

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02012/144000

発行日 平成26年7月28日(2014. 7. 28)

(43) 国際公開日 平成24年10月26日(2012. 10. 26)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)  
H02P 21/00 (2006.01) H02P 5/408 A 5H505  
H02P 27/04 (2006.01)

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 18 頁)

出願番号 特願2011-544745 (P2011-544745)  
(21) 国際出願番号 PCT/JP2011/059547  
(22) 国際出願日 平成23年4月18日(2011. 4. 18)  
(11) 特許番号 特許第4906980号 (P4906980)  
(45) 特許公報発行日 平成24年3月28日(2012. 3. 28)

(71) 出願人 000006013  
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  
(74) 代理人 100089118  
弁理士 酒井 宏明  
(72) 発明者 北中 英俊  
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) 5H505 BB04 CC01 DD05 DD06 EE41  
GG04 GG05 HB01 JJ05 JJ26  
LL01 LL22 LL24 LL39

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 交流電動機の制御装置

## (57) 【要約】

トルク指令の大きさが小さいときやゼロ近傍であるときであってもLCフィルタ回路の電気振動を抑制でき、交流電動機を安定に駆動制御することが可能な交流電動機の制御装置を得ることを目的とする。交流電動機6を駆動制御する交流電動機の制御装置であって、コンデンサ電圧の変動を抑制するダンピング操作量を算出するダンピング制御部40、を備え、ダンピング制御部40は、コンデンサ電圧の変動割合を算出し、この変動割合と交流電動機の最大トルクを中心とする所定の範囲内の値として設定された所定値とに基づいてダンピング操作量を算出し、このダンピング操作量に基づき交流電動機6のトルク指令または電流指令を生成し、トルク指令または電流指令に基づいてコンデンサ電圧の変動に対して変動を抑える方向にインバータ4を流れる電流が変化するように制御する。

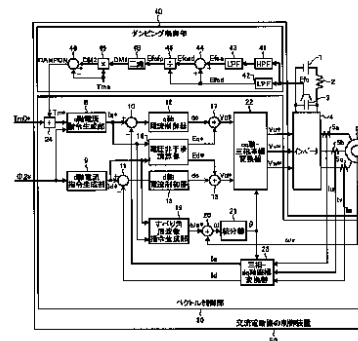


FIG. 1

4 Inverter  
8 q-axis current command generating unit  
9 d-axis current command generating unit  
12 q-axis current controller  
13 d-axis current controller  
14 Voltage non-interference calculation unit  
19 Slip-angle frequency command generating unit  
21 Integrator  
22 dq-axis / three-phase coordinate converter  
23 Three-phase / dq-axis coordinate converter  
30 Vector control unit  
40 Damping control unit  
48 Square  
50 Control apparatus for AC motor

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

直流電源側にリアクトルとコンデンサからなる LC フィルタ回路を有し、前記コンデンサの両端電圧であるコンデンサ電圧を任意の周波数の交流電圧に変換するインバータを介して交流電動機を駆動制御する交流電動機の制御装置であって、

前記コンデンサ電圧の変動を抑制するダンピング操作量を算出するダンピング制御部、を備え、

前記ダンピング制御部は、前記コンデンサ電圧の変動割合を算出し、前記変動割合と前記交流電動機の最大トルクを中心とする所定の範囲内の値として設定された所定値とに基づいてダンピング操作量を算出し、前記ダンピング操作量に基づき前記交流電動機のトルク指令または電流指令を生成し、前記トルク指令または電流指令に基づいて、前記コンデンサ電圧の変動に対して変動を抑える方向に前記インバータを流れる電流が変化するように前記インバータを制御する、ことを特徴とする交流電動機の制御装置。

10

## 【請求項 2】

前記ダンピング操作量は、前記コンデンサ電圧の変動割合を二乗した信号と前記所定値との積から、前記所定値を引いた値に基づき生成されることを特徴とする請求項 1 に記載の交流電動機の制御装置。

## 【請求項 3】

前記所定値は、前記交流電動機の最大トルクの 50%～200%の範囲で選定されたものであることを特徴とする請求項 1 に記載の交流電動機の制御装置。

20

## 【請求項 4】

前記所定値は、前記交流電動機の最大トルクであることを特徴とする請求項 1 に記載の交流電動機の制御装置。

## 【請求項 5】

前記所定値は、前記交流電動機の定格トルクであることを特徴とする請求項 1 に記載の交流電動機の制御装置。

## 【請求項 6】

前記ダンピング制御部は、入力された前記コンデンサ電圧を、前記コンデンサ電圧に含まれる直流成分で割ることにより、前記コンデンサ電圧の変動割合を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の交流電動機の制御装置。

30

## 【請求項 7】

前記ダンピング制御部は、前記コンデンサ電圧に含まれる不要な高周波成分をカットした信号と、前記コンデンサ電圧に含まれる直流成分とを加算した信号を、前記コンデンサ電圧に含まれる直流成分で割ることにより、前記コンデンサ電圧の変動割合を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の交流電動機の制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、交流電動機を駆動制御する交流電動機の制御装置に関する。

## 【背景技術】

40

## 【0002】

交流電動機をインバータを使用して駆動制御する技術は、産業界で広く利用されている。電気鉄道においても、従来から広く利用されている技術であるが、直流き電の電気鉄道に上記システムを適用する場合、インバータの直流側に配置される高調波吸収用のリアクトルとコンデンサからなる LC フィルタ回路に電気振動が発生し、コンデンサの両端電圧（コンデンサ電圧）が振動し、電動機の制御が不安定化することが知られており、これを抑制するためのダンピング制御方法が下記特許文献 1 に示されている。

## 【0003】

下記特許文献 1 では、コンデンサ電圧  $E_{fc}$  の変動割合を二乗した値であるダンピング操作量を、トルク指令  $T_m^*$  に積算する構成とすることで、コンデンサ電圧  $E_{fc}$  の変動

