

(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 10 月 16 日(16.10.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/167625 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 7/48 (2007.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/060619
- (22) 国際出願日: 2013 年 4 月 8 日(08.04.2013)
- (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: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 有澤 浩一(ARISAWA, Koichi); 〒1008310 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 Tokyo (JP). 植村 啓介(UEMURA, Keisuke); 〒1008310 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 Tokyo (JP). 下妻 卓也(SHIMOMUGI, Takuya); 〒1008310 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 Tokyo (JP). 篠本 洋介(SHINOMOTO, Yosuke); 〒1008310 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 Tokyo (JP). 梅原 成雄(UMEHARA, Shigeo); 〒1008310 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 Tokyo (JP). 浦 慎一郎(URA, Shinichiro); 〒1008310 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 Tokyo (JP). 谷川 誠(TANIKAWA, Makoto); 〒1020073 東京都千代田区九段北一丁目 1 3 番 5 号 三菱電機エンジニアリング株式会社内 Tokyo (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, PA, 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), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) Title: POWER CONVERSION DEVICE, MOTOR DRIVE DEVICE COMPRISING SAME, VENTILATOR COMPRISING SAME, COMPRESSOR, AND AIR CONDITIONER, REFRIGERATOR, AND FREEZER COMPRISING THESE

(54) 発明の名称: 電力変換装置、およびそれを備えたモータ駆動装置、およびそれを備えた送風機、圧縮機、およびそれらを備えた空気調和機、冷蔵庫、ならびに冷凍機

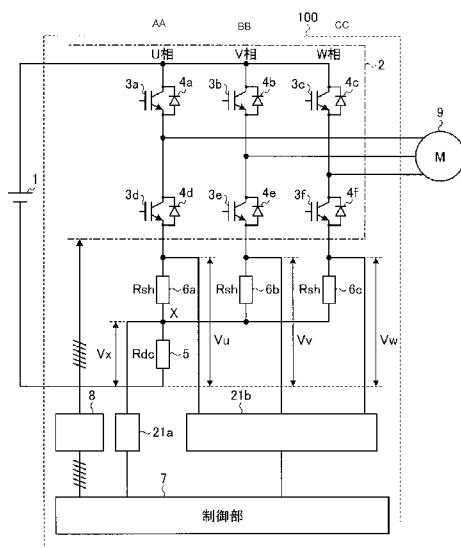


FIG. 1:
7 Control unit
AA U phase
BB V phase
CC W phase

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a power conversion device capable of: increasing the overcurrent detection period for a phase current; simplifying an overcurrent detection procedure; and improving the operation reliability of an inverter or load device. The power conversion device has provided therein: a power supply shunt resistance (5) provided between an inverter (2) and the negative voltage side of a DC power supply (1); and phase lower arm shunt resistance (6a-6c) each provided between each phase lower arm switching element (3d-3f) and the power supply shunt resistance (5). The power conversion device comprises: a first overcurrent detection unit (21a) that detects overcurrent in current that flows to the power supply shunt resistance (5), on the basis of power supply shunt resistance voltage (V_x); and a second overcurrent detection unit (21b) that detects overcurrent in each current that flows to each phase lower arm shunt resistance (6a-6c), on the basis of each phase lower arm voltage (V_u , V_v , V_w). The power conversion device is configured so as to detect overcurrent in each phase current, using either the overcurrent detection results from the first overcurrent detection unit (21a) or the overcurrent detection results from the second overcurrent detection unit (21b).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/167625 A1



(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))

相電流の過電流検出期間の拡大および過電流検出手順の簡素化を実現し、インバータや負荷装置の運転信頼性の向上を図ることができる電力変換装置を得ること。直流電源 1 の負電圧側とインバータ 2 との間に設けられた電源シャント抵抗 5 と、各相下アームスイッチング素子 3 d ~ 3 f と電源シャント抵抗 5 との間にそれぞれ設けられた各相下アームシャント抵抗 6 a ~ 6 c とを設け、電源シャント抵抗電圧 V_x に基づいて、電源シャント抵抗 5 に流れる電流の過電流検出を行う第 1 の過電流検出部 2 1 a と、各相下アーム電圧 V_u , V_v , V_w に基づいて、各相下アームシャント抵抗 6 a ~ 6 c に流れる各電流の過電流検出を行う第 2 の過電流検出部 2 1 b とを備え、これら第 1 の過電流検出部 2 1 a による過電流検出結果および第 2 の過電流検出部 2 1 b による過電流検出結果のうちの何れか一方を用いて、各相電流の過電流検出を行うようにした。

明 細 書

発明の名称：

電力変換装置、およびそれを備えたモータ駆動装置、およびそれを備えた送風機、圧縮機、およびそれらを備えた空気調和機、冷蔵庫、ならびに冷凍機

技術分野

[0001] 本発明は、電力変換装置、およびそれを備えたモータ駆動装置、およびそれを備えた送風機、圧縮機、およびそれらを備えた空気調和機、冷蔵庫、ならびに冷凍機に関する。

背景技術

[0002] PWM変調方式の3相インバータを構成するスイッチング素子のON/OFF状態を組み合わせることにより、3相交流電圧を生成して負荷に供給する電力変換装置では、例えばモータ等の3相負荷に流れる各相電流を検出し、その各相電流に基づいて負荷を制御している。

[0003] 3相負荷に流れる各相電流を検出する手段としては、インバータを構成するスイッチング素子に直列に接続された電流センサやシャント抵抗を設けるものがある。シャント抵抗を設ける構成としては、直流電源とインバータ装置間の電流を検出する電源シャント抵抗を設ける構成や、下アームスイッチング素子と直流電源のマイナス側との間に当該相の相電流を検出する下アームシャント抵抗を設ける構成がある。電源シャント抵抗や下アームシャント抵抗を設ける構成では、位相毎に検出する相電流を特定する必要があり、制御ソフトが複雑化する。また、電源シャント抵抗を設ける構成では、1相分の電流しか検出できない場合に、2相分の電流を検出するために通電調節を行う必要がある。つまり、1スイッチング周期において各相電流を検出する期間が狭い範囲に限定される。このため、例えば、「電源シャント抵抗と、少なくとも2相分の下アームシャント抵抗を設けて、下アームシャント抵抗により検出できない相電流を、電源シャント抵抗により検出する」ことによ

り、位相毎の検出電流特定、通電調節、時系列的な電流検出を必要としない簡単な制御ソフトで相電流の検出ができるインバータ装置が開示されている（例えば、特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２００６－６７７４７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] インバータや負荷装置を保護し、運転信頼性を確保するためには、各相電流の過電流検出およびインバータの停止には即時性が要求される。したがって、各相電流の過電流検出においては、演算処理が介在しない過電流検出手法が望ましい。しかしながら、上記特許文献１に記載された技術では、下アームシャント抵抗で相電流の検出を行い、相電流が検出できたか否かを判定してから、下アームシャント抵抗により相電流を検出できなかった場合に、電源シャント抵抗により相電流を検出し、さらに、複数の検出値を用いて相電流を算出するようにしているので、過電流が発生してからインバータを停止するまでに、判定処理や演算処理を行うための時間が必要となる、という問題があった。

[0006] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、相電流の過電流検出期間の拡大および過電流検出手順の簡素化を実現し、インバータや負荷装置の運転信頼性の向上を図ることができる電力変換装置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] 上述した課題を解決し、目的を達成するため、本発明にかかる電力変換装置は、直流電源から供給される直流電力を３相交流電力に変換して負荷装置に供給する電力変換装置であって、上アームスイッチング素子および下アームスイッチング素子からなるアームを３相分並列に接続して構成されるイン

バータと、前記直流電源の負電圧側と前記インバータとの間に設けられた電源シャント抵抗と、前記各相下アームスイッチング素子と前記電源シャント抵抗との間にそれぞれ設けられた各相下アームシャント抵抗と、前記電源シャント抵抗および前記各相下アームシャント抵抗の接続点と前記直流電源の負電圧側との間の電圧である電源シャント抵抗電圧に基づいて、前記電源シャント抵抗に流れる電流の過電流検出を行う第1の過電流検出部と、前記各相下アームスイッチング素子および前記各相下アームシャント抵抗の各接続点と前記直流電源の負電圧側との間の各電圧である各相下アーム電圧に基づいて、前記各相下アームシャント抵抗に流れる各電流の過電流検出を行う第2の過電流検出部と、前記各相上アームスイッチング素子および前記各相下アームスイッチング素子に対応する6つの駆動信号を生成すると共に、前記第1の過電流検出部による過電流検出結果および前記第2の過電流検出部による過電流検出結果のうちの何れか一方を用いて、前記負荷装置に流れる各相電流の過電流検出を行い、前記各相電流の過電流を検出した場合に、前記各駆動信号の出力を停止する制御部と、前記各駆動信号に基づいて前記各相上アームスイッチング素子および前記各相下アームスイッチング素子を駆動する駆動部と、を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、相電流の過電流検出期間の拡大および過電流検出手順の簡素化を実現し、インバータや負荷装置の運転信頼性の向上を図ることができる、という効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、実施の形態1にかかる電力変換装置の一構成例を示す図である。

[図2]図2は、実施の形態1にかかる電力変換装置の第1の過電流検出部の一構成例を示す図である。

[図3]図3は、実施の形態1にかかる電力変換装置の第2の過電流検出部の一構成例を示す図である。

[図4]図4は、実施の形態1にかかる電力変換装置の制御部の一構成例を示す図である。

[図5]図5は、空間ベクトル変調方式における各相上アームスイッチング素子のON/OFF状態とインバータの出力電圧ベクトルとの関係を示す図である。

[図6]図6は、インバータの出力電圧ベクトルが実ベクトル V_1 (100)である場合に、インバータの各部に流れる電流を示す図である。

[図7]図7は、インバータの出力電圧ベクトルが実ベクトル V_2 (010)である場合に、インバータの各部に流れる電流を示す図である。

[図8]図8は、インバータの出力電圧ベクトルが実ベクトル V_3 (001)である場合に、インバータの各部に流れる電流を示す図である。

[図9]図9は、インバータの出力電圧ベクトルがゼロベクトル V_4 (110)である場合に、インバータの各部に流れる電流を示す図である。

[図10]図10は、インバータの出力電圧ベクトルが実ベクトル V_5 (011)である場合に、インバータの各部に流れる電流を示す図である。

[図11]図11は、インバータの出力電圧ベクトルが実ベクトル V_6 (101)である場合に、インバータの各部に流れる電流を示す図である。

[図12]図12は、インバータの出力電圧ベクトルが実ベクトル V_0 (000)である場合に、インバータの各部に流れる電流を示す図である。

[図13]図13は、1キャリア周期における各出力電圧ベクトル発生期間の一例を示す図である。

[図14]図14は、インバータの変調率が比較的高い場合の電源シャント抵抗電圧 V_x の推移を示す図である。

[図15]図15は、インバータの変調率が比較的低い場合の電源シャント抵抗電圧 V_x の推移を示す図である。

[図16]図16は、インバータの変調率が比較的低い場合のU相下アーム電圧 V_u の推移を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下に添付図面を参照し、本発明の実施の形態にかかる電力変換装置について説明する。なお、以下に示す実施の形態により本発明が限定されるものではない。

[0011] 実施の形態 1.

図 1 は、実施の形態 1 にかかる電力変換装置の一構成例を示す図である。

図 1 に示す例では、実施の形態 1 にかかる電力変換装置 100 は、直流電源 1 から供給される直流電力を負荷装置（図 1 に示す例ではモータ） 9 に供給する 3 相交流電力に変換する構成としている。

[0012] 図 1 に示すように、電力変換装置 100 は、負荷装置 9 に 3 相交流電力を供給するための主たる構成要素として、上アームスイッチング素子 3a～3c（ここでは、3a：U相、3b：V相、3c：W相）および下アームスイッチング素子 3d～3f（ここでは、3d：U相、3e：V相、3f：W相）からなる 3 つのアームで構成されるインバータ 2 と、各相上アームスイッチング素子 3a～3c および各相下アームスイッチング素子 3d～3f に対応する 6 つの駆動信号を生成して、それぞれ各相上アームスイッチング素子 3a～3c および各相下アームスイッチング素子 3d～3f に出力する制御部 7 と、各駆動信号に基づいて各相上アームスイッチング素子 3a～3c および各相下アームスイッチング素子 3d～3f を駆動する駆動部 8 とを備えている。各相上アームスイッチング素子 3a～3c および各相下アームスイッチング素子 3d～3f は、それぞれ逆並列接続された還流ダイオード 4a～4f（ここでは、4a：U相上アーム、4b：V相上アーム、4c：W相上アーム、4d：U相下アーム、4e：V相下アーム、4f：W相下アーム）を含み構成されている。

[0013] 制御部 7 は、例えばマイコンや CPU 等で構成され、入力されたアナログの電圧信号をデジタル値に変換して、負荷装置 9 の制御アプリケーションに応じた演算・制御を行う演算・制御手段である。

[0014] また、実施の形態 1 にかかる電力変換装置 100 は、直流電源 1 の負電圧側とインバータ 2 との間に設けられた電源シャント抵抗 5 と、各相下アーム

スイッチング素子 3 d, 3 e, 3 f と電源シャント抵抗 5 との間にそれぞれ設けられた各相下アームシャント抵抗 6 a, 6 b, 6 c (ここでは、6 a : U 相、6 b : V 相、6 c : W 相) と、電源シャント抵抗 5 および各相下アームシャント抵抗 6 a, 6 b, 6 c の接続点 (図 1 に示す X 点) と直流電源 1 の負電圧側 (基準電位) との間の電圧 (以下、「電源シャント抵抗電圧」という) V_x に基づいて、電源シャント抵抗 5 に流れる電流の過電流検出を行う第 1 の過電流検出部 2 1 a と、各相下アームスイッチング素子 3 d, 3 e, 3 f および各相下アームシャント抵抗 6 a, 6 b, 6 c の各接続点と直流電源 1 の負電圧側 (基準電位) との間の各電圧 (以下、「各相下アーム電圧」という) V_u, V_v, V_w に基づいて、各相下アームシャント抵抗 6 a, 6 b, 6 c に流れる各電流の過電流検出を行う第 2 の過電流検出部 2 1 b とを備えている。なお、図 1 に示す例では、電源シャント抵抗 5 の抵抗値を R_{dc} 、各相下アームシャント抵抗 6 a, 6 b, 6 c の抵抗値を R_{sh} としている。

