

(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2014-66623

(P2014-66623A)

(43) 公開日 平成26年4月17日(2014.4.17)

(51) Int.Cl.
G01R 15/20 (2006.01)

F I
G O 1 R 15/02

テーマコード (参考)
2 G O 2 5

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2012-212444 (P2012-212444)
(22) 出願日 平成24年9月26日 (2012.9.26)

(71) 出願人 310014322
アルプス・グリーンデバイス株式会社
東京都大田区雪谷大塚町1番7号
(74) 代理人 100108006
弁理士 松下 昌弘
(74) 代理人 100121083
弁理士 青木 宏義
(74) 代理人 100138391
弁理士 天田 昌行
(74) 代理人 100132067
弁理士 岡田 喜雅
(74) 代理人 100150304
弁理士 溝口 勉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電流センサ

(57) 【要約】

【課題】電流測定精度のばらつきを抑制した電流センサを提供すること。

【解決手段】一対の主表面(A1, B1)を有し、被測定電流(I1)が流れる導電部材(11)と、導電部材を流れる被測定電流により生じる誘導磁界(H1)を検出可能に配置された磁電変換素子(121, 122)と、を備え、導電部材は、主表面に開口領域(O1a, O1b)を形成する溝(D1a, D1b)を有し、磁電変換素子は、導電部材から離れた位置であって、主表面に垂直な方向から見て開口領域と重なる領域に配置されることを特徴とする。

【選択図】 図1

図1A

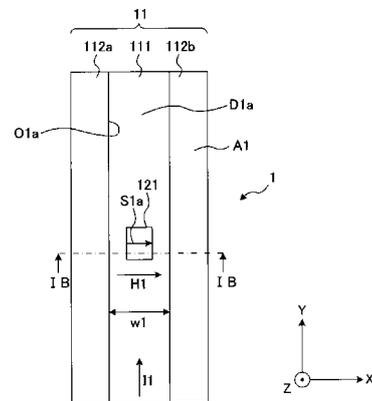
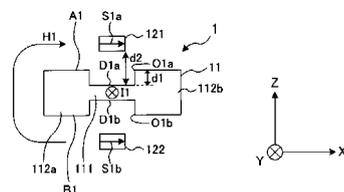


図1B



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

一对の主表面を有し、被測定電流が流れる導電部材と、前記導電部材を流れる被測定電流により生じる誘導磁界を検出可能に配置された磁電変換素子と、を備え、

前記導電部材は、前記主表面に開口領域を形成する溝を有し、

前記磁電変換素子は、前記溝の外側の領域であって、前記主表面に垂直な方向から見て前記開口領域と重なる領域に配置されることを特徴とする電流センサ。

【請求項 2】

前記磁電変換素子は、前記磁電変換素子が検出する前記誘導磁界の強度が前記主表面に平行な方向で略一定となる領域に配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の電流センサ。

10

【請求項 3】

前記磁電変換素子は、前記溝の底から前記主表面までの距離より、前記溝の底から前記磁電変換素子までの距離が大きくなる領域に配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の電流センサ。

【請求項 4】

前記一对の主表面に対応して一对の前記磁電変換素子が配置され、

前記一对の前記磁電変換素子の出力を演算する演算回路を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の電流センサ。

【請求項 5】

前記溝は、前記被測定電流の流れる方向に直交する面内において矩形の断面形状を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の電流センサ。

20

【請求項 6】

前記溝は、前記被測定電流の流れる方向に直交する面内において台形状の断面形状を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の電流センサ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、被測定電流によって生じる誘導磁界に基づいて電流値を算出可能な電流センサに関する。

30

【背景技術】**【0002】**

電気自動車や太陽電池などの分野では、被測定電流によって生じる誘導磁界に基づいて非接触で電流値を測定可能な電流センサが用いられている。この電流センサは、被測定電流によって生じる誘導磁界を検出するための磁電変換素子を備えており、磁電変換素子で検出される磁界強度を基に被測定電流の電流値を算出する。磁電変換素子としては、例えば、ホール効果を利用して磁界強度を電気信号に変換するホール素子や、磁界による電気抵抗値の変化を利用する磁気抵抗効果素子などが用いられる。

【0003】

このような電流センサとして、被測定電流の流れる導電部材に凹部を設け、当該凹部に磁電変換素子を収納させたものが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。この電流センサは、被測定電流により生じる誘導磁界の磁界強度を凹部に配置される磁電変換素子で検出して電流値を算出する。このように磁電変換素子を導電部材の凹部に配置することで、電流センサは小型化される。

40

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開 2012 - 78232 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

50

【0005】

ところで、上述のような非接触型の電流センサでは、被測定電流によって生じる誘導磁界の変化を磁電変換素子で検出するため、被測定電流の流れる導電部材に対して磁電変換素子の取り付け位置が僅かにずれるだけで電流測定精度は大きくばらついてしまう。

【0006】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、電流測定精度のばらつきを抑制した電流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】

