

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7115242号
(P7115242)

(45)発行日 令和4年8月9日(2022.8.9)

(24)登録日 令和4年8月1日(2022.8.1)

(51)国際特許分類 F I
G 0 1 R 33/02 (2006.01) G 0 1 R 33/02 V
G 0 1 R 33/09 (2006.01) G 0 1 R 33/09

請求項の数 16 (全23頁)

(21)出願番号	特願2018-215374(P2018-215374)	(73)特許権者	000003067 T D K株式会社 東京都中央区日本橋二丁目5番1号
(22)出願日	平成30年11月16日(2018.11.16)	(74)代理人	100115738 弁理士 鷲頭 光宏
(65)公開番号	特開2019-215311(P2019-215311 A)	(74)代理人	100121681 弁理士 緒方 和文
(43)公開日	令和1年12月19日(2019.12.19)	(72)発明者	田邊 圭 東京都港区芝浦三丁目9番1号 T D K 株式会社内
審査請求日	令和3年6月24日(2021.6.24)	審査官	永井 皓喜
(31)優先権主張番号	特願2018-109798(P2018-109798)		
(32)優先日	平成30年6月7日(2018.6.7)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

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】

回路基板と、
前記回路基板の主面に搭載されたセンサチップ及び集磁部材と、を備え、
前記センサチップは、感磁素子が形成され、前記回路基板の前記主面と平行な素子形成面を有し、
前記集磁部材は、前記センサチップの前記素子形成面と接することなく前記回路基板の前記主面に搭載されているとともに、前記回路基板の前記主面に対して垂直な方向から見て、前記センサチップを基準として互いに反対側に位置する第1及び第2の部分と、前記第1の部分と前記第2の部分とを接続する第3の部分とを有することを特徴とする磁気センサ。

10

【請求項2】

前記センサチップは、前記回路基板の前記主面に対して垂直であり、互いに平行な第1及び第2の側面をさらに有し、
前記集磁部材の前記第1及び第2の部分は、前記センサチップの前記第1及び第2の側面をそれぞれ覆う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】

前記センサチップは、前記回路基板の前記主面に対して垂直であり、前記第1及び第2の側面に対して垂直な第3の側面をさらに有し、
前記集磁部材の前記第3の部分は、前記センサチップの前記第3の側面を覆うことを特

20

徴とする請求項 2 に記載の磁気センサ。

【請求項 4】

前記集磁部材の前記第 3 の部分は、前記センサチップの前記第 1 及び第 2 の側面に対して垂直な方向における長さよりも、前記センサチップの前記第 1 及び第 2 の側面と平行な方向における長さの方が長いことを特徴とする請求項 3 に記載の磁気センサ。

【請求項 5】

前記集磁部材の前記第 3 の部分は、前記センサチップの前記第 1 及び第 2 の側面と平行な方向における長さよりも、前記センサチップの前記第 1 及び第 2 の側面に対して垂直な方向における長さの方が長いことを特徴とする請求項 3 に記載の磁気センサ。

【請求項 6】

前記集磁部材は、単一の磁性材料からなることを特徴とする請求項 3 乃至 5 のいずれか一項に記載の磁気センサ。

【請求項 7】

前記回路基板の前記主面を基準とした前記集磁部材の厚さは、前記回路基板の前記主面を基準とした前記センサチップの厚さよりも厚いことを特徴とする請求項 6 に記載の磁気センサ。

【請求項 8】

前記集磁部材は、磁性材料からなる磁性部と非磁性材料からなる非磁性部とを含み、
前記非磁性部は、前記回路基板の前記主面と前記磁性部の間に位置し、
前記回路基板の前記主面を基準とした前記感磁素子の高さは、前記回路基板の前記主面を基準とした前記磁性部の下面の高さと上面の高さの間に位置することを特徴とする請求項 3 乃至 5 のいずれか一項に記載の磁気センサ。

【請求項 9】

前記センサチップは、前記素子形成面が前記回路基板の前記主面と向かい合うように搭載されていることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の磁気センサ。

【請求項 10】

前記回路基板の前記主面を基準とした前記集磁部材の厚さは、前記回路基板の前記主面を基準とした前記センサチップの厚さよりも薄いことを特徴とする請求項 9 に記載の磁気センサ。

【請求項 11】

前記集磁部材の前記第 3 の部分は、前記センサチップの前記素子形成面を覆うことを特徴とする請求項 1 に記載の磁気センサ。

【請求項 12】

前記センサチップは、前記回路基板の前記主面に対して垂直であり、互いに平行な第 1 及び第 2 の側面をさらに有し、
前記集磁部材の前記第 1 及び第 2 の部分は、前記センサチップの前記第 1 及び第 2 の側面をそれぞれ覆い、
前記集磁部材の前記第 1 及び第 2 の部分の間隔は、前記第 3 の部分に近い根元部分において狭くなる段差形状を有することを特徴とする請求項 11 に記載の磁気センサ。

【請求項 13】

前記センサチップは、前記回路基板の前記主面に対して垂直であり、互いに平行な第 1 及び第 2 の側面をさらに有し、
前記集磁部材は、磁性材料からなる磁性部と非磁性材料からなる第 1 及び第 2 の非磁性部とを含み、

前記集磁部材の前記第 1 及び第 2 の非磁性部は、前記センサチップの前記第 1 及び第 2 の側面をそれぞれ覆うことを特徴とする請求項 11 に記載の磁気センサ。

【請求項 14】

前記集磁部材は、単一の磁性材料からなり、
前記センサチップは、前記素子形成面が前記回路基板の前記主面と向かい合うように搭載されていることを特徴とする請求項 11 に記載の磁気センサ。

10

20

30

40

50

【請求項 15】

前記センサチップの前記素子形成面上には、前記感磁素子に隣接する磁性体層が設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれか一項に記載の磁気センサ。

【請求項 16】

前記集磁部材の前記第 3 の部分に巻回された補償コイルをさらに備えることを特徴とする請求項 1 乃至 15 のいずれか一項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、センサチップに磁束を集めるための集磁部材を備えた磁気センサに関する。

10

【背景技術】

【0002】

磁気センサの中には、センサチップに磁束を集めるための集磁部材を備えた磁気センサが存在する。例えば、特許文献 1 の図 5 には、基板に搭載されたセンサチップと、センサチップの素子形成面上に配置された集磁部材を備えた磁気センサが開示されている。特許文献 1 に記載された集磁部材は、基板に対して垂直な方向の磁束を集めるとともに、磁束の向きを変えて磁束に水平方向成分を持たせ、磁束の水平方向成分を感磁素子によって検出することにより、基板に対して垂直な方向の磁束を検出している。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0003】

【文献】特許第 5500785 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、特許文献 1 に記載された磁気センサは、集磁部材がセンサチップの素子形成面上に配置されていることから、集磁部材に外力が加わると、センサチップの素子形成面にストレスがかかる可能性があった。

【0005】

30

したがって、集磁部材に加わる外力がセンサチップの素子形成面に伝わりにくい構造を有する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、回路基板と、回路基板の主面に搭載されたセンサチップ及び集磁部材とを備え、センサチップは、感磁素子が形成され、回路基板の主面と平行な素子形成面を有し、集磁部材は、センサチップの素子形成面と接することなく回路基板の主面に搭載されているとともに、回路基板の主面に対して垂直な方向から見て、センサチップを基準として互いに反対側に位置する第 1 及び第 2 の部分と、第 1 の部分と第 2 の部分を接続する第 3 の部分とを有することを特徴とする。

40

【0007】

本発明によれば、集磁部材がセンサチップの素子形成面と接しない構造を有していることから、仮に集磁部材に外力が加わったとしても、これがセンサチップの素子形成面に伝わることがない。しかも、集磁部材は、第 1 の部分と第 2 の部分を接続する第 3 の部分を有していることから、所定の方向の磁束を集め、これをセンサチップ上の感磁素子に印加することが可能となる。

【0008】

本発明において、センサチップは、回路基板の主面に対して垂直であり、互いに平行な第 1 及び第 2 の側面をさらに有し、集磁部材の第 1 及び第 2 の部分は、センサチップの第 1 及び第 2 の側面をそれぞれ覆っても構わない。これによれば、素子形成面のうち第 1 の

50

側面に近い部分と第2の側面に近い部分に対し、互いに逆方向の磁界成分を与えることが可能となる。

【0009】

本発明において、センサチップは、回路基板の主面に対して垂直であり、第1及び第2の側面に対して垂直な第3の側面をさらに有し、集磁部材の第3の部分は、センサチップの第3の側面を覆っても構わない。これによれば、回路基板の主面に平行な方向の磁束を集め、これをセンサチップ上の感磁素子に印加することが可能となる。

【0010】

本発明において、集磁部材の第3の部分は、センサチップの第1及び第2の側面に対して垂直な方向における長さよりも、センサチップの第1及び第2の側面と平行な方向における長さの方が長くても構わない。これによれば、センサチップの第1及び第2の側面と平行な方向の磁束に対する検出感度を高めることが可能となる。

