

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第6996478号
(P6996478)

(45)発行日 令和4年2月4日(2022.2.4)

(24)登録日 令和3年12月20日(2021.12.20)

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 D 5/16 (2006.01)

G 0 1 D 5/16 M

G 0 1 D 5/245(2006.01)

G 0 1 D 5/245 1 1 0 B

請求項の数 16 (全17頁)

(21)出願番号 特願2018-215361(P2018-215361)
(22)出願日 平成30年11月16日(2018.11.16)
(65)公開番号 特開2020-85480(P2020-85480A)
(43)公開日 令和2年6月4日(2020.6.4)
審査請求日 令和2年2月13日(2020.2.13)

(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
(74)代理人 100132207
弁理士 太田 昌孝
(72)発明者 蔡 永福
東京都港区芝浦三丁目 9 番 1 号 T D K
株式会社内
審査官 吉田 久

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁気センサ及び位置検出装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

磁気検出素子と、

第 1 面及び前記第 1 面に対向する第 2 面を有する第 1 磁性体と、

前記第 1 磁性体の前記第 1 面上であって、前記第 1 面側から見たときにおいて前記第 1 磁性体の短手方向略中央に位置する第 2 磁性体と

を備え、

前記第 1 面に平行であって、前記第 1 磁性体の短手方向と平行な方向を第 1 方向とし、前記第 1 面に平行であって、前記第 1 方向に対して直交する方向を第 2 方向とし、前記第 1 面に直交する方向を第 3 方向とした場合、前記第 1 方向、前記第 2 方向及び前記第 3 方向の各方向に沿って見たときに、前記第 1 磁性体及び前記第 2 磁性体は、いずれも略矩形状を有し、

前記磁気検出素子は、前記第 1 磁性体を間に挟んで前記第 2 磁性体と対向するようにして設けられ、平面視にて前記第 1 磁性体の短手方向における略中央に位置しており、

前記磁気検出素子の感磁方向は、前記第 1 方向と略平行な方向であり、

前記第 1 磁性体の短手方向の幅 W 1 は、前記第 2 磁性体の短手方向の幅 W 2 よりも大きく、

前記第 3 方向に沿って見たときに、前記磁気検出素子は、前記第 2 磁性体の幅 W 2 の範囲内に位置することを特徴とする磁気センサ。

【請求項 2】

磁気検出素子と、

第 1 面及び前記第 1 面に対向する第 2 面を有する第 1 磁性体と、
前記第 1 磁性体の前記第 1 面上であって、前記第 1 面側から見たときにおいて前記第 1 磁性体の短手方向略中央に位置する第 2 磁性体と
を備え、

前記第 1 面に平行であって、前記第 1 磁性体の短手方向と平行な方向を第 1 方向とし、前記第 1 面に平行であって、前記第 1 方向に対して直交する方向を第 2 方向とし、前記第 1 面に直交する方向を第 3 方向とした場合、前記第 1 方向及び前記第 3 方向の各方向に沿って見たときに、前記第 1 磁性体及び前記第 2 磁性体は、いずれも略矩形状を有し、前記第 3 方向に沿った断面を前記第 2 方向に沿って見たときに、前記第 2 磁性体の切断面の形状は略台形状又は略逆台形状を有し、

10

前記磁気検出素子は、前記第 1 磁性体を間に挟んで前記第 2 磁性体と対向するようにして設けられ、平面視にて前記第 1 磁性体の短手方向における略中央に位置しており、

前記磁気検出素子の感磁方向は、前記第 1 方向と略平行な方向であり、

前記第 1 磁性体の短手方向の幅 W_1 は、前記第 2 磁性体の短手方向の幅 W_2 よりも大きく、前記第 3 方向に沿って見たときに、前記磁気検出素子は、前記第 2 磁性体の幅 W_2 の範囲内に位置することを特徴とする磁気センサ。

【請求項 3】

磁気検出素子と、

第 1 面及び前記第 1 面に対向する第 2 面を有し、平面視略長形状の第 1 磁性体と、
前記第 1 磁性体の前記第 1 面上であって、平面視において前記第 1 磁性体の短手方向略中央に位置する平面視略長形状の第 2 磁性体と
を備え、

20

前記磁気検出素子は、前記第 1 磁性体を間に挟んで前記第 2 磁性体と対向するようにして設けられ、平面視にて前記第 1 磁性体の短手方向における略中央に位置しており、

前記磁気検出素子の感磁方向は、前記第 1 磁性体及び前記第 2 磁性体の短手方向と略平行な方向であり、

前記第 1 磁性体の短手方向の幅 W_1 は、前記第 2 磁性体の短手方向の幅 W_2 よりも大きく、前記第 2 磁性体が、前記第 1 磁性体の前記第 1 面との間に所定の間隔をあけて設けられていることを特徴とする磁気センサ。

【請求項 4】

30

前記第 2 磁性体が、前記第 1 磁性体の前記第 1 面との間に所定の間隔をあけて設けられ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 5】

前記第 2 磁性体は、前記第 1 磁性体の前記第 1 面上に接面して設けられ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 6】

前記第 1 磁性体の短手方向の幅 W_1 及び前記第 2 磁性体の短手方向の幅 W_2 の関係は、前記磁気検出素子の感磁方向に直交する方向であって、前記第 1 磁性体及び前記第 2 磁性体の厚み方向に平行な方向の外部磁場を前記感磁方向の磁場に変質的に変換させない関係であることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の磁気センサ。

40

【請求項 7】

前記第 1 磁性体の短手方向の幅 W_1 に対する前記第 2 磁性体の短手方向の幅 W_2 の比 W_2 / W_1 が、 $0.2 \sim 0.8$ であることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の磁気センサ。

【請求項 8】

前記第 1 磁性体の厚み T_1 が、前記第 2 磁性体の厚み T_2 よりも小さいことを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の磁気センサ。

【請求項 9】

前記第 1 磁性体の厚み T_1 に対する前記第 2 磁性体の厚み T_2 の比 T_2 / T_1 が、 $2 \sim 20$ であることを特徴とする請求項 8 に記載の磁気センサ。

50

【請求項 10】

前記第2磁性体の短手方向の幅 W_2 が、 $15\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 未満であることを特徴とする請求項1～9のいずれかに記載の磁気センサ。

【請求項 11】

前記第2磁性体の厚み T_2 が、 $3\sim 20\mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項1～10のいずれかに記載の磁気センサ。

【請求項 12】

複数の前記磁気検出素子が、前記第1磁性体の長手方向に沿って所定の間隔で並設され、電氣的に直列に接続されてなることを特徴とする請求項1～11のいずれかに記載の磁気センサ。

10

【請求項 13】

複数の前記磁気検出素子が、前記第1磁性体の短手方向に沿って所定の間隔で並設され、電氣的に直列に接続されてなり、
平面視において、前記第1磁性体の短手方向に沿って並設されてなる前記複数の磁気検出素子からなる群が前記第1磁性体の略中央に位置することを特徴とする請求項1～11のいずれかに記載の磁気センサ。

【請求項 14】

複数の前記磁気検出素子が、前記第1磁性体の長手方向及び短手方向に沿って所定の間隔で行列状に並設され、電氣的に直列に接続されてなることを特徴とする請求項1～11のいずれかに記載の磁気センサ。

20

【請求項 15】

複数の前記第1磁性体が、前記第1磁性体の短手方向に沿って所定の間隔をあけて並設されており、
前記各第1磁性体の前記第1面上に前記第2磁性体が位置しており、
前記磁気検出素子は、前記各第1磁性体を間に挟んで前記各第2磁性体と対向するようにして位置することを特徴とする請求項1～14のいずれかに記載の磁気センサ。

