

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,
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))

to perform proportional control, and compares a change in the proportional gain with a change in the steady deviation, thereby determining whether the operation is a stand-alone operation in which no power conversion units other than the relevant power conversion unit are operating.

(57) 要約 : 電源と負荷との間で電力変換を行うための電力変換器を備えた電力変換ユニットが複数、並列多重化された構成において、複数の電力変換ユニットのうち少なくとも一つの電力変換ユニットは、電力変換器 (11) の運転を管理する運転管理部 (13) を備え、運転管理部 (13) は、目標電圧と負荷側の電圧との差である定常偏差を入力して比例制御する電圧調整部 (121) の比例ゲインを変化させて、比例ゲインの変化と定常偏差の変化を比較することにより、自己の電力変換ユニット以外の他の電力変換ユニットが運転していない単独運転であるかどうかを判定するようにした。

明 細 書

発明の名称：

電力変換装置、電力変換システム、および電力変換装置の運転方法

技術分野

[0001] 本願は、電力変換ユニットが並列多重化された構成の電力変換装置に関する。

背景技術

[0002] 電力変換ユニットの並列多重化構成は要求仕様に応じたカスタム設計が不要となる設計緩和技術として注目されている。電力変換ユニットごとに制御機能が独立した並列システムにおいて並列接続端の電圧を制御する場合、特定の電力変換ユニットに電力が集中することを避けるため電力を平均化する機能を必要とする（例えば、特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2010-11567号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1において電力変換ユニットに相当するスイッチング電源はドループ特性を備えるため、並列多重化した際に特定個体へ電力が集中する課題を緩和できる。しかし、単独運転か否かを検出できないため、並列多重化した状況で、効率改善のためにいくつかの個体の電力変換動作を停止することは、運転継続の点から難しく、常に全ての電力変換ユニットから電力を送り出す必要がある。

[0005] 本願は、上記のような問題を解決するためになされたものであり、並列多重可能な電力変換ユニットを用いた電力変換装置において、電力変換ユニットが、自己の電力変換ユニットの外部からの情報を用いずに単独運転かどうかを判別できる電力変換装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本願に開示される電力変換装置は、電源と負荷との間で電力変換を行うための、負荷側が直流である電力変換器と、この電力変換器の負荷側の電圧を目標電圧に制御するため、目標電圧と負荷側の電圧との差である定常偏差を入力して比例制御する電圧調整部を備えた電圧制御器と、を有する電力変換ユニットを複数備え、各電力変換ユニットが負荷側で並列に接続されるよう構成された電力変換装置において、複数の電力変換ユニットのうち少なくとも一つの電力変換ユニットは、自己の電力変換ユニットの運転を管理する運転管理部を備え、運転管理部は、電圧調整部の比例制御の比例ゲインを変化させて、比例ゲインの変化と定常偏差の変化を比較することにより、自己の電力変換ユニット以外の他の電力変換ユニットが運転していない単独運転であるかどうかを判定するようにしたものである。

発明の効果

[0007] 本願に開示される電力変換装置によれば、出力端が並列に接続された複数の電力変換ユニットのうち、一つの電力変換ユニット単独で、自己の電力変換ユニットの外部からの情報を用いずに、自己の電力変換ユニットが単独運転かどうかを判定することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施の形態1による電力変換装置を含む電力変換システムの構成を示すブロック図である。

[図2]実施の形態1による別の電力変換装置を含む電力変換システムの構成を示すブロック図である。

[図3]図1の電力変換ユニットの詳細構成例を示す回路図である。

[図4]図2の電力変換ユニットの詳細構成例を示す回路図である。

[図5]実施の形態1による電力変換装置の電力変換ユニットの制御系を模式化した制御ブロックを示す図である。

[図6]実施の形態1による電力変換装置の、電力変換ユニットが単独運転している場合の動作を説明する模式図である。

[図7]実施の形態1による電力変換装置の、電力変換ユニットが並列運転している場合の動作を説明する模式図である。

[図8]実施の形態1による電力変換装置の、電力変換ユニットが並列運転している場合の別の動作を説明する模式図である。

[図9]実施の形態1による電力変換装置の動作を説明するためのフローチャートである。

[図10]実施の形態2による電力変換装置の動作を説明するためのフローチャートである。

[図11]実施の形態2による電力変換装置の具体例の特性を示す線図である。

[図12]実施の形態2による電力変換装置の効果を説明するための線図である。

[図13]実施の形態3による電力変換装置を含む電力変換システムの構成を示すブロック図である。

[図14]電力変換装置の電圧制御器、運転管理部のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0009] 実施の形態1.

図1は、実施の形態1による電力変換装置を含む電力変換システムの構成を示すブロック図である。電力変換装置はN個の電力変換ユニット10-1、10-2、……、10-N（代表して一つの電力変換ユニットを電力変換ユニット10と記載することもある。）を備え、それぞれの電力変換ユニットに備えられた電力変換器11の出力は同じ負荷30に電力を供給するように構成されている。図1の電力変換ユニット10-1、10-2、……、10-Nはそれぞれ直流電源20-1、20-2、……、20-Nからの直流を入力して直流の出力電圧（DCバス電圧） V_{out} を出力するように構成されている。すなわち各電力変換ユニットの電力変換器11はDC/DC変換器である。

[0010] また、図2は、実施の形態1による別の電力変換装置を含む電力変換シス

テムの構成を示すブロック図である。電力変換装置はN個の電力変換ユニット10-1、10-2、……、10-N（一つの電力変換ユニットを電力変換ユニット10と記載することもある。）を備え、それぞれの電力変換ユニットに備えられた電力変換器11の出力は同じ負荷30に電力を供給するように構成されている。図2の電力変換ユニット10-1、10-2、……、10-Nはそれぞれ交流電源21-1、21-2、……、21-Nを入力して直流の出力電圧（DCバス電圧）Voutを出力するよう構成されている。すなわち各電力変換ユニットの電力変換器11はAC/DC変換器である。

[0011] 図1における各電力変換ユニット10も、図2における各電力変換ユニット10も、電圧センサ15により検出される、負荷側の電圧であるDCバス電圧Voutを目標電圧Vout*に制御する電圧制御器12と、目標電圧Vout*とDCバス電圧Voutとの定常偏差（ $Vout^* - Vout$ ）を用いて電圧制御器12の設定値を変更する運転管理部13とを備えている。運転管理部13は、また、電圧制御器12の設定値と、定常偏差とに基づいて、電力変換ユニットが単独運転かどうかを判定する機能を備えている。

[0012] なお、電圧制御器12および運転管理部13は、具体的には、図14に示すように、CPU（Central Processing Unit）等の演算処理装置101、演算処理装置101とデータをやり取りする記憶装置102、演算処理装置101と外部の間で信号を入出力する入出力インターフェース103などを備えている。演算処理装置101としてASIC（Application Specific Integrated Circuit）、IC（Integrated Circuit）、DSP（Digital Signal Processor）、FPGA（Field Programmable Gate Array）、および各種の信号処理回路等が備えられても良い。電圧制御器12および運転管理部13が一つの演算処理装置101で構成されていても良い。また、演算処理装置101として、同じ種類のもの、または異なる種類のものが複数備えられ、電圧制御器12および運転管理部13の処理が分担して実行されてもよい。記憶装置102として、演算処理装置101からデータを読み出しおよび書き込みが可能に構成されたRAM（Random Access Memory）、演算処理装置

101からデータを読み出し可能に構成されたROM (Read Only Memory)等が備えられている。入出力インターフェース103は、例えば、電圧センサ15から出力される信号を演算処理装置101に入力するA/D変換器、電力変換器11に信号を出力するための駆動回路などから構成される。

[0013] 以下、実施の形態1に係る電力変換ユニットの構成、動作について説明する。図3は、図1における電力変換器11および電圧制御器12の具体例を、図4は図2における電力変換器11および電圧制御器12の具体例を、それぞれ記載したブロック図である。

[0014] 以上のように、各電力変換ユニット10の電力変換器は、図1および図3に示すようにDC/DC変換器であっても、図2および図4に示すようにAC/DC変換器であっても良く、さらに、ある電力変換ユニットの電力変換器11がDC/DC変換器であり、別の電力変換ユニットの電力変換器11がAC/DC変換器であるような混成構成であってもよい。各電力変換ユニットにおける入力側の電源は、共通であっても、別々であっても、一部の電力変換ユニットにおける入力側の電源が共通であっても、どのような構成であってもよい。また電力変換ユニットの並列台数Nはどのような台数であってもよい。さらに、負荷は単純な抵抗負荷に限らない。

[0015] 図5は、図3および図4の構成における電力変換ユニットの制御系を模式化した制御ブロックを表し、以下の説明では、電流制御系を含む制御系を簡略化したことを意味する図5に記載のACRのゲインを1として取り扱う。

[0016] 図5で簡略化してACRと表現した構成に含まれる図2、図3における電流制御系は、電圧調整部121からDCバス電流の目標値 I_{o1}^* を受け取り、DCバス電流の目標値 I_{o1}^* を電力変換ユニットの入力電圧 V_{in1} とDCバス電圧 V_{out} の比率で換算して求まる入力電流の目標値 I_{L1}^* と検出電流 I_{L1} が一致するように電力変換ユニットのデューティ $D1$ を制御する構成となっている。

[0017] なお、本願に開示される電力変換装置は、DCバス電圧 V_{out} を目標電圧 V_{out}^* に制御する電圧制御器12が、出力電力に応じてDCバス電圧に垂下特性を持たせる場合に実現可能であり、電圧制御器12における電圧調整部12

1の構成は、図3および図4で示したP制御（比例制御）121に限定されない。電圧調整部121は、目標電圧 V_{out*} と実電圧 V_{out} の差である定常偏差を入力として、定常偏差そのもの、あるいは定常偏差の2乗、あるいは定常偏差の $1/2$ 乗、など、定常偏差の線形、非線形に関わらず、定常偏差に基づく値に比例ゲインを乗じて定常偏差を0に近づけるよう比例制御する制御系であればよい。

[0018] 本実施の形態1の運転管理部13の動作について説明する。本実施の形態1の説明において図5に示す簡略化した制御ブロック図を用いる。なお、図5の電圧調整部121は、電力変換ユニットの入力電力または出力電力に応じて目標電圧 V_{out*} とDCバス電圧 V_{out} の定常偏差 ($V_{out*}-V_{out}$) が変化する特性を持つ制御構成に置き換え可能である。また、電圧調整部121から先の構成は限定されない。

