

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4639216号
(P4639216)

(45) 発行日 平成23年2月23日 (2011.2.23)

(24) 登録日 平成22年12月3日 (2010.12.3)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 43/08 (2006.01)	HO 1 L 43/08 Z
HO 1 H 36/00 (2006.01)	HO 1 H 36/00 M
GO 1 R 33/09 (2006.01)	GO 1 R 33/06 R

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2007-151755 (P2007-151755)	(73) 特許権者	000010098
(22) 出願日	平成19年6月7日 (2007.6.7)		アルプス電気株式会社
(62) 分割の表示	特願2001-245487 (P2001-245487) の分割		東京都大田区雪谷大塚町1番7号
原出願日	平成13年8月13日 (2001.8.13)	(74) 代理人	100083286
(65) 公開番号	特開2007-305594 (P2007-305594A)		弁理士 三浦 邦夫
(43) 公開日	平成19年11月22日 (2007.11.22)	(72) 発明者	奥村 博文
審査請求日	平成19年6月7日 (2007.6.7)		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	徳永 一郎
			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	笠嶋 正男
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

磁化方向が固定された固定層及び外部磁界によって磁化方向が変化する自由層を有する磁気抵抗効果素子が直列接続された一対の磁気抵抗効果素子を用いて、第1の位置と第2の位置に移動する磁界遮蔽機能を有する被検知部材の移動位置を検出する磁気センサであって、

前記一対の磁気抵抗効果素子への外部磁界として作用する第1の磁石及び第2の磁石を備え、

前記一対の磁気抵抗効果素子において、互いの固定層の磁化方向は180°をなす反対向きに固定され、互いの自由層の磁化方向は、前記第2の磁石によって、同一方向に揃えられていて、

前記第1の磁石の磁界の向きは、前記第2の磁石の磁界の向きとは180°をなす反対向きであり、かつ前記第1の磁石の磁界の大きさは、前記第2の磁石の磁界の大きさより大きく、

前記被検知部材が第1の位置にあるときは、前記第1の磁石の磁界及び第2の磁石の磁界の双方が外部磁界として前記一対の磁気抵抗効果素子に作用し、前記一対の磁気抵抗効果素子の前記自由層の磁化方向が前記第1の磁石の磁界の向きによって決まり、前記第1の磁石による一方の自由層の磁化方向が該一方の固定層の磁化方向と同一方向に向き、前記第1の磁石による他方の自由層の磁化方向が該他方の固定層の磁化方向と180°をなす反対方向に向いて、

前記被検知部材が第2の位置にあるときは、該被検知部材によって前記第1の磁石の磁界は遮蔽されて前記第2の磁石の磁界のみが外部磁界として前記一对の磁気抵抗効果素子に作用し、前記一对の磁気抵抗効果素子の前記自由層の磁化方向が前記第2の磁石の磁界の向きによって決まり、前記第2の磁石による前記一方の自由層の磁化方向が前記一方の固定層の磁化方向と180°をなす反対方向に向き、前記第2の磁石による前記他方の自由層の磁化方向が前記他方の固定層の磁化方向と同一方向に向くこと、
を特徴とする磁気センサ。

【請求項2】

前記直列接続された一对の磁気抵抗効果素子をブリッジ回路に組み込んだことを特徴とする請求項1記載の磁気センサ。

10

【請求項3】

前記直列接続された一对の磁気抵抗効果素子を用いて分圧回路を構成し、該一对の磁気抵抗効果素子の接続点からの出力を基準電圧と比較処理して前記被検知部材の移動位置を検出することを特徴とする請求項1記載の磁気センサ。

【請求項4】

前記直列接続された一对の磁気抵抗効果素子を用いて分圧回路を構成し、該一对の磁気抵抗効果素子の接続点からの出力を増幅処理した後に基準電圧と比較処理して前記被検知部材の移動位置を検出することを特徴とする請求項1記載の磁気センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、磁気センサに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、磁気抵抗効果素子を用いて非接触式の磁気スイッチを構成したものがある。この従来例に係る非接触式の磁気スイッチは、磁気抵抗効果を有する磁気抵抗効果素子の近傍に永久磁石を配置し、この永久磁石による磁界が磁気抵抗効果素子に作用されていた。さらに磁気抵抗効果素子に作用する永久磁石の磁界を遮蔽する遮蔽板が、磁気抵抗効果素子と永久磁石との間に移動可能に配置されていた。

【0003】

30

前記磁気抵抗効果素子は基本的には、自由層（フリー磁性層）と、非磁性層と、固定層（ピン止め磁性層）と、交換バイアス層（反強磁性層）との積層構造体から構成されている。

【0004】

そして、固定層に交換バイアス層からバイアス磁界が作用されて、固定層が交換バイアス層で磁化され、その磁化方向が特定方向に固定されている。一方、自由層は、外部磁界によって磁化方向が変化される。

【0005】

そこで、上述した従来の、磁気抵抗効果素子を用いた非接触式の磁気スイッチは、この自由層に外部磁界を作用させる磁石として前記永久磁石を用い、この永久磁石で自由層の磁化方向を所望の方向に変化させて、永久磁石による自由層の磁化方向を固定層の磁化方向に対して角回転させていた。

40

【0006】

そして、磁気抵抗効果素子に作用する永久磁石の磁界を遮断する遮蔽板を、磁気抵抗効果素子と永久磁石との間に入出させることにより、磁気抵抗効果素子に作用する永久磁石の磁界の強さを強弱に変化させ、その抵抗値を大小に変化させていた。この磁気抵抗効果素子の抵抗値の変化による出力信号でスイッチ動作の切替が行なわれる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

