

【0074】

また本実施形態ではコンパレータ38も一つで済み信号ラインの数も減らすことができ、よって回路構成を簡単に出来、しかも回路を小さく形成できる。

30

【0075】

以上により本実施形態によれば双極対応型センサにおいて、従来よりも、素子数を減らすことができるとともに回路構成を簡単に出来る。

【0076】

また本実施形態では図1、図2に示すように、差動増幅器35と、2つの外部出力端子40、41間の接続を切り換える第2スイッチ回路43が設けられ、前記第1スイッチ回路36により、第1ブリッジ回路BC3の第1出力取り出し部25と前記差動増幅器35とが接続されているとき、前記第2スイッチ回路43では、前記差動増幅器35と前記第1外部出力端子40間を接続し、前記第1スイッチ回路36により、第2ブリッジ回路BC4の第2出力取り出し部29と前記差動増幅器35とが接続されているとき、前記第2スイッチ回路43では、前記差動増幅器35と前記第2外部出力端子41とを接続している。

40

【0077】

このように本実施形態では2つの外部出力端子40、41が設けられ、前記第1スイッチ回路36と前記第2スイッチ回路43とを連動させることで、前記第1外部出力端子40からは正方向の外部磁界(+H)の検出信号を得ることができ、前記第2外部出力端子41からは負方向の外部磁界(-H)の検出信号を得ることができる。このように2出力とすることで、どちらの出力端子からの検出信号かにより、外部磁界の方向も検知することが可能となっている。

50

【 0 0 7 8 】

また本実施形態では、アース端子 4 2 と第 1 直列回路 2 6 間の接続、及び前記アース端子 4 2 と前記第 2 直列回路 3 0 間の接続とを切り換える第 3 スイッチ回路 4 8 が設けられている。

【 0 0 7 9 】

そして、前記第 1 スイッチ回路 3 6 により前記第 1 ブリッジ回路 B C 3 と前記差動増幅器 3 5 部間が接続されたとき、前記第 3 スイッチ回路 4 8 により前記第 1 直列回路 2 6 と前記アース端子 4 2 間が接続され、前記第 1 スイッチ回路 3 6 により前記第 2 ブリッジ回路 B C 4 と前記差動増幅器 3 5 間が接続されたとき、前記第 3 スイッチ回路 4 8 により前記第 2 直列回路 3 0 と前記アース端子 4 2 間が接続される。これにより、前記第 1 ブリッジ回路 B C 3 と前記差動増幅器 3 5 部間が接続されたとき、第 2 直列回路 3 0 に電流は流れず、また前記第 2 ブリッジ回路 B C 4 と前記差動増幅器 3 5 部間が接続されたとき、第 1 直列回路 2 6 に電流は流れないため、消費電流の低減を図ることが出来、また検出感度を向上させることが出来る。

【 0 0 8 0 】

前記第 3 スイッチ回路 4 8 は、入力端子 3 9 と第 1 直列回路 2 6 間、及び入力端子 3 9 と第 2 直列回路 3 0 間に前記アース端子 4 2 側とともに、あるいは前記アース端子 4 2 側に代えて設けられていてもよい。

【 0 0 8 1 】

本実施形態による双極検出対応型の磁気検出装置 2 0 は、例えば折畳み式携帯電話の開閉検知に使用できる。

【 0 0 8 2 】

図 9 に示すように折畳み式携帯電話 9 0 は、第 1 部材 9 1 と第 2 部材 9 2 とを有して構成される。前記第 1 部材 9 1 は画面表示側であり、前記第 2 部材 9 2 は操作体側である。前記第 1 部材 9 1 の前記第 2 部材 9 2 との対向面には液晶ディスプレイやレシーバ等が設けられている。前記第 2 部材 9 2 の前記第 1 部材 9 1 との対向面には、各種釦及びマイク等が設けられている。図 9 は折畳み式携帯電話 9 0 を閉じた状態であり、図 9 に示すように前記第 1 部材 9 1 には磁石 9 4 が内臓され、前記第 2 部材 9 2 には本実施形態の磁気検出装置 2 0 が内臓されている。図 9 に示すように閉じた状態で、前記磁石 9 4 と磁気検出装置 2 0 は互いに対向した位置に配置されている。あるいは前記磁気検出装置 2 0 は前記磁石 9 4 との対向位置よりも、外部磁界の進入方向と平行な方向にずれた位置に配置されてもよい。