[0019] 本願に開示される電力変換装置は、ある電力変換ユニットにおいて、電圧制御器12の電圧調整部121のゲインを変更したとき、自己の電力変換ユニットが単独で運転している場合と、自己の電力変換ユニットと、並列接続されている別の電力変換ユニットとが並列運転している場合とで、制御における目標電圧 V_{out*} とDCバス電圧 V_{out} の定常偏差 ($V_{out*}-V_{out}$) の変化が異なるであろうとの考えに基づいている。単独運転の場合、ゲインを変更すると、ゲインの変更分だけ定常偏差が変化する。しかし、複数の電力変換ユニットから負荷に電力が供給されている並列運転の場合、ある一つの電力変換ユニットにおいてゲインを変更すると、他の電力変換ユニットが電力を補完するため、自己の電力変換ユニットにおけるゲインの変更に伴って、定常偏差 ($V_{out*}-V_{out}$) の値は、ゲインの変更に対応した分よりも少なくしか変化しない。例えば定常偏差 ($V_{out*}-V_{out}$) に対して比例制御する場合、ゲインを半分にすると、単独運転の場合、定常偏差は約2倍に増えるが、並列運転の場合、定常偏差の変化は単独運転の場合の変化よりも小さい。したがって、ある電力変換ユニットのゲインの変化と、そのゲインの変化に伴う定常偏差の変化とを比較することにより、自己の電力変換ユニットが単独運転して

いるか、または他の電力変換ユニットと並列運転しているかを判定できる。しかし、定常偏差はごく小さい値であるため、この値を直接観測しても誤差が大きく、適切な判定ができないことが考えられる。以下では、定常偏差に対応しており、安定したパラメータを求めることで、定常偏差の変化の観測を容易にする技術を提案する。

[0020] 以下、図5の構成において、電圧調整部121が定常偏差 ($V_{out*}-V_{out}$) そのものに対して比例制御するP制御であることを例にして説明する。まず、電圧調整部121の比例ゲイン変更に伴う電力変換ユニットから出力されるDCバス電流 I_{oi} と、DCバス電圧の目標値 V_{out*} と実電圧 V_{out} の定常偏差の関係を説明する。図5のDCバス電圧の目標値 V_{out*} と実電圧 V_{out} の関係は(1)式で表すことができる。

[数1]

$$\text{数1} \quad \frac{V_{out}}{V_{out*}} = \frac{\frac{K}{\sum_{i=1}^N C_{oi}}}{s + \frac{K}{\sum_{i=1}^N C_{oi}}} = \frac{\omega_K}{s + \omega_K} \quad (1)$$

ここで、 K は比例ゲイン、 C_o は各電力変換ユニットの出力側に備えられた出力コンデンサ C_o の容量であり、 C_{oi} は i 番目の電力変換ユニット10-iの出力コンデンサの容量を意味する。また、右辺の分母と分子の s 関数の零次項は共通のため定数 ω_K と置いた。

[0021] ここで、1番目の電力変換ユニット10-1に注目する。他の電力変換ユニットの出力電流の総和 ($I_{o2}+I_{o3}+\dots+I_{oN}$) と負荷電流 I_{load} の差で構成される電流外乱と実電圧 V_{out} の関係は(2)式で表すことができる。

[数2]

$$\text{数2} \quad \frac{V_{out}}{I_{o2} + I_{o3} + \dots + I_{oN} - I_{load}} = \frac{\frac{1}{\sum_{i=1}^N C_{oi}}}{s + \frac{K}{\sum_{i=1}^N C_{oi}}} = \frac{1}{K} \frac{\omega_K}{s + \omega_K} \quad (2)$$

[0022] 図5を参照することにより、(1)式と(2)式より求まるDCバス電圧の目標値 V_{out}^* と、他の電力変換ユニットの出力電流の総和と負荷電流の差で構成される電流外乱から求まる実電圧 V_{out} の関係は(3)式のようになる。

[数3]

$$\text{数3} \quad V_{out} = \frac{\omega_K}{s + \omega_K} \left\{ V_{out}^* + \frac{1}{K} (I_{o2} + I_{o3} + \dots + I_{oN} - I_{load}) \right\} \quad (3)$$

[0023] ここで、他の電力変換ユニットの電圧制御器の影響を考慮する。全ての電力変換ユニットの比例ゲインが共通の場合、(1)、(2)、(3)式は(4)、(5)、(6)式に置き換えることができる。ここで、右辺の分母と分子の s 関数の零次項は共通のため定数 ω_{K0} と置いた。

[0024] [数4]

$$\text{数4} \quad \frac{V_{out}}{V_{out}^*} = \frac{\frac{NK}{\sum_{i=1}^N C_{oi}}}{s + \frac{NK}{\sum_{i=1}^N C_{oi}}} = \frac{\omega_{K0}}{s + \omega_{K0}} \quad (4)$$

[0025] [数5]

$$\text{数5} \quad \frac{V_{out}}{-I_{load}} = \frac{\frac{1}{\sum_{i=1}^N C_{oi}}}{s + \frac{NK}{\sum_{i=1}^N C_{oi}}} = \frac{1}{NK} \frac{\omega_{K0}}{s + \omega_{K0}} \quad (5)$$

[0026]

[数6]

$$\text{数6} \quad V_{out} = \frac{\omega_{K0}}{s + \omega_{K0}} \left(V_{out}^* - \frac{1}{NK} I_{load} \right) \quad (6)$$

[0027] 定常状態では $\omega_{K0} / (s + \omega_{K0})$ は 1 となるため、負荷が定抵抗負荷 R と考えられる状況では、(6) 式から求まる関係は (7) 式のようにになる。

[数7]

$$\text{数7} \quad R = \frac{V_{out}}{I_{load}} = \frac{V_{out}^*}{I_{load}} - \frac{1}{NK} \quad (7)$$

[0028] また、定電力負荷と考えられる状況では、電力 P について (6) 式から求まる関係は (8) 式のようにになる。

[数8]

$$\text{数8} \quad P = V_{out} \cdot I_{load} = V_{out}^* \cdot I_{load} - \frac{1}{NK} I_{load}^2 \quad (8)$$

[0029] なお、本願に開示される電力変換装置の負荷として適用できる負荷は、瞬時電力変化の生じる非線形負荷であっても、時間平均して定抵抗負荷または定電力負荷に模擬できる負荷であればよく、時間変動が無い定抵抗負荷あるいは定電力負荷に限定されない。また、実施の形態 3 で説明するように、負荷に発電機能が含まれていても良い。以下では、負荷が、時間平均して定抵抗負荷または定電力負荷に模擬できる負荷として説明する。したがって、負荷を定抵抗負荷または定電力負荷と称して説明する。

[0030] ここで、電力変換ユニットは、自らの電圧制御器 12 における電圧調整部 121 が生成する DC バス電流の目標値 I_{o1}^* と、DC バス電圧の検出値 V_{out} を用いることにより負荷を推定できる。すなわち、電圧調整部 121 が生成する DC バス電流の目標値 I_{o1}^* が負荷電流であろうと考えることにより、負荷が定抵抗負荷に模擬できる場合は抵抗値の推定、あるいは定電力負荷に模擬できる場合は電力の推定を行うことができる。(9) 式は定抵抗負荷の場合の抵抗推定値 R_x の推定式、(10) 式は定電力負荷の場合の電力推定値 P_x の推定式である。

[数9]

$$\text{数9} \quad R_x = \frac{V_{out}}{I_{o1}^*} = \frac{V_{out}}{K(V_{out}^* - V_{out})} \quad (9)$$

[数10]

$$\text{数10} \quad P_x = V_{out} \cdot I_{o1}^* = V_{out} \cdot K(V_{out}^* - V_{out}) \quad (10)$$

[0031] 以下、(7)、(8)式で示した実際の負荷特性の関係と、(9)、(10)式で示した推定式を用いた単独運転検出方法の原理を説明する。なお、説明では電力変換ユニット1台構成(単独運転)と、3台構成の2つを用いて説明するが、電力変換ユニットの並列台数は限定されない。

[0032] 図6は単独運転時の電力変換ユニットの動作、図7は3台並列時の電力変換ユニットの動作、をそれぞれ模式的に表した図である。単独運転時、(6)式に相当する関係は(11)式のようにになる。また、3台並列運転時、(6)式に相当する関係は(12)式のようにになる。

[数11]

$$\text{数11} \quad V_{out} = \frac{\omega_{K0}}{s + \omega_{K0}} \left(V_{out}^* - \frac{1}{K} I_{load} \right) \quad (11)$$

[数12]

$$\text{数12} \quad V_{out} = \frac{\omega_{K0}}{s + \omega_{K0}} \left(V_{out}^* - \frac{1}{3K} I_{load} \right) \quad (12)$$

[0033] ここで、1台の電力変換ユニットの電圧調整部121の比例ゲインをKから変化させてK-ΔKに減少させると、(11)、(12)式はそれぞれ(13)、(14)式で表すことができる。

[数13]

$$\text{数13} \quad V_{out} = \frac{\omega_{K0}}{s + \omega_{K0}} \left(V_{out}^* - \frac{1}{K - \Delta K} I_{load} \right) \quad (13)$$

[数14]

$$\text{数14} \quad V_{out} = \frac{\omega_{K0}}{s + \omega_{K0}} \left(V_{out}^* - \frac{1}{3K - \Delta K} I_{load} \right) \quad (14)$$

[0034] 単独運転時における（１１）式と（１３）式に対応する定常時の定抵抗負荷の場合の抵抗推定式はそれぞれ（１５）、（１６）式のようになる。

[数15]

$$\text{数15} \quad R_x = \frac{V_{out}}{K(V_{out}^* - V_{out})} = \frac{V_{out}}{I_{load}} \quad (15)$$

[数16]

$$\text{数16} \quad R_x = \frac{V_{out}}{(K - \Delta K)(V_{out}^* - V_{out})} = \frac{V_{out}}{I_{load}} \quad (16)$$

[0035] また、定電力負荷の場合の電力推定式はそれぞれ（１７）、（１８）式のようになる。

[数17]

$$\text{数17} \quad P_x = V_{out} \cdot K(V_{out}^* - V_{out}) = V_{out} \cdot I_{load} \quad (17)$$

[数18]

$$\text{数18} \quad P_x = V_{out} \cdot (K - \Delta K)(V_{out}^* - V_{out}) = V_{out} \cdot I_{load} \quad (18)$$

つまり、単独運転時は比例ゲインを ΔK 変化する前後で、定抵抗負荷に模擬できる負荷の場合は定抵抗負荷の抵抗推定値が、定電力負荷に模擬できる負荷の場合は定電力負荷の電力推定値が、同値を取ることが判る。単独運転の場合、比例ゲインの変化比 $(K - \Delta K) / K$ に対して、定抵抗負荷の場合は定常偏差とDCバス電圧の商 $(V_{out}^* - V_{out}) / V_{out}$ が、定電力負荷の場合は定常偏差とDCバス電圧の積 $(V_{out}^* - V_{out}) \cdot V_{out}$ が、比例ゲインの変化比の逆数である $K / (K - \Delta K)$ 倍に変化するため、比例ゲインの変化の前後で、（９）式および（１０）式により求まる負荷の推定値が同値となる。

[0036] これに対して、３台並列運転時における（１２）式と（１４）式に対応する定抵抗負荷の推定式は（１９）、（２０）式のようになる。

[数19]

$$\text{数19} \quad R_x = \frac{V_{out}}{K(V_{out}^* - V_{out})} = 3 \frac{V_{out}}{I_{load}} \quad (19)$$

