

(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
2022年9月29日(29.09.2022)



(10) 国際公開番号
WO 2022/201471 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 7/48 (2007.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/012723
- (22) 国際出願日: 2021年3月25日(25.03.2021)
- (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: 東芝三菱電機産業システム株式会社(TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC INDUSTRIAL SYSTEMS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 成田 匠(NARITA, Takumi); 〒1588557 東京都世田谷区玉堤1丁目28-1 東京都大学内 Tokyo (JP). 中島 達人(NAKAJIMA, Tatsuhito); 〒1588557 東京都世田谷区玉堤1

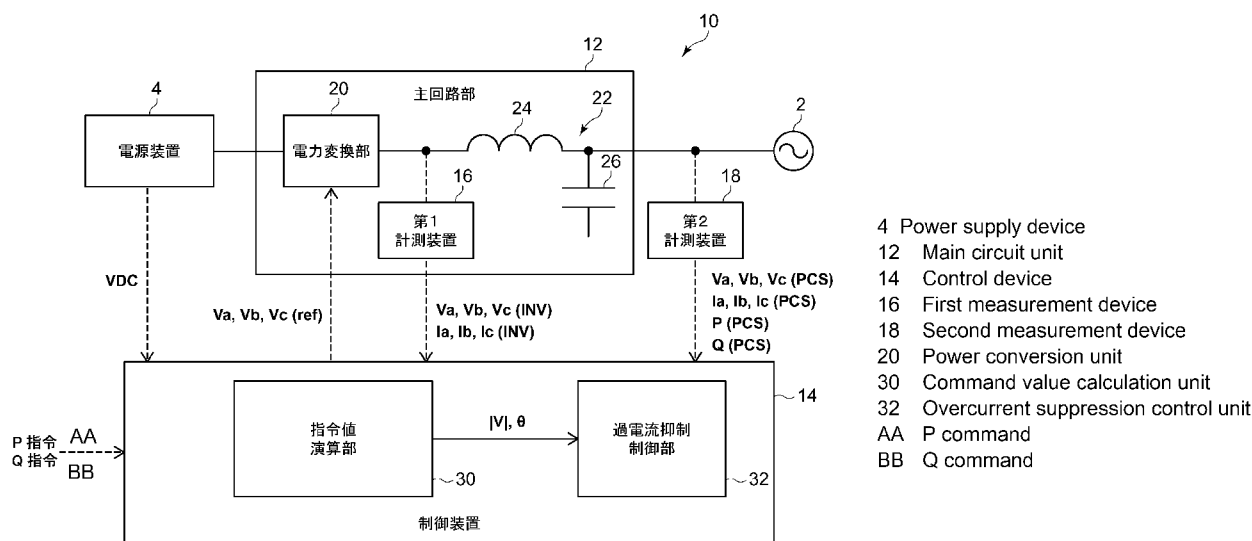
丁目28-1 東京都大学内 Tokyo (JP). 三ツ木 康晃(MITSUGI, Yasuaki); 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP). 勝倉 朋也(KATSUKURA, Tomoya); 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人:日向寺 雅彦, 外(HYUGAJI, Masahiko et al.); 〒2318966 神奈川県横浜市中区桜木町一丁目1番地8 日石横浜ビル Kanagawa (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: POWER CONVERSION DEVICE AND CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 電力変換装置及び制御装置



(57) Abstract: Provided is a power conversion device comprising: a main circuit unit which has a power conversion unit that converts input power into AC power and a filter circuit that approximates, to a sine wave, the AC power output from the power conversion unit; and a control device which controls the operation of the power conversion unit to control the power conversion by the main circuit unit, wherein the control device has an overcurrent suppression control unit that calculates an instantaneous value voltage output command value for each phase of the AC power output from the power conversion unit, so that an overcurrent is suppressed at an output end of the main circuit unit. Thus, provided are a power conversion device and a control device thereof which are capable of suppressing the occurrence of an overcurrent even when a voltage control operation has been performed.



WO 2022/201471 A1

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, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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：入力された電力を交流電力に変換する電力変換部と、前記電力変換部から出力された前記交流電力を正弦波に近付けるフィルタ回路と、を有する主回路部と、前記電力変換部の動作を制御することにより、前記主回路部による電力の変換を制御する制御装置と、を備え、前記制御装置は、前記主回路部の出力端での過電流を抑制するように、前記電力変換部から出力する前記交流電力の各相の瞬時値電圧出力指令値を演算する過電流抑制制御部を有する電力変換装置が提供される。これにより、電圧制御運転をした場合にも、過電流の発生を抑制できる電力変換装置及びその制御装置が提供される。

明 細 書

発明の名称：電力変換装置及び制御装置

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、電力変換装置、及びその制御装置に関する。

背景技術

[0002] 電圧源電圧制御型の電力変換装置 (Grid forming inverter) が知られている。電圧源電圧制御型の電力変換装置は、電圧源電流制御型の電力変換装置 (Grid following inverter) と比べて、系統連系運転と自立運転とのシームレスな移行を実現することができる。

[0003] しかしながら、電力変換装置が電圧制御運転をした場合、系統電圧の急変などで瞬時的に発生する電位差により、電力変換装置に過電流が発生し、スイッチング素子などの電力変換装置の内部の部品が故障してしまう可能性がある。

[0004] このため、電力変換装置及びその制御装置においては、電圧制御運転をした場合にも、過電流の発生を抑制できるようにすることが望まれる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2020-198705号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明の実施形態は、電圧制御運転をした場合にも、過電流の発生を抑制できる電力変換装置及びその制御装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の実施形態によれば、入力された電力を交流電力に変換する電力変換部と、前記電力変換部から出力された前記交流電力を正弦波に近付けるフィルタ回路と、を有する主回路部と、前記電力変換部の動作を制御することにより、前記主回路部による電力の変換を制御する制御装置と、を備え、前

記制御装置は、有効電力指令値及び無効電力指令値が入力されるとともに、前記主回路部の出力端の前記有効電力及び前記無効電力の各測定値が入力され、前記有効電力指令値と前記有効電力の測定値とを基に、前記主回路部から出力する前記交流電力の相電圧位相指令値を演算し、前記無効電力指令値と前記無効電力の測定値とを基に、前記主回路部から出力する前記交流電力の相電圧振幅指令値を演算する指令値演算部と、前記相電圧位相指令値、前記相電圧振幅指令値、前記電力変換部の前記交流電力の相電圧及び線電流の各測定値、及び前記主回路部の前記交流電力の相電圧及び線電流の各測定値の各入力情報のいずれかを用いて、前記主回路部の出力端での過電流を抑制するように、前記電力変換部から出力する前記交流電力の各相の瞬時値電圧出力指令値を演算する過電流抑制制御部と、を有し、演算した前記瞬時値電圧出力指令値に応じた電圧が前記電力変換部から出力されるように、前記電力変換部の動作を制御する電力変換装置が提供される。

発明の効果

[0008] 本発明の実施形態によれば、電圧制御運転をした場合にも、過電流の発生を抑制できる電力変換装置及びその制御装置が提供される。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施形態に係る電力変換装置を模式的に表すブロック図である。

[図2]実施形態に係る過電流抑制制御部を模式的に表すブロック図である。

[図3]実施形態に係る電力変換装置の動作の一例を模式的に表すグラフである。

。

[図4]参考の電力変換装置の動作の一例を模式的に表すグラフである。

[図5]実施形態に係る過電流抑制制御部の変形例を模式的に表すブロック図である。

[図6]実施形態に係る過電流抑制制御部の変形例を模式的に表すブロック図である。

[図7]実施形態に係る過電流抑制制御部の変形例を模式的に表すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下に、各実施の形態について図面を参照しつつ説明する。

なお、図面は模式的または概念的なものであり、各部分の厚みと幅との関係、部分間の大きさの比率などは、必ずしも現実のものと同じとは限らない。また、同じ部分を表す場合であっても、図面により互いの寸法や比率が異なって表される場合もある。

なお、本願明細書と各図において、既出の図に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は適宜省略する。

[0011] 図1は、実施形態に係る電力変換装置を模式的に表すブロック図である。

図1に表したように、電力変換装置10は、主回路部12と、制御装置14と、第1計測装置16と、第2計測装置18と、を備える。主回路部12は、電力の変換を行う。制御装置14は、主回路部12による電力の変換を制御する。

[0012] 主回路部12は、電力系統2及び電源装置4と接続される。電力系統2は、交流の電力系統である。電力系統2の交流電力は、例えば、三相交流電力である。但し、電力系統2の交流電力は、単相交流電力などでもよい。電源装置4は、例えば、蓄電池などを用いた蓄電装置である。電源装置4は、主回路部12に直流電力を出力する。

[0013] 主回路部12は、例えば、電源装置4から入力された直流電力を電力系統2に対応した交流電力に変換し、変換後の交流電力を電力系統2に出力するとともに、電力系統2から入力された交流電力を直流電力に変換することにより、電源装置4を充電する。これにより、主回路部12は、電源装置4を電力系統2と連系させる。

[0014] 電源装置4は、蓄電装置に限ることなく、例えば、太陽電池パネルなどでもよい。この場合、主回路部12は、電力系統2から入力された交流電力を直流電力に変換する機能を有しなくてもよい。

[0015] また、電源装置4は、例えば、風力発電機やガスタービン発電機などの他の発電機でもよい。電源装置4から主回路部12に入力される電力は、直流

電力に限ることなく、交流電力でもよい。主回路部 1 2 は、電源装置 4 から入力された交流電力を電力系統 2 に対応した別の交流電力に変換する構成でもよい。電源装置 4 は、例えば、電力系統 2 と異なる別の電力系統でもよい。主回路部 1 2 は、例えば、周波数の異なる 2 つの電力系統を連系させる周波数変換装置などでもよい。

[0016] このように、主回路部 1 2 による電力の変換は、直流から交流への変換に限ることなく、電源装置 4 の電力を電力系統 2 に対応した交流電力に変換する任意の変換でよい。

[0017] 主回路部 1 2 は、電力変換部 2 0 と、フィルタ回路 2 2 と、を有する。電力変換部 2 0 は、電力の変換を行う。電力変換部 2 0 は、例えば、複数のスイッチング素子を有し、複数のスイッチング素子のスイッチングにより、電力の変換を行う。電力変換部 2 0 は、例えば、三相ブリッジ接続された複数のスイッチング素子を有する。電力変換部 2 0 の構成は、複数のスイッチング素子のスイッチングなどにより、入力された電力を電力系統 2 に対応した交流電力に変換可能な任意の構成でよい。

