

(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  
2018年2月8日(08.02.2018)



(10) 国際公開番号  
**WO 2018/025307 A1**

- (51) 国際特許分類:  
H02M 5/27 (2006.01) H02J 3/36 (2006.01)  
H02J 3/34 (2006.01) H02M 7/48 (2007.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/072510
- (22) 国際出願日: 2016年8月1日(01.08.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 藤澤 昂 征 (FUJISAWA, Takayuki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7

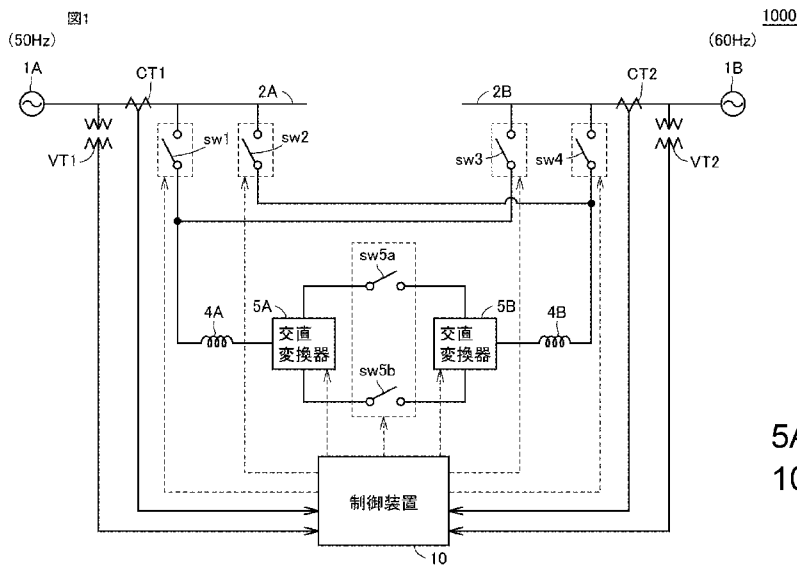
番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).  
石田 圭佑 (ISHIDA, Keisuke); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(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二丁目2番7号 中之島セントラルタワー 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,

(54) Title: ELECTRIC POWER CONTROL SYSTEM, AND CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 電力制御システム、および制御装置



5A, 5B AC/DC converter  
10 Control device

(57) Abstract: An electric power control system (1000), provided with: a first AC/DC converter (5A); a second AC/DC converter (5B); a first switch (sw1) connected between the first AC/DC converter and a first power transmission line (2A) of a first electric power system (1A) having a first system frequency; a second switch (sw2) connected between the first power transmission line and the second AC/DC converter; a third switch (sw3) connected between the first AC/DC converter and a second power transmission line (2B) of a second electric power system (1B) having a second system frequency; a fourth switch (sw4) connected between the second power transmission line and the second AC/DC converter; a fifth switch (sw5) connected between the first AC/DC converter and the second AC/DC converter; and a control device



WO 2018/025307 A1

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

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

(10). When the first and second AC/DC converters are to be operated as back-to-back (BTB) AC/DC converters, the control device controls at least the fifth switch so as to be in a closed state, and when the first and second AC/DC converters are to be operated as reactive power compensation devices, the control device controls at least the fifth switch so as to be in an open state.

(57) 要約 : 電力制御システム (1000) は、第1交直変換器 (5A) と、第2交直変換器 (5B) と、第1系統周波数を有する第1電力系統 (1A) の第1送電線 (2A) と第1交直変換器との間に接続される第1開閉器 (sw1) と、第1送電線と第2交直変換器との間に接続される第2開閉器 (sw2) と、第2系統周波数を有する第2電力系統 (1B) の第2送電線 (2B) と、第1交直変換器との間に接続される第3開閉器 (sw3) と、第2送電線と第2交直変換器との間に接続される第4開閉器 (sw4) と、第1交直変換器と第2交直変換器との間に接続される第5開閉器 (sw5) と、制御装置 (10) とを備える。制御装置は、第1および第2交直変換器をBTB (Back to Back) 方式の交直変換器として動作させる場合には、少なくとも第5開閉器を閉成状態に制御し、無効電力補償装置として動作させる場合には、少なくとも第5開閉器を開放状態に制御する。

## 明 細 書

**発明の名称**：電力制御システム、および制御装置

### 技術分野

[0001] 本開示は、電力制御システムおよび制御装置に関し、特に、系統周波数が異なる複数の電力系統の電力を制御するための電力制御システム、および制御装置に関する。

### 背景技術

[0002] 従来、電力送電システムの安定化のために、フレキシブル交流送電システム (flexible AC transmission systems: FACTS) 機器と呼ばれるパワーエレクトロニクスを応用した電力機器が採用されている。FACTS機器の一例としては、自励式の静止型無効電力補償装置 (Static synchronous compensator: STATCOM) が知られている。

[0003] 例えば、米国特許第6411067号明細書 (特許文献1) には、交流電流の送電線における電力潮流を制御するための装置が開示されている。当該装置は、第1の点で送電線に接続される第1電圧源変換器と、第2の点で送電線に接続される第2電圧源変換器と、第1および第2電圧源変換器に並列接続され、送電線における第1の点と第2の点との間に接続されるバイパススイッチとを備える。第1および第2電圧源変換器は、バイパススイッチが開放されている場合にはBTB (Back to Back) ステーションとして動作し、バイパススイッチが閉じられている場合には静止型無効電力補償装置として動作する。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：米国特許第6411067号明細書

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1の技術では、送電線における第1の点および第

2の点における系統周波数が異なる場合には、バイパススイッチを投入できないため、第1および第2電圧源変換器を無効電力補償装置として動作させることができないという問題がある。

[0006] 本開示は、上記のような問題に鑑みてなされたものであって、ある局面における目的は、互いに系統周波数が異なる複数の電力系統において、柔軟かつ適切な電力制御を実現することができる電力制御システム、および制御装置を提供することである。

### 課題を解決するための手段

[0007] ある実施の形態に従う電力制御システムは、第1交直変換器と、第2交直変換器と、第1系統周波数を有する第1電力系統の第1送電線と第1交直変換器の交流端子との間に接続される第1開閉器と、第1送電線と第2交直変換器の交流端子との間に接続される第2開閉器と、第1系統周波数とは異なる第2系統周波数を有する第2電力系統の第2送電線と、第1交直変換器の交流端子との間に接続される第3開閉器と、第2送電線と第2交直変換器の交流端子との間に接続される第4開閉器と、第1交直変換器の直流端子と第2交直変換器の直流端子との間に接続される第5開閉器と、第1ならびに第2交直変換器、および第1～第5開閉器の動作を制御する制御装置とを備える。制御装置は、第1および第2交直変換器をB T B (Back to Back)方式の交直変換器として動作させる場合には、少なくとも第5開閉器を閉成状態に制御し、第1および第2交直変換器を無効電力補償装置として動作させる場合には、少なくとも第5開閉器を開放状態に制御する。

[0008] 他の実施の形態に従うと、第1系統周波数を有する第1電力系統と、第1系統周波数とは異なる第2系統周波数を有する第2電力系統の電力を制御するための制御装置が提供される。制御装置は、第1交直変換器および第2交直変換器の動作を制御する変換器制御部と、第1～第5開閉器の動作を制御する開閉器制御部とを備える。第1開閉器は、第1電力系統の第1送電線と第1交直変換器の交流端子との間に接続される。第2開閉器は、第1送電線と第2交直変換器の交流端子との間に接続される。第3開閉器は、第2電力

システムの第2送電線と第1交直変換器の交流端子との間に接続される。第4開閉器は、第2送電線と第2交直変換器の交流端子との間に接続される。第5開閉器は、第1交直変換器の直流端子と第2交直変換器の直流端子との間に接続される。変換器制御部が、第1および第2交直変換器をB T B (Back to Back) 方式の交直変換器として動作させる場合には、開閉器制御部は、少なくとも第5開閉器を閉成状態に制御する。変換器制御部が、第1および第2交直変換器を無効電力補償装置として動作させる場合には、開閉器制御部は、少なくとも第5開閉器を開放状態に制御する。

### 発明の効果

[0009] 本開示によると、互いに系統周波数が異なる複数の電力系統において、柔軟かつ適切な電力制御を実現することが可能となる。

### 図面の簡単な説明

[0010] [図1]電力制御システムの全体構成の一例を示す図である。

[図2]交直変換器の全体構成を示す回路図である。

[図3]セルの回路構成を示す図である。

[図4]制御装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

[図5]各モードと、各開閉器の開閉状態との関係を説明するための図である。

[図6]B T Bモードを説明するための図である。

[図7]シングルS T A T C O Mモード (50Hz) を説明するための図である。  
。

[図8]シングルS T A T C O Mモード (60Hz) を説明するための図である。  
。

[図9]ダブルS T A T C O Mモード (50Hz) を説明するための図である。

[図10]ダブルS T A T C O Mモード (60Hz) を説明するための図である。  
。

[図11]制御装置の機能ブロック図である。

[図12]制御装置の処理手順を示すフローチャートである。

### 発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。以下の説明では、同一の部品には同一の符号を付してある。それらの名称および機能も同じである。したがって、それらについての詳細な説明は繰り返さない。

[0012] <全体構成>

図1は、電力制御システムの全体構成の一例を示す図である。図1を参照して、電力制御システムは、電力系統1A、1Bと、送電線2A、2Bと、複数の連系リアクトル4A、4Bと、複数の交直変換器5A、5Bと、複数の開閉器sw1、sw2、sw3、sw4、sw5a、sw5b（以下、「開閉器sw」とも総称する。）と、制御装置10とを含む。なお、開閉器は、遮断器であってもよいし、断路器であってもよい。

[0013] 本実施の形態では、電力系統1Aは、系統周波数が50Hzの3相交流系統であり、電力系統1Bは、系統周波数が60Hzの3相交流系統であるとする。このように、電力系統1Aおよび電力系統1Bの系統周波数は互いに異なるものとする。

[0014] 開閉器sw1は、電力系統1Aの送電線2Aと交直変換器5Aの交流側の端子（交流端子）との間に接続される。具体的には、開閉器sw1の1次側の端子（1次端子）は送電線2Aに接続され、2次側の端子（2次端子）は連系リアクトル4Aを介して交直変換器5Aの交流端子に接続される。

