(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2021-25960
(P2021-25960A)
(43)公開日　令和3年2月22日(2021.2.22)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
G01D	5/244	(2006.01)	G01D	5/244	A	2F077
H02P	6/16	(2016.01)	H02P	6/16		5H560

審査請求 未請求　請求項の数 1　ＯＬ　（全 9 頁）

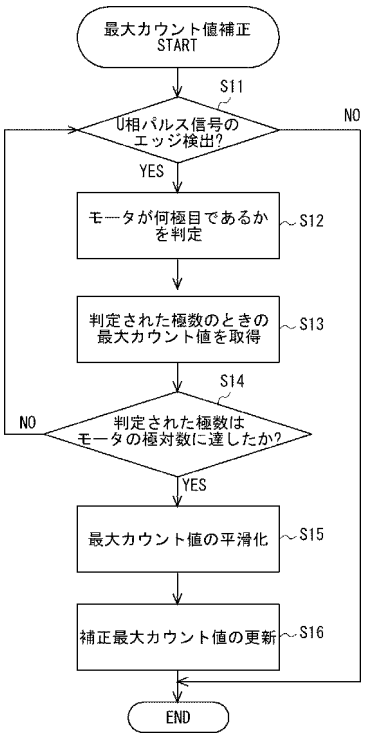
(21)出願番号　特願2019-146250 (P2019-146250)
(22)出願日　令和1年8月8日 (2019.8.8)

(71)出願人　000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町１番地
(74)代理人　100103894
弁理士　家入　健
(72)発明者　奥松　美宏
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内

Ｆターム(参考)　2F077 AA38 CC09 PP12 QQ11 TT62
5H560 AA07 BB04 BB12 DA02 DA07 DA19 DC02 JJ15 RR03 TT02 TT11

(54)【発明の名称】エンコーダ装置

(57)【要約】
【課題】インデックスパルスとしてホールセンサの出力パルス信号を用いた場合でも、時間をかけることなく、エンコーダの出力値の誤差を補正することが可能なエンコーダ装置を提供する。
【解決手段】実施形態に係るエンコーダ装置は、モータに設けられたホールセンサからの出力パルス信号に基づいて該モータが何極目であるかを判定し、判定された極数がモータの極対数に達するまでパルス信号のパルス数の最大カウント値を順次取得して、モータの極対数分の複数の最大カウント値を保持し、複数の前記最大カウント値を用いて平滑化処理を行い、平滑化された補正最大カウント値を用いて角度計算を行う。
【選択図】図５



【特許請求の範囲】
【請求項１】
モータに設けられたホールセンサからの出力パルス信号に基づいて前記モータが何極目であるかを判定し、判定された極数が前記モータの極対数に達するまでパルス信号のパルス数の最大カウント値を順次取得して、前記モータの極対数分の複数の最大カウント値を保持する取得部と、
複数の前記最大カウント値を用いて平滑化処理を行う平滑化処理部と、
平滑化された補正最大カウント値を用いて角度計算を行う角度計算部と、
を備える、
エンコーダ装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、エンコーダ装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
一般に、ロボットの関節の駆動には、ブラシレスＤＣサーボモータ等のサーボモータが用いられる。ロボットの関節の角度制御は、サーボモータの出力軸に直結されたエンコーダで、サーボモータの出力軸の回転角度を検出して行われる。
【０００３】
このようなモータの回転角度を検出する技術として、例えば、特許文献１に記載された技術がある。特許文献１には、ホールＩＣを使用して、ホールセンサマグネットの磁束を検出することで、ブラシレスモータのロータ位置を検出する位置検出器が記載されている。特許文献１では、ホールセンサマグネットの着磁ずれを補正するために、ブラシレスモータを一定速で回転させたときの位置検出器の出力信号のデューティ比を保存し、ブラシレスモータの駆動時に、記憶したデューティ比に基づいて、位置検出器の出力信号を補正している。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２０１７－０２８９４９号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
ＨＳＲ（Human Support Robot）などのサービスロボットでは、家庭内で人と協調して作業をするために、静粛性が求められる。そのため、モータは正弦波駆動が必要であり、モータには１回転あたり１０００パルス以上のパルス数のパルス信号を出力するエンコーダが取り付けられる。
【０００６】
一方、多関節構造とサーボモータによって動作するマニピュレータを備えるロボットは関節の数（軸数）が多いため、安価なモータが求められる。そこで、エンコーダのインデックスパルスとして、通常使用されるＺ相パルス信号の代わりに、ホールセンサの出力パルス信号の一つ（例えば、Ｕ相信号）を用いる方式が検討されている。
【０００７】
しかしながら、ホールセンサは組み付け能力誤差が大きく、電気角毎の出力パルス信号のカウント値にバラツキが発生する。このため、ホールセンサの出力パルス信号をインデックスパルスとして用いると、エンコーダの出力値に誤差が生じる。
【０００８】
このようなエンコーダの出力値の誤差を補正する場合、特許文献１のように、デューティ比等のエンコーダ出力値をフィードバックすることが考えられる。しかしながら、エン