[0018] フィルタ回路 2 2 は、電力変換部 2 0 の交流側に設けられる。換言すれば、フィルタ回路 2 2 は、電力変換部 2 0 と電力系統 2 との間に設けられる。フィルタ回路 2 2 は、電力変換部 2 0 から出力された交流電力を正弦波に近付ける。フィルタ回路 2 2 は、例えば、電力変換部 2 0 から出力された交流電力に含まれる高周波成分を抑制することにより、電力変換部 2 0 から出力された交流電力を正弦波に近付ける。

[0019] フィルタ回路 2 2 は、例えば、電力変換部 2 0 の交流出力点に対して直列に接続されるリアクトル 2 4 と、電力変換部 2 0 の交流出力点に対して並列に接続されるコンデンサ 2 6 と、を有する。リアクトル 2 4 及びコンデンサ 2 6 は、電力変換部 2 0 から出力される交流電力の各相毎に設けられる。但し、フィルタ回路 2 2 の構成は、これに限ることなく、電力変換部 2 0 から出力された交流電力を正弦波に近付けることが可能な任意の構成でよい。

[0020] 第 1 計測装置 1 6 は、電力変換部 2 0 から出力される交流電力の各相の相

電圧 V_a (INV)、 V_b (INV)、 V_c (INV)、及び各相の線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV) を測定し、測定結果を制御装置 14 に入力する。

[0021] 第 2 計測装置 18 は、主回路部 12 (フィルタ回路 22) から出力される交流電力の各相の相電圧 V_a (PCS)、 V_b (PCS)、 V_c (PCS)、各相の線電流 I_a (PCS)、 I_b (PCS)、 I_c (PCS)、主回路部 12 の出力端における有効電力 P (PCS)、及び主回路部 12 の出力端における無効電力 Q (PCS) を測定し、測定結果を制御装置 14 に入力する。

[0022] 制御装置 14 は、電力変換部 20 の動作を制御することにより、主回路部 12 による電力の変換を制御する。換言すれば、制御装置 14 は、電力変換部 20 の複数のスイッチング素子のスイッチングを制御する。

[0023] 制御装置 14 には、第 1 計測装置 16 及び第 2 計測装置 18 の測定結果が入力されるとともに、主回路部 12 から出力する交流電力の有効電力指令値及び無効電力指令値が、上位のコントローラなどから入力される。

[0024] 制御装置 14 は、第 1 計測装置 16 及び第 2 計測装置 18 から入力された各測定結果と、上位のコントローラなどから入力された有効電力指令値及び無効電力指令値と、を基に、電力変換部 20 の動作を制御する。

[0025] より具体的には、制御装置 14 は、入力された各測定結果、有効電力指令値、及び無効電力指令値を基に、電力変換部 20 から出力する交流電力の各相の瞬時値電圧出力指令値 V_a (ref)、 V_b (ref)、 V_c (ref) を演算し、演算した瞬時値電圧出力指令値 V_a (ref)、 V_b (ref)、 V_c (ref) に応じた電圧が電力変換部 20 から出力されるように、電力変換部 20 の動作を制御する。

[0026] このように、制御装置 14 は、主回路部 12 の出力電圧を制御する。制御装置 14 は、主回路部 12 の電圧制御運転を行う。なお、各測定結果は、第 1 計測装置 16 及び第 2 計測装置 18 から直接的に制御装置 14 に入力することに限ることなく、例えば、上位のコントローラなどを介して制御装置 1

4に入力してもよい。

[0027] また、主回路部12の出力端における有効電力 P （PCS）の測定値、及び主回路部12の出力端における無効電力 Q （PCS）の測定値は、第2計測装置18から制御装置14に入力する構成に限ることなく、例えば、各相の相電圧 V_a （PCS）、 V_b （PCS）、 V_c （PCS）、及び各相の線電流 I_a （PCS）、 I_b （PCS）、 I_c （PCS）の各測定値を基に、制御装置14内で演算して求めてもよい。第2計測装置18は、必ずしも有効電力 P （PCS）及び無効電力 Q （PCS）を測定しなくてもよい。

[0028] 制御装置14は、指令値演算部30と、過電流抑制制御部32と、を有する。指令値演算部30には、上位のコントローラなどから入力された有効電力指令値及び無効電力指令値が入力されるとともに、第2計測装置18によって測定された有効電力 P （PCS）及び無効電力 Q （PCS）の各測定値が入力される。

[0029] 指令値演算部30は、有効電力指令値と有効電力 P （PCS）の測定値とを基に、主回路部12から出力する交流電力の相電圧位相指令値 θ を演算する。そして、指令値演算部30は、無効電力指令値と無効電力 Q （PCS）の測定値とを基に、主回路部12から出力する交流電力の相電圧振幅指令値 $|V|$ を演算する。指令値演算部30は、演算した相電圧位相指令値 θ 及び相電圧振幅指令値 $|V|$ を過電流抑制制御部32に入力する。なお、相電圧位相指令値 θ 及び相電圧振幅指令値 $|V|$ の演算には、周知の演算方法を用いればよい。

[0030] 過電流抑制制御部32には、指令値演算部30から相電圧位相指令値 θ 及び相電圧振幅指令値 $|V|$ が入力されるとともに、第1計測装置16によって測定された相電圧 V_a （INV）、 V_b （INV）、 V_c （INV）、線電流 I_a （INV）、 I_b （INV）、 I_c （INV）、及び第2計測装置18によって測定された相電圧 V_a （PCS）、 V_b （PCS）、 V_c （PCS）、線電流 I_a （PCS）、 I_b （PCS）、 I_c （PCS）の各測定値のいずれかが入力される。

[0031] 過電流抑制制御部32は、相電圧位相指令値 θ 、相電圧振幅指令値 $|V|$ 、相電圧 V_a (INV)、 V_b (INV)、 V_c (INV)、線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV)、相電圧 V_a (PCS)、 V_b (PCS)、 V_c (PCS)、及び線電流 I_a (PCS)、 I_b (PCS)、 I_c (PCS)の各入力情報のいずれかを用いて、主回路部12の出力端での過電流を抑制するように、瞬時値電圧出力指令値 V_a (ref)、 V_b (ref)、 V_c (ref)を演算する。

[0032] 図2は、実施形態に係る過電流抑制制御部を模式的に表すブロック図である。

図2に表したように、過電流抑制制御部32は、dq逆変換部40と、過電流検出器42と、比例演算器44と、減算器46と、制御信号生成部48と、を有する。

[0033] dq逆変換部40には、相電圧位相指令値 θ と相電圧振幅指令値 $|V|$ とが入力される。相電圧振幅指令値 $|V|$ は、d軸成分の電圧信号としてdq逆変換部40に入力される。また、dq逆変換部40には、q軸成分の電圧信号として「0」が入力される。dq逆変換部40は、入力された相電圧位相指令値 θ 、相電圧振幅指令値 $|V|$ 、及びq軸成分の電圧信号に対してdq逆変換（逆park変換）を行う。これにより、dq逆変換部40は、相電圧位相指令値 θ 及び相電圧振幅指令値 $|V|$ を基に、主回路部12から出力する交流電力の各相の瞬時値電圧の指令値 V_a 、 V_b 、 V_c を演算する。そして、dq逆変換部40は、演算した瞬時値電圧の指令値 V_a 、 V_b 、 V_c を減算器46に入力する。

[0034] 過電流検出器42には、第1計測装置16によって測定された電力変換部20の交流電力の各相の線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV)の測定値が入力される。

[0035] 過電流検出器42は、電力変換部20の線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV)の過電流の大きさを検出する。過電流検出器42は、例えば、電力変換部20の線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c

(INV) の測定値に対して不感帯を設定することにより、不感帯を超過した成分を過電流の大きさとして検出する。

[0036] 過電流検出器42は、換言すれば、電力変換部20の線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV)に対して上限値と下限値とを設定する。上限値は、換言すれば、正側の過電流の閾値である。下限値は、換言すれば、負側の過電流の閾値である。過電流検出器42は、上限値と下限値との間を不感帯として設定する。

[0037] 過電流検出器42は、線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV)の測定値が上限値以上である場合に、線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV)の測定値のうちの上限値を超えた分の値を過電流の大きさとして検出する。

[0038] 過電流検出器42は、線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV)の測定値が下限値以下である場合に、線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV)の測定値のうちの下限値を超えた分の値を過電流の大きさとして検出する。

[0039] そして、過電流検出器42は、線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV)の測定値が上限値と下限値との間の範囲内にある場合には、「0」を過電流の大きさとして検出する。

[0040] 過電流検出器42は、検出した線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV)の過電流の大きさを比例演算器44に入力する。

[0041] 比例演算器44は、過電流検出器42から入力された過電流の大きさに対して比例定数 K_p を乗算することにより、主回路部12の交流電力の各相の瞬時値電圧の補正値を演算する。補正値は、より詳しくは、検出された過電流の大きさに応じた分だけ電力変換部20の線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV)の大きさを減少させるための主回路部12の交流電力の各相の瞬時値電圧の補正値である。比例演算器44は、演算した補正値を減算器46に入力する。

[0042] 減算器46は、比例演算器44から入力された補正値をdq逆変換部40

から入力された主回路部 1 2 の交流電力の各相の瞬時値電圧の指令値 V_a 、 V_b 、 V_c から減算する。すなわち、減算器 4 6 は、検出された過電流の成分（電流不感帯を超過した成分）に応じて瞬時値電圧の指令値 V_a 、 V_b 、 V_c を抑制する。これにより、減算器 4 6 は、電力系統 2 の系統電圧の急変などで瞬時的に発生する電位差により、主回路部 1 2 に過電流が発生してしまうことを抑制する。

[0043] 減算器 4 6 は、減算結果を電力変換部 2 0 の交流電力の各相の瞬時値電圧出力指令値 $V_a(\text{ref})$ 、 $V_b(\text{ref})$ 、 $V_c(\text{ref})$ とし、演算した各相の瞬時値電圧出力指令値 $V_a(\text{ref})$ 、 $V_b(\text{ref})$ 、 $V_c(\text{ref})$ を制御信号生成部 4 8 に入力する。

