

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2008年6月5日 (05.06.2008)

PCT

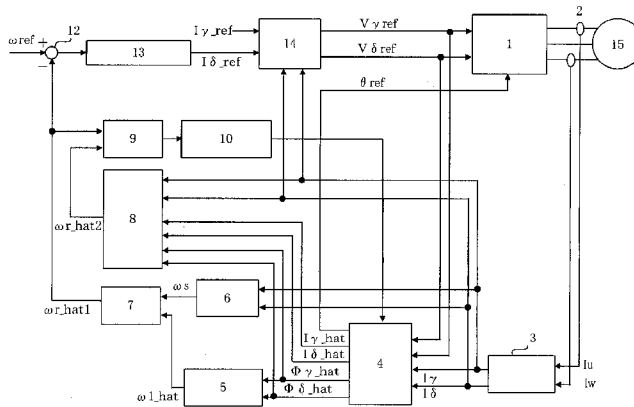
(10) 国際公開番号
WO 2008/065978 A1

- (51) 国際特許分類: **H02P 27/06** (2006.01) **H02P 27/04** (2006.01) **H02P 21/00** (2006.01) [JP/JP]; 干8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 Fukuoka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/072719 (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 稲積 祐敦 (IN-AZUMI, Masanobu).
- (22) 国際出願日: 2007年11月26日 (26.11.2007)
- (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 2006-319730 2006年11月28日 (28.11.2006) 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 安川電機 (KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI)

[続葉有]

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

(54) 発明の名称: 誘導電動機制御装置とその制御方法



(57) Abstract: Provided is an induction motor control device which is robust even if the secondary resistance is fluctuated by a temperature fluctuation. The induction motor control device includes: an inverter circuit (1) for driving an induction motor; a current detector (2) for detecting current and generating a current signal; a coordinate converter (3) for generating $\gamma \delta$ -axis current from the current signal; a magnetic flux estimation observer (4) for generating an estimated $\gamma \delta$ -axis magnetic flux, an estimated $\gamma \delta$ -axis current, and a phase instruction from the $\gamma \delta$ -axis instruction voltage and the $\gamma \delta$ -axis current; a primary angular velocity estimation device (5) for estimating an estimated primary angular velocity from the estimated $\gamma \delta$ -axis magnetic flux; a sliding compensation device (6) for calculating a sliding angular velocity from the $\gamma \delta$ -axis current; a first angular velocity estimation device (7) for estimating a first estimated angular velocity from the estimated primary velocity and a δ -axis current; and a second angular velocity estimation device (8) for estimating a second estimated angular velocity from the $\gamma \delta$ -axis current. The control device further includes: a resistance estimation device (9) for estimating a secondary resistance of the induction motor from a first estimated rotation angular velocity and a second estimated rotation angular velocity; and an observer adjusting device (10) for adjusting a magnetic flux estimation observer from the secondary resistance.

(57) 要約: 温度変動による2次抵抗が変動に対してもロバストな誘導電動機制御装置を提供する。誘導電動機を駆動するインバータ回路(1)と、電流を検出し電流信号を生成する電流検出器(2)と、電流信号から $\gamma \delta$ 軸電流を生成する座標変換器(3)と、 $\gamma \delta$ 軸指令電圧と $\gamma \delta$ 軸電流から推定 $\gamma \delta$ 軸磁束と推定 $\gamma \delta$ 軸電流と位相指令を生成する磁束推定オブザーバ(4)と、推定 $\gamma \delta$ 軸磁

[続葉有]

WO 2008/065978 A1



(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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK,

TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

束から推定一次角速度を推定する一次角速度推定器(5)と、 $\gamma\delta$ 軸電流からすべり角速度を演算するすべり補償器(6)と、推定一次角速度と δ 軸電流から第1推定角速度を推定する第1角速度推定器(7)と、 $\gamma\delta$ 軸電流から第2推定角速度を推定する第2角速度推定器(8)と、を備えた誘導電動機制御装置において、第1推定回転角速度と第2推定角速度から誘導電動機の2次抵抗を推定する抵抗推定器(9)と、2次抵抗より磁束推定オブザーバを調整するオブザーバ調整器(10)と、を備えた。

明 細 書

誘導電動機制御装置とその制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、インバータ回路を用いて速度制御及びトルク制御の精度を向上ためのPGセンサレス駆動方式による誘導電動機制御装置とその制御方法に関する。

背景技術

[0002] 従来の誘導電動機のすべり角周波数の演算は、電動機2次時定数の逆数より式(1)で演算するのが一般的である。(以下、従来技術1という)

[0003]

$$\omega s = \frac{R2 \cdot I\delta}{Lm \cdot I\gamma} \quad (1)$$

ここで、

ωs : すべり角周波数、 $R2$: 電動機2次抵抗、 Lm : 電動機相互インダクタンス

$I\delta$: δ 軸電流、 $I\gamma$: γ 軸電流

である。

[0004] また、無効電力から演算した励磁分エネルギーより電動機2次時定数を調整しすべり角周波数の演算精度を向上しているものもある(特許文献1参照)(以下、従来技術2という)。図4は従来技術2の構成図である。誘導電動機118の端子電圧と電流を検出し、励磁分エネルギー演算器114により励磁分インダクタンスに蓄えられるエネルギーを算出する。算出された値より指令値116を差し引いて誤差を求め、誤差をPI演算器117で演算し2次時定数の逆数の設定値107と加算しすべり角周波数演算器108に加える。これにより、励磁エネルギー誤差が小さくなるようにPI演算器117を含むループが動作し2次時定数の逆数値は真値に近づいていく。また、励磁分エネルギー演算器114を瞬时无効電力実際値と推定値をそれぞれ演算する演算器に置き換えることにより、速度推定値を求めることができる。

特許文献1:特開平7-75398号公報(図1)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら従来技術1では温度変動により電動機2次抵抗(R2)が変動した場合、すべり周波数演算に誤差が生じ、速度精度が悪化するという問題があった。また、従来技術2では電動機2次時定数を調整する機能があるが、調整のために実電圧と実電流を測定する必要があり、センサが多数必要となる。また、励磁分エネルギーを演算するために正確な鉄損が必要であるが、正確な鉄損を測るのは非常に困難であるという問題があった。

