

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2015年5月21日(21.05.2015)



(10) 国際公開番号  
**WO 2015/072173 A1**

- (51) 国際特許分類:  
**H02P 27/06** (2006.01) **H02P 27/04** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/067694
- (22) 国際出願日: 2014年7月2日(02.07.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2013-236946 2013年11月15日(15.11.2013) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 鈴木 崇裕 (SUZUKI Takahiro); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 森 隆一郎, 外 (MORI Ryuichirou et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,

CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

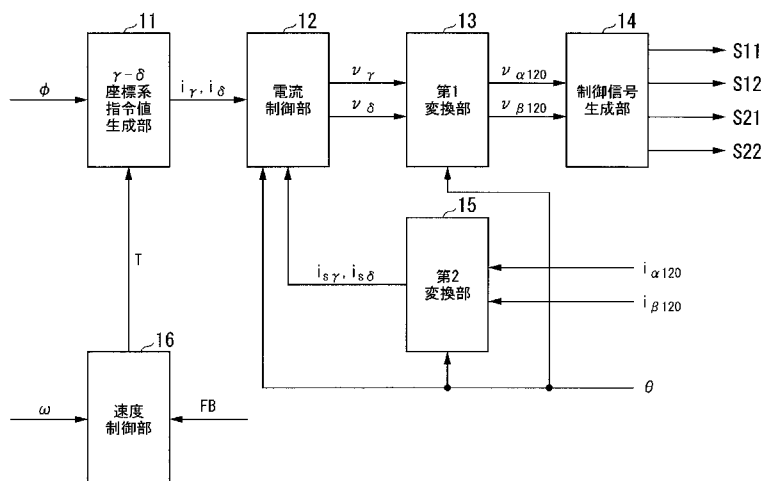
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第19条(1))

(54) Title: INDUCTION MOTOR CONTROL METHOD AND INDUCTION MOTOR CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 誘導電動機制御方法及び誘導電動機制御装置



- 11 γ-δ coordinate system command value generation unit  
12 Current control unit  
13 First transforming unit  
14 Control signal generation unit  
15 Second transforming unit  
16 Speed control unit

(57) Abstract: Using a predetermined coordinate transformation determinant, a first command value used for obtaining a balanced three-phase AC signal is transformed to a second command value used for obtaining a two-phase AC signal, said balanced three-phase AC signal being supplied to a three-phase coil, said two-phase AC signal being supplied to a two-phase coil for generating the same balanced rotating magnetic field as in the three-phase case. A control signal that drives an inverter for generating the two-phase AC signal is generated from the second command value. The two-phase AC signal generated by the inverter driven by the control signal is supplied to a two-phase coil of a three-phase induction motor to drive the three-phase induction motor.

(57) 要約: 所定の座標変換行列式により、三相の巻線に供給する平衡三相交流信号を与える第1指令値を、三相の場合と同様の平衡回転磁界を生成させる二相の巻線に供給する二相交流信号を与える第2指令値に変換する。第2指令値により生成する二相交流信号を三相誘導電動機における二相の巻線に供給し、三相誘導電動機を駆動させる。

から、その二相交流信号を生成するインバータを駆動する制御信号を生成する。インバータが制御信号により生成する二相交流信号を三相誘導電動機における二相の巻線に供給し、三相誘導電動機を駆動させる。



WO 2015/072173 A1

## 明 細 書

**発明の名称：**誘導電動機制御方法及び誘導電動機制御装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、三相交流の誘導電動機を制御する誘導電動機制御方法及び誘導電動機制御装置に関する。

本願は、2013年11月15日に、日本に出願された特願2013-236946号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

### 背景技術

[0002] 従来、三相交流の誘導電動機、例えば三相交流モータの駆動は、3レグ構造のインバータにより行っている。この3レグ構造のインバータは、レグが1個あたりに2個のIGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) などのスイッチング素子が必要である。

インバータは、3レグ構造であり、6個のスイッチング素子のオン／オフ動作により、三相交流モータのベクトル制御を実現している（例えば、特許文献1、特許文献2及び特許文献3参照）。ベクトル制御は、トルク生成電流成分と磁束生成電流とに分離し、それぞれを独立に制御する。

上述した各特許文献においては、三相全てに適切な駆動電流が供給されることにより、瞬時空間電流ベクトルを形成し、三相交流モータの駆動を行っている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開昭59-49797号公報

特許文献2：特開昭60-121982号公報

特許文献3：特開平7-115799号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、三相交流モータの駆動を行うインバータにおいて、IGBT

T及びこのIGBTを制御するための制御回路の価格が、三相交流モータを使用する装置の価格の大きな部分を占めている。

三相交流モータを駆動するインバータは、3レグ構造であり、IGBTなどのスイッチング素子を6個用いているため、2レグ構造のスイッチング素子が4個の二相交流モータのインバータに比較すると故障率が高い。

[0005] 本発明は、三相交流モータの駆動を行うインバータの価格を低下させ、かつ二相交流モータのインバータと同様な故障率まで低減できる誘導電動機制御方法及び誘導電動機制御装置を提供する。

### 課題を解決するための手段

[0006] 本発明の第一の態様によれば、誘導電動機制御方法は、三相誘導電動機を構成する三相の巻線のうち二相の巻線のみへ電流を供給し、前記三相誘導電動機を駆動する制御方法であって、所定の座標変換行列式により、前記三相の巻線に供給する平衡三相交流信号を与える第1指令値を、三相の場合と同様の平衡回転磁界を生成させる前記二相の巻線に供給する二相交流信号を与える第2指令値に変換する変換過程と、前記第2指令値から、前記二相の巻線に供給する前記二相交流信号を生成するインバータを駆動する制御信号を生成する過程と、前記インバータが前記制御信号により生成する前記二相交流信号を前記三相誘導電動機における前記二相の巻線に供給し、前記三相誘導電動機を駆動させる駆動過程とを有する。

[0007] 本発明の第二の態様によれば、前記第一の態様に係る誘導電動機制御方法において、前記座標変換行列が、 $\gamma-\delta$ 座標系における前記第1指令値を、前記二相の巻線の各々の位相角の軸に対応した二相座標系における前記第2指令値に変換する行列であり、 $\gamma-\delta$ 座標系を $\alpha-\beta$ 座標系に変換する第1座標変換行列と、 $\alpha-\beta$ 座標系を前記二相座標系に変換する第2変換行列から生成されている。

[0008] 本発明の第三の態様によれば、前記三相誘導電動機における三相のうちW相を用いずに、U相及びV相のみで前記三相誘導電動機を制御する場合、後述する(3)式に示す前記座標変換行列を用いてもよい。

- [0009] 本発明の第四の態様によれば、前記三相誘電電動機における三相のうちU相を用いずに、V相及びW相のみで前記三相誘導電動機を制御する場合、後述する(7)式に示す前記座標変換行列を用いてもよい。
- [0010] 本発明の第五の態様によれば、前記三相誘電電動機における三相のうちV相を用いずに、U相及びW相のみで前記三相誘導電動機を制御する場合、後述する(9)式に示す前記座標変換行列を用いてもよい。
- [0011] 本発明の第六の態様によれば、前記誘導電動機制御方法において、前記座標変換行列が、 $\gamma - \delta$ 座標系における前記第1指令値を前記三相の巻線の各々に駆動電流を印加する第3指令値に変換する第3変換行列と、前記第3指令値を前記二相の巻線の各々の位相角の軸に対応した二相座標系における前記第2指令値に変換する第4変換行列から構成されている。
- [0012] 本発明の第七の態様によれば、前記第3変換行列が後述する(33)式であり、前記第4変換行列が後述する(34)式である。
- [0013] 本発明の第八の態様によれば、誘導電動機制御装置は、三相誘導電動機を構成する三相の巻線のうち二相の巻線のみへ電流を供給し、前記三相誘導電動機を駆動する誘導電動機制御装置であって、所定の座標変換行列式により、前記三相の巻線に供給する平衡三相交流信号を与える第1指令値を、三相の場合と同様の平衡回転磁界を生成させる前記二相の巻線に供給する二相交流信号を与える第2指令値に変換する座標変換部と、前記第2指令値から、前記二相の巻線に供給する前記二相交流信号を生成する制御信号を生成する制御信号生成部と、前記制御信号により生成した前記二相交流信号を、前記三相誘導電動機における前記二相の巻線に供給し、前記三相誘導電動機を駆動させるインバータとを有する。

### 発明の効果

- [0014] 上述した誘導電動機制御方法及び誘導電動機制御装置によれば、三相誘導電動機（例えば、三相交流モータ）を二相のみにより駆動させるため、駆動を行うインバータの価格を低下させ、かつ二相交流モータのインバータと同様な故障率まで低減することができる。

## 図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の第1の実施形態による誘導電動機制御装置の構成例を示す概略ブロック図である。

[図2]  $\gamma - \delta$  座標系 ( $\gamma$  軸及び  $\delta$  軸からなる座標系) と  $\alpha - \beta$  座標系 ( $\alpha$  軸及び  $\beta$  軸からなる座標系) との対応関係を示す図である。

[図3]  $\alpha - \beta$  座標系 ( $\alpha$  軸及び  $\beta$  軸からなる座標系) と  $\alpha 120 - \beta 120$  座標系 ( $\alpha 120$  軸及び  $\beta 120$  軸からなる座標系) との対応関係を示す図である。

[図4]三相交流モータ10を駆動する、本実施形態におけるインバータ8の構成例を示す図である。

[図5]  $\gamma - \delta$  座標系と  $\alpha - \beta$  座標系との対応関係を示す図である。

[図6]  $\alpha - \beta$  座標系と  $\alpha 120 - \beta 120$  (W相欠相) 座標系との対応関係を示す図である。

[図7]  $\alpha - \beta$  座標系と  $\alpha 120 - \beta 120$  (U相欠相) 座標系との対応関係を示す図である。

[図8]  $\alpha - \beta$  座標系と  $\alpha 120 - \beta 120$  (V相欠相) 座標系との対応関係を示す図である。

[図9]この発明の第2の実施形態による誘導電動機制御装置の構成例を示す概略ブロック図である。

## 発明を実施するための形態

### [0016] <第1の実施形態>

以下、図面を参照して、本発明の第1の実施形態について説明する。図1は、この発明の第1の実施形態による誘導電動機制御装置の構成例を示す概略ブロック図である。この第1の実施形態では、三相誘導電動機である三相交流モータ（後述する三相交流モータ10）における三相の巻線（ステータの巻線）のうち二相の巻線のみを用いる。誘導電動機制御装置は、この二相の巻線に対して、三相の指令値を座標変換行列により二相に変換した指令値に対応する交流信号を生成する。誘導電動機制御装置は、生成した交流信号

を三相交流モータ 10 の二相の巻線に供給し、三相の巻線に対してそれぞれ交流信号を与えた場合と同様の回転磁界を発生させる。この回転磁界は、三相誘導電動機における三相の巻線に対し、平衡三相交流電圧を印加した場合における平衡回転磁界である。本実施形態は、三相交流モータ 10 の二相の巻線のみを駆動電流を流す制御により、三相で制御した場合と同様の等速回転によりロータを回転させる誘導電動機制御装置の構成を提供する。

[0017] 本実施形態においては、三相交流モータ 10 の 2 つの相の端子に供給する交流信号を、三相交流の制御を示す  $\gamma - \delta$  座標系の指令値から、 $\alpha - \beta$  座標系を介さず直接に、三相交流モータ 10 の駆動を制御する  $\alpha 120 - \beta 120$  座標系の 2 相の交流信号に変換する構成を特徴としている。本実施形態においては、三相交流モータ 10 の W 相を用いずに、U 相及び V 相の 2 相を制御することにより、三相交流モータ 10 の駆動を制御する構成について説明している。しかしながら、使用しない相は、W 相だけに限られるものではなく、U 相、V 相、W 相のいずれか 1 個であれば良い。