50

しかしながら、従来の非接触式スイッチは、磁界の強弱、すなわち遮蔽板の出入によって磁気抵抗効果素子の抵抗値が変化するため、遮蔽板が近づく、すなわち遮蔽板が磁気抵抗効果素子と永久磁石との間に進入する、又は遮蔽板が遠ざかる、すなわち遮蔽板が磁気抵抗効果素子と永久磁石との間から退出する動作に従い、磁気抵抗効果素子の抵抗値が徐々に変化する。つまり、スイッチ切替時における磁気抵抗効果素子からの出力信号（抵抗値の変化）は緩やかに変化することになる。

【0008】

そのため、従来の、磁気抵抗効果素子を用いた非接触式の磁気スイッチは、ONとOFFを瞬時に切替えるもの、或いは被検知部材の動きを瞬時に検出するもの等のスイッチ動作には適さないものであった。

【0009】

上記非接触式スイッチの遮蔽板を、磁界遮蔽作用を有する被検知部材として用い、この被検知部材を検知するようにした構成の非接触式磁気センサにおいても、同様の課題が生じている。

【0010】

本発明の目的は、磁界の向きで磁気抵抗効果素子の抵抗値を瞬時に変化させることにより、磁気抵抗効果素子からの出力信号を瞬時に切替える磁気センサを得ることにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明者等は、少なくとも2個の磁気抵抗効果素子における固定層の磁化方向を反対方向に向けて2つの磁石で該各磁気抵抗効果素子を磁化することにより、磁界の強さが徐々に変化する構成であっても、磁気抵抗効果素子の抵抗値を急激に変化させることにより、出力信号を瞬時に切替える磁気センサを得ることに至った。

【0012】

すなわち、本発明は、磁化方向が固定された固定層及び外部磁界によって磁化方向が変化する自由層を有する磁気抵抗効果素子が直列接続された一对の磁気抵抗効果素子を用いて、第1の位置と第2の位置に移動する磁界遮蔽機能を有する被検知部材の移動位置を検出する磁気センサであって、前記一对の磁気抵抗効果素子への外部磁界として作用する第1の磁石及び第2の磁石を備え、前記一对の磁気抵抗効果素子において、互いの固定層の磁化方向は180°をなす反対向きに固定され、互いの自由層の磁化方向は、前記第2の磁石によって、同一方向に揃えられていて、前記第1の磁石の磁界の向きは、前記第2の磁石の磁界の向きとは180°をなす反対向きであり、かつ前記第1の磁石の磁界の大きさは、前記第2の磁石の磁界の大きさより大きく、前記被検知部材が第1の位置にあるときは、前記第1の磁石の磁界及び第2の磁石の磁界の双方が外部磁界として前記一对の磁気抵抗効果素子に作用し、前記一对の磁気抵抗効果素子の前記自由層の磁化方向が前記第1の磁石の磁界の向きによって決まり、前記第1の磁石による一方の自由層の磁化方向が該一方の固定層の磁化方向と同一方向に向き、前記第1の磁石による他方の自由層の磁化方向が該他方の固定層の磁化方向と180°をなす反対方向に向いて、前記被検知部材が第2の位置にあるときは、該被検知部材によって前記第1の磁石の磁界は遮蔽されて前記第2の磁石の磁界のみが前記一对の磁気抵抗効果素子に作用し、前記一对の磁気抵抗効果素子の前記自由層の磁化方向が前記第2の磁石の磁界の向きによって決まり、前記第2の磁石による前記一方の自由層の磁化方向が前記一方の固定層の磁化方向と180°をなす反対方向に向き、前記第2の磁石による前記他方の自由層の磁化方向が前記他方の固定層の磁化方向と同一方向に向くこと、を特徴としている。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、磁界の向きで磁気抵抗効果素子の抵抗値を瞬時に変化させることにより、磁気抵抗効果素子からの出力信号を瞬時に切替える磁気センサが得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、本発明の実施の形態を図示例と共に説明する。

【0015】

図1、図2及び図4に示すように、磁気スイッチのホルダー1は、ベース2の両端部に対をなすアーム3、4を平行に対向して設けた逆門型形状に形成されている。そして、対をなす一方のアーム3には磁気抵抗効果素子5及び第2の永久磁石(以下、第2の磁石という)6が、他方のアーム4には第1の永久磁石(以下、第1の磁石という)7がそれぞれ設けられている。

【0016】

磁気抵抗効果素子5は、ICパッケージ或いは樹脂封止等を用いて気密構造に形成されて基板8上に搭載され、基板8を介して一方のアーム3の内側面に取付けられている。

10

【0017】

第2の磁石6は、磁気抵抗効果素子5の自由層5d(図5参照)を磁界で磁化する磁界作用位置で一方のアーム3に取付けられている。ここに、磁界作用位置は、第2の磁石6の磁力線6aが磁気抵抗効果素子5の自由層5dに作用し、第2の磁石6の磁界(外部磁界)で磁気抵抗効果素子5の自由層5dを磁化可能な位置に設定される。図1、図2及び図4に示す第2の磁石6は、磁気抵抗効果素子5と別体に設けたが、磁気抵抗効果素子5内に一体に設けるように構成してもよい。

【0018】

第1の磁石7は、その磁界(外部磁界)が磁気抵抗効果素子5の自由層5d(図5参照)に作用して、該自由層5dを磁化可能な位置(磁界作用位置)に配置し、かつ磁力線(磁界の向き)7aを第2の磁石6の磁力線(磁界の向き)6aと180°をなす反対方向に向けて他方のアーム4に取付けている。第1の磁石7には、第2の磁石6の磁力より数百ガウス大きな磁力をもつ磁石を用いている。

20

【0019】

次に、磁気スイッチに用いる磁気抵抗効果素子5を図5に基いて具体的に説明する。この磁気抵抗効果素子5は、第2の磁石6を別体に設けた構造の例を示すものである。この磁気抵抗効果素子5は基本的構成として、交換バイアス層(反強磁性体層)5aと、固定層(ピン止め磁性層)5bと、非磁性層5cと、自由層(フリー磁性層)5dとを積層して形成し、巨大磁気抵抗効果を利用したGMR(Giant Magnetoresistance)素子の一種である磁気抵抗効果素子として構成されている。

