

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-8160

(P2010-8160A)

(43) 公開日 平成22年1月14日(2010.1.14)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)		
GO1R	33/09 (2006.01)	GO1R	33/06	R	2F077
GO1D	5/18 (2006.01)	GO1D	5/18	N	2G017
HO1L	43/08 (2006.01)	HO1L	43/08	P	5F092
HO1L	27/22 (2006.01)	HO1L	27/22		

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2008-166380 (P2008-166380)  
 (22) 出願日 平成20年6月25日 (2008. 6. 25)

(71) 出願人 000005083  
 日立金属株式会社  
 東京都港区芝浦一丁目2番1号  
 (72) 発明者 三俣 千春  
 埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地 日立金属株式会社先端エレクトロニクス研究所内  
 (72) 発明者 岡田 泰行  
 埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地 日立金属株式会社先端エレクトロニクス研究所内  
 Fターム(参考) 2F077 CC08 JJ01 JJ09 TT16  
 2G017 AA02 AA10 AD55 AD63 AD65  
 BA09  
 5F092 AA01 AA04 AB01 AC08 AD06  
 BC42 EA01

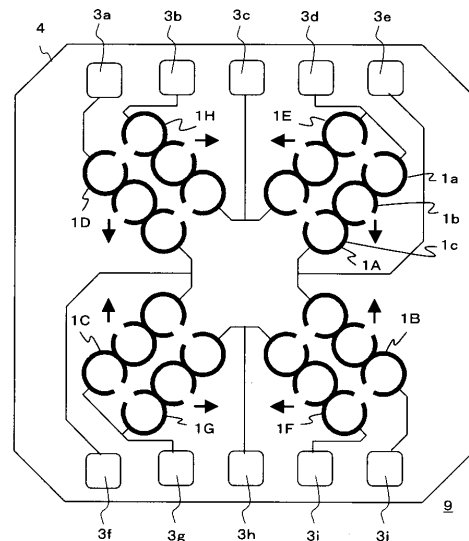
(54) 【発明の名称】 磁気センサ及び回転角度検出装置

(57) 【要約】

【課題】 検出感度の異方性を抑えるため、磁氣的等方性を有し且つ小型である磁気センサを提供する。

【解決手段】 非磁性の中間層を介して2つの強磁性膜が積層されたスピバルブ型磁気抵抗効果素子を用いた磁気センサであって、前記スピバルブ型磁気抵抗効果素子は複数のC字型素子とその外周部同士で連なった形状、若しくは複数のC字型素子とその開口部の一端同士で結合して連続的に連なる形状を有し、前記複数のC字型素子が電氣的に接続されている状態で通電され、外部磁場に対して前記スピバルブ型磁気抵抗効果素子の電気抵抗が変化することを特徴とする磁気センサ。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

非磁性の中間層を介して 2 つの強磁性膜が積層されたスピバルブ型磁気抵抗効果素子を用いた磁気センサであって、前記スピバルブ型磁気抵抗効果素子は複数の C 字型素子とその外周部同士で連なった形状を有し、前記複数の C 字型素子が電氣的に接続されている状態で通電され、外部磁場に対して前記スピバルブ型磁気抵抗効果素子の電気抵抗が変化することを特徴とする磁気センサ。

## 【請求項 2】

前記 C 字型素子は開口部が隣接する C 字型素子とは異なる方向に開口し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】

偶数個の C 字型素子で 1 つの前記スピバルブ型磁気抵抗効果素子が形成されることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の磁気センサ。

## 【請求項 4】

前記複数の C 字型素子が屈曲もしくは屈折するように連なった形状であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 に記載の磁気センサ。

## 【請求項 5】

非磁性の中間層を介して 2 つの強磁性膜が積層されたスピバルブ型磁気抵抗効果素子を用いた磁気センサであって、前記スピバルブ型磁気抵抗効果素子は複数の C 字型素子とその開口部の一端同士で結合して連続的に連なる形状を有し、前記複数の C 字型素子が電氣的に接続されている状態で通電され、外部磁場に対して前記スピバルブ型磁気抵抗効果素子の電気抵抗が変化することを特徴とする磁気センサ。

## 【請求項 6】

偶数個の C 字型素子で 1 つの前記スピバルブ型磁気抵抗効果素子が形成されることを特徴とする請求項 5 に記載の磁気センサ。

## 【請求項 7】

前記複数の C 字型素子が屈曲もしくは屈折するように連なった形状であることを特徴とする請求項 5 又は請求項 6 に記載の磁気センサ。

## 【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 7 に記載のスピバルブ型磁気抵抗効果素子が少なくとも 2 つ含まれるブリッジ回路を構成し、前記ブリッジ回路の抵抗が回転する磁場に対して変化することを検出する回転角度検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、回転する磁場を検知するための磁気センサ及び回転角度検出装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

