

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6969397号
(P6969397)

(45) 発行日 令和3年11月24日(2021.11.24)

(24) 登録日 令和3年11月1日(2021.11.1)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 R 33/02 (2006.01)

GO 1 R 33/02 V

HO 1 L 43/02 (2006.01)

GO 1 R 33/02 Q

HO 1 L 43/02 Z

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2018-6873 (P2018-6873)	(73) 特許権者	000003067
(22) 出願日	平成30年1月19日 (2018.1.19)		TDK株式会社
(65) 公開番号	特開2019-124644 (P2019-124644A)		東京都中央区日本橋二丁目5番1号
(43) 公開日	令和1年7月25日 (2019.7.25)	(74) 代理人	100115738
審査請求日	令和2年9月29日 (2020.9.29)		弁理士 鷲頭 光宏
		(74) 代理人	100121681
			弁理士 緒方 和文
		(74) 代理人	100130982
			弁理士 黒瀬 泰之
		(72) 発明者	田邊 圭
			東京都港区芝浦三丁目9番1号 TDK株
			式会社内
		審査官	島田 保

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】

磁気検出素子が形成された素子形成面を有するセンサチップと、
前記素子形成面と平行な第1の方向を長手方向とする形状を有し、磁束を前記磁気検出素子に集める磁性体と、を備え、
前記磁性体は、前記素子形成面と対向する下面と、前記下面の反対側に位置する上面を有し、
前記磁性体の前記上面は、前記第1の方向における位置によって前記素子形成面からの高さが異なる凹凸形状を有していることを特徴とする磁気センサ。

【請求項 2】

前記磁性体の前記第1の方向におけるサイズは、前記センサチップの前記第1の方向におけるサイズよりも大きい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】

前記磁性体の前記上面は、前記第1の方向における略中央部が突出した形状を有していることを特徴とする請求項1又は2に記載の磁気センサ。

【請求項 4】

前記磁性体の前記上面は、前記第1の方向における両端部又はその近傍が突出した形状を有していることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一項に記載の磁気センサ。

【請求項 5】

前記センサチップ及び前記磁性体を覆う磁気シールドをさらに備え、

前記磁気シールドは、前記第 1 の方向と直交する第 2 の方向から前記センサチップを挟み込む第 1 及び第 2 の側壁部と、前記第 1 の側壁部の一端に接続され、前記磁性体に向けて前記第 2 の方向に延在する第 1 の天板部と、前記第 2 の側壁部の一端に接続され、前記磁性体に向けて前記第 2 の方向に延在する第 2 の天板部とを含み、

前記磁性体は、前記第 1 及び第 2 の天板部と接することなく、前記第 1 の天板部の先端と前記第 2 の天板部の先端によって形成されるギャップ内に配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の磁気センサ。

【請求項 6】

前記第 2 の方向は、被測定部材のスキャン方向であることを特徴とする請求項 5 に記載の磁気センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は磁気センサに関し、特に、磁気検出素子に磁束を集めるための磁性体を備えた磁気センサに関する。

【背景技術】

【0002】

磁気センサは、電流計、磁気エンコーダ、紙幣センサなどに広く用いられている。特許文献 1 に記載されているように、磁気センサには、磁気検出素子に磁束を集めるための磁性体が設けられることがある。磁気センサに磁性体を設けると、磁気の検出感度が高められ、指向性を持たせることも可能となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許第 5 5 0 0 7 8 5 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、磁性体の集磁能力は必ずしも均一ではなく、場合によっては局所的に集磁能力が高かったり、局所的に集磁能力が低かったりすることがあり、この場合には、検出感度に空間的なムラが生じてしまう。このような現象は、センサチップよりもサイズの大きい磁性体を用いた場合において特に顕著となる。

【0005】

したがって、本発明は、検出感度の空間的なムラが低減された磁気センサを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明による磁気センサは、磁気検出素子が形成された素子形成面を有するセンサチップと、素子形成面と平行な第 1 の方向を長手方向とする形状を有し、磁束を磁気検出素子に集める磁性体と、を備え、磁性体は、素子形成面と対向する下面と、下面の反対側に位置する上面を有し、磁性体の上面は、第 1 の方向における位置によって素子形成面からの高さが異なる凹凸形状を有していることを特徴とする。

【0007】

本発明によれば、磁性体の上面が凹凸形状を有していることから、素子形成面からの高さが高い部分の集磁能力が相対的に高くなり、素子形成面からの高さが低い部分の集磁能力が相対的に低くなる。したがって、磁性体の上面が平坦である場合に感度が低下する部分の高さを高くし、或いは、磁性体の上面が平坦である場合に感度が過剰となる部分の高さを低くすれば、検出感度の空間的なムラを低減することが可能となる。

【0008】

本発明において、磁性体の第 1 の方向におけるサイズは、センサチップの第 1 の方向に

10

20

30

40

50

おけるサイズよりも大きくても構わない。センサチップよりもサイズの大きい磁性体を用いる場合、検出感度の空間的なムラが顕著となるが、本発明によればこのような場合であっても、検出感度の空間的なムラを低減することが可能となる。

【 0 0 0 9 】

本発明において、磁性体の上面は、第 1 の方向における略中央部が突出した形状を有していても構わないし、第 1 の方向における両端部又はその近傍が突出した形状を有していても構わない。前者によれば略中央部における集磁能力を高めることができ、後者によれば両端部又はその近傍における集磁能力を高めることができる。

