

(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
2014 年 2 月 6 日(06.02.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/020703 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 5/293 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/069483
- (22) 国際出願日: 2012 年 7 月 31 日(31.07.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (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) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 Fukuoka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 高瀬 善康(TAKASE, Yoshiyasu) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 原 英則(HARA, Hidenori) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 森本 進也(MORIMOTO, Shinya) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP).
- (74) 代理人: 酒井 宏明(SAKAI, Hiroaki); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目 2 番 5 号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 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, 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, QA, RO, RS, RU, RW, 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), ユーロパ(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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

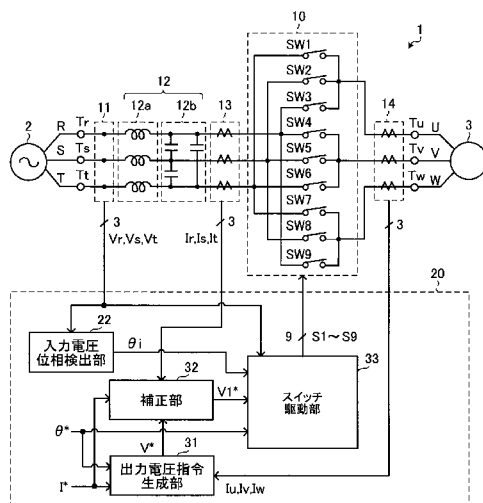
添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第 21 条(3))

(54) Title: MATRIX CONVERTER

(54) 発明の名称: マトリクスコンバータ

[図1]



(57) Abstract: A matrix converter according to one embodiment comprises a plurality of bidirectional switches arranged between an AC power source and an AC load, and a control unit for controlling the plurality of bidirectional switches. The control unit corrects an output voltage command on the basis of the vibration component of an input current and/or an input voltage from the AC power source.

(57) 要約: 実施形態の一態様に係るマトリクスコンバータは、交流電源と交流負荷との間に配置される複数の双方向スイッチと、複数の双方向スイッチを制御する制御部とを備える。制御部は、交流電源からの入力電流および/または入力電圧の振動成分に基づいて、出力電圧指令を補正する。

- 22 Input voltage phase detection unit
31 Output voltage command generation unit
32 Correction unit
33 Switching driver

WO 2014/020703 A1

明 細 書

発明の名称 : マトリクスコンバータ

技術分野

[0001] 開示の実施形態は、マトリクスコンバータに関する。

背景技術

[0002] 従来、電力変換装置として、交流電源の電力を任意の周波数・電圧の交流電力へ直接変換するマトリクスコンバータが知られている。

[0003] かかるマトリクスコンバータは、交流－直流電力変換器と直流－交流電力変換器とを組み合わせた従来の交流－交流電力変換装置に比べ、大きなエネルギーバッファが存在しない。

[0004] そのため、入力電圧に歪みがある状態でマトリクスコンバータを動作させると、入力電流や出力電圧に歪みが生じる。かかる入力電圧の歪みに関する課題を解決する技術として、入力電流を歪ませる制御を行うことによって、出力電圧の歪みを低減させる技術が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2 0 0 5 － 2 6 9 8 0 5 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記特許文献 1 に記載の技術は、歪みがある出力電圧が電動機へ供給されると、電動機にトリクルリップルが生じて騒音が発生することを課題として、出力電圧の歪みを低減するものとしている。

[0007] しかし、マトリクスコンバータの使用用途として、電動機にトリクルリップルが生じることよりも、入力電流の歪みがあることの方が問題になる用途があり、かかる用途では、出力電圧の歪みを低減するよりも入力電流の歪みを低減する方が有効である場合がある。

[0008] 実施形態の一態様は、上記に鑑みてなされたものであって、入力電圧の歪みに起因する入力電流の歪みを低減することができるマトリクスコンバータ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

[0009] 実施形態の一態様に係るマトリクスコンバータは、交流電源と交流負荷との間に配置される複数の双方向スイッチと、前記複数の双方向スイッチを制御し、前記交流電源からの入力電力を直接電力変換して前記交流負荷へ出力する制御部とを備える。前記制御部は、出力電圧指令生成部と、補正部と、駆動部とを有する。前記出力電圧指令生成部は、前記交流負荷への出力電圧を規定する出力電圧指令を生成する。前記補正部は、前記交流電源からの入力電流および／または入力電圧の振動成分に基づいて、前記出力電圧指令を補正する。前記駆動部は、前記補正部によって補正された前記出力電圧指令に基づいて前記複数の双方向スイッチを制御する。

発明の効果

[0010] 実施形態の一態様によれば、入力電圧の歪みに起因する入力電流の歪みを低減することができるマトリクスコンバータを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は、第1の実施形態に係るマトリクスコンバータの構成例を示す図である。

[図2]図2は、図1に示す双方向スイッチの一例を示す図である。

[図3]図3は、第1の実施形態に係るマトリクスコンバータの制御部の構成例を示す図である。

[図4]図4は、第2の実施形態に係るマトリクスコンバータの制御部の構成例を示す図である。

[図5]図5は、第3の実施形態に係るマトリクスコンバータの制御部の構成例を示す図である。

[図6]図6は、第4の実施形態に係るマトリクスコンバータの制御部の構成例を示す図である。

[図7]図7は、第5の実施形態に係るマトリクスコンバータの制御部の構成例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、添付図面を参照して、本願の開示するマトリクスコンバータの実施形態を詳細に説明する。なお、以下に示す実施形態によりこの発明が限定されるものではない。

[0013] (第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態に係るマトリクスコンバータの構成例を示す図である。図1に示すように、第1の実施形態に係るマトリクスコンバータ1は、入力端子Tr、Ts、Ttおよび出力端子Tu、Tv、Twを備える。入力端子Tr、Ts、Ttに3相交流電源2の各相が接続され、出力端子Tu、Tv、Twに交流負荷3の各相が接続される。

[0014] マトリクスコンバータ1は、3相交流電源2から入力した交流電力を所定の電圧および周波数の交流電力へ直接変換して交流負荷3へ出力する。3相交流電源2は、例えば、電力系統の電圧を変圧して供給する電源設備や交流発電機であり、交流負荷3は、例えば、交流電動機などである。なお、マトリクスコンバータ1は、3相交流電源2から交流負荷3への電力変換に加え、さらに、交流負荷3側から3相交流電源2側への電力変換を行うこともできる。

[0015] マトリクスコンバータ1は、図1に示すように、電力変換部10と、入力電圧検出部11と、入力フィルタ12と、入力電流検出部13と、出力電流検出部14と、制御部20とを備える。

[0016] 電力変換部10は、3相交流電源2の各相と交流負荷3の各相とをそれぞれ接続する複数の双方向スイッチSW1～SW9を備える。双方向スイッチSW1～SW3は、3相交流電源2のR相、S相、T相と交流負荷3のU相とをそれぞれ接続する。双方向スイッチSW4～SW6は、3相交流電源2のR相、S相、T相と交流負荷3のV相とをそれぞれ接続する。双方向スイッチSW7～SW9は、3相交流電源2のR相、S相、T相と交流負荷3の

W相とをそれぞれ接続する。

- [0017] 双方向スイッチSW1～SW9は、例えば、図2に示すように、ダイオードD1、D2と、単一方向のスイッチング素子Q1、Q2によって構成することができる。図2は、図1に示す双方向スイッチSW1～SW9の一例を示す図である。スイッチング素子Q1、Q2として、例えば、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) などの半導体スイッチが用いられる。
- [0018] かかる半導体スイッチのゲートに信号を入力して各半導体スイッチをON／OFFすることで、通電方向が制御される。なお、双方向スイッチSW1～SW9は、図2に示す構成に限定されるものではなく、例えば、単一方向のスイッチング素子を互いに逆方向に並列接続した構成であってもよい。
- [0019] 入力電圧検出部11は、3相交流電源2からマトリクスコンバータ1へ入力される電圧（以下、入力電圧と記載する）を検出する。具体的には、入力電圧検出部11は、3相交流電源2の各相電圧の瞬時値 V_r 、 V_s 、 V_t （以下、入力電圧値 V_r 、 V_s 、 V_t と記載する）を検出する。なお、入力電圧検出部11は、図1に示すものに限定されるものではなく、入力相のうち2相分の線間電圧の値を検出し、かかる線間電圧の値に基づいて入力電圧値 V_r 、 V_s 、 V_t を算出する構成とし入力電圧を検出するようにしてもよい。
- [0020] 入力フィルタ12は、リアクトル部12aとキャパシタ部12bを備え、双方向スイッチSW1～SW9のスイッチングに起因する高調波を除去する。リアクトル部12aは、3相交流電源2のR相、S相、T相のそれぞれと電力変換部10との間に設けられる3つのリアクトルを有する。また、キャパシタ部12bは、R相とS相との間、S相とT相との間およびT相とR相との間にそれぞれ配置される3つのコンデンサを有する。なお、図1に示す例では、キャパシタ部12bは、デルタ結線構成であるが、スター結線構成でもよい。すなわち、キャパシタ部12bは、R相、S相およびT相と中性点との間にそれぞれコンデンサを接続した構成であってもよい。
- [0021] 入力電流検出部13は、入力フィルタ12と電力変換部10との間に流れ

