

(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2017-11902

(P2017-11902A)

(43) 公開日 平成29年1月12日(2017.1.12)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
 H02P 6/16 (2016.01) H02P 6/02 371N 5H560

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2015-125730 (P2015-125730)
 (22) 出願日 平成27年6月23日 (2015.6.23)

(71) 出願人 000002233
 日本電産サンキョー株式会社
 長野県諏訪郡下諏訪町5329番地
 (74) 代理人 100090170
 弁理士 横沢 志郎
 (74) 代理人 100125690
 弁理士 小平 晋
 (74) 代理人 100142619
 弁理士 河合 徹
 (74) 代理人 100153316
 弁理士 河口 伸子
 (72) 発明者 横沢 満雄
 長野県諏訪郡下諏訪町5329番地 日本
 電産サンキョー株式会社内
 Fターム(参考) 5H560 BB04 BB12 DA02 DA18 TT11

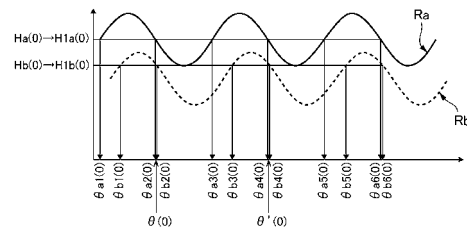
(54) 【発明の名称】 モータ

(57) 【要約】

【課題】小型化および低コスト化に有利で、回転位置を精度良く検出できるモータを提案すること。

【解決手段】モータ1は、正弦波着磁された駆動マグネット24に対向する第1ホール素子25および第2ホール素子26を備える。予め、参照用エンコーダを用いてキャリブレーションを行い、第1ホール素子25および第2ホール素子26の信号Ha、Hbを正規化した正規化信号H1a、H1bとロータ14の回転位置とを対応付けた第1参照データRaと第2参照データRbを作成してモータ制御ユニット4に記憶させる。モータ制御ユニット4は、検出対象の回転位置で得られた第1ホール素子25および第2ホール素子26の信号Ha、Hbに基づき、第1参照データRaと第2参照データRbから回転位置の候補を抽出して、抽出した候補の中から回転位置を求める。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ロータおよびステータと、

前記ロータが備える駆動マグネットに対して異なる角度位置で対向する第 1 ホール素子および第 2 ホール素子と、

前記ロータの回転位置と、該回転位置で得られる前記第 1 ホール素子の信号および前記第 2 ホール素子の信号と、を対応付けた参照データを記憶する記憶部と、

前記ロータが検出対象の回転位置にあるときの、前記第 1 ホール素子および前記第 2 ホール素子の信号をそれぞれ、第 1 信号および第 2 信号とすると、前記第 1 信号および前記第 2 信号に基づいて前記参照データを参照して、前記検出対象の回転位置を求める位置検出部と、を有することを特徴とするモータ。 10

【請求項 2】

前記位置検出部は、

前記参照データから、前記第 1 信号に対応する回転位置の候補である第 1 候補と、前記第 2 信号に対応する回転位置の候補である第 2 候補と、の組み合わせを全て求め、

前記求めた組み合わせのそれぞれに対して、前記第 1 候補と前記第 2 候補との差分を算出し、該差分の値が最も小さい組み合わせから、前記検出対象の回転位置を求めることを特徴とする請求項 1 に記載のモータ。

【請求項 3】

前記位置検出部は、 20

前記第 1 信号に対応する回転位置の候補である第 1 候補と、前記第 2 信号に対応する回転位置の候補である第 2 候補のうち、隣り合う回転位置の候補である前記第 1 候補と前記第 2 候補の組み合わせを全て求め、

前記求めた組み合わせのそれぞれに対して、前記第 1 候補と前記第 2 候補との差分を算出し、前記差分の値が最も小さい組み合わせから、前記検出対象の回転位置を求めることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のモータ。

【請求項 4】

前記駆動マグネットの極数が 4 以上であり、

前記参照データは、前記ロータの回転位置と、該回転位置で得られる前記第 1 ホール素子の信号とを対応づけた第 1 参照データ、および、前記ロータの回転位置と、該回転位置で得られる前記第 2 ホール素子の信号とを対応付けた第 2 参照データを含み、 30

前記第 1 参照データと前記第 2 参照データは、それぞれ、複数のピーク値および複数のボトム値を備え、且つ、隣り合う前記ピーク値と前記ボトム値の間に位置する傾斜部を複数備え、

前記位置検出部は、

前記第 1 参照データを参照して、直近に検出した前記ロータの回転位置を含む前記傾斜部およびその両側に位置する 2 つの前記傾斜部から、それぞれ 1 つずつ前記第 1 候補を求め、

前記第 2 参照データを参照して、直近に検出した前記ロータの回転位置を含む前記傾斜部およびその両側に位置する 2 つの前記傾斜部から、それぞれ 1 つずつ前記第 2 候補を求め、 40

前記求めた 3 つの前記第 1 候補と、前記求めた 3 つの前記第 2 候補の組み合わせの中で、前記第 1 候補と前記第 2 候補との差分が最も小さい組み合わせから、前記検出対象の回転位置を求めることを特徴とする請求項 2 または 3 に記載のモータ。

【請求項 5】

前記位置検出部は、

前記 3 つの前記第 1 候補と、前記 3 つの前記第 2 候補の組み合わせの中から、前記第 1 候補と前記第 2 候補のどちらかまたは両方が、直近に検出した前記ロータの回転位置を含む前記傾斜部に位置する組み合わせを求め、

前記求めた組み合わせの中で、前記第 1 候補と前記第 2 候補との差分が最も小さい組み 50

合わせから、前記検出対象の回転位置を求めることを特徴とする請求項 4 に記載のモータ。

【請求項 6】

前記位置検出部は、

前記第 1 候補と前記第 2 候補との差分が最も小さい組み合わせから求めた回転位置を、前記ロータの回転位置の原点に設定することを特徴とする請求項 2 ないし 5 のいずれかの項に記載のモータ。

【請求項 7】

前記記憶部は、

前記第 1 候補と前記第 2 候補との差分が 2 番目に小さい組み合わせから求めた回転位置を、前記原点を修正するための修正候補位置として記憶することを特徴とする請求項 6 に記載のモータ。

