

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5000585号  
(P5000585)

(45) 発行日 平成24年8月15日(2012.8.15)

(24) 登録日 平成24年5月25日(2012.5.25)

| (51) Int.Cl.  |              | F I              |                |
|---------------|--------------|------------------|----------------|
| <b>GO 1 R</b> | <b>19/00</b> | <b>(2006.01)</b> | GO 1 R 19/00 B |
| <b>GO 1 R</b> | <b>15/20</b> | <b>(2006.01)</b> | GO 1 R 15/02 A |
| <b>GO 1 R</b> | <b>19/04</b> | <b>(2006.01)</b> | GO 1 R 19/04 Z |
| <b>HO 1 L</b> | <b>43/06</b> | <b>(2006.01)</b> | HO 1 L 43/06 A |

請求項の数 3 (全 10 頁)

|           |                               |           |                     |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2008-132010 (P2008-132010)  | (73) 特許権者 | 000005326           |
| (22) 出願日  | 平成20年5月20日 (2008.5.20)        |           | 本田技研工業株式会社          |
| (65) 公開番号 | 特開2009-281772 (P2009-281772A) |           | 東京都港区南青山二丁目1番1号     |
| (43) 公開日  | 平成21年12月3日 (2009.12.3)        | (74) 代理人  | 100106002           |
| 審査請求日     | 平成22年11月26日 (2010.11.26)      |           | 弁理士 正林 真之           |
|           |                               | (74) 代理人  | 100120891           |
|           |                               |           | 弁理士 林 一好            |
|           |                               | (72) 発明者  | 篠塚 典之               |
|           |                               |           | 栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6-1 ホンダ |
|           |                               |           | エンジニアリング株式会社内       |
|           |                               | (72) 発明者  | 佐々木 修               |
|           |                               |           | 栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6-1 ホンダ |
|           |                               |           | エンジニアリング株式会社内       |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電流センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1ホール素子および第2ホール素子を用いた電流センサであって、  
前記第1ホール素子から出力される第1センサ信号のゲインに、前記第2ホール素子から出力される第2センサ信号のゲインが一致するように、前記第2センサ信号のゲインを調整するゲイン調整手段と、

前記第2ホール素子に供給する電源の極性を切り換えるチョッピング制御を行い、前記ゲインを調整した第2センサ信号および極性が反転されてかつゲインを調整した反転第2センサ信号に基づいて、第2センサ信号のオフセット量を検出する第2センサ信号オフセット検出手段と、

前記第2センサ信号から前記オフセット量を除去する第2センサ信号オフセット除去手段と、

前記オフセット量が除去された第2センサ信号に基づいて、前記第1センサ信号のオフセット量を検出する第1センサ信号オフセット検出手段と、

前記第1センサ信号から前記オフセット量を除去する第1センサ信号オフセット除去手段と、を備えることを特徴とする電流センサ。

【請求項2】

請求項1に記載の電流センサにおいて、

前記第1センサ信号および前記第2センサ信号のそれぞれの最大値および最小値を検出するピーク検出手段を備え、

前記ゲイン調整手段は、前記ピーク検出手段で検出した最大値および最小値に基づいて、それぞれのゲインを求めることを特徴とする電流センサ。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の電流センサにおいて、

前記各オフセット検出手段と前記各オフセット除去手段との間に設けられ、前記各オフセット検出手段で検出したオフセット量をラッチするサンプルアンドホールド回路を備えることを特徴とする電流センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、第 1 ホール素子および第 2 ホール素子を用いた電流センサに関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、ホール素子を利用した電流センサを用いて、各種電気機器のライン電流の電流値を検出することが行われている。

この電流センサでは、具体的には、ギャップを有するコアを用意し、測定対象となるライン電流がコアの中心軸上を通過するように配置する。そして、ギャップの間にホール素子を配置し、このホール素子に制御電流を流す。

この電流センサによれば、ライン電流に比例して発生する磁力は、コアで収束されて、ホール素子を通過する。すると、このホール素子は、磁力を電圧に変換して、検出信号として出力する。

