

(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
2011年9月22日(22.09.2011)

PCT

(10) 国際公開番号

WO 2011/114816 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 1/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/052771
- (22) 国際出願日: 2011年2月9日(09.02.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-056903 2010年3月15日(15.03.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立製作所 (HITACHI, LTD.) [JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 鳴島 じゅん (NARUSHIMA, Jun) [JP/JP]; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 加藤 修治 (KATO, Shuji) [JP/JP]; 〒3191292 茨城県日立市

大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 加藤 哲也 (KATO, Tetsuya) [JP/JP]; 〒3191293 茨城県日立市大みか町五丁目2番1号 株式会社日立製作所 情報制御システム社内 Ibaraki (JP). 井上重徳 (INOUE, Shigenori) [JP/JP]; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP).

- (74) 代理人: ポレール特許業務法人 (POLAIRE I.P.C.); 〒1040032 東京都中央区八丁堀二丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,

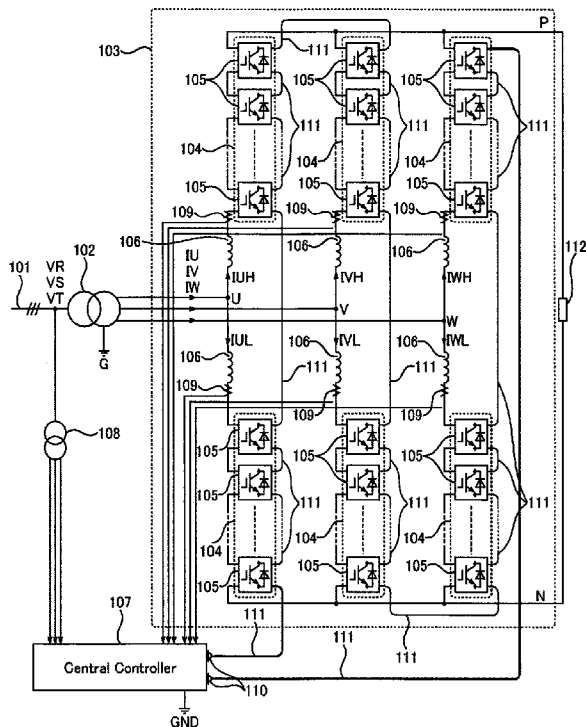
[続葉有]

(54) Title: ELECTRIC POWER CONVERSION APPARATUS

(54) 発明の名称: 電力変換装置

[図1]

図 1



(57) Abstract: When an electrical power conversion apparatus which is provided by connecting a plurality of cells with semiconductor switching elements in a cascade manner is controlled, communications between the plural cells and a central controller are required. However, an increase in the number of cells causes an increase in an information amount of the communication and a load of information process. Disclosed is an electric power conversion apparatus which reduces an information amount to be communicated between each cell and a central controller. The electric power conversion apparatus includes a plurality of arms that are formed by connecting a plurality of cells in a cascade manner, and has a function of supplying the electric power from a main circuit to a cell controller forming each cell, the cell controller communicating with the central controller. In this electric power conversion apparatus, the electric power for the cell controller of each cell is supplied from the main circuit. Accordingly, in the case of failure of a main component of a cell, communication with the cell controller of the cell becomes impossible, so that the central controller recognizes a failure of the cell.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/114816 A1



SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.

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

(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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第 19 条(1))

半導体スイッチング素子を用いたセルを複数カスケード状に接続して構成される電力変換装置を制御する場合、複数のセルと中央制御装置間で通信を行う必要があるがセル数の増大により通信の情報量および情報処理の負荷が増大する。本発明の課題は、各セルと中央制御装置との間で通信する情報量を低減することである。本発明の電力変換装置は、複数のセルをカスケード状に接続して構成されるアームを複数備え、前記セルを構成する中央制御装置と通信を行うセル制御装置への電力供給を主回路から供給する機能を備えるものである。本発明の電力変換装置では、各セルのセル制御装置の電力を主回路から供給することにより、各セルの主要部品が故障した時に該当セルのセル制御装置と通信ができなくなることにより、該当セルが故障したことを中央制御装置が認識できる。

明 細 書

発明の名称：電力変換装置

技術分野

[0001] 本発明は、単位変換器を複数カスケード接続させた電力変換器に係り、前記単位変換器の異常を検出する技術に関する。

背景技術

[0002] モジュラー・マルチレベルコンバータ（MMC）および、カスケード・マルチモジュラーコンバータ（CMC）は、Insulated Gate Bipolar Transistor（IGBT）などのオン・オフ制御可能なスイッチング素子を使用し、前記スイッチング素子の耐圧以上の電圧を出力できる回路方式であり、直流送電システム（HVDC）や無効電力補償装置（STATCOM）、モータドライバインバータなどへの応用が期待されている回路方式である。

[0003] 〔非特許文献1〕は、MMCの回路方式について開示している。

[0004] 〔非特許文献1〕によれば、MMCは、複数の単位変換器（以下、セルと呼ぶことにする）を直列（カスケード）接続して構成されている。各セルは、例えば双方向チョッパ回路であり、スイッチング素子と直流コンデンサを備えている。各セルは、少なくとも2端子を介して外部と接続しており、前記2端子間の電圧を、該セルの有する直流コンデンサの電圧か、または零に制御できる。

[0005] 各セルをPWM制御している場合、各セルに与える三角波キャリアの位相を適切にシフトすることによって、MMCの出力電圧波形をマルチレベル波形にできる。これによって、2レベル変換器に比較して高調波成分を低減できる。

[0006] MMCの特徴として、各セルが自セルの制御を行うセル制御装置を持ち、前記セル制御装置は全セルの制御を行う中央制御装置と通信を行う点が挙げられる。

先行技術文献

非特許文献

- [0007] 非特許文献1：萩原誠・赤木泰文：「モジュラー・マルチレベル変換器（MMC）のPWM制御法と動作検証」、電気学会論文誌D、128巻7号、pp. 957-965。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0008] 前述のようにMMCを制御する場合、複数のセルと中央制御装置間で通信を行う必要がある。セル数が増大するにしたがって、通信の情報量および情報処理の負荷が増大する。通信の情報量および情報処理の負荷が増大し、演算周期内に必要な演算が完了しない場合、正常な制御ができない。
- [0009] よって、各セルと中央制御装置間で通信する情報量を低減することが求められる。
- [0010] 本発明の目的は、半導体スイッチング素子を用いたセルをカスケード状に接続して構成される電力変換装置において、各セルと中央制御装置との間で通信する情報量を低減することを課題とするものである。

課題を解決するための手段

- [0011] 前記目的は、複数のセルをカスケード状に接続して構成されるアームを複数備え、中央制御装置と通信を行うセル制御装置への電力供給を主回路から供給する機能を有する電力変換装置で実現できる。
- [0012] 上記課題を解決するために、本発明はカスケード接続された複数のセルを備える電力変換装置において、前記各セルに主回路から電力を供給する自給電源を備えたことを特徴とするものである。
- [0013] 更に、本発明は電力変換装置において、中央制御装置と前記セルを制御するセル制御装置とを備え、該セル制御装置の電源を前記自給電源から供給することを特徴とするものである。
- [0014] 更に、本発明は電力変換装置において、前記セルは、スイッチング素子と直流コンデンサから構成された主回路と、前記直流コンデンサの電圧を検出

する直流電圧センサと、前記中央制御装置からの信号を受信し、前記セル制御装置は前記スイッチング素子のゲートパルスを生成し、前記セル制御装置からのゲートパルスを受信し、スイッチング素子をオン・オフさせるゲートドライバとを備え、前記自給電源は前記セル制御装置とゲートドライバに電源を供給することを特徴とするものである。

[0015] 更に、本発明は電力変換装置において、前記中央制御装置と各セル制御装置は光ファイバケーブルでデジチェーン接続されていることを特徴とするものである。

[0016] 更に、本発明は電力変換装置において、前記中央制御装置と各セル制御装置は光ファイバケーブルでスター結線接続されていることを特徴とするものである。

[0017] 更に、本発明は電力変換装置において、前記セルの主回路は、スイッチング素子と直流コンデンサを備え、前記セルの前記直流コンデンサまたはスイッチング素子が故障したことを判別する信号を中央制御装置とセル制御装置間で通信することを特徴とするものである。

[0018] 更に、本発明は電力変換装置において、前記中央制御装置は前記セル制御装置と通信ができなくなったことをもって、該セルの直流コンデンサまたはスイッチング素子の故障と判定することを特徴とするものである。

[0019] 更に、本発明は電力変換装置において、前記自給電源は直流コンデンサから供給することを特徴とするものである。

[0020] 更に、本発明は電力変換装置において、前記自給電源はスイッチング素子に印加される電圧から供給することを特徴とするものである。

[0021] 更に、本発明は電力変換装置において、前記自給電源は複数の分圧用給電コンデンサからなる直列体と、前記各分圧用給電コンデンサの電圧を調整する電圧調整回路を備え、該各電圧調整回路の出力が並列に接続されたことを特徴とするものである。

[0022] 更に、本発明は電力変換装置において、前記電圧調整回路は、各分圧用給電コンデンサの電圧を検出して、前記各電圧調整回路の出力を調整する機能

を備えたことを特徴とするものである。

[0023] 更に、本発明は電力変換装置において、前記自給電源は電力を蓄積する給電コンデンサと、該給電コンデンサの放電を防止する放電防止ダイオードと、前記主回路から前記自給電源に流れ込む電流を制限する制限抵抗と、前記給電コンデンサの電圧を一定に制御する電圧制限手段と、前記給電コンデンサの電圧を調整する電圧調整回路を備えたことを特徴とするものである。

[0024] 更に、本発明は電力変換装置において、前記電圧調整回路は複数の出力端子を備え、該電圧調整回路の出力端子と並列にバックアップコンデンサを接続し、該バックアップコンデンサの放電時定数に差をつけたことを特徴とするものである。

