

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5333957号
(P5333957)

(45) 発行日 平成25年11月6日(2013.11.6)

(24) 登録日 平成25年8月9日(2013.8.9)

(51) Int.Cl.		F I		
GO1R 33/09	(2006.01)	GO1R 33/06		R
GO1D 5/16	(2006.01)	GO1D 5/16		M
HO1L 43/08	(2006.01)	HO1L 43/08		Z
		HO1L 43/08		P

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2012-148975 (P2012-148975)	(73) 特許権者	000005083
(22) 出願日	平成24年7月3日(2012.7.3)		日立金属株式会社
(62) 分割の表示	特願2006-349120 (P2006-349120) の分割		東京都港区芝浦一丁目2番1号
原出願日	平成18年12月26日(2006.12.26)	(72) 発明者	三俣 千春
(65) 公開番号	特開2012-233905 (P2012-233905A)		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
(43) 公開日	平成24年11月29日(2012.11.29)	(72) 発明者	岡田 泰行
審査請求日	平成24年7月10日(2012.7.10)		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
		審査官	中村 和正

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気センサ及び回転角度検出装置

(57) 【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ナルブ型磁気抵抗効果素子を用いてホイートストーンブリッジ回路を構成した磁気センサであって、

前記スピナルブ型磁気抵抗効果素子の形状は、切り欠きの有るC字型素子を複数個連結した形状であり、

前記C字型素子は、隣接のC字型素子または端子の位置からリングの周方向で90°ずれた位置に切り欠きを1つ有し、

前記切り欠きが、隣接のC字型素子または端子の接合部から離れていることを特徴とする磁気センサ。

【請求項2】

前記C字型素子を複数個連結した形状は、C字型素子を同心円状に配置し、前記C字型素子は、隣接のC字型素子の切り欠きの位置からリングの周方向に180°ずれた位置に1つ切り欠きを有す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】

請求項1または2に記載の磁気センサを備えることを特徴と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10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11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、半円形の円弧の特徴である磁氣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12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200番台で示す）。

10

【0003】

【特許文献1】特許第3587678号公報（図3，図4）

【特許文献2】実開昭48-086765号公報（第5図）

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

図10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。

【0005】

図11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っており、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。

30

【0006】

図12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っており、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。

【0007】

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様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。

40

【0008】

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、磁氣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】

【0009】

50

本発明の磁気センサは、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の形状は複数のリングが連なった形状であり、前記複数のリング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。前記リングは電氣的に接続する部位の間の1箇所に切り欠きを有してもよい(即ち、C字型素子とする)。さらに、本発明の回転角度検出装置は、前記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。ここで、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。リングが連なった形状とは、複数のリング型の磁気抵抗効果素子(以下、リング型素子と称する。)を直接連結した構造、複数のリング型素子を一括パターンニングで一体に形成した構造、或いは配線を介して複数のリング型素子を電氣的に接続した構造を含む。

【0010】

本発明では、上述の問題を解決するために、円盤型素子の中心近傍をくり抜いてリング形状の磁気抵抗効果素子(リング型素子)を作製し、リング型素子の1端から他端に流す電流の流路の幅(電気抵抗の幅)を一定にする。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。

【0011】

また、本発明では、リング型素子を複数個連ねて磁気センサ用の素子を構成してもよい。各々のリング型素子の配置は、例えば図3のように同心円状の回路とすることもできる。しかし、同心円に配置しつつ接続するリング型素子から電気信号を取り出すための配線又は端子は、立体的な配置を必要とすることから、図1に示すようにリング型素子同士を接続する構成の方が、磁気センサを得るための積層構造の複雑化を避け、且つ製造コストを低減するうえでも望ましい。

【0012】

なお、リング型素子の一部を切り欠いた形状(C字型素子)とすることができる。ただし、前記C字型素子に電流を流す配線又は端子とは重ならない位置で切り欠くものとする。望ましくは、配線又は端子の位置からリングの周方向で約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。

【発明の効果】

【0013】

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を用いた回転角度検出装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