【 0 0 8 3 】

図 9 では、前記磁石 9 4 から放出された正方向の外部磁界 (+ H) が、前記磁気検出装置 2 0 に伝わり、前記磁気検出装置 2 0 では前記外部磁界 (+ H) を検出し、これにより、折畳み式携帯電話 9 0 は閉じた状態にあることが検出される。

【 0 0 8 4 】

一方、図 1 0 のように折畳み式携帯電話 9 0 を開くと、前記第 1 部材 9 1 が前記第 2 部材 9 2 から離れるにつれて、徐々に前記磁気検出装置 2 0 に伝わる外部磁界 (+ H) の大きさは小さくなっていき、やがて前記磁気検出装置 2 0 に伝わる外部磁界 (+ H) はゼロになる。前記磁気検出装置 2 0 に伝わる外部磁界 (+ H) の大きさがある所定の大きさ以下となった場合に、前記折畳み式携帯電話 9 0 が開いた状態にあることが検出され、例えば、前記携帯電話 9 0 内に内臓される制御部にて、液晶ディスプレイや操作釦の裏側にあるバックライトが光るように制御されている。

【 0 0 8 5 】

本実施形態の磁気検出装置 2 0 は、双極対応型センサである。すなわち図 9 では、磁石 9 4 の N 極は図示左側に S 極は図示右側に位置するが、図 1 1 に示すように極性を逆にした場合 (N 極が図示右側、S 極が図示左側)、前記磁気検出装置 2 0 に及ぼされる外部磁界 (- H) の方向 (以下、負方向という) は、図 1 の外部磁界 (+ H) の方向と反転する。本実施形態では、かかる場合でも、図 1 1 のように折畳み式携帯電話 9 0 を閉じた状態

10

20

30

40

50

から図12のように前記携帯電話90を開いたとき、開いたことが適切に検知されるようになっている。

【0086】

よって、外部磁界の極性に関係なく磁石94を配置できるので、前記磁石94の配置に規制が無くなり、組み立てが容易になる。

【0087】

上記した開閉検知方法では、外部磁界の方向まで認知できなくても、双極にて外部磁界の変化だけを検知できればよいので、例えば図1, 図2に示す外部出力端子40, 41はどちらか一つでもよい。

【0088】

すなわち例えば図1, 図2に示す第2スイッチ回路43を無くして、コンパレータ38からラッチ回路46、FET回路54を経て外部出力端子40に至る一つの信号ラインを形成すると、前記外部出力端子40からは、正方向の外部磁界(+H)検知信号、負方向の外部磁界(-H)検知信号の双方の信号を得ることが出来る。このとき、双方の検知信号は例えば上記したように低レベル信号であるため、どちらの外部磁界検知信号かまで判別できなくなるが、開閉検知においては、外部磁界の方向まで認知できなくてもよいニーズがあり、したがって、外部出力端子を一つだけにして、さらに回路構成を簡単にしてもよい。

【0089】

あるいは、以下に説明するように、ターンオーバータイプの折畳み携帯電話100のように、外部磁界の方向によって異なる機能を起動させるような場合は、図1, 図2に示すように外部出力端子40, 41を2つ設けて、外部磁界の方向まで検知できるようにしたほうがよい。

【0090】

図13のように折畳み携帯電話100を開くと、図10, 図12で説明したように、磁気検出装置20に及ぼされる外部磁界の強度変化によって、携帯電話100が開いたことが検知される。図13のときの磁石101の配置は図15に示す平面図で示すとおりであり、前記携帯電話100の第1の部材102を、回転軸を中心として180度回転させ、図13の状態において、前記第1の部材102の内面であった画面表示面102aを、図14、図16に示すように、外面に向ける。このとき図16に示すように磁石101の向きは、図15の配置状態から反転する。例えば、第1の部材102をターンオーバーさせることでカメラ機能を起動させる場合には、磁気検出装置20は、図13のように携帯電話100を開いたり閉じたりしたことを検知する開閉検知機能のほかに、磁石101の向きが反転したことを検知できないといけませんが、本実施形態の磁気検出装置20では、図1, 図2に示す回路構成によって、正方向の外部磁界(+H)検知信号か、負方向の外部磁界(-H)検知信号かを2つの外部出力端子40, 41を持たせることで検知可能としている。