[数20]

$$\text{数20} \quad R_x = \frac{V_{out}}{(K - \Delta K)(V_{out*} - V_{out})} = \frac{3K - \Delta K}{K - \Delta K} \frac{V_{out}}{I_{load}} \quad (20)$$

[0037] また、定電力負荷の推定式は (21)、(22) 式のようになる。

[数21]

$$\text{数21} \quad P_x = V_{out} \cdot K(V_{out*} - V_{out}) = V_{out} \cdot \frac{I_{load}}{3} \quad (21)$$

[数22]

$$\text{数22} \quad P_x = V_{out} \cdot (K - \Delta K)(V_{out*} - V_{out}) = V_{out} \cdot \frac{K - \Delta K}{3K - \Delta K} I_{load} \quad (22)$$

[0038] つまり、3台並列運転時は比例ゲインを ΔK 変化する前後で定抵抗負荷あるいは定電力負荷の推定値が異なる値を取ることが判る。前述のように、単独運転の場合、比例ゲインの変化比 $(K - \Delta K) / K$ に対して、定抵抗負荷の場合は定常偏差とDCバス電圧の商 $(V_{out*} - V_{out}) / V_{out}$ が、定電力負荷の場合は定常偏差とDCバス電圧の積 $(V_{out*} - V_{out}) \cdot V_{out}$ が、比例ゲインの変化比の逆数である $K / (K - \Delta K)$ 倍に変化する。このため、比例ゲインの変化の前後で、(9)式および(10)式により求まる負荷の推定値が同値となる。一方、並列運転の場合、比例ゲインの変化比 $(K - \Delta K) / K$ に対して、定抵抗負荷の場合は定常偏差とDCバス電圧の商 $(V_{out*} - V_{out}) / V_{out}$ が、定電力負荷の場合は定常偏差とDCバス電圧の積 $(V_{out*} - V_{out}) \cdot V_{out}$ が、比例ゲインの変化比の逆数である $K / (K - \Delta K)$ 倍とは異なる変化比で変化する。このため、比例ゲインの変化の前後で、(9)式および(10)式により求まる負荷の推定値が異なる値を取ることになる。例えば、 ΔK が元の比例ゲインの半分の値のとき、(19)式の推定値は(20)式の推定値の5分の3倍小さい値となり、(21)式の推定値は(22)式の推定値の3分の5倍大きい値となる。このように、単独運転と並列運転は(9)式または(10)式の負荷推定式を用いることで判定できる。電力変換ユニットのDCバス電圧 V_{out} と、電圧調整部121の出力である I_{o1*} を用い、定抵抗負荷の場合は(9)式によって抵抗推定値 R_x を、また定電力負荷の場合は(1

0) 式によって電力推定値Pxを求めることにより、単独運転か並列運転かを判定できる。

[0039] 上記では、比例ゲインの変化と、負荷の推定値の変化を比較することにより、単独運転か並列運転かを判定できることを示した。上記のように、比例ゲインの変化と、定抵抗負荷の場合の抵抗推定値の変化を比較することは、比例ゲインの変化と $(V_{out*}-V_{out})/V_{out}$ の変化を比較していることになる。また比例ゲインの変化と、定電力負荷の場合の電力推定値の変化を比較することは、比例ゲインの変化と $(V_{out*}-V_{out}) \cdot V_{out}$ の変化を比較していることになる。ここで、比例ゲインの変化に伴う定常偏差 $(V_{out*}-V_{out})$ の変化の割合に対して V_{out} の変化の割合は小さい。したがって、比例ゲインの変化と負荷の推定値の変化とを比較することは、比例ゲインの変化と定常偏差 $(V_{out*}-V_{out})$ の変化との比較を代替していることになる。

[0040] 次に、全ての電力変換ユニットの電圧調整部 1 2 1 の比例ゲインが異なる場合も同様に単独運転と並列運転の違いを判定できることを説明する。(23)、(24)、(25) 式は、それぞれ(1)、(2)、(3)式に対応する、各電力変換ユニットの電圧調整部 1 2 1 の比例ゲインが異なる構成に対応する関係式である。ここで、(23)式右辺の分母と分子のs関数の零次項は共通のため定数 ω_{KN} と置いた。

[数23]

$$\text{数23} \quad \frac{V_{out}}{V_{out*}} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^N K_i}{\sum_{i=1}^N C_{oi}}}{s + \frac{\sum_{i=1}^N K_i}{\sum_{i=1}^N C_{oi}}} = \frac{\omega_{KN}}{s + \omega_{KN}} \quad (23)$$

[数24]

$$\text{数24} \quad \frac{V_{out}}{-I_{load}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^N C_{oi}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^N K_i} \frac{\omega_{KN}}{s + \omega_{KN}} \quad (24)$$

[数25]

$$\text{数25} \quad V_{out} = \frac{\omega_{KN}}{s + \omega_{KN}} \left(V_{out} * - \frac{1}{\sum_{i=1}^N K_i} I_{load} \right) \quad (25)$$

[0041] 先の説明と同様に、単独運転時の電力変換ユニットの動作を模式的に示す図6と、3台並列運転時の電力変換ユニットの動作を模式的に示す図8とを用いて説明する。(26)式は単独運転時の(6)式に相当する関係、(27)式は3台並列運転時の(6)式に相当する関係を表す。

[数26]

$$\text{数26} \quad V_{out} = \frac{\omega_{KN}}{s + \omega_{KN}} \left(V_{out} * - \frac{1}{K_1} I_{load} \right) \quad (26)$$

[数27]

$$\text{数27} \quad V_{out} = \frac{\omega_{KN}}{s + \omega_{KN}} \left(V_{out} * - \frac{1}{K_1 + K_2 + K_3} I_{load} \right) \quad (27)$$

[0042] ここで、1台の電力変換ユニットの電圧調整部121の比例ゲインを ΔK だけ小さくしたとき、(26)、(27)式はそれぞれ(28)、(29)式のようになる。

[数28]

$$\text{数28} \quad V_{out} = \frac{\omega_{KN}}{s + \omega_{KN}} \left(V_{out} * - \frac{1}{K_1 - \Delta K} I_{load} \right) \quad (28)$$

[数29]

$$\text{数29} \quad V_{out} = \frac{\omega_{KN}}{s + \omega_{KN}} \left(V_{out}^* - \frac{1}{K_1 - \Delta K + K_2 + K_3} I_{load} \right) \quad (29)$$

[0043] 単独運転時における(26)式と(28)式に対応する定常時の定抵抗負荷の推定式は(30)、(31)式のようになる。

[数30]

$$\text{数30} \quad R_x = \frac{V_{out}}{K_1(V_{out}^* - V_{out})} = \frac{V_{out}}{I_{load}} \quad (30)$$

[数31]

$$\text{数31} \quad R_x = \frac{V_{out}}{(K_1 - \Delta K)(V_{out}^* - V_{out})} = \frac{V_{out}}{I_{load}} \quad (31)$$

[0044] また、定電力負荷の推定式は(32)、(33)式のようになる。

[数32]

$$\text{数32} \quad P_x = V_{out} \cdot K_1(V_{out}^* - V_{out}) = V_{out} \cdot I_{load} \quad (32)$$

[数33]

$$\text{数33} \quad P_x = V_{out} \cdot (K_1 - \Delta K)(V_{out}^* - V_{out}) = V_{out} \cdot I_{load} \quad (33)$$

つまり、単独運転時は比例ゲインを ΔK 変化する前後で定抵抗負荷あるいは定電力負荷の推定値が同値を取ることが判る。

[0045] これに対して、3台並列運転時における(27)式と(29)式に対応する定抵抗負荷の推定式は(34)、(35)式のようになる。

[数34]

$$\text{数34} \quad R_x = \frac{V_{out}}{K_1(V_{out}^* - V_{out})} = \frac{K_1 + K_2 + K_3}{K_1} \frac{V_{out}}{I_{load}} \quad (34)$$

[数35]

$$\text{数35} \quad R_x = \frac{V_{out}}{(K_1 - \Delta K)(V_{out}^* - V_{out})} = \frac{K_1 - \Delta K + K_2 + K_3}{K_1 - \Delta K} \frac{V_{out}}{I_{load}} \quad (35)$$

[0046] また、定電力負荷の推定式は(36)、(37)式のようになる。

[数36]

$$\text{数36} \quad Px = Vout \cdot K_1 (Vout^* - Vout) = Vout \cdot \frac{K_1}{K_1 + K_2 + K_3} Iload \quad (36)$$

[数37]

$$\text{数37} \quad Px = Vout \cdot (K_1 - \Delta K) (Vout^* - Vout) = Vout \cdot \frac{K_1 - \Delta K}{K_1 - \Delta K + K_2 + K_3} Iload \quad (37)$$

[0047] 以上のように、全ての電力変換ユニットの電圧調整部121の比例ゲインが異なる場合も、比例ゲインが共通の場合と同様に、3台並列運転時は、1台の電力変換ユニットの電圧調整部121の比例ゲインを ΔK 変化する前後で定抵抗負荷あるいは定電力負荷の推定値が異なる値を取ることが判る。

[0048] 以上の説明により、比例ゲインを変化させて、比例ゲインの変化の前後で、負荷の抵抗推定値または電力推定値を求め、比例ゲインの変化と負荷の推定値の変化を比較することで、単独運転か並列運転かを判定できることが解る。比例ゲインの変化と負荷の推定値の変化を比較することは、前述のように、比例ゲインの変化と定常偏差の変化との比較を代替していることになり、比例ゲインの変化と定常偏差の変化との比較により、単独運転か並列運転かを判定していることになる。

[0049] 以上で説明した単独運転の判定方法の原理を用いて、実際に単独運転判定を可能とする方法を説明する。図9は単独運転判定を実現するフローチャートであり、運転管理部13の動作を示すものである。図9に示したフローチャートの処理開始タイミングは任意に設定可能である。処理開始後、(9)式または(10)式を用いて、すなわち、DCバス電圧 $Vout$ と電圧調整部121の出力である電流の目標値 I_{o1}^* を用いて負荷の推定を行い(ステップST1)、推定値を格納する(ステップST2)。負荷の推定(ステップST1)では、負荷の特性に対応して、定抵抗負荷に模擬できる負荷の場合は定抵抗負荷の抵抗推定値 R_x を、定電力負荷に模擬できる場合は定電力負荷の電力推定値 P_x を、定抵抗負荷、定電力負荷いずれにも模擬できる場合は少なくとも一方を、求めればよい。その後、電圧調整部121の比例ゲインを変更