[0015] 開閉器sw2は、送電線2Aと交直変換器5Bの交流端子との間に接続される。具体的には、開閉器sw2の1次端子は送電線2Aに接続され、2次端子は連系リアクトル4Bを介して交直変換器5Bの交流端子に接続される。

[0016] 開閉器sw3は、電力系統1Bの送電線2Bと交直変換器5Aの交流端子との間に接続される。具体的には、開閉器sw3の1次端子は送電線2Bに接続され、2次端子は連系リアクトル4Aを介して交直変換器5Aの交流端子に接続される。

[0017] 開閉器sw4は、送電線2Bと交直変換器5Bの交流端子との間に接続さ

れる。具体的には、開閉器  $sw4$  の 1 次端子は送電線 2 B に接続され、2 次端子は連系リアクトル 4 B を介して交直変換器 5 B の交流端子に接続される。

[0018] 開閉器  $sw5a$ ,  $sw5b$  (以下、「開閉器  $sw5$ 」とも総称する。) は、交直変換器 5 A の直流側の端子 (直流端子) と交直変換器 5 B の直流端子との間に接続される。具体的には、開閉器  $sw5a$  は、交直変換器 5 A の正極側の直流端子 (正極直流端子) と、交直変換器 5 B の正極直流端子との間に接続される。開閉器  $sw5b$  は、交直変換器 5 A の負極側の直流端子 (負極直流端子) と、交直変換器 5 B の負極直流端子との間に接続される。

[0019] 交直変換器 5 A, 5 B は、有効電力と無効電力とを独立して制御できる自励式の電圧型電力変換器で構成されている。例えば、交直変換器 5 A, 5 B は、モジュラーマルチレベル変換器 (MMC : Modular Multilevel Converter) によって構成されている。

[0020] 図 2 は、交直変換器の全体構成を示す回路図である。なお、交直変換器 5 B の回路構成は、交直変換器 5 A の回路構成と同様であるため、以下、交直変換器 5 A を代表として説明する。

[0021] 図 2 を参照して、交直変換器 5 A は、レグ回路 11 U, 11 V, 11 W を含む。レグ回路 11 は、交流を構成する複数相の各相ごとに設けられ、電力変換を行う。図 2 には電力系統 1 A が 3 相交流系統の場合が示され、U 相、V 相、W 相にそれぞれ対応して 3 個のレグ回路 11 U, 11 V, 11 W が設けられる。レグ回路 11 U, 11 V, 11 W にそれぞれ設けられた交流端子 NU, NV, NW は、連系リアクトル 4 A を介して電力系統 1 A (送電線 2 A) に接続される。各レグ回路 11 に共通に設けられた正極直流端子 NP および負極直流端子 NN は、それぞれ開閉器  $sw5a$ ,  $sw5b$  を介して交直変換器 5 B の正極直流端子 NP および負極直流端子 NN に接続される。

[0022] 図 2 では、レグ回路 11 U, 11 V, 11 W にそれぞれ交流端子 NU, NV, NW を設ける構成について示しているが、当該構成に限られない。例えば、交流端子 NU, NV, NW に代えてレグ回路 11 U, 11 V, 11 W に

それぞれ一次巻線を設け、この一次巻線と磁気結合する二次巻線を介してレグ回路11U, 11V, 11Wが連系リアクトル4Aに交流的に接続されるように構成されていてもよい。すなわち、レグ回路11は、交流端子NU, NV, NWまたは上記の一次巻線など、各レグ回路11U, 11V, 11Wに設けられた接続部を介して電氣的に連系リアクトル4Aと接続される。

[0023] レグ回路11Uは、正極直流端子NPから交流端子NUまでの正極側アーム（上アーム）12Uと、負極直流端子NNから交流端子NUまでの負極側アーム（下アーム）13Uとを含む。正極側アーム12Uと負極側アーム13Uとの接続点である交流端子NUが連系リアクトル4Aに接続される。レグ回路11V, 11Wについても同様の構成を有しているので、以下、レグ回路11Uを代表として説明する。

[0024] 正極側アーム12Uは、カスケード接続された複数のセル（チョップセル）L1~Lnを含む。同様に、負極側アーム13Uは、カスケード接続された複数のセルL1~Lnを含む。

[0025] 図3は、セルLの回路構成を示す図である。セルL1~Lnの構成は、図3に示すセルLの構成と同じである。図3を参照して、セルLは、2つのスイッチング素子Q1, Q2と、2つのダイオードD1, D2と、コンデンサCとを含む。セルLは、制御装置10から送信されるゲート信号に基づいて、2つのスイッチング素子Q1, Q2がスイッチングすることにより動作（駆動）する。スイッチング素子Q1, Q2は、たとえばIGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）などの電力半導体素子である。

[0026] 2つのスイッチング素子Q1, Q2は、直列に接続されている。ダイオードD1, D2は、スイッチング素子Q1, Q2にそれぞれ逆並列に接続される還流ダイオードである。エネルギー蓄積素子としてのコンデンサCは、直列接続されたスイッチング素子Q1, Q2と並列に接続されている。典型的には、スイッチング素子Q2の一端から引き出されたセル端子E1は、正極側に隣接するセルLのセル端子E2と接続される。スイッチング素子Q2の他端から引き出されたセル端子E2は、負極側に隣接するセルLのセル端子

E 1 と接続される。

[0027] なお、各交直変換器 5 A, 5 B は、自励式の電圧側交直変換器であればよく、モジュラーマルチレベル変換器で構成されていなくてもよい。例えば、各交直変換器 5 A, 5 B の回路方式は、交流電力を 2 レベルの直流電力に変換する 2 レベル変換器で構成されていてもよいし、交流電力を 3 レベルの直流電力に変換する 3 レベル変換器で構成されていてもよい。

[0028] 再び、図 1 を参照して、電流を検出するためのセンサである変流器 C T 1 は、送電線 2 A の各相電流を検出し、その各相電流の電流値を制御装置 1 0 に入力する。同様に、変流器 C T 2 は、送電線 2 B の各相電流を検出し、その各相電流の電流値を制御装置 1 0 に入力する。

[0029] 電圧を検出するためのセンサである変成器 V T 1 は、送電線 2 A の各相電圧を検出し、その各相電圧の電圧値を制御装置 1 0 に入力する。同様に、変成器 V T 2 は、送電線 2 B の各相電圧を検出し、その各相電圧の電圧値を制御装置 1 0 に入力する。

[0030] 制御装置 1 0 は、入力された電流値および電圧値に基づいて、各種処理を実行する。具体的には、制御装置 1 0 は、交直変換器 5 A, 5 B の動作制御、開閉器 s w の開閉制御、事故判定等を行なう。なお、制御装置 1 0 の具体的な処理内容については後述する。

[0031] <制御装置のハードウェア構成>

図 4 は、制御装置 1 0 のハードウェア構成の一例を示す図である。図 4 を参照して、制御装置 1 0 は、補助変成器 5 0 と、A D (Analog to Digital) 変換部 6 0 と、演算処理部 7 0 とを含む。

[0032] 補助変成器 5 0 は、変流器 C T 1, C T 2 および変成器 V T 1, V T 2 からの系統電気量を取り込み、より小さな電気量に変換して出力する。

[0033] A D 変換部 6 0 は、補助変成器 5 0 から出力される系統電気量 (アナログ量) を取り込んでデジタルデータに変換する。具体的には、A D 変換部 6 0 は、アナログフィルタと、サンプルホールド回路と、マルチプレクサと、A D 変換器とを含む。

- [0034] アナログフィルタは、補助変成器50から出力される電流および電圧の波形信号から高周波のノイズ成分を除去する。サンプルホールド回路は、アナログフィルタから出力される電流および電圧の波形信号を予め定められたサンプリング周期でサンプリングする。マルチプレクサは、演算処理部70から入力されるタイミング信号に基づいて、サンプルホールド回路から入力される波形信号を時系列で順次切り替えてAD変換器に入力する。AD変換器は、マルチプレクサから入力される波形信号をアナログデータからデジタルデータに変換する。AD変換器は、デジタル変換した波形信号（デジタルデータ）を演算処理部70へ出力する。
- [0035] 演算処理部70は、CPU（Central Processing Unit）72と、ROM73と、RAM74と、DI（デジタル入力）回路75と、DO（デジタル出力）回路76と、入力インターフェイス（I/F）77とを含む。これらは、バス71で結合されている。
- [0036] CPU72は、予めROM73に格納されたプログラムを読み出して実行することによって、制御装置10の動作を制御する。なお、ROM73には、CPU72によって用いられる各種情報が格納されている。CPU72は、たとえば、マイクロプロセッサである。なお、当該ハードウェアは、CPU以外のFPGA（Field Programmable Gate Array）、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）およびその他の演算機能を有する回路などであってもよい。
- [0037] CPU72は、バス71を介して、AD変換部60からデジタルデータを取り込む。CPU72は、ROM73に格納されているプログラムに従って、取り込んだデジタルデータを用いて制御演算を実行する。CPU72は、制御演算結果に基づいて、DO回路76を介して、交直変換器5A、5Bおよび開閉器SWに制御指令を出力する。また、CPU72は、DI回路75を介して、その制御指令に対する応答を受け取る。入力インターフェイス77は、典型的には、各種ボタン等であり、系統運用者からの各種設定操作を受け付ける。

[0038] <動作モード>

本実施の形態に従う制御装置10は、複数の動作モードにて電力制御を実行可能に構成されている。以下、図5～図10を参照しながら、各動作モードについて具体的に説明する。

[0039] 図5は、各モードと、各開閉器の開閉状態との関係を説明するための図である。なお、図5では、開閉器sw5a, sw5bを開閉器sw5と総称している。図6は、BTBモードを説明するための図である。図7は、シングルSTATCOMモード(50Hz)を説明するための図である。図8は、シングルSTATCOMモード(60Hz)を説明するための図である。図9は、ダブルSTATCOMモード(50Hz)を説明するための図である。図10は、ダブルSTATCOMモード(60Hz)を説明するための図である。なお、図6～図10においては、説明の容易化のため、電力制御システム1000の構成の一部を図示しないが、これらは上述した図1のように構成されている。