[0044] 制御信号生成部 4 8 は、減算器 4 6 から入力された各相の瞬時値電圧出力指令値 $V_a(\text{ref})$ 、 $V_b(\text{ref})$ 、 $V_c(\text{ref})$ に応じた電圧を電力変換部 2 0 から出力するための制御信号を生成し、生成した制御信号を電力変換部 2 0 に入力する。これにより、制御信号生成部 4 8 は、各相の瞬時値電圧出力指令値 $V_a(\text{ref})$ 、 $V_b(\text{ref})$ 、 $V_c(\text{ref})$ に応じた電圧を電力変換部 2 0 に出力させる。

[0045] 制御信号生成部 4 8 は、例えば、各相の瞬時値電圧出力指令値 $V_a(\text{ref})$ 、 $V_b(\text{ref})$ 、 $V_c(\text{ref})$ を基に、正弦波パルス幅変調制御を行うことにより、電力変換部 2 0 の各スイッチング素子のスイッチングを制御するための制御信号を生成する。但し、制御信号生成部 4 8 の構成は、これに限ることなく、各相の瞬時値電圧出力指令値 $V_a(\text{ref})$ 、 $V_b(\text{ref})$ 、 $V_c(\text{ref})$ に応じた電圧を電力変換部 2 0 から出力するための制御信号を生成可能な任意の構成でよい。

[0046] 例えば、制御信号生成部 4 8 は、主回路部 1 2 側に設け、制御装置 1 4（過電流抑制制御部 3 2）から主回路部 1 2 に各相の瞬時値電圧出力指令値 $V_a(\text{ref})$ 、 $V_b(\text{ref})$ 、 $V_c(\text{ref})$ を入力し、主回路部 1 2 側で制御信号を生成する構成としてもよい。過電流抑制制御部 3 2 は、必ずしも制御信号生成部 4 8 を有しなくてもよい。

[0047] このように、この例において、過電流抑制制御部32は、相電圧位相指令値 θ と、相電圧振幅指令値 $|V|$ と、電力変換部20の交流電力の各相の線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV)の測定値と、を基に、主回路部12の出力端での過電流を抑制するように、瞬時値電圧出力指令値 V_a (ref)、 V_b (ref)、 V_c (ref)を演算する。

[0048] この場合、第1計測装置16は、必ずしも電力変換部20から出力される交流電力の各相の相電圧 V_a (INV)、 V_b (INV)、 V_c (INV)を測定しなくてもよい。第1計測装置16は、電力変換部20から出力される交流電力の各相の線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV)のみを測定する構成でもよい。

[0049] また、この場合、第2計測装置18は、必ずしも主回路部12から出力される交流電力の各相の相電圧 V_a (PCS)、 V_b (PCS)、 V_c (PCS)、及び各相の線電流 I_a (PCS)、 I_b (PCS)、 I_c (PCS)の測定結果を制御装置14に入力しなくてもよい。第2計測装置18は、主回路部12の出力端における有効電力 P (PCS)、及び主回路部12の出力端における無効電力 Q (PCS)の測定結果のみを制御装置14に入力する構成でもよい。

[0050] 図3は、実施形態に係る電力変換装置の動作の一例を模式的に表すグラフである。

図4は、参考の電力変換装置の動作の一例を模式的に表すグラフである。

図4は、制御装置14が過電流抑制制御部32を有していない参考の電力変換装置の動作の一例を模式的に表す。

図3及び図4において、横軸は、時間(秒)であり、縦軸は、主回路部12の定格出力を基準とした出力電流(per unit)である。

[0051] 図3は、時刻 $t_1 \sim t_2$ において、事故点残留電圧が約50%の三線地絡事故が発生した場合の電力変換装置10の動作の一例を表す。図4は、同様の場合の参考の電力変換装置の動作の一例を表す。

[0052] 図4に表したように、過電流抑制制御部32を有していない参考の電力変

換装置では、事故の発生の際に、主回路部 1 2 の出力電流が、 ± 2 (p u) を超えている。

[0053] これに対し、実施形態に係る電力変換装置 1 0 では、過電流抑制制御部 3 2 の過電流検出器 4 2 において不感帯の上限値を $+1.2$ (p u)、不感帯の下限値を -1.2 (p u) に設定している。これにより、実施形態に係る電力変換装置 1 0 では、図 3 に表したように、事故の発生の際にも、主回路部 1 2 の出力電流を ± 1.2 (p u) 程度に抑えることができている。電力変換装置 1 0 では、過電流抑制制御部 3 2 を有しない参考の電力変換装置と比べて、事故の発生の際にも、過電流の発生を抑制することができる。

[0054] 以上、説明したように、本実施形態に係る電力変換装置 1 0 では、制御装置 1 4 が、過電流抑制制御部 3 2 を有する。これにより、電圧制御運転をした場合にも、過電流の発生を抑制することができる。例えば、系統電圧の急変などで瞬時的な電位差が発生した場合などにも、主回路部 1 2 に過電流が発生し、電力変換部 2 0 のスイッチング素子などの主回路部 1 2 の内部の部品が故障してしまうことを抑制することができる。

[0055] 図 5 は、実施形態に係る過電流抑制制御部の変形例を模式的に表すブロック図である。

なお、上記実施形態と機能・構成上実質的に同じものについては、同符号を付し、詳細な説明は省略する。

図 5 に表したように、過電流抑制制御部 3 2 a では、過電流検出器 4 2 の入力が、第 2 計測装置 1 8 によって測定された主回路部 1 2 の交流電力の各相の線電流 I_a (PCS)、 I_b (PCS)、 I_c (PCS) の測定値に置き換えられている。

[0056] 過電流抑制制御部 3 2 a は、主回路部 1 2 の線電流 I_a (PCS)、 I_b (PCS)、 I_c (PCS) の過電流の大きさを検出し、検出した過電流の成分に応じて瞬時値電圧の指令値 V_a 、 V_b 、 V_c を抑制することにより、主回路部 1 2 の出力端での過電流を抑制する。

[0057] このように、過電流抑制制御部 3 2 a は、相電圧位相指令値 θ と、相電圧

振幅指令値 $|V|$ と、主回路部 12 の交流電力の各相の線電流 I_a (PCS)、 I_b (PCS)、 I_c (PCS) の測定値と、を基に、主回路部 12 の出力端での過電流を抑制するように、瞬時値電圧出力指令値 V_a (ref)、 V_b (ref)、 V_c (ref) を演算する構成でもよい。この場合、電力変換装置 10 は、必ずしも第 1 計測装置 16 を備えていなくてもよい。電力変換装置 10 は、第 2 計測装置 18 のみを備える構成でもよい。

[0058] 図 6 は、実施形態に係る過電流抑制制御部の変形例を模式的に表すブロック図である。

図 6 に表したように、過電流抑制制御部 32b は、dq 逆変換部 50 と、第 1 減算器 51 と、第 1 比例演算器 52 と、リミッタ 53 と、第 2 減算器 54 と、第 2 比例演算器 55 と、加算器 56 と、制御信号生成部 57 と、を有する。

[0059] dq 逆変換部 50 は、図 2 に関して説明した dq 逆変換部 40 と同様であるから、詳細な説明は省略する。dq 逆変換部 50 は、演算した瞬時値電圧の指令値 V_a 、 V_b 、 V_c を第 1 減算器 51 に入力する。

[0060] 第 1 減算器 51 には、dq 逆変換部 50 から各相の瞬時値電圧の指令値 V_a 、 V_b 、 V_c が入力されるとともに、第 2 計測装置 18 によって測定された主回路部 12 の交流電力の各相の相電圧 V_a (PCS)、 V_b (PCS)、 V_c (PCS) の測定値が入力される。

[0061] 第 1 減算器 51 は、各相の瞬時値電圧の指令値 V_a 、 V_b 、 V_c から各相の相電圧 V_a (PCS)、 V_b (PCS)、 V_c (PCS) の測定値を差し引くことにより、各相の瞬時値電圧の指令値 V_a 、 V_b 、 V_c と各相の相電圧 V_a (PCS)、 V_b (PCS)、 V_c (PCS) の測定値との差分を演算する。

[0062] 第 1 比例演算器 52 は、第 1 減算器 51 によって演算された差分に第 1 比例定数 K_{p1} を乗算することにより、各相の相電圧 V_a (PCS)、 V_b (PCS)、 V_c (PCS) を各相の瞬時値電圧の指令値 V_a 、 V_b 、 V_c に近付けるための、主回路部 12 から出力される交流電力の各相の線電流 I_a

(PCS)、 I_b (PCS)、 I_c (PCS) の指令値を演算する。第1比例演算器52は、演算した指令値をリミッタ53に入力する。

[0063] リミッタ53は、入力された各相の線電流 I_a (PCS)、 I_b (PCS)、 I_c (PCS) の指令値が上限値以上である場合に、各相の線電流 I_a (PCS)、 I_b (PCS)、 I_c (PCS) の指令値を上限値に制限するとともに、入力された各相の線電流 I_a (PCS)、 I_b (PCS)、 I_c (PCS) の指令値が下限値以下である場合に、各相の線電流 I_a (PCS)、 I_b (PCS)、 I_c (PCS) の指令値を下限値に制限する。

[0064] リミッタ53は、入力された各指令値が下限値よりも大きくかつ上限値よりも小さい場合には、入力された各指令値をそのまま第2減算器54に入力する。リミッタ53は、入力された各指令値が下限値以下である場合には、各指令値を下限値に制限し、制限後の各指令値を第2減算器54に入力する。そして、リミッタ53は、入力された各指令値が上限値以上である場合には、各指令値を上限値に制限し、制限後の各指令値を第2減算器54に入力する。これにより、リミッタ53は、電力系統2の系統電圧の急変などで瞬時的に発生する電位差により、主回路部12に過電流が発生してしまうことを抑制する。

[0065] 第2減算器54には、リミッタ53から各相の線電流 I_a (PCS)、 I_b (PCS)、 I_c (PCS) の指令値が入力されるとともに、第2計測装置18によって測定された主回路部12の交流電力の各相の線電流 I_a (PCS)、 I_b (PCS)、 I_c (PCS) の測定値が入力される。

