



添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

電圧検出回路を不要とし、デッドタイム以外の要因で発生する電圧誤差に対しても補償可能なインバータ装置を提供する。 モータへの電圧指令を設定時間周期毎に PWM 制御し、直流電力を交流電力に変換して出力するパワー部と、時間周期の N 倍（ $N \geq 1$ ）の周期に同期させて電圧指令を発生する電圧指令発生部と、時間周期の半周期はオン、次の半周期はオフとする区間判別信号を発生する区間判定部と、区間判別信号の変化タイミングで、モータの電流検出する電流検出部と、区間判別信号のオン時の電流検出の変化量と、オフ時の電流検出の変化量が等しくなるように電圧補正值を生成し、電圧指令に補正する電圧補正部とを備える。

明 細 書

発明の名称： インバータ装置及びその制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、モータを駆動するインバータ装置及びその制御方法に関する。

背景技術

[0002] 従来から、モータへ電圧指令どおりに電圧出力可能なインバータ装置が要求され、出力電圧に歪が生じないようにするため、デッドタイムによる偏差電圧が生じないようにしたインバータ装置が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

特許文献 1 の技術によれば、スイッチング素子であるトランジスタがアーム短絡しないように、デッドタイムを補償する出力信号は PWM ゲート信号より遅れ、トランジスタのゲートドライブ回路に入力される。トランジスタインバータの出力電圧を検出して、毎回のスイッチング遅れ時間を計測し、トランジスタの ON スwitching 時間、OFF スwitching 時間やデッドタイムが変化しても、それに追従させ制御量を可変にする。こうして、常に PWM ゲート信号と出力電圧信号が一定時間だけ遅れるようにしている。

[0003] このため PWM 信号に対して一定時間の遅れのある出力電圧が得られ、そのパルス幅は出力電圧信号のパルス幅と一致するため出力電圧誤差が少なくなる。また、直接電圧を検出することによりスイッチング遅れを計測しているため、温度変化などにより、デッドタイム量に変化しても追従し補償量を修正できる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献 1：特開平 2－307369 号

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、従来のインバータ装置は、出力電圧信号を得る電圧検出回

路を必要とする。さらに、偏差電圧は基本波周波数の半サイクルごとに $2 \times (t_d - t_s)$ 期間 (t_d : デッドタイム、 t_s : ストレージタイム) に抑制するが、スイッチング素子を構成するトランジスタやダイオードの半導体特性やドライブ回路の浮遊容量などにより発生する電圧の補償に対して抑制効果はない。

[0006] 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、電圧検出回路を不要とし、デッドタイム以外の要因で発生する電圧誤差に対しても補償可能なインバータ装置及び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

[0007] 本願の代表的な発明は、モータへの電圧指令を設定時間周期毎にPWM制御し、交流電力を出力するパワー部を備えたインバータ装置であって、前記時間周期のN倍 ($N \geq 1$) の周期に同期させて電圧指令を発生する電圧指令発生部と、前記時間周期の半周期はオン、次の半周期はオフとする区間判別信号を発生する区間判定部と、前記区間判別信号の変化タイミングで、前記区間判別信号のオン時の電流検出の変化量と、オフ時の電流検出の変化量が等しくなるように前記電圧指令を補正することである。

[0008] 本願の他の代表的な発明は、モータへの電圧指令を設定時間周期毎にPWM制御し、直流電力を交流電力に変換して出力するパワー部を備えたインバータ装置の制御方法であって、前記時間周期のN倍 ($N \geq 1$) の周期に同期させて電圧指令を発生し、前記時間周期の半周期はオン、次の半周期はオフとする区間判別信号を発生し、前記区間判別信号の変化タイミングで検出した電流検出値とその前回値との差分値を算出し、前記区間判別信号のオン時の電流変化量と、オフ時の電流変化量が等しくなる電圧補正值を前記モータへの電圧指令に補正するものである。

発明の効果

[0009] 本発明によると、PWM制御の前半周期と後半周期毎の電流リップル成分の大きさを等しくして電流リップルを軽減するので、PWM制御周期と同じ周期の振動及びそれが原因で発生する騒音を抑制できる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]本発明の第1実施例を示すインバータ装置のブロック図
[図2]本発明のd軸電圧補正值生成部12の詳細を示すブロック図
[図3]本発明の効果を示す試験データ
[図4]本発明の第2実施例を示すインバータ装置（テーブル作成時）のブロック図
[図5]本発明の第2実施例を示すインバータ装置（テーブル読出時）のブロック図
[図6]本発明の電圧補正テーブル作成部30での処理手順を示すフローチャート
[図7]本発明の第3実施例の処理手順を示すフローチャート

発明を実施するための形態

- [0011] 以下、本発明の実施の形態について図を参照して説明する。

本発明の実施例の説明前に、本発明で補正する電圧誤差について説明する。

電力変換するパワー部は、相毎にトランジスタTrとそれに逆並列接続されたダイオードFDを備える。このトランジスタTrを構成するダイオードの半導体特性は、モータに流れる電流が小さいとトランジスタTrに逆並列接続されたダイオードFDが完全にオンしない状態になり、トランジスタTrのスイッチングに遅れが生じたり、完全にスイッチングされず中途半端な電圧レベルとなったりする傾向がある。このようなトランジスタTrのスイッチングの遅れは、トランジスタTrをベースドライブするゲート信号のオンタイミングとオフタイミングで異なる。

- [0012] また、同様な問題は主回路周りの浮遊容量の影響によっても生じる。例えば、トランジスタTrのエミッターコレクタ間の浮遊コンデンサの影響である。モータに流れる電流の大きさにより、浮遊コンデンサにチャージされる時間に差が発生するし、浮遊コンデンサにチャージされる際には微小電流指令では電流ゼロとなる。これらの影響でモータ端子電圧は中途半端な電圧レベ

ルとなる。

デッドタイム以外の要因でも、このような現象により電圧誤差が発生する。この電圧誤差はPWM制御周期の前半周期と後半周期で異なる値となり、電流リップルが発生する。

- [0013] このようして発生する電流リップルを軽減するため、PWM制御周期における前半周期と後半周期毎に、モータ電流のリップル成分を抽出し、前半周期と後半周期で生じた電流リップル成分の差をゼロとする制御を施し、その出力を電圧補正值として電圧誤差を補正する。

実施例 1

- [0014] 図1は、本発明の第1実施例を示すインバータ装置のブロック図である。このインバータ装置は、電流制御部1、減算器2、3、座標変換部4、電流検出器5、座標変換部6、PWM信号発生部7、パワー部8、モータ9、PWM周期信号発生部10、区間判定部11、d軸電圧補正值生成部12、q軸電圧補正值生成部13、磁極位相検出器14を備える。

- [0015] 電流制御部1は、与えられた電流指令 I_{d_ref} 、 I_{q_ref} と後述の検出電流 I_d 、 I_q が一致するように、 I_d 、 I_q 個別に、例えばPI（比例・積分）制御して V_{d_ref1} 、 V_{q_ref1} を生成する。なお、 d 、 q は、磁極位置方向である d 軸とこの d 軸と直交する q 軸とした座標系での各成分を示す。

減算器2、3は、 V_{d_ref1} 、 V_{q_ref1} から後述する電圧補正值 V_{dfc} 、 V_{qfc} をそれぞれ減算して d 、 q 電圧指令 V_{d_ref} 、 V_{q_ref} を出力する。

- [0016] 座標変換部4は、 d 、 q 電圧指令 V_{d_ref} 、 V_{q_ref} と磁束位相 θ を用いて、 d 、 q ／UVW座標変換で求めた相電圧指令 V_{u_ref} 、 V_{v_ref} 、 V_{w_ref} を出力する。なお、磁束位相 θ はモータ9のモータ軸の取り付けられた磁極位相検出器14によって検出される。