【0007】

本発明の電流センサは、一对の主表面を有し、被測定電流が流れる導電部材と、前記導電部材を流れる被測定電流により生じる誘導磁界を検出可能に配置された磁電変換素子と、を備え、前記導電部材は、前記主表面に開口領域を形成する溝を有し、前記磁電変換素子は、前記溝の外側の領域であって、前記主表面に垂直な方向から見て前記開口領域と重なる領域に配置されることを特徴とする。

10

【0008】

この構成によれば、導電部材は、主表面に開口領域を形成する溝を有するので、溝の外側の領域であって、主表面に垂直な方向から見て溝の開口領域と重なる領域で、磁電変換素子が検出する誘導磁界の強度を主表面と平行な方向で略一定にすることが可能である。このため、溝の外側の領域であって、主表面に垂直な方向から見て溝の開口領域と重なる領域に磁電変換素子を配置すれば、磁電変換素子の取り付け位置が僅かにずれても電流測定精度は大きくばらつかずに済む。つまり、磁電変換素子の取り付け位置への要求が緩和されるので、電流センサの電流測定精度のばらつきを抑制することが可能である。

20

【0009】

本発明の電流センサにおいて、前記磁電変換素子は、前記磁電変換素子が検出する前記誘導磁界の強度が前記主表面に平行な方向で略一定となる領域に配置されることが好ましい。この構成によれば、磁電変換素子が検出する誘導磁界の強度が略一定となる領域に磁電変換素子を配置させることで、磁電変換素子の取り付け位置が僅かにずれても電流測定精度は大きくばらつかずに済む。つまり、磁電変換素子の取り付け位置への要求が緩和されるので、電流センサの電流測定精度のばらつきを抑制することが可能である。

【0010】

本発明の電流センサにおいて、前記磁電変換素子は、前記溝の底から前記主表面までの距離より、前記溝の底から前記磁電変換素子までの距離が大きくなる領域に配置されることが好ましい。この構成によれば、溝の底から主表面までの距離より、溝の底から磁電変換素子までの距離が大きくなる領域において、磁電変換素子が検出する誘導磁界の強度を略一定にできるので、磁電変換素子の取り付け位置が僅かにずれても電流測定精度は大きくばらつかずに済む。つまり、磁電変換素子の取り付け位置への要求が緩和されるので、電流測定精度のばらつきを抑制できる。

30

【0011】

本発明の電流センサにおいて、前記一对の主表面に対応して一对の前記磁電変換素子が配置され、前記一对の前記磁電変換素子の出力を演算する演算回路を備えても良い。この構成によれば、一对の磁電変換素子の出力を演算回路で演算することにより、外乱磁界の影響を相殺して電流測定精度を高めることができる。

40

【0012】

本発明の電流センサにおいて、前記溝は、前記被測定電流の流れる方向に直交する面内において矩形状の断面形状を有しても良い。また、前記溝は、前記被測定電流の流れる方向に直交する面内において台形状の断面形状を有しても良い。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、電流測定精度のばらつきを抑制した電流センサが提供される。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 1 4 】

【図 1】実施の形態 1 に係る電流センサの構成例を示す模式図である。

【図 2】実施の形態 1 に係る電流センサの回路構成を示すブロック図である。

【図 3】実施の形態 1 に係る電流センサの導電部材の周囲に発生する誘導磁界を計算するためのシミュレーションモデルを示す図である。

【図 4】実施の形態 1 に係る電流センサのシミュレーション結果を示すグラフである。

【図 5】実施の形態 1 に係る電流センサの正規化（規格化）されたシミュレーション結果を示すグラフである。

【図 6】実施の形態 1 に係る電流センサとは異なる電流センサのシミュレーション結果を示すグラフである。

10

【図 7】実施の形態 2 に係る電流センサの構成例を示す模式図である。

【図 8】実施の形態 2 に係る電流センサの導電部材の周囲に発生する誘導磁界を計算するためのシミュレーションモデルを示す図である。

【図 9】実施の形態 2 に係る電流センサのシミュレーション結果を示すグラフである。

【図 10】代表的な電流センサの構成例を示す模式図である。

【図 11】代表的な電流センサの導電部材の周囲に発生する誘導磁界を計算するためのシミュレーションモデルを示す図である。

【図 12】代表的な電流センサのシミュレーション結果を示すグラフである。

【図 13】代表的な電流センサの正規化（規格化）されたシミュレーション結果を示すグラフである。

20

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

図 10 を参照して、代表的な電流センサの構成例を説明する。図 10 は、電流センサの構成例を示す模式図であり、図 10 B は、図 10 A の X B - X B 矢視断面を示している。図 10 に示す電流センサ 3 は、直方体状の導電部材 3 1 と、導電部材 3 1 を挟むように配置された一組の磁電変換素子 3 2 1 , 3 2 2 とを備えている。磁電変換素子 3 2 1 , 3 2 2 は、導電部材 3 1 の長手方向に垂直で、向きの等しい感度軸 S 3 a , S 3 b を有している。

