

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5317849号  
(P5317849)

(45) 発行日 平成25年10月16日(2013.10.16)

(24) 登録日 平成25年7月19日(2013.7.19)

(51) Int.Cl. F I  
H O 2 P 6 / 1 8 ( 2 0 0 6 . 0 1 ) H O 2 P 6 / 0 2 3 7 1 S

請求項の数 5 (全 11 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2009-150933 (P2009-150933)                  (22) 出願日 平成21年6月25日 (2009.6.25)                  (65) 公開番号 特開2011-10438 (P2011-10438A)                  (43) 公開日 平成23年1月13日 (2011.1.13)                  審査請求日 平成24年2月10日 (2012.2.10)</p>	<p>(73) 特許権者 000001845                  サンデン株式会社                  群馬県伊勢崎市寿町20番地                  (74) 代理人 100069981                  弁理士 吉田 精孝                  (74) 代理人 100087860                  弁理士 長内 行雄                  (74) 代理人 100142789                  弁理士 柳 順一郎                  (72) 発明者 廣野 大輔                  群馬県伊勢崎市寿町20番地 サンデン株式会社社内                  審査官 武市 匡紘</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モータ制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

同期モータのロータ位置をセンサレスで検出する機能を備えたモータ制御装置であって、

同期モータのコイルに流れる電流を検出するための電流検出手段と、  
 同期モータのコイルに印加される電圧を検出するための印加電圧検出手段と、  
 電流検出手段で検出された電流に基づいて電流波高値及び電流電気角を検出するための電流波高値・電気角検出手段と、

電流検出手段で検出された電流と印加電圧検出手段で検出された印加電圧に基づいて誘起電圧波高値及び誘起電圧電気角を検出するための誘起電圧波高値・電気角検出手段と、

電流波高値・電気角検出手段で検出された電流波高値及び電流電気角と誘起電圧波高値・電気角検出手段で検出された誘起電圧波高値及び誘起電圧電気角のうちの電流電気角または誘起電圧電気角を変数として含み、且つ、予め用意されたデータテーブルから [電流波高値]、[誘起電圧波高値] 及び [誘起電圧電気角 - 電流電気角] の少なくとも2つをパラメータとして選定可能な電流位相または誘起電圧位相を変数として含むロータ位置計算式からロータ位置を直接的に求めることによって該ロータ位置を検出するためのロータ位置検出手段と、を備える。

【請求項2】

請求項1に記載のモータ制御装置において、

ロータ位置検出手段で用いられるデータテーブルは、[電流波高値] 及び [誘起電圧電

10

20

気角 - 電流電気角] をパラメータとして電流位相または誘起電圧位相を規定したものである。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のモータ制御装置において、

ロータ位置検出手段におけるロータ位置計算式はロータ位置 = 電流電気角 - 電流位相 - 90° であり、同式中の電流位相はデータテーブルから [電流波高値] 及び [誘起電圧電気角 - 電流電気角] をパラメータとして選定される。

【請求項 4】

請求項 2 に記載のモータ制御装置において、

ロータ位置検出手段におけるロータ位置計算式はロータ位置 = 誘起電圧電気角 - 誘起電圧位相 - 90° であり、同式中の誘起電圧位相はデータテーブルから [電流波高値] 及び [誘起電圧電気角 - 電流電気角] をパラメータとして選定される。

10

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 の何れか 1 項に記載のモータ制御装置において、

同期モータはステータに複数相のコイルを有する同期モータであり、

電流検出手段は同期モータの複数相のコイルそれぞれに流れる電流を検出し、

印加電圧検出手段は同期モータの複数相のコイルそれぞれに印加される電圧を検出する

。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、同期モータのロータの回転位置（以下、ロータ位置と言う）をセンサレスで検出する機能を備えたモータ制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

3相DCブラシレスモータ等の同期モータの駆動方式として知られる正弦波駆動方式（180度通電方式）では、ステータのコイルへの通電を適正に行うために、ロータ位置をセンサレスで検出することが行われている。

【0003】

このロータ位置の検出に関し、特許文献 1 には、モータ電流と実回転位置との第 1 の位相差を求めると共にモータ電流と仮想回転位置との第 2 の位相差を求め、第 1 の位相差と第 2 の位相差の差によって実回転位置と仮想回転位置との位相差を推定し、該位相差が零に近づくように電圧周波数を修正する手法が開示されている。

30

【0004】

また、特許文献 2 には、同期電動機の回転角速度と d 軸電流を q 軸電流を求め、回転子の実際の回転角度と回転モデルに基づき推定した回転角度との角度偏差が d 軸電流と q 軸電流との電流偏差に比例することを前提として該推定回転角度を求める手法が開示されている。