[0018] ここで、 $\gamma - \delta$  座標系は、二次側鎖交磁束方向を  $\gamma$  軸とした座標系である。 $\delta$  は、磁極位置と二次側鎖交磁束軸との変位角である磁極角である。

$\alpha - \beta$  座標系は、直交 2 相座標系であり、直交する  $\alpha$  軸と  $\beta$  軸とに対して、 $\alpha$  軸と U 相軸を合うように配置し、固定子巻線に三相電流  $i_a$ 、 $i_b$ 、 $i_c$  がそれぞれ流れている状態を二相座標系の  $\alpha$  軸、 $\beta$  軸で表現している。

[0019]  $\alpha 120 - \beta 120$  座標系は、a 相 (U 相) の  $0 [deg]$  を  $\alpha 120$  軸に対応させ、b 相 (V 相) の  $120 [deg]$  を  $\beta 120$  軸に対応させた、二相の巻線の各々の位相角の軸に対応した二相座標系である。すなわち、 $\alpha 120 - \beta 120$  座標系は、U 相及び V 相に対して平衡磁界を発生させる駆動電流の電流制御を行うため、後述するインバータ (インバータ 8) におけるスイッチング素子を駆動する電圧を示す二相座標系である。上述したように、 $\alpha 120 - \beta 120$  座標系は、三相の巻線に対して平衡三相交流を供給した場合と同様に、二相の巻線の電流制御のみで平衡回転磁界を発生させるために、平衡三相交流の電圧値を二相の巻線に印加する電圧値 (あるいは電

流値)に変換する座標系である。

[0020] 図1において、第1の実施形態の誘導電動機制御装置は、 $\gamma-\delta$ 座標系指令値生成部11、電流制御部12、第1変換部13、制御信号生成部14、第2変換部15及び速度制御部16を備えている。

$\gamma-\delta$ 座標系指令値生成部11は、外部装置(不図示)から、三相交流モータ10の回転の指令値として、有効磁束 $\phi$ とトルク指令値 $T$ との各々が入力される。 $\gamma-\delta$ 座標系指令値生成部11は、指令値である有効磁束 $\phi$ と、速度制御部16から供給されるトルク指令値 $T$ と、回転磁界方向 $\theta$ とにより、三相交流モータ10の制御を行う指令値である、 $\gamma-\delta$ 座標系で示される電流値 $i_\gamma$ 及び電流値 $i_\delta$ とを生成する。

[0021] 電流制御部12は、 $\gamma-\delta$ 座標系指令値生成部11から指令値である電流値 $i_\gamma$ 及び電流値 $i_\delta$ と、三相交流モータ10において実測された $\gamma-\delta$ 座標系における電流値 $i_{s\gamma}$ 及び電流値 $i_{s\delta}$ との各々、及び回転磁界方向 $\theta$ が入力される。電流制御部12は、電流値 $i_\gamma$ と電流値 $i_{s\gamma}$ との差、及び電流値 $i_\delta$ と電流値 $i_{s\delta}$ との差、及びロータの回転磁界方向 $\theta$ により、 $\gamma-\delta$ 座標系で示される、三相交流モータ10を制御する指令値である電圧値 $v_\gamma$ と電圧値 $v_\delta$ とを生成する。

[0022] 第1変換部13は、 $\gamma-\delta$ 座標系における指令値である電圧値 $v_\gamma$ と電圧値 $v_\delta$ との各々を以下の変換式により、 $\alpha 120-\beta 120$ 座標系における指令値である電圧 $v_{\alpha 120}$ と電圧値 $v_{\beta 120}$ とにそれぞれ変換する。

ここで、第1変換部13は、指令値である電圧値 $v_\gamma$ と電圧値 $v_\delta$ との各々を、以下の(1)式による $\gamma-\delta$ 座標系から $\alpha-\beta$ 座標系への座標変換と、(2)式による $\alpha-\beta$ 座標系から $\alpha 120-\beta 120$ 座標系への座標変換を行う。ここで、第1変換部13は、指令値である電圧値 $v_\gamma$ と電圧値 $v_\delta$ との各々を、 $\gamma-\delta$ 座標系から $\alpha 120-\beta 120$ 座標系への変換を(3)式により行う。

[0023]

[数1]

$$C_{\gamma 2\alpha} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

[0024] [数2]

$$C_{\alpha 2\alpha 120} = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{\sqrt{3}} \\ 0 & \frac{2}{\sqrt{3}} \end{bmatrix} \quad \dots (2)$$

[0025] [数3]

$$C_{\gamma 2\alpha 120} = C_{\alpha 2\alpha 120} C_{\gamma 2\alpha} = \begin{bmatrix} \cos \theta + \frac{1}{\sqrt{3}} \sin \theta & -\sin \theta + \frac{1}{\sqrt{3}} \cos \theta \\ \frac{2}{\sqrt{3}} \sin \theta & \frac{2}{\sqrt{3}} \cos \theta \end{bmatrix} \quad \dots (3)$$

[0026] (1) 式の示す座標変換行列  $C_{\gamma 2\alpha}$  により、 $\gamma - \delta$  座標系における指令値である電圧値  $v_\gamma$  と電圧値  $v_\delta$  との各々が、 $\alpha - \beta$  座標系における指令値である電圧  $v_\alpha$  と電圧値  $v_\beta$  とのそれぞれに変換される。

図2は、 $\gamma - \delta$  座標系 ( $\gamma$  軸及び  $\delta$  軸からなる座標系) と  $\alpha - \beta$  座標系 ( $\alpha$  軸及び  $\beta$  軸からなる座標系) との対応関係を示す図である。この図2において、電流値の座標変換が示されているが、電圧値でも同様の座標変換の対応関係にある。角度  $\theta$  は、原点  $O$  を回転中心とした場合における  $\gamma - \delta$  座標系の  $\alpha - \beta$  座標に対する回転角を示している。

[0027] 図1に戻り、(2) 式の示す座標変換行列  $C_{\alpha 2\alpha 120}$  により、 $\alpha - \beta$  座標系における指令値である電圧値  $v_\alpha$  と電圧値  $v_\beta$  との各々が、 $\alpha 120 - \beta 120$  座標系における指令値である電圧  $v_{\alpha 120}$  と電圧値  $v_{\beta 120}$  とのそれぞれに変換される。

図3は、 $\alpha - \beta$  座標系 ( $\alpha$  軸及び  $\beta$  軸からなる座標系) と  $\alpha 120 - \beta 1$

20座標系 ( $\alpha 120$  軸及び  $\beta 120$  軸からなる座標系) との対応関係を示す図である。座標軸  $\alpha$  及び座標軸  $\alpha 120$  とは同一の軸となっている。この図3において、電流値の座標変換が示されているが、電圧値でも同様の座標変換の対応関係にある。角度  $\theta$  は、120度であり、原点  $O$  を中心とした場合における  $\alpha 120$  軸と  $\beta 120$  軸とのなす角度を示している。

[0028] 図1に戻り、したがって、(3)式の示す座標変換行列  $C_{\gamma 2 \alpha 120}$  は、(1)の座標変換行列  $C_{\gamma 2 \alpha}$  と、(2)の座標変換行列  $C_{\alpha 2 \alpha 120}$  とを乗算したものであり、 $\gamma - \delta$  座標系から  $\alpha 120 - \beta 120$  座標系へ、一括して座標変換する式である。

第1変換部13は、座標変換した結果の電圧値  $v_{\alpha 120}$  及び電圧値  $v_{\beta 120}$  の各々を制御信号生成部14に対して出力する。

[0029] 制御信号生成部14は、第1変換部13から供給される電圧  $v_{\alpha 120}$  と電圧値  $v_{\beta 120}$  とに基づき、後述するインバータ（インバータ8）におけるスイッチング素子の各々を制御するための制御信号  $S11$ 、 $S12$ 、 $S21$ 、 $S22$  の各々を生成する。制御信号  $S11$ 、 $S12$ 、 $S21$ 、 $S22$  の各々は、電圧  $v_{\alpha 120}$  と電圧値  $v_{\beta 120}$  とに対応した駆動電流を三相交流モータ10のU相及びV相の巻線の各々に流す、インバータにおけるスイッチング素子の各々を駆動する制御信号である。

[0030] 第2変換部15は、 $\alpha 120 - \beta 120$  座標系における測定値である電流値  $i_{\alpha 120}$  と電流値  $i_{\beta 120}$  との各々を以下の変換式により、 $\gamma - \delta$  座標系における電流値  $i_{\alpha}$  と電流値  $i_{\beta}$  とにそれぞれ変換する。ここで、測定値である電流値  $i_{\alpha 120}$  と電流値  $i_{\beta 120}$  との各々は、三相交流モータ10のU相の巻線、V相の巻線それぞれに流れる電流値を不図示の電流センサにより測定した電流値である。

[0031] ここで、第2変換部15は、測定値である電流値  $i_{\alpha}$  と電流値  $i_{\beta}$  との各々を以下の(4)式による  $\alpha 120 - \beta 120$  座標系から  $\alpha - \beta$  座標系への座標変換と、(5)式による  $\alpha - \beta$  座標系から  $\gamma - \delta$  座標系への座標変換を行う。ここで、第2変換部15は、測定値である電流値  $i_{\alpha 120}$  と電流値  $i_{\beta 120}$

との各々を、 $\alpha 1 2 0 - \beta 1 2 0$ 座標系から $\gamma - \delta$ 座標系への変換を（６）式により行う。

[0032] [数4]

$$C_{\alpha 1 2 0 2 \alpha} = \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \quad \dots (4)$$

[0033] [数5]

$$C_{\alpha 2 \gamma} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \quad \dots (5)$$

[0034] [数6]

$$C_{\alpha 1 2 0 2 \gamma} = C_{\alpha 2 \gamma} C_{\alpha 1 2 0 2 \alpha} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\frac{1}{2} \cos \theta + \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \theta \\ -\sin \theta & \frac{1}{2} \sin \theta + \frac{\sqrt{3}}{2} \cos \theta \end{bmatrix} \quad \dots (6)$$

[0035] （４）式の示す座標変換行列 $C_{\alpha 1 2 0 2 \alpha}$ により、 $\alpha 1 2 0 - \beta 1 2 0$ 座標系における測定値である電流値 $i_{\alpha 1 2 0}$ と電流値 $i_{\beta 1 2 0}$ との各々が、 $\alpha - \beta$ 座標系における測定値である電流値 $i_{\alpha}$ と電流値 $i_{\beta}$ とのそれぞれに変換される。

（５）式の示す座標変換行列 $C_{\alpha 2 \gamma}$ により、 $\alpha - \beta$ 座標系における測定値である電流値 $i_{\alpha}$ と電流値 $i_{\beta}$ との各々が、 $\gamma - \delta$ 座標系における測定値である電流値 $i_{s \gamma}$ と電流値 $i_{s \delta}$ とのそれぞれに変換する。

したがって、（６）式の示す座標変換行列 $C_{\alpha 1 2 0 2 \gamma}$ は、（４）の座標変換行列 $C_{\alpha 1 2 0 2 \alpha}$ と、（５）の座標変換行列 $C_{\alpha 2 \gamma}$ とを乗算したものであり、 $\alpha 1 2 0 - \beta 1 2 0$ 座標系から $\gamma - \delta$ 座標系へ、一括して座標変換する式である。