る電流を検出する。具体的には、入力電流検出部 13 は、3 相交流電源 2 の R 相、S 相、T 相のそれぞれと電力変換部 10 との間に流れる電流の瞬時値 I_r 、 I_s 、 I_t （以下、入力電流値 I_r 、 I_s 、 I_t と記載する）を検出する。なお、入力電流検出部 13 は、例えば、磁電変換素子であるホール素子を利用して電流を検出する電流センサである。

[0022] 出力電流検出部 14 は、電力変換部 10 と交流負荷 3 との間に流れる電流を検出する。具体的には、出力電流検出部 14 は、電力変換部 10 と交流負荷 3 の U 相、V 相、W 相のそれぞれとの間に流れる電流の瞬時値 I_u 、 I_v 、 I_w （以下、出力電流値 I_u 、 I_v 、 I_w と記載する）を検出する。なお、出力電流検出部 14 は、例えば、磁電変換素子であるホール素子を利用して電流を検出する電流センサである。

[0023] 制御部 20 は、出力電圧指令生成部 31 と、補正部 32 と、スイッチ駆動部 33 と、入力電圧位相検出部 22 とを備える。かかる制御部 20 は、入力電圧検出部 11、入力電流検出部 13 および出力電流検出部 14 のそれぞれの検出結果に基づき、駆動信号 $S_1 \sim S_9$ を生成し、電力変換部 10 の双方向スイッチ $SW_1 \sim SW_9$ を制御する。駆動信号 $S_1 \sim S_9$ は、例えば、PWM 信号である。

[0024] 出力電圧指令生成部 31 は、交流負荷 3 への出力電流を規定する出力電流指令 I^* と、出力電流検出部 14 によって検出された出力電流値 I_u 、 I_v 、 I_w とに基づき、交流負荷 3 への出力電圧を規定する出力電圧指令 V^* を生成し、補正部 32 へ出力する。

[0025] 補正部 32 は、入力電流検出部 13 によって検出された入力電流値 I_r 、 I_s 、 I_t に基づいて、入力電流の振動成分を抽出した後、かかる入力電流の振動成分の値に所定の係数を乗算することで出力電力補正值 ΔP^* を算出する。補正部 32 は、かかる出力電力補正值 ΔP^* を出力電流指令 I^* で除算することによって、電圧補正值 ΔV^* を算出する。そして、補正部 32 は、出力電圧指令生成部 31 から出力される出力電圧指令 V^* に電圧補正值 ΔV^* を加算することで出力電圧指令 V_1^* を求める。

- [0026] 補正部 3 2 による補正結果である出力電圧指令 V_1^* は、スイッチ駆動部 3 3 へ出力される。出力電圧指令 V_1^* は、出力電圧指令 V^* に対して電圧補正值 ΔV^* が加算されたものであり、入力電圧の振動成分に応じた電圧が重畳された出力電圧が電力変換部 1 0 から出力される。
- [0027] かかる構成により、本実施形態に係るマトリクスコンバータ 1 は、入力電圧に歪みがある場合であっても、入力電流の歪みを低減することができる。以下、かかる入力電流歪みの低減についてさらに説明する。
- [0028] 入力電圧の歪みは、入力電圧の基本波成分に振動成分が重畳することで発生する。かかる入力電圧の歪みの原因としては、例えば、3 相交流電源 2 の品質粗悪、または、電源インピーダンスが大きいために生じる 5 次高調波や 7 次高調波の重畳などが考えられる。
- [0029] 入力電圧に歪みがある場合であっても、制御部 2 0 は、例えば、ベクトル制御を用いることで、出力電圧および出力電流の波形を正弦波に維持することが可能であり、この場合、出力有効電力 P_o は一定である。
- [0030] マトリクスコンバータ 1 は、図 1 に示すように、コンデンサなどの大きなエネルギーバッファがないことから、入出力の有効電力は等しいとみなせる。そして、入力有効電力 P_i 、出力有効電力 P_o 、入力無効電力 Q_i および出力無効電力 Q_o は、次式 (1) によって表現することができる。
- [0031] [数 1]

$$\begin{aligned}
 P_i &= P_o = P = \text{const} \\
 P_i &= V_{q_i} I_{q_i} + V_{d_i} I_{d_i} \\
 P_o &= V_{q_o} I_{q_o} + V_{d_o} I_{d_o} \quad \dots (1) \\
 Q_i &= V_{d_i} I_{q_i} - V_{q_i} I_{d_i} \\
 Q_o &= V_{d_o} I_{q_o} - V_{q_o} I_{d_o}
 \end{aligned}$$

なお、添え字の「d」、「q」は、入力側に関しては、入力電圧の基本波周波数に同期して回転する d q 軸直交座標系における d 軸成分と q 軸成分を表す。さらにこの入力側の d q 軸直交座標系においては、入力電圧の基本波に対しては常に $V_{d_i} = 0$ が成り立つものとする。出力側に関しては、制御部

20によって指令され、電力変換部10から出力される出力電圧の基本波周波数に同期して回転するd-q軸直交座標系におけるd軸成分とq軸成分を表す。また、添え字の「i」は、入力側の変数を表し、添え字の「o」は、出力側の変数を表す。

[0032] 一般に制御部20は、入力電圧の基本波に対する力率を指令値に一致するよう制御しており、入力側のd軸成分およびq軸成分については下記式(2)が成り立つ。これは、入力電圧が歪んでいる場合であっても同様である。

[数2]

$$Id_i / Iq_i = \text{cont} \quad (\text{一定値}) \quad \dots (2)$$

[0033] 入力電流の振幅値Iaは、下記式(3)で求めることができる。出力側は、通常入力電圧の瞬時値検出結果に基づく電圧出力、電流制御機能等により、出力電圧波形、出力電流波形とも高調波の少ない正弦波状に保たれるため、出力有効電力P_oは一定に保たれており、入力有効電力P_iも一定となっている。このとき入力電圧V_{q_i}に歪みがあれば、入力有効電力P_iを一定に保つために、入力電圧V_{q_i}の歪みに応じて入力電流が歪む。より具体的には、制御部20により上記式(2)は成り立つが、入力電流の振幅値Iaが一定ではなくなる。

[数3]

$$Ia = \sqrt{Id_i^2 + Iq_i^2} = \sqrt{\frac{P_i^2}{Vq_i^2} - \frac{2P_i Vd_i Id_i}{Vq_i^2} + \frac{Id_i^2 (Vq_i^2 + Vd_i^2)}{Vq_i^2}} \quad \dots (3)$$

[0034] したがって、振動成分を出力電圧に重畳させて出力有効電力P_oを振動させることにより入力有効電力P_iを振動させれば、入力電流の歪みを低減する可能性が生じることがわかる。

[0035] そこで、制御部20は、上述のように、入力電流の振動成分から入力電力の振動成分に応じた電圧補正值ΔV*を求め、かかる電圧補正值ΔV*を加算された出力電圧を電力変換部10から出力させ、入力電力の振動成分に応じた振動成分を出力電力に加えている。これにより、制御部20は、出力電圧に

歪みを発生させて入力電流の歪みを低減している。

[0036] このように、第1の実施形態に係るマトリクスコンバータ1では、入力電圧の振動成分に応じた振動成分を重畳した出力電圧を電力変換部10から出力させることで、入力電流の歪みを低減するようにしている。

[0037] 以下、制御部20の構成について、図面を用いてさらに具体的に説明する。図3は、第1の実施形態に係るマトリクスコンバータ1の制御部20の構成例を示す図である。なお、以下においては、交流負荷3が交流電動機である場合の例を説明するが、交流負荷3は電動機に限定されるものではない。

[0038] 図3に示すように、マトリクスコンバータ1の制御部20は、入力電圧位相検出部22と、出力周波数指令部24と、積分器26と、出力電流指令生成部30と、出力電圧指令生成部31と、補正部32と、スイッチ駆動部33とを備える。

[0039] 入力電圧位相検出部22は、入力電圧検出部11が検出した入力電圧値 V_r 、 V_s 、 V_t に基づき、入力電圧位相 θ_i を演算する。かかる入力電圧位相検出部22は、例えばPLL (Phase Locked Loop) を有している。このPLLの内蔵するループゲインを小さくすることにより、入力電圧位相検出部22が出力する入力電圧位相 θ_i の、入力電圧変動に対する感度を小さくすることができる。これにより、入力電圧位相検出部が出力する入力電圧位相 θ_i は、ほぼ入力電圧の基本波の位相に等しくなる。