し（ステップST3）、負荷を推定する（ステップST4）。比例ゲインを変更後、前回の推定値と今回の推定値の差分を取り（ステップST5）、予め設定した値より変化が小さい場合は（ステップST5 Yes）カウントを加算し（ステップST6）、予め設定した値以上に変化が大きい場合はカウントをリセットする（ステップST7）。カウントを加算した場合、カウントが判定回数まで達したとき（ステップST8 Yes）単独運転であると判定する（ステップST9）。単独運転と判定した場合は処理を終了する。カウントをリセットした（ST7）場合、または、カウントが判定回数まで達していない場合（ステップST8 No）で、ゲインの変更回数が予め設定した上限値に達していない場合（ステップST10 No）、ステップST2に戻って推定値を格納する。その後、ゲインを変更するステップST3からのステップを実行する。このようにして、単独運転と判定（ステップST9）するか、ゲインの変更回数が上限に達して（ステップST10 Yes）並列運転であると判定する（ステップST11）まで、ゲインの変更を繰り返す。なお、ここでのゲインの変更は、1回目は、元のゲイン設定値Kから、 ΔK だけ下げる、すなわちゲインを $K - \Delta K$ とする。2回目は、 $K - \Delta K$ であったゲインをKに戻す。3回目はゲインを再び $K - \Delta K$ に設定する。このようにゲインをKと $K - \Delta K$ とで変更を繰り返すようにする。

[0050] 今回の推定値と前回の推定値の差分絶対値が小さく、かつ、複数回のゲイン変更によるカウント値が判定回数に達したときに単独運転と判定する理由は、過渡変動や、他の電力変換ユニットによる処理タイミングの重なりによる単独運転の判定誤りを防止するためである。

[0051] 処理の開始タイミングは任意のタイミングであってもよいが、周期を決めて処理するのが好ましい。例えば、電力変換ユニットごとに個体番号を振り、個体番号の順に処理の開始タイミングを周期的に定めて、各電力変換ユニットの処理期間が異なるようにすることで、電力変換ユニット間の処理タイミング重なりを防止できる。

[0052] 以上説明したように、実施の形態1による電力変換装置の電力変換ユニッ

トは、他の電力変換ユニットが並列に接続されていない、もしくは、並列に接続されている他の電力変換ユニットの電力変換動作が停止している単独運転中に、他の電力変換ユニットからの情報を得ずに、自己の電力変換ユニット単独でゲインを変更したとき、ゲインの変化と定常偏差の変化を比較することにより、単独運転であることを判定可能である。

[0053] なお、出力端が並列に接続されている複数の電力変換ユニットのうち、全ての電力変換ユニットが上記の単独運転か並列運転かを判定する運転管理部 13 を有する構成ではなくとも、少なくとも一つの電力変換ユニットが、運転管理部 13 を有する構成であればよい。

[0054] 実施の形態 2.

実施の形態 2 では、実施の形態 1 で説明した単独運転の判定方法を用いて、複数の電力変換ユニットを並列運転する電力変換装置の効率改善について提案する。実施の形態 2 による電力変換装置のシステム全体は、図 1 ~ 図 4 で示した構成と同様である。ただし、実施の形態 2 による運転管理部 13 の構成、動作は、実施の形態 1 による運転管理部 13 の構成、動作に対して、効率改善のために付加された構成、動作を含んでいる。

[0055] 以下、実施の形態 2 による電力変換装置の電力変換ユニットの構成、動作について、図 5 で示した電圧調整部 121 を備える電力変換ユニットの、効率改善可能な運転管理部 13 の動作のフローチャート例を示す図 10、電力変換ユニットの動作を説明する図 11 および図 12 にしたがって説明する。

[0056] 実施の形態 1 で説明した単独運転判定方法の原理を用いて、電力変換装置全体の効率を改善する方法について、図 10 のフローチャートにしたがって説明する。

[0057] 図 10 に示したフローチャートの処理開始タイミングは任意に設定可能である。処理開始後、(9) 式または (10) 式を用いて負荷の推定を行い (ステップ S T 21)、電力の推定値が設定した電力しきい値を下回るとき (ステップ S T 22 Yes)、推定値を格納して (ステップ S T 23)、電圧調整部 121 の比例ゲインを変更する (ステップ S T 24)、電力の推定

値が設定した電力しきい値と同値または上回るとき（ステップS T 2 2 N o）は処理を終了する。ここで電力しきい値は電力変換ユニットごとに設定可能であり、例えば任意の効率を下回らない電力しきい値を設定する。電圧調整部1 2 1の比例ゲインを変更後、負荷を推定し（ステップS T 2 5）、前回の推定値と今回の推定値の差分を取り、予め設定した値より変化が大きい場合（ステップS T 2 6 Y e s）はカウントを加算し（ステップS T 2 7）、予め設定した値以下であり変化が小さい場合（ステップS T 2 6 N o）はカウントをリセットする（ステップS T 2 8）。カウントを加算した場合はカウントが判定回数まで達したとき（ステップS T 2 9 Y e s）並列運転であると判定し（ステップS T 3 0）、電力変換ユニットの電力変換動作を休止する（ステップS T 3 1）。カウントをリセットした（ステップS T 2 8）場合、または、カウントが判定回数まで達していない場合（ステップS T 2 9 N o）で、ゲインの変更回数が予め設定した上限値に達していない場合（ステップS T 3 2 N o）、ステップS T 2 3に戻って推定値を格納する。並列運転と判定して電力変換動作を休止する（ステップS T 3 1）か、ゲインの変更回数が上限に達するまで、ゲインの変更を繰り返す。カウントが判定回数に達しないままゲインの変更回数が上限に達した場合（ステップS T 3 2 Y e s）は単独運転と判定する（ステップS T 3 3）。以上において、ゲインの変更は、実施の形態1で説明したのと同様、ゲインを K と $K - \Delta K$ とで変更を繰り返すようにする。なお、実施の形態2における並列運転の判定は実施の形態1における単独運転の判定と論理反転の関係にある。また、電力変換動作の休止は比例ゲイン0を含む電力変換ユニットの出力電力0の状態を意味する。

[0058] 以上のフローにおいて、処理開始直後のステップS T 2 1における負荷推定では、少なくとも定電力負荷の電力推定を行う必要がある。しかし、その後の、ステップS T 2 5における負荷推定では、負荷の特性に応じて、定抵抗負荷の負荷推定、または定電力負荷の負荷推定の、少なくとも一方でよい。ただし、ステップS T 2 5において、定抵抗負荷の負荷推定のみを行う場

合、ステップS T 2 1においても、定抵抗負荷の負荷推定も行っておく必要がある。

[0059] 図10のフローチャートにて今回の推定値と前回の推定値の差分絶対値が大きく(ステップS T 2 6)、かつ、複数回のゲイン変更によるカウント値が判定回数に達したとき(ステップS T 2 9 Y e s)に並列運転と判定(ステップS T 3 0)する理由は、過渡変動や、他の電力変換ユニットによる処理タイミングの重なりによる並列運転検出誤りを防止するためである。

[0060] 電力変換動作の休止後に、負荷の電力が増加し、他の電力変換ユニットからの電力供給だけでは電力を賄えない状態になることも考えられる。この場合は、DCバス電圧が下がることになる。したがって、DCバス電圧が目標電圧 V_{out*} よりも低い値として予め定めた基準値 V_{out*1} を下回ったとき、運転休止した電力変換ユニットの電力変換動作を再開し、再び運転状態に復帰させる。

[0061] また、図10に示した処理のルーチンにおいて、ステップS T 2 4のゲイン変更時、ゲインを下げたときに、負荷の電力を賄えない場合、DCバス電圧が下がることもある。この場合、処理を中止して、比例ゲインを元の値に戻すなど大きな値に変更することでDCバス電圧を基準値 V_{out*1} 以上に復帰できる。

[0062] 処理開始タイミングは任意のタイミングであってもよいが、周期を決めて処理するのが好ましい。例えば、電力変換ユニットごとに個体番号を振り、個体番号の順に処理開始タイミングを周期的に定めて、各電力変換ユニットの処理期間が異なるようにすることで、連続した電力変換ユニット間の処理タイミング重なりを防止できる。

[0063] 次に、図10の処理による効率の改善の具体例を説明する。図12は図11に示す効率特性を持つ電力変換ユニットAと電力変換ユニットBとの2個の電力変換ユニットで構成された電力変換装置のシステムにおける効率改善動作の一例である。ここで、電力変換ユニットAと電力変換ユニットBの電圧調整部121の比例ゲインは共通であり、比例ゲイン変更は設計値の1.0

倍と0.5倍の値を交互に変更するものとする。

[0064] 図11において、電力変換ユニットAと電力変換ユニットBの比例ゲインが共通の場合、総出力1100Wのとき、各電力変換ユニットの動作点は黒丸で示すようになり、各電力変換ユニットの出力電力はバランスする。このときの電力変換ユニットAと電力変換ユニットBの入力の合計は1238Wであり、電力変換装置全体の総効率は88.9%である。電力変換ユニットBの出力電力が電力しきい値を下回るため、図10のフローチャートの処理を開始する。

[0065] 図12の上段のグラフのように、電力変換ユニットBの比例ゲインを0.5倍に変更した場合、電力変換ユニットAの出力電力は増加し、電力変換ユニットBの出力電力は低下する。この比例ゲイン変化による電力変化に基づいて前述の説明の通り並列運転と判定し、電力変換ユニットBの運転を休止し、図12の下段のグラフで示すように、電力変換ユニットAのみの運転とする。このときの電力変換ユニットAの動作点は黒丸で示す出力1100Wの点となる。このときの入力は1183Wであり、効率は93.0%である。このように、電力変換装置全体としての効率は、電力変換ユニットBを休止する前の88.9%に対し、休止後は93.0%となり、改善することができる。

[0066] 以上説明したように、実施の形態2によれば、電力しきい値以下の運転時に他の電力変換ユニットが電力変換動作しているか否かを検出し、他の電力変換ユニットが電力変換動作をしている場合に運転休止することで電力変換ユニット群全体としての効率を改善することが可能である。

[0067] 実施の形態3.