コーダ出力値は誤差を含んでいるため、補正値が安定するまでには時間がかかるという問題がある。

【０００９】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、インデックスパルスとしてホールセンサの出力パルス信号を用いた場合でも、時間をかけることなく、出力値の誤差を補正することが可能なエンコーダ装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

本発明の一態様に係るエンコーダ装置は、モータに設けられたホールセンサからの出力パルス信号に基づいて該モータが何極目であるかを判定し、判定された極数がモータの極対数に達するまでパルス信号のパルス数の最大カウント値を順次取得して、前記モータの極対数分の複数の最大カウント値を保持する取得部と、複数の前記最大カウント値を用いて平滑化処理を行う平滑化処理部と、平滑化された補正最大カウント値を用いて角度計算を行う角度計算部とを備えるものである。

【発明の効果】

【００１１】

本発明によれば、インデックスパルスとしてホールセンサの出力パルス信号を用いた場合でも、時間をかけることなく、出力値の誤差を補正することが可能なエンコーダ装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１２】

【図１】実施の形態に係るエンコーダとＢＬＤＣモータとアンプとが接続されている状態を示すブロック図である。

【図２】図１のＢＬＤＣモータの構成を示す図である。

【図３】ホールセンサの波形を示す図である。

【図４】実施の形態に係るエンコーダの構成を示すブロック図である。

【図５】実施の形態の最大カウント値補正処理の一例を示すフロー図である。

【図６】実施の形態の角度計算処理を示すフロー図である。

【図７】５極対のＢＬＤＣモータの場合に取得される、複数の最大カウント値の一例を示す図である。

【図８】実施の形態の最大カウント値補正処理の他の例を示すフロー図である。

【図９】比較例のエンコーダの波形を示す図である。

【図１０】比較例の角度計算処理を示すフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【００１３】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。各図における同等の構成要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【００１４】

実施の形態は、例えば、ロボットの関節を駆動するブラシレスＤＣサーボモータ等のモータ制御に必要なロータ角度を検出するエンコーダ装置に関する。図１は、実施の形態に係るエンコーダ１０とＢＬＤＣモータとアンプとの接続状態を示すブロック図である。ここでは、モータの一例として、ブラシレスＤＣサーボモータ（以下、ＢＬＤＣモータ）２０が用いられる。ＢＬＤＣモータ２０は、例えば、三相ブラシレスＤＣサーボモータである。

【００１５】

図２は、図１のＢＬＤＣモータ２０の構成を示す図である。ＢＬＤＣモータ２０は、ロータ２１、ステータ２２を備える一般的な構成のものである。ＢＬＤＣモータ２０においては、永久磁石タイプのロータ２１が回転軸と一体に形成される。これらは、ＢＬＤＣモータ２０のハウジングに設けられた軸受により、回転自在に保持される。ＢＬＤＣモータ２０の三相（Ｕ相、Ｖ相、Ｗ相）の各ステータコイルには、駆動トルクや速度指令等に応