[0066] 第2減算器54は、各相の線電流 I_a (PCS)、 I_b (PCS)、 I_c (PCS) の指令値から各相の線電流 I_a (PCS)、 I_b (PCS)、 I_c (PCS) の測定値を差し引くことにより、各相の線電流 I_a (PCS)、 I_b (PCS)、 I_c (PCS) の指令値と各相の線電流 I_a (PCS)、 I_b (PCS)、 I_c (PCS) の測定値との差分を演算する。

[0067] 第2比例演算器55は、第2減算器54によって演算された差分に第2比例定数 K_{p2} を乗算することにより、各相の線電流 I_a (PCS)、 I_b (

PCS)、 I_c (PCS)の指令値に応じた電流を電力変換部20から出力するための補正値を演算する。補正値は、より詳しくは、主回路部12から出力される交流電力の各相の相電圧 V_a (PCS)、 V_b (PCS)、 V_c (PCS)の補正値である。第2比例演算器55は、演算した補正値を加算器56に入力する。

[0068] 加算器56には、第2比例演算器55から補正値が入力されるとともに、第2計測装置18によって測定された主回路部12の交流電力の各相の相電圧 V_a (PCS)、 V_b (PCS)、 V_c (PCS)の測定値が入力される。

[0069] 加算器56は、各相の相電圧 V_a (PCS)、 V_b (PCS)、 V_c (PCS)の測定値に補正値を加算する。これにより、加算器56は、電力変換部20から出力する交流電力の各相の瞬時値電圧出力指令値 $V_a(ref)$ 、 $V_b(ref)$ 、 $V_c(ref)$ を演算する。

[0070] 加算器56は、演算した各相の瞬時値電圧出力指令値 $V_a(ref)$ 、 $V_b(ref)$ 、 $V_c(ref)$ を制御信号生成部57に入力する。制御信号生成部57は、図2に関して説明した制御信号生成部48と同様であるから、詳細な説明は省略する。

[0071] 過電流抑制制御部32bは、相電圧位相指令値 θ 、相電圧振幅指令値 $|V|$ 、相電圧 V_a (PCS)、 V_b (PCS)、 V_c (PCS)、及び線電流 I_a (PCS)、 I_b (PCS)、 I_c (PCS)の各測定値を用いて、主回路部12の出力端での過電流を抑制するように、瞬時値電圧出力指令値 $V_a(ref)$ 、 $V_b(ref)$ 、 $V_c(ref)$ を演算する。

[0072] 過電流抑制制御部32bでは、リミッタ53が、主回路部12から出力される交流電力の各相の線電流 I_a (PCS)、 I_b (PCS)、 I_c (PCS)の指令値を下限値と上限値との間に制限することにより、主回路部12の出力端での過電流を抑制するように、瞬時値電圧出力指令値 $V_a(ref)$ 、 $V_b(ref)$ 、 $V_c(ref)$ を演算することができる。

[0073] このように、過電流抑制制御部32bは、相電圧位相指令値 θ と、相電圧

振幅指令値 $|V|$ と、主回路部 12 の交流電力の各相の相電圧 V_a (PCS)、 V_b (PCS)、 V_c (PCS) の測定値と、主回路部 12 の交流電力の各相の線電流 I_a (PCS)、 I_b (PCS)、 I_c (PCS) の測定値と、を基に、主回路部 12 の出力端での過電流を抑制するように、瞬時値電圧出力指令値 V_a (ref)、 V_b (ref)、 V_c (ref) を演算する構成でもよい。この場合も、電力変換装置 10 は、必ずしも第 1 計測装置 16 を備えていなくてもよい。電力変換装置 10 は、第 2 計測装置 18 のみを備える構成でもよい。

[0074] 図 7 は、実施形態に係る過電流抑制制御部の変形例を模式的に表すブロック図である。

図 7 に表したように、過電流抑制制御部 32c は、電圧推定部 60 と、dq 逆変換部 61 と、第 1 減算器 62 と、第 1 比例演算器 63 と、第 1 加算器 64 と、リミッタ 65 と、第 2 減算器 66 と、第 2 比例演算器 67 と、第 2 加算器 68 と、制御信号生成部 69 と、を有する。

[0075] 電圧推定部 60 は、電力変換部 20 の交流電力の各相の線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV) の測定値を基に、主回路部 12 の交流電力の各相の相電圧 V_a (PCS)、 V_b (PCS)、 V_c (PCS) の推定を行う。

[0076] 電圧推定部 60 には、例えば、指令値演算部 30 で演算された相電圧位相指令値 θ と、第 1 計測装置 16 によって測定された電力変換部 20 の交流電力の各相の線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV) の測定値と、が入力される。

[0077] 電圧推定部 60 は、例えば、相電圧位相指令値 θ と、各相の線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV) の測定値と、を基に、主回路部 12 の交流電力の各相の相電圧 V_a (PCS)、 V_b (PCS)、 V_c (PCS) の推定値 V_a (virtual)、 V_b (virtual)、 V_c (virtual) を演算する。

[0078] 電圧推定部 60 は、例えば、dq 変換部 80 と、係数演算器 81 と、dq

逆変換部 82 と、比例制御演算器 83 と、を有する。

[0079] dq変換部 80 には、相電圧位相指令値 θ と、電力変換部 20 の交流電力の各相の線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV) の測定値と、が入力される。

[0080] dq変換部 80 は、入力された相電圧位相指令値 θ と、各相の線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV) の測定値と、に対して dq 変換 (park 変換) を行うことにより、相電圧位相指令値 θ と、各相の線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV) の測定値と、を基に、各相の線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV) の d 軸成分を表す電流信号 I_d と、各相の線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV) の q 軸成分を表す電流信号 I_q と、を演算する。dq変換部 80 は、演算した電流信号 I_d を dq 逆変換部 82 に入力するとともに、演算した電流信号 I_q を係数演算器 81 に入力する。

[0081] 係数演算器 81 は、入力された電流信号 I_q に係数「-1」を乗算する演算を行い、演算後の電流信号 $-I_q$ を dq 逆変換部 82 に入力する。

[0082] DQ 電圧は、DQ 電流の位相を 90 度ずらしたものに比例する。主回路部 12 の交流電力の各相の相電圧 V_a (PCS)、 V_b (PCS)、 V_c (PCS) の q 軸成分を表す電圧信号 V_q は、電力変換部 20 の交流電力の各相の線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV) の d 軸成分を表す電流信号 I_d によって推定することができる。そして、主回路部 12 の交流電力の各相の相電圧 V_a (PCS)、 V_b (PCS)、 V_c (PCS) の d 軸成分を表す電圧信号 V_d は、電力変換部 20 の交流電力の各相の線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV) の q 軸成分を表す電流信号 I_q に「-1」を乗算した電流信号 $-I_q$ によって推定することができる。

[0083] このため、dq変換部 80 は、演算した電流信号 I_d を電圧信号 V_q として dq 逆変換部 82 に入力する。係数演算器 81 は、演算した電流信号 $-I_q$ を電圧信号 V_d として dq 逆変換部 82 に入力する。

- [0084] dq 逆変換部 82 には、電圧信号 V_q (電流信号 I_d) 及び電圧信号 V_d (電流信号 $-I_q$) が入力されるとともに、相電圧位相指令値 θ が入力される。
- [0085] dq 逆変換部 82 は、入力された相電圧位相指令値 θ 、電圧信号 V_q 、 V_d に対して dq 逆変換 (逆 $park$ 変換) を行うことにより、電圧信号 V_q 、 V_d を基に、三相の瞬時値電圧を演算する。 dq 逆変換部 82 は、演算した三相の瞬時値電圧を比例制御演算器 83 に入力する。
- [0086] 比例制御演算器 83 は、入力された三相の瞬時値電圧に対して比例演算を行うことにより、入力された三相の瞬時値電圧を基に、主回路部 12 の交流電力の各相の相電圧 V_a (PCS)、 V_b (PCS)、 V_c (PCS) の推定値 V_a (virtual)、 V_b (virtual)、 V_c (virtual) を演算する。
- [0087] なお、電圧推定部 60 の構成は、上記に限定されるものではない。電圧推定部 60 の構成は、各相の線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV) の測定値を基に、主回路部 12 の交流電力の各相の相電圧 V_a (PCS)、 V_b (PCS)、 V_c (PCS) の推定値 V_a (virtual)、 V_b (virtual)、 V_c (virtual) を演算可能な任意の構成でよい。
- [0088] dq 逆変換部 61 は、図 2 に関して説明した dq 逆変換部 40 と同様であるから、詳細な説明は省略する。 dq 逆変換部 61 は、演算した瞬時値電圧の指令値 V_a 、 V_b 、 V_c を第 1 減算器 62 に入力する。
- [0089] 第 1 減算器 62 には、 dq 逆変換部 61 から各相の瞬時値電圧の指令値 V_a 、 V_b 、 V_c が入力されるとともに、電圧推定部 60 によって演算された主回路部 12 の交流電力の各相の相電圧 V_a (PCS)、 V_b (PCS)、 V_c (PCS) の推定値 V_a (virtual)、 V_b (virtual)、 V_c (virtual) が入力される。
- [0090] 第 1 減算器 62 は、各相の瞬時値電圧の指令値 V_a 、 V_b 、 V_c から各相の相電圧 V_a (PCS)、 V_b (PCS)、 V_c (PCS) の推定値 V_a (

$v_{i r t u a l}$)、 $V_{b (v i r t u a l)}$ 、 $V_{c (v i r t u a l)}$ を差し引くことにより、各相の瞬時値電圧の指令値 V_a 、 V_b 、 V_c と各相の相電圧 $V_a (P C S)$ 、 $V_b (P C S)$ 、 $V_c (P C S)$ の推定値 $V_a (v i r t u a l)$ 、 $V_b (v i r t u a l)$ 、 $V_c (v i r t u a l)$ との差分を演算する。

[0091] 第1比例演算器63は、第1減算器62によって演算された差分に第1比例定数 K_{p1} を乗算することにより、各相の相電圧 $V_a (P C S)$ 、 $V_b (P C S)$ 、 $V_c (P C S)$ を各相の瞬時値電圧の指令値 V_a 、 V_b 、 V_c に近付けるための補正値を演算する。補正値は、より詳しくは、電力変換部20の交流電力の各相の線電流 $I_a (I N V)$ 、 $I_b (I N V)$ 、 $I_c (I N V)$ の補正値である。第1比例演算器63は、演算した補正値を第1加算器64に入力する。