【0091】

本実施形態におけるセンサ部21の素子構成は一例であり、これに限定されるべきものではない。本実施形態では、第1ブリッジ回路BC3で正方向の外部磁界(+H)を検知し、第2ブリッジ回路BC4で負方向の外部磁界(-H)を検知するが、このように正方向及び負方向の外部磁界を2つのブリッジ回路BC3, BC4で検知するとともに、各ブリッジ回路に共有する直列回路が存在すればよい。例えば、本実施形態におけるセンサ部21の素子構成では、第1ブリッジ回路BC3と第2ブリッジ回路BC4とで共有した第5, 第6抵抗素子31, 34は外部磁界に対し抵抗変化しない固定抵抗であり、第3出力取り出し部33での固定電位を基準として、第1ブリッジ回路BC3の差動電位、及び第2ブリッジ回路BC4の差動電位が生じるので、前記差動電位は、図17の従来センサ構成に比べて小さくなる。

【0092】

よって、従来センサ構成の場合での差動電位と同等の差動電位を得るために、図1,

10

20

30

40

50

図 2 に示す前記第 5 抵抗素子 31 を、第 1 直列回路 26 に配置されている第 1 磁気抵抗効果素子 23 と同じ磁気抵抗効果素子で形成し、また、前記第 6 抵抗素子 32 を、第 2 直列回路 30 に配置されている第 2 磁気抵抗効果素子 27 と同じ磁気抵抗効果素子で形成してもよい。

【 0 0 9 3 】

あるいは、図 1 , 図 2 に示す第 1 直列回路 26 に接続された第 2 抵抗素子 24 及び、第 2 直列回路 30 に接続された第 4 抵抗素子 28 は、外部磁界に対し抵抗変化しない固定抵抗であったが、例えば、第 2 抵抗素子 24 を、正方向の外部磁界 (+ H) に対して電気抵抗が変化するが、外部磁界の磁界強度変化に対する抵抗値の増減が、前記第 1 磁気抵抗効果素子 23 とは逆傾向を示す磁気抵抗効果素子で形成し、また、第 4 抵抗素子 28 を、負方向の外部磁界 (- H) に対して電気抵抗が変化するが、外部磁界の磁界強度変化に対する抵抗値の増減が、前記第 2 磁気抵抗効果素子 27 とは逆傾向を示す磁気抵抗効果素子で形成すると、差動電位を大きくでき検出感度を良好にできて好適である。

【 0 0 9 4 】

図 1 , 図 2 に示す実施形態では、第 1 直列回路 26 と第 3 直列回路 34 とで構成される第 1 ブリッジ回路 BC3、及び第 2 直列回路 30 及び第 3 直列回路 34 とで構成される第 2 ブリッジ回路 BC4 では、ゼロの外部磁界 (無磁場状態) を基準として正方向、及び負方向に徐々に大きくなると、差動電位の増減傾向は、正方向の外部磁界が作用するときと、負方向の外部磁界が作用するときとで同じとなる。このように差動電位の増減傾向を同じにすることで、前記コンパレータ 38 のシュミットリガー入力値を正方向の外部磁界が作用するときと、負方向の外部磁界が作用するときとで適宜変更する必要がなく、制御が楽であるし、また一つのコンパレータ 38 を用いれば足りる。

【 0 0 9 5 】

また本実施形態では、第 1 接続切換部、第 2 接続切換部、及び第 3 接続切換部としてスイッチ回路 36 , 43 , 48 を提示したが、スイッチ回路に限定されない。スイッチ機能を持つ能動素子等であってもよい。

【 0 0 9 6 】

また磁気抵抗効果素子にバイアス磁界を与えるか否かは任意である。前記磁気抵抗効果素子を構成するフリー磁性層にバイアス磁界を供給しなくてもよいが、前記バイアス磁界を供給する場合には、例えば固定磁性層とフリー磁性層との磁化を無磁場状態で直交する関係に制御する。

【 0 0 9 7 】

また本実施形態の磁気検出装置 20 は、折畳み式携帯電話の開閉検知以外にゲーム機等の携帯式電子機器の開閉検知等に使用されてもよい。本形態は、上記開閉検知以外にも、双極検出対応の磁気検出装置 20 が必要な用途で使用できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 9 8 】