30

【0020】

磁気抵抗効果素子5が巨大磁気抵抗効果を発揮するためには、例えば交換バイアス層5aが $\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 層、固定層5bがNiFe層、非磁性層5cがCu層、自由層5dがNiFe層から形成されるが、これらのものに限定されるものではなく、巨大磁気抵抗効果を発揮するものであれば、いずれのものであってもよい。また、磁気抵抗効果素子5は、巨大磁気抵抗効果を発揮するものであれば、上記の積層構造のものに限定されるものではない。

【0021】

図5に示す磁気抵抗効果素子5の固定層5bは、交換バイアス層5aで磁化され、該交換バイアス層5aによって磁化方向が特定方向に固定(ピン止め)されている。自由層5dは、固定層5bの磁化方向に対する磁化方向が磁石6及び7の磁界(外部磁界)によって変化する。磁気抵抗効果素子5の両端には端子層9が接合されている。そして、固定層5bの固定された磁化方向に対する外部磁界による自由層5dの磁化方向の向きにより、2つの端子層9間での抵抗値の変化が出力される。

40

【0022】

磁気抵抗効果素子5の固定層5bが特定方向に固定して磁化され、第1の磁石7に、第2の磁石6のそれよりも大きい磁力の磁石が用いられ、磁気抵抗効果素子5の自由層5dの磁化方向が180°をなす反対方向に向けられて、磁気抵抗効果素子5の自由層5dが第1の磁石7と第2の磁石6で磁化される。この実施形態では、第2の磁石6による自由層5dの磁化方向を、固定層5bの磁化方向と同一方向(又は180°をなす反対方向)

50

へ向けている。

【 0 0 2 3 】

さらに、第 1、第 2 の磁石 7、6 に対する相対位置が変化する、強磁性体からなる磁界遮蔽部材 10 を有している。この磁界遮蔽部材 10 は、第 1、第 2 の磁石 7、6 の磁界の双方を磁気抵抗効果素子 5 に作用させて自由層 5 d の磁化方向を第 1 の方向とする第 1 の位置と、第 1、第 2 の磁石 7、6 の磁界の一方を磁気抵抗効果素子 5 に作用させて自由層 5 d の磁化方向を第 1 の方向と反対の第 2 の方向とする第 2 の位置とに移動する。

【 0 0 2 4 】

図 2、図 3 及び図 4 の場合には、平行に配置した対をなすアーム 3、4 間を通して、第 1 の磁石 7 と磁気抵抗効果素子 5 との間に、磁界遮蔽部材 10 を出入可能に配置している。この実施形態では、板状の磁界遮蔽部材 10 を図示しないガイドに案内させて、磁気抵抗効果素子 5 と第 1 の磁石 7 との間を横切るように直線運動させ、これにより磁界遮蔽部材 10 を第 1 の磁石 7 と磁気抵抗効果素子 5 との間に出入させているが、磁界遮蔽部材 10 を扇状に形成し、これを回転運動させて磁気抵抗効果素子 5 と第 1 の磁石 7 との間を横切るように出入させてもよい。

【 0 0 2 5 】

この実施形態では、前記第 1 の位置は、磁界遮蔽部材 10 が第 1 の磁石 7 と磁気抵抗効果素子 5 との間から退出した位置に設定している。一方、第 2 の位置は、磁界遮蔽部材 10 が第 1 の磁石 7 と磁気抵抗効果素子 5 との間に進入した位置に設定している。

【 0 0 2 6 】

磁界遮蔽部材 10 が図示しない駆動手段により第 2 の位置まで移動されると、第 2 の位置に移動した磁界遮蔽部材 10 は、第 1 の磁石 7 の磁力線 7 a を磁気抵抗効果素子 5 の自由層 5 d から引離して第 1 の磁石 7 の磁界を遮蔽し、第 2 の磁石 6 の磁界のみを外部磁界として磁気抵抗効果素子 5 に作用させる。したがって、磁気抵抗効果素子 5 の自由層 5 d には、第 1 の磁石 7 よりも磁力が小さい第 2 の磁石 6 の磁界のみが外部磁界として磁気抵抗効果素子 5 に作用する。

【 0 0 2 7 】

一方、磁界遮蔽部材 10 が第 1 の位置に移動すると、磁気抵抗効果素子 5 には、第 1、第 2 の磁石 6 の磁界の双方が外部磁界として作用する。この場合、第 1 の磁石 7 の磁力は第 2 の磁石 6 よりも大きく、しかも磁気抵抗効果素子 5 の自由層 5 d に対する第 1 の磁石 7 と第 2 の磁石 6 とによる磁化方向が 180° をなす反対方向に向けられている。

【 0 0 2 8 】

したがって、第 2 の磁石 6 による磁力が第 1 の磁石 7 による磁力で打消され、磁気抵抗効果素子 5 の自由層 5 d に第 1 の磁石 7 の磁界が作用し、該磁気抵抗効果素子 5 の自由層 5 d の磁化方向が第 2 の磁石 6 による磁化方向と 180° をなす反対方向に反転切替えられる。

【 0 0 2 9 】

この第 1 の磁石 7 と第 2 の磁石 6 とによる磁気抵抗効果素子 5 の自由層 5 d の磁化方向の反転切替に基いて、磁気抵抗効果素子 5 の抵抗値が変化する。ここで、自由層 5 d の磁化方向が反転される場合、磁気抵抗効果素子 5 の固定層 5 b に対して磁化方向が 180° をなす反対方向に向けられるため、その抵抗値の変化が瞬時に行なわれる。