[0040] (BTBモード)

図5, 図6を参照して、BTBモードについて説明する。制御装置10は、各交直変換器5A, 5BをBTBモードで動作させる場合には、各開閉器sw1, sw4, sw5をON状態(閉成状態)に制御し、各開閉器sw2, sw3をOFF状態(開放状態)に制御する(図5中のNo. 1のBTBモードに対応)。BTBモードとは、交流電力を一度直流に変換してから交流を出力するいわゆるBTB方式を採用したモードである。BTBモードとは、交流電力を一度直流に変換してから交流を出力するいわゆるBTB方式を採用したモードである。BTBモードでは、たとえば電力系統1Aから電力系統1Bに(あるいはその逆方向に)有効電力を送電し、同時に無効電力補償を行なう。STATCOMモードでは、たとえば当該有効電力の送電を停止し、後述する無効電力補償を行なう。なお、図5中の「ON」は開閉器がON状態であることを示し、図5中の「-」は開閉器がOFF状態であることを示している。

[0041] ここで、電力系統1 Aから電力系統1 Bに電力を送電する場合、制御装置1 0は、交直変換器5 Aを順変換器として動作させ、交直変換器5 Bを逆変換器として動作させる。これにより、電力系統1 Aから供給された5 0 H zの交流電力が交直変換器5 Aにより直流電力に変換され、この変換された直流電力が交直変換器5 Bにより6 0 H zの交流電力に変換され、電力系統1 Bに供給される。

[0042] 一方、電力系統1 Bから電力系統1 Aに電力を送電する場合、制御装置1 0は、交直変換器5 Bを順変換器として動作させ、交直変換器5 Aを逆変換器として動作させる。これにより、電力系統1 Bから供給された6 0 H zの交流電力が交直変換器5 Bにより直流電力に変換され、この変換された直流電力が交直変換器5 Aにより5 0 H zの交流電力に変換され、電力系統1 Aに供給される。

[0043] また、図5に示すように、制御装置1 0は、交直変換器5 A, 5 BをB T Bモードで動作させる場合に、各開閉器s w 2, s w 3, s w 5をON状態に制御し、各開閉器s w 1, s w 4をOFF状態に制御してもよい（図5中のNo. 2のB T Bモードに対応）。電力系統1 Aから電力系統1 Bに電力を送電する場合、制御装置1 0は、交直変換器5 Bを順変換器として動作させ、交直変換器5 Aを逆変換器として動作させる。電力系統1 Bから電力系統1 Aに電力を送電する場合、制御装置1 0は、交直変換器5 Aを順変換器として動作させ、交直変換器5 Bを逆変換器として動作させる。

[0044] （シングルS T A T C O Mモード）

次に、シングルS T A T C O Mモードについて説明する。図5, 図7を参照して、制御装置1 0は、開閉器s w 1のみをON状態に制御し、残りの各開閉器s w 2 ~ s w 5 bをOFF状態に制御して、交直変換器5 AをS T A T C O Mモードで動作させる（図5中のNo. 3のS G L（5 0 H z）モードに対応）。S T A T C O Mモードとは、交直変換器5 Aを無効電力補償装置として動作させるモードである。また、交直変換器5 Aおよび交直変換器5 Bのうちの1つの交直変換器（ここでは、交直変換器5 A）を1つの電力

系統に連系させて、当該交直変換器を無効電力補償装置として動作させるモードを、本願明細書では「シングルSTATCOMモード」と称する。これは、図5中の「SGL」モードに対応している。

[0045] 図7の例では、制御装置10は、電力系統1Aに1つの交直変換器5Aを連系させて、電圧変動に応じて無効電力量を補償する無効電力補償装置として交直変換器5Aを動作させる。制御装置10は、電力系統1Aの系統電圧を一定に保つように、交直変換器5Aから連系リアクトル4Aに出力される無効電力を制御する。典型的には、制御装置10は、系統電圧が基準電圧よりも低下している場合には、遅れ無効電力を電力系統1Aに供給するように交直変換器5Aの動作を制御して系統電圧を上げる。一方、制御装置10は、系統電圧が基準電圧よりも上昇している場合には、進み無効電力を電力系統1Aに供給するように交直変換器5Aの動作を制御して系統電圧を下げる。

[0046] また、制御装置10は、開閉器sw2のみをON状態に制御し、残りの各開閉器sw1, sw3~sw5をOFF状態に制御して、交直変換器5BをSTATCOMモードで動作させてもよい（図5中のNo.4のSGL（50Hz）モードに対応）。この場合、制御装置10は、電力系統1Aの系統電圧を一定に保つように、交直変換器5Bから連系リアクトル4Bに出力される無効電力を制御する。

[0047] 図5, 図8を参照して、制御装置10は、開閉器sw4のみをON状態に制御し、残りの各開閉器sw1~sw3, sw5をOFF状態に制御して、交直変換器5BをSTATCOMモードで動作させる（図5中のNo.5のSGL（60Hz）モードに対応）。この場合、制御装置10は、電力系統1Bの系統電圧を一定に保つように、交直変換器5Bから連系リアクトル4Bに出力される無効電力を制御する。

[0048] また、制御装置10は、開閉器sw3のみをON状態に制御し、残りの各開閉器sw1, sw2, sw4, sw5をOFF状態に制御して、交直変換器5AをSTATCOMモードで動作させてもよい（図5中のNo.6のS

GL (60 Hz) モードに対応)。この場合、制御装置 10 は、電力系統 1 B の系統電圧を一定に保つように、交直変換器 5 A から連系リアクトル 4 A へ出力される無効電力を制御する。

[0049] なお、No. 3 の SGL (50 Hz) モードと、No. 5 の SGL (60 Hz) モードとは同時に運用することができる。具体的には、制御装置 10 は、開閉器  $sw 1$ ,  $sw 4$  を ON 状態に制御し、残りの各開閉器  $sw 2$ ,  $sw 3$ ,  $sw 5$  を OFF 状態に制御し、交直変換器 5 A および交直変換器 5 B を STATCOM モードで動作させる (図 5 中の No. 7 の SGL (50 Hz + 60 Hz) モードに対応)。制御装置 10 は、電力系統 1 A の系統電圧を一定に保つように、交直変換器 5 A から連系リアクトル 4 A へ出力される無効電力を制御するとともに、電力系統 1 B の系統電圧を一定に保つように、交直変換器 5 B から連系リアクトル 4 B へ出力される無効電力を制御する。

[0050] 同様に、制御装置 10 は、開閉器  $sw 2$ ,  $sw 3$  を ON 状態に制御し、残りの各開閉器  $sw 1$ ,  $sw 4$ ,  $sw 5$  を OFF 状態に制御し、交直変換器 5 A および交直変換器 5 B を STATCOM モードで動作させてもよい (図 5 中の No. 8 の SGL (50 Hz + 60 Hz) モードに対応)。この場合、制御装置 10 は、電力系統 1 A の系統電圧を一定に保つように、交直変換器 5 B から連系リアクトル 4 B へ出力される無効電力を制御するとともに、電力系統 1 B の系統電圧を一定に保つように、交直変換器 5 A から連系リアクトル 4 A へ出力される無効電力を制御する。

[0051] (ダブル STATCOM モード)

次に、ダブル STATCOM モードについて説明する。図 5, 図 9 を参照して、制御装置 10 は、開閉器  $sw 1$ ,  $sw 2$  を ON 状態に制御し、残りの各開閉器  $sw 3 \sim sw 5$  を OFF 状態に制御して、交直変換器 5 A および交直変換器 5 B を STATCOM モードで動作させる (図 5 中の No. 9 の DBL (50 Hz) モードに対応)。このように、交直変換器 5 A および交直変換器 5 B の両方を 1 つの電力系統に連系させて、これらの交直変換器を無

効電力補償装置として動作させるモードを、本願明細書では「ダブルSTATCOMモード」と称する。これは、図5中の「DBL」モードに対応している。

[0052] 図9の例では、制御装置10は、電力系統1Aに交直変換器5A, 5Bを連系させて、交直変換器5A, 5Bを無効電力補償装置として動作させる。制御装置10は、電力系統1Aの系統電圧を一定に保つように、交直変換器5Aから連系リアクトル4Aに出力される無効電力と、交直変換器5Bから連系リアクトル4Bに出力される無効電力とを制御する。ダブルSTATCOMモードでは、シングルSTATCOMモードよりも無効電力出力量が増大するため、電力系統の電圧変動が大きく無効電力補償装置1台では容量不足となる場合等に有効である。

[0053] また、図5, 図10を参照して、制御装置10は、開閉器sw1, sw2をON状態に制御し、残りの各開閉器sw3~sw5をOFF状態に制御して、交直変換器5Aおよび交直変換器5BをSTATCOMモードで動作させる(図5中のNo. 10のDBL(60Hz)モードに対応)。この場合、制御装置10は、電力系統1Bの系統電圧を一定に保つように、交直変換器5Aから連系リアクトル4Aに出力される無効電力と、交直変換器5Bから連系リアクトル4Bに出力される無効電力とを制御する。

[0054] (動作モードの切替)

ここで、上述した複数の動作モードの切替方式について説明する。典型的には、制御装置10は、入力インターフェイス77を介して、系統運用者からの指示を受け付けることにより、上述した各動作モードの切り替えを実行する。

[0055] また、制御装置10は、予め定められた条件に基づいて、自動的に動作モードの切り替えを実行するように構成されている。具体的には、制御装置10が交直変換器5A, 5BをBTBモードで動作させている場合に、電力系統1A(または電力系統1B)において永久事故が発生したと判断した場合には、永久事故の発生箇所に応じて交直変換器5A, 5BをSTATCOM

モードで動作させるように構成されている。なお、永久事故とは、一過性の事故のように事故が消滅すると定常状態に自動復帰することが可能な事故ではなく、機器故障等の事故のように、復帰するためには人による修理および確認等が必要な事故のことである。