【 0 0 1 6 】

この電流センサ 3 の導電部材 3 1 に被測定電流 I 3 が流れると、導電部材 3 1 の周囲には誘導磁界 H 3 が発生する。磁電変換素子 3 2 1 , 3 2 2 は、向きの等しい感度軸 S 3 a , S 3 b を有しているので、逆向きに作用する誘導磁界 H 3 の影響を受けると逆極性の一对の出力を生じる。磁電変換素子 3 2 1 , 3 2 2 の一对の出力は、磁電変換素子 3 2 1 , 3 2 2 に接続される演算回路（不図示）で差動演算され、電流センサ 3 の出力として後段に送られる。

30

【 0 0 1 7 】

図 11 は、図 10 に示す導電部材 3 1 の周囲に発生する誘導磁界 H 3 を計算するためのシミュレーションモデルを示す図である。ここでは、図 11 に示すように、幅が 10 mm で厚さが 2 mm の導電部材 3 1 を用いる場合を想定してシミュレーションを行った。また、このシミュレーションでは、磁電変換素子 3 2 1 での検出が想定される磁界を計算した。具体的には、導電部材 3 1 の厚さ方向の中央から 4 . 5 mm 離れた位置（図 11 の X 軸に相当する位置）での磁界強度の感度軸 S 3 a 方向の成分（導電部材 3 1 の幅方向の成分）を計算した。

40

【 0 0 1 8 】

図 12 は、シミュレーション結果を示すグラフであり、図 13 は、正規化（規格化）されたシミュレーション結果を示すグラフである。図 12 及び図 13 に示すように、感度軸 S 3 a 方向における磁界強度は、導電部材 3 1 の幅方向の中央（X = 5 mm）において最大となり、幅方向の中央から外れると急激に小さくなる。このことは、磁電変換素子 3 2 1 の幅方向の取り付け精度が、電流センサ 3 の電流測定精度を大きく左右することを示唆している。

50

【0019】

本発明者らはこの点に着目し、電流センサの電流測定精度が、磁電変換素子の取り付け精度に大きく左右されないように感度軸方向の磁界強度を調節できれば、磁電変換素子の取り付け位置への要求を緩和して、電流測定精度のばらつきを抑制できると考えた。そして、この着想に基づき本発明を完成させた。

【0020】

すなわち、本発明の骨子は、所定の領域において感度軸方向の磁界強度が略一定となるように導電部材を形成し、その領域内に磁電変換素子を配置させることである。より具体的には、導電部材の主表面に開口領域を有する溝を形成し、磁電変換素子を、溝の外側の領域であって、主表面に垂直な方向から見て溝の開口領域と重なる領域に配置することである。これにより、磁電変換素子の取り付け位置が僅かにずれても、磁電変換素子が検出する誘導磁界の強度は殆ど変わらないので、電流測定精度のばらつきを抑制できる。以下、本発明の実施の形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。

10

【0021】

(実施の形態1)

本実施の形態では、電流センサの第1の形態について説明する。図1は、本実施の形態に係る電流センサの構成例を示す模式図であり、図1Bは、図1AのIB-IB矢視断面を示している。図1に示す電流センサ1は、被測定電流I1の流れる導電部材11と、導電部材11を挟むように配置された一組の磁電変換素子121, 122とを備えている。

20

【0022】

導電部材11は、金属板を加工することで形成されており、被測定電流I1の流れる方向(図1においてY方向、以下、電流方向)に対して略平行な縦長の形状を有している。導電部材11において、幅方向(図1においてX方向)の中央領域111は外側領域112a, 112bより薄く形成されている。これにより、導電部材11には、厚さ方向(図1においてZ方向)における一方側の主表面A1と他方側の主表面B1とにそれぞれ開口領域O1a, O1bを形成する溝D1a, D1bが設けられている。

【0023】

導電部材11は、厚さ方向の中央を通る平面に対して対称な形状を有している。すなわち、溝D1a, D1bも対称な形状を有している。この溝D1a, D1bは、電流方向に沿って伸びるように形成されており、電流方向に直交する面内において矩形状の断面形状を有している。導電部材11の周囲には、溝D1a, D1bに対応して、磁電変換素子121, 122が配置されている。

30

【0024】

磁電変換素子121, 122は、主表面A1, B1に垂直な方向(Z方向)から見て溝D1a, D1bの開口領域O1a, O1bと重なるように配置されている(図1A)。少なくとも、磁電変換素子121, 122において磁界に感度を有する検出部(不図示)は、主表面A1, B1に垂直な方向から見て開口領域O1a, O1b(幅w1)の内側に位置付けられている。

【0025】

また、磁電変換素子121, 122は、厚さ方向において導電部材11と重ならないように、導電部材11から離れた位置に配置されている(図1B)。すなわち、磁電変換素子121, 122は、溝D1a, D1bの外側の領域に配置されている。溝D1a, D1bの底から磁電変換素子121, 122までの距離(最短距離)d2は、溝D1a, D1bの深さ(溝D1a, D1bの底から主表面A1, B1までの距離)d1より大きくなっている。なお、磁電変換素子121, 122は、溝の内側に配置された絶縁スペーサ上に固定される。絶縁スペーサは、ガラスなどの材料で構成され、溝D1a, D1bの深さ以上の厚みを有している。ただし、磁電変換素子121, 122の固定方法はこれに限られず、樹脂などによって任意の位置に固定されても良い。