第２変換部１５は、座標変換した結果の電流値 $i_{s \gamma}$ 及び電流値 $i_{s \delta}$ の各々を電流制御部１２に対して出力する。

[0036] 速度制御部 16 は、指令値である回転速度  $\omega$  と、三相交流モータ 10 の実際の回転速度  $F B$  とが比較され、その差を 0 とするトルク指令値  $T$  を出力する。ここで、回転速度  $F B$  は、三相交流モータ 10 に設けられた図示しない回転検出センサにより測定され、この回転検出センサから速度制御部 16 に出力される。

[0037] 次に、図 4 は、三相交流モータ 10 を駆動する、本実施形態におけるインバータ 8 の構成例を示す図である。

インバータ 8 は、スイッチング素子  $SW11$ 、 $SW12$ 、 $SW21$  及び  $SW22$  の各々から構成されている。スイッチング素子  $SW11$ 、 $SW12$ 、 $SW21$  及び  $SW22$  の各々は、例えば IGBT である。スイッチング素子  $SW11$  及び  $SW12$  は直列に接続されている。スイッチング素子  $SW21$  及び  $SW22$  は直列に接続されている。直列に接続されたスイッチング素子  $SW11$  及び  $SW12$  と、直列に接続されたスイッチング素子  $SW21$  及び  $SW22$  とは並列に接続されている。スイッチング素子  $SW11$  は、ゲートに制御信号  $S11$  が供給されている。スイッチング素子  $SW12$  は、ゲートに制御信号  $S12$  が供給されている。スイッチング素子  $SW21$  は、ゲートに制御信号  $S21$  が供給されている。スイッチング素子  $SW22$  は、ゲートに制御信号  $S22$  が供給されている。

[0038] スイッチ素子  $SW11$  及び  $SW12$  の接続点は、三相交流モータ 10 における U 相の巻線  $L U$  の一端と接続する端子  $10 U$  に接続されている。スイッチ素子  $SW21$  及び  $SW22$  の接続点は、三相交流モータ 10 における V 相の巻線  $L V$  の一端と接続する端子  $10 V$  に接続されている。三相交流モータ 10 における W 相の巻線  $L W$  の一端と接続する端子  $10 W$  はオープン状態となっている。インバータ 8 には、直列に接続されたコンデンサ  $C1$  及びコンデンサ  $C2$  が、後述する整流回路 9 から供給される DC 電圧の入力端子間に介挿されている。このコンデンサ  $C1$  及びコンデンサ  $C2$  は通常の三相インバータにも実装されている。ここで、コンデンサ  $C1$  及びコンデンサ  $C2$  の各々は、同様の容量値を有している。これにより、コンデンサ  $C1$  及びコン

デンサC 2の接続点の電圧は、整流回路9から供給されるDC電圧の電圧値の $1/2$ の電圧値となっている。コンデンサC 1及びコンデンサC 2の接続点には、三相交流モータ10の巻線LU、巻線LV及び巻線LWの各々の他端が共通に接続された中性点Oが接続されている。このコンデンサC 1及びコンデンサC 2とにより、インバータ8で二相で動作させた場合に非平衡となる三相交流モータ10における中性点Oを、通常の三相インバータで動作させたときと同様に平衡化させている。

[0039] 整流回路9は、例えば、商用電源から供給される三相交流のU相、V相及びW相の交流電流を整流し、所定の電圧値のDC電圧を生成し、インバータ8に対して出力する。

[0040] 上述したように、本実施形態は、三相交流モータ10におけるU相、V相及びW相のうち、U相及びV相の2相のみにより、この三相交流モータ10を駆動することが可能である。これにより、従来であれば、三相交流モータ10を駆動するために、U相、V相及びW相の各々に2個ずつ、計6個のスイッチング素子が必要であったが、本実施形態によれば、駆動するのがU相及びV相の巻線のみであるため、4個のスイッチング素子で三相交流モータ10を駆動でき、インバータ8の価格を低減することができる。

本実施形態によれば、インバータ8におけるスイッチング素子の数が減少するため、インバータ8の故障率を、スイッチング素子が6個の場合に比較して低減させることができる。

[0041] 本実施形態によれば、以下のような動作が可能である。予めソフトウェアなどで2相の巻線を用いて三相交流モータ10を駆動させる故障モードを、設定しておく。通常モードで三相交流モータ10を動作させる。通常の三相インバータのいずれかのスイッチング素子が壊れた場合、壊れたスイッチング素子に接続されている三相交流モータ10の巻線をオープンとする。ソフトウェアなどにより、オープンとした巻線以外の2相の巻線を用いる故障モードに切り替える。これにより、突発的に機械を停止させる状態を防止することができる。例えば、通常の三相インバータにおいて、W相の巻線の端子

10Wに接続されるスイッチング素子が故障した場合、端子10Wをオープン状態とし、通常モードから故障モードに遷移する。故障モードでは、すでに説明したように、インバータ8のようにスイッチング素子SW11、SW12、SW21、SW22により、U相及びV相の各々を駆動し、三相交流モータ10を回転させる。

[0042] 上述した本実施形態の場合、三相交流モータ10におけるW相の巻線を使用しない構成を説明したが、U相あるいはV相のいずれか一方の巻線を使用しない構成としても良い。

三相交流モータ10のU相の巻線を使用せず、V相及びW相の巻線のみにより、三相交流モータ10を駆動する場合、以下の(7)式及び(8)式の各々により、第1変換部13及び第2変換部15が信号の座標変換を行う。

[0043] [数7]

$$C_{\gamma 2u} = \begin{bmatrix} -\cos \theta + \frac{1}{\sqrt{3}} \sin \theta & \sin \theta + \frac{1}{\sqrt{3}} \cos \theta \\ -\cos \theta - \frac{1}{\sqrt{3}} \sin \theta & \sin \theta - \frac{1}{\sqrt{3}} \cos \theta \end{bmatrix} \quad \dots (7)$$

[0044] [数8]

$$C_{u2\gamma} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2} \cos \theta + \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \theta & -\frac{1}{2} \cos \theta - \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \theta \\ \frac{1}{2} \sin \theta + \frac{\sqrt{3}}{2} \cos \theta & \frac{1}{2} \sin \theta - \frac{\sqrt{3}}{2} \cos \theta \end{bmatrix} \quad \dots (8)$$

[0045] すなわち、第1変換部13は、(7)式に示す座標変換の行列式( $C_{\gamma 2u} = C_{\gamma 2\alpha 120}$ )を用いた処理により、 $\gamma - \delta$ 座標系における指令値である電圧値 $v_{\gamma}$ 及び電圧値 $v_{\delta}$ の各々を、 $\alpha 120 - \beta 120$ 座標系における制御値である電圧値 $v_{\alpha 120}$ 及び電圧値 $V_{\beta 120}$ それぞれに座標変換する。第2変換部15は、(8)式に示す座標変換の行列式( $C_{u2\gamma} = C_{\alpha 1202\gamma}$ )を用いた処理により、 $\alpha 120 - \beta 120$ 座標系における測定値である電流値 $i_{\alpha 120}$ 及び電

流値  $i_{\beta 120}$  の各々を、 $\gamma - \delta$  座標系における測定値である電流値  $i_{\gamma}$  及び電流値  $i_{\delta}$  それぞれに座標変換する。

[0046] 三相交流モータ 10 の V 相の巻線を使用せず、U 相及び W 相の巻線のみにより、三相交流モータ 10 を駆動する場合、以下の (9) 式及び (10) 式の各々により、第 1 変換部 13 及び第 2 変換部 15 が信号の座標変換を行う。

[0047] [数9]

$$C_{\gamma 2v} = \begin{bmatrix} -\frac{2}{\sqrt{3}} \sin \theta & -\frac{2}{\sqrt{3}} \cos \theta \\ \cos \theta - \frac{1}{\sqrt{3}} \sin \theta & -\sin \theta - \frac{1}{\sqrt{3}} \cos \theta \end{bmatrix} \quad \dots (9)$$

[0048] [数10]

$$C_{v2\gamma} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2} \cos \theta - \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \theta & \cos \theta \\ \frac{1}{2} \sin \theta - \frac{\sqrt{3}}{2} \cos \theta & -\sin \theta \end{bmatrix} \quad \dots (10)$$

[0049] すなわち、第 1 変換部 13 は、(9) 式に示す座標変換の行列式 ( $C_{\gamma 2v} = C_{\gamma 2\alpha 120}$ ) を用いた処理により、 $\gamma - \delta$  座標系における指令値である電圧値  $v_{\gamma}$  及び電圧値  $v_{\delta}$  の各々を、 $\alpha 120 - \beta 120$  座標系における制御値である電圧値  $v_{\alpha 120}$  及び電圧値  $v_{\beta 120}$  それぞれに座標変換する。第 2 変換部 15 は、(10) 式に示す座標変換の行列式 ( $C_{v2\gamma} = C_{\alpha 120 2\gamma}$ ) を用いた処理により、 $\alpha 120 - \beta 120$  座標系における測定値である電流値  $i_{\alpha 120}$  及び電流値  $i_{\beta 120}$  の各々を、 $\gamma - \delta$  座標系における測定値である電流値  $i_{\gamma}$  及び電流値  $i_{\delta}$  それぞれに座標変換する。

[0050] 次に、W 相の巻線を用いない場合の座標変換行列である (3) 式及び (6) 式と、U 相の巻線を用いない場合の座標変換行列である (7) 式及び (8)

）式と、V相の巻線を用いない場合の座標変換行列である（9）式及び（10）式との各々の導出を説明する。

まず、 $\gamma - \delta$ 座標系と $\alpha - \beta$ 座標系との相互の座標系への変換行列（1）式及び（5）式の導出について説明する。

[0051] 図5は、 $\gamma - \delta$ 座標系と $\alpha - \beta$ 座標系との対応関係を示す図である。この図5において、 $\gamma - \delta$ 座標系の電流値 $i_\gamma$ 及び電流値 $i_\delta$ の各々は、以下の（11）式、（12）式それぞれにより、 $\alpha - \beta$ 座標系における電流値 $i_\alpha$ 及び電流値 $i_\beta$ それぞれとの対応関係を示している。

[0052] [数11]

$$i_\gamma = \frac{i_\alpha}{\cos \theta} + i_\beta \tan \theta \quad \dots (11)$$

[0053] [数12]

$$i_\delta = \frac{i_\beta}{\cos \theta} - i_\alpha \tan \theta \quad \dots (12)$$

[0054] （11）式及び（12）式を整理すると、以下の（13）式が生成される。

[0055] [数13]

$$\begin{bmatrix} i_\gamma \\ i_\delta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix} \quad \dots (13)$$

[0056] 上記（13）式の右辺の行列は、 $\alpha - \beta$ 座標系を $\gamma - \delta$ 座標系に変換する変換行列である。これにより、すでに説明した座標変換行列 $C_{\alpha\beta\gamma}$ である（5）式が求められた。

（13）式の逆行列である、以下に示す（14）式は、 $\gamma - \delta$ 座標系を $\alpha - \beta$ 座標系に変換する変換行列である。これにより、すでに説明した座標変換行列 $C_{\gamma\beta\alpha}$ である（1）式が求められた。

[0057]

[数14]

$$C_{\gamma 2\alpha} = [C_{\alpha 2\gamma}]^{-1} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \quad \dots (14)$$

[0058] 次に、W相の巻線を用いず、U相及びV相の各々の巻線を用いた場合における $\gamma - \delta$ 座標系と $\alpha 1 2 0 - \beta 1 2 0$ （W相欠相）座標系との相互の座標系への変換行列（3）式及び（6）式の導出について説明する。本実施形態においては、欠相とは三相交流において制御に使用しない相を示している。