[0092] 第1加算器64には、第1比例演算器63から補正値が入力されるとともに、第1計測装置16によって測定された電力変換部20の交流電力の各相の線電流 $I_a (I N V)$ 、 $I_b (I N V)$ 、 $I_c (I N V)$ の測定値が入力される。

[0093] 第1加算器64は、各相の線電流 $I_a (I N V)$ 、 $I_b (I N V)$ 、 $I_c (I N V)$ の測定値に補正値を加算する。これにより、第1加算器64は、主回路部12から出力される交流電力の各相の相電圧 $V_a (P C S)$ 、 $V_b (P C S)$ 、 $V_c (P C S)$ を各相の瞬時値電圧の指令値 V_a 、 V_b 、 V_c に近付けるために必要な電力変換部20の各相の線電流 $I_a (I N V)$ 、 $I_b (I N V)$ 、 $I_c (I N V)$ の指令値を演算する。第1加算器64は、演算した各相の線電流 $I_a (I N V)$ 、 $I_b (I N V)$ 、 $I_c (I N V)$ の指令値をリミッタ65に入力する。

[0094] リミッタ65は、入力された各相の線電流 $I_a (I N V)$ 、 $I_b (I N V)$ 、 $I_c (I N V)$ の指令値が上限値以上である場合に、各相の線電流 $I_a (I N V)$ 、 $I_b (I N V)$ 、 $I_c (I N V)$ の指令値を上限値に制限するとともに、入力された各相の線電流 $I_a (I N V)$ 、 $I_b (I N V)$ 、 I_c

(I_{NV}) の指令値が下限値以下である場合に、各相の線電流 I_a (I_{NV})、 I_b (I_{NV})、 I_c (I_{NV}) の指令値を下限値に制限する。

[0095] リミッタ 65 は、入力された各指令値が下限値よりも大きくかつ上限値よりも小さい場合には、入力された各指令値をそのまま第 2 減算器 66 に入力する。リミッタ 65 は、入力された各指令値が下限値以下である場合には、各指令値を下限値に制限し、制限後の各指令値を第 2 減算器 66 に入力する。そして、リミッタ 65 は、入力された各指令値が上限値以上である場合には、各指令値を上限値に制限し、制限後の各指令値を第 2 減算器 66 に入力する。これにより、リミッタ 65 は、電力系統 2 の系統電圧の急変などで瞬時的に発生する電位差により、主回路部 12 に過電流が発生してしまうことを抑制する。

[0096] 第 2 減算器 66 には、リミッタ 65 から各相の線電流 I_a (I_{NV})、 I_b (I_{NV})、 I_c (I_{NV}) の指令値が入力されるとともに、第 1 計測装置 16 によって測定された電力変換部 20 の各相の線電流 I_a (I_{NV})、 I_b (I_{NV})、 I_c (I_{NV}) の測定値が入力される。

[0097] 第 2 減算器 66 は、各相の線電流 I_a (I_{NV})、 I_b (I_{NV})、 I_c (I_{NV}) の指令値から各相の線電流 I_a (I_{NV})、 I_b (I_{NV})、 I_c (I_{NV}) の測定値を差し引くことにより、各相の線電流 I_a (I_{NV})、 I_b (I_{NV})、 I_c (I_{NV}) の指令値と各相の線電流 I_a (I_{NV})、 I_b (I_{NV})、 I_c (I_{NV}) の測定値との差分を演算する。

[0098] 第 2 比例演算器 67 は、第 2 減算器 66 によって演算された差分に第 2 比例定数 K_{p2} を乗算することにより、各相の線電流 I_a (I_{NV})、 I_b (I_{NV})、 I_c (I_{NV}) の指令値に応じた電流を電力変換部 20 から出力するための補正值を演算する。補正值は、より詳しくは、主回路部 12 から出力される交流電力の各相の相電圧 V_a (PCS)、 V_b (PCS)、 V_c (PCS) の補正值である。第 2 比例演算器 67 は、演算した補正值を第 2 加算器 68 に入力する。

[0099] 第 2 加算器 68 には、第 2 比例演算器 67 から補正值が入力されるととも

に、電圧推定部60によって演算された主回路部12の交流電力の各相の相電圧 V_a (PCS)、 V_b (PCS)、 V_c (PCS)の推定値 V_a (virtual)、 V_b (virtual)、 V_c (virtual)が入力される。

[0100] 第2加算器68は、各相の相電圧 V_a (PCS)、 V_b (PCS)、 V_c (PCS)の推定値 V_a (virtual)、 V_b (virtual)、 V_c (virtual)に補正値を加算する。これにより、第2加算器68は、電力変換部20から出力する交流電力の各相の瞬時値電圧出力指令値 V_a (ref)、 V_b (ref)、 V_c (ref)を演算する。

[0101] 第2加算器68は、演算した各相の瞬時値電圧出力指令値 V_a (ref)、 V_b (ref)、 V_c (ref)を制御信号生成部69に入力する。制御信号生成部69は、図2に関して説明した制御信号生成部48と同様であるから、詳細な説明は省略する。

[0102] 過電流抑制制御部32cは、相電圧位相指令値 θ 、相電圧振幅指令値 $|V|$ 、線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV)の測定値、及び各相の相電圧 V_a (PCS)、 V_b (PCS)、 V_c (PCS)の推定値 V_a (virtual)、 V_b (virtual)、 V_c (virtual)を用いて、主回路部12の出力端での過電流を抑制するように、瞬時値電圧出力指令値 V_a (ref)、 V_b (ref)、 V_c (ref)を演算する。

[0103] 過電流抑制制御部32cでは、リミッタ65が、電力変換部20から出力される交流電力の各相の線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV)の指令値を下限値と上限値との間に制限することにより、主回路部12の出力端での過電流を抑制するように、瞬時値電圧出力指令値 V_a (ref)、 V_b (ref)、 V_c (ref)を演算することができる。

[0104] このように、過電流抑制制御部32cは、相電圧位相指令値 θ と、相電圧振幅指令値 $|V|$ と、線電流 I_a (INV)、 I_b (INV)、 I_c (INV)の測定値と、各相の相電圧 V_a (PCS)、 V_b (PCS)、 V_c (P

CS) の推定値 $V_a(\text{virtual})$ 、 $V_b(\text{virtual})$ 、 $V_c(\text{virtual})$ と、を基に、主回路部 12 の出力端での過電流を抑制するように、瞬時値電圧出力指令値 $V_a(\text{ref})$ 、 $V_b(\text{ref})$ 、 $V_c(\text{ref})$ を演算する構成でもよい。

[0105] この場合、第 1 計測装置 16 は、必ずしも電力変換部 20 から出力される交流電力の各相の相電圧 $V_a(\text{INV})$ 、 $V_b(\text{INV})$ 、 $V_c(\text{INV})$ を測定しなくてもよい。第 1 計測装置 16 は、電力変換部 20 から出力される交流電力の各相の線電流 $I_a(\text{INV})$ 、 $I_b(\text{INV})$ 、 $I_c(\text{INV})$ のみを測定する構成でもよい。

[0106] また、この場合、第 2 計測装置 18 は、必ずしも主回路部 12 から出力される交流電力の各相の相電圧 $V_a(\text{PCS})$ 、 $V_b(\text{PCS})$ 、 $V_c(\text{PCS})$ 、及び各相の線電流 $I_a(\text{PCS})$ 、 $I_b(\text{PCS})$ 、 $I_c(\text{PCS})$ の測定結果を制御装置 14 に入力しなくてもよい。第 2 計測装置 18 は、主回路部 12 の出力端における有効電力 $P(\text{PCS})$ 、及び主回路部 12 の出力端における無効電力 $Q(\text{PCS})$ の測定結果のみを制御装置 14 に入力する構成でもよい。

[0107] なお、過電流抑制制御部の構成は、上記に限ることなく、相電圧位相指令値 θ 、相電圧振幅指令値 $|V|$ 、相電圧 $V_a(\text{INV})$ 、 $V_b(\text{INV})$ 、 $V_c(\text{INV})$ 、線電流 $I_a(\text{INV})$ 、 $I_b(\text{INV})$ 、 $I_c(\text{INV})$ 、相電圧 $V_a(\text{PCS})$ 、 $V_b(\text{PCS})$ 、 $V_c(\text{PCS})$ 、及び線電流 $I_a(\text{PCS})$ 、 $I_b(\text{PCS})$ 、 $I_c(\text{PCS})$ の各入力情報のいずれかを用いて、主回路部 12 の出力端での過電流を抑制するように、瞬時値電圧出力指令値 $V_a(\text{ref})$ 、 $V_b(\text{ref})$ 、 $V_c(\text{ref})$ を演算可能な任意の構成でよい。

[0108] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことが

できる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

請求の範囲

[請求項1] 入力された電力を交流電力に変換する電力変換部と、前記電力変換部から出力された前記交流電力を正弦波に近付けるフィルタ回路と、を有する主回路部と、

前記電力変換部の動作を制御することにより、前記主回路部による電力の変換を制御する制御装置と、

を備え、

前記制御装置は、

有効電力指令値及び無効電力指令値が入力されるとともに、前記主回路部の出力端の前記有効電力及び前記無効電力の各測定値が入力され、前記有効電力指令値と前記有効電力の測定値とを基に、前記主回路部から出力する前記交流電力の相電圧位相指令値を演算し、前記無効電力指令値と前記無効電力の測定値とを基に、前記主回路部から出力する前記交流電力の相電圧振幅指令値を演算する指令値演算部と、

前記相電圧位相指令値、前記相電圧振幅指令値、前記電力変換部の前記交流電力の相電圧及び線電流の各測定値、及び前記主回路部の前記交流電力の相電圧及び線電流の各測定値の各入力情報のいずれかを用いて、前記主回路部の出力端での過電流を抑制するように、前記電力変換部から出力する前記交流電力の各相の瞬時値電圧出力指令値を演算する過電流抑制制御部と、

を有し、演算した前記瞬時値電圧出力指令値に応じた電圧が前記電力変換部から出力されるように、前記電力変換部の動作を制御する電力変換装置。

[請求項2] 前記過電流抑制制御部は、

前記相電圧位相指令値及び前記相電圧振幅指令値を基に、 dq 逆変換を行うことにより、前記主回路部から出力する前記交流電力の各相の瞬時値電圧の指令値を演算する dq 逆変換部と、

