

(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2017-173013

(P2017-173013A)

(43) 公開日 平成29年9月28日(2017.9.28)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
 GO1D 5/20 (2006.01) GO1D 5/20 110Z 2F077

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2016-56557 (P2016-56557)	(71) 出願人	00006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(22) 出願日	平成28年3月22日(2016.3.22)	(74) 代理人	100073759 弁理士 大岩 増雄
(11) 特許番号	特許第6109370号 (P6109370)	(74) 代理人	100088199 弁理士 竹中 岑生
(45) 特許公報発行日	平成29年4月5日(2017.4.5)	(74) 代理人	100094916 弁理士 村上 啓吾
		(74) 代理人	100127672 弁理士 吉澤 憲治
		(72) 発明者	藤江 賢一 東京都千代田区九段北一丁目13番5号 三菱電機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】 回転角度検出装置

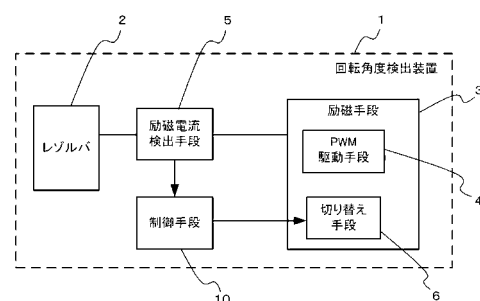
(57) 【要約】

【課題】 レゾルバの励磁回路の損失低減が可能で回転角度検出精度への影響を抑制可能な回転角度検出装置を提供する。

【解決手段】 励磁巻線に印加された励磁信号により形成される磁場が回転電機の回転により周波数変調されて誘起巻線に誘起信号を発生させるレゾルバ2と、レゾルバ2の励磁巻線に印加するための正弦波の励磁電圧を出力する励磁手段3と、レゾルバ2の励磁巻線に印加するためのPWM信号の励磁パルスを出力するPWM駆動手段4と、励磁手段3により出力される正弦波の励磁電圧とPWM駆動手段4により出力されるPWM信号の励磁パルスとを切り替えてレゾルバ2の励磁巻線に印加する切り替え手段6と、損失低減が可能で回転角度検出精度への影響を抑制可能な状態になる場合に切り替え手段6に対して切り替え信号を与える制御手段10を設けたものである。

【選択図】 図1

図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

励磁巻線に印加された励磁信号により形成される磁場が回転電機の回転により周波数変調されて誘起巻線に誘起信号を発生させるレゾルバと、前記レゾルバの励磁巻線に印加するための正弦波の励磁電圧を出力する励磁手段と、前記レゾルバの励磁巻線に印加するための P W M 信号の励磁パルスを出力する P W M 駆動手段と、前記励磁手段により出力される正弦波の励磁電圧と前記 P W M 駆動手段により出力される P W M 信号の励磁パルスとを切り替えて前記レゾルバの励磁巻線に印加する切り替え手段と、損失低減が可能で回転角度検出精度への影響を抑制可能な状態になる場合に前記切り替え手段に対して切り替え信号を与える制御手段を備えたことを特徴とする回転角度検出装置。

10

**【請求項 2】**

前記レゾルバの励磁巻線に前記励磁手段から出力された正弦波の励磁電圧が印加されているとき、前記制御手段は、前記レゾルバの励磁巻線に流れる励磁電流から求めた損失積もりが、予め保有している前記 P W M 駆動手段からの出力により励磁されているときの損失よりも大きい場合に、前記切り替え手段に対して前記 P W M 駆動手段から出力の P W M 信号の励磁パルスに切り替える信号を与えることを特徴とする請求項 1 に記載の回転角度検出装置。

**【請求項 3】**

前記レゾルバの励磁巻線に前記 P W M 駆動手段から出力された P W M 信号の励磁パルスが印加されているとき、前記制御手段は、前記 P W M 駆動手段から出力される励磁パルスのデューティ比が予め設定されている最大値以上または最小値以下になった場合に、前記切り替え手段に対して前記励磁手段から出力の正弦波の励磁電圧に切り替える信号を与えることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の回転角度検出装置。

20

**【請求項 4】**

前記レゾルバの励磁巻線に前記 P W M 駆動手段から出力された P W M 信号の励磁パルスが印加されているとき、前記制御手段は、前記回転電機に対する駆動信号を検出した場合に、前記切り替え手段に対して前記励磁手段から出力の正弦波の励磁電圧に切り替える信号を与えることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の回転角度検出装置。

**【請求項 5】**

励磁巻線に印加された励磁信号により形成される磁場が回転電機の回転により周波数変調されて誘起巻線に誘起信号を発生させるレゾルバと、前記レゾルバの励磁巻線に印加するための P W M 信号の励磁パルスを出力する P W M 駆動手段と、前記 P W M 駆動手段のキャリア周波数を低周波側または高周波側に変更するキャリア周波数変更手段と、前記 P W M 駆動手段から出力される励磁パルスのデューティ比が予め設定されている最大値以上または最小値以下になった場合に前記キャリア周波数変更手段によりキャリア周波数を低周波側から高周波側に変更する制御手段を備えたことを特徴とする回転角度検出装置。

