

(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
2017年12月28日(28.12.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/221339 A1

(51) 国際特許分類:

H02M 7/48 (2007.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2016/068472

(22) 国際出願日:

2016年6月22日(22.06.2016)

(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:森 辰也(MORI Tatsuya); 〒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). 古川 晃(FURUKAWA

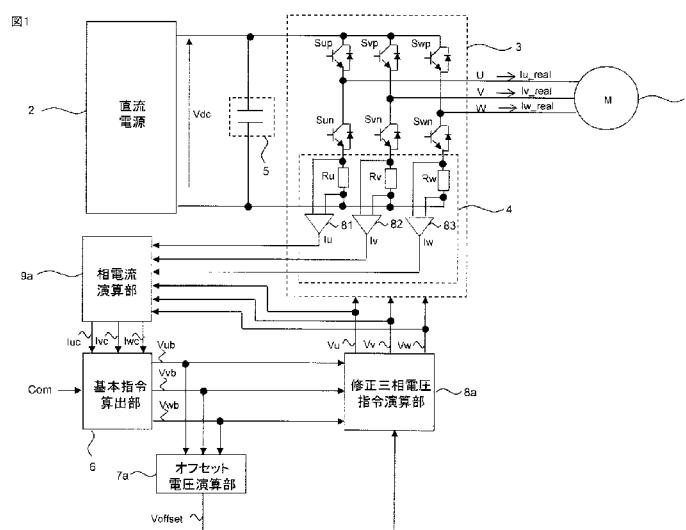
Akira); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 大岩 増雄, 外 (OIWA Masuo et al.); 〒6610033 兵庫県尼崎市南武庫之荘3丁目35番8号 Hyogo (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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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,

(54) Title: POWER CONVERSION DEVICE

(54) 発明の名称: 電力変換装置



- 2 DC power supply
- 6 Basic command calculation unit
- 7a Offset voltage calculation unit
- 8a Modified three-phase voltage command calculation unit
- 9a Phase current calculation unit

(57) Abstract: A power conversion device wherein: a voltage is controlled by substantially equally shifting voltage commands for respective phases so that the voltage command for a maximum phase is matched with the maximum value of a PWM carrier signal, and comparing the shifted voltage commands with the PWM carrier signal; and a current detection value with respect to the phase in which a lower arm switching element is turned on is corrected on the basis of a current detection value with respect to the phase in which an upper arm switching element is turned on.

RW, SA, 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, ST, 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 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 最大相の電圧指令がPWMキャリア信号の最大値に一致するように各相の電圧指令を実質的に等しくシフトしてPWMキャリア信号と比較することで電圧を制御し、且つ上アームスイッチング素子がオンしている相に対する電流検出値に基づいて下アームスイッチング素子がオンしている相に対する電流検出値を補正する。

明 細 書

発明の名称：電力変換装置

技術分野

[0001] この発明は、PWM制御される三相電圧形インバータにより構成された電力変換装置に関するものである。

背景技術

[0002] 一般に、PWM (Pulse Width Modulation) 制御される三相電圧形インバータにより構成された電力変換装置は、電流検出器により検出された電力変換装置の各相の出力電流値(以下、電流検出値と称する)に基づいて、各相の上アームと下アームに夫々設けられたスイッチング素子のオン／オフがPWM制御されることで、電圧指令値に追従するように電圧制御される。

[0003] 前述の電流検出器に於いて、三相の各相で共通の基準電位は、通常、グラウンド電位に設定される。従って、各相の電流検出値に混入されるノイズには、三相の各相で同相となる成分、つまり零相成分、が多く混入される。

[0004] ここで、前述の電圧指令値の振幅が小さい領域に於いては、前述の電流検出器により三相の全ての相の電流検出値の取得が可能である。従って、三相の全ての相の電流検出値を、例えば、静止二軸座標系若しくは回転二軸座標系に於ける二軸に変換すれば、電流検出値に含まれる零相成分は現れないため、ノイズに含まれる零相成分の影響を受けることなく、三相電圧形インバータに流れる出力電流に対応した電流検出値に基づいて、高精度な電圧制御が可能となる。

[0005] しかしながら、前述の電圧指令値の振幅が大きい領域では、三相の各相に対する電圧指令値の大きい順に三相の各相を「最大相」「中間相」及び「最小相」と仮称した場合に、最大相に於ける下アームのスイッチング素子がオンする時間は、電流検出器が正しい電流検出値を検出するのに必要な時間未満となるため、電流検出器は最大相の正しい電流検出値を検出することがで

きず、前述のような電流検出値に基づく高精度な電圧制御ができなくなる可能性がある。

[0006] 又、従来、PWM制御される三相電圧形インバータに於いて、PWM制御に於ける搬送波の1周期毎に各相の下アームのうち、PWM制御に基づくオフ時間がより短い何れか2つの相を選択し、この選択された2つの相の夫々の下アームへの通電電流を同時に電流検出器により検出し、その電流検出値をインバータの出力電流値としてPWM制御に用いるようにした技術が開示されている（例えば、特許文献1参照）。

[0007] 特許文献1に開示された従来の三相電圧形インバータによれば、所定の周期毎に好適な2つの相の通電電流を同時に検出することが可能となり、その電流検出値に基づく値を、例えば交流電動機のベクトル制御に於ける瞬時電流ベクトルとして扱うことができるとされている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2003-79157号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 前述の特許文献1に開示された従来の電力変換装置としての三相電圧形インバータの場合、選択された2つの相の夫々の下アームへの通電電流を同時に電流検出器により検出し、その電流検出値をインバータの出力電流値としてPWM制御に用いるようにしているが、2つの相のみの通電電流を検出するようにしているので、その電流検出値を静止二軸座標系若しくは回転二軸座標系に於ける二軸に変換しても零相ノイズ成分が現れることになる。

[0010] そのため、特許文献1に開示された従来の電力変換装置は、三相電圧形インバータの出力電流に対応した正確な電流検出値を得ることができず、電圧指令値に追従して高精度に出力制御を行うことが困難となり、負荷として例えば三相交流回転電機が接続されている場合、三相交流回転電機のトルクリ

ップル、振動、騒音を増大させる原因となることがあった。

[0011] この発明は、従来の電力変換装置に於ける前述のような課題を解決するためになされたもので、電圧指令値の振幅が大きい領域に於いても、零相ノイズの影響を受けずに電流検出値に基づく高精度な制御が可能となる電力変換装置を提供するものである。

課題を解決するための手段

[0012] この発明に係る電力変換装置は、

直列接続された上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子を三相の各相毎に備え、前記直列接続された前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子の両端間に直流電源が接続され、前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子との直列接続部に接続された三相交流回転電機に電圧を印加するように構成された三相インバータと、

前記三相インバータの前記各相の下アームスイッチング素子に流れる電流を検出し、前記電流に対応する電流検出値を出力する電流検出器と、

前記電流検出器から出力された前記電流検出値に基づいて、前記三相インバータに於ける前記上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子をPWM制御するように構成された制御装置と、

を備えた電力変換装置であって、

前記電流検出器は、

前記三相インバータの前記各相の上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子とのうちの一方に於ける、一つの相又は二つの相のスイッチング素子がオンとなり、前記三相インバータの前記各相の上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子とのうちの他方に於ける、二つの相又は一つの相のスイッチング素子がオンとなる有効電圧ベクトルを発生する時刻に、前記電流を検出して前記電流検出値を出力するように構成され、

前記制御装置は、

前記電圧を指令する三相の各相毎の電圧指令を、大きい順に最大相電圧指令、中間相電圧指令、最小相電圧指令としたときに、前記最大相電圧指令が前記PWM制御に於けるPWMキャリア信号の最大値に一致するように、前記最大相電圧指令と前記中間相電圧指令と前記最小相電圧指令とを実質的に等しくシフトし、前記シフトされた前記最大相電圧指令と前記中間相電圧指令と前記最小相電圧指令と、前記PWM制御に於けるPWMキャリア信号と、の比較に基づいて前記電圧を制御するように構成されると共に、

前記上アームスイッチング素子がオンしている相に対する前記電流検出値に基づいて前記下アームスイッチング素子がオンしている相に対する前記電流検出値を補正するように構成されている、
ことを特徴とする。

[0013] 又、この発明による電力変換装置は、

直列接続された上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子を三相の各相毎に備え、前記直列接続された前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子の両端間に直流電源が接続され、前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子との直列接続部に接続された三相交流回転電機に電圧を印加するように構成された三相インバータと、

前記三相インバータの前記各相の下アームスイッチング素子に流れる電流を検出し、前記電流に対応する電流検出値を出力する電流検出器と、

前記電流検出器から出力された前記電流検出値に基づいて、前記三相インバータに於ける前記上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子をPWM制御するように構成された制御装置と、
を備えた電力変換装置であって、

前記電流検出器は、

前記電圧を指令する三相の各相毎の電圧指令を、大きい順に最大相電圧指令、中間相電圧指令、最小相電圧指令としたときに、前記最大相電圧指令に対応する前記インバータの前記上アームのスイッチング素子がオンし

、かつ前記中間相電圧指令及び前記最小相電圧指令に対応する前記下アームスイッチング素子がオンとなる有効電圧ベクトルを発生する時刻に於いて前記電流を検出して前記電流検出値を出力するように構成され、

前記制御装置は、

前記PWM制御に於けるPWMキャリア信号と、前記電圧を指令する三相の各相毎の電圧指令と、の比較に基づいて前記電圧を制御するように構成されると共に、

前記最大相電圧指令に対応する前記電流検出値に基づいて、前記中間相電圧指令に対応する前記電流検出値と前記最小相電圧指令に対応する前記電流検出値とを補正するように構成されている、

ことを特徴とする。

[0014] 更に、この発明による電力変換装置は、

直列接続された上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子を三相の各相毎に備え、前記直列接続された前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子の両端間に直流電源が接続され、前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子との直列接続部に接続された三相交流回転電機に電圧を印加するように構成された三相インバータと、

前記三相インバータの前記各相の下アームスイッチング素子に流れる電流を検出し、前記電流に対応する電流検出値を出力する電流検出器と、

前記電流検出器から出力された前記電流検出値に基づいて、前記三相インバータに於ける前記上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子をPWM制御するように構成された制御装置と、

を備えた電力変換装置であって、

前記電流検出器は、

前記電圧を指令する三相の各相毎の電圧指令を、大きい順に最大相電圧指令、中間相電圧指令、最小相電圧指令としたときに、前記最大相電圧指令と、前記中間相電圧指令とに夫々対応する前記上アームスイッチング素

子がオンし、且つ前記最小相電圧指令に対応する前記下アームスイッチング素子がオンとなる有効電圧ベクトルを発生する時刻に於いて前記電流を検出して前記電流検出値を出力するように構成され、

前記制御装置は、

前記最大相電圧指令又は前記中間相電圧指令に対応する前記電流検出値により、前記最小相電圧指令に対応する前記電流検出値を補正するように構成されている、

ことを特徴とする。

[0015] 又、この発明による電力変換装置は、

二つの組の三相巻線を有する三相交流回転電機の前記二つの組の前記三相巻線に夫々電圧を印加するように構成された二つの三相インバータと、

前記二つの前記三相インバータに於ける、三相の各相の下アームスイッチング素子に流れる電流を検出し、前記電流に対応する電流検出値を出力する電流検出器と、

前記電流検出器から出力された前記電流検出値に基づいて、前記二つの三相インバータに於ける前記上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子をPWM制御するように構成された制御装置と、

を備えた電力変換装置であって、

前記二つの三相インバータは、夫々、直列接続された上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子を三相の各相毎に備え、前記直列接続された前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子の両端間に直流電源が接続され、前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子との直列接続部に接続された三相交流回転電機に電圧を印加するように構成され、

前記電流検出器は、

前記二つの三相インバータの前記各相の上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子とのうちの一方に於ける、一つの相又は二つの相のスイッチング素子がオンとなり、前記三相インバータの前記各相の上アーム

ムスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子とのうちの他方に於ける、二つの相又は一つの相のスイッチング素子がオンとなる有効電圧ベクトルを発生する期間中に、前記電流を検出して前記電流検出値を出力するように構成され、

前記制御装置は、

前記二つの三相インバータのうちの一方の三相インバータに於ける前記上アームスイッチング素子がオンしている相に対する前記電流検出値に基づいて、前記二つの三相インバータのうちの他方の三相インバータに於ける前記下アームスイッチング素子がオンしている相に対する前記電流検出値を補正するように構成されている、

ことを特徴とする。

[0016] 又、この発明による電力変換装置は、

直列接続された上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子を三相の各相毎に備え、前記直列接続された前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子の両端間に直流電源が接続され、前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子との直列接続部に接続された三相交流回転電機に電圧を印加するように構成された三相インバータと、

前記三相インバータの前記各相の下アームスイッチング素子に流れる電流を検出し、前記電流に対応する電流検出値を出力する電流検出器と、

前記電流検出器から出力された前記電流検出値に基づいて、前記三相インバータに於ける前記上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子をPWM制御するように構成された制御装置と、

を備えた電力変換装置であって、

前記電流検出器は、

前記三相インバータの前記各相の上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子とのうちの一方に於ける、一つの相又は二つの相のスイッチング素子がオンとなり、前記三相インバータの前記各相の上アームスイ

ツチング素子と前記下アームスイッチング素子とのうちの他方に於ける、二つの相又は一つの相のスイッチング素子がオンとなる有効電圧ベクトルを発生する時刻に、前記電流を検出して前記電流検出値を出力するように構成され、

前記制御装置は、

前記電圧を指令する三相の各相毎の電圧指令を、大きい順に最大相電圧指令、中間相電圧指令、最小相電圧指令としたときに、前記最小相電圧指令が前記PWM制御に於けるPWMキャリア信号の最小値に一致するように、前記最大相電圧指令と前記中間相電圧指令と前記最小相電圧指令とを実質的に等しくシフトし、前記シフトされた前記最大相電圧指令と前記中間相電圧指令と前記最小相電圧指令と、前記PWM制御に於けるPWMキャリア信号と、の比較に基づいて前記電圧を制御するように構成されると共に、

前記下アームスイッチング素子がオンしている相に対応する前記電流検出値に基づいて、前記上アームスイッチング素子がオンしている相に対応する前記電流検出値を補正するように構成されている、

ことを特徴とする。

[0017] 更に又、この発明による電力変換装置は、

直列接続された上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子を三相の各相毎に備え、前記直列接続された前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子の両端間に直流電源が接続され、前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子との直列接続部に接続された三相交流回転電機に電圧を印加するように構成された三相インバータと、

前記三相インバータの前記各相の下アームスイッチング素子に流れる電流を検出し、前記電流に対応する電流検出値を出力する電流検出器と、

前記電流検出器から出力された前記電流検出値に基づいて、前記三相インバータに於ける前記上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子をPWM制御するように構成された制御装置と、

を備えた電力変換装置であって、

前記電流検出器は、

前記電圧を指令する三相の各相毎の電圧指令を、大きい順に最大相電圧指令、中間相電圧指令、最小相電圧指令としたときに、前記最小相電圧指令に対応する前記下アームのスイッチング素子がオンし、且つ前記中間相電圧指令及び前記最大相電圧指令に対応する前記上アームスイッチング素子がオンとなる有効電圧ベクトルを発生する時刻に於いて、前記電流を検出して前記電流検出値を出力し、

前記制御装置は、

前記最小相電圧指令に対応する前記電流検出値に基づいて、前記中間相電圧指令に対応する電流検出値と前記最大相電圧指令に対応する前記電流検出値を補正するように構成されている、
ことを特徴とする。

[0018] 更に、この発明による電力変換装置は、

直列接続された上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子を三相の各相毎に備え、前記直列接続された前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子の両端間に直流電源が接続され、前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子との直列接続部に接続された三相交流回転電機に電圧を印加するように構成された三相インバータと、

前記三相インバータの前記各相の下アームスイッチング素子に流れる電流を検出し、前記電流に対応する電流検出値を出力する電流検出器と、

前記電流検出器から出力された前記電流検出値に基づいて、前記三相インバータに於ける前記上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子をPWM制御するように構成された制御装置と、

を備えた電力変換装置であって、

前記電流検出器は、

前記電圧を指令する三相の各相毎の電圧指令を、大きい順に最大相電圧指

令、中間相電圧指令、最小相電圧指令としたときに、前記最小相電圧指令と前記中間相電圧指令に夫々対応する前記下アームスイッチング素子がオンし、且つ前記最大相電圧指令に対応する前記上アームスイッチング素子がオンとなる有効ベクトルを発生する時刻に於いて、前記電流を検出して前記電流検出値を出力するように構成され、