磁気抵抗効果素子を用いた磁気センサは、非接触での検出を実現するものとして有用であり、回転角度を測定することを目的として磁気エンコーダや磁気回転角度センサが利用されている。特に、絶対角を測定するためには、回転する磁場に対して磁気抵抗効果素子の検出感度が等方的であり、どのような磁場の向きに対しても検出誤差が小さいことが重要である。このような磁気回転角度センサを実現することを目的として、例えば、特許文献 1 には、図 9 に示すような螺旋形状の磁気抵抗効果素子（螺旋型素子）が開示されている（本発明の図面の符号と区別するために、符号の説明を 100 番台で示す）。これは磁気抵抗効果素子の形状に起因した磁氣的異方性、即ち形状磁気異方性を低減するために螺旋型素子を構成し、回転する磁場に対して等方性を向上させる技術である。また、特許文献 1 には、図 10 に示すような蛇行形状の磁気抵抗効果素子（蛇行型素子）が開示されている。半円形の磁気抵抗効果素子を連結させた蛇行形状を用いることで、半円形の円弧の

10

20

30

40

50

特徴である磁気的な等方性を実現しようとするものである。特許文献 2 には、図 1 1 に示すように半円形を組み合わせた磁気抵抗効果素子が開示されている（本発明の図面の符号と区別するために、符号の説明を 2 0 0 番台で示す）。

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】特許第 3 5 8 7 6 7 8 号公報（図 3，図 4）

【特許文献 2】実開昭 4 8 - 0 8 6 7 6 5 号公報（第 5 図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

図 9 の螺旋型素子の場合、形状磁気異方性に起因する保磁力の大きさが螺旋の曲率半径によって変化するため、螺旋型素子の中心部と外周部で検出感度に差が生じる。その結果、磁気センサを小型化するために磁気抵抗効果素子のパターンの面積を縮小すると、検出感度の異方性が顕著になるという問題点があった。

10

【 0 0 0 5 】

図 1 0 のように半円形の磁気抵抗効果素子を連結した場合、円弧部と半円接続部では外部磁場に対して磁気エネルギーが異なり、円弧部では水平方向（紙面での横方向）の磁気異方性を示し、半円接続部では垂直方向（紙面での上下方向）の磁気異方性を示す。このとき、蛇行型素子を構成する円弧部と半円接続部の数は、必ず半円接続部の方が 1 つ多くなることから磁気抵抗効果素子全体の磁気異方性を十分小さくするには不十分なことがある。

20

【 0 0 0 6 】

図 1 1 のように円弧の端が配線に接続されていると、円弧部と半円の端では外部磁場に対して磁気エネルギーが異なり、円弧部では垂直方向（紙面での上下方向）の磁気異方性を示し、円弧の端では水平方向（紙面での横方向）の磁気異方性を示す。円弧の端における磁気異方性をキャンセルすることは難しい。

【 0 0 0 7 】

かかる状況において、磁気抵抗効果素子の形状磁気異方性を十分小さくする為には、円盤形状の磁気抵抗効果素子（円盤型素子）を用いることが理想的である。しかし、円盤型素子または前記円盤型素子を複数個連ねた素子では、電流を流したときに円盤内部の電位分布が一樣ではないという問題点がある。また、所望の電気抵抗を得るためには円盤型素子の面積を大きくすることになり、小型化に反するという問題点もある。

30

【 0 0 0 8 】

本発明は、このような問題に着目してなされたものであり、検出感度の異方性を抑え、磁気的等方性を有し且つ小型の磁気センサおよびそれを用いた回転角度検出装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明は非磁性の中間層を介して 2 つの強磁性膜が積層されたスピバルブ型磁気抵抗効果素子を用いた磁気センサであって、前記スピバルブ型磁気抵抗効果素子は複数の C 字型素子とその外周部同士で連なった形状を有し、前記複数の C 字型素子が電氣的に接続されている状態で通電され、外部磁場に対して前記スピバルブ型磁気抵抗効果素子の電気抵抗が変化することを特徴とする。

40

スピバルブ型磁気抵抗効果素子（以後、磁気抵抗効果素子と称す）として円形状に近似する C 字型素子を用いたことで、スピバルブ型磁気抵抗効果素子の磁化の向きが電流路となるパターン形成された金属膜のなす角度と一定ではなく、あらゆる角度を有する形状となる。この形状とすることで、磁気センサは素子内部の磁化に対し、形状に起因する磁気異方性を低減し、検出信号の波形ひずみを低減できる。加えて、電流路の一端に開口部を設けることによりリング状素子を連結したものより電流路が制限され、電気抵抗が大きく出力の大きな磁気センサとなる。磁気抵抗効果素子の電気抵抗は大きい方が消費電力が少なく好ましい。