【0003】

ところで、以上の電流センサを構成するホール素子には、部品較差、固体差等に伴う固有のオフセット電圧が存在する。

【0004】

そこで、ホール素子のオフセット電圧を予め測定しておき、この測定結果に基づいてオフセット電圧を除去する手法がある。この手法によれば、応答性を維持しつつオフセット電圧を除去できるが、このオフセット電圧は、周囲温度の変化や時間の経過に伴って変化するという特性があるため、一度設定したオフセット電圧のレベルが変化する場合があった。

【0005】

この問題を解決するため、ホール素子に流す制御電流の極性を切り換えるチョッピング制御を行って、出力された電流検出信号の差分値を求めることにより、ホール素子のオフセット電圧を除去する手法が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

この手法によれば、周囲温度の変化や時間の経過などによりオフセット電圧のレベルが変化しても、このオフセット電圧を動的に除去できる。

【特許文献 1】特開 2005 - 300303 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献 1 に示された手法では、電流の極性を切り換えるための時間や出力信号が安定するまでの時間、演算に必要な時間等が制約となり、チョッピング周波数を上げることに限界があった。よって、応答性が低くなる、という問題があった。

【0007】

本発明は、オフセットを動的に除去できかつ応答性が高い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】

【0008】

本発明の電流センサ（例えば、後述の電流センサ 1）は、第 1 ホール素子（例えば、後述の第 1 ホール素子 1 1）および第 2 ホール素子（例えば、後述の第 2 ホール素子 2 1）

10

20

30

40

50

を用いた電流センサであって、前記第1ホール素子から出力される第1センサ信号のゲインに、前記第2ホール素子から出力される第2センサ信号のゲインが一致するように、前記第2センサ信号のゲインを調整するゲイン調整手段（例えば、後述の補正值演算回路33および波形修正回路34）と、前記第2ホール素子に供給する電源の極性を切り換えるチョッピング制御を行い、前記ゲインを調整した第2センサ信号および極性が反転されてかつゲインを調整した反転第2センサ信号に基づいて、第2センサ信号のオフセット量を検出する第2センサ信号オフセット検出手段（例えば、後述の第2センサ信号オフセット検出回路35およびシーケンス制御回路41）と、前記第2センサ信号から前記オフセット量を除去する第2センサ信号オフセット除去手段（例えば、後述の減算器37）と、前記オフセット量が除去された第2センサ信号に基づいて、前記第1センサ信号のオフセット量を検出する第1センサ信号オフセット検出手段（例えば、後述の第1センサ信号オフセット検出回路38）と、前記第1センサ信号から前記オフセット量を除去する第1センサ信号オフセット除去手段（例えば、後述の減算器40）と、を備えることを特徴とする。

10

**【0009】**

この場合、前記第1センサ信号および前記第2センサ信号のそれぞれの最大値および最小値を検出するピーク検出手段（例えば、後述の第1ピーク検出回路31および第2ピーク検出回路32）を備え、前記ゲイン調整手段は、前記ピーク検出手段で検出した最大値および最小値に基づいて、それぞれのゲインを求めることが好ましい。

**【0010】**

20

この場合、前記各オフセット検出手段と前記各オフセット除去手段との間に設けられ、前記各オフセット検出手段で検出したオフセット量をラッチするサンプルアンドホールド回路（例えば、後述のサンプルアンドホールド回路36、39）を備えることが好ましい。

**【0011】**

この発明によれば、以下の手順で、第1ホール素子の出力信号のオフセットを除去する。

まず、ゲイン調整手段により、第1ホール素子から出力される第1センサ信号のゲインに、第2ホール素子から出力される第2センサ信号のゲインが一致するように、第2センサ信号のゲインを調整する。

30

次に、第2センサ信号オフセット検出手段により、第2ホール素子をチョッピング制御して、ゲインを調整した第2センサ信号および極性が反転されてかつゲインを調整した反転第2センサ信号に基づいて、第2センサ信号のオフセット量を検出する。