前記制御装置は、

前記最小相電圧指令又は前記中間相電圧指令に対応する前記電流検出値に基づいて、前記最大相電圧指令に対応する前記電流検出値を補正するように構成されている、

ことを特徴とする。

[0019] 又、この発明による電力変換装置は、

二つの組の三相巻線を有する三相交流回転電機の前記二つの組の前記三相巻線に夫々電圧を印加するように構成された二つの三相インバータと、

前記二つの前記三相インバータに於ける、三相の各相の上アームスイッチング素子に流れる電流を検出し、前記電流に対応する電流検出値を出力する電流検出器と、

前記電流検出器から出力された前記電流検出値に基づいて、前記二つの三相インバータに於ける前記上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子をPWM制御するように構成された制御装置と、
を備えた電力変換装置であって、

前記二つの三相インバータは、夫々、直列接続された上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子を三相の各相毎に備え、前記直列接続された前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子の両端間に直流電源が接続され、前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子との直列接続部に接続された三相交流回転電機に電圧を印加するように構成され、

前記電流検出器は、

前記二つの三相インバータの前記各相の上アームスイッチング素子と前記

下アームスイッチング素子とのうちの一方に於ける、一つの相又は二つの相のスイッチング素子がオンとなり、前記三相インバータの前記各相の上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子とのうちの他方に於ける、二つの相又は一つの相のスイッチング素子がオンとなる有効電圧ベクトルを発生する期間中に、前記電流を検出して前記電流検出値を出力するように構成され、

前記制御装置は、

前記二つの三相インバータのうちの一方の三相インバータに於ける前記下アームスイッチング素子がオンしている相に対する前記電流検出値に基づいて、前記二つの三相インバータのうちの他方の三相インバータに於ける前記上アームスイッチング素子がオンしている相に対する前記電流検出値を補正するように構成されている、
ことを特徴とする。

発明の効果

[0020] この発明による電力変換装置によれば、電圧指令の振幅が大きい領域においても、三相の各相に於いて同相となる零相ノイズの影響を受けずに電流検出値に基づく高精度な制御が可能となり、三相交流回転電機のトルクリップル、振動、騒音等の不具合を低減させることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]この発明の実施の形態1による電力変換装置の全体構成図である。

[図2]この発明の実施の形態1による電力変換装置に於ける、オフセット電圧演算部の演算手順を示すフローチャートである。

[図3]この発明の実施の形態1による電力変換装置に於ける、修正三相電圧指令演算部の演算手順を示すフローチャートである。

[図4]この発明の実施の形態1による電力変換装置に於ける、三相電圧指令とオフセット電圧と修正三相電圧指令を示す説明図である。

[図5]この発明の実施の形態1による電力変換装置に於ける、PWMキャリア信号と、修正三相電圧指令と、三相インバータの各スイッチング素子と、U

相下アームスイッチング素子と、V相上アームスイッチング素子のキャリア周期 T_c について説明する説明図である。

[図6]図6は、この発明の実施の形態1による電力変換装置に於ける、三相インバータの各スイッチング素子の夫々の動作パターンに対する電圧ベクトルを示す説明図である。

[図7]この発明の実施の形態1による電力変換装置に於ける、相電流演算部の演算手順を示すフローチャートである。

[図8]この発明の実施の形態2による電力変換装置に於ける、オフセット電圧演算部の演算手順を示すフローチャートである。

[図9]この発明の実施の形態2による電力変換装置に於ける、三相電圧指令とオフセット電圧と修正三相電圧指令を示す説明図である。

[図10]この発明の実施の形態2による電力変換装置に於ける、PWMキャリア信号と、修正三相電圧指令と、三相インバータの各スイッチング素子と、U相下アームスイッチング素子と、V相上アームスイッチング素子の動作と、キャリア周期 T_c について説明する説明図である。

[図11]この発明の実施の形態3による電力変換装置に於ける、PWMキャリア信号と、修正三相電圧指令と、三相インバータの各スイッチング素子と、U相下アームスイッチング素子と、V相上アームスイッチング素子のキャリア周期 T_c について説明する説明図である。

[図12]この発明の実施の形態3による電力変換装置に於ける、相電流演算部の演算手順を示すフローチャートである。

[図13]この発明の実施の形態4による電力変換装置の全体構成図である。

[図14]この発明の実施の形態5による電力変換装置の全体構成図である。

発明を実施するための形態

[0022] 実施の形態1.

図1は、この発明の実施の形態1による電力変換装置の全体構成図である。図1に於いて、この発明の実施の形態1による電力変換装置は、三相インバータ3と、電流検出器4と、平滑コンデンサ5と、基本指令演算部6と、

オフセット電圧演算部 7 a と、修正三相電圧指令演算部 8 a と、相電流演算部 9 a とを備えている。ここで、基本指令演算部 6 と、オフセット電圧演算部 7 a と、修正三相電圧指令演算部 8 a と、相電流演算部 9 a は、電力変換装置に於ける制御装置を構成し、この制御装置は、所定のプログラムに基づいて動作するマイクロコンピュータにより構成されている。

[0023] 三相インバータ 3 の正極端子と負極端子は、直流電源 2 の正極側と負極側に夫々接続されている。又、三相インバータ 3 の U 相端子 U と V 相端子 V と W 相端子 W は、負荷としての三相交流回転電機 1 の U 相端子と V 相端子と W 相端子に夫々接続されている。三相インバータ 3 は、三相ブリッジ回路により構成され、U 相上アームと U 相下アームとの直列接続体からなる U 相アームと、V 相上アームと V 相下アームとの直列接続体からなる V 相アームと、W 相上アームと W 相下アームとの直列接続体からなる W 相アームとを備えている。

[0024] ここで、実施の形態 1、及び後述する実施の形態 2 から実施の形態 5 に於いては、直流電源 2 は、10 [V] の直流電圧 V_{dc} を出力する直流電源により構成されているものとして説明する。

[0025] 第 1 のスイッチング素子としての U 相上アームスイッチング素子 S_{up} は U 相上アームに接続され、第 2 のスイッチング素子としての U 相下アームスイッチング素子 S_{un} は U 相下アームに接続され、第 3 のスイッチング素子としての V 相上アームスイッチング素子 S_{vp} は V 相上アームに接続され、第 4 のスイッチング素子としての V 相下アームスイッチング素子 S_{vn} は V 相下アームに接続され、第 5 のスイッチング素子としての W 相上アームスイッチング素子 S_{wp} は W 相上アームに接続され、第 6 のスイッチング素子としての W 相下アームスイッチング素子 S_{wn} は W 相下アームに接続されている。

[0026] 前述の U 相上アームスイッチング素子 S_{up} と、U 相下アームスイッチング素子 S_{un} と、V 相上アームスイッチング素子 S_{vp} と、V 相下アームスイッチング素子 S_{vn} と、W 相上アームスイッチング素子 S_{wp} 、及び W 相

下アームスイッチング素子 S_{wn} は、夫々、IGBT、バイポーラトランジスタ、MOSパワートランジスタ等の半導体スイッチと、ダイオードとを逆並列に接続して構成されている。

[0027] 三相インバータ3に於ける、U相上アームスイッチング素子 S_{up} と、U相下アームスイッチング素子 S_{un} と、V相上アームスイッチング素子 S_{vp} と、V相下アームスイッチング素子 S_{vn} と、W相上アームスイッチング素子 S_{wp} 、及びW相下アームスイッチング素子 S_{wn} は、後述する修正三相交流電圧により構成されるU相電圧指令 V_u とV相電圧指令 V_v とW相電圧指令 V_w と、直流電源2から入力された直流電圧 V_{dc} と、に基づいて、例えば $50 [\mu s]$ のキャリア周期 T_c でPWM (Pulse Width Modulation) 制御され、夫々のスイッチング素子のオンデューティが制御される。

[0028] 三相インバータ3は、後述のPWM制御に基づいて、交流端子であるU相端子UとV相端子VとW相端子Wとから三相交流電圧を発生する。三相インバータのU相端子から出力されたU相電圧は、三相交流回転電機1のU相巻線に印加され、三相インバータ3のV相端子から出力されたV相電圧は、三相交流回転電機1のV相巻線に印加され、三相インバータ3のW相端子から出力されたW相電圧は、三相交流回転電機1のW相巻線に印加される。その結果、三相交流回転電機1のU相巻線にはU相電流 I_{u_real} が通電され、V相巻線にはV相電流 I_{v_real} が通電され、W相巻線にはW相電流 I_{w_real} が通電させる。

[0029] ここで、U相巻線、V相巻線、W相巻線を有する三相交流回転電機1は、例えば、永久磁石型同期回転電機、巻線界磁型同期回転電機、誘導回転電機、シンクロナスリラクタンスモータ等により構成される。直流電源2は、三相インバータ3に直流電圧 V_{dc} を出力する。直流電源2としては、例えば、バッテリー、DC-DCコンバータ、ダイオード整流器、PWM整流器等、直流電圧を出力することができる如何なる装置も用いることができる。

[0030] 尚、三相インバータ3は、直流電源2の出力である直流電力を三相交流電

力に変換して三相交流回転電機 1 に供給するときは、いわゆる DC / AC コンバータ、つまり順変換器としてのインバータとして動作し、三相交流回転電機 1 が発電機として動作して発電した三相交流電力を直流電力に変換して直流電源 2 に供給するときは、いわゆる DC / AC コンバータ、つまり逆変換器としてのコンバータとして動作するが、以下の説明では、説明の便宜上、「インバータ」と総称して説明する。

[0031] 平滑コンデンサ 5 は、直流電源 2 の正極と負極との間の直流電圧 V_{dc} を安定化させるコンデンサであって、三相インバータ 3 の正極端子と負極端子との間に接続されている。

[0032] 電流検出器 4 は、U 相下アームスイッチング素子 S_{un} に直列接続された U 相電流検出用抵抗素子 R_u と、V 相下アームスイッチング素子 S_{vn} に直列接続された V 相電流検出用抵抗素子 R_v と、W 相下アームスイッチング素子 S_{wn} に直列接続された W 相電流検出用抵抗素子 R_w と、夫々オペアンプ等により構成された第 1 の増幅器 8 1 と第 2 の増幅器 8 2 と第 3 の増幅器 8 3 と、を備えている。

[0033] 第 1 の増幅器 8 1 は、U 相電流検出用抵抗素子 R_u の両端間の電圧を増幅して三相インバータ 3 の U 相電流に対応した U 相電流検出値 I_u として出力する。第 2 の増幅器 8 2 は、V 相電流検出用抵抗素子 R_v の両端間の電圧を増幅して三相インバータ 3 の V 相電流に対応した V 相電流検出値 I_v として出力する。第 3 の増幅器 8 3 は、W 相電流検出用抵抗素子 R_w の両端間の電圧を増幅して三相インバータ 3 の W 相電流に対応した W 相電流検出値 I_w として出力する。電流検出器 4 から出力された U 相電流検出値 I_u と V 相電流検出値 I_v と W 相電流検出値 I_w は、夫々、後述する相電流演算部 9 a に入力される。

[0034] 基本指令算出部 6 は、後述するように、三相電圧指令としての U 相電圧指令 V_{ub} と V 相電圧指令 V_{vb} と W 相電圧指令 V_{wb} を演算により算出し、後述する修正三相電圧指令演算部 8 a と後述するオフセット電圧演算部 7 a に入力する。

[0035] オフセット電圧演算部 7 a は、基本指令算出部 6 から出力された三相電圧指令としての U 相電圧指令 V_{ub} 、V 相電圧指令 V_{vb} 、及び W 相電圧指令 V_{wb} に基づいて、オフセット電圧 V_{offset} を演算して出力する。

[0036] ここで、オフセット電圧演算部 7 a に於ける演算手順について説明する。図 2 は、この発明の実施の形態 1 による電力変換装置に於ける、オフセット電圧演算部の演算手順を示すフローチャートである。図 2 に於いて、先ず、ステップ S 101 では、U 相電圧指令 V_{ub} 、V 相電圧指令 V_{vb} 、及び W 相電圧指令 V_{wb} のうち、大きい順に最大相、中間相、最小相としたときの最大相の電圧指令 V_{max} を演算する。続いて、ステップ S 102 では、直流電源 2 の直流電圧 V_{dc} に定数「0.5」を乗算した値を、ステップ S 101 で求めた最大相の電圧指令 V_{max} から減算して、オフセット電圧 V_{offset} を演算する。

[0037] 図 1 に於いて、修正三相電圧指令演算部 8 a は、三相電圧指令としての U 相電圧指令 V_{ub} と V 相電圧指令 V_{vb} と W 相電圧指令 V_{wb} と、オフセット電圧演算部 7 a からのオフセット電圧 V_{offset} とに基づいて、修正三相電圧指令としての修正 U 相電圧指令 V_u と修正 V 相電圧指令 V_v と修正 W 相電圧指令 V_w とを演算して出力する。

[0038] ここで、修正三相電圧指令演算部 8 a に於ける演算手順について説明する。図 3 は、この発明の実施の形態 1 による電力変換装置に於ける、修正三相電圧指令演算部の演算手順を示すフローチャートである。図 3 に於いて、ステップ S 201 では、基本指令算出部 6 から入力された三相電圧指令としての U 相電圧指令 V_{ub} と V 相電圧指令 V_{vb} と W 相電圧指令 V_{wb} の夫々から、オフセット電圧演算部 7 a から入力されたオフセット電圧 V_{offset} を減算し、修正三相電圧指令としての修正 U 相電圧指令 V_u と修正 V 相電圧指令 V_v と修正 W 相電圧指令 V_w とを演算する。

[0039] 次に、図 1 に於いて、修正三相電圧指令演算部 8 a により演算された修正三相電圧指令としての修正 U 相電圧指令 V_u と修正 V 相電圧指令 V_v と修正 W 相電圧指令 V_w は、インバータ 3 に入力される。インバータ 3 では、修正

三相電圧指令演算部 8 a から入力された修正三相電圧指令としての修正 U 相電圧指令 V_u と修正 V 相電圧指令 V_v と修正 W 相電圧指令 V_w と、PWM キャリア信号とを比較し、U 相上アームスイッチング素子 S_{up} と、U 相下アームスイッチング素子 S_{un} と、V 相上アームスイッチング素子 S_{vp} と、V 相下アームスイッチング素子 S_{vn} と、W 相上アームスイッチング素子 S_{wp} 、及び W 相下アームスイッチング素子 S_{wn} とに対する駆動信号に変換される。ここで、PWM キャリア信号は、最大値がインバータ 3 の出力上限値に等しく、下限値がインバータ 3 の出力下限値に等しく、周期がキャリア周期 T_c の三角波信号により構成されている。

[0040] 一方、修正三相電圧指令演算部 8 a から出力された修正三相電圧指令としての修正 U 相電圧指令 V_u と修正 V 相電圧指令 V_v と修正 W 相電圧指令 V_w は、相電流演算部 9 a にも入力される。相電流演算部 9 a は、修正三相電圧指令演算部 8 a から出力された修正三相電圧指令としての修正 U 相電圧指令 V_u と修正 V 相電圧指令 V_v と修正 W 相電圧指令 V_w と、前述の電流検出器 4 から入力された U 相電流検出値 I_u と V 相電流検出値 I_v と W 相電流検出値 I_w とに基づいて、補正電流検出値としての補正 U 相電流検出値 I_{uc} と補正 V 相電流検出値 I_{vc} と補正 W 相電流検出値 I_{wc} を演算により算出して基本指令算出部 6 に入力する。

[0041] 基本指令算出部 6 は、相電流演算部 9 a から入力された補正電流検出値としての補正 U 相電流検出値 I_{uc} と補正 V 相電流検出値 I_{vc} と補正 W 相電流検出値 I_{wc} と、外部からの制御指令 C_{om} に基づいて、三相電圧指令としての U 相電圧指令 V_{ub} と V 相電圧指令 V_{vb} と W 相電圧指令 V_{wb} を演算により算出して出力する。

[0042] ここで、基本指令算出部 6 に於ける、三相電圧指令としての U 相電圧指令 V_{ub} と V 相電圧指令 V_{vb} と W 相電圧指令 V_{wb} の演算方法としては、外部からの制御指令 C_{om} としての三相交流回転電機 1 に対する速度指令（周波数） f を設定した上で、三相電圧指令としての U 相電圧指令 V_{ub} 、V 相電圧指令 V_{vb} 、及び W 相電圧指令 V_{wb} の振幅を決定する、いわゆる V/ω