【請求項 16】

移動体の移動に伴う外部磁場の変化に基づき検出信号を出力する磁気検出部と、
前記磁気検出部から出力された前記検出信号に基づき、前記移動体の位置を検出する位置検出部と
を備え、
前記磁気検出部は、請求項1～15のいずれかに記載の磁気センサを有することを特徴とする位置検出装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁気センサ及び位置検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、種々の用途において、物理量（例えば、移動体の回転移動や直線的移動による位置や移動量（変化量）等）を検出するための物理量検出装置（位置検出装置）が用いられている。この物理量検出装置としては、外部磁場の変化を検出可能な磁気センサを備えるものが知られており、外部磁場の変化に応じた信号が磁気センサから出力される。

40

【0003】

磁気センサは、被検出磁界を検出する磁気センサ素子を有しており、かかる磁気センサ素子としては、外部磁場の変化に応じて抵抗が変化する磁気抵抗効果素子（AMR素子、GMR素子、TMR素子等）や、いわゆるホール効果を利用したホール素子等が知られている。

【0004】

このような磁気センサ素子は、所定の使用磁場範囲を有するため、磁気センサ素子に印加

50

される磁界の磁場強度が、当該使用磁場範囲外である場合、当該磁界の磁場強度を使用磁場範囲内に調整する必要がある。従来、磁気センサ素子に印加される磁界の磁場強度を調整するために、当該磁場強度を減衰させるための磁気シールドを有する磁気センサが知られている（特許文献１～２参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００５】

【文献】特表２０１６－５３５８４５号公報

特表２０１７－５０２２９８号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

上記磁気センサにおいては、検出すべき磁界（被検出磁界）の磁場方向と磁気センサ素子の感磁方向とを互いに一致させることで、被検出磁界の変化に応じた信号が出力される。当該磁気センサを有する位置検出装置は、被検出磁界を発生可能な磁界発生部（例えば磁石等）を有する。しかし、当該磁界発生部からは、被検出磁界のみならず、それと異なる磁場方向の磁場（外乱磁場）も発生する。この外乱磁場は、その磁場方向を変化させて、被検出磁界に重畳されて磁気センサ素子に印加されることがある。これにより、被検出磁界の変化に応じた信号にノイズが発生し、計測誤差の要因となってしまう。特に、位置検出装置の小型化の要請により、磁気センサ（磁気センサパッケージ）のさらなる小型化が要求されることで、磁気センサ素子と磁界発生部との距離が小さくなり、その結果として外乱磁場によるノイズが大きくなってしまいうおそれがある。

【０００７】

上記磁気センサにおいては、磁気センサ素子に印加される磁界の磁場強度が磁気センサ素子の使用磁場範囲内に調整され得るものの、真に検出すべき磁界のみの磁場強度が調整され得るものではないため、外乱磁場による耐ノイズ性に問題がある。

【０００８】

上記課題に鑑みて、本発明は、外乱磁場によるノイズを小さくすることができ、被検出磁界の変化に応じて高精度な信号を出力可能な磁気センサ及び位置検出装置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】

【０００９】

上記課題を解決するために、本発明は、磁気検出素子と、第１面及び前記第１面に対向する第２面を有する第１磁性体と、前記第１磁性体の前記第１面上であって、前記第１面側から見たときにおいて前記第１磁性体の短手方向略中央に位置する第２磁性体とを備え、前記第１面に平行であって、前記第１磁性体の短手方向と平行な方向を第１方向とし、前記第１面に平行であって、前記第１方向に対して直交する方向を第２方向とし、前記第１面に直交する方向を第３方向とした場合、前記第１方向、前記第２方向及び前記第３方向の各方向に沿って見たときに、前記第１磁性体及び前記第２磁性体は、いずれも略矩形形状を有し、前記磁気検出素子は、前記第１磁性体を間に挟んで前記第２磁性体と対向するようにして設けられ、平面視にて前記第１磁性体の短手方向における略中央に位置しており、前記磁気検出素子の感磁方向は、前記第１方向と略平行な方向であり、前記第１磁性体の短手方向の幅 W_1 は、前記第２磁性体の短手方向の幅 W_2 よりも大きく、前記第３方向に沿って見たときに、前記磁気検出素子は、前記第２磁性体の幅 W_2 の範囲内に位置することを特徴とする磁気センサを提供する。

本発明は、磁気検出素子と、第１面及び前記第１面に対向する第２面を有する第１磁性体と、前記第１磁性体の前記第１面上であって、前記第１面側から見たときにおいて前記第１磁性体の短手方向略中央に位置する第２磁性体とを備え、前記第１面に平行であって、前記第１磁性体の短手方向と平行な方向を第１方向とし、前記第１面に平行であって、前記第１方向に対して直交する方向を第２方向とし、前記第１面に直交する方向を第３方向

10

20

30

40

50

とした場合、前記第1方向及び前記第3方向の各方向に沿って見たときに、前記第1磁性体及び前記第2磁性体は、いずれも略矩形状を有し、前記第3方向に沿った断面を前記第2方向に沿って見たときに、前記第2磁性体の切断面の形状は略台形状又は略逆台形状を有し、前記磁気検出素子は、前記第1磁性体を間に挟んで前記第2磁性体と対向するようにして設けられ、平面視にて前記第1磁性体の短手方向における略中央に位置しており、前記磁気検出素子の感磁方向は、前記第1方向と略平行な方向であり、前記第1磁性体の短手方向の幅 W_1 は、前記第2磁性体の短手方向の幅 W_2 よりも大きく、前記第3方向に沿って見たときに、前記磁気検出素子は、前記第2磁性体の幅 W_2 の範囲内に位置することを特徴とする磁気センサを提供する。

【0010】

前記磁気センサにおいて、前記第2磁性体が、前記第1磁性体の前記第1面との間に所定の間隔をあけて設けられていればよく、前記第1磁性体の短手方向の幅 W_1 及び前記第2磁性体の短手方向の幅 W_2 の関係は、前記磁気検出素子の感磁方向に直交する方向であって、前記第1磁性体及び前記第2磁性体の厚み方向に平行な方向の外部磁場を前記感磁方向の磁場に変質的に変換させない関係であればよい。

また本発明は、磁気検出素子と、第1面及び前記第1面に対向する第2面を有し、平面視略長形状の第1磁性体と、前記第1磁性体の前記第1面上であって、平面視において前記第1磁性体の短手方向略中央に位置する平面視略長形状の第2磁性体とを備え、前記磁気検出素子は、前記第1磁性体を間に挟んで前記第2磁性体と対向するようにして設けられ、平面視にて前記第1磁性体の短手方向における略中央に位置しており、前記磁気検出素子の感磁方向は、前記第1磁性体及び前記第2磁性体の短手方向と略平行な方向であり、前記第1磁性体の短手方向の幅 W_1 は、前記第2磁性体の短手方向の幅 W_2 よりも大きく、前記第2磁性体が、前記第1磁性体の前記第1面との間に所定の間隔をあけて設けられていることを特徴とする磁気センサを提供する。

【0011】

前記磁気センサにおいて、前記第1磁性体の短手方向の幅 W_1 に対する前記第2磁性体の短手方向の幅 W_2 の比 W_2/W_1 が、 $0.2 \sim 0.8$ であればよく、前記第1磁性体の厚み T_1 が、前記第2磁性体の厚み T_2 よりも小さければよく、前記第1磁性体の厚み T_1 に対する前記第2磁性体の厚み T_2 の比 T_2/T_1 が、 $2 \sim 20$ であればよい。