[0040] 出力周波数指令部24は、出力電圧の周波数指令である出力周波数指令を決定する。例えば、交流負荷3が同期電動機の場合、出力周波数指令部24は、速度指令を周波数換算したものを出力周波数指令とし、交流負荷3が誘導電動機の場合、出力周波数指令部24は、公知の誘導電動機のベクトル制御則により出力周波数指令を決定する。

[0041] 積分器26は、出力周波数指令部24が出力する出力周波数指令を積分することによって、出力周波数指令を出力位相指令 θ^* に変換する。

[0042] 出力電流指令生成部30は、q軸電流指令 I_q^* およびd軸電流指令 I_d^* を生成する。q軸電流指令 I_q^* は、出力電流指令 I^* のq軸成分であり、d軸電

流指令 I_d^* は、出力電流指令 I^* の d 軸成分である。かかる出力電流指令 I^* は、交流負荷 3 が交流電動機である場合には、例えば、速度指令やトルク指令、さらには励磁指令等に基づいて生成される。

[0043] 出力電圧指令生成部 31 は、出力電流指令生成部 30 から出力される q 軸電流指令 I_q^* および d 軸電流指令 I_d^* に基づき、 q 軸電圧指令 V_q^* および d 軸電圧指令 V_d^* を生成する。 q 軸電圧指令 V_q^* は、出力電圧指令 V^* の q 軸成分であり、 d 軸電圧指令 V_d^* は、出力電圧指令 V^* の d 軸成分である。

[0044] かかる出力電圧指令生成部 31 は、3 相／2 相変換器 41 と、 dq 座標変換器 42 と、 q 軸電流偏差演算器 43 と、 d 軸電流偏差演算器 44 と、 q 軸電流調整器 45 と、 d 軸電流調整器 46 とを備える。

[0045] 3 相／2 相変換器 41 は、出力電流値 I_u 、 I_v 、 I_w を固定座標上の直交した 2 軸の $\alpha\beta$ 成分へ変換して、 α 軸方向の電流値 I_α と β 軸方向の電流値 I_β とをベクトル成分とする固定座標電流ベクトル $I_{\alpha\beta}$ を求める。

[0046] dq 座標変換器 42 は、積分器 26 が出力する出力位相指令 θ^* を用いて、上述の出力電圧指令の周波数に同期して回転する 2 軸直交座標系である $d-q$ 座標系の dq 成分へ固定座標電流ベクトル $I_{\alpha\beta}$ を変換する。これにより、 dq 座標変換器 42 は、 q 軸方向の電流値である q 軸電流値 I_q と d 軸方向の電流値である d 軸電流値 I_d とをベクトル成分とする回転座標系電流ベクトル I_{dq} (I_d 、 I_q) を求める。

[0047] q 軸電流偏差演算器 43 は、 q 軸電流指令 I_q^* と q 軸電流値 I_q との偏差である q 軸電流偏差を演算して q 軸電流調整器 45 へ出力する。 q 軸電流調整器 45 は、例えば、比例積分制御（以下、PI 制御と記載する）を行うことによって、 q 軸電流指令 I_q^* と q 軸電流値 I_q との偏差を零とするように q 軸電圧指令 V_q^* を調整し、補正部 32 へ出力する。

[0048] d 軸電流偏差演算器 44 は、 d 軸電流指令 I_d^* と d 軸電流値 I_d との偏差である d 軸電流偏差を演算して d 軸電流調整器 46 へ出力する。 d 軸電流調整器 46 は、例えば、PI 制御を行うことによって、 d 軸電流指令 I_d^* と d 軸電流値 I_d との偏差を零とするように d 軸電圧指令 V_d^* を調整し、スイッ

チ駆動部 33 へ出力する。

[0049] なお、出力電圧指令生成部 31 はさらに図示しない非干渉演算器を備えてもよい。この非干渉演算器は、出力周波数指令部 24 から出力周波数指令を取得し、q 軸電流調整器 45 の出力から、出力周波数指令と d 軸電流指令 I_d^* または d 軸電流値 I_d との積に比例する電圧を減算して、q 軸電圧指令 V_q^* とする。さらに非干渉演算器は、d 軸電流調整器 46 の出力に、出力周波数指令と q 軸電流指令 I_q^* または q 軸電流値 I_q との積に比例する電圧を加算して、d 軸電圧指令 V_d^* とする。

[0050] 次に、補正部 32 について説明する。補正部 32 は、ローパスフィルタ (LPF) 51 と、3 相/2 相変換器 52 と、電流振幅検出器 53 と、ハイパスフィルタ (HPF) 54 と、乗算器 55 と、除算器 56 と、加算器 57 とを備える。なお、LPF 51、3 相/2 相変換器 52、電流振幅検出器 53、HPF 54 および乗算器 55 は、第 1 演算器の一例に相当し、除算器 56 は第 2 演算器の一例に相当する。

[0051] LPF 51 は、入力電流値 I_r 、 I_s 、 I_t から電力変換部 10 のスイッチングに伴う高周波成分を除去する。

[0052] 3 相/2 相変換器 52 は、LPF 51 によって高周波成分が除去された入力電流値 I_r 、 I_s 、 I_t を固定座標上の直交した 2 軸の $\alpha\beta$ 成分へ変換して、 α 軸方向の電流値 $I_{\alpha 1}$ と β 軸方向の電流値 $I_{\beta 1}$ とを求める。

[0053] 電流振幅検出器 53 は、電流値 $I_{\alpha 1}$ と電流値 $I_{\beta 1}$ とから、下記式 (4) による演算を行うことにより入力電流の振幅値 I_a を検出する。

[数4]

$$I_a = \sqrt{I_{\alpha 1}^2 + I_{\beta 1}^2} \quad \dots (4)$$

[0054] HPF 54 は、電流振幅検出器 53 から出力される入力電流の振幅値 I_a から入力電流の基本波成分を除去し、入力電流の振動成分 ΔI_a を抽出する。乗算器 55 は、HPF 54 によって抽出された入力電流の振動成分 ΔI_a に係数 K_1 を乗算して、出力電力補正值 ΔP を求める。なお、係数 K_1 は、

マトリクスコンバータ 1 の使用用途や設置環境に応じた値に外部から設定可能であり、例えば、出力電力補正值 ΔP が入力電力の振動成分と略一致するように設定したり、出力電力補正值 ΔP が入力電力の振動成分の所定割合（例えば、50%）となるように係数 K_1 を設定することもできる。

[0055] ここで、LPF 51 のカットオフ周波数 f_{LPF} と HPF 54 のカットオフ周波数 f_{HPF} は、 $f_{LPF} > f_{HPF}$ の関係を満たすように決定される。これにより、HPF 54 の出力として、電力変換部 10 のスイッチングによる高周波成分が除去された、入力電圧の歪みに起因する高周波成分のみを得ることができる。

[0056] 乗算器 55 によって演算された出力電力補正值 ΔP は、除算器 56 に入力される。除算器 56 は、出力電力補正值 ΔP を、出力電流指令生成部 30 から出力される q 軸電流指令 I_q^* により除算して、電圧補正值 ΔV^* ($= \Delta P / I_q^*$) を算出する。

[0057] 加算器 57 は、出力電圧指令生成部 31 から出力される q 軸電圧指令 V_q^* に、除算器 56 から出力される電圧補正值 ΔV^* を加算して、q 軸電圧指令 V_{q1}^* を算出する。加算器 57 は、q 軸電圧指令 V_{q1}^* をスイッチ駆動部 33 へ出力する。

[0058] スイッチ駆動部 33 は、補正部 32 から出力される q 軸電圧指令 V_{q1}^* 、および、出力電圧指令生成部 31 から出力される d 軸電圧指令 V_d^* に基づき、双方向スイッチ SW1 ~ SW9 を駆動する駆動信号 S1 ~ S9 を生成する。

[0059] 例えば、スイッチ駆動部 33 は、q 軸電圧指令 V_{q1}^* と d 軸電圧指令 V_d^* とに基づき、例えば、以下の式 (5) から出力電圧指令 V_1^* および出力電圧位相指令 θ_a^* を求める。また、スイッチ駆動部 33 は、出力電圧位相指令 θ_a^* に積分器 26 の出力である出力位相指令 θ^* を加算して、位相 θ_p を求める。

[数5]

$$\begin{aligned} V1^* &= \sqrt{Vd^{*2} + Vq1^{*2}} \\ \theta a^* &= \tan^{-1}(Vq1^* / Vd^*) \end{aligned} \quad \dots (5)$$

[0060] そして、スイッチ駆動部33は、出力電圧指令 $V1^*$ と位相 θp とに基づいて、例えば、以下の式(6)から、3相交流電圧指令、すなわち、交流負荷3の各相に対する出力電圧指令 Vu^* 、 Vv^* 、 Vw^* を求める。

[数6]

$$\begin{aligned} Vu^* &= V1^* \times \sin(\theta p) \\ Vv^* &= V1^* \times \sin(\theta p - (2\pi/3)) \\ Vw^* &= V1^* \times \sin(\theta p + (2\pi/3)) \end{aligned} \quad \dots (6)$$