10

【0011】

本発明において、集磁部材の第3の部分は、センサチップの第1及び第2の側面と平行な方向における長さよりも、センサチップの第1及び第2の側面に対して垂直な方向における長さの方が長くても構わない。これによれば、集磁部材による磁束の集磁範囲を拡大することが可能となる。

【0012】

本発明において、センサチップの素子形成面上には、感磁素子に隣接する磁性体層が設けられていても構わない。これによれば、感磁素子に印加される磁束の密度が高まることから、より高い検出感度を得ることが可能となる。

20

【0013】

本発明において、集磁部材は、単一の磁性材料からなるものであっても構わない。これによれば、集磁部材の製造コストを削減することが可能となる。この場合、回路基板の主面を基準とした集磁部材の厚さは、回路基板の主面を基準としたセンサチップの厚さよりも厚くても構わない。これによれば、集磁部材によって集めた磁束を効率よく感磁素子に印加することが可能となる。

【0014】

本発明において、集磁部材は、磁性材料からなる磁性部と非磁性材料からなる非磁性部とを含み、非磁性部は、回路基板の主面と磁性部の間に位置し、回路基板の主面を基準とした感磁素子の高さは、回路基板の主面を基準とした磁性部の下面の高さと上面の高さの間に位置するものであっても構わない。これによれば、金属磁性体など薄型の磁性部を用いることが可能となる。

30

【0015】

本発明において、センサチップは、素子形成面が回路基板の主面と向かい合うように搭載されていても構わない。これによれば、センサチップの素子形成面が露出しないことから、感磁素子を保護することが可能となる。この場合、回路基板の主面を基準とした集磁部材の厚さは、回路基板の主面を基準としたセンサチップの厚さよりも薄くても構わない。これによれば、集磁部材によって集めた磁束を効率よく感磁素子に印加することが可能となる。

40

【0016】

本発明において、集磁部材の第3の部分は、センサチップの素子形成面を覆っても構わない。これによれば、回路基板の主面に対して垂直な方向の磁束を集め、これをセンサチップ上の感磁素子に印加することが可能となる。

【0017】

本発明において、センサチップは、回路基板の主面に対して垂直であり、互いに平行な第1及び第2の側面をさらに有し、集磁部材の第1及び第2の部分は、センサチップの第1及び第2の側面をそれぞれ覆い、集磁部材の第1及び第2の部分の間隔は、第3の部分に近い根元部分において狭くなる段差形状を有するものであっても構わない。これによれば、集磁部材を単一の磁性材料を用いて作製することが可能となる。

50

【 0 0 1 8 】

本発明において、センサチップは、回路基板の主面に対して垂直であり、互いに平行な第1及び第2の側面をさらに有し、集磁部材は、磁性材料からなる磁性部と非磁性材料からなる第1及び第2の非磁性部とを含み、集磁部材の第1及び第2の非磁性部は、センサチップの第1及び第2の側面をそれぞれ覆うものであっても構わない。これによれば、高さの異なるセンサチップを用いる場合であっても、磁性部の形状を設計変更する必要がなくなる。

【 0 0 1 9 】

本発明において、集磁部材は単一の磁性材料からなり、センサチップは、素子形成面が回路基板の主面と向かい合うように搭載されていても構わない。これによれば、センサチップの素子形成面が露出しないことから、感磁素子を保護することが可能となる。

10

【 0 0 2 0 】

本発明による磁気センサは、集磁部材の第3の部分に巻回された補償コイルをさらに備えるものであっても構わない。これによれば、集磁部材に取り込まれた磁束を補償コイルによって打ち消すことができることから、集磁部材の磁気飽和を防止することが可能となる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 1 】

このように、本発明によれば、回路基板の主面に平行な方向の磁束を検出する磁気センサにおいて、集磁部材に加わる外力がセンサチップの素子形成面に伝わりにくい構造とすることが可能となる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 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 の構造を説明するための模式的な斜視図である。

【 図 2 】 図 2 は、磁気センサ 1 を y 方向から見た略側面図である。

【 図 3 】 図 3 は、磁束 の流れを説明するための模式図である。

【 図 4 】 図 4 は、感磁素子 R 1 , R 2 の接続関係を示す回路図である。

【 図 5 】 図 5 は、磁気センサ 1 を紙幣センサ 4 0 に応用した例を示す模式的な透視斜視図である。

30

【 図 6 】 図 6 は、第 1 の変形例によるセンサチップ 2 0 A の素子形成面 2 5 の構造を示す略平面図である。

【 図 7 】 図 7 は、第 2 の変形例によるセンサチップ 2 0 B の素子形成面 2 5 の構造を示す略平面図である。

【 図 8 】 図 8 は、第 1 の変形例による集磁部材 3 0 A の形状を示す平面図である。

【 図 9 】 図 9 は、第 2 の変形例による集磁部材 3 0 B の形状を示す平面図である。

【 図 1 0 】 図 1 0 は、本発明の第 2 の実施形態による磁気センサ 2 の構造を説明するための模式的な斜視図である。

【 図 1 1 】 図 1 1 は、本発明の第 3 の実施形態による磁気センサ 3 の構造を説明するための模式的な斜視図である。

40

【 図 1 2 】 図 1 2 は、本発明の第 4 の実施形態による磁気センサ 4 の構造を説明するための模式的な斜視図である。

【 図 1 3 】 図 1 3 は、磁気センサ 4 を y 方向から見た略側面図である。

【 図 1 4 】 図 1 4 は、本発明の第 5 の実施形態による磁気センサ 5 の構造を説明するための模式的な斜視図である。

【 図 1 5 】 図 1 5 は、本発明の第 6 の実施形態による磁気センサ 6 の構造を説明するための模式的な斜視図である。

【 図 1 6 】 図 1 6 は、本発明の第 7 の実施形態による磁気センサ 7 の構造を説明するための模式的な斜視図である。

【 図 1 7 】 図 1 7 は、磁気センサ 7 を y 方向から見た略側面図である。

50

【図 18】図 18 は、本発明の第 8 の実施形態による磁気センサ 68 の構造を説明するための模式的な斜視図である。

【図 19】図 19 は、磁気センサ 68 を y 方向から見た略側面図である。

【図 20】図 20 は、本発明の第 9 の実施形態による磁気センサ 69 の構造を説明するための模式的な斜視図である。

【図 21】図 21 は、磁気センサ 69 を y 方向から見た略側面図である。

【図 22】図 22 は、本発明の第 10 の実施形態による磁気センサ 70 の構造を説明するための模式的な斜視図である。

【図 23】図 23 は、磁気センサ 70 を y 方向から見た略側面図である。

【図 24】図 24 は、本発明の第 11 の実施形態による磁気センサ 71 の構造を説明するための模式的な斜視図である。

10

【図 25】図 25 は、感磁素子 R1 ~ R4 と補償コイル C の接続関係を説明するための回路図である。

【図 26】図 26 は、本発明の第 12 の実施形態による磁気センサ 72 の構造を説明するための模式的な斜視図である。

【図 27】図 27 は、磁気センサ 72 を y 方向から見た略側面図である。

【図 28】図 28 は、本発明の第 13 の実施形態による磁気センサ 73 の構造を説明するための模式的な斜視図である。

【図 29】図 29 は、磁気センサ 73 を y 方向から見た略側面図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0023】

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。

【0024】

< 第 1 の実施形態 >

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態による磁気センサ 1 の構造を説明するための模式的な斜視図である。

【0025】

図 1 に示すように、第 1 の実施形態による磁気センサ 1 は、x y 面を主面 11 とする回路基板 10 と、回路基板 10 の主面 11 に搭載されたセンサチップ 20 及び集磁部材 30 とを備える。センサチップ 20 は、y z 面を構成する側面 21, 22 と、x z 面を構成する側面 23, 24 と、x y 面を構成する素子形成面 25 及び裏面 26 とを有しており、裏面 26 が回路基板 10 の主面 11 と向かい合うよう、回路基板 10 に搭載されている。センサチップ 20 の固定は、回路基板 10 とセンサチップ 20 の裏面 26 の間に接着剤を塗布することにより行うことができる。また、センサチップ 20 と回路基板 10 の電気的接続は、図示しないボンディングワイヤなどを用いて行うことができる。

30

【0026】

素子形成面 25 には、2 つの感磁素子 R1, R2 が形成されている。感磁素子 R1, R2 としては、磁界の向き及び強さに応じて抵抗値が変化する磁気抵抗素子を用いることができる。このうち、感磁素子 R1 は側面 21 の近傍に配置され、感磁素子 R2 は側面 22 の近傍に配置されている。

40

【0027】

集磁部材 30 は、フェライトなどの単一の磁性材料からなるブロックであり、センサチップ 20 の側面 21, 22 をそれぞれ覆う第 1 及び第 2 の部分 31, 32 と、第 1 の部分 31 と第 2 の部分 32 を接続する第 3 の部分 33 を有している。集磁部材 30 の第 1 及び第 2 の部分 31, 32 は、y 方向から見て、センサチップ 20 を基準として互いに反対側に位置する。図 1 に示す例では、集磁部材 30 の第 1 及び第 2 の部分 31, 32 がセンサチップ 20 の側面 21, 22 の一部をそれぞれ覆っているが、センサチップ 20 の側面 21, 22 を完全に覆う形状であっても構わない。また、センサチップ 20 の側面 23 は、集磁部材 30 の第 3 の部分 33 によって完全に覆われている。