じて電流の制御された電力が供給される。各ステータコイルに供給される電流の位相を制御することで、ロータ２１が回転する。ＢＬＤＣモータ２０の駆動電流の波形には正弦波が用いられる。周波数、振幅、位相を制御することによりＢＬＤＣモータ２０が効率よく駆動される。

【００１６】

また、ＢＬＤＣモータ２０には、ロータ２１の位置を検出する３つのホールセンサＨｕ、Ｈｖ、Ｈｗが内蔵されている。ホールセンサＨｕ、Ｈｖ、Ｈｗは、ステータ２２の内側に一定間隔で３個配置され、例えば、１２０度の位相で配置されている。図３には、ホールセンサＨｕ、Ｈｖ、Ｈｗの波形が示されている。図３において、一点鎖線は、各ホールセンサＨｕ、Ｈｖ、Ｈｗからのアナログ波形を示しており、実線は、コンパレータを通したデジタル波形（出力パルス信号）を示している。

【００１７】

図３に示すように、ホールセンサＨｕ、Ｈｖ、Ｈｗからの出力パルス信号は、それぞれ１８０度毎に変化し、その位相が１２０度ずつずれている。すなわち、ホールセンサからの出力信号は、３ビットの信号が６０度毎に変化するパルス信号となる。実施の形態では、Ｕ相、Ｖ相、Ｗ相のいずれかの出力パルス信号（Ｕ相信号、Ｖ相信号、Ｗ相信号）を後述するエンコーダ１０に入力して、Ｚ相パルス信号の代わりにインデックスパルスとして使用する。

【００１８】

ＢＬＤＣモータ２０の出力軸の一端には、エンコーダ１０が接続される。エンコーダ１０は、出力軸の回転に伴うインクリメンタルな信号（Ａ相パルス信号、Ｂ相パルス信号）を出力するロータリーエンコーダである。エンコーダ１０は、例えば、ＢＬＤＣモータ２０に連結された回転軸にスリットを有する回転板が取り付けられた、周知の光学式のインクリメンタル形ロータリーエンコーダとして構成され得る。

【００１９】

エンコーダ１０は、位相が９０度ずれたＡ相パルス信号、Ｂ相パルス信号をロータの回転に同期して出力する。Ａ相パルス信号とＢ相パルス信号の位相関係によって、ＢＬＤＣモータ２０が正転か逆転かを知ることができる。Ａ相パルス信号、Ｂ相パルス信号は回転角度に応じた数のパルスを含む。エンコーダ１０は、Ａ相パルス信号、Ｂ相パルス信号のパルス数をカウントしたカウント値を生成する。

【００２０】

なお、実施の形態のエンコーダ１０は、インデックスパルスとして、通常使用されるＺ相パルス信号の代わりに、ホールセンサの出力パルス信号の一つ（例えば、Ｕ相信号）を用いる方式を採用している。このため、エンコーダ１０は、Ａ相パルス信号、Ｂ相パルス信号のみを生成し、Ｚ相信号を生成しない。これにより、エンコーダ１０のコストダウンと省配線化を図ることができる。

【００２１】

エンコーダ１０は、Ａ相パルス信号及びＢ相パルス信号に基づいて基準角度からの回転量を計算する。より具体的に説明すると、エンコーダ１０は、Ａ相パルス信号及びＢ相パルス信号のエッジをカウントし、そのカウント値に基づいて、ロータの基準角度からの回転量、ひいては、現在の回転角度を算出する。実施の形態のエンコーダ１０における角度計算については、のちに詳述する。

【００２２】

エンコーダ１０、ＢＬＤＣモータ２０には、バッテリー（不図示）とアンプ３０が接続される。アンプ３０は、エンコーダ１０により算出されるＢＬＤＣモータ２０のロータ角度及び角速度に基づいて、ＢＬＤＣモータ２０を制御する。すなわち、アンプ３０は、エンコーダ１０により算出される角度に応じて予め規定された処理を行う。