[0015] 図 2 は、実施の形態 1 にかかる電力変換装置の第 1 の過電流検出部の一構成例を示す図である。図 2 に示すように、第 1 の過電流検出部 2 1 a は、電圧比較手段 2 2 を含み構成される。

[0016] 電圧比較手段 2 2 では、電源シャント抵抗電圧 V_x に対する第 1 の閾値 V_1 が予め設定され、電源シャント抵抗電圧 V_x が第 1 の閾値 V_1 以下 ($V_x \leq V_1$) である場合には、電源シャント抵抗 5 に流れる電流の電流値が正常値であることを示す値 (ここでは、Hi 出力) を OC 1 出力として制御部 7 に出力し、電源シャント抵抗電圧 V_x が第 1 の閾値 V_1 よりも大きい ($V_x > V_1$) 場合には、電源シャント抵抗 5 に過電流が流れたことを示す値 (ここでは、Lo 出力) を OC 1 出力として制御部 7 に出力する。

[0017] なお、この第 1 の過電流検出部 2 1 a は、電圧比較手段 2 2 の前段に、電源シャント抵抗電圧 V_x を制御部 7 で扱い易い電圧値 $V_{x'}$ とするための増幅手段を具備する構成であってもよい。この場合には、電圧比較手段 2 2 において、 $V_{x'}$ が予め設定された第 1 の閾値 $V_{1'}$ 以下 ($V_{x'} \leq V_{1'}$)

である場合には、電源シャント抵抗5に流れる電流の電流値が正常値であることを示す値（ここでは、H i 出力）をOC 1 出力として制御部7に出力し、 $V_{x'}$ が第1の閾値 $V_{1'}$ よりも大きい（ $V_{x'} > V_{1'}$ ）場合には、電源シャント抵抗5に過電流が流れたことを示す値（ここでは、L o 出力）をOC 1 出力として制御部7に出力するようにすればよい。

[0018] 図3は、実施の形態1にかかる電力変換装置の第2の過電流検出部の一構成例を示す図である。図3に示すように、第2の過電流検出部21bは、各相電圧比較手段23a、23b、23c、および論理積演算手段24を含み構成される。

[0019] 各相電圧比較手段23a、23b、23cでは、それぞれ各相下アーム電圧 V_u 、 V_v 、 V_w に対する第2の閾値 V_2 およびこの第2の閾値 V_2 よりも高い第3の閾値 V_3 が予め設定され、各相下アーム電圧 V_u 、 V_v 、 V_w が第2の閾値 V_2 以上であり、且つ、第3の閾値 V_3 以下（ $V_2 \leq V_u, V_v, V_w \leq V_3$ ）である場合には、各相下アームシャント抵抗6a、6b、6cに流れる各電流の電流値が正常値であることを示す値（ここでは、H i 出力）をそれぞれOC 2 a、OC 2 b、OC 2 cとして出力し、各相下アーム電圧 V_u 、 V_v 、 V_w が第2の閾値 V_2 よりも小さい（ $V_u, V_v, V_w < V_2$ ）か、あるいは第3の閾値 V_3 よりも大きい（ $V_u, V_v, V_w > V_3$ ）場合には、各相下アームシャント抵抗6a、6b、6cに過電流が流れたことを示す値（ここでは、L o 出力）をそれぞれOC 2 a、OC 2 b、OC 2 cとして出力する。

[0020] この各相電圧比較手段23a、23b、23cは、例えば、各相毎に比較器を2回路ずつ設け、一方の比較器で各相下アーム電圧 V_u 、 V_v 、 V_w と第2の閾値 V_2 との比較を行い、他方の比較器で各相下アーム電圧 V_u 、 V_v 、 V_w と第3の閾値 V_3 との比較を行い、各比較器の出力を論理演算して、その論理演算結果をOC 2 a、OC 2 b、OC 2 cとすればよい。

[0021] なお、この第2の過電流検出部21bは、各相電圧比較手段23a、23b、23cの前段に、それぞれ各相下アーム電圧 V_u 、 V_v 、 V_w を制御部

7で扱い易い各電圧値 V_u' 、 V_v' 、 V_w' とするための増幅手段を具備する構成であってもよい。また、各相下アームスイッチング素子3d、3e、3fの各還流ダイオード4d、4e、4fに電流が流れる場合には、各相下アーム電圧 V_u 、 V_v 、 V_w が直流電源1の負電圧側（基準電位）よりも低くなり、直流電源1の負電圧側（基準電位）がGNDである場合には、各相下アーム電圧 V_u 、 V_v 、 V_w が負電圧となるため、さらに電圧レベルシフト手段を具備する構成であってもよい。この場合には、第1の過電流検出部21aにおいて、 V_u' 、 V_v' 、 V_w' が予め設定された第2の閾値 V_2' 以上であり、且つ、第3の閾値 V_3' 以下（ $V_2' \leq V_u'$ 、 V_v' 、 $V_w' \leq V_3'$ ）である場合には、各相下アームシャント抵抗6a、6b、6cに流れる各電流の電流値が正常値であることを示す値（ここでは、Hi出力）をそれぞれOC2a、OC2b、OC2cとして出力し、各相下アーム電圧 V_u' 、 V_v' 、 V_w' が第2の閾値 V_2' よりも小さい（ V_u' 、 V_v' 、 $V_w' < V_2'$ ）か、あるいは第3の閾値 V_3' よりも大きい（ V_u' 、 V_v' 、 $V_w' > V_3'$ ）場合には、各相下アームシャント抵抗6a、6b、6cに過電流が流れたことを示す値（ここでは、Lo出力）をそれぞれOC2a、OC2b、OC2cとして出力するようにすればよい。

[0022] 論理積演算手段24では、各相電圧比較手段23a、23b、23cの各出力OC2a、OC2b、OC2cが全て各相下アームシャント抵抗6a、6b、6cに流れる各電流が正常値であることを示す値（ここでは、Hi出力）である場合には、各相下アームシャント抵抗6a、6b、6cに流れる各電流の電流値が全て正常値であることを示す値（ここでは、Hi出力）をOC2として制御部7に出力し、各相電圧比較手段23a、23b、23cの各出力OC2a、OC2b、OC2cのうち、いずれか1つ以上が各相下アームシャント抵抗6a、6b、6cに過電流が流れたことを示す値（ここでは、Lo出力）である場合には、各相下アームシャント抵抗6a、6b、6cのいずれか1つ以上に過電流が流れたことを示す値（ここでは、Lo出力）をOC2として制御部7に出力する。

[0023] 図4は、実施の形態1にかかる電力変換装置の制御部の一構成例を示す図である。実施の形態1にかかる電力変換装置100の制御部7は、上述した各相上アームスイッチング素子3a～3cおよび各相下アームスイッチング素子3d～3fに対応する各駆動信号 S_{up} , S_{un} , S_{vp} , S_{vn} , S_{wp} , S_{wn} を生成するための各構成部（図示せず）に加え、第1の過電流検出部21aによる過電流検出結果と第2の過電流検出部21bによる過電流検出結果とを切り替えて出力する過電流検出結果切替部25と、過電流検出結果切替部25の出力を保持する状態保持部26と、状態保持部26の出力が電源シャント抵抗5あるいは各相下アームシャント抵抗6a, 6b, 6cのいずれかに過電流が流れたことを示す値（ここでは、Lo出力）である場合に、インバータ2を構成する各相上アームスイッチング素子3a～3cおよび各相下アームスイッチング素子3d～3fへの各駆動信号の出力を停止するインバータ駆動停止部27とを備えている。

[0024] 過電流検出結果切替部25は、図4に示すように、スイッチ手段28を含み構成される。このスイッチ手段28では、後述するインバータ2の出力電圧ベクトルに応じて、第1の過電流検出部21aの過電流検出結果である出力OC1と第2の過電流検出部21bの過電流検出結果である出力OC2とを切り替えて、OC3として出力する。

[0025] 状態保持部26は、例えばラッチ回路等により構成される。この状態保持部26では、過電流検出結果切替部25の出力OC3が電源シャント抵抗5に流れる電流あるいは各相下アームシャント抵抗6a, 6b, 6cに流れる各電流の電流値が正常値であることを示す値（ここでは、Hi出力）である間は、過電流検出結果切替部25の出力値OC3と同値（ここでは、Hi出力）が保たれ、過電流検出結果切替部25の出力OC3が電源シャント抵抗5あるいは各相下アームシャント抵抗6a, 6b, 6cのいずれかに過電流が流れたことを示す値（ここでは、Lo出力）となった時点で、過電流検出結果切替部25の出力値OC3と同値（ここでは、Lo出力）を保持する。

[0026] インバータ駆動停止部27は、図4に示すように、各論理積演算手段29

a, 29 b, 29 c, 29 d, 29 e, 29 f を含み構成される。これら各論理積演算手段 29 a, 29 b, 29 c, 29 d, 29 e, 29 f では、それぞれ、状態保持部 26 により保持された過電流検出結果切替部 25 の出力 OC 3 が電源シャント抵抗 5 に流れる電流あるいは各相下アームシャント抵抗 6 a, 6 b, 6 c に流れる各電流の電流値が正常値であることを示す値（ここでは、Hi 出力）である間は、各駆動信号 S_{up}, S_{un}, S_{vp}, S_{vn}, S_{wp}, S_{wn} を出力し、過電流検出結果切替部 25 の出力 OC 3 が電源シャント抵抗 5 あるいは各相下アームシャント抵抗 6 a, 6 b, 6 c のいずれかに過電流が流れたことを示す値（ここでは、Lo 出力）となった時点で、各駆動信号 S_{up}, S_{un}, S_{vp}, S_{vn}, S_{wp}, S_{wn} の出力を停止する。

[0027] なお、上述した第 1 の過電流検出部 21 a、第 2 の過電流検出部 21 b、および制御部 7 の構成や制御手法により、本発明が制限されるものではない。

[0028] つぎに、PWM 変調による空間ベクトル変調方式について説明する。図 5 は、空間ベクトル変調方式における各相上アームスイッチング素子の ON/OFF 状態とインバータの出力電圧ベクトルとの関係を示す図である。図 5 (a) は、各相上アームスイッチング素子 3 a ~ 3 c の ON/OFF 状態とインバータ 2 の出力電圧ベクトルとの関係を示す模式図であり、図 5 (b) は、インバータ 2 の出力電圧ベクトルの定義を示している。なお、図 5 に示す例では、各相上アームスイッチング素子 3 a ~ 3 c が ON 状態である場合を「1」、OFF 状態である場合を「0」と定義する。

[0029] 図 5 に示すように、各相上アームスイッチング素子 3 a ~ 3 c の ON/OFF 状態としては、ON 状態（つまり、「1」）と OFF 状態（つまり、「0」）との 2 通り存在し、また、各相上アームスイッチング素子 3 a ~ 3 c の ON/OFF 状態の組み合わせに対応して、インバータ 2 の出力電圧ベクトルは、（（U 相上アームスイッチング素子 3 a の状態）（V 相上アームスイッチング素子 3 b の状態）（W 相上アームスイッチング素子 3 c の状態）

）の形式で定義すると、 $V_0(000)$ 、 $V_1(100)$ 、 $V_2(010)$ 、 $V_3(001)$ 、 $V_4(110)$ 、 $V_5(011)$ 、 $V_6(101)$ 、 $V_7(111)$ の8通り存在する。これらインバータの出力電圧ベクトルのうち、大きさを持たない $V_0(000)$ および $V_7(111)$ をゼロベクトルと呼び、これら以外の大きさが等しく互いに 60° の位相差を持つ $V_1(100)$ 、 $V_2(010)$ 、 $V_3(001)$ 、 $V_4(110)$ 、 $V_5(011)$ 、 $V_6(101)$ を実ベクトルと呼ぶ。

[0030] このように、PWM変調による空間ベクトル変調方式におけるインバータの出力電圧ベクトルは、大きさを持たない各ゼロベクトル V_0 、 V_7 と、大きさが等しく互いに 60° の位相差を持つ各実ベクトル $V_1 \sim V_6$ とで構成され、これら8通りの出力電圧ベクトルを任意の組み合わせで合成することにより、各相上アームスイッチング素子 $3a \sim 3c$ および各相下アームスイッチング素子 $3d \sim 3f$ に対応する3相PWM電圧を発生させる。

[0031] ここで、インバータ2や負荷装置9を保護し、運転信頼性を確保するためには、各相電流の過電流検出およびインバータ2の停止には即時性が要求される。したがって、各相電流の過電流検出においては、演算処理が介在しない過電流検出手法が望ましい。

[0032] 図6は、インバータの出力電圧ベクトルが実ベクトル $V_1(100)$ である場合に、インバータの各部に流れる電流を示す図である。図6に示す例では、負荷装置（ここではモータ）9の各相巻線の高電位側から低電位側に流れる各相電流 i_u 、 i_v 、 i_w を正の値としている。なお、以下の各図に示す例においても、図6と同様の記載とする。

[0033] 図6に示すように、インバータ2の出力電圧ベクトルが実ベクトル $V_1(100)$ である場合には、直流電源1の正電圧側からU相上アームスイッチング素子 $3a$ を介してモータ9に向かいU相電流 i_u が流れ、モータ9からV相下アームスイッチング素子 $3e$ 、V相下アームシャント抵抗 $6b$ 、電源シャント抵抗 5 を介して直流電源1の負電圧側に向かいV相電流 i_v が流れ、W相下アームスイッチング素子 $3f$ 、電源シャント抵抗 5 を介して直流電

源 1 の負電圧側に向かい W 相電流 i_w が流れる。このとき、U 相下アーム電圧 V_u 、V 相下アーム電圧 V_v 、および W 相下アーム電圧 V_w は、以下の (1)、(2)、(3) 式で表すことができる。

$$[0034] \quad V_u = V_x = i_u \times R_{dc} \quad \cdots (1)$$

$$V_v = V_x + i_v \times R_{sh} = i_u \times R_{dc} + i_v \times R_{sh} \quad \cdots (2)$$

$$V_w = V_x + i_w \times R_{sh} = i_u \times R_{dc} + i_w \times R_{sh} \quad \cdots (3)$$