【 図 1 】 本実施形態の磁気検出装置の正方向の外部磁界検出回路状態を示す回路構成図、

【 図 2 】 本実施形態の磁気検出装置の負方向の外部磁界検出回路状態を示す回路構成図、

【 図 3 】 第 1 磁気抵抗効果素子のヒステリシス特性を説明するためのグラフ (R - H 曲線)、

【 図 4 】 第 2 磁気抵抗効果素子のヒステリシス特性を説明するためのグラフ (R - H 曲線)、

【 図 5 】 本実施形態の磁気検出装置のセンサ部の抵抗素子形状を示す磁気検出装置 20 の部分拡大斜視図、

【 図 6 】 図 5 に示す A - A 線から厚さ方向に前記磁気検出装置を切断し矢印方向から見た前記磁気検出装置の部分断面図、

【 図 7 】 第 1 磁気抵抗効果素子及び第 2 磁気抵抗効果素子の層構造を示す部分断面図、

【 図 8 】 主に固定抵抗素子の層構造を説明するための部分断面図、

【 図 9 】 本実施形態の磁気検出装置の用途を説明するための一例 (前記磁気検出装置を内

10

20

30

40

50

臓した折畳み式携帯電話の部分模式図であり、前記電話を閉じた状態を示す)、

【図10】本実施形態の磁気検出装置の用途を説明するための一例(前記磁気検出装置を内臓した折畳み式携帯電話の部分模式図であり、前記電話を開いた状態を示す)、

【図11】本実施形態の磁気検出装置の用途を説明するための一例(前記磁気検出装置を内臓した折畳み式携帯電話の部分模式図であり、磁石の配置を図9とは逆にし、前記電話を閉じた状態を示す)、

【図12】本実施形態の磁気検出装置の用途を説明するための一例(前記磁気検出装置を内臓した折畳み式携帯電話の部分模式図であり、磁石の配置を図10とは逆にし、前記電話を開いた状態を示す)、

【図13】本実施形態の磁気検出装置の用途を説明するための一例(前記磁気検出装置を内臓した折畳み式携帯電話の部分模式図であり、前記電話を開いた状態を示す)、

【図14】本実施形態の磁気検出装置の用途を説明するための一例(前記磁気検出装置を内臓した折畳み式携帯電話の部分模式図であり、第1の部材をターンオーバーさせた状態を示す)、

【図15】本実施形態の磁気検出装置の用途を説明するための一例(前記磁気検出装置を内臓した折畳み式携帯電話の図13の部分平面図)、

【図16】本実施形態の磁気検出装置の用途を説明するための一例(前記磁気検出装置を内臓した折畳み式携帯電話の図15の部分平面図)、

【図17】従来の磁気検出装置の回路構成図、

【符号の説明】

【0099】

20 磁気検出装置

21 センサ部

22 集積回路(IC)

23 第1磁気抵抗効果素子(第1抵抗素子)

24 固定抵抗素子(第2抵抗素子)

25 第1出力取り出し部

26 第1直列回路

27 第2磁気抵抗効果素子(第3抵抗素子)

28 固定抵抗素子(第4抵抗素子)

29 第2出力取り出し部

30 第2直列回路

31 固定抵抗素子(第5抵抗素子)

32 固定抵抗素子(第6抵抗素子)

33 第3出力取り出し部

34 第3直列回路

35 差動増幅器

36 第1スイッチ回路(第1接続切換部)

38 コンパレータ

39 入力端子

40 第1外部出力端子

41 第2外部出力端子

42 アース端子

43 第2スイッチ回路

46、47 ラッチ回路

48 第3スイッチ回路

53 クロック回路

62 反強磁性層

63 固定磁性層(第1磁性層)