10

【請求項 8】

前記位置検出部は、

前記第 1 ホール素子の信号および前記第 2 ホール素子の信号を正規化した正規化データに基づいて前記参照データを参照して、前記ロータの回転位置を求めることを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれかの項に記載のモータ。

【請求項 9】

前記位置検出部は、

予め設定したタイミングで、前記第 1 ホール素子の信号および前記第 2 ホール素子の信号を正規化する処理に用いる係数を更新することを特徴とする請求項 8 に記載のモータ。

20

【請求項 10】

前記参照データは、複数のピーク値および複数のボトム値を備え、

前記位置検出部は、

前記複数のピーク値および前記複数のボトム値の大小関係および配列順に基づき、前記ロータの現在位置を求めることを特徴とする請求項 1 ないし 9 のいずれかの項に記載のモータ。

【請求項 11】

前記駆動マグネットの着磁パターンが正弦波状であることを特徴とする請求項 1 ないし 10 のいずれかの項に記載のモータ。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転位置を検出するエンコーダ機能を備えるモータに関する。

【背景技術】

【0002】

モータの回転位置を制御するため、回転子の位置情報（回転位置）を検出するエンコーダ機能をモータに持たせたものがある。例えば、光学式エンコーダをモータに搭載し、光学式エンコーダのパルス信号に基づき、位置情報を検出することができる。あるいは、複数のホール素子をモータに搭載し、ホール素子が出力する信号を演算して回転子の回転位置を求めることもできる。特許文献 1、2 には、この種のモータが開示されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 7 - 337076 号公報

【特許文献 2】特開 2013 - 99023 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

50

特許文献 1、2 には、3 個のホール素子を異なる角度位置に配置し、これら 3 個のホール素子が出力する信号を比較演算して位置情報を得ることが開示されている。しかしながら、特許文献 1、2 の構成は、モータにホール素子を 3 個搭載しなければならず、このことはモータの小型化や低コスト化に不利である。また、モータの回転を高精度に制御するためには、位置情報（回転位置）を精度良く求める必要がある。

【0005】

本発明の課題は、このような点に鑑みて、小型化および低コスト化に有利で、回転位置を精度良く検出できるモータを提案することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の課題を解決するために、本発明のモータは、ロータおよびステータと、前記ロータが備える駆動マグネットに対して異なる角度位置で対向する第 1 ホール素子および第 2 ホール素子と、前記ロータの回転位置と、該回転位置で得られる前記第 1 ホール素子の信号および前記第 2 ホール素子の信号と、を対応付けた参照データを記憶する記憶部と、前記ロータが検出対象の回転位置にあるときの、前記第 1 ホール素子および前記第 2 ホール素子の信号をそれぞれ、第 1 信号および第 2 信号とすると、前記第 1 信号および前記第 2 信号に基づいて前記参照データを参照して、前記検出対象の回転位置を求める位置検出部と、を有することを特徴とする。

【0007】

本発明によれば、2 つのホール素子から、ロータの回転位置に応じて変化する信号を得ることができる。そして、この信号に基づき、予め作成しておいた参照データを参照して、ロータの回転位置を求めることができる。従って、回転位置検出用のマグネットや光学式エンコーダなどを用いることなく、モータに 2 つのホール素子を追加するだけでロータの回転位置を検出できる。よって、モータの小型化および低コスト化に有利である。また、予め、モータ毎に作成した参照データを用いて回転位置を求めるので、簡単なアルゴリズムで、精度良く回転位置を検出できる。また、検出した回転位置を用いてフィードバック制御を行うことにより、精度良くモータの回転を制御できる。

【0008】

本発明において、前記位置検出部は、前記参照データから、前記第 1 信号に対応する回転位置の候補である第 1 候補と、前記第 2 信号に対応する回転位置の候補である第 2 候補と、の組み合わせを全て求め、前記求めた組み合わせのそれぞれに対して、前記第 1 候補と前記第 2 候補との差分を算出し、該差分の値が最も小さい組み合わせから、前記検出対象の回転位置を求めることが望ましい。このようにすると、簡単なアルゴリズムで、精度良く回転位置を検出できる。

【0009】

あるいは、前記位置検出部は、前記第 1 信号に対応する回転位置の候補である第 1 候補と、前記第 2 信号に対応する回転位置の候補である第 2 候補のうち、隣り合う回転位置の候補である前記第 1 候補と前記第 2 候補の組み合わせを全て求め、前記求めた組み合わせのそれぞれに対して、前記第 1 候補と前記第 2 候補との差分を算出し、前記差分の値が最も小さい組み合わせから、前記検出対象の回転位置を求めることが望ましい。このようにすると、比較判定の対象とする組み合わせの数を絞り込むことができるので、回転位置を検出するための処理を短時間で行うことができる。

【0010】

本発明において、駆動マグネットの極数が 4 以上である場合、前記参照データは、前記ロータの回転位置と、該回転位置で得られる前記第 1 ホール素子の信号とを対応づけた第 1 参照データ、および、前記ロータの回転位置と、該回転位置で得られる前記第 2 ホール素子の信号とを対応付けた第 2 参照データを含み、前記第 1 参照データと前記第 2 参照データは、それぞれ、複数のピーク値および複数のボトム値を備え、且つ、隣り合う前記ピーク値と前記ボトム値の間に位置する傾斜部を複数備え、前記位置検出部は、前記第 1 参照データを参照して、直近に検出した前記ロータの回転位置を含む前記傾斜部およびその

10

20

30

40

50

両側に位置する2つの前記傾斜部から、それぞれ1つずつ前記第1候補を求め、前記第2参照データを参照して、直近に検出した前記ロータの回転位置を含む前記傾斜部およびその両側に位置する2つの前記傾斜部から、それぞれ1つずつ前記第2候補を求め、前記求めた3つの前記第1候補と、前記求めた3つの前記第2候補の組み合わせの中で、前記第1候補と前記第2候補との差分が最も小さい組み合わせから、前記検出対象の回転位置を求めることが望ましい。このようにすると、比較判定の対象とする組み合わせを9つに絞り込むことができる。従って、回転位置を検出するための処理を短時間で行うことができる。

【0011】

あるいは、前記位置検出部は、前記3つの前記第1候補と、前記3つの前記第2候補の組み合わせの中から、前記第1候補と前記第2候補のどちらかまたは両方が、直近に検出した前記ロータの回転位置を含む傾斜部に位置する組み合わせを求め、前記求めた組み合わせの中で、前記第1候補と前記第2候補との差分が最も小さい組み合わせから、前記検出対象の回転位置を求めることが望ましい。このようにすると、比較判定の対象とする組み合わせを5つまで絞り込むことができる。従って、回転位置を検出するための処理を短時間で行うことができる。