【0005】

しかしながら、特許文献 1 及び 2 に開示されたモータ位置の検出手法は、基本的には、仮想のロータ位置を所定条件に準じて補正することで所期のロータ位置の検出を行うものであるため、補正精度如何によってロータ位置の検出精度が変動してしまう。また、仮想のロータ位置を求めてから該ロータ位置を補正する処理を高速で繰り返さなければならぬため、高処理負荷に対応した高能力のデータ処理装置が必要となる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2001 - 161090

【特許文献 2】特開平 8 - 308286

【発明の概要】

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

本発明の目的は、同期モータのロータ位置を一定の精度下で、且つ、低処理負荷で検出することができるモータ制御装置を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

前記目的を達成するため、本発明は、同期モータのロータ位置をセンサレスで検出する機能を備えたモータ制御装置であって、同期モータのコイルに流れる電流を検出するための電流検出手段と、同期モータのコイルに印加される電圧を検出するための印加電圧検出手段と、電流検出手段で検出された電流に基づいて電流波高値及び電流電気角を検出するための電流波高値・電気角検出手段と、電流検出手段で検出された電流と印加電圧検出手段で検出された印加電圧に基づいて誘起電圧波高値及び誘起電圧電気角を検出するための誘起電圧波高値・電気角検出手段と、電流波高値・電気角検出手段で検出された電流波高値及び電流電気角と誘起電圧波高値・電気角検出手段で検出された誘起電圧波高値及び誘起電圧電気角のうちの電流電気角または誘起電圧電気角を変数として含み、且つ、予め用意されたデータテーブルから[電流波高値]、[誘起電圧波高値]及び[誘起電圧電気角-電流電気角]の少なくとも2つをパラメータとして選定可能な電流位相または誘起電圧位相を変数として含むロータ位置計算式からロータ位置を直接的に求めることによって該ロータ位置を検出するためのロータ位置検出手段と、を備える。

## 【0009】

このモータ制御装置によれば、相電流波高値・電気角検出手段で検出された相電流波高値及び相電流電気角と誘起電圧波高値・電気角検出手段で検出された誘起電圧波高値及び誘起電圧電気角のうちの電流電気角または誘起電圧電気角を変数として含み、且つ、予め用意されたデータテーブルから[電流波高値]、[誘起電圧波高値]及び[誘起電圧電気角-電流電気角]の少なくとも2つをパラメータとして選定可能な電流位相または誘起電圧位相を変数として含むロータ位置計算式からロータ位置を直接的に求めることによって該ロータ位置を検出することができる。

## 【0010】

つまり、所定のロータ位置計算式を用いてロータ位置を直接的に求めているので、従前の検出手法のように検出精度が変動することを回避して、ロータ位置を一定の精度下で確実に検出することができる。また、ロータ計算式に含まれる変数の1つである電流位相または誘起電圧位相を予め用意されたデータテーブルから選定する方式を採用しているので、電流位相または誘起電圧位相をその都度計算によって求める場合に比べて低処理負荷にてロータ位置を簡単に検出することができ、従前の検出手法のように高処理負荷に対応した高能力のデータ処理装置を用いる必要性も無い。

## 【発明の効果】

## 【0011】

本発明によれば、同期モータのロータ位置を一定の精度下で、且つ、低処理負荷で検出することができるモータ制御装置を提供することができる。

## 【0012】

本発明の前記目的とそれ以外の目的と、構成特徴と、作用効果は、以下の説明と添付図面によって明らかとなる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0013】

【図1】図1は、本発明を適用したモータ制御装置の構成図である。

【図2】図2は、図1に示した相電流波高値・電気角検出部における相電流波高値及び相電流電気角の検出方法の説明図である。

【図3】図3は、図1に示した誘起電圧波高値・電気角検出部における誘起電圧波高値及び誘起電圧電気角の検出方法の説明図である。

【図4】図4は、図1に示したロータ位置検出部でロータ位置を検出する際に用いられる

10

20

30

40

50

データテーブルの作成方法の説明図である。

【図5】図5は、図1に示したロータ位置検出部でロータ位置を検出する際に用いられるデータテーブルの作成方法の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

図1は本発明を適用したモータ制御装置を示すもので、図中の11は同期モータ、12はインバータ、13は直流電源、14はマイクロコンピュータを内蔵したコントローラである。コントローラ14は、回転制御部15と、インバータ駆動部16と、相電流検出部17と、印加電圧検出部18と、相電流波高値・電気角検出部19と、誘起電圧波高値・電気角検出部20と、ロータ位置検出部21とを備えている。