50

## 【0010】

C字型素子は開口部が隣接するC字型素子とは異なる方向に開口していることが好ましい。開口部をそれぞれ別の方向にすることで形状に起因する磁気抵抗効果素子の磁気異方性を低減し、検出信号の波形ひずみを低減できる。

また、偶数個のC字型素子で1つの磁気抵抗効果素子が形成されることが好ましい。奇数個のものよりも磁気異方性を低減し、検出信号の波形ひずみを低減できる。

また、前記複数のC字型素子が屈曲もしくは屈折するように連なった形状とすることが好ましい。素子の電気抵抗を大きくすることができるので電流路が制限され、電気抵抗が大きく出力の大きな磁気センサとなる。

C字型素子とリング型素子が混在して連なっているものでもよい。

10

## 【0011】

また、別の本発明は、非磁性の中間層を介して2つの強磁性膜が積層されたスピバルブ型磁気抵抗効果素子を用いた磁気センサであって、前記スピバルブ型磁気抵抗効果素子は複数のC字型素子とその開口部の一端同士で結合して連続的に連なる形状を有し、前記複数のC字型素子が電氣的に接続されている状態で通電され、外部磁場に対して前記スピバルブ型磁気抵抗効果素子の電気抵抗が変化することを特徴とする。その効果は上記実施例1の磁気センサと同じものである。

## 【0012】

偶数個のC字型素子で1つの磁気抵抗効果素子が形成されることが好ましい。奇数個のものよりも磁気異方性を低減し、検出信号の波形ひずみを低減できる。

20

また、前記複数のC字型素子が屈曲もしくは屈折するように連なった形状とすることが好ましい。素子の電気抵抗を大きくすることができるので電流路が制限され、電気抵抗が大きく出力の大きな磁気センサとなる。

## 【0013】

これらのスピバルブ型磁気抵抗効果素子が少なくとも2つ含まれるブリッジ回路を構成し、前記ブリッジ回路の抵抗が回転する磁場に対して変化することを検出する回転角度検出装置とすることで、従来よりも検出精度の高いものが得られる。

## 【発明の効果】

## 【0014】

本発明によれば、検出感度の異方性を抑え、磁氣的等方性を有し且つ小型の磁気センサ及びそれを用いた回転角度検出装置を提供することができる。

30

また、スピバルブ型磁気抵抗効果素子はC字型素子を屈曲もしくは屈折するように連なった形状とするため、素子の電気抵抗が高くなり、消費電力を極力小さくできる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0015】

前記C字型素子は中心角が180°超の円弧形状が好ましく、225°超の円弧形状がなお好ましい。真円形状に近いほど外部磁場に対して磁気エネルギーが均一になり、磁気異方性が小さくなる。C字型素子は中心角度で60度超～180°未満の開口部を有する。C字型素子の1端から他端に流す電流の流路の幅(電気抵抗の幅)は一定にすることが好ましい。前記幅を制御することによって、所望の電気抵抗(磁場を印加していないときに比較する電気抵抗)を得ることができる。

40

## 【0016】

C字型素子の開口部は電流を流す配線又は端子とは重ならない位置とすることが好ましい。C字型素子同士が連なった接点から周方向で約90°ずれた位置で切り欠きを設けるのがよい。さらに、前記C字型素子を複数個連ねて磁気センサ用の素子を構成することもできる。

## 【0017】

対の向かい合ったC字型素子は幾何学的に開口部の角度が60度超となる。磁気抵抗効果素子は点対称になるように形成することが好ましい。また、全ての磁気抵抗素子が点対称になるように形成することが好ましい。

50

## 【 0 0 1 8 】

強磁性膜は単層膜或いは少なくとも1層の強磁性層を含む多層膜のいずれでもよい。一方の強磁性膜は製膜時に磁化方向を固定した固定層として用い、他方の強磁性膜は回転磁場の向きに沿って磁化方向が自由に回転する自由層として用いる。C字型素子が連なった形状とは、複数のC字型の磁気抵抗効果素子を直接連結した構造、複数のC字型の磁気抵抗効果素子を一括パターンングで一体に形成した構造、或いは配線を介して複数のC字型素子を電氣的に接続した構造を含む。

## 【 0 0 1 9 】

以下、本発明についてさらに具体的な実施形態を用いて説明する。ただし、これら実施形態により本発明が限定されるものではない。なお、類似の部品については同じ符号で説明する。