50

分に対して、インバータが正抵抗特性を有するように制御し、LCフィルタ回路の電気振動を抑制して安定化する構成が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特許第4065901号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記従来の技術では、インバータが正抵抗特性を有するようにインバータ入力電力  $P_{in v}$  を変化させるために、トルク指令  $T_m^*$  にダンピング操作量を積算する構成としている。このため、トルク指令  $T_m^*$  がゼロあるいはゼロに近い小さな値である場合、ダンピング操作量はゼロあるいはゼロに近い小さな値となり、インバータ入力電力  $P_{in v}$  を変化させることができなくなる。

【0006】

たとえば、トルク指令  $T_m^*$  がゼロであればダンピング操作量  $DAMP_{CN}$  によってインバータ入力電力  $P_{in v}$  を操作することができず、架線電圧の変動等の外乱によりコンデンサ電圧  $E_{fc}$  の振動が生じた場合において、コンデンサ電圧  $E_{fc}$  の振動を抑制する性能が十分でない、という問題がある。

【0007】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、トルク指令  $T_m^*$  の大きさが小さいときやゼロ近傍であるときであってもLCフィルタ回路の電気振動を抑制でき、交流電動機を安定に駆動制御することが可能な交流電動機の制御装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、直流電源側にリアクトルとコンデンサからなるLCフィルタ回路を有し、前記コンデンサの両端電圧であるコンデンサ電圧を任意の周波数の交流電圧に変換するインバータを介して交流電動機を駆動制御する交流電動機の制御装置であって、前記コンデンサ電圧の変動を抑制するダンピング操作量を算出するダンピング制御部、を備え、前記ダンピング制御部は、前記コンデンサ電圧の変動割合を算出し、前記変動割合と前記交流電動機の最大トルクを中心とする所定の範囲内の値として設定された所定値とに基づいてダンピング操作量を算出し、前記ダンピング操作量に基づき前記交流電動機のトルク指令または電流指令を生成し、前記トルク指令または電流指令に基づいて、前記コンデンサ電圧の変動に対して変動を抑える方向に前記インバータを流れる電流が変化するように前記インバータを制御する、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

この発明によれば、トルク指令  $T_m^*$  の大きさが小さいときやゼロ近傍であるときであってもLCフィルタ回路の電気振動を抑制でき、交流電動機を安定に駆動制御することができる、という効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、実施の形態の交流電動機システムの構成例を示すブロック図である。

【図2】図2は、直流電源に接続されたLCフィルタに、定電力制御されたインバータが接続された回路の一例を示す説明図である。

【図3】図3は、図2で示したシステムの伝達関数ブロックを示す図である。

【図4】図4は、直流電源に接続されたLCフィルタに、抵抗で構成された負荷が接続された回路例を示す説明図である。

【図5】図5は、図4で示したシステムの伝達関数ブロックを示す図である。

10

20

30

40

50

【図 6】図 6 は、ダンピング制御部各部の信号の関係を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下に、本発明にかかる交流電動機の制御装置の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0012】

実施の形態.

図 1 は、実施の形態の交流電動機システムの構成例を示すブロック図である。図 1 に示すように、本実施の形態の交流電動機システムは、直流電源 1 と、高調波電流が電源側に流出するのを抑制するために、リアクトル 2 とコンデンサ 3 からなる LC フィルタ回路と、コンデンサ 3 の両端電圧（コンデンサ電圧） $E_{fc}$  を、任意の周波数の交流電圧に変換するインバータ 4 と、交流電動機 6 と、交流電動機 6 を駆動制御する交流電動機の制御装置 50 と、を有している。

【0013】

交流電動機の制御装置 50 は、ベクトル制御部 30 とダンピング制御部 40 から構成され、交流電動機 6 の回転速度を検出する速度検出器 7 からの信号  $\omega_r$ 、電動機電流を検出する電流検出器 5a～5c からの信号  $I_u$ 、 $I_v$ 、 $I_w$ 、コンデンサ 3 の電圧  $E_{fc}$  が入力される。なお、本実施の形態では、3 相にそれぞれ電流検出器を備えるように構成しているが、電流検出器は最低 2 相に設けてあればのこり 1 相は演算して算出できるので、そのように構成してもよい。

【0014】

また、速度検出器 7 を設けずに、交流電動機 6 の回転速度を演算して算出する速度センサレスベクトル制御方式も実用化されており、その場合は速度検出器 7 は不要となる。

【0015】

さらに、交流電動機 6 としては、以下では誘導電動機を使用した構成例で説明するが、本発明で開示するダンピング制御部 40 は、交流電動機 6 として同期電動機を使用した場合にも有用である。

【0016】

次に、ベクトル制御部 30 の構成を説明する。ベクトル制御部 30 は、交流電動機 6 の二次磁束軸に一致した軸を d 軸とし、前記 d 軸に直交する軸を q 軸と定義された dq 軸回転座標系上で交流電動機の制御を行う、所謂ベクトル制御を行うものである。

【0017】

ベクトル制御部 30 には、上位の制御部（図示しない）で生成されるトルク基本指令  $T_{m0}^*$ 、二次磁束指令  $\Phi_2^*$ 、電流検出器 5a～5c により検出された U 相電流  $I_u$ 、V 相電流  $I_v$ 、W 相電流  $I_w$  が入力される構成とし、交流電動機 6 が発生するトルク  $T_m$  が、トルク基本指令  $T_{m0}^*$  から生成されるトルク指令  $T_m^*$ （生成方法は以下に説明する）と一致するように制御される。

【0018】

次いで、ベクトル制御部 30 内部の各機能ブロックの構成を説明する。q 軸電流指令生成部 8、d 軸電流指令生成部 9 では、外部の制御部（図示せず）より入力されるトルク基本指令  $T_{m0}^*$  にダンピング操作量  $DAMP_{CN}$ （後述する）を加算したトルク指令  $T_m^*$  と、二次磁束指令  $\Phi_2^*$  と、交流電動機 6 の回路定数とから、次式（1）および（2）にて、d 軸（励磁分）電流指令  $I_d^*$ 、q 軸（トルク分）電流指令  $I_q^*$  を演算する。ただし、次式（1）および（2）において、 $L_2$  は電動機の二次自己インダクタンスであり、 $L_2 = M + l_2$  で表現される。M は相互インダクタンス、 $l_2$  は二次漏れインダクタンス、 $s$  は微分演算子、 $PP$  は交流電動機 6 の極対数、 $R_2$  は交流電動機 6 の二次抵抗を示す。