【００２３】

ここで、図９、１０を参照して、ホールセンサの出力パルス信号をインデックスパルスとして使用する際の問題点について説明する。図９は、比較例のエンコーダの波形を示す

図である。比較例のエンコーダは、Ａ相、Ｂ相パルス信号に加えて、Ｚ相パルス信号を出力する。Ｚ相パルス信号は、ロータが規定の基準位置に到達した際に、ロータが１回転する毎に１回出力される。すなわち、Ｚ相パルス信号は、機械角に１回の信号である。比較例では、Ｚ相パルス信号に基づいてロータの絶対位置が計算される。

【００２４】

図１０は、比較例の角度計算処理を示すフロー図である。まず、ホールセンサの出力パルス信号を用いて、ロータ角度の初期値が計算される（ステップＳ４１）。ただし、ホールセンサは６０度毎のパルス信号しか出力しないため、最大で±３０度の誤差が発生する。

【００２５】

モータが回転すると、エンコーダのＡ相、Ｂ相パルス信号のカウント値でロータ角度が計算される（ステップＳ４２）。１回目のＺ相パルス信号が入力されると、ロータ角度が基準角度（通常は０度）にリセットされる(ステップＳ４３）。この時、ホールセンサの出力パルス信号で計算したロータ角度の初期値が持っていた誤差がリセットされる。

【００２６】

その後は、Ａ相、Ｂ相パルス信号のカウント値に基づいて、ロータ角度の計算が行われ（ステップＳ４４）、Ｚ相パルス信号が入力されたら０度にリセットしながら（ステップＳ４５）、モータが回転する。

【００２７】

このように、比較例のエンコーダのＺ相パルス信号は、機械角で１回転するときに、特定の角度で発生する。このため、通常、モータ１回転時のＡ相、Ｂ相パルス信号のパルス数のカウント値がＺ相パルス信号の入力毎に異なることはない。例えば、Ａ相、Ｂ相パルス信号の予め設定される設定最大カウント値が１０００パルスのエンコーダの場合、Ｚ相パルス信号が入力されたときのカウント値は毎回１０００パルスとなる。

【００２８】

一方、ホールセンサはＵ相、Ｖ相、Ｗ相の３ビットの信号が６０度毎に変化する信号である。すなわち、ホールセンサの出力パルス信号は、電気角で変化する。ホールセンサの組み付け精度の問題から、ホールセンサからの出力パルス信号が入力された時の、Ａ相、Ｂ相パルス信号の最大カウント値が電気角ごとに異なる場合がある。

【００２９】

上述のようにＡ相、Ｂ相パルス信号の予め設定される設定最大カウント値が１０００パルスのエンコーダの場合、５極対のモータでは、Ｕ相パルス信号が入力されたときの設定最大カウント値は２００パルスとなる。ＢＬＤＣモータ２０のロータ角度は、通常、Ａ相、Ｂ相パルス信号をカウントしたカウント値を設定最大カウント値（２００）で除算し、２πを乗算することで得られる。

【００３０】

しかし、ホールセンサの組み付け精度の問題から、Ａ相、Ｂ相パルス信号のカウント値が２０１－１９８－２０２－１９９－２００のように、電気角ごとに異なるがある。このため、ホールセンサの出力パルス信号をインデックスパルスとして使用すると、エンコーダの出力値に誤差が生じてしまう。そこで、本発明者は、このような問題点を解決すべく、以下の構成を考案した。

【００３１】

図４は、実施の形態に係るエンコーダ１０の構成を示すブロック図である。実施の形態に係るエンコーダ１０は、モータに設けられたホールセンサからの出力パルス信号に基づいて該モータが何極目であるかを判定し、判定された極数がモータの極対数に達するまでパルス信号のパルス数の最大カウント値を順次取得して、該モータの極対数分の複数の最大カウント値を保持する取得部１１と、複数の最大カウント値を用いて平滑化処理を行う平滑化処理部１２と、平滑化された補正最大カウント値を用いて角度計算を行う角度計算部１３とを備える。