電流検出器5は、後述の区間判別信号SDに同期して設定周期の半周期毎にモータ9の相電流 I_u 、 I_v 、 I_w を検出する。

- [0017] 座標変換部6は、上記座標変換部4の逆演算により相電流 I_u 、 I_v 、 I_w を検出電流 I_d 、 I_q に変換する。

PWM信号発生部7は、相電圧指令 V_{u_ref} 、 V_{v_ref} 、 V_{w_ref} を、後述のPWM制御信号、例えば三角波搬送波を用いてPWM（パルス幅変調）制御してPWMパルスに変換し、ゲート信号PWMU、PWMV、PWMWを出力する。

[0018] パワー部8は、相毎、上下アーム毎にトランジスタTrとフライホイールダイオードFDを具備する主回路、トランジスタTrのベースドライブ回路を備え、上記ゲート信号に従い相電圧指令 V_{u_ref} 、 V_{v_ref} 、 V_{w_ref} に応じた電圧を出力してモータ9を駆動する。

PWM周期信号発生部10は、PWM周期信号として三角波搬送波を出力する。三角波搬送波はのこぎり波といった他の形状であってもよい。以後、三角波搬送波の山、谷といった説明をする場合があるが、他の形状の搬送波の場合のPWM周期信号では、その信号の半周期毎ということを説明するものである。

[0019] 区間判定部11は、PWM周期信号である三角波搬送波のカウントアップ区間（前半周期）をオフ（0）、カウントダウン区間（後半周期）をオン（1）とする区間判別信号SDを出力する。

[0020] 次に、d軸電圧補正值生成部12について、図を用いて説明する。図2に示すようにd軸電圧補正值生成部12は、差分器21、不感帯部22、符号反転器24、加算器25、制御器26、符号反転器28を備えている。

[0021] 差分器21は、検出電流 I_d とその前回値 I_{d_old} の差分 ΔI_d を算出する。

不感帯部22は、差分 ΔI_d に対し不感帯処理を行う。不感帯部22は、主に電流検出の際の量子化誤差やスイッチングノイズの除去を目的とし、必要に応じて設けられる。

[0022] 符号反転器24は、区間判別信号SDがオフ（0）であれば差分 ΔI_d を I_{dfc} とし、区間判別信号SDがオン（1）であれば差分 ΔI の符号を反転して I_{dfc} とする。

加算器25は、 I_{dfc} とその前回値 I_{dfc_old} を加算して I_{dfc1} とし、前回値 I_{dfc_old} を I_{dfc} に更新する。

このようにして、三角波搬送波の半周期毎に、検出電流 I_d のリップル成分を抽出し、前半周期と後半周期で生じた電流リップル成分の差を I_{dfc1} として取り出す。

[0023] 制御器 26 は、電流リップル成分の差 I_{dfc1} がゼロとなるように制御し、 d 軸電圧補正值 V_{dfc1} を算出する。制御器 26 は、少なくとも比例器又は積分器を用いた制御器によって構成される。

符号反転器 28 は、区間判別信号 S_D がオフ（0）であれば d 軸電圧補正值 V_{dfc} を V_{dfc} とし、区間判別信号 S_D がオン（1）であれば d 軸電圧補正值 V_{dfc} の符号を反転して V_{dfc} とする。

このようにして、上記電流リップル成分の差を補償する d 軸電圧補正值 V_{dfc} は生成される。

[0024] d 軸電圧補正值生成部 12 は、 d 軸電圧補正值 V_{dfc} を図 1 に示す減算器 2 に出力する。

q 軸電圧補正值生成部 13 は、検出電流 I_q の対して d 軸電圧補正值生成部 12 と同様の処理を行って q 軸電圧補正值 V_{qfc} を生成し、図 1 に示す減算器 3 に出力する。

このようにして、実施例 1 は行なわれる。

[0025] 上記説明では、三角波搬送波の前半周期と後半周期で生じた電流リップル成分の差は、ソフトウェアで FFT を構成し、三角波搬送波の 1 周期に相当する周波数成分を抽出するようにしてもよい。

また、上記では説明を省略したが、通常 PWM 信号発生部 7 にはデッドタイム回路が付加される。そのための電圧補償は、座標変換部 4 において、デッドタイム T_d 時間相当の電圧降下値を d q 電圧指令 V_{d_ref} 、 V_{q_ref} 又は相電圧指令 V_{u_ref} 、 V_{v_ref} 、 V_{w_ref} に加算することにより、あるいは PWM 信号発生部 7 において、デッドタイム T_d 時間分を予め PWM パルスのパルス幅に補正することにより行なわれる。

また、磁束位相 θ は磁極位相検出器 14 を用いて検出されるとき説明したが、磁束位相 θ はモータ 9 の指令電流又は検出電流、指令電圧又は検出電

圧などを入力とした磁極推定器を用いて推定により求めるようにしてもよい。

[0026] 次に、実施例 1 を適用したインバータ装置の効果を図を用いて説明する。図 3 は本発明の効果を示す試験データであり、モータ 9 からの発生音を FFT 解析したものである。図 3 (a) は実施例 1 を適用していないパワースペクトル図、(b) は適用したパワースペクトル図である。なお、試験に用いたモータの容量は 200 [W]、定格電流は 1.2 [Arms] であり、三角波搬送波の周期は 250 [μ s]、モータは回転停止状態、電流は定格電流のおよそ 8 [%] 相当値としている。

[0027] 図 3 からわかるように、実施例 1 を適用することにより、三角波搬送波の周波数 4 kHz のパワースペクトル値が大幅に低減されている。

このように、PWM 制御周期における前半周期と後半周期毎の電流リップルの大きさを同じにすることで、PWM 制御周期の振動を低減でき、これに伴う騒音を低減することができる。

実施例 2

[0028] 図 4、図 5 は、本発明の第 2 実施例を示すインバータ装置のブロック図である。このインバータ装置は、図 1 の構成から追加で運転モード切替部 32 と電圧補正值読み出し部 33 を備え、d 軸電圧補正值生成部 12、q 軸電圧補正值生成部 13 の代わりに電圧補正テーブル作成部 30、電圧補正值記憶部 31 を備える。以下、電圧補正テーブルの作成及び読み出しを中心に第 2 実施例について説明する。

[0029] 電圧補正テーブルの作成は、図 4 の構成で実施される。

電圧補正テーブル作成部 30 は、図 6 に示すシーケンス的な処理により電圧補正テーブルを作成する。この作成処理を説明する。

まず、後述の運転モード切替部 32 により座標変換部 4 及び座標変換部 6 で用いる磁束位相 θ を電流の電気角位相 θ_i に切り替えられる。電気角位相 θ_i を 0 [deg]、電流指令 I_{d_ref} 及び I_{q_ref} を 0 として電流制御部 1 に設定して運転は開始される。

次に、検出電流 I_d のリップルの大きさを、三角波搬送波の半周期毎に前半

周期と後半周期で比較し、両者が一致するように電圧補正值 V_{dfc1} を増加減して調整する。この調整の際、電圧補正テーブル作成部30は、調整中の電圧補正值 V_{dfc1} を、区間判別信号SDのオフ(0)のときそのまま、オン(1)のとき符号を反転して減算器2へ出力し、電流制御部1が出力する V_{d_ref1} から減じられてd軸電圧指令 V_{d_ref} が作成される。

[0030] 上記処理を繰り返して、検出電流 I_d のリップルの大きさが三角波搬送波の半周期毎に前半周期と後半周期で一致するときの電圧補正值 V_{dfc1} を決定する。