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、磁束推定オブザーバによる演算結果により温度変動による電動機2次抵抗(R2)の変動を調整することにより、実電圧の測定や鉄損情報を必要とせず、良好にすべり周波数演算や速度演算をすることができる誘導電動機制御装置とその制御方法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] 上記問題を解決するため、本発明は、次のように構成したのである。

請求項1記載の発明は、 γ δ 軸指令電圧と位相指令に基づいて誘導電動機を駆動するインバータ回路と、前記誘導電動機の電流を検出し電流信号を生成する電流検出器と、前記電流信号と前記位相指令から γ δ 軸電流を生成する座標変換器と、前記 γ δ 軸指令電圧と前記 γ δ 軸電流から推定 γ δ 軸磁束と推定 γ δ 軸電流と前記位相指令を生成する磁束推定オブザーバと、前記推定 γ δ 軸磁束から推定一次角速度を推定する一次角速度推定器と、前記 γ δ 軸電流からすべり角速度を演算するすべり補償器と、前記推定一次角速度と前記 δ 軸電流から第1推定角速度を推定する第1角速度推定器と、前記 γ δ 軸電流から第2推定角速度を推定する第2角速度推定器と、を備えた誘導電動機の制御装置において、前記第1推定回転角速度と前記第2推定角速度から前記誘導電動機の2次抵抗を推定する抵抗推定器と、前記2次抵抗より前記磁束推定オブザーバを調整するオブザーバ調整器を備えたことを特徴とするものである。

請求項2記載の発明は、請求項1記載の誘導電動機制御装置において、前記2次抵抗に基づいて前記すべり補償器を調整するすべり補償調整器を備えたことを特徴とするものである。

請求項3記載の発明は、請求項1記載の誘導電動機制御装置において、前記オブザーバ調整器の代わりに前記2次抵抗に基づいて前記すべり補償器を調整するすべり補償調整器を備えたことを特徴とするものである。

請求項4記載の発明は、 γ δ 軸指令電圧と位相指令に基づいて誘導電動機を駆動するインバータ回路と、前記誘導電動機の電流を検出し電流信号を生成する電流検出器と、前記電流信号と前記位相指令から γ δ 軸電流を生成する座標変換器と、前記 γ δ 軸指令電圧と前記 γ δ 軸電流から推定 γ δ 軸磁束と推定 γ δ 軸電流と前記位相指令を生成する磁束推定オブザーバと、前記推定 γ δ 軸磁束から推定一次角速度を推定する一次角速度推定器と、前記 γ δ 軸電流からすべり角速度を演算するすべり補償器と、前記推定一次角速度と前記 δ 軸電流から第1推定角速度を推定する第1角速度推定器と、前記 γ δ 軸電流から第2推定角速度を推定する第2角速度推定器と、を備えた誘導電動機制御装置の制御方法において、前記誘導電動機の電流を検出し電流信号を生成するステップと、前記電流信号と前記位相指令から γ δ 軸電流を生成するステップと、前記 γ δ 軸指令電圧と前記 γ δ 軸電流から推定 γ δ 軸磁束と推定 γ δ 軸電流と前記位相指令を生成するステップと、前記推定 γ δ 軸磁束から推定一次角速度を推定するステップと、前記 γ δ 軸電流からすべり角速度を演算するステップと、前記推定一次角速度と前記 δ 軸電流から第1推定角速度を推定するステップと、前記 γ δ 軸電流から第2推定角速度を推定するステップと、前記第1推定回転角速度と前記第2推定角速度から前記誘導電動機の2次抵抗を推定するステップと、前記2次抵抗より前記磁束推定オブザーバを調整するステップと、を備えたことを特徴とするものである。

発明の効果

[0007] 以上述べたように、本発明によれば、第1推定角速度と第2推定角速度が一致するように誘導電動機2次抵抗を調整し、その調整値を磁束推定オブザーバやすべり補償器に反映することにより、実電圧の測定や鉄損情報を必要とせず、良好にすべり周波数演算や速度演算をすることができる誘導電動機制御装置とその制御方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の第1の実施例の誘導電動機の制御装置のブロック線図
[図2]本発明の第2の実施例の誘導電動機の制御装置のブロック線図
[図3]本発明の第3の実施例の誘導電動機の制御装置のブロック線図
[図4]従来技術1に係る電動機の制御装置のブロック線図
[図5]本発明の制御座標 γ δ 軸と実際の回転子座標dq軸との関係図
[図6]本発明の誘導電動機制御装置の制御方法を示すフローチャート
符号の説明

[0009] 1 インバータ回路
2 電流検出器
3 電流座標変換器
4 磁束推定オブザーバ
5 一次角速度推定器
6 すべり補償器
7 第1角速度推定器
8 第2角速度推定器
9 抵抗推定器
10 オブザーバ調整器
11 すべり補償調整器
12 減算器
13 速度制御器
14 電流制御器
15 誘導電動機
101 速度指令
102 演算器
103 速度制御器
104 励磁電流指令
105 ベクトル合成／回転座標変換器
106 インバータ

- 107 2次時定数の逆数設定値
- 108 周波数演算器
- 109 加算器
- 110 積分器
- 111 ポテンシャルトランス
- 112 3相／2相変換器
- 113 電流検出器
- 114 励磁分エネルギー演算器
- 115 演算器
- 116 励磁分エネルギー指令
- 117 PI演算器
- 118 誘導電動機
- 119 回転速度検出器
- 120 トルク分電流指令値
- 121 励磁分電流位相
- 122 励磁分電流角速度指令
- 171 加算器
- ω_{ref} 速度指令
- I_{γ_ref} 励磁電流指令
- I_{δ_ref} トルク電流指令
- V_{γ_ref} γ 軸指令電圧
- V_{δ_ref} δ 軸指令電圧
- θ_{ref} 位相指令
- I_{γ} γ 軸電流
- I_{δ} δ 軸電流
- Φ_{γ_hat} 推定 γ 軸磁束
- Φ_{δ_hat} 推定 δ 軸磁束
- I_{γ_hat} 推定 γ 軸電流

I_{δ_hat} 推定 δ 軸電流
 ω_{l_hat} 推定一次角速度
 ω_s すべり角速度
 ω_{r_hat1} 第1推定回転角速度
 ω_{r_hat2} 第2推定回転角速度
 R_{2_hat} 2次抵抗