10

【0012】

本発明において、前記位置検出部は、前記第1候補と前記第2候補との差分が最も小さい組み合わせから求めた回転位置を、前記ロータの回転位置の原点に設定することが望ましい。このようにすると、原点からの角度差に基づいて回転位置を検出できるので、インクリメンタルエンコーダの機能を持たせることができる。

20

【0013】

また、この場合に、前記記憶部は、前記第1候補と前記第2候補との差分が2番目に小さい組み合わせから求めた回転位置を、前記原点を修正するための修正候補位置として記憶することが望ましい。このようにすると、原点に設定した位置が正確でなかった場合に、修正候補を用いて簡単かつ速やかに原点を修正できる。

【0014】

本発明において、前記位置検出部は、前記第1ホール素子の信号および前記第2ホール素子の信号を正規化した正規化データに基づいて前記参照データを参照して、前記ロータの回転位置を求めることが望ましい。このようにすると、2つのホール素子間の感度バラツキや実装位置差の影響を少なくすることができる。

30

【0015】

また、この場合に、前記位置検出部は、予め設定したタイミングで、前記第1ホール素子の信号および前記第2ホール素子の信号を正規化する処理に用いる係数を更新することが望ましい。このようにすると、周囲温度や供給電圧等の変動による、ホール素子の信号変動の影響を少なくすることができる。従って、精度良く回転位置を検出できる。

【0016】

本発明において、前記参照データは、複数のピーク値および複数のボトム値を備え、前記位置検出部は、前記複数のピーク値および前記複数のボトム値の大小関係および配列順に基づき、前記ロータの現在位置を求めることが望ましい。このように、ピーク値とボトム値の大小関係および配列順を識別してその情報との関係で回転位置を検出すれば、絶対位置および回転方向を検出することが可能である。

40

【0017】

本発明によれば、前記駆動マグネットの着磁パターンが正弦波状であることが望ましい。このような駆動マグネットを用いると、ロータの回転に伴う第1、第2ホール素子の信号の変化が緩やかになる。従って、回転位置の分解能が高い参照データを得ることができる。従って、参照データを用いて回転位置を検出する場合の検出精度が高まる。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、回転位置検出用のマグネットや光学式エンコーダなどを用いることな

50

く、モータに2つのホール素子を追加するだけでロータの回転位置を検出できる。従って、モータの小型化および低コスト化に有利である。また、予め、モータ毎に作成した参照データを用いて回転位置を求めるので、簡単なアルゴリズムで、精度良く回転位置を検出できる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明のモータの外観斜視図である。

【図2】本発明のモータの構造を示す説明図である。

【図3】本発明のモータの制御系の概略ブロック図である。

【図4】第1ホール素子および第2ホール素子の信号を正規化した正規化データの説明図である。 10

【図5】回転位置の検出処理に用いる参照データの説明図である。

【図6】参照データを用いた回転位置の検出方法の説明図である。

【図7】変形例の回転位置の検出方法の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下に、図面を参照して、本発明を適用したモータの実施の形態を説明する。

【0021】

(モータの構造)

図1は本発明を適用したモータの外観斜視図である。また、図2は本発明を適用したモータの構造を示す説明図であり、図2(a)は断面図、図2(b)はロータを部分的に切り欠いた斜視図である。図1、2に示すXYZ方向は互いに直交する方向である。モータ1は、長方形の回路基板2と、回路基板2の中央部分に取り付けられたモータ本体3と、回路基板2上に実装されたモータ制御ユニット4と、回路基板2の長手方向(X方向)でモータ本体3を挟んだ両側に取り付けられた第1コネクタ5および第2コネクタ6を備えるモータユニットである。第1コネクタ5はモータ本体3の長手方向Xの第1方向-Xに固定されており、第2コネクタ6はモータ本体3の長手方向Xの第2方向+Xに固定されている。ここで、図2(a)では、モータ1を第2方向+Xから見ており、図2(b)では、モータ1を第1方向-Xから見ている。図2(b)ではモータ本体3を構成するロータ本体を部分的に切り欠いて示す。 20

【0022】

回路基板2は、アルミニウム製の基材の片面(表面)にビルドアップ工法により多層の配線層および絶縁層を形成したものである。回路基板2の中央部分には、図2(a)に示すように、モータ本体3を固定するための固定孔11(固定部)が設けられている。 30

【0023】

回路基板2は、配線層内の配線パターンに接続されるランドを備える。このランドを介して、モータ制御ユニット4の端子が回路基板2に接続される。また、回路基板2は、ランドと重なる位置に形成されたビアフィルムメッキによって複数の配線層が導通する。回路基板2は、モータ制御ユニット4の熱が、モータ制御ユニット4の端子から回路基板2のランドおよびビアフィルムメッキを介して、熱伝導率の高い絶縁層に伝達され、アルミニウム製の基材にまで伝わる。従って、基材を介して、モータ制御ユニット4の熱を効率よく放熱することが可能である。 40

【0024】

モータ制御ユニット4としては、例えば、ウエハーレベルチップサイズパッケージ(WLCSP)を用いる。モータ制御ユニット4は、モータ本体3を駆動するためのドライバ回路、モータ本体3の駆動を制御するためのコントローラ回路、および、アンプ回路等を備える。つまり、本例のモータ1は、モータ本体3と当該モータ本体3の制御基板を一体化したものである。

【0025】

モータ本体3は3相永久磁石同期モータ(PMSM)である。モータ本体3は、ステー 50

タ 1 2 と、出力軸 1 3 を備えるロータ 1 4 と、固定孔 1 1 を貫通した状態でステータ 1 2 を支持するスリーブ 1 5 と、スリーブ 1 5 に固定されたベアリング 1 6 を有する。モータ本体 3 の軸線 L (出力軸 1 3 の回転中心線) は、回路基板 2 と直交する方向 (Z 方向) に延びる。ベアリング 1 6 はスリーブ 1 5 における回路基板 2 の裏面 2 b の側の端部分に固定されている。ベアリング 1 6 は、出力軸 1 3 (ロータ 1 4) を軸線 L 回りに回転可能に支持する。