64 非磁性中間層

10

20

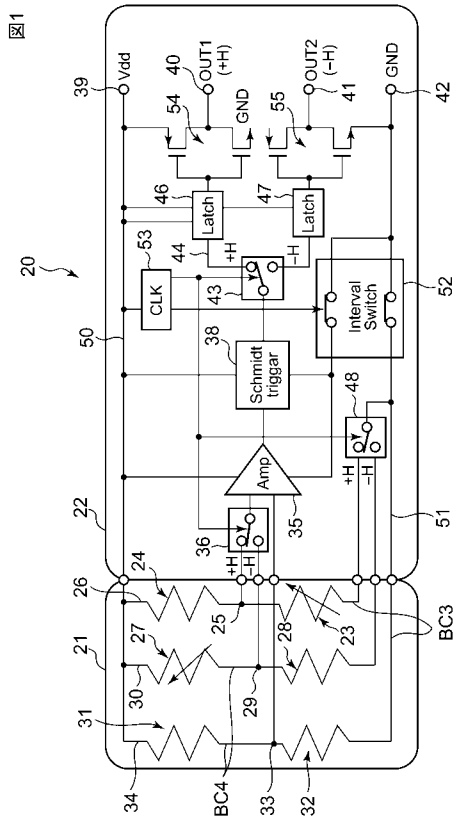
30

40

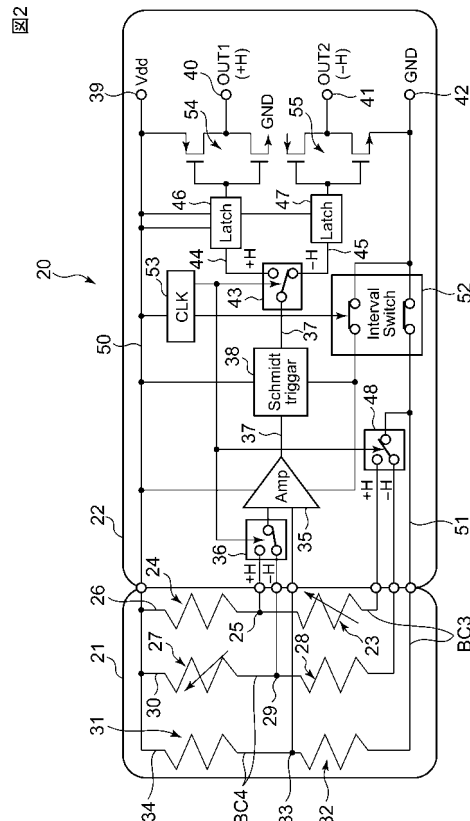
50

- 65、67 フリー磁性層（第2磁性層）
- 78、80 絶縁層
- 81 モールド樹脂
- 90、100 折畳み式携帯電話
- 91、102 第1部材
- 92 第2部材
- 94、101 磁石