F制御に基づく演算方法を用いることができる。

[0043] 又、基本指令算出部6に於ける、三相電圧指令としてのU相電圧指令 V_{ub} とV相電圧指令 V_{vb} とW相電圧指令 V_{wb} の別の演算方法として、外部からの制御指令 Com としての三相交流回転電機1に対する回転二軸上の電流指令 I_{d_ref} 及び I_{q_ref} を設定し、この回転二軸上の電流指令 I_{d_ref} 及び I_{q_ref} と、前述の相電流演算部9aから出力された補正U相電流検出値 I_{uc} と補正V相電流検出値 I_{vc} と補正W相電流検出値 I_{wc} を三相交流回転電機1の回転二軸上の値に座標変換した電流 I_{dc} 及び I_{qc} と、の偏差に基づいて、その偏差を「0」とすべく比例積分制御によってU相電圧指令 V_{ub} 、V相電圧指令 V_{vb} 、及びW相電圧指令 V_{wb} を演算する、いわゆる電流フィードバック制御等の公知技術を使用することができる。

[0044] 三相インバータ3のU相上アームスイッチング素子 S_{up} と、U相下アームスイッチング素子 S_{un} と、V相上アームスイッチング素子 S_{vp} と、V相下アームスイッチング素子 S_{vn} と、W相上アームスイッチング素子 S_{wp} と、W相下アームスイッチング素子 S_{wn} は、前述のように、修正三相電圧指令演算部8aから入力された修正三相電圧指令としての修正U相電圧指令 V_u と修正V相電圧指令 V_v と修正W相電圧指令 V_w と、PWMキャリア信号と、を比較して生成された駆動信号に基づいて、PWM制御される。

[0045] 三相インバータ3は、前述のPWM制御に基づいて、交流端子であるU相端子UとV相端子VとW相端子Wから、修正三相電圧指令としての修正U相電圧指令 V_u と修正V相電圧指令 V_v と修正W相電圧指令 V_w とに夫々追従したU相電圧、V相電圧、及びW相電圧を出力し、三相交流回転電機1を駆動する。

[0046] 次に、この発明の実施の形態1による電力変換装置に於ける、三相電圧指令としてのU相電圧指令 V_{ub} とV相電圧指令 V_{vb} とW相電圧指令 V_{wb} 、オフセット電圧 V_{offset} 、及び修正三相電圧指令としての修正U相電圧指令 V_u と修正V相電圧指令 V_v と修正W相電圧指令 V_w 、について説

明する。図4は、この発明の実施の形態1による電力変換装置に於ける、三相電圧指令とオフセット電圧と修正三相電圧指令を示す説明図であって、Aは、三相電圧指令としてのU相電圧指令 V_{ub} とV相電圧指令 V_{vb} とW相電圧指令 V_{wb} を示し、Bは、オフセット電圧 V_{offset} を示し、Cは、修正三相電圧指令としての修正U相電圧指令 V_u と修正V相電圧指令 V_v と修正W相電圧指令 V_w を示している。尚、図4のA、B、Cに於いて、縦軸は電圧[V]、横軸は電気角[deg]を示している。

[0047] 前述したように、直流電源2の出力電圧である直流電圧 V_{dc} は、10[V]に設定されているので、図4のCに示される修正三相電圧指令としての修正U相電圧指令 V_u と修正V相電圧指令 V_v と修正W相電圧指令 V_w が飽和せずに出力可能な電圧範囲は、「-5」[V]～「+5」[V]の範囲である10[V]の区間である。そして、「-5」[V]がインバータ3の出力下限値(PWMキャリア信号の最小値)、「0」[V]がインバータ3の出力中心値(PWMキャリア信号の出力中心値)、そして「+5」[V]がインバータ3の出力上限値(PWMキャリア信号の出力最大値)となる。

[0048] 図4のCに示されるように、三相電圧指令としてのU相電圧指令 V_{ub} とV相電圧指令 V_{vb} とW相電圧指令 V_{wb} に対して、修正三相電圧指令としての修正U相電圧指令 V_u と修正V相電圧指令 V_v と修正W相電圧指令 V_w は、その最大相がインバータ3の出力上限値(PWMキャリア信号の出力最大値)「+5」[V]に一致するようにオフセット電圧 V_{offset} に基づいてシフトされている。

[0049] ここで、図4に於ける時点(1)を例として、PWMキャリア信号C、修正三相電圧指令としての修正U相電圧指令 V_u と修正V相電圧指令 V_v と修正W相電圧指令 V_w 、及び三相インバータ3のU相上アームスイッチング素子 S_{up} と、U相下アームスイッチング素子 S_{un} と、V相上アームスイッチング素子 S_{vp} と、V相下アームスイッチング素子 S_{vn} と、W相上アームスイッチング素子 S_{wp} 、及びW相下アームスイッチング素子 S_{wn} のキャリア周期 T_c について説明する。図5は、この発明の実施の形態1による

電力変換装置に於ける、PWMキャリア信号と、修正三相電圧指令と、三相インバータの各スイッチング素子 S_{up} と、U相下アームスイッチング素子 S_{un} と、V相上アームスイッチング素子のキャリア周期 T_c について説明する説明図である。

[0050] 図5に於いて、縦軸に示す「1」は、三相インバータ3のU相上アームスイッチング素子 S_{up} と、U相下アームスイッチング素子 S_{un} と、V相上アームスイッチング素子 S_{vp} と、V相下アームスイッチング素子 S_{vn} と、W相上アームスイッチング素子 S_{wp} 、及びW相下アームスイッチング素子 S_{wn} が、オンであることを示し、「0」はそれらのスイッチング素子がオフであることを示している。

[0051] 図5に於いて、キャリア信号Cと修正三相電圧指令とを相毎に比較し、修正三相電圧指令がキャリア信号Cより大きい場合に、各相の上アームスイッチング素子がオンとなり、修正三相電圧指令がキャリア信号Cより小さい場合に、各相の下アームのスイッチング素子がオンとなる。図4に於ける時点(1)での三相電圧指令の最大相はU相電圧指令 V_{ub} であり、修正U相電圧指令 V_u は、PWMキャリア信号Cの最大値にシフトされるので、図五に示すように、キャリア周期 T_c の期間中、即ち時刻 $t_1 \sim t_3$ の期間中、常にU相上アームスイッチング素子 S_{up} がオンとなり、U相下アームスイッチング素子 S_{un} がオフとなっている。尚、PWMキャリア信号Cは、時刻 $t_1 \sim t_3$ の期間に於ける中間時点である時刻 t_2 に於いて最大となる三角波形である。

[0052] 図6は、この発明の実施の形態1による電力変換装置に於ける、三相インバータの各スイッチング素子の夫々の動作パターンに対する電圧ベクトルを示す説明図である。図6に示すように、電圧ベクトル $V_1 \sim V_6$ に於いては、インバータ3の各相の上アームスイッチング素子 S_{up} 、 S_{vp} 、 S_{wp} と各相の下アームスイッチング素子 S_{un} 、 S_{vn} 、 S_{wn} とのうちの一方に於ける一つの相又は2つの相のスイッチング素子がオンとなっており、各相の上アームスイッチング素子 S_{up} 、 S_{vp} 、 S_{wp} と各相の下アームス

スイッチング素子 S_{un} 、 S_{vn} 、 S_{wn} とのうちの他方に於ける 2 つの相又は一つの相のスイッチング素子がオンとなっている。ここで、電圧ベクトル $V_1 \sim V_6$ を有効電圧ベクトルと定義する。

[0053] 続いて、前述の電流検出器 4 での電流検出値の検出時刻について説明する。この発明の実施の形態 1 に於いては、PWM キャリア信号 C が最大値となる時刻にて、電流検出器 4 は三相インバータ 3 の各相の電流を検出して電流検出値 I_u 、 I_v 、 I_w を出力する。PWM キャリア信号 C が最大値となる時刻は、図 5 に於ける時刻 t_2 に一致する。図 5 に示すように、時刻 t_2 に於いて、U 相上アームスイッチング素子 S_{up} がオンであり U 相下アームスイッチング素子 S_{un} がオフであるので、U 相下アームスイッチング素子 S_{un} に直列に接続された U 相電流検出用抵抗素子 R_u には電流が通電されないため、U 相電流検出値 I_u は電流「0」[A] に対応した値(厳密には後述する観測ノイズのみ)となる。

[0054] 又、図 5 に示すように、時刻 t_2 に於いて、V 相上アームスイッチング素子 S_{vp} がオフであり V 相下アームスイッチング素子 S_{vn} がオンであるので、V 相電流検出値 I_v は三相インバータ 3 の V 相電流 I_{v_real} に対応した値となる。更に、時刻 t_2 に於いて、W 相上アームスイッチング素子 S_{wp} がオフであり W 相下アームスイッチング素子 S_{wn} がオンであるので、W 相電流検出値 I_w は三相インバータ 3 の W 相電流 I_{w_real} に対応した値となる。

[0055] 図 5、及び図 6 に示されるように、時刻 t_2 では、電圧ベクトルは有効電圧ベクトル V_1 となっている。ここで、この発明の実施の形態 1 による電力変換装置の効果を得るための電流検出値の検出タイミングは、PWM キャリア信号 C が最大値となる時刻 t_2 に限らず、電圧ベクトルが有効電圧ベクトル V_1 となっている時刻ならばよい。これは、電圧ベクトルが有効電圧ベクトル V_1 を出力している区間であれば、インバータ 3 の各スイッチング素子 $S_{up} \sim S_{wn}$ の動作状態は、時刻 t_2 に於ける動作状態と変わらないためである。

[0056] 同様に、この発明の実施の形態1による電力変換装置の効果を得るための電流検出値の検出タイミングは、三相電圧指令としてのU相電圧指令 V_{ub} 、V相電圧指令 V_{vb} 、及びW相電圧指令 V_{wb} のうちでV相電圧指令 V_{vb} が最大相である場合は、電圧ベクトルが有効電圧ベクトル V_3 となっている時刻であればよく、又、三相電圧指令としてのU相電圧指令 V_{ub} 、V相電圧指令 V_{vb} 、及びW相電圧指令 V_{wb} のうちでW相電圧指令 V_{wb} が最大相である場合は、電圧ベクトルが有効電圧ベクトル V_5 となっている時刻であればよい。

[0057] 次に、前述の相電流演算部9aに於ける演算の手順について説明する。図7は、この発明の実施の形態1による電力変換装置に於ける、相電流演算部の演算手順を示すフローチャートである。図7に於いて、先ず、ステップS301では、修正三相電圧指令としての修正U相電圧指令 V_u 、修正V相電圧指令 V_v 、修正W相電圧指令 V_w のうちの最も大きい値を有する相の修正電圧指令を最大修正電圧指令 V_{max} とする。続いて、ステップS302では、修正U相電圧指令 V_u が最大修正電圧指令 V_{max} に一致するかを判定し、一致する場合（YES）、ステップS304を実行し、一致しない場合（NO）、ステップS303を実行する。

[0058] ステップS303では、修正V相電圧指令 V_v が最大修正電圧指令 V_{max} に一致するかを判定し、一致する場合（YES）、ステップS305を実行し、一致しない場合（NO）、ステップS306を実行する。

[0059] ステップS302からステップS304に進むと、ステップS304では、V相電流検出値 I_v からU相電流検出値 I_u を減算することで補正V相電流検出値 I_{vc} を算出すると共に、W相電流検出値 I_w からU相電流検出値 I_u を減算することで補正W相電流検出値 I_{wc} を算出する。

[0060] ステップS303からステップS305に進むと、ステップS305の処理に於いては、U相電流検出値 I_u からV相電流検出値 I_v を減算することで補正U相電流検出値 I_{uc} を算出すると共に、W相電流検出値 I_w からV相電流検出値 I_v を減算することで補正W相電流検出値 I_{wc} を算出する。

[0061] 一方、ステップS303からステップS306に進むと、ステップS306の処理に於いては、U相電流検出値 I_u からW相電流検出値 I_w を減算することで補正U相電流検出値 I_{uc} を算出すると共に、V相電流検出値 I_v からW相電流検出値 I_w を減算することで補正V相電流検出値 I_{vc} を算出する。ここで、修正三相電圧指令演算部8aの処理により、修正三相電圧指令のうちの最大相の修正三相電圧指令をPWMキャリア信号Cの最大値に一致するようにしているので、前述のように図5に修正U相電圧指令が最大相の場合を示したように、電流検出値の取得時刻である時刻 t_2 に於いて、最大相の修正電圧指令である修正U相電圧指令 V_u は、U相上アームスイッチング素子 S_{up} をオンとする。これに対して、修正V相電圧指令 V_v は、V相下アームスイッチング素子 S_{vn} をオンとし、修正W相電圧指令 V_w は、W相下アームスイッチング素子 S_{wn} をオンとする。

[0062] 従って、修正三相電圧指令の最大相がU相であるステップS304での演算と、修正三相電圧指令の最大相がV相であるステップS305での演算と、修正三相電圧指令の最大相がW相であるステップS306での演算は、下アームスイッチング素子がオンしている相の電流検出値から、上アームスイッチング素子がオンしている相の電流検出値を減算して、下アームスイッチング素子がオンしている相の補正電流検出値を算出することに等しい。

[0063] 次に、ステップS304からステップS307に進むと、ステップS307では、補正V相電流検出値 I_{vc} の符号反転値と補正W相電流検出値 I_{wc} の符号反転値との和より、補正U相電流検出値 I_{uc} を得る。又、ステップS305からステップS308に進むと、ステップS308では、補正U相電流検出値 I_{uc} の符号反転値と補正W相電流検出値 I_{wc} の符号反転値との和より、補正V相電流検出値 I_{vc} を得る。更に、ステップS306からステップS309に進むと、ステップS309では、補正U相電流検出値 I_{uc} の符号反転値と補正V相電流検出値 I_{vc} の符号反転値との和より、補正W相電流検出値 I_{wc} を得る。

[0064] 次に、前述の特許文献1に開示された従来の電力変換装置に対するこの発

明の実施の形態 1 による電力変換装置の効果について述べる。三相インバータ 3 を流れる U 相電流 I_{u_real} 、V 相電流 I_{v_real} 、及び W 相電流 I_{w_real} を検出する電流検出器 4 に於いては、図 1 に示す第 1 の増幅器 8 1、第 2 の増幅器 8 2、及び第 3 の増幅器 8 3 を用いて、各相の電流検出用抵抗素子 R_u 、 R_v 、 R_w の両端の電圧(数 m [V] ~ 数百 [mV] 程度)をマイコンや DSP に入力するのに適した電圧値(0 [V] ~ 5 [V] 程度)へと増幅することが一般に行われる。各相に対応して設けられた第 1 の増幅器 8 1、第 2 の増幅器 8 2、及び第 3 の増幅器 8 3 のグランド(基準電位)は共通の電位に設定されることが多い。そのため、前述したように各相の電流検出値に含まれる観測ノイズには、全相で位相が一致する同相成分が多く含まれる。

[0065] ここで、同相の観測ノイズを含めた各相の電流検出値 I_u 、 I_v 、 I_w が、夫々下記の式(1)、式(2)、及び式(3)で表わされるとする。

[数1]

数 1

$$i_u = -\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \left(I_{amp} \sin(\theta) + I_{noise} \right) \quad \dots \dots \text{式 (1)}$$

[0066] [数2]

数 2

$$i_v = -\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \left(I_{amp} \sin\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right) + I_{noise} \right) \quad \dots \dots \text{式 (2)}$$

[0067]

[数3]

数 3

$$i_w = -\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \left(I_{amp} \sin\left(\theta + \frac{2\pi}{3}\right) + I_{noise} \right) \quad \dots\dots\dots \text{式 (3)}$$

[0068] ここで、 θ はモータ回転角度、 I_{amp} は電流振幅、 I_{noise} は観測ノイズ、を表している。観測ノイズ I_{noise} の周波数は、数 10 [Hz] ～数 [kHz] 程度である。

[0069] 次に、下記の式 (4) は、回転二軸上に於ける q 軸電流 i_{qc} の定義式である。

[数4]

数 4

$$i_{qc} = -\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \left(i_u \sin \theta + i_v \sin\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right) + i_w \sin\left(\theta + \frac{2\pi}{3}\right) \right) \quad \dots\dots\dots \text{式 (4)}$$

[0070] 前述の式 (1) ～式 (3) で表わされる電流検出値 i_u 、 i_v 、 i_w が全て検出できた場合、電流検出値 i_u 、 i_v 、 i_w を式 (4) に代入すると下記の式 (5)) が得られる。

[0071] [数5]

数 5

$$i_{qc} = I_{amp} \quad \dots\dots\dots \text{式 (5)}$$

[0072] 従って、三相の電流検出値が全て検出できる場合、観測ノイズ I_{noise} の影響は回転二軸上の電流には現れない。

[0073] 一方、最大相の下アームスイッチング素子のオン時間(最大相の電流検出用

抵抗素子に通電される時間)が、リンギングの影響を受けずに精度良く電流を検出するのに十分な時間未満となる場合について考える。その場合、特許文献 1 に開示された電力変換装置に於いては、例えば、最大相が U 相である場合、V 相電流及び W 相電流を検出するため、その場合の三相電流検出値は、下記の式 (6)、式 (7)、式 (8) のように決定する。