【 0 0 2 6 】

ステータ 1 2 は、半径方向に突出する複数の突極を備える環状のステータコア 1 8 と、各突極に巻き回された駆動コイル 1 9 を備える。ステータコア 1 8 は回路基板 2 の表面 2 a の側に位置する。ステータコア 1 8 の中心穴には、スリーブ 1 5 において回路基板 2 の表面 2 a の側に突出した表面側突出部分が挿入されている。これにより、ステータコア 1 8 はスリーブ 1 5 を介して回路基板 2 に固定される。

10

【 0 0 2 7 】

ロータ 1 4 は、円形の底板部 2 1 と底板部 2 1 の外周縁部分から回路基板 2 の側に向けて延びる環状板部 2 2 を備えるロータケース 2 3 と、環状板部 2 2 の内周面に固定された駆動マグネット 2 4 を備える。出力軸 1 3 は底板部 2 1 の中心に固定されて環状板部 2 2 の内側をロータケース 2 3 と同軸に延びる。出力軸 1 3 はロータケース 2 3 の円形開口部 (回路基板 2 の側の開口) から突出する。

【 0 0 2 8 】

ロータ 1 4 は、ロータケース 2 3 が回路基板 2 の表面 2 a の側からステータコア 1 8 に被せられ、出力軸 1 3 がスリーブ 1 5 に挿入され、出力軸 1 3 の先端部分がスリーブ 1 5 から回路基板 2 の裏面 2 b の側に突出した状態に組み付けられる。これにより、ステータコア 1 8 の突極と駆動マグネット 2 4 が径方向に対向する。

20

【 0 0 2 9 】

駆動マグネット 2 4 は、回路基板 2 の表面 2 a に実装された第 1 ホール素子 2 5 および第 2 ホール素子 2 6 と所定間隔で対向する。第 1 ホール素子 2 5 と第 2 ホール素子 2 6 は、ロータ 1 4 の軸線 L を中心として見た場合に、周方向に離れた位置に配置される。ステータ 1 2 は 3 相の駆動コイル 1 9 を備えており、第 1 ホール素子 2 5 と第 2 ホール素子 2 6 は、隣り合う駆動コイル 1 9 の隙間に配置される。

【 0 0 3 0 】

駆動マグネット 2 4 は、正弦波状の着磁パターンで 6 極着磁されている。ロータ 1 4 が回転すると、第 1 ホール素子 2 5 および第 2 ホール素子 2 6 の位置では、駆動マグネット 2 4 の回転に伴って周期的な磁界の変化が生じる。第 1 ホール素子 2 5 および第 2 ホール素子 2 6 は、ロータ 1 4 の回転に伴う磁界の変化に基づき、周期的に変動する信号 H a、H b を出力する。第 1 ホール素子 2 5 と第 2 ホール素子 2 6 は、信号 H a、H b が電気角で 1 2 0 度位相のずれた信号となるように配置されている。なお、信号 H a、H b の位相のずれが 1 2 0 度以外の値となるように、第 1 ホール素子 2 5 と第 2 ホール素子 2 6 を配置してもよい。

30

【 0 0 3 1 】

(モータ制御ユニット)

図 3 はモータ 1 の制御系の概略ブロック図である。モータ制御ユニット 4 は、M P U、D S P 等を内蔵するコントロールユニット 4 1 を備える。コントロールユニット 4 1 には、上位装置 7 からの制御信号が入力され、電源回路 8 を介して電源が供給される。コントロールユニット 4 1 の出力側には、U 相、V 相、W 相の駆動コイル 1 9 への通電を制御するドライバ回路 4 2 u、4 2 v、4 2 w が接続される。上述したように、モータ本体 3 は、異なる角度位置に配置された第 1 ホール素子 2 5 および第 2 ホール素子 2 6 を備えており、第 1 ホール素子 2 5 および第 2 ホール素子 2 6 が出力する信号 H a、H b は、差動アンプ回路 4 3、4 4 で増幅されたのち、コントロールユニット 4 1 に入力される。なお、差動アンプ回路 4 3、4 4 は第 1 ホール素子 2 5 および第 2 ホール素子 2 6 の側に組み込まれていてもよい。

40

50

【 0 0 3 2 】

コントロールユニット 4 1 は、第 1 ホール素子 2 5 と第 2 ホール素子 2 6 の信号 H a、H b を最大振幅に対応する係数で除して正規化データに変換する処理を行う正規化処理部 5 1 と、予め作成された参照データ等を記憶する記憶部 5 2 と、記憶部 5 2 で記憶する参照データを用いてロータ 1 4 の回転位置を検出する位置検出部 5 3 と、参照データを作成するためのキャリブレーションを実行するキャリブレーション実行部 5 4 と、位置検出部 5 3 で検出した回転位置と目標位置とを比較して、回転位置を目標位置に一致させるための制御信号 (P W M 信号) をドライバ回路 4 2 u、4 2 v、4 2 w に供給するフィードバック制御部 5 5 等を備える。

【 0 0 3 3 】

10

(正規化処理)

図 4 は第 1 ホール素子 2 5 の信号 H a と第 2 ホール素子 2 6 の信号 H b を正規化した正規化データの説明図であり、ロータ 1 4 が 1 回転する範囲 (機械角で 3 6 0 度) の正規化データを示す。図 4 の横軸はロータ 1 4 の回転位置であり、ロータ 1 回転がパルス数で 7 2 0 0 に相当する。また、図 4 の縦軸はホール素子の信号を正規化した値であり、最大振幅を 1 0 2 4 とするように信号 H a、H b を変換したことを示す。図 4 の実線は、第 1 ホール素子 2 5 の信号 H a を正規化した正規化信号 H 1 a をロータ 1 4 が 1 回転する範囲で生成した第 1 正規化データ N a である。また、図 4 の破線は、第 2 ホール素子 2 6 の信号 H b を正規化した正規化信号 H 1 b をロータ 1 4 が 1 回転する範囲で生成した第 2 正規化データ N b である。

