

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 6 部門第 1 区分

【発行日】平成28年5月19日 (2016.5.19)

【公開番号】特開2013-217914(P2013-217914A)

【公開日】平成25年10月24日 (2013.10.24)

【年通号数】公開・登録公報2013-058

【出願番号】特願2013-48214(P2013-48214)

【国際特許分類】

G 0 1 R 15/18 (2006.01)

G 0 1 R 19/00 (2006.01)

H 0 1 F 38/40 (2006.01)

H 0 1 F 38/22 (2006.01)

【F I】

G 0 1 R 15/02 H

G 0 1 R 19/00 B

H 0 1 F 40/12

H 0 1 F 40/02

【手続補正書】

【提出日】平成28年3月23日 (2016.3.23)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

センサ素子と検出部とからなる電流センサであって、
前記センサ素子は、

磁性材料を環状に形成してなり、該環状に囲まれた検出領域を貫通する被検出信号の影響で変化する外部磁場に応じて外部磁場 0 を頂点に透磁率 μ が減少していくと共に、該透磁率 μ の変化を「外部磁場 - 透磁率 μ で規定される座標系」にプロットした場合における曲線の曲率が外部磁場の絶対値に応じて大きくなる、といった特性を有するコア部材と、

前記コア部材に巻回され、該コア部材を励磁する励磁コイルと、

前記コア部材に巻回され、前記被検出信号の検出に用いられる検出コイルと、を備え、
前記検出部は、

前記励磁コイルに基本波成分からなる励磁信号を通电した状態で、前記被検出信号が流れた場合に、その時点における前記コア部材の透磁率 μ に応じた成分として前記基本波成分に重畳される高調波成分を、前記検出コイルの出力信号に含まれる信号成分から抽出する成分抽出部と、

前記出力信号に含まれる高調波成分、および、該高調波成分が発生する場合における前記被検出信号の信号レベル、を対応づけた対応関係に基づいて、前記成分抽出部に抽出された高調波成分に対応する信号レベルを、その時点における前記被検出信号の信号レベルとして特定するレベル特定部と、

前記レベル特定部により特定された信号レベルを示す情報を外部へと出力する情報出力部と、を備えている

ことを特徴とする電流センサ。

【請求項 2】

前記センサ素子においては、

前記コア部材に巻回され、前記被検出信号の影響による外部磁場の变化を相殺させるためのキャンセル信号が通電されるキャンセルコイル、が備えられ、

前記キャンセルコイルに通電されるキャンセル信号の影響で外部磁場が変化することにより、前記検出コイルからの出力信号に重畳される高調波成分を変化させるように構成されており、

前記検出部には、

前記キャンセルコイルへのキャンセル信号の通電を制御するキャンセル制御部、が備えられ、

前記キャンセル制御部は、前記成分抽出部に抽出される高調波成分が小さくなるよう、前記キャンセル信号の信号レベルをフィードバック制御して、

前記レベル特定部は、前記キャンセル制御部によるフィードバック制御が開始された以降、前記成分抽出部に抽出される高調波成分が所定のしきい値未満となった際に、前記キャンセル信号の信号レベルに応じて相殺される前記高調波成分、および、該高調波成分が発生する場合における前記被検出信号の信号レベル、を対応づけた対応関係に基づいて、前記高調波成分がしきい値未満となる契機となったキャンセル信号の信号レベルにつき、該キャンセル信号の信号レベルに対応する信号レベルを、その時点における前記被検出信号の信号レベルとして特定する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の電流センサ。

【請求項 3】

前記センサ素子において、

前記コア部材は、それぞれ前記検出領域を貫通する方向に沿って配置された第 1, 第 2 コア部材からなり、

前記励磁コイルは、前記第 1, 第 2 コア部材それぞれに巻回された 2 つが直列接続され、一方に流れる信号と他方に流れる信号とが逆位相かつ同一信号レベルとなるように、巻回される回数および位置関係が定められており、