なお、このときの一致条件は、上記差異が所定値以内になったとき、又は電圧補正值 V_{dfc1} がAとBの値で繰り返すようになった際の、 $(A+B)/2$ とすればよい。

ここまでの処理を、検出電流 I_q に対しても実施し、検出電流 I_q のリップルの大きさを、三角波搬送波の半周期毎で一致するまで繰り返し、電圧補正值 V_{qfc1} を決定する。

[0031] 次に、このときの電流の電気角位相 $\theta_i(i)$ 、 I_{dref} を電流の大きさ $I_{ref}(j)$ 、決定された電圧補正值 V_{dfc1} を $V_{dfc2}(i, j)$ 、 V_{qfc1} を $V_{qfc2}(i, j)$ として電圧補正值記憶部31に出力する。上記処理は、電気角位相 θ_i を0から I_{end} まで I_{step} 毎に、さらに、その電気角位相 θ_i について、電流指令 I_{d_ref} を0から J_{end} まで J_{step} 毎に実施する。

このようにして、電圧補正テーブル作成部30は電圧補正テーブルを生成し、電圧補正值記憶部31は、電気角位相 $\theta_i(i)$ と電流の大きさ $I_{ref}(j)$ を引数とした、電圧補正值 $V_{dfc2}(i, j)$ 、 $V_{qfc2}(i, j)$ の電圧補正テーブルを内部に記憶する。

[0032] なお、 I_{step} 、 J_{step} の値は、基本的には要求される精度と許容されるテーブルの大きさ(メモリ容量)に応じて決定される。なお、電流指令 I_{d_ref} が小さい領域程、電圧補正值の変化率が大きいので、電流の大きさの可変量は一定とせず、小さいほど細かく変更すると効率的なテーブルが作成できる。

さらに、事前に電圧補正值の最大値や、テーブルとして必要な電気角位相 θ_i の最大値がわかっていれば、その大きさを基にテーブルの作成をやめるなどしてもよい。

また、相毎、上下アーム毎にトランジスタ Tr などの特性が同じとし、電気角位相 θ_i は 0 乃至 60 度の範囲のテーブルとしてもよい。

[0033] 運転モード切替部 32 は、電圧補正值記憶部 31 に電圧補正值 $V_{dfc2}(i, j)$ 、 $V_{qfc2}(i, j)$ の電圧補正テーブルを記憶するモード（テーブル作成モード）と、電圧補正值記憶部 31 から電圧補正值 $V_{dfc2}(i, j)$ 、 $V_{qfc2}(i, j)$ を読み出すモード（テーブル読出モード）を切り替える。

この運転の切り替えは、減算器 2、3 への電圧補正值 V_{dfc} 、 V_{qfc} 、磁束位相 θ と、図示を省略した電流指令 I_{d_ref} 、 I_{q_ref} の切り替えにより行われる。

つまり、テーブル作成モードでは、電圧補正值記憶部 31 の出力する電圧補正值 V_{dfc1} 、 V_{qfc1} 、電気角位相 θ_i 、順次可変される電流指令である。

また、テーブル読出モードでは、電圧読み出し部 33 の出力する電圧補正值 V_{dfc2} 、 V_{qfc2} 、磁極位相検出器 14 が出力する磁束位相 θ 、外部から与えられる電流指令である。

[0034] 電圧補正テーブルの読出は、図 5 の構成で実施される。

電圧補正值読み出し部 33 は、テーブル読出モードで、電圧補正值記憶部 31 に記憶している電圧補正テーブルから、電流の電気角位相 $\theta_i(i)$ と大きさ $I_{ref}(j)$ を引数とし、これに対応した値を電圧補正值 $V_{dfc2}(i, j)$ 、 $V_{qfc2}(i, j)$ を読み出す。なお、電流の電気角位相 $\theta_i(i)$ 及び大きさ $I_{ref}(j)$ は、それぞれ (1)、(2) 式として求め、電圧補正值記憶部 31 に作成されているテーブルから該当の前後の値を読み出し、線形補間し電圧補正值 V_{dfc2} 、 V_{qfc2} とする。

[0035] $\theta_i(i) = \theta + \tan^{-1}(I_{q_ref}/I_{d_ref}) \cdots (1)$

$I_{ref}(j) = \sqrt{I_{q_ref}^2 + I_{d_ref}^2} \cdots (2)$

なお、(1)、(2) 式での電流の電気角位相 $\theta_i(i)$ と大きさ $I_{ref}(j)$ の

演算では、与えられる電流指令 I_{d_ref} 、 I_{q_ref} の代わりに、検出電流 I_d 、 I_q を用いてもよい。

このようにして得た電圧補正值 $V_{d_{fc2}}$ 、 $V_{q_{fc2}}$ を、区間判別信号 S_D のオフ（0）のときそのまま、オン（1）のとき符号を反転して、それぞれ減算器2、3へ出力して実施例2は行なわれる。

なお、上記では $d-q$ 軸での電圧補正テーブルの作成と利用について説明したが、 UVW での相電圧でのテーブルとして作成してもよいし、電圧補正テーブルは、少なくとも電気角位相 θ_i または電流の大きさ I_{ref} の1つの関数として作成してもよい。

[0036] 相電圧指令 V_{u_ref} 、 V_{v_ref} 、 V_{w_ref} に補償する場合は、電圧補正值 $V_{d_{fc2}}$ 、 $V_{q_{fc2}}$ を2相／3相変換してもよいし、 U 、 V 、 W 相の電圧指令に電圧補正值を補正するようにして、電圧補正值 $V_{u_{fc2}}(i, j)$ 、 $V_{v_{fc2}}(i, j)$ 、 $V_{w_{fc2}}(i, j)$ を測定するようにしても良い。この測定の際は、2相分の電圧補正值、例えば $V_{u_{fc2}}(i, j)$ 、 $V_{w_{fc2}}(i, j)$ を測定し、測定した2相分の電圧補正值から残りの1相分の電圧補正值を算出してもよい。

また、電圧指令を1相分補正すると残りの2相の相電圧出力が変化することを利用し、1相分の電圧補正值を測定し、その電圧補正值を補正に用いてもよい。このときの1相分の電圧指令は3相のうち中間の相を選択するとよい。

実施例 3

[0037] 次に、本発明の第3実施例について説明する。図7は、第3実施例に係るインバータ装置の制御方法を示すフローチャートである。各ステップを順に説明する。

[0038] ステップ $ST1$ で、三角波搬送波の山、谷のそれぞれのタイミングでモータ9の相電流 I_u 、 I_v 、 I_w を検出し、検出電流 I_d 、 I_q に変換する。

ステップ $ST2$ で、与えられた電流指令 I_{d_ref} 、 I_{q_ref} と検出電流 I_d 、 I_q が一致するように、例えば PI （比例・積分）制御して V_{d_ref1} 、 V_{q_ref1} を生成する。

[0039] ステップS T 3で、検出電流 I_d 、 I_q とその前回値との差分 ΔI_d 、 ΔI_q を算出する。

ステップS T 4で、三角波搬送波の谷から山への変化区間をオフ（0）、山から谷への変化区間オン（1）とする区間判別信号S Dを生成する。

[0040] ステップS T 5で、区間判別信号S Dがオフ（0）であれば、 ΔI_d を I_{dfc} 、 ΔI_q を I_{qfc} とする。区間判別信号S Dがオン（1）であれば、 $-\Delta I_d$ を I_{dfc} 、 $-\Delta I_q$ を I_{qfc} とする。

ステップS T 6で、前回値 I_{dfc_old} 、 I_{qfc_old} に、 I_{dfc} 、 I_{qfc} をそれぞれ加算して I_{dfc1} 、 I_{qfc1} とし、前回値 I_{dfc_old} を I_{dfc} 、 I_{qfc_old} を I_{qfc} で更新して保存する。