## 【 0 0 2 0 】

図1は本発明の実施形態に係る磁気センサ9の平面図であり、第1のブリッジ回路と第2のブリッジ回路を基板4上に形成したものである。第1のブリッジ回路は、連結したC字型素子1A, 1B, 1C及び1Dでホイートストーンブリッジを構成すると共に、端子3d及び3gをVccとし、端子3a及び3jをGndとし、端子3eと3fとの間で出力電圧Vo1を得る。第2のブリッジ回路は、連結したC字型素子1E, 1F, 1G及び1Hでホイートストーンブリッジを構成すると共に、端子3d及び3gをVccとし、端子3b及び3iをGndとし、端子3c及び3hとの間で出力電圧Vo2を得る。各々のC字型素子を構成するスピナルブ型磁気抵抗効果素子の固定層磁化方向は太い矢印で示した。第1のブリッジ回路に対して第2のブリッジ回路は固定層磁化方向を90°回転させたので、正弦波的に変化する回転磁場を基板に平行な向きに印加すると、出力電圧Vo1とVo2はコサイン波とサイン波の関係になり、逆正接( $\tan^{-1}$ )演算を行うと、回転角度を求めることができる。

図1のスピナルブ型磁気抵抗効果素子は、3個のC字型素子1a, 1b, 1cが連なったものである。連結したC字型素子は直線上に並べられ、互いの端を重ねて形成することで電氣的に連結したC字型素子1Aとなっている。C字型素子の線幅は全て同じで一律とし、対応する形状にパターンングして得た。また、1対の端子部23はCu膜で構成した。

## 【 0 0 2 1 】

図2は別の連結したC字型素子を用いた磁気センサである。磁気抵抗効果素子の形状が異なる以外は、図1と同様の構成である。磁気抵抗効果素子は、複数のC字型素子はその開口部の一端同士で結合して連続的に連なる形状である。詳細に説明すれば、磁気抵抗効果素子は、対の向かい合ったC字型素子をずらして開口部の一端同士を結合し、そのパターンが繰り返し連なった形状で、8個のC字型素子1a~1hが連なったものである。C字型素子は、中心角度で120°開口する円弧部分Rと、その開口する端部から接線方向に伸びた直線部分Sから構成されている。図11にしめす従来形状よりも曲線部を増やすことによって、磁気抵抗効果素子の端部と端部を結ぶ方向に誘導される形状磁気異方性を軽減できる。

## 【 0 0 2 2 】

図3は本発明の実施形態に係る他の磁気抵抗効果素子の平面図である。図3(a)は、図1の磁気センサで使用した磁気抵抗効果素子とほぼ同形のもので、C字型素子の開口部が180°づつ変わるようにして、偶数個直列に繋げたものである。C字型素子が奇数個のものより磁気異方性を低減できる。C字型素子は、真円の一部を開口させた形状である。

これに対して、図10の従来例のように磁気抵抗効果素子の半円の端が配線に接続されていると、半円の端における磁氣的異方性が出力電圧に無視できない歪みを発生させるという問題が発生した。なお、図3(a)では、各々のC字型素子で開口部の無い側の半円部分に電流が流れるため、開口部側の円弧部分には電流が流れず、磁気センサの出力を大きくすることができた。

10

20

30

40

50

図3(b)では、開口部の中心角度が $90^\circ$ の円弧形状のC字型素子を、端部同士を段違いに接続したものである。磁気抵抗型素子に直線部分が無いので、図2に記載のC字型素子の連結部分に直線部分を用いたものより磁気異方性を極力小さくできる。

図3(c)では、開口部の中心角度が $120^\circ$ で、かつ直線の組み合わせでC字型素子を形成したものである。直線のみを組み合わせでC字型素子を形成することで、製造プロセス中の素子幅が管理しやすく、素子幅によって変化する電気抵抗を制御しやすい。この図ではC字型素子は、正六角形の一部を開口させた形状であるが、開口部以外のC字型素子形状は特に正六角形である必要は無い。但し、磁気異方性を極力小さくすることを考えれば開口部以外のC字型素子形状は正多角形であることが好ましいし、さらに磁気異方性を小さくするには少なくとも正五角形以上、好ましくは正六角形以上の多角形とすることが好ましい。