10

【0015】

同期モータ11は3相DCブラシレスモータから成り、3相のコイル(U相コイルUc、V相コイルVc及びW相コイルWc)を含むステータ(図示省略)と、永久磁石を含むロータ(図示省略)とを有している。U相コイルUc、V相コイルVc及びW相コイルWcは、図面のように中性点Nを中心としてスター状に結線されるか、或いは、デルタ状に結線されている。

【0016】

インバータ12は3相バイポーラ駆動方式インバータから成り、同期モータ11の3相のコイルに対応した3相のスイッチング素子、具体的にはIGBT等から成る6個のスイッチング素子(上相スイッチング素子Us、Vs及びWsと下相スイッチング素子Xs、Ys及びZs)と、シャント抵抗器R1、R2及びR3とを有している。各シャント抵抗器R1、R2及びR3は、同期モータ11の各相に流れる電流を検出するセンサの役割を為す。

20

【0017】

上相スイッチング素子Usと下相スイッチング素子Xsとシャント抵抗器R1は直列に並んでいてその両端を直流電源13に接続され、上相スイッチング素子Vsと下相スイッチング素子Ysとシャント抵抗器R2は直列に並んでいてその両端を直流電源13に接続され、上相スイッチング素子Wsと下相スイッチング素子Zsとシャント抵抗器R3は直列に並んでいてその両端を直流電源13に接続されている。

【0018】

また、上相スイッチング素子Usのエミッタ側は同期モータ11のU相コイルUcに接続され、上相スイッチング素子Vsのエミッタ側は同期モータ11のV相コイルVcに接続され、上相スイッチング素子Wsのエミッタ側は同期モータ11のW相コイルWcに接続されており、各接続線からの分岐線は印加電圧検出部18に接続されている。

30

【0019】

さらに、上相スイッチング素子Us、Vs及びWsのゲートと下相スイッチング素子Xs、Ys及びZsのゲートはそれぞれインバータ駆動部16に接続されている。さらに、シャント抵抗器Ruの下相スイッチング素子Xs側とシャント抵抗器Rvの下相スイッチング素子Ys側とシャント抵抗器Rwの下相スイッチング素子Zs側はそれぞれ相電流検出部17に接続されている。

40

【0020】

回転制御部15は、操作部(図示省略)からの運転指令とロータ位置検出部21で検出されたロータ位置mに基づいて、同期モータ11を所定の回転数で回転または停止させるための制御信号をインバータ駆動部16に送出する。

【0021】

インバータ駆動部16は、回転制御部15からの制御信号に基づいて、インバータ12の上相スイッチング素子Us、Vs及びWsのゲートと下相スイッチング素子Xs、Ys及びZsのゲートに各スイッチング素子をオンオフするための駆動信号を送出する。インバータ12の上相スイッチング素子Us、Vs及びWsと下相スイッチング素子Xs、Ys及びZsはインバータ駆動部16からの駆動信号によって所定パターンでオンオフされ

50

、該オンオフパターンに基づく正弦波通電（180度通電）を同期モータ11のU相コイルUc、V相コイルVc及びW相コイルWcに対して行う。

【0022】

相電流検出部17は、インバータ12のシャント抵抗器Ru、Rv及びRwそれぞれで検出された電圧を利用して、同期モータ11のU相コイルUc、V相コイルVc及びW相コイルWcに流れる電流（U相電流Iu、V相電流Iv及びW相電流Iw）を検出し、これらを相電流波高値・電気角検出部19と誘起電圧波高値・電気角検出部20に送出する。

【0023】

印加電圧検出部18は、同期モータ11のU相コイルUc、V相コイルVc及びW相コイルWcに印加される電圧（U相印加電圧Vu、V相印加電圧Vv及びW相印加電圧Vw）を検出し、これらを誘起電圧波高値・電気角検出部20に送出する。

【0024】

相電流波高値・電気角検出部19は、相電流検出部17で検出されたU相電流Iu、V相電流Iv及びW相電流Iwを利用して、相電流波高値Ipと相電流電気角iを検出し、これらをロータ位置検出部21に送出する。この相電流波高値・電気角検出部19における相電流波高値Ipと相電流電気角iの検出方法については後に詳述する。

【0025】

誘起電圧波高値・電気角検出部20は、相電流検出部17で検出されたU相電流Iu、V相電流Iv及びW相電流Iwと、印加電圧検出部18で検出されたU相印加電圧Vu、V相印加電圧Vv及びW相印加電圧Vwを利用して、誘起電圧波高値Epと誘起電圧電気角eを検出し、これらをロータ位置検出部21に送出する。この誘起電圧波高値・電気角検出部20における誘起電圧波高値Epと誘起電圧電気角eの検出方法については後に詳述する。