[0074] [数6]

数 6

$$i_v = -\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \left(I_{amp} \sin \left(\theta - \frac{2\pi}{3} \right) + I_{noise} \right) \quad \dots \dots \text{式 (6)}$$

[0075] [数7]

数 7

$$i_w = -\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \left(I_{amp} \sin \left(\theta + \frac{2\pi}{3} \right) + I_{noise} \right) \quad \dots \dots \text{式 (7)}$$

[0076] [数8]

数 8

$$i_u = -i_v - i_w \quad \dots \dots \text{式 (8)}$$

[0077] 即ち、式 (8) に示した U 相電流 i_u は、三相電流の和が零であることを利用して、V 相電流検出値の符号反転値 ($-i_v$) と W 相電流検出値の符号反転値 ($-i_w$) の和から算出している。

[0078] 次に、式 (6)、式 (7)、式 (8) を式 (4) に代入すると、下記の式 (9) となる。

[数9]

数 9

$$i_{qc} = I_{amp} - 2I_{noise} \sin \theta \quad \dots \dots \text{式 (9)}$$

[0079] 従って、三相電流検出値から最大相以外の2つの相を選択するようにした特許文献1に記載の従来の電流検出方法を用いた場合、ノイズ成分 I_{noise} の影響が回転二軸上の電流にも発生し、基本指令算出部6はノイズ成分 I_{noise} を含む回転二軸上の電流に対して、電流指令値との偏差を零とするように三相電圧指令を演算するため、三相電圧指令にもノイズ成分 I_{noise} の影響が及び、三相交流回転電機1からトルクリプル、振動、騒音が増大する原因となる。

[0080] 次に、前述と同じく最大相がU相である場合、この発明の実施の形態1による電力変換装置に於いては、修正三相電圧指令演算部8aに於ける処理により、修正三相電圧指令のうちの最大相の修正電圧指令がキャリア信号Cの最大値に一致するようにしたので、電流検出値の検出時刻である時刻 t_2 にて、図5に示したようにU相は、上アームスイッチング素子 S_{up} がオンしているため、下アームスイッチング素子 S_{un} には電流が通電されず、電流検出値は観測ノイズ成分のみとなる。

[0081] 一方、V相、W相に於いては、下アームスイッチング素子 S_{vn} 、 S_{wn} がオンしているため、V相、W相の電流検出用抵抗素子 R_v 、 R_w に電流が通電されることから、電流検出値は三相インバータ3のV相、W相に通電される電流に対応した値に観測ノイズが加算された値が検出される。

[0082] その結果、電流検出値は、下記の式(10)、式(11)、式(12)の通りとなる。

[数10]

数 1 0

$$i_u = -\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}(I_{noise}) \quad \dots\dots\dots \text{式 (10)}$$

[0083] [数11]

数 1 1

$$i_v = -\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}\left(I_{amp} \sin\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right) + I_{noise}\right) \quad \dots\dots\dots \text{式 (11)}$$

[0084] [数12]

数 1 2

$$i_w = -\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}\left(I_{amp} \sin\left(\theta + \frac{2\pi}{3}\right) + I_{noise}\right) \quad \dots\dots \text{式 (12)}$$

[0085] 次に、図7に於けるステップS304（又は、ステップS305、ステップS306）に示したように、この発明の実施の形態1による電力変換装置に於いては、下アームスイッチング素子がオンしている相の電流検出値を最大相（又は、上アームスイッチング素子がオンしている相）の電流検出値で補正するようにしている。従って、V相、W相の電流検出値である前述の式（11）、式（12）を最大相であるU相の電流検出値である前述の式（10）で減算すると下記の式（13）、式（14）が得られる。

[0086]

[数13]

数 1 3

$$i_{vc} = i_v - i_u = -\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} I_{amp} \sin\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right) \quad \dots\dots\dots \text{式 (13)}$$

[0087] [数14]

数 1 4

$$i_{wc} = i_w - i_u = -\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} I_{amp} \sin\left(\theta + \frac{2\pi}{3}\right) \quad \dots\dots\dots \text{式 (14)}$$

[0088] 又、図7に於けるステップS307により、補正U相電流検出値 i_{uc} は、下記の式(15)のようになる。

[数15]

数 1 5

$$i_{uc} = -i_{vc} - i_{wc} = -\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} I_{amp} \sin(\theta) \quad \dots\dots\dots \text{式 (15)}$$

[0089] 次に、q軸電流の定義を示す前述の式(4)に於いて、 $[i_u \rightarrow i_{uc}]$ 、 $[i_v \rightarrow i_{vc}]$ 、 $[i_w \rightarrow i_{wc}]$ として前述の式(13)、式(14)、式(15)を代入すると、下記の式(16)が得られる。

[数16]

数 1 6

$$i_{qc} = I_{amp} \quad \dots\dots\dots \text{式 (16)}$$

[0090] 尚、電流検出器 4 を構成する、第 1 の増幅器 8 1、第 2 の増幅器 8 2、第 3 の増幅器 8 3、及び電流検出用抵抗素子 R_u 、 R_v 、 R_w は、温度変化或いは経年変化によって特性が変化する。ほぼ同等の特性のものを使用するため、これによって生じるオフセット誤差はほぼ同等とみなすことができる。つまり、同相で重畳されるノイズ成分とみなしてもよく、ノイズ成分 I_{noise} は直流成分に対しても同様の効果を得ることができる。従って、式 (16) により明らかなように、ノイズ成分 I_{noise} を含む項が発生していないため、この発明の実施の形態 1 による電力変換装置に於いては、ノイズ成分 I_{noise} の影響を受けることがない。

[0091] 以上述べたように、この発明の実施の形態 1 による電力変換装置によれば、三相電圧指令のうちの最大相の電圧指令が PWM キャリア信号の最大値に一致するように、各相を等しくシフトし、PWM キャリア信号が最大値となるタイミングで電流検出値を検出し、その検出タイミングに於いて三相インバータの上アームスイッチング素子がオンしている相の電流検出値で下アームスイッチング素子がオンしている相の電流検出値を補正することで、電流検出値に含まれる 3 つの相で同相となる観測ノイズの影響を低減することができるという従来の装置にない顕著な効果を奏することができる。

[0092] 同様に、2 組の三相巻線を有する三相交流回転電機に関して、1 組の三相巻線につき 1 台の三相インバータ及び 1 つの電流検出器を備えることで、2 組の三相巻線で合計 2 つの電流検出器を備えるようにした電力変換装置の場合に於いても、2 つの電流検出器で共通の基準(グラウンド)電位が設定される場合には、この発明の実施の形態 1 による電力変換装置を適用することが可能である。

[0093] 例えば、1 方の電流検出器(以下、電流検出器 A と称する)で検出した上アームスイッチング素子がオンしている相の電流検出値で他方の電流検出器(以下、電流検出器 B と称する)で検出した下アームスイッチング素子がオンしている相の電流検出値を補正することで、電流検出器 B に於ける電流検出値の

観測ノイズの影響を低減することが可能である。同様に、電流検出器 B で検出した上アームのスイッチング素子がオンしている相の電流検出値で電流検出器 A の下アームスイッチング素子がオンしている相の電流検出値を補正することで電流検出器 A に於ける電流検出値の観測ノイズを低減することが可能である。

[0094] 又、電流検出器 4 として、三相インバータ 3 の U 相上アームスイッチング素子 S_{up} 、V 相上アームスイッチング素子 S_{vp} 、W 相上アームスイッチング素子 S_{wp} に夫々直列に電流検出用抵抗素子 R_u 、 R_v 、 R_w を配置した場合、オフセット電圧演算部 7 a にて、三相電圧指令のうちの最小相を PWM キャリア信号 C の最小値に一致するようにシフトさせるようなオフセット電圧 V_{offset} を演算し、修正三相電圧指令演算部 8 a にて、修正三相電圧指令の最小相が PWM キャリア信号 C の最小値に一致するようにシフトし、電流検出値を PWM キャリア信号が最小値となる時刻で検出し、下アームスイッチング素子がオンしている最小相に対応する電流検出値にて、上アームスイッチング素子がオンしている相の電流検出値を補正することによって、同様の効果が得られることは言うまでもない。

[0095] 実施の形態 2.

次に、この発明の実施の形態 2 による電力変換装置について説明する。この発明の実施の形態 2 による電力変換装置の全体構成図は、前述の図 1 と同様である。実施の形態 2 による電力変換装置が実施の形態 1 による電力変換装置と異なる点は、オフセット電圧演算部の構成と電流検出値の検出時刻である。以下の説明では実施の形態 1 と異なる点を中心に説明する。

[0096] 図 8 は、この発明の実施の形態 2 による電力変換装置に於ける、オフセット電圧演算部の演算手順を示すフローチャートである。図 1 に示すオフセット電圧演算部 7 b は、三相電圧指令としての U 相電圧指令 V_{ub} 、V 相電圧指令 V_{vb} 、W 相電圧指令 V_{wb} に基づいて、オフセット電圧 V_{offset} を演算する。図 8 に於いて、先ず、ステップ S 6 0 1 では、U 相電圧指令 V_{ub} 、V 相電圧指令 V_{vb} 、W 相電圧指令 V_{wb} を、大きい順に最大相、

中間相、最小相としたときの最小相の電圧指令である最小電圧指令 V_{min} を演算する。続いて、ステップ S 6 0 2 では、直流電圧 V_{dc} に定数「0.5」を乗算した電圧を、ステップ S 1 0 1 で求めた最小電圧指令 V_{min} に加算して、オフセット電圧 V_{offset} を演算する。

[0097] 図 9 は、この発明の実施の形態 2 による電力変換装置に於ける、三相電圧指令とオフセット電圧と修正三相電圧指令を示す説明図であって、A は、三相電圧指令としての U 相電圧指令 V_{ub} と V 相電圧指令 V_{vb} と W 相電圧指令 V_{wb} を示し、B は、オフセット電圧 V_{offset} を示し、C は、修正三相電圧指令としての修正 U 相電圧指令 V_u と修正 V 相電圧指令 V_v と修正 W 相電圧指令 V_w を示している。尚、図 4 の A、B、C に於いて、縦軸は電圧 [V]、横軸は電気角 [deg] を示している。

[0098] 図 9 の C に示す修正三相電圧指令としての修正 U 相電圧指令 V_u と修正 V 相電圧指令 V_v と修正 W 相電圧指令 V_w の波形から判るように、三相電圧指令としての U 相電圧指令 V_{ub} 、V 相電圧指令 V_{vb} 、W 相電圧指令 V_{wb} に対し、修正三相電圧指令としての修正 U 相電圧指令 V_u 、修正 V 相電圧指令 V_v 、修正 W 相電圧指令は、その最小相がインバータ出力下限値 (PWM キャリア信号 C の出力最小値) に一致するように、各相が等しくシフトされている。

[0099] ここで、図 9 に於ける時点 (1)、(2) を例として、PWM キャリア信号 C、修正三相電圧指令としての修正 U 相電圧指令 V_u と修正 V 相電圧指令 V_v と修正 W 相電圧指令 V_w 、及び三相インバータ 3 の U 相上アームスイッチング素子 S_{up} と、U 相下アームスイッチング素子 S_{un} と、V 相上アームスイッチング素子 S_{vp} と、V 相下アームスイッチング素子 S_{vn} と、W 相上アームスイッチング素子 S_{wp} 、及び W 相下アームスイッチング素子 S_{wn} のキャリア周期 T_c について説明する。

[0100] 図 10 は、この発明の実施の形態 2 による電力変換装置に於ける、PWM キャリア信号と、修正三相電圧指令と、三相インバータの各スイッチング素子と、U 相下アームスイッチング素子と、V 相上アームスイッチング素子の

キャリア周期 T_c について説明する説明図である。前述の実施の形態 1 による電力変換装置に於いては、PWM キャリア信号 C が最大値となる時刻 t_2 で電流を検出したが、実施の形態 2 による電力変換装置に於いては、図 10 に示すように、時刻 t_2 の直前で U 相上アームスイッチング素子 S_{up} がオンからオフに切替ると共に、U 相下アームスイッチング素子 S_{un} がオフからオンに切替っていることに起因して、時刻 t_2 では、電流検出値にリングが含まれるため、三相インバータ 3 から出力される電流を正確に検出することができない。

[0101] そこで、実施の形態 2 による電力変換装置では、時刻 t_2 より時間 $T \times 1$ だけ前の時刻 t_4 にて電流を検出する。時間 $T \times 1$ は、時刻 t_2 に対して、最大相(図 10 の場合では U 相)の上アームスイッチング素子及び下アームスイッチング素子がスイッチングする直前となるように設定される。図 10 の時刻 t_4 に於いて、オンしている(「1」となっている)スイッチング素子スイッチは、U 相上アームスイッチング素子 S_{up} と、V 相下アームスイッチング素子 S_{vn} と、W 相下アームスイッチング素子 S_{wn} である。

[0102] 従って、時刻 t_4 では、最大相では上アームのスイッチング素子がオンしており、中間相及び最小相は下アームスイッチング素子がオンしていることで前述の有効電圧ベクトルを形成している。実施の形態 2 による電力変換装置では、時刻 t_4 にて検出した電流検出値に対して実施の形態 1 による電力変換装置で述べた相電流演算部 9 a の処理を施すことで、最大相に対応する電流検出値で中間相および最小相に対応する電流検出値が補正され、中間相および最小相に対応する電流検出値に含まれる観測ノイズの影響を低減させることが可能となる。

[0103] 又、電流検出器 4 として、三相インバータ 3 の U 相上アームスイッチング素子 S_{up} 、V 相上アームスイッチング素子 S_{vp} 、W 相上アームスイッチング素子 S_{wp} に夫々直列に電流検出用抵抗素子 R_u 、 R_v 、 R_w が配置されている場合、オフセット電圧演算部 7 b にて、最大相が PWM キャリアの最大値に一致するようにシフトするようなオフセット電圧 V_{offset} を

演算し、最小相は下アームのスイッチング素子がオン、最大相、中間相は上アームのスイッチング素子がオンするタイミングで電流検出値を取得し、相電流演算部 9 a にて前述と同様の補正を行うことによって、前述と同様の効果が得られるのは言うまでもない。

[0104] 実施の形態 3.