10

#### 【0023】

図4は本発明の別の実施形態に係る磁気センサ9の平面図であり、第1のブリッジ回路と第2のブリッジ回路を基板4上に形成したものである。第1のブリッジ回路は、連結したC字型素子1A, 1B, 1C及び1Dでホイートストーンブリッジを構成すると共に、端子3d及び3gをVccとし、端子3a及び3jをGndとし、端子3eと3fとの間で出力電圧Vo1を得る。第2のブリッジ回路は、連結したC字型素子1E, 1F, 1G及び1Hでホイートストーンブリッジを構成すると共に、端子3d及び3gをVccとし、端子3b及び3iをGndとし、端子3c及び3hとの間で出力電圧Vo2を得る。各々のC字型素子を構成するスピナルブ型磁気抵抗効果素子の固定層磁化方向は太い矢印で示した。第1のブリッジ回路に対して第2のブリッジ回路は固定層磁化方向を $90^\circ$ 回転させたので、正弦波的に変化する回転磁場を基板に平行な向きに印加すると、出力電圧Vo1とVo2はコサイン波とサイン波の関係になり、逆正接( $\tan^{-1}$ )演算を行うと、回転角度を求めることができる。

20

図4の磁気抵抗効果素子は、4個のC字型素子が2列に連なり、かつその一端側でさらに2つのC字型素子と一部直線部分で形成される継部が連結したものである。継部の両端部2箇所 $90^\circ$ づつ屈折し、全体として $180^\circ$ 折り返した形状である。列の連結したC字型素子は直線上に並べられ、互いの端を重ねて形成されている。C字型素子の線幅は全て同じで一律とし、対応する形状にパターンニングして得た。

#### 【0024】

図5は本発明の実施形態に係る他の磁気抵抗効果素子の平面図である。図5(a)は、図1の磁気センサで使用した磁気抵抗効果素子とほぼ同形のもので、開口部が $180^\circ$ づつ変わるように5個のC字型素子を2列に並べ、かつその一端側のC字型素子の間にもう1つのC字型素子を入れて継部として連結したものである。図4に記載した磁気抵抗効果素子よりも直線部分が少ないので磁気異方性を低減できる。C字型素子は、真円の一部を開口させた形状である。図3(a)などに記載した一列にC字型素子を並べた磁気抵抗効果素子よりも電気抵抗が大きくなるので消費電力を小さくすることができる。

30

図5(b)は、開口部の中心角度が $120^\circ$ の円弧形状のC字型素子を、端部同士を段違いに接続し、継部の両端部2箇所 $90^\circ$ づつ屈曲させ、かつ全体的に $180^\circ$ 折り返して接続した磁気抵抗効果素子である。

40

図5(c)は、開口部の中心角度が $120^\circ$ のC字型素子を、端部同士を段違いに接続し、継部の両端部2箇所 $90^\circ$ づつ屈曲させ、かつ全体的に $180^\circ$ 折り返して接続した磁気抵抗効果素子であり、かつC字型素子として開口部以外の形状を正六角形としたものである。直線形状で形成した効果や好ましい形状は、図3(c)で説明した効果と同じである。

#### 【0025】

図6は別の実施形態に係る磁気センサ9の平面図であり、1つの磁気抵抗効果素子は、6個のC字型素子が曲線状配置され、全体的に屈曲した形状に連結して形成されている。磁気抵抗効果素子61A~61Dと、磁気抵抗効果素子61E~61Hが連結して回路が形成される。ただし、素子配置による異方性を発生させないようにするため、リング型素

50

子からなる磁気回路は回転対象に配置されることが必要である。

【0026】

図7は、図1の磁気センサにおけるブリッジ回路を説明する回路図である。第1のブリッジ回路と第2のブリッジ回路を基板44上に形成したものである。第1のブリッジ回路は、連結したC字型素子41a及び41b, 41c及び41d, 41e及び41f, 41g及び41hでホイートストーンブリッジを構成すると共に、端子43eをVccとし、端子43fをGndとし、端子43aと端子43jとの間で出力電圧Vo1と得る。第2のブリッジ回路は、連結したC字型素子41i及び41j, 41k及び41l, 41m及び41n, 41o及び41pでホイートストーンブリッジを構成すると共に、端子43cをVccとし、端子43hをGndとし、端子43b及び43gと端子43d及び43iとの間で出力電圧Vo2と得る。各々のC字型素子を構成するスピンバルブ型磁気抵抗効果素子の固定層磁化方向は太い矢印で示した。第1のブリッジ回路に対して第2のブリッジ回路は固定層磁化方向を90°回転させたので、正弦波的に変化する回転磁場を基板に平行な向きに印加すると、出力電圧Vo1とVo2はコサイン波とサイン波の関係になり、逆正接( $\tan^{-1}$ )演算を行うと、回転角度を求めることができる。なお、他の実施形態として、図7中の上側のブリッジ回路にて、2辺における連結したC字型素子を通常の電気抵抗に置き換えたハーフブリッジとする場合、図7中の下側のブリッジ回路でも、2辺における連結したC字型素子を通常の電気抵抗に置き換えたハーフブリッジとした。