【００３２】

このように、極対数分の複数の最大カウント値を平滑化した補正最大カウント値を用いて角度計算を行うことで、インデックスパルスとしてホールセンサの出力パルス信号を用いた場合でも、時間をかけることなく、出力値の誤差を補正することが可能となる。

【００３３】

図５は、実施の形態の最大カウント値補正処理の一例を示すフロー図である。ここでは、インデックスパルスとして、Ｕ相パルス信号を用いるものとする。なお、Ｕ相パルス信号ではなく、Ｖ相パルス信号又はW相パルス信号を用いてもよい。図５に示すように、まず、Ｕ相パルス信号が入力されたか否かが判断される。具体的には、Ｕ相パルス信号のエッジが検出されたか否かが判断される（ステップＳ１１）。

【００３４】

Ｕ相パルス信号が入力されていない場合（ステップＳ１１、ＮＯ）、処理は終了する。この場合、上述したように、最大カウント値の補正は行われず、設定最大カウント値（２００）を用いてロータ角度の計算が行われる。

【００３５】

一方、Ｕ相パルス信号のエッジが検出された場合（ステップＳ１１、ＹＥＳ）、モータが何極目であるかが判定される（ステップＳ１２）。なお、モータの極数の絶対値はわからないため、電源投入時の位置を１極目とする。そして、判定された極数のときの、Ａ相、Ｂ相パルス信号のパルス数の最大カウント値が取得される（ステップＳ１３）。

【００３６】

その後、判定された極数がモータの極対数に達したか否かが判断される（ステップＳ１４）。判定された極数がモータの極対数に達していない場合（ステップＳ１４、ＮＯ）、ステップＳ１１に戻り、Ｕ相パルス信号が入力される毎に、判定された極数がモータの極対数と等しくなるまでステップＳ１２、１３が繰り返し実行される。このようにして、取得部１１では、モータの極対数分の複数の最大カウント値が保持される。図７に、５極対のＢＬＤＣモータの場合に取得される、複数の最大カウント値の一例が示される。この例では、最大カウント値（１）～（５）の５つの最大カウント値が取得される。

【００３７】

判定された極数がモータの極対数に達した場合（ステップＳ１４、ＹＥＳ）、取得部１１に保持されているモータの極対数分の複数の最大カウント値を用いて平滑化処理が実行される（ステップＳ１５）。ここでは、平滑化処理の一例として、単純平均処理を行うものとする。なお、平滑化処理としては、単純平均処理に限定されず、移動平均処理やローパスフィルタ処理を行ってもよい。これにより、電気角毎に異なる最大カウント値を補正することが可能となる。そして、平滑化された最大カウント値を補正最大カウント値として更新する（ステップＳ１６）。

【００３８】

次に、最大カウント値補正処理を行った後の、ロータ角度の計算処理について説明する。図６は、実施の形態の角度計算処理を示すフロー図である。図６に示すように、まず、パルス信号のカウント値が入力される（ステップＳ２１）。そして、入力されたカウント値を図５のフローで得られた補正最大カウント値で除算する（ステップＳ２２）。この値に２πを乗算する（ステップＳ２３）ことで、ロータ角度が得られる。

【００３９】

このように、実施の形態によれば、エンコーダ１０のインデックスパルスにホールセンサの出力パルス信号を用いた場合でも、ロータ角度の計算に、モータの極対数分の複数の最大カウント値を平均した補正最大カウント値を用いることで、エンコーダの出力値の誤差を抑制することが可能となる。これにより、モータを搭載したロボットに振動などが発生しないようにできる。

【００４０】

図８は、実施の形態の最大カウント値補正処理の他の例を示すフロー図である。図８は、図５のように最大カウント値の補正処理を行った後に電源を切り、再度電源を投入した時の最大カウント値補正処理を示している。通常、ロータ角度の絶対角はわからないので