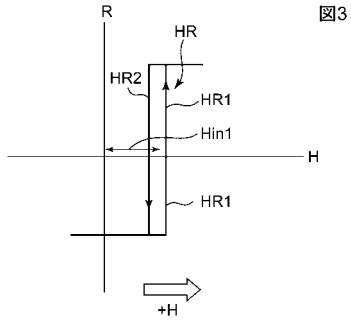
【 図 1 】



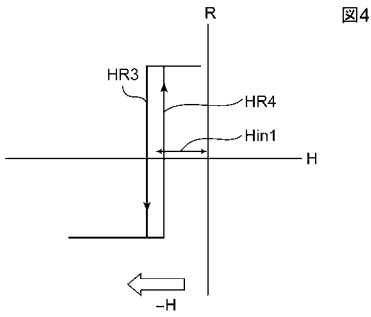
【 図 2 】



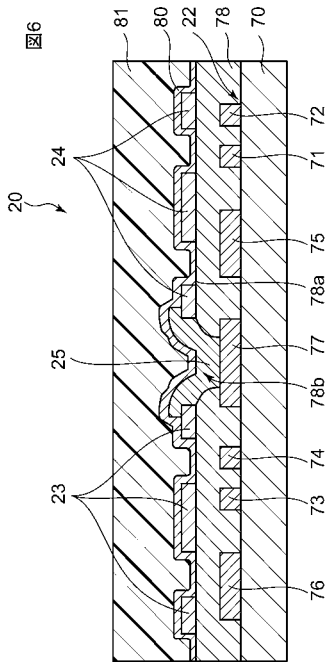
【 図 3 】



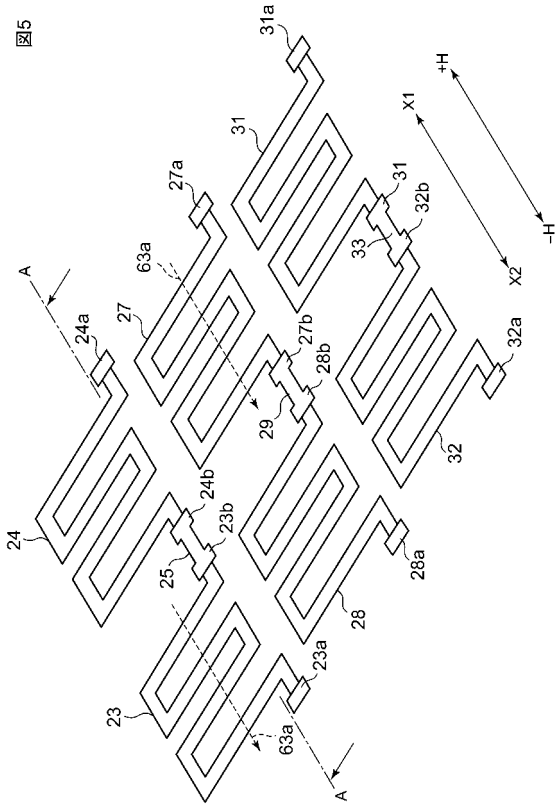
【 図 4 】



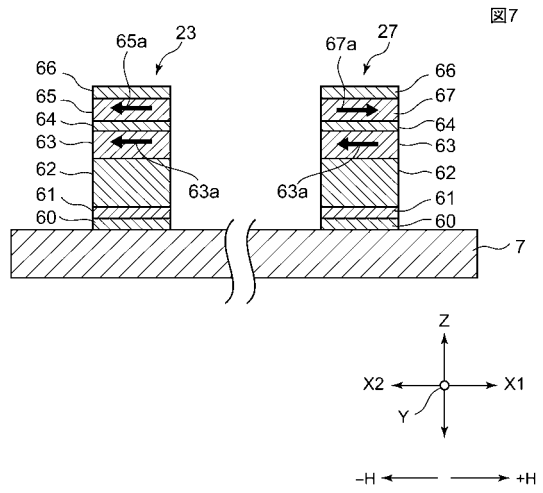
【 図 6 】



【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 8 】

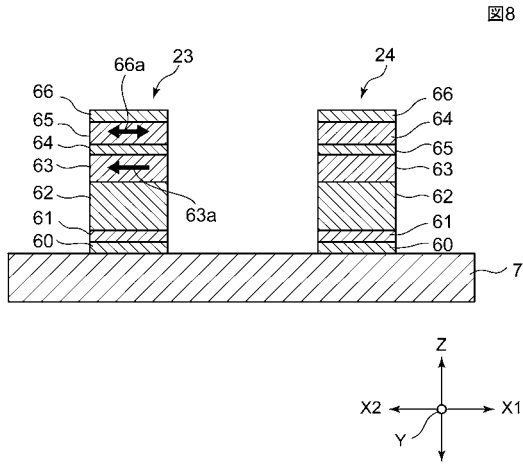


図8

【 図 10 】

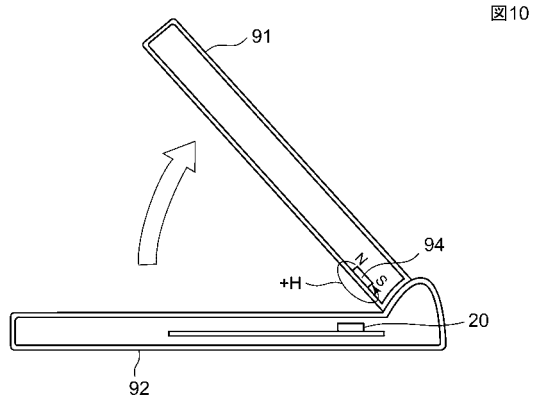


図10

【 図 9 】

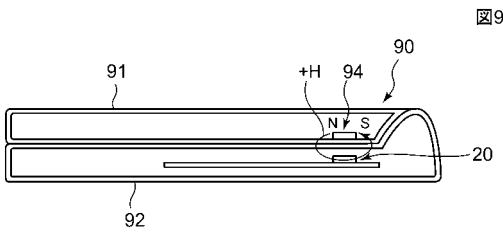


図9

【 図 11 】

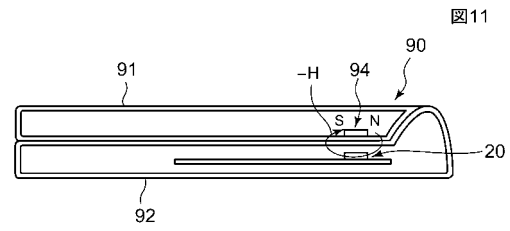


図11