10

【0027】

図8(a)は図6の磁気センサを用いたセンサデバイスの平面図であり、図8(b)は前記センサデバイスを用いた回転角度検出装置の概略図である。センサデバイス59は、磁気センサ49をリードフレーム上に設け、磁気センサ49の端子と電極ピン52とをボンディングワイヤ53で電氣的に接続し、モールド樹脂51で被覆して構成した。このセンサデバイス59は、径方向NS2極に着磁した円盤状永久磁石56に対向するように配置した。前記円盤状永久磁石56は磁石支持部55を介して回転軸54に接続されており、回転軸が回転すると、センサデバイス59に印加される磁力線57のうちxy平面に平行な成分も回転軸と同じように回転する。この回転磁界をセンサデバイス59で検知した。

20

【図面の簡単な説明】

30

【0028】

【図1】本発明の実施形態に係る磁気センサの平面図である。

【図2】本発明の実施形態に係る他の磁気センサの平面図である。

【図3】本発明の実施形態に係る磁気抵抗効果素子の平面図である。

【図4】本発明の実施形態に係る他の磁気センサの平面図である。

【図5】本発明の実施形態に係る他の磁気抵抗効果素子の平面図である。

【図6】本発明の実施形態に係る他の磁気センサの平面図である。

【図7】図5の磁気センサにおけるブリッジ回路を説明する回路図である。

【図8】(a)図6の磁気センサを用いたセンサデバイスの平面図、及び(b)前記センサデバイスを用いた回転角度検出装置の概略図である。

40

【図9】従来の磁気センサの平面図である。

【図10】従来の他の磁気センサの平面図である。

【図11】従来の他の磁気センサの平面図である。

【符号の説明】

【0029】

1a, 1b, 1c : C字型素子、1A : 連結したC字型素子、  
1d, 1e, 1f : C字型素子、1B : 連結したC字型素子、  
1g, 1h, 1i : C字型素子、1C : 連結したC字型素子、  
1j, 1k, 1l : C字型素子、1D : 連結したC字型素子、  
1E, 1F, 1G, 1H : 連結したC字型素子、

50

3 a , 3 b , 3 c , 3 d , 3 e : 端子、  
 3 f , 3 g , 3 h , 3 i , 3 j : 端子、  
 4 : 基板、 9 , 4 9 : 磁気センサ、  
 1 1 a : 内側の C 字型素子、 1 1 b : 中間の C 字型素子、  
 1 1 c : 外側の C 字型素子、  
 1 2 a , 1 2 b , 1 2 c , 1 2 d : 配線 ( 電極膜 )、 1 2 d<sub>2</sub> : 接合部、  
 1 3 a : 内側の C 字型素子、 1 3 b : 中間の C 字型素子、  
 1 3 c : 外側の C 字型素子、 1 4 : 切り欠き、  
 2 1 : 一体形成した C 字型素子、 2 3 : 端子部、 2 4 : 基板、 2 9 : 磁気センサ、  
 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c : C 字型素子、  
 3 3 : 端子、 3 4 : 基板、 3 9 : 磁気センサ、  
 4 1 a , 4 1 b : 連結した C 字型素子、 4 1 c , 4 1 d : 連結した C 字型素子、  
 4 1 e , 4 1 f : 連結した C 字型素子、 4 1 g , 4 1 h : 連結した C 字型素子、  
 4 1 i , 4 1 j : 連結した C 字型素子、 4 1 k , 4 1 l : 連結した C 字型素子、  
 4 1 m , 4 1 n : 連結した C 字型素子、 4 1 o , 4 1 p : 連結した C 字型素子、  
 4 2 e<sub>1</sub> , 4 2 e<sub>2</sub> , 4 2 f<sub>1</sub> , 4 2 f<sub>2</sub> : 配線、  
 4 3 a , 4 3 b , 4 3 c , 4 3 d , 4 3 e : 端子、  
 4 3 f , 4 3 g , 4 3 h , 4 3 i , 4 3 j : 端子、  
 4 4 : 基板、 4 9 : 磁気センサ、  
 5 1 : モールド樹脂、 5 2 : 電極ピン、 5 3 : ボンディングワイヤ、 5 4 : 回転軸、  
 5 5 : 磁石支持部、 5 6 : 円盤状永久磁石、 5 7 : 磁力線、 5 9 : センサデバイス、  
 6 1 A , 6 1 B , 6 1 C , 6 1 D : 連結した C 字型素子、  
 6 1 E , 6 1 F , 6 1 G , 6 1 H : 連結した C 字型素子、  
 6 3 a , 6 3 b , 6 3 c , 6 3 d , 6 3 e : 端子、  
 6 3 f , 6 3 g , 6 3 h , 6 3 i , 6 3 j : 端子、 6 9 : 基板、  
 1 0 3 : 磁界センサ、 1 0 8 : 基板、 1 3 0 : 磁気抵抗効果膜、  
 1 3 0 a , 1 3 0 b : 螺旋状の形状パターンの両端部、  
 1 3 1 : 磁気抵抗効果膜のパターン形状、 1 3 7 : 絶縁膜、  
 1 9 1 , 1 9 5 , 1 9 1 a , 1 9 5 a : 導電体電極膜、  
 1 0 4 : 磁界センサ、 1 4 0 : 磁気抵抗効果膜、  
 1 4 1 : 磁気抵抗効果膜のパターン形状、 1 4 1 a : 略半円状、  
 2 0 1 : 磁気抵抗効果素子、 2 0 1 A : 素子本体部、 2 0 1 B : 補助素子部、  
 2 0 2 : メタルバー、 2 0 3 : 回転ヨーク、  
 2 1 3 , 2 2 1 , 2 2 2 , 2 2 3 , 2 2 4 , 2 2 5 : 端子、