20

【 0 0 3 4 】

正規化処理部 5 1 は、コントロールユニット 4 1 に入力された信号 H a、H b に対してノイズ除去処理を行うフィルタ回路を備えており、ノイズ除去後の信号 H a、H b に対して正規化処理を行って正規化信号 H 1 a、H 1 b を求め、第 1 正規化データ N a および第 2 正規化データ N b を生成する。また、正規化処理部 5 1 は、最大振幅が 1 0 2 4 となるように信号 H a、H b を変換する処理を行うが、この変換処理に用いる係数 (例えば、信号 H a、H b の最大振幅値をそれぞれ 1 0 2 4 で除した値) を、予め定めたタイミングで更新する。例えば、一定時間毎に係数を更新する。

【 0 0 3 5 】

30

(参照データ)

図 5 は、回転位置の検出処理に用いる参照データの説明図であり、図 5 (a) は第 1 参照データのグラフ表示であり、図 5 (b) は第 2 参照データのグラフ表示である。キャリブレーション実行部 5 4 は、モータ 1 の製造後、出荷前や修理時、メンテナンス時などの各種のタイミングで、参照用のエンコーダを用いてロータ 1 4 の回転位置を検出しながら第 1 ホール素子 2 5 の信号 H a および第 2 ホール素子 2 6 の信号 H b を検出し、第 1 参照データ R a (図 5 (a) 参照) および第 2 参照データ R b (図 5 (b) 参照) を作成して記憶部 5 2 に記憶させるキャリブレーションを実行する。

【 0 0 3 6 】

40

キャリブレーションを実行するときには、モータ 1 に参照用のエンコーダを装着し、参照用のエンコーダの信号をモータ制御ユニット 4 に入力するようにモータ 1 と参照用のエンコーダとを接続する。この状態で、キャリブレーション実行部 5 4 は、まず、ロータ 1 4 を 1 回転させる間、参照用のエンコーダを用いてロータ 1 4 の回転位置を検出しながら、第 1 ホール素子 2 5 の信号 H a を取得して信号 H a を正規化し、且つ、第 2 ホール素子 2 6 の信号 H b を取得して信号 H b を正規化する。これにより、図 4 の横軸が参照回転位置である場合の、第 1 正規化データ N a および第 2 正規化データ N b を求める。

【 0 0 3 7 】

続いて、キャリブレーション実行部 5 4 は、第 1 正規化データ N a を図 5 (a) に示す第 1 参照データ R a に変換する。また、第 2 正規化データ N b を図 5 (b) に示す第 2 参照データ R b に変換する。第 1 参照データ R a は、ロータ 1 回転分の第 1 正規化データ N a に含まれる、1 0 2 4 段階の正規化信号 H 1 a のそれぞれの値に対して、ロータ 1 4 の

50

回転位置（出力回転位置）を対応付けたものである。また、第2参照データR bは、ロータ1回転分の第2正規化データN aに含まれる、1024段階の正規化信号H 1 bのそれぞれの値に対して、ロータ14の回転位置（出力回転位置）を対応付けたものである。

【0038】

本形態では、駆動マグネット24が6極着磁されているので、ロータ14が1回転する間の、第1ホール素子25および第2ホール素子26の信号の変化は、いずれも、図4に示すような3つのピーク値と3つのボトム値が交互に現れる曲線となる。図5(a)に示すように、第1参照データR aは、隣り合うピーク値とボトム値の間にそれぞれ傾斜部が位置しており、6つの傾斜部A(1)、A(2)、A(3)、A(4)、A(5)、A(6)を備える。同様に、図5(b)に示す第2参照データR bは、隣り合うピーク値とボ

10

【0039】

図5(a)に示すように、第1参照データR aは、横軸上の1つの値（1つの正規化信号H 1 a）に対して、それぞれ、6個の出力回転位置 a 1、 a 2、 a 3、 a 4、 a 5、 a 6が対応付けられている。出力回転位置 a 1 ~ a 6は、6つの傾斜部A(1) ~ A(6)上にそれぞれ1つずつ存在する。すなわち、傾斜部A(1)上に出力回転位置 a 1が位置し、傾斜部A(2)上に出力回転位置 a 2が位置し、傾斜部A(3)上に出力回転位置 a 3が位置し、傾斜部A(4)上に出力回転位置 a 4が位置し、傾斜部A(5)上に出力回転位置 a 5が位置し、傾斜部A(6)上に出力回転位置 a

20

【0040】

また、図5(b)に示すように、第2参照データR bは、横軸上の1つの値（1つの正規化信号H 1 b）に対して、それぞれ、6個の出力回転位置 b 1、 b 2、 b 3、 b 4、 b 5、 b 6が対応付けられている。出力回転位置 b 1 ~ b 6は、6つの傾斜部B(1) ~ B(6)上にそれぞれ1つずつ存在する。すなわち、傾斜部B(1)上に出力回転位置 b 1が位置し、傾斜部B(2)上に出力回転位置 b 2が位置し、傾斜部B(3)上に出力回転位置 b 3が位置し、傾斜部B(4)上に出力回転位置 b 4が位置し、傾斜部B(5)上に出力回転位置 b 5が位置し、傾斜部B(6)上に出力回転位置 b 6が位置する。

30

【0041】

記憶部52が記憶する第1参照データR aと第2参照データR bは、1024段階の正規化信号H 1 a、H 1 bのそれぞれに対して、出力回転位置 の値を6個ずつ対応付けたマトリクステーブルである。位置検出部53は、このマトリクステーブルに基づき、必要に応じて線形補完を行って、第1ホール素子25の信号H aおよび第2ホール素子26の信号H bに対応する回転位置の候補を求める。そして、求めた候補位置の中から、適切な候補位置を選択することにより、回転位置を検出する。

【0042】

（回転位置の検出方法）

図6は、参照データを用いた回転位置の検出方法を模式的に示す説明図である。本形態では、ロータ14が検出対象の回転位置 (0)に位置するときに得られる第1ホール素子25の信号を第1信号H a(0)とし、ロータ14が検出対象の回転位置 (0)に位置するときに得られる第2ホール素子26の信号を第2信号H b(0)とする。位置検出部53は、検出対象の回転位置 (0)を求める場合には、第1信号H aと第2信号H bを取得して、これに基づいて第1参照データR aと第2参照データR bを参照して、検出対象の回転位置 (0)を求める。

40

【0043】

具体的には、位置検出部53は、第1信号H aの正規化信号H 1 a(0)および第2信号H bの正規化信号H 1 b(0)を求める。しかる後に、第1参照データR aを用いて、正規化信号H 1 a(0)に対応する回転位置 (0)の候補を全て抽出する。これによ