【0012】

前記磁気センサにおいて、前記第2磁性体の短手方向の幅 W_2 が、 $15 \mu\text{m}$ 以上 $30 \mu\text{m}$ 未満であればよく、前記第2磁性体の厚み T_2 が、 $3 \sim 20 \mu\text{m}$ であればよい。

【0013】

前記磁気センサにおいて、前記第2磁性体は、前記第1磁性体の前記第1面上に接面して設けられていてもよいし、前記第1磁性体の前記第1面との間に所定の間隔をあけて設けられていてもよい。

【0014】

前記磁気センサにおいて、複数の前記磁気検出素子が、前記第1磁性体の長手方向に沿って所定の間隔で並設され、電気的に直列に接続されていてもよいし、前記第1磁性体の短手方向に沿って所定の間隔で並設され、電気的に直列に接続されていてもよく、後者の場合に、平面視において、前記第1磁性体の短手方向に沿って並設されてなる前記複数の磁気検出素子からなる群が前記第1磁性体の略中央に位置していればよい。また、前記磁気センサにおいて、複数の前記磁気検出素子が、前記第1磁性体の長手方向及び短手方向に沿って所定の間隔で行列状に並設され、電気的に直列に接続されていてもよい。

【0015】

前記磁気センサにおいて、複数の前記第1磁性体が、前記第1磁性体の短手方向に沿って所定の間隔をあけて並設されており、前記各第1磁性体の前記第1面上に前記第2磁性体が位置しており、前記磁気検出素子は、前記各第1磁性体を間に挟んで前記各第2磁性体と対向するようにして位置することができる。

【0016】

10

20

30

40

50

また、本発明は、移動体の移動に伴う外部磁場の変化に基づき検出信号を出力する磁気検出部と、前記磁気検出部から出力された前記検出信号に基づき、前記移動体の位置を検出する位置検出部とを備え、前記磁気検出部は、上記磁気センサを有することを特徴とする位置検出装置を提供する。

【発明の効果】

【 0 0 1 7 】

本発明によれば、外乱磁場によるノイズを小さくすることができ、被検出磁界の変化に応じて高精度な信号を出力可能な磁気センサ及び位置検出装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 8 】

10

【図 1】図 1 は、本発明の一実施形態に係る磁気センサの概略構成を示す側面図である。

【図 2】図 2 は、本発明の一実施形態に係る磁気センサの概略構成を示す斜視図である。

【図 3】図 3 は、本発明の一実施形態に係る磁気センサの概略構成を示す側面図である。

【図 4】図 4 は、本発明の一実施形態における磁気検出素子部の概略構成を示す斜視図である。

【図 5】図 5 は、本発明の一実施形態における磁気検出素子の概略構成を示す断面図である。

【図 6】図 6 は、本発明の一実施形態に係る磁気センサの概略構成を示すブロック図である。

【図 7】図 7 は、本発明の一実施形態に係る磁気センサが有する回路構成の一態様の概略構成を示す回路図である。

20

【図 8】図 8 は、本発明の一実施形態に係る磁気センサが有する回路構成の他の態様の概略構成を示す回路図である。

【図 9】図 9 は、本発明の他の実施形態に係る磁気センサの概略構成を示す側面図である。

【図 10】図 10 は、本発明の他の実施形態に係る磁気センサの概略構成を示す側面図である。

【図 11】図 11 は、図 10 に示す磁気センサにおける磁気検出素子部の概略構成を示す斜視図である。

【図 12】図 12 は、本発明の一実施形態における位置検出装置の概略構成を示す側面図である。

30

【図 13】図 13 は、試験例 1 におけるシミュレーション結果を示すグラフである。

【図 14】図 14 は、試験例 2 におけるシミュレーション結果を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 9 】

本発明の一実施形態について、図面を参照しながら説明する。

図 1 は、本実施形態に係る磁気センサの概略構成を示す側面図であり、図 2 は、本実施形態に係る磁気センサの概略構成を示す斜視図であり、図 3 は、本実施形態に係る磁気センサの概略構成を示す側面図であり、図 4 は、本実施形態における磁気検出素子部の概略構成を示す斜視図であり、図 5 は、本実施形態における磁気検出素子の概略構成を示す断面図であり、図 6 は、本実施形態に係る磁気センサの概略構成を示すブロック図であり、図 7 は、本実施形態に係る磁気センサが有する回路構成の一態様の概略構成を示す回路図であり、図 8 は、本実施形態に係る磁気センサが有する回路構成の他の態様の概略構成を示す回路図である。

40

【 0 0 2 0 】

なお、本実施形態に係る磁気センサにおいて、必要に応じ、いくつかの図面中、「X 軸方向、Y 軸方向及び Z 軸方向」を規定している。ここで、X 軸方向及び Y 軸方向は、磁気センサ部の面内における互いに直交する方向であり、Z 軸方向は、磁気センサ部の厚さ方向である。

【 0 0 2 1 】

本実施形態に係る磁気センサ 1 は、外部磁場の変化に基づいてセンサ信号 S を出力する少

50

なくとも一つの磁気検出素子部 2 と、磁気検出素子部 2 の Z 軸方向における上方に設けられてなる磁気シールド 3 と、センサ信号 S に基づいて物理量を算出する演算部 4 とを備える。

【 0 0 2 2 】

磁気シールド 3 は、第 1 面 3 1 A 及び第 1 面 3 1 A に対向する第 2 面 3 1 B を有し、平面視略長形状の第 1 磁気シールド 3 1 と、第 1 磁気シールド 3 1 の第 1 面 3 1 A 上であって、第 1 磁気シールド 3 1 の短手方向における略中央に位置する第 2 磁気シールド 3 2 とを含む。第 1 磁気シールド 3 1 及び第 2 磁気シールド 3 2 は、一体化されているものであってもよいし、別体のものであってもよい。

【 0 0 2 3 】

磁気シールド 3 (第 1 磁気シールド 3 1 及び第 2 磁気シールド 3 2) は、相対的に高い透磁率 (例えば、 $2 \times 10^{-5} \sim 8 \times 10^{-4}$ (H / m) 程度の透磁率) を有する軟磁性材料により構成されるのが好ましく、例えば、Mn Zn フェライト、Ni Zn フェライト、Cu Zn フェライト等のスピネルフェライト ; バリウムフェライト、ストロンチウムフェライト等の六方晶フェライト ; YIG (イットリウム・鉄・ガーネット) 等のガーネットフェライト ; $\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (マグヘマイト) ; パーマロイ (Ni Fe) ; Co Fe ; Co Fe Si B ; Co Zr Nb 等が挙げられる。

【 0 0 2 4 】

磁気シールド 3 において、第 1 磁気シールド 3 1 の短手方向の幅 W 1 は、第 2 磁気シールド 3 2 の短手方向の幅 W 2 よりも大きければよく、それらの幅 W 1 , W 2 の関係が、外部磁場のうちの Z 軸方向の磁場 (外乱磁場) を X 軸方向 (磁気センサ素子の感磁方向) の磁場に実質的に変換させないような関係であればよい。なお、「Z 軸方向の磁場を X 軸方向の磁場に実質的に変換させない」とは、Z 軸方向の磁場の X 軸方向の磁場への変換率が 1 . 1 % 以下であることを意味し、当該変換率が 0 . 8 % 以下であるのが好ましく、0 . 5 % 以下であるのが特に好ましい。なお、「Z 軸方向の磁場の X 軸方向の磁場への変換率」は、磁気センサ 1 に対して所定の磁場強度の Z 軸方向の磁場を印加させたときにおける、感磁方向が X 軸方向の磁気検出素子 2 0 を有する磁気検出素子部 2 により感知された X 軸方向の磁場強度の、Z 軸方向の印加磁場の磁場強度に対する百分率として求められる値である。