[0061] スイッチ駆動部33は、出力電圧指令 Vu^* 、 Vv^* 、 Vw^* と、入力電圧値 Vr 、 Vs 、 Vt 、入力電圧位相 θi とに基づいて、例えば公知のマトリクスコンバータのパルス幅変調方法により、電力変換部10の各双方向スイッチ $SW1 \sim SW9$ を制御する駆動信号 $S1 \sim S9$ を生成して出力する。これにより、電力変換部10から出力電圧指令 Vu^* 、 Vv^* 、 Vw^* に応じた3相交流電圧が出力され、さらに入力電流の位相は入力電圧位相 θi に対して一定の位相差を持つように制御され、入力側の力率は一定の値となる。

[0062] かかる出力電圧指令 Vu^* 、 Vv^* 、 Vw^* は、入力電力の振動成分に応じた出力補正值が加算されていることから、電力変換部10からの出力電圧には、入力電力の振動成分に応じた振動成分が重畳され、出力有効電力 P_o が変動する。

[0063] 上述したように、入力有効電力 P_i と出力有効電力 P_o とは等しい(上記式(1)参照)ことから、入力電圧の振動成分に応じた振動成分が出力有効電力 P_o に発生した場合、入力有効電力 P_i にも同様に振動成分が発生する。この入力有効電力 P_i の振動成分は、入力電圧の振動成分に対応するものであるため、入力電流の歪みが低減される。したがって、係数 $K1$ を、出力電力の振動成分が入力電圧の振動成分と略一致するように設定することで、入力電

流を略正弦波に保つことが可能である。

[0064] (第2の実施形態)

次に、第2の実施形態に係るマトリクスコンバータの制御部について説明する。第1の実施形態に係る制御部20では、q軸電圧指令 V_q^* に対して電圧補正值 ΔV^* を加算することとしたが、第2の実施形態に係る制御部では、d軸電圧指令 V_d^* に対して電圧補正值 ΔV^* を加算する。なお、以下においては、第1の実施形態と異なる部分を主として説明し、共通する部分については同一符号を付し適宜説明を省略する。

[0065] 図4は、第2の実施形態に係るマトリクスコンバータの制御部の構成例を示す図である。第2の実施形態に係るマトリクスコンバータ1Aの制御部20Aでは、補正部32Aによって電圧補正值 ΔV^* によるd軸電圧指令 V_d^* の補正が行われる。

[0066] 図4に示すように、補正部32Aは、LPF51と、3相/2相変換器52と、電流振幅検出器53と、HPF54と、乗算器55と、除算器56Aと、加算器57Aとを備える。LPF51、3相/2相変換器52、電流振幅検出器53、HPF54および乗算器55は、補正部32の場合と同様の構成である。

[0067] 除算器56Aは、出力電力補正值 ΔP を、出力電流指令生成部30から出力されるd軸電流指令 I_d^* により除算して、電圧補正值 ΔV^* ($= \Delta P / I_d^*$) を算出する。

[0068] 加算器57Aは、出力電圧指令生成部31から出力されるd軸電圧指令 V_d^* に、除算器56Aから出力される電圧補正值 ΔV^* を加算して、d軸電圧指令 V_{d1}^* を算出する。そして、加算器57Aは、d軸電圧指令 V_{d1}^* をスイッチ駆動部33へ出力する。スイッチ駆動部33は、かかるd軸電圧指令 V_{d1}^* およびq軸電圧指令 V_q^* に基づいて、駆動信号 $S_1 \sim S_9$ を生成する。

[0069] 出力電圧のq軸成分を補正することに代えて、出力電圧のd軸成分を補正することによっても、入力電圧の振動成分に応じた振動成分を出力電圧に重畳することができるというまでもない。

[0070] したがって、第2の実施形態に係るマトリクスコンバータ1Aにおいても、第1の実施形態に係るマトリクスコンバータ1と同様に、入力電圧に歪みがある場合であっても、入力電流の歪みを低減することができる。

[0071] (第3の実施形態)

次に、第3の実施形態に係るマトリクスコンバータの制御部について説明する。第1および第2の実施形態に係る制御部20、20Aでは、入力電流の振動成分に応じた電圧補正值 ΔV^* を算出することとしたが、第3の実施形態に係る制御部では、入力電圧の振動成分に応じた電圧補正值を算出する。なお、以下においては、第1および第2の実施形態と異なる部分を主として説明し、共通する部分については同一符号を付し適宜説明を省略する。

[0072] 図5は、第3の実施形態に係るマトリクスコンバータの制御部の構成例を示す図である。第3の実施形態に係るマトリクスコンバータ1Bの制御部20Bでは、補正部32Bによって入力電圧の振動成分に応じた電圧補正值の生成が行われる。

[0073] 図5に示すように、補正部32Bは、LPF51Bと、3相/2相変換器52Bと、電圧振幅検出器53Bと、HPF54Bと、乗算器55Bと、除算器56と、加算器57と、進相フィルタ58とを備える。

[0074] LPF51Bは、入力電圧値 V_r 、 V_s 、 V_t から電力変換部10のスイッチングに伴う高周波成分を除去する。

[0075] 3相/2相変換器52Bは、LPF51Bによって高周波成分を除去された入力電圧値 V_r 、 V_s 、 V_t を固定座標上の直交した2軸の $\alpha\beta$ 成分へ変換して、 α 軸方向の電圧値 V_α と β 軸方向の電圧値 V_β とを求める。

[0076] 電圧振幅検出器53Bは、電圧値 V_α と電圧値 V_β とから、下記式(7)による演算を行うことにより入力電圧の振幅値 V_a を検出する。

[0077] [数7]

$$V_a = \sqrt{V_\alpha^2 + V_\beta^2} \quad \dots (7)$$

[0078] HPF54Bは、電圧振幅検出器53Bから出力される入力電圧の振幅値

V_aから入力電圧の基本波成分を除去し、入力電圧の振動成分 ΔV_a を抽出する。進相フィルタ58は、HPF54Bによって抽出された入力電圧の振動成分 ΔV_a の位相を90度進ませて乗算器55Bへ出力する。入力電圧の振動成分 ΔV_a の位相を90度進ませることによって、入力電圧の振動成分 ΔV_a が入力電流の振動成分に応じた値へ変換される。

[0079] 乗算器55Bは、進相フィルタ58によって位相が90度進んだ入力電圧の振動成分 ΔV_a に係数K₂を乗算して、出力電力補正值 ΔP を求める。係数K₂は、例えば、出力電力補正值 ΔP が入力電力の振動成分と略一致するように設定される。なお、係数K₂は、マトリクスコンバータ1Bの使用用途や設置環境に応じた値に外部から設定可能であり、出力電力補正值 ΔP が入力電力の振動成分の所定割合（例えば、50%）となるように係数K₂を設定することもできる。

[0080] 乗算器55Bによって演算された出力電力補正值 ΔP は、除算器56に入力される。除算器56は、出力電力補正值 ΔP を、出力電流指令生成部30から出力されるq軸電流指令 I_{q^*} により除算して、電圧補正值 ΔV^* ($= \Delta P / I_{q^*}$) を算出する。

[0081] 加算器57は、出力電圧指令生成部31から出力されるq軸電圧指令 V_{q^*} に、除算器56から出力される電圧補正值 ΔV^* を加算して、q軸電圧指令 V_{q1^*} を算出する。加算器57は、q軸電圧指令 V_{q1^*} をスイッチ駆動部33へ出力する。

[0082] このように、第3の実施形態に係るマトリクスコンバータ1Bでは、入力電圧の振動成分に基づいて出力電力補正值 ΔP を算出し、かかる出力電力補正值 ΔP から電圧補正值 ΔV^* を算出する。

[0083] したがって、第3の実施形態に係るマトリクスコンバータ1Bでは、第1の実施形態に係るマトリクスコンバータ1と同様に、入力電圧に歪みがある場合であっても、入力電流の歪みを低減することができる。例えば、係数K₂を、出力電力補正值 ΔP を入力電力の振動成分と略一致するように設定することで、入力電流を略正弦波に保つことが可能である。

[0084] なお、上述した構成では、 q 軸電圧指令 V_q^* に対して電圧補正值 ΔV^* を加算することとしたが、第 2 の実施形態に係るマトリクスコンバータ 1 A と同様に、 d 軸電圧指令 V_d^* に対して電圧補正值 ΔV^* を加算するようにしてもよい。

[0085] (第 4 の実施形態)

次に、第 4 の実施形態に係るマトリクスコンバータの制御部について説明する。第 1 ～第 3 の実施形態に係る制御部 20、20A、20B では、入力電流または入力電圧の振動成分に応じた電圧補正值 ΔV^* を算出することとした。一方、第 4 の実施形態に係る制御部では、入力電流の振動成分および入力電圧の振動成分に応じた電圧補正值 ΔV^* を算出する。以下においては、第 1 の実施形態と異なる部分を主として説明し、共通する部分については同一符号を付し適宜説明を省略する。