次に、第2センサ信号オフセット除去手段により、第2センサ信号からオフセット量を除去する。

次に、第1センサ信号オフセット検出手段により、オフセット量が除去された第2センサ信号に基づいて、第1センサ信号のオフセット量を検出する。

次に、第1センサ信号オフセット除去手段により、第1センサ信号からオフセット量を除去する。

**【0012】**

40

これにより、電流値を検出する第1ホール素子をチョッピング制御しないため、応答性が高くなる。また、オフセット量が変化しても、このオフセット量の変化に追従して、動的にオフセットを除去できる。

さらに、修正値を用いるので、第1ホール素子の特性と第2ホール素子の特性とが異なっても、精度良くオフセットを除去できる。

**【0013】**

また、オフセット量を検出している期間、第2ホール素子からの出力信号の極性を反転させるため、オフセット量の出力が途切れてしまう。

そこで、この発明によれば、オフセット検出手段とオフセット除去手段との間にサンプルアンドホールド回路を設けた。これにより、オフセット量を途切れることなく連続して

50

出力できる。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、電流値を検出する第1ホール素子をチョッピング制御しないため、応答性が高くなる。また、オフセット量の変化しても、このオフセット量の変化に追従して、動的にオフセットを除去できる。さらに、修正値を用いるので、第1ホール素子の特性と第2ホール素子の特性とが異なっても、精度良くオフセットを除去できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、本発明の一実施形態について説明する。

10

図1は、本発明の一実施形態に係る電流センサ1の信号処理回路の構成を示す図である。

電流センサ1は、第1ホール素子回路10、第2ホール素子回路20、ピーク検出手段としての第1ピーク検出回路31、ピーク検出手段としての第2ピーク検出回路32、ゲイン調整手段としての補正值演算回路33、ゲイン調整手段としての波形修正回路34、第2センサ信号オフセット検出手段としての第2センサ信号オフセット検出回路35、サンプルアンドホールド回路36、第2センサ信号オフセット除去手段としての減算器37、第1センサ信号オフセット検出手段としての第1センサ信号オフセット検出回路38、サンプルアンドホールド回路39、第1センサ信号オフセット除去手段としての減算器40、および、これらを制御する第2センサ信号オフセット検出手段としてのシーケンス制御回路41を備える。

20

【0016】

第1ホール素子回路10は、磁気を電気信号に変換して出力する回路である。この出力信号には、オフセットが含まれる。

この第1ホール素子回路10は、第1ホール素子11および差動増幅器12を備える。

【0017】

差動増幅器12は、入力される2つの信号の差分を増幅して出力するものである。ここで、この差動増幅器12のゲインは、適切な値に設定されているものとする。

【0018】

第1ホール素子11は、磁気を電気信号に変換する略十字形状の素子であり、相対向して設けられたホール端子11a、11bと、これら11a、11bの配置方向とは交差する方向に相対向して設けられたホール端子11c、11dと、を備える。

30

ホール端子11aは、定電流源13に接続され、ホール端子11bは、グランドに接続され、ホール端子11cは、差動増幅器12の正端子に接続され、ホール端子11dは、差動増幅器12の負端子に接続される。

【0019】

第2ホール素子回路20は、磁気を電気信号に変換して出力する回路である。この出力信号には、オフセットが含まれている。

この第2ホール素子回路20は、第2ホール素子21、スイッチ回路網22、および差動増幅器23を備える。

40

【0020】

差動増幅器23は、入力される2つの信号の差分を増幅して出力するものである。ここで、この差動増幅器23のゲインは、適切な値に設定されているものとする。

【0021】

第2ホール素子21は、磁気を電気信号に変換する略十字形状の素子であり、相対向して設けられたホール端子21a、21bと、これら21a、21bの配置方向とは交差する方向に相対向して設けられたホール端子21c、21dと、を備える。

【0022】

スイッチ回路網22は、4つの切り換えスイッチSa、Sb、Sc、Sdからなる。スイッチSaは、ホール端子21aを、定電流源24または差動増幅器23の正端子に接続

50

する。スイッチ S b は、ホール端子 2 1 b を、グランドまたは差動増幅器 2 3 の負端子に接続する。スイッチ S c は、ホール端子 2 1 c を、定電流源 2 4 または差動増幅器 2 3 の正端子に接続する。スイッチ S d は、ホール端子 2 1 d を、グランドまたは差動増幅器 2 3 の負端子に接続する。