【 0 0 2 5 】

第 1 磁気シールド 3 1 の短手方向の幅 W 1 に対する第 2 磁気シールド 3 2 の短手方向の幅 W 2 の比 (W 2 / W 1) は、0 . 2 ~ 0 . 8 であるのが好ましく、0 . 2 ~ 0 . 7 であるのがより好ましい。当該比 (W 2 / W 1) が 0 . 2 ~ 0 . 8 であれば、Z 軸方向の磁場の X 軸方向の磁場への変換率を 0 . 8 % 以下にすることができ、磁気センサ 1 にて検出すべき X 軸方向の磁場 (被検出磁界) の変化に応じて高精度な信号が磁気検出素子部 2 から出力され得る。一方で、上記比 (W 2 / W 1) が 0 . 8 を超えると、Z 軸方向の磁場の X 軸方向の磁場への変換率が大きくなる傾向にあり、磁気検出素子部 2 から出力される信号にノイズが含まれてしまうおそれがある。

【 0 0 2 6 】

第 2 磁気シールド 3 2 の短手方向の幅 W 2 は、15 μm 以上 30 μm 未満であるのが好ましく、22 ~ 26 μm であるのがより好ましい。第 2 磁気シールド 3 2 の短手方向の幅 W 2 が 15 μm 未満であると、磁気シールド 3 と磁気検出素子部 2 (磁気検出素子 2 0) との X 軸方向における位置ずれ (製造時におけるバラつきにより生じ得る位置ずれ) 等により磁気センサ 1 の特性が大きく変動してしまうおそれがあり、30 μm 以上であると、磁気シールド 3 が飽和してしまうおそれがある。

【 0 0 2 7 】

第 1 磁気シールド 3 1 の厚み T 1 は、第 2 磁気シールド 3 2 の厚み T 2 よりも小さいのが好ましく、厚み T 1 に対する厚み T 2 の比 (T 2 / T 1) が 2 ~ 20 であるのがより好ましく、2 ~ 16 . 7 であるのが特に好ましい。厚み T 1 が厚み T 2 よりも小さく、上記比 (T 2 / T 1) が 2 ~ 20 であれば、Z 軸方向の磁場を X 軸方向の磁場に実質的に変換さ

10

20

30

40

50

せないようにすることができ、磁気センサ 1 にて検出すべき X 軸方向の磁場（被検出磁界）の変化に応じて高精度な信号が磁気検出素子部 2 から出力され得る。一方、上記比（ T_2 / T_1 ）が 2 未満又は 20 を超えると、Z 軸方向の磁場の X 軸方向の磁場への変換率が大きくなりやすく、磁気検出素子部 2 から出力される信号にノイズが含まれてしまうおそれがある。

【0028】

第 2 磁気シールド 32 の厚み T_2 は、 $3 \sim 20 \mu\text{m}$ であるのが好ましく、 $6 \sim 15 \mu\text{m}$ であるのがより好ましい。第 2 磁気シールド 32 の厚み T_2 が $3 \mu\text{m}$ 未満であると第 2 磁気シールド 32 が X 軸方向の磁場により飽和され、第 2 磁気シールド 32 における X 軸方向の磁場に対するシールドとしての機能が低減するおそれがあり、 $20 \mu\text{m}$ を超えると半導体製造における一般的なウェハプロセスを利用した第 2 磁気シールド 32 の作製が困難になるおそれがある。

10

【0029】

磁気シールド 3（第 1 磁気シールド 31 及び第 2 磁気シールド 32）の長手方向の長さは特に限定されるものではなく、例えば、 $30 \sim 300 \mu\text{m}$ 程度であればよい。なお、本実施形態において、第 1 磁気シールド 31 及び第 2 磁気シールド 32 は、互いに同一の長手方向の長さを有するが（図 2 参照）、この態様に限定されるものではなく、本実施形態における磁気シールド 3 の効果が発揮され得る限りにおいて、第 1 磁気シールド 31 の長手方向の長さが第 2 磁気シールド 32 の長手方向の長さよりも長くてもよい。

【0030】

20

第 2 磁気シールド 32 の短手側の側面を見たときに、第 2 磁気シールド 32 の両側面（長手側の両側面）と底面（第 1 磁気シールド 31 の第 1 面 31A）とのなす角度は、 $80 \sim 100^\circ$ 程度であればよく、 $85 \sim 95^\circ$ 程度であるのが好ましい。

【0031】

本実施形態において、磁気検出素子部 2 は、第 1 磁気シールド 31 を間に挟んで第 2 磁気シールド 32 と対向するように、かつ第 1 磁気シールド 31 との間に所定の間隔 G_1 をあけて設けられ、平面視にて第 1 磁気シールド 31 の短手方向（X 軸方向）における略中央に位置している。なお、間隔 G_1 は、第 1 磁気シールド 31 の第 2 面 31B と磁気検出素子部 2（磁気検出素子 20）との間の Z 軸方向における長さである。

【0032】

30

磁気検出素子部 2 は、磁気シールド 3 の長手方向（Y 軸方向）に沿って並設された複数の磁気検出素子 20（図示例においては第 1 磁気検出素子 21、第 2 磁気検出素子 22 及び第 3 磁気検出素子の 3 個）が上部電極 62 及び下部電極 61 を介して電氣的に直列に接続されて構成される（図 2 参照）。

【0033】

磁気検出素子部 2 を構成する各磁気検出素子 20（第 1 磁気検出素子 21、第 2 磁気検出素子 22 及び第 3 磁気検出素子 23）として、TMR 素子、GMR 素子、AMR 素子等の MR 素子を用いることができ、特に TMR 素子を用いるのが好ましい。TMR 素子、GMR 素子は、磁化方向が固定された磁化固定層と、印加される磁界の方向に応じて磁化方向が変化する自由層と、磁化固定層及び自由層の間に配置される非磁性層とを有する。

40

【0034】

各磁気検出素子 20（第 1 磁気検出素子 21、第 2 磁気検出素子 22 及び第 3 磁気検出素子 23）としての MR 素子は、基板（図示せず）上に設けられている下部電極 61 の上面における長手方向の両端近傍に一つずつ設けられている。各磁気検出素子 20（第 1 磁気検出素子 21、第 2 磁気検出素子 22 及び第 3 磁気検出素子 23）としての MR 素子は、下部電極 61 側から順に積層された自由層 51、非磁性層 52、磁化固定層 53 及び反強磁性層 54 を含む。自由層 51 は、下部電極 61 に電氣的に接続されている。反強磁性層 54 は、反強磁性材料により構成され、磁化固定層 53 との間で交換結合を生じさせることで、磁化固定層 53 の磁化の方向を固定する役割を果たす。複数の上部電極 62 は、複数の MR 素子（磁気検出素子 20（第 1 磁気検出素子 21、第 2 磁気検出素子 22 及び第