【0028】

50

集磁部材 30 は、第 3 の部分 33 によって y 方向の磁束を集め、これを第 1 及び第 2 の部分 31, 32 に分配する役割を果たす。y 方向から見た略側面図である図 2 に示すように、集磁部材 30 の z 方向における厚さ H1 は、センサチップ 20 の z 方向における厚さ H2 よりも厚く、これにより、y 方向から見て感磁素子 R1, R2 と集磁部材 30 が重なりを有している。

【0029】

図 3 は、磁束の流れを説明するための模式図である。

【0030】

図 3 に示すように、y 方向の磁束は第 3 の部分 33 から集磁部材 30 に吸い込まれ、これが第 1 及び第 2 の部分 31, 32 によって x 方向に曲げられる。そして、集磁部材 30 の第 1 及び第 2 の部分 31, 32 の x 方向における近傍には、感磁素子 R1, R2 が配置されていることから、集磁部材 30 を通過する磁束は、感磁素子 R1, R2 の近傍において y 方向成分だけでなく、x 方向成分を持つことになる。

【0031】

ここで、感磁素子 R1, R2 の固定磁化方向は、図 3 に示す矢印 P が示す方向 (x 方向) に揃えられている。これに対し、集磁部材 30 に吸い込まれた磁束の x 方向成分は、感磁素子 R1 と感磁素子 R2 で互いに逆となることから、磁束の密度によって感磁素子 R1, R2 の抵抗値に差が生じることになる。かかる抵抗値の差は、図 4 に示す直列回路から出力信号 V_{out} として取り出され、これにより磁束を検出することが可能となる。

【0032】

そして、本実施形態による磁気センサ 1 は、センサチップ 20 の側面 21 ~ 23 を覆うように集磁部材 30 が設けられており、センサチップ 20 の素子形成面 25 が集磁部材 30 によって覆われない構造を有していることから、仮に集磁部材 30 に外力が加わったとしても、この外力がセンサチップ 20 の素子形成面 25 に直接伝わることはない。このため、センサチップ 20 の素子形成面 25 にストレスが加わりにくく、結果的に磁気センサ 1 の信頼性を向上させることが可能となる。但し、センサチップ 20 の素子形成面 25 が集磁部材 30 によって部分的に覆われていても構わない。この場合であっても、センサチップ 20 の素子形成面 25 と集磁部材 30 が直接的に、或いは、接着剤などを介して間接的に接していない限り、磁部材 30 に外力が加わったとしても、この外力がセンサチップ 20 の素子形成面 25 に直接伝わることはない。

【0033】

図 5 は、本実施形態による磁気センサ 1 を紙幣センサ 40 に応用した例を示す模式的な透視斜視図である。

【0034】

図 5 に示す紙幣センサ 40 は、検出ヘッド 41 が xz 面を構成しており、検出ヘッド 41 上を図示しない紙幣が図 5 に示す矢印 A 方向 (z 方向) にスキャンされる。そして、紙幣をスキャンしながら、紙幣に埋め込まれた磁気パターンが磁気センサ 1 によって検出される。このような構造を有する紙幣センサ 40 において検出感度を高めるためには、被測定対象物である紙幣と集磁部材 30 の y 方向におけるギャップをできる限り狭くすることが望ましいが、紙幣と集磁部材 30 の y 方向におけるギャップが狭くなると、紙幣または異物が検出ヘッド 41 と接触することにより、集磁部材 30 に y 方向の外力が加わりやすくなる。

【0035】

このような場合であっても、本実施形態による磁気センサ 1 においては、集磁部材 30 に加わる y 方向の外力がセンサチップ 20 の素子形成面 25 に直接伝わらないことから、磁気センサ 1 を長期間使用しても、素子形成面 25 がダメージを受けにくい。これにより、本実施形態による磁気センサ 1 を用いた応用製品 (例えば紙幣センサ) の信頼性を高めることが可能となる。

【0036】

図 6 は、第 1 の変形例によるセンサチップ 20 A の素子形成面 25 の構造を示す略平面

10

20

30

40

50

図である。第 1 の変形例によるセンサチップ 20 A は、素子形成面 25 上に磁性体層 51, 52 が形成されている点において、上述したセンサチップ 20 と相違している。磁性体層 51, 52 は、樹脂材料に磁性フィラーが分散された複合磁性材料からなる膜であっても構わないし、ニッケル又はパーマロイなどの軟磁性材料からなる薄膜もしくは箔であっても構わないし、フェライトなどからなる薄膜又はバルクシートであっても構わない。また、磁性体層 51, 52 は、感磁素子 R1, R2 よりも上層に位置していても構わないし、下層に位置していても構わないし、同層に位置していても構わない。

【0037】

そして、第 1 の変形例においては、磁性体層 51 が感磁素子 R1 に隣接して側面 21 の近傍に配置され、磁性体層 52 が感磁素子 R2 に隣接して側面 22 の近傍に配置されている。これにより、感磁素子 R1, R2 の近傍における磁気抵抗が低くなることから、より多くの磁束を感磁素子 R1, R2 に印加することが可能となる。

10

【0038】

図 7 は、第 2 の変形例によるセンサチップ 20 B の素子形成面 25 の構造を示す略平面図である。第 2 の変形例によるセンサチップ 20 B は、素子形成面 25 上に磁性体層 53 がさらに追加されている点において、第 1 の変形例によるセンサチップ 20 A と相違している。磁性体層 53 は、磁性体層 51, 52 と同じ磁性材料からなるものであっても構わない。磁性体層 53 についても、感磁素子 R1, R2 よりも上層に位置していても構わないし、下層に位置していても構わないし、同層に位置していても構わない。

【0039】

そして、第 2 の変形例においては、磁性体層 53 が感磁素子 R1 と感磁素子 R2 によって x 方向から挟まれるように配置されていることから、磁性体層 51, 52 と磁性体層 53 の間で磁束が流れやすくなる。これにより、感磁素子 R1, R2 に印加される磁束の x 方向成分が高められることから、より高い検出感度を得ることが可能となる。

20

【0040】

図 8 は、第 1 の変形例による集磁部材 30 A の形状を示す平面図である。第 1 の変形例による集磁部材 30 A は、第 1 及び第 2 の部分 31, 32 の x 方向における幅が先端に向かうほど細くなるよう、両側面がテーパ状にカットされている点において、上述した集磁部材 30 と相違している。これによれば、第 3 の部分 33 から取り込まれた磁束がテーパ状である第 1 及び第 2 の部分 31, 32 によって感磁素子 R1, R2 に集められることから、感磁素子 R1, R2 に x 方向成分の磁束を印加することが可能となる。

30

【0041】

図 9 は、第 2 の変形例による集磁部材 30 B の形状を示す平面図である。第 2 の変形例による集磁部材 30 B は、平面視で略 C 字型であり、第 3 の部分 33 がセンサチップ 20 の側面 23 と大きく離れている点において、上述した集磁部材 30 と相違している。このように、本発明において、センサチップ 20 の側面 21 ~ 23 と集磁部材 30 の第 1 ~ 第 3 の部分 31 ~ 33 がそれぞれ近接している点は必須でなく、少なくとも、所定の方向から見て、集磁部材 30 の第 1 及び第 2 の部分 31, 32 がセンサチップ 20 を基準として互いに反対側に位置していれば足り、センサチップ 20 の側面 23 と集磁部材 30 B の第 3 の部分 33 が離間していても構わない。このような構造においても、第 3 の部分 33 から取り込まれた磁束が第 1 及び第 2 の部分 31, 32 を介して感磁素子 R1, R2 に印加されるとともに、感磁素子 R1, R2 に印加される磁束の x 方向成分を高めることが可能となる。

40

【0042】

<第 2 の実施形態>

図 10 は、本発明の第 2 の実施形態による磁気センサ 2 の構造を説明するための模式的な斜視図である。

【0043】

図 10 に示すように、第 2 の実施形態による磁気センサ 2 は、集磁部材 30 の y 方向における長さ L2 が x 方向における幅 W2 よりも十分に長い点において、第 1 の実施形態に

50

よる磁気センサ 1 と相違している。その他の基本的な構成は、第 1 の実施形態による磁気センサ 1 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 4 4 】

第 2 の実施形態による磁気センサ 2 は、集磁部材 3 0 の y 方向における長さ L 2 が x 方向における幅 W 2 よりも長いことから、y 方向の磁束に対する検出感度が向上するという特徴を有している。特に、集磁部材 3 0 の y 方向における長さ L 2 を x 方向における幅 W 2 の 2 倍以上、例えば、3 倍程度に設定すれば、検出感度の向上効果を顕著に得ることが可能となる。