【 0 0 2 3 】

スイッチ回路網 2 2 では、スイッチ S a、S d、S b、S c を制御して、ホール端子 2 1 a を定電流源 2 4 に接続し、ホール端子 2 1 b をグランドに接続し、ホール端子 2 1 c を差動増幅器 2 3 の正端子に接続し、ホール端子 2 1 d を差動増幅器 2 3 の負端子に接続した状態と、ホール端子 2 1 a を差動増幅器 2 3 の正端子に接続し、ホール端子 2 1 b を差動増幅器 2 3 の負端子に接続し、ホール端子 2 1 c を定電流源 2 4 に接続し、ホール端子 2 1 d をグランドに接続した状態と、を切り換え可能となっている。

10

【 0 0 2 4 】

以上の第 2 ホール素子回路 2 0 によれば、スイッチ回路網 2 2 を制御することにより、定電流源 2 4 から第 2 ホール素子 2 1 に供給する電流の極性を切り換えて、出力信号の極性を反転できる。

【 0 0 2 5 】

第 1 ピーク検出回路 3 1 は、シーケンス制御回路 4 1 から初期化信号が入力されると、その後の一定期間に亘って、第 1 ホール素子回路 1 0 の出力信号の最大値および最小値を検出する。

第 2 ピーク検出回路 3 2 は、シーケンス制御回路 4 1 から初期化信号が入力されると、その後の一定期間に亘って、第 2 ホール素子回路 2 0 の出力信号の最大値および最小値を検出する。

20

【 0 0 2 6 】

補正值演算回路 3 3 は、第 1 ピーク検出回路 3 1 および第 2 ピーク検出回路 3 2 で検出した出力信号の最大値および最小値に基づいて、第 1 ホール素子回路 1 0 の第 1 センサ信号としての出力信号のゲインおよび第 2 ホール素子回路 2 0 の第 2 センサ信号としての出力信号のゲインを求める。そして、第 1 ホール素子回路 1 0 の出力信号のゲインに、第 2 ホール素子回路 2 0 の出力信号のゲインが一致するように、第 2 ホール素子回路 2 0 の出力信号のゲインを修正するための修正値を求める。

【 0 0 2 7 】

波形修正回路 3 4 は、第 2 ホール素子回路 2 0 からの出力信号を修正値に基づいて修正する。

30

【 0 0 2 8 】

第 2 センサ信号オフセット検出回路 3 5 は、入力される 2 つの信号に基づいて、オフセット量を求める。具体的には、修正した信号と、極性が反転されてかつ修正した反転第 2 センサ信号と、の平均値を求めることで、第 2 センサ信号のオフセット量を検出する。

サンプルアンドホールド回路 3 6 は、入力信号を所定のサンプリング周波数でサンプリングし、サンプリングした値を一時的に保持する回路である。具体的には、オフセット検出回路 3 5 で検出したオフセットをラッチする。

減算器 3 7 は、第 2 ホール素子回路 2 0 から出力されてゲインを修正した信号から、オフセットを除去する。

40

【 0 0 2 9 】

第 1 センサ信号オフセット検出回路 3 8 は、入力される 2 つの信号に基づいて、オフセット量を求める。具体的には、入力される 2 つの信号の差分を求めて、オフセット量とする。

サンプルアンドホールド回路 3 9 は、入力信号を所定のサンプリング周波数でサンプリングし、サンプリングした値を一時的に保持する回路である。具体的には、第 1 センサ信号オフセット検出回路 3 8 で検出したオフセットをラッチする。

減算器 4 0 は、第 1 ホール素子回路 1 0 の出力信号からオフセットを除去する。

【 0 0 3 0 】

50

以上の電流センサ1の動作を、図2のフローチャートを参照しながら説明する。

まず、第1ホール素子回路10から信号 $Sig(HE1)$ が出力され、第2ホール素子回路20から信号 $Sig(HE2)$ が出力されているものとする。これら信号 $Sig(HE1)$ および信号 $Sig(HE2)$ は、同時に得られる信号であるため、印加磁界に対する位相の変化が同じになっている。