$$I_q^* = (T_m^* / (\Phi_2^* \cdot PP)) \cdot (L_2 / M) \quad \dots (1)$$

$$I_d^* = \Phi_2^* / M + L_2 / (M \cdot R_2) \cdot s \Phi_2^* \quad \dots (2)$$

【0019】

10

20

30

40

50

すべり角周波数指令生成部 19 では、d 軸電流指令  $I_d^*$ 、q 軸電流指令  $I_q^*$  と交流電動機 6 の回路定数から、次式 (3) より、交流電動機 6 に与えるすべり角周波数指令  $\omega_s^*$  を演算する。

$$\omega_s^* = (I_q^* / I_d^*) \cdot (R_2 / L_2) \quad \dots (3)$$

【0020】

この式 (3) により算出したすべり角周波数指令  $\omega_s^*$  と、交流電動機 6 の軸端に取り付けられた速度検出器 7 の出力である回転角周波数  $\omega_r$  とを、加算器 20 で加えたものを、インバータ 4 が出力するインバータ角周波数  $\omega$  とし、これを積分器 21 で積分した結果を座標変換の位相角  $\theta$  として、d q 軸—三相座標変換器 22、三相—d q 軸座標変換器 23 に入力する。

10

【0021】

三相—d q 軸座標変換器 23 では、電流検出器 5a～5c により検出された U 相電流  $I_u$ 、V 相電流  $I_v$ 、W 相電流  $I_w$  を、次式 (4) により算出する d q 座標上の d 軸電流  $I_d$  と q 軸電流  $I_q$  とに変換する。

【0022】

【数 1】

$$\begin{pmatrix} I_q \\ I_d \end{pmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{pmatrix} \cos \theta & \cos(\theta - \frac{2}{3}\pi) & \cos(\theta + \frac{2}{3}\pi) \\ \sin \theta & \sin(\theta - \frac{2}{3}\pi) & \sin(\theta + \frac{2}{3}\pi) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_u \\ I_v \\ I_w \end{pmatrix} \quad \dots (4)$$

20

【0023】

減算器 10 は q 軸電流指令  $I_q^*$  と q 軸電流  $I_q$  の差をとり、結果を次段の q 軸電流制御器 12 に入力する。q 軸電流制御器 12 は、入力された値を比例積分制御し、q 軸電圧補償値  $q_e$  を出力する。減算器 11 は d 軸電流指令  $I_d^*$  と d 軸電流  $I_d$  の差をとり、結果を次段の d 軸電流制御器 13 に入力する。d 軸電流制御器 13 は、入力された値を比例積分増幅し、d 軸電圧補償値  $d_e$  を出力する。

【0024】

q 軸電流誤差  $q_e$ 、d 軸電流誤差  $d_e$  は、次式 (5)、(6) で表現される。  
なお、下式において、s は微分演算子、K1；比例ゲイン、K2；積分ゲインである。

30

$$q_e = (K_1 + K_2 / s) \cdot (I_q^* - I_q) \quad \dots (5)$$

$$d_e = (K_1 + K_2 / s) \cdot (I_d^* - I_d) \quad \dots (6)$$

【0025】

電圧非干渉演算部 14 では、d 軸電流指令  $I_d^*$  と、q 軸電流指令  $I_q^*$  と、交流電動機 6 の回路定数とから、次式 (7)、(8) により d 軸フィードフォワード電圧  $E_d^*$ 、q 軸フィードフォワード電圧  $E_q^*$  を演算する。

【0026】

ただし、上記式 (7) および式 (8) において、 $\sigma$  は  $\sigma = 1 - M^2 / (L_1 \cdot L_2)$  で定義される漏れ係数である。また、 $L_1$  は電動機の一次自己インダクタンスであり、 $L_1 = M + l_1$  で計算される。 $L_2$  は二次自己インダクタンスであり、 $L_2 = M + l_2$  で計算される。なお、 $l_1$  は一次漏れインダクタンス、 $l_2$  は二次漏れインダクタンスである。

40

$$E_d^* = -\omega \cdot L_1 \cdot \sigma \cdot I_q^* + (M / L_2) \cdot s \Phi_2^* \quad \dots (7)$$

$$E_q^* = \omega \cdot L_1 \cdot \sigma \cdot I_d^* + (\omega \cdot M \cdot \Phi_2^*) / L_2 \quad \dots (8)$$

【0027】

加算器 17、18 では、q 軸電圧補償値  $q_e$  と q 軸フィードフォワード電圧  $E_q^*$  を加算したものを q 軸電圧指令  $V_q^*$  とし、d 軸電圧補償値  $d_e$  と d 軸フィードフォワード電圧  $E_d^*$  を加算したものを d 軸電圧指令  $V_d^*$  として、それぞれ d q 軸—三相座標変換器 22 に入力する構成としている。

【0028】

50

q 軸電圧指令  $V_q^*$ 、d 軸電圧指令  $V_d^*$  は、次式 (9)、(10) で表現される。

$$V_q^* = E_q^* + q_e \cdots (9)$$

$$V_d^* = E_d^* + d_e \cdots (10)$$

#### 【0029】

最後に、dq 軸—三相座標変換器 22 により、q 軸電圧指令  $V_q^*$  と d 軸電圧指令  $V_d^*$  から三相の電圧指令  $V_u^*$ 、 $V_v^*$ 、 $V_w^*$  を生成し、インバータ 4 を制御する。

#### 【0030】

このようにして、ベクトル制御部 6 は、トルク指令  $T_m^*$  と二次磁束指令  $\Phi_2^*$  から算出した q 軸電流指令  $I_q^*$ 、d 軸電流指令  $I_d^*$  に、実際の交流電動機 6 の電流である q 軸電流  $I_q$ 、d 軸電流  $I_d$  が一致するように電流フィードバック制御を付加したベクトル制御を実施し、交流電動機 6 はトルク指令  $T_m^*$  と一致するトルク  $T_m$  を出力して回転する。なお、以上の制御動作は、基本的には公知のベクトル制御と同様であるので詳細な動作説明は割愛する。