発明を実施するための最良の形態

[0010] 以下、本発明の原理について説明する。磁束推定オブザーバの推定値より二つの方式で誘導電動機の回転角速度を推定する。

一つの方式は式(2)を使用する。

[0011]

$$\omega_{r_hat1} = kp1 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{\Phi_{\delta_hat}}{\Phi_{\gamma_hat}} \right) + ki1 \cdot \int \tan^{-1} \left(\frac{\Phi_{\delta_hat}}{\Phi_{\gamma_hat}} \right) dt - \omega_s \quad (2)$$

ここで、

ω_{r_hat1} : 第1推定角速度、 ω_s : すべり角周波数、
 Φ_{γ_hat} : 推定 γ 軸磁束、 Φ_{δ_hat} : 推定 δ 軸磁束
 $kp1$: 比例ゲイン、 $ki2$: 積分ゲイン

である。もう一つの方式は式(3)を使用する。

[0012]

$$\omega_{r_hat2} = kp2 \cdot \{ \Phi_{\delta_hat} \cdot (I_{\gamma} - I_{\gamma_hat}) - \Phi_{\gamma_hat} \cdot (I_{\delta} - I_{\delta_hat}) \} + ki2 \cdot \int \{ \Phi_{\delta_hat} \cdot (I_{\gamma} - I_{\gamma_hat}) - \Phi_{\gamma_hat} \cdot (I_{\delta} - I_{\delta_hat}) \} dt \quad (3)$$

ここで、

ω_{r_hat2} : 第2推定角速度
 Φ_{γ_hat} : 推定 γ 軸磁束、 Φ_{δ_hat} : 推定 δ 軸磁束、
 I_{γ} : γ 軸電流、 I_{δ} : δ 軸電流
 I_{γ_hat} : 推定 γ 軸電流、 I_{δ_hat} : 推定 δ 軸電流
 $kp2$: 比例ゲイン、 $ki2$: 積分ゲイン

である。本来であれば、式(2)と式(3)は同じ角速度を推定しているので一致する。し

かし、温度変動により誘導電動機2次抵抗(R2)が変動した場合、式(2)と式(3)は2次抵抗誤差の影響で不一致となる。そこで、2次抵抗を調整して式(2)と式(3)が一致した時の調整値が正しい2次抵抗と考えられる。

求めた2次抵抗を磁束推定オブザーバやすべり補償器に反映することにより正確なすべり角周波数や回転角速度を推定できる。

[0013] 以下、本発明の第1の実施の形態について図1に基づいて説明する。図5は本発明の制御座標 γ δ 軸と実際の回転子座標d-q軸との関係を示す図である。電動機制御の理想状態は γ 軸とd軸とのなす角度 θ_e は零となる。誘導電動機における回転子の磁束方向をd軸とし、更にd軸から90度進んだ軸をq軸とした直交座標をd-q軸とする。また、本発明方式では速度検出器といった回転角速度を測定する手段を要しておらず、回転子の磁束位置、つまりd-q軸の検出は不可能なので、位相指令 θ_{ref} 上の軸を γ 軸とし、更に γ 軸から90度進んだ軸を δ 軸とした直交座標系 γ δ 軸を設定し、制御は γ δ 軸上で行なう。

実施例 1

[0014] 図1は、本発明の第1の実施の形態に係る誘導電動機の制御装置のブロック図である。図1において、 ω_{ref} は回転角速度指令、 I_{γ_ref} は励磁電流指令、 I_{δ_ref} はトルク電流指令、1はインバータ回路、2は電流検出器、3は電流座標変換器、4は磁束推定オブザーバ、5は一次角速度推定器、6はすべり補償器、7は第1角速度推定器、8は第2角速度推定器、9は抵抗調整器、10はオブザーバ調整器、12は減算器、13は速度制御器、14は電流制御器、15は誘導電動機である。

次に図1の構成を説明する。回転角速度指令 ω_{ref} と第1推定回転角速度 ω_{r_hat1} は減算器12に入力され、減算器12の出力は速度推定器13に入力される。また速度推定器13は減算器12の出力結果を比例積分制御しトルク電流指令 I_{δ_ref} を出力する。また電流制御器はトルク電流指令 I_{δ_ref} と δ 軸電流 (I_{δ}) の差分を比例積分制御し γ 軸電圧指令 (V_{γ_ref}) を演算し励磁電流指令 I_{γ_ref} と γ 軸電流 I_{γ} の差分を比例積分制御し δ 軸電圧指令 (V_{δ_ref}) を演算する。電流座標変換器3はインバータ回路1の電流 (I_u, I_w) と位相指令 θ_{ref} とを入力し γ 軸電流 I_{γ} と δ 軸電流 I_{δ} を出力する。また磁束推定オブザーバ4は下式の演算を行う。

[0015]

$$\begin{aligned}
 \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} I\gamma_hat \\ I\delta_hat \\ \Phi\gamma_hat \\ \Phi\delta_hat \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} \frac{R1}{\sigma \cdot L1} - \frac{R2_hat \cdot (1-\sigma)}{\sigma \cdot L2} & \omega1_hat & \frac{Lm \cdot R2_hat}{\sigma \cdot L1 \cdot L2^2} & \frac{\omega s \cdot Lm}{Lm \cdot R2_hat} \\ -\omega1_hat & -\frac{R1}{\sigma \cdot L1} - \frac{R2_hat \cdot (1-\sigma)}{\sigma \cdot L2} & -\frac{\sigma \cdot L1 \cdot L2}{R2_hat} & \frac{\sigma \cdot L1 \cdot L2}{\sigma \cdot L1 \cdot L2^2} \\ \frac{Lm \cdot R2_hat}{L2} & 0 & -\frac{R2_hat}{L2} & \omega r_hat2 \\ 0 & \frac{Lm \cdot R2_hat}{L2} & -\omega r_hat2 & -\frac{R2_hat}{L2} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I\gamma_hat \\ I\delta_hat \\ \Phi\gamma_hat \\ \Phi\delta_hat \end{bmatrix} \\
 &+ \frac{1}{\sigma \cdot L1} \cdot \begin{bmatrix} V\gamma ref \\ V\delta ref \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} g11 & g12 \\ g21 & g22 \\ g31 & g32 \\ g41 & g42 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I\gamma - I\gamma_hat \\ I\delta - I\delta_hat \end{bmatrix} \tag{4}
 \end{aligned}$$