前記電力変換部の前記交流電力の線電流の過電流の大きさを検出する過電流検出器と、

前記過電流検出器から入力された過電流の大きさに対して比例定数を乗算することにより、前記主回路部の前記交流電力の各相の瞬時値電圧の補正値を演算する比例演算器と、

前記比例演算器から入力された前記補正値を前記 d q 逆変換部から入力された前記主回路部の前記交流電力の各相の瞬時値電圧の指令値から減算することにより、減算結果を前記電力変換部の前記交流電力の前記各相の瞬時値電圧出力指令値として演算する減算器と、

を有する請求項 1 記載の電力変換装置。

[請求項3]

前記過電流抑制制御部は、

前記相電圧位相指令値及び前記相電圧振幅指令値を基に、d q 逆変換を行うことにより、前記主回路部から出力する前記交流電力の各相の瞬時値電圧の指令値を演算する d q 逆変換部と、

前記主回路部の前記交流電力の線電流の過電流の大きさを検出する過電流検出器と、

前記過電流検出器から入力された過電流の大きさに対して比例定数を乗算することにより、前記主回路部の前記交流電力の各相の瞬時値電圧の補正値を演算する比例演算器と、

前記比例演算器から入力された前記補正値を前記 d q 逆変換部から入力された前記主回路部の前記交流電力の各相の瞬時値電圧の指令値から減算することにより、減算結果を前記電力変換部の前記交流電力の前記各相の瞬時値電圧出力指令値として演算する減算器と、

を有する請求項 1 記載の電力変換装置。

[請求項4]

前記過電流抑制制御部は、

前記相電圧位相指令値及び前記相電圧振幅指令値を基に、d q 逆変換を行うことにより、前記主回路部から出力する前記交流電力の各相の瞬時値電圧の指令値を演算する d q 逆変換部と、

演算された前記各相の瞬時値電圧の指令値から前記主回路部の交流電力の各相の相電圧の測定値を差し引くことにより、前記各相の瞬時値電圧の指令値と前記各相の相電圧の測定値との差分を演算する第1減算器と、

前記第1減算器によって演算された前記差分に第1比例定数を乗算することにより、前記主回路部の交流電力の前記各相の相電圧を、演算された前記各相の瞬時値電圧の指令値に近付けるための、前記主回路部から出力される前記交流電力の各相の線電流の指令値を演算する第1比例演算器と、

前記各相の線電流の指令値が上限値以上である場合に、前記各相の線電流の指令値を前記上限値に制限するとともに、前記各相の線電流の指令値が下限値以下である場合に、前記各相の線電流の指令値を前記下限値に制限するリミッタと、

前記リミッタから入力された前記各相の線電流の指令値から前記主回路部の前記交流電力の各相の線電流 I_a の測定値を差し引くことにより、前記各相の線電流の指令値と前記各相の線電流の測定値との差分を演算する第2減算器と、

前記第2減算器によって演算された前記差分に第2比例定数を乗算することにより、前記各相の線電流 I_a の指令値に応じた電流を前記電力変換部から出力するための補正値を演算する第2比例演算器と、

前記主回路部の前記交流電力の前記各相の相電圧の測定値に前記補正値を加算することにより、前記電力変換部から出力する前記交流電力の前記各相の瞬時値電圧出力指令値を演算する加算器と、

を有する請求項1記載の電力変換装置。

[請求項5]

前記過電流抑制制御部は、

前記電力変換部の前記交流電力の各相の線電流の測定値を基に、前記主回路部の前記交流電力の各相の相電圧の推定値を演算する電圧

推定部と、

前記相電圧位相指令値及び前記相電圧振幅指令値を基に、 dq 逆変換を行うことにより、前記主回路部から出力する前記交流電力の各相の瞬時値電圧の指令値を演算する dq 逆変換部と、

前記各相の瞬時値電圧の指令値から前記各相の相電圧の推定値を差し引くことにより、前記各相の瞬時値電圧の指令値と前記各相の相電圧の推定値との差分を演算する第1減算器と、

前記第1減算器によって演算された前記差分に第1比例定数を乗算することにより、前記主回路部の前記交流電力の各相の相電圧を前記各相の瞬時値電圧の指令値に近付けるための補正値を演算する第1比例演算器と、

前記電力変換部の前記交流電力の各相の線電流の測定値に前記第1比例演算器で演算された前記補正値を加算することにより、前記主回路部から出力される前記交流電力の各相の相電圧を前記各相の瞬時値電圧の指令値に近付けるために必要な前記電力変換部の前記交流電力の各相の線電流の指令値を演算する第1加算器と、

前記各相の線電流の指令値が上限値以上である場合に、前記各相の線電流の指令値を前記上限値に制限するとともに、前記各相の線電流の指令値が下限値以下である場合に、前記各相の線電流の指令値を前記下限値に制限するリミッタと、

前記リミッタから入力された前記各相の線電流の指令値から前記電力変換部の前記交流電力の各相の線電流の測定値を差し引くことにより、前記各相の線電流の指令値と前記各相の線電流の測定値との差分を演算する第2減算器と、

前記第2減算器によって演算された前記差分に第2比例定数を乗算することにより、前記各相の線電流の指令値に応じた電流を前記電力変換部から出力するための補正値を演算する第2比例演算器と、

前記各相の相電圧の推定値に前記第2比例演算器で演算された前

記補正值を加算することにより、前記電力変換部から出力する前記交流電力の前記各相の瞬時値電圧出力指令値を演算する第2加算器と、
を有する請求項1記載の電力変換装置。

[請求項6]

前記電圧推定部は、

前記相電圧位相指令値と、前記電力変換部の前記交流電力の各相の線電流の測定値と、に対してd q変換を行うことにより、前記相電圧位相指令値と、前記各相の線電流の測定値と、を基に、前記各相の線電流のd軸成分を表す電流信号と、前記各相の線電流のq軸成分を表す電流信号と、を演算する変換部と、

前記q軸成分を表す電流信号に-1を乗算する演算を行う係数演算器と、

前記相電圧位相指令値、前記d軸成分を表す電流信号、及び前記係数演算器で演算された後の前記q軸成分を表す電流信号に対してd q逆変換を行うことにより、前記d軸成分を表す電流信号及び前記q軸成分を表す電流信号を基に、三相の瞬時値電圧を演算する逆変換部と、

前記三相の瞬時値電圧に対して比例演算を行うことにより、前記三相の瞬時値電圧を基に、前記主回路部の前記交流電力の前記各相の相電圧の推定値を演算する比例制御演算器と、

を有する請求項5記載の電力変換装置。

[請求項7]

入力された電力を交流電力に変換する電力変換部と、前記電力変換部から出力された前記交流電力を正弦波に近付けるフィルタ回路と、
を有する主回路部を備えた電力変換装置に用いられ、前記電力変換部の動作を制御することにより、前記主回路部による電力の変換を制御する制御装置であって、

有効電力指令値及び無効電力指令値が入力されるとともに、前記主回路部の出力端の有効電力及び無効電力の各測定値が入力され、前記有効電力指令値と前記有効電力の測定値とを基に、前記主回路部から

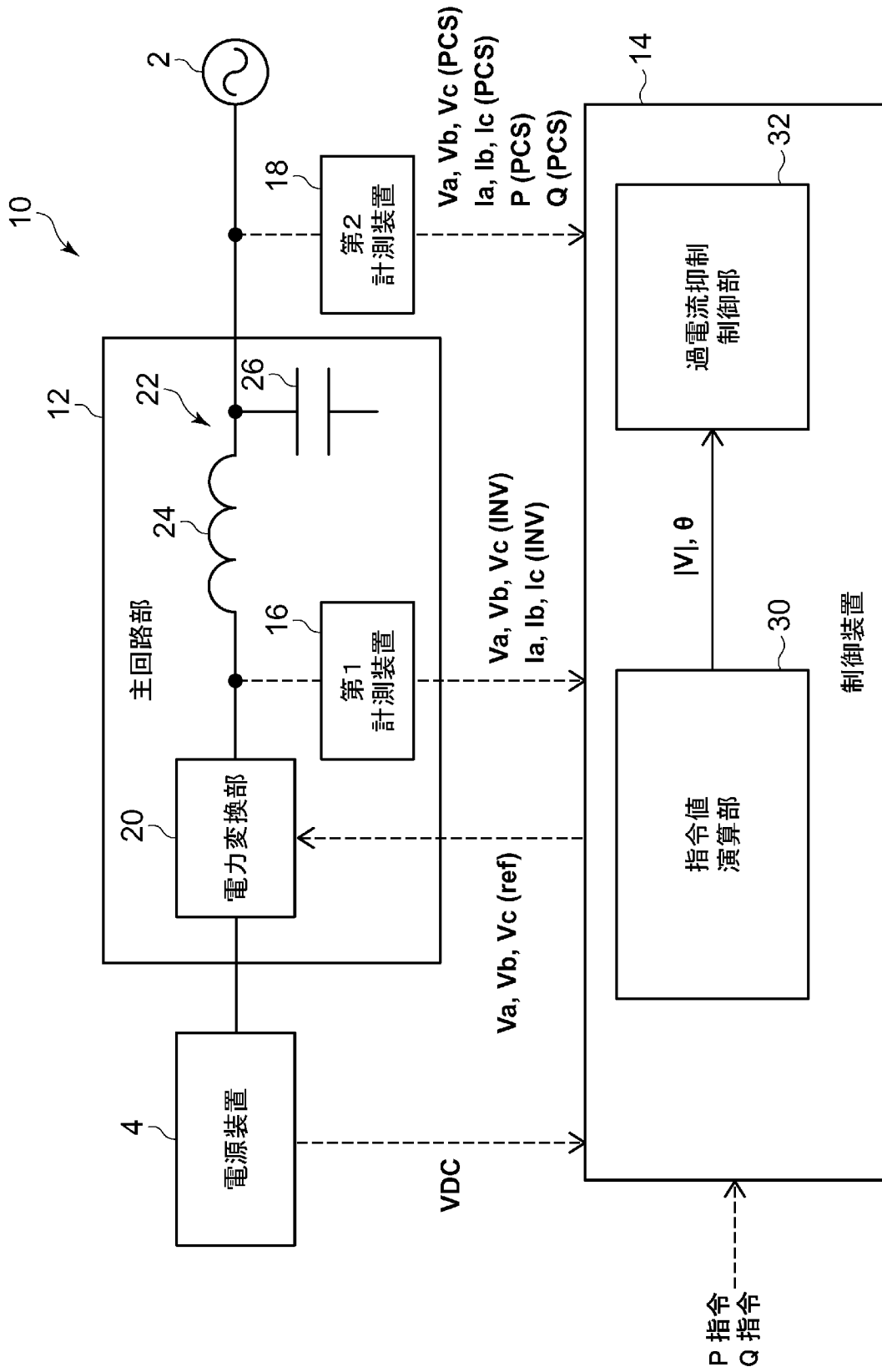
出力する前記交流電力の相電圧位相指令値を演算し、前記無効電力指令値と前記無効電力の測定値とを基に、前記主回路部から出力する前記交流電力の相電圧振幅指令値を演算する指令値演算部と、