図6は、 $\alpha - \beta$ 座標系と $\alpha 1 2 0 - \beta 1 2 0$ （W相欠相）座標系との対応関係を示す図である。 $\beta_w$ の軸はV相のコイル（巻線）方向を示し、 $\alpha_w$ の軸はU相のコイル方向を示している。W相欠相状態の場合、U相及びV相の各々が制御可能であり、それぞれのコイルの座標軸を $\alpha_w$ と $\beta_w$ としている。 $\alpha$ の軸と $\alpha_w$ との軸は、方向が一致している。

この図6において、 $\alpha - \beta$ 座標系の電流値 $i_\alpha$ 及び電流値 $i_\beta$ の各々は、以下の（15）式、（16）式それぞれにより、W相欠相座標系における電流値 $i_{\alpha w}$ 及び電流値 $i_{\beta w}$ それぞれとの対応関係を示している。

[0059] [数15]

$$i_{\alpha w} = i_\alpha + \frac{1}{2}i_{\beta w} \quad \dots (15)$$

[0060] [数16]

$$i_{\beta w} = \frac{2}{\sqrt{3}}i_\beta \quad \dots (16)$$

[0061] （15）式及び（16）式を整理すると、以下の（17）式が生成される。

[0062]

[数17]

$$\begin{bmatrix} i_{\alpha w} \\ i_{\beta w} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{\sqrt{3}} \\ 0 & \frac{2}{\sqrt{3}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{\alpha} \\ i_{\beta} \end{bmatrix} \quad \dots (17)$$

[0063] 上記(17)式の右辺の行列は、 $\alpha - \beta$ 座標系をW相欠相座標系に変換する変換行列であり、すでに説明した(2)式に対応している。この行列を、座標変換行列 $C_{\alpha 2w}$ として定義する。

(17)式の逆行列である、以下に示す(18)式は、W欠相座標系を $\alpha - \beta$ 座標系に変換する変換行列であり、すでに説明した(4)式に対応している。この行列を、座標変換行列 $C_{w 2\alpha}$ として定義する。

[0064] [数18]

$$C_{w 2\alpha} = [C_{\alpha 2w}]^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \quad \dots (18)$$

[0065] 上述した(14)式の座標変換行列 $C_{\gamma 2\alpha}$ と、(17)式の右辺の座標変換行列 $C_{\alpha 2w}$ とを乗算することにより、 $\gamma - \delta$ 座標系をW相欠相座標系に変換する、以下に示す(19)式の変換行列 $C_{\gamma 2w}$ が生成される。この変換行列 $C_{\gamma 2w}$ は、すでに説明した(3)式と同様な式である。

[0066] [数19]

$$C_{\gamma 2w} = C_{\alpha 2w} C_{\gamma 2\alpha} = \begin{bmatrix} \cos \theta + \frac{1}{\sqrt{3}} \sin \theta & -\sin \theta + \frac{1}{\sqrt{3}} \cos \theta \\ \frac{2}{\sqrt{3}} \sin \theta & \frac{2}{\sqrt{3}} \cos \theta \end{bmatrix} \quad \dots (19)$$

[0067] 上述した(13)式の右辺における座標変換行列 $C_{\alpha 2\gamma}$ と、(18)式の座標変換行列 $C_{w 2\alpha}$ とを乗算することにより、W相欠相座標系を $\gamma - \delta$ 座標系に

変換する、以下に示す（２０）式の変換行列 $C_{w2\gamma}$ が生成される。この変換行列 $C_{w2\gamma}$ は、すでに説明した（６）式と同様な式である。（１９）式と（２０）式とは互いに逆行列の関係となっている。

[0068] [数20]

$$C_{w2\gamma} = C_{\alpha2\gamma} C_{w2\alpha} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\frac{1}{2} \cos \theta + \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \theta \\ -\sin \theta & \frac{1}{2} \sin \theta + \frac{\sqrt{3}}{2} \cos \theta \end{bmatrix} \quad \dots (20)$$

[0069] 次に、Ｕ相の巻線を用いず、Ｖ相及びＷ相の各々の巻線を用いた場合における $\gamma - \delta$ 座標系と $\alpha 1 2 0 - \beta 1 2 0$ （Ｕ相欠相）座標系との相互の座標系への変換行列（７）式及び（８）式の導出について説明する。

図７は、 $\alpha - \beta$ 座標系と $\alpha 1 2 0 - \beta 1 2 0$ （Ｕ相欠相）座標系との対応関係を示す図である。 $\alpha_u$ の軸はＶ相のコイル（巻線）方向を示し、 $\beta_u$ の軸はＷ相のコイル方向を示している。Ｕ相欠相状態の場合、Ｖ相及びＷ相の各々が制御可能であり、それぞれのコイルの座標軸を $\alpha_u$ と $\beta_u$ としている。

この図７において、 $\alpha - \beta$ 座標系の電流値 $i_\alpha$ 及び電流値 $i_\beta$ の各々は、以下の（２１）式、（２２）式それぞれにより、Ｕ相欠相座標系における電流値 $i_{\alpha u}$ 及び電流値 $i_{\beta u}$ それぞれとの対応関係を示している。

[0070] [数21]

$$-i_{\alpha u} = i_\alpha - \frac{1}{\sqrt{3}} i_\beta \quad \dots (21)$$

[0071] [数22]

$$-i_{\beta u} = i_\alpha + \frac{1}{\sqrt{3}} i_\beta \quad \dots (22)$$

[0072] （２１）式及び（２２）式を整理すると、以下の（２３）式が生成される

。

[0073] [数23]

$$\begin{bmatrix} i_{\alpha u} \\ i_{\beta u} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & \frac{1}{\sqrt{3}} \\ -1 & -\frac{1}{\sqrt{3}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{\alpha} \\ i_{\beta} \end{bmatrix} \quad \dots (23)$$

[0074] 上記(23)式の右辺の行列は、 $\alpha - \beta$ 座標系をU相欠相座標系に変換する変換行列である。この行列を、座標変換行列 $C_{\alpha 2u}$ として定義する。

(23)式の逆行列である、以下に示す(24)式が、U相欠相座標系を $\alpha - \beta$ 座標系に変換する変換行列であり、座標変換行列 $C_{u2\alpha}$ として定義する。

[0075] [数24]

$$C_{u2\alpha} = [C_{u2w}]^{-1} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \quad \dots (24)$$

[0076] 上述した(14)式の座標変換行列 $C_{\gamma 2\alpha}$ と、(23)式の右辺の座標変換行列 $C_{\alpha 2u}$ とを乗算することにより、 $\gamma - \delta$ 座標系をU相欠相座標系に変換する、以下に示す(25)式の変換行列 $C_{\gamma 2u}$ が生成される。この変換行列 $C_{\gamma 2u}$ は、すでに説明した(7)式と同様の式である。

[0077] [数25]

$$C_{\gamma 2u} = C_{\alpha 2u} C_{\gamma 2\alpha} = \begin{bmatrix} -\cos \theta + \frac{1}{\sqrt{3}} \sin \theta & \sin \theta + \frac{1}{\sqrt{3}} \cos \theta \\ -\cos \theta - \frac{1}{\sqrt{3}} \sin \theta & \sin \theta - \frac{1}{\sqrt{3}} \cos \theta \end{bmatrix} \quad \dots (25)$$

[0078] 上述した(13)式の右辺の座標変換行列 $C_{\alpha 2\gamma}$ と、(24)式の座標変換行列 $C_{u2\alpha}$ とを乗算することにより、U相欠相座標系を $\gamma - \delta$ 座標系に変換する、以下に示す(26)式の変換行列 $C_{u2\gamma}$ が生成される。この変換行列 $C_{u2\gamma}$

$\gamma$  は、すでに説明した (8) 式と同様の式である。(25) 式と (26) 式とは互いに逆行列の関係となっている。

[0079] [数26]

$$C_{u2\gamma} = C_{\alpha2\gamma} C_{u2\alpha} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}\cos\theta + \frac{\sqrt{3}}{2}\sin\theta & -\frac{1}{2}\cos\theta - \frac{\sqrt{3}}{2}\sin\theta \\ \frac{1}{2}\sin\theta + \frac{\sqrt{3}}{2}\cos\theta & \frac{1}{2}\sin\theta - \frac{\sqrt{3}}{2}\cos\theta \end{bmatrix} \quad \dots (26)$$

[0080] 次に、V相の巻線を用いず、U相及びW相の各々の巻線を用いた場合における  $\gamma - \delta$  座標系と  $\alpha 120 - \beta 120$  (V相欠相) 座標系との相互の座標系への変換行列 (9) 式及び (10) 式の導出について説明する。

図8は、 $\alpha - \beta$  座標系と  $\alpha 120 - \beta 120$  (V相欠相) 座標系との対応関係を示す図である。 $\beta_v$  の軸はU相のコイル (巻線) 方向を示し、 $\alpha_v$  の軸はW相のコイル方向を示している。V相欠相状態の場合、U相及びW相の各々が制御可能であり、それぞれのコイルの座標軸を  $\alpha_v$  と  $\beta_v$  としている。

この図8において、 $\alpha - \beta$  座標系の電流値  $i_\alpha$  及び電流値  $i_\beta$  の各々は、以下の (27) 式、(28) 式それぞれにより、V相欠相座標系における電流値  $i_{\alpha_v}$  及び電流値  $i_{\beta_v}$  それぞれとの対応関係を示している。

[0081] [数27]

$$i_{\beta_v} = i_\alpha - \frac{1}{\sqrt{3}} i_\beta \quad \dots (27)$$

[0082] [数28]

$$-i_{\alpha_v} = \frac{2}{\sqrt{3}} i_\beta \quad \dots (28)$$

[0083] (27) 式及び (28) 式を整理すると、以下の (29) 式が生成される。

[0084]

[数29]

$$\begin{bmatrix} i_{\alpha v} \\ i_{\beta v} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -\frac{2}{\sqrt{3}} \\ 1 & -\frac{1}{\sqrt{3}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{\alpha} \\ i_{\beta} \end{bmatrix} \quad \dots (29)$$

[0085] 上記(29)式の右辺の行列は、 $\alpha - \beta$ 座標系をV相欠相座標系に変換する変換行列であり、座標変換行列 $C_{\alpha 2v}$ として定義する。

(29)式の逆行列である、以下に示す(30)式は、V相欠相座標系を $\alpha - \beta$ 座標系に変換する変換行列である。この行列を、座標変換行列 $C_{v 2\alpha}$ として定義する。

[0086] [数30]

$$C_{v 2\alpha} = [C_{\alpha 2v}]^{-1} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2} & 1 \\ -\frac{\sqrt{3}}{2} & 0 \end{bmatrix} \quad \dots (30)$$

[0087] 上述した(14)式の座標変換行列 $C_{\gamma 2\alpha}$ と、(29)式の右辺の座標変換行列 $C_{\alpha 2v}$ とを乗算することにより、 $\gamma - \delta$ 座標系をV相欠相座標系に変換する、以下に示す(31)式の変換行列 $C_{\gamma 2v}$ が生成される。この変換行列 $C_{\gamma 2v}$ は、すでに説明した(9)式と同様の式である。

[0088] [数31]

$$C_{\gamma 2v} = C_{\alpha 2v} C_{\gamma 2\alpha} = \begin{bmatrix} -\frac{2}{\sqrt{3}} \sin \theta & -\frac{2}{\sqrt{3}} \cos \theta \\ \cos \theta - \frac{1}{\sqrt{3}} \sin \theta & -\sin \theta - \frac{1}{\sqrt{3}} \cos \theta \end{bmatrix} \quad \dots (31)$$

[0089] 上述した(13)式の右辺の座標変換行列 $C_{\alpha 2\gamma}$ と、(30)式の座標変換行列 $C_{v 2\alpha}$ とを乗算することにより、 $\gamma - \delta$ 座標系をV相欠相座標系に変換する、以下に示す(32)式の変換行列 $C_{v 2\gamma}$ が生成される。この変換行列 $C_{v 2\gamma}$

