

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5121679号
(P5121679)

(45) 発行日 平成25年1月16日(2013.1.16)

(24) 登録日 平成24年11月2日(2012.11.2)

(51) Int.Cl. F I
GO 1 R 33/04 (2006.01) GO 1 R 33/04
GO 1 R 15/20 (2006.01) GO 1 R 15/02 B

請求項の数 3 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2008-306258 (P2008-306258)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成20年12月1日(2008.12.1)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2010-127889 (P2010-127889A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成22年6月10日(2010.6.10)	(74) 代理人	100101454
審査請求日	平成22年9月27日(2010.9.27)		弁理士 山田 卓二
		(74) 代理人	100081422
			弁理士 田中 光雄
		(74) 代理人	100100479
			弁理士 竹内 三喜夫
		(72) 発明者	渡邊 佳正
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内
		(72) 発明者	西浦 竜一
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フラックスゲート型磁気センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

磁性体からなる環状のコアであって、断面積 S1 を有する第1部分および、断面積 S1 より小さい断面積 S2 を有する第2部分を含むコアと、

コアの第1部分に巻回された励磁巻線と、

コアの第2部分に巻回された検出巻線とを備え、

前記コアは、複数の磁性部材を積層して構成され、

前記コアは、周方向に閉じたリング形状の第1磁性部材と、周方向に一部が開いたC字状の第2磁性部材とを含むことを特徴とするフラックスゲート型磁気センサ。

【請求項2】

第1磁性部材は、第2磁性部材より低い保磁力で、高い透磁率の磁気特性を有する磁性材料で形成されることを特徴とする請求項1記載のフラックスゲート型磁気センサ。

【請求項3】

前記コアを貫通する導体に流れる電流値が測定可能であることを特徴とする請求項1または2記載のフラックスゲート型磁気センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、微小磁界の検出が可能なフラックスゲート型磁気センサに関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、フラックスゲート型磁気センサは、磁気センサであるホール素子や磁気抵抗素子に比べ磁界検出感度が高く、地磁気等の微小磁界の検出に適しており、また、ホール素子や磁気抵抗素子に比べて温度依存性も優れている。このため、市販されているホール素子や磁気抵抗素子を利用した電流センサは、A（アンペア）オーダの電流検出用に幅広く利用されているのに対し、フラックスゲート型電流センサは、mA（ミリアンペア）オーダの電流検出に幅広く利用されているのが現状である。

【0003】

従来のフラックスゲート型電流センサは、フラックスゲート型磁気センサを応用したものであり、例えば、特許文献1の第2図に示されているように、高透磁率材からなる磁性体リングコアに励磁巻線及び検出巻線を巻回した構造であり、被測定電流が流れる導体をリングコア内に貫通させている。

10

【0004】

この動作原理に関して、励磁巻線に交流励磁電流を通電し、磁性体リングコアを周期的に磁気飽和させる。被測定電流値が零である場合、励磁電流により発生する磁界変化は、磁性体リングコアを構成する材料のB-H曲線の原点に関して対称となる。このとき検出巻線には、ファラデーの電磁誘導則に従って、検出巻線を巻回した磁性体リングコア内の磁束量の変化に伴って出力電圧が発生するため、磁性体リングコアが十分飽和した磁界領域においては、出力電圧が零となる。すなわち、B-H曲線が原点に関して対称曲線であり、ある一定周期で磁性体リングコアを励磁した場合、出力電圧が零である時間及び周期は一定間隔となり、その周期はB-H曲線の原点对称性から励磁周波数の2倍となる。

20

【0005】

一方、被測定電流値が零でない場合、励磁電流による発生する励磁磁界に加え、被測定電流が発生する磁界が重畳されるため、その磁界変化は、磁性体リングコアのB-H曲線の原点に関して非対称になる。そのため、ある一定周期の励磁磁界で磁性体リングコアを励磁したとしても、出力電圧が零である時間は一定間隔とならず、磁界の変化が正側もしくは負側に变化した際に異なってしまう。そこで、出力電圧が零である時間間隔の差分から、被測定電流値を求めることができる。こうしてフラックスゲート型電流センサは、被測定電流線と非接触で被測定電流値を計測することができる。

【0006】

さらに、近年では、フラックスゲート型電流センサの検出精度を向上させるために、検出巻線を鎖交する磁界変化に対し、励磁磁界の影響を除去もしくは相殺させるような構造、例えば特許文献2の図2に示されているように、励磁磁界と被測定電流が発生する磁界の向きを直交させた構造、あるいは特許文献3の図2に示されているように、2つの磁性体リングコアにそれぞれ逆向きの励磁磁界を印加し、検出巻線を一体巻回し差動化させた構造が提案されている。