【0026】

ロータ位置検出部21は、相電流波高値・電気角検出部19で検出された相電流波高値Ip及び相電流電気角iと、誘起電圧波高値・電気角検出部20で検出された誘起電圧波高値Ep及び誘起電圧電気角eを利用して、同期モータ11のロータ位置mを検出し、これを回転制御部15に送出する。このロータ位置検出部21におけるロータ位置mの検出方法については後に詳述する。

【0027】

ここで、(1)相電流波高値・電気角検出部19における相電流波高値Ipと相電流電気角iの検出方法、(2)誘起電圧波高値・電気角検出部20における誘起電圧波高値Epと誘起電圧電気角eの検出方法、(3)ロータ位置検出部21におけるロータ位置mの検出方法、(4)ロータ位置検出部21でロータ位置mを検出する際に用いられるデータテーブルの作成方法、について順に詳述する。

【0028】

(1)相電流波高値・電気角検出部19における相電流波高値Ipと相電流電気角iの検出方法

図2は同期モータ11のU相コイルUc、V相コイルVc及びW相コイルWcに正弦波通電（180°通電）を行っているときの相電流波形図であり、正弦波形を成すU相電流Iu、V相電流Iv及びW相電流Iwにはそれぞれ120°の位相差がある。

【0029】

この相電流波形図からすれば、U相電流Iu、V相電流Iv及びW相電流Iwと、相電流波高値Ipと、相電流電気角iには、

$$\begin{aligned} \cdot I_u &= I_p \times \cos(i) \\ \cdot I_v &= I_p \times \cos(i - 2/3) \\ \cdot I_w &= I_p \times \cos(i + 2/3) \end{aligned}$$

の式が成り立つ。

【0030】

10

20

30

40

50

相電流波高値・電気角検出部 19 における相電流波高値  $I_p$  と相電流電気角  $i$  の検出は前記式が成り立つことを前提として行われるものであって、該検出は、相電流検出部 17 で検出された U 相電流  $I_u$ 、V 相電流  $I_v$  及び W 相電流  $I_w$  を利用して、前記式による計算によって相電流波高値  $I_p$  と相電流電気角  $i$  を求めることによってこれらの検出を行う。

#### 【0031】

(2) 誘起電圧波高値・電気角検出部 20 における誘起電圧波高値  $E_p$  と誘起電圧電気角  $e$  の検出方法

図 3 は同期モータ 11 の U 相コイル  $U_c$ 、V 相コイル  $V_c$  及び W 相コイル  $W_c$  に正弦波通電 ( $180^\circ$  通電) を行っているときの誘起電圧波形図であり、正弦波形を成す U 相誘起電圧  $E_u$ 、V 相誘起電圧  $E_v$  及び W 相誘起電圧  $E_w$  にはそれぞれ  $120^\circ$  の位相差がある。

10

#### 【0032】

この誘起電圧波形図からすれば、U 相誘起電圧  $E_u$ 、V 相誘起電圧  $E_v$  及び W 相誘起電圧  $E_w$  と、誘起電圧波高値  $E_p$  と、誘起電圧電気角  $e$  には、

- ・  $E_u = E_p \times \cos(e)$
- ・  $E_v = E_p \times \cos(e - 2/3)$
- ・  $E_w = E_p \times \cos(e + 2/3)$

の式が成り立つ。

#### 【0033】

20

一方、U 相印加電圧  $V_u$ 、V 相印加電圧  $V_v$  及び W 相印加電圧  $V_w$  と、U 相電流  $I_u$ 、V 相電流  $I_v$  及び W 相電流  $I_w$  と、U 相コイル抵抗  $R_u$ 、V 相コイル抵抗  $R_v$  及び W 相コイル抵抗  $R_w$  と、U 相誘起電圧  $E_u$ 、V 相誘起電圧  $E_v$  及び W 相誘起電圧  $E_w$  には、

- ・  $V_u - I_u \times R_u = E_u$
- ・  $V_v - I_v \times R_v = E_v$
- ・  $V_w - I_w \times R_w = E_w$