30

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

この発明は、レゾルバを用いて例えばモータジェネレータなどの回転電機の回転角度および回転速度を検出する回転角度検出装置に関するものである。

40

**【背景技術】****【0002】**

従来、回転電機の回転角度および回転速度を検出する回転角度検出装置として、光学式エンコーダよりも構造が簡素で、かつ温度変化による誤差が少ないレゾルバが広く用いられている。しかし、レゾルバは、回転電機であるモータジェネレータのモータコイル等が発生する外部磁束の影響を受けやすい。このため、外部磁束の影響を低減させるために、レゾルバの巻線には種々の構造的対策が講じられている。(例えば、特許文献 1)

**【先行技術文献】**

50

## 【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第5289420号公報

## 【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来のレゾルバを用いる回転角度検出装置においては、外部磁束の影響を更に低減するために、レゾルバの励磁巻線に印加する励磁信号の振幅または周波数を大きくすることにより、レゾルバの誘起巻線に誘起される誘起信号のS/N比を向上させることが行われている。しかし、励磁巻線に印加する励磁信号の振幅を大きくすると、励磁電流が大きくなるため、レゾルバの励磁回路に用いられるスイッチング素子等の定格容量を大きくする必要が生じて素子サイズが大きくなってしまいうえ、レゾルバの励磁回路の消費電力が増加して損失増加によって発熱量が増加するという課題があった。

10

【0005】

この発明は以上のような課題を解決するためになされたもので、レゾルバの励磁回路の損失低減が可能で回転角度検出精度への影響を抑制可能な回転角度検出装置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】

【0006】

この発明に係る回転角度検出装置は、励磁巻線に印加された励磁信号により形成される磁場が回転電機の回転により周波数変調されて誘起巻線に誘起信号を発生させるレゾルバと、前記レゾルバの励磁巻線に印加するための正弦波の励磁電圧を出力する励磁手段と、前記レゾルバの励磁巻線に印加するためのPWM信号の励磁パルスを出力するPWM駆動手段と、前記励磁手段により出力される正弦波の励磁電圧と前記PWM駆動手段により出力されるPWM信号の励磁パルスとを切り替えて前記レゾルバの励磁巻線に印加する切り替え手段と、損失低減が可能で回転角度検出精度への影響を抑制可能な状態になる場合に前記切り替え手段に対して切り替え信号を与える制御手段を備えたことを特徴とするものである。

20

【発明の効果】

【0007】

この発明によれば、励磁巻線に印加された励磁信号により形成される磁場が回転電機の回転により周波数変調されて誘起巻線に誘起信号を発生させるレゾルバと、前記レゾルバの励磁巻線に印加するための正弦波の励磁電圧を出力する励磁手段と、前記レゾルバの励磁巻線に印加するためのPWM信号の励磁パルスを出力するPWM駆動手段と、前記励磁手段により出力される正弦波の励磁電圧と前記PWM駆動手段により出力されるPWM信号の励磁パルスとを切り替えて前記レゾルバの励磁巻線に印加する切り替え手段と、損失低減が可能で回転角度検出精度への影響を抑制可能な状態になる場合に前記切り替え手段に対して切り替え信号を与える制御手段を備えているため、レゾルバの励磁回路の損失低減が可能で回転角度検出精度への影響を抑制可能な回転角度検出装置を得ることができる効果がある。

30

40

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】この発明の実施の形態1における回転角度検出装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】この発明の実施の形態1における回転角度検出装置の回路構成の一例を示す回路図である。

【図3】この発明の実施の形態1における回転角度検出装置の制御手段の動作を説明するフロー図である。

【図4】この発明の実施の形態1における回転角度検出装置のPWM駆動時のスイッチング波形を説明する説明図である。

50

【図 5】この発明の実施の形態 2 における回転角度検出装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 6】この発明の実施の形態 2 における回転角度検出装置の制御手段の動作を説明するフロー図である。

【図 7】この発明の実施の形態 3 における回転角度検出装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 8】この発明の実施の形態 3 における回転角度検出装置の制御手段の動作を説明するフロー図である。

【図 9】この発明の実施の形態 4 における回転角度検出装置の概略構成を示すブロック図である。

10

【図 10】この発明の実施の形態 4 における回転角度検出装置の回路構成の一例を示す回路図である。

【図 11】この発明の実施の形態 4 における回転角度検出装置の制御手段の動作を説明するフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、この発明の実施の形態について説明するが、各図において同一、または相当部分については同一符号を付して説明する。

実施の形態 1 .