[0016]

$$\sigma = 1 - \frac{Lm^2}{L1 \cdot L2} \tag{5}$$

[0017]

$$\theta ref = \int \tan^{-1} \left(\frac{\Phi\delta_hat}{\Phi\gamma_hat} \right) dt \tag{6}$$

ここで

R1:電動機1次抵抗、R2__hat:電動機2次抵抗、

L1:電動機1次インダクタンス、L2:電動機2次インダクタンス、

Lm:電動機相互インダクタンス

Iγ : γ 軸電流、Iδ : δ 軸電流、

Iγ __hat:推定 γ 軸電流、Iδ __hat:推定 δ 軸電流

Vγ ref: γ 軸電圧指令、Vδ ref: δ 軸電圧指令

Φ γ __hat:推定 γ 軸磁束、

Φ δ __hat:推定 δ 軸磁束

ω1__hat:推定一次回転角速度、ωr__hat2:第2推定回転角速度、

ωs:すべり角速度

g11~g42:オブザーバゲイン

である。インバータ回路1は γ 軸電圧指令 $V_{\gamma \text{ ref}}$ と δ 軸電圧指令 $V_{\delta \text{ ref}}$ と位相指令 $\theta \text{ ref}$ とに基づいて誘導電動機15へ電圧を印加する。また、一次角速度推定器は式(7)の演算を行う。

[0018]

$$\omega_{l_hat} = kp1 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{\Phi_{\delta_hat}}{\Phi_{\gamma_hat}} \right) + ki1 \cdot \int \tan^{-1} \left(\frac{\Phi_{\delta_hat}}{\Phi_{\gamma_hat}} \right) dt \quad (7)$$

ここで

ω_{r_hat1} : 第1推定回転角速度

Φ_{γ_hat} : 推定 γ 軸磁束、 Φ_{δ_hat} : 推定 δ 軸磁束

$kp1$: 比例ゲイン、 $ki2$: 積分ゲイン

である。またすべり補償器6は式(8)の演算を行う。

[0019]

$$\omega_s = \frac{R2_hat \cdot I_{\delta}}{Lm \cdot I_{\gamma}} \quad (8)$$

ここで

ω_s : すべり角周波数、 $R2_hat$: 電動機2次抵抗、 Lm : 電動機相互インダクタンス、 I_{δ} : δ 軸電流、 I_{γ} : γ 軸電流

である。また第1速度推定器7は式(9)の演算を行う。

[0020]

$$\omega_{r_hat1} = \omega_{l_hat} - \omega_s \quad (9)$$

ここで

ω_{r_hat1} : 第1推定回転角速度、 ω_s : すべり角周波数

である。また第2速度推定器8は式(10)の演算を行う。

[0021]

$$\omega_{r_hat2} = kp2 \cdot \{ \Phi_{\delta_hat} \cdot (I_{\gamma} - I_{\gamma_hat}) - \Phi_{\gamma_hat} \cdot (I_{\delta} - I_{\delta_hat}) \} + ki2 \cdot \int \{ \Phi_{\delta_hat} \cdot (I_{\gamma} - I_{\gamma_hat}) - \Phi_{\gamma_hat} \cdot (I_{\delta} - I_{\delta_hat}) \} dt \quad (10)$$

ここで、

ω_{r_hat2} : 第2推定回転角速度

$\Phi \gamma _hat$: 推定 γ 軸磁束、 $\Phi \delta _hat$: 推定 δ 軸磁束、

$I \gamma$: γ 軸電流、 $I \delta$: δ 軸電流、

$I \gamma _hat$: 推定 γ 軸電流、 $I \delta _hat$: 推定 δ 軸電流

k_p2 : 比例ゲイン、 k_i2 : 積分ゲイン

である。また抵抗調整期は第1推定回転角速度 $\omega r _hat$ と第2推定回転角速度 $\omega r _hat2$ を減算し比例積分制御を行い2次抵抗を演算する。またオブザーバ調整器10は2次抵抗 $R2 _hat$ より数3のオブザーバ行列の各要素を計算しその結果を磁束推定オブザーバに反映させることにより温度変動による2次抵抗の変動があっても正確な回転角速度を推定することができる。

実施例 2

[0022] 以下、本発明の第2の実施の形態について図2に基づいて説明する。

図2は本発明の第2の実施の形態に係る電動機の制御装置のブロック線図である。図2において、 ωref は回転角速度指令、 $I \gamma _ref$ は励磁電流指令、 $I \delta _ref$ はトルク電流指令、1はインバータ回路、2は電流検出器、3は電流座標変換器、4は磁束推定オブザーバ、5は一次角速度推定器、6はすべり補償器、7は第1角速度推定器、8は第2角速度推定器、9は抵抗調整期、11はすべり補償調整器、12は減算器、13は速度制御器、14は電流制御器、15は誘導電動機である。

次に図2の構成を説明する。回転角速度指令 ωref と第1推定回転角速度 $\omega r _hat1$ は減算器12に入力され、減算器12の出力は速度推定器13に入力される。また速度推定器13は減算器12の出力結果を比例積分制御しトルク電流指令 $I \delta _ref$ を出力する。また電流制御器はトルク電流指令 $I \delta _ref$ と δ 軸電流 ($I \delta$) の差分を比例積分制御し γ 軸電圧指令 ($V \gamma _ref$) を演算し励磁電流指令 $I \gamma _ref$ と γ 軸電流 $I \gamma$ の差分を比例積分制御し δ 軸電圧指令 ($V \delta _ref$) を演算する。電流座標変換器3はインバータ回路1の電流 (I_u , I_w) と位相指令 θref とを入力し γ 軸電流 $I \gamma$ と δ 軸電流 $I \delta$ を出力する。また磁束推定オブザーバ4は数3の演算を行う。またインバータ回路1は γ 軸電圧指令 $V \gamma ref$ と δ 軸電圧指令 $V \delta ref$ と位相指令 θref とに基づいて誘導電動機15へ電圧を印加する。また、一次角速度推定器は数6の演算を行う。またすべり補償器6は数7の演算を行う。また第1速度推定器7は数8の演算を行う。

また第2速度推定器8は数9の演算を行う。また抵抗調整期は第1推定回転角速度 ω_{r_hat} と第2推定回転角速度 ω_{r_hat2} を減算し比例積分制御を行い2次抵抗を演算する。またすべり補償調整器10は2次抵抗 $R2_hat$ より数7のすべり補償器の係数を計算しその結果をすべり補償器に反映させることにより温度変動による2次抵抗の変動があっても正確なすべり角速度を推定することができる。