の式が成り立つ。

#### 【0034】

誘起電圧波高値・電気角検出部 20 における誘起電圧波高値  $E_p$  と誘起電圧電気角  $e$  の検出は前記式が成り立つことを前提として行われるものであって、該検出は、相電流検出部 17 で検出された U 相電流  $I_u$ 、V 相電流  $I_v$  及び W 相電流  $I_w$  と印加電圧検出部 18 で検出された U 相印加電圧  $V_u$ 、V 相印加電圧  $V_v$  及び W 相印加電圧  $V_w$  を利用して、前記式 (後者の式) から U 相誘起電圧  $E_u$ 、V 相誘起電圧  $E_v$  及び W 相誘起電圧  $E_w$  を求め、そして、求めた U 相誘起電圧  $E_u$ 、V 相誘起電圧  $E_v$  及び W 相誘起電圧  $E_w$  を利用して、前記式 (前者の式) から誘起電圧波高値  $E_p$  と誘起電圧電気角  $e$  を求めることによって行われる。

30

#### 【0035】

(3) ロータ位置検出部 21 におけるロータ位置  $m$  の検出方法

ロータ位置検出部 21 におけるロータ位置  $m$  の検出は、相電流波高値・電気角検出部 19 で検出された相電流電気角  $i$  と予め用意されたデータテーブル (後述の (4) 欄参照) から選定した電流位相  $\theta$  を利用して、

- ・  $m = i - \theta - 90^\circ$

の式からロータ位置  $m$  を求めることによって行われる。

40

#### 【0036】

ここで用いられるデータテーブルは [相電流波高値  $I_p$ ] 及び [誘起電圧電気角  $e$  - 相電流電気角  $i$ ] をパラメータとして電流位相  $\theta$  を規定したものであって、所期の電流位相  $\theta$  を [相電流波高値  $I_p$ ] 及び [誘起電圧電気角  $e$  - 相電流電気角  $i$ ] をパラメータとして選定することができる。

#### 【0037】

説明するまでもないが、[相電流波高値  $I_p$ ] には相電流波高値・電気角検出部 19 で

50

検出された相電流波高値  $I_p$  が該当し、また、[誘起電圧電気角  $e$  - 相電流電気角  $i$ ]には誘起電圧波高値・電気角検出部 20 で検出された誘起電圧電気角  $e$  から相電流波高値・電気角検出部 19 で検出された相電流電気角  $i$  を減算した値が該当する。

【0038】

(4) ロータ位置検出部 21 でロータ位置  $m$  を検出する際に用いられるデータテーブルの作成方法

図4は同期モータ11のロータが回転しているときのモータベクトル図であり、電圧  $V$ 、電流  $I$  及び誘起電圧  $E$  ( = ) の関係を  $d$  -  $q$  座標にベクトルで表してある。図中の  $V_d$  は電圧  $V$  の  $d$  軸成分、 $V_q$  は電圧  $V$  の  $q$  軸成分、 $I_d$  は電流  $I$  の  $d$  軸成分、 $I_q$  は電流  $I$  の  $q$  軸成分、 $E_d$  は誘起電圧  $E$  の  $d$  軸成分、 $E_q$  は誘起電圧  $E$  の  $q$  軸成分、 $\theta$  は  $q$  軸を基準とした電圧位相、 $\phi$  は  $q$  軸を基準とした電流位相、 $\delta$  は  $q$  軸を基準とした誘起電圧位相である。また、図中の  $a$  はロータの永久磁石の磁束、 $L_d$  は  $d$  軸インダクタンス、 $L_q$  は  $q$  軸インダクタンス、 $R$  はステータのコイルの抵抗、 $\Psi_a$  はロータの総合鎖交磁束である。

10

【0039】

このモータベクトル図からすれば、ロータの回転数を  $\omega$  とすると、

【0040】

【数1】

$$\begin{pmatrix} V_d \\ V_q \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R & -\omega L_q \\ \omega L_d & R \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_d \\ I_q \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ \omega \Psi_a \end{pmatrix}$$

20

【0041】

の式が成り立ち、また、同式の右辺から  $\Psi_a$  に関する値を左辺に移すと、

【0042】

【数2】

$$\begin{pmatrix} E_d/\omega = (V_d - I_d \times R)/\omega \\ E_q/\omega = (V_q - I_q \times R)/\omega \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -L_q \\ L_d & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_d \\ I_q \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ \Psi_a \end{pmatrix}$$