図 1 はこの発明の実施の形態 1 における回転角度検出装置の概略構成を示すブロック図、図 2 はこの発明の実施の形態 1 における回転角度検出装置の回路構成の一例を示す回路図、図 3 はこの発明の実施の形態 1 における回転角度検出装置の制御手段の動作を説明するフロー図、図 4 はこの発明の実施の形態 1 における回転角度検出装置の P W M 駆動時のスイッチング波形を説明する説明図である。

20

【0010】

図 1 において、回転角度検出装置 1 は、例えばモータジェネレータなどの回転電機（図示せず）の回転角度および回転速度を検出するレゾルバ 2 と、レゾルバ 2 の励磁巻線に印加するための正弦波の励磁信号（電圧）を出力する励磁手段 3 と、レゾルバ 2 の励磁巻線に印加するための P W M 信号（パルス幅変調：P u l s e W i d t h M o d u l a t i o n）の励磁パルスを出力する P W M 駆動手段 4 と、レゾルバ 2 の励磁巻線に流れる励磁電流を検出する励磁電流検出手段 5 と、励磁手段 3 から出力される正弦波の励磁信号と P W M 駆動手段 4 から出力される P W M 信号の励磁パルスを切り替えてレゾルバ 2 の励磁巻線に印加する切り替え手段 6 と、切り替え手段 6 に対して切り替え信号を与える制御手段 10 とにより構成されている。

30

【0011】

図 2 は図 1 の各手段の回路構成の一例を示しており、以下図 2 を参照して各手段の詳細構成について説明する。

レゾルバ 2 は、励磁巻線および誘起巻線を有している。レゾルバ 2 の励磁巻線に印加される励磁信号による磁場が、回転電機（図示せず）の回転軸の回転によって周波数変調されて、レゾルバ 2 の誘起巻線に誘起信号として誘起される。従って、この励磁信号と誘起信号とを比較することにより、回転電機の回転角度および回転速度を検出することができる。

40

【0012】

励磁手段 3 は、制御手段 10 から出力される正弦波の励磁信号を増幅して、レゾルバ 2 の励磁巻線に正弦波の励磁信号を印加する。ここで、励磁信号の振幅を大きくすると、励磁電流の振幅が大きくなり、励磁電流によって形成される磁場も大きくなるので、外部磁束の影響を受けにくくなり、誘起信号の S / N 比も改善されて、回転角度検出精度が相対的に向上する。励磁手段 3 としては、例えば図 2 に示すような、トランジスタやオペアンプ等を用いたプッシュプル型の回路が考えられる。なお、図 2 では正負両電源の回路構成を示しているが単電源の回路構成である場合は、レゾルバ 2 の励磁巻線の両端にそれぞれ

50

プッシュプル型の回路が設けられる。

【 0 0 1 3 】

P W M 駆動手段 4 は、例えば、図 2 に示すような、P W M 信号のキャリア周波数と同じ周波数で三角波を発生させる三角波発生回路 7 と、励磁手段 3 のオペアンプに入力される正弦波信号と三角波発生回路 7 の三角波とを比較する比較器を用いる回路構成が考えられる。

【 0 0 1 4 】

励磁電流検出手段 5 は、例えば、図 2 に示すような、レゾルバ 2 と励磁手段 3 との間に抵抗を設け、この抵抗の両端電圧を差動増幅器に入力し、電流信号を電圧信号に変換して検出する構成が考えられる。

【 0 0 1 5 】

切り替え手段 6 は、図 2 に示すように、励磁手段 3 内に設けられ、制御手段 1 0 の切り替え信号によって切り替え動作が制御される。また、切り替え手段 6 の具体的な回路としては、例えば、図 2 に示すような、トランジスタスイッチおよびゲート駆動回路や、インバータ回路が考えられ、制御手段 1 0 から有意信号（図 2 では H i ）が送信されると、切り替え手段 6 は、レゾルバ 2 への電流経路として励磁手段 3 内の P W M 駆動手段 4 を選択し、励磁パルスをレゾルバ 2 に印加できるようにする。

【 0 0 1 6 】

制御手段 1 0 は、正弦波の励磁信号  $V_{in}(\quad)$  と、励磁電流検出手段 5 が検出する励磁電流  $I_L$  をもとに励磁手段 3 のトランジスタの損失  $P_{tr}$  を  $P_{tr} = V_{in}(\quad - 180 [deg]) \times I_L$  のように見積もることができる。

また、制御手段 1 0 は、P W M 駆動手段 4 を用いてレゾルバに励磁電流を印加した場合の損失マップをあらかじめ用意しておき、演算して求めたトランジスタの損失  $P_{tr}$  と照らし合わせて、トランジスタの損失  $P_{tr}$  が、P W M 駆動手段 4 を用いた場合の損失よりも大きければ、切り替え手段 6 に切り替え信号を送信し、P W M 駆動手段 4 から出力された P W M 信号の励磁パルスを用いるようにする。

【 0 0 1 7 】

以下、図 3 に示すフロー図を用いて、制御手段 1 0 による切り替え手段 6 の切り替え動作について、具体的に説明する。

ステップ S 1 0 0 において、レゾルバ 2 の励磁巻線に励磁手段 3 から出力された正弦波の励磁信号が印加されている状態で、制御手段 1 0 は、励磁電流検出手段 5 が検出した励磁電流値  $I_L$  を読み込み、ステップ S 1 0 1 へと進む。

ステップ S 1 0 1 において、制御手段 1 0 は、励磁手段 3 に出力している正弦波の励磁信号  $V_{in}(\quad)$  と励磁電流検出手段 5 で検出した励磁電流値  $I_L$  をもとに、励磁手段 3 のトランジスタの損失  $P_{tr}$  を演算して見積もり、ステップ S 1 0 2 へと進む。