実施の形態3では、実施の形態2で説明した複数の電力変換ユニットを並列運転する電力変換装置の効率改善方法を用いて、太陽光発電、風力発電、水力発電等の発電機構を備える負荷に対応した効率改善について説明する。

[0068] 図13は実施の形態3による電力変換装置を含む電力変換システムの一例を示すブロック図である。実施の形態3と実施の形態2の相違箇所は負荷3

0が、電力を消費する電力消費負荷31に加えて、太陽光発電、風力発電、水力発電等の発電機構32を含んでいることである。実施の形態3による電力変換装置における電力変換ユニットは、図1～図12で示した電力変換装置の構成、動作と同様である。以下、実施の形態3に係る電力変換ユニットの構成、動作について、図1～12と、図1、2で示した負荷30を実施の形態3に対応する形に置き換えた図13にしたがって説明する。なお、実施の形態3における電力変換ユニットの動作説明は実施の形態2と重複する説明を省略し、負荷30の構成差に伴う相違箇所について説明する。

[0069] 図13に示す負荷30は電力消費負荷31と発電機構32を備える構成である。負荷電流 I_{load} は電力消費負荷31の消費電力が発電機構32の発電電力より大きい場合は正の値を取り、電力消費負荷31の消費電力が発電機構32の発電電力より小さい場合は負の値を取る。負荷電流が正の場合、電力変換器は電力を電源側から負荷側へ変換するように動作する。一方、負荷電流が負の場合、電力変換器11は電力を負荷側から電源側へ変換するように動作する。すなわち、電源と負荷との間に接続されている電力変換器11は、電源側から負荷側へ電力変換することも、負荷側から電源側へ電力変換することもできる、双方向の電力変換器として動作する。負荷電流 I_{load} が負の状態では電力変換ユニットに負荷30から電力供給しているため、目標電圧 V_{out*} より実電圧 V_{out} の方が大きくなることを意味し、(9)、(10)式で示した抵抗推定値 R_x 、電力推定値 P_x が負の値を取る。電力変換ユニットに負荷30から電力供給しているとき、電力供給された電力変換ユニットでは、電力を電源側に戻し、例えば電力を電源側に接続されている蓄電池に充電する動作を行う。実施の形態2で示した効率改善方法は、比例ゲイン変化前後の推定値 R_x 、 P_x の変化量絶対値を基準として並列運転を判定(図10、ステップS T 26)するため、実施の形態3の構成も同様に適用可能である。

[0070] 負荷電流 I_{load} が負の状態において、運転休止後に、負荷の発電機構32の発電電力が増加し、運転休止している電力変換ユニット以外の電力変換ユニットでの電力充電だけでは電力を蓄えきれない状態になることも考えられる

。この場合は、DCバス電圧がさらに上がることになる。したがって、DCバス電圧が目標電圧 V_{out*} よりも高い値として予め定めた基準値 V_{out*2} を上回ったとき、運転休止した電力変換ユニットの電力変換動作を再開し、再び運転状態に復帰させる。なお、DCバス電圧が目標電圧 V_{out*} よりも上がるのは、負荷に発電機構が含まれている場合だけであるため、負荷電流の方向を監視する必要は無く、DCバス電圧を監視しておけば良い。

[0071] また、図10に示した処理のルーチンにおいて、ステップST24のゲイン変更時、ゲインを下げたときに、負荷の発電電力を蓄えきれない場合、DCバス電圧が基準値 V_{out*2} よりも上がることもある。この場合、処理を中止して、比例ゲインを元の値に戻すなど大きな値に変更することでDCバス電圧を基準値 V_{out*2} 以下に復帰できる。つまり、実施の形態2で示した過負荷時の運転休止を解除する基準値 V_{out*1} を電圧制御器12の目標電圧より低く設定し、実施の形態3で示した過発電時の運転休止を解除する基準値 V_{out*2} を電圧制御器12の目標電圧より高く設定することで、DCバス電圧を常に基準値 V_{out*1} と基準値 V_{out*2} の間に保つことができ、双方向の電力授受に対応した安定動作を実現できる。

[0072] なお、各実施の形態を組み合わせたたり、各実施の形態を適宜、変形、省略したりすることが可能である。

符号の説明

[0073] 10、10-1、10-2、10-N 電力変換ユニット、11 電力変換器、12 電圧制御器、13 運転管理部、15 電圧センサ、20-1、20-2、20-N 直流電源、21-1、21-2、21-N 交流電源、30 負荷、31 電力消費負荷、32 発電機構、121 電圧調整部

請求の範囲

- [請求項1] 電源と負荷との間で電力変換を行うための、負荷側が直流である電力変換器と、この電力変換器の前記負荷側の電圧を目標電圧に制御するため、前記目標電圧と前記負荷側の電圧との差である定常偏差を入力して比例制御する電圧調整部を備えた電圧制御器と、を有する電力変換ユニットを複数備え、各電力変換ユニットが前記負荷側で並列に接続されるよう構成された電力変換装置において、複数の前記電力変換ユニットのうち少なくとも一つの電力変換ユニットは、自己の電力変換ユニットの運転を管理する運転管理部を備え、前記運転管理部は、前記電圧調整部の前記比例制御の比例ゲインを変化させて、前記比例ゲインの変化と前記定常偏差の変化を比較することにより、自己の電力変換ユニット以外の他の電力変換ユニットが運転していない単独運転であるかどうかを判定することを特徴とする電力変換装置。
- [請求項2] 前記負荷側の電圧と、前記電圧調整部の出力である電流目標値とを用いて、前記比例ゲインの変化の前後における、前記負荷の抵抗推定値または電力推定値を求めることにより、前記比例ゲインの変化と前記定常偏差の変化を比較することを特徴とする請求項1に記載の電力変換装置。
- [請求項3] 前記運転管理部を備えた電力変換ユニットを複数備え、前記運転管理部を備えた複数の前記電力変換ユニットは、それぞれ個別の識別番号を与えられ、各電力変換ユニットは、自己の電力変換ユニットが単独運転であるかどうかを判定するための前記比例ゲインを変化させる処理の開始タイミングが前記識別番号ごとに異なることを特徴とする請求項1または2に記載の電力変換装置。
- [請求項4] 前記運転管理部は、自己の電力変換ユニットの電力が、自己の電力変換ユニットの予め定めた電力しきい値以下である場合であって、自己の電力変換ユニットが単独運転ではなく、他の電力変換ユニットも

運転している並列運転であると判定した場合、自己の電力変換ユニットの電力変換動作を休止させることを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の電力変換装置。

[請求項5] 前記運転管理部は、自己の電力変換ユニットの電力変換動作を休止させた後、前記負荷側の電圧が前記目標電圧よりも低い電圧として予め定めた基準値以下となった場合、自己の電力変換ユニットの電力変換動作を開始させることを特徴とする請求項4に記載の電力変換装置。

[請求項6] 前記運転管理部は、自己の電力変換ユニットの電力変換動作を休止させた後、前記負荷側の電圧が前記目標電圧よりも高い電圧として予め定めた基準値以上となった場合、自己の電力変換ユニットの電力変換動作を開始させることを特徴とする請求項4に記載の電力変換装置。

[請求項7] 請求項6に記載の電力変換装置と、この電力変換装置に接続される、発電機構を含む負荷とを有することを特徴とする電力変換システム。

[請求項8] 電源と負荷との間に接続され、負荷側が直流である電力変換器と、この電力変換器の前記負荷側の電圧を目標電圧に制御するため、前記目標電圧と前記負荷側の電圧との定常偏差を入力して比例制御する電圧調整部を備えた電圧制御器とを備えた電力変換ユニットを複数有し、各電力変換ユニットは前記負荷側で並列に接続されるよう構成された電力変換装置の運転方法であって、

複数の前記電力変換ユニットのうち、少なくとも一つの電力変換ユニットにおいて、前記電圧調整部の比例制御の比例ゲインを変化させて、前記比例ゲインの変化と前記定常偏差の変化を比較することにより、自己の電力変換ユニット以外の他の電力変換ユニットが運転している並列運転であるかどうかを判定するステップと、

自己の電力変換ユニットが前記負荷に供給する電力が、自己の電力変

換ユニットの予め定めた電力しきい値以下である場合であって、自己の電力変換ユニット以外の他の電力変換ユニットも運転している並列運転であると判定した場合、自己の電力変換ユニットの電力変換動作を休止させるステップと

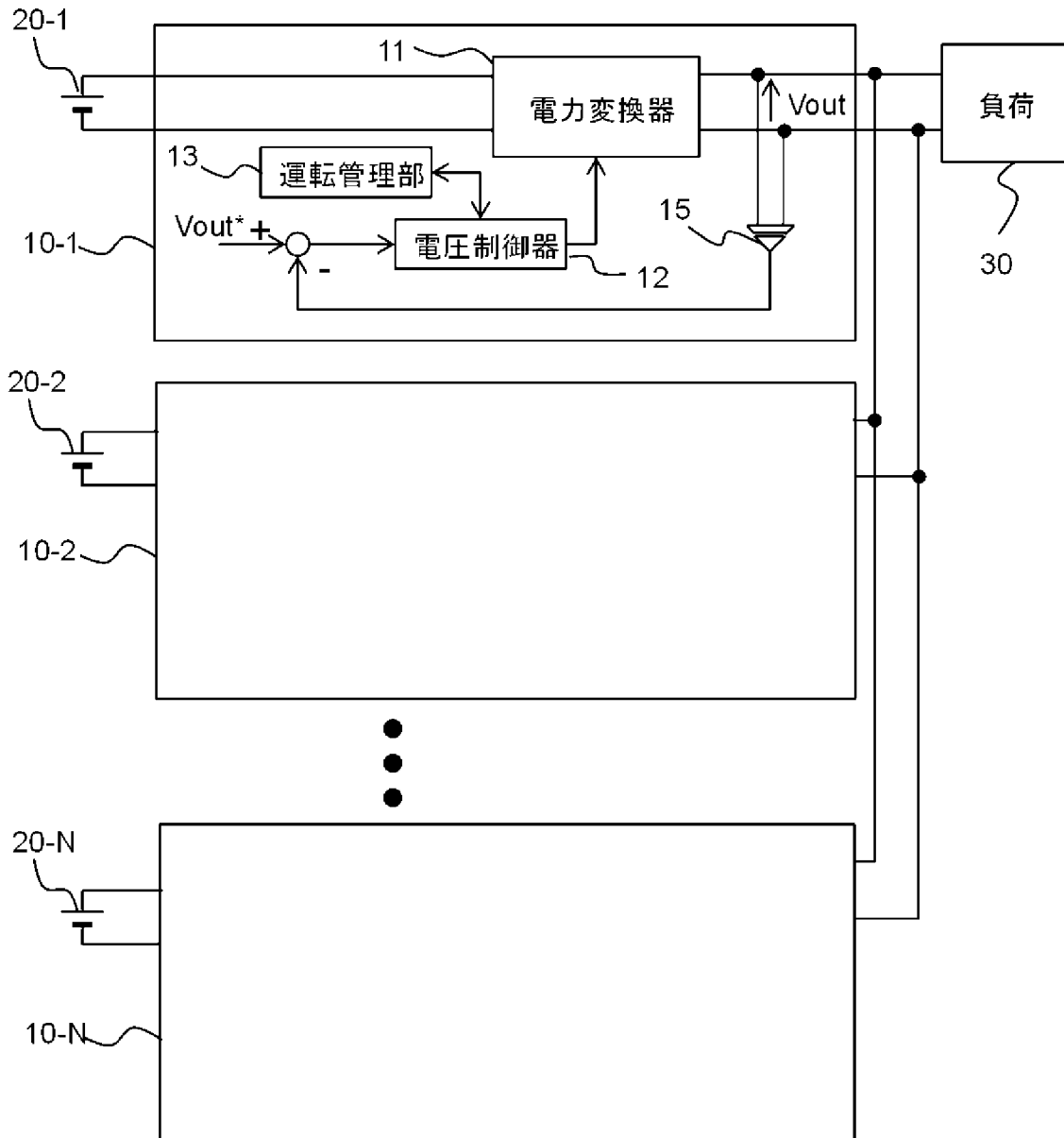
を有することを特徴とする電力変換装置の運転方法。

[請求項9] 自己の電力変換ユニットの電力変換動作を休止させた後、前記負荷側の電圧が前記目標電圧よりも低い電圧として予め定めた基準値以下となった場合、自己の電力変換ユニットの電力変換動作を開始させるステップを有することを特徴とする請求項8に記載の電力変換装置の運転方法。