[0041] ステップS T 7で、 I_{dfc} 、 I_{qfc} がゼロとなるように例えばP I制御し、その出力を電圧補正值 V_{dfc1} 、 V_{qfc1} とする。

ステップS T 8で、区間判別信号S Dがオフ（0）であれば、 V_{dfc1} 、 V_{qfc1} を電圧補正值 V_{dfc} 、 V_{qfc} とする。区間判別信号S Dがオン（1）であれば、 $-V_{dfc1}$ 、 $-V_{qfc1}$ を電圧補正值 V_{dfc} 、 V_{qfc} とする。

[0042] ステップS T 9で、電圧補正值 V_{dfc} 、 V_{qfc} を V_{d_ref1} 、 V_{q_ref1} から減算し、d q電圧指令 V_{d_ref} 、 V_{q_ref} を生成する。

ステップS T 10で、d q電圧指令 V_{d_ref} 、 V_{q_ref} に従い電圧出力し、モータ9を駆動する。

[0043] なお、各ステップの具体的な処理は、第1実施例で説明しているのでここでは説明を省略する。なお、ステップS T 2で行なわれる電流制御は、検出電流 I_d 、 I_q を生成する毎に行なうように説明したが、三角波搬送波の山あるいは谷のいずれかで行なうようにしてもよいし、山、谷の何回か1度行なうようにしてもよい。このようにして、第3の実施形態は実施される。

[0044] 以上、本発明の第1乃至第3の実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、適宜変形可能である。

例えば、図1のPWM信号発生部7の演算を、三角波比較方式に代えて空間ベクトル方式を用いてゲート信号PWMU、PWMV、PWMWを決定し

ても良い。

空間ベクトル方式では、電圧指令（ベクトル）を基本電圧ベクトル $V_1 \sim V_7$ のうち、隣接する2つの電圧ベクトル（例えば V_1 と V_2 ）を用いて時間平均的に形成され、電圧指令（ベクトル）の更新は、設定された時間周期の半周期毎に実施される。

[0045] したがって、空間ベクトル方式においても、設定される三角波搬送波の周期の半周期に相当する時間毎にゲート信号PWMU、PWMV、PWMWが出力される。

したがって、PWM制御周期における前半周期と後半周期毎に異なる電圧誤差が発生した場合でも、電圧補正が可能であり、三角波比較方式と同様の効果が得られる。また、時間判定部11より出力される区間判別信号SDは、電圧指令（ベクトル）の更新タイミングと同期させて生成すれば、本発明は実施できる。

[0046] また、電圧補正值が補償する電圧指令は、 $d-q$ 電圧指令 V_{d_ref} 、 V_{q_ref} に限定されない。

上述したデッドタイムの補償と同様に、相電圧指令 V_{u_ref} 、 V_{v_ref} 、 V_{w_ref} でも良いし、PWM信号のパルス幅に変換して補償するようにして良い。相電圧指令 V_{u_ref} 、 V_{v_ref} 、 V_{w_ref} に補償する場合は、電圧補正值 V_{dfc} 、 V_{qfc} を2相／3相変換してもよいし、U、V、W相毎の電圧補正值を演算するようにしても良い。例えばU相の電圧補正值 V_{ufc} は、U相電流 I_u に対して d 軸電圧補正值生成部12と同様の処理を行うことで演算できる。PWM信号のパルス幅への変換は、PWM信号発生部7において、相電圧補正值 V_{ufc} 、 V_{vfc} 、 V_{wfc} をPWMパルスのパルス幅に変換して求めることができる。このようにして、相電圧指令 V_{u_ref} 、 V_{v_ref} 、 V_{w_ref} やPWM信号のパルス幅に補償するようにしても、同様の効果を得られるのは言うまでもない。

[0047] さらに、上記では、電流指令 I_{d_ref} 、 I_{q_ref} と検出電流 I_d 、 I_q が一致するように、電流制御する電流制御部1を備えるように説明したが、UVW3相のうち、少なくとも2相の電流が指令と一致するように構成された電流制御

であっても良い。さらには、 V/f 一定制御のように電流制御部を備えなくとも、与えられる電圧指令に対し、本発明による電圧補正值を補償するように実施しても、同様の効果が得られる。

符号の説明

- [0048]
- 1 電流制御部
 - 2、3 減算器
 - 4 座標変換部
 - 5 電流検出器
 - 6 座標変換部
 - 7 PWM信号発生部
 - 8 パワー部
 - 9 モータ
 - 10 PWM周期信号発生部
 - 11 区間判定部
 - 12 d軸電圧補正值生成部
 - 13 q軸電圧補正值生成部
 - 14 磁極位相検出器
 - 21 差分器
 - 22 不感帯部
 - 24 符号反転器
 - 25 加算器
 - 26 制御器
 - 28 符号反転器
 - 30 電圧補正テーブル作成部
 - 31 電圧補正值記憶部
 - 32 運転モード切替部
 - 33 電圧補正值読み出し部

請求の範囲

- [請求項1] モータへの電圧指令を設定時間周期毎にPWM制御し、交流電力を出力するパワー部を備えたインバータ装置であって、
- 前記時間周期の N 倍（ $N \geq 1$ ）の周期に同期させて電圧指令を発生する電圧指令発生部と、
- 前記時間周期の半周期はオン、次の半周期はオフとする区間判別信号を発生する区間判定部と、
- 前記区間判別信号の変化タイミングで、前記モータの電流検出する電流検出部と、
- 前記区間判別信号のオン時の前記電流検出の変化量と、オフ時の前記電流検出の変化量が等しくなるように電圧補正值を生成する電圧補正值生成部と、
- 前記電圧指令に前記電圧補正值を補正する電圧補正部と、を備えたことを特徴とするインバータ装置。
- [請求項2] 前記電圧補正值生成部は、前記設定時間周期に同期した電流リップル成分を抽出する電流リップル検出部を備え、
- 前記電流リップル成分と前記区間判別信号に基づいて電圧補正值を生成することを特徴とする請求項1に記載のインバータ装置。
- [請求項3] モータへの電圧指令を設定時間周期毎にPWM制御し、交流電力を出力するパワー部を備えたインバータ装置であって、
- 前記時間周期の N 倍（ $N \geq 1$ ）の周期に同期させて電圧指令を発生する電圧指令発生部と、
- 前記時間周期の半周期はオン、次の半周期はオフとする区間判別信号を発生する区間判定部と、
- 前記区間判別信号の変化タイミングで、前記モータの電流検出する電流検出部と、
- 少なくとも電流の電気角位相又は大きさを引数とした電圧補正テーブルを内部に記憶する電圧補正值記憶部と、

前記電圧補正テーブルから前記電圧補正值を読み出す電圧補正值読み出し部と、

前記電圧指令に前記電圧補正值を補正する電圧補正部と、を備えたことを特徴とするインバータ装置。

[請求項4]

請求項3に記載のインバータ装置であって、

前記電圧補正テーブルを作成する電圧補正テーブル作成部を備え、

前記電圧補正テーブル作成部は、少なくとも前記電流の電気角位相又は大きさを順次可変し、前記区間判別信号の変化タイミングで検出した電流検出値とその前回値との差分値を算出し、前記区間判別信号のオン時の電流変化量と、オフ時の電流変化量が等しくなる電圧補正值を電圧補正テーブルとして前記電圧補正值記憶部に記憶することを特徴とするインバータ装置。

[請求項5]

前記電圧指令発生部は、前記モータの磁極位置方向であるd軸と該d軸と直交するq軸とから成るd-q軸座標系で前記モータの電流制御する電流制御部を備えたことを特徴とする請求項1又は3に記載のインバータ装置。