$\gamma$  は、すでに説明した (10) 式と同様の式である。(31) 式と (32) 式とは互いに逆行列の関係となっている。

[0090] [数32]

$$C_{v2\gamma} = C_{\alpha2\gamma} C_{v2\alpha} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2} \cos \theta - \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \theta & \cos \theta \\ \frac{1}{2} \sin \theta - \frac{\sqrt{3}}{2} \cos \theta & -\sin \theta \end{bmatrix} \quad \dots (32)$$

[0091] <第2の実施形態>

以下、図面を参照して、本発明の第2の実施形態について説明する。図9は、この発明の第2の実施形態による誘導電動機制御装置の構成例を示す概略ブロック図である。この第2の実施形態は、第1の実施形態と同様に、三相交流モータを2相の交流信号により制御する構成を示すものである。本実施形態においては、三相交流モータの2つの相の端子に供給する交流信号を、三相交流の制御を示す  $\gamma - \delta$  座標系の指令値から、U相、V相及びW相の三相全ての制御値を生成し、この三相の制御値を、三相交流モータ10の駆動を制御する  $\alpha 120 - \beta 120$  座標系の2相の交流信号に変換する構成を特徴としている。

本実施形態においては、三相交流モータのW相を用いずに、U相及びV相の2相を制御することにより、三相交流モータ10の駆動を制御する構成で説明している。しかしながら、使用しない相は、W相だけに限られるものではなく、U相、V相、W相のいずれか1個であれば良い。

[0092] 図9において、第2の実施形態の誘導電動機制御装置は、 $\gamma - \delta$  座標系指令値生成部21、電流制御部22、第3変換部23、第4変換部24、制御信号生成部25、速度制御部26及び第5変換部27を備えている。

$\gamma - \delta$  座標系指令値生成部21は、第1の実施形態における  $\gamma - \delta$  座標系指令値生成部11と同様の構成であり、外部装置（不図示）から、三相交流モータ10の回転の指令値として、有効磁束  $\phi$  とトルク指令値  $T$  との各々が入力される。 $\gamma - \delta$  座標系指令値生成部21は、指令値である有効磁束  $\phi$  と

、速度制御部 26 から供給されるトルク指令値  $T$  と、ロータの回転磁界方向  $\theta$  とにより、三相交流モータ 10 の制御を行う指令値である、 $\gamma - \delta$  座標系で示される電流値  $i_\gamma$  及び電流値  $i_\delta$  とを生成する。

[0093] 電流制御部 22 は、第 1 の実施形態における電流制御部 12 と同様の構成であり、 $\gamma - \delta$  座標系指令値生成部 21 から指令値である電流値  $i_\gamma$  及び電流値  $i_\delta$  と、三相交流モータ 10 において実測された  $\gamma - \delta$  座標系における電流値  $i_{s\gamma}$  及び電流値  $i_{s\delta}$  との各々、及びロータの回転磁界方向  $\theta$  が入力される。電流制御部 22 は、電流値  $i_\gamma$  と電流値  $i_{s\gamma}$  との差、及び電流値  $i_\delta$  と電流値  $i_{s\delta}$  との差、及びロータの回転磁界方向  $\theta$  により、 $\gamma - \delta$  座標系で示される、三相交流モータ 10 を制御する指令値である電圧値  $v_\gamma$  と電圧値  $v_\delta$  とを生成する。

[0094] 第 3 変換部 23 は、以下に示す (33) 式により、 $\gamma - \delta$  座標系における二相の指令値である電圧値  $v_\gamma$  と電圧値  $v_\delta$  とから、固定座標系の三相の指令値である電圧値  $v_u$ 、電圧値  $v_v$  及び電圧値  $v_w$  の各々に変換する。

[0095] [数33]

$$\begin{bmatrix} v_u \\ v_v \\ v_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sqrt{2/3} & 0 \\ -1/\sqrt{6} & 1/\sqrt{2} \\ -1/\sqrt{6} & -1/\sqrt{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_\gamma \\ v_\delta \end{bmatrix} \quad \dots (33)$$

[0096] 第 4 変換部 24 は、以下に示す (34) 式により、電圧値  $v_u$ 、電圧値  $v_v$  及び電圧値  $v_w$  の各々を、 $\alpha 120 - \beta 120$  (W 相欠相) 座標系に変換する。三相交流における指令値の電圧値  $v_u$ 、電圧値  $v_v$  及び電圧値  $v_w$  の各々を、二相交流における指令値の交流電圧  $v_{\alpha 120}$  及び  $v_{\beta 120}$  に変換する。

[0097] [数34]

$$\begin{bmatrix} v_{\alpha 120} \\ v_{\beta 120} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} & 1 & -\frac{1}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_u \\ V_v \\ V_w \end{bmatrix} \quad \dots (34)$$

[0098] (34) 式における三相交流におけるU相、V相及びWの各々の交流電圧  $v_u$ 、交流電圧  $v_v$ 、交流電圧  $v_w$  それぞれは、同期速度と出力トルクが一定のとき、以下の(35)式で表される。

(34) 式に(35)式を代入することにより、以下の(36)式に示す二相交流におけるU相及びV相の各々の交流電圧  $v_{\alpha 120}$  及び  $v_{\beta 120}$  が生成される。

[0099] [数35]

$$\begin{aligned} V_u &= V_0 \cos \omega t \\ V_v &= V_0 \cos \left( \omega t - \frac{2}{3} \pi \right) \\ V_w &= V_0 \cos \left( \omega t - \frac{4}{3} \pi \right) \end{aligned} \quad \dots (35)$$

[0100] [数36]

$$\begin{aligned} V_{\alpha 120} &= \frac{3}{2} V_0 \cos \omega t \\ V_{\beta 120} &= \frac{\sqrt{3}}{2} V_0 \cos \left( \omega t + \frac{7}{6} \pi \right) \end{aligned} \quad \dots (36)$$

[0101] 制御信号成部25は、第1の実施形態の制御信号14と同様の構成であり、第4変換部24から供給される電圧  $v_{\alpha 120}$  と電圧値  $v_{\beta 120}$  とに基づき、インバータ8におけるスイッチング素子SW11、SW12、SW21及びSW22の各々を制御するための制御信号S11、S12、S21、S22それぞれを生成する。

[0102] 速度制御部26は、第1の実施形態における速度制御部16と同様の構成であり、指令値である回転速度  $\omega$  と、モータ10の実測の回転速度FBとが比較され、その差を0とするトルク指令値Tを出力する。ここで、回転速度FBは、三相交流モータ10に設けられた図示しない回転検出センサにより測定され、この回転検出センサから速度制御部26に出力される。

[0103] 第5変換部27は、第1の実施形態における第2変換部15と同様の構成

である。第5変換部27は、 $\alpha 120-\beta 120$ 座標系における測定値である電流値  $i_{\alpha 120}$  と電流値  $i_{\beta 120}$  との各々を以下の変換式により、 $\gamma-\delta$ 座標系における電流値  $i_{\alpha}$  と電流値  $i_{\beta}$  とにそれぞれ変換する。ここで、測定値である電流値  $i_{\alpha 120}$  と電流値  $i_{\beta 120}$  との各々は、三相交流モータ10のU相の巻線、V相の巻線それぞれに流れる電流値を不図示の電流センサにより測定した電流値である。

[0104] 第5変換部27は、測定値である電流値  $i_{\alpha}$  と電流値  $i_{\beta}$  との各々をすでに説明した(4)式による $\alpha 120-\beta 120$ 座標系から $\alpha-\beta$ 座標系への座標変換と、(5)式による $\alpha-\beta$ 座標系から $\gamma-\delta$ 座標系への座標変換を行う。第5変換部27は、測定値である電流値  $i_{\alpha 120}$  と電流値  $i_{\beta 120}$  との各々を、 $\alpha 120-\beta 120$ 座標系から $\gamma-\delta$ 座標系への変換を(6)式により行う。

[0105] 上述したように、本実施形態は、三相交流モータ10におけるU相、V相及びW相のうち、U相及びV相の2相のみにより、この三相交流モータ10を駆動することが可能である。これにより、従来であれば、三相交流モータ10を駆動するために、U相、V相及びW相の各々に2個ずつ、計6個のスイッチング素子が必要であったが、本実施形態によれば、駆動するのがU相及びV相の巻線のみであるため、4個のスイッチング素子で駆動でき、インバータ8の価格を低減することができる。

本実施形態によれば、インバータ8におけるスイッチング素子の数が減少するため、インバータ8の故障率を低減させることができる。

[0106] 本実施形態によれば、第1の実施形態と同様に、以下のような動作が可能である。通常モードで三相交流モータを動作させる。通常の三相インバータのいずれかのスイッチング素子が壊れた場合、壊れたスイッチング素子に接続されている三相交流モータの巻線をオープンとする。ソフトウェアなどにより、オープンとした巻線以外の2相の巻線を用いて三相交流モータを駆動させる予め設定された故障モードに切り替える。これにより、突発的に機械を停止させる状態を防止することができる。例えば、通常の三相インバータ

において、W相の巻線の端子に接続されるスイッチング素子が故障した場合、W相の巻線の端子をオープン状態とし、通常モードから故障モードに遷移する。故障モードでは、すでに説明したように、インバータ8のようにスイッチング素子SW11、SW12、SW21、SW22により、U相及びV相の各々を駆動し、三相交流モータを回転させる。

[0107] 図1及び図9の誘導電動機制御装置による三相交流の指令値を二相交流の指令値に変換する機能を実現するためのプログラムコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより三相交流の指令値を二相交流の指令値に変換する処理を行ってもよい。ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。

[0108] 「コンピュータシステム」は、WWWシステムを利用している場合であれば、ホームページ提供環境（あるいは表示環境）も含むものとする。

「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良く、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであっても良い。

[0109] 以上、この発明の実施形態を図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

**産業上の利用可能性**

[0110] 上述した誘導電動機制御方法及び誘導電動機制御装置によれば、三相誘導電動機（例えば、三相交流モータ）を二相のみにより駆動させるため、駆動を行うインバータの価格を低下させ、かつ二相交流モータのインバータと同様な故障率まで低減できる誘導電動機制御方法及び誘導電動機制御装置を提供することができる。

### 符号の説明

[0111]    1 1, 2 1       $\gamma - \delta$  座標系指令値生成部  
          1 2, 2 2      電流制御部  
          1 3        第1変換部  
          1 4, 2 5      制御信号生成部  
          1 5        第2変換部  
          1 6, 2 6      速度制御部  
          2 3        第3変換部  
          2 4        第4変換部  
          2 7        第5変換部

## 請求の範囲

- [請求項1]        三相誘導電動機を構成する三相の巻線のうち二相の巻線のみへ電流を供給し、前記三相誘導電動機を駆動する制御方法であって、
- 所定の座標変換行列式により、前記三相の巻線に供給する平衡三相交流信号を与える第1指令値を、三相の場合と同様の平衡回転磁界を生成させる前記二相の巻線に供給する二相交流信号を与える第2指令値に変換する変換過程と、
- 前記第2指令値から、前記二相の巻線に供給する前記二相交流信号を生成するインバータを駆動する制御信号を生成する過程と、
- 前記インバータが前記制御信号により生成する前記二相交流信号を前記三相誘導電動機における前記二相の巻線に供給し、前記三相誘導電動機を駆動させる駆動過程と
- を有する誘導電動機制御方法。
- [請求項2]        前記座標変換行列が、
- $\gamma - \delta$  座標系における前記第1指令値を、前記二相の巻線の各々の位相角の軸に対応した二相座標系における前記第2指令値に変換する行列であり、 $\gamma - \delta$  座標系を $\alpha - \beta$  座標系に変換する第1座標変換行列と、 $\alpha - \beta$  座標系を前記二相座標系に変換する第2変換行列から生成されている
- 請求項1に記載の誘導電動機制御方法。
- [請求項3]        前記三相誘導電動機における三相のうちW相を用いずに、U相及びV相のみで前記三相誘導電動機を制御する場合、
- 以下に示す前記座標変換行列を用いる
- 請求項1または請求項2に記載の誘導電動機制御方法。