[請求項10] 自己の電力変換ユニットの電力変換動作を休止させた後、前記負荷側の電圧が前記目標電圧よりも高い電圧として予め定めた基準値以上となった場合、自己の電力変換ユニットの電力変換動作を開始させるステップを有することを特徴とする請求項8に記載の電力変換装置の運転方法。

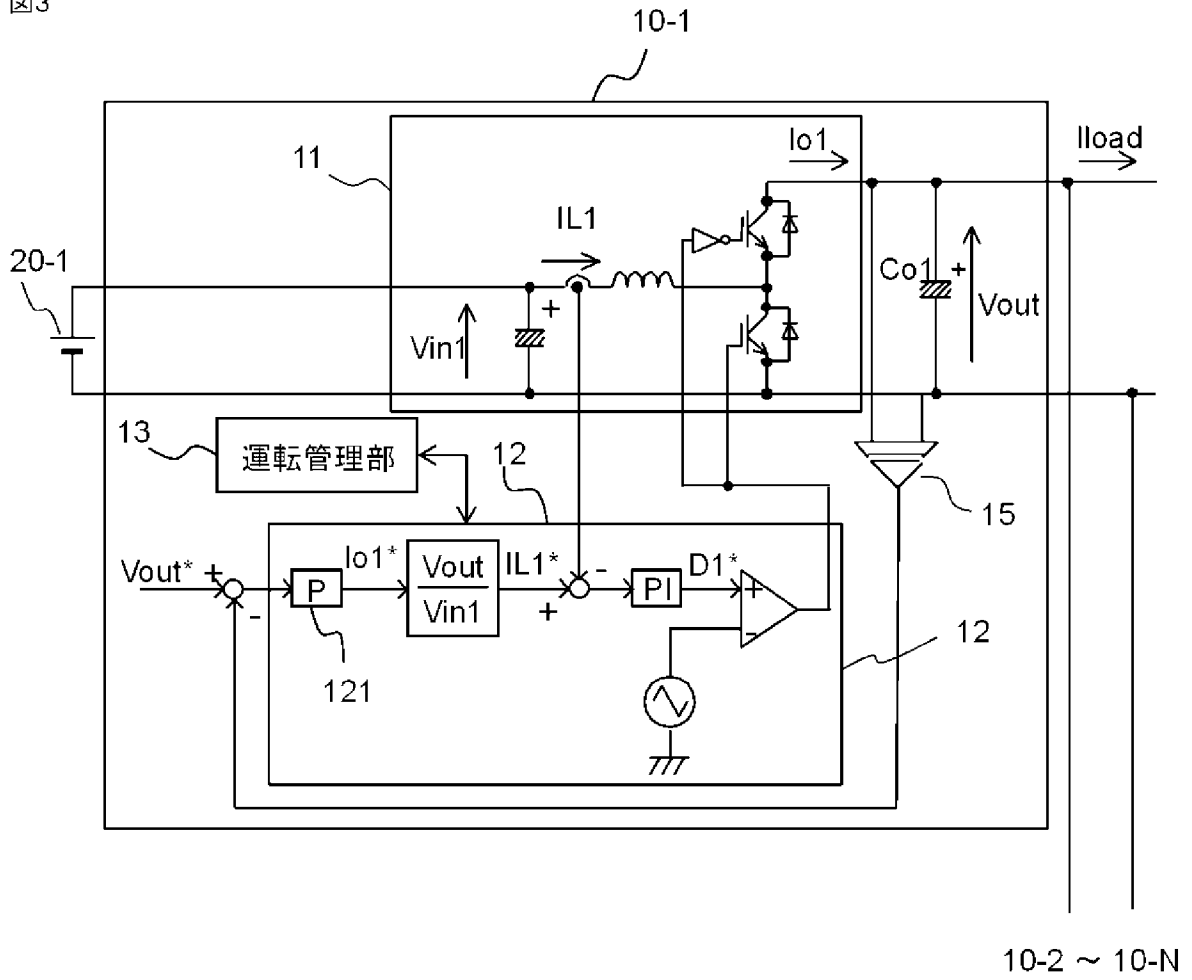
[図1]

図1



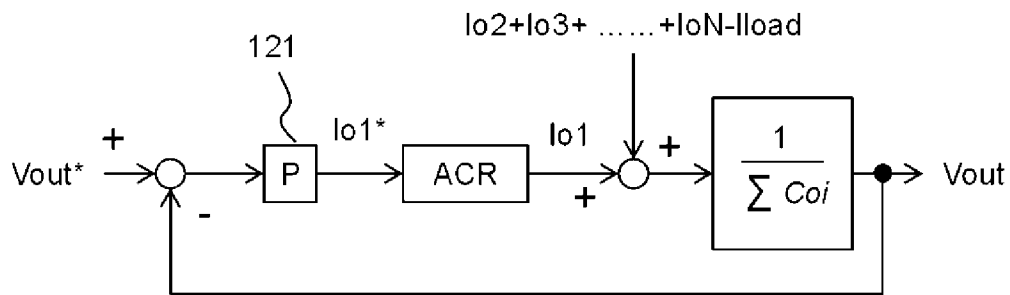
[図3]

図3



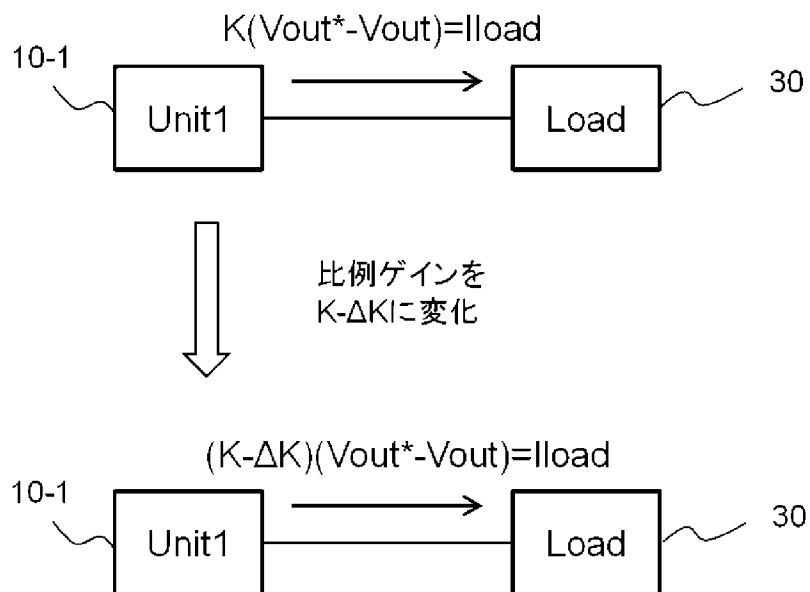
[図5]

図5



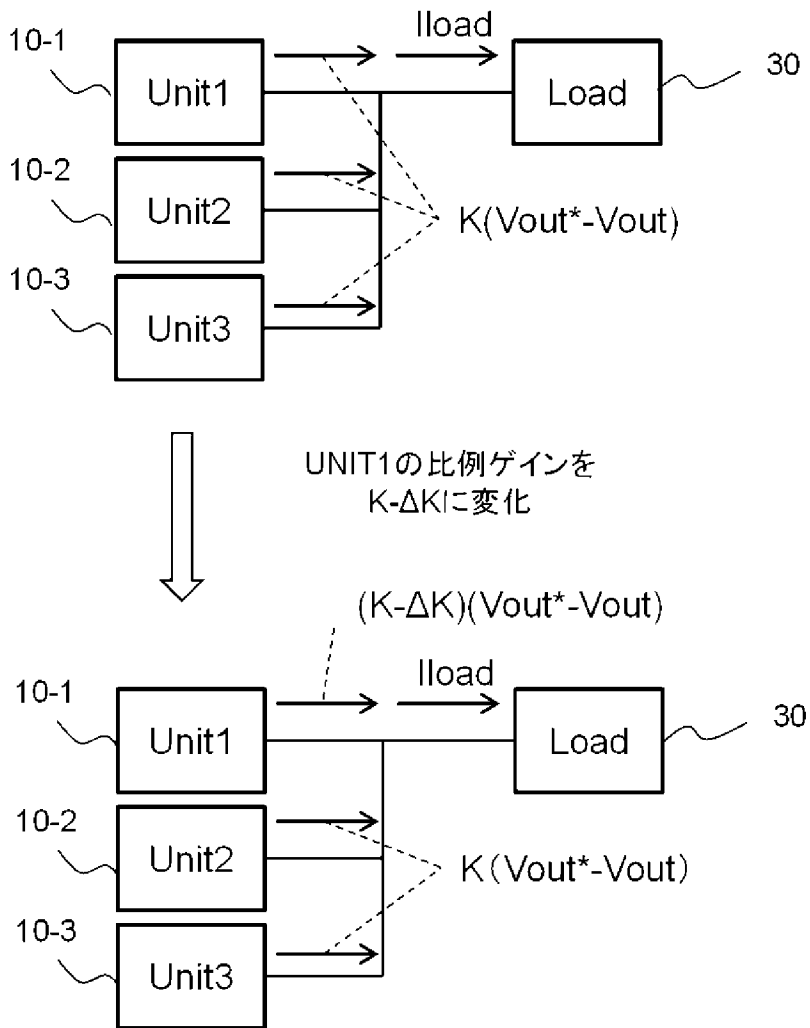
[図6]

図6



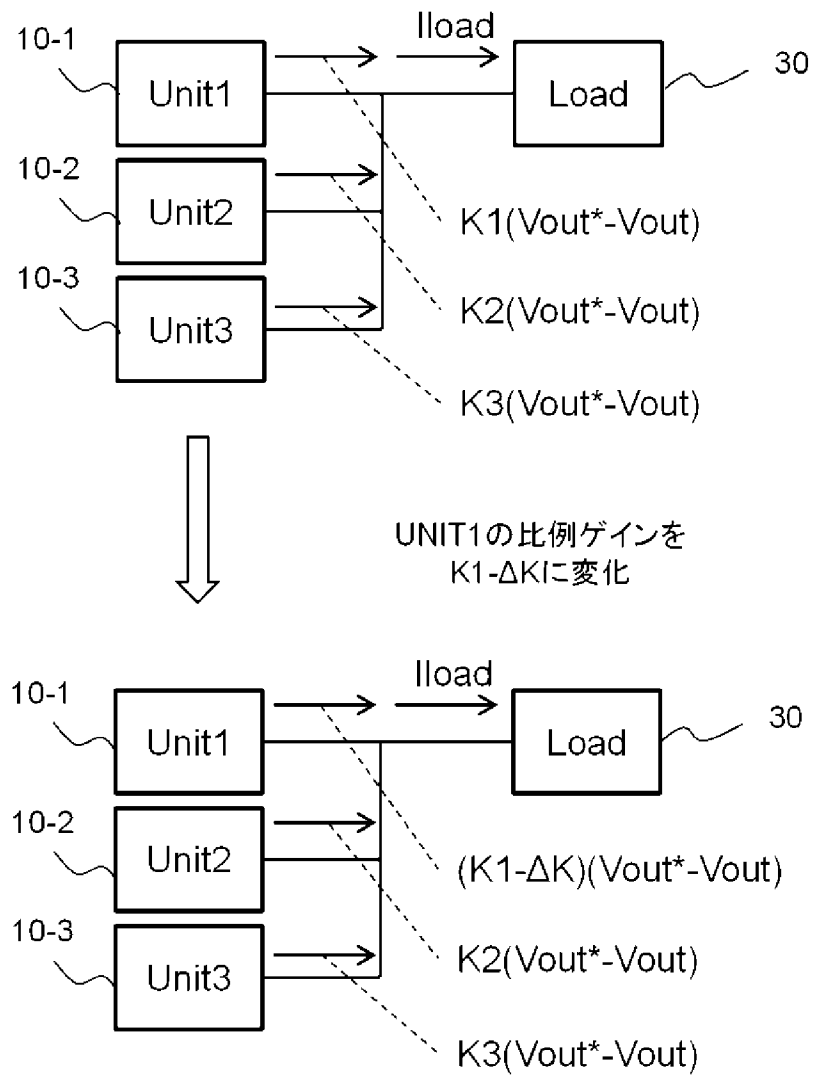
[図7]

