

(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
2020年9月3日(03.09.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/174560 A1

(51) 国際特許分類:
H02M 7/12 (2006.01)

番 1 号 東 芝 三 菱 電 機 産 業 シ ス テ ム
株式会社内 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/007204

(22) 国際出願日: 2019年2月26日(26.02.2019)

(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: 田 中 智 大 (TANAKA, Tomohiro);
〒1040031 東京都中央区京橋三丁目 1

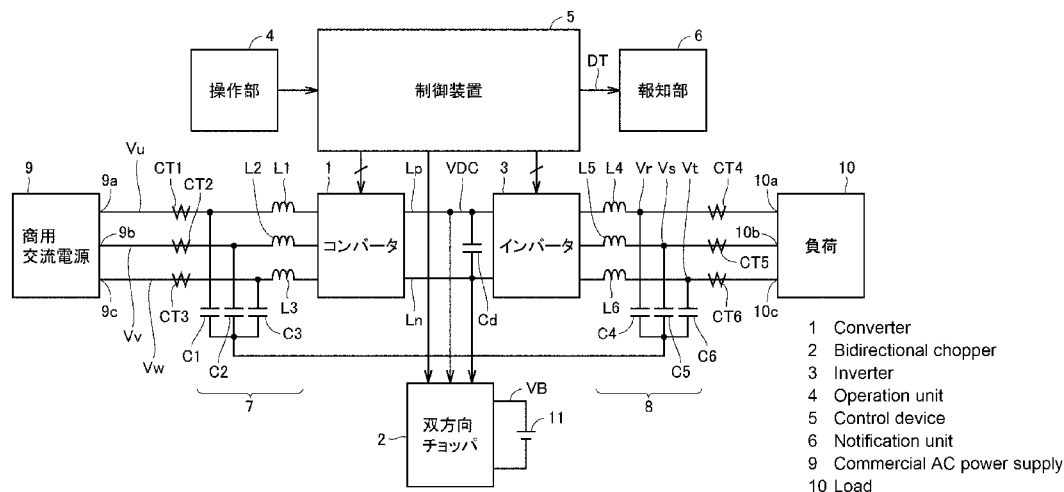
(74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI
PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大
阪市北区中之島三丁目 2 番 4 号 中之島フェス
ティバルタワー・ウエスト Osaka (JP).

(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, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: POWER CONVERSION DEVICE

(54) 発明の名称: 電力変換装置

FIG.1



QA, RO, RS, RU, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 無停電電源装置の制御装置 (5) は、コンバータ (1) の直流出力電圧が参照電圧になるように d 軸電流指令値を生成し、コンバータ内に設けられた 3 個の遮断器 (B 1 ~ B 3) が正常であるか否かを検査するために q 軸電流指令値を生成し、d 軸電流指令値および q 軸電流指令値を三相交流電流指令値に変換し、コンバータに流入する三相交流電流が三相交流電流指令値になるようにコンバータを制御し、三相交流電流に基づいて 3 個の遮断器が正常であるか否かを判定する。

明 細 書

発明の名称：電力変換装置

技術分野

[0001] この発明は電力変換装置に関し、特に、コンバータ内の複数の遮断器が正常か否かを判定する判定器を備えた電力変換装置に関する。

背景技術

[0002] たとえば特開 2 0 0 0 - 1 7 5 4 5 4 号公報（特許文献 1）には、交流電源から供給される三相交流電圧を直流電圧に変換するコンバータと、コンバータ内に設けられた複数の遮断器と、交流電源からコンバータに流れる三相交流電流を検出する電流検出器と、電流検出器の検出結果に基づいて複数の遮断器が正常であるか否かを判定する判定器とを備えた電力変換装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特開 2 0 0 0 - 1 7 5 4 5 4 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、特許文献 1 では、電力変換装置が無負荷である場合には、交流電源からコンバータに流れる三相交流電流が小さいので、複数の遮断器が正常であるか否かを判定することができないという問題があった。

[0005] それゆえに、この発明の主たる目的は、無負荷の場合でも複数の遮断器が正常であるか否かを判定することが可能な電力変換装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] この発明に係る電力変換装置は、商用交流電源から供給される三相交流電圧を直流電圧に変換するコンバータと、それぞれ三相に対応してコンバータ内に設けられ、各々が対応する相の過電流を遮断する $3 \times N$ 個の遮断器と、

商用交流電源からコンバータに流れる三相交流電流を検出する電流検出器と、コンバータの直流出力電圧が参照電圧になるように有効電流指令値を生成する第1の指令部と、 $3 \times N$ 個の遮断器が正常であるか否かを検査するために無効電流指令値を生成する第2の指令部と、有効電流指令値および無効電流指令値を三相交流電流指令値に変換する二相三相変換部と、電流検出器によって検出される三相交流電流がそれぞれ三相交流電流指令値になるようにコンバータを制御する制御部と、電流検出器の検出結果に基づいて、 $3 \times N$ 個の遮断器が正常であるか否かを判定する判定器とを備えたものであり、 N は自然数である。

発明の効果

[0007] この発明に係る電力変換装置では、複数の遮断器が正常であるか否かを検査するための無効電流を交流電源からコンバータに流すので、電力変換装置が無負荷の場合でも、複数の遮断器が正常であるか否かを検査することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施の形態1による無停電電源装置の構成を示す回路ブロック図である。

[図2]図1に示したコンバータおよびインバータの構成を示す回路図である。

[図3]図1に示した制御装置のうちのコンバータの制御に関連する部分の構成を示す回路ブロック図である。

[図4]図3に示した有効電流指令部の構成を示すブロック図である。

[図5]図3に示した無効電流指令部の構成を示すブロック図である。

[図6]図1に示した制御装置に含まれる故障検出器の構成を示す回路ブロック図である。

[図7]図1～図6に示した無停電電源装置の動作を示すタイムチャートである。

[図8]実施の形態1の変更例を示すブロック図である。

[図9]実施の形態2による無停電電源装置の要部を示す回路図である。

[図10]図9に示した無停電電源装置の故障検出器の構成を示す回路ブロック図である。

[図11]実施の形態3による無停電電源装置の要部を示す回路図である。

[図12]図11に示した無停電電源装置の故障検出器の構成を示す回路ブロック図である。

発明を実施するための形態

[0009] [実施の形態1]

図1は、この発明の実施の形態1による無停電電源装置の構成を示す回路ブロック図である。図1において、この無停電電源装置は、コンデンサC1～C6、Cd、リアクトルL1～L6、電流検出器CT1～CT6、コンバータ1、直流正母線Lp、直流負母線Ln、双方向チョッパ2、インバータ3、操作部4、制御装置5、および報知部6を備える。

[0010] この無停電電源装置は、商用交流電源9から商用周波数の三相交流電力を受け、負荷10に商用周波数の三相交流電力を供給する。商用交流電源9は、交流出力端子9a～9cにそれぞれ三相交流電圧Vu、Vv、Vwを出力する。

[0011] 三相交流電圧Vu、Vv、Vwの瞬時値は、制御装置5によって検出される。制御装置5は、商用交流電源9の交流出力電圧Vu、Vv、Vwに基づいて、商用交流電源9の停電が発生したか否かを検出する。負荷10の交流入力端子10a～10cは、無停電電源装置から三相交流電圧Vr、Vs、Vtを受ける。負荷10は、無停電電源装置から供給される三相交流電力によって駆動される。

[0012] コンデンサC1～C3の一方電極はそれぞれ商用交流電源9の交流出力端子9a～9cに接続され、それらの他方電極は互いに接続される。リアクトルL1～L3の一方端子はそれぞれ商用交流電源9の交流出力端子9a～9cに接続され、それらの他方端子はコンバータ1の3つの入力ノードにそれぞれ接続される。

[0013] コンデンサC1～C3およびリアクトルL1～L3は交流フィルタ7を構

成する。交流フィルタ 7 は、低域通過フィルタであり、商用交流電源 9 からコンバータ 1 に商用周波数の交流電流を流し、コンバータ 1 から商用交流電源 9 にスイッチング周波数の信号が流れることを防止する。電流検出器 CT 1 ~ CT 3 は、それぞれリアクトル L 1 ~ L 3 に流れる交流電流 I_u , I_v , I_w を検出し、検出値を示す信号を制御装置 5 に与える。

[0014] コンバータ 1 の正側出力ノードは、直流正母線 L p を介してインバータ 3 の正側入力ノードに接続される。コンバータ 1 の負側出力ノードは、直流負母線 L n を介してインバータ 3 の負側入力ノードに接続される。コンデンサ C d は、母線 L p, L n 間に接続され、母線 L p, L n 間の直流電圧 V D C を平滑化させる。直流電圧 V D C の瞬時値は、制御装置 5 によって検出される。

[0015] コンバータ 1 は、制御装置 5 によって制御され、商用交流電源 9 から三相交流電力が正常に供給されている場合（商用交流電源 9 の健全時）には、商用交流電源 9 からの三相交流電力を直流電力に変換する。コンバータ 1 によって生成された直流電力は、母線 L p, L n を介して双方向チョッパ 2 およびインバータ 3 に供給される。

[0016] 制御装置 5 は、商用交流電源 9 の健全時には、コンデンサ C d の端子間電圧 V D C が参照電圧 V D C r になるようにコンバータ 1 を制御する。商用交流電源 9 からの三相交流電力の供給が停止された場合（商用交流電源 9 の停電時）には、コンバータ 1 の運転は停止される。

[0017] コンバータ 1 は、図 2 に示すように、それぞれ三相に対応する $3 \times N$ 個の遮断器 B 1 ~ B 3 と、6 個の I G B T (Insulated Gate Bipolar Transistor) Q 1 ~ Q 6 と、6 個のダイオード D 1 ~ D 6 とを含む。ただし、 $N = 1$ である。遮断器 B 1 ~ B 3 の一方端子は、それぞれ入力ノード 1 a, 1 b, 1 c に接続される。入力ノード 1 a, 1 b, 1 c は、それぞれリアクトル L 1 ~ L 3 (図 1) の他方端子に接続される。

[0018] I G B T Q 1 ~ Q 3 のコレクタはともに直流正母線 L p に接続され、それらのエミッタはそれぞれ遮断器 B 1 ~ B 3 の他方端子に接続される。I G B

T Q 4 ~ Q 6 のコレクタはそれぞれ遮断器 B 1 ~ B 3 の他方端子に接続され、それらのエミッタはともに直流負母線 L n に接続される。ダイオード D 1 ~ D 6 は、それぞれ I G B T Q 1 ~ Q 6 に逆並列に接続される。

[0019] 初期状態では、遮断器 B 1 ~ B 3 は導通している。遮断器 B 1 は、入力ノード 1 a と I G B T Q 1, Q 4 の接続ノードとの間に過電流（定格電流よりも大きな所定電流）が流れた場合に非導通状態となる。遮断器 B 2 は、入力ノード 2 a と I G B T Q 2, Q 5 の接続ノードとの間に過電流が流れた場合に非導通状態となる。遮断器 B 3 は、入力ノード 3 a と I G B T Q 3, Q 6 の接続ノードとの間に過電流が流れた場合に非導通状態となる。

[0020] 遮断器 B 1 ~ B 3 は、過電流によって I G B T Q 1 ~ Q 6、ダイオード D 1 ~ D 6 などが破壊されることを防止する。もし遮断器 B 1 ~ B 3 がいない場合、たとえば I G B T Q 1 が短絡故障した場合、I G B T Q 2 やダイオード D 3 を介して入力ノード 1 a ~ 1 c が短絡され、最終的には、I G B T Q 1 ~ Q 6 およびダイオード D 1 ~ D 6 が過電流によって破壊される。遮断器 B 1 ~ B 3 は、基本的には、I G B T Q 1 ~ Q 6 のうちのいずれか 1 つの I G B T が短絡故障した場合に、被害が拡大することを防止するために設けられている。

[0021] 遮断器 B 1 ~ B 3 の各々は、たとえば、過電流が流れた場合にブロー（熔断）されるヒューズを含む。また、過電流が流れなくても、ヒューズは、その経時劣化（寿命）によって断線する場合がある。断線したヒューズは、非導通状態に固定され、導通状態に戻ることはないので、故障した遮断器として扱われる。導通状態のヒューズは、正常な遮断器として扱われる。

[0022] また、遮断器 B 1 ~ B 3 の各々は、過電流が流れた場合に非導通になり、過電流が流れなくなった場合に導通状態に戻るスイッチを含んでいても構わない。故障して非導通状態に固定されたスイッチは、故障した遮断器として扱われる。導通状態のスイッチは、正常な遮断器として扱われる。

[0023] I G B T は、スイッチング素子を構成する。I G B T Q 1, Q 4 はそれぞれゲート信号 G 1, G 4 によって制御され、I G B T Q 2, Q 5 はそれぞれ

ゲート信号G 2, G 5によって制御され、I G B T Q 3, Q 6はそれぞれゲート信号G 3, G 6によって制御される。ゲート信号G 4～G 6は、それぞれゲート信号G 1～G 3の反転信号である。

[0024] I G B T Q 1～Q 3は、それぞれゲート信号G 1～G 3が「H」レベルにされた場合にオンし、それぞれゲート信号G 1～G 3が「L」レベルにされた場合にオフする。I G B T Q 4～Q 6は、それぞれゲート信号G 4～G 6が「H」レベルにされた場合にオンし、それぞれゲート信号G 4～G 6が「L」レベルにされた場合にオフする。

[0025] ゲート信号G 1～G 6の各々は、パルス信号列であり、PWM (Pulse Width Modulation) 信号である。ゲート信号G 1, G 4の位相とゲート信号G 2, G 5の位相とゲート信号G 3, G 6の位相とは、基本的には120度ずつずれている。ゲート信号G 1～G 6は、制御装置5によって生成される。

[0026] たとえば、交流入力電圧V_uのレベルが交流入力電圧V_vのレベルよりも高い場合は、I G B T Q 1, Q 5がオンされ、入力ノード1 aから遮断器B 1、I G B T Q 1、直流正母線L_p、コンデンサC_d、直流負母線L_n、I G B T Q 5、および遮断器B 2を介して入力ノード1 bに電流が流れ、コンデンサC_dが充電される。