次に、この発明の実施の形態 3 による電力変換装置について説明する。この発明の実施の形態 2 による電力変換装置の全体構成図は、前述の図 1 と同様である。実施の形態 3 による電力変換装置が実施の形態 2 による電力変換装置と異なる点は、電流検出値の検出時刻と相電流演算部 9 b の構成である。以下の説明では実施の形態 2 と異なる点を中心に説明する。図 11 は、この発明の実施の形態 3 による電力変換装置に於ける、PWM キャリア信号と、修正三相電圧指令と、三相インバータの各スイッチング素子と、U 相下アームスイッチング素子と、V 相上アームスイッチング素子のキャリア周期 T_c について説明する説明図である。

[0105] 図 11 は、前述の実施の形態 2 に於ける図 9 の時点 (3) に対応して、PWM キャリア信号 C 、修正三相電圧指令としての修正 U 相電圧指令 V_u と修正 V 相電圧指令 V_v と修正 W 相電圧指令 V_w 、及び三相インバータ 3 の U 相上アームスイッチング素子 S_{up} と、U 相下アームスイッチング素子 S_{un} と、V 相上アームスイッチング素子 S_{vp} と、V 相下アームスイッチング素子 S_{vn} と、W 相上アームスイッチング素子 S_{wp} 、及び W 相下アームスイッチング素子 S_{wn} のキャリア周期 T_c に於ける波形を示している。

[0106] 図 11 に於いて、この実施の形態 3 による電力変換装置では、時刻 t_2 から時間 $T \times 2$ だけ前の時刻 t_5 にて電流検出値を検出する。図 11 に示すように、電流検出値を検出する時刻 t_5 に於いて、オンしている (「1」となっている) スwitchング素子は、U 相上アームスイッチング素子 S_{up} と、V 相上アームスイッチング素子 S_{vp} と、W 相下アームスイッチング素子 S_{wn} である。従って、時刻 t_5 では、最大相である U 相、及び中間相である V 相では、上アームスイッチング素子がオンしており、最小相である W 相では、

下アームのスイッチング素子がオンすることで、前述の有効電圧ベクトルを形成している。

[0107] 次に、この発明の実施の形態3による電力変換装置に於ける、相電流演算部9bの演算手順について説明する。図12は、この発明の実施の形態3による電力変換装置に於ける、相電流演算部の演算手順を示すフローチャートである。図12に於いて、ステップS701では、修正三相電圧指令としての修正U相電圧指令 V_u と修正V相電圧指令 V_v と修正W相電圧指令 V_w との中の、最も小さい値を修正最小電圧指令 V_{min} とする。続いて、ステップS702では、修正U相電圧指令 V_u が V_{min} に一致するかを判定し、一致する（YES）場合、ステップS704を実行し、一致しない（NO）場合、ステップS703を実行する。

[0108] ステップS702からステップS703に進むと、ステップS703では、修正V相電圧指令 V_v が修正最小電圧指令 V_{min} に一致するかを判定し、一致する（YES）場合、ステップS705を実行し、一致しない（NO）場合、ステップS706を実行する。

[0109] ステップS702からステップS704に進むと、ステップS704では、最小相であるU相の電流検出値であるU相電流検出値 I_u からV相電流検出値 I_v を減算することでU相電流検出値 I_{uc} を算出する。

[0110] ステップS703からステップS705に進むと、ステップS705の処理に於いては、最小相であるV相の電流検出値であるV相電流検出値 I_v からW相電流検出値 I_w を減算する。一方、ステップS703からステップS705に進むと、ステップS706の処理に於いては、最小相であるW相の電流検出値であるW相電流検出値 I_w からU相電流検出値 I_u を減算する。

[0111] 以上述べたように、相電流演算部9bでは、最大相、中間相のうちの何れかの相の電流検出値により、最小相に於ける電流検出値を減算するといった補正を実施することによって、観測ノイズの影響を低減した最小相に於ける電流検出値が得られるといった従来の装置にない顕著な効果を奏する。

[0112] 又、電流検出器4として、三相インバータ3のU相上アームスイッチング

素子 S_{up} 、V相上アームスイッチング素子 S_{vp} 、及びW相上アームスイッチング素子 S_{wp} に、夫々直列に電流検出用抵抗素子 R_u 、 R_v 、 R_w が配置されている場合、相電流演算部 9b にて、最大相に於ける電流検出値から他の2つの相のうち何れか(中間相又は最小相)の電流検出値を減算するといった補正演算を実施することによって、観測ノイズの影響を低減した最大相に対する電流検出値が得られることは言うまでもない。

[0113] 実施の形態 4.

次に、この発明の実施の形態 4 による電力変換装置について説明する。図 13 は、この発明の実施の形態 4 による電力変換装置の全体構成図である。図 13 に示す実施の形態 4 による電力変換装置が、前述の図 1 に示す実施の形態 1 による電力変換装置と異なるのは、第 1 の座標変換器 101a と、第 2 の座標変換器 101b と、減算器 102 と、基本指令算出部 6b である。ここで、第 1 の座標変換器 101a と、第 2 の座標変換器 101b と、減算器 102 と、基本指令算出部 6b と、オフセット電圧演算部 7a と、修正三相電圧指令演算部 8a は、電力変換装置に於ける制御装置を構成し、この制御装置は、所定のプログラムに基づいて動作するマイクロコンピュータにより構成されている。以下の説明では、実施の形態 1 と重複する箇所については説明を省略する。

[0114] 図 13 に於いて、第 1 の座標変換器 101a は、修正三相電圧指令としての修正 U 相電圧指令 V_u と修正 V 相電圧指令 V_v と修正 W 相電圧指令 V_w 、及び電流検出値としての U 相電流検出値 I_u 、V 相電流検出値 I_v 、W 相電流検出値 I_w に基づいて、静止二軸上の電流検出値 $I_{\alpha 1}$ 、 $I_{\beta 1}$ を演算する。

[0115] 第 2 の座標変換器 101b は、修正 U 相電圧指令 V_u と修正 V 相電圧指令 V_v と修正 W 相電圧指令 V_w 、及び U 相電流検出値 I_u 、V 相電流検出値 I_v 、W 相電流検出値 I_w に基づいて、静止二軸上の電流検出値 $I_{\alpha 2}$ 、 $I_{\beta 2}$ を演算する。

[0116] 減算器 102 は、第 1 の座標変換器 101a から出力された静止二軸上の

電流検出値 $I_{\alpha 1}$ 、 $I_{\beta 1}$ から、第2の座標変換器 101b から出力された静止二軸上の電流検出値 $I_{\alpha 2}$ 、 $I_{\beta 2}$ を夫々減算することで、静止二軸上の電流検出値 $I_{\alpha c}$ 、 $I_{\beta c}$ を補正演算する。

[0117] 基本指令算出部 6b は、静止二軸上の電流検出値 $I_{\alpha c}$ 、 $I_{\beta c}$ に基づいて三相交流回転電機 1 を駆動するための三相インバータ 3 が印加する電圧に係る三相電圧指令としてのU相電圧指令 V_{ub} とV相電圧指令 V_{vb} とW相電圧指令 V_{wb} を演算する。

[0118] 次に、第1の座標変換器 101a について述べる。第1の座標変換器 101a では、修正三相電圧指令としての修正U相電圧指令 V_u と修正V相電圧指令 V_v と修正W相電圧指令 V_w の値に応じて、U相電流検出値 I_u 、V相電流検出値 I_v 、W相電流検出値 I_w の検出時刻 t_2 に於いて、下アームスイッチング素子がオンしている相に関する電流検出値に基づいて座標変換を行い、静止二軸上の電流検出値 $I_{\alpha 1}$ 、 $I_{\beta 1}$ を演算する。

[0119] 例えば、修正三相電圧指令の大小関係が $V_u > V_v > V_w$ であるとする、時刻 t_2 では、U相では上アームスイッチング素子がオンし、V相、W相では下アームのスイッチング素子がオンするため、第1の座標変換器 101a では、V相電流検出値 I_v 及びW相電流検出値 I_w と、V相電流検出値 I_v の符号反転値とW相電流検出値 I_w の符号反転値と、の和として演算したU相電流検出値 I_u を用いて、静止二軸上の電流検出値 $I_{\alpha 1}$ 、 $I_{\beta 1}$ に変換する。

[0120] 続いて、第2の座標変換器 101b について述べる。第2の座標変換器 101b では、修正三相電圧指令としての修正U相電圧指令 V_u と修正V相電圧指令 V_v と修正W相電圧指令 V_w の値に応じて、U相電流検出値 I_u 、V相電流検出値 I_v 、W相電流検出値 I_w の検出時刻 t_2 に於いて、上アームスイッチング素子がオンしている相に関する電流検出値に基づいて座標変換を行い、静止二軸上の電流検出値 $I_{\alpha 2}$ 、 $I_{\beta 2}$ を演算する。

[0121] 例えば、修正電圧指令の大小関係が $V_u > V_v > V_w$ とすると、時刻 t_2 では、U相では上アームスイッチング素子がオンし、V相、W相では下アーム

ムスイッチング素子がオンするため、座標変換器102aでは、U相電流検出値 I_u のみを用い、V相電流検出値 I_v とW相電流検出値 I_w を零として、静止二軸上の電流検出値 $I_{\alpha 2}$ 、 $I_{\beta 2}$ に変換する。座標変換器101bでは、上アームのスイッチング素子がオンしている相の電流検出値のみを用いているので、静止二軸上の電流検出値 $I_{\alpha 2}$ 、 $I_{\beta 2}$ は、観測ノイズの静止二軸上での値に等しい。

[0122] 減算器102にて、第1の座標変換器101aより出力された静止二軸上の電流検出値 $I_{\alpha 1}$ 、 $I_{\beta 1}$ から第2の座標変換器101bより出力された静止二軸上の電流検出値 $I_{\alpha 2}$ 、 $I_{\beta 2}$ を夫々減算して補正することで、観測ノイズを低減した静止二軸上の電流検出値 $I_{\alpha c}$ 、 $I_{\beta c}$ を得ることができる。

[0123] 次に、基本指令算出部6bに於ける三相電圧指令としてのU相電圧指令 V_{ub} 、V相電圧指令 V_{vb} 、W相電圧指令 V_{wb} の演算方法について述べる。外部からの制御指令 C_{om} として三相交流回転電機1の回転二軸上の電流指令 I_{d_ref} 、 I_{q_ref} を設定し、この電流指令 C_{om} と、減算器102より出力された静止二軸上の電流検出値 $I_{\alpha c}$ 、 $I_{\beta c}$ を三相交流回転電機1の回転二軸上の値に座標変換した電流 I_{dc} 、 I_{qc} と、の偏差に基づいて、その偏差を「0」とすべく比例積分制御によって、三相電圧指令としてのU相電圧指令 V_{ub} 、V相電圧指令 V_{vb} 、W相電圧指令 V_{wb} を演算する電流フィードバック制御等の技術を使用する。

[0124] この発明の実施の形態4による電力変換装置に於いては、第1の座標変換器101a、第2の座標変換器101b、減算器102に関して、静止二軸($\alpha-\beta$)上での電流検出値の場合について説明したが、回転二軸($d-q$ 軸)上での電流検出値に座標変換することで実現することも同様に行えることは言うまでもない。

[0125] 又、電流検出器4として、三相インバータ3のU相上アームスイッチング素子 S_{up} 、V相上アームスイッチング素子 S_{vp} 、W相上アームスイッチング素子 S_{wp} に夫々直列に電流検出用抵抗素子 R_u 、 R_v 、 R_w が配置さ

れている場合、下アームスイッチング素子がオンしている相の電流検出値を二軸上に変換した電流値で、上アームのスイッチング素子がオンしている相の電流検出値を二軸上に変換した電流値を補正する構成とすることで、同様に実現できることは言うまでもない。

[0126] 実施の形態5.

次に、この発明の実施の形態5による電力変換装置について説明する。図14は、この発明の実施の形態4による電力変換装置の全体構成図である。図14に示す実施の形態5による電力変換装置が、前述の図1に示す実施の形態1による電力変換装置と異なるのは、オフセット演算部201、減算器202である。ここで、オフセット演算部201と、減算器202と、基本指令算出部6と、オフセット電圧演算部7aと、修正三相電圧指令演算部8aと、相電流演算部9aは、電力変換装置に於ける制御装置を構成し、この制御装置は、所定のプログラムに基づいて動作するマイクロコンピュータにより構成されている。以下の説明では、実施の形態1と重複する箇所については説明を省略する。

[0127] 図14に於いて、オフセット演算部201は、U相上アームスイッチング素子 S_{up} 、V相上アームスイッチング素子 S_{vp} 、W相上アームスイッチング素子 S_{wp} が全てオンする前述のV7電圧ベクトル発生時刻でのU相電流検出値 I_u 、V相電流検出値 I_v 、W相電流検出値 I_w を、夫々、オフセット電流値としてのU相オフセット電流値 I_{u_offset} 、V相オフセット電流値 I_{v_offset} 、W相オフセット電流値 I_{w_offset} として出力する。

[0128] 減算器202は、相電流演算部9aより出力された補正電流検出値としての補正U相電流検出値 I_{uc} 、補正V相電流検出値 I_{vc} 、補正W相電流検出値 I_{wc} を、U相オフセット電流値 I_{u_offset} 、V相オフセット電流値 I_{v_offset} 、W相オフセット電流値 I_{w_offset} により夫々減算し、この減算された電流検出値を基本指令算出部6に出力する。

[0129] 次に、オフセット演算部201を導入したことによる効果について説明す

る。U相電流検出値 I_u 、V相電流検出値 I_v 、W相電流検出値 I_w には観測ノイズ I_{noise} の他に、第1の増幅器81、第2の増幅器82、第3の増幅器83の温度ドリフトに起因するオフセット成分が存在する。温度ドリフトによって、U相電流検出値 I_u 、V相電流検出値 I_v 、W相電流検出値 I_w にオフセットが含まれることで、三相交流回転電機1より電気角1次のトルクリプル、騒音、振動が生じる。ここで、全相の上アームスイッチング素子がオンする時刻での電流検出値はオフセット成分に等しいことに着目し、減算器202で補正U相電流検出値 I_{uc} 、補正V相電流検出値 I_{vc} 、補正W相電流検出値 I_{wc} を補正することによって、観測ノイズの他に、第1の増幅器81、第2の増幅器82、第3の増幅器83による温度ドリフトによるオフセット成分も補正できるといった従来にない顕著な効果を奏する。

[0130] 又、電流検出器4として、三相インバータ3のU相上アームスイッチング素子 S_{up} 、V相上アームスイッチング素子 S_{vp} 、W相上アームスイッチング素子 S_{wp} に夫々直列に電流検出用抵抗素子 R_u 、 R_v 、 R_w が配置されている場合、U相下アームスイッチング素子 S_{un} 、V相下アームスイッチング素子 S_{vn} 、W相下アームスイッチング素子 S_{wn} がオンする前述のV0電圧ベクトル発生タイミングにてU相オフセット電流 I_{u_offset} 、V相オフセット電流 I_{v_offset} 、W相オフセット電流 I_{w_offset} を検出し、補正U相電流検出値 I_{uc} 、補正V相電流検出値 I_{vc} 、補正W相電流検出値 I_{wc} を補正する演算を実施することによって、同様の効果が得られることは言うまでもない。

[0131] 尚、この発明は前述の実施の形態1～5に記載の電力変換装置に限定されるものではなく、この発明の趣旨を逸脱しない範囲において、実施の形態から5に記載の構成を適宜組み合わせたり、その構成に一部変形を加えたり、構成を一部省略することが可能である。

産業上の利用可能性

[0132] この発明は、直流電力と交流電力との電力変換を行う電力変換装置の分野

、ひいてはその電力変換装置を用いる分野に利用することができる。

符号の説明

[0133] 1 三相交流回転電機、2 直流電源、3 三相インバータ、4 電流検出器、5 平滑コンデンサ、6、6 b 基本指令演算部、7 a オフセット電圧演算部、8 a 修正三相電圧指令演算部、9 a 相電流演算部、101 a 第1の座標変換器、101 b 第2の座標変換器、102 減算器、201 オフセット演算部、202 減算器。

請求の範囲

[請求項1]

直列接続された上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子を三相の各相毎に備え、前記直列接続された前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子の両端間に直流電源が接続され、前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子との直列接続部に接続された三相交流回転電機に電圧を印加するように構成された三相インバータと、

前記三相インバータの前記各相の下アームスイッチング素子に流れる電流を検出し、前記電流に対応する電流検出値を出力する電流検出器と、

前記電流検出器から出力された前記電流検出値に基づいて、前記三相インバータに於ける前記上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子をPWM制御するように構成された制御装置と、
を備えた電力変換装置であって、

前記電流検出器は、

前記三相インバータの前記各相の上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子とのうちの一方に於ける、一つの相又は二つの相のスイッチング素子がオンとなり、前記三相インバータの前記各相の上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子とのうちの他方に於ける、二つの相又は一つの相のスイッチング素子がオンとなる有効電圧ベクトルを発生する時刻に、前記電流を検出して前記電流検出値を出力するように構成され、

前記制御装置は、

前記電圧を指令する三相の各相毎の電圧指令を、大きい順に最大相電圧指令、中間相電圧指令、最小相電圧指令としたときに、前記最大相電圧指令が前記PWM制御に於けるPWMキャリア信号の最大値に一致するように、前記最大相電圧指令と前記中間相電圧指令と前記最小相電圧指令とを実質的に等しくシフトし、前記シフトされた前記最

大相電圧指令と前記中間相電圧指令と前記最小相電圧指令と、前記PWM制御に於けるPWMキャリア信号と、の比較に基づいて前記電圧を制御するように構成されると共に、

前記上アームスイッチング素子がオンしている相に対する前記電流検出値に基づいて前記下アームスイッチング素子がオンしている相に対する前記電流検出値を補正するように構成されている、
ことを特徴とする電力変換装置。

[請求項2] 前記電流検出器は、前記PWMキャリア信号が最大値となる時刻に前記電流を検出して前記電流検出値を出力するように構成されている、
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] 直列接続された上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子を三相の各相毎に備え、前記直列接続された前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子の両端間に直流電源が接続され、前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子との直列接続部に接続された三相交流回転電機に電圧を印加するように構成された三相インバータと、

前記三相インバータの前記各相の下アームスイッチング素子に流れる電流を検出し、前記電流に対応する電流検出値を出力する電流検出器と、

前記電流検出器から出力された前記電流検出値に基づいて、前記三相インバータに於ける前記上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子をPWM制御するように構成された制御装置と、
を備えた電力変換装置であって、

前記電流検出器は、

前記電圧を指令する三相の各相毎の電圧指令を、大きい順に最大相電圧指令、中間相電圧指令、最小相電圧指令としたときに、前記最大相電圧指令に対応する前記三相インバータの前記上アームスイッチン