[0056] 詳細には、制御装置 10 は、電力系統 1 A（例えば、送電線 2 A）で永久事故が発生した場合には、各開閉器  $sw1$ 、 $sw2$ 、 $sw5$  を OFF 状態に制御し、開閉器  $sw3$  および開閉器  $sw4$  のうちの少なくとも一方を ON 状態に制御する。制御装置 10 は、開閉器  $sw3$  を ON 状態に制御する場合には、交直変換器 5 A を無効電力補償装置として（STATCOM モードで）動作させる。制御装置 10 は、開閉器  $sw4$  を ON 状態に制御する場合には、交直変換器 5 B を無効電力補償装置として動作させる。制御装置 10 は、開閉器  $sw3$ 、 $sw4$  の両方を ON 状態に制御して交直変換器 5 A、5 B の両方を無効電力補償装置として動作させてもよい。

[0057] なお、制御装置 10 は、典型的には、変流器 CT 1 から取得した電流値と変成器 VT 1 から取得した電圧値との少なくとも一方に基づいて、制御演算を実行し、演算値が整定値を上回っている場合に、電力系統 1 A（送電線 2 A）で永久事故が発生したと判断する。なお、制御装置 10 は、外部装置から電力系統 1 A で永久事故が発生した旨の通知を受け付けてもよい。

[0058] また、制御装置 10 は、電力系統 1 B（例えば、送電線 2 B）で永久事故が発生した場合には、各開閉器  $sw3 \sim sw5$  を OFF 状態に制御し、開閉器  $sw1$  および開閉器  $sw2$  のうちの少なくとも一方を ON 状態に制御する。制御装置 10 は、開閉器  $sw1$  を ON 状態に制御する場合には、交直変換器 5 A を無効電力補償装置として動作させる。制御装置 10 は、開閉器  $sw2$  を ON 状態に制御する場合には、交直変換器 5 B を無効電力補償装置として動作させる。制御装置 10 は、開閉器  $sw1$ 、 $sw2$  の両方を ON 状態に制御して交直変換器 5 A、5 B の両方を無効電力補償装置として動作させてもよい。

[0059] これにより、交直変換器 5 A、5 B を永久事故が発生した電力系統から迅

速に切り離すことができるとともに、永久事故が発生していない電力システムに対する無効電力補償装置として交直変換器 5 A, 5 B の少なくとも一方を利用することができる。

[0060] また、他の例として、制御装置 10 がシングル STATCOM モード（図 5 中の No. 3 ~ No. 6）で交直変換器（および各開閉器）を制御している場合に、電力システムの電圧変動が大きく無効電力補償装置 1 台では出力容量不足となる場合には、ダブル STATCOM モードに切り替えるように構成されていてもよい。

[0061] 例えば、制御装置 10 が、交直変換器 5 A を無効電力補償装置として動作させており、開閉器 sw 1 のみが ON 状態である場合（図 5 中の No. 3 に対応）を想定する。このとき、制御装置 10 は、電力システム 1 A の電気量に基づいて、交直変換器 5 A から電力システム 1 A に出力可能な無効電力が、電力システム 1 A の電圧維持のために必要な無効電力目標値よりも小さいと判断した場合、開閉器 sw 2 をさらに ON 状態にするとともに交直変換器 5 B を無効電力補償装置として動作させる。すなわち、制御装置 10 は、交直変換器 5 A, 5 B をダブル STATCOM モード（図 5 中の No. 9 に対応）で動作させる。

[0062] 典型的には、交直変換器 5 A, 5 B から出力可能な無効電力量は、制御装置 10 の ROM 73, RAM 74 に予め記憶される。無効電力目標値は、例えば、制御装置 10 の ROM 73, RAM 74 に予め記憶されていてもよいし、外部装置から受信可能に構成されていてもよい。

[0063] これにより、電力システムに大きな電圧変動が発生した場合であっても、迅速に適切な無効電力を電力システムに出力することができる。そのため、電圧変動による需要家等に対する悪影響を排除することができる。

[0064] 典型的には、制御装置 10 は、通常運転時には B T B モードで交直変換器 5 A, 5 B を制御する。そして、電力システムにおいて永久事故等が発生し、B T B モードでの制御が不可能になった場合に、制御装置 10 は、上述のように STATCOM モードで交直変換器 5 A, 5 B を制御する。ただし

、系統運用者によりSTATCOMモードが予め設定されている場合には、制御装置10は、通常運転時においてSTATCOMモードで交直変換器5A、5Bを制御してもよい。

[0065] <制御装置10の機能構成>

図11は、制御装置10の機能ブロック図である。図11を参照して、制御装置10は、電気量入力部110と、モード設定部120と、変換器制御部130と、開閉器制御部140とを含む。これらの各機能は、例えば、演算処理部70のCPU72がROM73に格納されたプログラムを実行することによって実現される。なお、これらの機能の一部または全部はハードウェアで実現されるように構成されていてもよい。

[0066] 電気量入力部110は、電力系統の電気量の入力を受け付ける。具体的には、電気量入力部110は、制御装置10が監視対象とする送電線2Aの各相電圧値の入力を変成器VT1から受け付け、送電線2Aの各相電流値の入力を変流器CT1から受け付ける。また、電気量入力部110は、制御装置10が監視対象とする送電線2Bの各相電圧値の入力を変成器VT2から受け付け、送電線2Bの各相電流値の入力を変流器CT2から受け付ける。

[0067] モード設定部120は、予め定められた条件に基づいて図5に示す複数の動作モードを切り替える。ある局面では、モード設定部120は、入力インターフェイス77を介して、系統運用者からの指示を受け付けて、当該指示に従って動作モードを設定する。

[0068] 別の局面では、モード設定部120は、交直変換器5A、5BがBTB方式の交直変換器として動作しているときに電力系統1Aにおいて永久事故が発生した場合、開閉器sw1、sw2、sw5がOFF状態に制御され、かつ開閉器sw3および開閉器sw4の少なくとも一方がON状態に制御される動作モード（図5中のNo. 5、No. 6またはNo. 10）を設定する。一方、モード設定部120は、交直変換器5A、5BがBTB方式の交直変換器として動作しているときに電力系統1Bにおいて永久事故が発生した場合、開閉器sw1およびsw2の少なくとも一方のみがON状態（すなわ

ち、各開閉器  $sw3 \sim sw5$  は OFF 状態) に制御される動作モード (図 5 中の No. 3、No. 4 または No. 9) を設定する。

[0069] なお、モード設定部 120 は、電気量入力部 110 が受け付けた電気量に基づいて、制御演算を実行し、演算値が整定値を上回っている場合に、電力系統 1A、1B で永久事故が発生したと判断してもよい。また、モード設定部 120 は、制御装置 10 に搭載される通信インターフェイスを介して、外部装置から電力系統 1A (および 1B) で永久事故が発生した旨の通知を受け付けてもよい。

[0070] さらに他の局面では、モード設定部 120 は、動作モードをシングル STATCOM モード (図 5 中の No. 3 ~ No. 6) に設定している場合に、電力系統の電圧変動が大きく無効電力補償装置 1 台では出力容量不足となると判断した場合には、ダブル STATCOM モードに動作モードを切り替える。例えば、モード設定部 120 は、交直変換器 5A が無効電力補償装置として動作しており、各開閉器  $sw1 \sim sw5$  のうち開閉器  $sw1$  が ON 状態、かつ残余の開閉器が OFF 状態である場合であって、交直変換器 5A から電力系統 1A に出力可能な無効電力が、電力系統 1A の電圧維持のために必要な無効電力目標値よりも小さいと判断した場合、開閉器  $sw1$ 、 $sw2$  の両方が ON 状態に制御される動作モード (図 5 中の No. 9) を設定する。他の例として、モード設定部 120 は、交直変換器 5B が無効電力補償装置として動作しており、開閉器  $sw4$  のみが ON 状態である場合に、交直変換器 5B から電力系統 1B に出力可能な無効電力が、電力系統 1B の電圧維持のために必要な無効電力目標値よりも小さいと判断した場合、開閉器  $sw3$ 、 $sw4$  の両方が ON 状態に制御される動作モード (図 5 中の No. 10) を設定する。

[0071] モード設定部 120 は、上記のように設定した動作モードを示す情報 (モード情報) を変換器制御部 130 および開閉器制御部 140 に出力する。

[0072] 変換器制御部 130 は、モード情報に従って、交直変換器 5A、5B の動作を制御する。典型的には、変換器制御部 130 は、各セル  $L1 \sim Ln$  にゲ

ート信号を送信することにより、2つのスイッチング素子Q1、Q2をスイッチングさせて、各セルL1～Lnを駆動する。開閉器制御部140は、動作モード情報に従って、各開閉器sw1～sw5の開閉動作を制御する。典型的には、開閉器制御部140は、各開閉器sw1～sw5をON状態に制御するための制御指令（投入指令）、OFF状態に制御するための制御指令（遮断指令）を各開閉器に送信する。

[0073] 以下、変換器制御部130および開閉器制御部140の構成について具体的に説明する。

[0074] 変換器制御部130が、交直変換器5A、5BをBTB方式の電力変換器として動作させる場合には、開閉器制御部140は、少なくとも開閉器sw5を閉成状態に制御する（図5中のNo. 1～No. 2）。より具体的には、開閉器制御部140は、開閉器sw1、sw4、sw5を閉成状態、かつ開閉器sw2、sw3を開放状態に制御する。または、開閉器制御部140は、開閉器sw2、sw3、sw5を閉成状態、かつ開閉器sw1、sw4を閉成状態に制御する。

[0075] 一方、変換器制御部130が、交直変換器5A、5Bを無効電力補償装置として動作させる場合には、開閉器制御部140は、少なくとも開閉器sw5を開放状態に制御する（図5中のNo. 3～No. 10）。より具体的には、開閉器制御部140は、交直変換器5Aを無効電力補償装置として動作させる場合、開閉器sw5を開放状態に制御し、さらに、開閉器sw1、sw3のうち的一方を閉成状態、かつ他方を開放状態に制御する（図5中のNo. 3、No. 6～No. 10）。また、開閉器制御部140は、交直変換器5Bを無効電力補償装置として動作させる場合、開閉器sw5を開放状態に制御し、さらに、開閉器sw2、sw4のうち的一方を閉成状態、かつ他方を開放状態に制御する（図5中のNo. 4～No. 5、No. 7～No. 10）。