[0027] 逆に、交流入力電圧V_vのレベルが交流入力電圧V_uのレベルよりも高い場合は、I G B T Q 2, Q 4がオンされ、入力ノード1 bから遮断器B 2、I G B T Q 2、直流正母線L_p、コンデンサC_d、直流負母線L_n、I G B T Q 4、および遮断器B 1を介して入力ノード1 aに電流が流れ、コンデンサC_dが充電される。他の場合も同様である。

[0028] ゲート信号G 1～G 6によってI G B T Q 1～Q 6の各々を所定のタイミングでオンおよびオフさせるとともに、I G B T Q 1～Q 6の各々のオン時間を調整することにより、入力ノード1 a～1 cに与えられた三相交流電圧を直流電圧V_{DC} (コンデンサC_dの端子間電圧)に変換することが可能となっている。

[0029] また、ゲート信号G 1～G 6によってI G B T Q 1～Q 6の各々をオンお

よびオフさせるタイミングを調整するとともに、 $I_{GBTQ1} \sim Q6$ の各々のオン時間を調整することにより、商用交流電源9からコンバータ1に流れる有効電流および無効電流を調整することが可能となっている。

[0030] 図1に戻って、制御装置5は、コンバータ1の交流入力電流 I_u , I_v , I_w に基づいて遮断器 $B1 \sim B3$ が正常（導通状態）であるか否かを判定し、判定結果を示す信号DTを出力する。遮断器 $B1 \sim B3$ が正常である場合には、信号DTは非活性化レベルの「L」レベルにされる。遮断器 $B1 \sim B3$ が正常でない場合には、信号DTは活性化レベルの「H」レベルにされる。遮断器 $B1 \sim B3$ が正常か否かを判定する方法については、後で詳細に説明する。

[0031] 双方向チョッパ2は、制御装置5によって制御され、商用交流電源9の健全時には、コンバータ1によって生成された直流電力をバッテリー11に蓄え、商用交流電源9の停電が発生したことに応じて、バッテリー11の直流電力を母線 L_p , L_n を介してインバータ3に供給する。バッテリー11の端子間電圧 V_B の瞬時値は、制御装置5によって検出される。

[0032] 制御装置5は、商用交流電源9の健全時には、バッテリー11の端子間電圧 V_B が参照電圧 V_{Br} になるように双方向チョッパ2を制御し、商用交流電源9の停電時には、コンデンサ C_d の端子間電圧 V_{DC} が参照電圧 V_{DCr} になるように双方向チョッパ2を制御する。

[0033] インバータ3は、制御装置5によって制御され、コンバータ1および双方向チョッパ2から供給される直流電力を商用周波数の三相交流電力に変換する。インバータ3の3つの出力ノードは、それぞれリアクトル $L_4 \sim L_6$ の一方端子に接続される。リアクトル $L_4 \sim L_6$ の他方端子は、それぞれ負荷10の3つの交流入力端子 $10a \sim 10c$ に接続される。コンデンサ $C_4 \sim C_6$ の一方電極はそれぞれリアクトル $L_4 \sim L_6$ の他方端子に接続され、コンデンサ $C_4 \sim C_6$ の他方電極はともにコンデンサ $C_1 \sim C_3$ の他方電極に接続される。

[0034] コンデンサ $C_4 \sim C_6$ およびリアクトル $L_4 \sim L_6$ は交流フィルタ8を構

成する。交流フィルタ 8 は、低域通過フィルタであり、インバータ 3 から負荷 10 に商用周波数の交流電流を流し、インバータ 3 から負荷 10 にスイッチング周波数の信号が流れることを防止する。換言すると、交流フィルタ 8 は、インバータ 3 から出力される三相矩形波電圧を正弦波状の三相交流電圧 V_r , V_s , V_t に変換する。

[0035] 三相交流電圧 V_r , V_s , V_t の瞬時値は、制御装置 5 によって検出される。電流検出器 CT4 ~ CT6 は、それぞれリアクトル L4 ~ L6 に流れる交流電流 I_r , I_s , I_t を検出し、検出値を示す信号を制御装置 5 に与える。

[0036] 制御装置 5 は、商用交流電源 9 の交流出力電圧 V_u , V_v , V_w 、インバータ 3 の交流出力電圧 V_r , V_s , V_t 、および交流電流 I_r , I_s , I_t に基づき、交流出力電圧 V_r , V_s , V_t がそれぞれ交流出力電圧 V_u , V_v , V_w になるようにインバータ 3 を制御する。

[0037] インバータ 3 は、図 2 に示すように、IGBTQ11 ~ Q16、ダイオード D11 ~ D16、および遮断器 B11 ~ B13 を含む。IGBT は、スイッチング素子を構成する。IGBTQ11 ~ Q13 のコレクタはともに直流正母線 L_p に接続される。IGBTQ14 ~ Q16 のコレクタはそれぞれ IGBTQ11 ~ Q13 のエミッタに接続され、IGBTQ14 ~ Q16 のエミッタはともに直流負母線 L_n に接続される。ダイオード D11 ~ D16 は、それぞれ IGBTQ11 ~ Q16 に逆並列に接続される。

[0038] 遮断器 B11 ~ B13 の一方端子はそれぞれ IGBTQ11 ~ Q13 のエミッタに接続され、それらの他方端子はそれぞれ出力ノード 3a, 3b, 3c に接続される。出力ノード 3a, 3b, 3c は、それぞれリアクトル L4 ~ L6 (図 1) の一方端子に接続される。

[0039] 初期状態では、遮断器 B11 ~ B13 は導通している。遮断器 B11 は、IGBTQ11, Q14 の接続ノードと出力ノード 3a との間に過電流 (定格電流よりも大きな所定電流) が流れた場合に非導通状態となる。遮断器 B12 は、IGBTQ12, Q15 の接続ノードと出力ノード 3b との間に過

電流が流れた場合に非導通状態となる。遮断器B 1 3は、I G B T Q 1 3, Q 1 6の接続ノードと出力ノード3 cとの間に過電流が流れた場合に非導通状態となる。遮断器B 1 1～B 1 3は、過電流によってI G B T Q 1 1～Q 1 6、ダイオードD 1 1～D 1 6などが破壊されることを防止する。

[0040] 遮断器B 1 1～B 1 3の各々は、たとえば、過電流が流れた場合にブロー（溶断）されるヒューズを含む。また、遮断器B 1 1～B 1 3の各々は、過電流が流れた場合に非導通になり、過電流が流れなくなった場合に導通状態に戻るスイッチを含んでいても構わない。

[0041] I G B T Q 1 1, Q 1 4はそれぞれゲート信号G 1 1, G 1 4によって制御され、I G B T Q 1 2, Q 1 5はそれぞれゲート信号G 1 2, G 1 5によって制御され、I G B T Q 1 3, Q 1 6はそれぞれゲート信号G 1 3, G 1 6によって制御される。ゲート信号G 1 4～G 1 6は、それぞれゲート信号G 1 1～G 1 3の反転信号である。

[0042] I G B T Q 1 1～Q 1 3は、それぞれゲート信号G 1 1～G 1 3が「H」レベルにされた場合にオンし、それぞれゲート信号G 1 1～G 1 3が「L」レベルにされた場合にオフする。I G B T Q 1 4～Q 1 6は、それぞれゲート信号G 1 4～G 1 6が「H」レベルにされた場合にオンし、それぞれゲート信号G 1 4～G 1 6が「L」レベルにされた場合にオフする。

[0043] ゲート信号G 1 1～G 1 6の各々は、パルス信号列であり、PWM信号である。ゲート信号G 1 1, G 1 4の位相とゲート信号G 1 2, G 1 5の位相とゲート信号G 1 3, G 1 6の位相とは、基本的には120度ずつずれている。ゲート信号G 1 1～G 1 6は、制御装置5によって生成される。

[0044] たとえば、I G B T Q 1 1, Q 1 5がオンすると、直流正母線L pがI G B T Q 1 1を介して出力ノード3 aに接続されるとともに、出力ノード3 bがI G B T Q 1 5を介して直流負母線L nに接続され、出力ノード3 a, 3 b間に正電圧が出力される。

[0045] また、I G B T Q 1 2, Q 1 4がオンすると、直流正母線L pがI G B T Q 1 2を介して出力ノード3 bに接続されるとともに、出力ノード3 aがI

GBTQ14を介して直流負母線Lnに接続され、出力ノード3a, 3b間に負電圧が出力される。

[0046] ゲート信号G11～G16によってIGBTQ11～Q16の各々を所定のタイミングでオンおよびオフさせるとともに、IGBTQ11～Q16の各々のオン時間を調整することにより、母線Lp, Ln間の直流電圧VDCを三相交流電圧Vr, Vs, Vtに変換することが可能となっている。

[0047] 図1に戻って、操作部4は、無停電電源装置の使用者によって操作される複数のボタン、種々の情報を表示する画像表示部などを含む。使用者が操作部4を操作することにより、無停電電源装置の電源をオンおよびオフしたり、種々の条件を設定することが可能となっている。

[0048] 制御装置5は、操作部4からの信号、商用交流電源9の交流出力電圧Vu, Vv, Vw、交流入力電流Iu, Iv, Iw、コンデンサCdの端子間電圧VDC、バッテリー11の端子間電圧VB、交流出力電流Ir, Is, It、交流出力電圧Vr, Vs, Vtなどに基づいて無停電電源装置全体を制御する。

[0049] 報知部6は、制御装置5からの信号DTが活性化レベルの「H」レベルにされた場合には、音、光、画像などによって、コンバータ1内の遮断器B1～B3が故障していることを無停電電源装置の使用者に報知する。

[0050] ここで、この無停電電源装置の動作について簡単に説明する。商用交流電源9の健全時には、コンデンサCdの端子間電圧VDCが参照電圧VDCrになるようにコンバータ1が制御され、バッテリー11の端子間電圧VBが参照電圧VBrになるように双方向チョッパ2が制御され、交流出力電圧Vr, Vs, Vtがそれぞれ商用交流電源9の交流出力電圧Vu, Vv, Vwになるようにインバータ3が制御される。負荷10は、無停電電源装置から供給される交流出力電圧Vr, Vs, Vtによって駆動される。

[0051] コンバータ1の運転中には、交流入力電流Iu, Iv, Iwに基づいてコンバータ1内の3個の遮断器B1～B3が正常であるか否かが判定され、遮断器B1～B3が正常でない場合には、その旨が報知部6によって無停電電

源装置の使用者に報知される。故障した遮断器は、無停電電源装置の使用者によって新品と交換される。

[0052] 商用交流電源 9 の停電が発生した場合には、コンバータ 1 の運転が停止され、コンデンサ C d の端子間電圧 V D C が参照電圧 V D C r になるように双方向チョッパ 2 が制御され、バッテリー 1 1 の直流電力がインバータ 3 によって三相交流電力に変換されて負荷 1 0 に供給される。

[0053] バッテリー 1 1 の直流電力が消費され、バッテリー 1 1 の端子間電圧 V B が下限値に到達した場合には、双方向チョッパ 2 およびインバータ 3 の運転が停止される。したがって、商用交流電源 9 の停電が発生した場合でも、バッテリー 1 1 の端子間電圧 V B が下限値に到達するまでの期間は負荷 1 0 の運転を継続することができる。

[0054] 次に、本願発明の特徴となる遮断器 B 1 ～ B 3 の検査方法について説明する。たとえば、遮断器 B 1 が故障した場合、他の部分が正常であっても、無停電電源装置は正常に動作しなくなる。具体的には、負荷電流が小さい場合には直流電圧 V D C を参照電圧 V D C r に維持することができても、負荷電流が増大すると直流電圧 V D C を参照電圧 V D C r に維持することができなくなる。そこで、遮断器 B 1 ～ B 3 が正常か否かを検査する必要がある。

[0055] 遮断器 B 1 ～ B 3 が正常である場合には、交流入力電流 I_u 、 I_v 、 I_w は位相が 120 度ずつずれた三相交流電流となり、 $I_u + I_v + I_w = 0$ となる。この場合、 $I_u + I_v = -I_w$ 、 $I_v + I_w = -I_u$ 、 $I_w + I_u = -I_v$ となり、 I_u 、 I_v 、 I_w のうちの 2 つの電流の組合せの和である $I_u + I_v$ 、 $I_v + I_w$ 、 $I_w + I_u$ はいずれも 0 とならない。

[0056] しかし、遮断器 B 1 が故障した場合には、 $I_u = 0$ 、 $I_v + I_w = 0$ となる。また、遮断器 B 2 が故障した場合には、 $I_v = 0$ 、 $I_w + I_u = 0$ となる。また、遮断器 B 3 が故障した場合には、 $I_w = 0$ 、 $I_v + I_u = 0$ となる。したがって、遮断器 B 1 ～ B 3 のうちのいずれかの遮断器が故障した場合には、 $I_1 = I_u + I_v$ 、 $I_2 = I_v + I_w$ 、 $I_3 = I_w + I_u$ のうちのいずれかが 0 となる。

[0057] そこで、本実施の形態１では、電流検出器CT1～CT3（図１）によって I_u 、 I_v 、 I_w を検出し、 I_u と I_v を加算して I_1 を求め、 I_v と I_w を加算して I_2 を求め、 I_w と I_u を加算して I_3 を求め、 I_1 ～ I_3 の各々と十分に小さなしきい値電流 I_{TH} とを比較する。そして、 I_1 ～ I_3 のうちのいずれかがしきい値電流 I_{TH} よりも小さい場合には、遮断器B1～B3のうちのいずれかの遮断器は故障していると判定する。 I_1 ～ I_3 の各々がしきい値電流 I_{TH} よりも大きい場合には、遮断器B1～B3は故障していないと判定する。

[0058] しかし、無停電電源装置が無負荷状態である場合や、負荷10の消費電力が小さい場合には、遮断器B1～B3が正常である場合でも、 I_1 ～ I_3 の各々がしきい値電流 I_{TH} よりも小さくなり、遮断器B1～B3が正常であるか否かを判定することができなくなる。

[0059] そこで、本実施の形態１では、無停電電源装置が無負荷状態である場合または、負荷10の消費電力 P が所定のしきい値電力 P_{TH} よりも小さい場合には、商用交流電源9からコンバータ1に無効電流が流れるようにコンバータ1を制御し、無効電流分だけ I_1 ～ I_3 を増大させて遮断器B1～B3が正常か否かを判定する。したがって、本実施の形態１によれば、無負荷の場合でも、遮断器B1～B3が正常か否かを判定することができる。