【 0 0 3 0 】

この実施形態では、図 5 に示す磁気抵抗効果素子 5 を少なくとも 2 個用いることにより、磁界の向きで瞬時に変化する磁気抵抗効果素子 5 の抵抗値を出力信号として出力する。この 2 個の磁気抵抗効果素子 5 は図 6 (A) に示すように基板 8 上に横方向に並べて形成する、或いは図 6 (B) に示すように基板 8 上に縦方向に並べて形成する。

【 0 0 3 1 】

基板 8 上に形成された 2 個の磁気抵抗効果素子 5 は、固定層 5 b の磁化方向 H 2 が互いに 180° をなす反対方向に向けられ、第 2 の磁石 6 によって自由層 5 d の磁化方向 H 1 が同一方向に揃えられている。図 6 に示す例では、一方の磁気抵抗効果素子 (G M R 1)

10

20

30

40

50

の自由層 5 d の磁化方向 H 1 が固定層 5 b の磁化方向 H 2 と 180° をなす反対方向に向けられ、他方の磁気抵抗効果素子 (G M R 2) の自由層 5 d の磁化方向 H 1 が固定層 5 b の磁化方向 H 2 と同一方向に向けられている。

【 0 0 3 2 】

図 7 では磁気抵抗効果素子 5 の両端に形成される一方の端子層を 9 a、他方の端子層を 9 b、それぞれの磁気抵抗効果素子を G M R 1、G M R 2 として表記して説明する。一方の磁気抵抗効果素子 G M R 1 の端子層 9 b に他方の磁気抵抗効果素子 G M R 2 の端子層 9 a を結合して 2 個の磁気抵抗効果素子 G M R 1、G M R 2 (5) を直列に接続している。

【 0 0 3 3 】

図 7 に示すブリッジ回路では、2 辺に 2 個の磁気抵抗効果素子 G M R 1、G M R 2 を用い、残りの 2 辺に 2 個の固定抵抗 1 1、1 2 を用いてブリッジ回路を形成している。すなわち、一方の磁気抵抗効果素子 G M R 1 の一方の端子層 9 a と一方の固定抵抗 1 1 の一方の端子 1 1 a を接続し、その接続点 A 1 に電源の一方の端子 (V d d) を接続している。他方の磁気抵抗効果素子 G M R 2 の他方の端子層 9 b と他方の固定抵抗 1 2 の他方の端子 1 2 b を接続し、その接続点 A 2 に電源の他方の端子を接続している。なお、2 個の固定抵抗 1 1、1 2 を 2 個の磁気抵抗効果素子 G M R 1、G M R 2 に置換えてもよい。

【 0 0 3 4 】

一方の磁気抵抗効果素子 G M R 1 の他方の端子層 9 b と他方の磁気抵抗効果素子 G M R 2 の一方の端子層 9 a を接続し、その接続点 B 1 を固定抵抗 R 1 を介してコンパレータ 1 3 の一方の入力端子に接続している。一方の固定抵抗 1 1 の他方の端子 1 1 b と他方の固定抵抗 1 2 の一方の端子 1 2 a を接続し、その接続点 B 2 を固定抵抗 R 2 を介してコンパレータ 1 3 の他方の入力端子に接続している。

【 0 0 3 5 】

コンパレータ 1 3 の出力端子と一方の入力端子の間にフィードバック用の固定抵抗 R 3 が接続されている。コンパレータ 1 3 の他方の入力端子には電源の一方の端子 (V d d) が可変抵抗 R 4、固定抵抗 R 5 を介して接続されている。

【 0 0 3 6 】

コンパレータ 1 3 の出力端子がコンパレータ 1 4 の一方の入力端子に接続されている。コンパレータ 1 4 の他方の入力端子には分圧抵抗 R 6、固定抵抗 R 7 を介して電源の一方の端子 (V c) が接続され、コンパレータ 1 4 の他方の入力端子の電圧が基準電圧 (R e f) に設定されている。実施形態では、この基準電圧を 2.5 V に設定している。コンパレータ 1 4 の出力端子と他方の入力端子の間にフィードバック用の固定抵抗 R 8 が接続されている。

【 0 0 3 7 】

磁界遮蔽部材 1 0 が磁気抵抗効果素子 G M R 1、G M R 2 (5) と第 1 の磁石 7 との間に入力した場合 (図 2) をスイッチがオン (O N)、磁界遮蔽部材 1 0 が磁気抵抗効果素子 G M R 1、G M R 2 (5) と第 1 の磁石 7 との間から退出した場合 (図 1) をスイッチがオフ (O F F) として、磁気スイッチの動作を説明する。この場合、2 個の磁気抵抗効果素子 G M R 1、G M R 2 のそれぞれの固定層 5 b の磁化方向と自由層 5 d の磁化方向は図 6 (A) に示す関係にあるものとする。

【 0 0 3 8 】

スイッチオフの場合、図 1 に示すように磁界遮蔽部材 1 0 が磁気抵抗効果素子 G M R 1、G M R 2 と第 1 の磁石 7 との間から退出するため、第 1 の磁石 7 からの磁界が 2 個の磁気抵抗効果素子 G M R 1、G M R 2 にそれぞれ作用する。この場合、第 1 の磁石 7 の磁界の大きさが第 2 の磁石 6 の磁界の大きさより大きいため、磁気抵抗効果素子 G M R 1 及び G M R 2 の自由層の磁化方向が第 1 の磁石 7 の磁力線 7 a の向きと同一となる。したがって、一方の磁気抵抗効果素子 G M R 1 は、自由層の磁化方向が固定層の磁化方向と同一向きとなり、他方の磁気抵抗効果素子 G M R 2 は、自由層の磁化方向が固定層の磁化方向と 180° をなす反対向きとなり、磁気抵抗効果素子 G M R 1 の抵抗値 R_{GMR1} より磁気抵抗効果素子 G M R 2 の抵抗値 R_{GMR2} が大きくなり ($R_{GMR1} < R_{GMR2}$)、2 個の磁気抵抗効果