[0086] 図 6 は、第 4 の実施形態に係るマトリクスコンバータの制御部の構成例を示す図である。第 4 の実施形態に係るマトリクスコンバータ 1 C の制御部 20C では、補正部 32C によって入力電流の振動成分および入力電圧の振動成分に応じた電圧補正值の生成が行われる。

[0087] 図 6 に示すように、補正部 32C は、LPF 51、51B と、3 相／2 相変換器 52、52B と、電流振幅検出器 53 と、電圧振幅検出器 53B と、HPF 54、54B と、乗算器 59、55C と、除算器 56 と、加算器 57 とを備える。

[0088] 補正部 32C では、LPF 51、3 相／2 相変換器 52、電流振幅検出器 53 および HPF 54 によって入力電流の振幅が抽出され、LPF 51B、3 相／2 相変換器 52B、電圧振幅検出器 53B および HPF 54B によって入力電圧の振幅が抽出される。なお、HPF 54、54B のカットオフ周波数を互いに同一にすることで補正部 32C での電圧補正值 ΔV の生成を精度よく行うことができる。

[0089] 乗算器 59 は、HPF 54 によって抽出された入力電流の振動成分と、HPF 54B によって抽出された入力電圧の振動成分とを掛け合わせる。これ

により、入力電力の振動成分を抽出することができる。

- [0090] 乗算器 55C は、乗算器 59 による乗算結果に係数 K_3 を乗算する。係数 K_3 は、マトリクスコンバータ 1C の使用用途や設置環境に応じた値に外部から設定可能であり、例えば、出力電力補正值 ΔP を入力電力の振動成分と略一致させる場合には、例えば、係数 K_3 を「1」に設定する。また、出力電力補正值 ΔP を入力電力の振動成分の所定割合（例えば、50%）とする場合には、その割合に応じた値を係数 K_3 に設定する。
- [0091] 除算器 56 は、出力電力補正值 ΔP を、出力電流指令生成部 30 から出力される q 軸電流指令 I_{q^*} により除算して、電圧補正值 ΔV^* ($= \Delta P / I_{q^*}$) を算出する。加算器 57 は、出力電圧指令生成部 31 から出力される q 軸電圧指令 V_{q^*} に、除算器 56 から出力される電圧補正值 ΔV^* を加算して、 q 軸電圧指令 V_{q1^*} を算出する。加算器 57 は、 q 軸電圧指令 V_{q1^*} をスイッチ駆動部 33 へ出力する。
- [0092] このように、第 4 の実施形態に係るマトリクスコンバータ 1C では、入力電流の振動成分および入力電圧の振動成分に応じた出力電力補正值 ΔP を算出し、かかる出力電力補正值 ΔP から電圧補正值 ΔV^* を算出する。したがって、マトリクスコンバータ 1C は、マトリクスコンバータ 1、1A、1B と同様に、入力電圧の振動成分に応じた振動成分を出力電圧に重畳することができ、これにより、入力電圧に歪みがある場合であっても、入力電流の歪みを低減することができる。例えば、係数 K_3 を「1」に設定することで、入力電流を略正弦波に保つことが可能である。
- [0093] なお、上述した構成では、 q 軸電圧指令 V_{q^*} に対して電圧補正值 ΔV^* を加算することとしたが、第 2 の実施形態に係るマトリクスコンバータ 1A と同様に、 d 軸電圧指令 V_{d^*} に対して電圧補正值 ΔV^* を加算するようにしてもよい。
- [0094] (第 5 の実施形態)

次に、第 5 の実施形態に係るマトリクスコンバータの制御部について説明する。第 1 ～ 第 4 の実施形態に係る制御部 20、20A ～ 20C では、乗算

器 5 5、5 5 B、5 5 Cにおいて、係数 $K_1 \sim K_3$ を外部から設定可能とした。一方、第 5 の実施形態に係る制御部では、入力電流の振動成分の指令値を設定可能としている。なお、以下においては、第 1 の実施形態と異なる部分を主として説明し、共通する部分については同一符号を付し適宜説明を省略する。

[0095] 図 7 は、第 5 の実施形態に係るマトリクスコンバータの制御部の構成例を示す図である。第 5 の実施形態に係るマトリクスコンバータ 1 D の制御部 2 0 D では、補正部 3 2 D によって乗算器 5 5 D の係数 K_4 を調整可能としている。

[0096] 具体的には、補正部 3 2 D は、第 1 の実施形態に係る補正部 3 2 の構成に加え、絶対値演算器 7 0 と、移動平均演算器 7 1 と、減算器 7 2 と、PI 制御器 7 3 とを備える。絶対値演算器 7 0 は、HPF 5 4 によって抽出された入力電流の振動成分 ΔI_a の絶対値 $|\Delta I_a|$ を算出する。移動平均演算器 7 1 は、絶対値演算器 7 0 に演算結果である絶対値 $|\Delta I_a|$ の移動平均を求める。

[0097] 減算器 7 2 は、外部から入力される入力電流の振動成分の指令値 I_a^* と絶対値 $|\Delta I_a|$ の移動平均との差分を算出して、PI 制御器 7 3 へ出力する。PI 制御器 7 3 は、例えば、PI 制御を行うことによって、入力電流の振動成分の指令値 I_a^* と絶対値 $|\Delta I_a|$ の移動平均との偏差を零とするように、乗算器 5 5 D の係数 K_4 を調整する。

[0098] 乗算器 5 5 D は、乗算器 5 5 に対応する演算器であり、入力電流の振動成分 ΔI_a に係数 K_4 を乗算した結果を出力電力補正值 ΔP として除算器 5 6 へ出力する。したがって、第 5 の実施形態に係るマトリクスコンバータ 1 D では、入力電流の振動成分 ΔI_a を指令値 I_a^* に応じた値にすることができ、これにより、入力電流の歪みを低減することができる。

[0099] さらに効果や変形例は、当業者によって容易に導き出すことができる。このため、本発明のより広範な態様は、以上のように表しかつ記述した特定の詳細および代表的な実施形態に限定されるものではない。したがって、添

付の特許請求の範囲およびその均等物によって定義される総括的な発明の概念の精神または範囲から逸脱することなく、様々な変更が可能である。

符号の説明

- [0100] 1 1 A ～ 1 D マトリクスコンバータ
- 2 3 相交流電源
- 3 交流負荷
- 1 0 電力変換部
- 1 1 入力電圧検出部
- 1 2 入力フィルタ
- 1 3 入力電流検出部
- 1 4 出力電流検出部
- 2 0、2 0 A ～ 2 0 D 制御部
- 3 0 出力電流指令生成部
- 3 1 出力電圧指令生成部
- 3 2、3 2 A ～ 3 2 D 補正部
- 3 3 スイッチ駆動部
- 5 1、5 1 B L P F
- 5 2、5 2 B 3 相／2 相変換部
- 5 3 電流振幅検出器
- 5 3 B 電圧振幅検出器
- 5 4、5 4 B H P F
- 5 5、5 5 B ～ 5 5 D、5 9 乗算器
- 5 6、5 6 A 除算器
- 5 7、5 7 A 加算器
- 5 8 進相フィルタ

請求の範囲

- [請求項1] 交流電源と交流負荷との間に配置される複数の双方向スイッチと、
 前記複数の双方向スイッチを制御し、前記交流電源からの入力電力
 を直接電力変換して前記交流負荷へ出力する制御部と、を備え、
 前記制御部は、
 前記交流負荷への出力電圧を規定する出力電圧指令を生成する出力
 電圧指令生成部と、
 前記交流電源からの入力電流および／または入力電圧の振動成分に
 基づいて、前記出力電圧指令を補正する補正部と、
 前記補正部によって補正された前記出力電圧指令に基づいて前記複
 数の双方向スイッチを制御するスイッチ駆動部と、を備える
 ことを特徴とするマトリクスコンバータ。
- [請求項2] 前記補正部は、
 前記入力電流および／または入力電圧の振動成分に基づき、出力電
 力補正值を算出する第1演算器と、
 前記出力電力補正值に応じた電圧補正值を算出する第2演算器と、
 前記第2演算器によって生成された前記電圧補正值を前記出力電圧
 指令に加算することによって、前記出力電圧指令を補正する加算器と
 、を備える
 ことを特徴とする請求項1に記載のマトリクスコンバータ。
- [請求項3] 前記第2演算器は、
 前記第1演算器によって演算された前記出力電力補正值を、前記交
 流負荷への出力電流を規定する出力電流指令で除算することによって
 、前記電圧補正值を算出する
 ことを特徴とする請求項2に記載のマトリクスコンバータ。
- [請求項4] 前記第1演算器は、
 前記入力電流の振動成分に所定の係数を乗算して前記出力電力補正
 値を算出する

ことを特徴とする請求項 3 に記載のマトリクスコンバータ。

[請求項5]