【 0 0 1 8 】

ステップ S 1 0 2 において、制御手段 1 0 は、見積もった励磁手段 3 のトランジスタの損失  $P_{tr}$  と、予め用意された P W M 駆動手段 4 を用いてレゾルバ 2 に励磁電流を印加した場合の損失マップとを比較し、トランジスタの損失  $P_{tr}$  が、P W M 駆動手段 4 を用いた場合の損失よりも大きい場合（Y E S ）は、ステップ S 1 0 3 へと進み、そうでない場合（N O ）には、ステップ S 1 0 0 へ戻る。

ステップ S 1 0 3 において、制御手段 1 0 は、切り替え手段 6 に切り替え信号（図 2 では H i ）を送信し、切り替え手段 6 は、レゾルバ 2 への電流経路として励磁手段 3 内の P W M 駆動手段 4 を選択し、励磁パルスをレゾルバ 2 の励磁巻線に印加する。

【 0 0 1 9 】

なお、P W M 駆動手段 4 を用いてレゾルバ 2 に励磁電流を印加した場合の損失マップの求め方は、回路定数を模擬したシミュレーションにて見積もる方法や、実機動作にて損失を確認する方法、あるいは、簡易的に図 4 に示すようなスイッチング波形のモデルを構築し、損失を見積もる方法などが考えられる。ここでは一例として図 4 に示すスイッチング波形のモデルにより損失を見積もる方法について説明する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 0 】

スイッチングON期間における損失  $P_{trON}$  は、図4の期間aにおける電圧変化  $2V_B$  (両電源の場合。単電源の場合は  $V_B$ ) と電流変化  $I_c$  および、ON過渡時間  $T_{on}$  を用いて、 $P_{trON} = V_B \times I_c \times T_{on} / 3$  で表せる。

同様に、スイッチングOFF期間における損失  $P_{trOFF}$  は、図4の期間bにおける電圧変化  $2V_B$  と電流変化  $I_c$  および、OFF過渡時間  $T_{off}$  を用いて、 $P_{trOFF} = V_B \times I_c \times T_{off} / 3$  で表せる。

また、トランジスタがON期間中の損失  $P_{ON}$  は、図4の期間cにおけるトランジスタのコレクタエミッタ間電圧  $V_{ce}$  および励磁電流  $I_c$  ならびにPWMキャリア周波数  $F_{pwm}$ 、PWM信号の励磁パルスのデューティ比  $Duty$  を用いて、 $P_{ON} = V_{ce} \times I_c \times Duty \times F_{pwm}$  で表せる。

従って、PWM駆動1周期分の損失  $P_{tr\_1cyc}$  は上記の損失の合計となり、 $P_{tr\_1cyc} = P_{trON} + P_{trOFF} + P_{ON}$  で見積もることができる。

## 【 0 0 2 1 】

以上説明したように、実施の形態1では、励磁手段3によって、レゾルバ2の励磁巻線に正弦波の励磁電圧が印加されているとき、制御手段10は、励磁電流検出手段5が検出する励磁電流に基づく励磁手段3の損失見積もりが大きく、さらに励磁手段3をPWM駆動することによって損失が低減される場合は、切り替え手段6に切り替え信号を送信し、PWM駆動手段4によって励磁パルスをレゾルバ2の励磁巻線に印加するので、励磁手段3の損失を低減することができる。この結果、回路素子のサイズダウンや、基板放熱面積の削減が可能となり、励磁手段3の小型化ができる。また、PWM駆動手段4によって励磁パルスをレゾルバ2の励磁巻線に印加することで、回転角度検出精度への影響を最小限に抑えることが可能となる。

## 【 0 0 2 2 】

実施の形態2 .

図5はこの発明の実施の形態2における回転角度検出装置の概略構成を示すブロック図、図6はこの発明の実施の形態2における回転角度検出装置の制御手段の動作を説明するフロー図である。

上記実施の形態1では、励磁手段3によってレゾルバ2の励磁巻線に正弦波の励磁電圧が印加されているとき、制御手段10は、励磁手段3をPWM駆動することによって損失が低減される場合は、切り替え手段6に切り替え信号を送信して、PWM駆動手段4によって励磁パルスをレゾルバ2の励磁巻線に印加する場合について説明したが、実施の形態2では、励磁手段3内のPWM駆動手段4によって、レゾルバ2の励磁巻線に励磁パルスが印加されているとき、図5に示す制御手段10aは、PWM信号の励磁パルスのデューティ比 ( $Duty$ ) が所定の設定値に到達した場合は、励磁手段3をPWM駆動手段4による励磁パルス印加から正弦波の励磁電圧印加へ切り替える場合について説明する。

図5において、制御手段10aは、PWM駆動手段4が出力する励磁パルスを読み込んでいる。なお、他の部分の構成については上記実施の形態1と同様であるため説明を省略する。

## 【 0 0 2 3 】

以下、図6に示すフロー図を用いて、制御手段10aによる切り替え手段6の切り替え動作について、具体的に説明する。

ステップS200において、レゾルバ2の励磁巻線にPWM駆動手段4が出力する励磁パルスが印加されている状態で、制御手段10aは、PWM駆動手段4が出力するPWM信号の励磁パルスのパルス幅 (時間) を読み込み、PWM信号の励磁パルスのデューティ比 ( $ON\ Duty$ ) を算出し、ステップS201へと進む。