実施例 3

[0023] 以下、本発明の第3の実施の形態について図3に基づいて説明する。

図3は本発明の第3の実施の形態に係る電動機の制御装置のブロック線図である。図3において、 ω_{ref} は回転角速度指令、 I_{γ_ref} は励磁電流指令、 I_{δ_ref} はトルク電流指令、1はインバータ回路、2は電流検出器、3は電流座標変換器、4は磁束推定オブザーバ、5は一次角速度推定器、6はすべり補償器、7は第1角速度推定器、8は第2角速度推定器、9は抵抗調整期、10はオブザーバ調整器、11はすべり補償調整器、12は減算器、13は速度制御器、14は電流制御器、15は誘導電動機である。

次に図2の構成を説明する。回転角速度指令 ω_{ref} と第1推定回転角速度 ω_{r_hat1} は減算器12に入力され、減算器12の出力は速度推定器13に入力される。また速度推定器13は減算器12の出力結果を比例積分制御しトルク電流指令 I_{δ_ref} を出力する。また電流制御器はトルク電流指令 I_{δ_ref} と δ 軸電流(I_{δ})の差分を比例積分制御し γ 軸電圧指令(V_{γ_ref})を演算し励磁電流指令 I_{γ_ref} と γ 軸電流 I_{γ} の差分を比例積分制御し δ 軸電圧指令(V_{δ_ref})を演算する。電流座標変換器3はインバータ回路1の電流(I_u , I_w)と位相指令 θ_{ref} とを入力し γ 軸電流 I_{γ} と δ 軸電流 I_{δ} を出力する。また磁束推定オブザーバ4は数3の演算を行う。またインバータ回路1は γ 軸電圧指令 V_{γ_ref} と δ 軸電圧指令 V_{δ_ref} と位相指令 θ_{ref} とに基づいて誘導電動機15へ電圧を印加する。また、一次角速度推定器は数6の演算を行う。またすべり補償器6は数7の演算を行う。また第1速度推定器7は数8の演算を行う。また第2速度推定器8は数9の演算を行う。また抵抗調整期は第1推定回転角速度 ω_{r_hat} と第2推定回転角速度 ω_{r_hat2} を減算し比例積分制御を行い2次抵抗を演算する。またすべり補償調整器10は2次抵抗 $R2_hat$ より数7のすべり補償器の

係数を計算しその結果をすべり補償器に反映させ、オブザーバ調整器10は2次抵抗 $R2_hat$ より数3のオブザーバ行列の各要素を計算しその結果を磁束推定オブザーバに反映させるることにより温度変動による2次抵抗の変動があっても正確なすべり角速度と回転角速度を推定することができる。

- [0024] 図6は本発明の誘導電動機制御装置の制御方法を示すフローチャートである。ステップST1で誘導電動機の電流を検出し電流信号を生成し、ステップST2で電流信号と位相指令から γ δ 軸電流を生成し、ステップST3で γ δ 軸指令電圧と γ δ 軸電流から推定 γ δ 軸磁束と推定 γ δ 軸電流と位相指令を生成し、ステップST4で推定 γ δ 軸磁束から推定一次角速度を推定し、ステップST5で γ δ 軸電流からすべり角速度を演算し、ステップST6で推定一次角速度と δ 軸電流から第1推定角速度を推定し、ステップST7で γ δ 軸電流から第2推定角速度を推定し、ステップST8で第1推定回転角速度と第2推定角速度から誘導電動機の2次抵抗を推定し、ステップST9で2次抵抗より磁束推定オブザーバを調整する。

産業上の利用可能性

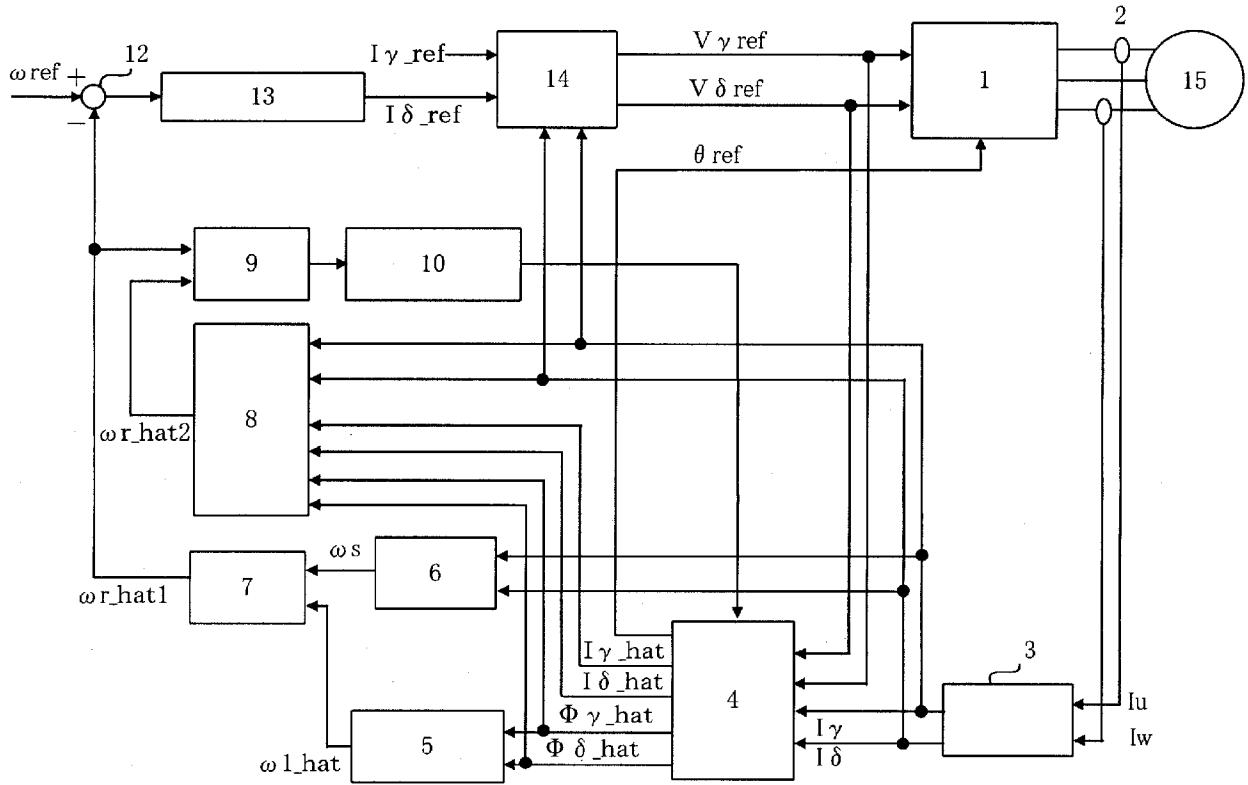
- [0025] 本発明によると、PGセンサレス誘導電動機の色度制御及びトルク制御の精度を向上できるの一般産業機械をはじめ、センサレス特有の悪環境条件下の用途にも適用できる。