前記第 1 演算器は、

前記入力電圧の振動成分の位相を進ませ、所定の係数を乗算して前記出力電力補正值を算出する

ことを特徴とする請求項 3 に記載のマトリクスコンバータ。

[請求項6]

前記第 1 演算器は、

前記入力電流の振動成分と前記入力電圧の振動成分とを乗算して前記出力電力補正值を算出する

ことを特徴とする請求項 3 に記載のマトリクスコンバータ。

[請求項7]

前記第 1 演算器は、

前記入力電流の振動成分と前記入力電圧の振動成分との乗算結果に所定の係数を乗算して前記出力電力補正值を算出する

ことを特徴とする請求項 6 に記載のマトリクスコンバータ。

[請求項8]

前記第 1 演算器は、

前記所定の係数を外部から設定可能である

ことを特徴とする請求項 4、5、7 のいずれか 1 項に記載のマトリクスコンバータ。

[請求項9]

前記所定の係数を調整する調整部を備える

ことを特徴とする請求項 4、5、7 のいずれか 1 項に記載のマトリクスコンバータ。

[請求項10]

前記出力電圧指令生成部は、

前記出力電圧指令として、前記出力電圧の周波数に同期して回転する 2 軸直交座標系の d q 軸上の q 軸電圧指令および d 軸電圧指令を生成し、

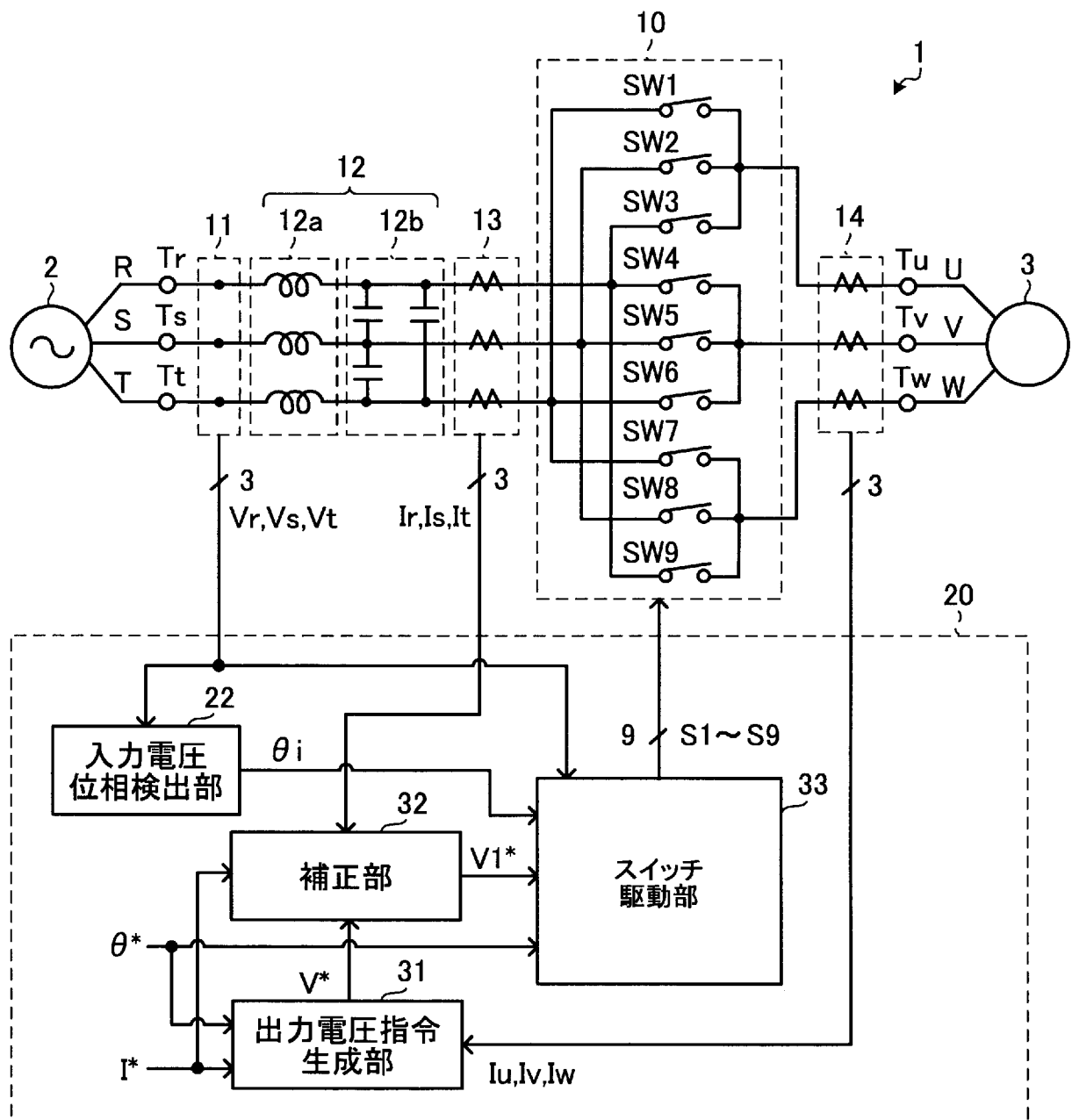
前記補正部は、

前記交流電源からの入力電流および／または入力電圧の振動成分に基づいて、前記 q 軸電圧指令または前記 d 軸電圧指令を補正する

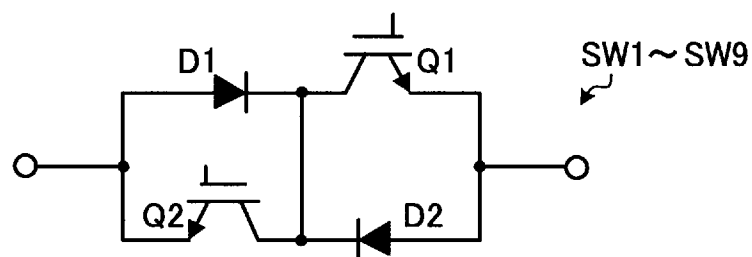
ことを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載のマトリクスコ

ンバータ。

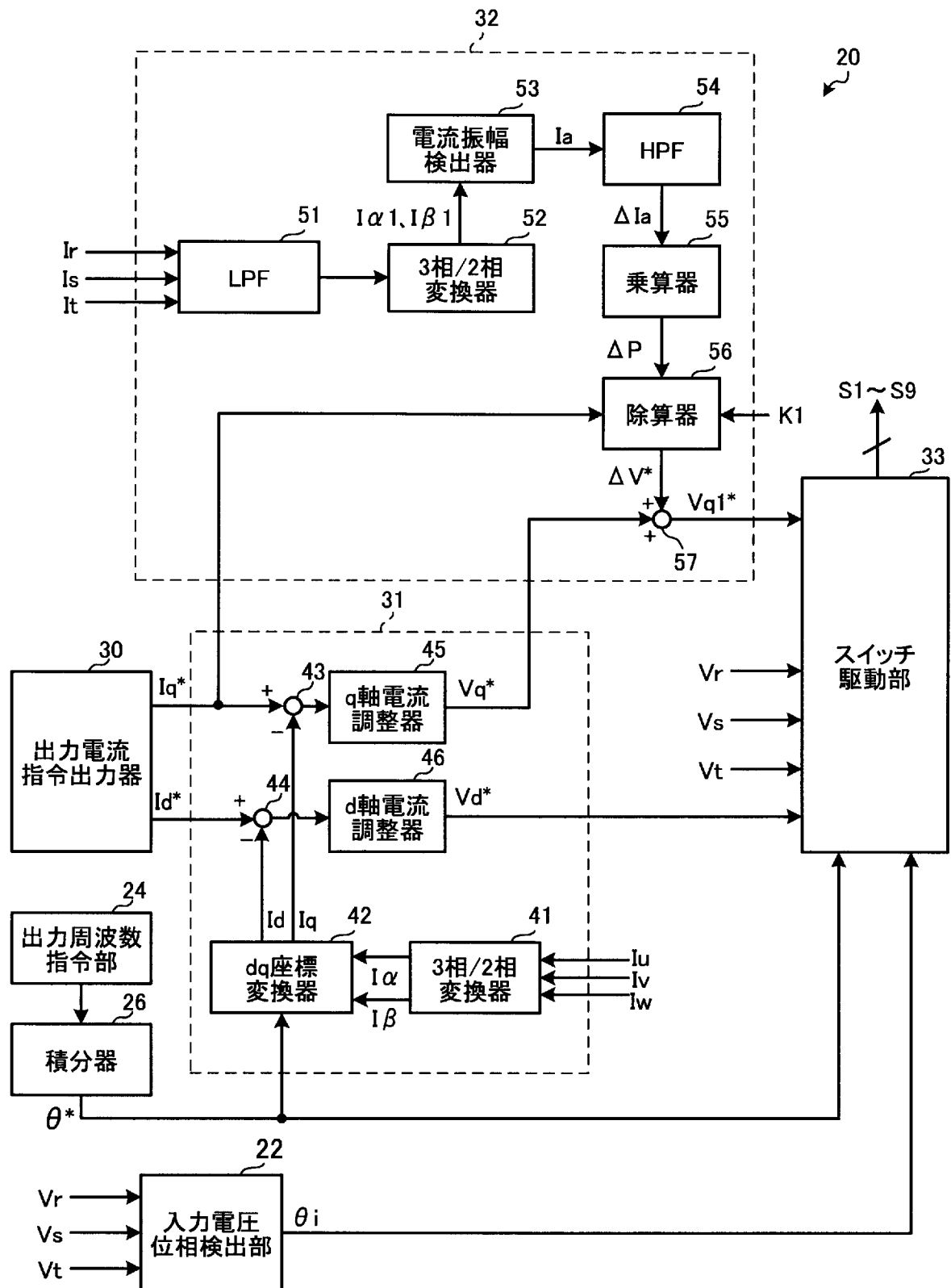
[図1]