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。

【0015】

図1は本発明の1実施形態に係る磁気抵抗効果素子の平面図である。3個のリング型素子1a, 1b, 1cはいずれもスピバルブ型磁気抵抗効果素子であり、直線上に並べつつ互いの端を重ねて形成することで電氣的に連結したリング型素子1Aを構成した。同様の構成であって、長手方向を時計周りに90°, 180°及び270°傾けた「連結したリング型素子1B, 1C及び1D」を形成し、配線で接続するとホイートストーンブリッジを構成することができた。なお、さらに発展した構成を図2に示す。図2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、連結したリング型素子1A, 1

10

20

30

40

50

B, 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3eをVccとし、端子3fをGndとし、端子3aと端子3jとの間で出力電圧Vo1と得る。第2のブリッジ回路は、連結したリング型素子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3cをVccとし、端子3hをGndとし、端子3b及び3gと端子3d及び3iとの間で出力電圧Vo2と得る。各々のリング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。

10

【0016】

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)では、外径が異なり且つ線幅が同じである3個のリング型素子11a, 11b及び11cを同心円となるように配置し、Cu製の電極膜を配線として接続した。電流は、配線12a リング型素子11a 配線12b リング型素子11b 配線12c リング型素子11c 接合部12d₂ 配線12d(他の部材と重なるので、分かり易くするため、点線で表示)の順に流した。各々のリング型素子は円環形状であり、回転磁場に対して磁氣的に等方性を有する素子を得た。図3(b)では、図3(a)の構成において、さらにリング型素子に1箇所づつ切り欠きを形成してC字型素子とした。C字型素子13bを見ると、電流は配線12bから流入し、C字型素子13bで切り欠き14の無い側の半円部分を流れ、配線12cから流出することになる。即ち、C字型素子において、磁氣的な能動部と電氣的な経路は異なる。配線12b及び12cとC字型素子の接合部の近傍には切り欠きを形成していないので(切り欠き14と接合部が離れているので)、前記接合部近傍ではC字型素子は磁氣的にほぼ等方性であり、切り欠き14の形状異方性が出力電圧に歪みを与える程度を小さくすることができた(磁氣的等方性を得られる(a)の構成は出力電圧に問題となるような歪みは発生していない)。これに対して、図12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(b)では、各々のC字型素子で切り欠きの無い側の半円部分に電流が流れるため(切り欠きのある側の半円部分には電流が流れない)、磁気センサの出力を大きくすることができた。図1に示す連結したリング型素子1Aの構造についても、各々の一方の半円部分に切り欠きを形成したところ、図12(b)と同様の機能を得ることができた。

20

30

【0017】

図4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4(a)は基板24上に、端子部23, 1体に形成したリング型素子23及び端子部23を連結した磁気センサ29である。3個のリング型素子を連結した部分は、スピンバルブ型磁気抵抗効果素子を製膜しておき、ついで3個のリングに対応する形状にパターンニングして得た。1対の端子部23はCu膜で構成した。図4(b)は基板34上に、スピンバルブ型磁気抵抗効果素子からなる3個のリング型素子31a, 31b及び31cが連なるように形成し、1対の端子33も形成した後に、各々の間に配線32a, 32b, 32c及び32dを形成することで電氣的に接続した磁気センサ39である。

40

【0018】

図5は本発明の実施形態に係る他の磁気センサ49の平面図である。図5に示す回路では、基板44上において、連結したリング型素子41a及び41b(3重丸で表わした接続端子を介して41a及び41bを接続しV字型に配置)と連結したリング型素子41g及び41hは図中で上向きの磁場に対して電気抵抗が小さくなり、連結したリング型素子41c及び41dと連結したリング型素子41e及び41fは図中で下向きの磁場に対して電気抵抗が小さくなるものをホイートストーンブリッジに組み込んだ構造である。連結したリング型素子を構成する3個のリング型素子は、いずれもスピンバルブ型磁気抵抗効果素子であり、直線上に並べつつ互いの端を重ねて形成することで電氣的に接続した。連

50

結したリング型素子 4 1 a 及び 4 1 b を構成するスピバルブ型磁気抵抗効果素子の固定層磁化方向は上向きの太い矢印で示した。各々の連結したリング型素子は 3 個のリング型素子が直線状に接続されているが、これは図 8 及び図 9 に示される様に、曲線状配置の構成も可能である。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。なお、図 9 の磁気センサの配線は、図 2 と同様としたので説明を省略する。