[請求項6]

前記電圧指令発生部は、前記モータの各相に対応するUVW座標系で、少なくとも2つの相で前記モータの電流制御する電流制御部を備えたことを特徴とする請求項1又は3に記載のインバータ装置。

[請求項7]

前記電圧補正部は、前記電流検出を前記モータの磁極位置方向であるd軸と該d軸と直交するq軸とから成るd-q軸座標系で前記電圧補正值を生成し、d-q電圧指令に補正することを特徴とする請求項1又は3に記載のインバータ装置。

[請求項8]

前記電圧補正部は、前記電流検出を前記モータの各相に対応するUVW座標系で前記電圧補正值を生成し、UVW電圧指令に補正することを特徴とする請求項1又は3に記載のインバータ装置。

[請求項9]

前記電圧補正部は、前記電流検出を前記モータの各相に対応するUVW座標系で前記電圧補正值を生成し、前記電圧補正值をPWM制御

におけるPWM時間幅に変換して補正することを特徴とする請求項1又は3に記載のインバータ装置。

[請求項10] 前記パワー部は、搬送波比較変調法に基づいて電力変換することを特徴とする請求項1又は3に記載のインバータ装置。

[請求項11] 前記パワー部は、空間電圧ベクトル変調法に基づいて電力変換することを特徴とする請求項1又は3に記載のインバータ装置。

[請求項12] モータへの電圧指令を設定時間周期毎にPWM制御し、交流電力を出力するパワー部を備えたインバータ装置の制御方法であって、

前記時間周期の半周期はオン、次の半周期はオフとする区間判別信号を発生し、

前記区間判別信号の変化タイミングで、前記モータの電流を検出し、

前記電流検出値とその前回値との差分値を算出し、

前記区間判別信号のオン時の前記モータ電流の変化量と、オフ時の前記モータ電流の変化量が等しくなるように電圧補正值を生成し、

前記電圧補正值を前記電圧指令に補正することを特徴とするインバータ装置の制御方法。

[請求項13] モータへの電圧指令を設定時間周期毎にPWM制御し、交流電力を出力するパワー部と、電圧補正テーブルを内部に記憶する電圧補正值記憶部を備えたインバータ装置の制御方法であって、