[0025] 更に、本発明は電力変換装置において、前記セルの出力端子にノーマリーオンの短絡スイッチを接続し、前記短絡スイッチの駆動電力を前記自給電源から供給することを特徴とするものである。

[0026] 更に、本発明は電力変換装置において、前記中央制御装置は、各セルのうち一つが故障した場合、該故障したセルを特定する手段を備え、該故障したセル以外のセルに各セルのセル制御装置と中央制御装置との間の通信の伝送遅延時間をバランスさせる信号を伝送することを特徴とするものである。

発明の効果

[0027] 各セル主要部品の故障ビットを設けなくても、複数のセルをカスケード状に接続して構成される電力変換装置において、各セルのセル制御装置の電力を主回路から供給することにより、各セルの主要部品が故障した時に該当セルのセル制御装置と通信ができなくなることにより、該当セルが故障したことを中央制御装置が認識することができる。

[0028] これにより、本発明は、半導体スイッチング素子を用いたセルをカスケード状に接続して構成される電力変換装置において、各セルと中央制御装置との間で通信する情報量を低減することが実現できる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]本発明の第1の実施形態を示す電力変換装置の回路図。

[図2]本発明の第1の実施形態を示すセルの回路図。

[図3]本発明の第2の実施形態を示す電力変換装置の回路図。

[図4]本発明の第3の実施形態を示すセルの回路図。

[図5]本発明の第4の実施形態を示す自給電源の回路図。

[図6]本発明の第5の実施形態を示す自給電源の回路図。

[図7]本発明の第6の実施形態を示す電圧調整回路の回路図。

発明を実施するための形態

[0030] 以下、本発明の実施例を図面を用いて説明する。

実施例 1

[0031] 本発明を実施する第一の形態について説明する。

[0032] 実施例1では、セルを構成する直流コンデンサの故障の故障ビットを中央制御装置に送信しなくとも直流コンデンサの故障を検出することを実現したものである。

[0033] 以下、図1、図2を用いて実施例1の構成について述べる。

[0034] 本実施例では、各セル105の構成がチョップセルであると仮定する。ただし、本発明は、フルブリッジセルにも適用可能である。

[0035] また、本実施例では、本発明の電力変換装置103として三相電力系統に連系する三相MMCを取り上げる。ただし、本発明は、単相系統に連系する単相MMCや、モータを駆動するMMCにも適用可能である。

[0036] また、本発明はカスケード・マルチレベル変換器(CMC)にも適用可能である。

[0037] 電力変換装置103は、変圧器102を介して三相電力系統101に連系している。

[0038] 電力変換装置103のU点、V点、W点は、変圧器102の2次側に接続されている。

[0039] また、電力変換装置103のP点とN点の間に、負荷装置112を接続している。

[0040] 本実施例における電力変換装置103は、三相電力系統101と交流電力

の授受を行う。

- [0041] また、電力変換装置 103 は、負荷装置 112 と直流電力授受を行う。ここで、負荷装置 112 は、直流負荷、モータドライブインバータの直流リンク、直流電源などを代表して示したものである。
- [0042] 本実施例では、三相電力系統 101 の相電圧をそれぞれ V_R 、 V_S 、 V_T と呼ぶことにする。変圧器 102 の 2 次側を流れる各相の電流をそれぞれ I_U 、 I_V 、 I_W と呼ぶことにする。
- [0043] 本実施例では、変圧器 102 の 2 次側（電力変換装置 103 が接続している側）の中性点は、接地されているものとして説明する。
- [0044] 電力変換装置 103 は、複数のセル 105 をカスケード接続して構成されている。
- [0045] 詳細は後述するが、各セル 105 は、直流コンデンサを備えた双方向チョップ回路である（図 2 参照）。各セル 105 は、少なくとも 2 端子を介して外部回路と接続しており、前記 2 端子の間の電圧を、直流コンデンサ電圧か、または零に制御できる。
- [0046] 本実施例では、前記 2 端子の間の電圧を、セルの出力電圧またはセル電圧と呼ぶことにする。
- [0047] 図 1 に示すように、1 つまたは複数のセル 105 をカスケード接続して構成した回路を、変換器アーム 104 と呼ぶ。本実施例では、1 つの変換器アーム 104 が N 個のセル 105 を含んでいるとする。また、各変換器アーム 104 を流れる電流をアーム電流と呼ぶことにし、図 1 の通り、 I_{UH} 、 I_{VH} 、 I_{WH} 、 I_{UL} 、 I_{VL} 、 I_{WL} と定義することにする。
- [0048] 電力変換装置 103 は、6 つの変換器アーム 104 と 6 つのリアクトル 106 を、図 1 に示すように接続することによって構成されている。
- [0049] 中央制御装置 107 は、電力変換装置 103 全体を制御する。中央制御装置 107 は図 1 中に GND 点で表わした接地点に接地された電位にある。
- [0050] 交流電圧センサ 108 は、系統相電圧 V_R 、 V_S 、 V_T を検出し、その瞬時値信号を中央制御装置 107 に伝送する。

- [0051] また、電流センサ109は、各アーム電流 I_{UH} 、 I_{VH} 、 I_{WH} 、 I_{UL} 、 I_{VL} 、 I_{WL} を検出し、その瞬時値信号を中央制御装置107に伝送する。
- [0052] 中央制御装置107は、一つまたは二つの光トランシーバ110を備えており、各光トランシーバ110は光ファイバーケーブル111を介して、各セルのセル制御装置204と通信する。
- [0053] 中央制御装置107は、系統相電圧 V_R 、 V_S 、 V_T 、アーム電流 I_{UH} 、 I_{VH} 、 I_{WH} 、 I_{UL} 、 I_{VL} 、 I_{WL} を検出し、これらの情報に基づいて、各セル105に送信する出力電圧指令値を決定し、前記出力電圧指令値を各セル105に送信する。中央制御装置107はこの一連の動作を大略一定周期で行う。この周期を制御周期と呼ぶことにする。
- [0054] 中央制御装置107は、上記の一連の動作を行うことにより、アーム電流 I_{UH} 、 I_{VH} 、 I_{WH} 、 I_{UL} 、 I_{VL} 、 I_{WL} を制御することで、三相電力系統101と電力を授受する。
- [0055] 中央制御装置107は、光トランシーバ110と光ファイバーケーブル111を介して、各セルのセル制御装置204に出力電圧指令値を送信する。
- [0056] また、本実施例では、前記セル制御装置204は、2つの光トランシーバ205を備えており、前記中央制御装置107、または隣接する他のセル制御装置204と光ファイバーケーブル111を介して通信している。
- [0057] また、本実施例の各セル制御装置204は、次のセル制御装置204または、中央制御装置107との通信が完了した時点で前のセル制御装置または中央制御装置へ通信が完了したことを伝える機能及び、次のセル制御装置204または、中央制御装置107との通信が完了しない場合は逆回りで、通信できなかったことを伝える機能を有する。
- [0058] また、前記セル制御装置204は、前記中央制御装置107、または隣接するほかのセル制御装置204と光ファイバーケーブル111を介して送られてきた自セル105の出力電圧指令値および、自セルの直流コンデンサ203の電圧 V_C の情報をもとにスイッチング素子20、と202のためのゲ

ートパルスを生成する。

- [0059] また、本実施例において、セル台数が6Nである場合、第6Nセルが送信した光シリアル信号フレームは、中央制御装置107に戻される。
- [0060] 次に、図2を用いて、セル105の構成を説明する。
- [0061] セル105の主回路は、ハイサイド・スイッチング素子201、ローサイド・スイッチング素子202、直流コンデンサ203とからなる双方向チョップ回路である。直流コンデンサ203の電圧をVCと呼ぶことにする。ただし、直流コンデンサ203は電池などの直流電圧源でもよい。
- [0062] また、ハイサイド・スイッチング素子201とローサイド・スイッチング素子202を総称して、スイッチング素子と呼ぶことにする。
- [0063] 本実施例では、スイッチング素子201、202とをIGBTとしているが、本発明はスイッチング素子201、202がGate-Turn-Off Thyristor (GTO)、Gate-Commutated Turn-off Thyristor (GCT)、Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor (MOSFET)、その他のオン・オフ制御素子の場合にも適用可能である。
- [0064] 各セル105はセル制御装置204、自給電源208を備えており、セル制御装置204は光トランシーバ205と光ファイバーケーブル111を介して隣接する他のセル105のセル制御装置204または中央制御装置107と接続する。
- [0065] 本発明は、セル制御装置204に電源を供給する自給電源208を備えていることが特徴であり、その効果については後述する。
- [0066] セル制御装置204は、スイッチング素子201、202を駆動するためのゲートパルスを生成し、これをゲートドライバ206に送信する。
- [0067] ゲートドライバ206は、スイッチング素子201、202のゲート・エミッタ間に適切な電圧を印加し、スイッチング素子201、202をターンオンまたはターンオフさせる。
- [0068] 直流電圧センサ207は直流コンデンサ電圧VCを検出し、その瞬時値信号をセル制御装置204に伝送する。