50

3 磁気検出素子 2 3)) 上に設けられている。なお、MR 素子 (磁気検出素子 2 0 (第 1 磁気検出素子 2 1、第 2 磁気検出素子 2 2 及び第 3 磁気検出素子 2 3)) は、上部電極 6 2 側から順に自由層 5 1、非磁性層 5 2、磁化固定層 5 3 及び反強磁性層 5 4 が積層されてなる構成を有していてもよい。

【0035】

TM R 素子においては、非磁性層 5 2 はトンネルバリア層である。GM R 素子においては、非磁性層 5 2 は非磁性導電層である。TM R 素子、GM R 素子において、自由層 5 1 の磁化の方向が磁化固定層 5 3 の磁化の方向に対してなす角度に応じて抵抗値が変化し、この角度が 0° (互いの磁化方向が平行) のときに抵抗値が最小となり、 180° (互いの磁化方向が反平行) のときに抵抗値が最大となる。

10

【0036】

本実施形態に係る磁気センサ 1 が有する回路構成としては、例えば、直列に接続された一対の磁気センサ素子部を含むホイートストンブリッジ回路 C 1 0 (図 7 参照) が挙げられる。ホイートストンブリッジ回路 C 1 0 は、電源ポート V 1 0 と、グランドポート G 1 0 と、2 つの出力ポート E 1 1、E 1 2 と、直列に接続された第 1 の一対の磁気センサ素子部 R 1 1、R 1 2 と、直列に接続された第 2 の一対の磁気センサ素子部 R 1 3、R 1 4 とを含む。磁気センサ素子部 R 1 1、R 1 3 の各一端は、電源ポート V 1 0 に接続される。磁気センサ素子部 R 1 1 の他端は、磁気センサ素子部 R 1 2 の一端と出力ポート E 1 1 とに接続される。磁気センサ素子部 R 1 3 の他端は、磁気センサ素子部 R 1 4 の一端と出力ポート E 1 2 とに接続される。磁気センサ素子部 R 1 2、R 1 4 の各他端は、グランドポート G 1 0 に接続される。電源ポート V 1 0 には、所定の大きさの電源電圧が印加され、グランドポート G 1 0 はグランドに接続される。各磁気センサ素子部 R 1 1 ~ R 1 4 は、磁気検出素子部 2 (複数の磁気検出素子 2 0) により構成される。なお、磁気センサ 1 が有する回路構成は、第 1 の一対の磁気センサ素子部 R 1 1、R 1 2 のみを含み、第 2 の一対の磁気センサ素子部 R 1 3、R 1 4 を含まないハーフブリッジ回路 C 1 0' であってもよい (図 8 参照)。

20

【0037】

磁気センサ素子部 R 1 1 ~ R 1 4 を構成する各磁気検出素子 2 0 が TM R 素子又は GM R 素子である場合、その磁化固定層 5 3 の磁化の方向を塗りつぶした矢印で表す。磁気センサ素子部 R 1 1 ~ R 1 4 の磁化固定層 5 3 の磁化の方向は第 1 方向 D 1 (図 7 参照) に平行であって、磁気センサ素子部 R 1 1、R 1 4 の磁化固定層 5 3 の磁化の方向と、磁気センサ素子部 R 1 2、R 1 3 の磁化固定層 5 3 の磁化の方向とは、互いに反平行方向である。

30

【0038】

ホイートストンブリッジ回路 C 1 0 において、外部磁場の変化に応じて、出力ポート E 1 1、E 1 2 から磁界強度を表す信号としてのセンサ信号 S が出力される。差分検出器 D D は、出力ポート E 1 1、E 1 2 の電位差に対応する信号をセンサ信号 S として演算部 4 に出力する。

【0039】

なお、磁気センサ素子部 R 1 1 ~ R 1 4 を構成する各磁気検出素子 2 0 の感度軸 (感磁方向) は、平面視において第 1 磁気シールド 3 1 及び第 2 磁気シールド 3 2 の短手方向 (X 軸方向) と略平行な方向である。後述するように、本実施形態においては、磁気シールド 3 (第 1 磁気シールド 3 1 及び第 2 磁気シールド 3 2) により、外部磁場のうちの Z 軸方向の磁場 (外乱磁場) が X 軸方向の磁場に変質的に変換されるのを防止することができる。その結果、磁気センサ 1 にて検出すべき X 軸方向の磁場 (被検出磁界) の強度に基づいた抵抗値変化が磁気センサ素子部 R 1 1 ~ R 1 4 において生じるため、被検出磁界の変化に応じて高精度な信号が磁気センサ 1 から出力され得る。

40

【0040】

第 1 磁気シールド 3 1 の第 2 面 3 1 B と磁気検出素子部 2 との間の距離 (ギャップ) G 1 は、 $0.5 \sim 5 \mu\text{m}$ 程度であればよく、 $0.5 \sim 3 \mu\text{m}$ 程度であるのが好ましい。当該ギャップ G 1 が $0.5 \mu\text{m}$ 未満であると、第 1 磁気シールド 3 1 を透過する磁場が磁気検出

50

素子部 2 の特性に影響を及ぼすおそれがあり、 $5\text{ }\mu\text{m}$ を超えると磁気シールド 3 (第 1 磁気シールド 3 1) のシールドとしての効果が低減するおそれがある。

【0041】

第 2 磁気シールド 3 2 は、第 1 磁気シールド 3 1 の第 1 面 3 1 A 上に接面して設けられていてもよいが (図 1 参照)、第 1 磁気シールド 3 1 の第 1 面 3 1 A との間に絶縁層を介在させて所定の間隔 G 2 をあけるようにして設けられていてもよい (図 9 参照)。この場合において、第 1 磁気シールド 3 1 の第 1 面 3 1 A と第 2 磁気シールド 3 2 との間の間隔 G 2 は、例えば、 $0.05\sim 4\text{ }\mu\text{m}$ 程度であればよい。当該間隔 G 2 が $4\text{ }\mu\text{m}$ を超えると、第 2 磁気シールド 3 2 によるシールドとしての効果が低減するおそれがある。また、当該間隔 G 2 が $0.05\text{ }\mu\text{m}$ 未満である磁気シールド 3 を製造するのは、非常に困難である。

10

【0042】

本実施形態において、磁気センサ 1 が備える磁気検出素子部 2 は、第 1 磁気シールド 3 1 の短手方向に沿って並設されてなる複数の磁気検出素子部 2 A、2 B を有していてもよい。例えば、図 10 及び図 11 に示すように、磁気検出素子部 2 は、複数の磁気検出素子 2 0 (第 1 磁気検出素子 2 1、第 2 磁気検出素子 2 2 及び第 3 磁気検出素子 2 3) を電氣的に直列に接続してなる第 1 磁気検出素子部 2 A と、複数の磁気検出素子 2 0 (第 1 磁気検出素子 2 1、第 2 磁気検出素子 2 2 及び第 3 磁気検出素子 2 3) を電氣的に直列に接続してなる第 2 磁気検出素子部 2 B とを有し、第 1 磁気検出素子部 2 A 及び第 2 磁気検出素子部 2 B が、第 1 磁気シールド 3 1 の短手方向に沿って並設されていてもよい。すなわち、複数の磁気検出素子 2 0 が行列状に並設されていてもよい。この態様において、第 1 磁気検出素子部 2 A 及び第 2 磁気検出素子部 2 B は、電氣的に直列に接続されていてもよいし、電氣的に並列に接続されていてもよい。この場合、磁気シールド 3 の短手側の側面を見たときに、第 1 磁気検出素子部 2 A 及び第 2 磁気検出素子部 2 B からなる群の中心位置 (磁気シールド 3 の短手方向における中心位置) と第 1 磁気シールド 3 1 の短手方向の中心とが略一致しているのが好ましい。当該中心が互いに略一致し、かつ第 1 磁気検出素子部 2 A 及び第 2 磁気検出素子部 2 B が電氣的に直列に接続されていることで、第 1 磁気検出素子部 2 A に印加される Z 軸方向の磁場 (X 軸方向に変換されて印加される磁場) の磁場強度の符号と、第 2 磁気検出素子部 2 B に印加される Z 軸方向の磁場 (X 軸方向に変換されて印加される磁場) の磁場強度の符号とが逆になるため、磁気検出素子部 2 から出力される信号において Z 軸方向の磁場の磁場強度の影響をキャンセルすることができる。