#### 【0031】

次に、本発明の主要部であるダンピング制御部 40 の構成を説明する。図 1 に示すダンピング制御部 40 の具体的説明をする前に、LC フィルタ回路に電気振動が発生する原因と、本発明の実施の形態 1 に示すダンピング制御部の構成の根拠となる LC フィルタ回路の電気振動抑制原理を簡単に説明する。

#### 【0032】

図 2 は、直流電源 1 に接続された LC フィルタに、定電力制御されたインバータ 4 が接続された回路を示す図である。図 2 は、図 1 に示すシステムを単純化して表現したものである。

#### 【0033】

図 2 に示すとおり、直流電源 1 にリアクトル 2、コンデンサ 3 で構成した LC フィルタ回路が接続され、コンデンサ 3 に交流電動機 6 を駆動制御するインバータ 4 が接続されている構成である。リアクトル 2 は、インダクタンス分  $L$  と、抵抗分  $R$  とからなる。コンデンサ 3 の静電容量は  $C$  である。

#### 【0034】

なお、インバータ 4 は、コンデンサ電圧  $E_{fc}$  が変動しても交流電動機 6 の出力が一定に維持されるように、つまりコンデンサ電圧  $E_{fc}$  の変動に対して定電力特性となるように制御される構成である。つまり、 $E_{fc}$  が変動しても、インバータ 4 の入力電力  $P_{inv}$  は変化しないように制御される。

#### 【0035】

このように構成された図 2 のシステムにおいて、直流電源 1 側からみたインバータ 4 は負抵抗特性となる。負抵抗特性とは、コンデンサ電圧  $E_{fc}$  が上昇すればインバータ入力電流  $I_{dc}$  が減少し、コンデンサ電圧  $E_{fc}$  が低下すれば、インバータ入力電流  $I_{dc}$  が増加する特性のことであり、通常の抵抗（正抵抗）とは電圧の変化に対する電流の変化が逆となる特性である。なお、通常の抵抗（正抵抗）は、電圧が上昇すれば電流が増加し、電圧が減少すれば、電流は減少することは常識として知られている。

#### 【0036】

以上のとおり、図 2 に示すシステムの直流部は負抵抗特性を示し、コンデンサ電圧  $E_{fc}$  が上昇すればするほどインバータ入力電流  $I_{dc}$  が減少するので、コンデンサ電圧  $E_{fc}$  の増加を助長する動作となり、逆にコンデンサ電圧  $E_{fc}$  が減少するほどインバータ入力電流  $I_{dc}$  が増加するので、コンデンサ電圧  $E_{fc}$  の減少を助長する動作となる。このため、コンデンサ電圧  $E_{fc}$  の変動に対して制動が効かず、LC フィルタ回路の電気振動は拡大してゆき、コンデンサ電圧  $E_{fc}$  は LC フィルタの共振周波数付近で持続振動する。以上が定性説明である。

#### 【0037】

次いで、図 2 のシステムの伝達関数を求め、これを評価することで、以上説明した現象を定量説明する。まず、図 2 のシステムから、直流電圧  $E_s$  からコンデンサ電圧  $E_{fc}$  ま

での伝達関数を求める。

【 0 0 3 8 】

インバータ 4 は、上述したとおり、その出力が一定となるように制御される。この場合、インバータの入力電力  $P_{inv}$  とコンデンサ電圧  $E_{fc}$ 、インバータ入力電流  $I_{dc}$  の関係式は次式 (11) となる。

【 0 0 3 9 】

【数 2】

$$E_{fc} \cdot I_{dc} = P_{inv} (= \text{一定}) \quad \dots(11)$$

【 0 0 4 0 】

上記の関係は非線形であるので、線形化を図る。その場合の動作点を  $E_{fc0}$ 、 $I_{dc0}$  とすると、その近傍では次式 (12) が成立する。

【 0 0 4 1 】

【数 3】

$$I_{dc} = -\frac{P_{inv} \cdot (E_{fc} - E_{fc0})}{E_{fc0}^2} + I_{dc0} \quad \dots(12)$$

【 0 0 4 2 】

図 2 および (12) 式から、図 2 に示すシステムの伝達関数ブロック図は図 3 のとおりとなる。図 3 に示す伝達関数ブロック図から、直流電圧  $E_s$  からコンデンサ電圧  $E_{fc}$  までの閉ループ伝達関数  $G(s)$  は次式 (13) となる。

【 0 0 4 3 】

【数 4】

$$G(s) = \frac{\frac{1}{C \cdot L}}{s^2 + \left(\frac{R}{L} - \frac{P_{inv}}{C \cdot E_{fc0}^2}\right) \cdot s - \frac{1}{C \cdot L} \left(\frac{R \cdot P_{inv}}{E_{fc0}^2} - 1\right)} \quad \dots(13)$$

【 0 0 4 4 】

この伝達関数  $G(s)$  が安定であるためには、 $G(s)$  の極がすべて負であることが必要である。すなわち、 $G(s)$  の分母である次式 (14) に示す特性方程式の解がすべて負である必要がある。

【 0 0 4 5 】

【数 5】

$$s^2 + \left(\frac{R}{L} - \frac{P_{inv}}{C \cdot E_{fc0}^2}\right) \cdot s - \frac{1}{C \cdot L} \left(\frac{R \cdot P_{inv}}{E_{fc0}^2} - 1\right) = 0 \quad \dots(14)$$

【 0 0 4 6 】

上式の解を  $\alpha$ 、 $\beta$  とすると、両者とも負であることが必要であるので、 $G(s)$  が安定となる条件として、次式 (15)、(16) が導出できる。解と係数の関係から次式 (15)、(16) が求まる。

【 0 0 4 7 】

10

20

30

40

【数 6】

$$\alpha + \beta = -\left(\frac{R}{L} - \frac{P_{inv}}{C \cdot E_{fc} \omega^2}\right) < 0 \quad \dots(15)$$

$$\alpha \cdot \beta = -\frac{1}{C \cdot L} \left(\frac{R \cdot P_{inv}}{E_{fc} \omega^2} - 1\right) > 0 \quad \dots(16)$$