【 図 12 】

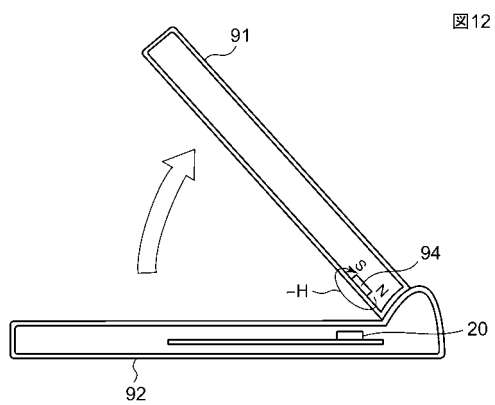


図12

【 図 14 】

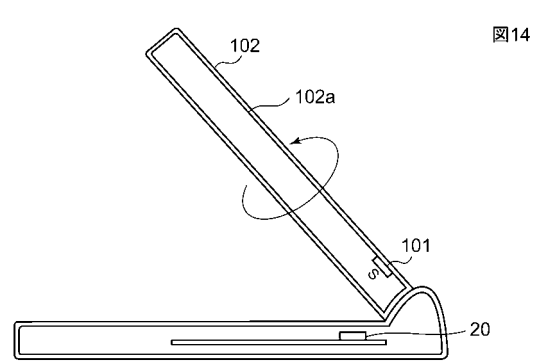


図14

【 図 13 】

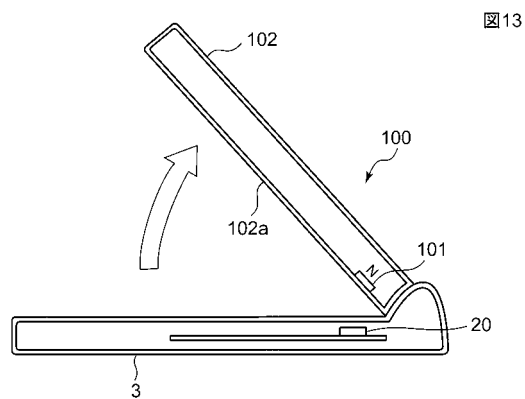


図13

【 図 15 】

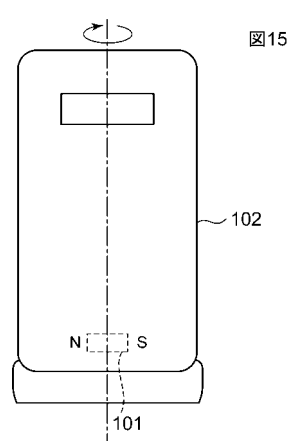
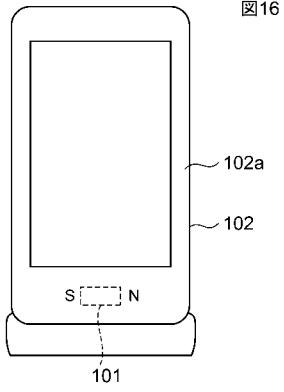
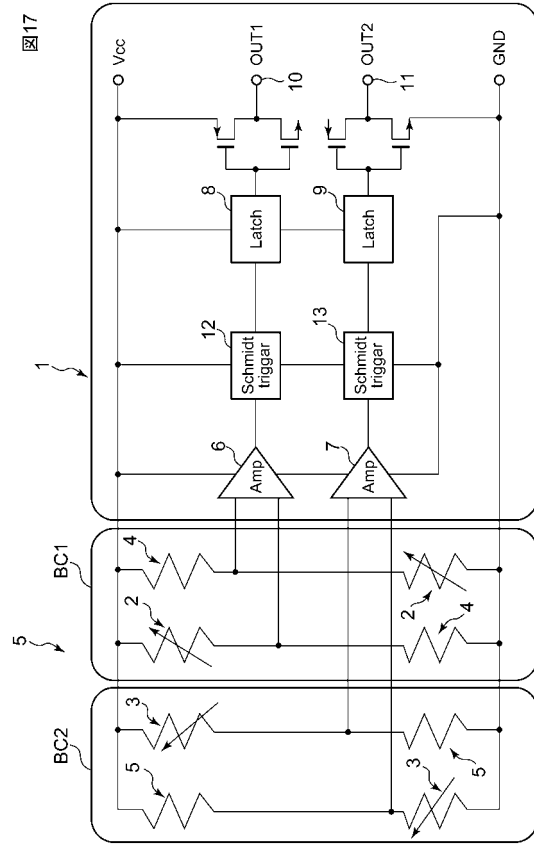


図15

【 図 16 】



【 図 17 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭59-159565(JP,A)
特開2000-314603(JP,A)
特開平9-178864(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 33/02-10
G01D 5/12-252
G01R 17/00-22
H01L 43/00-14