40

【0026】

この磁電変換素子121, 122は、磁電変換素子121, 122に加わる磁界の強度

50

に応じた電気信号（例えば電圧）を出力する。磁電変換素子 121, 122 は、それぞれ感度が最大となる感度軸 S1a, S1b を有しており、感度軸 S1a, S1b が導電部材 11 の幅方向に対して略平行となるように配置されている。また、磁電変換素子 121, 122 は、感度軸 S1a, S1b が共に同じ方向を向くように配置されている。

【0027】

磁電変換素子 121, 122 としては、例えば、GMR (Giant Magneto Resistive effect) 素子、TMR (Tunnel Magneto Resistive effect) 素子などの磁気抵抗効果素子が用いられる。なお、磁電変換素子 121, 122 は、感度軸 S1a, S1b が互いに逆方向を向くように配置されても良い。

【0028】

図2は、電流センサ1の回路構成を示すブロック図である。図2に示すように、磁電変換素子 121, 122 の後段には、演算回路13が接続されている。この演算回路13は、磁電変換素子 121, 122 の出力を差動演算して演算結果を出力する。なお、感度軸 S1a, S1b が互いに逆方向を向くように配置されている場合には、演算回路13は、磁電変換素子 121, 122 の出力の和を算出して後段に出力する。

【0029】

このように構成された電流センサ1の導電部材11に、図1に示すような被測定電流 I1 が流れると、磁電変換素子 121, 122 のそれぞれの感度軸 S1a, S1b に対して逆向きに作用する誘導磁界 H1 が発生する。磁電変換素子 121, 122 の感度軸 S1a, S1b は共に同じ方向を向いているので、逆向きに作用する誘導磁界 H1 が加わると磁電変換素子 121, 122 から逆極性の一对の出力が発生する。演算回路13は、磁電変換素子 121, 122 からの一对の出力の差をとって外乱磁界の影響を相殺し、演算結果を電流センサ1の出力として後段に送る。

【0030】

図3は、図1に示す導電部材11の周囲に発生する誘導磁界 H1 を計算するためのシミュレーションモデルを示す図である。ここでは、図3に示すように、幅が10mm、中央領域111の厚さが0.6mm、外側領域112a, 112bの厚さがそれぞれ2mmの導電部材11を用いる場合を想定してシミュレーションを行った。中央領域111の幅は4mm、外側領域112a, 112bの幅は3mmとした。つまり、この場合、溝 D1a, D1b (開口領域 O1a, O1b) の幅は4mmであり、深さは0.7mmである。

【0031】

このシミュレーションでは、磁電変換素子 121 での検出が想定される磁界を計算した。具体的には、導電部材11の厚さ方向の中央から4.5mm離れた位置(図3のX軸に相当する位置)での磁界強度の感度軸 S1a 方向の成分(導電部材11の幅方向の成分)を計算した。なお、磁電変換素子 122 で検出される磁界強度は、磁電変換素子 121 で検出される磁界強度と同様である。

【0032】

図4は、シミュレーション結果を示すグラフであり、図5は、正規化(規格化)されたシミュレーション結果を示すグラフである。図4において、横軸は、導電部材11の幅方向の位置を示し、縦軸は、対応する位置における磁界強度の感度軸 S1a 方向の成分を示す。同様に、図5において、横軸は、導電部材11の幅方向の位置を示し、縦軸は、正規化(規格化)された磁界強度の感度軸 S1a 方向の成分を示す。

【0033】

図4及び図5に示すように、磁界強度の感度軸 S1a 方向の成分は、導電部材11の幅方向の中央付近で略一定となっている。具体的には、幅方向の3mm~7mmの位置で、磁界強度は $\pm 0.5\%$ (± 0.005) の範囲に収まっている。このように、本実施の形態に係る電流センサ1は、磁界強度の感度軸 S1a (S1b) 方向の成分が略一定となる領域(以下、プラトー領域)を有しているので、このプラトー領域内のいずれかの位置に磁電変換素子 121 (122) を配置できれば、電流測定精度を略一定に保つことが可能である。つまり、磁電変換素子 121 (122) の取り付け位置への要求が緩和されるの

10

20

30

40

50

で、電流測定精度のばらつきを抑制できる。

【0034】

図5に示すように、プラトー領域は、溝D1a(D1b)の開口領域O1a(O1b)に対応して形成されている。すなわち、プラトー領域は、溝D1a(D1b)の開口領域O1a(O1b)と重なる位置に、開口領域O1a(O1b)と同程度の幅で形成されている。具体的には、図3に示すシミュレーションモデルにおいて、溝D1a(D1b)の開口領域O1a(O1b)は、幅方向の3mm~7mmの位置に4mmの幅で形成されており、プラトー領域も、3mm~7mmの位置に4mmの幅(プラトー幅)で形成されている。このため、磁電変換素子121(122)を、溝D1a(D1b)の開口領域O1a(O1b)と重なるように配置することで、電流測定精度を略一定に保つことが可能である。