10

【0048】

式(16)は有用な情報を含まないのでここでは無視する。式(15)は、書き直すと次式(17)となる。

【0049】

【数 7】

$$R > \frac{L}{C} \cdot \frac{P_{inv}}{E_{fc} \omega^2} \quad \dots(17)$$

【0050】

式(17)から、Lが小さいほど、Cが大きいほど、 $P_{inv}$ が小さいほど、 $E_{fc} \omega$ が大きいほど、系を安定化するのに必要なRは小さくてすむ。例として電気車駆動用インバータシステムにおける一般的な数値である $L = 12 \text{ mH}$ 、 $C = 6600 \mu\text{F}$ 、 $P_{inv} = 1000 \text{ KW}$ 、 $E_{fc} \omega = 1500 \text{ V}$ の条件を式(17)に代入すると、系を安定化できるRの値は、 $R > 0.8 (\Omega)$ となる。

20

【0051】

しかしながら通常、直流側に存在する抵抗成分は数十 $\text{m}\Omega$ 程度と微小であり、式(17)を満たすのは困難であり、システムは不安定となりLCフィルタ回路は振動を発生する。つまり、図2に示す回路に、式(17)を満足する抵抗を付加するか、あるいは制御的に安定化を図らない限り、コンデンサ電圧 $E_{fc}$ は振動し発散してしまうことが理解できる。

30

【0052】

実際には、抵抗を付加することは、装置を大型化し、損失の増大を招くので、制御的に安定化を図る方法が必要となり、その具体的な従来例は、特許文献1に示されているとおりである。

【0053】

ところで、負荷が抵抗(通常为正抵抗)負荷の場合について、上記と同様に定量説明する。図4は、直流電源1に接続されたLCフィルタに、抵抗60で構成された負荷が接続された回路を示す図である。図2に示した回路と比較して、インバータ4と交流電動機6が、抵抗60で置き換えられた回路である。なお、抵抗60の抵抗値を $R_0$ とする。

【0054】

図4に示すシステムの伝達関数ブロック図は図5のとおりとなる。図5より、直流電源1の電圧 $E_s$ からコンデンサ電圧 $E_{fc}$ までの閉ループ伝達関数 $G_p(s)$ は次式(18)となる。

40

【0055】



【数 8】

$$G_p(s) = \frac{\frac{1}{C \cdot L}}{s^2 + \left( \frac{1}{C \cdot R_0} + \frac{R}{L} \right) \cdot s + \frac{1}{C \cdot L} \cdot \left( \frac{R}{R_0} + 1 \right)} \quad \dots (18)$$

【0056】

式(18)で示された閉ループ伝達関数  $G_p(s)$  の特性方程式は次式(19)となる。

【0057】

【数 9】

$$s^2 + \left( \frac{1}{C \cdot R_0} + \frac{R}{L} \right) \cdot s + \frac{1}{C \cdot L} \cdot \left( \frac{R}{R_0} + 1 \right) = 0 \quad \dots (19)$$

【0058】

$R > 0$  なので、式(19)で示される特性方程式の解がすべて負となる条件は常に満たされる。このことから負荷が抵抗  $R_0$  で構成される場合は、常時安定であることがわかる。

【0059】

なお、図4において、リアクトル2の抵抗  $R$  を無視して考えた場合、抵抗  $R_0$  の抵抗値がゼロのときは、システム中に電力損失がなくなるため振動を抑制することはできず、システムは安定限界となる。このため電源電圧の変動等の外乱により一度振動が発生すると、振動を抑制することはできず LC フィルタ回路の振動は持続する。また抵抗  $R_0$  の抵抗値が小さいほど、すなわち抵抗  $R_0$  で消費される電力（正抵抗成分）が大きいほど、システムはより安定となることが知られている。

【0060】

以上に説明したとおり、直流電源1に接続された LC フィルタに、抵抗  $R_0$  を接続した回路は常に安定であることが分かる。本発明は、この原理に着目したものであり、コンデンサ電圧  $E_{fc}$  の振動成分に対して、抵抗  $R_0$  が接続された場合に示す特性と等価になるように、インバータ4を制御することの特徴としている。

【0061】

図4に示す、LC フィルタの出力に抵抗  $R_0$  が接続されている回路の特性について、以下に説明する。図4の回路において、コンデンサ電圧  $E_{fc}$  のもと、抵抗  $R_0$  に電流  $I_{dc}$  が流れていたとすると、抵抗  $R_0$  での電力  $P_R$  は次式(20)となる。

$$P_R = E_{fc} \cdot I_{dc} \quad \dots (20)$$

コンデンサ電圧  $E_{fc}$  が変動し、当初の  $n$  倍になった場合、抵抗  $R_0$  に流れる電流  $I_{dc}$  も同様に  $n$  倍となるため、このときの抵抗  $R_0$  での電力  $P_{Rn}$  は次式(21)となる。

$$P_{Rn} = n \cdot E_{fc} \cdot n \cdot I_{dc} = n^2 \cdot E_{fc} \cdot I_{dc} = n^2 \cdot P_R \quad \dots (21)$$

即ち、抵抗  $R_0$  での電力  $P_{Rn}$  は、コンデンサ電圧  $E_{fc}$  の変化割合の二乗に比例することが分かる。

【0062】

このことから、式(21)の関係が成立するようにインバータ4を制御することで、インバータ4をコンデンサ電圧  $E_{fc}$  の変動に対して正抵抗特性となるように動作させることができる。

【0063】

ところで、交流電動機6の出力は、交流電動機6の回転周波数  $F_M$  × 出力トルク  $T_m$  で表現され、損失を無視すると、これはインバータ4の入力電力  $P_{inv}$  に等しいため、次式(22)が成立する。

10

20

30

40

50

$$P_{in v} = F M \cdot T m \quad \cdots (22)$$

【0064】

インバータ4をコンデンサ電圧  $E_{fc}$  の変動に対して正抵抗特性となるように動作させるためには、コンデンサ電圧  $E_{fc}$  が  $n$  倍になった場合の電力  $P_{in v n}$  が、式(21)と同様に、次式(23)の関係となれば良い。

$$P_{in v n} = n^2 \cdot P_{in v} = n^2 \cdot F M \cdot T m \quad \cdots (23)$$

【0065】

ここで、交流電動機6の回転周波数  $F M$  は、電気車の速度に応じて変化する値である。一方、ダンピング制御部40が扱う  $L C$  フィルタ回路の共振周波数は  $10 \text{ Hz} \sim 20 \text{ Hz}$  であり、周期に換算すると  $50 \text{ ms} \sim 100 \text{ ms}$  の時間である。以上から、 $L C$  フィルタ回路の振動周期は、電気車の速度変化に対して十分に短時間とみなせるので、ダンピング制御部40の構成を考える上では、交流電動機6の回転周波数  $F M$  は一定であると仮定しても構わない。