前記時間周期のN倍 ($N \geq 1$) の周期に同期させて電圧指令を発生し、

前記時間周期の半周期はオン、次の半周期はオフとする区間判別信号を発生し、

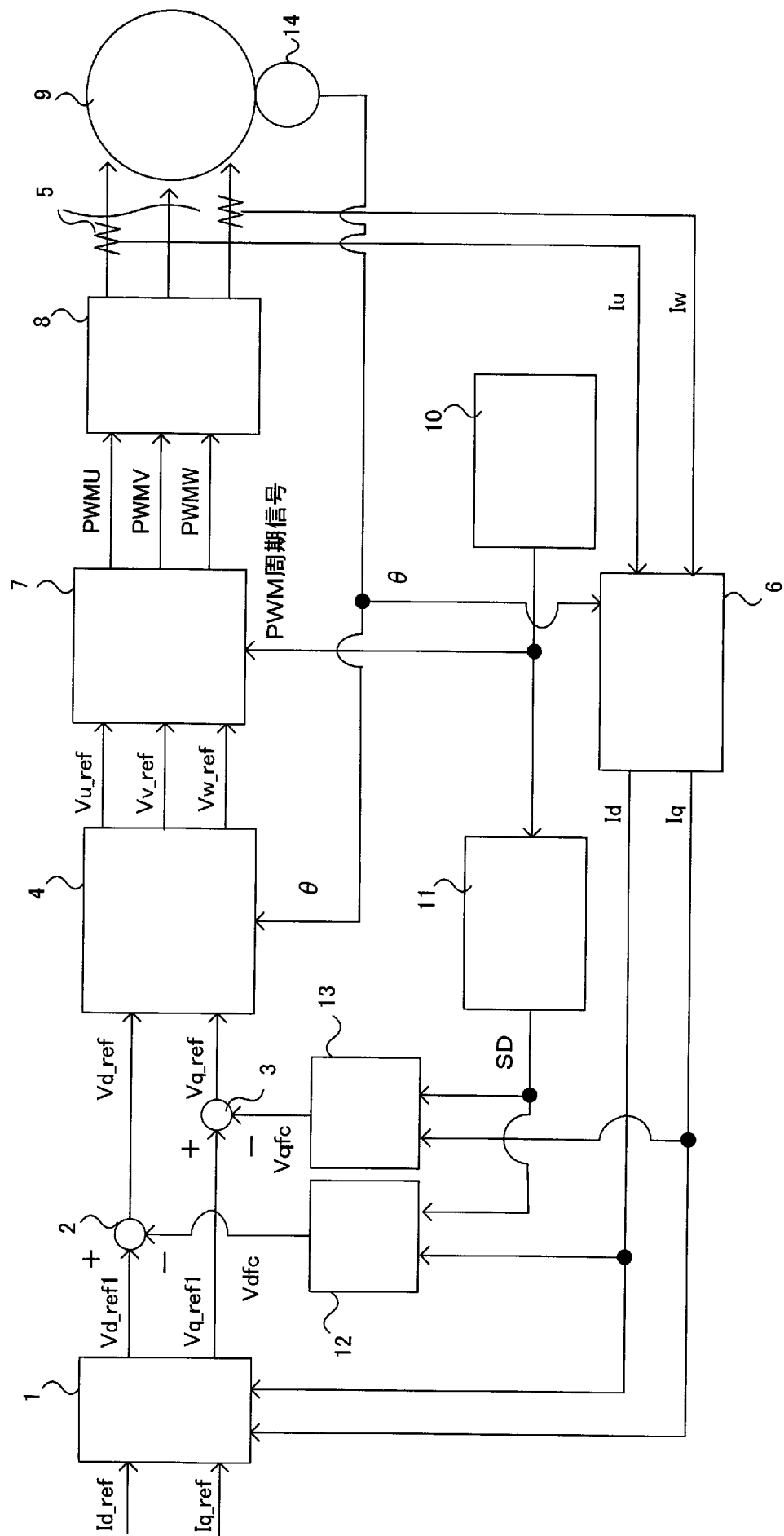
前記区間判別信号の変化タイミングで、前記モータの電流を検出し、

与えられえる電流指令又は前記検出した電流における電流位相角又は大きさの少なくとも一方を演算し、

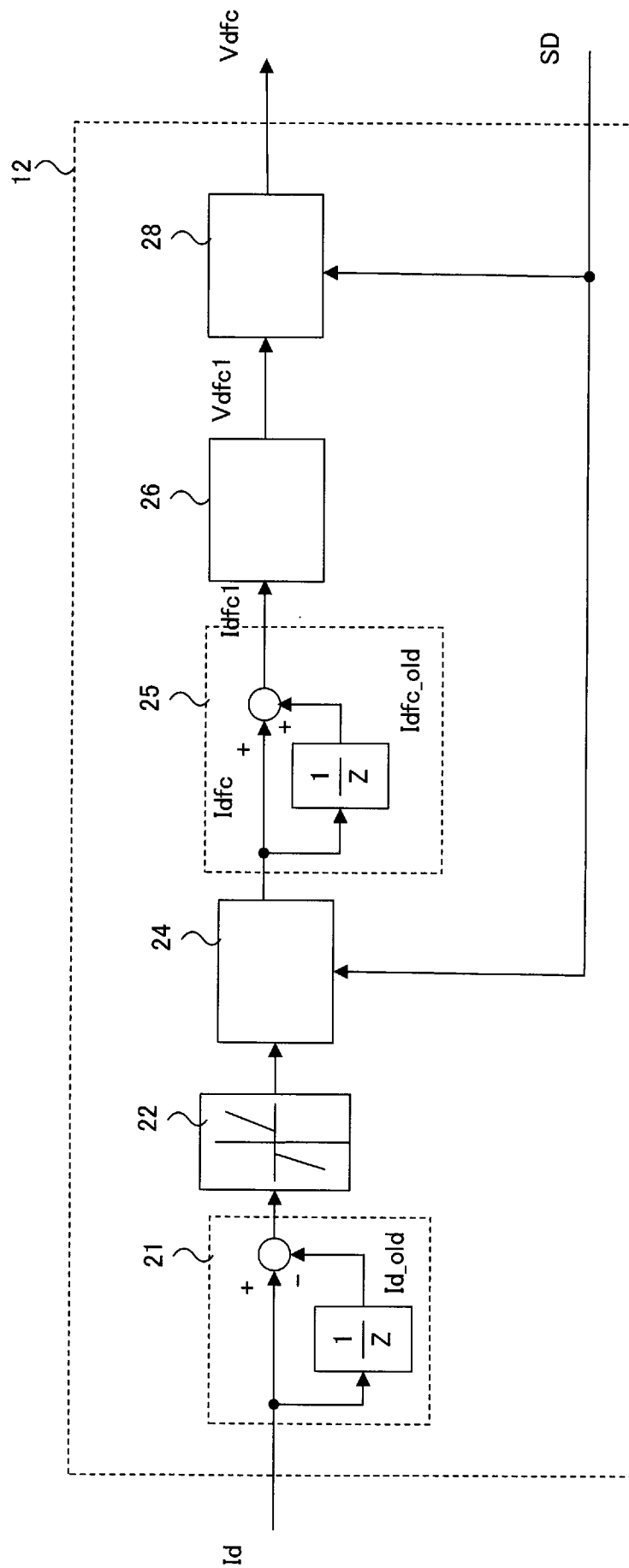
少なくとも前記電流における電流位相角又は大きさを引数にして電圧補正值を読み出し、

前記電圧補正值を前記電圧指令に補正することを特徴とするインバータ装置の制御方法。

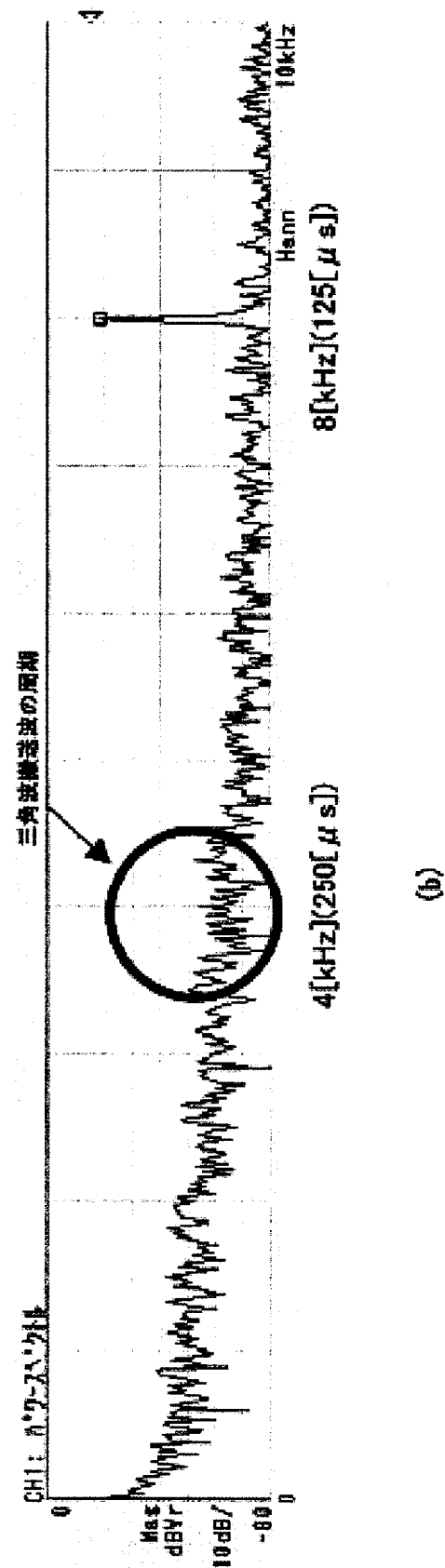
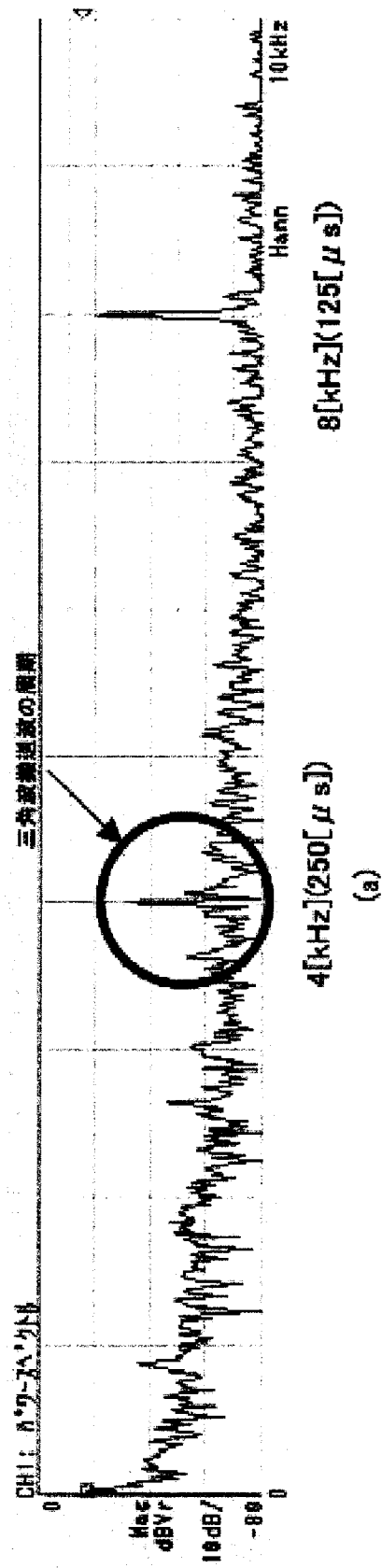
[図1]