## 【 0 0 2 4 】

ステップS201において、制御手段10aは、算出したデューティ比が、予め設定されている最大のしきい値以上または最小のしきい値以下の場合 (YES) は、ステップS202へと進み、そうでない場合 (NO) には、ステップS200へ戻る。ここで、しき

10

20

30

40

50

い値としては、例えば、励磁手段3を構成するトランジスタのスルーレートも考慮し、励磁パルスとして実現できるデューティ比(Duty)の最大値や、最小値とする方法が考えられる。あるいは、単純にデューティ比の最大値が100%や、最小値が0%と設定してもよい。

#### 【0025】

ステップS202において、制御手段10aは、切り替え手段6に切り替え信号(図2ではLo)を送信し、切り替え手段6は、レゾルバ2への電流経路を励磁手段3内のPWM駆動手段4から出力の励磁パルスの印加から、励磁手段3から出力の正弦波の励磁電圧の印加に切り替える。

#### 【0026】

以上説明したように、実施の形態2では、励磁手段3内のPWM駆動手段4によって、レゾルバ2の励磁巻線にPWM信号の励磁パルスが印加されているとき、制御手段10aは、PWM信号の励磁パルスのデューティ比が、励磁パルスとして実現できるデューティ比の予め設定された最大値や最小値に達した場合には、切り替え手段6に切り替え信号を送信し、PWM駆動手段4による励磁パルス印加から励磁手段3の正弦波の励磁電圧の印加へ切り替えるので、PWM駆動では実現しきれない細かな電流制御領域において波形歪みを抑制し、回転角度検出精度への影響も抑えることができると共に、この領域ではPWM駆動による損失も、正弦波の励磁電圧による損失も変わらず同じであるので、損失への影響も最小限に抑えることができる。

さらに、デューティ比が最大値や最小値に達していない範囲の場合は、PWM駆動によってレゾルバ2の励磁巻線を励磁するので、励磁手段3の損失を低減することができ、回路素子のサイズダウンや基板放熱面積の削減が可能となり、励磁手段3の小型化も可能となる。

#### 【0027】

実施の形態3

図7はこの発明の実施の形態3における回転角度検出装置の概略構成を示すブロック図、図8はこの発明の実施の形態3における回転角度検出装置の制御手段の動作を説明するフロー図である。

上記実施の形態2では、励磁手段3内のPWM駆動手段4によって、レゾルバ2の励磁巻線に励磁パルスが印加されているとき、制御手段10aは、PWM信号の励磁パルスのデューティ比(Duty)が所定の設定値に到達した場合は、励磁手段3をPWM駆動手段4による励磁パルス印加から正弦波の励磁電圧印加へ切り替える場合について説明したが、実施の形態3では、励磁手段3内のPWM駆動手段4によって、レゾルバ2の励磁巻線に励磁パルスが印加されているとき、図7に示す制御手段10bは、モータジェネレータなどの回転電機30の駆動信号を検出した場合は、励磁手段3をPWM駆動手段4による励磁パルス印加から正弦波の励磁電圧印加へ切り替える場合について説明する。

図7において、制御手段10bは、モータジェネレータなどの回転電機30の駆動信号を検出入力している。なお、他の部分の構成については上記実施の形態2と同様であるため説明を省略する。

#### 【0028】

以下、図8に示すフロー図を用いて、制御手段10bによる切り替え手段6の切り替え動作について、具体的に説明する。

ステップS300において、レゾルバ2の励磁巻線にPWM駆動手段4が出力する励磁パルスが印加されている状態で、制御手段10bは、回転電機30の駆動信号を検出した場合(YES)はステップS301へと進み、そうでない場合(NO)は回転電機30の駆動信号が検出されるまでステップS300を繰り返す。なお、回転電機30の駆動信号としては、例えば、回転電機30の発電あるいは駆動の動作を制御するマイコンまたは制御用集積回路(ASIC: Application Specific Integrated Circuit)などが出力するHiまたはLoの論理信号が考えられる。

ステップS301において、制御手段10bは、切り替え手段6に切り替え信号(図2

10

20

30

40

50

ではL<sub>o</sub>)を送信し、切り替え手段6は、レゾルバ2への電流経路を励磁手段3内のPWM駆動手段4から出力の励磁パルスの印加から、励磁手段3から出力の正弦波の励磁電圧の印加に切り替える。

#### 【0029】

以上説明したように、実施の形態3では、励磁手段3内のPWM駆動手段4によって、レゾルバ2の励磁巻線に励磁パルスが印加されているとき、制御手段10bは、回転電機30の駆動信号を検出した場合は、切り替え手段6に切り替え信号を送信し、励磁手段3をPWM駆動手段4による励磁パルス印加から正弦波の励磁電圧印加へ切り替えるので、回転角度検出精度が要求されない発電時や、動作停止中のスタンバイ状態において、励磁手段3の電力消費を低減することができる。