30

【0043】

の式が成り立つ。

【0044】

ロータ位置検出部 21 でロータ位置  $m$  を検出する際に用いられるデータテーブルの作成は前記モータベクトル図下で前記式が成り立つことを前提として行われるものであって、該作成は、前記モータベクトル図に示した電流位相  $\phi$  と電流  $I$  をそれぞれ所定範囲内で段階的に増加させながら〔誘起電圧位相  $\delta$  - 電流位相  $\phi$ 〕が所定値のときの電流位相  $\phi$  を保存して、〔電流  $I$ 〕に相当する〔相電流波高値  $I_p$ 〕と〔誘起電圧位相  $\delta$  - 電流位相  $\phi$ 〕に相当する〔誘起電圧電気角  $e$  - 相電流電気角  $i$ 〕をパラメータとした電流位相のデータテーブルを作成することによって行われる。

40

【0045】

詳しくは、図5に示すように、電流位相  $\phi$  を  $-180^\circ$  から  $180^\circ$  まで  $0.001^\circ$  ずつ増加させ、且つ、電流  $I$  を  $0A$  から  $64$  まで  $1A$  ずつ増加させながら (ステップ  $ST1$ ,  $ST2$  及び  $ST5 \sim ST8$  参照)、同期モータ11固有の  $d$  軸インダクタンス  $L_d$  と  $q$  軸インダクタンス  $L_q$  を利用して前記モータベクトル図から電圧位相  $\theta$  と電流位相  $\phi$  と誘起電圧位相  $\delta$  を求め、そして、〔誘起電圧位相  $\delta$  - 電流位相  $\phi$ 〕が  $1^\circ$ ,  $2^\circ$ ,  $3^\circ$  ... のときの電流位相  $\phi$  を保存する (ステップ  $ST3$  及び  $ST4$  参照)。これにより、〔電流  $I$ 〕に相当する〔相電流波高値  $I_p$ 〕を1つのパラメータとし、且つ、〔誘起電圧位相  $\delta$  - 電流位相  $\phi$ 〕を1つのパラメータとし、

50

- 電流位相 ) に相当する [ 誘起電圧電角  $e$  - 相電流電角  $i$  ] を他のパラメータとする電流位相 のデータテーブルが作成される。

【 0 0 4 6 】

先に述べた(3)ロータ位置検出部 21 におけるロータ位置  $m$  の検出方法、(4)ロータ位置検出部 21 でロータ位置  $m$  を検出する際に用いられるデータテーブルの作成方法、は別の方法も採用可能であるため、以下にこれらについて順に詳述する。

【 0 0 4 7 】

(3')ロータ位置検出部 21 におけるロータ位置  $m$  の別の検出方法

ロータ位置検出部 21 におけるロータ位置  $m$  の検出は、誘起電圧波高値・電角検出部 20 で検出された誘起電圧電角  $e$  と予め用意されたデータテーブル(後述の(4')欄参照)から選定した誘起電圧位相 を利用して、

$$\cdot m = e - \quad - 90^\circ$$

の式からロータ位置  $m$  を求めることによって行われる。

【 0 0 4 8 】

ここで用いられるデータテーブルは [ 相電流波高値  $I_p$  ] 及び [ 誘起電圧電角  $e$  - 相電流電角  $i$  ] をパラメータとして誘起電圧位相 を規定したものであって、所期の誘起電圧位相 を [ 相電流波高値  $I_p$  ] 及び [ 誘起電圧電角  $e$  - 相電流電角  $i$  ] をパラメータとして選定することができる。

【 0 0 4 9 】

説明するまでもないが、[ 相電流波高値  $I_p$  ] には相電流波高値・電角検出部 19 で検出された相電流波高値  $I_p$  が該当し、また、[ 誘起電圧電角  $e$  - 相電流電角  $i$  ] には誘起電圧波高値・電角検出部 20 で検出された誘起電圧電角  $e$  から相電流波高値・電角検出部 19 で検出された相電流電角  $i$  を減算した値が該当する。

【 0 0 5 0 】

(4')ロータ位置検出部 21 でロータ位置  $m$  を検出する際に用いられるデータテーブルの別の作成方法

ロータ位置検出部 21 でロータ位置  $m$  を検出する際に用いられるデータテーブルの作成は、前記(4)と同様に、前記モータベクトル図下で前記式が成り立つことを前提として行われるものであって、該作成は、前記モータベクトル図に示した電流位相 と電流  $I$  をそれぞれ所定範囲内で段階的に増加させながら [ 誘起電圧位相 - 電流位相 ] が所定値のときの誘起電圧位相 を保存して、[ 電流  $I$  ] に相当する [ 相電流波高値  $I_p$  ] と [ 誘起電圧位相 - 電流位相 ] に相当する [ 誘起電圧電角  $e$  - 相電流電角  $i$  ] をパラメータとした誘起電圧位相 のデータテーブルを作成することによって行われる。