10

20

30

40

50

素子GMR1とGMR2の接続点B1の電圧は図8(A)に示すように2.5Vより大きくなる。

【0039】

スイッチオンの場合、図2に示すように磁界遮蔽部材10が磁気抵抗効果素子GMR1、GMR2と第1の磁石7との間に進入するため、第1の磁石7から2個の磁気抵抗効果素子GMR1、GMR2への磁界が遮断され、第2の磁石6のみの磁界が2個の磁気抵抗効果素子GMR1、GMR2に作用する。この場合、磁気抵抗効果素子GMR1、GMR2の自由層の磁化方向は、第2の磁石6の磁力線6aの向きと同一方向となる。したがって、一方の磁気抵抗効果素子GMR1は、自由層の磁化方向と固定層の磁化方向とが180°をなす反対方向となり、他方の磁気抵抗効果素子GMR2は、自由層の磁化方向と固定層の磁化方向とが同一方向となり、磁気抵抗効果素子GMR2の抵抗値 R_{GMR2} より磁気抵抗効果素子GMR1の抵抗値 R_{GMR1} が大きくなり($R_{GMR2} < R_{GMR1}$)、2個の磁気抵抗効果素子GMR1とGMR2の接続点B1の電圧は図8(A)に示すように2.5Vより小さくなる。

10

【0040】

これらの接続点B1の電圧は図8(B)に示すように、コンパレータ13の出力側に増幅される。さらにコンパレータ14の基準電圧と比較処理される。そして、図8(C)に示すようにコンパレータ14の出力側には、スイッチオフの場合に5Vの出力信号が出力され、スイッチオンの場合に0Vの出力信号が出力される。これは、磁気抵抗効果素子GMR1、GMR2の抵抗値の変化が電圧値の変化として出力される。

20

【0041】

この実施形態に係る磁気スイッチによれば、スイッチの切替動作に対応して、磁界の向きが反対でかつ大きさが異なる第1の磁石7と第2の磁石6の磁界を外部磁界として磁気抵抗効果素子5に選択的に作用し、該磁気抵抗効果素子5からスイッチ動作の切替信号を出力し、その出力信号に基いてスイッチの切替を行なうものであり、磁界遮蔽部材10の移動により磁気抵抗効果素子5に対する磁界の向き(磁気抵抗効果素子の磁化方向)を180°をなす反対方向に変化させることができる。したがって、磁界の強さが徐々に変化する構成であっても、磁気抵抗効果素子の抵抗値を急激に変化させることができ、その急激な抵抗値の変化に基いてスイッチ動作を迅速に行なうことができる。

【0042】

30

また図7に示すように少なくとも2個の磁気抵抗効果素子を直列接続してブリッジ回路に組み込んだため、外部の雑音磁界或いは周辺環境磁界等によるノイズを除去して、精度よく、かつ確実にスイッチ動作の切替を行なうことができる。

【0043】

図7では、少なくとも2個の磁気抵抗効果素子を直列接続して、これらをブリッジ回路に組み付けたが、これに限定されるものではない。図9に示すように、直列接続した磁気抵抗効果素子GMR1、GMR2を分圧回路に組み込むようにしてもよい。

【0044】

直列接続した磁気抵抗効果素子GMR1、GMR2を分圧回路に組み込むには、一方の磁気抵抗効果素子GMR1の一方の端子層9aに電源の一方の端子(Vdd)を接続し、他方の磁気抵抗効果素子GMR2の他方の端子層9bに電源の他方の端子を接続する。一方の磁気抵抗効果素子GMR1の他方の端子層9bと他方の磁気抵抗効果素子GMR2の一方の端子層9aを接続し、その接続点B1を固定抵抗R1を介してコンパレータ13の一方の入力端子に接続する。その他のコンパレータ13、14の構成については図7に示すものと同様である。

40

【0045】

スイッチオフの場合、図1に示すように磁界遮蔽部材10が磁気抵抗効果素子GMR1、GMR2と第1の磁石7との間から退出するため、第1の磁石7からの磁界が2個の磁気抵抗効果素子GMR1、GMR2にそれぞれ作用する。この場合、第1の磁石7の磁界の大きさが第2の磁石6の磁界の大きさより大きいため、磁気抵抗効果素子GMR1及び

50

GMR2の自由層の磁化方向が第1の磁石7の磁力線7aの向きと同一となる。したがって、一方の磁気抵抗効果素子GMR1は、自由層の磁化方向が固定層の磁化方向と同一向きとなり、他方の磁気抵抗効果素子GMR2は、自由層の磁化方向が固定層の磁化方向と180°をなす反方向向きとなり、磁気抵抗効果素子GMR1の抵抗値 R_{GMR1} より磁気抵抗効果素子GMR2の抵抗値 R_{GMR2} が大きくなり($R_{GMR1} < R_{GMR2}$)、2個の磁気抵抗効果素子GMR1とGMR2の接続点B1の電圧は図8(A)に示すように2.5Vより大きくなる。

【0046】

スイッチオンの場合、図2に示すように磁界遮蔽部材10が磁気抵抗効果素子GMR1、GMR2と第1の磁石7との間に進入するため、第1の磁石7から2個の磁気抵抗効果素子GMR1、GMR2への磁界が遮断され、第2の磁石6のみの磁界が2個の磁気抵抗効果素子GMR1、GMR2に作用する。この場合、磁気抵抗効果素子GMR1、GMR2の自由層の磁化方向は、第2の磁石6の磁力線6aの向きと同一方向となる。したがって、一方の磁気抵抗効果素子GMR1は、自由層の磁化方向と固定層の磁化方向とが180°をなす反方向向きとなり、他方の磁気抵抗効果素子GMR2は、自由層の磁化方向と固定層の磁化方向とが同一方向向きとなり、磁気抵抗効果素子GMR2の抵抗値 R_{GMR2} より磁気抵抗効果素子GMR1の抵抗値 R_{GMR1} が大きくなり($R_{GMR2} < R_{GMR1}$)、2個の磁気抵抗効果素子GMR1とGMR2の接続点B1の電圧は図8(A)に示すように2.5Vより小さくなる。