[0035] つまり、インバータ 2 の出力電圧ベクトルが実ベクトル $V_1 (100)$ である場合には、各相下アーム電圧 V_u 、 V_v 、 V_w を検出することにより、上記 (1)、(2)、(3) 式を用いて各相下アームシャント抵抗 $6a$ 、 $6b$ 、 $6c$ に流れる各相電流 i_u 、 i_v 、 i_w を算出することができる。

[0036] また、電源シャント抵抗電圧 V_x を検出することにより、上記 (1) 式を用いて電源シャント抵抗 5 に流れる I 相電流 i_u を算出することができる。

[0037] 図 7 は、インバータの出力電圧ベクトルが実ベクトル $V_2 (010)$ である場合に、インバータの各部に流れる電流を示す図である。

[0038] 図 7 に示すように、インバータ 2 の出力電圧ベクトルが実ベクトル $V_2 (010)$ である場合には、直流電源 1 の正電圧側から V 相上アームスイッチング素子 3b を介してモータ 9 に向かい V 相電流 i_v が流れ、モータ 9 から U 相下アームスイッチング素子 3d、U 相下アームシャント抵抗 $6a$ 、電源シャント抵抗 5 を介して直流電源 1 の負電圧側に向かい U 相電流 i_u が流れ、W 相下アームスイッチング素子 3f、電源シャント抵抗 5 を介して直流電源 1 の負電圧側端子に向かい W 相電流 i_w が流れる。このとき、U 相下アーム電圧 V_u 、V 相下アーム電圧 V_v 、および W 相下アーム電圧 V_w は、以下の (4)、(5)、(6) 式で表すことができる。

$$[0039] \quad V_u = V_x + i_u \times R_{sh} = i_v \times R_{dc} + i_u \times R_{sh} \quad \cdots (4)$$

$$V_v = V_x = i_v \times R_{dc} \quad \cdots (5)$$

$$V_w = V_x + i_w \times R_{sh} = i_v \times R_{dc} + i_w \times R_{sh} \quad \cdots (6)$$

[0040] つまり、インバータ 2 の出力電圧ベクトルが実ベクトル $V_2 (010)$ である場合には、各相下アーム電圧 V_u 、 V_v 、 V_w を検出することにより、

上記（４），（５），（６）式を用いて各相下アームシャント抵抗 6 a, 6 b, 6 c に流れる各相電流 i_u , i_v , i_w を算出することができる。

[0041] また、電源シャント抵抗電圧 V_x を検出することにより、上記（５）式を用いて電源シャント抵抗 5 に流れる V 相電流 i_v を算出することができる。

[0042] 図 8 は、インバータの出力電圧ベクトルが実ベクトル V_3 （0 0 1）である場合に、インバータの各部に流れる電流を示す図である。

[0043] 図 8 に示すように、インバータ 2 の出力電圧ベクトルが実ベクトル V_3 （0 0 1）である場合には、直流電源 1 の正電圧側から W 相上アームスイッチング素子 3 c を介してモータ 9 に向かい W 相電流 i_w が流れ、モータ 9 から U 相下アームスイッチング素子 3 d、U 相下アームシャント抵抗 6 a、電源シャント抵抗 5 を介して直流電源 1 の負電圧側に向かい U 相電流 i_u が流れ、V 相下アームスイッチング素子 3 e、電源シャント抵抗 5 を介して直流電源 1 の負電圧側に向かい V 相電流 i_v が流れる。このとき、U 相下アーム電圧 V_u 、V 相下アーム電圧 V_v 、および W 相下アーム電圧 V_w は、以下の（７），（８），（９）式で表すことができる。

$$[0044] \quad V_u = V_x + i_u \times R_{sh} = i_w \times R_{dc} + i_u \times R_{sh} \quad \cdots (7)$$

$$V_v = V_x + i_v \times R_{sh} = i_w \times R_{dc} + i_v \times R_{sh} \quad \cdots (8)$$

$$V_w = V_x = i_w \times R_{dc} \quad \cdots (9)$$

[0045] つまり、インバータ 2 の出力電圧ベクトルが実ベクトル V_3 （0 0 1）である場合には、各相下アーム電圧 V_u , V_v , V_w を検出することにより、上記（７），（８），（９）式を用いて各相下アームスイッチング素子 3 d ~ 3 f に流れる各相電流 i_u , i_v , i_w を算出することができる。

[0046] また、電源シャント抵抗電圧 V_x を検出することにより、上記（９）式を用いて電源シャント抵抗 5 に流れる W 相電流 i_w を算出することができる。

[0047] このように、本実施の形態にかかる電力変換装置 100 では、実ベクトル V_1 （1 0 0）， V_2 （0 1 0），および V_3 （0 0 1）である場合には、U 相下アーム電圧 V_u 、V 相下アーム電圧 V_v 、および W 相下アーム電圧 V_w を検出することにより、モータ 9 の各相巻線に流れる各相電流 i_u , i_v

、 i_w を算出することも可能であるが、複数の検出値を用いて算出する時間が必要であるので、即時性を要する過電流検出には不向きである。

[0048] 一方、電源シャント抵抗電圧 V_x を検出することにより、1相分の相電流を算出することが可能であり、電源シャント抵抗電圧 V_x に対して、各相電流 i_u 、 i_v 、 i_w の過電流検出値に相当する第1の閾値 V_1 を設定しておき、単に、電源シャント抵抗電圧 V_x を検出して第1の閾値 V_1 と比較することにより、過電流の検出を行うことが可能である。

[0049] また、キルヒホッフの第一法則や、相電流の平衡条件を用いることなく、各相電流 i_u 、 i_v 、 i_w を得ることから、モータ9が不平衡負荷である場合でも適用可能である。

[0050] 図9は、インバータの出力電圧ベクトルが実ベクトル V_4 （1 1 0）である場合に、インバータの各部に流れる電流を示す図である。

[0051] 図9に示すように、インバータ2の出力電圧ベクトルが実ベクトル V_4 （1 1 0）である場合には、直流電源1の正電圧側からU相上アームスイッチング素子3aを介してモータ9に向かいU相電流 i_u が流れ、V相上アームスイッチング素子3bを介してモータ9に向かいV相電流 i_v が流れ、モータ9からW相下アームスイッチング素子3f、W相下アームシャント抵抗6c、電源シャント抵抗5を介して直流電源1の負電圧側に向かいW相電流 i_w が流れる。このとき、U相下アーム電圧 V_u 、V相下アーム電圧 V_v 、およびW相下アーム電圧 V_w は、以下の（10）、（11）、（12）式で表すことができる。

$$[0052] \quad V_u = V_x = i_w \times R_{dc} \quad \cdots (10)$$

$$V_v = V_x = i_w \times R_{dc} \quad \cdots (11)$$

$$V_w = V_x + i_w \times R_{sh} = i_w \times R_{dc} + i_w \times R_{sh} \quad \cdots (12)$$

[0053] ここで、モータ9が3相平衡負荷である場合には、相電流の平衡条件より、

$$[0054] \quad i_u + i_v = i_w \quad \cdots (13)$$

$$i_u = i_v = (1/2) i_w \quad \cdots (14)$$

[0055] となる。つまり、インバータ2の出力電圧ベクトルが実ベクトル V_4 (1 1 0)であり、モータ9が3相平衡負荷である場合には、上記(1 0), (1 1), (1 3)式のうちのいずれか1式、および(1 4)式を用いて各相電流 i_u , i_v , i_w を算出することができる。

[0056] また、電源シャント抵抗電圧 V_x を検出することにより、上記(1 0)式あるいは(1 1)を用いて電源シャント抵抗5に流れるW相電流 i_w を算出することができる。

[0057] 図10は、インバータの出力電圧ベクトルが実ベクトル V_5 (0 1 1)である場合に、インバータの各部に流れる電流を示す図である。

[0058] 図10に示すように、インバータ2の出力電圧ベクトルが実ベクトル V_5 (0 1 1)である場合には、直流電源1の正電圧側からV相上アームスイッチング素子3bを介してモータ9に向かいV相電流 i_v が流れ、W相上アームスイッチング素子3cを介してモータ9に向かいW相電流 i_w が流れ、モータ9からU相下アームスイッチング素子3d、U相下アームシャント抵抗6a、電源シャント抵抗5を介して直流電源1の負電圧側に向かいU相電流 i_u が流れる。このとき、U相下アーム電圧 V_u 、V相下アーム電圧 V_v 、およびW相下アーム電圧 V_w は、以下の(1 4), (1 6), (1 7)式で表すことができる。

$$[0059] \quad V_u = V_x + i_u \times R_{sh} = i_u \times R_{dc} + i_u \times R_{sh} \quad \dots (14)$$

$$V_v = V_x = i_u \times R_{dc} \quad \dots (16)$$

$$V_w = V_x = i_u \times R_{dc} \quad \dots (17)$$

[0060] ここで、モータ9が3相平衡負荷である場合には、相電流の平衡条件より、

$$[0061] \quad i_v + i_w = i_u \quad \dots (18)$$

$$i_v = i_w = (1/2) i_u \quad \dots (19)$$

[0062] となる。つまり、インバータ2の出力電圧ベクトルが実ベクトル V_5 (0 1 1)であり、モータ9が3相平衡負荷である場合には、上記(1 4), (1 5), (1 6)式のうちのいずれか1式、および(1 9)式を用いて各相

電流 i_u , i_v , i_w を算出することができる。

[0063] また、電源シャント抵抗電圧 V_x を検出することにより、上記 (16) 式あるいは (17) を用いて電源シャント抵抗 5 に流れる U 相電流 i_u を算出することができる。

[0064] 図 11 は、インバータの出力電圧ベクトルが実ベクトル V_6 (101) である場合に、インバータの各部に流れる電流を示す図である。

[0065] 図 11 に示すように、インバータ 2 の出力電圧ベクトルが実ベクトル V_6 (101) である場合には、直流電源 1 の正電圧側から U 相上アームスイッチング素子 3a を介してモータ 9 に向かい U 相電流 i_u が流れ、W 相上アームスイッチング素子 3c を介してモータ 9 に向かい W 相電流 i_w が流れ、モータ 9 から V 相下アームスイッチング素子 3e、V 相下アームシャント抵抗 6b、電源シャント抵抗 5 を介して直流電源 1 の負電圧側に向かい V 相電流 i_v が流れる。このとき、U 相下アーム電圧 V_u 、V 相下アーム電圧 V_v 、および W 相下アーム電圧 V_w は、以下の (20), (21), (22) 式で表すことができる。

$$[0066] \quad V_u = V_x = i_v \times R_{dc} \quad \dots (20)$$

$$V_v = V_x + i_v \times R_{sh} = i_v \times R_{dc} + i_v \times R_{sh} \quad \dots (21)$$

$$V_w = V_x = i_v \times R_{dc} \quad \dots (22)$$

[0067] ここで、モータ 9 が 3 相平衡負荷である場合には、相電流の平衡条件より、

$$[0068] \quad i_u + i_w = i_v \quad \dots (23)$$

$$i_u = i_w = (1/2) i_v \quad \dots (24)$$

[0069] となる。つまり、インバータ 2 の出力電圧ベクトルが実ベクトル V_6 (101) であり、モータ 9 が 3 相平衡負荷である場合には、上記 (20), (21), (22) 式のうちのいずれか 1 式、および (24) 式を用いて各相電流 i_u , i_v , i_w を算出することができる。

[0070] また、電源シャント抵抗電圧 V_x を検出することにより、上記 (20) 式あるいは (22) を用いて電源シャント抵抗 5 に流れる V 相電流 i_v を算出

することができる。

[0071] このように、本実施の形態にかかる電力変換装置 100 では、実ベクトル V_4 (1 1 0), V_5 (0 1 1), V_6 (1 0 1) である場合でも、モータ 9 が 3 相平衡負荷である場合には、U 相下アーム電圧 V_u 、V 相下アーム電圧 V_v 、および W 相下アーム電圧 V_w のうちのいずれか 1 つを検出することにより、モータ 9 の各相巻線に流れる各相電流 i_u , i_v , i_w を算出することも可能であるが、複数の検出値を用いて算出する時間が必要であるので、即時性を要する過電流検出には不向きである。

[0072] 一方、電源シャント抵抗電圧 V_x を検出することにより、1 相分の相電流を算出することが可能であり、電源シャント抵抗電圧 V_x に対して、各相電流 i_u , i_v , i_w の過電流検出値に相当する第 1 の閾値 V_1 を設定しておき、単に、電源シャント抵抗電圧 V_x を検出して第 1 の閾値 V_1 と比較することにより、過電流の検出を行うことが可能である。

[0073] 図 12 は、インバータの出力電圧ベクトルがゼロベクトル V_0 (0 0 0) である場合に、インバータの各部に流れる電流を示す図である。図 12 に示す例では、一例として、実ベクトル V_1 (1 0 0) からゼロベクトル V_0 (0 0 0) に移行した場合に、インバータ 2 に流れる電流を示している。

[0074] 図 12 に示すように、インバータ 2 の出力電圧ベクトルが実ベクトル V_1 (1 0 0) からゼロベクトル V_0 (0 0 0) に移行した場合には、電源シャント抵抗 5 には電流はほとんど流れず、X 点の直流電源 1 の負電圧側（基準電位）に対する電圧 V_x はほぼゼロとなる。このとき、X 点から還流ダイオード 4 d を介してモータ 9 に向かい U 相電流 i_u が流れ、モータ 9 から V 相下アームスイッチング素子 3 e、V 相下アームシャント抵抗 6 b を介して X 点に向かい V 相電流 i_v が流れ、W 相下アームスイッチング素子 3 e を介して X 点に向かい W 相電流 i_w が流れる。このとき、U 相下アーム電圧 V_u 、V 相下アーム電圧 V_v 、および W 相下アーム電圧 V_w は、以下の (25), (26), (27) 式で表すことができる。

[0075] $V_u = (-i_u) \times R_{sh} \dots (25)$

$$V_v = i_v \times R_{sh} \quad \dots (26)$$

$$V_w = i_w \times R_{sh} \quad \dots (27)$$

[0076] つまり、インバータ2の出力電圧ベクトルが実ベクトル $V_1 (100)$ からゼロベクトル $V_0 (000)$ に移行した場合には、各相下アーム電圧 V_u 、 V_v 、 V_w を検出することにより、上記(10)、(11)、(12)式を用いて各相電流 i_u 、 i_v 、 i_w を算出することができる。