10

また、回転電機30の駆動時には、正弦波の励磁電圧をレゾルバ2の励磁巻線に印加するので波形歪みを抑制し、精度の高い回転角度検出が可能となる。

#### 【0030】

実施の形態4

図9はこの発明の実施の形態4における回転角度検出装置の概略構成を示すブロック図、図10はこの発明の実施の形態4における回転角度検出装置の回路構成の一例を示す回路図、図11はこの発明の実施の形態4における回転角度検出装置の制御手段の動作を説明するフロー図である。

上記実施の形態2では、励磁手段3内のPWM駆動手段4によって、レゾルバ2の励磁巻線に励磁パルスが印加されているとき、制御手段10aは、PWM信号の励磁パルスのデューティ比(Duty)が所定の設定値に到達した場合は、励磁手段3をPWM駆動手段4による励磁パルス印加から正弦波の励磁電圧印加へ切り替える場合について説明したが、実施の形態4では、励磁手段3内のPWM駆動手段4によって、レゾルバ2の励磁巻線に励磁パルスが印加されているとき、図9に示す制御手段10cは、PWM信号の励磁パルスのデューティ比(Duty)が所定の設定値に到達した場合は、キャリア周波数変更手段20によってPWM駆動手段4のキャリア周波数を変更し、励磁手段3の損失低減と、回転角度検出精度への影響を最小限に抑える方法について説明する。

20

#### 【0031】

図9において、制御手段10cは、PWM駆動手段4が出力する励磁パルスを読み込んでおり、PWM信号の励磁パルスのデューティ比(Duty)が所定の設定値に到達した場合は、キャリア周波数変更手段20によってPWM駆動手段4のキャリア周波数を低周波側から高周波側に変更する。キャリア周波数変更手段20は、PWM駆動手段4のキャリア周波数に相当する三角波発生回路7において、三角波の周期を変更させる役割を持つものであり、キャリア周波数変更手段20の具体的な構成としては、例えば、図10に示すように三角波発生回路の周期を設定している抵抗の定数を制御手段10cからの信号で切り替える方法が考えられる。

30

#### 【0032】

一般に、PWM制御のキャリア周波数が低いとレゾルバ巻線の励磁電流波形に歪みが表れ、回転角度検出精度が低下する。一方、回転角度検出精度を高くする目的で、PWM制御のキャリア周波数を上げると、スイッチング損失が増加して、発熱が大きくなるという課題があるが、実施の形態4はこの課題を解決するためのものである。なお、他の部分の構成については上記実施の形態2と同様であるため説明を省略する。

40

#### 【0033】

以下、図11に示すフロー図を用いて、制御手段10cによるキャリア周波数変更手段20のキャリア周波数変更動作について、具体的に説明する。

ステップS400において、レゾルバ2の励磁巻線にPWM駆動手段4が出力する励磁パルスが印加されている状態で、制御手段10cは、PWM駆動手段4が出力するPWM信号の励磁パルスのパルス幅(時間)を読み込み、PWM信号の励磁パルスのデューティ比(ON Duty)を算出し、ステップ401へと進む。

#### 【0034】

50

ステップS401において、制御手段10cは、算出したデューティ比が、予め設定されている最大のしきい値以上または最小のしきい値以下の場合（YES）は、ステップS402へと進み、そうでない場合（NO）には、ステップS400へ戻る。ここで、しきい値としては、例えば、励磁手段3を構成するトランジスタのスルーレートも考慮し、励磁パルスとして実現できるデューティ比（Duty）の最大値や、最小値とする方法が考えられるが、デューティ比の最大値が100%や、最小値が0%の場合を除いて設定する必要がある。

#### 【0035】

ステップS402において、制御手段10cは、キャリア周波数変更手段20に変更信号（図10ではHi）を送信し、キャリア周波数変更手段20は、PWM駆動手段4のキャリア周波数を低周波側から高周波側へと変更する。

なお、高周波側のキャリア周波数としては、例えば、励磁手段3を構成するトランジスタのスルーレートを考慮した最大の周波数とする方法などが考えられる。また、低周波側（変更前）のキャリア周波数としては、変更後の高周波側の周波数を偶数で分周する方法が考えられる。偶数で分周することで、キャリア周波数の変更前後でのデューティ比の不連続性を回避できるので、キャリア周波数の変更時における励磁波形の歪みが表れない利点を有する。

#### 【0036】

また、フロー図には記載していないが、図11とは逆の場合として制御手段10cは、デューティ比が最小値を超えて最大値未満の場合は、キャリア周波数変更手段20に変更信号（図10ではLo）を送信し、キャリア周波数変更手段20は、PWM駆動手段4のキャリア周波数を高周波側から低周波側へと変更する。

#### 【0037】

以上説明したように、実施の形態4では、励磁手段3内のPWM駆動手段4によって、レゾルバ2の励磁巻線に励磁パルスが印加されているとき、制御手段10cは、PWM信号の励磁パルスのデューティ比が、励磁パルスとして実現できるデューティ比の予め設定された最大値や最小値に達した場合には、キャリア周波数変更手段20に変更信号を送信し、PWM駆動手段4のキャリア周波数を低周波側から高周波側に変更するので、正弦波信号における変化率の小さい極大点や極小点においても波形歪みを抑制し、回転角度検出精度への影響も抑えることができると共に、前述の極大点や極小点以外では、キャリア周波数を低周波側に落としてPWM駆動によってレゾルバ2の励磁巻線を励磁するので、励磁手段3のトランジスタのスイッチング損を低減することができる。