、電源を切ると補正最大カウント値は一旦リセットされる。図８に示す例では、前回保存した複数の最大カウント値のパターンを保存し、パターンマッチングを行うことで、最初から精度よく補正を行う。

【００４１】

例えば、Ａ相、Ｂ相パルス信号の予め設定される設定最大カウント値が１０００パルスのエンコーダの場合において、５極対のモータで、前回の最大カウント値の保存値のパターンが２０１（１極目）－１９８（２極目）－２０２（３極目）－１９９（４極目）－２００（５極目）であるものとする。

【００４２】

図８に示すように、まず、Ｕ相パルス信号が入力されると、最大カウント値が取得される（ステップＳ３１）。そして、入力されたカウント値が前回保存値と近い極を、現在の極に決定する（ステップＳ３２）。例えば、今回取得された最大カウント値が１９８とすると、前回の保存値を参照して、現在の極数を２極目と決定する。なお、前回の保存値に同じ値があり、今回取得された最大カウント値が当該値と等しい場合は、いずれか１つの極に仮決定することができる。

【００４３】

そして、次のＵ相パルス信号が入力されたときに取得される最大カウント値が前回保存値に近い場合、前回保存値のパターンを用いて補正最大カウント値を算出する（ステップＳ３３）。例えば、現在の極数が２極目と決定された場合に、次にＵ相パルス信号が入力されたときに取得される最大カウント値が、前回の保存値の３極目の値（２０２）と一致した場合、前回保存値のパターンの複数の最大カウント値を用いて、補正最大カウント値を求めることができる。

【００４４】

なお、Ｓ３３において、前回保存値のパターンと一致しなかった場合、さらに次のＵ相パルス信号が入力されたときに最大カウント値を取得して、前回保存値のパターンに近い値に決定することもできる。

【００４５】

このように、次回の電源投入時に、不揮発性メモリ等に保存された、複数の最大カウント値のパターンを利用して補正最大カウント値を求め、ロータ角度の計算を行うことができる。これにより、時間をかけることなく、精度の良い補正を行うことが可能となる。

【００４６】

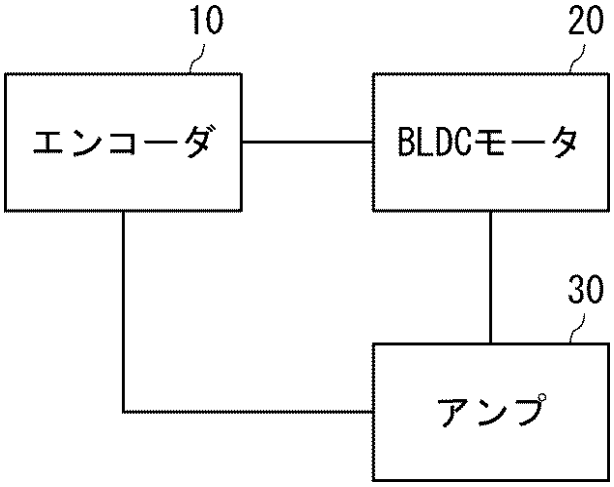
なお、本発明は上記実施の形態に限られたものではなく、趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。実施の形態は、電気自動車やハイブリッド自動車における駆動用モータのロータ角度検出に用いることも可能である。