【0031】

ステップS1では、シーケンス制御回路41により第1ピーク検出回路31を初期化し、その後、この第1ピーク検出回路31により、図3に示すように、第1ホール素子回路10から出力される信号 $Sig(HE1)$ の最大値および最小値を検出し、次回更新されるまでこれらの値を保持する。

10

ステップS2では、シーケンス制御回路41により第2ピーク検出回路32を初期化し、その後、この第2ピーク検出回路32により、図3に示すように、第2ホール素子回路20から出力される信号 $Sig(HE2)$ の最大値および最小値を検出し、次回更新されるまでこれらの値を保持する。

【0032】

ステップS3では、補正值演算回路33により、信号 $Sig(HE1)$ と信号 $Sig(HE2)$ とのゲインのずれ量を修正値として求める。

具体的には、第1ピーク検出回路31および第2ピーク検出回路32から出力される最大値および最小値に基づいて、図4に示すように、ゲインのずれ量を修正値として求めて、次回更新されるまでこれらの値を保持する。

20

【0033】

ステップS4では、波形修正回路34により、修正値に基づいて、信号 $Sig(HE2)$ の波形を修正する。すると、この信号 $Sig(HE2)$ のゲインは信号 $Sig(HE1)$ のゲインに近似することになる。

ステップS5では、シーケンス制御回路41により、第2ホール素子回路20のスイッチ回路網22を所定の周波数で切り換えて、第2ホール素子21に供給する電源の極性を切り換えるチョッピング制御を開始し、信号 $Sig(HE2)$ と、波形の極性が反転した反転信号 $dSig(HE2)$ と、を第2ホール素子回路20から出力させる。すると、波形修正回路34により、これら信号 $Sig(HE2)$ および反転信号 $dSig(HE2)$ の波形が修正値に基づいて修正される。

30

【0034】

ステップS6では、第2センサ信号オフセット検出回路35により、修正した信号 $Sig(HE2)$ と修正した反転信号 $dSig(HE2)$ とに基づいて、信号 $Sig(HE2)$ のオフセット量として求めて、サンプルアンドホールド回路36により、このオフセット量を保持する。

具体的には、図5に示すように、修正した信号 $Sig(HE2)$ と修正した反転信号 $dSig(HE2)$ との平均値を、信号 $Sig(HE2)$ のオフセット量として求める。

【0035】

ステップS7では、シーケンス制御回路41により、第2ホール素子回路20のチョッピング制御を終了する。

40

ステップS8では、減算器37により、図6に示すように、ゲインを修正した信号 $Sig(HE2)$ からオフセットを除去する。

【0036】

ステップS9では、第1センサ信号オフセット検出回路38により、信号 $Sig(HE1)$ と、ゲインを修正しかつオフセットを除去した信号 $Sig(HE2)$ と、を用いて、信号 $Sig(HE1)$ のオフセット量を求めて、サンプルアンドホールド回路39により、このオフセット量を次回更新されるまで保持する。

具体的には、図7に示すように、信号 $Sig(HE1)$ から、ゲインを修正しかつオフセットを除去した信号 $Sig(HE2)$ を減算して、信号 $Sig(HE1)$ のオフセット量とする。

50

ステップS10では、減算器40により、図8に示すように、信号Sig(HE1)からこのオフセットを除去する。

【0037】

本実施形態によれば、以下のような効果がある。

(1)電流値を検出する第1ホール素子11をチョッピング制御しないため、応答性が高くなる。また、オフセット量の変化しても、このオフセット量の変化に追従して、動的にオフセットを除去できる。

さらに、ゲインを修正したので、第1ホール素子11の特性と第2ホール素子21の特性とが異なっても、精度良くオフセットを除去できる。

【0038】

(2)オフセット検出回路35、38と減算器37、40との間にサンプルアンドホールド回路36、39を設けた。これにより、オフセット値を途切れることなく連続して出力できる。

【0039】

(3)第1ホール素子回路10の出力信号を主信号として、この主信号の極性を反転させずにオフセット量を調整したので、第1ホール素子回路10から主信号を常時出力できる。