【 0 0 4 5 】

< 第 3 の実施形態 >

図 1 1 は、本発明の第 3 の実施形態による磁気センサ 3 の構造を説明するための模式的な斜視図である。

【 0 0 4 6 】

図 1 1 に示すように、第 3 の実施形態による磁気センサ 3 は、集磁部材 3 0 の x 方向における幅 W 3 が y 方向における長さ L 3 よりも十分に長い点において、第 1 の実施形態による磁気センサ 1 と相違している。その他の基本的な構成は、第 1 の実施形態による磁気センサ 1 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 4 7 】

第 3 の実施形態による磁気センサ 3 は、集磁部材 3 0 の x 方向における幅 W 3 が y 方向における長さ L 3 よりも長いことから、集磁部材 3 0 による磁束の x 方向における集磁範囲を拡大することが可能となる。

【 0 0 4 8 】

< 第 4 の実施形態 >

図 1 2 は、本発明の第 4 の実施形態による磁気センサ 4 の構造を説明するための模式的な斜視図である。

【 0 0 4 9 】

図 1 2 に示すように、第 4 の実施形態による磁気センサ 4 は、集磁部材 3 0 が磁性材料からなる磁性部 3 0 M と非磁性材料からなる非磁性部 3 0 N からなる点において、第 1 の実施形態による磁気センサ 1 と相違している。その他の基本的な構成は、第 1 の実施形態による磁気センサ 1 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 5 0 】

集磁部材 3 0 の磁性部 3 0 M は、y 方向の磁束を集め、これをセンサチップ 2 0 の感磁素子 R 1 , R 2 に印加する役割を果たす部分である。これに対し、集磁部材 3 0 の非磁性部 3 0 N は、回路基板 1 0 の主面 1 1 と磁性部 3 0 M の間に位置し、磁性部 3 0 M の z 方向における高さを感じ素子 R 1 , R 2 の高さまで嵩上げする役割を果たす部分である。つまり、y 方向から見た略側面図である図 1 3 に示すように、磁性部 3 0 M の下部に存在する非磁性部 3 0 N によって、回路基板 1 0 の主面 1 1 を基準とした磁性部 3 0 M の下面の高さ H 3 と上面の高さ H 4 の間に感磁素子 R 1 , R 2 が位置するよう、磁性部 3 0 M の高さが維持される。好ましくは、感磁素子 R 1 , R 2 の高さ位置が下面の高さ H 3 と上面の高さ H 4 のほぼ中間となるよう、非磁性部 3 0 N の高さを設定すれば良い。

【 0 0 5 1 】

これにより、磁束が磁性部 3 0 M により集中することから、感磁素子 R 1 , R 2 に与えられる磁束の密度をより高めることが可能となる。一例として、磁性部 3 0 M をパーマロイなどの金属磁性材料によって構成し、非磁性部 3 0 N を非磁性の樹脂によって構成することができる。この場合、パーマロイなどからなる金属磁性板を打ち抜き工法によって所定の形状に加工し、これを樹脂に貼り付けることによって図 1 2 に示す集磁部材 3 0 を作製することができる。パーマロイなどの金属磁性板を打ち抜くことによって磁性部 3 0 M

10

20

30

40

50

を作製する場合、磁性部 30M の厚さについては一定となるのに対し、センサチップ 20 の厚みについては、製品によって異なる場合がある。このような場合であっても、非磁性部 30N の厚みを変えることにより、磁性部 30M の高さを所望の高さに維持することが可能となる。

【0052】

<第5の実施形態>

図14は、本発明の第5の実施形態による磁気センサ5の構造を説明するための模式的な斜視図である。

【0053】

図14に示すように、第5の実施形態による磁気センサ5は、集磁部材30が磁性材料からなる磁性部30Mと非磁性材料からなる非磁性部30Nからなる点において、図10に示した第2の実施形態による磁気センサ2と相違している。その他の基本的な構成は、第2の実施形態による磁気センサ2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。

10

【0054】

このように、集磁部材30が縦長形状を有している場合においても、集磁部材30を磁性部30Mと非磁性部30Nの組み合わせによって構成することが可能である。

【0055】

<第6の実施形態>

図15は、本発明の第6の実施形態による磁気センサ6の構造を説明するための模式的な斜視図である。

20

【0056】

図15に示すように、第6の実施形態による磁気センサ6は、集磁部材30が磁性材料からなる磁性部30Mと非磁性材料からなる非磁性部30Nからなる点において、図11に示した第3の実施形態による磁気センサ3と相違している。その他の基本的な構成は、第3の実施形態による磁気センサ3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。

【0057】

このように、集磁部材30が横長形状を有している場合においても、集磁部材30を磁性部30Mと非磁性部30Nの組み合わせによって構成することが可能である。

30

【0058】

<第7の実施形態>

図16は、本発明の第7の実施形態による磁気センサ7の構造を説明するための模式的な斜視図である。

【0059】

図16に示すように、第7の実施形態による磁気センサ7は、センサチップ20が回路基板10に上下反転して搭載されているとともに、集磁部材30の厚みがセンサチップ20よりも薄い点において、第1の実施形態による磁気センサ1と相違している。その他の基本的な構成は、第1の実施形態による磁気センサ1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。

40

【0060】

本実施形態においては、センサチップ20の素子形成面25が回路基板10の主面11と向かい合うよう、上下反転して搭載されている。その結果、回路基板10の主面11を基準とした感磁素子R1, R2の高さは、第1の実施形態よりも低く、回路基板10の主面11の直上に位置している。これに合わせ、本実施形態では集磁部材30の厚さを十分に薄くしている。つまり、y方向から見た略側面図である図17に示すように、回路基板10の主面11と集磁部材30上面の高さH5の間に感磁素子R1, R2が位置するよう、集磁部材30の厚さが設定される。好ましくは、感磁素子R1, R2の高さ位置が回路基板10の主面11と集磁部材30上面の高さH5のほぼ中間となるよう、集磁部材30の厚さを設定すれば良い。

50

【 0 0 6 1 】

これにより、第 4 の実施形態と同様、パーマロイなどからなる金属磁性板を打ち抜き工法によって所定の形状に加工することにより、集磁部材 3 0 を作製することが可能となる。また、本実施形態においては、センサチップ 2 0 の素子形成面 2 5 が回路基板 1 0 の主面 1 1 で覆われる構造となることから、センサチップ 2 0 の素子形成面 2 5 が物理的に保護されるという利点も得られる。

【 0 0 6 2 】

< 第 8 の実施形態 >

図 1 8 は、本発明の第 8 の実施形態による磁気センサ 6 8 の構造を説明するための模式的な斜視図である。また、図 1 9 は、磁気センサ 6 8 を y 方向から見た略側面図である。

10

【 0 0 6 3 】

図 1 8 及び図 1 9 に示すように、第 8 の実施形態による磁気センサ 6 8 においては、集磁部材 3 0 の第 3 の部分 3 3 がセンサチップ 2 0 の素子形成面 2 5 を覆うよう、集磁部材 3 0 が立てて回路基板 1 0 の主面 1 1 に搭載されているとともに、集磁部材 3 0 が磁性材料からなる磁性部 3 0 M と非磁性材料からなる非磁性部 3 0 N₁ , 3 0 N₂ によって構成されている点において、図 1 に示した第 1 の実施形態による磁気センサ 1 と相違している。その他の基本的な構成は、第 1 の実施形態による磁気センサ 1 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 6 4 】

集磁部材 3 0 の非磁性部 3 0 N₁ は、回路基板 1 0 の主面 1 1 と集磁部材 3 0 の第 1 の部分 3 1 の間に位置し、集磁部材 3 0 の非磁性部 3 0 N₂ は、回路基板 1 0 の主面 1 1 と集磁部材 3 0 の第 2 の部分 3 2 の間に位置する。これにより、集磁部材 3 0 の第 1 及び第 2 の部分 3 1 , 3 2 は、z 方向から見て、センサチップ 2 0 を基準として互いに反対側に位置する。集磁部材 3 0 の非磁性部 3 0 N₁ , 3 0 N₂ の z 方向における高さは、センサチップ 2 0 の z 方向における高さと同様か、センサチップ 2 0 の z 方向における高さよりもやや高い。これにより、集磁部材 3 0 の第 1 及び第 2 の部分の z 方向における先端は、センサチップ 2 0 の素子形成面 2 5 とほぼ同じ平面位置か、或いは、センサチップ 2 0 の素子形成面 2 5 よりもやや高い平面位置に保持される。

20

【 0 0 6 5 】

本実施形態においては、センサチップ 2 0 の素子形成面 2 5 が集磁部材 3 0 の第 3 の部分 3 3 によって覆われているが、両者は接触しておらず、両者は空間を介して向かい合っている。このため、仮に集磁部材 3 0 に外力が加わったとしても、センサチップ 2 0 の素子形成面 2 5 に外力が加わることがない。