【 0 0 1 0 】

本発明による磁気センサは、センサチップ及び磁性体を覆う磁気シールドをさらに備え、磁気シールドは、第 1 の方向と直交する第 2 の方向からセンサチップを挟み込む第 1 及び第 2 の側壁部と、第 1 の側壁部の一端に接続され、磁性体に向けて第 2 の方向に延在する第 1 の天板部と、第 2 の側壁部の一端に接続され、磁性体に向けて第 2 の方向に延在する第 2 の天板部とを含み、磁性体は、第 1 及び第 2 の天板部と接することなく、第 1 の天板部の先端と第 2 の天板部の先端によって形成されるギャップ内に配置されていても構わない。これによれば、磁性体の直下（又は直上）に位置する磁気パターンに対する検出選択性を高めることが可能となる。したがって、例えば、ギャップの幅方向に被測定部材をスキャンすれば、特にスキャン方向における分解能を高めることが可能となる。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

このように、本発明によれば、検出感度の空間的なムラが低減された磁気センサを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】図 1 は、本発明の第 1 の実施形態による磁気センサ 1 0 A の外観を示す略斜視図である。

【図 2】図 2 は、磁気センサ 1 0 A の略上面図である。

【図 3】図 3 は、磁気検出素子 R 1 ~ R 4 の接続関係を説明するための回路図である。

【図 4】図 4 は、磁気センサ 1 0 A の x 方向における感度分布を示すグラフである。

【図 5】図 5 は、磁気センサ 1 0 A から突起部 4 2 a を削除した場合の x 方向における感度分布を示すグラフである。

【図 6】図 6 は、本発明の第 2 の実施形態による磁気センサ 1 0 B の外観を示す略斜視図である。

【図 7】図 7 は、磁気センサ 1 0 B から磁気シールド 5 0 を削除した状態を示す略斜視図である。

【図 8】図 8 は、磁気センサ 1 0 B の y z 断面図である。

【図 9】図 9 は、磁気センサ 1 0 B の効果を説明するためのグラフである。

【図 1 0】図 1 0 は、磁気センサ 1 0 B の x 方向における感度分布を示すグラフである。

【図 1 1】図 1 1 は、磁気センサ 1 0 B から突起部 4 2 b を削除した場合の x 方向における感度分布を示すグラフである。

【図 1 2】図 1 2 は、突起部 4 2 b を削除した場合に両端部における感度が低下する理由を説明するための模式図である。

【図 1 3】図 1 3 は、第 2 の実施形態の変形例による磁気センサ 1 0 C の外観を示す略斜視図である。

【図 1 4】図 1 4 は、変形例による磁気センサ 1 0 C の x 方向における感度分布を示すグラフである。

【図 1 5】図 1 5 は、変形例による磁気センサ 1 0 C の x 方向における感度分布を示す別のグラフである。

【図 1 6】図 1 6 は、本発明の第 3 の実施形態による磁気センサ 1 0 0 の外観を示す略斜視図である。

10

20

30

40

50

【図 17】図 17 は、磁性体 40 の第 1 のバリエーションを示す断面図である。

【図 18】図 18 は、磁性体 40 の第 2 のバリエーションを示す断面図である。

【図 19】図 19 は、磁性体 40 の第 3 のバリエーションを示す断面図である。

【図 20】図 20 は、磁性体 40 の第 4 のバリエーションを示す断面図である。

【図 21】図 21 は、磁性体 40 の第 5 のバリエーションを示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、添付図面を参照しながら、本発明の好ましい実施形態について詳細に説明する。

【0014】

< 第 1 の実施形態 >

図 1 及び図 2 は本発明の第 1 の実施形態による磁気センサ 10A の構造を説明するための図であり、図 1 は略斜視図、図 2 は略上面図である。

【0015】

図 1 及び図 2 に示すように、磁気センサ 10A は、略直方体形状を有し、基板 20 の実装領域 21 に実装されたセンサチップ 30 と、x 方向を長手方向とする板状の磁性体 40 からなる。センサチップ 30 の上面である素子形成面 31 には、4 つの磁気検出素子 R1 ~ R4 と複数の端子電極 32 が形成されており、これら端子電極 32 は、ボンディングワイヤ BW を介して基板 20 に設けられた端子電極 22 に接続されている。磁気検出素子 R1 ~ R4 としては、磁界の向きに応じて電気抵抗が変化する磁気抵抗効果素子 (MR 素子) を用いることが好ましい。磁気検出素子 R1 ~ R4 の磁化固定方向は、図 2 の矢印 P が示す方向 (y 方向) に全て揃えられている。

【0016】

センサチップ 30 の素子形成面 31 には、フェライトなどの高透磁率材料からなる磁性体 40 が固定されている。磁性体 40 は、x 方向を長手方向とする板状部材であり、磁束 ϕ をセンサチップ 30 に集める役割を果たす。磁性体 40 の x 方向における長さは、センサチップ 30 の x 方向における長さよりも長く、磁性体 40 の y 方向における幅は、センサチップ 30 の y 方向における幅よりも短い。磁性体 40 は、素子形成面 31 と対向する下面 41 と、下面の反対側に位置する上面 42 を有し、上面 42 の x 方向における略中央部には突起部 42a が設けられている。これに対し、磁性体 40 の下面 41 は平坦である。したがって、磁性体 40 の z 方向における高さは、磁性体 40 の x 方向における略中央部において選択的に高くなっている。