【0066】

従って、コンデンサ電圧  $E_{fc}$  が  $n$  倍になった場合に、交流電動機6のトルク  $T m$  を  $n$  2倍するよう制御を掛ければ、インバータ入力電力  $P_{in v}$  をコンデンサ電圧  $E_{fc}$  の変化割合の二乗に比例させて変化させられる。このようにすれば、コンデンサ電圧  $E_{fc}$  の変動分に対して、インバータ4は正抵抗特性を有し、 $L C$  フィルタ回路の電気振動を抑制して安定化できる。

【0067】

したがって、トルク指令が  $T m^*$  であるとき、コンデンサ電圧  $E_{fc}$  が  $n$  倍となったときに安定化のために付加すべきインバータ入力電力の変化分  $\Delta P$  は、上記式(22)および(23)より次式(24)とできる。

$$\Delta P = P_{in v n} - P_{in v} = n^2 \cdot F M \cdot T m^* - F M \cdot T m^* \quad \cdots (24)$$

【0068】

上記式(24)のインバータ入力電力の変化分  $\Delta P$  を得るために必要な、付加すべきトルク指令変化分  $\Delta T m^*$  は、以下の(25)式となる。

$$\Delta T m^* = \Delta P / F M = (n^2 - 1) \cdot T m^* \quad \cdots (25)$$

【0069】

以上から、トルク指令  $T m^*$  にトルク指令変化分  $\Delta T m^*$  を付加(加算)して制御することで、インバータ4に正抵抗特性を持たせて安定化することが可能である。しかしトルク指令  $T m^*$  が小さいほど正抵抗分が小さくなるため、トルク指令  $T m^*$  が小さい場合にはトルク指令  $T m^*$  が十分に大きい場合(たとえばトルク指令  $T m^*$  が定格トルクや最大トルクである場合)と比べて、コンデンサ電圧  $E_{fc}$  の振動抑制効果が低下する。

【0070】

たとえば、トルク指令  $T m^*$  がゼロあるいはゼロに近い小さな値である場合、上記式(25)により、 $\Delta T m^*$  (すなわち  $\Delta P$ ) はゼロあるいはゼロに近い小さな値となり、その結果、インバータ入力電力  $P_{in v}$  を変化させることができなくなる。このため、架線電圧変動等の外的要因によりコンデンサ電圧  $E_{fc}$  の電気振動が発生したケースにおいて、電気振動を抑制することが困難となる。

【0071】

そこで、本実施の形態では、トルク指令  $T m^*$  がゼロである場合にもトルク指令  $T m^*$  がある程度以上大きな値( $T m^* = T m a$ )であるときと同様のインバータ入力電力の変化分  $\Delta P a$  を得られる構成とする。

【0072】

トルク指令が  $T m^* = T m a$  であるとき、コンデンサ電圧  $E_{fc}$  が  $n$  倍となったときに安定化のために付加すべきインバータ入力電力の変化分  $\Delta P a$  は、上記式(24)、(25)より以下の式(26)とできる。

$$\Delta P a = P_{in v n} - P_{in v} = n^2 \cdot F M \cdot T m a - F M \cdot T m a \quad \cdots (26)$$

)

10

20

30

40

50

## 【0073】

上記式(26)のインバータ入力電力の変化分 $\Delta P_a$ を得るために必要な、付加すべきトルク指令変化分 $\Delta T_{ma}^*$ は、以下の式(27)となる。

$$\Delta T_{ma}^* = \Delta P_a / FM = (n^2 - 1) \cdot T_{ma} \quad \dots (27)$$

## 【0074】

以上から、トルク指令 $T_{m^*}$ に上記トルク指令変化分 $\Delta T_{ma}^*$ を付加(加算)して制御することで、トルク指令 $T_{m^*}$ の大きさによらず、コンデンサ電圧 $E_{fc}$ の変動に対してトルク指令 $T_{m^*}$ がある程度以上大きな値( $T_{m^*} = T_{ma}$ )であるときと同様のインバータ入力電力の変化分 $\Delta P_a$ を得ることができる。これにより、トルク指令 $T_{m^*}$ がゼロや小さい値であるときに、架線電圧変動等の外的要因によりコンデンサ電圧 $E_{fc}$ の電気振動が発生したケースにおいても、電気振動を抑制することが可能となる。

10

## 【0075】

なお、上記式(27)などで用いる値 $T_{ma}$ は、制御対象である交流電動機6の最大トルク近傍に相当する値とするのが好ましく、例えば、交流電動機6の最大トルクあるいは最大トルク未満の大きい値(たとえば定格トルク(通常最大トルクの50%以上である)、起動トルク(通常最大トルクと等しい)等)であればよい。例えば、交流電動機6の最大トルクが1500Nmなら値 $T_{ma}$ は1500あるいはそれ未満の極力大きい値とするのが好ましい。値 $T_{ma}$ が小さいと、上述の説明からわかるとおり電気振動の抑制効果が低下するので好ましくない。また値 $T_{ma}$ が交流電動機6の最大トルクより大きすぎると(たとえば200%以上)、トルク指令 $T_{m^*}$ の変化量が大きくなりすぎて動作が不安定となる。なお、値 $T_{ma}$ は、最大トルクより大きすぎない範囲であれば最大トルクより大きな値としてもよい。発明者が実施したシミュレーション結果によれば、値 $T_{ma}$ の範囲は交流電動機6の最大トルクの50%~200%の範囲内が好ましい。

20

## 【0076】

次に、図1と図6を参照しながら、以上に説明した方法の具体的な構成を説明する。図6は、本発明の実施の形態1におけるダンピング制御部40内部の信号の関係を説明する図である。