50

り、6個の第1候補 $a_1(0)$ 、 $a_2(0)$ 、 $a_3(0)$ 、 $a_4(0)$ 、 $a_5(0)$ 、 $a_6(0)$ が抽出される。同様に、第2参照データ R_b を用いて、正規化信号 $H_{1b}(0)$ に対応する回転位置 (0) の候補を全て抽出する。これにより、6個の第2候補 $b_1(0)$ 、 $b_2(0)$ 、 $b_3(0)$ 、 $b_4(0)$ 、 $b_5(0)$ 、 $b_6(0)$ が抽出される。

【0044】

図6は、第1信号 $H_a(0)$ に対応する全ての第1候補 $a_1(0)$ 、 $\sim a_6(0)$ と、第2信号 $H_b(0)$ に対応する全ての第2候補 $b_1(0) \sim b_6(0)$ が横軸上に分布する状態を示す。位置検出部53は、第1候補 $a_1(0)$ 、 $\sim a_6(0)$ と、第2候補 $b_1(0) \sim b_6(0)$ の組み合わせを総当たりで全て求める。そして、求めた組み合わせのそれぞれに対して、2つの候補位置(第1候補と第2候補)の差分を算出する。例えば、第1候補 $a_1(0)$ と第2候補 $b_1(0)$ の組み合わせに対して、第1候補 $a_1(0)$ と第2候補 $b_1(0)$ との差分を算出する。同様に、他の組み合わせについても全て差分を算出して、全ての差分の大小を比較する。そして、差分の値が最も小さい組み合わせから、検出対象の回転位置 (0) を求める。本形態では、差分の値が最も小さい組み合わせを構成する2つの候補位置(第1候補と第2候補)の平均値を、検出対象の回転位置 (0) とする。例えば、図6に示した例の場合、第1候補 $a_2(0)$ と第2候補 $b_2(0)$ の組み合わせが横軸上で最も近くに位置しており、第1候補 $a_2(0)$ と第2候補 $b_2(0)$ の差分が最も小さい。従って、位置検出部53は、第1候補 $a_2(0)$ と第2候補 $b_2(0)$ の平均値を、検出対象の回転位置 (0) とする。

10

20

【0045】

(初期原点の設定)

位置検出部53は、モータ1を駆動開始する前の初期化处理として、上記の検出方法によってロータ14の回転位置(初期回転位置)を検出する処理を行う。初期回転位置を検出する処理は、例えば、モータ1が第1ホール素子25および第2ホール素子26の信号を監視しない状態から、第1ホール素子25および第2ホール素子26の信号を監視する状態に移行した場合に行う。例えば、電源投入時や、一旦休止状態になってから再起動したときなどに、初期回転位置を検出する処理を行う。

【0046】

位置検出部53は、検出した初期回転位置をロータ14の回転位置の原点に設定する。また、位置検出部53は、初期回転位置を検出する処理で、差分の値が2番目に小さい組み合わせの平均値を、原点を修正するための候補データ(修正候補位置)として記憶部52に記憶させる。例えば、図6の例では、第1候補 $a_4(0)$ と第2候補 $b_4(0)$ の組み合わせの差分が2番目に小さい。そこで、第1候補 $a_4(0)$ と第2候補 $b_4(0)$ の平均値 $'(0)$ を、修正候補位置として記憶部52に記憶させる。

30

【0047】

第1参照データ R_a と第2参照データ R_b は、それぞれ、複数のピーク値と複数のボトム値を持つので、差分の値が近い候補位置の組み合わせが複数存在する。例えば、図6の例では、第1候補 $a_2(0)$ と第2候補 $b_2(0)$ の組み合わせで最も差分の値が小さいが、第1候補 $a_4(0)$ と第2候補 $b_4(0)$ の組み合わせや、第1候補 $a_6(0)$ と第2候補 $b_6(0)$ の組み合わせも差分の値が小さい。従って、第1ホール素子25および第2ホール素子26の出力変動や各種の検出誤差等が生じると、正しい回転位置と異なる候補位置の差分が最も小さい値になってしまう場合があり、この場合には、正しい初期回転位置を検出できない。従って、原点位置がずれて設定されるおそれがある。本形態のコントロールユニット41は、モータ1の駆動開始後、最初に原点に設定した初期回転位置(例えば、図6の (0))が正しい回転位置でないことが判明した場合には、記憶部52に記憶させておいた修正候補位置(例えば、図6の $'(0)$)を読み出して、原点を修正候補位置に置き換える処理を行う。

40

【0048】

50

(作用効果)

以上のように、本形態のモータ1は、第1ホール素子25および第2ホール素子26から、ロータ14の回転位置に応じて変化する信号Ha、Hbを得ることができる。そして、この信号Ha、Hbを用いて第1参照データRaおよび第2参照データRbを参照して、回転位置を求めることができる。従って、回転位置検出用のマグネットや光学式エンコーダなどを用いることなく、モータ本体3に2つのホール素子を追加するだけでロータ14の回転位置を検出できる。よって、モータ本体3の小型化および低コスト化に有利である。また、予めモータ1毎にキャリブレーションを行って作成した第1参照データRaおよび第2参照データRbを用いて回転位置を判定するので、簡単なアルゴリズムで、精度良く回転位置を検出できる。また、検出した回転位置を用いてフィードバック制御を行うことにより、精度良くモータ1の回転を制御できる。

10

【0049】

本形態の位置検出部53は、第1参照データRaと第2参照データRbから、第1信号Ha(0)に対応する回転位置の候補である第1候補a1(0)~a6(0)と、第2信号Hb(0)に対応する回転位置の候補である第2候補b1(0)~b6(0)の組み合わせを全て求め、求めた全ての組み合わせに対して、2つの候補位置の差分を算出し、該差分の値が最も小さい組み合わせを構成する2つの候補位置の平均値を検出対象の回転位置(0)とする。従って、簡単なアルゴリズムで、精度良く回転位置を検出できる。

【0050】

20

本形態では、モータ1の初期化処理で検出した回転位置を原点に設定する。従って、以降は原点からの角度差に基づいて回転位置を検出でき、インクリメンタルエンコーダの機能を持たせることができる。従って、インクリメンタルな制御を行うことができる。なお、本形態は6極着磁された駆動マグネット24を用いているが、他の極数にすることもできる。例えば、2極着磁の駆動マグネットを用いれば、電気角と機械角が一致するので、アブソリュートエンコーダの機能を持たせることができる。