- [0069] 各セル制御装置 204 の電位は、各セル 204 のローサイド・スイッチング素子 202 のエミッタ端子と同電位であり、図 2 ではこの点を G (CELL) 点で表わしている。
- [0070] また、前記セル制御装置 204 は、前記中央制御装置 107 から光ファイバーケーブル 111 を介して送られてきた自セル 105 の出力電圧指令値、および、自セルの直流コンデンサ 203 の電圧 V_C の情報をもとにスイッチング素子 201, 202 のためのゲートパルスを生成する。
- [0071] また、自給電源 208 は、直流コンデンサ 203 と並列に接続され、前記セル制御装置 204 に電源を供給する。また、前記自給電源 208 は、ゲートドライバ 206 に電源を供給してもよい。また、前記自給電源 208 は直流コンデンサ 203 から電力を供給されるので電圧 V_C がある電圧 (V_m) 以下になると動作を停止する。
- [0072] 本実施例では、中央制御装置からの信号が各セル制御装置とシリアルに通信されるため、通信する信号の情報量に比例して信号伝送遅延時間が蓄積される。1 制御周期内に全セルの信号処理が完了しない場合、前記電力変換器 103 を正常に制御できなくなる。そのため、通信する信号の情報量を削減することは非常に重要である。
- [0073] 以下に、本実施例における信号の伝送遅れについて述べる。
- [0074] 本実施例では、光ファイバーケーブルをデイジーチェーン接続しているため、あるセル制御装置 204 が隣接する他のセル制御装置 204 に信号を伝送するまでに遅延時間が生じる。
- [0075] 全てのセルは光ファイバーケーブルを用いてデイジーチェーン接続されているため、中央制御装置 107 から遠いセルでは、セル間の信号伝送の遅延が蓄積する。したがって、中央制御装置 107 から各セルへ制御信号が伝達されるまでの遅延時間は、セル毎に異なる。
- [0076] したがって、デイジーチェーン接続に起因してセル毎に異なる遅延時間のバランスを確保することが重要である。
- [0077] ここで、セル番号を定義する。セル番号は、各セル 105 のセル制御装置

204がその内部に保存している情報である。

[0078] セル番号とは、中央制御装置107から該セル105までの、光ファイバーケーブル111～114によるデジチェーン接続の順番である。そのセル番号がKであるセル105を第Kセルと呼ぶことにする。第Kセルは、中央制御装置107からK番目に情報を受信するセルである。

[0079] 以下、遅延バランス時間TBについて説明する。

[0080] 遅延バランス時間TBとは、中央制御装置107から各セル105への信号伝送遅延時間を大略等しくするための時間であり、セル毎に異なる値をもつ。

[0081] 実施例1では、中央制御装置107から送信された光シリアル信号は、6N台のセル105を通り、再び中央制御装置107に戻される。

[0082] したがって、中央制御装置107は、6N台のセルを光シリアル信号が通過する時間（全遅延時間）TDを計測できる。

[0083] 例えば、中央制御装置107および各セル制御装置204の初期化時において、中央制御装置107が遅延時間測定のための試験用光シリアル信号フレームを使用して全遅延時間TDを計測し、TDのデジタル値を、全セルに光シリアル伝送することができる。

[0084] これにより、全てのセル105は、全セル（6N台）分の全遅延時間TDの情報を持っている。また、各セルは、自セルが第何セルかという情報（セル番号K）を持っている。

[0085] ここで、第Kセルの遅延バランス時間をTB（K）とすると、TB（K）を次式で与えることにより、中央制御装置107から各セル105への信号伝送遅延時間を大略等しくすることができる。

[式1]

$$TB(K) = (1 - K/6N) \cdot TD$$

[0086] 次に、本発明の効果を説明する。本発明は、自給電源208を用いてセル制御装置204に電力を供給することで、中央制御装置107で直流コンデンサの以上信号を設けなくても故障を検出できることが特徴である。以下詳

細に説明する。

- [0087] 以下では1例として、各セル105のうち1つのセル、例えばH番目のセルの直流コンデンサ電圧が低下した場合の故障検出法について述べる。
- [0088] H番目のセルの直流コンデンサ電圧が低下し、一定電圧（ V_m ）を下回ると前記自給電源208が、前記セル制御装置204に電力が供給できなくなる。
- [0089] 前記セル制御装置204は電力が供給されないため、中央制御装置107または、隣接する他のセル制御装置との通信ができなくなる。
- [0090] このため、H番目のセル制御装置はH-1番目のセル制御装置、または中央制御装置に通信が完了したことを伝えることができない。よって、H-1番目のセル制御装置は、H番目のセル制御装置が通信できなかったことを逆周りに各セル制御装置を介して中央制御装置107へ伝達する。
- [0091] 中央制御装置107は、H番目のセル制御装置と通信できなかったことを検知したことで、H番目のセル制御装置の直流コンデンサの異常と判定することができる。
- [0092] よって、直流電圧の状態を通信によって常に監視する必要がなく、通信ビットの有効活用ができる。
- [0093] さらに、本実施例では、中央制御装置107が光トランシーバを2つ備えている場合、中央制御装置107は通常の順番による通信（1から6N番目のセルへの通信）とは逆周りの通信（6N番目から1番目のセルへの通信）を実施することで、1台セルが停止した場合でも、セル段数に冗長性を持たせておくことで運転継続が可能である。
- [0094] 以下に、本実施例における、1台セルが停止した場合における運転継続方法について述べる。
- [0095] 1台セルが停止した場合、双方向（1番目から6N番目および6N番目から1番目のセルへの通信の2通り）に通信していれば、停止したセル以外の各セルへの通信は可能である。
- [0096] ただし、全台が運転している場合と1台セルが停止した場合の遅延バラン

ス時間 T_B が異なる。

[0097] そのため、中央制御装置は、 H 番目のセルが停止したことを検知したときに各セルの遅延バランス時間を再度設定する。

[0098] 例えば、 H 番目のセルが停止した場合、全台が運転していた場合の遅延バランス時間を T_B とした場合、順方向から通信を行う K 番目のセル（ 1 から $H-1$ 番目のセル）の遅延バランス時間 $T_{B1}(K)$ は、式 2 の値にすることにより、中央制御装置 107 から各セル 105 への信号伝送遅延時間を大略等しくすることができる。

[式 2]

$$T_{B1}(K) = \{2(H-1) - K\} \cdot T_D / 6N$$

[0099] また、逆方向からの通信を行う K 番目のセル（ $H+1$ から $6N$ 番目のセル）の遅延バランス時間 $T_{B2}(K)$ は、式 3 の値にすることにより、中央制御装置 107 から各セル 105 への信号伝送遅延時間を大略等しくすることができる。

[式 3]

$$T_{B2}(K) = \{18N - 2(H+1) - K\} \cdot T_D / 6N$$

[0100] また、短絡スイッチ 209 をセルの出力に並列に接続し、前記短絡スイッチの駆動電力を前記自給電源 208 から供給すればよい。

[0101] 短絡スイッチ 209 は、前記セル 105 が故障した場合、前記セル 105 の出力を短絡する手段であり、前記自給電源 208 から駆動電力がない場合、前記セル 105 の出力を短絡するノーマリーオンのスイッチである。

[0102] 前記自給電源 208 が停止すると、前記短絡スイッチ 209 によって異常セルの出力は短絡されるため、セルの段数に冗長性を持たせておくことで、セルが故障してもシステムとして運転継続させることも可能である。

[0103] また、本実施例のその他の効果として、セル制御装置 204 およびゲートドライバ 206 の電力を主回路から供給できるため、絶縁トランスなどによって対地電位との絶縁を取る必要がなく、セルの小型・軽量化できる。この効果は、前述した故障ビットの有無の構成とは関係しない。

実施例 2

- [0104] 本発明を実施する第2の形態について説明する。実施例1では中央制御装置と各セル制御装置の通信を数珠繋ぎ、いわゆるデジーチェーン方式であったが、実施例2では図3に示すように中央制御装置は、個別に各セル制御装置と通信を行う、いわゆるスター結線方式であることが異なる。
- [0105] 以下では、実施例2の構成において、実施例1の構成と異なる部分についてのみ説明する。
- [0106] 図3は、本発明の第2の実施形態を表した回路図である。
- [0107] 中央制御装置107は、6N個光トランシーバ110を備えており、光トランシーバ110から光ファイバーケーブル111を介して、各セル105に出力電圧指令値を送信する。
- [0108] 本実施例では、中央制御装置107から各セルのセル制御装置204へは、平行で信号を伝送するため、必要な光トランシーバの数が増加する。本実施例の電力変換装置303に適用することで、信号の情報量を削減できるため、信号処理能力が低い安価な光トランシーバを使用できるため、装置の低コスト化が図れる。
- [0109] 次に、本発明の効果について説明する。本実施例でも、自給電源208を用いてセル制御装置204に電力を供給することで、セルの直流コンデンサの異常を中央制御装置で信号を設けなくても、故障を検出できる。以下より詳細に説明する。
- [0110] 各セル105のうち1つのセルの直流コンデンサ電圧VCが低下した場合を例にとり説明する（以後、直流コンデンサ電圧が低下したセル105を異常セルと呼ぶ）。
- [0111] 異常セルの直流コンデンサ電圧VCが低下し、Vmを下回ると前記自給電源208が停止し、前記セル制御装置204に電力が供給できなくなる。
- [0112] 前記セル制御装置204は電力が供給されないため、中央制御装置107との通信ができなくなる。
- [0113] 中央制御装置107は、異常セルと通信ができなくなった時点で異常セル

の直流コンデンサが異常だと判定することができる。

[0114] 中央制御装置 107 は、直流コンデンサの異常を通信によって常に監視する必要がなく、通信ビットの有効活用ができる。

[0115] また、短絡スイッチ 209 をセルの出力に並列に接続し、前記短絡スイッチの駆動電力を前記自給電源 208 から供給することで、1 台セルが停止した場合に前記自給電源 208 から駆動電力が供給されなくなるため、前記セル 105 の出力が短絡され、1 台セルが故障してもシステムとして運転継続させることも可能である。

[0116] 本実施例では、各セル 105 としてチョッパセルを取り上げたが、本発明は、フルブリッジセルにも適用可能である。

[0117] また、本実施例では、電力変換装置 103 として三相電力系統に連系する三相 MMC を取り上げたが、本発明は、単相系統に連系する単相 MMC や、モータを駆動する MMC にも適用可能である。