【0017】

磁性体 40 は、磁気検出素子 R1, R3 と磁気検出素子 R2, R4 との間に配置される。ここで、磁気検出素子 R1, R3 は y 方向における位置が等しく、磁気検出素子 R2, R4 は y 方向における位置が等しい。また、磁気検出素子 R1, R4 は x 方向における位置が等しく、磁気検出素子 R2, R3 は x 方向における位置が等しい。磁性体 40 は、垂直方向 (z 方向) の磁束 ϕ を集める役割を果たし、磁性体 40 によって集磁された磁束 ϕ は、y 方向にほぼ均等に分配される。このため、垂直方向の磁束 ϕ は、磁気検出素子 R1 ~ R4 に対してほぼ均等に与えられることになる。

【0018】

図 3 は、磁気検出素子 R1 ~ R4 の接続関係を説明するための回路図である。

【0019】

図 3 に示すように、磁気検出素子 R1, R2 は、電源電位 Vdd が供給される端子電極 32 と接地電位 Gnd が供給される端子電極 32 との間に直列に接続される。同様に、磁気検出素子 R3, R4 も、電源電位 Vdd が供給される端子電極 32 と接地電位 Gnd が供給される端子電極 32 との間に直列に接続される。そして、磁気検出素子 R1 と磁気検出素子 R2 の接続点の電位 Va は所定の端子電極 32 を介して外部に出力され、磁気検出素子 R3 と磁気検出素子 R4 の接続点の電位 Vb は別の端子電極 32 を介して外部に出力される。

【0020】

そして、磁気検出素子 R 1 , R 3 は平面視で磁性体 4 0 からみて一方側（図 2 では上側）に配置され、磁気検出素子 R 2 , R 4 は平面視で磁性体 4 0 からみて他方側（図 2 では下側）に配置されていることから、磁気検出素子 R 1 ~ R 4 は差動ブリッジ回路を構成し、磁束密度に応じた磁気検出素子 R 1 ~ R 4 の電気抵抗の変化を高感度に検出することが可能となる。つまり、磁気検出素子 R 1 ~ R 4 は、全て同一の磁化固定方向を有していることから、平面視で磁性体 4 0 からみて一方側に位置する磁気検出素子 R 1 , R 3 の抵抗変化量と、平面視で磁性体 4 0 からみて他方側に位置する磁気検出素子 R 2 , R 4 の抵抗変化量との間には差が生じる。この差は、図 3 に示した差動ブリッジ回路によって増幅される。但し、本発明において 4 つの磁気検出素子 R 1 ~ R 4 を用いることは必須ではなく、例えば 2 つの磁気検出素子（R 1 と R 4 ）を用いても構わない。

10

【0021】

上述の通り、磁性体 4 0 は z 方向の磁束 ϕ を集める役割を果たすが、図 1 に示すように、磁性体 4 0 の x 方向における両端部には、周囲からより多くの磁束 ϕ が集まるため、この部分における磁気の検出感度が局所的に高くなってしまふことがある。しかしながら、本実施形態による磁気センサ 1 0 A は、磁性体 4 0 の上面 4 2 の x 方向における略中央部に突起部 4 2 a を設け、これによってこの部分の集磁能力を高めていることから、集磁能力がより均一化される。その結果、検出感度の空間的なムラが低減される。

【0022】

図 4 は、本実施形態による磁気センサ 1 0 A の x 方向における感度分布を示すグラフであり、磁性体 4 0 の x 方向における長さが 8 . 0 mm、y 方向における厚さが 0 . 1 5 mm、z 方向における高さ（突起部 4 2 a を除く）が 1 . 0 mm であり、上面 4 2 の中央部に x 方向における長さが 2 . 0 mm、z 方向における高さが 0 . 2 mm である突起部 4 2 a を設けた場合におけるシミュレーション結果を示している。グラフの横軸は磁性体 4 0 の x 方向における中心部を 0 とした場合の x 方向位置を示し、グラフの縦軸は最も高い感度を 1 0 0 % とした場合における検出感度である。この点は、以下のグラフにおいても同様である。

20

【0023】

図 4 に示すように、本実施形態による磁気センサ 1 0 A は、x 方向における中央部で感度がやや低下しているが、その低下量は 1 0 % 未満に抑えられており、比較的フラットな特性が得られていることが分かる。これに対し、突起部 4 2 a を削除した場合、シミュレーション結果である図 5 に示すように、中央部における感度の低下量は 3 0 % 近くに達する。このように、磁性体 4 0 の上面 4 2 が平坦である場合、中央部における感度が大幅に低下するが、本実施形態による磁気センサ 1 0 A は、磁性体 4 0 に突起部 4 2 a を設けることによって、このような感度の落ち込みを緩和している。

30

【0024】

以上説明したように、本実施形態による磁気センサ 1 0 A は、磁性体 4 0 の上面 4 2 の x 方向における略中央部に突起部 4 2 a を設けていることから、中央部における磁気の検出感度の低下を補うことが可能となる。その結果、よりフラットな特性を得ることが可能となる。