【0047】

これらの接続点B1の電圧は図8(B)に示すように、コンパレータ13の出力側に増幅される。さらにコンパレータ14の基準電圧と比較処理される。そして、図8(C)に示すようにコンパレータ14の出力側には、スイッチオフの場合に5Vの出力信号が出力され、スイッチオンの場合に0Vの出力信号が出力される。これは、磁気抵抗効果素子GMR1、GMR2の抵抗値の変化が電圧値の変化として出力される。

【0048】

この実施形態に係る磁気スイッチによれば、直列接続した磁気抵抗効果素子が分圧回路を形成するため、磁気抵抗効果素子の抵抗値の変化を電圧値の変化としてピックアップする回路の構成を簡素化することができる。

【0049】

この分圧回路とブリッジ回路とはスイッチ動作する対象により使い分ければよい。

【0050】

以上の説明では、磁気スイッチとして構成したが、これに限定されるものではなく、磁界遮蔽作用を有する被検知部材を検知する、外部磁界によって磁化方向が変化する自由層を有する磁気抵抗効果素子を用いた磁気センサとしても構成することができる。

【0051】

この磁気センサは、磁気スイッチの磁界遮蔽部材10を、磁界遮蔽作用を有する被検知部材として用い、この被検知部材(10)を検知するようにした構成が磁気スイッチと相違している。その他の構成は磁気スイッチと同様である。

【0052】

上記被検知部材(10)は、第1、第2の磁石7、6に対する相対位置が変化するよう移動する。この被検知部材(10)の第1、第2の磁石7、6に対する相対位置の変化によって、第1、第2の磁石7、6の磁界(外部磁界)の双方を磁気抵抗効果素子5に作用させる第1の状態と、第1、第2の磁石7、6の磁界(外部磁界)の一方を磁気抵抗効果素子5に作用させる第2の状態とを生じさせて被検知部材(10)を検知する。

【0053】

前記第1の状態は、磁界遮蔽部材10が第1の磁石7と磁気抵抗効果素子5との間から退出した状態に設定する。一方、第2の状態は、磁界遮蔽部材10が第1の磁石7と磁気抵抗効果素子5との間に進入した状態に設定する。そして、第2の状態での被検知部材(10)は、第2の磁石6よりも磁力が大きい第1の磁石7の磁界を遮蔽し、第2の磁石6

10

20

30

40

50

の磁界のみが外部磁界として磁気抵抗効果素子 5 に作用する。

【 0 0 5 4 】

この磁気センサによれば、被検知部材 (1 0) の移動に対応して、磁界の向きが反対でかつ大きさが異なる第 1 の磁石 7 と第 2 の磁石 6 の磁界を外部磁界として磁気抵抗効果素子 5 に選択的に作用し、該磁気抵抗効果素子 5 から被検知部材 (1 0) の検知信号を出力し、その出力信号に基いて被検知部材 (1 0) を検知するものであり、被検知部材 (1 0) の移動により磁気抵抗効果素子 5 に対する磁界の向き (磁気抵抗効果素子の磁化方向) を 1 8 0 ° をなす反対方向に変化させることができる。したがって、磁界の強さが徐々に変化する構成であっても、磁気抵抗効果素子の抵抗値を急激に変化させることができ、その急激な抵抗値の変化に基いて被検知部材 (1 0) を迅速に検知することができる。

10

【 0 0 5 5 】

以上説明したように本発明によれば、磁界の向きが反対でかつ大きさが異なる第 1 の磁石と第 2 の磁石の磁界を外部磁界として磁気抵抗効果素子に選択的に作用し、該磁気抵抗効果素子の急激な抵抗値の変化に対応する出力信号を出力し、その出力信号に基いて、スイッチ動作、被検知部材の検知を迅速に行なうことができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 6 】