前記検出コイルは、前記第 1, 第 2 コア部材それぞれに巻回され、一方に流れる信号と他方に流れる信号とが同位相かつ同一信号レベルとなるように、巻回される回数および位置関係が定められた 2 つが直列接続されもの、または、前記第 1, 第 2 コア部材へとまとめて巻回されてなる 1 つのコイルであり、

前記検出部において、

前記成分抽出部は、直列接続された前記検出コイルからの出力信号そのものを前記高調波成分として抽出する

ことを特徴とする請求項 2 に記載の電流センサ。

【請求項 4】

前記センサ素子において、

前記検出コイルは、前記第 1, 第 2 コア部材それぞれに巻回された 2 つが直列接続され、一方に流れる信号と他方に流れる信号とが同位相かつ同一信号レベルとなるように、巻回される回数および位置関係が定められており、

前記キャンセルコイルは、前記第 1, 第 2 コア部材それぞれに巻回された 2 つが直列接続され、一方に流れる信号と他方に流れる信号とが同位相かつ同一信号レベルとなるように、巻回される回数および位置関係が定められている

ことを特徴とする請求項 3 に記載の電流センサ。

【請求項 5】

前記センサ素子において、

前記検出コイルは、前記第 1, 第 2 コア部材それぞれに巻回された 2 つが直列接続され、一方に流れる信号と他方に流れる信号とが同位相かつ同一信号レベルとなるように、巻回される回数および位置関係が定められており、

前記キャンセルコイルは、前記第 1, 第 2 コア部材へとまとめて巻回されてなる 1 つのコイルである

ことを特徴とする請求項 3 に記載の電流センサ。

【請求項 6】

前記センサ素子において、

前記検出コイルは、前記第 1, 第 2 コア部材へとまとめて巻回されてなる 1 つのコイルであり、

前記キャンセルコイルは、前記第 1, 第 2 コア部材それぞれに巻回された 2 つが直列接続され、一方に流れる信号と他方に流れる信号とが同位相かつ同一信号レベルとなるように、巻回される回数および位置関係が定められている

ことを特徴とする請求項 3 に記載の電流センサ。

【請求項 7】

前記センサ素子において、

前記検出コイルは、前記第 1, 第 2 コア部材へとまとめて巻回されてなる 1 つのコイルであり、

前記キャンセルコイルは、前記第 1, 第 2 コア部材へとまとめて巻回されてなる 1 つのコイルである

ことを特徴とする請求項 3 に記載の電流センサ。

【請求項 8】

前記センサ素子において、

前記検出コイルの出力信号に基づいて、該出力信号の位相を 1 / 2 周期ズラしてなる変位信号を生成する変位生成部、が備えられており、

前記検出部において、

前記成分抽出部は、前記検出コイルからの出力信号と、前記変位生成部により生成された変位信号と、を重畳してなる信号を前記高調波成分として抽出する

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の電流センサ。

【請求項 9】

磁性材料を環状に形成してなり、該環状に囲まれた検出領域を貫通する被検出信号の影響で変化する外部磁場に応じて外部磁場 0 を頂点に透磁率 μ が減少していくと共に、該透磁率 μ の変化を「外部磁場 - 透磁率 μ で規定される座標系」にプロットした場合における曲線の曲率が外部磁場の絶対値に応じて大きくなる、といった特性を有するコア部材と、

前記コア部材に巻回され、該コア部材を励磁する励磁コイルと、

前記コア部材に巻回され、前記被検出信号の検出に用いられる検出コイルと、を備え、

前記励磁コイルに基本波成分からなる励磁信号を通电した状態で、前記被検出信号が流れると、その時点における前記コア部材の透磁率 μ に応じた高調波成分が前記基本波成分に重畳された信号が、前記検出コイルから出力されるように構成されている

ことを特徴とするセンサ素子。

【請求項 10】

前記センサ素子においては、

前記コア部材に巻回され、前記被検出信号の影響による外部磁場の変化を相殺させるためのキャンセル信号が通电されるキャンセルコイル、が備えられ、

前記キャンセルコイルに通电されるキャンセル信号の影響で外部磁場が変化することにより、前記検出コイルからの出力信号に重畳された高調波成分が変化するように構成されている