[0118] また、本発明はカスケード・マルチレベル変換器 (CMC) にも適用可能である。

[0119] そして、本実施例のその他の効果として、セル制御装置 204 およびゲートドライバ 206 の電力を主回路から供給できるため、絶縁トランスなどによって対地電位との絶縁を取る必要がなく、セルの小型・軽量化できる。この効果は、前述した故障ビットの有無の構成とは関係しない。

実施例 3

[0120] 本発明を実施する第 3 の形態について説明する。実施例 1 では、セル制御装置の駆動電力を各セルの直流コンデンサから自給電源を介して供給していたが、本実施例では、スイッチング素子に印加される電圧から自給電源を介して供給しているところが異なる。

[0121] 以下では、実施例 3 の構成において、実施例 1 の構成と異なる部分についてのみ説明する。

[0122] 図 4 は、本発明の第 3 の実施形態を表した回路図である。

[0123] ハイサイド・スイッチング素子 201 およびローサイド・スイッチング素

子202は、両スイッチング素子がOFF状態のときは $VC/2$ 、片方のスイッチング素子がON状態のときは、 VC と大略零のパルス状の電圧が印加される。

[0124] 自給電源401は、ハイサイド・スイッチング素子201に印加する電圧を利用して電力を供給する。また、自給電源402は、ローサイド・スイッチング素子202に印加する電圧を利用して電力を供給する。

[0125] 自給電源401は、ハイサイド・スイッチング素子201を駆動するゲートドライバ403に電力を供給する。

[0126] 自給電源402は、ローサイド・スイッチング素子202を駆動するゲートドライバ404、セル制御装置204および短絡スイッチ209に電力を供給する。

[0127] 次に、本実施例においても本特許の特徴である自給電源からセル制御装置へ電力を供給することで、通信で常時監視することなくセルのスイッチング素子の異常を検知できることについて述べる。

[0128] 各セル105のローサイド・スイッチング素子202が短絡故障した場合について述べる（以後、スイッチング素子が故障したセル105を故障セルと呼ぶ）。

[0129] 故障セルのローサイド・スイッチング素子202が短絡故障するとローサイド・スイッチング素子には電圧が印加されず、前記自給電源402は停止し、前記セル制御装置204に電力が供給できなくなる。

[0130] 前記セル制御装置204は電力が供給されなくなるため、中央制御装置107との通信ができなくなる。

[0131] 中央制御装置107は、通信ができなくなった時点で故障セルをローサイド・スイッチング素子故障だと判定することができる。

[0132] また、セル制御装置204の電力を、ハイサイド・スイッチング素子201に印加する電圧を利用して電力を供給する自給電源401から供給すると、ハイサイド・スイッチング素子が短絡故障をした場合、自給電源401が停止し、前記セル制御装置204に電力が供給されなくなるため、中央制御

装置 107 との通信ができなくなるため、中央制御装置 107 は、通信ができなくなった時点で故障セルをハイサイド・スイッチング素子故障だと判定することができる。

[0133] 上記のように、中央制御装置 107 は、ハイサイド・スイッチング素子 201 または、ローサイド・スイッチング素子 202 の異常を通信によって常に監視する必要がなく、通信ビットの有効活用ができる。

[0134] また、セルが故障した場合でも、本実施例の電力変換装置の運転を継続させる場合は、短絡スイッチ 209 をセルの出力に並列に接続し、前記短絡スイッチの駆動電力を前記自給電源 401 または前記自給電源 402 から供給すればよい。

[0135] 短絡スイッチ 209 は、前記セル 105 が故障した場合、前記セル 105 の出力を短絡する手段であり、前記自給電源 401 または 402 から駆動電力がない場合、前記セル 105 の出力を短絡するノーマリーオンのスイッチである。

[0136] 前記自給電源 401 または前記自給電源 402 が停止すると、前記短絡スイッチ 209 によって異常セルの出力は短絡されるため、セルの段数に冗長性を持たせておくことで、セルが故障してもシステムとして運転継続させることも可能である。

[0137] 本実施例では、各セル 105 としてチョップセルを取り上げたが、本発明は、フルブリッジセルにも適用可能である。

[0138] また、本実施例では、電力変換装置 103 として三相電力系統に連系する三相 MMC を取り上げたが、本発明は、単相系統に連系する単相 MMC や、モータを駆動する MMC にも適用可能である。

[0139] また、本発明はカスケード・マルチレベル変換器 (CMC) にも適用可能である。そして、本実施例のその他の効果として、セル制御装置 204 およびゲートドライバ 403 または 404 の電力を主回路から供給できるため、絶縁トランスなどによって対地電位との絶縁を取る必要がなく、セルの小型・軽量化できる。尚、この効果は、前述した故障ビットの有無の構成とは関

係しない

実施例 4

- [0140] 本発明を実施する第4の形態について説明する。本実施例は、実施例1、実施例2または実施例3で用いる自給電源の1例である。
- [0141] 本実施例を実施例1、実施例2または実施例3に適用することで、セルを構成する直流コンデンサの異常またはスイッチング素子の故障ビットを中央制御装置に送信しなくとも検出できる。
- [0142] 図5は、本発明の第4の実施形態を表した回路図である。
- [0143] まず、本発明の特徴であるセル制御装置に主回路から電力を供給できることを特徴として自給電源500の構成について説明する。自給電源500は、入力端子501と502の間に放電防止ダイオード503、制限抵抗504および給電コンデンサ505の直列体を接続する。前記給電コンデンサに並列にツェナーダイオードなどの電圧制限手段506および電圧調整回路507が接続される。電圧調整回路507の出力は、出力端子508および509に接続される。
- [0144] 次に自給電源500の動作を説明する。
- [0145] 構成や用途によるが、入力端子501、502には、数百Vから数千Vの直流電圧またはパルス状の電圧が印加され、給電コンデンサ505を充電する。放電防止ダイオード503は前記給電コンデンサ505に充電された電荷が放電するのを防ぐ。ただし、実施例1または実施例2のように入力電圧が概略一定とみなせる場合は削減することもできる。
- [0146] 前記給電コンデンサ505の電圧 V_{CQ} が一定以上の電圧 V_{lim} になると電圧制限手段506が動作し、給電コンデンサ505の電圧を概ね一定に制限する。電圧制限手段506が動作し給電コンデンサ505の電圧 V_{CQ} が概ね一定になると、電圧調整回路507が動作する。電圧調整回路は給電コンデンサ505の電圧 V_{CQ} を負荷が必要な電圧に変換し、出力端子508、509に出力する。
- [0147] 本発明の自給電源500は、入力端子501、502に印加される電圧 V_i

nが V_{lim} 以下になると、給電コンデンサ505の電圧 V_{CQ} を一定にならず電圧調整回路507が動作を停止し、出力端子508, 509には電圧が出力されない。

- [0148] 実施例1, 実施例2または実施例3のセル制御装置204に電力が供給されなくなるため、中央制御装置107と通信できなくなる。
- [0149] 中央制御装置107は通信できなくなったことを認識すると、直流コンデンサ203, ハイサイド・スイッチング素子201, またはローサイド・スイッチング素子202の異常と判定する。
- [0150] 上記のように、中央制御装置107は、直流コンデンサ203またはスイッチング素子201, 202の異常を通信によって常に監視する必要がなく、通信ビットの有効活用ができる。
- [0151] また、本実施例のその他の効果として、セル制御装置およびゲートドライバの電力を主回路から供給できるため、絶縁トランスなどによって対地電位との絶縁を取る必要がなく、セルの小型・軽量化できる。尚、この効果は、前述した故障ビットの有無の構成とは関係しない。

実施例 5

- [0152] 本発明を実施する第5の形態について説明する。本実施例は、実施例1または実施例2で用いる自給電源の1例である。
- [0153] 本実施例を実施例1または実施例に適用することで、セルを構成する直流コンデンサの故障ビットを中央制御装置に送信しなくとも検出できる。
- [0154] また、本実施例では実施例4で用いた制限抵抗による損失がなくなるため、低損失で電力を供給できる。
- [0155] 図6は、本発明の第5の実施形態を表した回路図である。
- [0156] また、本実施例は、本発明の特徴であるセル制御装置に主回路から電力を供給できる自給電源において、自給電源を構成する各電圧調整回路の出力を並列にして各電圧調整回路の出力バランスさせることにより、分圧給電コンデンサの電圧バランスを一定に保つことができ、実施例4で必要であった制

限抵抗が削減できることが特徴である。

- [0157] まず、自給電源 600 の構成を説明する。自給電源 600 は、入力端子 601 と 602 の間に複数の分圧給電コンデンサ 603 の直列体が接続される。前記各分圧給電コンデンサ 603 にはそれぞれ電圧調整回路 604 が接続される。前記各電圧調整回路 604 の出力は、それぞれ並列に接続され、出力端子 508, 509 に接続される。
- [0158] 次に、本発明の自給電源 600 の動作を説明する。
- [0159] 入力端子 601, 602 に印加される電圧 V_{in} を分圧給電コンデンサ 603 により分圧する。前記各電圧調整回路 604 は、前記各分圧給電コンデンサ 603 の電圧をゲートドライバやセル制御装置などの負荷が必要とする電圧に変換し、各電圧調整回路 604 の出力端子を並列に接続し、出力端子 605, 606 にかから電力を供給する。ただし、電圧調整回路 604 は入力電圧が一定以下 (V_{min}) になると出力を停止する機能を有する。
- [0160] 各電圧調整回路 604 は出力を並列に接続しているため、前記各電圧調整回路 604 の出力は概ね等しくなり、前記分圧給電コンデンサ 603 の電圧は互いに概ね等しくなる。
- [0161] また、図 6 には図示していないが、各分圧給電コンデンサ 603 の電圧を検出し、各電圧調整回路 604 の出力を調整することにより、各分圧給電コンデンサ 603 の電圧バランスをとることもできる。
- [0162] 本発明の自給電源 600 は、入力端子 601, 602 に印加される電圧が低下し、各分圧給電コンデンサの電圧が V_{min} 以下になると、電圧調整回路 604 が動作を停止し、出力端子 605, 606 から電力は供給されなくなる。
- [0163] よって、実施例 1, 実施例 2 のセル制御装置 204 に電力が供給されなくなるため、中央制御装置 107 と通信できなくなる。
- [0164] 中央制御装置 107 は通信できなくなったことを認識すると、直流コンデンサ 203 の異常と判定する。
- [0165] 上記のように、中央制御装置 107 は、直流コンデンサ 203 異常を通信