[0077] なお、上述した例では、インバータ2の出力電圧ベクトルが実ベクトル $V_1 (100)$ からゼロベクトル $V_0 (000)$ に移行した場合について説明したが、他の実ベクトルからゼロベクトル $V_0 (000)$ に移行する場合においても、同様に各相下アーム電圧 V_u 、 V_v 、 V_w を検出することにより各相電流 i_u 、 i_v 、 i_w を算出することができる。

[0078] このように、本実施の形態にかかる電力変換装置100では、ゼロベクトル $V_0 (000)$ である場合には、U相下アーム電圧 V_u 、V相下アーム電圧 V_v 、およびW相下アーム電圧 V_w を検出することにより、3相分の相電流を算出することが可能であり、各相下アーム電圧 V_u 、 V_v 、 V_w に対して、各相電流 i_u 、 i_v 、 i_w の過電流検出値に相当する第2の閾値 V_2 および第3の閾値 V_3 を設定しておき、単に、各相下アーム電圧 V_u 、 V_v 、 V_w を検出して第2の閾値 V_2 および第3の閾値 V_3 と比較することにより、過電流の検出を行うことが可能である。

[0079] なお、上記説明では、下アーム電圧検出部を3相分設けた構成について説明したが、この下アーム電圧検出部を2相分設けた構成においても、負荷装置9が平衡負荷である場合には、キルヒホッフの第一法則や相電流の平衡条件を用いることにより、各相電流 i_u 、 i_v 、 i_w を算出することが可能であるが、ここでは、その詳細な説明は省略する。

[0080] 図13は、1キャリア周期における各出力電圧ベクトル発生期間の一例を示す図である。図13では、a期間におけるゼロベクトル $V_0 (000)$ 、b期間における実ベクトル $V_1 (100)$ 、c期間における実ベクトル $V_4 (110)$ 、d期間におけるゼロベクトル $V_7 (111)$ 、e期間における

実ベクトル V_4 (1 1 0)、 f 期間における実ベクトル V_1 (1 0 0)、 g 期間におけるゼロベクトル V_0 (0 0 0) の順に遷移する例を示している。

[0081] 図 1 3 に示す例では、 a 、 g 期間はゼロベクトル V_0 (0 0 0) であるので、 U 相下アーム電圧 V_u 、 V 相下アーム電圧 V_v 、および W 相下アーム電圧 V_w を検出することにより、各相電流 i_u 、 i_v 、 i_w の過電流の検出を行うことが可能である。つまり、この a 、 g 期間では、第 2 の過電流検出部 2 1 b により各相電流 i_u 、 i_v 、 i_w の過電流の検出を行うことができる。

[0082] また、 b 、 f 期間は実ベクトル V_1 (1 0 0) であるので、電源シャント抵抗電圧 V_x を検出することにより、 I 相電流 i_u の過電流の検出を行うことが可能である。つまり、この b 、 f 期間では、第 1 の過電流検出部 2 1 a により I 相電流 i_u の過電流の検出を行うことができる。

[0083] また、 c 、 e 期間は実ベクトル V_4 (1 1 0) であるので、電源シャント抵抗電圧 V_x を検出することにより、 W 相電流 i_w の過電流の検出を行うことが可能である。つまり、この c 、 e 期間では、第 1 の過電流検出部 2 1 a により W 相電流 i_w の過電流の検出を行うことができる。

[0084] なお、上述した例では、1 キャリア周期において、ゼロベクトル V_0 (0 0 0)、実ベクトル V_1 (1 0 0)、実ベクトル V_4 (1 1 0)、ゼロベクトル V_7 (1 1 1)、実ベクトル V_4 (1 1 0)、実ベクトル V_1 (1 0 0)、ゼロベクトル V_0 (0 0 0) の順に遷移する例について説明したが、この 1 キャリア周期における各出力電圧ベクトル発生期間は、図 1 3 に示す例に限るものではなく、少なくとも 1 種の実ベクトルとゼロベクトルとが存在する。

[0085] したがって、本実施の形態にかかる電力変換装置 1 0 0 では、各実ベクトル V_1 (1 0 0)、 V_2 (0 1 0)、 V_3 (0 0 1)、 V_4 (1 1 0)、 V_5 (0 1 1)、 V_6 (1 0 1) の発生期間では、第 1 の過電流検出部 2 1 a により各相電流 i_u 、 i_v 、 i_w のうちの 1 相分の過電流の検出を行うことにより、演算処理が介在しない過電流検出を実現することができ、ゼロベク

トル V_0 (000) の発生期間では、第2の過電流検出部21bにより各相電流 i_u , i_v , i_w の過電流の検出を行うことにより、演算処理が介在しない過電流検出を実現することができる。

[0086] つまり、本実施の形態にかかる電力変換装置100では、第1の過電流検出部21aおよび第2の過電流検出部21bを具備し、これら第1の過電流検出部21aによる過電流検出結果および第2の過電流検出部21bによる過電流検出結果のうちの何れか一方を用いて、各相電流の過電流検出を行うことにより、ゼロベクトル V_7 (111) 以外の各出力電圧ベクトル発生期間において、演算処理が介在しない過電流検出を実現することができる。

[0087] また、各実ベクトル V_1 (100), V_2 (010), V_3 (001), V_4 (110), V_5 (011), V_6 (101) の発生期間では、過電流検出結果切替部25のスイッチ手段28を第1の過電流検出部21a側に制御し、ゼロベクトル V_0 (000) の発生期間では、過電流検出結果切替部25のスイッチ手段28を第2の過電流検出部21b側に制御することにより、第1の過電流検出部21aに設定する第1の閾値、および、第2の過電流検出部21bに設定する第2の閾値および第3の閾値は、それぞれ1つずつ設定しておけばよい。つまり、相電流が電源シャント抵抗5および各相下アームシャント抵抗6a, 6b, 6cの双方を流れる場合と、相電流が電源シャント抵抗5あるいは各相下アームシャント抵抗6a, 6b, 6cの何れか一方を流れる場合とでは、異なる閾値を設定する必要があるが、本実施の形態では、上述したように、各実ベクトル V_1 (100), V_2 (010), V_3 (001), V_4 (110), V_5 (011), V_6 (101) の発生期間では、過電流検出結果切替部25のスイッチ手段28を第1の過電流検出部21a側に制御し、ゼロベクトル V_0 (000) の発生期間では、過電流検出結果切替部25のスイッチ手段28を第2の過電流検出部21b側に制御することにより、常に相電流が電源シャント抵抗5あるいは各相下アームシャント抵抗6a, 6b, 6cの何れか一方を流れている場合の過電流検出結果となり、相電流が電源シャント抵抗5および各相下アームシャント

抵抗 6 a, 6 b, 6 c の双方を流れている場合の検出結果を排除することができるので、出力電圧ベクトルに応じて、第 1 の過電流検出部 2 1 a に設定する第 1 の閾値、および、第 2 の過電流検出部 2 1 b に設定する第 2 の閾値および第 3 の閾値を変更することなく、確実に過電流検出を行うことができる。

[0088] 以上説明したように、実施の形態 1 の電力変換装置によれば、直流電源の負電圧側とインバータとの間に設けられた電源シャント抵抗と、各相下アームスイッチング素子と電源シャント抵抗との間にそれぞれ設けられた各相下アームシャント抵抗とを設け、電源シャント抵抗および各相下アームシャント抵抗の接続点と直流電源の負電圧側（基準電位）との間の電圧である電源シャント抵抗電圧に基づいて、電源シャント抵抗に流れる電流の過電流検出を行う第 1 の過電流検出部と、各相下アームスイッチング素子および各相下アームシャント抵抗の各接続点と直流電源の負電圧側（基準電位）との間の各電圧である各相下アーム電圧に基づいて、各相下アームシャント抵抗に流れる各電流の過電流検出を行う第 2 の過電流検出部とを備え、これら第 1 の過電流検出部による過電流検出結果および第 2 の過電流検出部による過電流検出結果のうちの何れか一方を用いて、各相電流の過電流検出を行うようにしたので、各相上アームスイッチング素子の ON/OFF 状態、つまり、インバータの出力電圧ベクトルがゼロベクトル V_0 である場合だけでなく、実ベクトル $V_1 \sim V_6$ である場合においても、演算処理を介在させることなく各相電流の過電流検出を行うことができるので、相電流の過電流検出期間の拡大および過電流検出手順の簡素化を実現することができ、インバータや負荷装置の運転信頼性の向上を図ることができる。

[0089] また、各実ベクトル $V_1 (100)$, $V_2 (010)$, $V_3 (001)$, $V_4 (110)$, $V_5 (011)$, $V_6 (101)$ の発生期間では、過電流検出結果切替部のスイッチ手段を第 1 の過電流検出部側に制御し、ゼロベクトル $V_0 (000)$ の発生期間では、過電流検出結果切替部のスイッチ手段を第 2 の過電流検出部 2 1 b 側に制御するようにしたので、常に相電流が電

源シャント抵抗あるいは各相下アームシャント抵抗の何れか一方を流れている場合の過電流検出結果となり、相電流が電源シャント抵抗および各相下アームシャント抵抗の双方を流れている場合の検出結果を排除することができるので、第1の過電流検出部に設定する第1の閾値、および、第2の過電流検出部に設定する第2の閾値および第3の閾値をインバータの出力電圧ベクトルに応じて変更することなく、確実に過電流検出を行うことができる。

[0090] 実施の形態2.

実施の形態1では、インバータの出力電圧ベクトルに応じて、第1の過電流検出部による過電流検出結果と第2の過電流検出部による過電流検出結果とを切り替える例について説明したが、本実施の形態では、インバータの運転状態、あるいは変調率に応じて、第1の過電流検出部による過電流検出結果と第2の過電流検出部による過電流検出結果とを切り替える例について説明する。なお、実施の形態2にかかる電力変換装置の構成は、実施の形態1にかかる電力変換装置と同一であるので、ここでは説明を省略する。

[0091] 本実施の形態では、過電流検出結果切替部25のスイッチ手段28は、インバータ2の運転状態、あるいは変調率に応じて、第1の過電流検出部21aによる検出結果と第2の過電流検出結果とを切り替え、OC3として出力する。

[0092] 図14は、インバータの変調率が比較的高い場合の電源シャント抵抗電圧 V_x の推移を示す図である。また、図15は、インバータの変調率が比較的低い場合の電源シャント抵抗電圧 V_x の推移を示す図である。また、図16は、インバータの変調率が比較的低い場合のU相下アーム電圧 V_u の推移を示す図である。

[0093] 図15に示すように、通常運転域においてインバータ2の変調率が比較的高い場合には、実ベクトル $V_1(100) \sim V_6(101)$ の発生期間が長く、ゼロベクトル $V_0(000)$ の発生期間が短くなる。

[0094] また、図16および図17に示すように、低速運転域においてインバータ2の変調率が比較的低い場合には、ゼロベクトル $V_0(000)$ の発生期間

が長く、実ベクトル $V_1(100) \sim V_6(101)$ の発生期間が短くなる。

[0095] したがって、本実施の形態では、インバータ2の変調率が高い運転状態で長時間運転を行うような運転状態では、実ベクトル $V_1(100) \sim V_6(101)$ の発生期間において、スイッチ手段28を第1の過電流検出部21a側に制御して第1の過電流検出部21aの検出結果(OC1)を選択し、インバータ2の変調率が低い運転状態で長時間運転を行うような運転状態では、ゼロベクトル $V_0(000)$ の発生期間において、スイッチ手段28を第2の過電流検出部21b側に制御して第2の過電流検出部21bの検出結果(OC2)を選択する。

[0096] あるいは、スイッチ手段28を切り替えるトリガーとして、インバータ2の変調率に閾値を設け、インバータ2の変調率が閾値よりも大きい場合には、実ベクトル $V_1(100) \sim V_6(101)$ の発生期間において、スイッチ手段28を第1の過電流検出部21a側に制御して第1の過電流検出部21aの検出結果(OC1)を選択し、インバータ2の変調率が閾値以下である場合には、スイッチ手段28を第2の過電流検出部21b側に制御し、ゼロベクトル $V_0(000)$ の発生期間において、スイッチ手段28を第2の過電流検出部21b側に制御して第2の過電流検出部21bの検出結果(OC2)を選択する。

[0097] なお、本実施の形態では、インバータ2の変調率が高い運転状態で長時間運転を行うような運転状態、あるいは、インバータ2の変調率が閾値よりも大きい場合には、ゼロベクトル $V_0(000)$ の発生期間はスイッチ手段28をオフ制御し、何れの検出結果も選択せず、インバータ2の変調率が低い運転状態で長時間運転を行うような運転状態、あるいは、インバータ2の変調率が閾値以下である場合には、実ベクトル $V_1(100) \sim V_6(101)$ の発生期間はスイッチ手段28をオフ制御し、何れの検出結果も選択しない。

[0098] このようにすれば、実施の形態1と同様に、第1の過電流検出部に設定す

る第1の閾値、および、第2の過電流検出部に設定する第2の閾値および第3の閾値をインバータ2の出力電圧ベクトルに応じて変更することなく、さらに、発生期間が短い出力電圧ベクトルによる検出結果を排除することができ、過電流検出の高精度化を図ることができる。

[0099] 以上説明したように、実施の形態2の電力変換装置によれば、インバータの運転状態、あるいは変調率に応じて、第1の過電流検出部による過電流検出結果と第2の過電流検出部による過電流検出結果とを切り替えるようにし、インバータの変調率が高い運転状況で長時間運転を行うような運転状態、あるいは、インバータの変調率が閾値よりも大きい場合には、実ベクトルV1(100)～V6(101)の発生期間において、過電流検出結果切替部のスイッチ手段を第1の過電流検出部側に制御して第1の過電流検出部の検出結果を選択し、ゼロベクトルV0(000)の発生期間は過電流検出結果切替部のスイッチ手段をオフ制御して何れの検出結果も選択せず、インバータの変調率が低い運転状況で長時間運転を行うような運転状態、あるいは、インバータの変調率が閾値以下である場合には、ゼロベクトルV0(000)の発生期間において、過電流検出結果切替部のスイッチ手段を第2の過電流検出部側に制御して第2の過電流検出部の検出結果(OC2)を選択し、実ベクトルV1(100)～V6(101)の発生期間は過電流検出結果切替部のスイッチ手段をオフ制御して何れの検出結果も選択しないようにしたので、実施の形態1と同様に、第1の過電流検出部に設定する第1の閾値、および、第2の過電流検出部に設定する第2の閾値および第3の閾値をインバータの出力電圧ベクトルに応じて変更することなく、さらに、発生期間が短い出力電圧ベクトルによる検出結果を排除することができ、過電流検出の高精度化を図ることができる。