30

【0007】

【特許文献1】実開昭59-92532号公報

【特許文献2】特開平6-194389号公報

【特許文献3】特開2001-228181号公報

【特許文献4】特開2004-257904号公報

【特許文献5】特開2004-184098号公報

【特許文献6】特開平6-74978号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

フラックスゲート型電流センサは、原理上、磁性体コアを磁気飽和させるために、励磁巻線に十分な励磁電流を通電させる必要があることから、消費電力の低減が課題となる。

【0009】

本発明の目的は、磁性体コアの形状の工夫により消費電力を低減できるフラックスゲ

40

50

ト型磁気センサを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するために、本発明に係るフラックスゲート型磁気センサは、磁性体からなる環状のコアであって、断面積 S_1 を有する第1部分および、断面積 S_1 より小さい断面積 S_2 を有する第2部分を含むコアと、

コアの第1部分に巻回された励磁巻線と、コアの第2部分に巻回された検出巻線とを備え、

前記コアは、複数の磁性部材を積層して構成され、

前記コアは、周方向に閉じたリング形状の第1磁性部材と、周方向に一部が開いたC字状の第2磁性部材とを含むことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、励磁電流により発生した磁界がコアの周方向に通過する際、断面積 S_2 を有する第2部分での磁束密度は、断面積 S_1 を有する第1部分より高くなるため、第2部分は第1部分よりも容易に磁気飽和に達する。その結果、コアの磁気飽和に必要な励磁電流を低減できるため、消費電力の低減化が図られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

20

実施の形態1.

図1は、本発明に係るフラックスゲート型磁気センサを動作させるための電氣的構成を示すブロック図である。測定装置101は、本発明に係る磁気センサを含む電流検出部102と、励磁回路10と、増幅器20と、フィルタ30などを備える。

【0013】

電流検出部102は、磁性体コア3と、コア3を励磁するための励磁巻線1と、コア3内の磁束変化を検出するための検出巻線2を含む。コア3は、環状に形成されており、電流センサとして用いる場合、測定対象である導体がコア3の内側を貫通するように配置され、導体に流れる電流によって生成される磁界を計測できる。

【0014】

30

励磁回路10は、周波数 f の交流電源を搭載しており、その出力は励磁巻線1に供給される。増幅器20は、検出巻線2からの検出信号を増幅する。フィルタ30は、増幅器20からの信号のうち周波数 $2f$ の成分を抽出する。フィルタ30の後段には、A/D変換器、波形アナライザ、測定値表示器などが接続されている。

【0015】

次に、動作を説明する。励磁回路10は、周波数 f の励磁電流を励磁巻線1に通電する。測定対象である導体の被測定電流値が零である場合、励磁電流により発生する磁界変化は、コア3を構成する材料のB-H曲線の原点に関して対称となる。このとき検出巻線2には、ファラデーの電磁誘導則に従って、検出巻線2を巻回した磁性体コア3内の磁束量の変化に伴って出力電圧が発生するため、コア3が十分飽和した磁界領域においては出力電圧が零となる。すなわち、B-H曲線が原点に関して対称曲線であり、ある一定周期でコア3を励磁した場合、出力電圧が零である時間及び周期は一定間隔となり、その周期はB-H曲線の原点对称性から励磁周波数の2倍となる。この出力電圧を増幅器20で増幅し、フィルタ30によって周波数 $2f$ 成分を抽出する。

40

【0016】

一方、測定対象である導体の被測定電流値が零でない場合、励磁電流による発生する励磁磁界に加え、被測定電流が発生する磁界が重畳されるため、その磁界変化は、コア3のB-H曲線の原点に関して非対称になる。そのため、ある一定周期の励磁磁界で磁性体コア3を励磁したとしても、出力電圧が零である時間は一定間隔とならず、磁界の変化が正側もしくは負側に变化した際に異なってしまう。そこで、波形アナライザを用いて、出力

50

電圧が零である時間間隔の差分から、被測定電流値を求めることができる。こうして測定対象の導体と非接触の状態で、導体の被測定電流値を計測することができる。

【 0 0 1 7 】

図 2 は、電流検出部 1 0 2 の構成の一例を示す斜視図である。磁気センサは、断面積 S_1 を有する第 1 部分 3 a および、断面積 S_1 より小さい断面積 S_2 ($S_2 < S_1$) を有する第 2 部分 3 b を含むコア 3 と、コア 3 の第 1 部分 3 a に巻回された励磁巻線 1 と、コア 3 の第 2 部分 3 b に巻回された検出巻線 2 などを備える。電流センサとして用いる場合、測定対象である導体 W がコア 3 の内側を貫通するように配置される。