30

【 0 0 6 6 】

このような構成により、本実施形態による磁気センサ 6 8 は、z 方向の磁束を検出することが可能となる。つまり、z 方向の磁束が第 3 の部分 3 3 から集磁部材 3 0 に取り込まれると、これが第 1 及び第 2 の部分 3 1 , 3 2 によって x 方向に曲げられる。そして、集磁部材 3 0 の第 1 及び第 2 の部分 3 1 , 3 2 の x 方向における近傍には、感磁素子 R₁ , R₂ が配置されていることから、集磁部材 3 0 を通過する磁束は、感磁素子 R₁ , R₂ の近傍において z 方向成分だけでなく、x 方向成分を持つことになる。

40

【 0 0 6 7 】

これにより、本実施形態による磁気センサ 6 8 は、z 方向の磁束を選択的に検出することが可能となる。本実施形態においては、集磁部材 3 0 が非磁性部 3 0 N₁ , 3 0 N₂ を有していることから、高さの異なるセンサチップ 2 0 を用いる場合、磁性部 3 0 M の形状を変えることなく、非磁性部 3 0 N₁ , 3 0 N₂ の高さを変えることによって、適切な特性を得ることが可能となる。

【 0 0 6 8 】

< 第 9 の実施形態 >

図 2 0 は、本発明の第 9 の実施形態による磁気センサ 6 9 の構造を説明するための模式的な斜視図である。また、図 2 1 は、磁気センサ 6 9 を y 方向から見た略側面図である。

50

【 0 0 6 9 】

図 2 0 及び図 2 1 に示すように、第 9 の実施形態による磁気センサ 6 9 は、集磁部材 3 0 に非磁性部 3 0 N₁ , 3 0 N₂ が設けられていないとともに、第 1 及び第 2 の部分 3 1 , 3 2 の x 方向における幅が一定ではなく、第 3 の部分 3 3 に近い根元部分において第 1 及び第 2 の部分 3 1 , 3 2 の x 方向における幅が拡大されている点において、図 1 8 及び図 1 9 に示した第 8 の実施形態による磁気センサ 6 8 と相違している。その他の基本的な構成は、第 8 の実施形態による磁気センサ 6 8 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 7 0 】

集磁部材 3 0 の第 1 の部分 3 1 は、根元部分 3 1 a と先端部分 3 1 b を有しており、根元部分 3 1 a の方が先端部分 3 1 b よりも x 方向における幅が太い。同様に、集磁部材 3 0 の第 2 の部分 3 2 は、根元部分 3 2 a と先端部分 3 2 b を有しており、根元部分 3 2 a の方が先端部分 3 2 b よりも x 方向における幅が太い。これにより、第 1 の部分 3 1 と第 2 の部分 3 2 の x 方向における間隔は、第 3 の部分 3 3 に近い根元部分において狭くなる段差形状となる。つまり、根元部分 3 1 a と根元部分 3 2 a の x 方向における間隔 S_a は、先端部分 3 1 b と先端部分 3 2 b の x 方向における間隔 S_b よりも狭い。根元部分 3 1 a , 3 2 a と先端部分 3 1 b , 3 2 b の z 方向における境界位置は、センサチップ 2 0 の z 方向における高さとはほぼ同じか、センサチップ 2 0 の z 方向における高さよりもやや高い位置に設計することが好ましい。

【 0 0 7 1 】

このような構成により、本実施形態による磁気センサ 6 9 は、z 方向の磁束を検出することが可能となる。つまり、z 方向の磁束が第 3 の部分 3 3 から集磁部材 3 0 に吸い込まれると、これが第 1 及び第 2 の部分 3 1 , 3 2 によって x 方向に曲げられ、その一部が根元部分 3 1 a , 3 2 a と先端部分 3 1 b , 3 2 b の境界に位置する段差部分から放出される。そして、段差部分の x 方向における近傍には、感磁素子 R₁ , R₂ が配置されていることから、集磁部材 3 0 を通過する磁束は、感磁素子 R₁ , R₂ の近傍において z 方向成分だけでなく、x 方向成分を持つことになる。

【 0 0 7 2 】

これにより、本実施形態による磁気センサ 6 9 は、z 方向の磁束を選択的に検出することが可能となる。本実施形態においては、集磁部材 3 0 が非磁性部 3 0 N₁ , 3 0 N₂ を有していないことから、単一の磁性材料によって集磁部材 3 0 を作製することが可能である。

【 0 0 7 3 】

< 第 1 0 の実施形態 >

図 2 2 は、本発明の第 1 0 の実施形態による磁気センサ 7 0 の構造を説明するための模式的な斜視図である。また、図 2 3 は、磁気センサ 7 0 を y 方向から見た略側面図である。

【 0 0 7 4 】

図 2 2 及び図 2 3 に示すように、第 1 0 の実施形態による磁気センサ 7 0 は、センサチップ 2 0 が回路基板 1 0 に上下反転して搭載されているとともに、集磁部材 3 0 の第 1 及び第 2 の部分 3 1 , 3 2 が段差形状を有していない点において、第 9 の実施形態による磁気センサ 6 9 と相違している。その他の基本的な構成は、第 9 の実施形態による磁気センサ 6 9 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 7 5 】

本実施形態においては、センサチップ 2 0 の素子形成面 2 5 が回路基板 1 0 の主面 1 1 と向かい合うよう、上下反転して搭載されているため、回路基板 1 0 の主面 1 1 を基準とした感磁素子 R₁ , R₂ の高さは、第 9 の実施形態よりも低く、回路基板 1 0 の主面 1 1 の直上に位置している。これにより、集磁部材 3 0 の第 1 及び第 2 の部分の z 方向における先端は、センサチップ 2 0 の素子形成面 2 5 とほぼ同じ平面位置に保持される。

【 0 0 7 6 】

10

20

30

40

50

このような構成を有する磁気センサ 70 も、z 方向の磁束を選択的に検出することが可能となる。本実施形態においては、センサチップ 20 の素子形成面 25 が回路基板 10 の主面 11 と向かい合うことから、両者をフリップチップ接続することができ、ボンディングワイヤを省略することが可能となる。

【0077】

<第11の実施形態>

図24は、本発明の第11の実施形態による磁気センサ71の構造を説明するための模式的な斜視図である。

【0078】

図24に示すように、第11の実施形態による磁気センサ71は、集磁部材30の第3の部分33に補償コイルCが巻回されている点において、第1の実施形態による磁気センサ1と相違している。その他の基本的な構成は、第1の実施形態による磁気センサ1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。

10

【0079】

補償コイルCは、y方向が軸方向となるよう集磁部材30の第3の部分33に巻回されたワイヤ(被服導電)からなる。補償コイルCは、集磁部材30に直接巻回しても構わないし、樹脂などからなるボビンを通じて集磁部材30に巻回しても構わない。また、巻崩れを防止するために、集磁部材30に巻回した補償コイルCを接着剤で固めても構わない。本実施形態において用いる集磁部材30は、第3の部分33がボビン形状を有している。これにより、補償コイルCを構成するワイヤの巻回作業が容易となるだけでなく、集磁部材30に巻回された補償コイルCの脱落が防止される。尚、図24に示す例では、第3の部分33のy方向における両端に鍔部を設けているが、いずれか一方の端部にのみ鍔部を設けても構わない。

20

【0080】

補償コイルCを構成するワイヤのターン数については特に限定されず、目的とするキャンセル磁界の発生に必要なターン数とすれば良い。本実施形態においては、補償コイルCを集磁部材30に巻回していることから、センサチップ20に補償コイルを集積する方式と比べて、ターン数を大幅に増やすことが可能であるとともに、より大きな電流を流すことが可能である。また、回路基板10の主面11上に補償コイルを別途配置する方式のように、磁気センサ全体のサイズが大型化することもない。

30

【0081】

特に限定されるものではないが、本実施形態においては、センサチップ20の素子形成面25に4つの感磁素子R1~R4が形成されている。このうち、感磁素子R1, R4は側面21側にオフセットして配置され、感磁素子R2, R3は側面22側にオフセットして配置されている。感磁素子R1~R4は、全て同一の磁化固定方向を有している。

【0082】

図25は、感磁素子R1~R4と補償コイルCの接続関係を説明するための回路図である。

【0083】

図25に示すように、感磁素子R1は端子電極81, 83間に接続され、感磁素子R2は端子電極82, 83間に接続され、感磁素子R3は端子電極81, 84間に接続され、感磁素子R4は端子電極82, 84間に接続されている。端子電極81には電源電位Vcが与えられ、端子電極82には接地電位GNDが与えられる。そして、感磁素子R1~R4は全て同一の磁化固定方向を有していることから、集磁部材30の第1の部分31に近い感磁素子R1, R4の抵抗変化量と、集磁部材30の第2の部分32に近い感磁素子R2, R3の抵抗変化量との間には差が生じる。これにより、感磁素子R1~R4は差動ブリッジ回路を構成し、磁束密度に応じた感磁素子R1~R4の電気抵抗の変化が端子電極83, 84に現れることになる。