請求の範囲

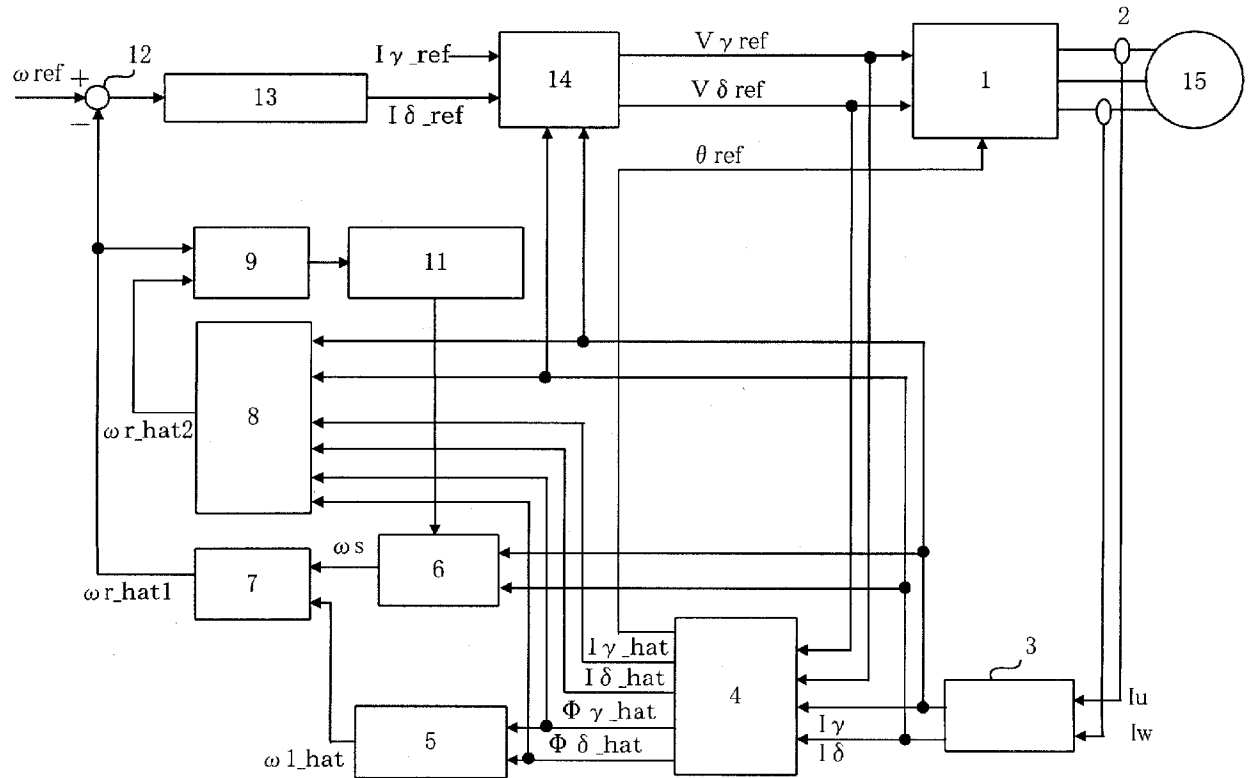
- [1] γ δ 軸指令電圧と位相指令に基づいて誘導電動機を駆動するインバータ回路と、前記誘導電動機の電流を検出し電流信号を生成する電流検出器と、前記電流信号と前記位相指令から γ δ 軸電流を生成する座標変換器と、前記 γ δ 軸指令電圧と前記 γ δ 軸電流から推定 γ δ 軸磁束と推定 γ δ 軸電流と前記位相指令を生成する磁束推定オブザーバと、前記推定 γ δ 軸磁束から推定一次角速度を推定する一次角速度推定器と、前記 γ δ 軸電流からすべり角速度を演算するすべり補償器と、前記推定一次角速度と前記 δ 軸電流から第1推定角速度を推定する第1角速度推定器と、前記 γ δ 軸電流から第2推定角速度を推定する第2角速度推定器と、を備えた誘導電動機制御装置において、
- 前記第1推定回転角速度と前記第2推定角速度から前記誘導電動機の2次抵抗を推定する抵抗推定器と、
- 前記2次抵抗より前記磁束推定オブザーバを調整するオブザーバ調整器と、を備えたことを特徴とする誘導電動機制御装置。
- [2] 前記2次抵抗に基づいて前記すべり補償器を調整するすべり補償調整器を備えたことを特長とする請求項1記載の誘導電動機制御装置。
- [3] 前記オブザーバ調整器の代わりに前記2次抵抗に基づいて前記すべり補償器を調整するすべり補償調整器を備えたことを特長とする請求項1記載の誘導電動機制御装置。
- [4] γ δ 軸指令電圧と位相指令に基づいて誘導電動機を駆動するインバータ回路と、前記誘導電動機の電流を検出し電流信号を生成する電流検出器と、前記電流信号と前記位相指令から γ δ 軸電流を生成する座標変換器と、前記 γ δ 軸指令電圧と前記 γ δ 軸電流から推定 γ δ 軸磁束と推定 γ δ 軸電流と前記位相指令を生成する磁束推定オブザーバと、前記推定 γ δ 軸磁束から推定一次角速度を推定する一次角速度推定器と、前記 γ δ 軸電流からすべり角速度を演算するすべり補償器と、前記推定一次角速度と前記 δ 軸電流から第1推定角速度を推定する第1角速度推定器と、前記 γ δ 軸電流から第2推定角速度を推定する第2角速度推定器と、を備えた誘導電動機制御装置の制御方法において、