【 0 0 1 9 】

図 6 は、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。第 1 のブリッジ回路と第 2 のブリッジ回路を基板 4 4 上に形成したものである。第 1 のブリッジ回路は、連結したリング型素子 4 1 a 及び 4 1 b , 4 1 c 及び 4 1 d , 4 1 e 及び 4 1 f , 4 1 g 及び 4 1 h でホイートストーンブリッジを構成すると共に、端子 4 3 e を V c c とし、端子 4 3 f を G n d とし、端子 4 3 a と端子 4 3 j との間で出力電圧 V o 1 と得る。第 2 のブリッジ回路は、連結したリング型素子 4 1 i 及び 4 1 j , 4 1 k 及び 4 1 l , 4 1 m 及び 4 1 n , 4 1 o 及び 4 1 p でホイートストーンブリッジを構成すると共に、端子 4 3 c を V c c とし、端子 4 3 h を G n d とし、端子 4 3 b 及び 4 3 g と端子 4 3 d 及び 4 3 i との間で出力電圧 V o 2 と得る。各々のリング型素子を構成するスピ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 9 0 ° 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 V o 1 と V o 2 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 θ を求めることができる。なお、他の実施形態として、図 6 中の上側のブリッジ回路にて、2 辺における連結したリング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 6 中の下側のブリッジ回路でも、2 辺における連結したリング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。

【 0 0 2 0 】

図 7 (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 7 (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 5 9 は、磁気センサ 4 9 をリードフレーム上に設け、磁気センサ 4 9 の端子と電極ピン 5 2 とをボンディングワイヤ 5 3 で電氣的に接続し、モールド樹脂 5 1 で被覆して構成した。このセンサデバイス 5 9 は、径方向 N S 2 極に着磁した円盤状永久磁石 5 6 に対向するように配置した。前記円盤状永久磁石 5 6 は磁石支持部 5 5 を介して回転軸 5 4 に接続されており、回転軸が回転すると、センサデバイス 5 9 に印加される磁力線 5 7 のうち x y 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 5 9 で検知した。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 1 】

【 図 1 】 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 2 】 本発明の実施形態に係る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他の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抵抗効果素子の平面図である。

【 図 5 】 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 6 】 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 7 】 (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。

【 図 8 】 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 9 】 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 1 0 】 従来 of 磁気センサの平面図である。