10

【0035】

なお、図13に示すように、溝D1a, D1bの形成されていない導電部材31を用いる電流センサ3においては、プラトー幅は1mm以下となってしまう。このため、磁電変換素子321の取り付け位置が僅かでもずれると、所定の電流測定精度を得るのは難しくなる。

【0036】

図6は、図3に示す導電部材11を用い、図3とは異なる位置に磁電変換素子121を配置する場合のシミュレーション結果を示すグラフである。図6において、横軸は、導電部材11の幅方向の位置を示し、縦軸は、対応する位置における磁界強度の感度軸S1a方向の成分を示す。ここでは、導電部材11の厚さ方向の中央から0.5mm離れた位置における磁界強度の感度軸S1a方向の成分(導電部材11の幅方向の成分)を計算した。つまり、磁電変換素子121が溝D1aの内側に配置される状況を想定して計算を行った。

20

【0037】

図6に示すように、溝D1aの内側には、図4及び図5に示すような広いプラトー領域は形成されない。これは、溝D1aの内側では、導電部材11の外側領域112a, 112bを流れる電流からの磁界の影響が強くなり過ぎるためである。つまり、磁電変換素子121(122)は、少なくとも溝D1a(D1b)の外側に配置される必要がある。

【0038】

また、導電部材11の外側領域112a, 112bを流れる電流からの磁界の影響が十分に緩和された広いプラトー領域は、導電部材11の主表面A1, B1から適度に離れた位置に形成される。つまり、磁電変換素子121(122)は、導電部材11の主表面A1, B1からある程度離れた位置に配置されるのが好ましい。例えば、主表面A1, B1からの距離(d2-d1)が、溝D1a(D1b)の深さd1の4.5倍以上5.4倍以下の範囲となる位置には十分に広いプラトー領域が形成される。よって、磁電変換素子121(122)は、このような位置に配置されるのが好ましい。

30

【0039】

以上のように、本実施の形態の電流センサ1において、導電部材11は、主表面A1, B1に開口領域O1a, O1bを形成する溝D1a, D1bを有するので、溝D1a, D1bの外側の領域であって、主表面A1, B1に垂直な方向から見て溝D1a, D1bの開口領域O1a, O1bと重なる領域で、磁電変換素子121, 122が検出する誘導磁界H1の強度を略一定にすることが可能である。このため、溝D1a, D1bの外側の領域であって、主表面A1, B1に垂直な方向から見て溝D1a, D1bの開口領域O1a, O1bと重なる領域に磁電変換素子121, 122を配置すれば、磁電変換素子121, 122の取り付け位置が僅かにずれても電流測定精度は大きくばらつかずに済む。つまり、磁電変換素子121, 122の取り付け位置への要求が緩和されるので、電流測定精度のばらつきを抑制できる。

40

【0040】

本実施の形態において示される構成又は方法は、他の実施の形態において示される構成

50

又は方法と適宜組み合わせる実施することができる。

【0041】

(実施の形態2)

本実施の形態では、電流センサの第2の形態について説明する。図7は、本実施の形態に係る電流センサの構成例を示す模式図であり、図7Bは、図7AのV I I B - V I I B 矢視断面を示している。図7に示す電流センサ2は、被測定電流I2の流れる導電部材21と、導電部材21を挟むように配置された一組の磁電変換素子221, 222とを備えている。なお、本実施の形態に係る電流センサ2と実施の形態1で説明した電流センサ1とは、導電部材21, 11の構成のみが相違する。このため、以下では、主に相違点について詳細に説明する。

10

【0042】

導電部材21は、金属板を加工することで形成されており、被測定電流I2の流れる方向(図7においてY方向、以下、電流方向)に対して略平行な縦長の形状を有している。導電部材21において、幅方向(図7においてX方向)の中央領域211は外側領域212a, 212bより薄く形成されている。これにより、導電部材21には、厚さ方向(図7においてZ方向)における一方側の主表面A2と他方側の主表面B2とにそれぞれ開口領域O2a, O2bを形成する溝D2a, D2bが設けられている。

【0043】

導電部材21は、厚さ方向の中央を通る平面に対して対称な形状を有している。すなわち、溝D2a, D2bも対称な形状を有している。この溝D2a, D2bは、電流方向に沿って延びるように形成されており、電流方向に直交する面内において台形状の断面形状を有している。導電部材11の周囲には、溝D2a, D2bに対応して、磁電変換素子221, 222が配置されている。

20

【0044】

磁電変換素子221, 222は、主表面A2, B2に垂直な方向(Z方向)から見て溝D2a, D2bの開口領域O2a, O2bと重なるように配置されている(図7A)。少なくとも、磁電変換素子221, 222において磁界に感度を有する検出部(不図示)は、主表面A2, B2に垂直な方向(Z方向)から見て開口領域O1a, O1b(幅w2)の内側に位置付けられている。