前記誘導電動機の電流を検出し電流信号を生成するステップと、
前記電流信号と前記位相指令から γ δ 軸電流を生成するステップと、
前記 γ δ 軸指令電圧と前記 γ δ 軸電流から推定 γ δ 軸磁束と推定 γ δ 軸電流と前記位相指令を生成するステップと、
前記推定 γ δ 軸磁束から推定一次角速度を推定するステップと、
前記 γ δ 軸電流からすべり角速度を演算するステップと、
前記推定一次角速度と前記 δ 軸電流から第1推定角速度を推定するステップと、
前記 γ δ 軸電流から第2推定角速度を推定するステップと、
前記第1推定回転角速度と前記第2推定角速度から前記誘導電動機の2次抵抗を推定するステップと、
前記2次抵抗より前記磁束推定オブザーバを調整するステップと、
を備えたことを特徴とする誘導電動機制御装置の制御方法。

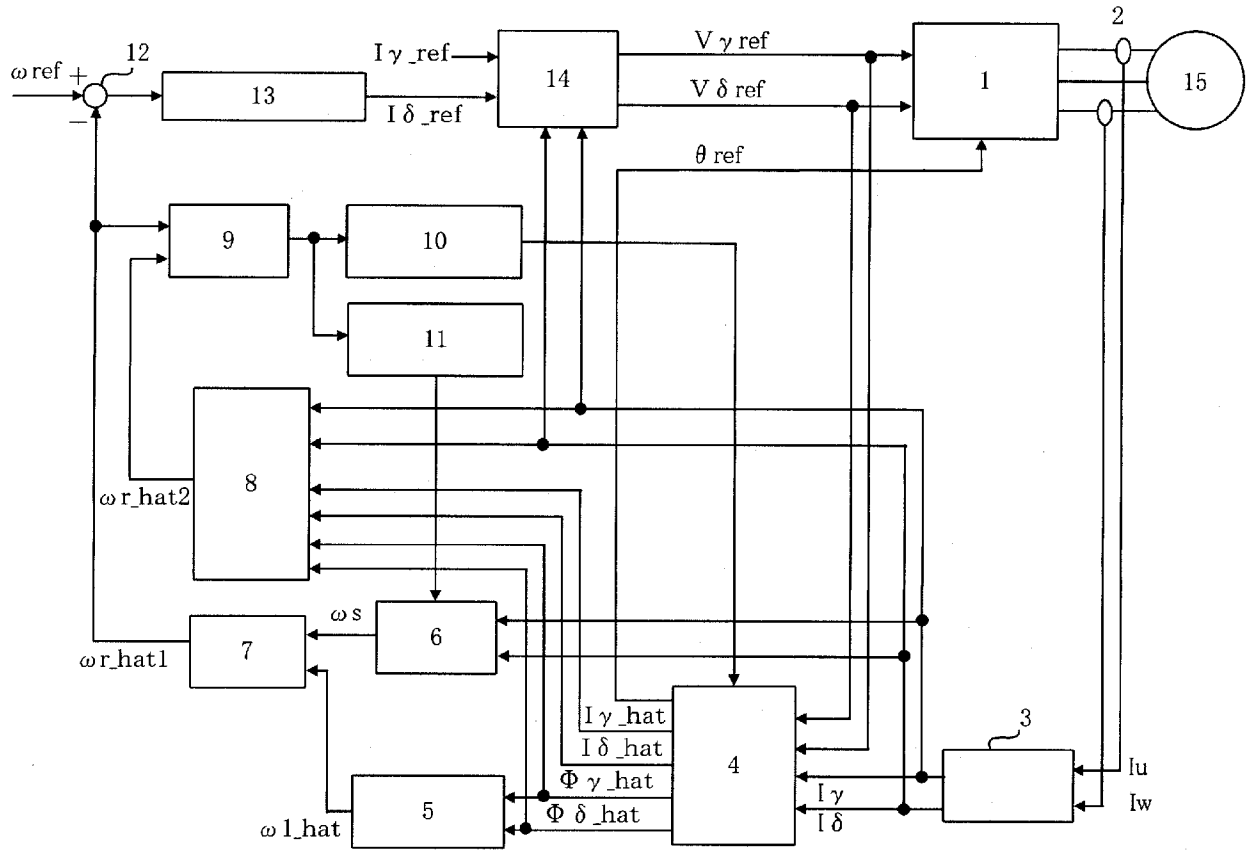
[[図1]]



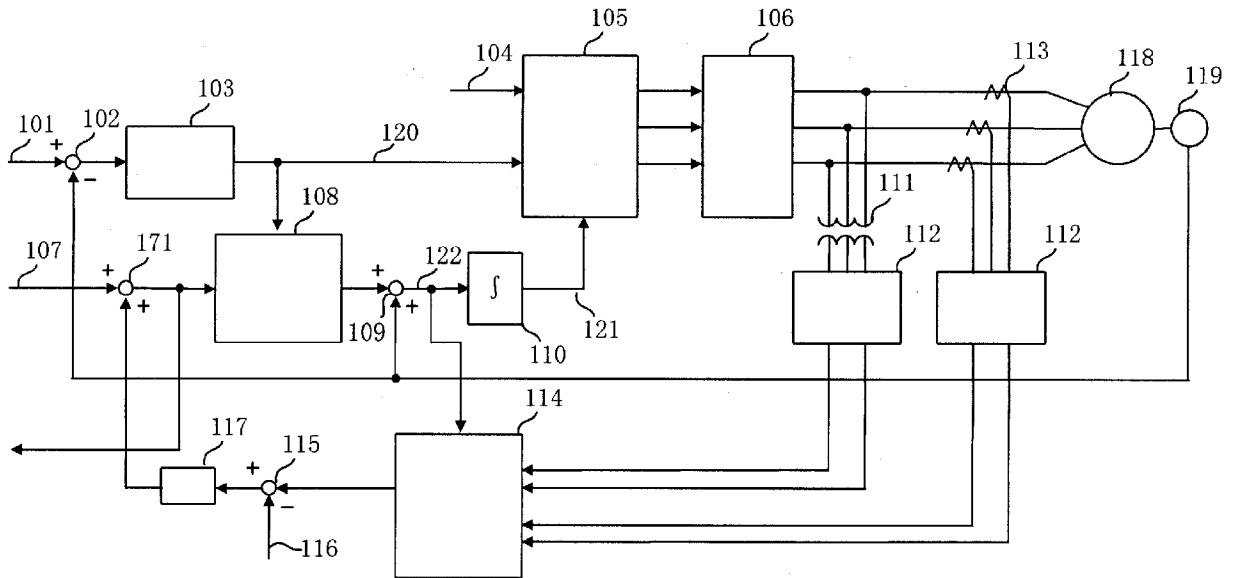
[[図2]]