40

【0084】

端子電極83, 84から出力される差動信号は、回路基板10又はセンサチップ20に

50

設けられた差動アンプ 9 1 に入力される。差動アンプ 9 1 の出力信号は、端子電極 8 5 にフィードバックされる。図 2 5 に示すように、端子電極 8 5 と端子電極 8 6 との間には補償コイル C が接続されており、これにより、補償コイル C は差動アンプ 9 1 の出力信号に応じたキャンセル磁界を発生させる。かかる構成により、外部磁束の磁束密度に応じた感磁素子 R 1 ~ R 4 の電気抵抗の変化が端子電極 8 3 , 8 4 に現れると、これに応じた電流が補償コイル C に流れ、逆方向のキャンセル磁界を発生させる。これにより、外部磁束が打ち消される。そして、差動アンプ 9 1 から出力される電流を検出回路 9 2 によって電流電圧変換すれば、外部磁束の強さを検出することが可能となる。

【 0 0 8 5 】

そして、本実施形態においては、補償コイル C が集磁部材 3 0 に巻回されていることから、十分なターン数を確保することができるとともに、より大きな電流を流すことが可能である。これにより、強いキャンセル磁界を発生させることができるため、測定対象となる磁界が比較的強い場合であっても、感磁素子 R 1 ~ R 4 に印加される磁界を正しくキャンセルすることができるだけでなく、集磁部材 3 0 の磁気飽和を防止することが可能となる。

10

【 0 0 8 6 】

< 第 1 2 の実施形態 >

図 2 6 は、本発明の第 1 2 の実施形態による磁気センサ 7 2 の構造を説明するための模式的な斜視図である。また、図 2 7 は、磁気センサ 7 2 を y 方向から見た略側面図である。

【 0 0 8 7 】

図 2 6 及び図 2 7 に示すように、第 1 2 の実施形態による磁気センサ 7 2 は、集磁部材 3 0 の第 3 の部分 3 3 に補償コイル C が巻回されているとともに、センサチップ 2 0 の素子形成面 2 5 に 4 つの感磁素子 R 1 ~ R 4 が形成されている点において、第 8 の実施形態による磁気センサ 6 8 と相違している。その他の基本的な構成は、第 8 の実施形態による磁気センサ 6 8 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。

20

【 0 0 8 8 】

本実施形態においては、集磁部材 3 0 の第 3 の部分 3 3 がセンサチップ 2 0 の素子形成面 2 5 を覆うよう、集磁部材 3 0 が立てて回路基板 1 0 の主面 1 1 に搭載されていることから、補償コイル C は、z 方向が軸方向となるよう集磁部材 3 0 の第 3 の部分 3 3 に巻回されている。これにより、集磁部材 3 0 の第 3 の部分 3 3 に取り込まれる z 方向の磁束を打ち消すことができる。これにより、第 1 1 の実施形態による磁気センサ 7 1 と同様、測定対象となる磁界が比較的強い場合であっても、感磁素子 R 1 ~ R 4 に印加される磁界を正しくキャンセルすることができるだけでなく、集磁部材 3 0 の磁気飽和を防止することが可能となる。

30

【 0 0 8 9 】

< 第 1 3 の実施形態 >

図 2 8 は、本発明の第 1 3 の実施形態による磁気センサ 7 3 の構造を説明するための模式的な斜視図である。また、図 2 9 は、磁気センサ 7 3 を y 方向から見た略側面図である。

【 0 0 9 0 】

図 2 8 及び図 2 9 に示すように、第 1 3 の実施形態による磁気センサ 7 3 は、集磁部材 3 0 の第 3 の部分 3 3 に補償コイル C が巻回されているとともに、センサチップ 2 0 の素子形成面 2 5 に 4 つの感磁素子 R 1 ~ R 4 が形成されている点において、第 1 0 の実施形態による磁気センサ 7 0 と相違している。その他の基本的な構成は、第 1 0 の実施形態による磁気センサ 7 0 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。

40

【 0 0 9 1 】

本実施形態においても、集磁部材 3 0 の第 3 の部分 3 3 に取り込まれる z 方向の磁束を補償コイル C によって打ち消すことができる。これにより、第 1 1 及び図 1 2 の実施形態による磁気センサ 7 1 , 7 2 と同様、測定対象となる磁界が比較的強い場合であっても、

50

感磁素子 R 1 ~ R 4 に印加される磁界を正しくキャンセルすることができるだけでなく、集磁部材 3 0 の磁気飽和を防止することが可能となる。

【 0 0 9 2 】

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。

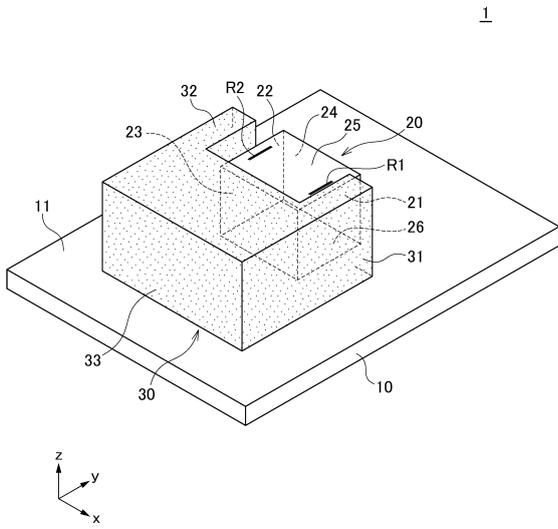
【符号の説明】

【 0 0 9 3 】

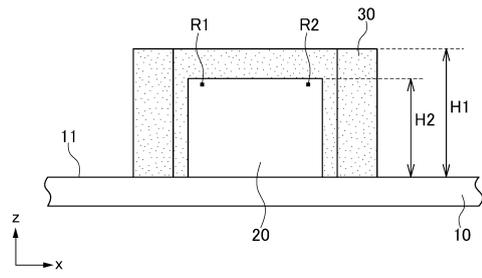
1 ~ 7 , 6 8 ~ 7 3	磁気センサ	
1 0	回路基板	10
1 1	回路基板の主面	
2 0 , 2 0 A , 2 0 B	センサチップ	
2 1 ~ 2 4	側面	
2 5	素子形成面	
2 6	裏面	
3 0 , 3 0 A , 3 0 B	集磁部材	
3 0 M	磁性部	
3 0 N , 3 0 N 1 , 3 0 N 2	非磁性部	
3 1	第 1 の部分	
3 2	第 2 の部分	20
3 3	第 3 の部分	
3 1 a , 3 2 a	根元部分	
3 1 b , 3 2 b	先端部分	
4 0	紙幣センサ	
4 1	検出ヘッド	
8 1 ~ 8 6	端子電極	
9 1	差動アンプ	
9 2	検出回路	
5 1 ~ 5 3	磁性体層	
C	補償コイル	30
R 1 ~ R 4	感磁素子	
	磁束	