[0100] なお、上述した実施の形態では、過電流検出結果切替部、状態保持部、およびインバータ駆動停止部を制御部に具備する構成例について説明したが、これら過電流検出結果切替部、状態保持部、あるいはインバータ駆動停止部を制御部の外部に設ける構成とすることも可能である。

- [0101] 例えば、制御部の過電流検出ポートを減らしたい場合には、過電流検出結果切替部を制御部の外部に設けることにより、制御部の過電流検出ポートを1つに減らすことができる。
- [0102] また、状態保持部を構成するラッチ回路を制御部の外部に設けることにより、制御部の構成を簡素化することも可能である。
- [0103] さらに、インバータ駆動停止部を駆動部に設け、各駆動信号と状態保持部の出力との論理積演算結果に基づいて各相上アームスイッチング素子および各相下アームスイッチング素子を駆動するようにしてもよいし、各駆動信号に基づいて生成された各相上アームスイッチング素子および各相下アームスイッチング素子のゲート信号と状態保持部の出力との論理積演算結果により各相上アームスイッチング素子および各相下アームスイッチング素子を駆動するようにしてもよい。
- [0104] このように、過電流検出結果切替部、状態保持部、あるいはインバータ駆動停止部を制御部の外部に設ける構成としても、上述した実施の形態と同様の効果が得られることは言うまでもない。
- [0105] なお、上述した実施の形態において説明した電力変換装置を、モータを負荷とするモータ駆動装置に適用し、このモータ駆動装置を、空気調和機や冷蔵庫、冷凍機等の送風機や圧縮機に適用することも可能であり、これら各装置や各機器の運転信頼性の向上を図ることができるのは言うまでもない。
- [0106] また、上述した実施の形態では、各相電圧比較手段にそれぞれ各相下アーム電圧に対する第2の閾値およびこの第2の閾値よりも高い第3の閾値を設定し、各相下アーム電圧が第2の閾値以上であり、且つ、第3の閾値以下である場合には、各相下アームシャント抵抗に流れる各電流の電流値が正常値であることを示す値を出力し、各相下アーム電圧が第2の閾値よりも小さいか、あるいは第3の閾値よりも大きい場合には、各相下アームシャント抵抗に過電流が流れたことを示す値を出力する例について説明したが、システムや用途によっては、第2の閾値あるいは第3の閾値のうちの何れか一方を用いて過電流判定を行う構成とすることも可能である。例えば、第2の閾値の

みを設定して過電流判定を行う場合には、各相下アーム電圧が第2の閾値以上である場合に、各相下アームシャント抵抗に流れる各電流の電流値が正常値であることを示す値を出力し、各相下アーム電圧が第2の閾値よりも小さい場合に、各相下アームシャント抵抗に過電流が流れたことを示す値を出力するようにすればよい。また、例えば、第3の閾値のみを設定して過電流判定を行う場合には、各相下アーム電圧が第3の閾値以下である場合に、各相下アームシャント抵抗に流れる各電流の電流値が正常値であることを示す値を出力し、各相下アーム電圧が第3の閾値よりも大きい場合に、各相下アームシャント抵抗に過電流が流れたことを示す値を出力するようにすればよい。

[0107] また、以上の実施の形態に示した構成は、本発明の構成の一例であり、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。

産業上の利用可能性

[0108] 以上のように、本発明にかかる電力変換装置、およびそれを備えたモータ駆動装置、およびそれを備えた送風機、圧縮機、およびそれらを備えた空気調和機、冷蔵庫、ならびに冷凍機は、PWM変調方式の3相インバータを具備した構成に有用であり、特に、相電流の過電流検出期間の拡大および過電流検出手順の簡素化を実現し、各装置や各機器の運転信頼性の向上を図ることができる技術として適している。

符号の説明

[0109] 1 直流電源、2 インバータ、3 a U相上アームスイッチング素子、3 b V相上アームスイッチング素子、3 c W相上アームスイッチング素子、3 d U相下アームスイッチング素子、3 e V相下アームスイッチング素子、3 f W相下アームスイッチング素子、4 a～4 f 還流ダイオード、5 電源シャント抵抗、6 a U相下アームシャント抵抗、6 b V相下アームシャント抵抗、6 c W相下アームシャント抵抗、7 制御部、8

駆動部、9 負荷装置（モータ）、21 a 第1の過電流検出部、21 b 第2の過電流検出部、22 電圧比較手段、23 a U相電圧比較手段、23 b V相電圧比較手段、23 c W相電圧比較手段、24 論理積演算手段、25 過電流検出結果切替部、26 状態保持部、27 インバータ駆動停止部、28 スイッチ手段、29 a, 29 b, 29 c, 29 d, 29 e, 29 f 論理積演算手段、100 電力変換装置。

請求の範囲

[請求項1]

直流電源から供給される直流電力を3相交流電力に変換して負荷装置に供給する電力変換装置であって、

上アームスイッチング素子および下アームスイッチング素子からなるアームを3相分並列に接続して構成されるインバータと、

前記直流電源の負電圧側と前記インバータとの間に設けられた電源シャント抵抗と、

前記各相下アームスイッチング素子と前記電源シャント抵抗との間にそれぞれ設けられた各相下アームシャント抵抗と、

前記電源シャント抵抗および前記各相下アームシャント抵抗の接続点と前記直流電源の負電圧側との間の電圧である電源シャント抵抗電圧に基づいて、前記電源シャント抵抗に流れる電流の過電流検出を行う第1の過電流検出部と、

前記各相下アームスイッチング素子および前記各相下アームシャント抵抗の各接続点と前記直流電源の負電圧側との間の各電圧である各相下アーム電圧に基づいて、前記各相下アームシャント抵抗に流れる各電流の過電流検出を行う第2の過電流検出部と、

前記各相上アームスイッチング素子および前記各相下アームスイッチング素子に対応する6つの駆動信号を生成すると共に、前記第1の過電流検出部による過電流検出結果および前記第2の過電流検出部による過電流検出結果のうちの何れか一方を用いて、前記負荷装置に流れる各相電流の過電流検出を行い、前記各相電流の過電流を検出した場合に、前記各駆動信号の出力を停止する制御部と、

前記各駆動信号に基づいて前記各相上アームスイッチング素子および前記各相下アームスイッチング素子を駆動する駆動部と、

を備えることを特徴とする電力変換装置。

[請求項2]

前記第1の過電流検出部は、

前記電源シャント抵抗電圧に対する第1の閾値が予め設定され、前

記電源シャント抵抗電圧が前記第 1 の閾値以下である場合には、前記電源シャント抵抗に流れる電流の電流値が正常値であることを示す値を過電流検出結果として前記制御部に出力し、前記電源シャント抵抗電圧が前記第 1 の閾値よりも大きい場合には、前記電源シャント抵抗に過電流が流れたことを示す値を過電流検出結果として前記制御部に出力し、

前記第 2 の過電流検出部は、

前記各相下アーム電圧に対する第 2 の閾値、および、当該第 2 の閾値よりも高い第 3 の閾値のうちの少なくとも 1 つが予め設定され、前記各相下アーム電圧が前記第 2 の閾値以上であるか、または前記第 3 の閾値以下である場合、あるいは、前記各相下アーム電圧が前記第 2 の閾値以上であり、且つ前記第 3 の閾値以下である場合には、前記各相下アームシャント抵抗に流れる各電流の電流値が正常値であることを示す値を過電流検出結果として前記制御部に出力し、前記各相下アーム電圧のうちの少なくとも 1 つが前記第 2 の閾値よりも小さいか、または前記第 3 の閾値よりも大きい場合には、前記各相下アームシャント抵抗に過電流が流れたことを示す値を過電流検出結果として前記制御部に出力する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の電力変換装置。

[請求項 3]

前記制御部は、

前記第 1 の過電流検出部による過電流検出結果と前記第 2 の過電流検出部による過電流検出結果とを切り替えて出力する過電流検出結果切替部と、

前記過電流検出結果切替部の出力を保持する状態保持部と、

前記状態保持部の出力が前記電源シャント抵抗あるいは前記各相下アームシャント抵抗のいずれかに過電流が流れたことを示す値である場合に、前記各駆動信号の出力を停止するインバータ駆動停止部と、

を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の電力変換装置。

- [請求項4] 直流電源から供給される直流電力を負荷装置に供給する3相交流電力に変換する電力変換装置であって、
- 上アームスイッチング素子および下アームスイッチング素子からなるアームを3相分並列に接続して構成されるインバータと、
- 前記直流電源の負電圧側と前記インバータとの間に設けられた電源シャント抵抗と、
- 前記各相下アームスイッチング素子と前記電源シャント抵抗との間にそれぞれ設けられた各相下アームシャント抵抗と、
- 前記電源シャント抵抗および前記各相下アームシャント抵抗の接続点と前記直流電源の負電圧側との間の電圧である電源シャント抵抗電圧に基づいて、前記電源シャント抵抗に流れる電流の過電流検出を行う第1の過電流検出部と、
- 前記各相下アームスイッチング素子および前記各相下アームシャント抵抗の各接続点と前記直流電源の負電圧側との間の各電圧である各相下アーム電圧に基づいて、前記各相下アームシャント抵抗に流れる各電流の過電流検出を行う第2の過電流検出部と、
- 前記各相上アームスイッチング素子および前記各相下アームスイッチング素子に対応する6つの駆動信号を生成する制御部と、
- 前記第1の過電流検出部による過電流検出結果と前記第2の過電流検出部による過電流検出結果とを切り替えて出力する過電流検出結果切替部と、
- 前記過電流検出結果切替部の出力を保持する状態保持部と、
- 前記状態保持部の出力が前記電源シャント抵抗あるいは前記各相下アームシャント抵抗のいずれかに過電流が流れたことを示す値である場合に、前記各駆動信号の出力を停止するインバータ駆動停止部と、
- 前記各駆動信号に基づいて前記各相上アームスイッチング素子および前記各相下アームスイッチング素子を駆動する駆動部と、
- を備えることを特徴とする電力変換装置。

[請求項5] 前記第1の過電流検出部は、

前記電源シャント抵抗電圧に対する第1の閾値が予め設定され、前記電源シャント抵抗電圧が前記第1の閾値以下である場合には、前記電源シャント抵抗に流れる電流の電流値が正常値であることを示す値を過電流検出結果として前記過電流検出結果切替部に出し、前記電源シャント抵抗電圧が前記第1の閾値よりも大きい場合には、前記電源シャント抵抗に過電流が流れたことを示す値を過電流検出結果として前記過電流検出結果切替部に出し、

前記第2の過電流検出部は、

前記各相下アーム電圧に対する第2の閾値、および、当該第2の閾値よりも高い第3の閾値のうちの少なくとも1つが予め設定され、前記各相下アーム電圧が前記第2の閾値以上であるか、または前記第3の閾値以下である場合、あるいは、前記各相下アーム電圧が前記第2の閾値以上であり、且つ前記第3の閾値以下である場合には、前記各相下アームシャント抵抗に流れる各電流の電流値が正常値であることを示す値を過電流検出結果として前記過電流検出結果切替部に出し、前記各相下アーム電圧のうちの少なくとも1つが前記第2の閾値よりも小さいか、または前記第3の閾値よりも大きい場合には、前記各相下アームシャント抵抗に過電流が流れたことを示す値を過電流検出結果として前記過電流検出結果切替部に出し、

ことを特徴とする請求項4に記載の電力変換装置。

[請求項6] 前記過電流検出結果切替部は、前記各相上アームスイッチング素子の1つあるいは2つがON状態となる期間に前記第1の過電流検出部による過電流検出結果を出し、前記各相上アームスイッチング素子が全てOFF状態となる期間に前記第2の過電流検出部による過電流検出結果を出し、ことを特徴とする請求項3または4に記載の電力変換装置。

[請求項7] 前記過電流検出結果切替部は、前記インバータの運転状況に応じて

、前記第 1 の過電流検出部による過電流検出結果と前記第 2 の過電流検出部による過電流検出結果とを切り替えることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の電力変換装置。