[0076] <処理手順>

図12は、制御装置10の処理手順を示すフローチャートである。典型的

には、以下の各ステップは、制御装置10の演算処理部70によって実行される。なお、制御装置10は、常時、変流器CT1、CT2から入力される電流値と、変成器VT1、VT2から入力される電圧値とを監視しているものとする。

[0077] 図12を参照して、制御装置10は、入力インターフェイス77を介して、系統運用者からBTBモードでの動作指示を受け付けたか否かを判断する(ステップS10)。当該動作指示を受け付けた場合には(ステップS10においてYES)、制御装置10は、BTBモード(図5中のNo.1またはNo.2)で交直変換器5A、5Bおよび各開閉器sw1~sw5を動作させる(ステップS12)。続いて、制御装置10は、電力系統1Aまたは1Bで永久事故が発生したか否かを判断する(ステップS14)。永久事故が発生していない場合には(ステップS14においてNO)、制御装置10は処理を終了する。一方、永久事故が発生した場合には(ステップS14においてYES)、制御装置10はBTBモードからSTATCOMモードに動作モードを切り替えて(ステップS16)、後述するステップS20の処理を実行する。

[0078] ステップS10に戻って、BTBモードでの動作指示を受け付けていない場合には(ステップS10においてNO)、制御装置10は、STATCOMモードでの動作指示を受け付けたか否かを判断する(ステップS18)。当該動作指示を受け付けていない場合には(ステップS18においてNO)、制御装置10は処理を終了する。一方、当該動作指示を受け付けた場合には(ステップS18においてYES)、制御装置10は、現在の動作モードがシングルSTATCOMモードであるか否かを判断する(ステップS20)。具体的には、ステップS16において、BTBモードからシングルSTATCOMモードに切り替えられている場合、または、ステップS18においてシングルSTATCOMモードでの動作指示を受け付けている場合には、現在の動作モードはシングルSTATCOMモードとなる。

[0079] 現在の動作モードがシングルSTATCOMモードではない場合(すなわ

ち、現在の動作モードがダブルSTATCOMモードである場合)には(ステップS20においてNO)、制御装置10は処理を終了する。一方、現在の動作モードがシングルSTATCOMモードである場合には(ステップS20においてYES)、制御装置10は、交直変換器5Aまたは5Bから出力可能な無効電力が無効電力目標値に対して不足しているか否かを判断する(ステップS22)。当該無効電力が不足していない場合には(ステップS22においてNO)、制御装置10は処理を終了する。当該無効電力が不足している場合には(ステップS22においてYES)、制御装置10は、シングルSTATCOMモードからダブルSTATCOMモードに動作モードを切り替えて(ステップS24)、処理を終了する。

[0080] <その他の実施の形態>

上述した実施の形態の図1に示す電力制御システム1000は、制御装置10に指示を与えることにより、各交直変換器5A、5Bおよび各開閉器sw1～sw5を遠隔操作するためのサーバ装置をさらに含む構成であってもよい。この場合、サーバ装置は、制御装置10と通信可能に構成されており、制御装置10に対して各種指示を与えたり、制御装置10から各種情報を受信したりする。サーバ装置は、上述した制御装置10の機能の一部または全部を有している。

[0081] 典型的には、サーバ装置は、動作モード設定(モード設定部120の機能)に関する指示、交直変換器5A、5Bの動作制御(変換器制御部130の機能)に関する指示、および各開閉器sw1～sw5の動作制御(開閉器制御部140の機能)に関する指示を制御装置10に与える。制御装置10は、当該指示に従って各交直変換器および各開閉器の動作を制御する。なお、サーバ装置は、制御装置10から電力系統1A、1Bの電気量の情報、および上記各機能を実現するために必要な情報を受信する。

[0082] 上述の実施の形態として例示した構成は、本発明の構成の一例であり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、一部を省略する等、変更して構成することも可能である。

[0083] また、上述した実施の形態において、その他の実施の形態で説明した処理や構成を適宜採用して実施する場合であってもよい。

[0084] <利点>

本実施の形態によると、複数の電力システムの系統周波数が異なる場合であっても、BTBモード、シングルSTATCOMモード、およびダブルSTATCOMモードといった各種の動作モードでの電力の運用が可能となる。そのため、互いに系統周波数が異なる複数の電力システムにおいて、柔軟かつ適切な電力制御を実現することができる。

[0085] 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。本発明の範囲は、上記した説明ではなく、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

[0086] 1A, 1B 電力系統、2A, 2B 送電線、4A, 4B 連系リアクトル、5A, 5B 交直変換器、10 制御装置、11U, 11V, 11W レグ回路、12U, 12V, 12W 正極側アーム、13U, 13V, 13W 負極側アーム、50 補助変成器、60 変換部、70 演算処理部、71 バス、72 CPU、73 ROM、74 RAM、75 DI回路、76 DO回路、77 入力インターフェイス、110 電気量入力部、120 モード設定部、130 変換器制御部、140 開閉器制御部、1000 電力制御システム、C コンデンサ、CT1, CT2 変流器、D1, D2 ダイオード、E1, E2 セル端子、L セル、NN 負極直流端子、NP 正極直流端子、NU, NV, NW 交流端子、Q1, Q2 スイッチング素子、sw1~sw5b 開閉器、VT1, VT2 変成器。

## 請求の範囲

### [請求項1]

第1交直変換器と、

第2交直変換器と、

第1系統周波数を有する第1電力システムの第1送電線と前記第1交直変換器との間に接続される第1開閉器と、

前記第1送電線と前記第2交直変換器との間に接続される第2開閉器と、

前記第1系統周波数とは異なる第2系統周波数を有する第2電力システムの第2送電線と、前記第1交直変換器との間に接続される第3開閉器と、

前記第2送電線と前記第2交直変換器との間に接続される第4開閉器と、

前記第1交直変換器の直流端子と前記第2交直変換器の直流端子との間に接続される第5開閉器と、

前記第1ならびに第2交直変換器、および前記第1～第5開閉器の動作を制御する制御装置とを備え、

前記制御装置は、前記第1および第2交直変換器をB T B (Back to Back)方式の交直変換器として動作させる場合には、少なくとも前記第5開閉器を閉成状態に制御し、前記第1および第2交直変換器を無効電力補償装置として動作させる場合には、少なくとも前記第5開閉器を開放状態に制御する、電力制御システム。

### [請求項2]

前記制御装置は、前記第1および第2交直変換器を前記B T B方式の交直変換器として動作させる場合、前記第1、第4および第5開閉器を閉成状態、かつ前記第2および第3開閉器を開放状態に制御する、または、前記第2、第3および第5開閉器を閉成状態、かつ前記第1および第4開閉器を開放状態に制御する、請求項1に記載の電力制御システム。

### [請求項3]

前記制御装置は、前記第1交直変換器を前記無効電力補償装置とし

て動作させる場合、前記第5開閉器を開放状態に制御し、さらに、前記第1および第3開閉器のうち的一方を閉成状態、かつ他方を開放状態に制御する、請求項1または請求項2に記載の電力制御システム。

[請求項4]

前記制御装置は、前記第2交直変換器を前記無効電力補償装置として動作させる場合、前記第5開閉器を開放状態に制御し、さらに、前記第2および第4開閉器のうち的一方を閉成状態、かつ他方を開放状態に制御する、請求項1～請求項3のいずれか1項に記載の電力制御システム。

[請求項5]

前記制御装置は、

前記第1および第2交直変換器が前記B T B方式の交直変換器として動作しているときに前記第1電力系統において永久事故が発生した場合、前記第1、第2および第5開閉器を開放状態に制御し、

前記第3および第4開閉器のうち少なくとも一方を閉成状態に制御し、

前記第3開閉器が閉成状態の場合、前記第1交直変換器を前記無効電力補償装置として動作させ、

前記第4開閉器が閉成状態の場合、前記第2交直変換器を前記無効電力補償装置として動作させる、請求項1～請求項4のいずれか1項に記載の電力制御システム。

[請求項6]

前記第1および第2交直変換器は、自励式電力変換器を含む、請求項1～請求項5のいずれか1項に記載の電力制御システム。

[請求項7]

第1交直変換器と、

第2交直変換器と、

第1系統周波数を有する第1電力系統の第1送電線と前記第1交直変換器との間に接続される第1開閉器と、

前記第1送電線と前記第2交直変換器との間に接続される第2開閉器と、

前記第1系統周波数とは異なる第2系統周波数を有する第2電力系

統の第2送電線と、前記第1交直変換器との間に接続される第3開閉器と、

前記第2送電線と前記第2交直変換器との間に接続される第4開閉器と、

前記第1交直変換器の直流端子と前記第2交直変換器の直流端子との間に接続される第5開閉器と、

前記第1ならびに第2交直変換器、および前記第1～第5開閉器の動作を制御する制御装置と、

前記制御装置と通信可能に構成されたサーバ装置とを備え、

前記サーバ装置は、前記制御装置に対して、前記第1および第2交直変換器をB T B (Back to Back)方式の交直変換器として動作させる場合には、少なくとも前記第5開閉器を閉成状態に制御するように指示し、前記第1および第2交直変換器を無効電力補償装置として動作させる場合には、少なくとも前記第5開閉器を開放状態に制御するように指示する、電力制御システム。

[請求項8]