## 【0077】

ダンピング制御部40には、コンデンサ3の電圧 $E_{fc}$ を入力し、2系統に分岐する。一方は、ハイパスフィルタ(以下HPF)41、ローパスフィルタ(以下LPF)43により不要な高周波成分、不要な低周波成分がカットされ、LCフィルタ回路の共振周波数付近のみが抽出された振動成分 $E_{fca}$ を算出する。例えば、図6(a)に示すように、コンデンサ電圧 $E_{fc}$ が1500Vを中心として1650V~1350Vまで振動している場合、 $E_{fca}$ は図6(b)のように+150V~-150Vの範囲でコンデンサ電圧 $E_{fc}$ の振動成分と同位相で変動する信号となる。

30

## 【0078】

他方は、LPF42により直流成分のみを抽出し、直流成分 $E_{fcd}$ とする。HPF41、LPF42、LPF43は、一次遅れ要素から構成した一次フィルタであり、その構成は公知であるので説明を割愛する。もちろん、二次以上のフィルタでもよいが、フィルタの構成が複雑化する。

40

## 【0079】

ここで、HPF41、LPF43の作用を説明する。LPF43を必要とする理由は、コンデンサ電圧 $E_{fc}$ に含まれる、制御系への外乱となる高周波成分を除去するためである。しかしながら、除去したい高周波成分の下限が数百Hzであり、ダンピング制御の対象である、LCフィルタの共振周波数帯域(通常10~20Hz程度)に近接しているため、LPF43のみを用いて高周波成分の除去をすると、振動成分 $E_{fca}$ に含まれるLCフィルタの共振周波数成分にまで影響し、位相遅れを生じさせることになり好ましくない。

## 【0080】

そこで、HPF41を直列に追加してLPF43と組み合わせてフィルタを構成するこ

50

とで、LPF43を単独使用した場合と同様な高周波成分除去特性を確保しながら、振動成分E f c aに含まれるLCフィルタの共振周波数成分の位相遅れを改善することが可能となる。なお、HPF41、LPF43の特性については、ゲインが1となる周波数をLCフィルタの振動周波数（10Hz～20Hz）に合わせるのが望ましい。

#### 【0081】

以上のようにして算出した振動成分E f c aに、加算器44で、直流成分E f c dを加え、これをフィルタ後コンデンサ電圧E f c a dとする（図6（c））。更に、割算器45でフィルタ後コンデンサ電圧E f c a dを直流成分E f c dで割ることにより、コンデンサ電圧E f cの変動割合E f c f pを算出する。そして、E f c f pを二乗演算器48に入力する。

10

#### 【0082】

二乗演算器48は、コンデンサ電圧E f cの変動割合E f c f pを二乗し、信号DM1として乗算器49へ出力する。乗算器49は信号DM1と値T m aとの乗算を行いその結果である信号DM2を減算器46に出力する。減算器46は信号DM2から値T m aを減算してその結果をダンピング操作量D A M P C Nとしてベクトル制御部30に出力する（図6（e））。最後にベクトル制御部30の加算器24にて、ダンピング操作量D A M P C Nがトルク基本指令T m 0＊に加算され、その結果であるトルク指令T m＊によりベクトル制御が実施される。

#### 【0083】

このように生成したトルク指令T m＊でベクトル制御することで、インバータ4をコンデンサ電圧E f cの変動に対して正抵抗特性となるように動作させて、コンデンサ電圧E f cの振動を抑制できる。またトルク指令T m＊の大きさによらず、コンデンサ電圧E f cの変動に対してトルク指令T m＊がある程度以上大きな値（T m＊＝T m a）であるときと同様のインバータ入力電力の変化分Δ P aを得るできるため、トルク指令T m＊がゼロや小さい値であるときに、架線電圧変動等の外的要因によりコンデンサ電圧E f cの電気振動が発生したケースにおいても、電気振動を抑制することが可能となる。従ってLCフィルタ回路の電気振動を抑制でき、交流電動機6の安定な運転が可能となる。

20

#### 【0084】

以上に示したとおり、本実施の形態によれば、最適なダンピング操作量D A M P C Nが自動算出され、ゲインの設定自体が不要となるダンピング制御部が構成できる。さらに、ダンピング操作量D A M P C Nの算出に交流電動機6の定数を使用しないため、交流電動機6の種類が変更されても、制御系の調整は不要である。

30

#### 【0085】

以上の説明では、交流電動機6として誘導電動機を用いた場合を例として説明したが、同記電動機やその他の交流電動機を用いた場合のベクトル制御部に対しても以上に説明したダンピング制御部の構成やダンピング操作量の算出方法を適用することができる。

#### 【0086】

なお、本実施の形態で示した構成では、ダンピング操作量D A M P C Nはトルク基本指令T m 0＊に加算されているが、ダンピング操作量D A M P C Nをトルク指令と同義であるq軸電流指令I q＊に加算しても同様の効果が得られる。なおD A M P C Nをq軸電流指令I q＊に加算する場合は、式（1）を利用してトルク指令ベースの値からq軸電流指令ベースの値に換算してから加算する必要がある。

40

#### 【0087】

具体的には、以下の式（28）によりD A M P C NからD A M P C N I Qを算出し、q軸電流指令I q＊に加算し、加算した結果を新たなq軸電流指令I q＊として構成すればよい。

$$D A M P C N I Q = (D A M P C N / (\Phi 2 * \cdot P P)) \cdot (L 2 / M) \cdot \cdot \cdot (28)$$

#### 【0088】

また本発明の構成では、交流電動機6の力行運転、回生運転でダンピング操作量を切り替える必要はなく制御系が簡素化できる。

50

## 【0089】

また本発明の構成では、以上に説明したようにダンピング操作量の算出過程で必要となる設定値は値  $Tma$  のみである。値  $Tma$  は使用する交流電動機 6 の仕様から容易に把握することができる値である。したがって、ダンピング制御の設計にあたって、シミュレーションや現物調整作業で設定ゲイン等の導出を行う必要がなく、制御系の調整作業が簡素化できる。

## 【0090】

また、以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例であり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、一部を省略する等、変更して構成することも可能であることは言うまでもない。