#### 【0038】

なお、この発明は、その発明の範囲内において各実施の形態を自由に組み合わせたり、実施の形態を適宜、変形、省略することが可能であり、上記実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

#### 【符号の説明】

#### 【0039】

1 回転角度検出装置、2 レゾルバ、3 励磁手段、4 PWM駆動手段、5 励磁電流検出手段、6 切り替え手段、10 制御手段

10

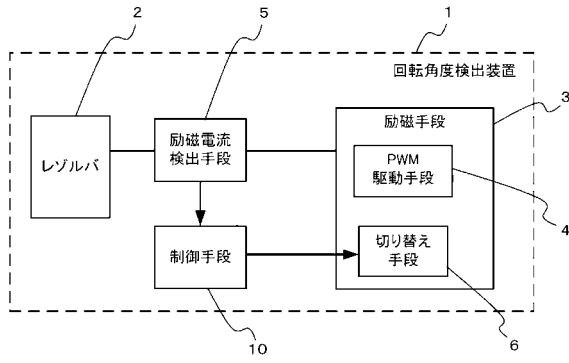
20

30

40

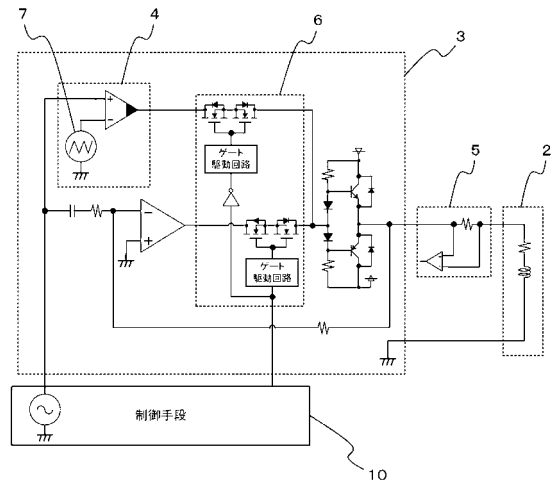
【 図 1 】

図 1



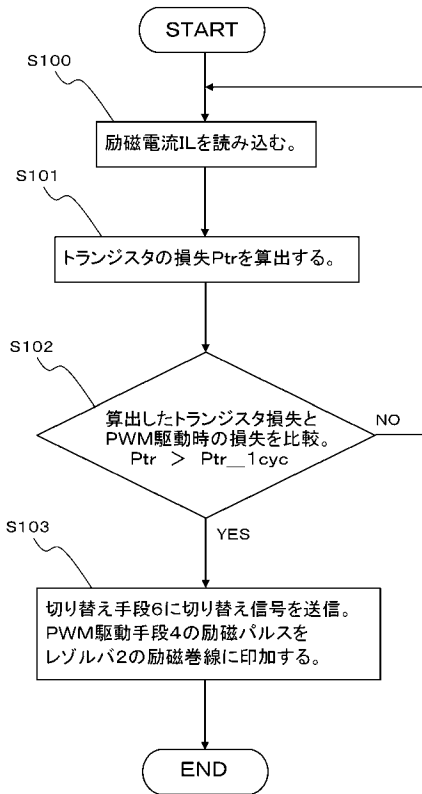
【 図 2 】

図 2



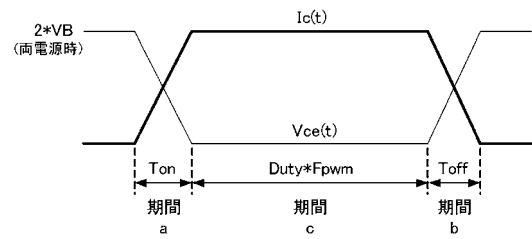
【 図 3 】

図 3



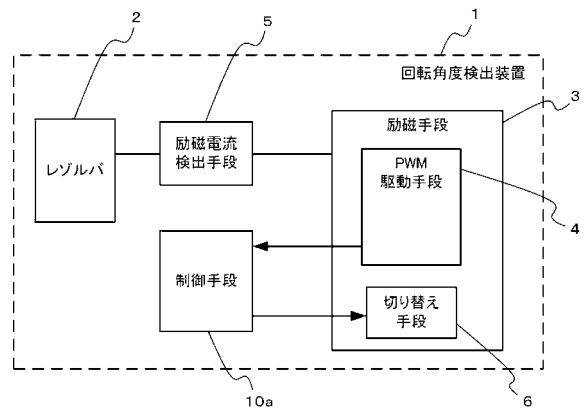
【 図 4 】

図 4