によって常に監視する必要がなく、通信ビットの有効活用ができる。

- [0166] また、本実施例のその他の効果として、セル制御装置およびゲートドライバの電力を主回路から供給できるため、絶縁トランスなどによって対地電位との絶縁を取る必要がなく、セルの小型・軽量化できる。尚、この効果は、前述した故障ビットの有無の構成とは関係しない。

実施例 6

- [0167] 本発明を実施する第6の形態について説明する。本実施例は、実施例4または実施例5で用いる電圧調整回路の変形である。
- [0168] 本実施例を実施例4または実施例5に適用することで、電圧調整回路が停止する際にゲートドライバが誤パルスを出力する可能性を低減することができる。
- [0169] 図7は、本発明の第6の実施形態を表した回路図である。
- [0170] また、本実施例は、本発明の特徴であるセル制御装置へ主回路から電力を供給できる自給電源を含むセルにおいて、ゲートドライバの方がセル制御装置よりも先に停止するように電圧調整回路の各出力に接続する各バックアップコンデンサの静電容量を決定することが特徴である。
- [0171] まず、本実施例の構成を説明する。電圧調整回路703からゲートドライバへ電力を供給する出力端子706、708との間に並列にバックアップコンデンサ704を、電圧調整回路703からセル制御装置へ電力を供給する出力端子707、708との間に並列にバックアップコンデンサ705を接続する。
- [0172] 次に、本実施例の動作を説明する。電圧調整回路703は、入力端子701、702に印加される電圧をゲートドライバ及びセル制御装置が必要な電圧に変換し、ゲートドライバには出力端子706、708を介して、セル制御装置には出力端子707、708を介して電力を供給する。バックアップコンデンサ704、705の静電容量を下記のように選ぶことで、電圧調整回路703が停止した場合、ゲートドライバをセル制御装置よりも先に停止させることにより、セル制御装置が停止する際に誤パルスを出力した場合で

もスイッチング素子を誤点弧させなくすることができる。

[0173] ゲートドライバに出力する電圧をVGD、消費する電力をPGD、セル制御装置に出力する電圧をVCC、消費する電力をPCCとすると、バックアップコンデンサ704および705の静電容量CGD、CCCは式5の関係を満たすようにすれば、バックアップコンデンサ704の電圧の方がバックアップコンデンサ705の電圧より先に低下する。

[式5]

$$CGD < [\{ PGD \cdot (VCC)^2 \} / PCC \cdot (VGD)^2] \cdot CCC$$

[0174] 以上のように、各バックアップコンデンサの静電容量を決定することにより、電圧調整回路703が停止した場合、ゲートドライバをセル制御装置よりも先に停止させることができ、スイッチング素子が誤点弧することを防ぐことができる。

産業上の利用可能性

[0175] 本発明は、交流電力をいったん直流電力に変換する無効電力補償装置（SVC, STATCOM）やモータドライブ用電力変換装置、直流送電システム（HVDC）などの電力変換器を用いる機器に適用することが可能である。

符号の説明

[0176] 101 三相電力系統
 102 変圧器
 103, 303 電力変換装置
 104 変換器アーム
 105 セル（単位変換器）
 106 リアクトル
 107 中央制御装置
 108 交流電圧センサ
 109 電流センサ
 110, 205 光トランシーバ

- 1 1 1 光ファイバーケーブル
- 1 1 2 負荷装置
- 2 0 1 ハイサイド・スイッチング素子
- 2 0 2 ローサイド・スイッチング素子
- 2 0 3 直流コンデンサ
- 2 0 4 セル制御装置
- 2 0 6, 4 0 3, 4 0 4 ゲートドライバ
- 2 0 7 直流電圧センサ
- 2 0 8, 4 0 1, 4 0 2, 5 0 0, 6 0 0 自給電源
- 2 0 9 短絡スイッチ
- 5 0 1, 5 0 2, 6 0 1, 6 0 2, 7 0 1, 7 0 2 入力端子
- 5 0 3 放電防止ダイオード
- 5 0 4 制限抵抗
- 5 0 5 給電コンデンサ
- 5 0 6 電圧制限手段
- 5 0 7, 6 0 4, 7 0 3 電圧調整回路
- 5 0 8, 5 0 9, 6 0 5, 7 0 6, 7 0 7, 7 0 8 出力端子
- 6 0 3 分圧給電コンデンサ
- 7 0 4, 7 0 5 バックアップコンデンサ

請求の範囲

- [請求項1] カスケード接続された複数のセルを備える電力変換装置において、
前記各セルに主回路から電力を供給する自給電源を備えたことを特徴とする電力変換装置。
- [請求項2] 請求項1の電力変換装置において、
中央制御装置と前記セルを制御するセル制御装置とを備え、
該セル制御装置の電源を前記自給電源から供給することを特徴とする電力変換装置。
- [請求項3] 請求項1、又は2の電力変換装置において、
前記セルは、スイッチング素子と直流コンデンサから構成された主回路と、
前記直流コンデンサの電圧を検出する直流電圧センサと、
前記中央制御装置からの信号を受信し、前記セル制御装置は前記スイッチング素子のゲートパルスを生成し、
前記セル制御装置からのゲートパルスを受信し、スイッチング素子をオン・オフさせるゲートドライバとを備え、
前記自給電源は前記セル制御装置とゲートドライバに電源を供給することを特徴とする電力変換装置。
- [請求項4] 請求項1乃至3のうちの1つの電力変換装置において、
前記中央制御装置と各セル制御装置は光ファイバーケーブルでデジタイチェーン接続されていることを特徴とする電力変換装置。
- [請求項5] 請求項1乃至3のうちの1つの電力変換装置において、
前記中央制御装置と各セル制御装置は光ファイバーケーブルでスター結線接続されていることを特徴とする電力変換装置。
- [請求項6] 請求項1乃至5のうちの1つの電力変換装置において、
前記セルの主回路は、スイッチング素子と直流コンデンサを備え、
前記セルの前記直流コンデンサまたはスイッチング素子が故障したことを判別する信号を中央制御装置とセル制御装置間で通信すること

を特徴とする電力変換装置。

- [請求項7] 請求項1乃至6のうちの1つの電力変換装置において、
前記中央制御装置は前記セル制御装置と通信ができなくなったこと
をもって、該セルの直流コンデンサまたはスイッチング素子の故障と
判定することを特徴とする電力変換装置。
- [請求項8] 請求項1乃至7のうちの1つの電力変換装置において、
前記自給電源は直流コンデンサから供給することを特徴とする電力
変換装置。
- [請求項9] 請求項1乃至7のうちの1つの電力変換装置において、
前記自給電源はスイッチング素子に印加される電圧から供給するこ
とを特徴とする電力変換装置。
- [請求項10] 請求項1乃至8のうちの1つの電力変換装置において、
前記自給電源は複数の分圧用給電コンデンサからなる直列体と、前
記各分圧用給電コンデンサの電圧を調整する電圧調整回路を備え、該
各電圧調整回路の出力が並列に接続されたことを特徴とする電力変換
装置。
- [請求項11] 請求項10の電力変換装置において、
前記電圧調整回路は、各分圧用給電コンデンサの電圧を検出して、
前記各電圧調整回路の出力を調整する機能を備えたことを特徴とする
電力変換装置。
- [請求項12] 請求項1乃至9のうちの1つの電力変換装置において、
前記自給電源は電力を蓄積する給電コンデンサと、
該給電コンデンサの放電を防止する放電防止ダイオードと、
前記主回路から前記自給電源に流れ込む電流を制限する制限抵抗と
、
前記給電コンデンサの電圧を一定に制御する電圧制限手段と、
前記給電コンデンサの電圧を調整する電圧調整回路を備えたことを
特徴とする電力変換装置。

- [請求項13] 請求項 1 乃至 1 2 のうちの 1 つの電力変換装置において、
前記電圧調整回路は複数の出力端子を備え、該電圧調整回路の出力端子と並列にバックアップコンデンサを接続し、該バックアップコンデンサの放電時定数に差をつけたことを特徴とする電力変換装置。
- [請求項14] 請求項 1 乃至 1 4 のうちの 1 つの電力変換装置において、前記セルの出力端子にノーマリーオンの短絡スイッチを接続し、前記短絡スイッチの駆動電力を前記自給電源から供給することを特徴とする電力変換装置。
- [請求項15] 請求項 4 に記載の電力変換装置において、
前記中央制御装置は、各セルのうち一つが故障した場合、該故障したセルを特定する手段を備え、該故障したセル以外のセルに各セルのセル制御装置と中央制御装置との間の通信の伝送遅延時間をバランスさせる信号を伝送することを特徴とする電力変換装置。

補正された請求の範囲
[2011年7月1日 (01.07.2011) 国際事務局受理]