[数1]

$$C_{\gamma 2\alpha 120} = \begin{bmatrix} \cos \theta + \frac{1}{\sqrt{3}} \sin \theta & -\sin \theta + \frac{1}{\sqrt{3}} \cos \theta \\ \frac{2}{\sqrt{3}} \sin \theta & \frac{2}{\sqrt{3}} \cos \theta \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

[請求項4]

前記三相誘電電動機における三相のうちU相を用いずに、V相及びW相のみで前記三相誘導電動機を制御する場合、

以下に示す前記座標変換行列を用いる

請求項1または請求項2に記載の誘導電動機制御方法。

[数2]

$$C_{\gamma 2u} = \begin{bmatrix} -\cos \theta + \frac{1}{\sqrt{3}} \sin \theta & \sin \theta + \frac{1}{\sqrt{3}} \cos \theta \\ -\cos \theta - \frac{1}{\sqrt{3}} \sin \theta & \sin \theta - \frac{1}{\sqrt{3}} \cos \theta \end{bmatrix} \quad \dots (2)$$

[請求項5]

前記三相誘電電動機における三相のうちV相を用いずに、U相及びW相のみで前記三相誘導電動機を制御する場合、

以下に示す前記座標変換行列を用いる

請求項1または請求項2に記載の誘導電動機制御方法。

[数3]

$$C_{\gamma 2v} = \begin{bmatrix} -\frac{2}{\sqrt{3}} \sin \theta & -\frac{2}{\sqrt{3}} \cos \theta \\ \cos \theta - \frac{1}{\sqrt{3}} \sin \theta & -\sin \theta - \frac{1}{\sqrt{3}} \cos \theta \end{bmatrix} \quad \dots (3)$$

[請求項6]

前記座標変換行列が、

$\gamma - \delta$ 座標系における前記第1指令値を前記三相の巻線の各々に駆動電流を印加する第3指令値に変換する第3変換行列と、前記第3指令値を前記二相の巻線の各々の位相角の軸に対応した二相座標系における前記第2指令値に変換する第4変換行列から構成されている

請求項 1 に記載の誘導電動機制御方法。

[請求項7] 前記第 3 変換行列が以下の式であり、

[数4]

$$\begin{bmatrix} v_u \\ v_v \\ v_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sqrt{2/3} & 0 \\ -1/\sqrt{6} & 1/\sqrt{2} \\ -1/\sqrt{6} & -1/\sqrt{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_\gamma \\ v_\delta \end{bmatrix} \quad \dots (4)$$

前記第 4 変換行列が以下の式であり、

[数5]

$$\begin{bmatrix} v_{\alpha 120} \\ v_{\beta 120} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} & 1 & -\frac{1}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_u \\ V_v \\ V_w \end{bmatrix} \quad \dots (5)$$

上記式において、 $v_\gamma$ 、 $v_\delta$ が第 1 指令値の電圧値であり、 $v_u$ 、 $v_v$ 、 $v_w$ が第 3 指令値の電圧値であり、 $v_{\alpha 120}$ 、 $v_{\beta 120}$ が第 2 指令値の電圧値である

請求項 6 に記載の誘導電動機制御装方法。

[請求項8] 三相誘導電動機を構成する三相の巻線のうち二相の巻線のみへ電流を供給し、前記三相誘導電動機を駆動する誘導電動機制御装置であって、

所定の座標変換行列式により、前記三相の巻線に供給する平衡三相交流信号を与える第 1 指令値を、三相の場合と同様の平衡回転磁界を生成させる前記二相の巻線に供給する二相交流信号を与える第 2 指令値に変換する座標変換部と、

前記第 2 指令値から、前記二相の巻線に供給する前記二相交流信号を生成する制御信号を生成する制御信号生成部と、

前記制御信号により生成した前記二相交流信号を、前記三相誘導電動機における前記二相の巻線に供給し、前記三相誘導電動機を駆動させるインバータと

を有する誘導電動機制御装置。

補正された請求の範囲  
[2015年3月3日(03.03.2015)国際事務局受理]

[請求項1] (補正後) 三相誘導電動機を構成する三相の巻線のうち二相の巻線のみへ電流を供給し、前記三相誘導電動機を駆動する制御方法であって、

所定の座標変換行列式により、前記三相の巻線に供給する平衡三相交流信号を与える第1指令値を、三相の場合と同様の平衡回転磁界を生成させる前記二相の巻線に供給する二相交流信号を与える第2指令値に変換する変換過程と、

前記第2指令値から、前記二相の巻線に供給する前記二相交流信号を生成するインバータを駆動する制御信号を生成する過程と、

前記インバータが前記制御信号により生成する前記二相交流信号を前記三相誘導電動機における前記二相の巻線に供給し、前記三相誘導電動機を駆動させる駆動過程と

を有し、

前記座標変換行列が、

$\gamma - \delta$ 座標系における前記第1指令値を、前記二相の巻線の各々の位相角の軸に対応した二相座標系における前記第2指令値に変換する行列であり、 $\gamma - \delta$ 座標系を $\alpha - \beta$ 座標系に変換する第1座標変換行列と、 $\alpha - \beta$ 座標系を前記二相座標系に変換する第2変換行列から生成されている

誘導電動機制御方法。

[請求項2] (削除)

[請求項3] (補正後) 前記三相誘導電動機における三相のうちW相を用いずに、U相及びV相のみで前記三相誘導電動機を制御する場合、

以下に示す前記座標変換行列を用いる

請求項1に記載の誘導電動機制御方法。

[数1]

$$C_{\gamma 2\alpha 120} = \begin{bmatrix} \cos \theta + \frac{1}{\sqrt{3}} \sin \theta & -\sin \theta + \frac{1}{\sqrt{3}} \cos \theta \\ \frac{2}{\sqrt{3}} \sin \theta & \frac{2}{\sqrt{3}} \cos \theta \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

[請求項4] (補正後) 前記三相誘電電動機における三相のうちU相を用いずに、V相及びW相のみで前記三相誘導電動機を制御する場合、

以下に示す前記座標変換行列を用いる

請求項1に記載の誘導電動機制御方法。

[数2]

$$C_{\gamma 2u} = \begin{bmatrix} -\cos \theta + \frac{1}{\sqrt{3}} \sin \theta & \sin \theta + \frac{1}{\sqrt{3}} \cos \theta \\ -\cos \theta - \frac{1}{\sqrt{3}} \sin \theta & \sin \theta - \frac{1}{\sqrt{3}} \cos \theta \end{bmatrix} \quad \dots (2)$$

[請求項5] (補正後) 前記三相誘電電動機における三相のうちV相を用いずに、U相及びW相のみで前記三相誘導電動機を制御する場合、

以下に示す前記座標変換行列を用いる

請求項1に記載の誘導電動機制御方法。

[数3]

$$C_{\gamma 2v} = \begin{bmatrix} -\frac{2}{\sqrt{3}} \sin \theta & -\frac{2}{\sqrt{3}} \cos \theta \\ \cos \theta - \frac{1}{\sqrt{3}} \sin \theta & -\sin \theta - \frac{1}{\sqrt{3}} \cos \theta \end{bmatrix} \quad \dots (3)$$

[請求項6] (補正後) 三相誘導電動機を構成する三相の巻線のうち二相の巻線のみへ電流を供給し、前記三相誘導電動機を駆動する制御方法であって、

所定の座標変換行列式により、前記三相の巻線に供給する平衡三相

交流信号を与える第1指令値を、三相の場合と同様の平衡回転磁界を生成させる前記二相の巻線に供給する二相交流信号を与える第2指令値に変換する変換過程と、

前記第2指令値から、前記二相の巻線に供給する前記二相交流信号を生成するインバータを駆動する制御信号を生成する過程と、

前記インバータが前記制御信号により生成する前記二相交流信号を前記三相誘導電動機における前記二相の巻線に供給し、前記三相誘導電動機を駆動させる駆動過程と

を有し、

前記座標変換行列が、

$\gamma - \delta$  座標系における前記第1指令値を前記三相の巻線の各々に駆動電流を印加する第3指令値に変換する第3変換行列と、前記第3指令値を前記二相の巻線の各々の位相角の軸に対応した二相座標系における前記第2指令値に変換する第4変換行列から構成されている誘導電動機制御方法。

[請求項7] (補正後) 前記第3変換行列が以下の式であり、

[数4]

$$\begin{bmatrix} v_u \\ v_v \\ v_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sqrt{2/3} & 0 \\ -1/\sqrt{6} & 1/\sqrt{2} \\ -1/\sqrt{6} & -1/\sqrt{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_\gamma \\ v_\delta \end{bmatrix} \quad \dots (4)$$

前記第4変換行列が以下の式であり、

[数5]

$$\begin{bmatrix} v_{\alpha 120} \\ v_{\beta 120} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} & 1 & -\frac{1}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_u \\ V_v \\ V_w \end{bmatrix} \quad \dots (5)$$

上記式において、 $v_r$ 、 $v_\delta$ が第1指令値の電圧値であり、 $v_u$ 、 $v_v$ 、 $v_w$ が第3指令値の電圧値であり、 $v_{\alpha 120}$ 、 $v_{\beta 120}$ が第2指令値の電圧値である

請求項6に記載の誘導電動機制御方法。

[請求項8] (補正後) 三相誘導電動機を構成する三相の巻線のうち二相の巻線のみへ電流を供給し、前記三相誘導電動機を駆動する誘導電動機制御装置であって、

所定の座標変換行列式により、前記三相の巻線に供給する平衡三相交流信号を与える第1指令値を、三相の場合と同様の平衡回転磁界を生成させる前記二相の巻線に供給する二相交流信号を与える第2指令値に変換する座標変換部と、