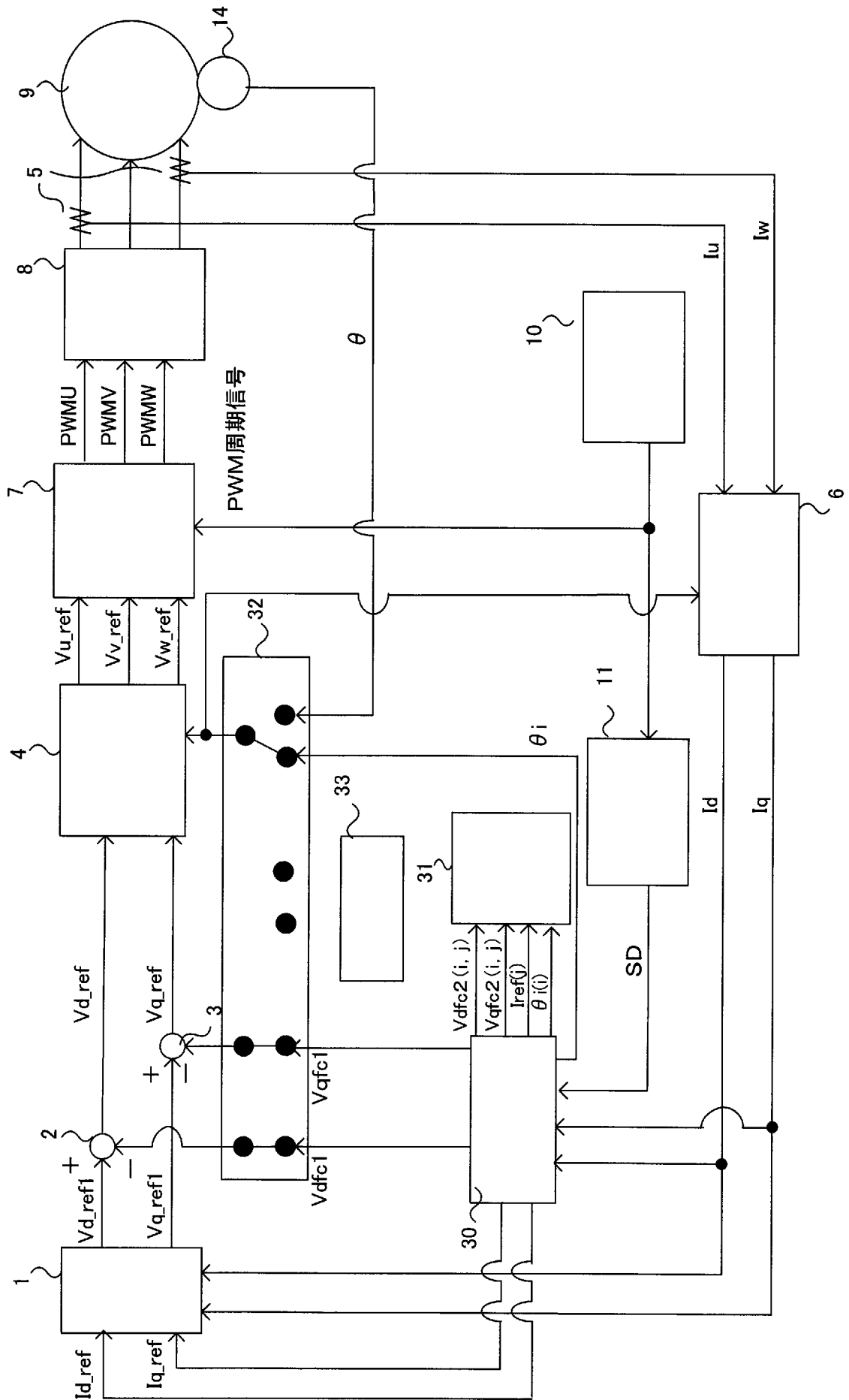
[図2]



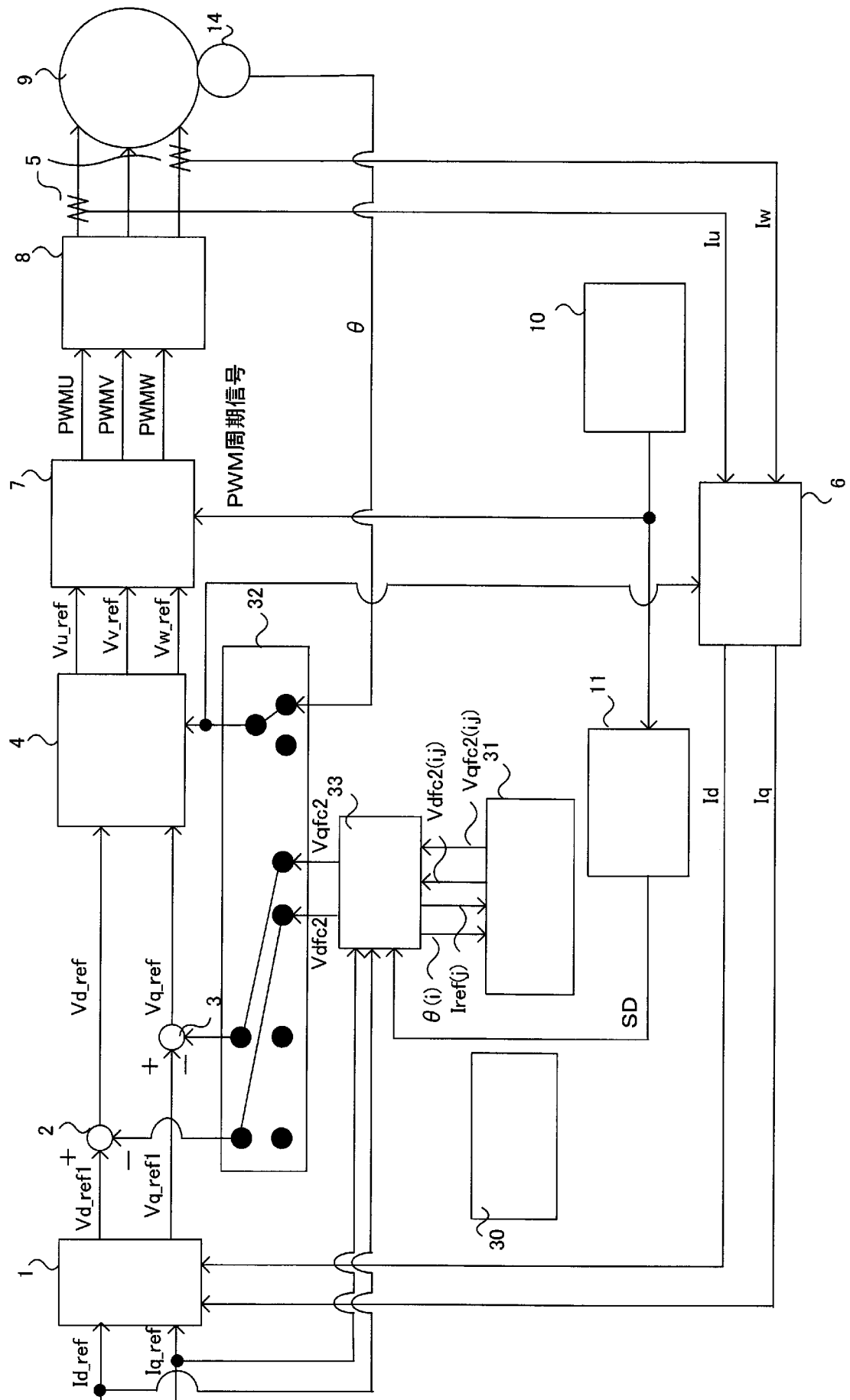
[図3]