【 図 1 1 】 従来 of 他の磁気センサの平面図である。

【 図 1 2 】 従来 of 他の磁気センサの平面図である。

【 符号の説明 】

10

20

30

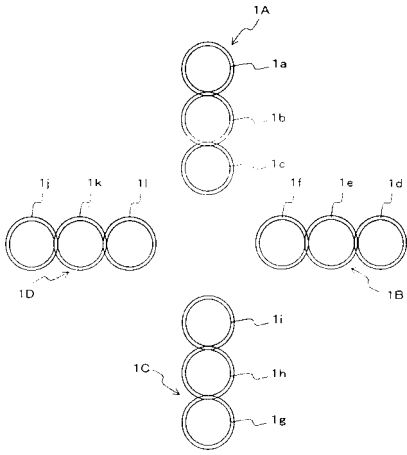
40

50

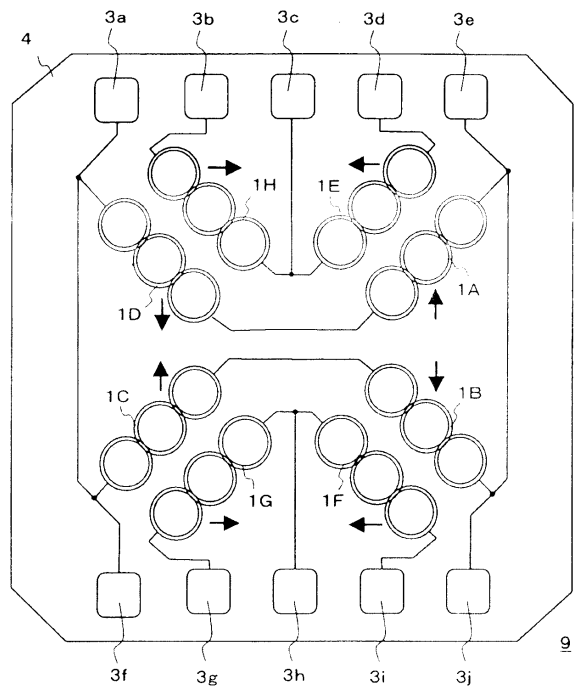
【 0 0 2 2 】

- 1 a , 1 b , 1 c : リング型素子、 1 A : 連結したリング型素子、
 1 d , 1 e , 1 f : リング型素子、 1 B : 連結したリング型素子、
 1 g , 1 h , 1 i : リング型素子、 1 C : 連結したリング型素子、
 1 j , 1 k , 1 l : リング型素子、 1 D : 連結したリング型素子、
 1 E , 1 F , 1 G , 1 H : 連結したリング型素子、
 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 : 磁気センサ、
 1 1 a : 内側のリング型素子、 1 1 b : 中間のリング型素子、 10
 1 1 c : 外側のリング型素子、
 1 2 a , 1 2 b , 1 2 c , 1 2 d : 配線 (電極膜)、 1 2 d₂ : 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 : 一体形成したリング型素子、 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 : リング型素子、
 3 2 a , 3 2 b , 3 2 c , 3 2 d : 配線、
 3 3 : 端子、 3 4 : 基板、 3 9 : 磁気センサ、
 4 1 a , 4 1 b : 連結したリング型素子、 4 1 c , 4 1 d : 連結したリング型素子、 20
 4 1 e , 4 1 f : 連結したリング型素子、 4 1 g , 4 1 h : 連結したリング型素子、
 4 1 i , 4 1 j : 連結したリング型素子、 4 1 k , 4 1 l : 連結したリング型素子、
 4 1 m , 4 1 n : 連結したリング型素子、 4 1 o , 4 1 p : 連結したリング型素子、
 4 2 e₁ , 4 2 e₂ , 4 2 f₁ , 4 2 f₂ : 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 : 連結したリング型素子、
 6 1 E , 6 1 F , 6 1 G , 6 1 H : 連結したリング型素子、 30
 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、 40
 2 1 3 , 2 2 1 , 2 2 2 , 2 2 3 , 2 2 4 , 2 2 5 : 端子、