【0025】

< 第 2 の実施形態 >

図 6 は、本発明の第 2 の実施形態による磁気センサ 1 0 B の外観を示す略斜視図である。

40

【0026】

図 6 に示すように、本実施形態による磁気センサ 1 0 B は、基板 2 0、センサチップ 3 0 及び磁性体 4 0 を覆う磁気シールド 5 0 を備えている。磁気シールド 5 0 は、ノイズとなる磁束を遮断することによって磁気センサ 1 0 B の指向性を高めるための部材であり、パーマロイなど透磁率の高い磁性金属材料を用いることが好ましい。

【0027】

図 7 は、磁気センサ 1 0 B から磁気シールド 5 0 を削除した状態を示す略斜視図である

50

。

【 0 0 2 8 】

図 7 に示すように、磁気センサ 1 0 B に含まれる磁性体 4 0 は、上面 4 2 の x 方向における両端部に突起部 4 2 b を有している。したがって、磁性体 4 0 の z 方向における高さは、磁性体 4 0 の x 方向における両端部において選択的に高くなっている。その他の構成は、第 1 の実施形態による磁気センサ 1 0 A と同一であることから、同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

【 0 0 2 9 】

図 8 は、本実施形態による磁気センサ 1 0 B の y z 断面図である。

【 0 0 3 0 】

図 8 に示すように、磁気センサ 1 0 B を構成する基板 2 0 、センサチップ 3 0 及び磁性体 4 0 は、磁気シールド 5 0 によって大部分が覆われる。磁気シールド 5 0 は、y 方向からセンサチップ 3 0 を挟み込む第 1 及び第 2 の側壁部 5 1 , 5 2 と、第 1 の側壁部 5 1 の z 方向における一端に接続され、磁性体 4 0 に向けて y 方向に延在する第 1 の天板部 5 3 と、第 2 の側壁部 5 2 の z 方向における一端に接続され、磁性体 4 0 に向けて y 方向に延在する第 2 の天板部 5 4 と、第 1 の側壁部 5 1 の z 方向における他端と第 2 の側壁部 5 2 の z 方向における他端を接続する底板部 5 5 を有している。第 1 及び第 2 の側壁部 5 1 , 5 2 は x z 平面を構成し、第 1 及び第 2 の天板部 5 3 , 5 4 と底板部 5 5 は x y 平面を構成する。

【 0 0 3 1 】

そして、磁気シールド 5 0 の材料としてパーマロイなどの磁性金属材料を用いれば、1 枚の磁性金属板を折り曲げることにより、磁気シールド 5 0 を作製することが可能となる。但し、磁気シールド 5 0 が一体的である必要はなく、複数の磁性部材を接着したものであっても構わない。また、磁気シールド 5 0 と基板 2 0 に囲まれた空間を樹脂材料でモールドしても構わない。このように、磁気シールド 5 0 は略筒状体であることから、センサチップ 3 0 及び磁性体 4 0 が搭載された基板 2 0 を筒状の磁気シールド 5 0 に挿入することによって磁気センサ 1 0 B を作製することができる。この場合、磁気シールド 5 0 自体を磁気センサ 1 0 0 の筐体として使用することも可能である。但し、磁気シールド 5 0 が略筒状体である必要はなく、底板部 5 5 を省略し、第 1 の側壁部 5 1 と第 1 の天板部 5 3 からなる部分と、第 2 の側壁部 5 2 と第 2 の天板部 5 4 からなる部分を別部材によって構成しても構わない。

【 0 0 3 2 】

図 8 に示すように、本実施形態においては、第 1 の天板部 5 3 の先端と第 2 の天板部 5 4 の先端によって形成されるギャップ G 内に磁性体 4 0 が配置される。特に限定されるものではないが、磁性体 4 0 の上面 4 2 は、第 1 及び第 2 の天板部 5 3 , 5 4 と同一平面に位置することが好ましい。これは、第 1 及び第 2 の天板部 5 3 , 5 4 から見て、磁性体 4 0 の上面 4 2 が奥側に引っ込むほど磁界の検出感度が低下する一方、磁性体 4 0 の上面 4 2 の突出量が大きくなるほどノイズの影響を受けやすくなるからである。また、磁性体 4 0 は、第 1 及び第 2 の天板部 5 3 , 5 4 と接しておらず、第 1 及び第 2 の天板部 5 3 , 5 4 に対して所定の間隔 S を有している。磁性体 4 0 と第 1 及び第 2 の天板部 5 3 , 5 4 の間には、樹脂などの非磁性部材が介在していても構わない。

【 0 0 3 3 】

図 8 には、被測定部材 6 0 も示されている。被測定部材 6 0 は y 方向に配列された磁気パターン M 1 , M 2 を有しており、被測定部材 6 0 を y 方向にスキャンすると、磁気パターン M 1 , M 2 が磁性体 4 0 の直下を y 方向に通過することになる。尚、被測定部材 6 0 のスキャンは、磁気センサ 1 0 B を固定した状態で被測定部材 6 0 を y 方向に移動させても構わないし、逆に、被測定部材 6 0 を固定した状態で磁気センサ 1 0 B を y 方向に移動させても構わない。また、磁気センサ 1 0 B と被測定部材 6 0 の上下位置は逆であっても構わない。そして、磁気パターン M 1 , M 2 が磁性体 4 0 の直下を y 方向に通過する際、磁気パターン M 1 , M 2 によって生じる磁束が磁性体 4 0 を介して磁気検出素子 R 1 ~ R