【0040】

(4)オフセット量のドリフトは緩やかであるため、第2ホール素子回路20を頻りにチョッピング制御せずに間欠的にオフセット量を補正することにより、電力消費を抑えることができる。

【0041】

(5)シーケンス制御回路41によりチョッピング制御を行っていない期間中に、信号Sig(HE1)と、ゲインを修正しかつオフセットを除去した信号Sig(HE2)とを用いて、信号Sig(HE1)のオフセット量を求めた。よって、応答遅れが生じるのを抑制できるので、信号Sig(HE1)と、ゲインを修正しかつオフセットを除去した信号Sig(HE2)との一致率が高まるので、精度を向上できる。

【0042】

なお、本発明は前記実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での变形、改良等は本発明に含まれるものである。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】本発明の一実施形態に係る電流センサの信号処理回路の構成を示す図である。

【図2】前記実施形態に係る電流センサの動作を示すフローチャートである。

【図3】前記実施形態に係る電流センサについて、出力信号の最大値および最小値を検出する手順を説明するための図である。

【図4】前記実施形態に係る電流センサについて、出力信号のゲインのずれ量を検出する手順を説明するための図である。

【図5】前記実施形態に係る電流センサについて、第2センサ信号のオフセット量を求める手順を説明するための図である。

【図6】前記実施形態に係る電流センサについて、第2センサ信号からオフセットを除去する手順を説明するための図である。

【図7】前記実施形態に係る電流センサについて、第1センサ信号のオフセット量を求める手順を説明するための図である。

【図8】前記実施形態に係る電流センサについて、第1センサ信号からオフセットを除去する手順を説明するための図である。

【符号の説明】

【0044】

- 1 電流センサ
- 11 第1ホール素子

10

20

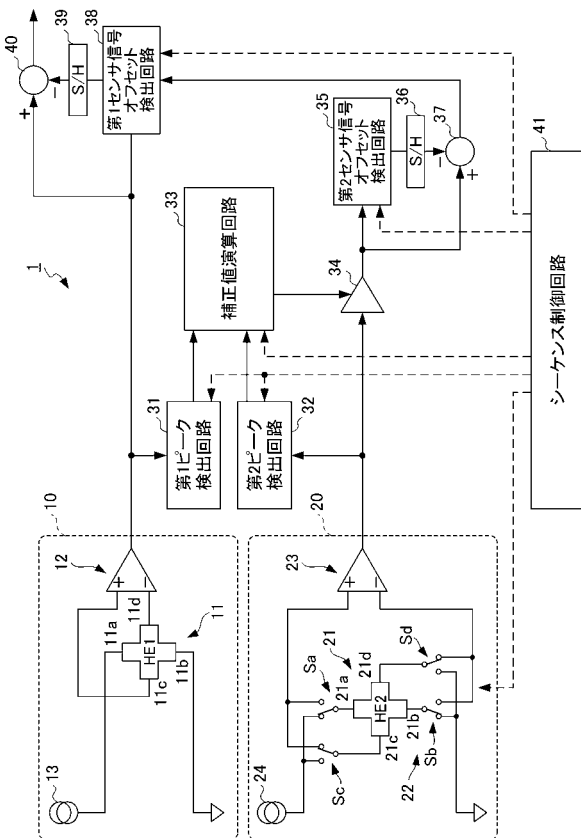
30

40

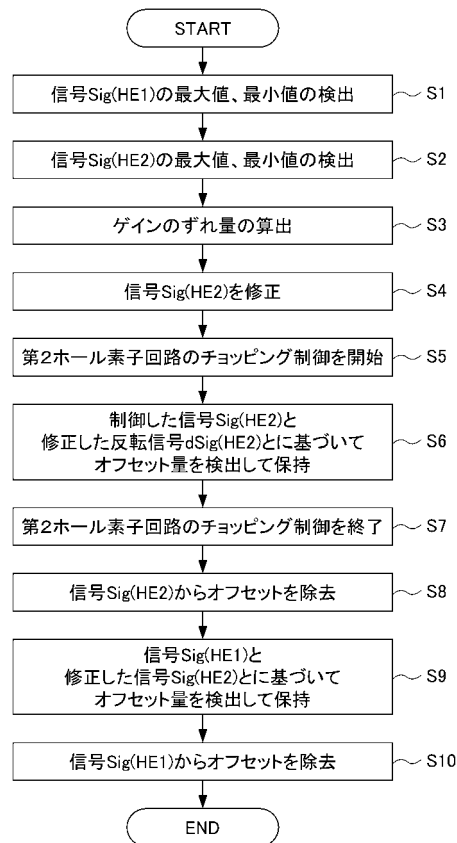
50

- 2 1 第2ホール素子
- 3 1 第1ピーク検出回路(ピーク検出手段)