前記相電圧位相指令値、前記相電圧振幅指令値、前記電力変換部の前記交流電力の相電圧及び線電流の各測定値、及び前記主回路部の前記交流電力の相電圧及び線電流の各測定値の各入力情報のいずれかを用いて、前記主回路部の出力端での過電流を抑制するように、前記電力変換部から出力する前記交流電力の各相の瞬時値電圧出力指令値を演算する過電流抑制制御部と、

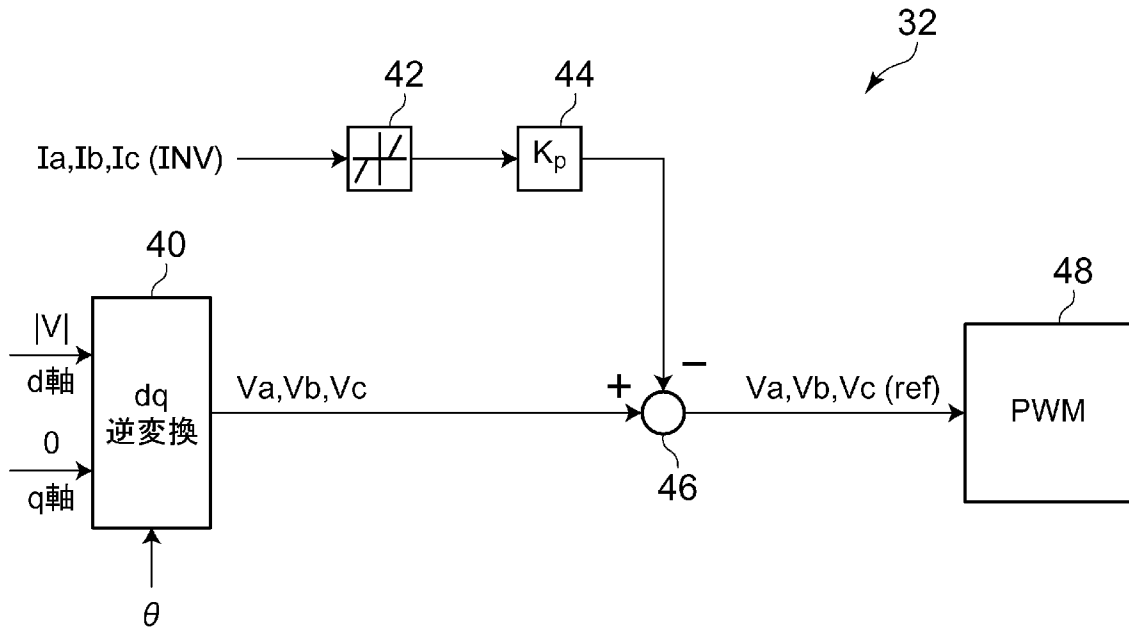
を備え、

演算した前記瞬時値電圧出力指令値に応じた電圧が前記電力変換部から出力されるように、前記電力変換部の動作を制御する制御装置。

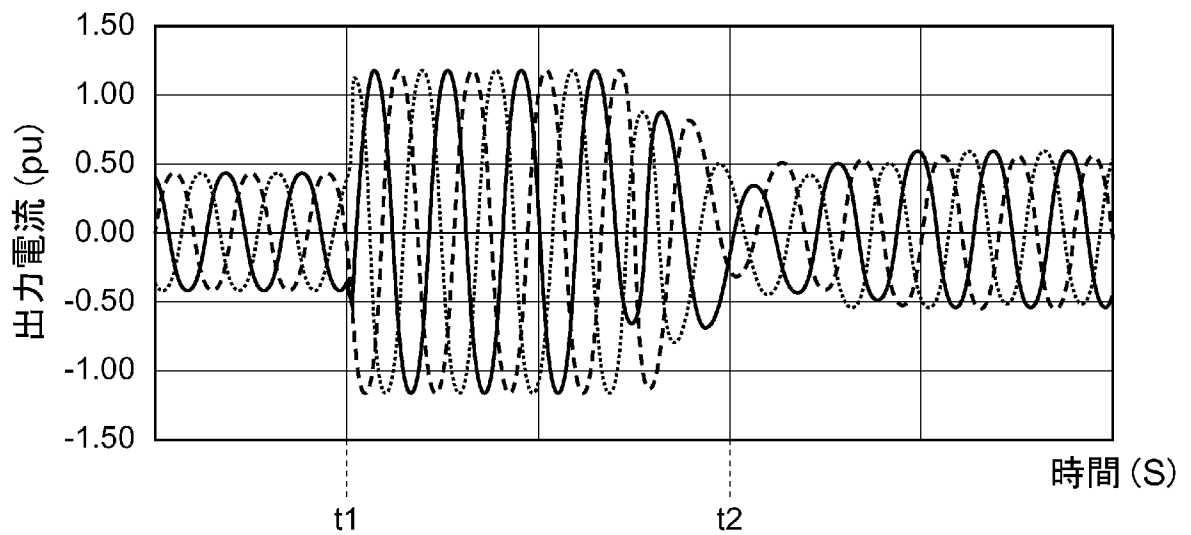
[図1]



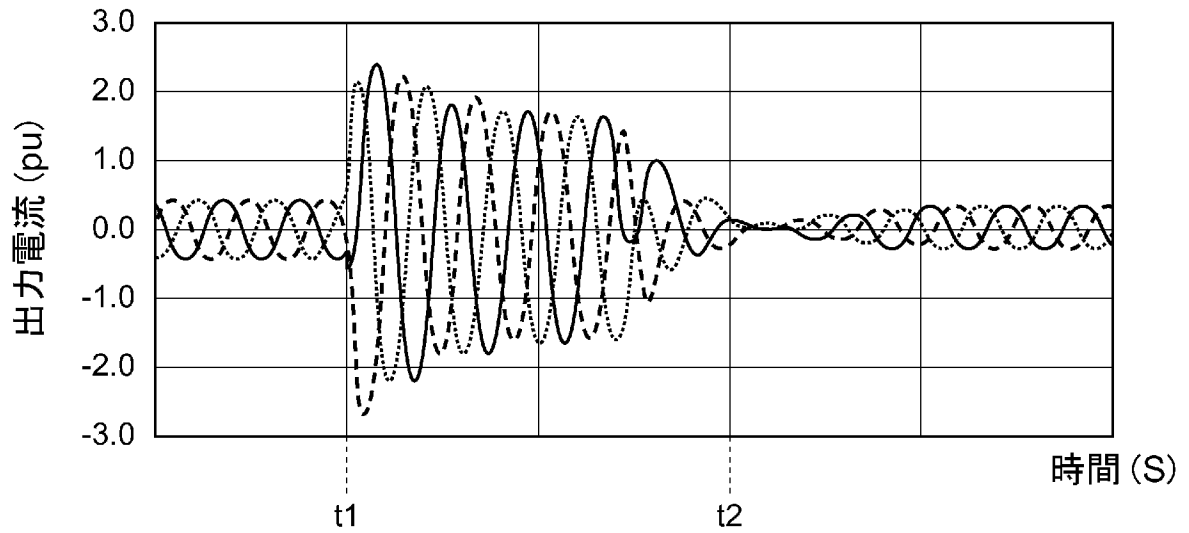
[図2]



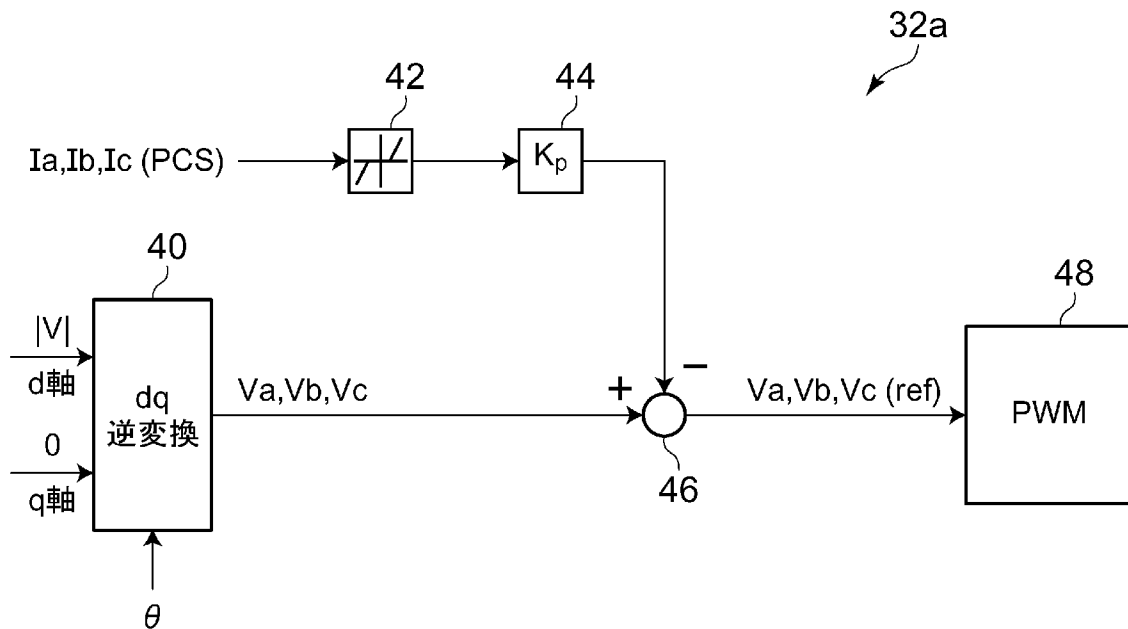
[図3]