10

## 【0091】

さらに、本発明は、電気鉄道用の交流電動機の制御装置に限られるものではなく、種々の関連分野への応用が可能であることは言うまでもない。

## 【符号の説明】

## 【0092】

- 1 直流電源
- 2 リアクトル
- 3 コンデンサ
- 4 インバータ
- 5 a ～ 5 c 電流検出器
- 6 交流電動機
- 7 速度検出器
- 8 q 軸電流指令生成部
- 9 d 軸電流指令生成部
- 10, 11 減算器
- 12 q 軸電流制御器
- 13 d 軸電流制御器
- 14 電圧非干渉演算部
- 17, 18 加算器
- 19 すべり角周波数指令生成部
- 20 加算器
- 21 積分器
- 22 d q 軸－三相座標変換器
- 23 三相－d q 軸座標変換器
- 24 加算器
- 30 ベクトル制御部
- 40 ダンピング制御部
- 41 ハイパスフィルタ
- 42 ローパスフィルタ
- 43 ローパスフィルタ
- 44 加算器
- 45 割算器
- 46 減算器
- 48 二乗演算器
- 49 乗算器
- 50 交流電動機の制御装置
- 60 抵抗

20

30

40



## 【手続補正書】

【提出日】平成23年10月18日(2011.10.18)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【0008】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、直流電源側にリアクトルとコンデンサからなるLCフィルタ回路を有し、前記コンデンサ電圧を交流電圧に変換するインバータを介して交流電動機を駆動制御する交流電動機の制御装置であって、前記コンデンサ電圧の変動割合を算出し、前記変動割合を二乗した信号と予め決められた所定値との積から、前記所定値を引いた値に基づいて前記コンデンサ電圧の変動を抑制するダンピング操作量を算出するダンピング制御部を備え、前記ダンピング操作量に基づき前記交流電動機のトルク指令または電流指令を生成し、前記トルク指令または電流指令に基づいて、前記インバータを制御する、ことを特徴とする。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

直流電源側にリアクトルとコンデンサからなるLCフィルタ回路を有し、前記コンデンサ電圧を交流電圧に変換するインバータを介して交流電動機を駆動制御する交流電動機の制御装置であって、

前記コンデンサ電圧の変動割合を算出し、前記変動割合を二乗した信号と予め決められた所定値との積から、前記所定値を引いた値に基づいて前記コンデンサ電圧の変動を抑制するダンピング操作量を算出するダンピング制御部を備え、

前記ダンピング操作量に基づき前記交流電動機のトルク指令または電流指令を生成し、前記トルク指令または電流指令に基づいて、前記インバータを制御する、ことを特徴とする交流電動機の制御装置。

## 【請求項2】

前記所定値は、前記交流電動機の最大トルクの50%～200%の範囲で選定されたものであることを特徴とする請求項1に記載の交流電動機の制御装置。

## 【請求項3】

前記所定値は、前記交流電動機の最大トルクであることを特徴とする請求項1に記載の交流電動機の制御装置。

## 【請求項4】

前記所定値は、前記交流電動機の定格トルクであることを特徴とする請求項1に記載の交流電動機の制御装置。

## 【請求項5】

前記ダンピング制御部は、入力された前記コンデンサ電圧を、前記コンデンサ電圧に含まれる直流成分で割ることにより、前記コンデンサ電圧の変動割合を算出することを特徴とする請求項1に記載の交流電動機の制御装置。

## 【請求項6】

前記ダンピング制御部は、前記コンデンサ電圧に含まれる不要な高周波成分をカットした信号と、前記コンデンサ電圧に含まれる直流成分とを加算した信号を、前記コンデンサ電圧に含まれる直流成分で割ることにより、前記コンデンサ電圧の変動割合を算出することを特徴とする請求項1に記載の交流電動機の制御装置。

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/059547

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P27/06 (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

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 | 1996-2011 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2011 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2011 |

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. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP 4065901 B1 (Mitsubishi Electric Corp.),<br>26 March 2008 (26.03.2008),<br>paragraphs [0011] to [0032]; fig. 1<br>(Family: none)                       | 1-7                   |
| Y         | JP 2009-290957 A (Hitachi, Ltd.),<br>10 December 2009 (10.12.2009),<br>paragraphs [0010] to [0043], [0050] to [0061];<br>fig. 8<br>(Family: none)        | 1-7                   |
| A         | JP 2005-341669 A (Mitsubishi Electric Corp.),<br>08 December 2005 (08.12.2005),<br>entire text<br>& US 2005/0264255 A1 & EP 1603226 A2<br>& CN 1722606 A | 1-7                   |

☐ 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
16 June, 2011 (16.06.11)Date of mailing of the international search report  
28 June, 2011 (28.06.11)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                              |                          |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------|
| 国際調査報告                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                              | 国際出願番号 PCT/JP2011/059547 |         |
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>Int.Cl. H02P27/06 (2006.01)i                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                              |                          |         |
| B. 調査を行った分野<br>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））<br>Int.Cl. H02P27/06                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                              |                          |         |
| 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<br>日本国実用新案公報 1922-1996年<br>日本国公開実用新案公報 1971-2011年<br>日本国実用新案登録公報 1996-2011年<br>日本国登録実用新案公報 1994-2011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）<br>WPI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                              |                          |         |
| 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           |         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 4065901 B1（三菱電機株式会社）2008.03.26, 段落【0011】から【0032】、【図1】（ファミリーなし）                            | 1-7                      |         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2009-290957 A（株式会社日立製作所）2009.12.10, 段落【0010】から【0043】、【0050】から【0061】、【図8】（ファミリーなし）         | 1-7                      |         |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2005-341669 A（三菱電機株式会社）2005.12.08, 全文 & US 2005/0264255 A1 & EP 1603226 A2 & CN 1722606 A | 1-7                      |         |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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<br>「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<br>「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<br>「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）<br>「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献<br>「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<br>「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<br>「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<br>「&」同一パテントファミリー文献 |                                                                                              |                          |         |
| 国際調査を完了した日<br>16.06.2011                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                              | 国際調査報告の発送日<br>28.06.2011 |         |
| 国際調査機関の名称及びあて先<br>日本国特許庁（ISA/JP）<br>郵便番号100-8915<br>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）<br>武市 匡紘 | 3V 4414 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                              | 電話番号 03-3581-1101        | 内線 3358 |

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。