【0045】

また、磁電変換素子221, 222は、厚さ方向において導電部材21と重ならないように、導電部材21から離れた位置に配置されている(図7B)。すなわち、磁電変換素子221, 222は、溝D2a, D2bの外側の領域に配置されている。溝D2a, D2bの底から磁電変換素子221, 222までの距離(最短距離)d4は、溝D1a, D1bの深さ(溝D2a, D2bの底から主表面A1, B1までの距離)d3より大きくなっている。

30

【0046】

この電流センサ2の導電部材21に、図7に示すような被測定電流I2が流れると、磁電変換素子221, 222のそれぞれの感度軸S2a, S2bに対して逆向きに作用する誘導磁界H2が発生する。磁電変換素子221, 222の感度軸S2a, S2bは共に同じ方向を向いているので、逆向きに作用する誘導磁界H2が加わると磁電変換素子221, 222から逆極性の一对の出力が発生する。磁電変換素子221, 222からの一对の出力は、演算回路(不図示)で演算されて後段に出力される。

40

【0047】

図8は、図7に示す導電部材21の周囲に発生する誘導磁界H2を計算するためのシミュレーションモデルを示す図である。ここでは、図8に示すように、幅が10mm、中央領域211の最も薄い部分の厚さが0.6mm、外側領域212a, 212bの厚さがそれぞれ2mmの導電部材21を用いる場合を想定してシミュレーションを行った。中央領域211の幅は4mm、外側領域212a, 212bの幅は3mmとした。また、中央領域において厚さが一定でない領域の幅をそれぞれ0.7mmとし、中央領域211で最も

50

薄い部分の幅を 2.6 mm とした。この場合、溝 D 2 a , D 2 b (開口領域 O 1 a , O 1 b) の幅は 4 mm であり、深さは 0.7 mm である。

【 0 0 4 8 】

このシミュレーションでは、磁電変換素子 2 2 1 での検出が想定される磁界を計算した。具体的には、導電部材 2 1 の厚さ方向の中央から 4.5 mm 離れた位置 (図 8 の X 軸に相当する位置) での磁界強度の感度軸 S 2 a 方向の成分 (導電部材 2 1 の幅方向の成分) を計算した。なお、磁電変換素子 2 2 2 で検出される磁界強度は、磁電変換素子 2 2 1 で検出される磁界強度と同様である。

【 0 0 4 9 】

図 9 は、シミュレーション結果を示すグラフである。図 9 において、横軸は、導電部材 2 1 の幅方向の位置を示し、縦軸は、対応する位置における磁界強度の感度軸 S 2 a 方向の成分を示す。図 9 に示すように、磁界強度の感度軸 S 2 a 方向の成分は、導電部材 2 1 の幅方向の中央付近で略一定となっている。このように、本実施の形態に係る電流センサ 2 も、磁界強度の感度軸 S 2 a (S 2 b) 方向の成分が略一定となるプラトー領域を有しているので、このプラトー領域内のいずれかの位置に磁電変換素子 2 2 1 (2 2 2) を配置できれば、電流測定精度を略一定に保つことが可能である。つまり、磁電変換素子 2 2 1 (2 2 2) の取り付け位置への要求が緩和されるので、電流測定精度のばらつきを抑制できる。

10

【 0 0 5 0 】

本実施の形態において示される構成又は方法は、他の実施の形態において示される構成又は方法と適宜組み合わせる実施することができる。

20

【 0 0 5 1 】

以上のように、本発明の電流センサにおいて、導電部材は、主表面に開口領域を形成する溝を有するので、溝の外側の領域であって、主表面に垂直な方向から見て溝の開口領域と重なる領域で、磁電変換素子が検出する誘導磁界の強度を略一定にすることが可能である。このため、溝の外側の領域であって、主表面に垂直な方向から見て溝の開口領域と重なる領域に磁電変換素子を配置すれば、磁電変換素子の取り付け位置が僅かにずれても電流測定精度は大きくばらつかずに済む。つまり、磁電変換素子の取り付け位置への要求が緩和されるので、電流測定精度のばらつきを抑制できる。

30

【 0 0 5 2 】

なお、本発明は上記実施の形態に限定されず、種々変更して実施することができる。例えば、上記実施の形態では、2 個の磁電変換素子を備える電流センサを例示しているが、電流センサの備える磁電変換素子は 1 個でも良い。この場合、導電部材には、磁電変換素子が配置される側の主表面にのみ溝を設ければよく、また、差動演算を行う演算回路も不要となる。さらに、電流センサは、3 個以上の磁電変換素子を備えていても良い。その他、本発明は、適宜変更して実施できる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 5 3 】

本発明は、例えば、被測定電流によって生じる誘導磁界に基づいて電流値を算出する電流センサにおいて、電流測定精度のばらつきを抑制するため有用である。

40

【 符号の説明 】

【 0 0 5 4 】

1 , 2 , 3 電流センサ
 1 1 , 2 1 , 3 1 導電部材
 1 3 演算回路
 1 1 1 , 2 1 1 中央領域
 1 1 2 a , 1 1 2 b , 2 1 2 a , 2 1 2 b 外側領域
 1 2 1 , 1 2 2 , 2 2 1 , 2 2 2 , 3 2 1 , 3 2 2 磁電変換素子
 A 1 , A 2 , B 1 , B 2 主表面
 D 1 a , D 1 b , D 2 a , D 2 b 溝