20

30

【0043】

演算部 4 は、磁気検出素子部 2 から出力されるアナログ信号 (センサ信号 S) をデジタル信号に変換する A/D (アナログ/デジタル) 変換部 4 1 と、A/D 変換部 4 1 によりデジタル変換されたデジタル信号を演算処理し、物理量を算出する演算処理部 4 2 とを含む。

【0044】

A/D 変換部 4 1 は、磁気検出素子部 2 から出力されるセンサ信号 S (物理量に関するアナログ信号) をデジタル信号に変換し、当該デジタル信号が演算処理部 4 2 に入力される。

【0045】

演算処理部 4 2 は、A/D 変換部 4 1 によりアナログ信号から変換されたデジタル信号についての演算処理を行い、物理量を算出する。この演算処理部 4 2 は、例えば、マイクロコンピュータ等により構成される。

40

【0046】

上述した構成を有する磁気センサ 1 は、位置検出装置の一構成要素として用いられ得る。図 12 は、本実施形態に係る磁気センサを用いた位置検出装置の概略構成を示す側面図である。

【0047】

本実施形態における位置検出装置 10 は、本実施形態に係る磁気センサ 1 と、磁気センサ 1 (磁気シールド 3) に対向して設けられている、X 軸方向に着磁されている磁石 7 0 とを備える。磁石 7 0 が移動体 (図示省略) に設けられていることで、移動体の移動による磁場の変化に伴い、磁気センサ 1 から所定の信号が出力される。本実施形態における位置

50

検出装置 10 としては、例えば、カメラ等の撮像装置におけるレンズ駆動機構（光学式手振れ補正機構）等に用いられ得る。

【0048】

磁気センサ 1 における演算処理部 42（図 6 参照）は、A/D 変換部 41（図 6 参照）によってアナログ信号から変換されたデジタル信号についての演算処理を行い、移動体の相対移動量を物理量として算出する。

【0049】

上述した構成を有する本実施形態における位置検出装置 10 において、移動体（磁石 70）が磁気センサ 1 に対して相対的に移動するのに伴い外部磁場が変化すると、その外部磁場の変化に応じ、ホイートストンブリッジ回路 C10 の磁気センサ素子部 R11 ~ R14 の抵抗値が変化し、出力ポート E11, E12 の電位差に応じてセンサ信号 S が出力される。

10

【0050】

演算処理部 42 により算出された相対移動量は、本実施形態における位置検出装置 10 が設置されるアプリケーション（例えば、デジタルカメラ等）の電子制御ユニット（Electronic Control Unit, ECU）に出力される。電子制御ユニットにおいては、上記相対移動量に基づいて、当該アプリケーションの動作（例えば、光学式手振れ補正機構等）が制御される。

【0051】

本実施形態における位置検出装置 10 において、磁気センサ 1 の磁気シールド 3 により Z 軸方向の磁場（外乱磁場）が X 軸方向の磁場に変換されるのを防止することができるため、ホイートストンブリッジ回路 C10 から出力されるセンサ信号 S が、Z 軸方向の磁場による影響を受けることなく、検出すべき X 軸方向の磁場に対応したものとなる。そのため、移動体（磁石 70）の相対移動量が正確に算出され得る。

20

【0052】

以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするために記載されたものであって、本発明を限定するために記載されたものではない。したがって、上記実施形態に開示された各要素は、本発明の技術的範囲に属する全ての設計変更や均等物をも含む趣旨である。

【0053】

上記実施形態において、磁気検出素子部 2 を構成する複数の磁気検出素子 20（第 1 磁気検出素子 21、第 2 磁気検出素子 22 及び第 3 磁気検出素子 23）が磁気シールド 3 の長手方向（Y 軸方向）に沿って並設されてなる態様を例に挙げて説明したが、この態様に限定されるものではない。例えば、複数の磁気検出素子 20 は、磁気シールド 3 の短手方向（X 軸方向）に沿って並設されていてもよい。この場合において、磁気シールド 3 の短手側の側面を見たときに、複数の磁気検出素子 20 を有する磁気検出素子部 2 の中心位置（磁気シールド 3 の短手方向における中心位置）と第 1 磁気シールド 31 の短手方向の中心とが略一致しているのが好ましい。これにより、磁気検出素子部 2 の中心位置から -X 側に位置する磁気検出素子 20 に印加される Z 軸方向の磁場（X 軸方向に変換されて印加される磁場）の磁場強度の符号と、磁気検出素子部 2 の中心位置から +X 側に位置する磁気検出素子 20 に印加される Z 軸方向の磁場（X 軸方向に変換されて印加される磁場）の磁場強度の符号とが逆になるため、磁気検出素子部 2 から出力される信号において Z 軸方向の磁場の磁場強度の影響をキャンセルすることができる。

30

40

【0054】

上記実施形態において、磁気センサ 1 が一つの磁気検出素子部 2 と一つの磁気シールド 3 とを備える態様を例に挙げて説明したが、この態様に限定されるものではなく、例えば、複数の磁気検出素子部 2 と、複数の磁気検出素子部 2 のそれぞれの Z 軸方向における上方に設けられてなる複数の磁気シールド 3（第 1 磁気シールド 31 及び第 2 磁気シールド 32）とを備えていてもよい。この場合において、例えば、磁気センサ 1 が 4 つの磁気検出素子部 2 及び 4 つの磁気シールド 3 を備え、磁気センサ 1 が有する回路構成としてのホイートストンブリッジ回路 C10（図 7 参照）における磁気センサ素子部 R11 ~ R14 の

50

それぞれが、４つの磁気検出素子部２のそれぞれにより構成されていてもよい。また、磁気センサ素子部Ｒ１１～Ｒ１４のそれぞれが、電氣的に直列又は並列に接続されてなる複数の磁気検出素子部２により構成されていてもよい。

【実施例】

【００５５】

以下、試験例等を挙げて本発明をさらに詳細に説明するが、本発明は下記の試験例等に何ら限定されるものではない。

【００５６】

〔試験例１〕

図１に示す磁気検出素子部２（第１磁気検出素子２１、第２磁気検出素子２２及び第３磁気検出素子２３）と磁気シールド３（第１磁気シールド３１及び第２磁気シールド３２）とを備える磁気センサ１において、Ｚ軸方向の磁場 B_z （ $B_z = 100 \text{ mT}$ ）を印加したときの当該磁場 B_z のＸ軸方向の磁場 B_x への変換率 CR_{Z-X} （％）をシミュレーションにより求めた。かかるシミュレーションにおいて、第２磁気シールド３２の短手方向の幅 W_2 を $23 \mu\text{m}$ とし、第１磁気シールド３１の短手方向の幅 W_1 を $23 \sim 115 \mu\text{m}$ とした（幅比 $W_2/W_1 = 0.2 \sim 1.0$ ）。また、第２磁気シールド３２の厚み T_2 を $10 \mu\text{m}$ とし、第１磁気シールド３１の厚み T_1 を $0.5 \sim 5 \mu\text{m}$ とした（厚み比 $T_2/T_1 = 0.5 \sim 5$ ）。さらに、第１磁気シールド３１の第２面３１Ｂと磁気検出素子部２との間の距離（ギャップ） G_1 を $1 \mu\text{m}$ とした。結果を図１３及び表１に示す。