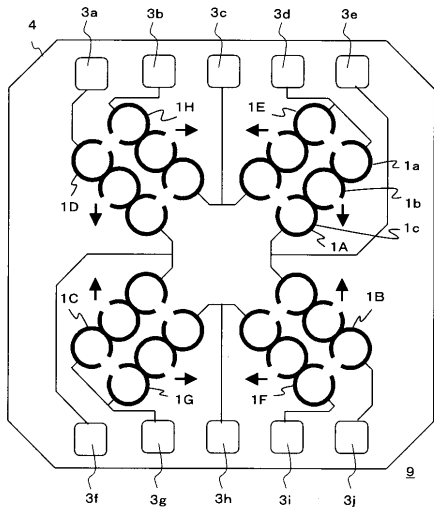
10

20

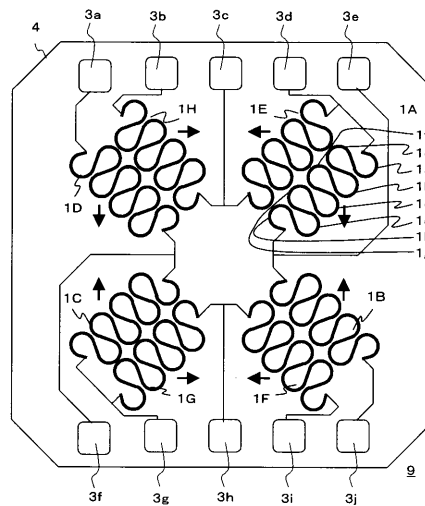
30



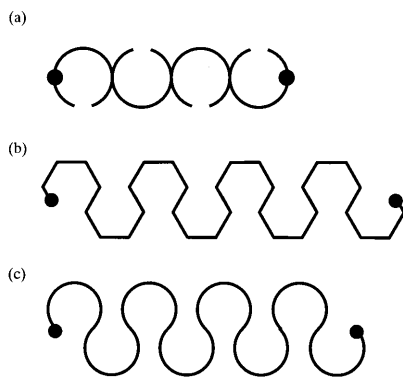
【 図 1 】



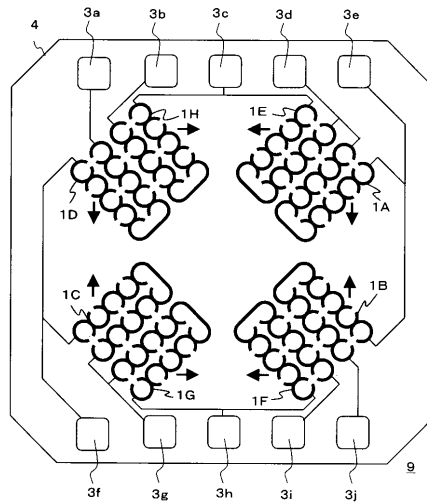
【 図 2 】



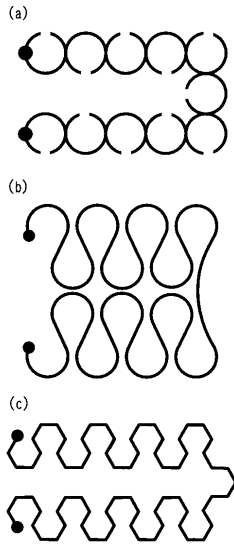
【 図 3 】