【 0 0 1 8 】

コア 3 は、複数の磁性部材 4 , 5 を積層して構成することが好ましい。磁性部材 4 は、周方向に閉じたリング形状に形成される。磁性部材 5 は、周方向に一部が開いたギャップを有する C 字状に形成される。図 2 に示すように、磁性部材 4 の上面および下面に、2 つの磁性部材 5 をギャップ位置が互いに一致するように積み重ねたサンドイッチ構造を形成することにより、全体として単一の磁性体コアが得られる。ここで、磁性部材 4 , 5 の両方が積層した部分は、断面積 S_1 を有する第 1 部分 3 a に相当する。一方、磁性部材 4 だけの部分は、磁性部材 5 のギャップが存在し、断面積 S_2 を有する第 2 部分 3 b に相当する。

【 0 0 1 9 】

こうした構成において、励磁巻線 1 に励磁電流を通電して、コア 3 に励磁磁界を印加した場合、磁性部材 5 のギャップから空気中への漏れ磁束が若干生ずるものの、発生した磁束の大部分が断面積の小さい第 2 部分 3 b に集中するようになる。このとき、断面積 S_2 を有する第 2 部分 3 b での磁束密度は、断面積 S_1 を有する第 1 部分 3 a より高くなるため、第 2 部分 3 b は第 1 部分 3 a よりも容易に磁気飽和に達する。その結果、コア 3 の磁気飽和に必要な励磁電流を低減できるため、消費電力の低減化が図られる。

【 0 0 2 0 】

また、コア 3 を複数の磁性部材 4 , 5 を積層して構成することにより、高周波磁界が通過する際に渦電流の低減化が図られ、しかも、発熱によるエネルギー損失の低減、励磁電流の更なる高周波化も可能となり、幅広い周波数領域に対応した被測定電流の計測が可能となる。

【 0 0 2 1 】

図 3 (a) と図 3 (b) は、磁性部材 5 のギャップ形状の各種例を示す平面図である。図 3 (a) は、リング中心から半径方向に延びる 2 本の線で磁性部材 5 を切断したようなギャップ形状を示す。図 3 (b) は、リング中心から等距離の 2 本の平行線で磁性部材 5 を切断したようなギャップ形状を示す。何れのギャップ形状であっても、検出巻線 2 が位置する部分の磁束密度を増加させることができる。また、磁性部材 4 , 5 のサンドイッチ構造の順番、磁性部材の積層枚数、励磁巻線 1 の位置、検出巻線 2 の位置についても種々の構成が可能である。個々の磁性部材 4 , 5 は、単一の磁性体で形成してもよく、あるいは、さらに積層した磁性体で形成してもよい。

【 0 0 2 2 】

実施の形態 2 .

図 4 は、コア 3 の他の構成例を示す斜視図である。コア 3 は、リング形状の磁性部材 4 と、C 字状の磁性部材 5 とを 1 つずつ積層して構成される。磁性部材 4 , 5 の両方が積層した部分は、断面積 S_1 を有する第 1 部分 3 a に相当し、励磁巻線 1 が巻回される。一方、磁性部材 4 だけの部分は、磁性部材 5 のギャップが存在し、断面積 S_2 ($S_2 < S_1$) を有する第 2 部分 3 b に相当し、検出巻線 2 が巻回される。

【 0 0 2 3 】

こうした構成により、検出巻線 2 が位置する部分の磁束密度を増加させることができる。その結果、コア 3 の磁気飽和に必要な励磁電流を低減できるため、消費電力の低減化が図られる。

【 0 0 2 4 】

実施の形態 3 .

本実施形態では、図 2 または図 4 に示すコア 3 を構成する磁性部材 4 , 5 として、互いに異なる磁気特性を有する磁性材料を使用する。具体的には、リング形状の磁性部材 4 は、C 字状の磁性部材 5 より低い保磁力で、高い透磁率の磁気特性を有する磁性材料で形成している。

【 0 0 2 5 】

検出巻線 2 が巻回される磁性部材 4 として、低保磁力材料を用いることによって、交流磁気特性によるヒステリシス損失を低減でき、さらに、高透磁率材料を用いることによって、検出巻線 2 を巻回している部分の磁気飽和をより促進できる。その結果、被測定電流の検出精度の向上を図ることができる。また、コア 3 の一部のみに高磁気特性材料を用いることから、コストの低減も図ることができる。

10

【 0 0 2 6 】

実施の形態 4 .