【0051】

本形態では、モータ1の初期化処理で回転位置を検出する場合に、2つの候補位置の差分の値が最も小さい組み合わせだけでなく、2つの候補位置の差分の値が2番目に小さい組み合わせを求め、この組み合わせを構成する2つの候補位置の平均値を、原点を修正するための修正候補位置として記憶する。従って、原点に設定した位置が正確でなかった場合に、修正候補位置を用いて簡単かつ速やかに原点を修正できる。

30

【0052】

本形態では、第1ホール素子25の信号Haおよび第2ホール素子26の信号Hbを正規化した正規化信号H1a、H1bに基づいて第1参照データRaおよび第2参照データRbを参照して、ロータ14の回転位置を求めるので、2つのホール素子間の感度バラツキや実装位置差の影響を少なくすることができる。

【0053】

本形態では、予め設定したタイミングで、第1ホール素子25の信号Haおよび第2ホール素子26の信号Hbを正規化する処理に用いる係数を更新するので、周囲温度や供給電圧等の変動による、ホール素子の信号変動の影響を少なくすることができる。従って、精度良く回転位置を検出できる。

40

【0054】

本形態では、駆動マグネット24の着磁パターンが正弦波状であるため、ロータ14の回転に伴う第1ホール素子25と第2ホール素子26の信号の変化が緩やかである。従って、回転位置の分解能が高い参照データを得ることができ、参照データを用いて回転位置を検出する場合の検出精度が高まる。なお、駆動マグネット24の着磁パターンが正弦波状でなくても、モータ1の回転位置を検出することは可能である。

【0055】

(変形例)

50

上記形態は、第1参照データR aと第2参照データR bから、第1信号H a (0)と第2信号H b (0)に対応する回転位置の候補を全て求め、2つの候補位置(第1候補と第2候補)の組み合わせを総当たりで作成し、その全てについて2つの候補位置の差分を算出して、差分の値が最も小さい組み合わせを探していたが、2つの候補位置(第1候補と第2候補)の組み合わせの数を減らすことも可能である。

【0056】

例えば、図6に示すように第1候補と第2候補がそれぞれ6つずつ存在する場合には、総当たりの場合には組み合わせの数が36通りであるのに対し、2つの候補位置(第1候補と第2候補)の組み合わせを隣り合う第1候補と第2候補の組み合わせに限定すれば、組み合わせの数を9通りに減らすことができる。従って、短時間で回転位置を検出することができる。

10

【0057】

また、上記形態では、第1参照データR aの6つの傾斜部A (1) ~ A (6)から、第1信号H a (0)に対応する回転位置の候補(第1候補)を1つずつ求め、第2参照データR bの6つの傾斜部B (1) ~ B (6)から、第2信号H b (0)に対応する回転位置の候補(第2候補)を1つずつ求めていたため、第1候補と第2候補がそれぞれ6つずつ存在していたが、第1候補と第2候補をより少ない数に限定することもできる。

【0058】

図7は、変形例の回転位置の検出方法の説明図である。例えば、回転位置を繰り返し検出する場合で、直近に検出した回転位置が (n)である場合には、直近に検出した回転位置 (n)に基づき、第1候補と第2候補を3つずつに限定して抽出することができる。具体的には、第1参照データR aの6つの傾斜部A (1) ~ A (6)のうち、直近に検出した回転位置 (n)を含む傾斜部A (i)とその両側に位置する傾斜部A (i - 1)、A (i + 1)の範囲に限定して第1候補 a (i - 1)、a (i)、a (i + 1)の3つを求める。また、第2参照データR bの6つの傾斜部B (1) ~ B (6)のうち、直近に検出した回転位置 (n)を含む傾斜部B (j)とその両側に位置する傾斜部B (j - 1)、B (j + 1)の範囲に限定して第2候補 b (j - 1)、b (j)、b (j + 1)の3つを求める。このように、直近に検出した回転位置 (n)を含む傾斜部A (i)、傾斜部B (j)を中心とする連続した3つの傾斜部A (i - 1) ~ A (i + 1)、傾斜部B (j - 1) ~ B (j + 1)に限定して候補位置を取得すれば、第1候補と第2候補を3つずつに限定して求めることができる。その結果、第1候補と第2候補の組み合わせの数は、総当たりで作成しても9通りである。従って、短時間で回転位置を検出することができる。また、この方法では、直近に検出した回転位置 (n)に近い位置を候補位置としているので、回転位置の検出精度が低下するおそれは少ない。

20

30

【0059】

あるいは、上記のように、直近に検出した回転位置 (n)を含む傾斜部A (i)、傾斜部B (j)を中心とする3つの傾斜部A (i - 1) ~ A (i + 1)および傾斜部B (j - 1) ~ B (j + 1)に限定して候補位置を取得する場合には、第1候補と第2候補のどちらかが、直近に検出した回転位置 (n)を含む傾斜部A (i)、傾斜部B (j)に存在する候補位置であるような組み合わせに限定してもよい。具体的には、第1候補 a (i)と第2候補 b (j)、第1候補 a (i)と第2候補 b (j - 1)、第1候補 a (i)と第2候補 b (j + 1)、第1候補 a (i - 1)と第2候補 b (j)、第1候補 a (i + 1)と第2候補 b (j)の5通りの組み合わせに限定する。この場合には、更に組み合わせの数が減るので、短時間で回転位置を検出することができる。

40

【0060】

また、上記形態の第1参照データR aと第2参照データR bは、それぞれ3つのピーク値と3つのボトム値を持つが、これらの値は完全に一致することはない。このように、3つのピーク値と3つのボトム値が完全に一致することがなく、これらの値の大小関係がモータ固有の特性であるとすれば、ピーク値とボトム値の大小関係とその配列順を識別して、どのピーク値とどのボトム値の間に回転位置が存在するかを判定することが可能である

50

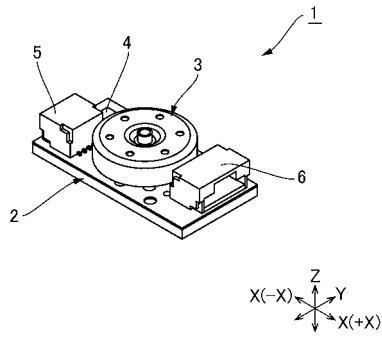
。従って、予め、3つのピーク値と3つのボトム値の大小関係とその配列順のデータを作成して記憶部52に記憶させておけば、絶対位置および回転方向を検出することが可能である。