ことを特徴とする請求項 9 に記載のセンサ素子。

【請求項 11】

請求項 1 ~ 8 に記載のセンサ素子と接続される制御装置であって、

前記検出コイルの出力信号から、該出力信号に含まれる信号成分のうち、前記基本波成分に重畳されている高調波成分を抽出する成分抽出部と、

前記出力信号に含まれる高調波成分、および、該高調波成分が発生する場合における前記被検出信号の信号レベル、を対応づけた対応関係に基づいて、前記成分抽出部に抽出された高調波成分に対応する信号レベルを、その時点における前記被検出信号の信号レベルとして特定するレベル特定部と、

前記レベル特定部により特定された信号レベルを示す情報を外部へと出力する情報出力部と、

を備えている

ことを特徴とする制御装置。

【請求項 1 2】

前記センサ素子が、前記コア部材に巻回され、前記被検出信号の影響による外部磁場の変化を相殺させるためのキャンセル信号が通電されるキャンセルコイル、を備え、前記キャンセルコイルに通電されるキャンセル信号の影響で外部磁場が変化することにより、前記検出コイルからの出力信号に重畳された高調波成分を変化させるように構成されている場合において、

前記キャンセルコイルへのキャンセル信号の通電を制御するキャンセル制御部、が備えられ、

前記キャンセル制御部は、前記成分抽出部に抽出される高調波成分が小さくなるよう、前記キャンセル信号の信号レベルをフィードバック制御して、

前記レベル特定部は、前記キャンセル制御部によるフィードバック制御が開始された以降、前記成分抽出部に抽出される高調波成分が所定のしきい値未満となった際に、前記キャンセル信号の信号レベルに応じて相殺される前記高調波成分、および、該高調波成分が発生する場合における前記被検出信号の信号レベル、を対応づけた対応関係に基づいて、前記高調波成分がしきい値未満となる契機となったキャンセル信号の信号レベルにつき、該キャンセル信号の信号レベルに対応する信号レベルを、その時点における前記被検出信号の信号レベルとして特定する

ことを特徴とする請求項 1 1 に記載の制御装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 0 7】

上記課題を解決するため第 1 局面は、センサ素子と検出部とからなる電流センサであって、前記センサ素子は、磁性材料を環状に形成してなり、該環状に囲まれた検出領域を貫通する被検出信号の影響で変化する外部磁場に応じて外部磁場 0 を頂点に透磁率 μ が減少していくと共に、該透磁率 μ の変化を「外部磁場 - 透磁率 μ で規定される座標系」にプロットした場合における曲線の曲率が外部磁場の絶対値に応じて大きくなる、といった特性を有するコア部材と、前記コア部材に巻回され、該コア部材を励磁する励磁コイルと、前記コア部材に巻回され、前記被検出信号の検出に用いられる検出コイルと、を備え、前記励磁コイルに基本波成分からなる励磁信号を通電した状態で、前記被検出信号が流れると、その時点における前記コア部材の透磁率 μ に応じた高調波成分が前記基本波成分に重畳された信号が、前記検出コイルから出力されるように構成されている。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 3】

また、上記局面において、検出信号から高調波成分を抽出するための具体的な構成は特に限定されないが、例えば、以下に示す第 2 ~ 第 4 局面のようになすことが考えられる。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

第2局面のうち、前記センサ素子において、前記コア部材は、それぞれ前記検出領域を貫通する方向に沿って配置された第1,第2コア部材からなり、前記励磁コイルは、前記第1,第2コア部材それぞれに巻回された2つが直列接続され、一方に流れる信号と他方に流れる信号とが逆位相かつ同一信号レベルとなるように、巻回される回数および位置関係が定められており、前記検出コイルは、前記第1,第2コア部材それぞれに巻回された2つが直列接続され、一方に流れる信号と他方に流れる信号とが同位相かつ同一信号レベルとなるように、巻回される回数および位置関係が定められている。そして、前記検出部において、前記成分抽出部は、直列接続された前記検出コイルからの出力信号そのものを前記高調波成分として抽出する。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0016】