[0060] 次に、遮断器B1～B3を検査する装置構成について説明する。図3は、図1に示した制御装置5のうちのコンバータ1の制御に関連する部分の構成を示すブロック図である。図3において、制御装置5は、電圧検出器20、位相検出器21、有効電流指令部（第1の指令部）22、無効電流指令部（第2の指令部）23、DQ-U V W変換部（二相三相変換部）24、減算器25a～25c、電流制御回路26、加算器27a～27c、PWM回路28、およびゲート回路29を含む。

[0061] 電圧検出器20は、商用交流電源9から供給される三相交流電圧 V_u 、 V_v 、 V_w の瞬時値を検出し、検出値を示す信号を出力する。位相検出器21は、電圧検出器20の出力信号に基づいて、三相交流電圧 V_u 、 V_v 、 V_w

の位相を示す位相検出値 θ を生成する。有効電流指令部22は、コンデンサC dの端子間電圧V D Cが参照電圧V D C rになるようにd軸電流指令値 I_d （有効電流指令値）を生成する。

[0062] 有効電流指令部22は、図4に示すように、電圧検出器31、参照電圧生成回路32、減算器33、および電流制御部34を含む。電圧検出器31は、コンデンサC dの端子間電圧V D Cの瞬時値を検出し、検出値を示す信号を出力する。参照電圧生成回路32は、参照電圧V D C rを生成する。減算器33は、コンデンサC dの端子間電圧V D Cと参照電圧V D C rとの偏差 $\Delta V D C = V D C - V D C r$ を求める。

[0063] 電流制御部34は、偏差 $\Delta V D C = V D C r - V D C$ が0となるように、商用交流電源9からコンバータ1に流れる有効電流を制御するためのd軸電流指令値 I_d を算出する。電流制御部34は、たとえば、偏差 $\Delta V D C$ を比例演算または比例積分演算することによりd軸電流指令値 I_d を算出する。

[0064] 図3に戻って、無効電流指令部23は、遮断器B 1～B 3を検査するためのq軸電流指令値 I_q （無効電流指令値）を生成する。無効電流指令部23は、図5に示すように、電圧検出器41、電力算出部42、比較器43、タイマー44、信号発生器45、および電流制御部46を含む。

[0065] 電圧検出器41は、無停電電源装置から出力される三相交流電圧 V_r , V_s , V_t の瞬時値を検出し、検出値を示す信号を出力する。電力算出部42は、電圧検出器41の出力信号と電流検出器C T 4～C T 6（図1）の出力信号とに基づいて、負荷10の消費電力Pを算出する。

[0066] 比較器43は、負荷10の消費電力Pと所定のしきい値電力 P_{TH} （たとえば、定格負荷の30%の電力値）とを比較し、比較結果を示す信号PDを出力する。P< P_{TH} である場合には、信号PDは「L」レベルにされる。P> P_{TH} である場合には、信号PDは「H」レベルにされる。

[0067] タイマー44は、無停電電源装置の電源がオンされると、時間の計測を開始し、計測した時間が所定の第1の時間（たとえば1ヶ月）に到達したことに応じて、出力信号 ϕ_T を「L」レベルから「H」レベルに立ち上げる。タ

イマー４４の計測時間は、テスト信号ＴＥが「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに立ち上げられたことに応じてリセットされる。

[0068] 信号発生器４５は、タイマー４４の出力信号 ϕT が「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに立ち上げられたことに応じて、テスト信号ＴＥを「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに立ち上げ、所定の第２の時間（たとえば１０秒間）経過後にテスト信号ＴＥを「Ｈ」レベルから「Ｌ」レベルに立ち下げる。テスト信号ＴＥは、タイマー４４のリセット信号として使用されるとともに、電流制御部４６に与えられる。第２の時間は、第１の時間よりも短い。

[0069] 電流制御部４６は、信号ＰＤ、ＴＥに基づいてｑ軸電流指令値 I_q （無効電流指令値）を生成する。信号ＰＤが「Ｈ」レベルである場合（ $P > P_{TH}$ である場合）、テスト信号ＴＥに関係なく、 I_q は０に設定される。

[0070] 信号ＰＤが「Ｌ」レベルである場合（ $P < P_{TH}$ である場合）、テスト信号ＴＥが「Ｌ」レベルである期間は I_q は０に設定され、テスト信号ＴＥが「Ｈ」レベルである期間に I_q は所定値 I_{q0} に設定される。 I_{q0} は、商用交流電源９からコンバータ１に遅れ力率の無効電流が流れるように設定される。これは、商用交流電源９からコンバータ１に進み力率の無効電流が流れると、三相交流電圧 V_u 、 V_v 、 V_w が上昇する恐れがあるからである。

[0071] 図３に戻って、ＤＱ－ＵＶＷ変換部２４は、位相検出器２１からの位相検出値 θ に基づいて、ｄ軸電流指令値 I_d およびｑ軸電流指令値 I_q を三相交流電流指令値 I_{uc} 、 I_{vc} 、 I_{wc} に変換する。

[0072] 減算器２５ａは、電流指令値 I_{uc} と電流検出器ＣＴ１により検出された交流電流 I_u との偏差 $\Delta I_u = I_{uc} - I_u$ を算出する。減算器２５ｂは、電流指令値 I_{vc} と電流検出器ＣＴ２により検出された交流電流 I_v との偏差 $\Delta I_v = I_{vc} - I_v$ を算出する。減算器２５ｃは、電流指令値 I_{wc} と電流検出器ＣＴ３により検出された交流電流 I_w との偏差 $\Delta I_w = I_{wc} - I_w$ を算出する。

[0073] 電流制御回路２６は、偏差 ΔI_u 、 ΔI_v 、 ΔI_w の各々が０となるよう

に電圧指令値 V_u1 、 V_v1 、 V_w1 を生成する。電流制御回路26は、たとえば、偏差 ΔI_u 、 ΔI_v 、 ΔI_w を比例制御または比例積分制御することにより電圧指令値 V_u1 、 V_v1 、 V_w1 を生成する。

[0074] 加算器27aは、電圧指令値 V_u1 と電圧検出器20により検出された交流電圧 V_u とを加算して電圧指令値 V_u2 を生成する。加算器27bは、電圧指令値 V_v1 と電圧検出器20により検出された交流電圧 V_v とを加算して電圧指令値 V_v2 を生成する。加算器27cは、電圧指令値 V_w1 と電圧検出器20により検出された交流電圧 V_w とを加算して電圧指令値 V_w2 を生成する。

[0075] PWM回路28は、電圧指令値 $V_u2 \sim V_w2$ に基づいて、コンバータ1を制御するためのPWM制御信号 $\phi 1 \sim \phi 3$ を生成する。ゲート回路29は、PWM制御信号 $\phi 1 \sim \phi 3$ に基づいてゲート信号 $G1 \sim G6$ （図2）を生成する。

[0076] 図6は、図1に示した制御装置5に含まれる故障検出器50（判定器）の構成を示す回路ブロック図である。故障検出器50は、遮断器B1～B3が正常か否かを判定する回路である。図6において、故障検出器50は、加算器51～53、比較器54～56、ORゲート57、58、ANDゲート59、およびラッチ回路60を含む。

[0077] 加算器51は、電流検出器CT1、CT2によって検出された交流電流 I_u 、 I_v を加算して交流電流 $I_1 = I_u + I_v$ を求める。加算器52は、電流検出器CT2、CT3によって検出された交流電流 I_v 、 I_w を加算して交流電流 $I_2 = I_w + I_u$ を求める。加算器53は、電流検出器CT3、CT1によって検出された交流電流 I_w 、 I_u を加算して交流電流 $I_3 = I_w + I_u$ を求める。

[0078] 比較器54は、交流電流 I_1 の大きさ（たとえば実効値）としきい値電流 I_{TH} との大小を比較し、比較結果を示す信号 $\phi 54$ を出力する。 $I_1 > I_{TH}$ の場合には、信号 $\phi 54$ は「L」レベルとなる。 $I_1 < I_{TH}$ の場合には、信号 $\phi 54$ は「H」レベルとなる。しきい値電流 I_{TH} は、定格電流よ

りも十分に小さく 0 A に近い値である。

[0079] 比較器 55 は、交流電流 I_2 の大きさ（たとえば実効値）としきい値電流 I_{TH} との大小を比較し、比較結果を示す信号 $\phi 55$ を出力する。 $I_2 > I_{TH}$ の場合には、信号 $\phi 55$ は「L」レベルとなる。 $I_2 < I_{TH}$ の場合には、信号 $\phi 55$ は「H」レベルとなる。

[0080] 比較器 56 は、交流電流 I_3 の大きさ（たとえば実効値）としきい値電流 I_{TH} との大小を比較し、比較結果を示す信号 $\phi 56$ を出力する。 $I_3 > I_{TH}$ の場合には、信号 $\phi 56$ は「L」レベルとなる。 $I_3 < I_{TH}$ の場合には、信号 $\phi 56$ は「H」レベルとなる。

[0081] OR ゲート 57 は、比較器 54 ~ 56 の出力信号 $\phi 54 \sim \phi 56$ の論理和信号 $\phi 57$ を出力する。交流電流 I_u, I_v, I_w のうちのいずれかの交流電流がしきい値電流 I_{TH} よりも小さい場合には、信号 $\phi 57$ は「H」レベルになる。交流電流 I_u, I_v, I_w がともにしきい値電流 I_{TH} よりも大きい場合には、信号 $\phi 57$ は「L」レベルになる。

[0082] OR ゲート 58 は、信号 PD とテスト信号 TE の論理和信号 $\phi 58$ を出力する。負荷 10 の消費電力 P がしきい値電力 P_{TH} よりも大きい場合には、信号 PD が「H」レベルとなり、テスト信号 TE に関係なく、信号 $\phi 58$ は活性化レベルの「H」レベルになる。負荷 10 の消費電力 P がしきい値電力 P_{TH} よりも小さい場合には、信号 PD が「L」レベルとなり、テスト信号 TE が活性化レベルの「H」レベルである期間だけ、信号 $\phi 58$ は活性化レベルの「H」レベルになる。

[0083] AND ゲート 59 は、信号 $\phi 57, \phi 58$ の論理積信号 $\phi 59$ を出力する。OR ゲート 57 の出力信号 $\phi 57$ は、OR ゲート 58 の出力信号 $\phi 58$ が活性化レベルの「H」レベルである期間だけ、AND ゲート 59 を通過して信号 $\phi 59$ となる。

[0084] ラッチ回路 60 は、リセット信号 RE によってリセットされて信号 DT（図 1）を「L」レベルにし、信号 $\phi 59$ が「L」レベルから「H」レベルに立ち上げられたことに応じて信号 DT を「H」レベルにする。たとえば、無

停電電源装置の使用者が操作部4（図1）のリセットボタンを押すと、操作部4からラッチ回路60にリセット信号REが出力される。

[0085] 次に、図1～図6で示した無停電電源装置における遮断器B1～B3の検査方法について説明する。無停電電源装置が運転されると、図4に示すように、コンデンサCdの端子間電圧VDCが電圧検出器31によって検出され、その検出値と参照電圧VDCrとの偏差 $\Delta VDC = VDCr - VDC$ がなくなるように、電流制御部34によってd軸電流指令値Idが生成される。

[0086] また図5に示すように、電圧検出器41によって交流出力電圧Vr, Vs, Vtが検出され、電流検出器CT4～CT6（図1）によって交流出力電流Ir, Is, Itが検出される。電力算出部42によって負荷10の消費電力Pが算出され、その電力Pとしきい値電力PTHとが比較器43によって比較され、比較結果を示す信号PDが生成される。また、タイマー44および信号発生器45によって、たとえば1ヶ月（第1の時間）のうちの10秒間（第2の時間）だけテスト信号TEが活性化レベルの「H」レベルにされる。

[0087] $P > PTH$ である場合には、信号PDが「H」レベルとなり、電流制御部46によってq軸電流指令値Iqは0に設定される。 $P < PTH$ である場合には、信号PDが「L」レベルとなり、テスト信号TEが「H」レベルである期間だけ、電流制御部46によってq軸電流指令値Iqは所定値Iq0に設定される。

[0088] 図3に示すように、d軸電流指令値Idおよびq軸電流指令値Iqは、位相検出器21によって検出された位相検出値 θ に基づき、DQ-U VW変換部24によって三相交流電流指令値Iuc, Ivc, Iwcに変換される。

[0089] 三相交流電流指令値Iuc, Ivc, Iwcと電流検出器CT1～CT3によって検出された交流入力電流Iu, Iv, Iwとの偏差 ΔIu , ΔIv , ΔIw が減算器25a～25cによって求められる。

[0090] 電流制御回路26によって偏差 ΔIu , ΔIv , ΔIw が0になるように電圧指令値Vu1, Vv1, Vw1が生成され、電圧指令値Vu1, Vv1

、 V_{w1} と電圧検出器20によって検出された交流入力電圧 V_u 、 V_v 、 V_w とが加算器27a～27cによって加算されて電圧指令値 V_{u2} 、 V_{v2} 、 V_{w2} が生成される。

[0091] PWM回路28によって電圧指令値 V_{u2} ～ V_{w2} に基づいて、コンバータ1を制御するためのPWM制御信号 ϕ_1 ～ ϕ_3 が生成される。ゲート回路29によってPWM制御信号 ϕ_1 ～ ϕ_3 に基づいてゲート信号 G_1 ～ G_6 （図2）が生成され、コンバータ1が駆動される。

[0092] したがって、 $P > P_{TH}$ である場合には、コンバータ1に有効電流のみが流入する。また、 $P < P_{TH}$ である場合には、テスト信号 TE が「L」レベルである期間には、コンバータ1に有効電流のみが流入し、テスト信号 TE が「H」レベルである期間には、コンバータ1に有効電流および無効電流が流入する。

[0093] また、図6に示すように、加算器51～53によって $I_1 = I_u + I_v$ 、 $I_2 = I_v + I_w$ 、 $I_3 = I_w + I_u$ が求められ、比較器54～56によって I_1 ～ I_3 としきい値電流 I_{TH} との大小が比較され、比較結果を示す信号 ϕ_{54} ～ ϕ_{56} が生成される。 I_1 ～ I_3 がしきい値電流 I_{TH} よりも小さい場合は信号 ϕ_{54} ～ ϕ_{56} が「H」レベルとなり、 I_1 ～ I_3 がしきい値電流 I_{TH} よりも大きい場合は信号 ϕ_{54} ～ ϕ_{56} は「L」レベルとなる。