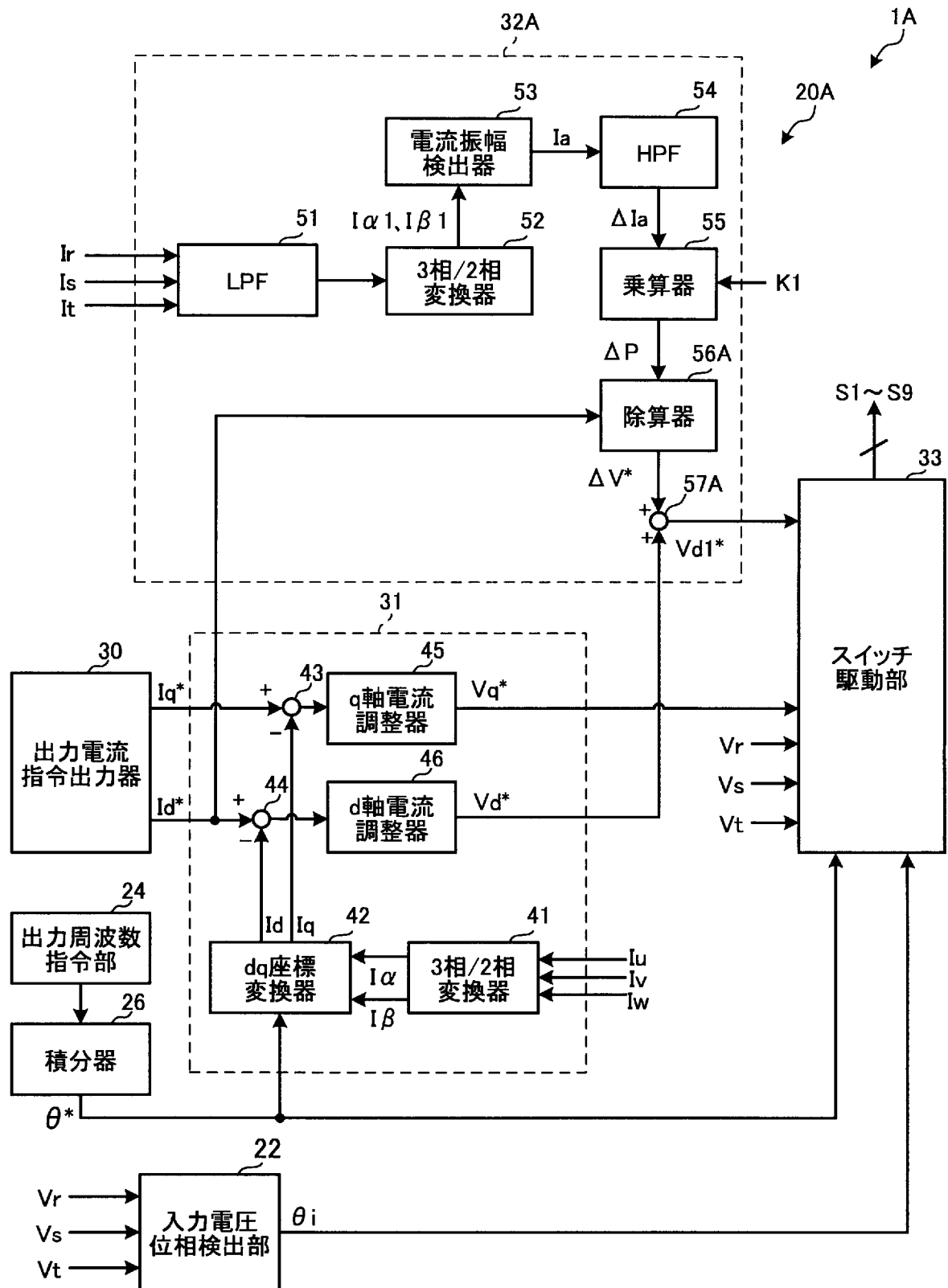
[図2]



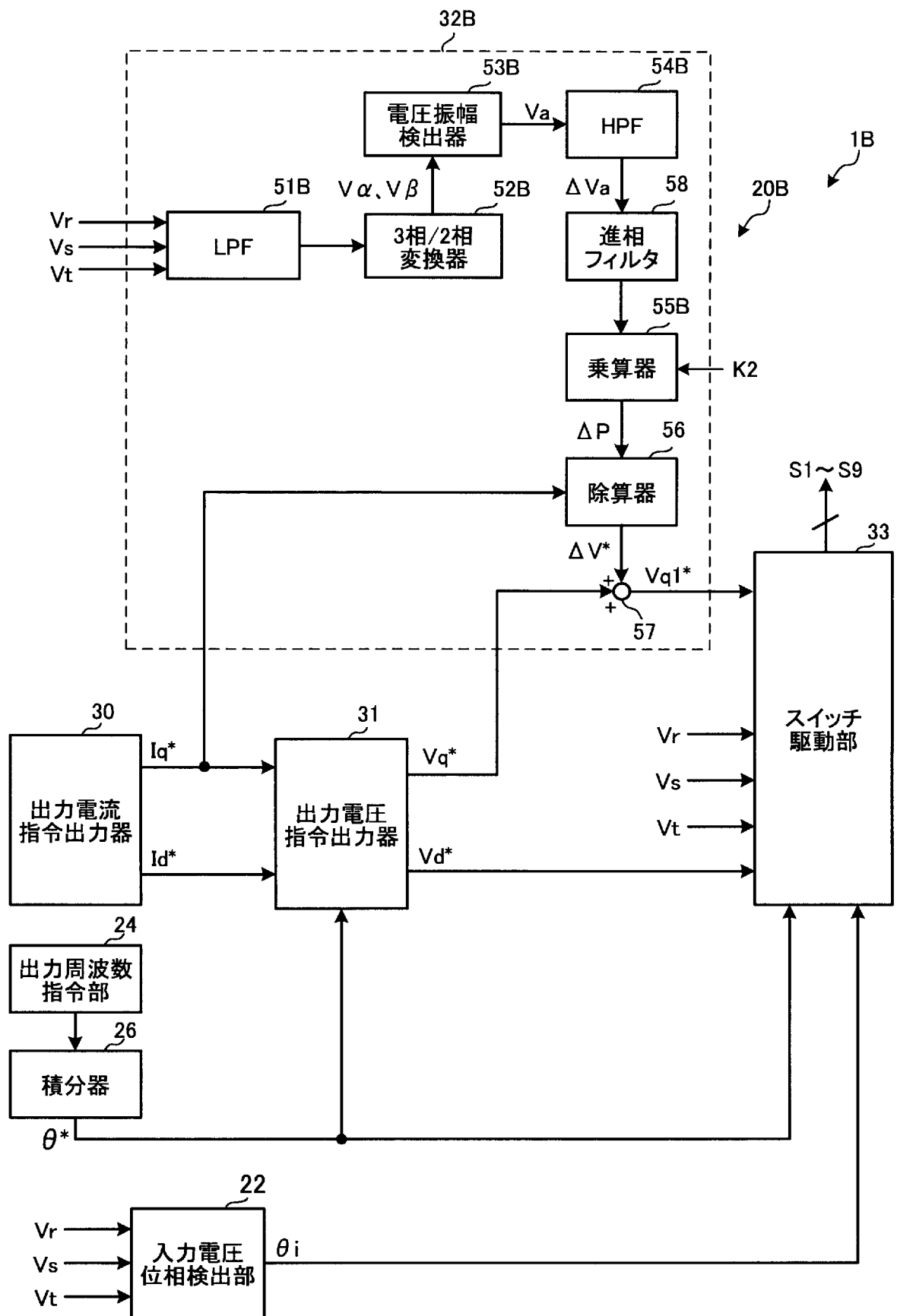
[図3]