これにより、直列接続された一組の検出コイルからの出力信号そのものを高調波成分として抽出し、ここから被検出信号の信号レベルを特定することができる。

また、第3局面のうち、前記センサ素子において、前記コア部材は、それぞれ前記検出領域を貫通する方向に沿って配置された第1,第2コア部材からなり、前記励磁コイルは、前記第1,第2コア部材それぞれに巻回された2つが直列接続され、一方に流れる信号と他方に流れる信号とが逆位相かつ同一信号レベルとなるように、巻回される回数および位置関係が定められており、前記検出コイルは、前記第1,第2コア部材へとまとめて巻回されてなる1つのコイルである。そして、前記検出部において、前記成分抽出部は、前記検出コイルからの出力信号そのものを前記高調波成分として抽出する。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0018】

これにより、直列接続された一組の検出コイルからの出力信号そのものを高調波成分として抽出し、ここから被検出信号の信号レベルを特定することができる。

そして、第4局面のうち、前記センサ素子において、前記検出コイルの出力信号に基づいて、該出力信号の位相を1/2周期ズラしてなる変位信号を生成する変位生成部、が備えられており、前記検出部において、前記成分抽出部は、前記検出コイルからの出力信号と、前記変位生成部により生成された変位信号と、を重畳してなる信号を前記高調波成分として抽出する。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0022】

例えば、温度環境の影響が透磁率 μ に起因するものであることに照らすと、この透磁率 μ の影響を受けないようにすることが考えられ、そのための具体的な構成としては、例えば、以下に示す第5局面のようにすることが考えられる。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 2 8

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 2 8 】

なお、この第 5 局面においては、上述した局面のように、コア部材を、それぞれ前記検出領域を貫通する方向に沿って配置された第 1, 第 2 コア部材からなるものとした場合、以下に示す第 6 ~ 9 局面のように、キャンセルコイルをコア部材に巻回するようにするとよい。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 2 9

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 2 9 】

第 6 局面のうち、前記センサ素子において、前記励磁コイルは、前記第 1, 第 2 コア部材それぞれに巻回された 2 つが直列接続され、一方に流れる信号と他方に流れる信号とが逆位相かつ同一信号レベルとなるように、巻回される回数および位置関係が定められており、前記検出コイルは、前記第 1, 第 2 コア部材それぞれに巻回された 2 つが直列接続され、一方に流れる信号と他方に流れる信号とが同位相かつ同一信号レベルとなるように、巻回される回数および位置関係が定められている。

【手続補正 10】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 3 1

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 3 1 】

また、第 7 局面のうち、前記センサ素子において、前記励磁コイルは、前記第 1, 第 2 コア部材それぞれに巻回された 2 つが直列接続され、一方に流れる信号と他方に流れる信号とが逆位相かつ同一信号レベルとなるように、巻回される回数および位置関係が定められており、前記検出コイルは、前記第 1, 第 2 コア部材それぞれに巻回された 2 つが直列接続され、一方に流れる信号と他方に流れる信号とが同位相かつ同一信号レベルとなるように、巻回される回数および位置関係が定められている。そして、前記検出部において、前記成分抽出部は、直列接続された前記検出コイルからの出力信号そのものを前記高調波成分として抽出する。さらに、前記センサ素子において、前記キャンセルコイルは、前記第 1, 第 2 コア部材へとまとめて巻回されてなる 1 つのコイルである。

【手続補正 11】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 3 2

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 3 2 】

また、第 8 局面のうち、前記センサ素子において、前記励磁コイルは、前記第 1, 第 2 コア部材それぞれに巻回された 2 つが直列接続され、一方に流れる信号と他方に流れる信号とが逆位相かつ同一信号レベルとなるように、巻回される回数および位置関係が定められており、前記検出コイルは、前記第 1, 第 2 コア部材へとまとめて巻回されてなる 1 つのコイルである。そして、前記検出部において、前記成分抽出部は、直列接続された前記検出コイルからの出力信号そのものを前記高調波成分として抽出する。さらに、前記センサ素子において、前記キャンセルコイルは、前記第 1, 第 2 コア部材それぞれに巻回された 2 つが直列接続され、一方に流れる信号と他方に流れる信号とが同位相かつ同一信号レベルとなるように、巻回される回数および位置関係が定められている。