【００５７】

【表１】

W1(μm)	W2(μm)	W2/W1	CR _{Z-X} (%)							
23.0	23.0	1.0	1.13	1.13	1.11	1.23	1.31	1.18	1.39	1.43
25.6	23.0	0.9	0.90	0.89	0.85	0.87	0.88	0.93	0.95	1.01
28.8	23.0	0.8	0.60	0.59	0.61	0.64	0.68	0.70	0.68	0.74
32.9	23.0	0.7	0.39	0.43	0.40	0.44	0.41	0.50	0.46	0.49
38.3	23.0	0.6	0.41	0.26	0.24	0.23	0.26	0.32	0.26	0.33
46.0	23.0	0.5	0.40	0.24	0.17	0.19	0.16	0.21	0.16	0.21
57.5	23.0	0.4	0.41	0.36	0.15	0.10	0.10	0.16	0.13	0.11
76.7	23.0	0.3	0.45	0.36	0.21	0.09	0.06	0.10	0.08	0.11
115.0	23.0	0.2	0.51	0.38	0.22	0.09	0.10	0.09	0.10	0.07
T1(μm)			0.5	0.6	0.7	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
T2(μm)			10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
T2/T1			20.0	16.7	14.3	10.0	5.0	3.3	2.5	2.0

【００５８】

〔試験例２〕

Ｚ軸方向の磁場 B_z （ $B_z = 100 \text{ mT}$ ）に代えてＸ軸方向の磁場 B_x （ $B_x = 350 \text{ mT}$ ）を印加した以外は試験例１と同様の条件として、Ｘ軸方向の磁場 B_x の透過率 TR_X （％）をシミュレーションにより求めた。結果を図１４及び表２に示す。なお、透過率 TR_X （％）は、所定の磁場強度のＸ軸方向の磁場 B_x を印加させたときにおける、磁気検出素子部２から出力される信号を用いて算出される磁場強度（磁気検出素子部２に実際に印加されている実磁場の磁場強度）の印加磁場 B_x の磁場強度に対する百分率として求められる値である。

【００５９】

10

20

30

40

50

【表 2】

W1(μm)	W2(μm)	W2/W1	TR _x (%)							
23.0	23.0	1.0	10.80	10.53	10.69	10.76	10.73	10.48	10.39	10.33
25.6	23.0	0.9	10.48	10.38	10.46	10.28	9.75	9.67	9.45	9.46
28.8	23.0	0.8	10.27	10.26	10.16	10.13	9.69	9.10	9.04	8.49
32.9	23.0	0.7	10.28	10.26	10.11	10.12	9.39	9.08	8.85	8.35
38.3	23.0	0.6	10.12	9.99	9.90	9.71	9.40	9.03	8.68	8.61
46.0	23.0	0.5	9.96	9.92	10.05	9.81	9.66	9.41	9.13	8.99
57.5	23.0	0.4	9.93	10.08	9.80	9.74	9.65	9.54	9.36	9.26
76.7	23.0	0.3	9.98	9.82	9.91	9.92	9.72	9.90	9.94	10.16
115.0	23.0	0.2	9.97	9.97	9.87	10.09	10.23	10.38	10.69	10.87
T1(μm)			0.5	0.6	0.7	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
T2(μm)			10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
T2/T1			20.0	16.7	14.3	10.0	5.0	3.3	2.5	2.0

10

【0060】

〔試験例3〕

第1磁気シールド31及び第2磁気シールド32の短手方向の幅W2をともに40 μm とした以外は、試験例1及び試験例2と同様にしてZ軸方向の磁場B_zのX軸方向の磁場B_xへの変換率CR_{Z-X}(%)及びX軸方向の磁場B_xの透過率TR_X(%)をシミュレーションにより求めた。その結果、変換率CR_{Z-X}(%)が0.6%であり、透過率TR_X(%)が60%であった。

20

【0061】

図13及び表1に示すように、第1磁気シールド31の短手方向の幅W1に対する第2磁気シールド32の短手方向の幅W2の比W2/W1が1.0、すなわち第1磁気シールド31の幅W1と第2磁気シールド32の幅W2とが同一であり、磁気シールド3が全体として直方体状であると、Z軸方向の磁場B_zのX軸方向の磁場B_xへの変換率が相対的に高くなってしまい、磁気センサ1から出力される信号に含まれるノイズが大きくなってしまふと推察される。

【0062】

しかし、上記比W2/W1が1.0未満(0.2~0.9)であり、第1磁気シールド31の幅W1が第2磁気シールド32の幅W2よりも大きいことで、上記変換率を低減可能であることが明らかとなった。また、上記比W2/W1が0.2~0.8であることで、上記変換率を0.8%以下にすることができると明らかとなった。さらに、上記比W2/W1を0.2~0.7とし、かつ第1磁気シールド31の厚みT1に対する第2磁気シールド32の厚みT2の比T2/T1を2.0~16.7とすることで、上記変換率を0.5%以下にすることができると明らかとなった。

30

【0063】

図14及び表2に示すように、第1磁気シールド31の厚みT1に対する第2磁気シールド32の厚みT2の比T2/T1にかかわらず、X軸方向の磁場B_xの透過率は略一定であることが明らかとなった。また、試験例3の透過率のシミュレーション結果と対比すると、試験例2においては透過率が低く抑えられていることが確認された。一般に、磁気シールド3が飽和すると上記透過率が上昇するが、試験例2においては、上記透過率が試験例3に比して低い値で略一定であることで、上記比T2/T1にかかわらず磁気シールド3の飽和が抑制され得ることが明らかとなった。一方で、試験例3の結果から、直方体状の磁気シールドにおいて、その厚みを相対的に厚くすることで上記変換率を低減可能であるものの、磁気シールド3が飽和してしまうものと推察される。

40

【符号の説明】

【0064】

1...磁気センサ

50

- 2 ... 磁気検出素子部
- 2 0 ... 磁気検出素子
- 2 1 ... 第 1 磁気検出素子
- 2 2 ... 第 2 磁気検出素子
- 2 3 ... 第 3 磁気検出素子
- 3 ... 磁気シールド
- 3 1 ... 第 1 磁気シールド
- 3 2 ... 第 2 磁気シールド
- 1 0 ... 位置検出装置