【 0 0 5 1 】

詳しくは、図5と同様に、電流位相 を  $-180^\circ$  から  $180^\circ$  まで  $0.001^\circ$  ずつ増加させ、且つ、電流  $I$  を  $0A$  から  $64$  まで  $1A$  ずつ増加させながら (ステップ  $ST1$ ,  $ST2$  及び  $ST5 \sim ST8$  参照)、同期モータ 11 固有の  $d$  軸インダクタンス  $L_d$  と  $q$  軸インダクタンス  $L_q$  を利用して前記モータベクトル図から電圧位相 と電流位相 と誘起電圧位相 を求め、そして、[ 誘起電圧位相 - 電流位相 ] が  $1^\circ, 2^\circ, 3^\circ \dots$  のときの誘起電圧位相 を保存する (ステップ  $ST3$  及び  $ST4$  参照)。これにより、[ 電流  $I$  ] に相当する [ 相電流波高値  $I_p$  ] を 1 つのパラメータとし、且つ、[ 誘起電圧位相 - 電流位相 ] に相当する [ 誘起電圧電角  $e$  - 相電流電角  $i$  ] を他のパラメータとする誘起電圧位相 のデータテーブルが作成される。

【 0 0 5 2 】

このように、前述のモータ制御装置によれば、相電流波高値・電角検出部 19 で検出された相電流波高値  $I_p$  及び相電流電角  $i$  と誘起電圧波高値・電角検出部 20 で検出された誘起電圧波高値  $E_p$  及び誘起電圧電角  $e$  のうちの電流電角  $i$  を変数として含み、且つ、予め用意されたデータテーブルから [ 相電流波高値  $I_p$  ] 及び [ 誘起電圧電角  $e$  - 相電流電角  $i$  ] をパラメータとして選定可能な電流位相 を変数として含むロータ位置計算式 (  $m = i - \quad - 90^\circ$  )、または、誘起電圧電角  $e$  を変数

10

20

30

40

50

として含み、且つ、予め用意されたデータテーブルから[相電流波高値  $I_p$ ]及び[誘起電圧電角  $e$  - 相電流電角  $i$ ]をパラメータとして選定可能な誘起電圧位相を変数として含むロータ位置計算式( $m = e - 90^\circ$ )からロータ位置  $m$ を直接的に求めることによって該ロータ位置  $m$ を検出することができる。

【0053】

つまり、所定のロータ位置計算式を用いてロータ位置  $m$ を直接的に求めているので、従前の検出手法のように検出精度が変動することを回避して、ロータ位置  $m$ を一定の精度下で確実に検出することができる。また、ロータ計算式に含まれる変数の1つである電流位相または誘起電圧位相を予め用意されたデータテーブルから選定する方式を採用しているため、電流位相または誘起電圧位相をその都度計算によって求める場合に比べて低い処理負荷にてロータ位置  $m$ を簡単に検出することができ、従前の検出手法のように高処理負荷に対応した高能力のデータ処理装置を用いる必要性も無い。

10

【0054】

尚、前述の説明では、ロータ位置検出部21でロータ位置  $m$ を検出する際に用いられるデータテーブルとして、[相電流波高値  $I_p$ ]及び[誘起電圧電角  $e$  - 相電流電角  $i$ ]をパラメータとして電流位相または誘起電圧位相を規定したものを例示したが、[誘起電圧波高値  $E_p$ ]及び[誘起電圧電角  $e$  - 相電流電角  $i$ ]をパラメータとして電流位相または誘起電圧位相を規定したデータテーブルや、[相電流波高値  $I_p$ ]及び[誘起電圧波高値  $E_p$ ]をパラメータとして電流位相または誘起電圧位相を規定したデータテーブルや、[相電流波高値  $I_p$ ]、[誘起電圧波高値  $E_p$ ]及び[誘起電圧電角  $e$  - 相電流電角  $i$ ]をパラメータとして電流位相または誘起電圧位相を規定したデータテーブルを代わりに用いても前記同様の作用、効果を得ることができる。

20

【0055】

また、前述の説明では、同期モータ11として3相DCブラシレスモータを例示し、且つ、インバータ12として3相バイポーラ駆動方式インバータを例示したが、3相以外の同期モータ用のインバータを備えたモータ制御装置であれば、本発明を適用して前記同様の作用、効果を得ることができる。