【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 3】

そして、第 9 局面のうち、前記センサ素子において、前記励磁コイルは、前記第 1, 第 2 コア部材それぞれに巻回された 2 つが直列接続され、一方に流れる信号と他方に流れる信号とが逆位相かつ同一信号レベルとなるように、巻回される回数および位置関係が定められており、前記検出コイルは、前記第 1, 第 2 コア部材へとまとめて巻回されてなる 1 つのコイルである。そして、前記検出部において、前記成分抽出部は、直列接続された前記検出コイルからの出力信号そのものを前記高調波成分として抽出する。さらに、前記センサ素子において、前記キャンセルコイルは、前記第 1, 第 2 コア部材へとまとめて巻回されてなる 1 つのコイルである。

【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 4】

これら局面であれば、第 1, 第 2 コア部材それぞれを介して、キャンセル信号により外部磁場を変化させることができる。

また、上記課題を解決するため第 1 0 局面に係るセンサ素子は、磁性材料を環状に形成してなり、該環状に囲まれた検出領域を貫通する被検出信号の影響で変化する外部磁場に応じて外部磁場 0 を頂点に透磁率 μ が減少していくと共に、該透磁率 μ の変化を「外部磁場 - 透磁率 μ で規定される座標系」にプロットした場合における曲線の曲率が外部磁場の絶対値に応じて大きくなる、といった特性を有するコア部材と、前記コア部材に巻回され、該コア部材を励磁する励磁コイルと、前記コア部材に巻回され、前記被検出信号の検出に用いられる検出コイルと、を備え、前記励磁コイルに基本波成分からなる励磁信号を通電した状態で、前記被検出信号が流れると、その時点における前記コア部材の透磁率 μ に応じた高調波成分が前記基本波成分に重畳された信号が、前記検出コイルから出力されるように構成されている。

【手続補正 1 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 5】

このセンサ素子であれば、上記いずれかの局面に係る電流センサの一部を構成することができる。

この局面のうち、前記センサ素子においては、前記コア部材に巻回され、前記被検出信号の影響による外部磁場の変化を相殺させるためのキャンセル信号が通電されるキャンセルコイル、が備えられ、前記キャンセルコイルに通電されるキャンセル信号の影響で外部磁場が変化することにより、前記検出コイルからの出力信号に重畳された高調波成分が変化する、といった第 1 1 局面を採用してもよい。

【手続補正 1 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 3 6 】

また、上記課題を解決するため第 1 2 局面に係る制御装置は、上記第 1 ～ 第 9 のいずれかの構成に係るセンサ素子と接続される制御装置であって、前記検出コイルの出力信号から、該出力信号に含まれる信号成分のうち、前記基本波成分に重畳されている高調波成分を抽出する成分抽出部と、前記出力信号に含まれる高調波成分、および、該高調波成分が発生する場合における前記被検出信号の信号レベル、を対応づけた対応関係に基づいて、前記成分抽出部に抽出された高調波成分に対応する信号レベルを、その時点における前記被検出信号の信号レベルとして特定するレベル特定部と、前記レベル特定部により特定された信号レベルを示す情報を外部へと出力する情報出力部と、を備えている。

【 手続補正 1 6 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 3 7

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 0 0 3 7 】

このセンサ素子であれば、上記第 1 ～ 第 9 のいずれかの局面に係る電流センサの一部を構成することができる。

この局面のうち、前記センサ素子が、前記コア部材に巻回され、前記被検出信号の影響による外部磁場の変化を相殺させるためのキャンセル信号が通電されるキャンセルコイル、を備え、前記キャンセルコイルに通電されるキャンセル信号の影響で外部磁場が変化することにより、前記検出コイルからの出力信号に重畳された高調波成分を変化させるように構成されている場合には、以下に示す第 1 3 局面のようにするとよい。