[0094] 信号 ϕ_{54} ～ ϕ_{56} のうちの少なくとも1つが「H」レベルである場合には、ORゲート57の出力信号 ϕ_{57} が「H」レベルとなる。信号 PD が「H」レベルである場合、またはテスト信号 TE が「H」レベルである場合には、ORゲート58の出力信号 ϕ_{58} が「H」レベルとなり、ORゲート57の出力信号 ϕ_{57} がANDゲート59を通過して信号 ϕ_{59} となり、ラッチ回路60に与えられる。ラッチ回路60は、信号 ϕ_{59} の立ち上がりエッジに応答して信号 DT を「H」レベルに立ち上げる。

[0095] したがって、 $P > P_{TH}$ である場合には、常時、信号 PD が「H」レベルとなって信号 ϕ_{58} が「H」レベルとなり、信号 ϕ_{57} がANDゲート59

を通過して信号 $\phi 59$ となる。遮断器B1～B3のうちのいずれかが故障した場合には、信号 $\phi 54 \sim \phi 56$ のうちのいずれかが「H」レベルとなり、信号 $\phi 57$ が「H」レベルとなって信号DTが「H」レベルとなる。

[0096] 信号DTが「H」レベルになると、遮断器B1～B3のうちのいずれかが故障した旨が報知部6（図1）によって無停電電源装置の使用者に報知される。使用者が操作部4（図1）を用いて故障検出器50をリセットすると、リセット信号REがラッチ回路60に与えられて、ラッチ回路60がリセットされ、信号DTは「L」レベルとなる。

[0097] また、 $P < P_{TH}$ である場合には、テスト信号TEが「H」レベルである場合だけ、信号 $\phi 58$ が「H」レベルとなり、信号 $\phi 57$ がANDゲート59を通過して信号DTとなる。無停電電源装置が無負荷状態であり、テスト信号TEが「L」レベルである場合には、交流入力電流 I_u, I_v, I_w が小さく、信号 $\phi 54 \sim \phi 56$ がすべて「H」レベルとなり、信号 $\phi 57$ が「H」レベルになる。

[0098] しかし、 $P < P_{TH}$ であるので信号PDは「L」レベルとなり、信号TEは「L」レベルであるので、信号 $\phi 58$ が「L」レベルとなり、信号 $\phi 59$, DTは「L」レベルに維持される。したがって、無停電電源装置が無負荷状態である場合でも、遮断器B1～B3が故障していると誤って判定されることはない。

[0099] また、無停電電源装置が無負荷状態であっても、テスト信号TEが「H」レベルである場合には、コンバータ1に無効電流が流入するようにコンバータ1が制御され、交流入力電流 I_u, I_v, I_w が増大される。遮断器B1～B3が正常である場合には、 $I_1 \sim I_3$ がしきい値電流 I_{TH} よりも大きくなり、信号 $\phi 54 \sim \phi 56$ がともに「L」レベルになり、信号 $\phi 57, \phi 59$, DTは「L」レベルとなる。

[0100] 遮断器B1～B3のうちのいずれかが故障した場合には、信号 $\phi 54 \sim \phi 56$ のうちのいずれかが「H」レベルとなり、信号 $\phi 57$ が「H」レベルとなって信号DTが「H」レベルとなる。信号DTが「H」レベルになると、

遮断器B 1～B 3が故障した旨が報知部6（図1）によって無停電電源装置の使用者に報知される。したがって、無停電電源装置が無負荷状態である場合でも、遮断器B 1～B 3が正常か否かを正確に判定することができる。

[0101] 図7（A）～（E）は、無負荷状態における無停電電源装置の動作を示すタイムチャートである。図7（A）～（E）では、時刻 t_1 にテスト信号TEが「L」レベルから「H」レベルに立ち上げられて、無効電流がコンバータ1に流された状態が示されている。

[0102] 図7（A）は、交流出力電圧VOすなわち交流出力電圧 V_r 、 V_s 、 V_t の波形を示している。 V_r 、 V_s 、 V_t の各々は商用周波数で正弦波状に変化し、 V_r 、 V_s 、 V_t の位相は120度ずつずれている。

[0103] 図7（B）は、交流出力電流IOすなわち交流出力電流 I_r 、 I_s 、 I_t の波形を示している。無負荷状態であるので、 I_r 、 I_s 、 I_t はともに0Aとなっている。図7（C）は、コンデンサCdの端子間電圧VDCの波形を示している。VDCは、参照電圧VDCrに維持されている。

[0104] 図7（D）は、交流入力電流Iiすなわち交流入力電流 I_u 、 I_v 、 I_w の波形を示している。時刻 t_1 以前では、コンデンサCdの端子間電圧VDCを参照電圧VDCrに維持するために必要な有効電流のみがコンバータ1に流入するので、 I_u 、 I_v 、 I_w は小さい。時刻 t_1 以後では、その有効電流に加え、遮断器B 1～B 3を検査するための無効電流がコンバータ1に流入するので、 I_u 、 I_v 、 I_w は大きい。

[0105] 図7（E）は、d軸電流指令値Idおよびq軸電流指令値Iqの波形を示している。d軸電流指令値Idは、コンデンサCdの端子間電圧VDCが参照電圧VDCrになるように常に調整される。無停電電源装置は無負荷状態であるので、d軸電流指令値Idの振れ幅は小さい。d軸電流指令値Idの波形は、時刻 t_1 の前後で変化しない。

[0106] 時刻 t_1 以前では、q軸電流指令値Iqは0に設定され、コンバータ1に流入する無効電流は0Aに設定される。時刻 t_1 以後では、q軸電流指令値Iqが所定値 I_{q0} に設定され、遮断器B 1～B 3を検査するための無効電

流がコンバータ 1 に流れる。コンバータ 1 に無効電流が流入している期間内に、遮断器 B 1 ～ B 3 が正常であるか否かが検査され、その検査結果を示す信号 D T が出力される。

[0107] コンバータ 1 に無効電流を流す時間は、1 周期以上の時間、たとえば 10 秒間に設定される。コンバータ 1 に無効電流を長時間流すと、無効電流が流れる回路（交流フィルタ 7、コンバータ 1 など）における損失が増大し、使用する部品の定格電流が大きくなり、部品の大型化、高価格化を招くからである。

[0108] 以上のように、この実施の形態 1 では、 $P < P_{TH}$ の場合には、遮断器 B 1 ～ B 3 を検査するための無効電流を商用交流電源 9 からコンバータ 1 に流すので、無停電電源装置が無負荷の場合でも、遮断器 B 1 ～ B 3 の故障を検出することができる。

[0109] また、 $P < P_{TH}$ の場合でも、所定周期（たとえば 1 ヶ月）で所定時間（たとえば 10 秒間）だけコンバータ 1 に無効電流を流すので、無効電流が流れる回路で発生する損失を小さく抑制し、回路の部品の定格電流を小さく抑制することができる。しかも、コンバータ 1 に遅れ力率の無効電流を流すので、交流入力電圧 V_u 、 V_v 、 V_w が上昇することはない。

[0110] また、 $P > P_{TH}$ の場合には、コンバータ 1 に無効電流を流さずに、コンバータ 1 に流入する有効電流を用いて、遮断器 B 1 ～ B 3 の故障を検出することができる。

[0111] 図 8 は、実施の形態 1 の変更例を示すブロック図であって、図 5 と対比される図である。図 8 を参照して、この変更例が実施の形態 1 と異なる点は、無効電流指令部 23 が無効電流指令部 23 A で置換されている点である。無効電流指令部 23 A は、無効電流指令部 23 の電圧検出器 41、電力算出部 42、および比較器 43 を電圧検出器 61、電流検出器 62、電力算出部 63、および比較器 64 で置換したものである。

[0112] 電圧検出器 61 は、コンデンサ C d の端子間電圧 V_{DC} の瞬時値を検出し、その検出値を示す信号を出力する。電流検出器 62 は、コンバータ 1 の直

流出力電流（たとえば直流正母線 L_p に流れる直流電流） I_{DC} の瞬時値を検出し、その検出値を示す信号を出力する。電力算出部63は、電圧検出器61および電流検出器62の出力信号に基づいて、コンバータ1から出力される電力 $P_d = V_{DC} \times I_{DC}$ を算出する。

[0113] 比較器64は、電力 P_d としきい値電力 P_{THd} との大小を比較し、比較結果を示す信号 P_D を出力する。 $P_d > P_{THd}$ である場合には、信号 P_D は「H」レベルとなる。 $P_d < P_{THd}$ である場合には、信号 P_D は「L」レベルとなる。

[0114] 負荷10の消費電力 P が小さい場合は、コンバータ1の出力 P_d も小さくなる。また、負荷10の消費電力 P が大きい場合は、コンバータ1の出力 P_d も大きくなる。したがって、この変更例でも、実施の形態1と同じ効果が得られる。

[0115] [実施の形態2]

図9は、この発明の実施の形態2による無停電電源装置の要部を示す回路図であって、図2と対比される図である。図9を参照して、この無停電電源装置が実施の形態1の無停電電源装置と異なる点は、コンバータ1およびインバータ3がそれぞれコンバータ1Aおよびインバータ3Aで置換されている点である。

[0116] コンバータ1Aは、 $3 \times N$ 個の遮断器 $B_4 \sim B_9$ 、 $I_{GBT}Q_1 \sim Q_6$ 、およびダイオード $D_1 \sim D_6$ を含む。ただし、 N は2である。遮断器 B_4 と B_7 、遮断器 B_5 と B_8 、遮断器 B_6 と B_9 は、それぞれ第1および第2の遮断器を構成する。 $I_{GBT}Q_1$ と Q_4 、 $I_{GBT}Q_2$ と Q_5 、 $I_{GBT}Q_3$ と Q_6 は、それぞれ第1および第2のスイッチング素子を構成する。

[0117] 遮断器 $B_4 \sim B_6$ の一方端子はともに直流正母線 L_p に接続され、それらの他方端子はそれぞれ $I_{GBT}Q_1 \sim Q_3$ のコレクタに接続され、 $I_{GBT}Q_1 \sim Q_3$ のエミッタはそれぞれ入力ノード $1a \sim 1c$ に接続される。 $I_{GBT}Q_4 \sim Q_6$ のコレクタはそれぞれ入力ノード $1a \sim 1c$ に接続され、それらのエミッタはそれぞれ遮断器 $B_7 \sim B_9$ の一方端子に接続され、遮断器

B 7 ～ B 9 の他方端子はともに直流負母線 L_n に接続される。ダイオード D 1 ～ D 6 は、それぞれ IGBT Q 1 ～ Q 6 に逆並列に接続される。

[0118] 初期状態では、遮断器 B 4 ～ B 9 は導通している。遮断器 B 4 ～ B 9 は、それぞれ IGBT Q 4 ～ Q 6 に過電流が流れた場合に非導通状態となる。遮断器 B 4 ～ B 9 は、過電流によって IGBT Q 1 ～ Q 6、ダイオード D 1 ～ D 6 などが破壊されることを防止する。もし遮断器 B 4 ～ B 9 がいない場合、たとえば IGBT Q 1 が短絡故障した場合、IGBT Q 2 やダイオード D 3 を介して入力ノード 1 a ～ 1 c が短絡され、最終的には、IGBT Q 1 ～ Q 6 およびダイオード D 1 ～ D 6 が過電流によって破壊される。遮断器 B 4 ～ B 9 は、基本的には、IGBT Q 1 ～ Q 6 のうちのいずれか 1 つの IGBT が短絡故障した場合に、被害が拡大することを防止するために設けられている。

[0119] 遮断器 B 4 ～ B 9 の各々は、たとえば、過電流が流れた場合にブロー（熔断）されるヒューズを含む。また、過電流が流れなくても、ヒューズは、その経時劣化（寿命）によって断線する場合がある。断線したヒューズは、非導通状態に固定され、導通状態に戻ることはないので、故障した遮断器として扱われる。導通状態のヒューズは、正常な遮断器として扱われる。

[0120] また、遮断器 B 4 ～ B 9 の各々は、過電流が流れた場合に非導通になり、過電流が流れなくなった場合に導通状態に戻るスイッチを含んでいても構わない。故障して非導通状態に固定されたスイッチは、故障した遮断器として扱われる。導通状態のスイッチは、正常な遮断器として扱われる。

[0121] コンバータ 1 A は、コンバータ 1（図 2）と同様、ゲート信号 G 1 ～ G 6 によって制御され、商用交流電源 9 から供給される三相交流電圧 V_u , V_v , V_w を直流電圧 V_{DC} に変換する。

[0122] インバータ 3 A は、遮断器 B 1 4 ～ B 1 9、IGBT Q 1 1 ～ Q 1 6、およびダイオード D 1 1 ～ D 1 6 を含む。遮断器 B 1 4 ～ B 1 6 の一方端子はともに直流正母線 L_p に接続され、それらの他方端子はそれぞれ IGBT Q 1 1 ～ Q 1 3 のコレクタに接続され、IGBT Q 1 1 ～ Q 1 3 のエミッタは

それぞれ出力ノード3 a～3 cに接続される。

[0123] IGBTQ14～Q16のコレクタはそれぞれ出力ノード3 a～3 cに接続され、それらのエミッタはそれぞれ遮断器B17～B19の一方端子に接続され、遮断器B17～B19の他方端子はともに直流負母線Lnに接続される。ダイオードD11～D16は、それぞれIGBTQ11～Q16に逆並列に接続される。

[0124] 初期状態では、遮断器B14～B19は導通している。遮断器B14～B19は、それぞれIGBTQ11～Q16に過電流が流れた場合に非導通状態となる。遮断器B14～B19は、過電流によってIGBTQ11～Q16、ダイオードD11～D16などが破壊されることを防止する。もし遮断器B14～B19がない場合、たとえばIGBTQ11が短絡故障した場合、IGBTQ12やダイオードD13を介して出力ノード3 a～3 cが短絡され、最終的には、IGBTQ11～Q16およびダイオードD11～D16が過電流によって破壊される。遮断器B14～B19は、基本的には、IGBTQ11～Q16のうちのいずれか1つのIGBTが短絡故障した場合に、被害が拡大することを防止するために設けられている。