第1系統周波数を有する第1電力系統と、前記第1系統周波数とは異なる第2系統周波数を有する第2電力系統の電力を制御するための制御装置であって、

第1交直変換器および第2交直変換器の動作を制御する変換器制御部と、

第1～第5開閉器の動作を制御する開閉器制御部とを備え、

前記第1開閉器は、前記第1電力系統の第1送電線と前記第1交直変換器との間に接続され、

前記第2開閉器は、前記第1送電線と前記第2交直変換器との間に接続され、

前記第3開閉器は、前記第2電力系統の第2送電線と前記第1交直変換器との間に接続され、

前記第4開閉器は、前記第2送電線と前記第2交直変換器との間に

接続され、

前記第5開閉器は、前記第1交直変換器の直流端子と前記第2交直変換器の直流端子との間に接続され、

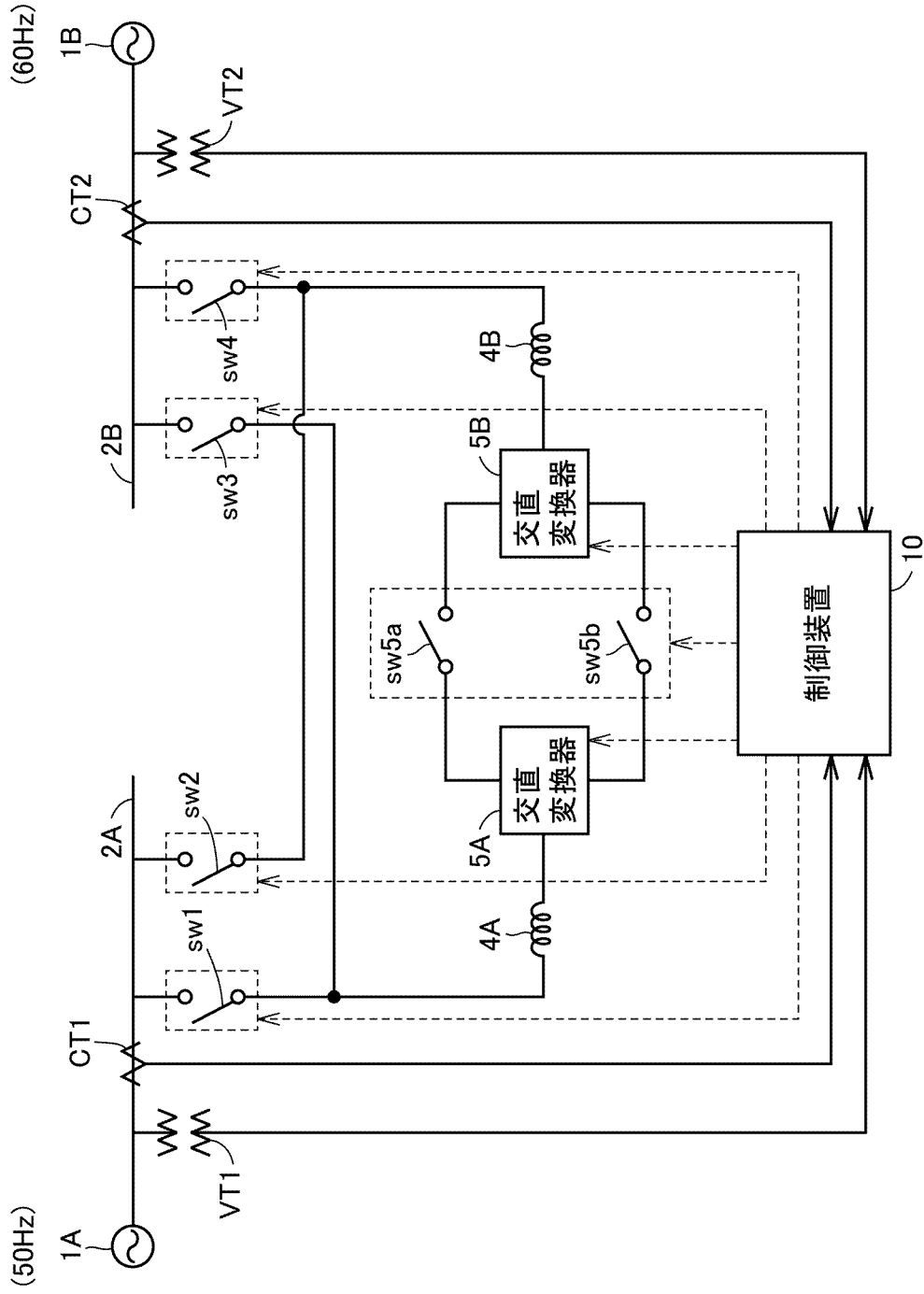
前記変換器制御部が、前記第1および第2交直変換器をB T B (Back to Back)方式の交直変換器として動作させる場合には、前記開閉器制御部は、少なくとも前記第5開閉器を閉成状態に制御し、

前記変換器制御部が、前記第1および第2交直変換器を無効電力補償装置として動作させる場合には、前記開閉器制御部は、少なくとも前記第5開閉器を開放状態に制御する、制御装置。

[図1]

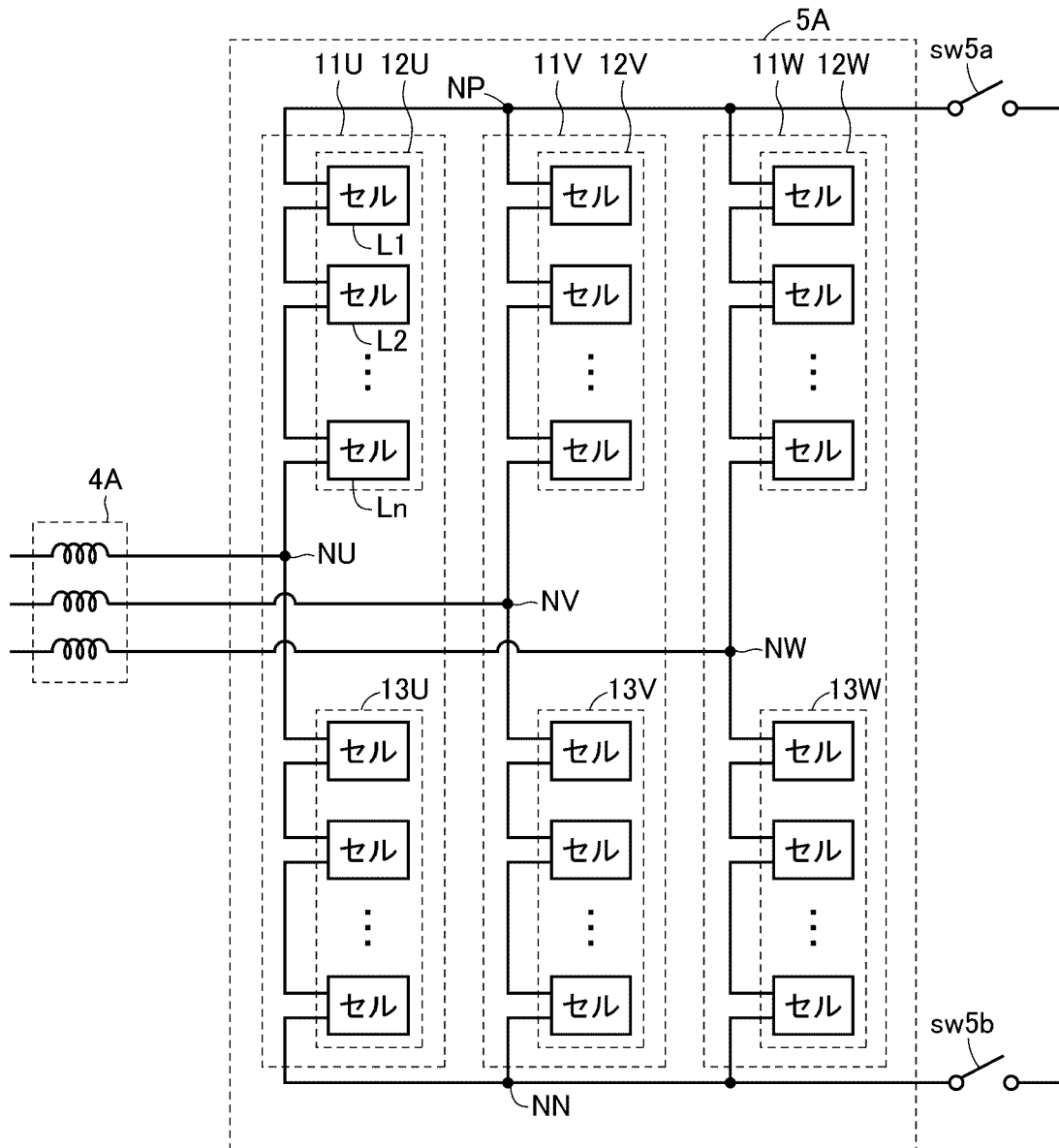
図1

1000



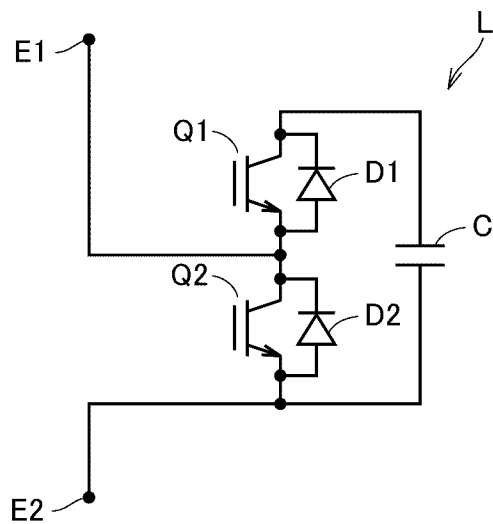
[図2]

図2



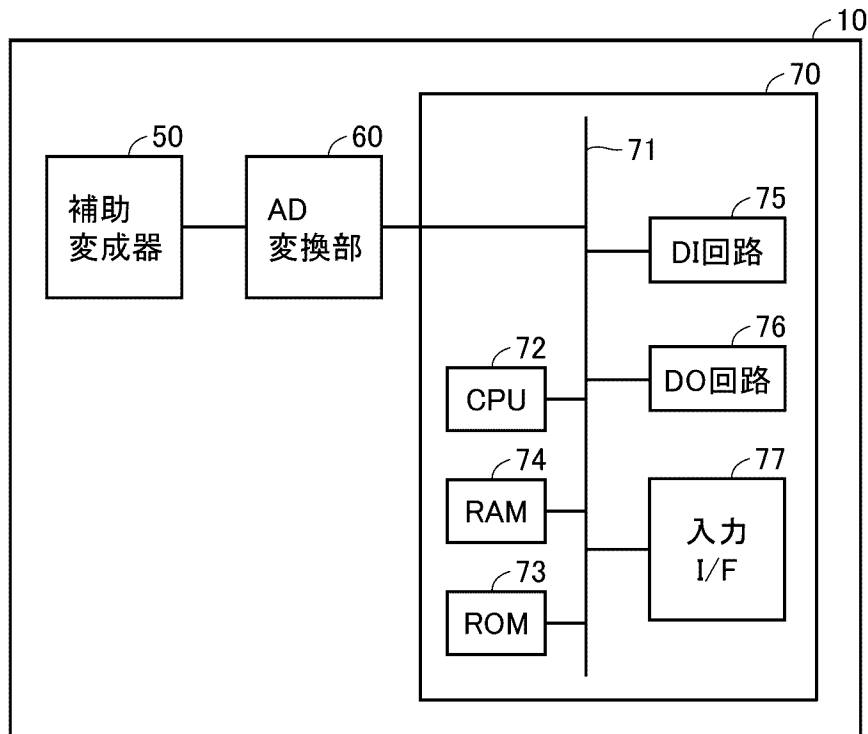
[図3]