- 3 2 第2ピーク検出回路(ピーク検出手段)
- 3 3 補正值演算回路(ゲイン調整手段)
- 3 4 波形修正回路(ゲイン調整手段)
- 3 5 第2センサ信号オフセット検出回路(第2センサ信号オフセット検出手段)
- 3 6 サンプルアンドホールド回路
- 3 7 減算器(第2センサ信号オフセット除去手段)
- 3 8 第1センサ信号オフセット検出回路(第1センサ信号オフセット検出手段)
- 3 9 サンプルアンドホールド回路
- 4 0 減算器(第1センサ信号オフセット除去手段)
- 4 1 シーケンス制御回路(第2センサ信号オフセット検出手段)

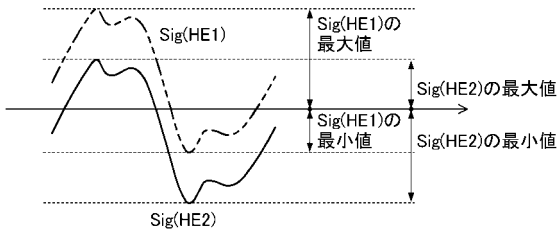
【図1】



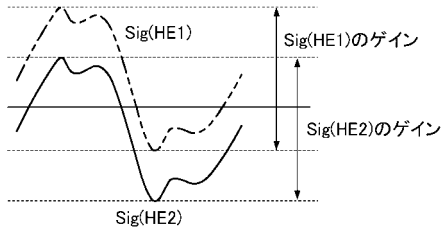
【図2】



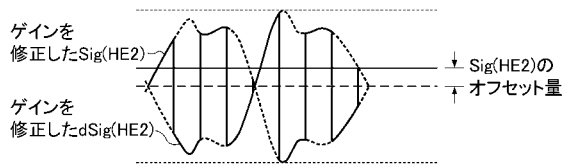
【 図 3 】



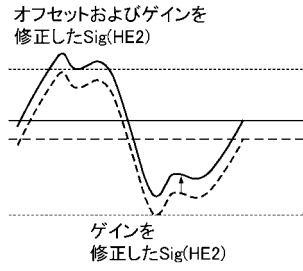
【 図 4 】



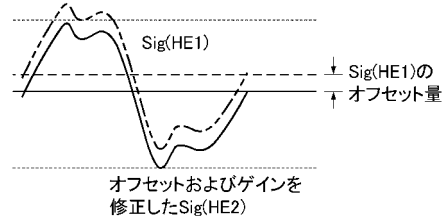
【 図 5 】



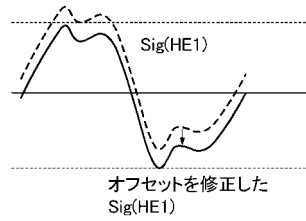
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 高橋 雅也

栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6-1 ホンダエンジニアリング株式会社内

審査官 吉岡 一也

(56)参考文献 特開2007-078374(JP,A)

特開平06-027150(JP,A)

特開平03-239965(JP,A)

特開平07-294561(JP,A)

特開2004-020455(JP,A)

特開2005-300303(JP,A)

特開平09-196699(JP,A)

特開2008-069714(JP,A)

特開2007-263944(JP,A)

特開2007-213722(JP,A)

特開2006-158126(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 19/00

G01R 15/20

G01R 19/04

H01L 43/06