【 図 1 】本発明の実施形態に係る磁気スイッチを示す正面図であって、磁界遮蔽部材を磁気抵抗効果素子と第 1 の永久磁石との間から退出させた状態を示す図である。

【 図 2 】本発明の実施形態に係る磁気スイッチを示す正面図であって、磁界遮蔽部材を磁気抵抗効果素子と第 1 の永久磁石との間に進入させた状態を示す図である。

20

【 図 3 】本発明の実施形態に係る磁気スイッチを示す図であって、磁界遮蔽部材を磁気抵抗効果素子と第 1 の永久磁石との間に出入する状態を示す側面図である。

【 図 4 】本発明の実施形態に係る磁気スイッチを示す図であって、磁界遮蔽部材を磁気抵抗効果素子と第 1 の永久磁石との間に出入する状態を示す斜視図である。

【 図 5 】本発明の実施形態に係る磁気スイッチに用いた磁気抵抗効果素子の一例を示す断面図である。

【 図 6 】 (A) 、 (B) は、本発明の実施形態に係る磁気スイッチに用いた磁気抵抗効果素子の磁化方向を示す図である。

【 図 7 】本発明の実施形態に係る磁気スイッチに用いた磁気抵抗効果素子をブリッジ回路に組み込んだ回路図である。

30

【 図 8 】ブリッジ回路の各部での出力信号の波形を示す図である。

【 図 9 】本発明の実施形態に係る磁気スイッチに用いた磁気抵抗効果素子を分圧回路に組み込んだ回路図である。

【 符号の説明 】

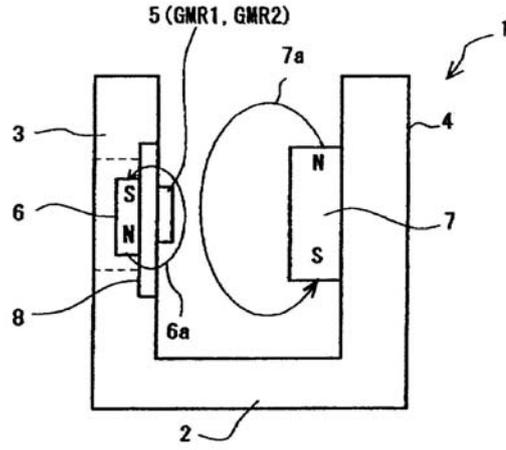
【 0 0 5 7 】

- 1 ホルダー
- 2 ベース
- 3 アーム
- 4 アーム
- 5 磁気抵抗効果素子 (G M R 1 G M R 2)
- 6 第 2 の永久磁石
- 7 第 1 の永久磁石
- 8 基板
- 9 端子層
- 1 0 磁界遮蔽部材 (被検知部材)
- 1 1 固定抵抗
- 1 2 固定抵抗
- 1 3 コンパレータ
- 1 4 コンパレータ