グ素子がオンし、かつ前記中間相電圧指令及び前記最小相電圧指令に対応する前記下アームスイッチング素子がオンとなる有効電圧ベクトルを発生する時刻に於いて前記電流を検出して前記電流検出値を出力するように構成され、

前記制御装置は、

前記PWM制御に於けるPWMキャリア信号と、前記電圧を指令する三相の各相毎の電圧指令と、の比較に基づいて前記電圧を制御するように構成されると共に、

前記最大相電圧指令に対応する前記電流検出値に基づいて、前記中間相電圧指令に対応する前記電流検出値と前記最小相電圧指令に対応する前記電流検出値とを補正するように構成されている、
ことを特徴とする電力変換装置。

[請求項4]

直列接続された上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子を三相の各相毎に備え、前記直列接続された前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子の両端間に直流電源が接続され、前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子との直列接続部に接続された三相交流回転電機に電圧を印加するように構成された三相インバータと、

前記三相インバータの前記各相の下アームスイッチング素子に流れる電流を検出し、前記電流に対応する電流検出値を出力する電流検出器と、

前記電流検出器から出力された前記電流検出値に基づいて、前記三相インバータに於ける前記上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子をPWM制御するように構成された制御装置と、
を備えた電力変換装置であって、

前記電流検出器は、

前記電圧を指令する三相の各相毎の電圧指令を、大きい順に最大相電圧指令、中間相電圧指令、最小相電圧指令としたときに、前記最大

相電圧指令と、前記中間相電圧指令とに夫々対応する前記上アームスイッチング素子がオンし、且つ前記最小相電圧指令に対応する前記下アームスイッチング素子がオンとなる有効電圧ベクトルを発生する時刻に於いて前記電流を検出して前記電流検出値を出力するように構成され、

前記制御装置は、

前記最大相電圧指令又は前記中間相電圧指令に対応する前記電流検出値により、前記最小相電圧指令に対応する前記電流検出値を補正するように構成されている、

ことを特徴とする電力変換装置。

[請求項5]

前記制御装置は、

前記下アームスイッチング素子がオンしている相に対する前記電流検出値を二軸上の値に変換する第1の座標変換器と、

前記上アームスイッチング素子がオンしている相に対する前記電流検出値を二軸上の値に変換する第2の座標変換器と、を有し、

前記第2の座標変換器から出力された前記電流検出値に基づいて、前記第1の座標変換器から出力された前記電流検出値を補正するように構成されている、

ことを特徴とする請求項1から4のうちの何れか一項に記載の電力変換装置。

[請求項6]

前記電流検出器は、前記上アームスイッチング素子がオンする時刻に於いて前記電流検出値を、前記三相の各相毎に検出するように構成され、

前期制御装置は、

前記有効電圧ベクトルが発生する時刻に於いて検出した前記三相の各相毎の前記電流検出値を補正するように構成されている、

ことを特徴とする請求項3から5のうちの何れか一項に記載の電力変換装置。

[請求項7]

二つの組の三相巻線を有する三相交流回転電機の前記二つの組の前記三相巻線に夫々電圧を印加するように構成され、直列接続された上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子を各相毎に備えた二つの三相インバータと、

前記二つの前記三相インバータに於ける、三相の各相の前記下アームスイッチング素子に流れる電流を検出し、前記電流に対応する電流検出値を出力する電流検出器と、

前記電流検出器から出力された前記電流検出値に基づいて、前記二つの三相インバータに於ける前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子をPWM制御するように構成された制御装置と、

を備えた電力変換装置であって、

前記二つの三相インバータは、夫々、直列接続された上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子を三相の各相毎に備え、前記直列接続された前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子の両端間に直流電源が接続され、前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子との直列接続部に接続された三相交流回転電機に電圧を印加するように構成され、

前記電流検出器は、

前記二つの三相インバータの前記各相の上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子とのうちの一方に於ける、一つの相又は二つの相のスイッチング素子がオンとなり、前記三相インバータの前記各相の上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子とのうちの他方に於ける、二つの相又は一つの相のスイッチング素子がオンとなる有効電圧ベクトルを発生する期間中に、前記電流を検出して前記電流検出値を出力するように構成され、

前記制御装置は、

前記二つの三相インバータのうちの一方の三相インバータに於ける

前記上アームスイッチング素子がオンしている相に対する前記電流検出値に基づいて、前記二つの三相インバータのうちの他方の三相インバータに於ける前記下アームスイッチング素子がオンしている相に対する前記電流検出値を補正するように構成されている、
ことを特徴とする電力変換装置。

[請求項8]

直列接続された上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子を三相の各相毎に備え、前記直列接続された前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子の両端間に直流電源が接続され、前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子との直列接続部に接続された三相交流回転電機に電圧を印加するように構成された三相インバータと、

前記三相インバータの前記各相の下アームスイッチング素子に流れる電流を検出し、前記電流に対応する電流検出値を出力する電流検出器と、

前記電流検出器から出力された前記電流検出値に基づいて、前記三相インバータに於ける前記上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子をPWM制御するように構成された制御装置と、
を備えた電力変換装置であって、

前記電流検出器は、

前記三相インバータの前記各相の上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子とのうち的一方に於ける、一つの相又は二つの相のスイッチング素子がオンとなり、前記三相インバータの前記各相の上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子とのうちの他方に於ける、二つの相又は一つの相のスイッチング素子がオンとなる有効電圧ベクトルを発生する時刻に、前記電流を検出して前記電流検出値を出力するように構成され、

前記制御装置は、

前記電圧を指令する三相の各相毎の電圧指令を、大きい順に最大相

電圧指令、中間相電圧指令、最小相電圧指令としたときに、前記最小相電圧指令が前記PWM制御に於けるPWMキャリア信号の最小値に一致するように、前記最大相電圧指令と前記中間相電圧指令と前記最小相電圧指令とを実質的に等しくシフトし、前記シフトされた前記最大相電圧指令と前記中間相電圧指令と前記最小相電圧指令と、前記PWM制御に於けるPWMキャリア信号と、の比較に基づいて前記電圧を制御するように構成されると共に、

前記下アームスイッチング素子がオンしている相に対応する前記電流検出値に基づいて、前記上アームスイッチング素子がオンしている相に対応する前記電流検出値を補正するように構成されている、ことを特徴とする電力変換装置。

[請求項9] 前記電流検出器は、前記PWMキャリア信号が最小値となる時刻に於いて前記電流を検出して前記電流検出値を出力するように構成されている、ことを特徴とする請求項8に記載の電力変換装置。

[請求項10] 直列接続された上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子を三相の各相毎に備え、前記直列接続された前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子の両端間に直流電源が接続され、前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子との直列接続部に接続された三相交流回転電機に電圧を印加するように構成された三相インバータと、

前記三相インバータの前記各相の下アームスイッチング素子に流れる電流を検出し、前記電流に対応する電流検出値を出力する電流検出器と、

前記電流検出器から出力された前記電流検出値に基づいて、前記三相インバータに於ける前記上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子をPWM制御するように構成された制御装置と、を備えた電力変換装置であって、

前記電流検出器は、

前記電圧を指令する三相の各相毎の電圧指令を、大きい順に最大相電圧指令、中間相電圧指令、最小相電圧指令としたときに、前記最小相電圧指令に対応する前記下アームスイッチング素子がオンし、且つ前記中間相電圧指令及び前記最大相電圧指令に対応する前記上アームスイッチング素子がオンとなる有効電圧ベクトルを発生する時刻に於いて、前記電流を検出して前記電流検出値を出力し、

前記制御装置は、

前記最小相電圧指令に対応する前記電流検出値に基づいて、前記中間相電圧指令に対応する電流検出値と前記最大相電圧指令に対応する前記電流検出値を補正するように構成されている、
ことを特徴とする電力変換装置。

[請求項11]

直列接続された上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子を三相の各相毎に備え、前記直列接続された前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子の両端間に直流電源が接続され、前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子との直列接続部に接続された三相交流回転電機に電圧を印加するように構成された三相インバータと、

前記三相インバータの前記各相の下アームスイッチング素子に流れる電流を検出し、前記電流に対応する電流検出値を出力する電流検出器と、

前記電流検出器から出力された前記電流検出値に基づいて、前記三相インバータに於ける前記上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子をPWM制御するように構成された制御装置と、
を備えた電力変換装置であって、

前記電流検出器は、

前記電圧を指令する三相の各相毎の電圧指令を、大きい順に最大相電圧指令、中間相電圧指令、最小相電圧指令としたときに、前記最小

相電圧指令と前記中間相電圧指令に夫々対応する前記下アームスイッチング素子がオンし、且つ前記最大相電圧指令に対応する前記上アームスイッチング素子がオンとなる有効電圧ベクトルを発生する時刻に於いて、前記電流を検出して前記電流検出値を出力するように構成され、

前記制御装置は、

前記最小相電圧指令又は前記中間相電圧指令に対応する前記電流検出値に基づいて、前記最大相電圧指令に対応する前記電流検出値を補正するように構成されている、

ことを特徴とする電力変換装置。

[請求項12]

前記制御装置は、

前記上アームスイッチング素子がオンしている相に対する前記電流検出値を二軸上の値に変換する第3の座標変換器と、

前記下アームスイッチング素子がオンしている相に対する前記電流検出値を二軸上の値に変換する第4の座標変換器と、

を有し、

前記第4の座標変換器より出力された前記電流検出値に基づいて、前記第3の座標変換器より出力された前記電流検出値を補正するように構成されている、

ことを特徴とする請求項8から11のうちの何れか一項に記載の電力変換装置。

[請求項13]

前記電流検出器は、

前記三相の各相の前記下アームスイッチング素子がオンする時刻に於いて、前記各相毎に前記電流を検出して前記電流検出値を出力し、

前記制御装置は、

前記有効電圧ベクトルが発生する時刻に於いて検出した各相毎の前記電流検出値を補正するように構成されている、

ことを特徴とする請求項8から12のうちの何れか一項に記載の電力

変換装置。

[請求項14]

二つの組の三相巻線を有する三相交流回転電機の前記二つの組の前記三相巻線に夫々電圧を印加するように構成された二つの三相インバータと、

前記二つの前記三相インバータに於ける、三相の各相の上アームスイッチング素子に流れる電流を検出し、前記電流に対応する電流検出値を出力する電流検出器と、

前記電流検出器から出力された前記電流検出値に基づいて、前記二つの三相インバータに於ける前記上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子をPWM制御するように構成された制御装置と、を備えた電力変換装置であって、

前記二つの三相インバータは、夫々、直列接続された上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子を三相の各相毎に備え、前記直列接続された前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子の両端間に直流電源が接続され、前記上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子との直列接続部に接続された三相交流回転電機に電圧を印加するように構成され、

前記電流検出器は、

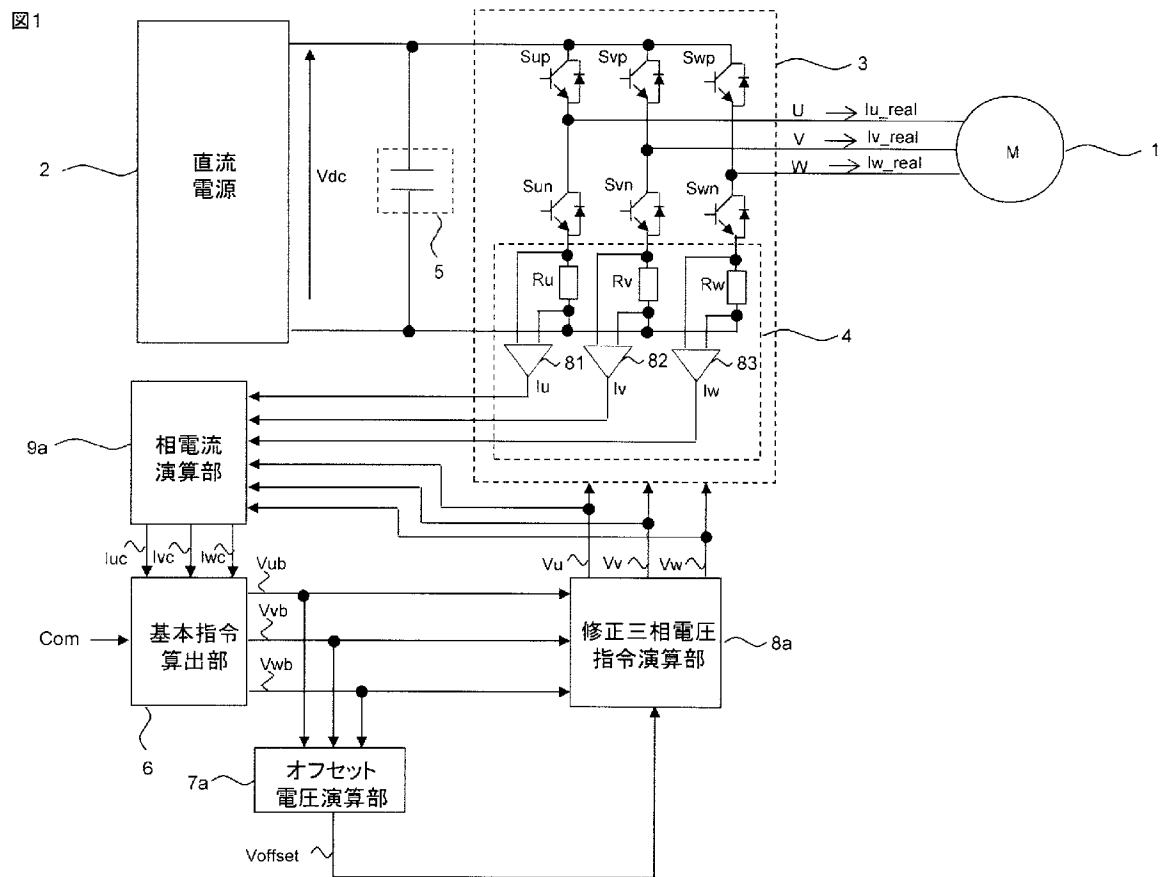
前記二つの三相インバータの前記各相の上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子とのうちの一方に於ける、一つの相又は二つの相のスイッチング素子がオンとなり、前記三相インバータの前記各相の上アームスイッチング素子と前記下アームスイッチング素子とのうちの他方に於ける、二つの相又は一つの相のスイッチング素子がオンとなる有効電圧ベクトルを発生する期間中に、前記電流を検出して前記電流検出値を出力するように構成され、

前記制御装置は、

前記二つの三相インバータのうちの一方の三相インバータに於ける前記下アームスイッチング素子がオンしている相に対する前記電流検

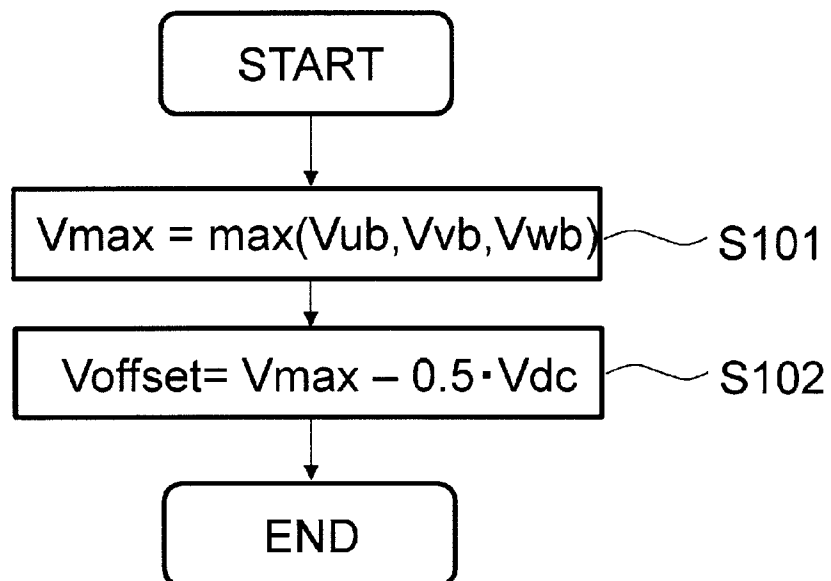
出値に基づいて、前記二つの三相インバータのうちの他方の三相インバータに於ける前記上アームスイッチング素子がオンしている相に対する前記電流検出値を補正するように構成されている、
ことを特徴とする電力変換装置。

[図1]