図7



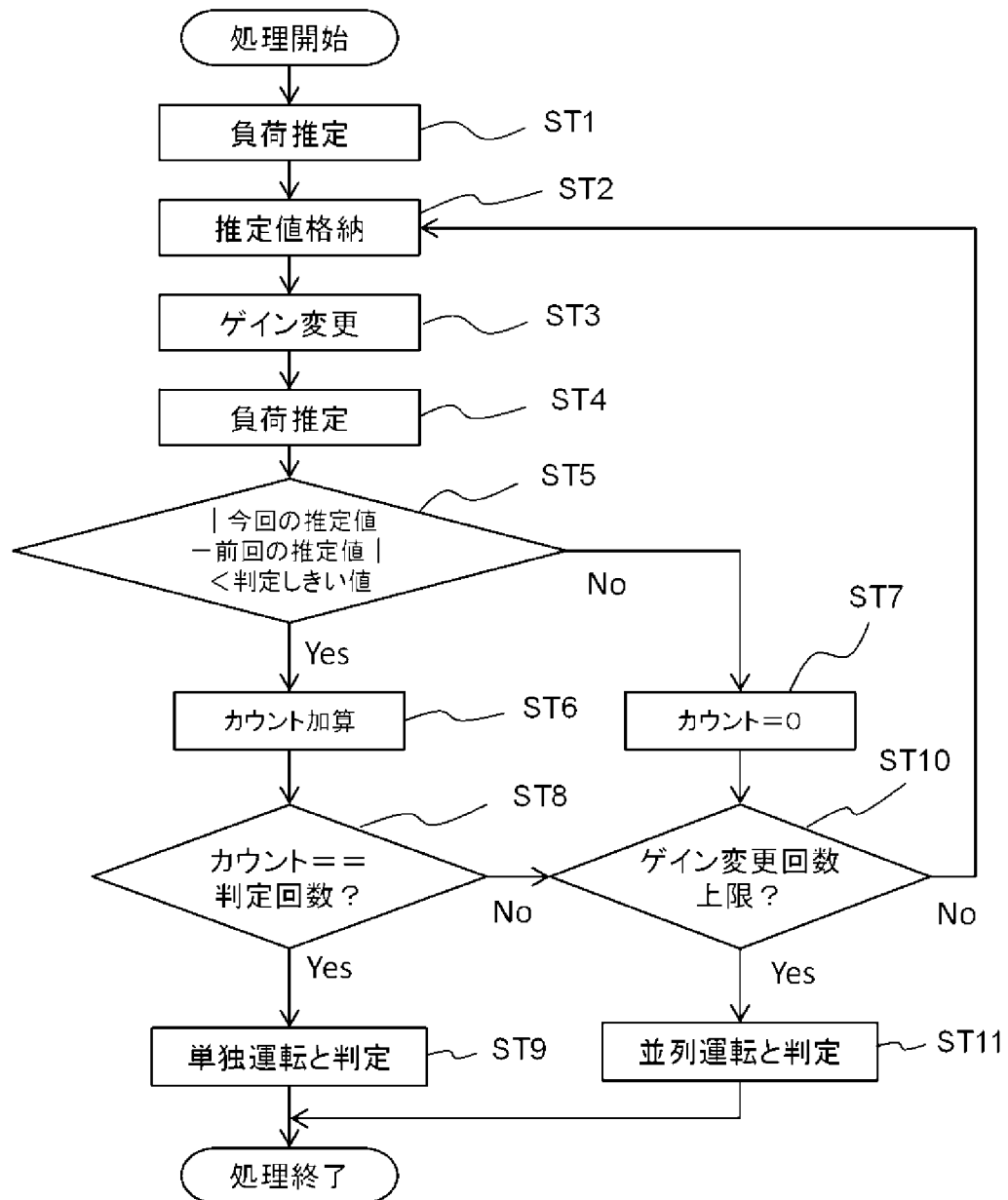
[図8]

図8



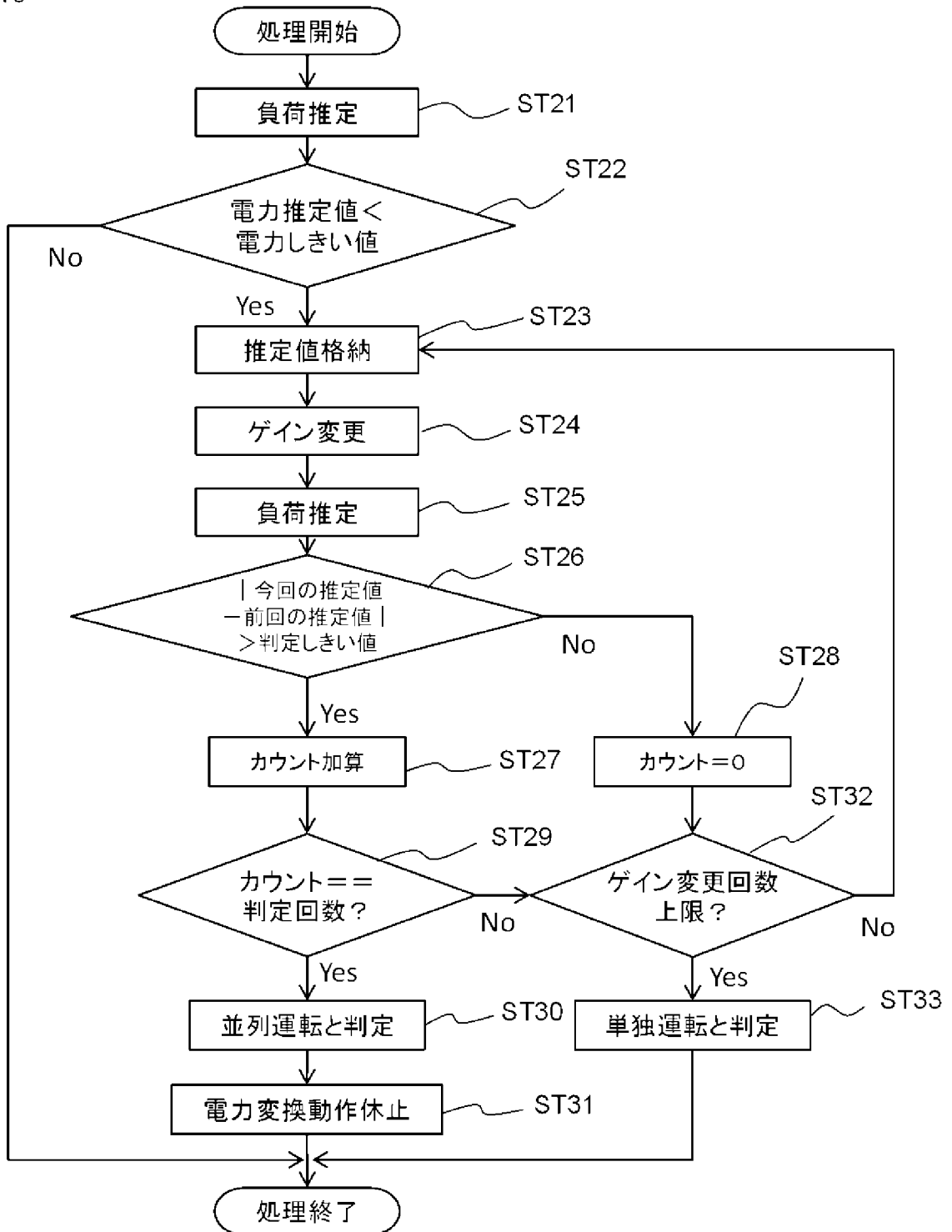
[図9]

図9



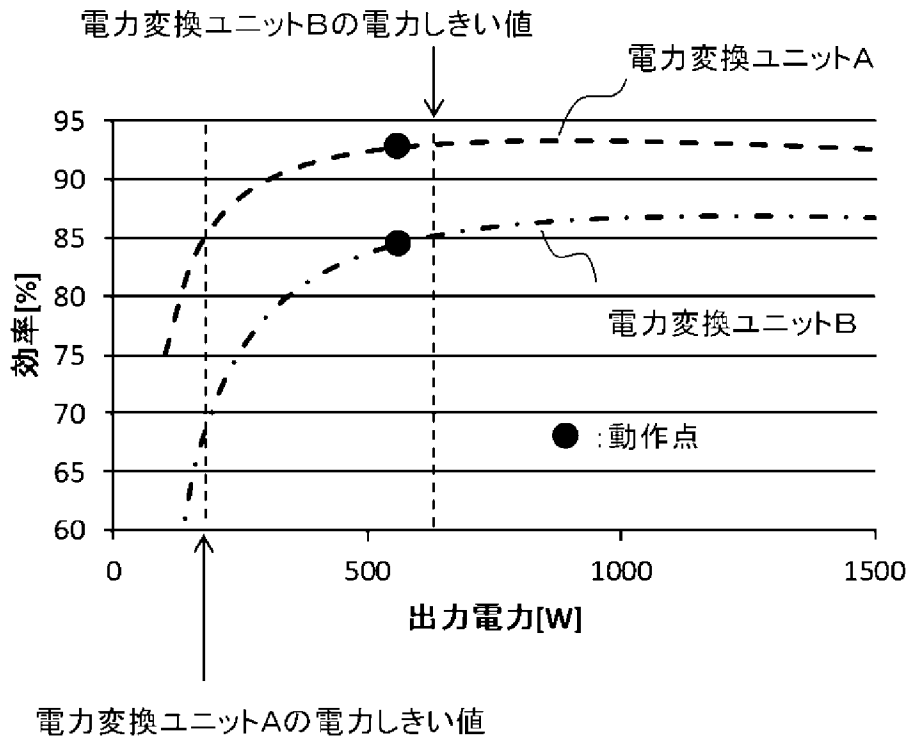
[図10]