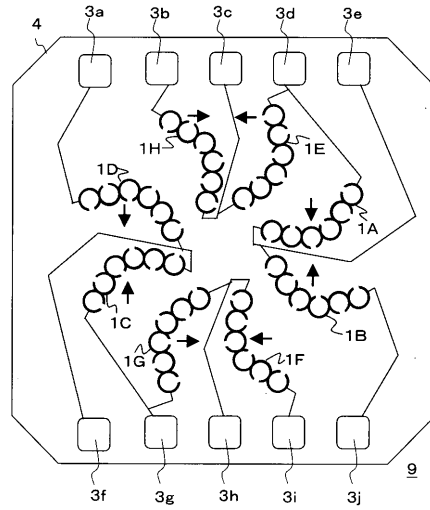
【 図 4 】



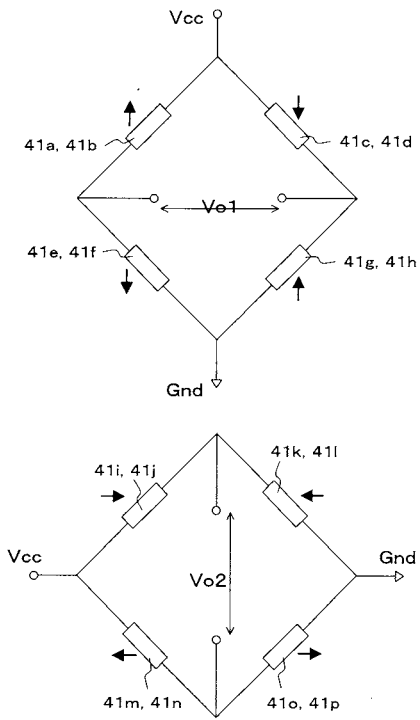
【 図 5 】



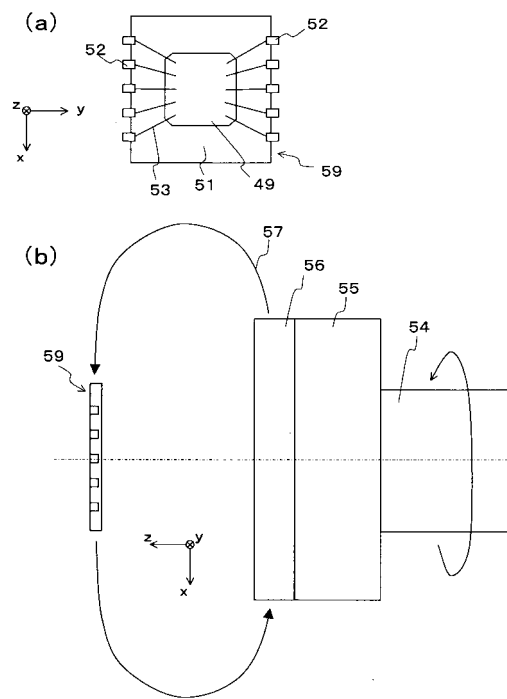
【 図 6 】



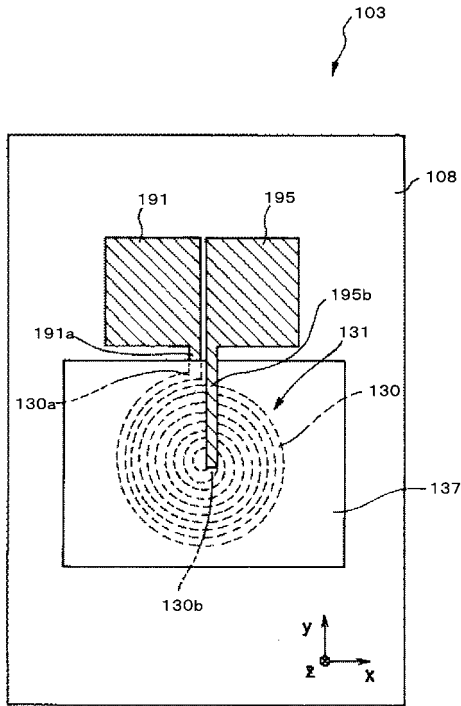
【 図 7 】



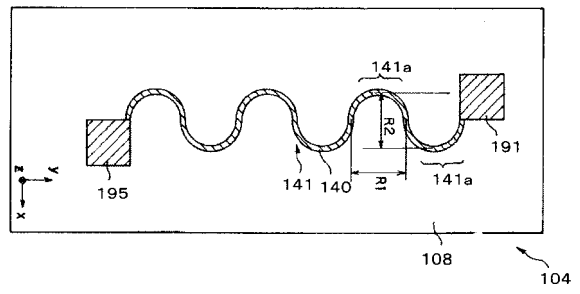
【 図 8 】



【図 9】



【図 10】



【図 11】