- [請求項1] (補正後)
- カスケード接続された複数のセルを備える電力変換装置において、
前記各セルに主回路から電力を供給する自給電源と中央制御装置と
前記セルを制御するセル制御装置とを備え、該セル制御装置の電源を
前記自給電源から供給する
ことを特徴とする電力変換装置。
- [請求項2] (削除)
- [請求項3] 請求項 1、又は 2 の電力変換装置において、
前記セルは、スイッチング素子と直流コンデンサから構成された主
回路と、
前記直流コンデンサの電圧を検出する直流電圧センサと、
前記中央制御装置からの信号を受信し、前記セル制御装置は前記ス
イッチング素子のゲートパルスを生成し、
前記セル制御装置からのゲートパルスを受信し、スイッチング素子
をオン・オフさせるゲートドライバとを備え、
前記自給電源は前記セル制御装置とゲートドライバに電源を供給す
ることを特徴とする電力変換装置。
- [請求項4] 請求項 1 乃至 3 のうちの 1 つの電力変換装置において、
前記中央制御装置と各セル制御装置は光ファイバーケーブルでデ
ジチェーン接続されていることを特徴とする電力変換装置。
- [請求項5] 請求項 1 乃至 3 のうちの 1 つの電力変換装置において、
前記中央制御装置と各セル制御装置は光ファイバーケーブルでスタ
ー結線接続されていることを特徴とする電力変換装置。
- [請求項6] 請求項 1 乃至 5 のうちの 1 つの電力変換装置において、
前記セルの主回路は、スイッチング素子と直流コンデンサを備え、
前記セルの前記直流コンデンサまたはスイッチング素子が故障した
ことを判別する信号を中央制御装置とセル制御装置間で通信すること

を特徴とする電力変換装置。

- [請求項7] 請求項1乃至6のうちの1つの電力変換装置において、
前記中央制御装置は前記セル制御装置と通信ができなくなったこと
をもって、該セルの直流コンデンサまたはスイッチング素子の故障と
判定することを特徴とする電力変換装置。
- [請求項8] 請求項1乃至7のうちの1つの電力変換装置において、
前記自給電源は直流コンデンサから供給することを特徴とする電力
変換装置。
- [請求項9] 請求項1乃至7のうちの1つの電力変換装置において、
前記自給電源はスイッチング素子に印加される電圧から供給するこ
とを特徴とする電力変換装置。
- [請求項10] 請求項1乃至8のうちの1つの電力変換装置において、
前記自給電源は複数の分圧用給電コンデンサからなる直列体と、前
記各分圧用給電コンデンサの電圧を調整する電圧調整回路を備え、該
各電圧調整回路の出力が並列に接続されたことを特徴とする電力変換
装置。
- [請求項11] 請求項10の電力変換装置において、
前記電圧調整回路は、各分圧用給電コンデンサの電圧を検出して、
前記各電圧調整回路の出力を調整する機能を備えたことを特徴とする
電力変換装置。
- [請求項12] 請求項1乃至9のうちの1つの電力変換装置において、
前記自給電源は電力を蓄積する給電コンデンサと、
該給電コンデンサの放電を防止する放電防止ダイオードと、
前記主回路から前記自給電源に流れ込む電流を制限する制限抵抗と
、
前記給電コンデンサの電圧を一定に制御する電圧制限手段と、
前記給電コンデンサの電圧を調整する電圧調整回路を備えたことを
特徴とする電力変換装置。

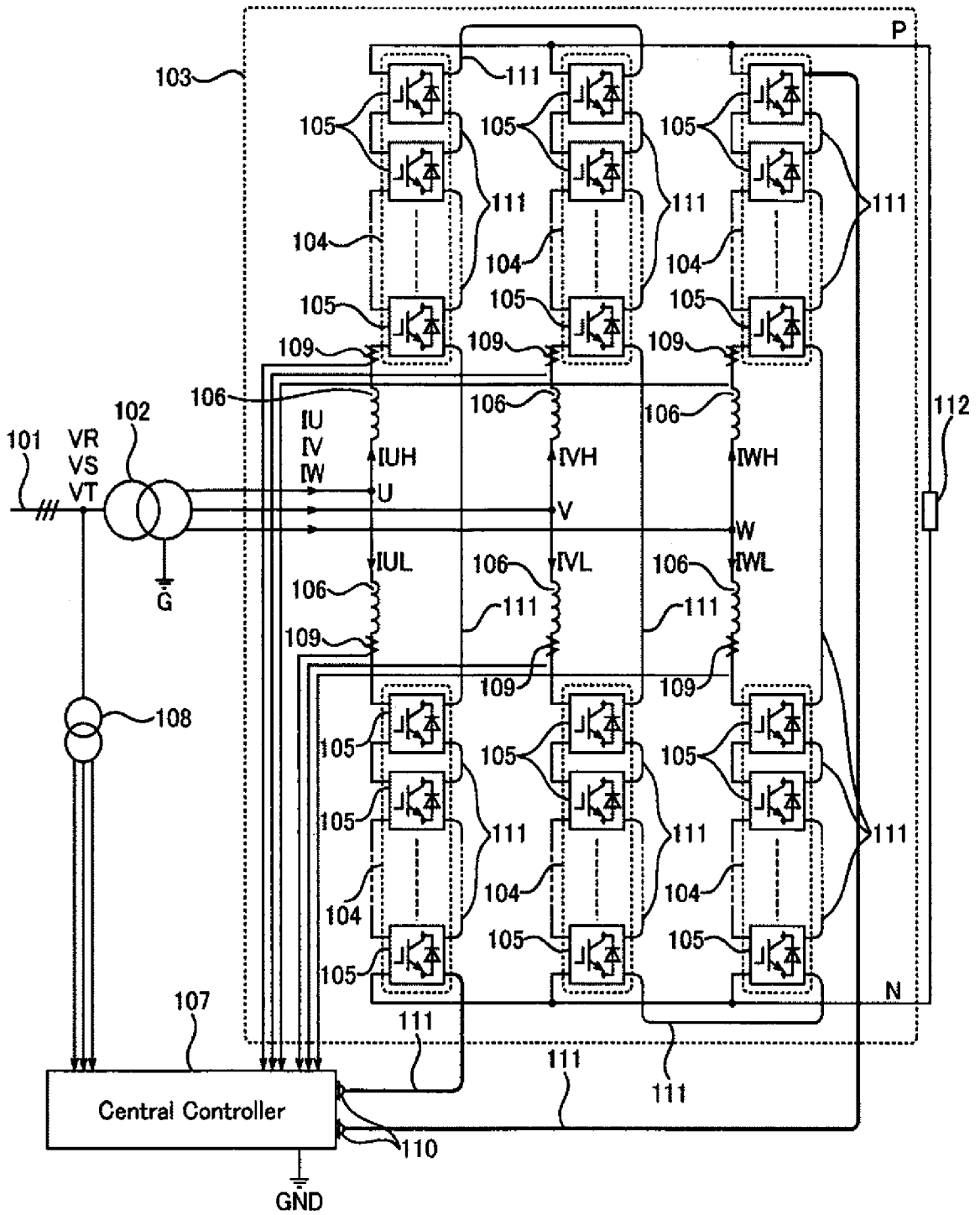
- [請求項13] 請求項1乃至12のうちの1つの電力変換装置において、
前記電圧調整回路は複数の出力端子を備え、該電圧調整回路の出力端子と並列にバックアップコンデンサを接続し、該バックアップコンデンサの放電時定数に差をつけたことを特徴とする電力変換装置。
- [請求項14] 請求項1乃至14のうちの1つの電力変換装置において、前記セルの出力端子にノーマリーオンの短絡スイッチを接続し、前記短絡スイッチの駆動電力を前記自給電源から供給することを特徴とする電力変換装置。
- [請求項15] 請求項4に記載の電力変換装置において、
前記中央制御装置は、各セルのうち一つが故障した場合、該故障したセルを特定する手段を備え、該故障したセル以外のセルに各セルのセル制御装置と中央制御装置との間の通信の伝送遅延時間をバランスさせる信号を伝送することを特徴とする電力変換装置。

条約第19条（1）に基づく説明書

1. 請求の範囲請求項 1 に請求項 2 の要件を追加した。
2. 請求の範囲請求項 2 を削除した。

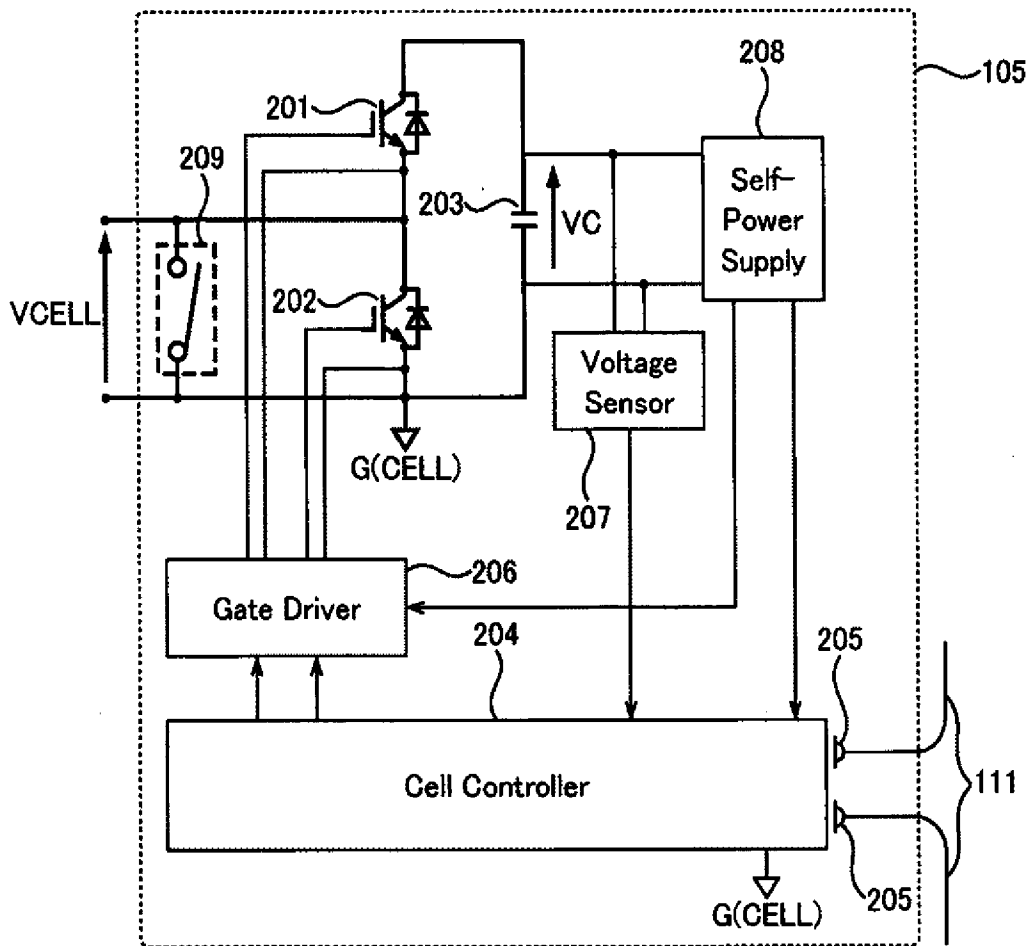
[図1]