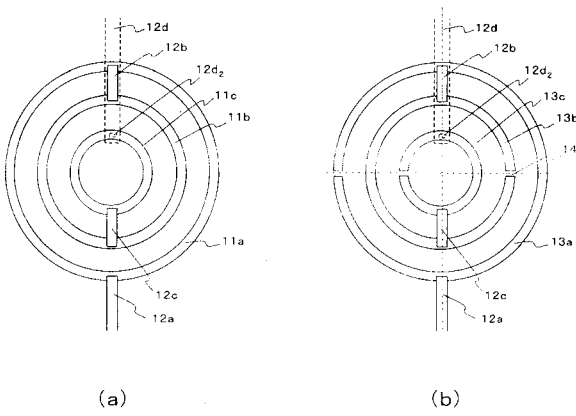
【図1】



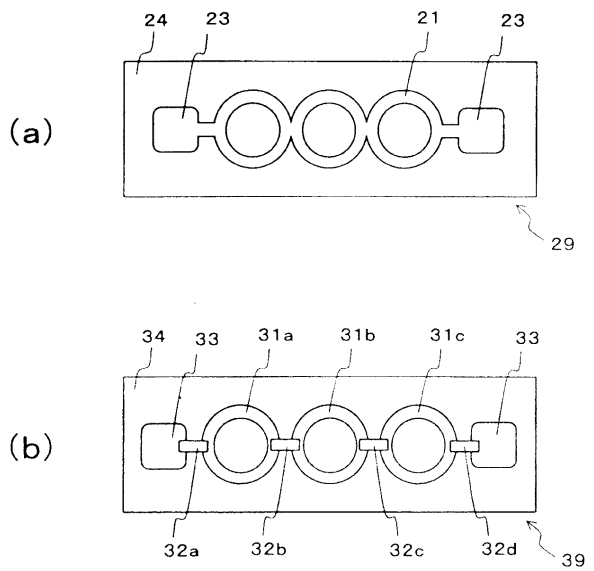
【図2】



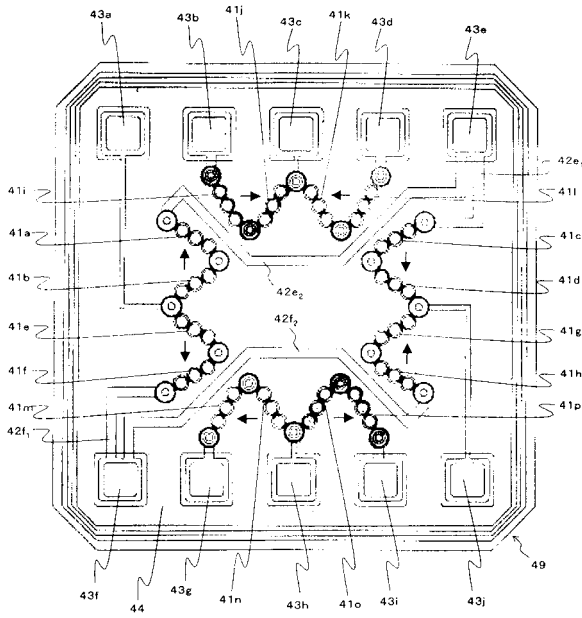
【図3】



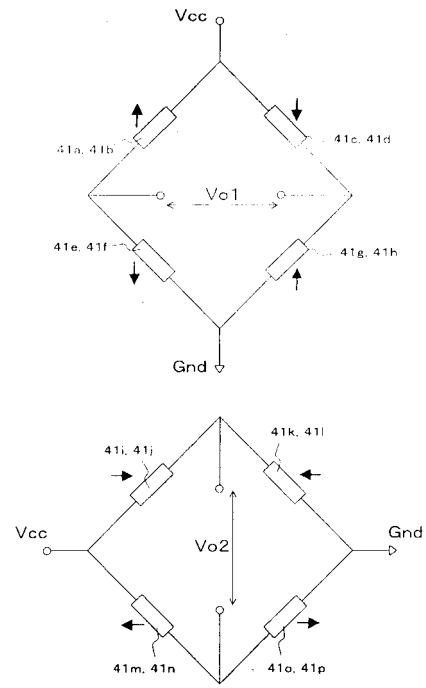
【図4】



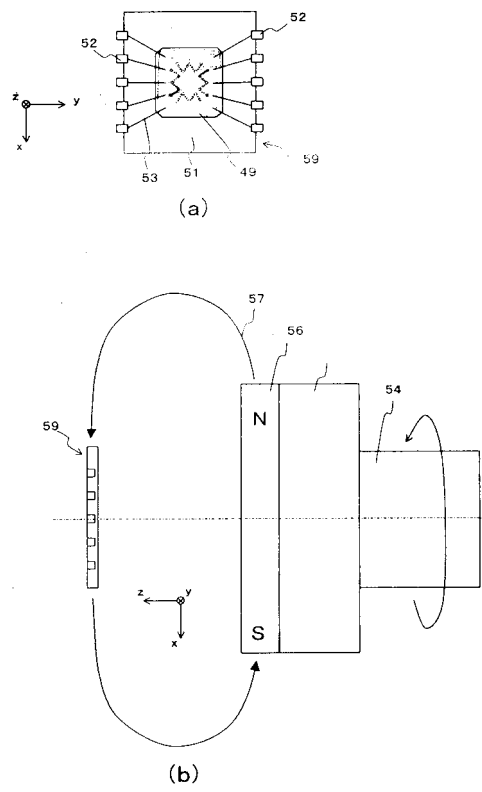
【 図 5 】



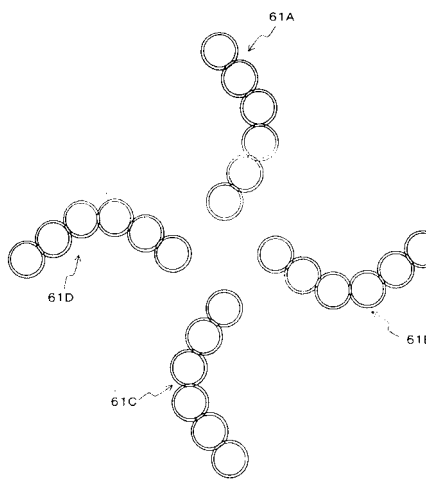
【 図 6 】



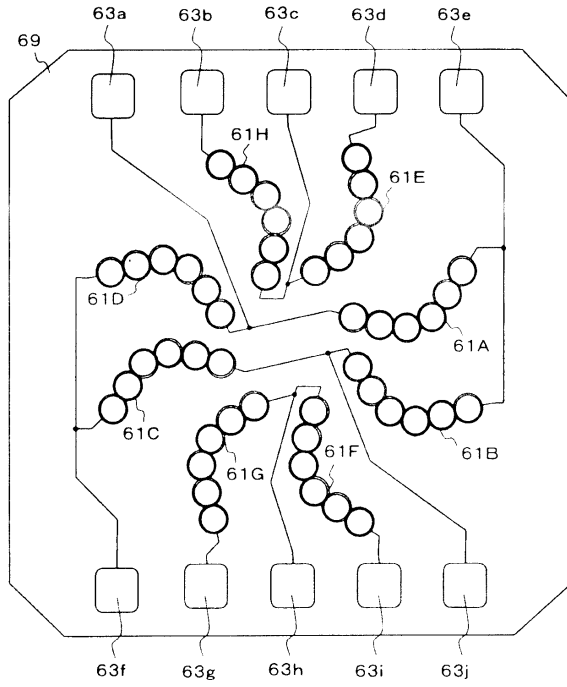
【 図 7 】



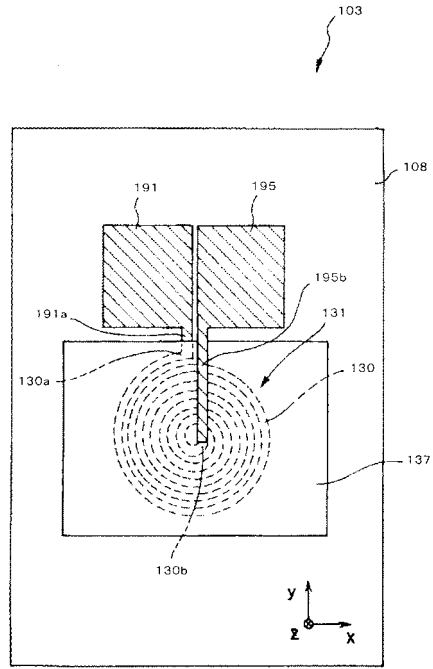