【符号の説明】

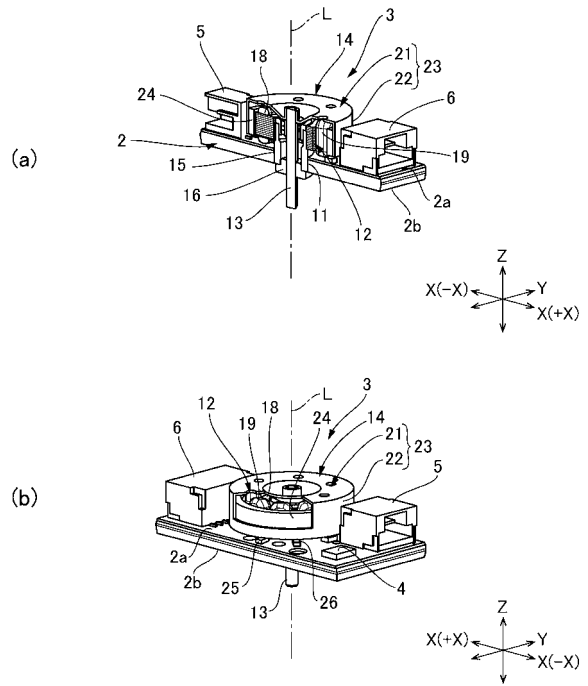
【0061】

1 ... モータ	
2 ... 回路基板	
2 a ... 表面	
2 b ... 裏面	
3 ... モータ本体	10
4 ... モータ制御ユニット	
5 ... 第1コネクタ	
6 ... 第2コネクタ	
7 ... 上位装置	
8 ... 電源回路	
1 1 ... 固定孔	
1 2 ... ステータ	
1 3 ... 出力軸	
1 4 ... ロータ	
1 5 ... スリーブ	20
1 6 ... ベアリング	
1 8 ... ステータコア	
1 9 ... 駆動コイル	
2 1 ... 底板部	
2 2 ... 環状板部	
2 3 ... ロータケース	
2 4 ... 駆動マグネット	
2 5 ... 第1ホール素子	
2 6 ... 第2ホール素子	
4 1 ... コントロールユニット	30
4 2 u、4 2 v、4 3 w ... ドライバ回路	
4 3、4 4 ... 差動アンプ回路	
5 1 ... 正規化処理部	
5 2 ... 記憶部	
5 3 ... 位置検出部	
5 4 ... キャリブレーション実行部	
5 5 ... フィードバック制御部	
A (1) ~ A (6) ... 傾斜部	
B (1) ~ B (6) ... 傾斜部	
H 1 a ... 正規化信号	40
H 1 b ... 正規化信号	
H a ... 第1信号 (第1ホール素子の信号)	
H b ... 第2信号 (第1ホール素子の信号)	
L ... 軸線	
N a ... 第1正規化データ	
N b ... 第2正規化データ	
R a ... 第1参照データ	
R b ... 第2参照データ	

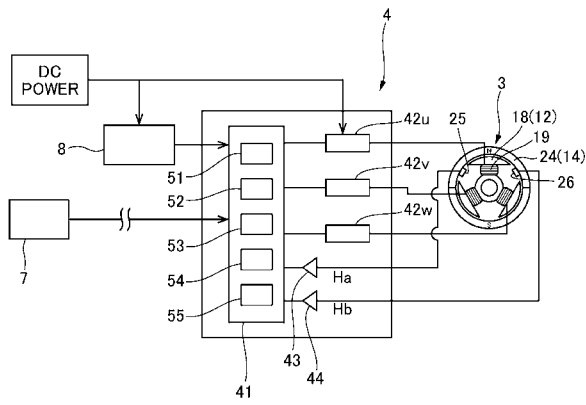
【 図 1 】



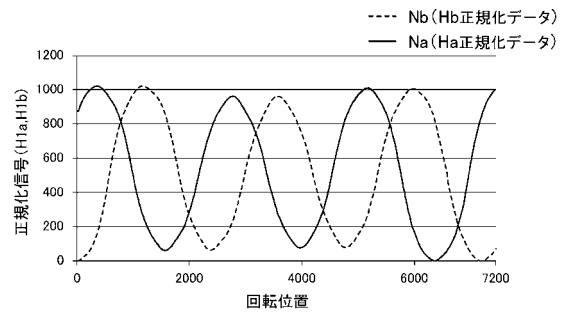
【 図 2 】



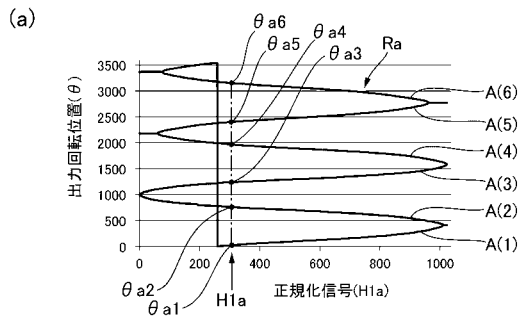
【 図 3 】



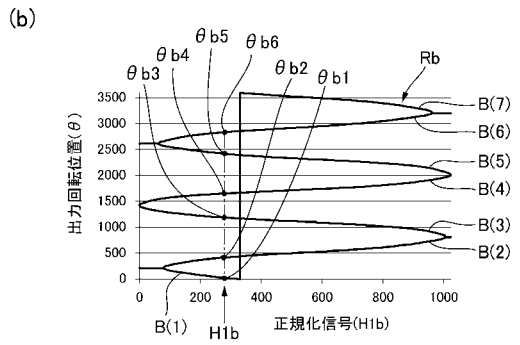
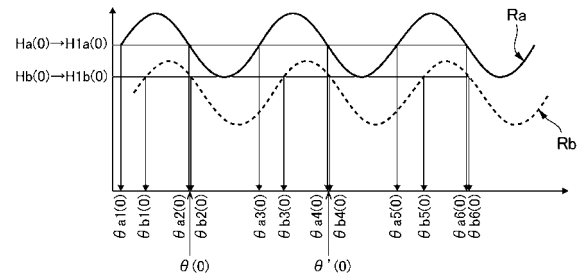
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