図 1



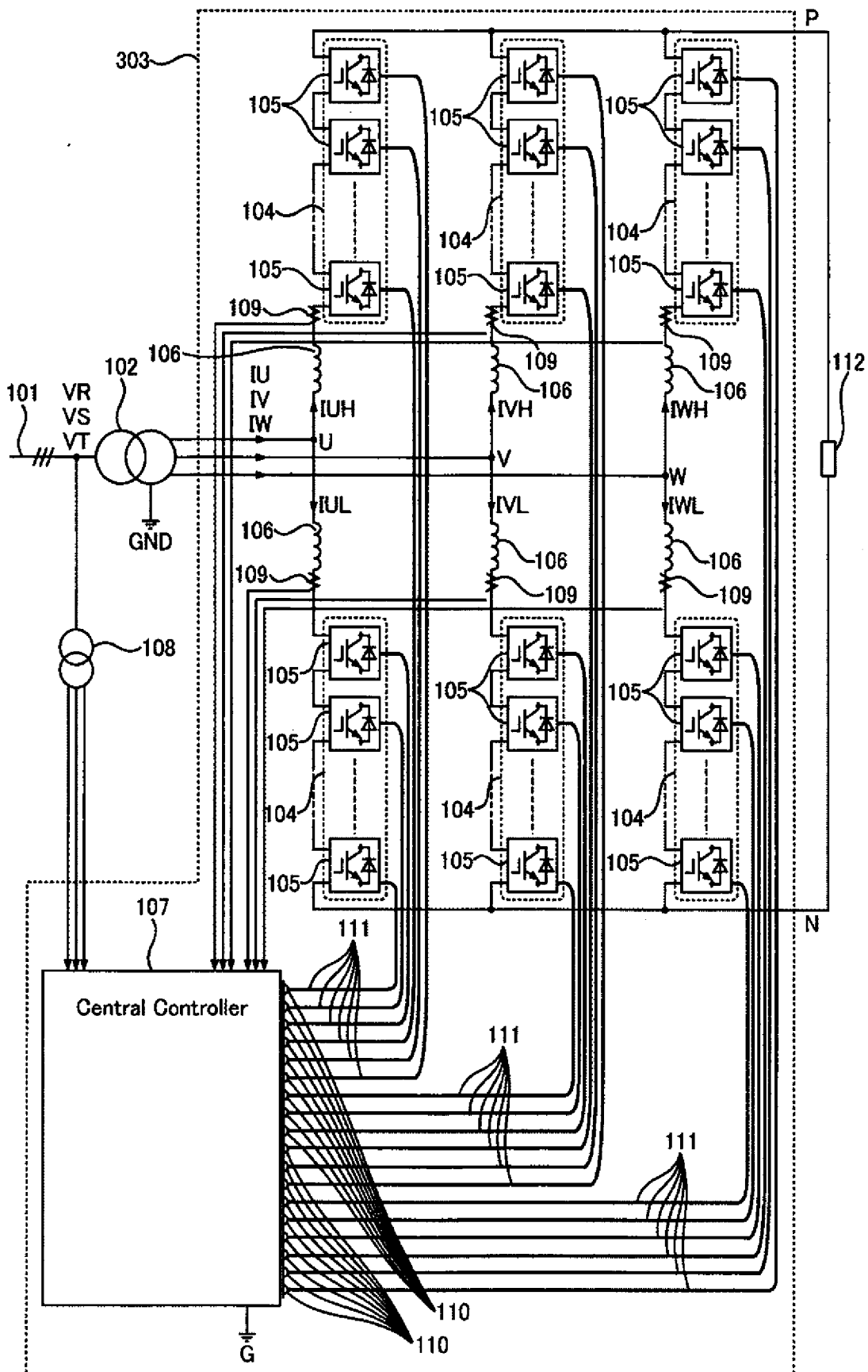
[図2]

図 2



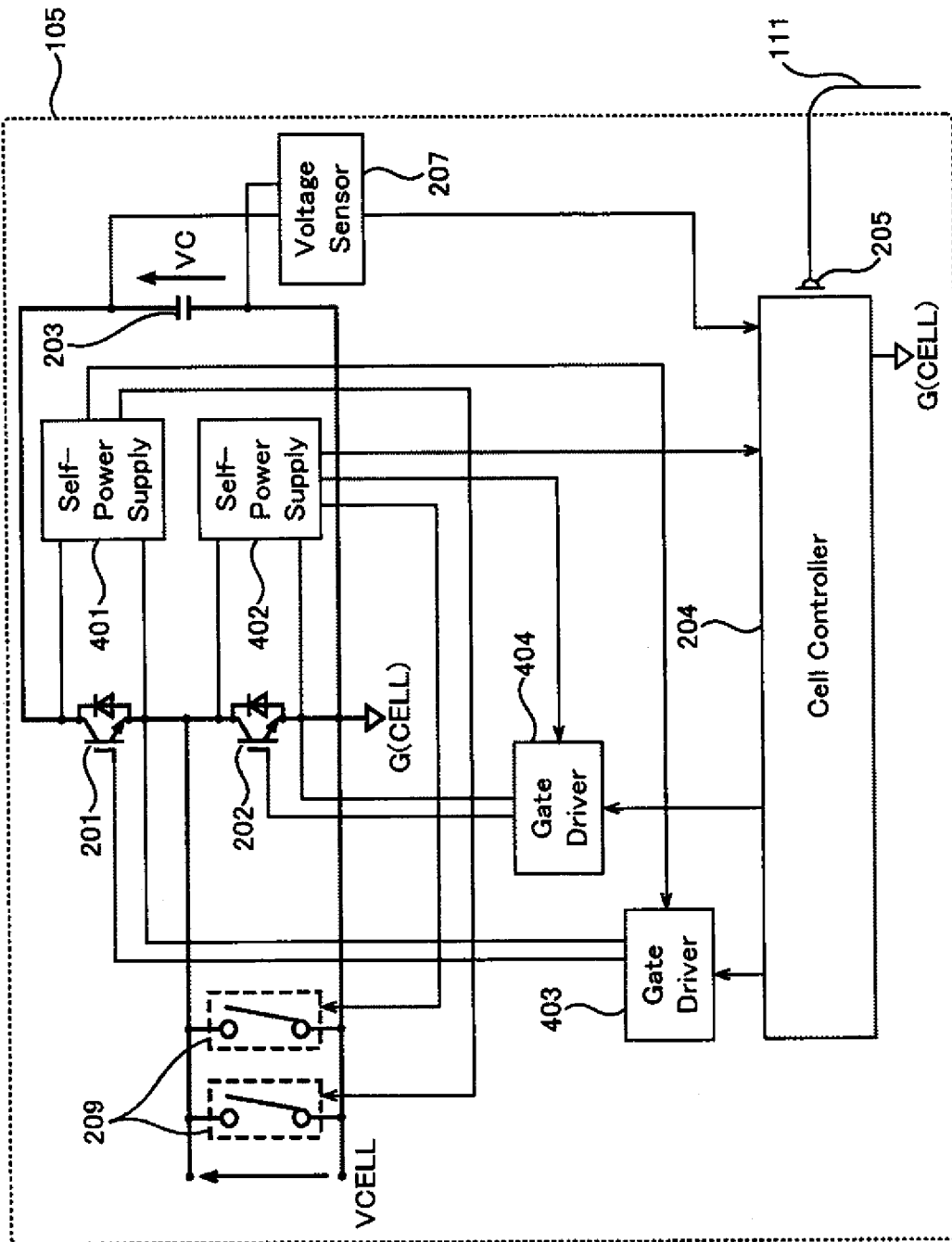
[図3]