【図面】

【図 1】



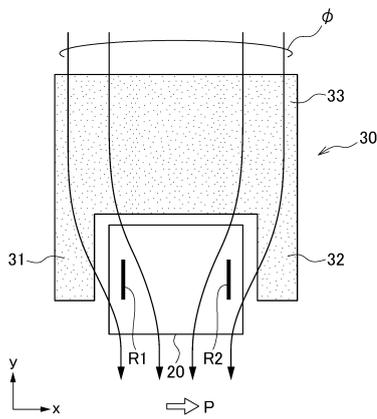
【図 2】



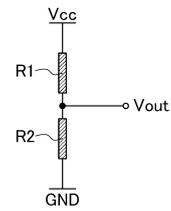
10

20

【図 3】



【図 4】

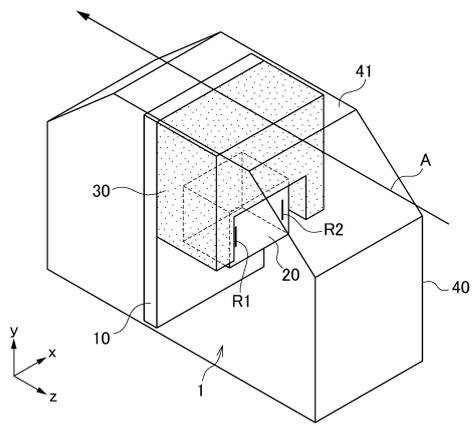


30

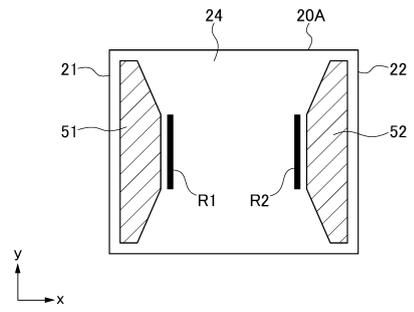
40

50

【図5】

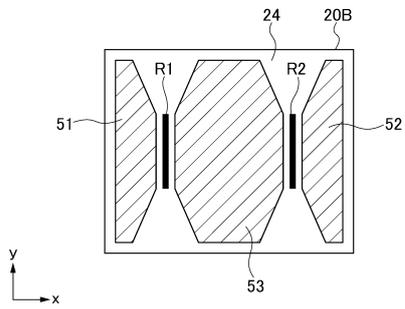


【図6】

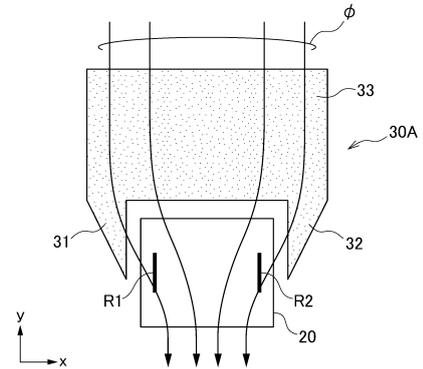


10

【図7】



【図8】



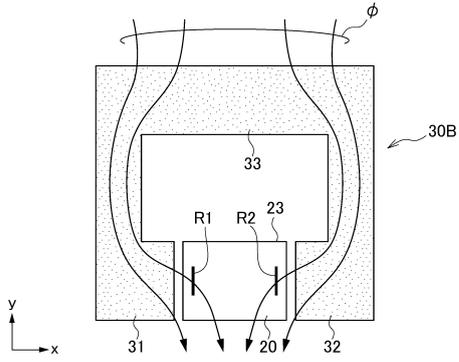
20

30

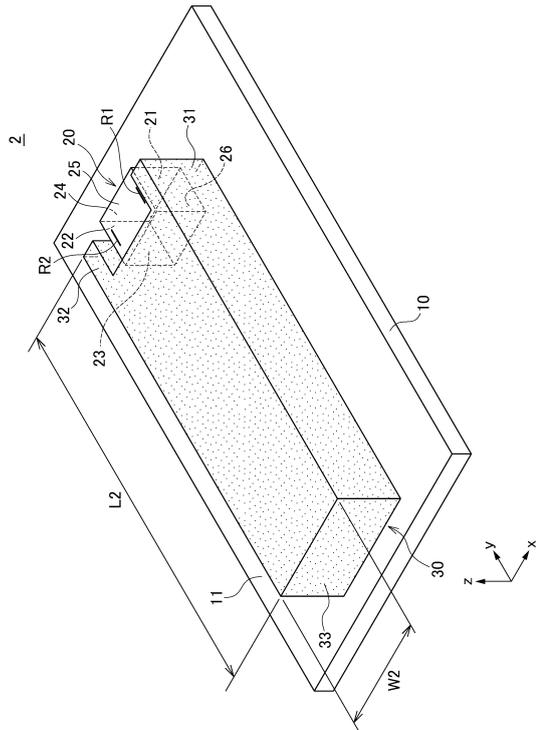
40

50

【図 9】



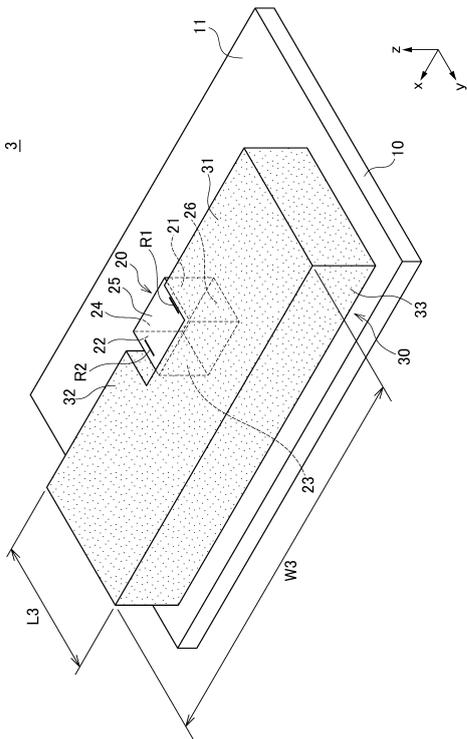
【図 10】



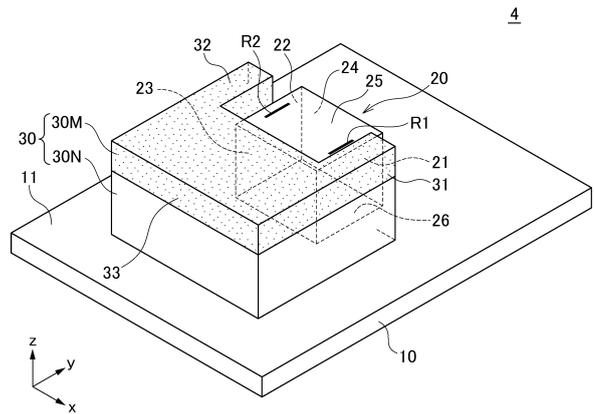
10

20

【図 11】



【図 12】

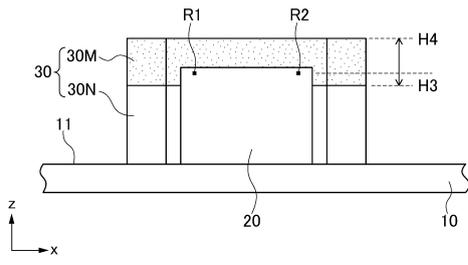


30

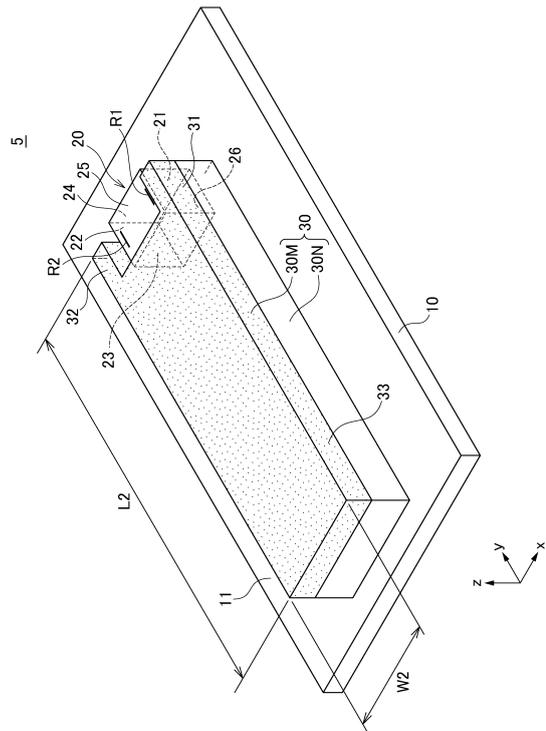
40

50

【 図 1 3 】



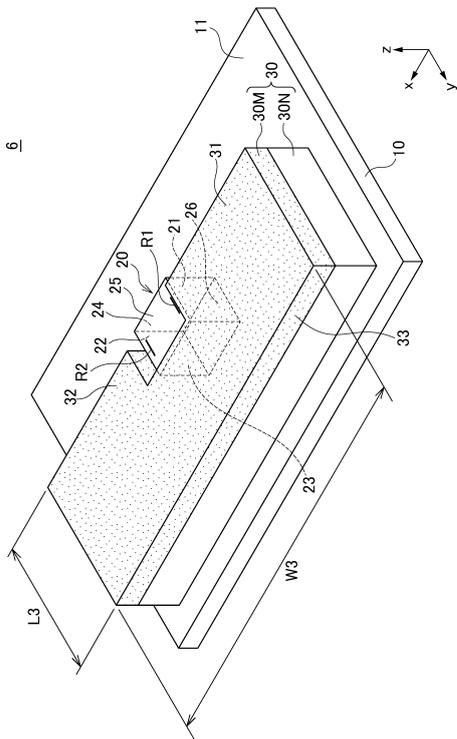
【 図 1 4 】



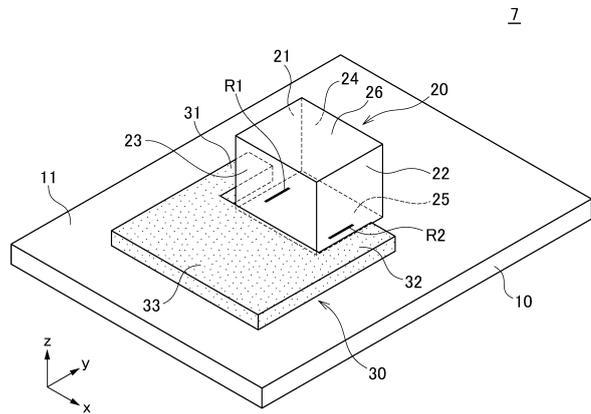
10

20

【 図 1 5 】



【 図 1 6 】

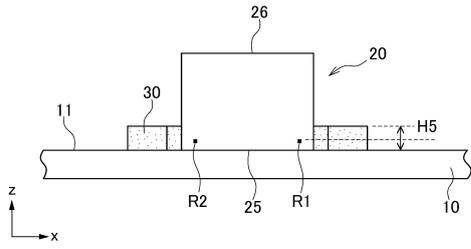


30

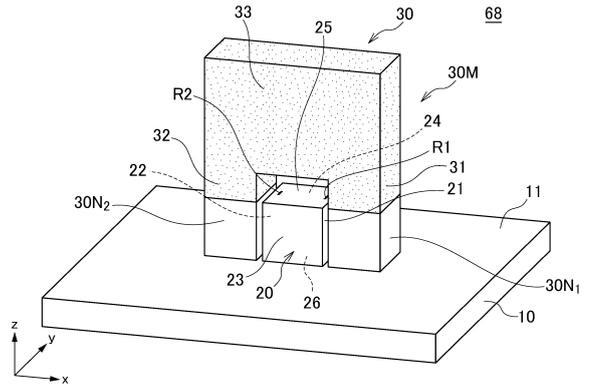
40

50

【図 17】

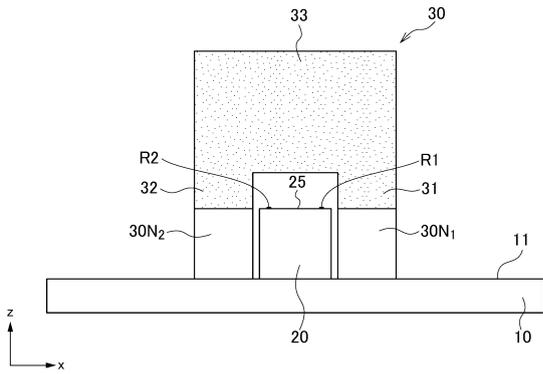


【図 18】