前記第2指令値から、前記二相の巻線に供給する前記二相交流信号を生成する制御信号を生成する制御信号生成部と、

前記制御信号により生成した前記二相交流信号を、前記三相誘導電動機における前記二相の巻線に供給し、前記三相誘導電動機を駆動させるインバータと

を有し、

前記座標変換行列が、

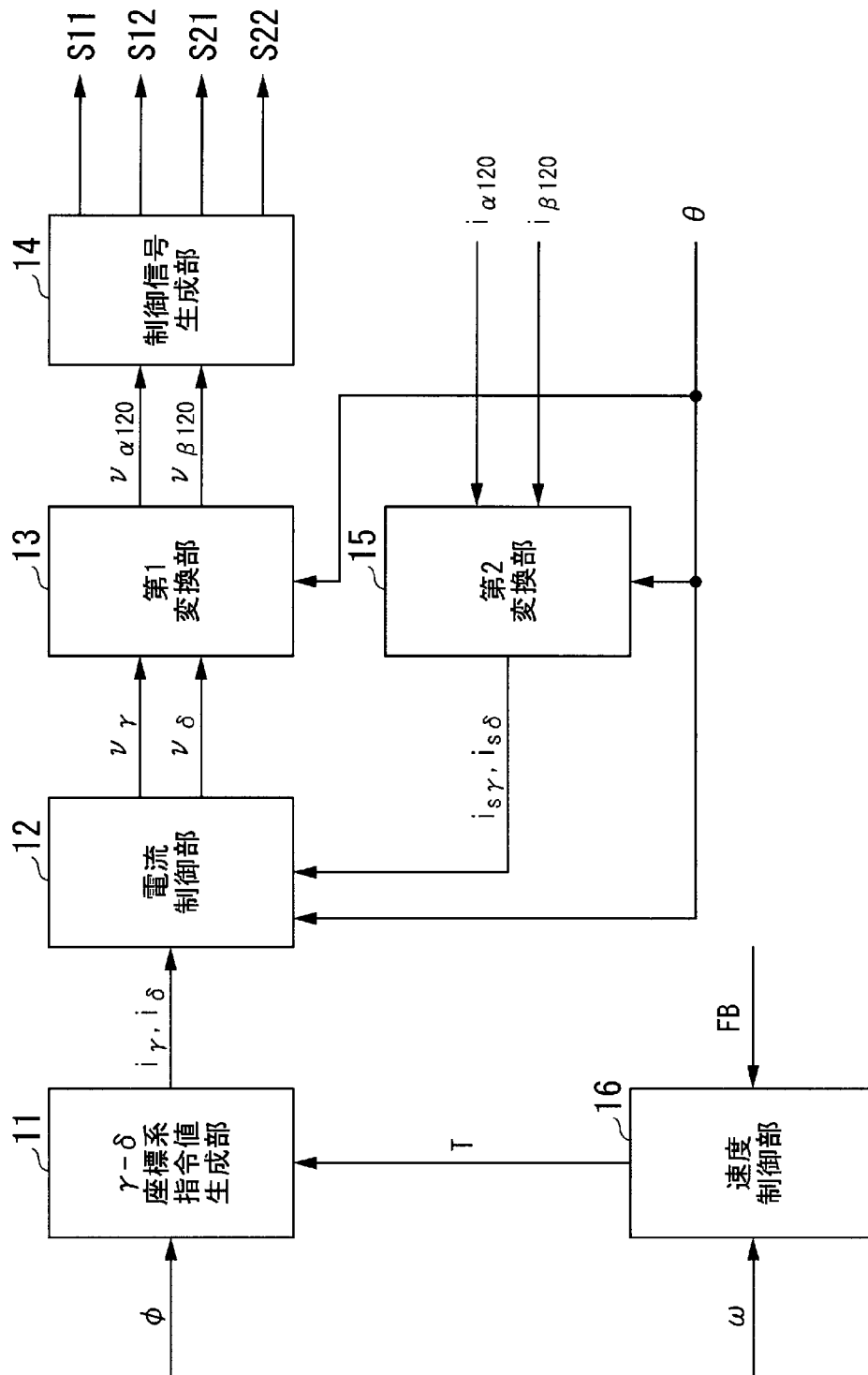
$\gamma-\delta$ 座標系における前記第1指令値を、前記二相の巻線の各々の位相角の軸に対応した二相座標系における前記第2指令値に変換する行列であり、 $\gamma-\delta$ 座標系を $\alpha-\beta$ 座標系に変換する第1座標変換行列と、 $\alpha-\beta$ 座標系を前記二相座標系に変換する第2変換行列から生成されている

誘導電動機制御装置。

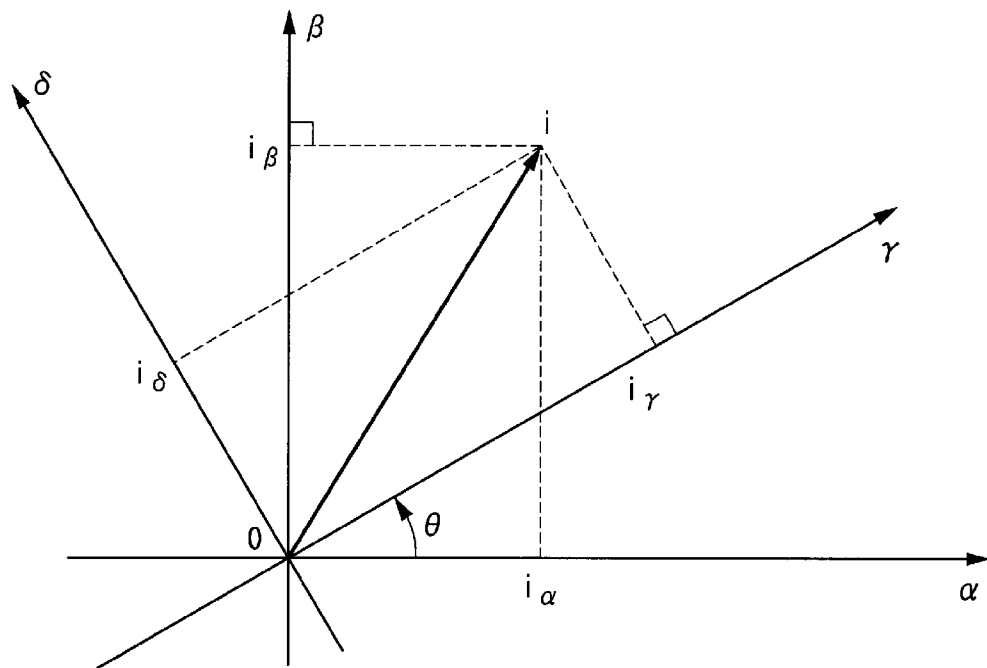
## 条約第19条(1)に基づく説明書

請求項1、8において「前記座標変換行列が、 $\gamma - \delta$ 座標系における前記第1指令値を、前記二相の巻線の各々の位相角の軸に対応した二相座標系における前記第2指令値に変換する行列であり、 $\gamma - \delta$ 座標系を $\alpha - \beta$ 座標系に変換する第1座標変換行列と、 $\alpha - \beta$ 座標系を前記二相座標系に変換する第2変換行列から生成されている」との記載を追加しました。これらの記載は、補正により削除された請求項2に記載の事項です。請求項3乃至5は、請求項2の削除に伴い請求項1に従属するよう補正しました。請求項6は、補正前の請求項1に従属していたものですが、請求項2の削除に伴い独立項となるよう補正しました。請求項1、8は、明細書の段落[0017]－[0022]の記載をもとに補正されたものであり、新規事項の追加はありません。また、請求項7にて、「誘導電動機制御装方法」を「誘導電動機制御方法」に補正しました。

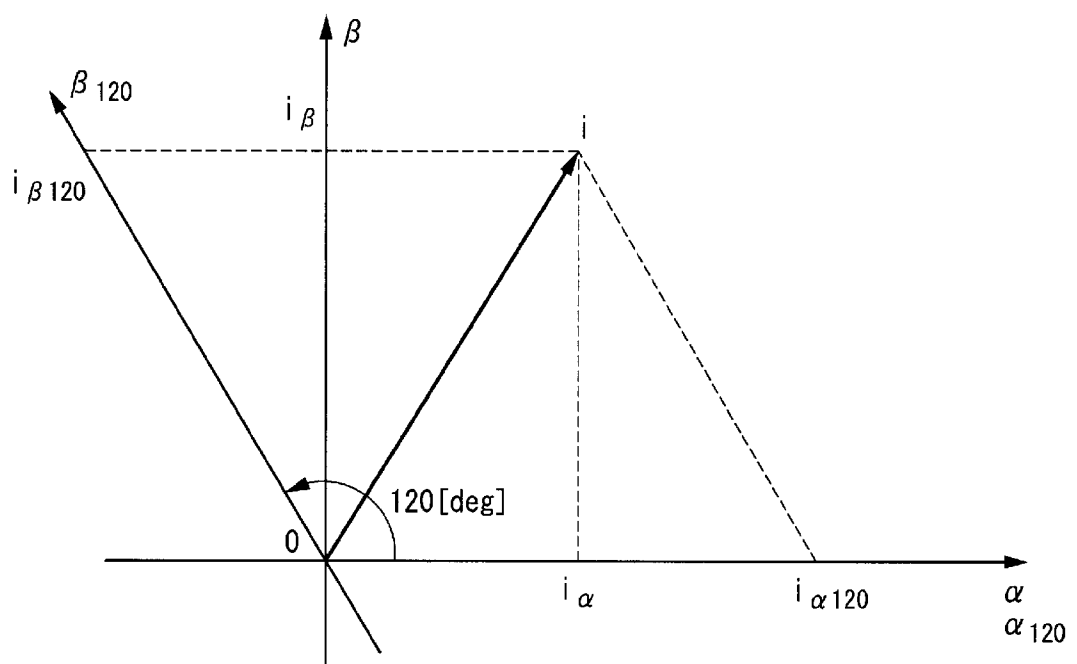
[図1]



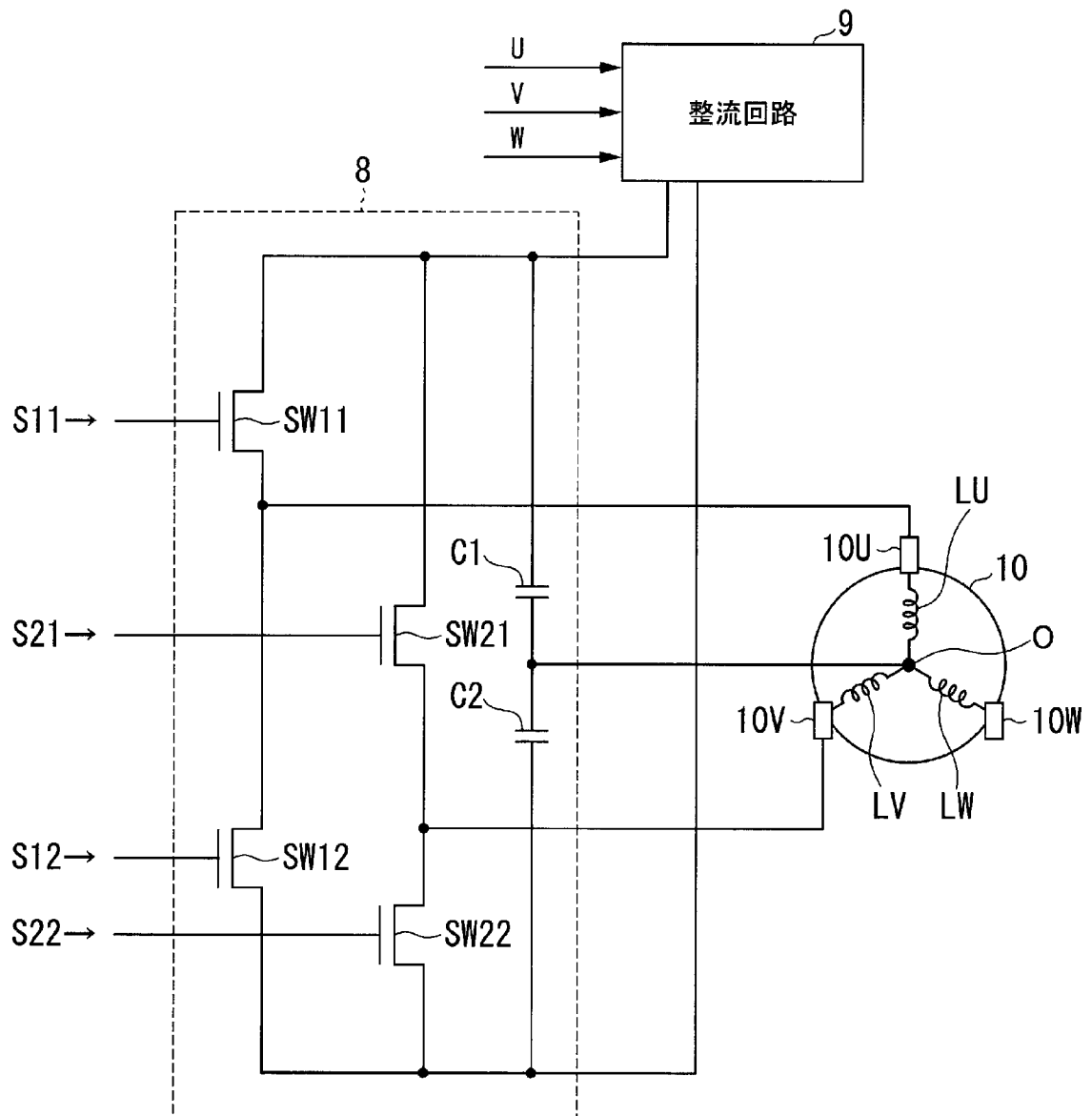
[図2]