10

20

30

40

50

4に与えられ、これによって磁気パターンM1，M2が読み取られる。

【0034】

図8においては、磁気パターンM1が磁性体40の直下に位置しているため、このタイミングでは、磁気パターンM1によって生じる磁束が読み取られる。しかしながら、磁気パターンM1のy方向における近傍には別の磁気パターンM2が存在しているため、この磁気パターンM2によって生じる磁束の一部も同じタイミングで読み取られてしまう。磁気パターンM2によって生じる磁束は、磁気パターンM1を読み取るタイミングにおいてはノイズである。

【0035】

しかしながら、本実施形態による磁気センサ10Bは磁気シールド50を備えており、磁性体40の直下に位置しない磁気パターン(図8においてはM2)の磁束を磁気シールド50によって遮断することができる。つまり、ノイズとなるy方向の磁束については、xz平面を有する第1及び第2の側壁部51，52によって遮断され、ノイズとなるz方向の磁束については、xy平面を有する第1及び第2の天板部53，54によって遮断される。これにより、磁性体40の直下に位置する磁気パターン(図8においてはM1)から生じる磁束をより選択的に読み取ることができ、空間分解能が高められる。

【0036】

図9は、第2の実施形態による磁気センサ10Bの効果の説明するためのグラフであり、横軸は磁性体40を基準とした磁気パターンのy方向における位置を示し、縦軸は検出磁界の強度を示している。検出磁界の強度は、ピーク値を1として規格化している。図9に示すように、磁気シールド50を備える磁気センサ10Bは、磁気シールド50を備えない磁気センサ10Aに比べて検出磁界の波形がシャープとなり、空間分解能が向上していることが分かる。

【0037】

図10は、第2の実施形態による磁気センサ10Bのx方向における感度分布を示すグラフであり、磁性体40のx方向における長さが8.0mm、y方向における厚さが0.15mm、z方向における高さ(突起部42bを除く)が1.0mmであり、上面42の両端部にx方向における長さが0.5mm、z方向における高さが0.2mmである突起部42bを設けた場合におけるセンサ出力結果を示している。

【0038】

図10に示すように、本実施形態による磁気センサ10Bは、x方向における中央部で感度がやや低下しているが、その低下量は20%未満に抑えられており、ある程度フラットな特性が得られていることが分かる。これに対し、突起部42bを削除した場合、シミュレーション結果である図11に示すように、両端部における感度が極端に低下する。しかしながら、本実施形態による磁気センサ10Bは、磁性体40の両端部に突起部42bを設けていることから、両端部における集磁能力が高められ、よりフラットな特性を得ることが可能となる。

【0039】

以上説明したように、本実施形態による磁気センサ10Bは、磁性体40の上面42のx方向における両端部に突起部42bを設けていることから、両端部における磁気の検出感度の低下を補うことが可能となる。

【0040】

図12は、突起部42bを削除した場合に両端部における感度が低下する理由を説明するための模式図である。

【0041】

図12に示すように、磁性体40に対してz方向の磁束φが存在する場合、その多くはそのまま磁性体40に吸い込まれるものの、一部の磁束φについては磁気シールド50に取り込まれる。そして、磁束φが磁気シールド50に取り込まれる割合は一定ではなく、x方向の両端部においてより多く取り込まれる傾向がある。これは、磁気シールド50によって形成されるギャップGのx方向における中央部にのみ磁性体40が存在し、x方向

10

20

30

40

50

における両端部には磁性体 40 が存在しないことから、磁性体 40 の端部近傍における磁束 ϕ は、磁気シールド 50 により取り込まれやすくなるからである。このようなメカニズムにより、突起部 42b が存在しない場合、つまり、磁性体 40 の上面 42 が平坦である場合には、両端部における感度が大幅に低下してしまう。

【0042】

これに対し、本実施形態による磁気センサ 10B においては、磁性体 40 の上面 42 の x 方向における両端部に突起部 42b が設けられていることから、両端部における感度の低下が補われる。その結果、よりフラットな特性を得ることが可能となる。

【0043】

尚、図 10 に示すシミュレーション結果では、x 方向における中央部の感度がやや低下している。これをさらに補うためには、図 13 に示す変形例による磁気センサ 10C のように、磁性体 40 の上面 42 の x 方向における略中央部に突起部 42a をさらに設けても構わない。尚、図 13 には磁気シールド 50 が図示されていないが、変形例による磁気センサ 10C も磁気センサ 10B と同様の磁気シールド 50 を備えている。

【0044】

図 14 は、変形例による磁気センサ 10C の x 方向における感度分布を示すグラフであり、磁性体 40 の x 方向における長さが 8.0 mm、y 方向における厚さが 0.15 mm、z 方向における高さ（突起部 42a、42b を除く）が 1.0 mm であり、上面 42 の中央部に x 方向における長さが 1.0 mm、z 方向における高さが 0.2 mm である突起部 42a を設けるとともに、上面 42 の両端部に x 方向における長さが 0.5 mm、z 方向における高さが 0.2 mm である突起部 42b を設けた場合におけるシミュレーション結果を示している。

【0045】

図 14 に示すように、磁性体 40 に突起部 42a と突起部 42b の両方を設けることによって、よりフラットな特性が得られることが分かる。また、突起部 42b の x 方向における長さを 1.0 mm に拡大すると、図 15 に示すように、両端部における感度がより上昇する。このように、突起部 42a、42b のサイズを調整すれば、x 方向における感度分布を微調整することが可能となる。