【 図 8 】



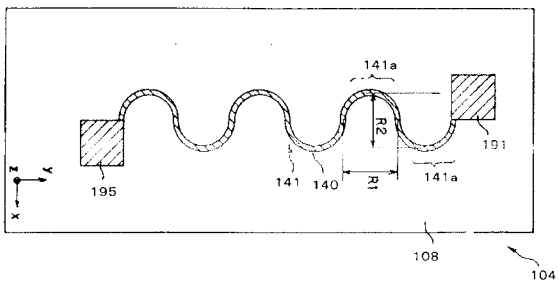
【図 9】



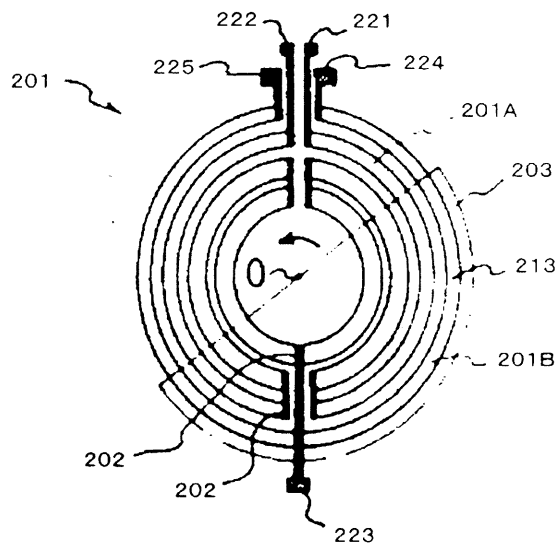
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 1 - 2 7 4 5 9 8 (J P , A)
実開昭 4 8 - 0 8 6 7 6 5 (J P , U)
実開平 0 9 - 2 9 2 2 0 5 (J P , U)
実開昭 5 1 - 0 8 1 6 7 0 (J P , U)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 0 1 R 3 3 / 0 9
G 0 1 D 5 / 1 6
H 0 1 L 4 3 / 0 8