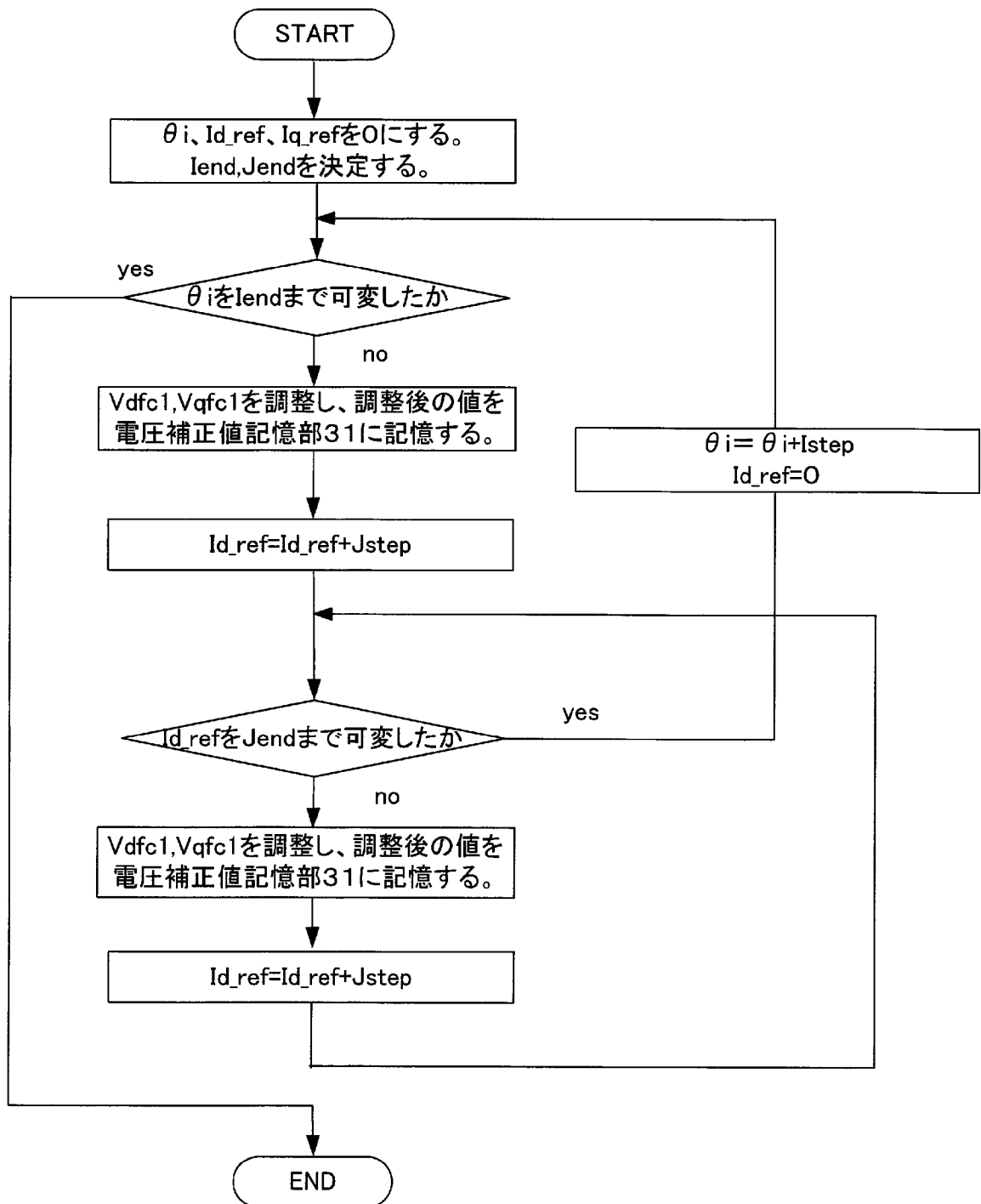
[図4]



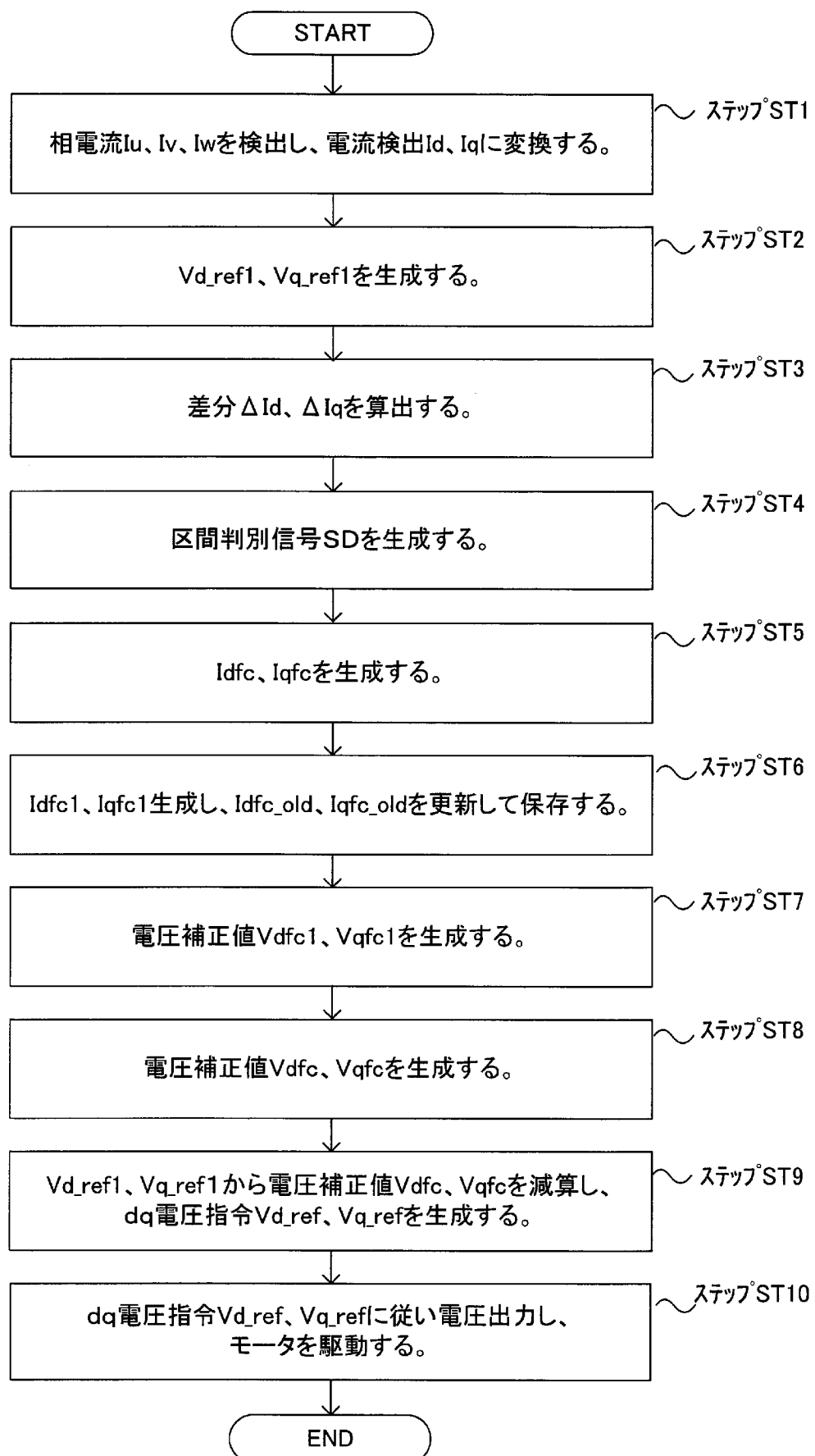
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/072616

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M7/48 (2007.01) 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)

H02M7/48

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-142112 A (Yaskawa Electric Corp.), 25 June 2009 (25.06.2009), entire text (Family: none)	1-13
A	JP 2010-11639 A (Hitachi Industrial Equipment System Co., Ltd.), 14 January 2010 (14.01.2010), entire text (Family: none)	1-13
A	JP 8-191572 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 23 July 1996 (23.07.1996), entire text (Family: none)	1-13

☐ 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
08 March, 2011 (08.03.11)Date of mailing of the international search report
15 March, 2011 (15.03.11)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（I P C））

Int.Cl. H02M7/48(2007.01)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. H02M7/48

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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 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 請求項の番号
A	J P 2 0 0 9 - 1 4 2 1 1 2 A（株式会社安川電機）、2009.06.25、全文（ファミリーなし）	1 - 1 3
A	J P 2 0 1 0 - 1 1 6 3 9 A（株式会社日立産機システム）、2010.01.14、全文（ファミリーなし）	1 - 1 3
A	J P 8 - 1 9 1 5 7 2 A（富士電機株式会社）、1996.07.23、全文（ファミリーなし）	1 - 1 3

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

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 8 . 0 3 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 5 . 0 3 . 2 0 1 1

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）

服部 俊樹

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

3 V

3 7 3 6