【符号の説明】

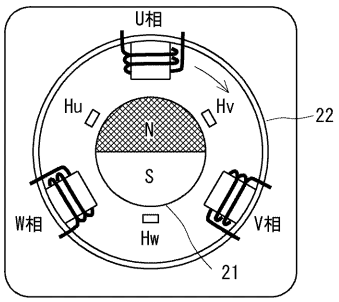
【００４７】

１０　エンコーダ
１１　取得部
１２　平滑化処理部
１３　角度計算部
２０　ＢＬＤＣモータ
２１　ロータ
２２　ステータ
３０　アンプ

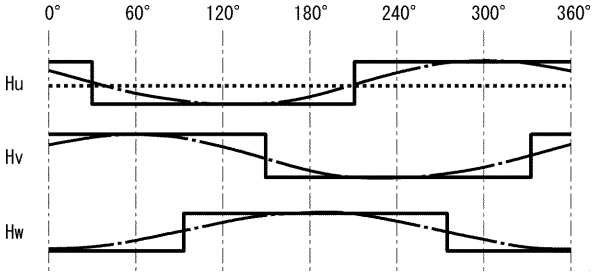
【図１】


10
20
エンコーダ
BLDCモータ
30
アンプ

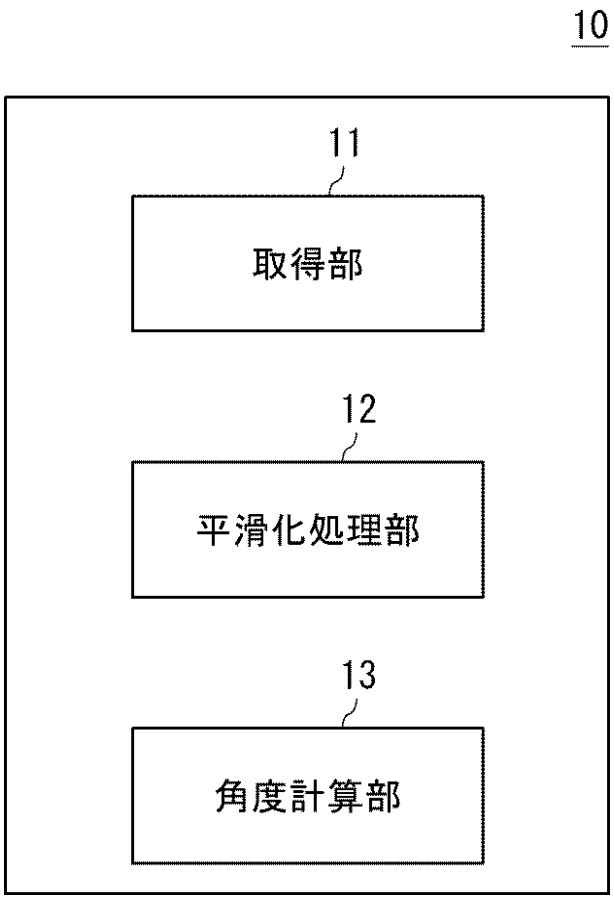
【図２】


U相
Hu
Hv
N
S
W相
V相
Hw
22
21
20

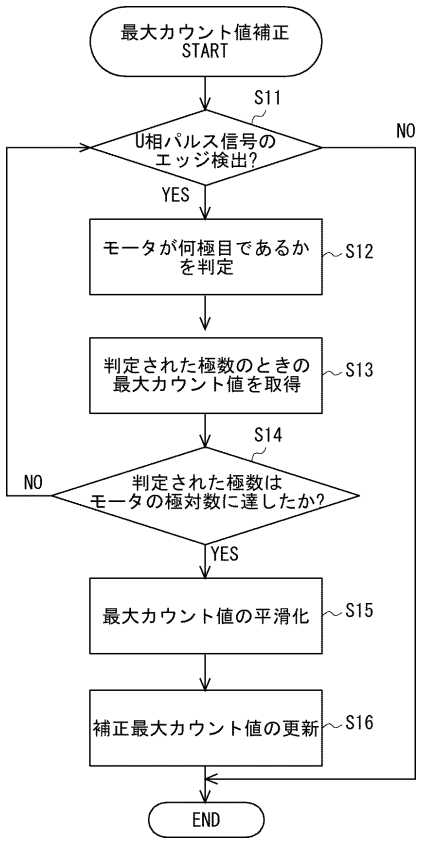
【図３】


0°
60°
120°
180°
240°
300°
360°
Hu
Hv
Hw

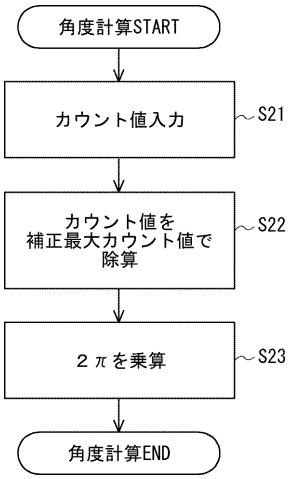