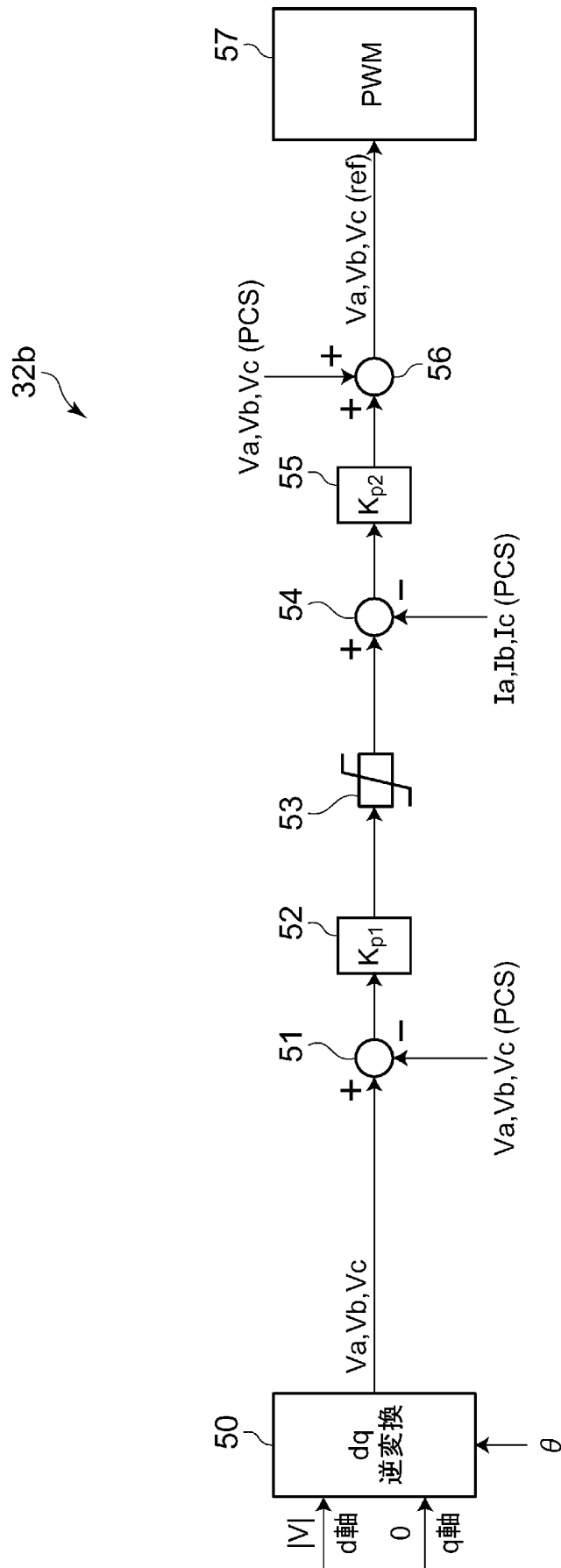
[図4]



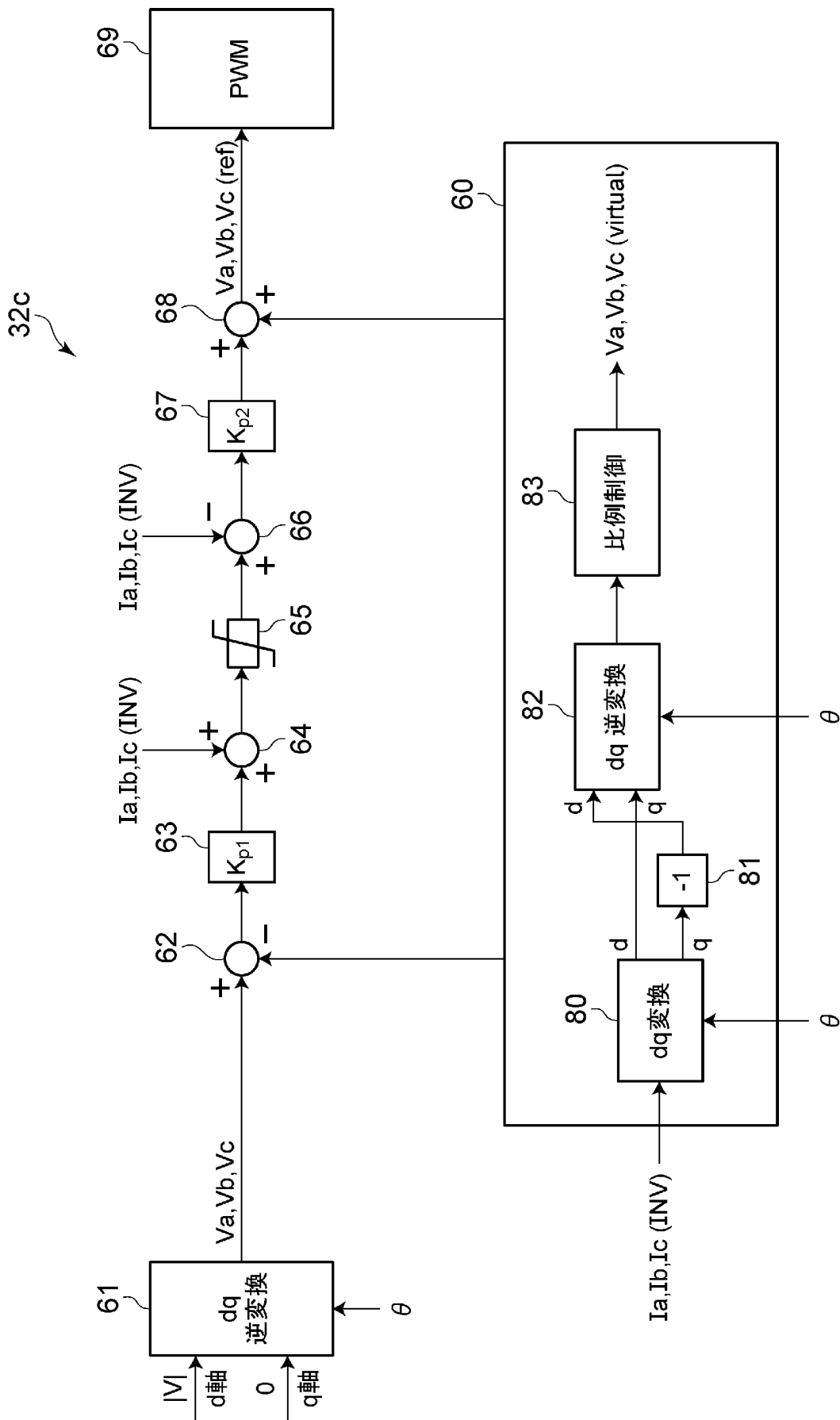
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/012723

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H02M 7/48(2007.01)i FI: H02M7/48 M</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>														
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02M7/48</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <table style="width:100%; border: none;"> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Published examined utility model applications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1922-1996</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Published unexamined utility model applications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1971-2021</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Registered utility model specifications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1996-2021</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Published registered utility model applications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1994-2021</td> </tr> </table> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>			Published examined utility model applications of Japan	1922-1996	Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021	Registered utility model specifications of Japan	1996-2021	Published registered utility model applications of Japan	1994-2021				
Published examined utility model applications of Japan	1922-1996													
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021													
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021													
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021													
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Category*</th> <th style="width: 70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width: 20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">A</td> <td>JP 11-11184 A (EAST JAPAN RAILWAY CO) 19 January 1999 (1999-01-19) entire text, all drawings</td> <td align="center">1-7</td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td>JP 2003-9537 A (HITACHI LTD) 10 January 2003 (2003-01-10) entire text, all drawings</td> <td align="center">1-7</td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td>WO 2019/130375 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 04 July 2019 (2019-07-04) entire text, all drawings</td> <td align="center">1-7</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	JP 11-11184 A (EAST JAPAN RAILWAY CO) 19 January 1999 (1999-01-19) entire text, all drawings	1-7	A	JP 2003-9537 A (HITACHI LTD) 10 January 2003 (2003-01-10) entire text, all drawings	1-7	A	WO 2019/130375 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 04 July 2019 (2019-07-04) entire text, all drawings	1-7
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
A	JP 11-11184 A (EAST JAPAN RAILWAY CO) 19 January 1999 (1999-01-19) entire text, all drawings	1-7												
A	JP 2003-9537 A (HITACHI LTD) 10 January 2003 (2003-01-10) entire text, all drawings	1-7												
A	WO 2019/130375 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 04 July 2019 (2019-07-04) entire text, all drawings	1-7												
<p><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.</p>														
<table style="width:100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="width: 50%; border: none;"> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>										
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>													
<p>Date of the actual completion of the international search 04 June 2021 (04.06.2021)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 15 June 2021 (15.06.2021)</p>												
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan</p>		<p>Authorized officer</p> <p>Telephone No.</p>												

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/012723

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 11-11184 A	19 Jan. 1999	(Family: none)	
JP 2003-9537 A	10 Jan. 2003	(Family: none)	
WO 2019/130375 A1	04 Jul. 2019	US 2020/0244096 A1 entire text, all drawings	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02M 7/48(2007.01)i FI: H02M7/48 M		
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）） 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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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 11-11184 A（東日本旅客鉄道株式会社）19.01.1999（1999-01-19） 全文、全図	1-7
A	JP 2003-9537 A（株式会社日立製作所）10.01.2003（2003-01-10） 全文、全図	1-7
A	WO 2019/130375 A1（三菱電機株式会社）04.07.2019（2019-07-04） 全文、全図	1-7
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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抵触するものではなく、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 04.06.2021	国際調査報告の発送日 15.06.2021	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 麻生 哲朗 5G 2953 電話番号 03-3581-1101 内線 3526	

国際調査報告
特許ファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/012723

引用文献	公表日	特許ファミリー文献	公表日
JP 11-11184 A	19.01.1999	(ファミリーなし)	
JP 2003-9537 A	10.01.2003	(ファミリーなし)	
WO 2019/130375 A1	04.07.2019	US 2020/0244096 A1 全文, 全図	