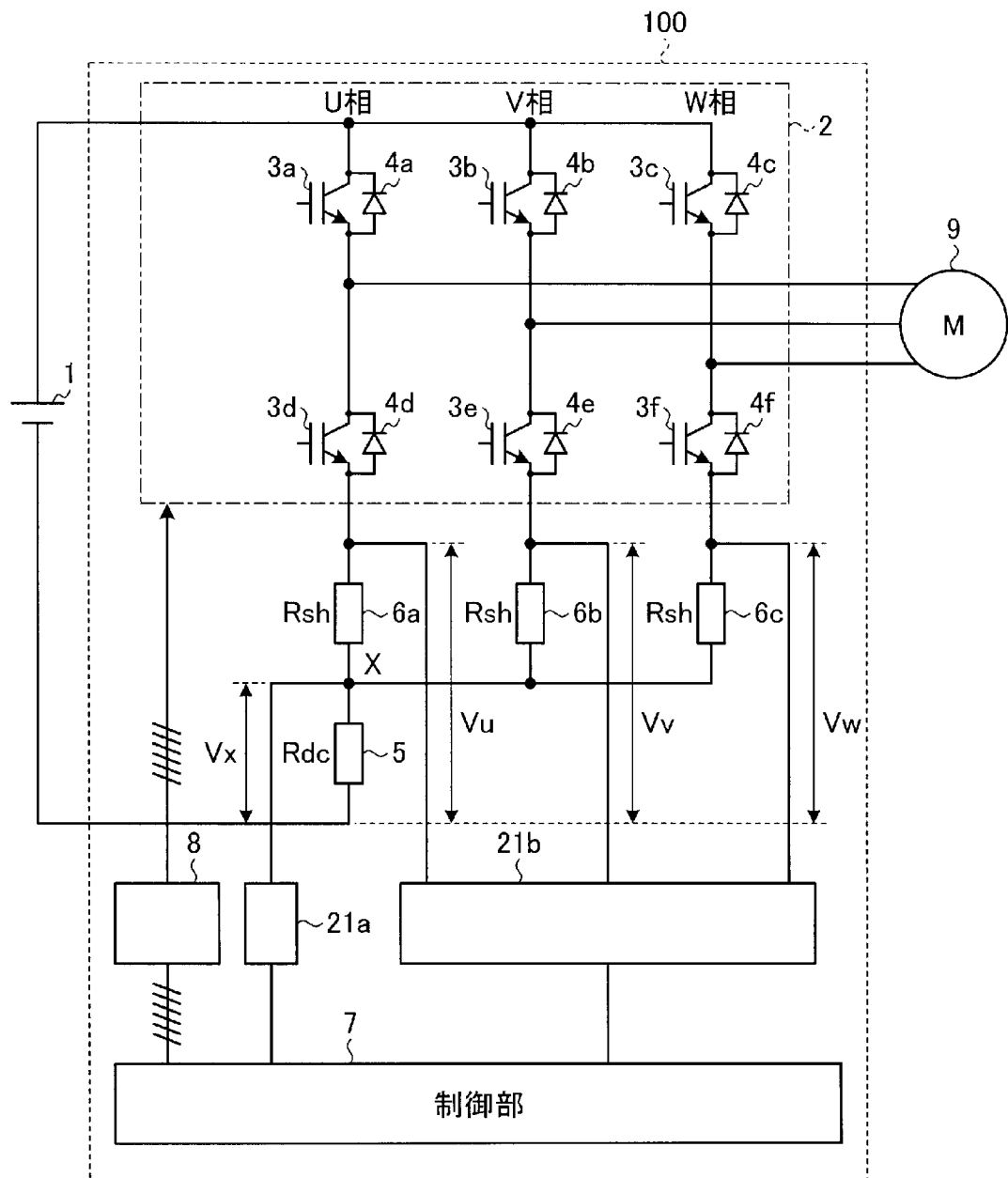
[請求項 8] 前記過電流検出結果切替部は、前記各相上アームスイッチング素子の 1 つあるいは 2 つが ON 状態となる期間における前記第 1 の過電流検出部の過電流検出結果を出力する場合には、前記各相上アームスイッチング素子が全て OFF 状態となる期間における過電流検出結果の出力を停止し、前記各相上アームスイッチング素子が全て OFF 状態となる期間における前記第 2 の過電流検出部の過電流検出結果を出力する場合には、前記各相上アームスイッチング素子の 1 つあるいは 2 つが ON 状態となる期間における過電流検出結果の出力を停止することを特徴とする請求項 7 に記載の電力変換装置。

[請求項 9] 前記過電流検出結果切替部は、前記インバータの変調率に対する閾値が予め設定され、前記変調率が前記閾値よりも大きい場合には、前記各相上アームスイッチング素子の 1 つあるいは 2 つが ON 状態となる期間における前記第 1 の過電流検出部の過電流検出結果を出力し、前記変調率が閾値以下である場合には、前記各相上アームスイッチング素子が全て OFF 状態となる期間における前記第 2 の過電流検出部の過電流検出結果を出力することを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の電力変換装置。

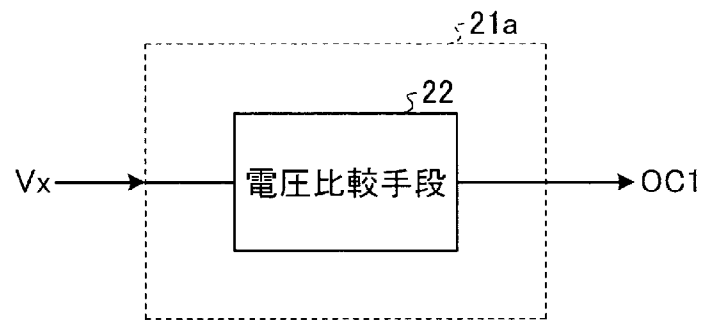
[請求項 10] 前記過電流検出結果切替部は、前記変調率が前記閾値よりも大きい場合には、前記各相上アームスイッチング素子が全て OFF 状態となる期間における過電流検出結果の出力を停止し、前記変調率が閾値以下である場合には、前記各相上アームスイッチング素子の 1 つあるいは 2 つが ON 状態となる期間における過電流検出結果の出力を停止することを特徴とする請求項 9 に記載の電力変換装置。

[請求項 11] 請求項 1 ～ 10 の何れか一項に記載の電力変換装置を備えたことを特徴とするモータ駆動装置。

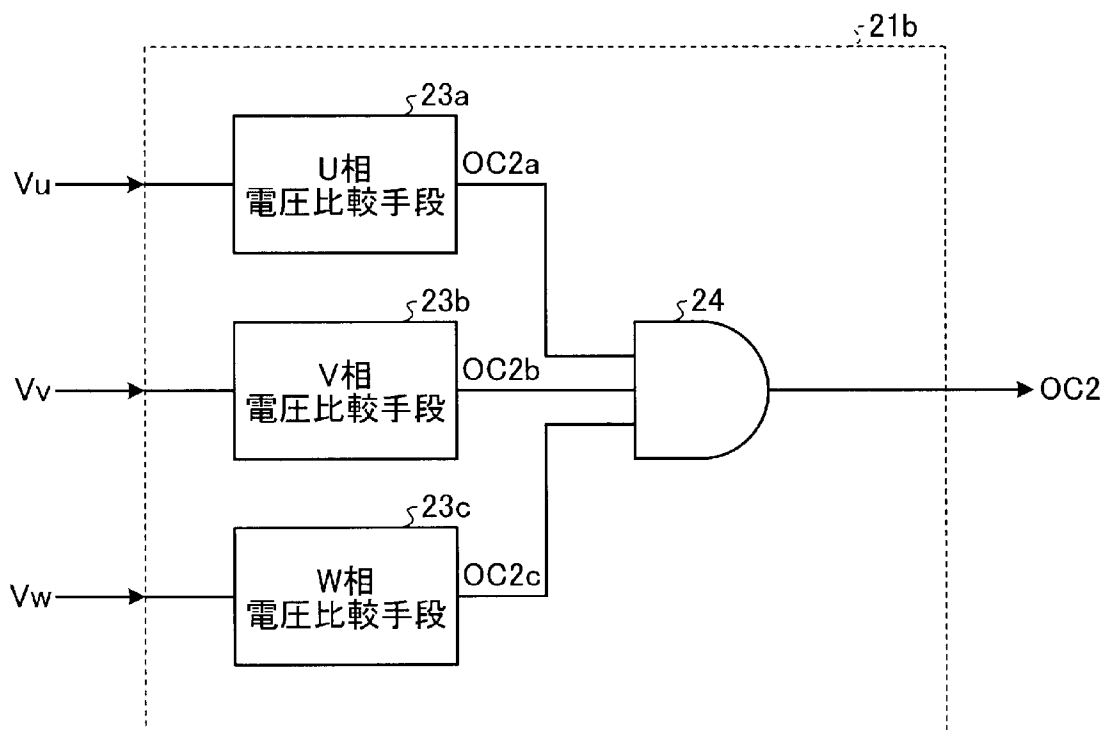
- [請求項12] 請求項 1 1 に記載のモータ駆動装置を備えたことを特徴とする送風機。
- [請求項13] 請求項 1 1 に記載のモータ駆動装置を備えたことを特徴とする圧縮機。
- [請求項14] 請求項 1 2 に記載の送風機あるいは請求項 1 3 に記載の圧縮機のうちの少なくとも一方を備えたことを特徴とする空気調和機。
- [請求項15] 請求項 1 2 に記載の送風機あるいは請求項 1 3 に記載の圧縮機のうちの少なくとも一方を備えたことを特徴とする冷蔵庫。
- [請求項16] 請求項 1 2 に記載の送風機あるいは請求項 1 3 に記載の圧縮機のうちの少なくとも一方を備えたことを特徴とする冷凍機。



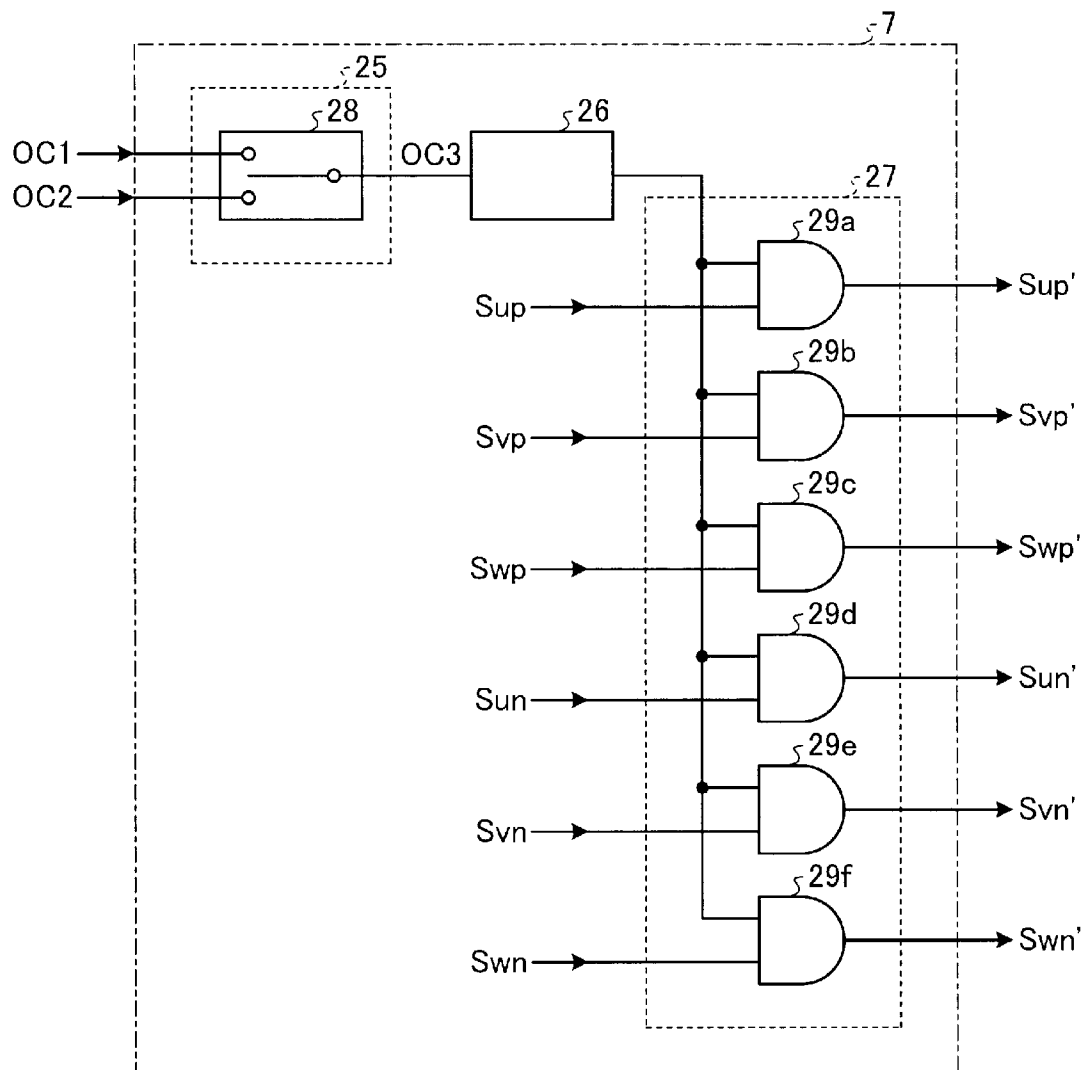
[図2]



[図3]

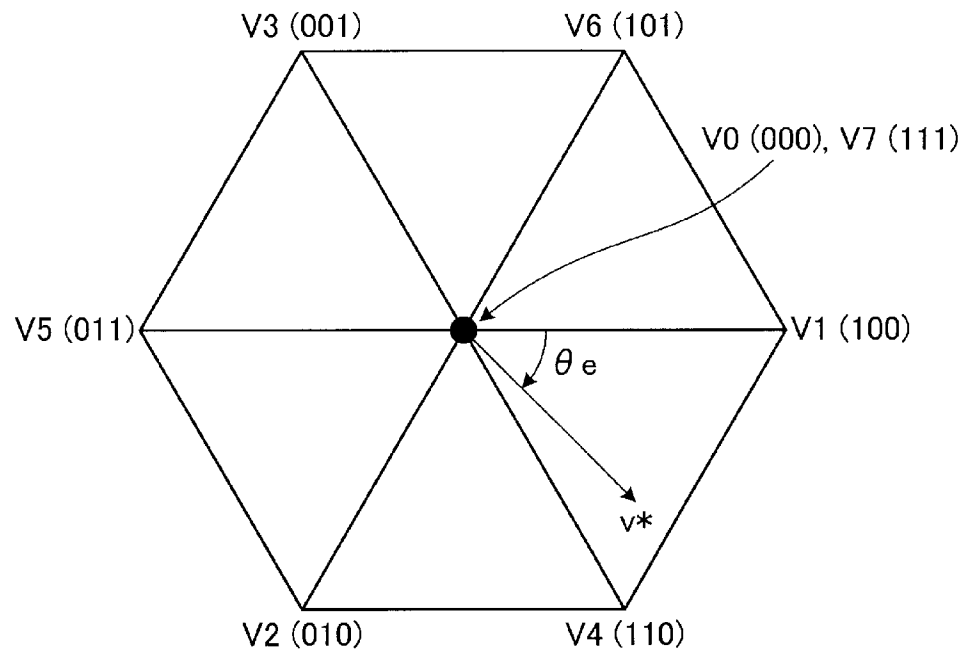


[図4]



[図5]