【0046】

< 第 3 の実施形態 >

図 16 は、本発明の第 3 の実施形態による磁気センサ 100 の外観を示す略斜視図である。

【0047】

図 16 に示すように、本実施形態による磁気センサ 100 は、x 方向を長手方向とする長尺型の磁気センサであり、x 方向における幅の広い被測定部材（図示せず）に設けられた磁気パターンを y 方向にスキャンするタイプの磁気センサである。特に限定されるものではないが、被測定部材としては紙幣が挙げられる。紙幣のスキャン方向は、短辺方向および長辺方向のいずれであっても構わない。

【0048】

図 16 に示すように、本実施形態による磁気センサ 100 は、x 方向に配列された複数の単位磁気センサ 10C と、単位磁気センサ 10C を覆う磁気シールド 50 を備えている。単位磁気センサ 10C の構成は、図 13 に示したとおりである。

【0049】

図 16 には、一例として 6 個の単位磁気センサ 10C が図示されているが、当然ながら、単位磁気センサ 10C の個数はこれに限定されるものではない。磁気センサ 100 を構成する単位磁気センサ 10C の数は、磁気センサ 100 の x 方向における長さ、単位磁気センサ 10C の 1 個あたりの x 方向における長さによって適宜定めればよい。例えば、磁気センサ 100 の x 方向における長さが約 18 cm であり、単位磁気センサ 10C の 1 個あたりの x 方向における長さが約 1 cm であれば、18 個の単位磁気センサ 10C を用いればよい。磁気センサ 100 の x 方向における長さは、対象となる被測定部材のサイズ

によって定められ、単位磁気センサ 10C の 1 個あたりの x 方向における長さは、求められる解像度によって定められる。

【0050】

このように、本実施形態による磁気センサ 100 は、単位磁気センサ 10C が x 方向に複数個配列された長尺形状を有していることから、紙幣などの被測定部材の全体を一方方向にスキャンすることが可能となる。

【0051】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明は、上記の実施形態に限定されることなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に包含されるものであることはいうまでもない。

10

【0052】

例えば、磁性体 40 の上面 42 の凹凸形状については、上述した各実施形態が示す形状に限定されるものではなく、目的とする特性に応じた種々の形状とすることが可能である。したがって、図 17 に示すように、磁性体 40 の上面 42 の端部からやや離れた位置に突起部 42b を設けても構わないし、図 18 に示すように、突起部 42a の高さを突起部 42b の高さよりも大きくしても構わない。また、図 19 に示すように、x 方向における中央部ほど磁性体 40 の上面 42 の高さが高くなるよう凸型に湾曲した形状であっても構わないし、図 20 に示すように、x 方向における中央部ほど磁性体 40 の上面 42 の高さが低くなるよう凹型に湾曲した形状であっても構わない。さらには、図 21 に示すように、中央部と両端部が凸型であり、これらの間が凹型である波形に湾曲した形状であっても構わない。このように、本発明においては、x 方向における位置によって、磁性体 40 の上面 42 の素子形成面 31 からの高さが異なる凹凸形状を有していれば足りる。

20

【符号の説明】

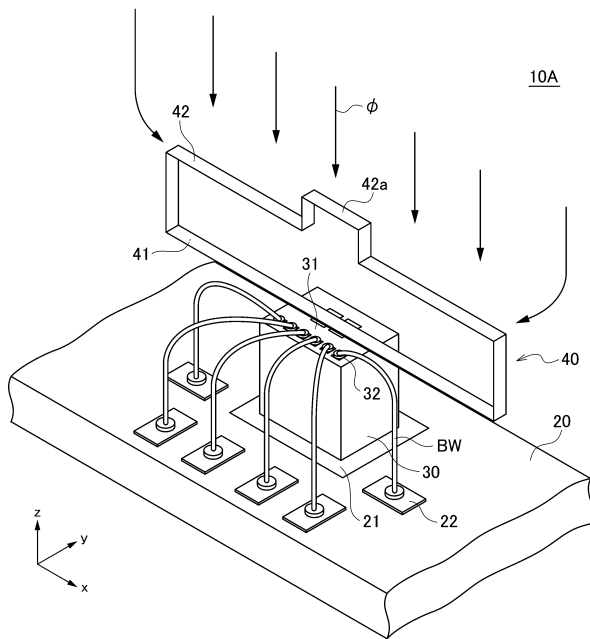
【0053】

10A ~ 10C, 100 磁気センサ
 20 基板
 21 実装領域
 22 端子電極
 30 センサチップ
 31 素子形成面
 32 端子電極
 40 磁性体
 41 下面
 42 上面
 42a, 42b 突起部
 50 磁気シールド
 51 第 1 の側壁部
 52 第 2 の側壁部
 53 第 1 の天板部
 54 第 2 の天板部
 55 底板部
 60 被測定部材
 BW ボンディングワイヤ
 G ギャップ
 M1, M2 磁気パターン
 R1 ~ R4 磁気検出素子
 φ 磁束