[0125] 遮断器B11～B13の各々は、たとえば、過電流が流れた場合にブロー（溶断）されるヒューズを含む。また、遮断器B11～B13の各々は、過電流が流れた場合に非導通になり、過電流が流れなくなった場合に導通状態に戻るスイッチを含んでも構わない。

[0126] インバータ3Aは、インバータ3（図2）と同様、ゲート信号G11～G16によって制御され、コンデンサCdの端子間電圧VDCを三相交流電圧Vr, Vs, Vtに変換する。

[0127] 図10は、コンバータ1A内の遮断器B4～B9が正常であるか否かを検査する故障検出器50Aの構成を示す回路ブロック図であって、図6と対比される図である。図10を参照して、この故障検出器50Aが図6の故障検出器50と異なる点は、加算器51～53および比較器54～56がLPF（低域通過フィルタ）71～73および比較器74～76で置換されている

点である。

[0128] L P F 7 1 は、電流検出器 C T 1（図 1）によって検出されたコンバータ 1 A の交流入力電流 I_u のうちの直流電流 I_{du} のみを通過させる。L P F 7 2 は、電流検出器 C T 2（図 1）によって検出されたコンバータ 1 A の交流入力電流 I_v のうちの直流電流 I_{dv} のみを通過させる。L P F 7 3 は、電流検出器 C T 3（図 1）によって検出されたコンバータ 1 A の交流入力電流 I_w のうちの直流電流 I_{dw} のみを通過させる。

[0129] 比較器 7 4 は、直流電流 I_{du} の大きさと予め定められたしきい値電流 I_{Thd} との大小を比較し、比較結果を示す信号 $\phi 7 4$ を出力する。 $I_{du} < I_{Thd}$ である場合には、信号 $\phi 7 4$ は「L」レベルとなる。 $I_{du} > I_{Thd}$ である場合には、信号 $\phi 7 4$ は「H」レベルとなる。

[0130] 比較器 7 5 は、直流電流 I_{dv} の大きさと予め定められたしきい値電流 I_{Thd} との大小を比較し、比較結果を示す信号 $\phi 7 5$ を出力する。 $I_{dv} < I_{Thd}$ である場合には、信号 $\phi 7 5$ は「L」レベルとなる。 $I_{dv} > I_{Thd}$ である場合には、信号 $\phi 7 5$ は「H」レベルとなる。

[0131] 比較器 7 6 は、直流電流 I_{dw} の大きさと予め定められたしきい値電流 I_{Thd} との大小を比較し、比較結果を示す信号 $\phi 7 6$ を出力する。 $I_{dw} < I_{Thd}$ である場合には、信号 $\phi 7 6$ は「L」レベルとなる。 $I_{dw} > I_{Thd}$ である場合には、信号 $\phi 7 6$ は「H」レベルとなる。比較器 7 4 ~ 7 6 の出力信号 $\phi 7 4 \sim \phi 7 6$ は、OR ゲート 5 7 に与えられる。

[0132] 次に、この無停電電源装置における遮断器 B 4 ~ B 9 の検査方法について説明する。負荷 1 0 の消費電力 P がしきい値電力 P_{TH} よりも大きい場合、信号 $P D$ が「L」レベルとなり、OR ゲート 5 8 の出力信号 $\phi 5 8$ が「H」レベルとなる。

[0133] 遮断器 B 4 ~ B 9 が故障しておらず導通状態である場合、交流電流 I_u , I_v , I_w の各々は正弦波状に変化する。したがって、交流電流 I_u , I_v , I_w に含まれる直流電流 I_{du} , I_{dv} , I_{dw} はともに 0 A となり、比較器 7 4 ~ 7 6 の出力信号 $\phi 7 4 \sim \phi 7 6$ はともに「L」レベルとなる。よ

って、信号 $\phi 57$ 、 $\phi 59$ はともに「L」レベルとなり、信号DTは「L」レベルに維持される。

[0134] 遮断器B4～B9のうちのいずれか1つの遮断器が故障して非導通状態になった場合、故障した遮断器に対応する相には片極性の電流のみが流れ、その相の交流電流は直流電流を含むこととなる。

[0135] たとえば、遮断器B7が故障して非導通状態になると、IGBTQ4およびダイオードD4に電流が流れないので、U相には正極性の電流のみが流れ、負極性の電流は流れなくなり、交流電流 I_u は正の直流電流 I_{du} を含むこととなる。直流電流 I_{du} の大きさ（絶対値）がしきい値電流 I_{THd} を超えると、比較器74の出力信号 $\phi 74$ が「H」レベルとなり、信号 $\phi 57$ 、 $\phi 59$ はともに「H」レベルとなり、信号DTは「H」レベルに立ち上げられる。遮断器B8またはB9が故障した場合も同様である。

[0136] また、遮断器B4が故障して非導通状態になると、IGBTQ1およびダイオードD1に電流が流れないので、U相には負極性の電流のみが流れ、正極性の電流は流れなくなり、交流電流 I_u は負の直流電流 I_{du} を含むこととなる。直流電流 I_{du} の大きさ（絶対値）がしきい値電流 I_{THd} を超えると、比較器74の出力信号 $\phi 74$ が「H」レベルとなり、信号 $\phi 57$ 、 $\phi 59$ はともに「H」レベルとなり、信号DTは「H」レベルに立ち上げられる。遮断器B5またはB6が故障した場合も同様である。

[0137] 負荷10の消費電力Pがしきい値電力 P_{TH} よりも小さい場合には、信号PDが「H」レベルとなり、テスト信号TEが「L」レベルである期間は信号 $\phi 59$ 、DTは「L」レベルに維持される。つまり、 $P < P_{TH}$ であり、かつテスト信号TEが「L」レベルである期間には、遮断器B4～B9の検査は行われず、信号DTは「L」レベルにされる。

[0138] 所定周期（たとえば1ヶ月）で所定時間（たとえば10秒間）だけテスト信号TEが「H」レベルにされると、ORゲート58の出力信号 $\phi 58$ は「H」レベルにされる。また、テスト信号TEが「H」レベルにされている期間には、商用交流電源9からコンバータ1Aに無効電流が供給され、交流電

流 I_u , I_v , I_w が増大される。大きな交流電流 I_u , I_v , I_w をコンバータ 1 A に流すことにより、遮断器 B 4 ~ B 9 が正常であるか否かを検査する。このときの検査方法は、 $P > P_{TH}$ の場合と同じである。他の構成および動作は、実施の形態 1 と同じであるので、その説明は繰り返さない。

[0139] 以上のように、この実施の形態 2 では、 $P < P_{TH}$ の場合には、遮断器 B 4 ~ B 9 を検査するための無効電流を商用交流電源 9 からコンバータ 1 A に流すので、無停電電源装置が無負荷の場合でも、遮断器 B 4 ~ B 9 の故障を検出することができる。

[0140] また、 $P < P_{TH}$ の場合でも、所定周期（たとえば 1 ヶ月）で所定時間（たとえば 10 秒間）だけコンバータ 1 A に無効電流を流すので、無効電流が流れる回路で発生する損失を小さく抑制し、回路の部品の定格電流を小さく抑制することができる。

[0141] また、 $P > P_{TH}$ の場合には、コンバータ 1 A に無効電流を流さずに、コンバータ 1 A に流入する有効電流を用いて、遮断器 B 4 ~ B 9 の故障を検出することができる。

[0142] [実施の形態 3]

図 11 は、この発明の実施の形態 3 による無停電電源装置の要部を示す回路図であって、図 9 と対比される図である。図 11 を参照して、この無停電電源装置が実施の形態 2 の無停電電源装置と異なる点は、コンバータ 1 A およびインバータ 3 A がそれぞれコンバータ 1 B およびインバータ 3 B で置換されている点である。

[0143] コンバータ 1 B は、コンバータ 1 A に遮断器 B 1 ~ B 3 を追加したものである。遮断器 B 1 ~ B 3 の一方端子はそれぞれ入力ノード 1 a ~ 1 c に接続され、それらの他方端子はそれぞれ IGBT Q 1 ~ Q 3 のエミッタに接続されている。コンバータ 1 B は、コンバータ 1（図 2）とコンバータ 1 A（図 9）とを組み合わせたものである。

[0144] コンバータ 1 B は、コンバータ 1 およびコンバータ 1 A の各々と同様、ゲート信号 G 1 ~ G 6 によって制御され、商用交流電源 9 から供給される三相

交流電圧 V_u , V_v , V_w を直流電圧 V_{DC} に変換する。

[0145] インバータ 3 B は、インバータ 3 A に遮断器 B 1 1 ~ B 1 3 を追加したものである。遮断器 B 1 1 ~ B 1 3 の一方端子はそれぞれ IGBT Q 1 1 ~ Q 1 3 のエミッタに接続され、それらの他方端子はそれぞれ出力ノード 3 a ~ 3 c に接続されている。インバータ 3 B は、インバータ 3 (図 2) とインバータ 3 A (図 9) とを組み合わせたものである。

[0146] インバータ 3 B は、インバータ 3 およびインバータ 3 A の各々と同様、ゲート信号 G 1 1 ~ G 1 6 によって制御され、コンデンサ C d の端子間電圧 V_{DC} を三相交流電圧 V_r , V_s , V_t に変換する。

[0147] 図 1 2 は、コンバータ 1 B 内の遮断器 B 1 ~ B 9 が正常であるか否かを検査する故障検出器 8 0 の構成を示す回路ブロック図である。図 1 2 において、この故障検出器 8 0 は、実施の形態 1 の故障検出器 5 0 (図 6)、実施の形態 2 の故障検出器 5 0 A (図 1 0)、および OR ゲート 8 1 を含む。

[0148] コンバータ 1 B 内の遮断器 B 1 ~ B 3 のうちのいずれかの遮断器が故障した場合には、故障検出器 5 0 の出力信号 D T 1 が「H」レベルにされる。コンバータ 1 B 内の遮断器 B 4 ~ B 9 のうちのいずれかの遮断器が故障した場合には、故障検出器 5 0 B の出力信号 D T 2 が「H」レベルにされる。OR ゲート 8 1 は、信号 D T 1, D T 2 の論理和信号 D T を出力する。したがって、コンバータ 1 B 内の遮断器 B 1 ~ B 9 のうちのいずれかの遮断器が故障した場合には、故障検出器 8 0 の出力信号 D T が「H」レベルにされる。

[0149] 他の構成および動作は、実施の形態 1, 2 と同じであるので、その説明は繰り返さない。この実施の形態 3 でも、実施の形態 1, 2 と同じ効果が得られる。

[0150] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0151] C1～C6, Cd コンデンサ、L1～L6 リアクトル、CT1～CT6, 62 電流検出器、1, 1A, 1B コンバータ、Lp 直流正母線、Ln 直流負母線、2 双方向チョッパ、3, 3A, 3B インバータ、4 操作部、5 制御装置、6 報知部、7, 8 交流フィルタ、9 商用交流電源、10 負荷、11 バッテリ、B1～B9, B11～B19 遮断器、Q1～Q6, Q11～Q16 IGBT、D1～D6, D11～D16 ダイオード、20, 31, 41, 61 電圧検出器、21 位相検出器、22 有効電流指令部、23, 23A 無効電流指令部、24 DQ-UVW変換部、25a～25c, 33 減算器、26 電流制御回路、27a～27c, 51～53 加算器、28 PWM回路、29 ゲート回路、32 参照電圧発生回路、34, 46 電流制御部、42, 63 電力算出部、43, 54～56, 64, 74～76 比較器、44 タイマー、45 信号発生器、50, 50A, 70, 80 故障検出器、57, 58, 81 ORゲート、59 ANDゲート、60 ラッチ回路、71～73 LPF。

請求の範囲

- [請求項1] 商用交流電源から供給される三相交流電圧を直流電圧に変換するコンバータと、
- それぞれ三相に対応して前記コンバータ内に設けられ、各々が対応する相の過電流を遮断する $3 \times N$ 個の遮断器と、
- 前記商用交流電源から前記コンバータに流れる三相交流電流を検出する電流検出器と、
- 前記コンバータの直流出力電圧が参照電圧になるように有効電流指令値を生成する第1の指令部と、
- 前記 $3 \times N$ 個の遮断器が正常であるか否かを検査するために無効電流指令値を生成する第2の指令部と、
- 前記有効電流指令値および前記無効電流指令値を三相交流電流指令値に変換する二相三相変換部と、
- 前記電流検出器によって検出される三相交流電流がそれぞれ前記三相交流電流指令値になるように前記コンバータを制御する制御部と、
- 前記電流検出器の検出結果に基づいて、前記 $3 \times N$ 個の遮断器が正常であるか否かを判定する判定器とを備え、 N は自然数である、電力変換装置。
- [請求項2] $N = 1$ であって3個の遮断器が設けられ、
- 前記コンバータは、それぞれ三相に対応して設けられた3組の第1および第2のスイッチング素子を含み、
- 各組の前記第1および第2のスイッチング素子は、第1および第2の直流母線間に直列接続され、
- 各遮断器の一方端子は対応する相の交流電圧を受け、その他方端子は対応する組の第1および第2のスイッチング素子の接続ノードに接続され、
- 前記判定器は、前記電流検出器によって検出される三相交流電流のうちのいずれか二相の交流電流の和が予め定められたしきい値電流よ

りも小さい場合に、前記3個の遮断器のうちのいずれかの遮断器が故障したと判定する、請求項1に記載の電力変換装置。

[請求項3]

N = 2 であって3組の第1および第2の遮断器が設けられ、

前記コンバータは、それぞれ三相に対応して設けられた3組の第1および第2のスイッチング素子を含み、

同じ相に対応する第1の遮断器、第1のスイッチング素子、第2のスイッチング素子、および第2の遮断器は、第1および第2の直流母線間に直列接続され、

第1および第2のスイッチング素子の接続ノードは、対応する相の交流電圧を受け、

前記判定器は、前記電流検出器によって検出される三相交流電流のうちのいずれかの交流電流に含まれる直流電流が予め定められたしきい値電流よりも大きい場合に、前記3組の第1および第2の遮断器のうちのいずれかの遮断器が故障したと判定する、請求項1に記載の電力変換装置。

[請求項4]