図 3



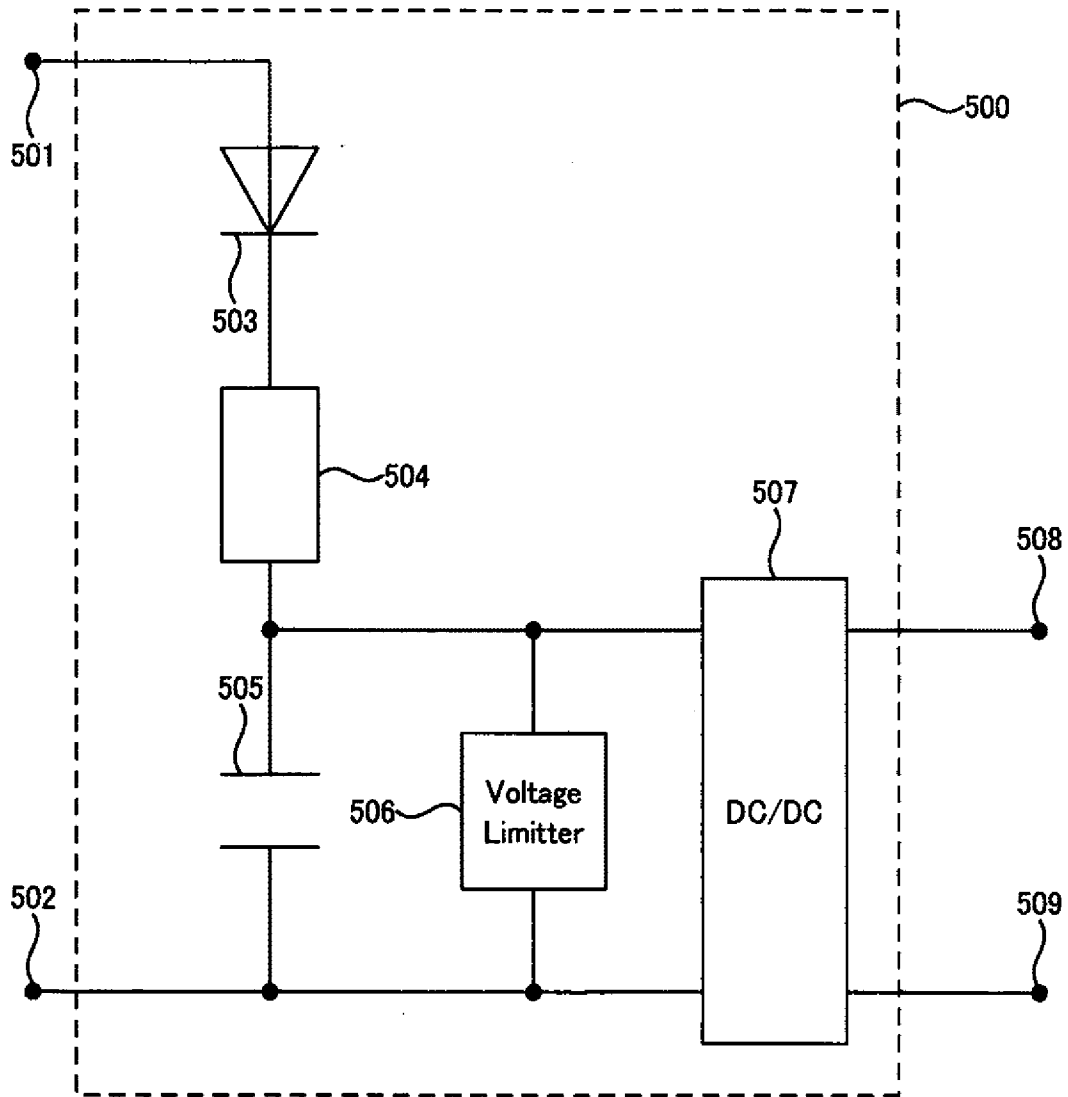
[図4]

図 4



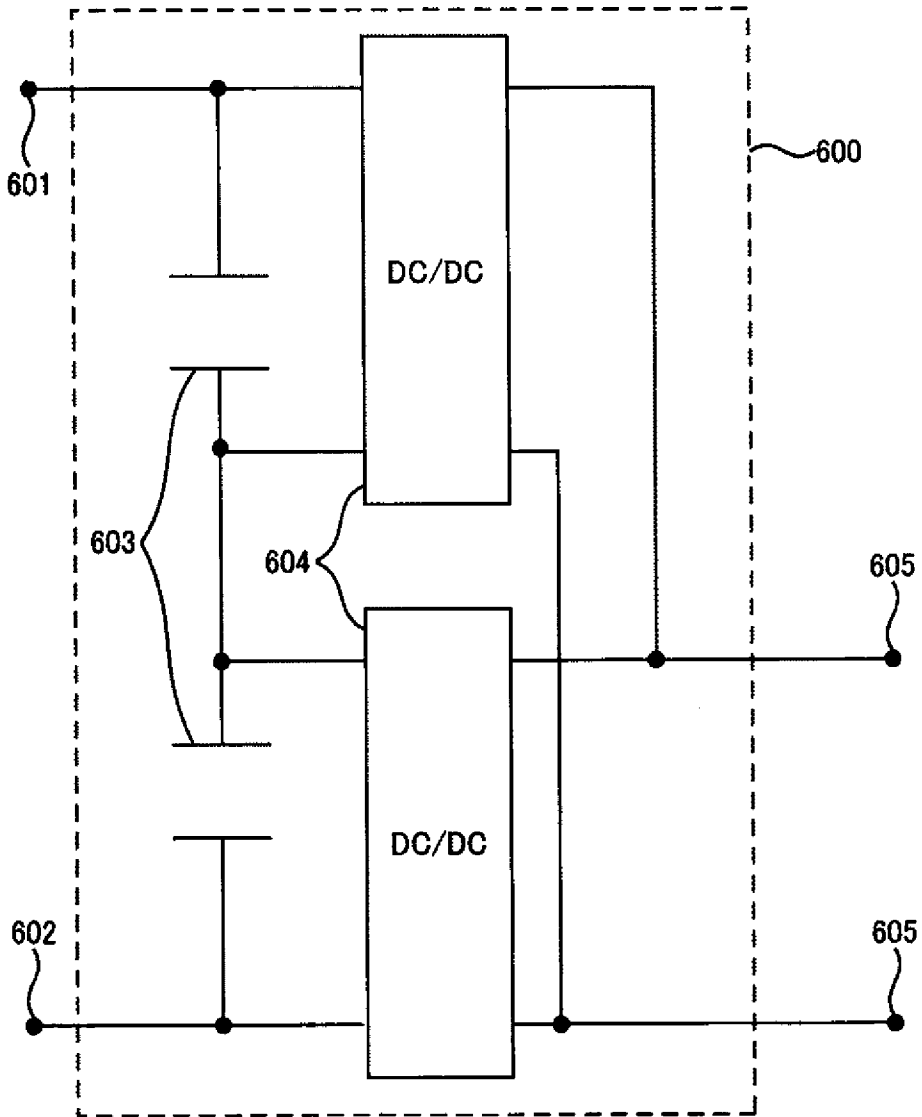
[図5]

図 5



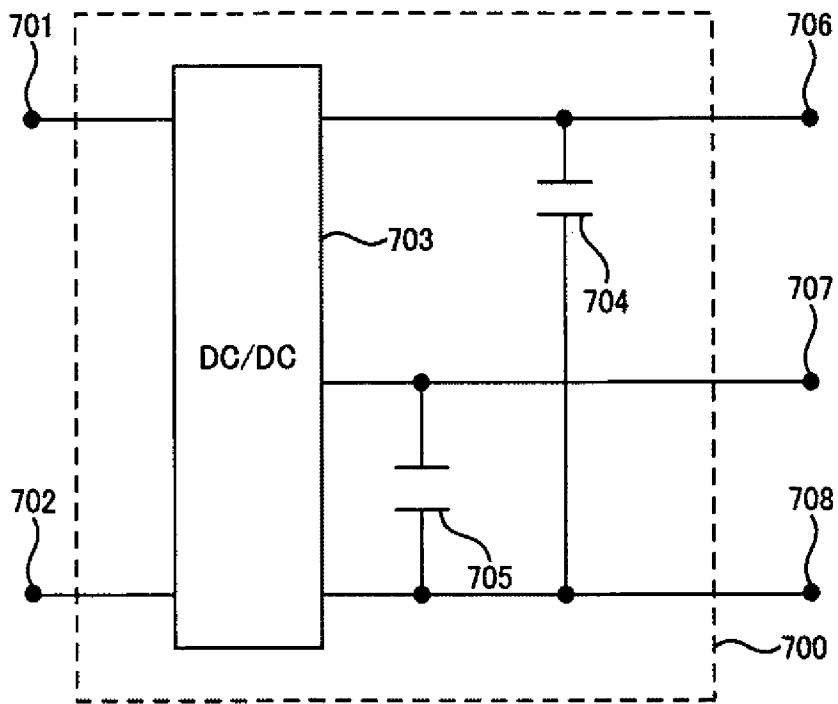
[図6]

図 6



[図7]

図 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/052771

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M1/08 (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)

H02M1/08

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	Makoto HAGIWARA, "PWM Control and Experiment of Modular Multilevel Converters", The Transactions of the Institute of Electrical Engineers of Japan, vol.128, no.7, The Institute of Electrical Engineers of Japan, 2008.07, pages 957 to 965	1, 8, 9 2-7, 10-15
Y A	JP 2009-159184 A (Hitachi, Ltd.), 16 July 2009 (16.07.2009), paragraphs [0040], [0090]; fig. 1 & US 2009/0168471 A1 & DE 102008055052 A1	1, 8, 9 2-7, 10-15
Y A	JP 11-122952 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 30 April 1999 (30.04.1999), paragraphs [0011] to [0012]; fig. 1 (Family: none)	8, 9 2-7, 10-15

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
06 May, 2011 (06.05.11)

Date of mailing of the international search report
17 May, 2011 (17.05.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02M1/08(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. H02M1/08

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	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	萩原誠, モジュラー・マルチレベル変換器 (MMC) の PWM 制御法と動作検証, 電気学会論文誌, 128 巻 7 号, 電気学会, 2008.07, 957 ページ-965 ページ	1, 8, 9 2-7, 10-15
Y A	JP 2009-159184 A (株式会社日立製作所) 2009.07.16, 【0040】、【0090】、図 1 & US 2009/0168471 A1 & DE 102008055052 A1	1, 8, 9 2-7, 10-15
Y A	JP 11-122952 A (富士電機株式会社) 1999.04.30, 【0011】 - 【0012】、図 1 (ファミリーなし)	8, 9 2-7, 10-15

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

06.05.2011

国際調査報告の発送日

17.05.2011

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/JP)
 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)	3V	3519
天坂 康種		
電話番号 03-3581-1101 内線 3358		