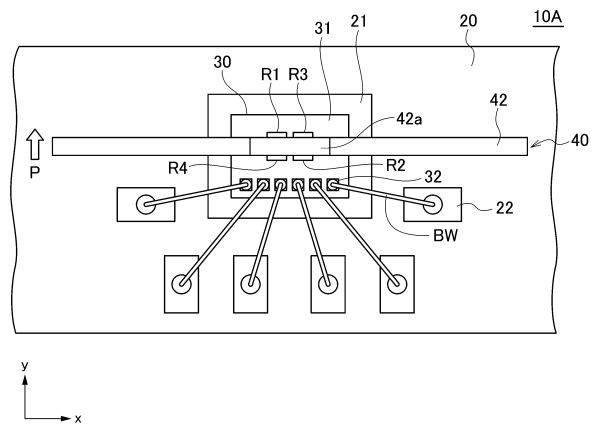
30

40

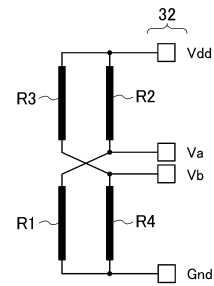
【図 1】



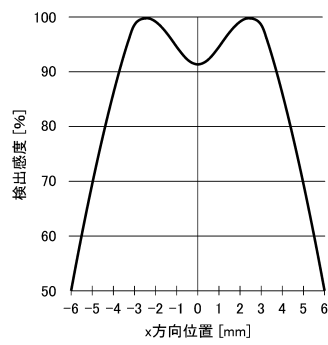
【図 2】



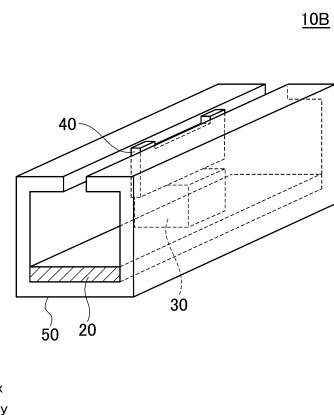
【図 3】



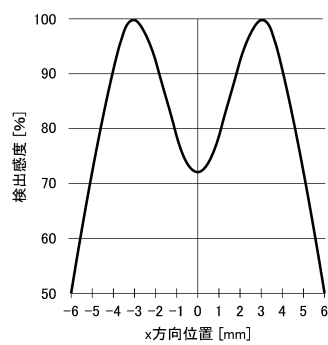
【図 4】



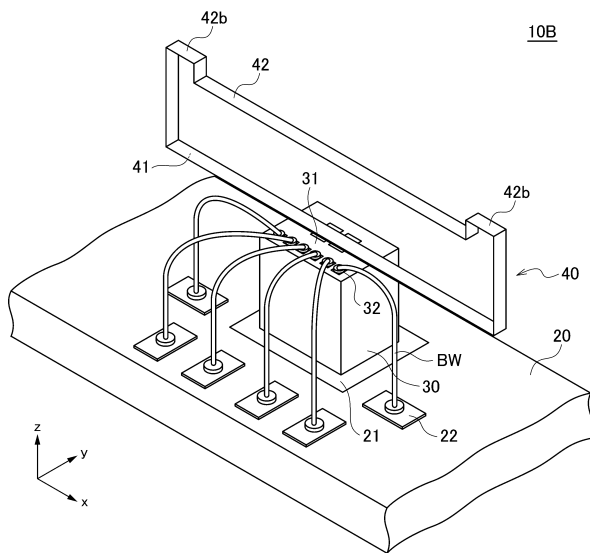
【図 6】



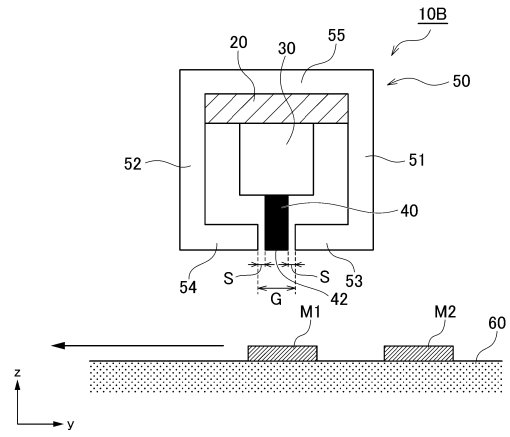
【図 5】



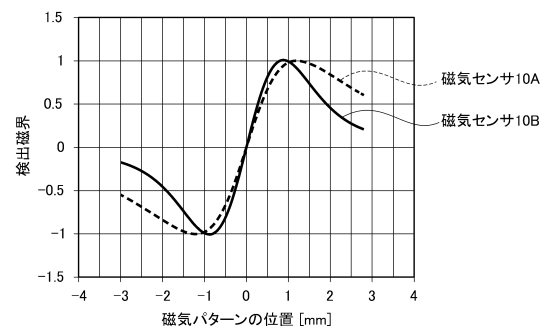
【図 7】



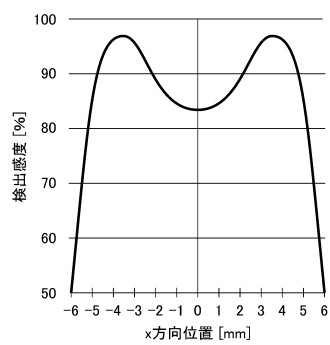
【図 8】



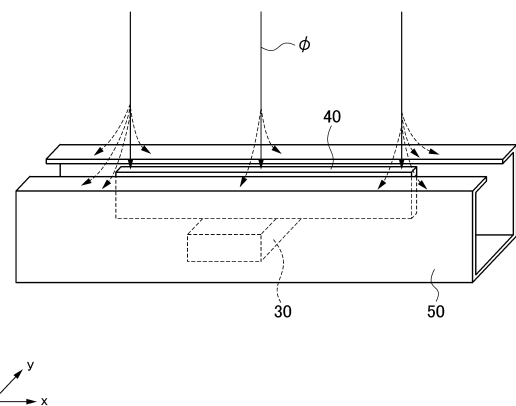
【図 9】



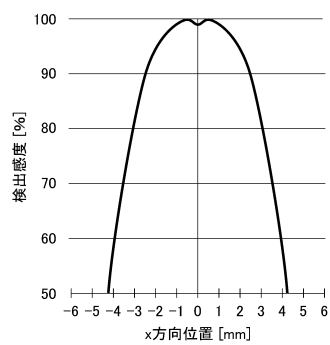
【図 10】



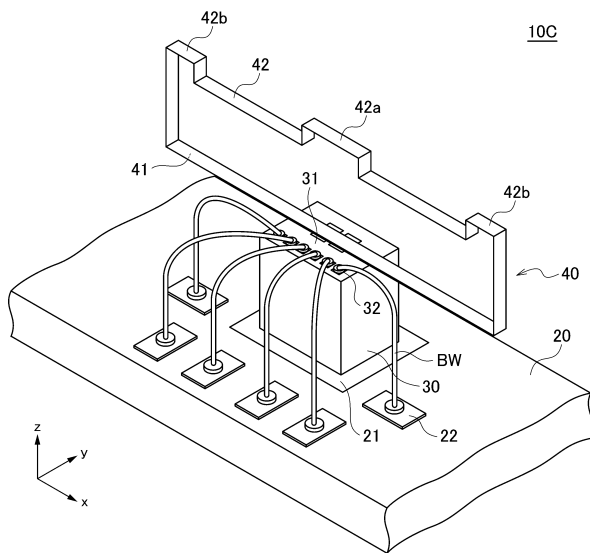
【図 12】



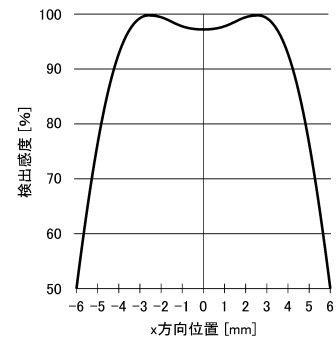