図 5 は、コア 3 のさらに他の構成例を示す平面図である。コア 3 は、単一のリング状磁性部材 4 で形成され、例えば、ワイヤカット等を用いて、磁性部材 4 の一部が細くなるように切削加工を施している。これにより未加工部分は、断面積 S_1 を有する第 1 部分 3 a に相当し、励磁巻線 1 が巻回される。一方、切削加工した部分は、断面積 S_2 ($S_2 < S_1$) を有する第 2 部分 3 b に相当し、検出巻線 2 が巻回される。なお、図 5 では、磁性部材 4 の半径方向の厚みを減らすように加工した例を示したが、磁性部材 4 の母線方向 (紙面垂直方向) の厚みを減らすように加工してもよく、あるいは、両方向の厚みを減らすように加工してもよい。

20

【 0 0 2 7 】

こうした構成により、検出巻線 2 が位置する部分の磁束密度を増加させることができる。その結果、コア 3 の磁気飽和に必要な励磁電流を低減できるため、消費電力の低減化が図られる。

【 0 0 2 8 】

また、磁性部材 4 は、単一の磁性体で形成してもよく、あるいは、さらに積層した磁性体で形成してもよい。積層磁性体の採用により、高周波磁界が通過する際に渦電流の低減化が図られ、エネルギー損失の低減、励磁電流の高周波化が図られる。

【図面の簡単な説明】

30

【 0 0 2 9 】

【図 1】本発明に係るフラックスゲート型磁気センサを動作させるための電氣的構成を示すブロック図である。

【図 2】電流検出部 102 の構成の一例を示す斜視図である。

【図 3】磁性部材 5 のギャップ形状の各種例を示す平面図である。

【図 4】コア 3 の他の構成例を示す斜視図である。

【図 5】コア 3 のさらに他の構成例を示す平面図である。

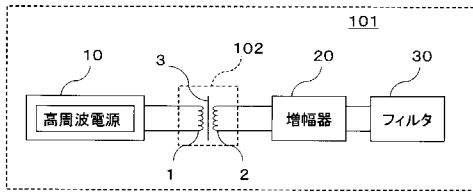
【符号の説明】

【 0 0 3 0 】

- 1 励磁巻線、 2 検出巻線、 3 コア、 4 , 5 磁性部材、
 10 励磁回路、 20 増幅器、 30 フィルタ、
 101 測定装置、 102 電流検出部、 W 導体。

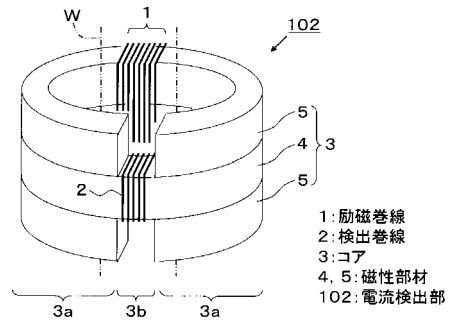
40

【図1】



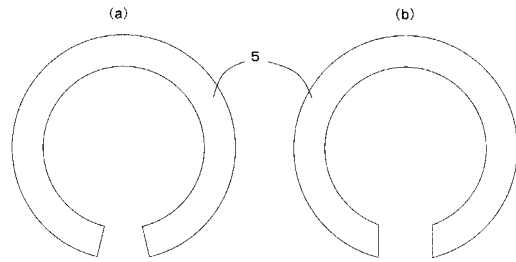
- 1: 励磁巻線 2: 検出巻線 3: コア
- 10: 励磁回路 20: 増幅器 30: フィルタ
- 101: 測定装置 102: 電流検出部

【図2】

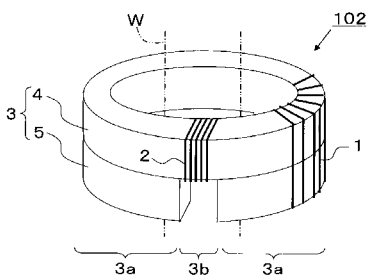


- 1: 励磁巻線
- 2: 検出巻線
- 3: コア
- 4, 5: 磁性部材
- 102: 電流検出部

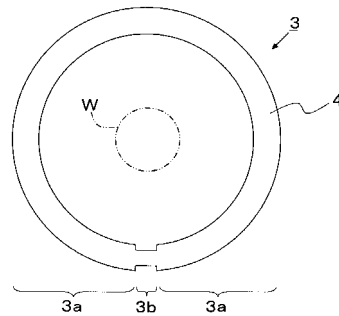
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (72)発明者 西沢 博志
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 仲嶋 一
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 森 貢
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 土本 雄二
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 菅藤 政明

- (56)参考文献 特公昭38-016943(JP, B1)
実開昭56-128592(JP, U)
特開平05-045383(JP, A)
特開2001-228181(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|---------|-----------|
| G 0 1 R | 3 3 / 0 4 |
| G 0 1 R | 1 5 / 2 0 |