前記第2の指令部は、

前記電力変換装置の出力電力が予め定められたしきい値電力よりも小さい場合は、前記無効電流指令値を予め定められた指令値に設定し、

前記電力変換装置の出力電力が前記予め定められたしきい値電力よりも大きい場合は、前記無効電流指令値を0に設定する、請求項1に記載の電力変換装置。

[請求項5]

さらに、前記電力変換装置の出力電力が予め定められたしきい値電力よりも小さい場合に活性化され、第1の時間毎に、前記第1の時間よりも短い第2の時間だけテスト信号を出力する信号発生器を備え、

前記第2の指令部は、

前記信号発生器から前記テスト信号が出力されている期間は前記無効電流指令値を予め定められた指令値に設定し、

前記信号発生器から前記テスト信号が出力されていない期間は前記無効電流指令値を0に設定する、請求項1に記載の電力変換装置。

[請求項6] 前記予め定められた指令値は、前記交流電源から前記コンバータに遅れ力率の無効電流が流れるように設定される、請求項5に記載の電力変換装置。

[請求項7] 前記 $3 \times N$ 個の遮断器の各々は故障時に非導通状態になる、請求項1に記載の電力変換装置。

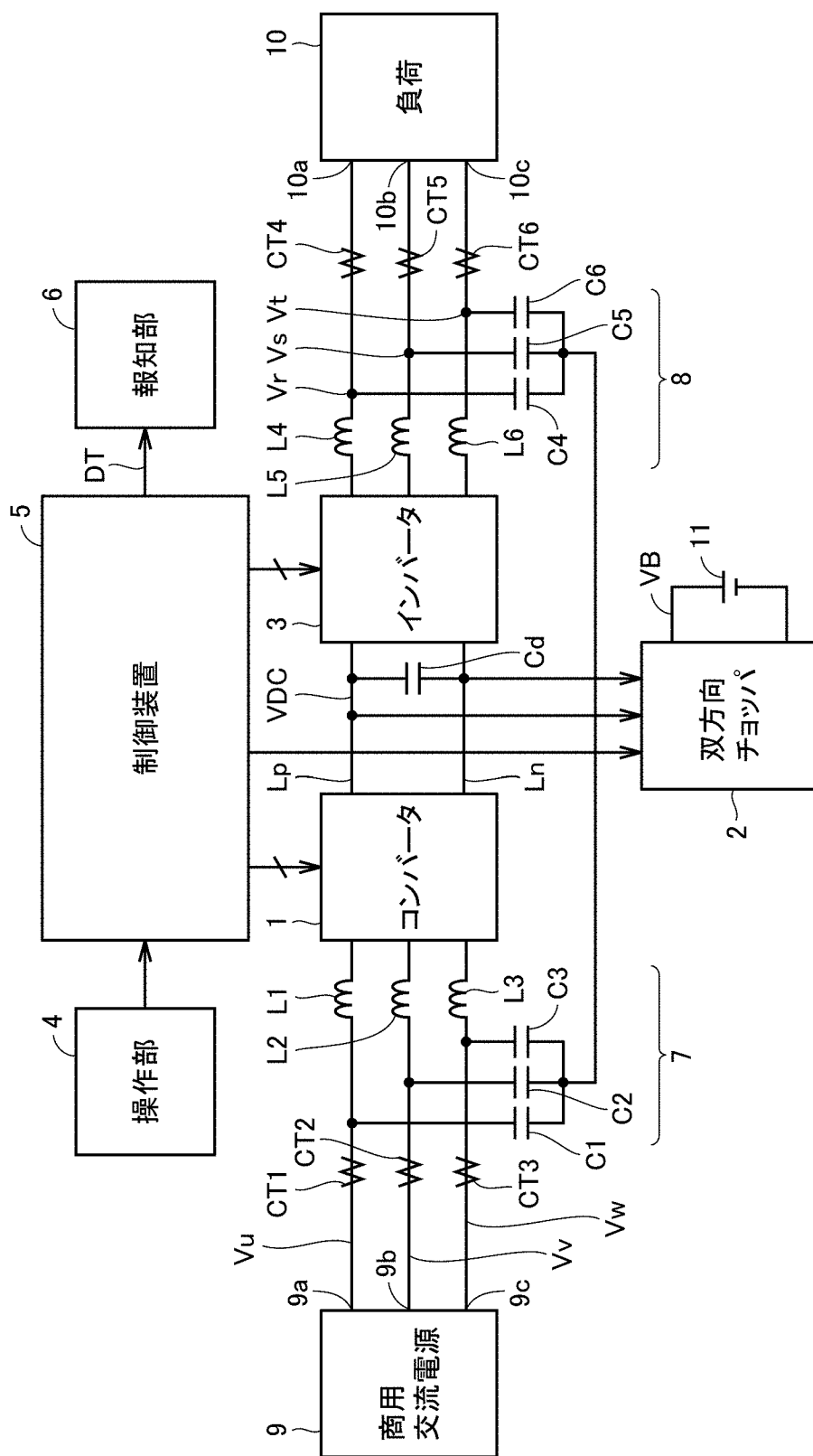
[請求項8] 前記 $3 \times N$ 個の遮断器の各々は、過電流によってブローされるヒューズであり、
ブローされたヒューズは、故障した遮断器として扱われる、請求項7に記載の電力変換装置。

[請求項9] さらに、直流電力を三相交流電力に変換して負荷に供給するインバータを備え、

前記商用交流電源の健全時には、前記コンバータによって生成された直流電力が前記インバータに供給されるとともに電力貯蔵装置に蓄えられ、

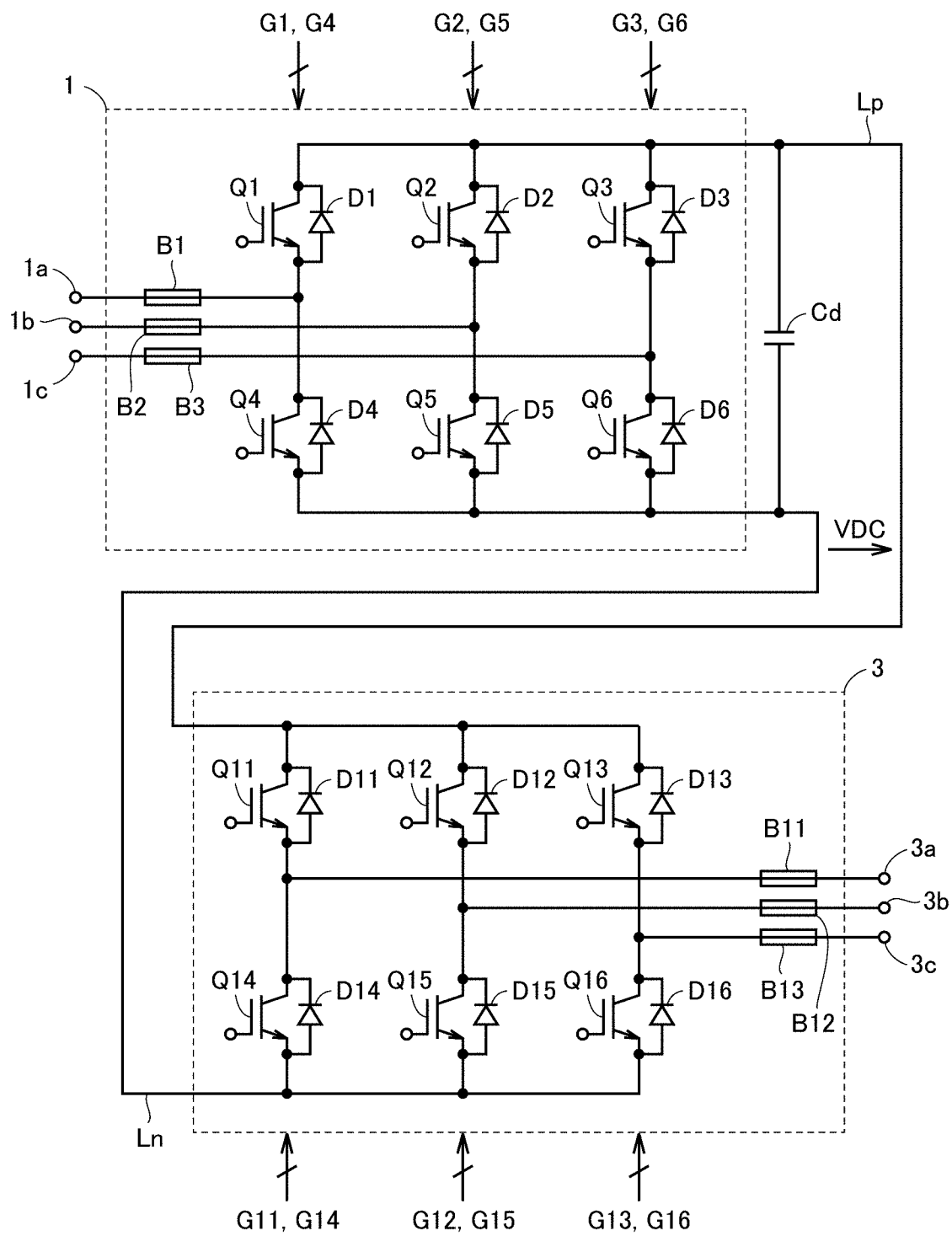
前記商用交流電源の停電時には、前記コンバータの運転が停止されるとともに、前記電力貯蔵装置の直流電力が前記インバータに供給される、請求項1に記載の電力変換装置。

[図1]



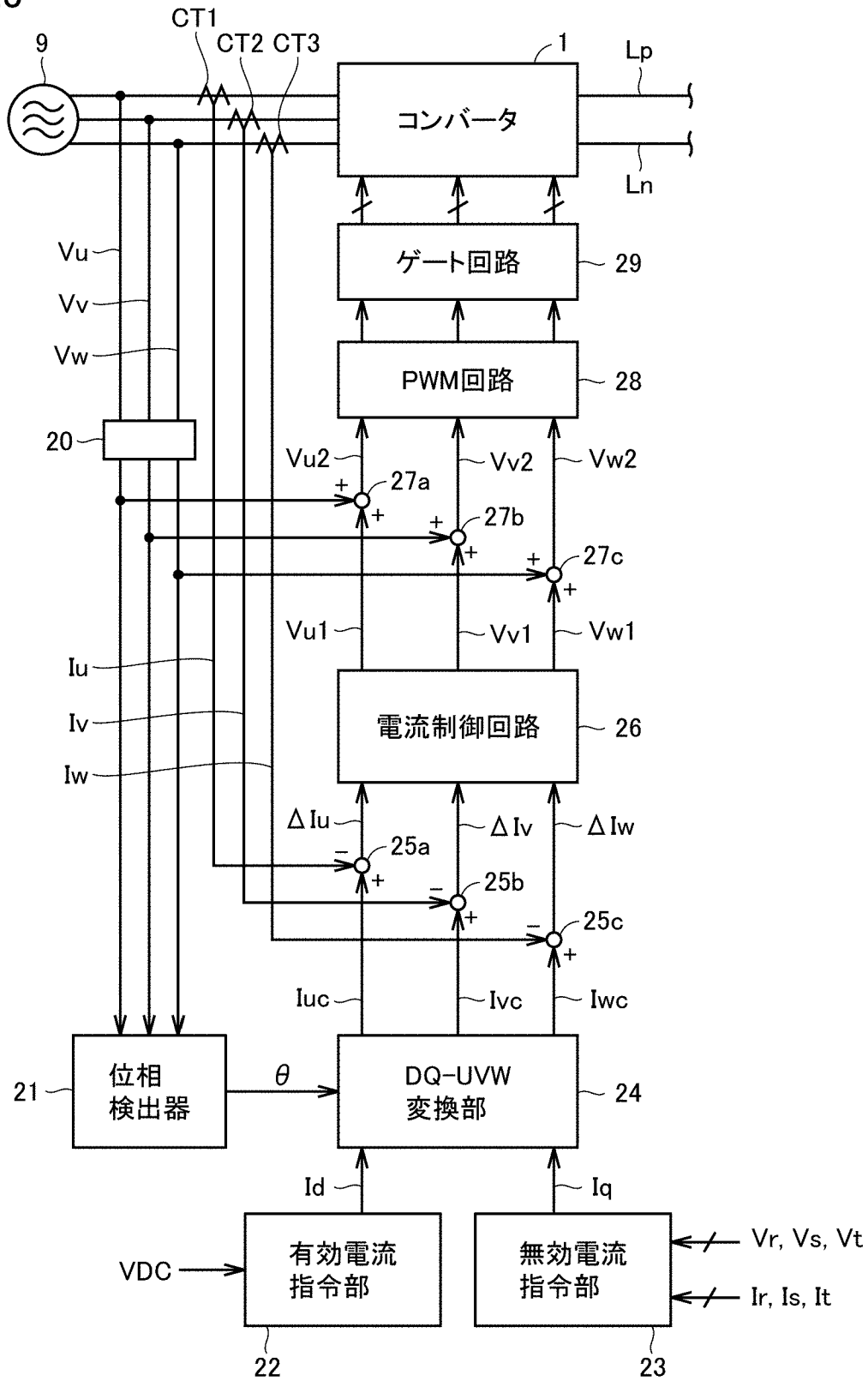
[図2]

FIG.2



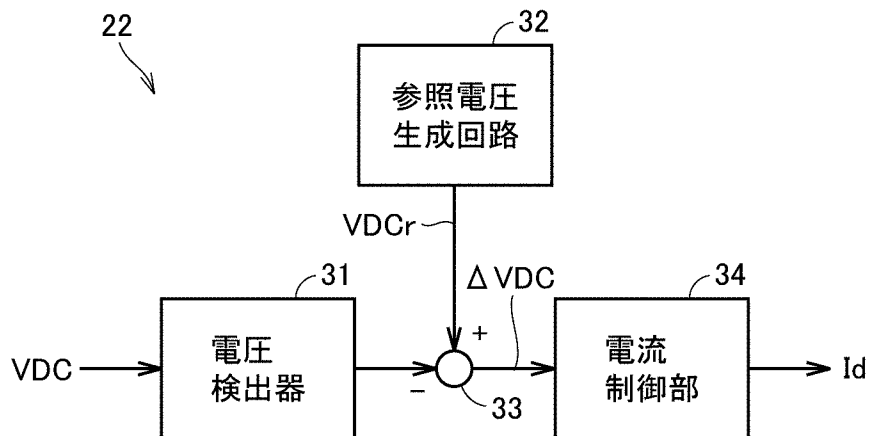
[図3]