50

- H 1 , H 2 , H 3 誘導磁界
- I 1 , I 2 , I 3 被測定電流
- O 1 a , O 1 b , O 2 a , O 2 b 開口領域
- S 1 a , S 1 b , S 2 a , S 2 b , S 3 a , S 3 b 感度軸
- d 1 , d 3 深さ
- d 2 , d 4 距離
- w 1 , w 2 幅

【 図 1 】

図1A

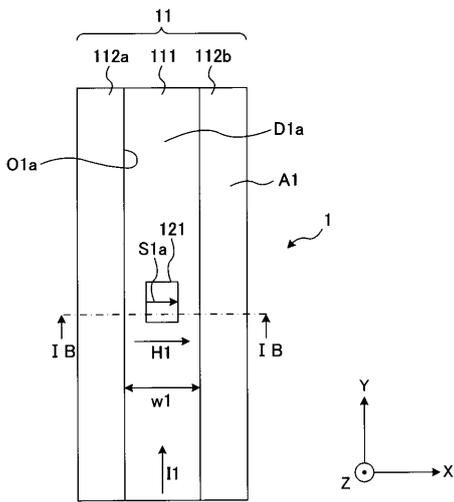
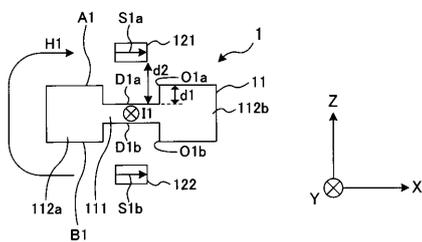
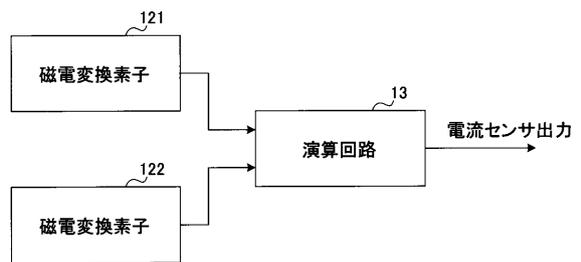