図3



[図4]

図4



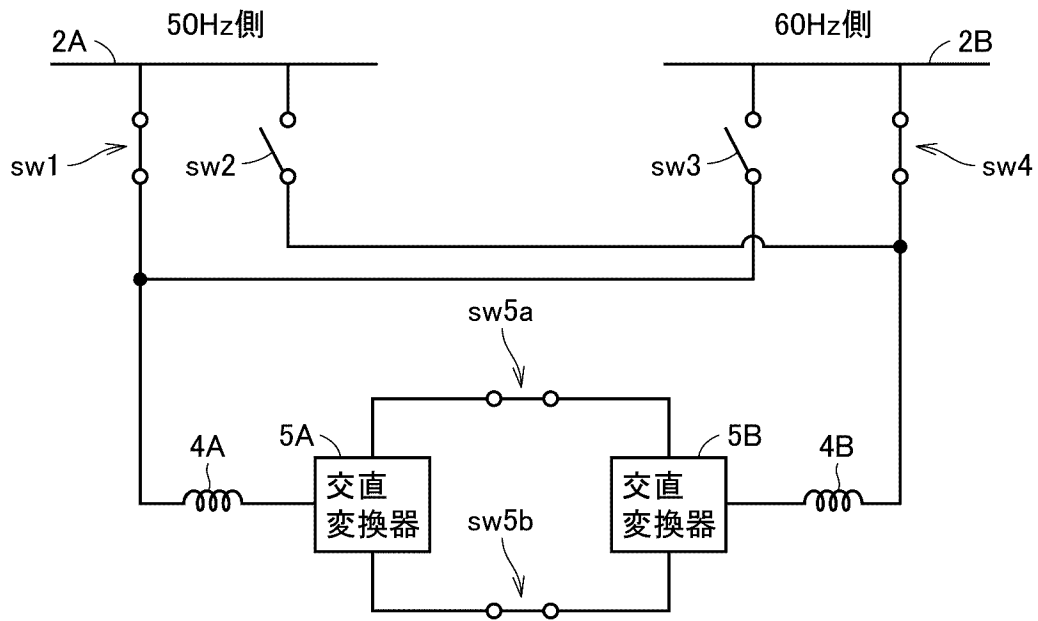
[図5]

図5

No.	モード	sw1	sw2	sw3	sw4	sw5
1	BTB	ON	-	-	ON	ON
2	BTB	-	ON	ON	-	ON
3	SGL (50Hz)	ON	-	-	-	-
4	SGL (50Hz)	-	ON	-	-	-
5	SGL (60Hz)	-	-	-	ON	-
6	SGL (60Hz)	-	-	ON	-	-
7	SGL (50Hz+60Hz)	ON	-	-	ON	-
8	SGL (50Hz+60Hz)	-	ON	ON	-	-
9	DBL(50Hz)	ON	ON	-	-	-
10	DBL(60Hz)	-	-	ON	ON	-

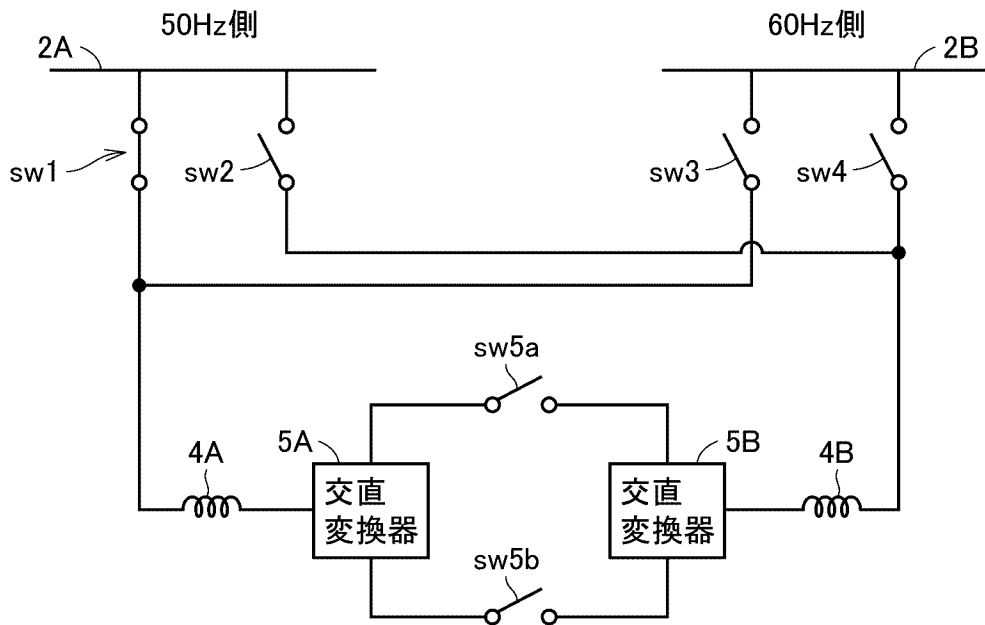
[図6]

図6



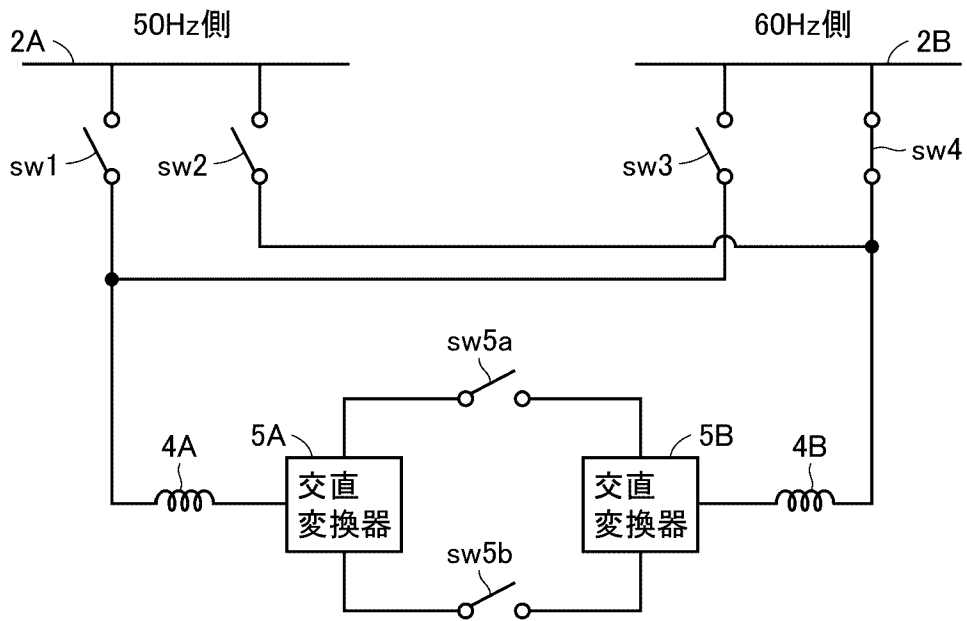
[図7]

図7



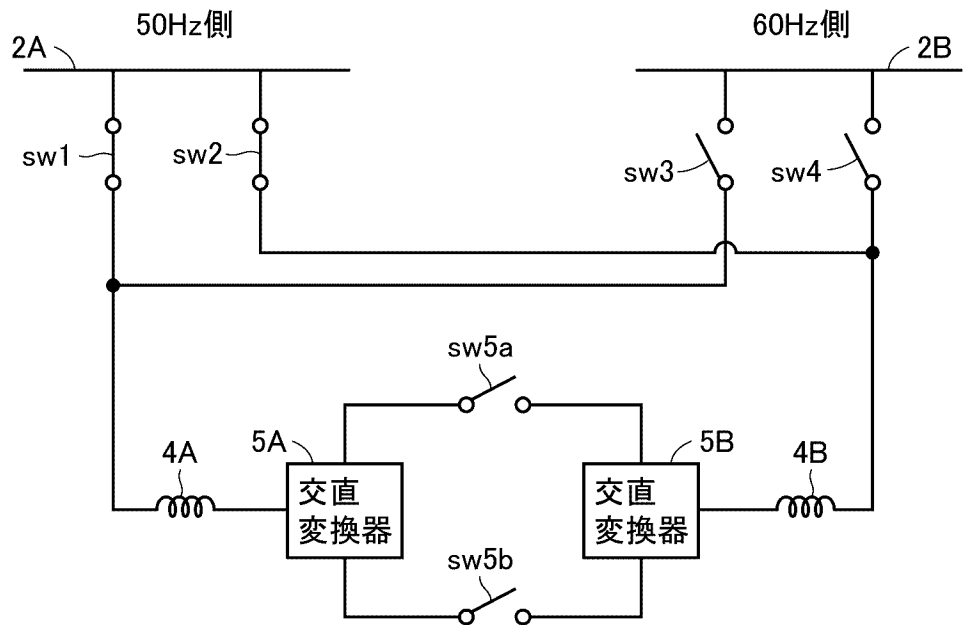
[図8]