FIG.3



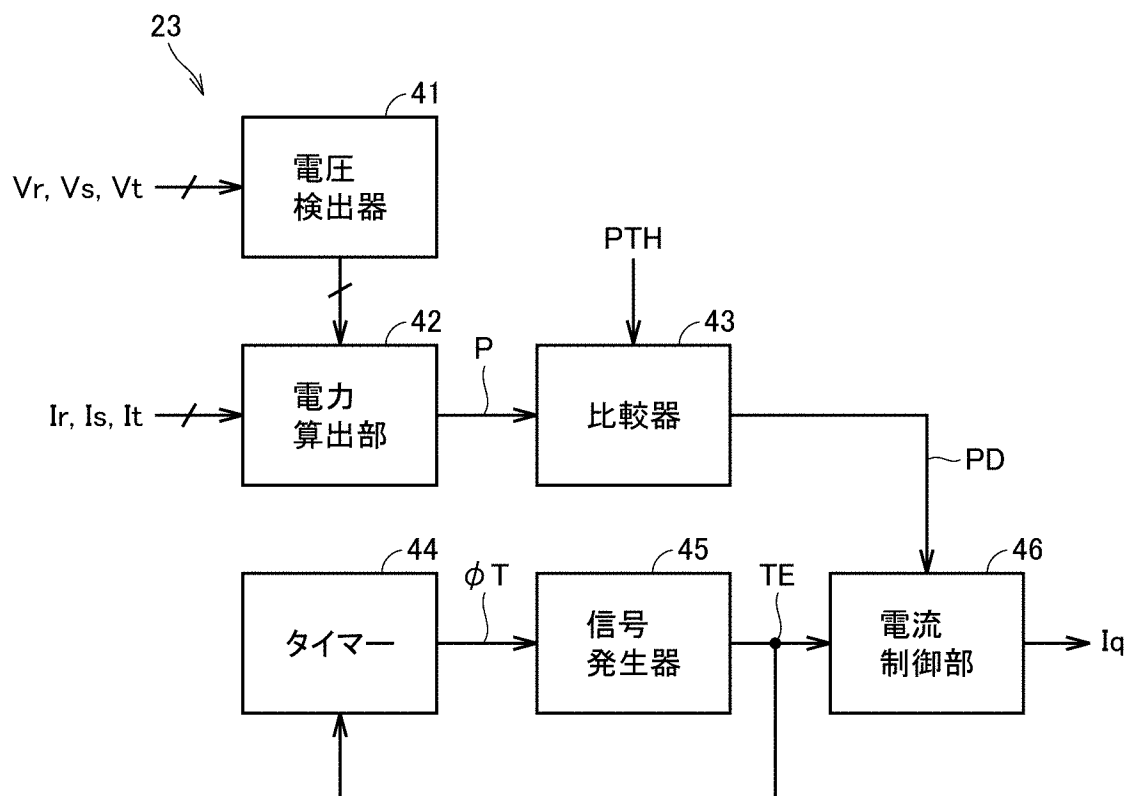
[図4]

FIG.4

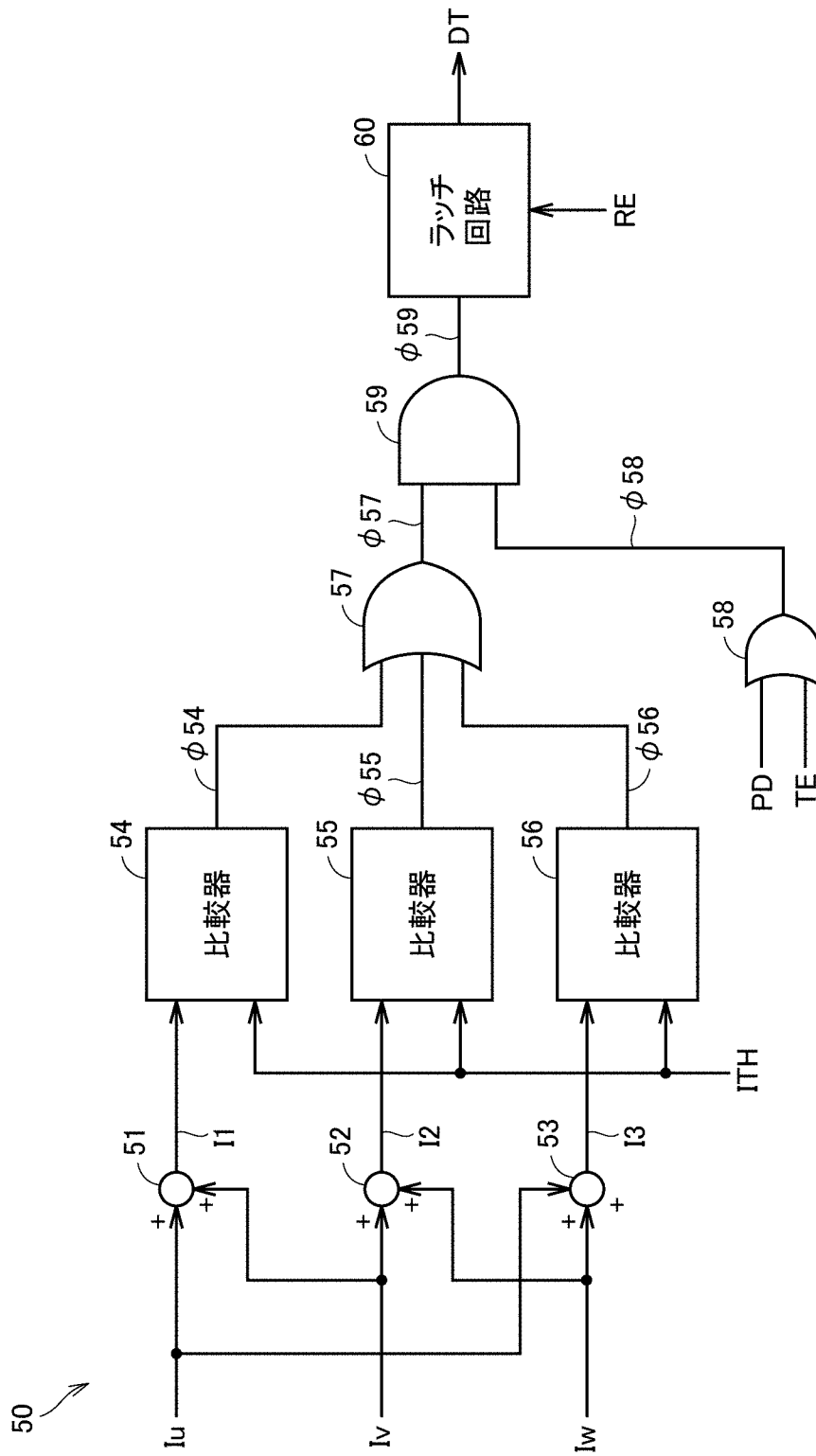


[図5]

FIG.5

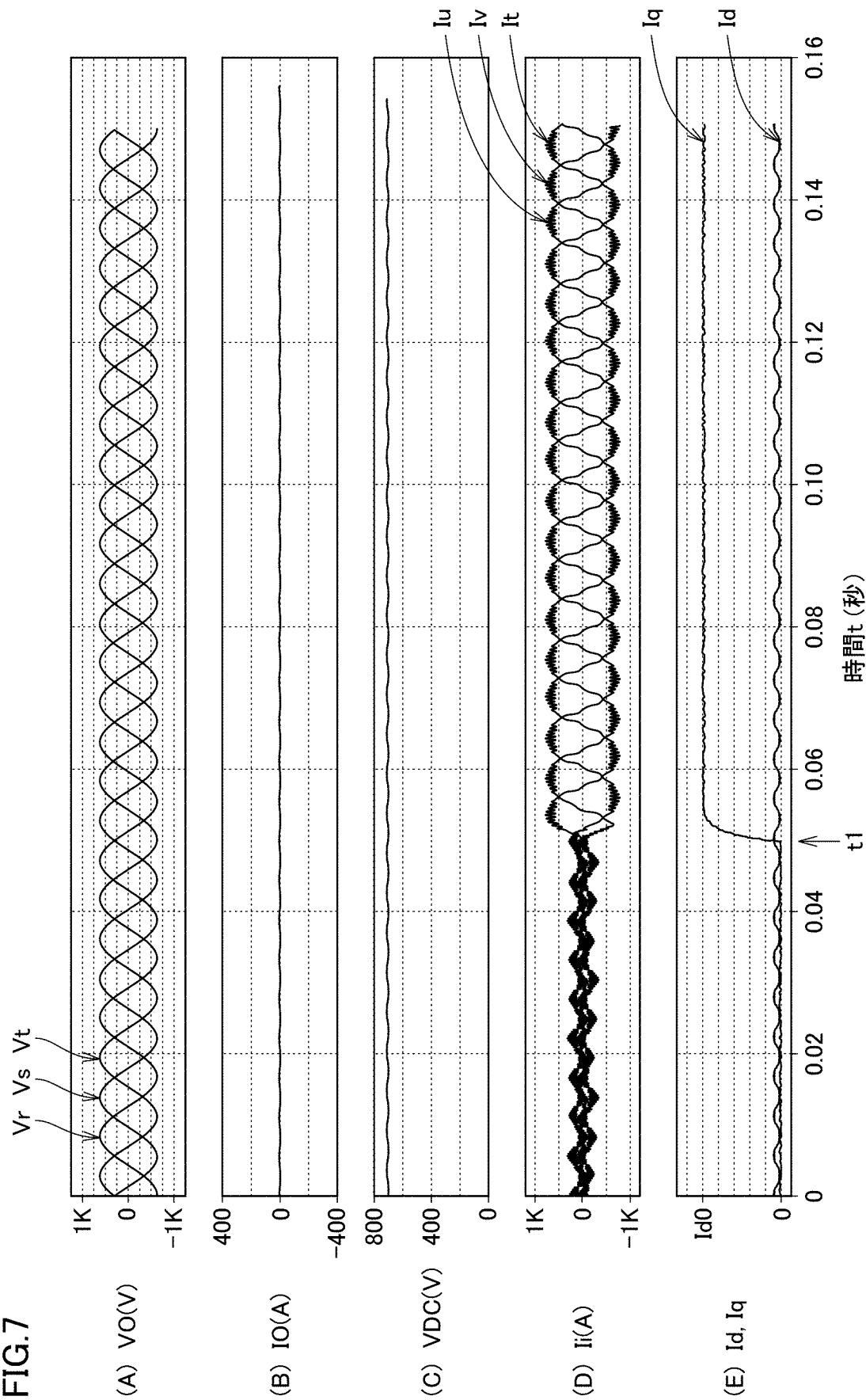


[図6]



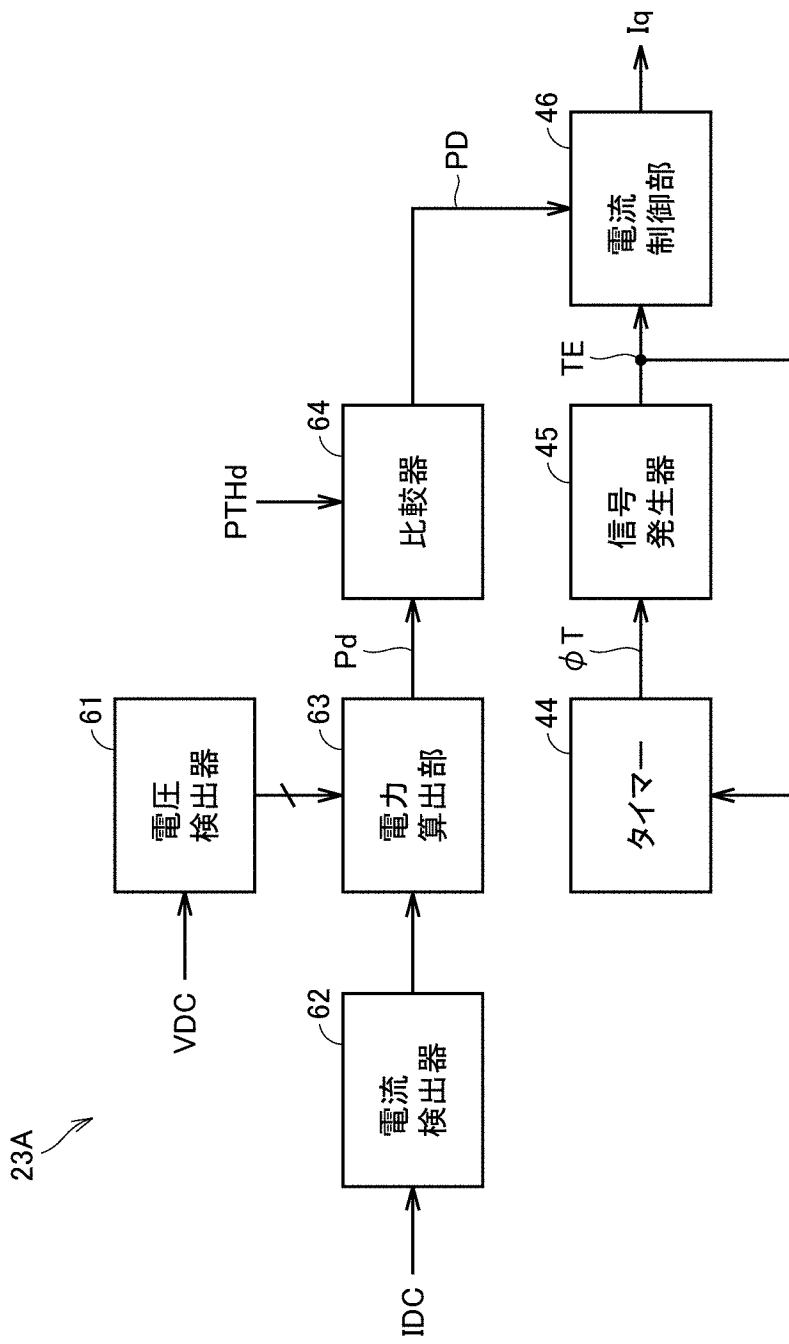
[図7]