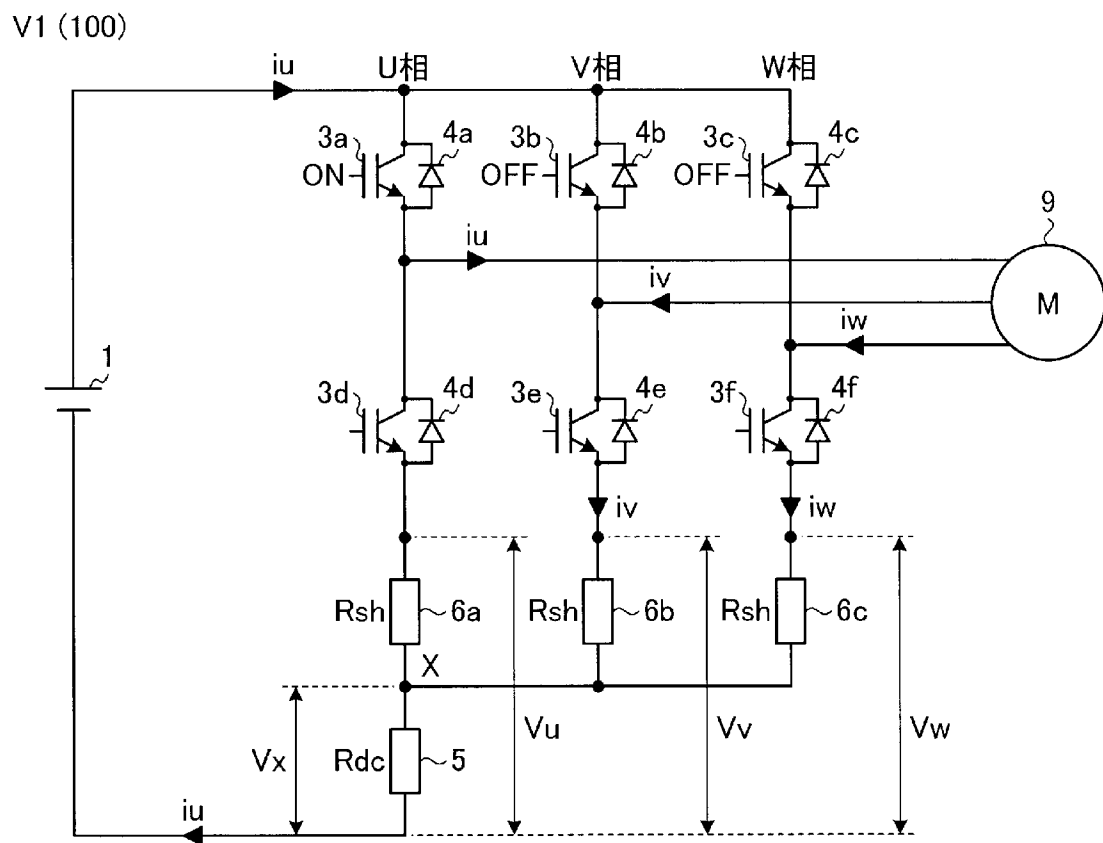
(a)



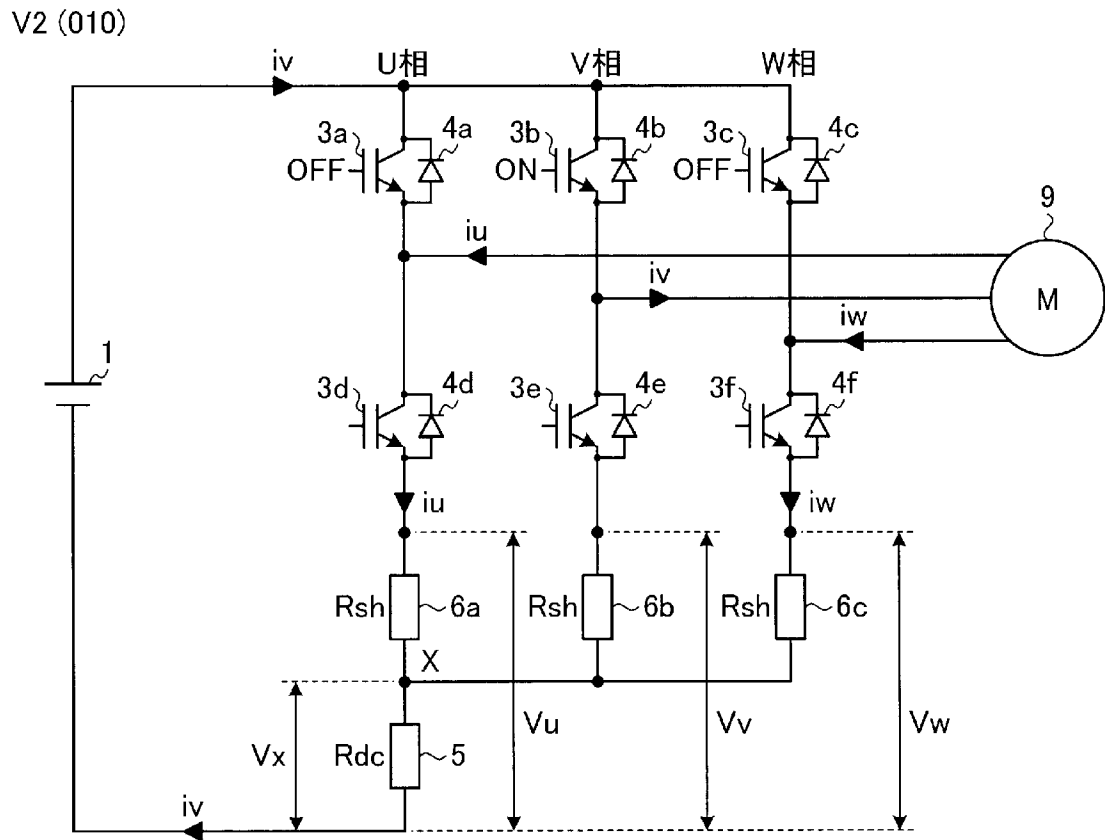
(b)

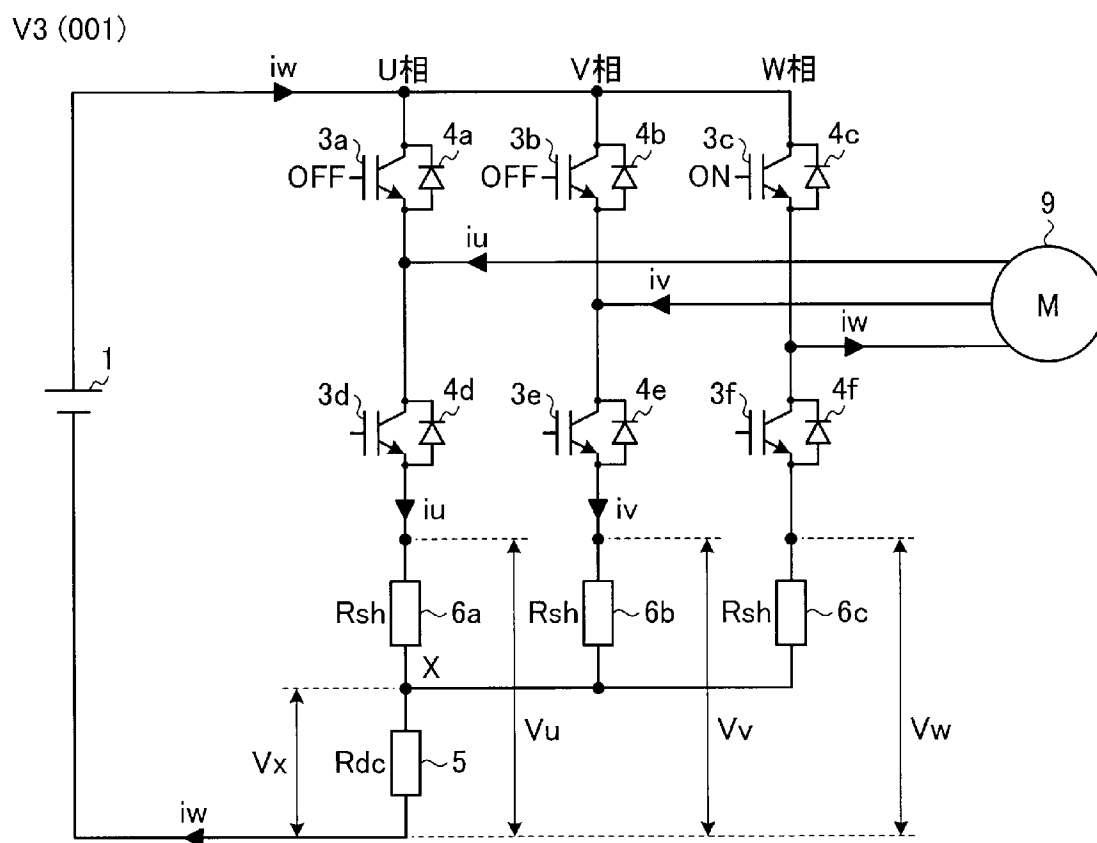
	3a	3b	3c
V0	0	0	0
V1	1	0	0
V2	0	1	0
V3	0	0	1
V4	1	1	0
V5	0	1	1
V6	1	0	1
V7	1	1	1

[図6]

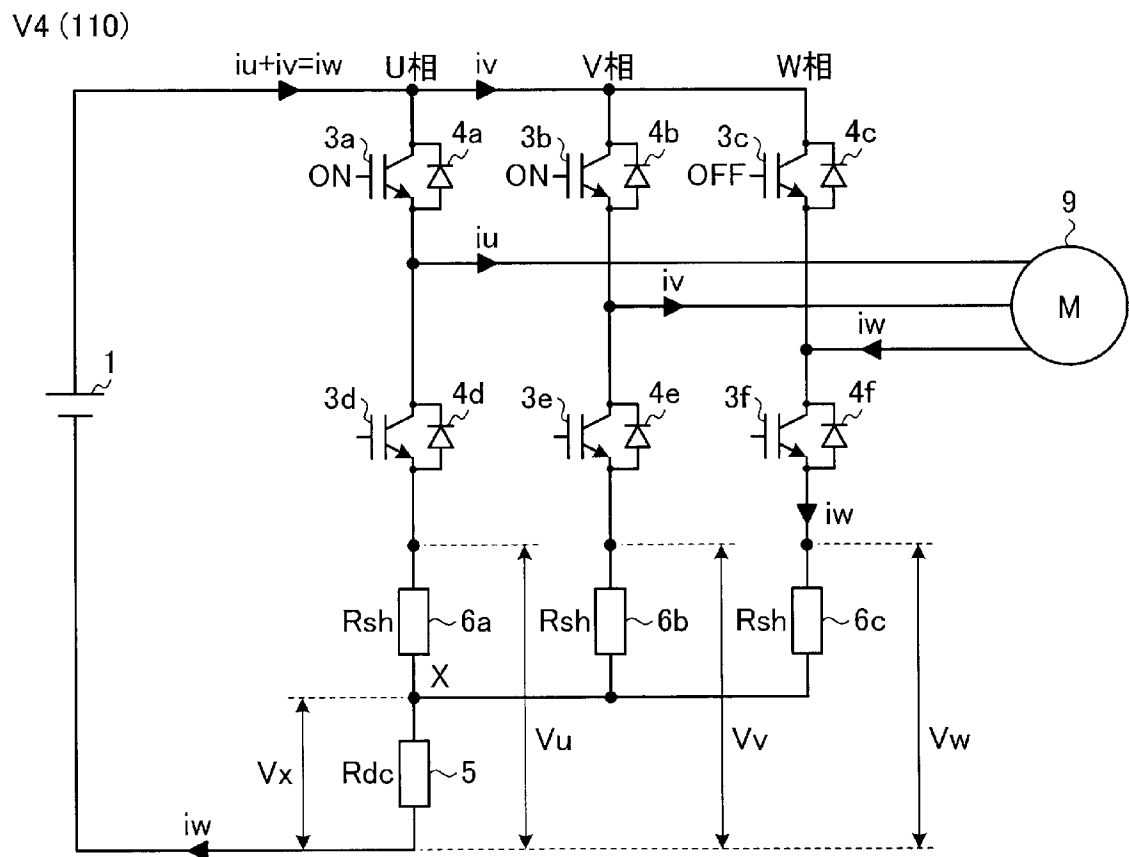


[図7]