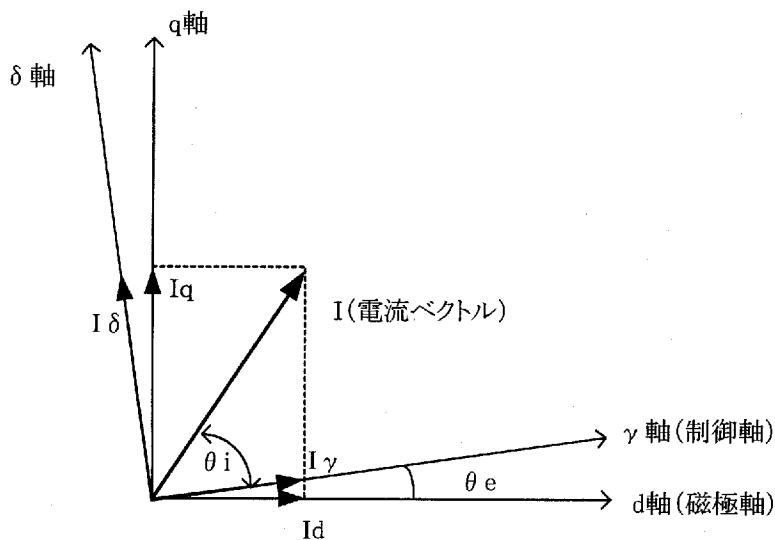
[[図3]]



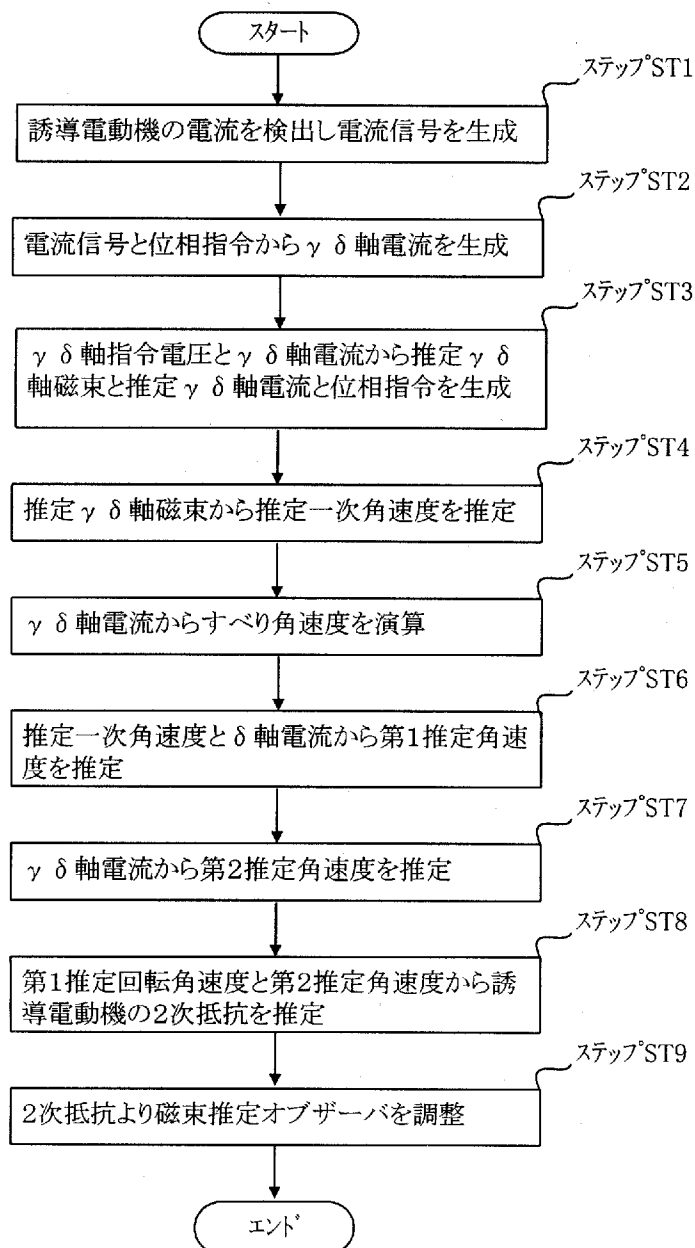
[[図4]]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/072719

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P27/06(2006.01)i, H02P21/00(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, H02P21/00, 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 | 1996-2008 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2008 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2008 |

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

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A | JP 11-41996 A (Toyo Electric Mfg. Co., Ltd.), 12 February, 1999 (12.02.99), Full text (Family: none) | 1-4 |
| A | JP 8-19300 A (Toshiba Corp.), 19 January, 1996 (19.01.96), Full text (Family: none) | 1-4 |

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
12 February, 2008 (12.02.08)

Date of mailing of the international search report
26 February, 2008 (26.02.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H02P27/06(2006.01)i, H02P21/00(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 (IPC))
 Int.Cl. H02P27/06, H02P21/00, 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 | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2008年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2008年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2008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)
 WPI

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の 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 請求の範囲の番号 |
|-----------------|--|------------------|
| A | JP 11-41996 A (東洋電機製造株式会社) 1999.02.12, 全文 (ファミリーなし) | 1-4 |
| A | JP 8-19300 A (株式会社東芝) 1996.01.19, 全文 (ファミリーなし) | 1-4 |

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 | の日の後に公表された文献 |
| 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの | 「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 |
| 「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 | 「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 |
| 「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) | 「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 |
| 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 | 「&」同一パテントファミリー文献 |
| 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 | |

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| 国際調査を完了した日 12.02.2008 | 国際調査報告の発送日 26.02.2008 |
|--------------------------|--------------------------|

| | | | |
|---|---------------------------|----|------|
| 国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 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) 牧 初 | 3V | 9064 |
| | 電話番号 03-3581-1101 内線 3358 | | |