【0056】

さらに、前述の説明では、同期モータ11の各相に流れる電流を検出するセンサの役割を為すシャント抵抗器  $R_u$ 、 $R_v$ 及び $R_w$ を該インバータ12に組み込んだモータ制御装置を例示したが、シャント抵抗器  $R_u$ 、 $R_v$ 及び $R_w$ をインバータ12の外に配置したモータ制御装置や、シャント抵抗器  $R_u$ 、 $R_v$ 及び $R_w$ に代えてこれと同等の役割を為すセンサ(例えばカレントトランスやホール素子を利用したセンサ等)を同一位置或いは他の位置に配置したモータ制御装置であっても、本発明を適用して前記同様の作用、効果を得ることができる。

30

【0057】

さらに、前述の説明では、同期モータ11の各相に印加される電圧を検出するために同期モータ11とインバータ12との接続線からの分岐線を印加電圧検出部18に接続したモータ制御装置を例示したが、直流電源13の電圧とインバータ12のスイッチング素子のオンオフ量から計算すること等によって同期モータ11の各相に印加される電圧を検出できるようにしたモータ制御装置であっても、本発明を適用して前記同様の作用、効果を得ることができる。

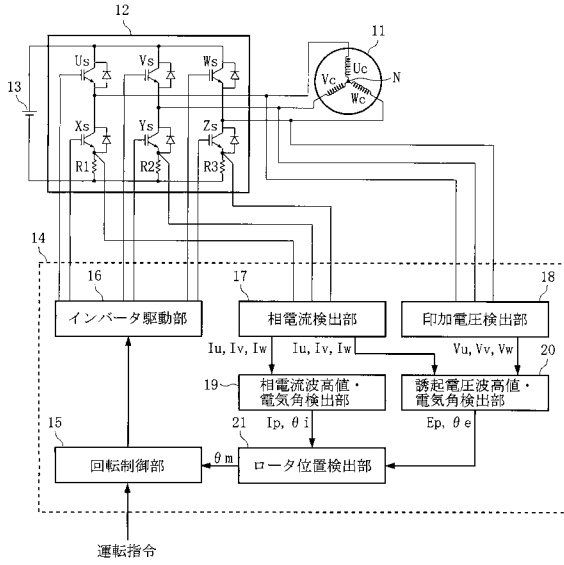
40

【符号の説明】

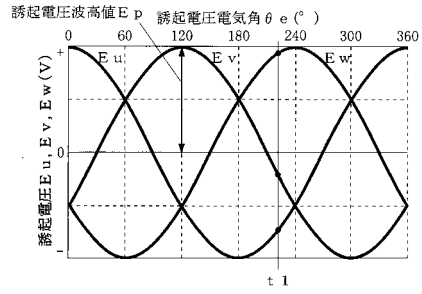
【0058】

11...同期モータ、12...インバータ、13...直流電源、14...コントローラ、15...回転制御部、16...インバータ駆動部、17...相電流検出部、18...印加電圧検出部、19...相電流波高値・電角検出部、20...誘起電圧波高値・電角検出部、21...ロータ位置検出部。

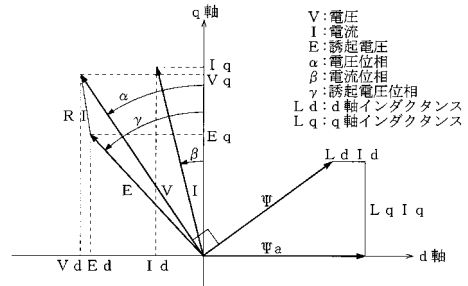
【図1】



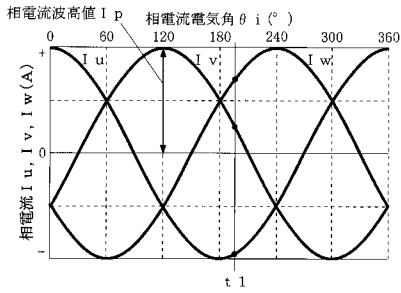
【図3】



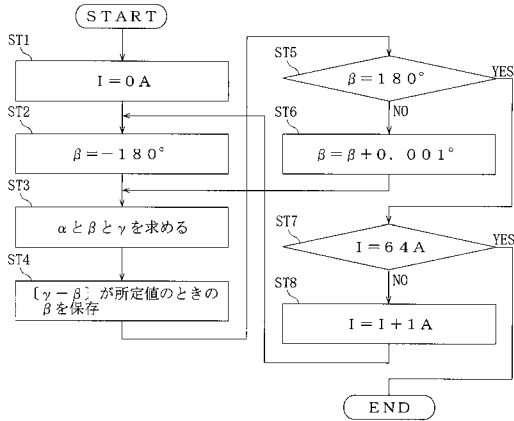
【図4】



【図2】



【図5】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-278987(JP,A)  
特開2004-187407(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02P 4/00 - 29/00