FIG.7



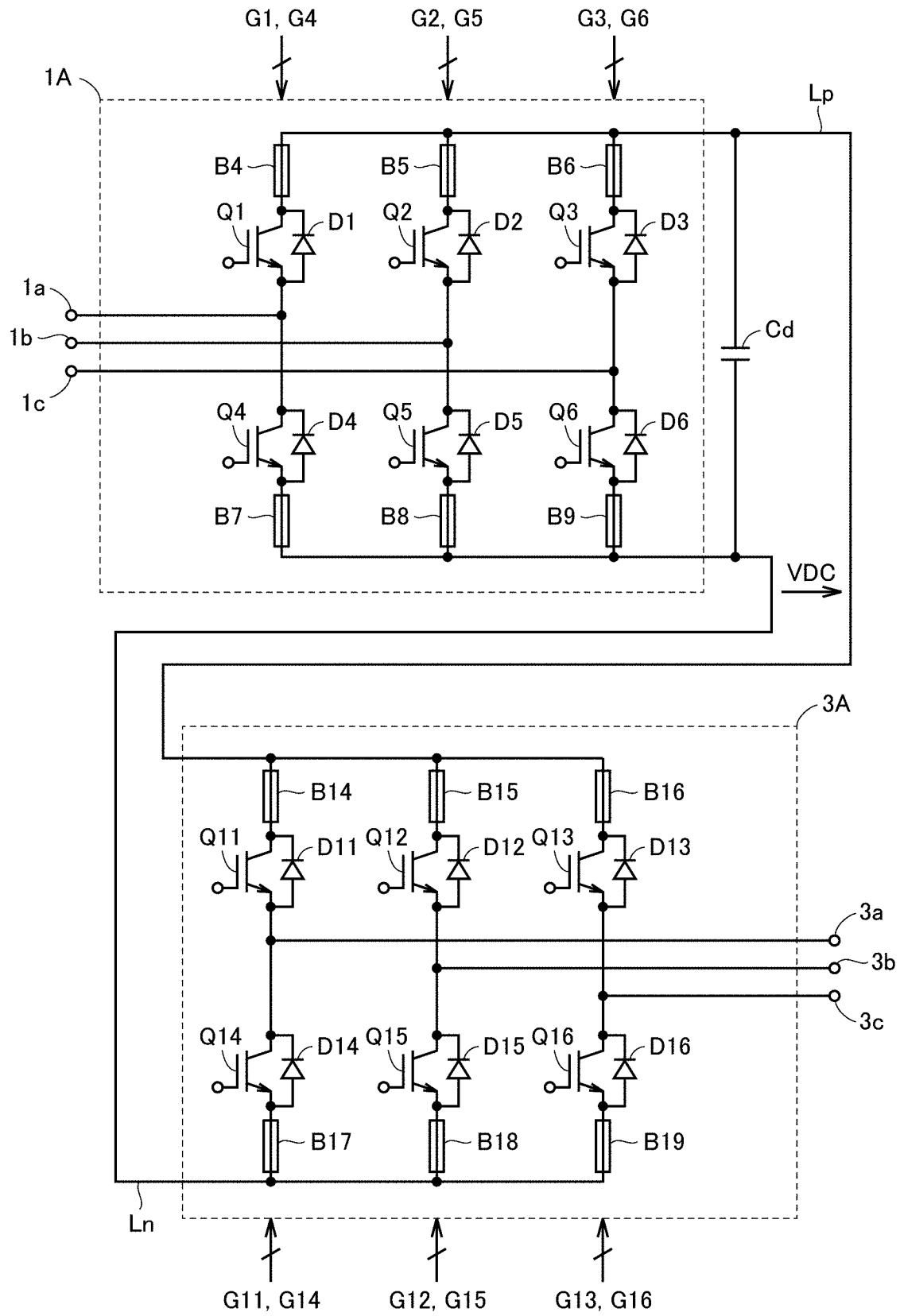
[図8]

FIG.8

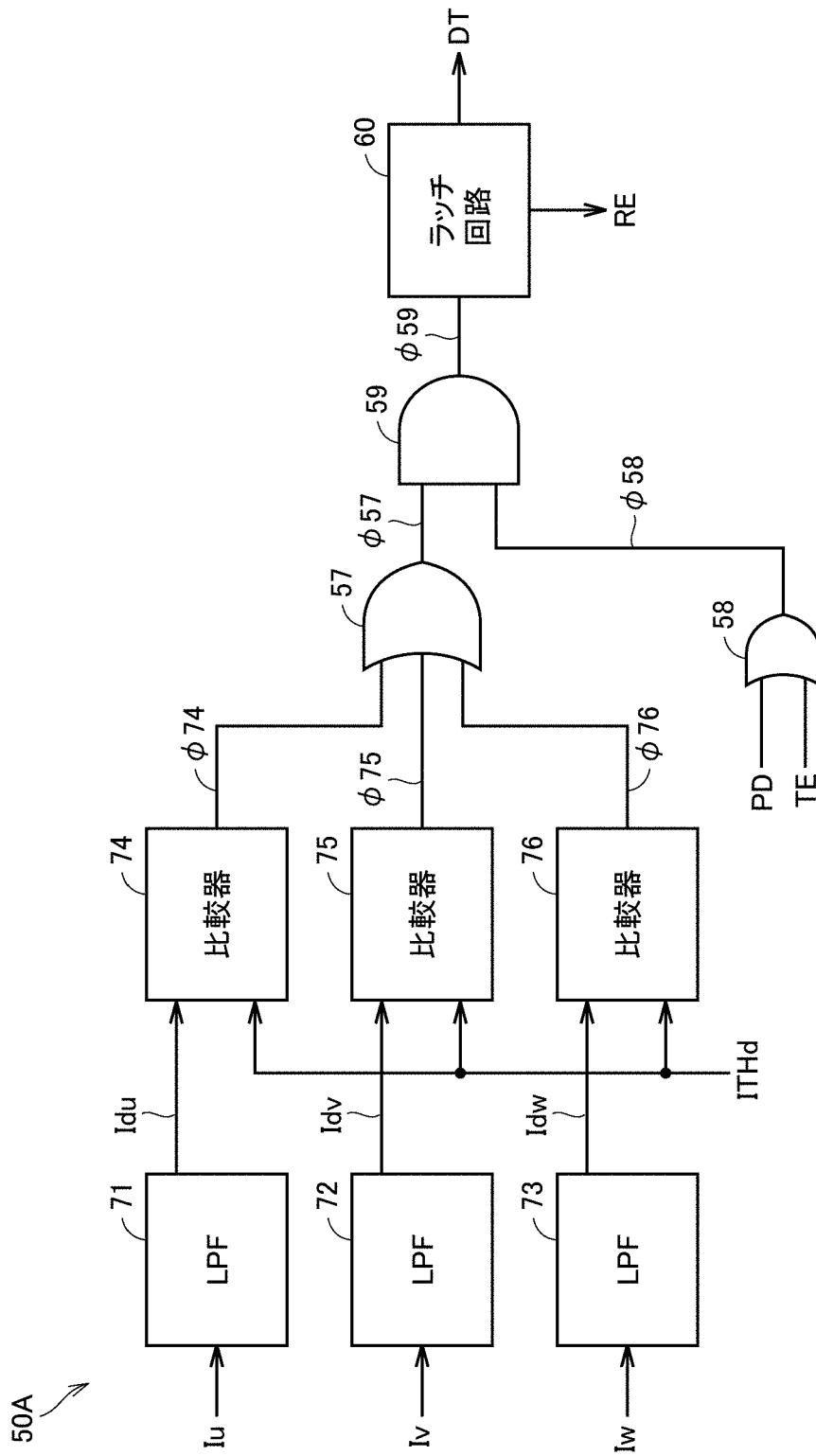


[図9]

FIG.9

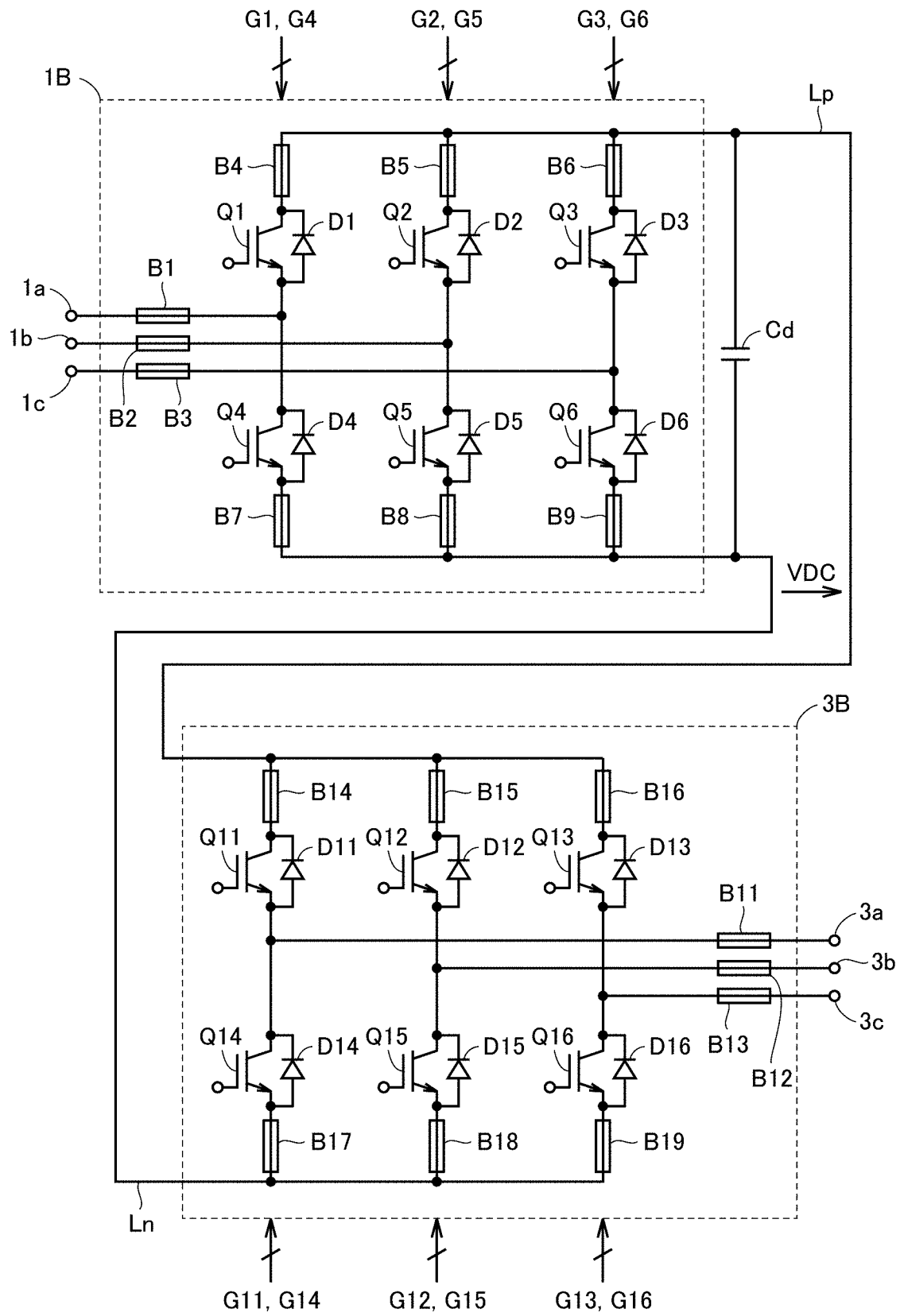


[図10]



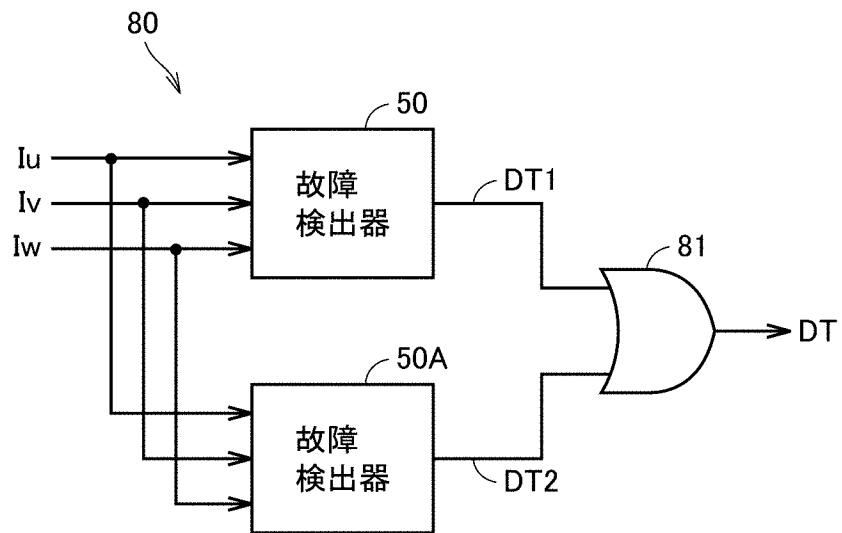
[図11]

FIG.11



[図12]

FIG.12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/007204

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H02M7/12 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. H02M7/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019
Registered utility model specifications of Japan 1996-2019
Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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 2000-175454 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 23 June 2000, entire text, all drawings (Family: none)	1-9
A	WO 2017/006427 A1 (TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC INDUSTRIAL SYSTEMS CORP.) 12 January 2017, entire text, all drawings & US 2018/0278088 A1, entire text, all drawings & CN 107852023 A	1-9
A	JP 3-52600 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 06 March 1991, entire text, all drawings (Family: none)	1-9



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
26.04.2019

Date of mailing of the international search report
14.05.2019

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02M7/12 (2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02M7/12

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 2000-175454 A (三菱電機株式会社) 2000.06.23, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	WO 2017/006427 A1 (東芝三菱電機産業システム株式会社) 2017.01.12, 全文, 全図 & US 2018/0278088 A1, 全文, 全図 & CN 107852023 A	1-9
A	JP 3-52600 A (富士電機株式会社) 1991.03.06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9

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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

26.04.2019

国際調査報告の発送日

14.05.2019

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)

佐藤 匡

5G

9650

電話番号 03-3581-1101 内線 3526