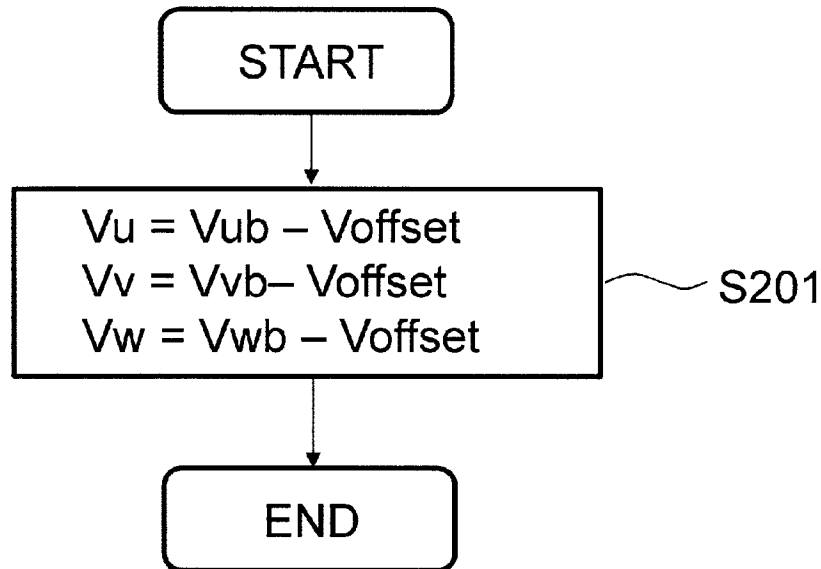
[図2]

図2



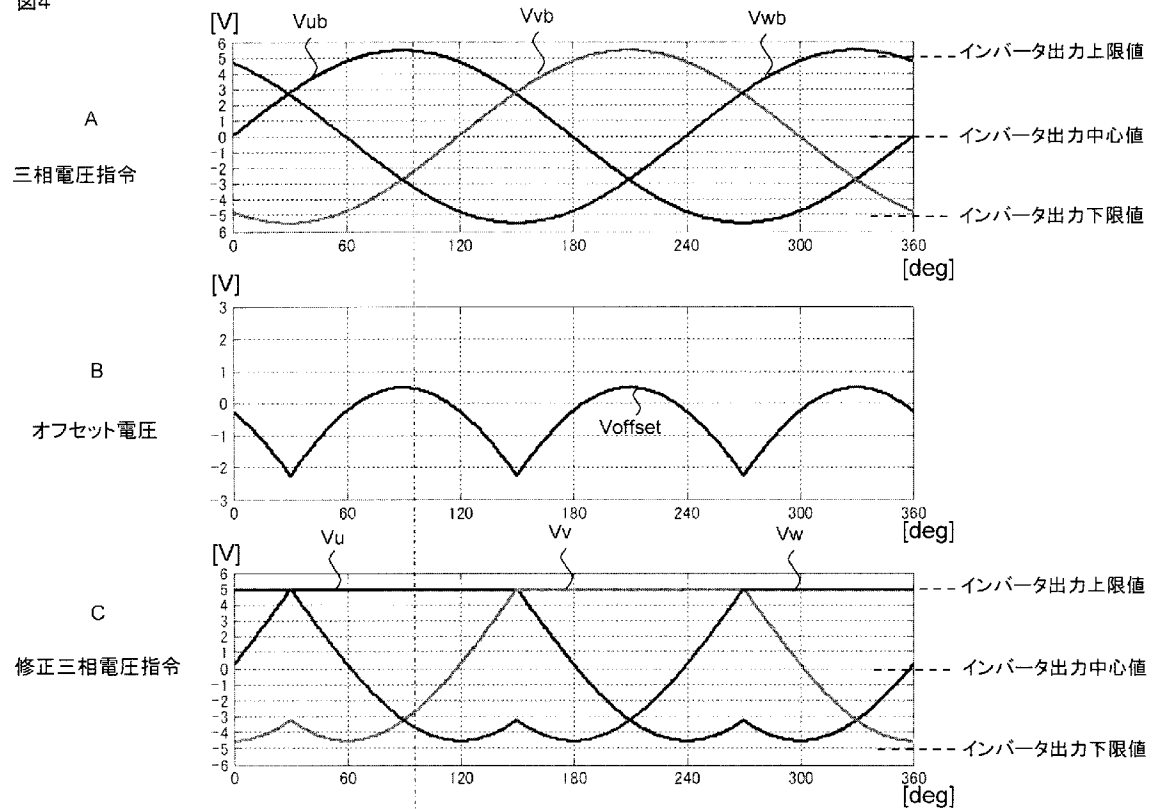
[図3]

図3



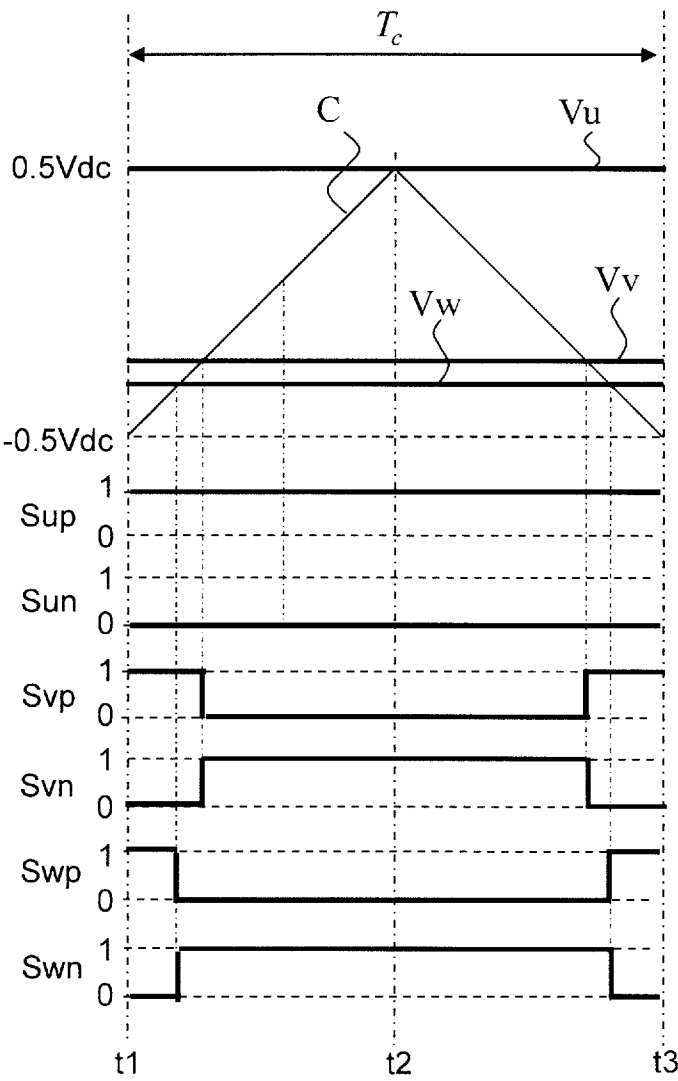
[図4]

図4



[図5]

図5



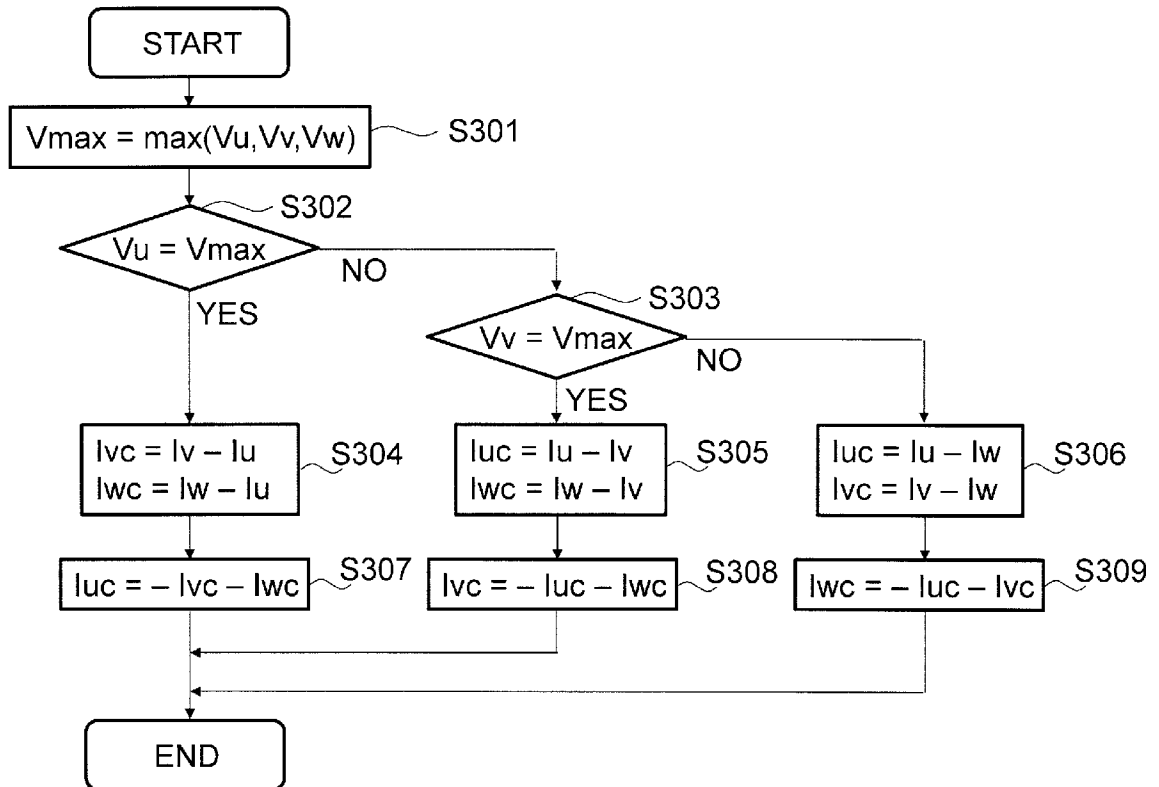
[図6]

図6

Sup	Sun	Svp	Svn	Swp	Swn	電圧ベクトル
0	1	0	1	0	1	V0
1	0	0	1	0	1	V1
1	0	1	0	0	1	V2
0	1	1	0	0	1	V3
0	1	1	0	1	0	V4
0	1	0	1	1	0	V5
1	0	0	1	1	0	V6
1	0	1	0	1	0	V7

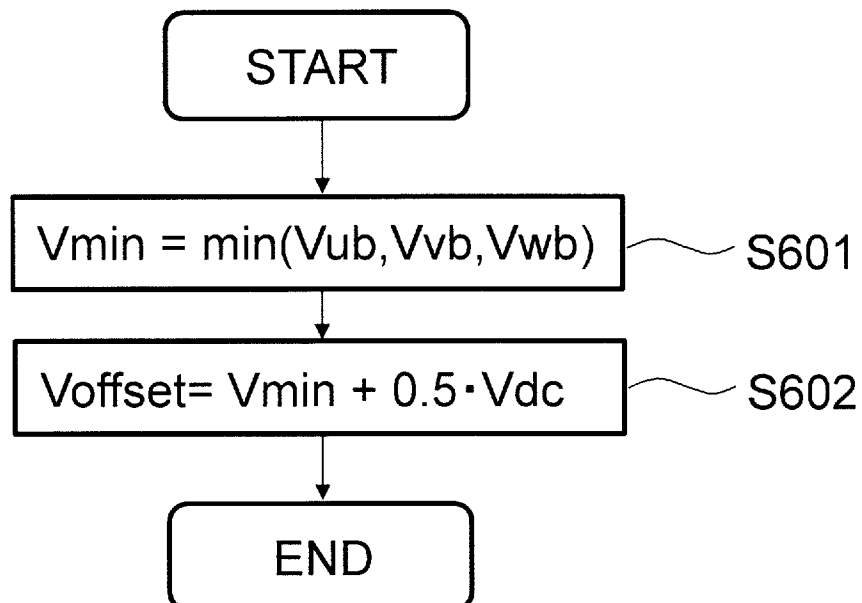
[図7]

図7



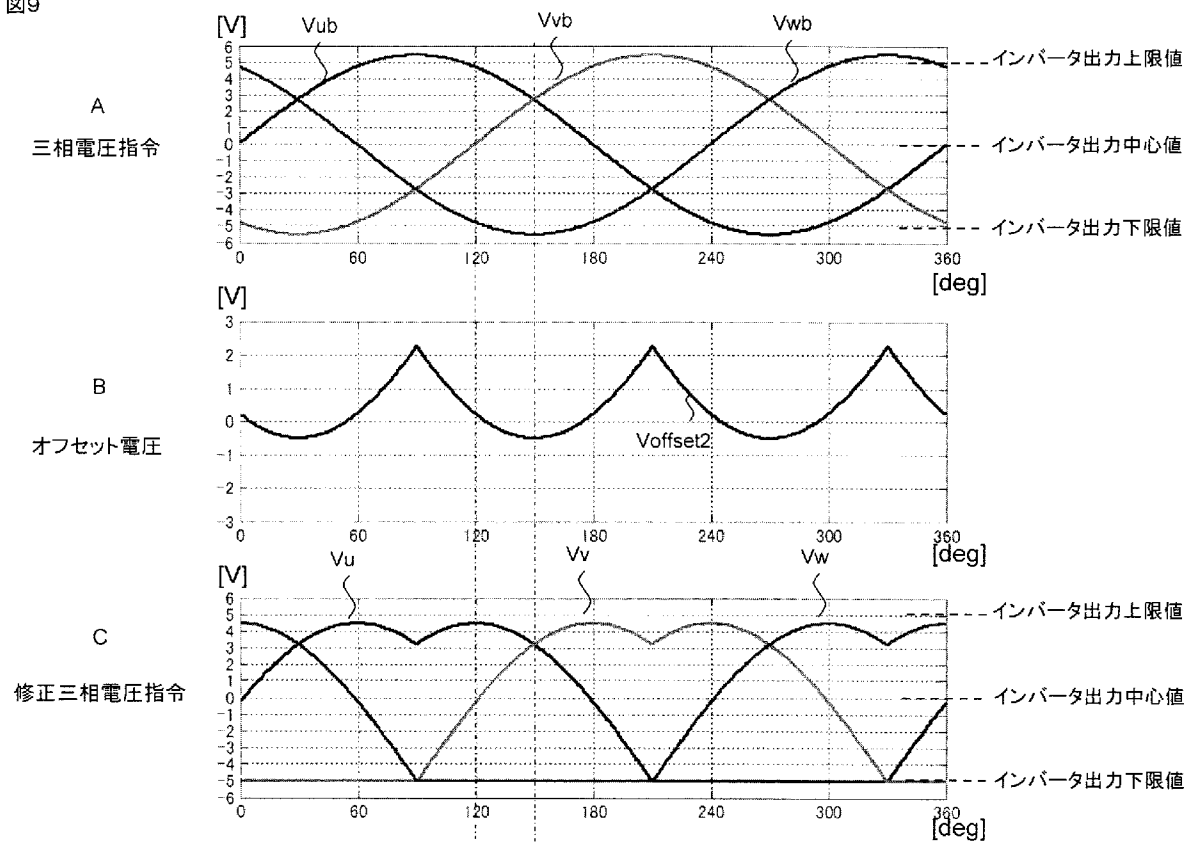
[図8]

図8



[図9]

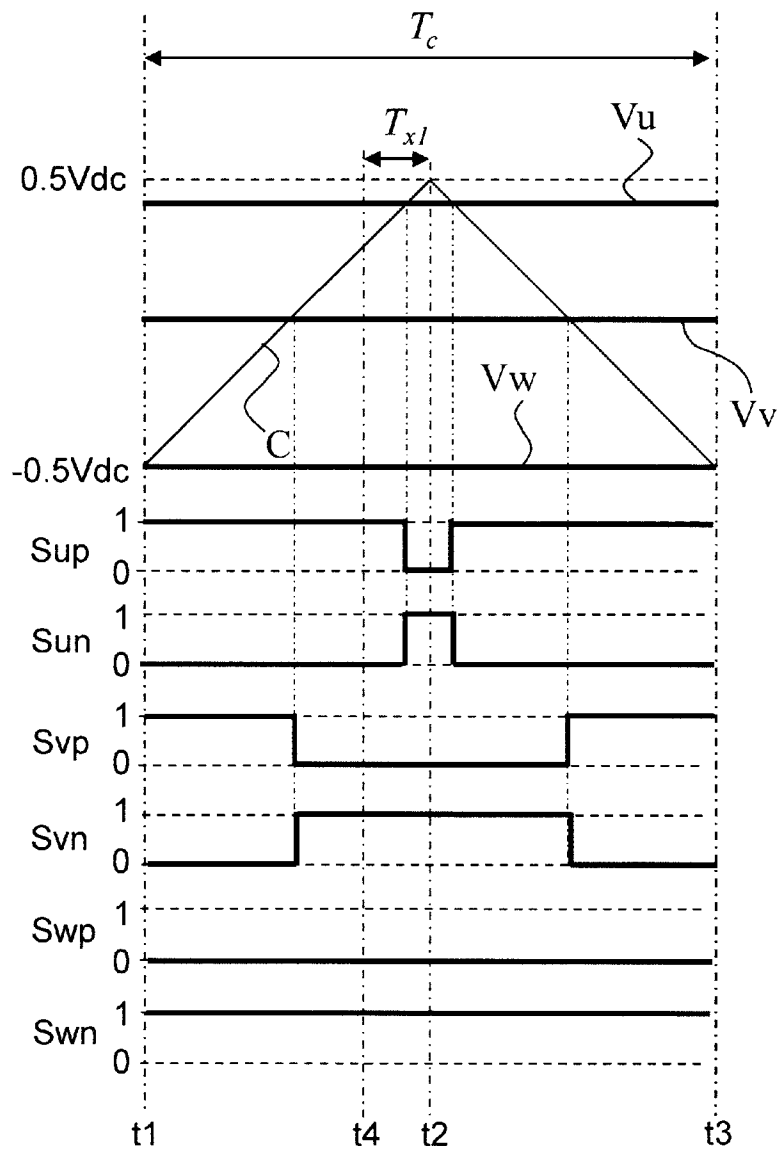
図9



(2) (3)