図1B

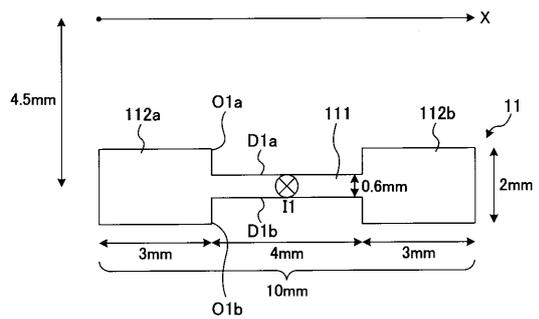


【 図 2 】

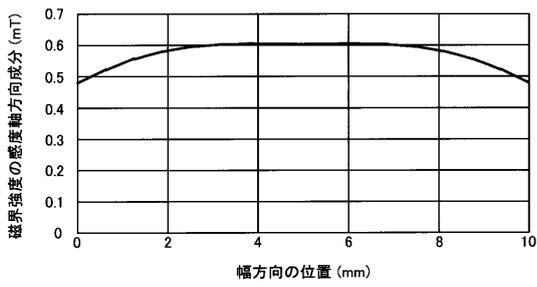
1



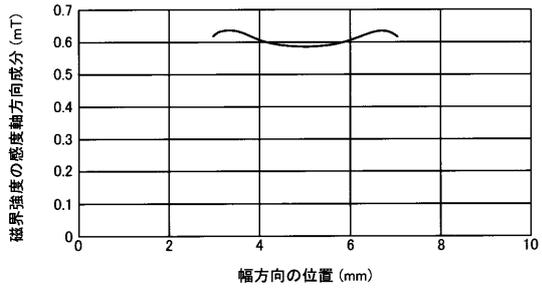
【 図 3 】



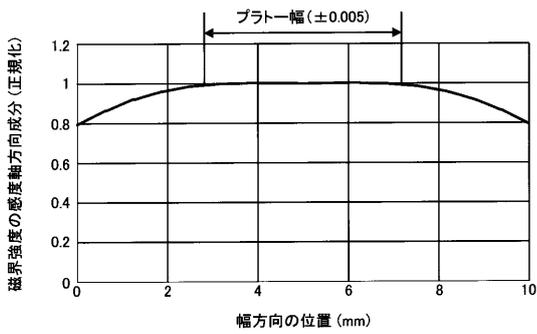
【 図 4 】



【 図 6 】

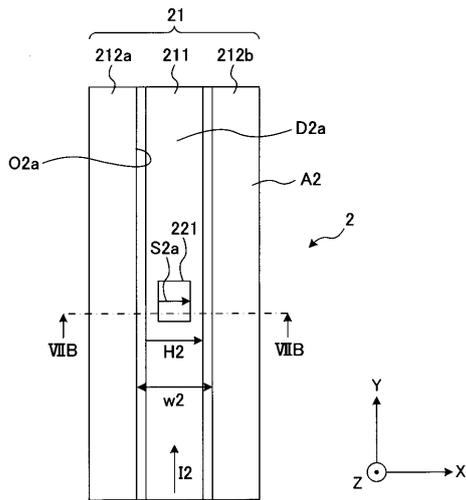


【 図 5 】



【 図 7 】

図7A



【 図 8 】

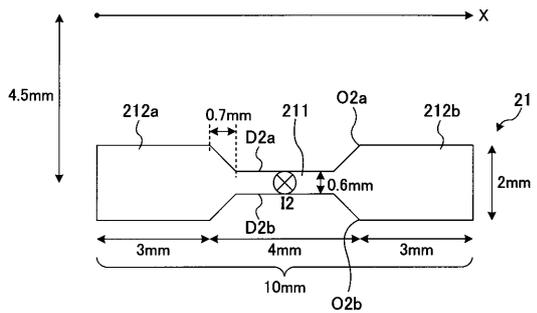
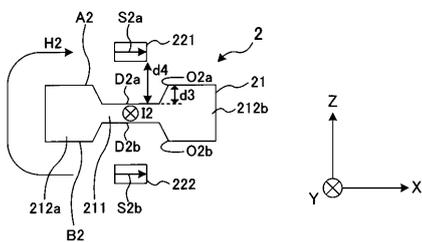
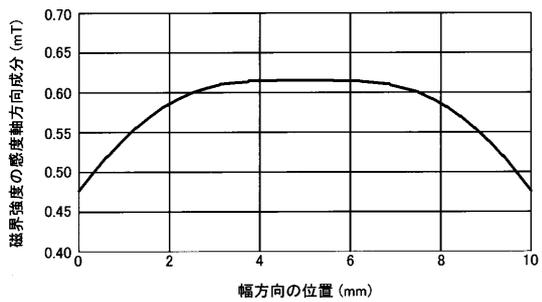


図7B



【 図 9 】



【図10】

図10A

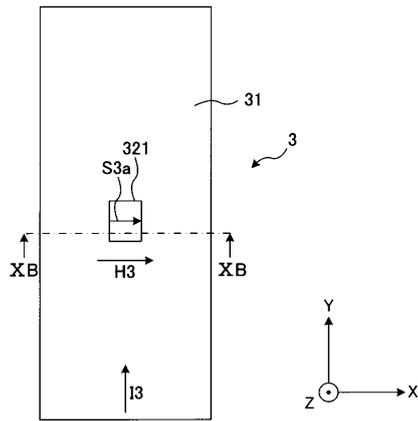
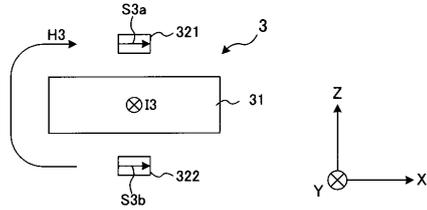
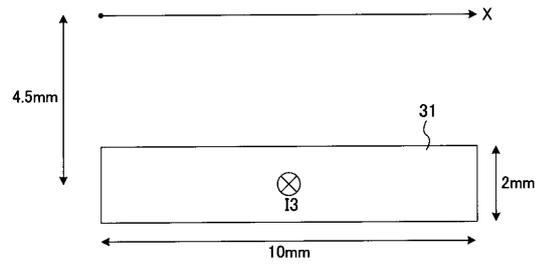


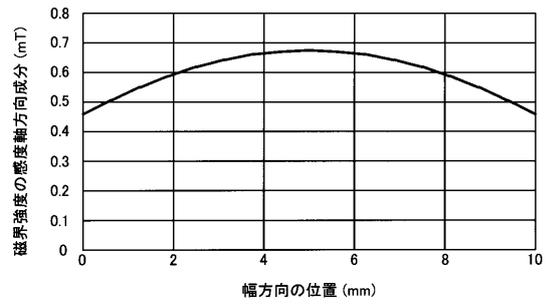
図10B



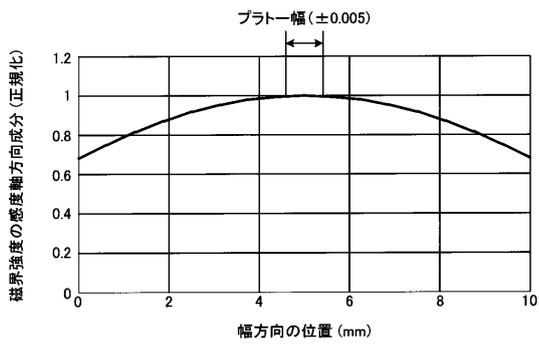
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 高橋 彰

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス・グリーンデバイス株式会社内

(72)発明者 野島 剛

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス・グリーンデバイス株式会社内

Fターム(参考) 2G025 AA04 AB02