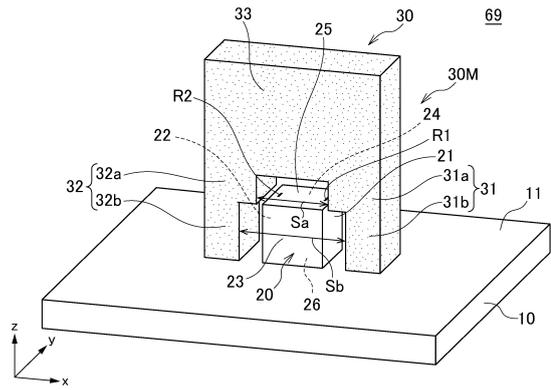


10

【図 19】

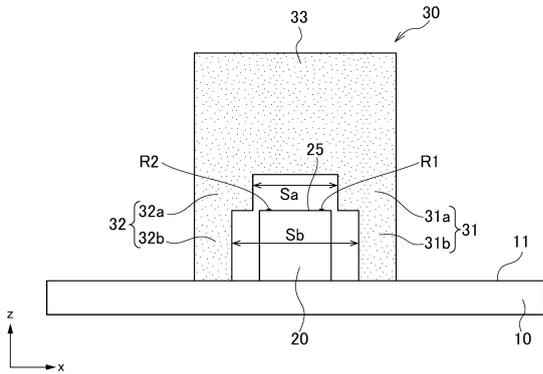


【図 20】

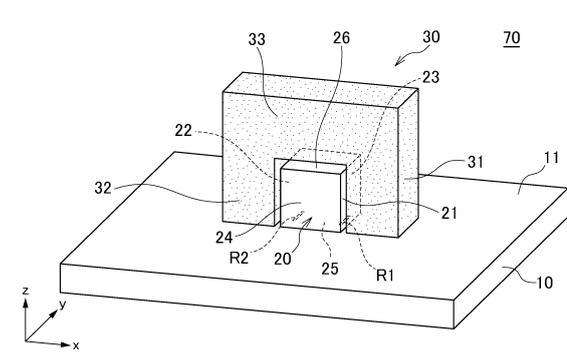


20

【図 21】



【図 22】

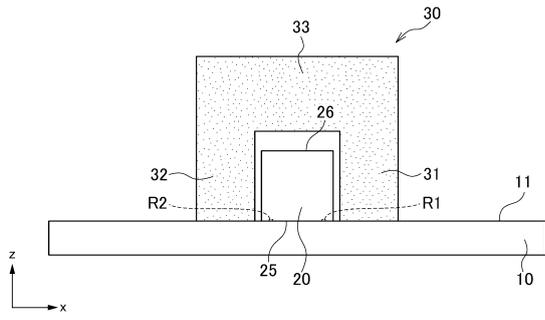


30

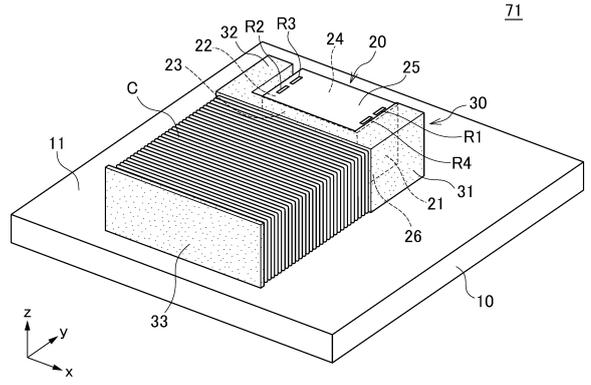
40

50

【図 2 3】

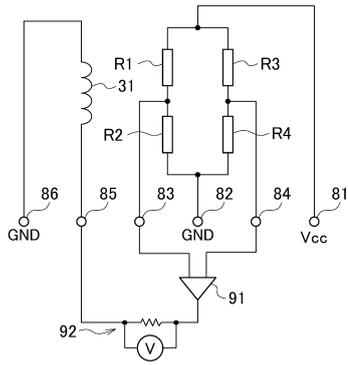


【図 2 4】

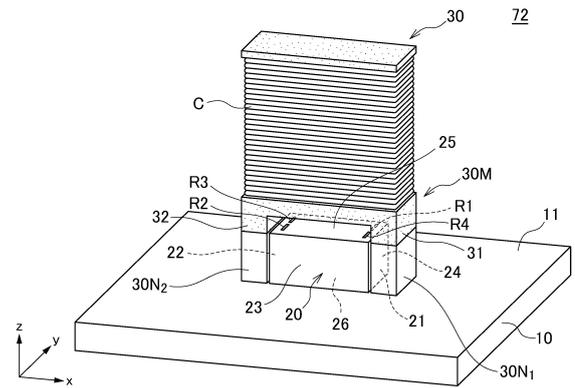


10

【図 2 5】



【図 2 6】



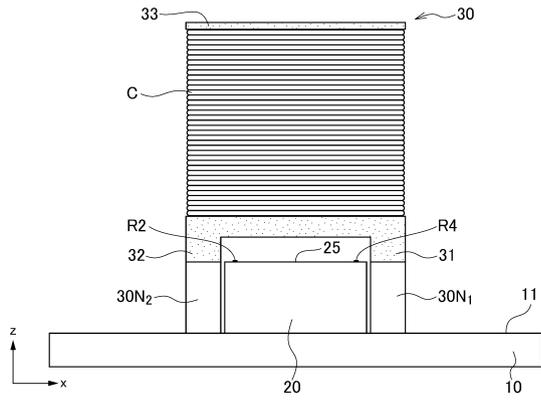
20

30

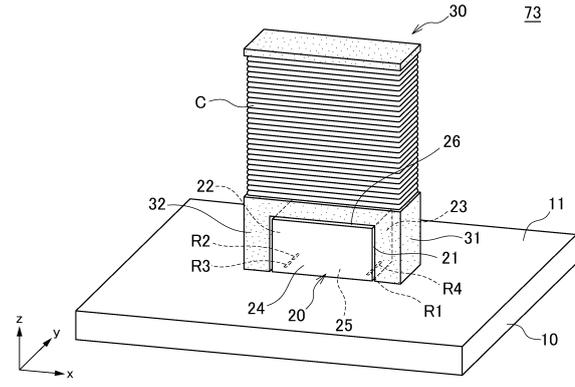
40

50

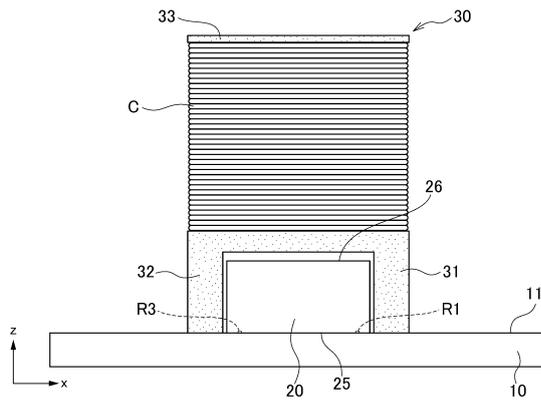
【図 27】



【図 28】



【図 29】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2017-167021(JP,A)
特開2017-90192(JP,A)
国際公開第2017/204151(WO,A1)
特開2015-219061(JP,A)
米国特許第6545456(US,B1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| G01R | 33/02 |
| G01R | 33/06 |
| G01R | 33/09 |
| G01R | 15/20 |
| H01L | 43/06 |
| H01L | 43/08 |
| H01L | 27/22 |
| G07D | 7/00 |
| G07D | 7/04 |
| G11B | 5/37 |
| G11B | 5/39 |
| G01D | 5/12 |
| G01D | 5/14 |
| G01D | 5/16 |