図8



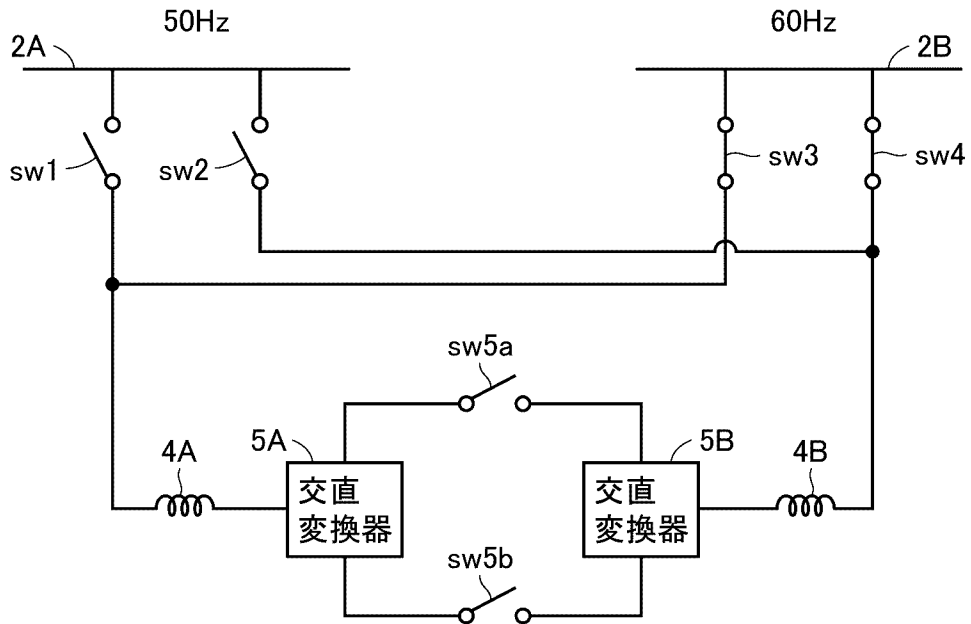
[図9]

図9



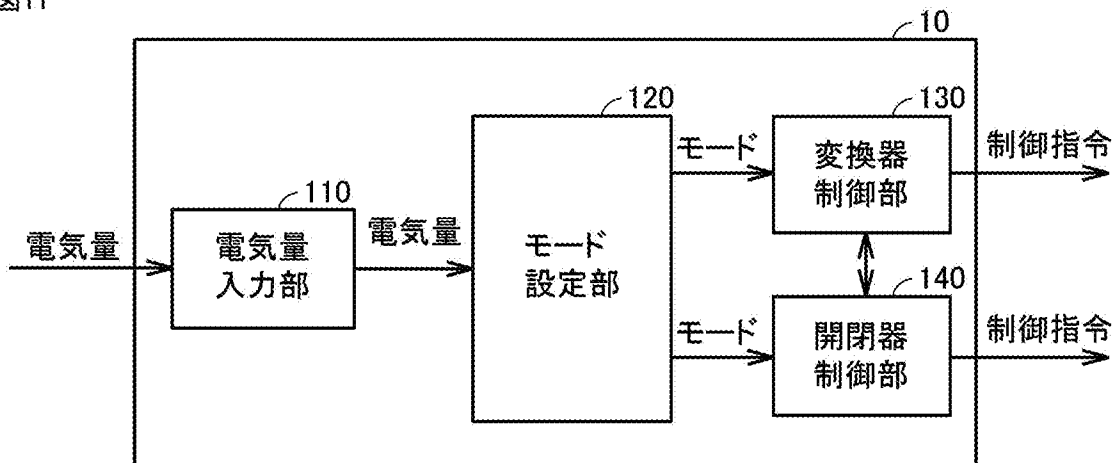
[図10]

図10



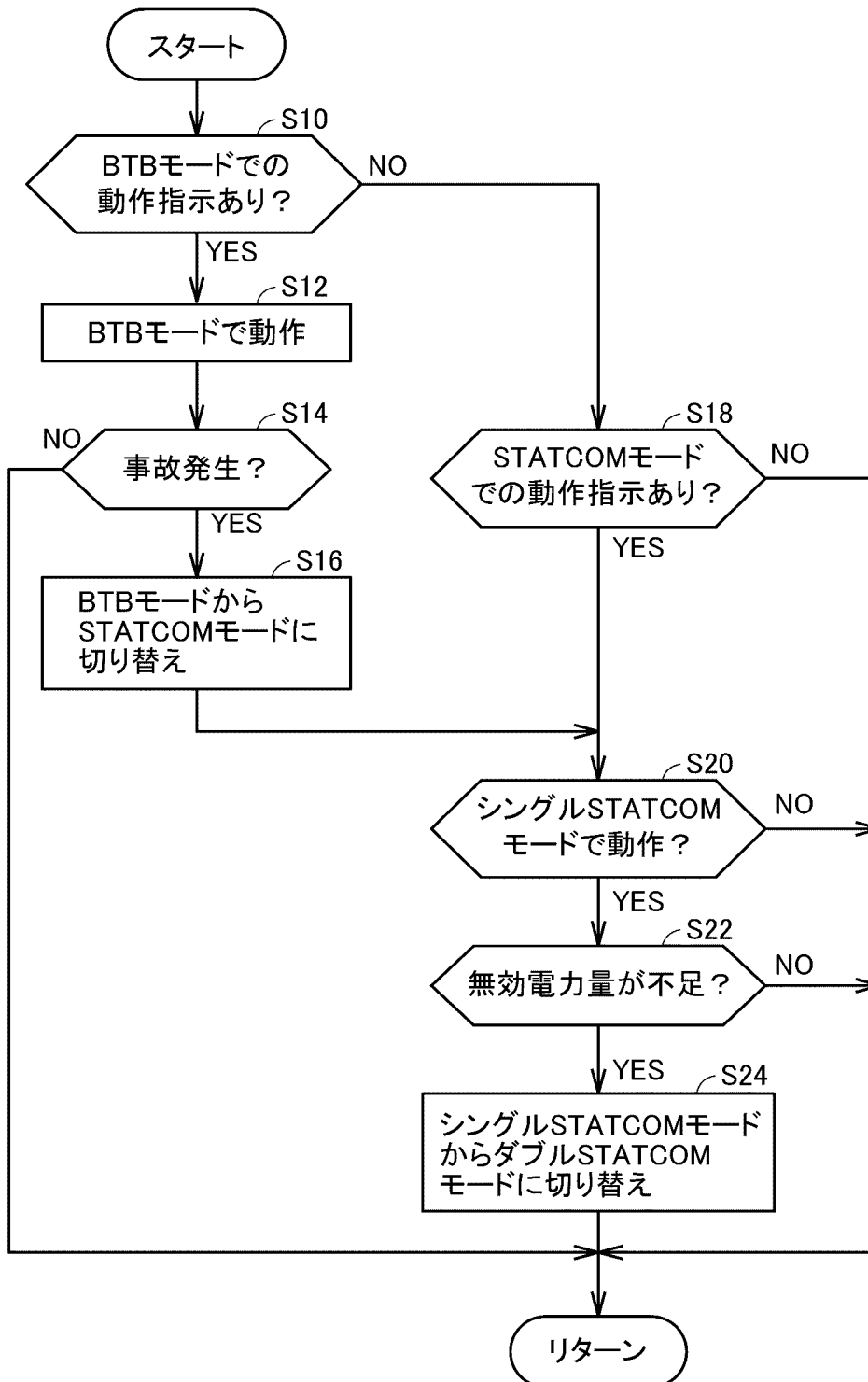
[図11]

図11



[図12]

図12



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2016/072510

<p><b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>  <i>H02M5/27(2006.01) i, H02J3/34(2006.01) i, H02J3/36(2006.01) i, H02M7/48(2007.01) i</i></p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>														
<p><b>B. FIELDS SEARCHED</b></p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  <i>H02M5/27, H02J3/34, H02J3/36, H02M7/48</i></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="width:33%;"><i>Jitsuyo Shinan Koho</i></td> <td style="width:33%;"><i>1922-1996</i></td> <td style="width:33%;"><i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i></td> <td style="width:33%;"><i>1996-2016</i></td> </tr> <tr> <td><i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i></td> <td><i>1971-2016</i></td> <td><i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i></td> <td><i>1994-2016</i></td> </tr> </table> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>			<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2016</i>	<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2016</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2016</i>				
<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2016</i>											
<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2016</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2016</i>											
<p><b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b></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><i>JP 2015-156740 A (Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corp.), 27 August 2015 (27.08.2015), (Family: none)</i></td> <td align="center">1-8</td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td><i>JP 53-107636 A (Electric Power Development Co., Ltd.), 19 September 1978 (19.09.1978), (Family: none)</i></td> <td align="center">1-8</td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td><i>JP 10-304570 A (Mitsubishi Electric Corp.), 13 November 1998 (13.11.1998), (Family: none)</i></td> <td align="center">1-8</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	<i>JP 2015-156740 A (Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corp.), 27 August 2015 (27.08.2015), (Family: none)</i>	1-8	A	<i>JP 53-107636 A (Electric Power Development Co., Ltd.), 19 September 1978 (19.09.1978), (Family: none)</i>	1-8	A	<i>JP 10-304570 A (Mitsubishi Electric Corp.), 13 November 1998 (13.11.1998), (Family: none)</i>	1-8
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
A	<i>JP 2015-156740 A (Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corp.), 27 August 2015 (27.08.2015), (Family: none)</i>	1-8												
A	<i>JP 53-107636 A (Electric Power Development Co., Ltd.), 19 September 1978 (19.09.1978), (Family: none)</i>	1-8												
A	<i>JP 10-304570 A (Mitsubishi Electric Corp.), 13 November 1998 (13.11.1998), (Family: none)</i>	1-8												
<p><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.      <input 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>“&amp;” 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>“&amp;” 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>“&amp;” document member of the same patent family</p>													
<p>Date of the actual completion of the international search                  16 August 2016 (16.08.16)</p>		<p>Date of mailing of the international search report                  23 August 2016 (23.08.16)</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>												

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H02M5/27(2006.01)i, H02J3/34(2006.01)i, H02J3/36(2006.01)i, H02M7/48(2007.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H02M5/27, H02J3/34, H02J3/36, 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 1971-2016年 日本国実用新案登録公報 1996-2016年 日本国登録実用新案公報 1994-2016年		
国際調査で利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 2015-156740 A（東芝三菱電機産業システム株式会社）2015.08.27, （ファミリーなし）	1-8
A	JP 53-107636 A（電源開発株式会社）1978.09.19, （ファミリーなし）	1-8
A	JP 10-304570 A（三菱電機株式会社）1998.11.13, （ファミリーなし）	1-8
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input 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 16.08.2016	国際調査報告の発送日 23.08.2016	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 栗栖 正和 電話番号 03-3581-1101 内線 3526	5G 3987