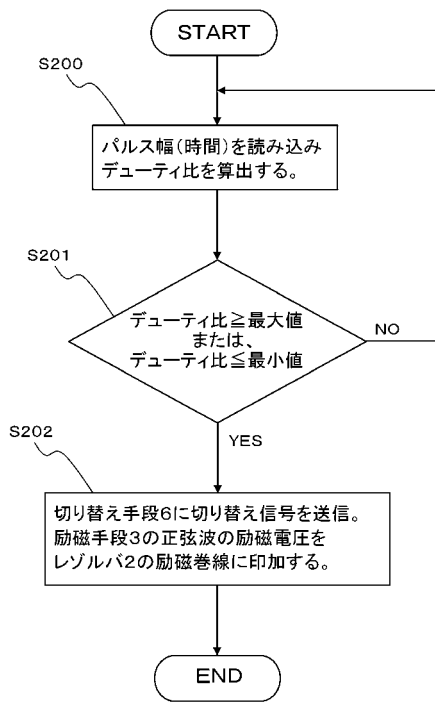
【 図 5 】

図 5



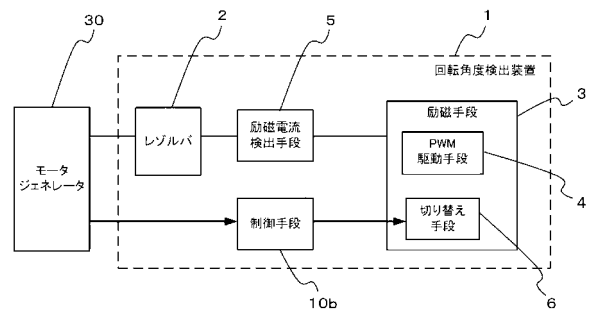
【 図 6 】

図 6



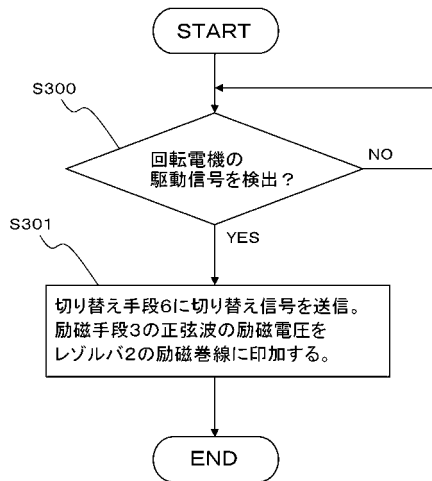
【 図 7 】

図 7



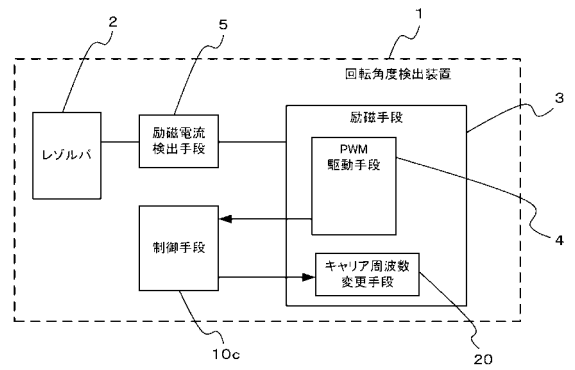
【 図 8 】

図 8



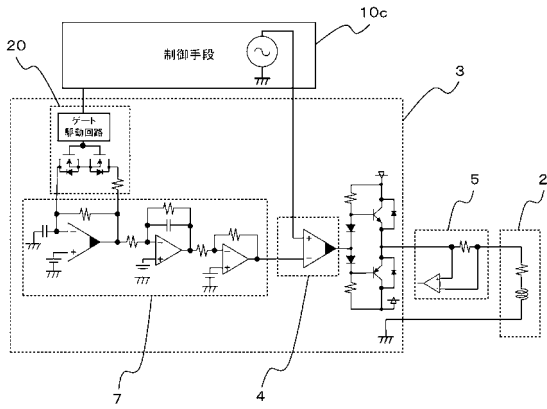
【 図 9 】

図 9



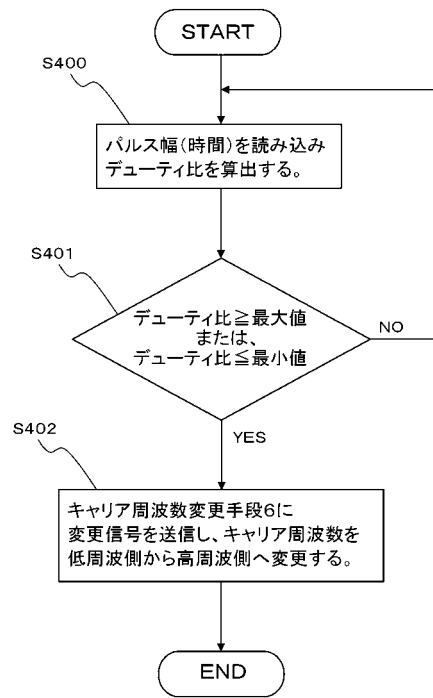
【図 10】

図 10



【図 11】

図 11



---

フロントページの続き

(72)発明者 辻本 勝也

東京都千代田区九段北一丁目13番5号 三菱電機エンジニアリング株式会社内

(72)発明者 鳥取 功

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

Fターム(参考) 2F077 AA36 FF34 FF39 PP26 TT82