図10



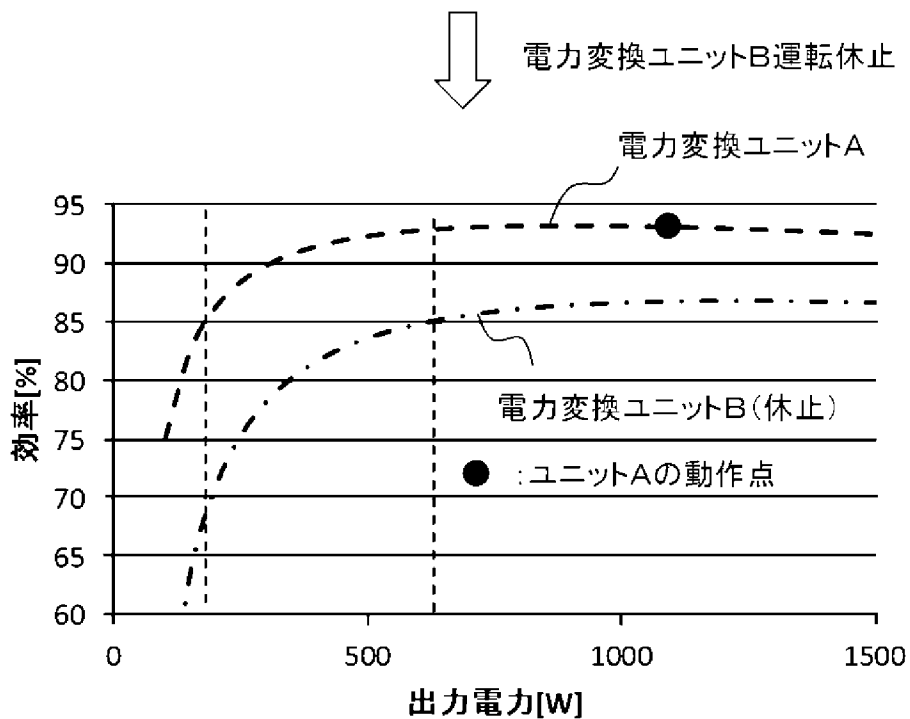
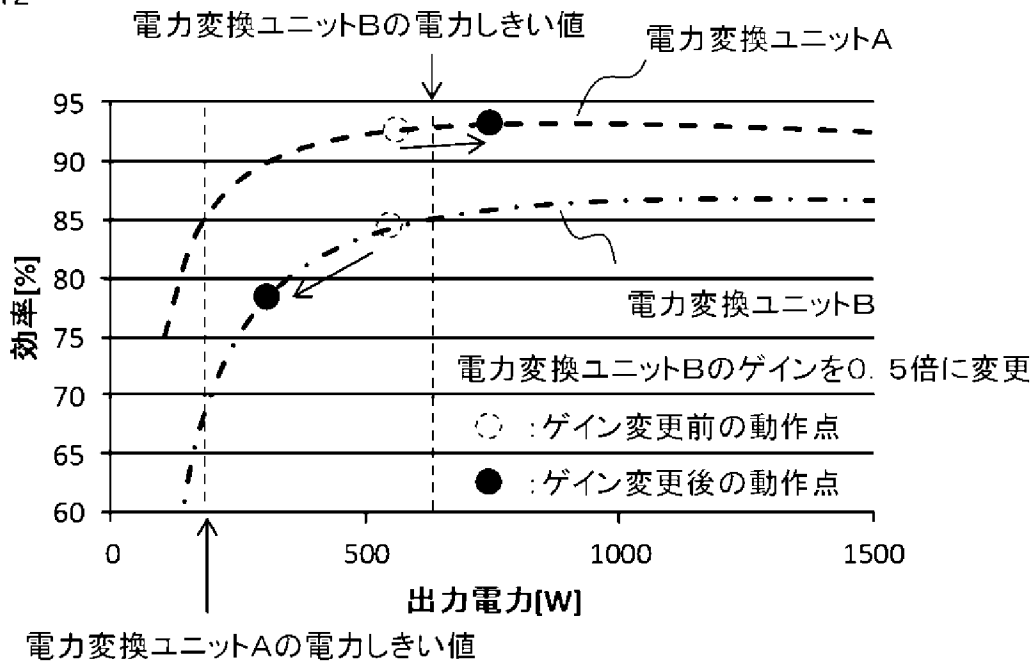
[図11]

図11



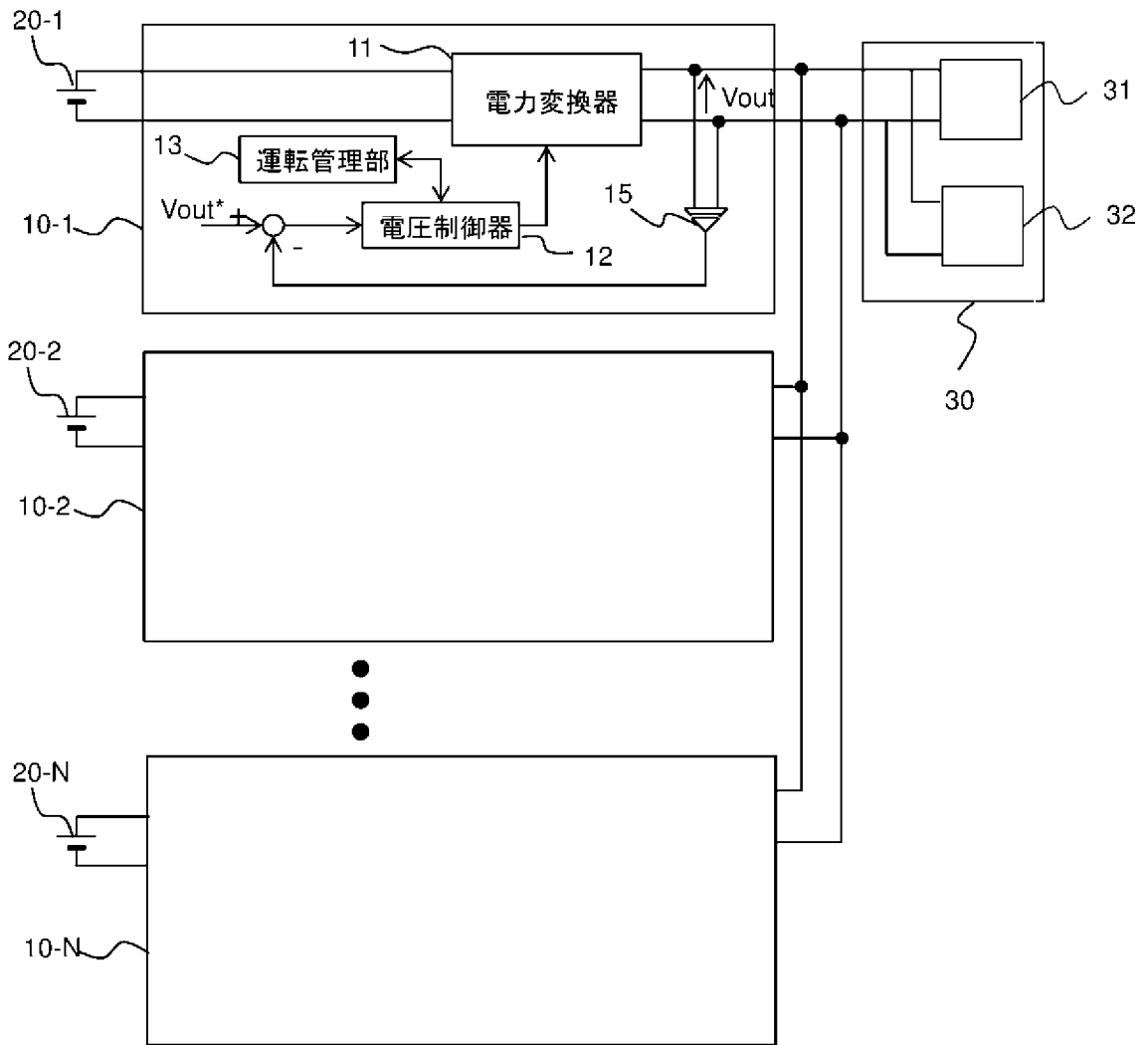
[図12]

図12



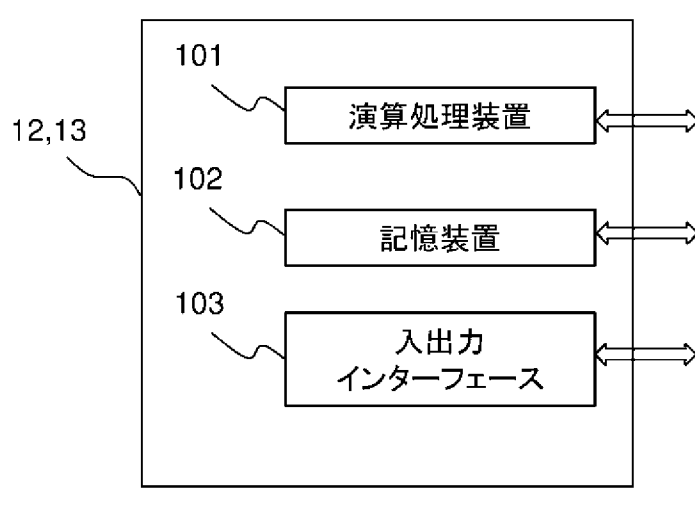
[図13]

図13



[図14]

図14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/005405

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
Int. Cl. H02M3/155 (2006.01) i, 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. H02M3/155, 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 1971-2018		
Registered utility model specifications of Japan 1996-2018		
Published registered utility model applications of Japan 1994-2018		
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 2010-11567 A (SHINDENGEN ELECTRIC MFG. CO., LTD.) 14 January 2010 (Family: none)	1-10
A	JP 6-121534 A (SANSHA ELECTRIC MFG CO., LTD.) 28 April 1994 (Family: none)	1-10
A	JP 9-56067 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 25 February 1997 & US 5796601 A & DE 19620444 A1 & FR 2736766 A1 & CN 1139308 A	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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	"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
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"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 12.04.2018		Date of mailing of the international search report 24.04.2018
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. H02M3/155(2006.01)i, 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. H02M3/155, 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 1971-2018年 日本国実用新案登録公報 1996-2018年 日本国登録実用新案公報 1994-2018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 2010-11567 A（新電元工業株式会社）2010.01.14 （ファミリーなし）	1-10
A	JP 6-121534 A（株式会社三社電機製作所）1994.04.28 （ファミリーなし）	1-10
A	JP 9-56067 A（三菱電機株式会社）1997.02.25 & US 5796601 A & DE 19620444 A1 & FR 2736766 A1 & CN 1139308 A	1-10
<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 12.04.2018	国際調査報告の発送日 24.04.2018	
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） 木村 励 電話番号 03-3581-1101 内線 3526	5G 4092