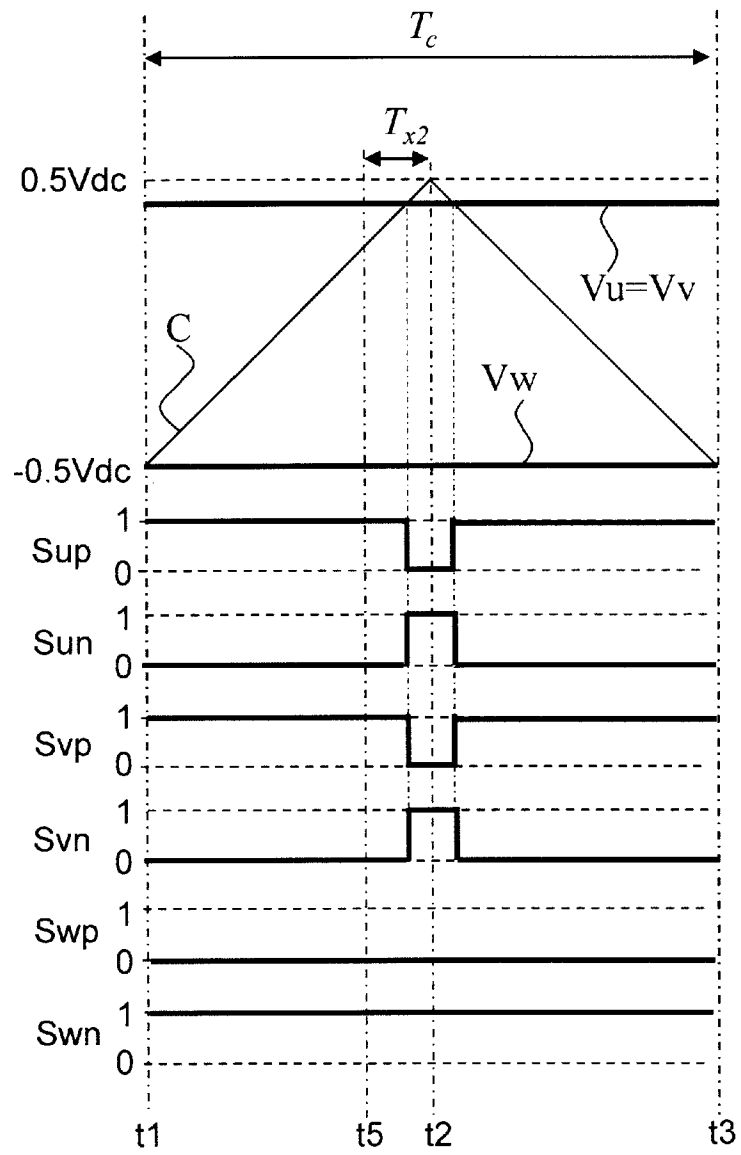
[図10]

図10



[図11]

図 11



[図12]

図12

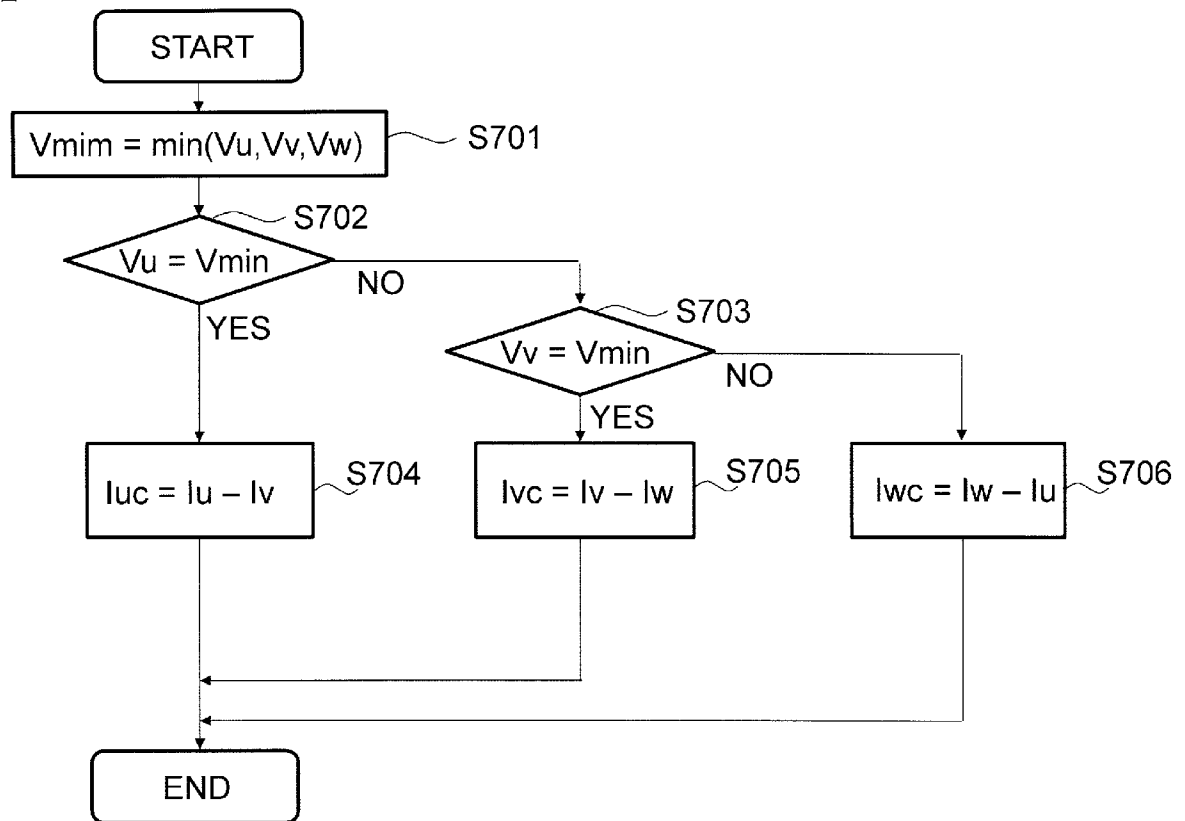
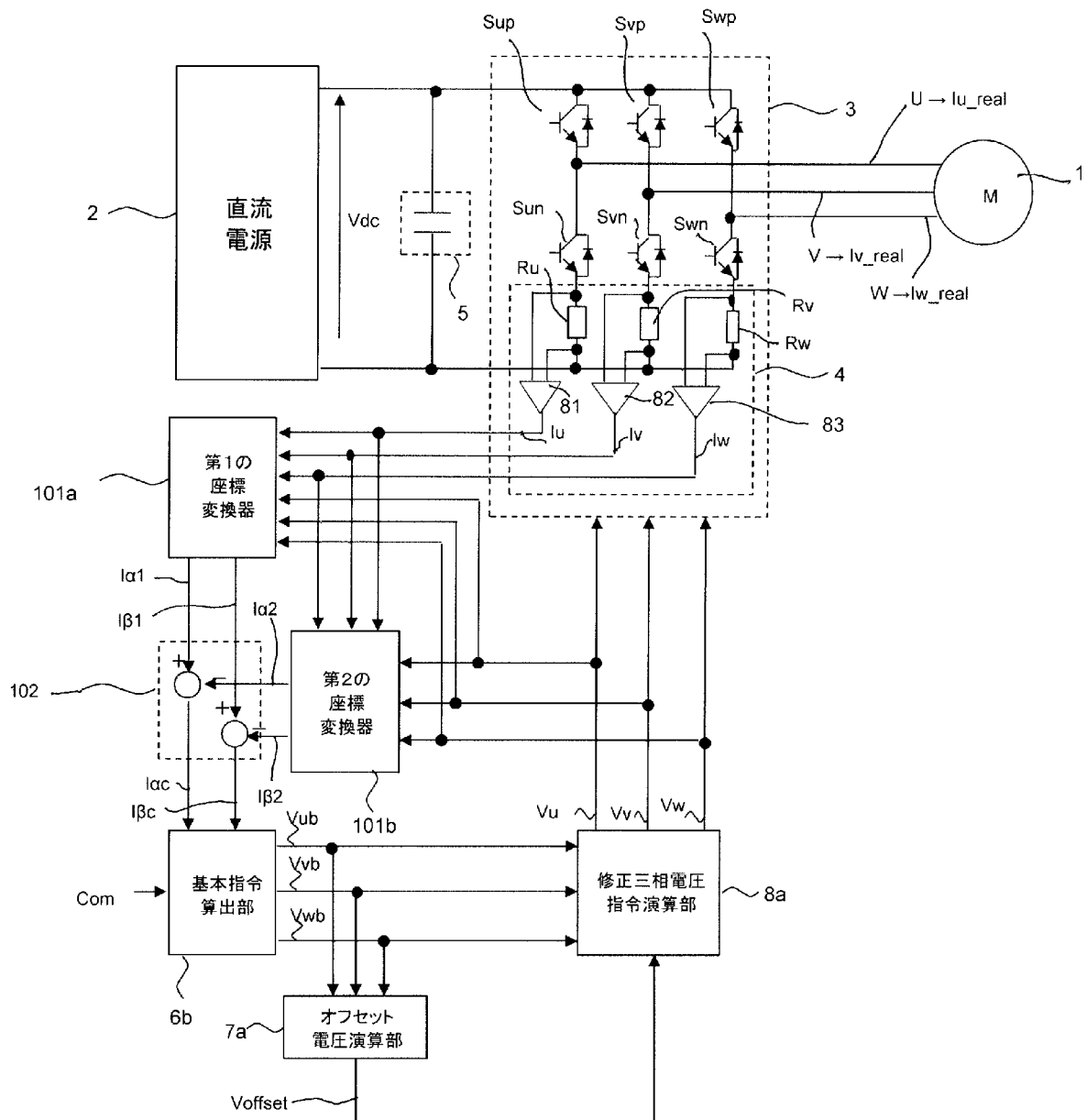
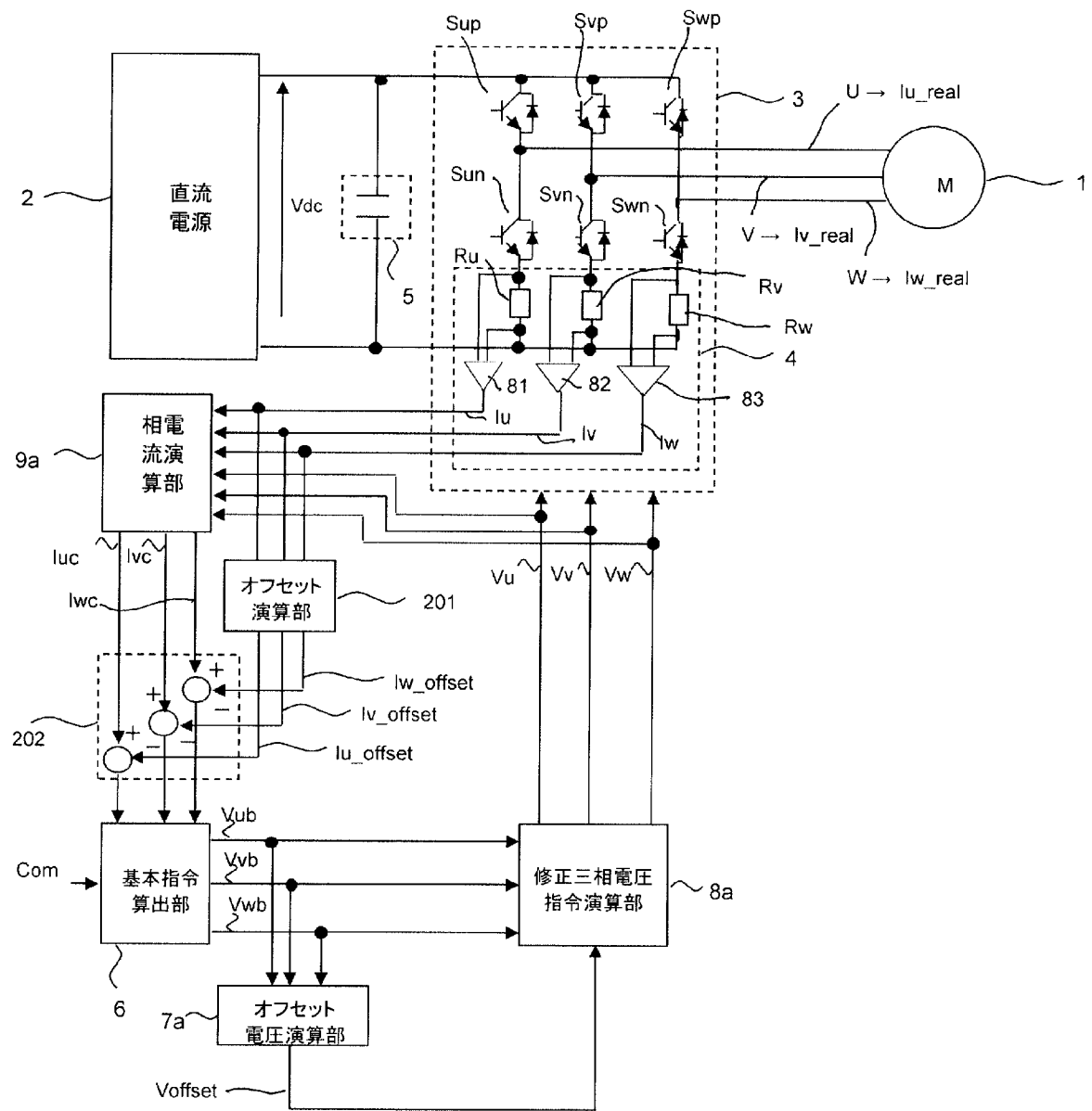


图13



[図14]

図14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/068472

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)

H02M1/00-7/00

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2011-19378 A (JTEKT Corp.), 27 January 2011 (27.01.2011), entire text; all drawings & US 2011/0005855 A1 entire text; all drawings & EP 2273668 A2 & CN 101951212 A	1-14
A	JP 9-172703 A (Denso Corp.), 30 June 1997 (30.06.1997), entire text; all drawings (Family: none)	1-14
A	JP 2003-79157 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 14 March 2003 (14.03.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-14

☒ 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
30 August 2016 (30.08.16)

Date of mailing of the international search report
13 September 2016 (13.09.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/068472

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2006/103869 A1 (Yaskawa Electric Corp.), 05 October 2006 (05.10.2006), entire text; all drawings & US 2009/0052215 A1 entire text; all drawings & KR 10-2007-0116616 A & CN 101151793 A	1-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

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 (IPC))

Int.Cl. H02M1/00-7/00

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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	JP 2011-19378 A (株式会社ジェイテクト) 2011.01.27, 全文, 全図 & US 2011/0005855 A1, 全文, 全図 & EP 2273668 A2 & CN 101951212 A	1-14
A	JP 9-172703 A (株式会社デンソー) 1997.06.30, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2003-79157 A (富士電機株式会社) 2003.03.14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14

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

30.08.2016

国際調査報告の発送日

13.09.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

東 昌秋

5 G

3139

電話番号 03-3581-1101 内線 3526

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	WO 2006/103869 A1 (株式会社安川電機) 2006. 10. 05, 全文, 全図 & US 2009/0052215 A1, 全文, 全図 & KR 10-2007-0116616 A & CN 101151793 A	1-14