【図 11】



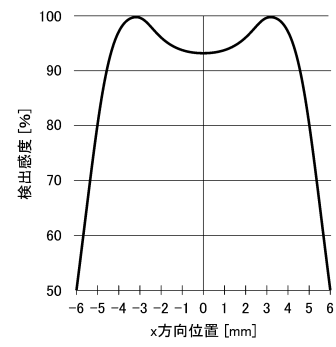
【図 13】



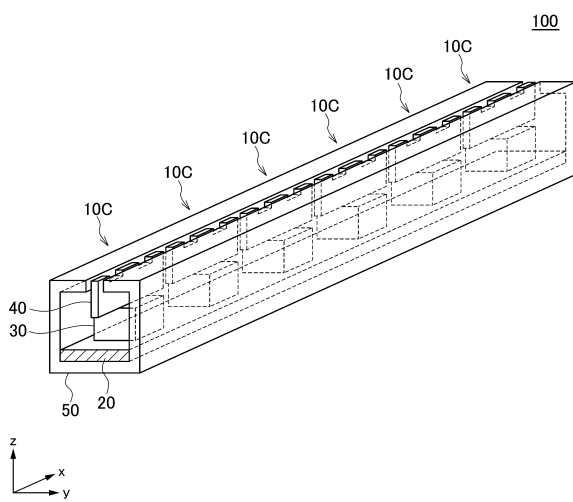
【図 14】



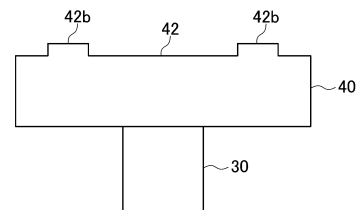
【図 15】



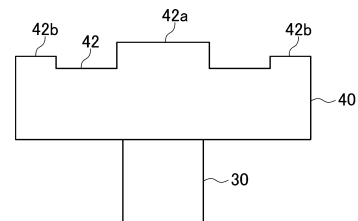
【図 16】



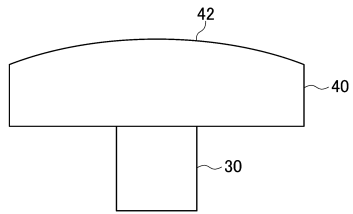
【図 17】



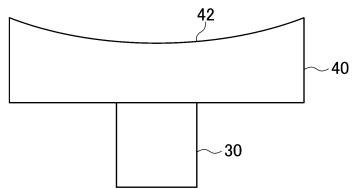
【図 18】



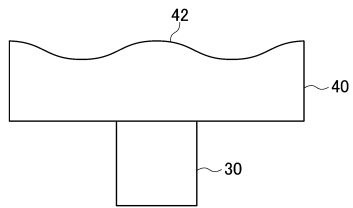
【図 19】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2015 - 203647 (JP, A)
特開 2016 - 170166 (JP, A)
特開 2002 - 367120 (JP, A)
国際公開第 2013 / 161773 (WO, A1)
米国特許出願公開第 2006 / 0255797 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G 0 1 R 3 3 / 0 0 - 3 3 / 2 6
H 0 1 L 4 3 / 0 2