【 図 面 】

【 図 1 】

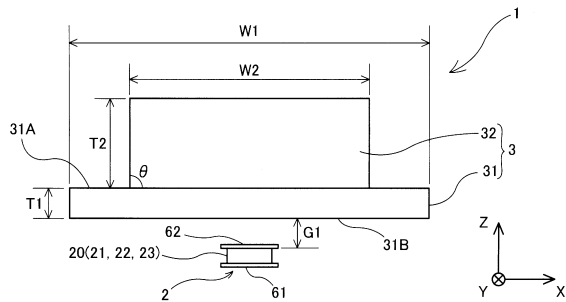


FIG.1

【 図 2 】

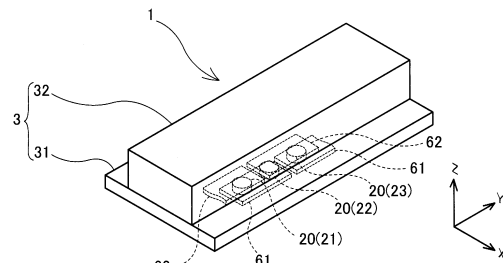


FIG.2

【 図 3 】

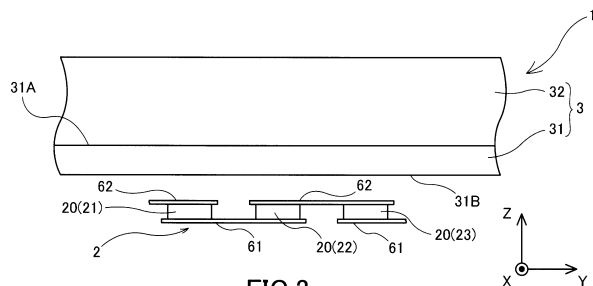


FIG.3

【 図 4 】

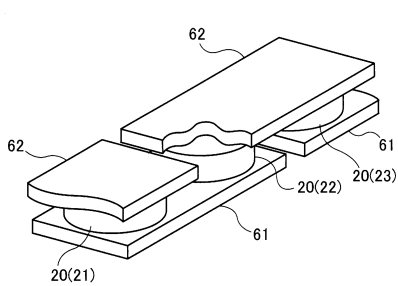


FIG.4

10

20

30

40

50

【図 5】

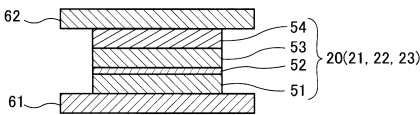


FIG.5

【図 6】

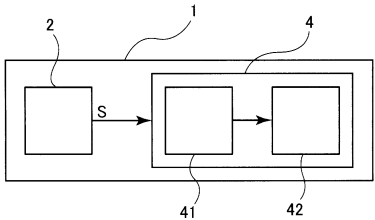


FIG.6

10

【図 7】

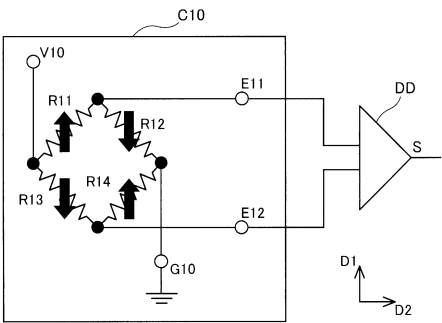


FIG.7

【図 8】

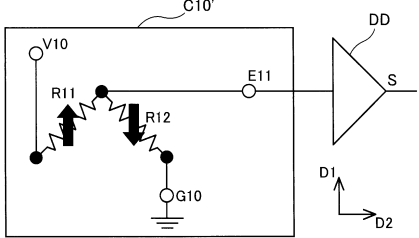


FIG.8

20

【図 9】

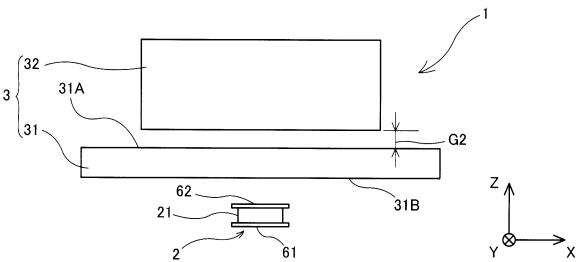


FIG.9

【図 10】

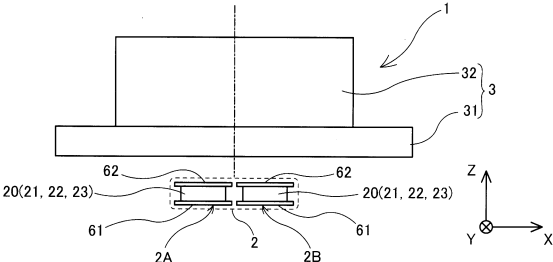


FIG.10

30

40

50

【図 1 1】

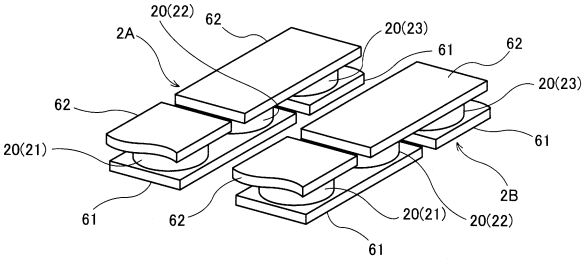


FIG.11

【図 1 2】

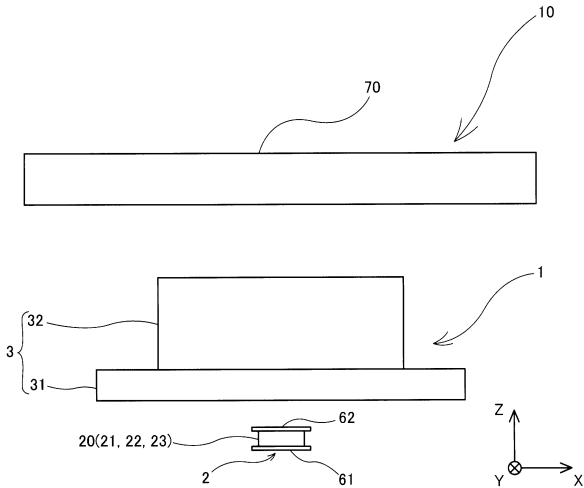


FIG.12

【図 1 3】

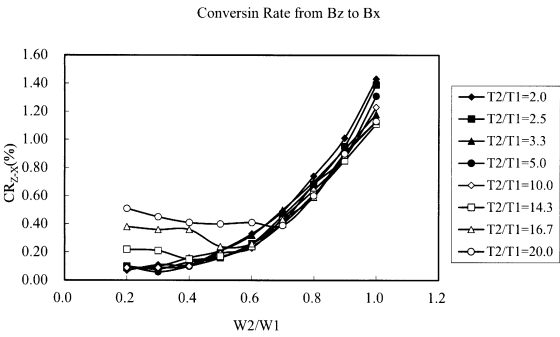


FIG.13

【図 1 4】

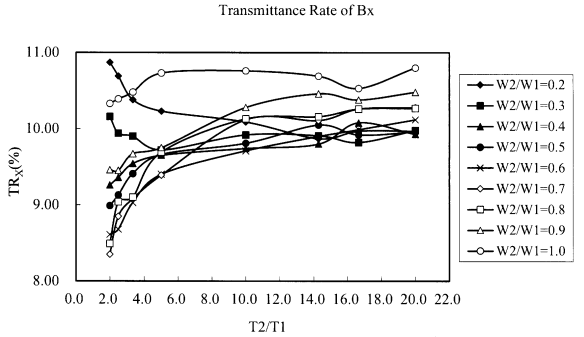


FIG.14

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2009/084434(WO, A1)
特開2009-300150(JP, A)
特開2017-181068(JP, A)
特開2014-38671(JP, A)
特開2018-4459(JP, A)
特開2018-159692(JP, A)
特開2016-170166(JP, A)
米国特許出願公開第2015/0137804(US, A1)
特開2002-26426(JP, A)
特開2017-191626(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01D 5/00 - 5/252
G01R 33/00 - 33/18
G01B 7/00 - 7/34
H05K 9/00
G11B 5/33 - 5/39