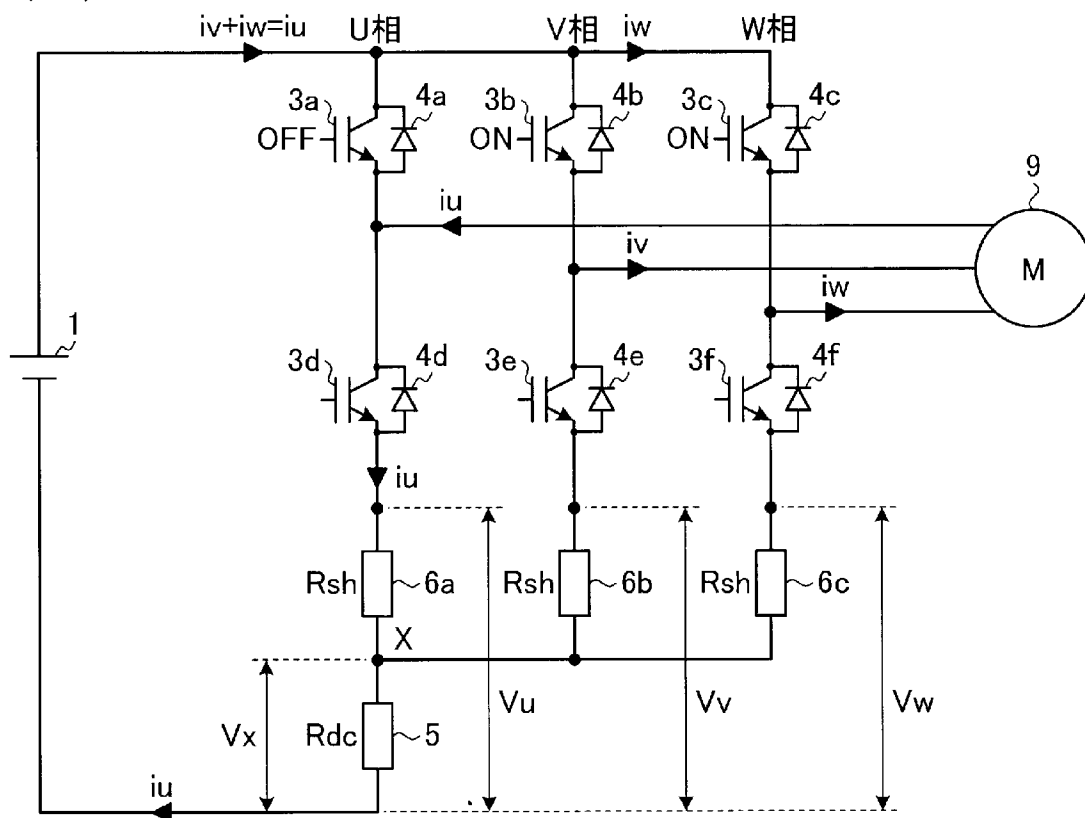




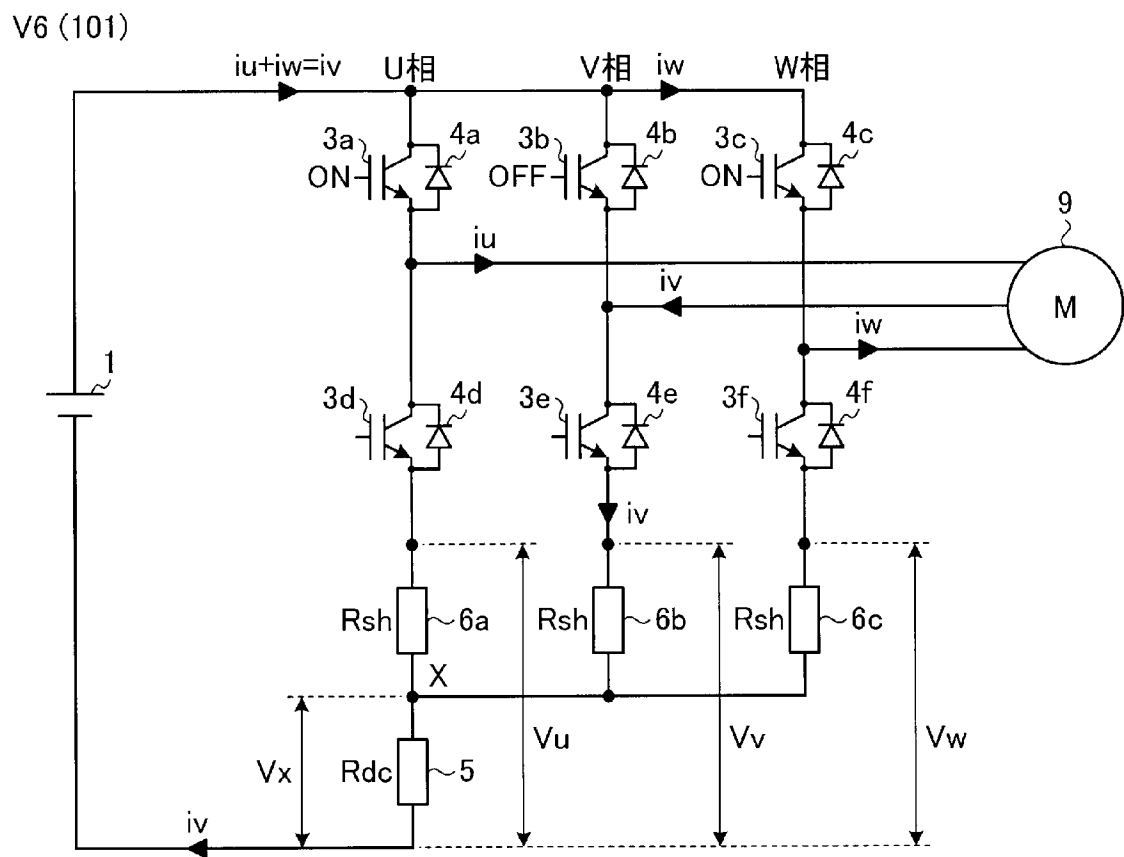
[図9]



V5 (011)

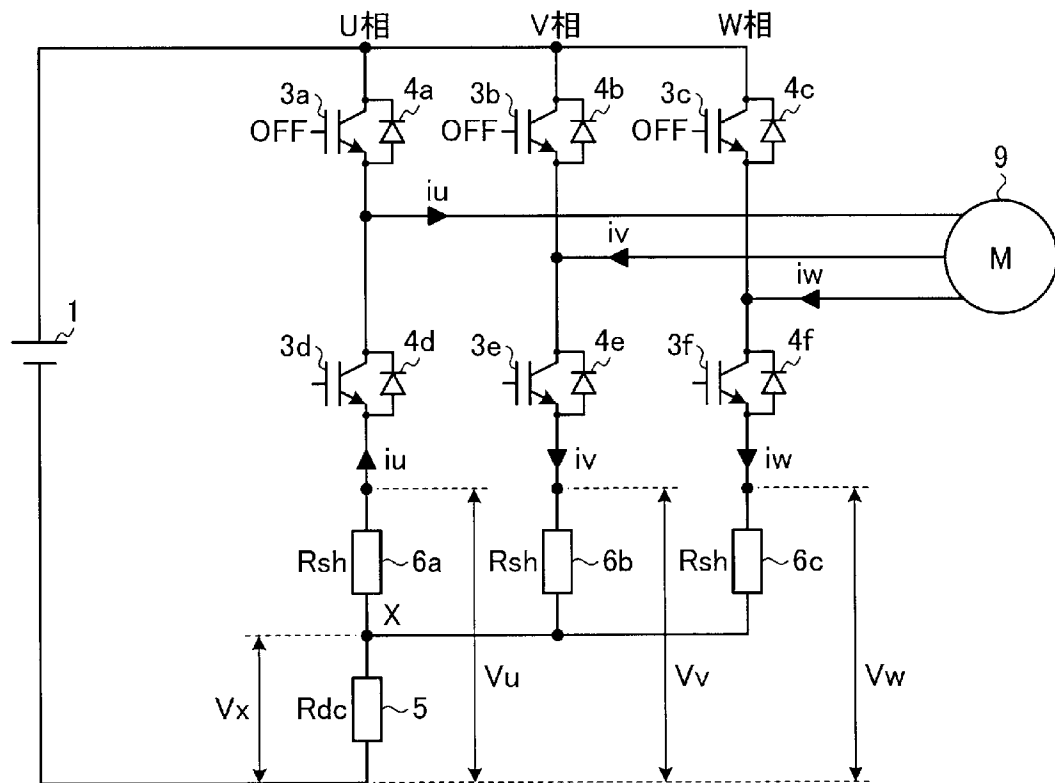


[図11]

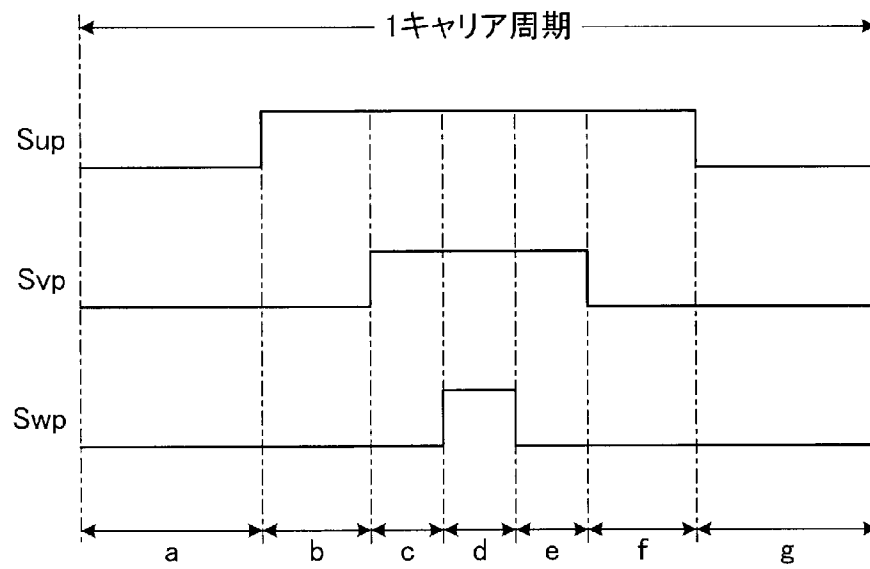


[図12]

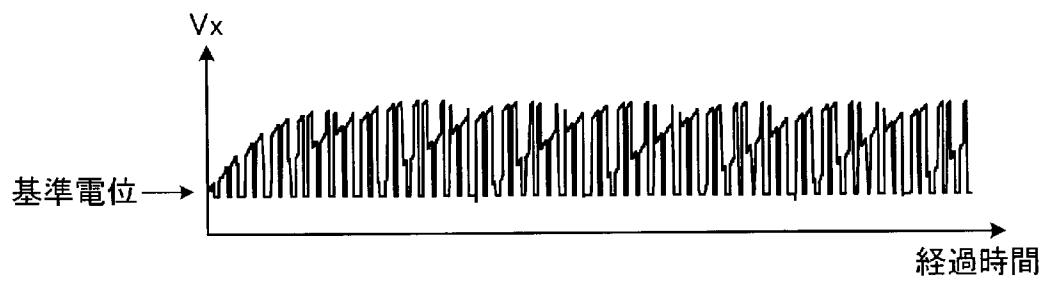
V1 (100) → V0 (000)



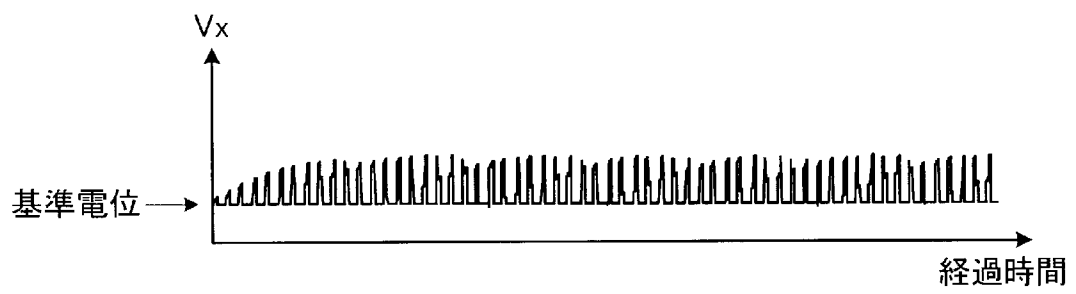
[図13]



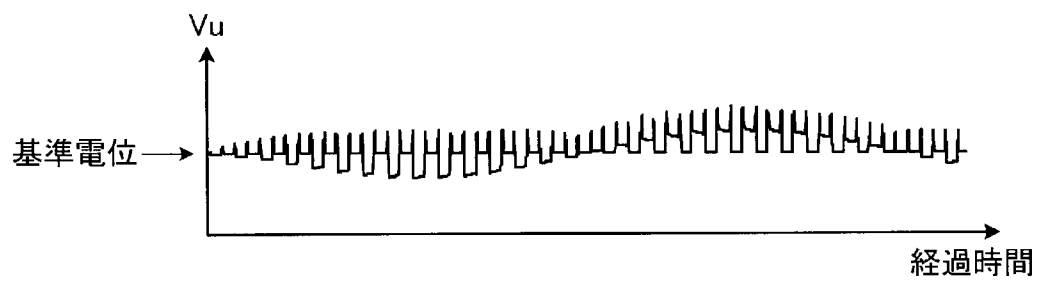
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/060619

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 1996-2013

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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.
Y A	JP 5-207766 A (Mitsubishi Electric Corp.), 13 August 1993 (13.08.1993), paragraphs [0002] to [0005]; fig. 12 & US 5375028 A & DE 4242560 A1	1-5, 7, 11-16 6, 8-10
Y	JP 2006-67747 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 09 March 2006 (09.03.2006), paragraphs [0060] to [0086]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-5, 7, 11-16
Y	JP 2-17868 A (Hitachi, Ltd.), 22 January 1990 (22.01.1990), page 2, upper right column, line 13 to page 3, lower left column, line 17; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-3, 7, 11-16

☒ 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
21 June, 2013 (21.06.13)Date of mailing of the international search report
02 July, 2013 (02.07.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/060619

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-304176 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 27 October 2005 (27.10.2005), paragraphs [0013] to [0058]; fig. 1 to 8 (Family: none)	2, 5, 11-16
Y	JP 2005-33875 A (Fuji Electric FA Components & Systems Co., Ltd.), 03 February 2005 (03.02.2005), paragraphs [0012] to [0025]; fig. 1 to 3 (Family: none)	3-5, 7, 11-16
Y	JP 2011-45218 A (Mitsubishi Electric Corp.), 03 March 2011 (03.03.2011), claims 18 to 22 (Family: none)	12-16
A	JP 2006-101685 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 13 April 2006 (13.04.2006), paragraphs [0046] to [0068]; fig. 1 (Family: none)	1-16
A	JP 9-93948 A (Mitsubishi Electric Corp.), 04 April 1997 (04.04.1997), paragraphs [0002] to [0007]; fig. 5 to 9 (Family: none)	1-16

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2013年
日本国実用新案登録公報	1996-2013年
日本国登録実用新案公報	1994-2013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
Y A	JP 5-207766 A（三菱電機株式会社）1993.08.13, 【0002】 - 【0005】, 第12図 & US 5375028 A & DE 4242560 A1	1-5, 7, 11-16 6, 8-10
Y	JP 2006-67747 A（松下電器産業株式会社）2006.03.09, 【0060】 - 【0086】, 第1-6図（ファミリーなし）	1-5, 7, 11-16
Y	JP 2-17868 A（株式会社日立製作所）1990.01.22, 第2ページ右上 欄第13行-第3ページ左下欄第17行, 第1-2図（ファミリーなし）	1-3, 7, 11-16

☒ 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

21.06.2013

国際調査報告の発送日

02.07.2013

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）

西山 智宏

3V

3112

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
Y	JP 2005-304176 A (松下電器産業株式会社) 2005. 10. 27, 【0013】 - 【0058】, 第 1-8 図 (ファミリーなし)	2, 5, 1 1 - 1 6
Y	JP 2005-33875 A (富士電機機器制御株式会社) 2005. 02. 03, 【0012】 - 【0025】, 第 1-3 図 (ファミリーなし)	3 - 5, 7, 1 1 - 1 6
Y	JP 2011-45218 A (三菱電機株式会社) 2011. 03. 03, 請求項 18-22 (ファミリーなし)	1 2 - 1 6
A	JP 2006-101685 A (松下電器産業株式会社) 2006. 04. 13, 【0046】 - 【0068】, 第 1 図 (ファミリーなし)	1 - 1 6
A	JP 9-93948 A (三菱電機株式会社) 1997. 04. 04, 【0002】 - 【0007】, 第 5-9 図 (ファミリーなし)	1 - 1 6