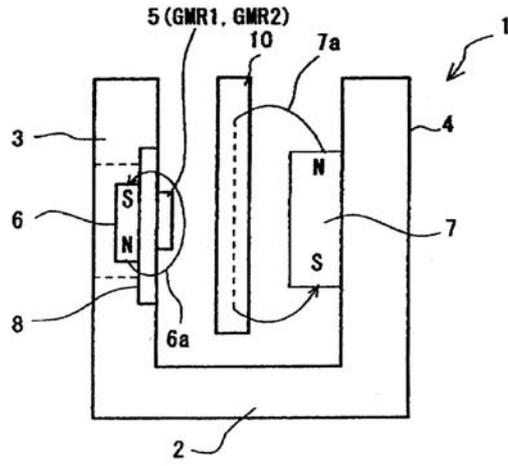
40

50

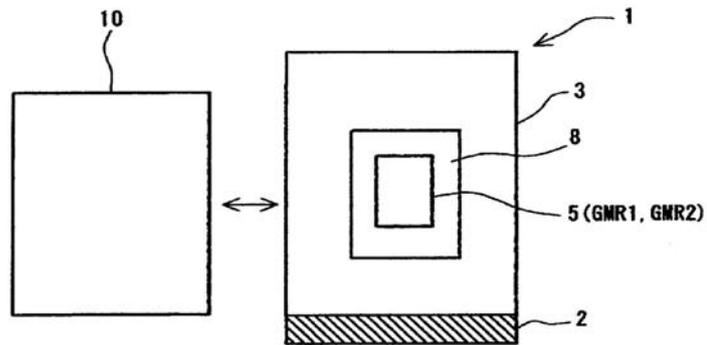
【 図 1 】



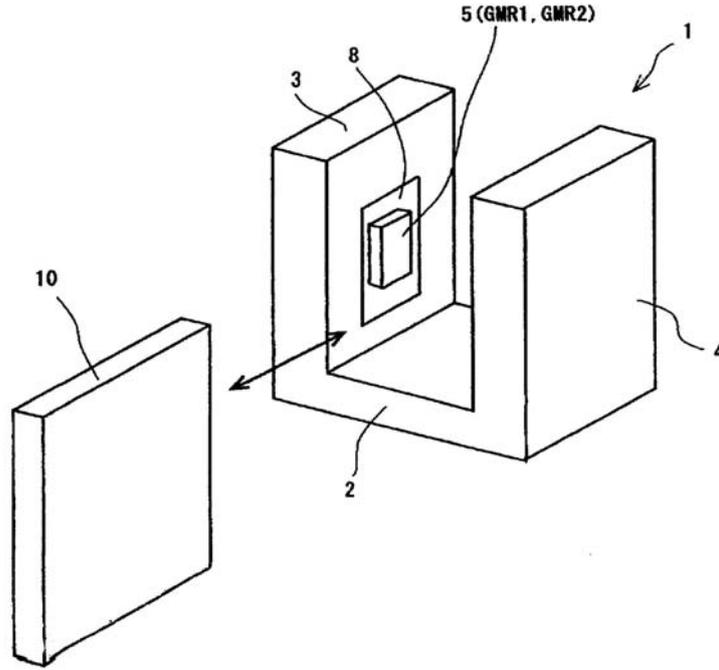
【 図 2 】



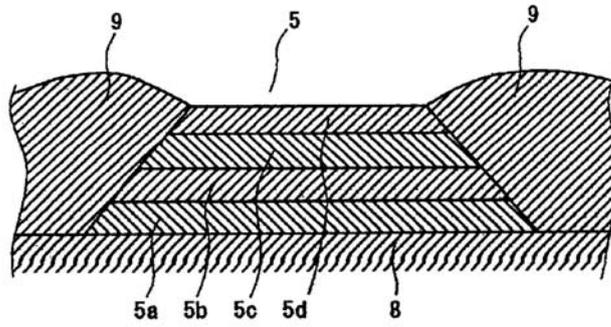
【 図 3 】



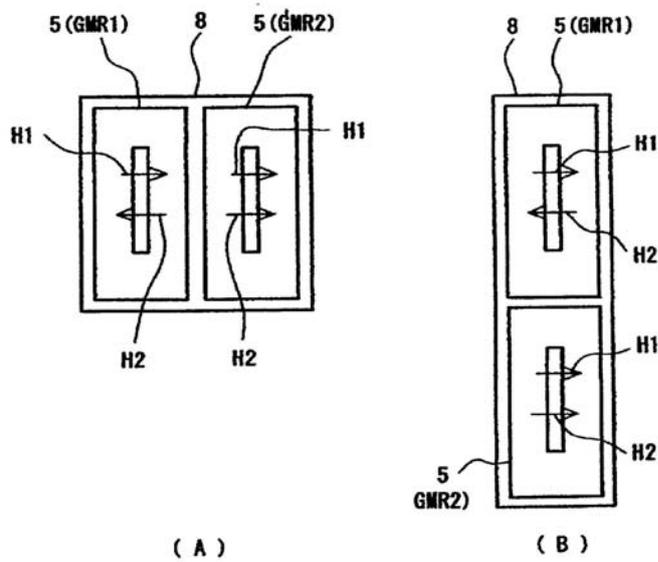
【 図 4 】



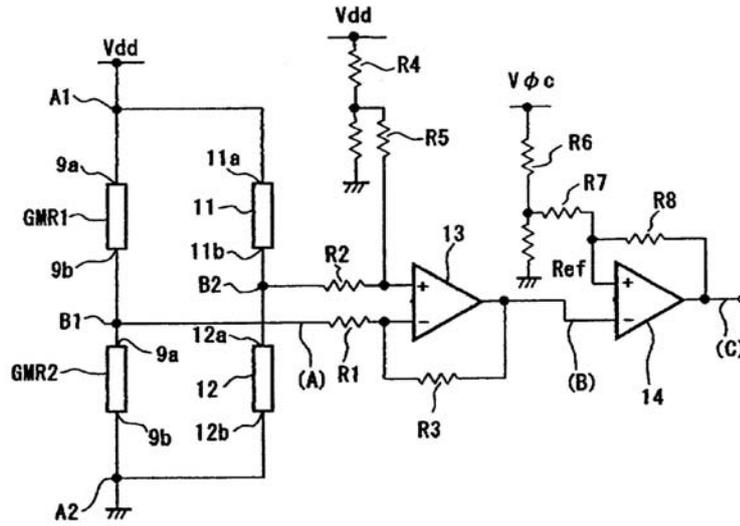
【 図 5 】



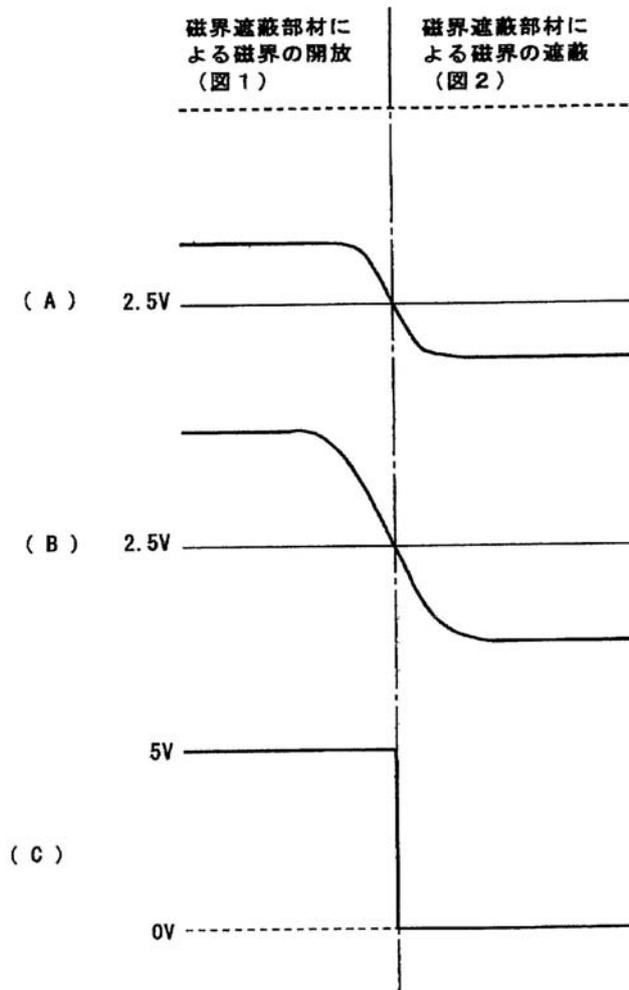
【 図 6 】



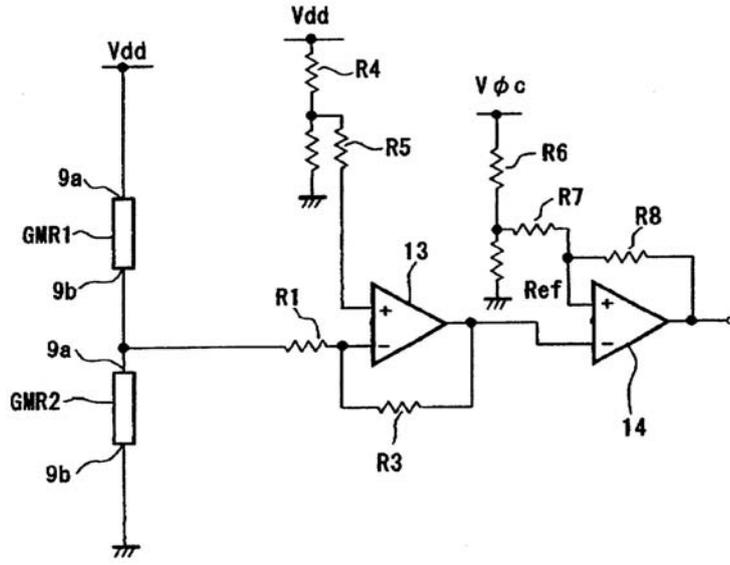
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 菊池 誠二
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 川村 裕二

(56)参考文献 特開2003-060256(JP,A)
米国特許第6060969(US,A)
特開平11-513128(JP,A)
特開2000-056001(JP,A)
実開平03-022339(JP,U)
特公昭46-006946(JP,B1)
特開平09-306313(JP,A)
特開平06-076706(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 43/08
G01R 33/09
H01H 36/00