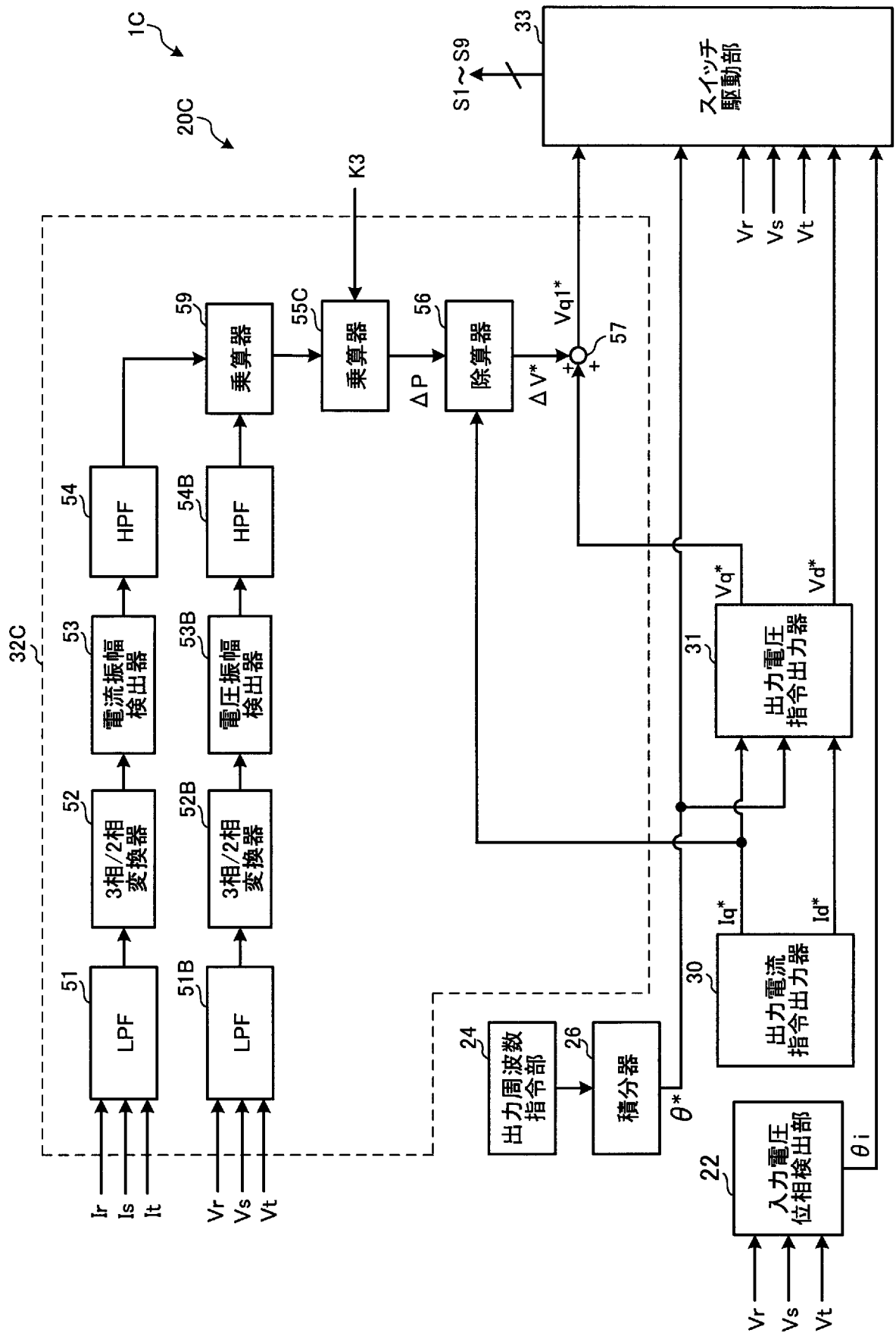
[図4]



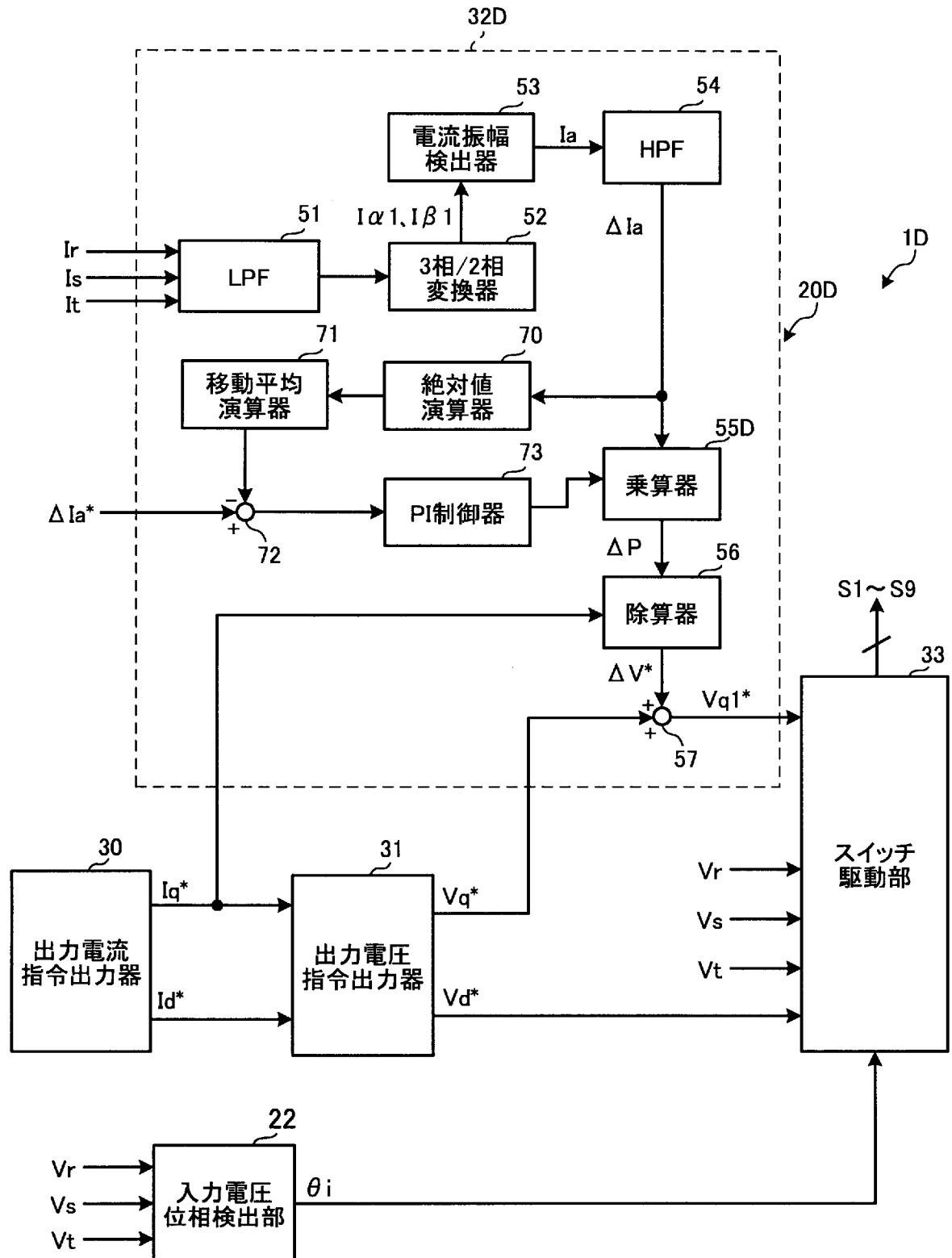
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/069483

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M5/293 (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)

H02M5/293

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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 Y A	JP 2006-262560 A (Nagaoka University of Technology), 28 September 2006 (28.09.2006), paragraphs [0060] to [0061] (Family: none)	1 10 2-9
Y	JP 2007-306649 A (Yaskawa Electric Corp.), 22 November 2007 (22.11.2007), paragraphs [0005] to [0011]; fig. 1 to 3 (Family: none)	10
A	JP 2002-354815 A (Yaskawa Electric Corp.), 06 December 2002 (06.12.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-10



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
23 October, 2012 (23.10.12)

Date of mailing of the international search report
30 October, 2012 (30.10.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/069483

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 2004-7929 A (Fuji Electric Holdings Co., Ltd.), 08 January 2004 (08.01.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02M5/293 (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. H02M5/293

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 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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
X Y A	JP 2006-262560 A（国立大学法人長岡技術科学大学）2006. 09. 28, 【0060】－【0061】（ファミリーなし）	1 1 0 2－9
Y	JP 2007-306649 A（株式会社安川電機）2007. 11. 22, 【0005】 －【0011】，第1－3図（ファミリーなし）	1 0
A	JP 2002-354815 A（株式会社安川電機）2002. 12. 06, 全文，全図（フ ァミリーなし）	1－1 0

☒ 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

2 3 . 1 0 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

3 0 . 1 0 . 2 0 1 2

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）

大山 広人

3 V

3 0 2 6

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

C (続き) . 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	JP 2004-7929 A (富士電機ホールディングス株式会社) 2004. 01. 08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 1 0