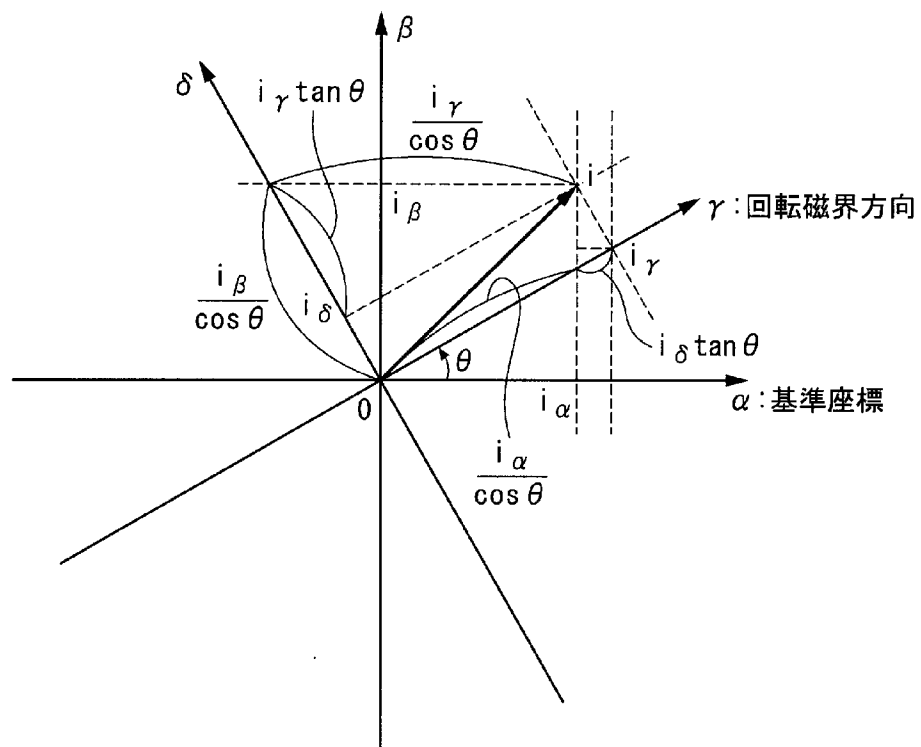
[図3]



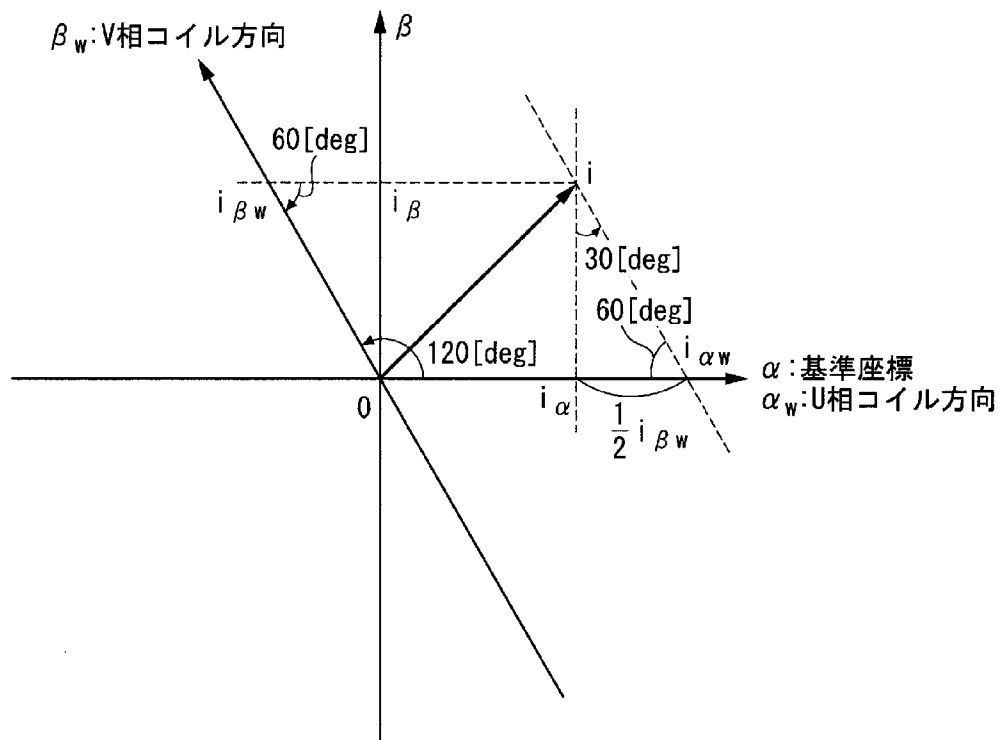
[图4]



[図5]

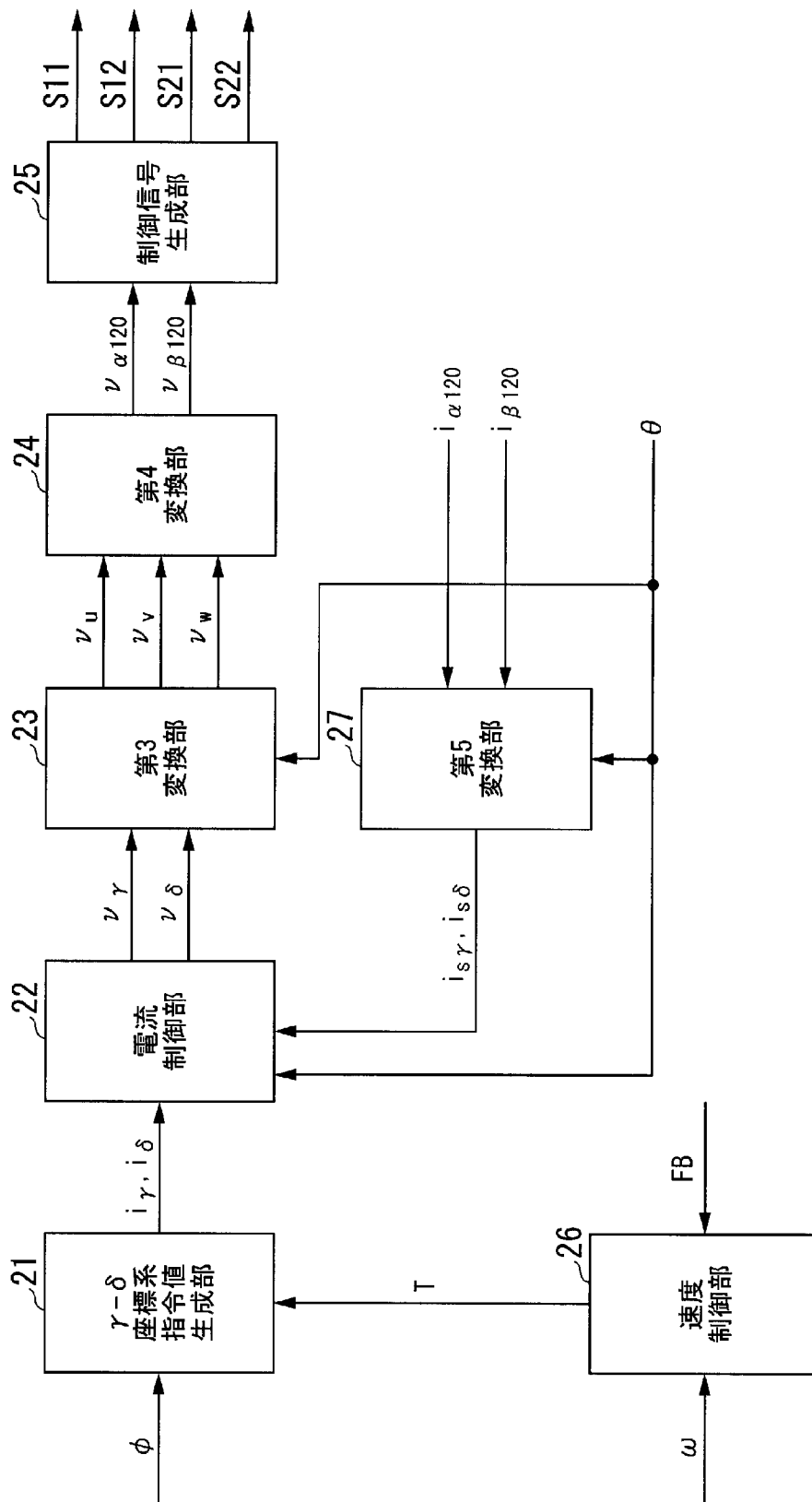


[図6]





[図9]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/067694

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P27/06(2006.01) i, H02P27/04(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02P27/06, H02P27/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2014 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2014 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2014 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                      | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X<br>A    | JP 2013-63018 A (JTEKT Corp.),<br>04 April 2013 (04.04.2013),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                            | 1, 8<br>2-7           |
| X<br>A    | JP 2008-211910 A (JTEKT Corp.),<br>11 September 2008 (11.09.2008),<br>entire text; all drawings<br>& US 2008/0290829 A1 & EP 1961644 A2 | 1, 8<br>2-7           |
| A         | JP 2009-6963 A (NSK Ltd.),<br>15 January 2009 (15.01.2009),<br>entire text; all drawings<br>& US 2010/0017063 A1 & WO 2009/004969 A1    | 1-8                   |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
17 July, 2014 (17.07.14)

Date of mailing of the international search report  
29 July, 2014 (29.07.14)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2014/067694

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                      | Relevant to claim No. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2012-147532 A (Honda Motor Co., Ltd.),<br>02 August 2012 (02.08.2012),<br>entire text; all drawings<br>& US 2012/0176069 A1 & DE 102012200089 A1<br>& CN 102582679 A | 1-8                   |
| A         | JP 2004-254366 A (Fujitsu General Ltd.),<br>09 September 2004 (09.09.2004),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                                              | 1-8                   |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02P27/06(2006.01)i, H02P27/04(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02P27/06, H02P27/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| 日本国実用新案公報   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 4 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 4 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 4 年 |

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                      | 関連する<br>請求項の番号 |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| X<br>A          | JP 2013-63018 A（株式会社ジェイテクト）2013.04.04, 全文、全図<br>（ファミリーなし）                              | 1, 8<br>2-7    |
| X<br>A          | JP 2008-211910 A（株式会社ジェイテクト）2008.09.11, 全文、全<br>図 & US 2008/0290829 A1 & EP 1961644 A2 | 1, 8<br>2-7    |
| A               | JP 2009-6963 A（日本精工株式会社）2009.01.15, 全文、全図 & US<br>2010/0017063 A1 & WO 2009/004969 A1  | 1-8            |

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 7 . 0 7 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 9 . 0 7 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

高橋 祐介

3 V

3 0 2 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 7

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                              |                |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                            | 関連する<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2012-147532 A (本田技研工業株式会社) 2012. 08. 02, 全文、全図 & US 2012/0176069 A1 & DE 102012200089 A1 & CN 102582679 A | 1-8            |
| A                     | JP 2004-254366 A (株式会社富士通ゼネラル) 2004. 09. 09, 全文、全図 (ファミリーなし)                                                 | 1-8            |