【図４】


10
11
取得部
12
平滑化処理部
13
角度計算部

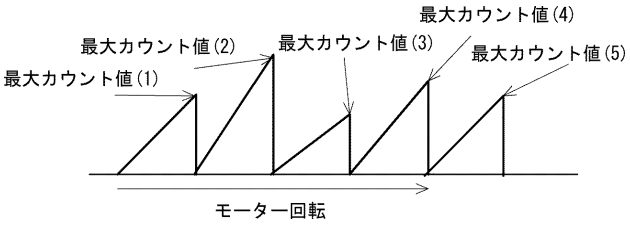
【図５】


最大カウント値補正
START
S11
U相パルス信号の
エッジ検出?
NO
YES
モータが何極目であるか
を判定
S12
判定された極数のときの
最大カウント値を取得
S13
S14
NO
判定された極数は
モータの極対数に達したか?
YES
最大カウント値の平滑化
S15
補正最大カウント値の更新
S16
END

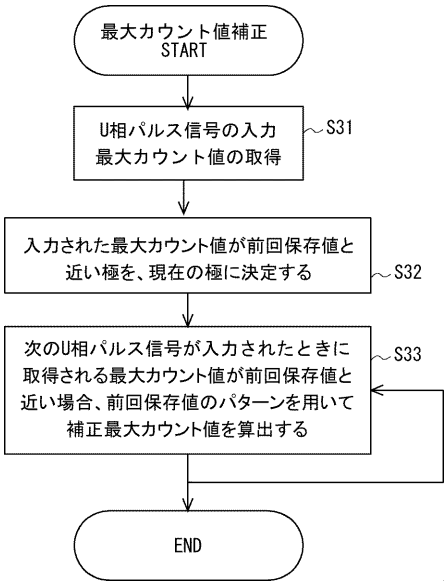
【図６】



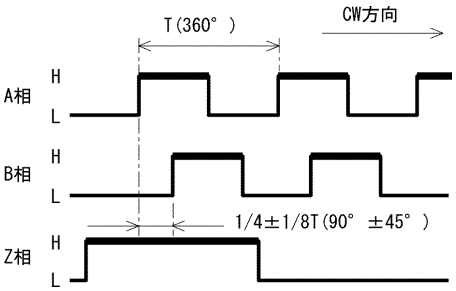
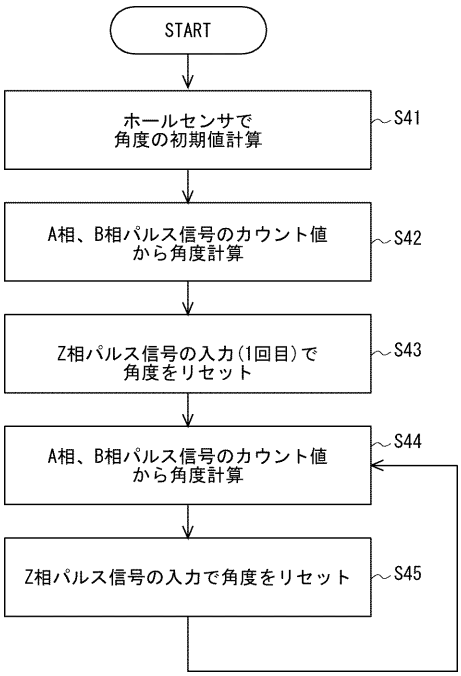
【図７】



【図８】



【図９】



【図１０】