

(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5月3日(03.05.2018)



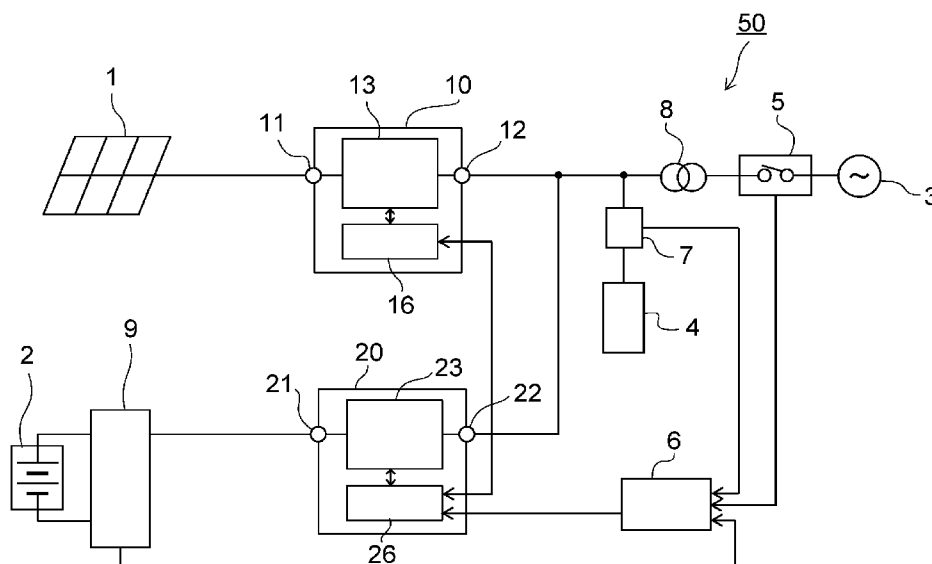
(10) 国際公開番号

WO 2018/078683 A1

- (51) 国際特許分類:
H02J 3/38 (2006.01) *H02J 7/35* (2006.01)
H02J 3/46 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/081399
- (22) 国際出願日: 2016年10月24日(24.10.2016)
- (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: 東 芝 三 菱 電 機 産 業 シ ス テ ム 株式会社(TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC INDUSTRIAL SYSTEMS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 山 邊 健 太(YAMABE, Kenta); 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP). 小松 宏 禎(KOMATSU, Hiroyoshi); 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP). 飯島 由紀久(IIJIMA, Yukihiisa); 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 日向寺 雅彦, 外(HYUGAJI, Masahiko et al.); 〒2318966 神奈川県横浜市中区桜木町一丁目1番地8 日石横浜ビル Kanagawa (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) Title: POWER SUPPLY SYSTEM

(54) 発明の名称: 電力供給システム



(57) **Abstract:** The power supply system according to an embodiment of the present invention is provided with a direct current power generation device, a direct current power storage device, and first and second power conversion devices. The first power conversion device has: a first direct current terminal connected to the direct current power generation device; and a first alternating current terminal connected to an alternating current power system. The first power conversion device converts direct current power into alternating current power, said direct current power having been inputted from



BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, 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))

the direct current power generation device, and supplies a load with the alternating current power. The second power conversion device has: a second direct current terminal connected to the direct current power storage device; and a second alternating current terminal connected to the first alternating current terminal, the load, and the power system. The second power conversion device performs discharging and charging of the direct current power storage device. The first and second power conversion devices are communicably connected to each other. In the cases where, at the time when the load and the power system are separated from each other, the effective power of the alternating current power is higher than the consumption power of the load, and the direct current power storage device cannot be charged, the second power conversion device performs a first operation of transmitting, to the first power conversion device, a command of instructing to reduce the effective power to the consumption power or lower.

(57) 要約: 実施形態の電力供給システムは、直流発電装置と、直流蓄電装置と、第1、第2電力変換装置と、を備える。第1電力変換装置は、直流発電装置と接続される第1直流端子と、交流の電力系統と接続される第1交流端子と、を有する。第1電力変換装置は、直流発電装置から入力された直流電力を交流電力に変換して負荷に供給する。第2電力変換装置は、直流蓄電装置と接続される第2直流端子と、第1交流端子、負荷および電力系統と接続される第2交流端子と、を有する。第2電力変換装置は、直流蓄電装置の放電および充電を行う。第1、第2電力変換装置は、通信可能に接続される。第2電力変換装置は、負荷と電力系統とが切り離されたときに、交流電力の有効電力が負荷の消費電力よりも大きく、直流蓄電装置が充電不可である場合、有効電力を消費電力以下に下げようとする指令を、第1電力変換装置に送信する第1動作を実施する。

明 細 書

発明の名称：電力供給システム

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、電力供給システムに関する。

背景技術

[0002] 太陽電池パネルなどの直流発電装置と、蓄電池などの直流蓄電装置とを組み合わせた電力供給システムがある。電力供給システムは、交流の電力系統と連系して、負荷に対して交流電力を供給する。たとえば、昼間には、直流発電装置で発電した電力の余剰分を直流蓄電装置に蓄え、夜間には、直流蓄電装置に蓄えた直流電力を交流電力に変換して負荷に供給する。

[0003] 電力供給システムにおいては、系統事故等により負荷と電力系統とが切り離され、自立運転する場合がある。自立運転時において、直流発電装置で発電された電力が負荷の消費電力よりも大きいと、余剰電力が直流蓄電装置に充電される。直流蓄電装置が満充電のときに充電されると、直流蓄電装置は過充電の状態となる。この場合、直流蓄電装置は、保護のため解列し、負荷への電力の安定供給が困難となる可能性がある。電力供給システムにおいては、自立運転時に電力を安定して供給できることが望まれる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2002-171674号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本発明の実施形態は、自立運転時に電力を安定して供給できる電力供給システムを提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の実施形態によれば、直流発電装置と、第1電力変換装置と、直流蓄電装置と、第2電力変換装置と、を備えた電力供給システムが提供される

。前記第 1 電力変換装置は、第 1 直流端子と、第 1 交流端子と、を有する。前記第 1 直流端子は、前記直流発電装置と接続される。前記第 1 交流端子は、交流の電力系統と接続される。前記第 1 電力変換装置は、前記直流発電装置から入力された直流電力を交流電力に変換し、前記交流電力を、前記第 1 交流端子と前記電力系統との間に接続された負荷に供給する。前記第 2 電力変換装置は、第 2 直流端子と、第 2 交流端子と、を有する。前記第 2 直流端子は、前記直流蓄電装置と接続される。前記第 2 交流端子は、前記第 1 交流端子、前記負荷および前記電力系統と接続される。前記第 2 電力変換装置は、前記直流蓄電装置からの放電および前記直流蓄電装置への充電を行う。前記第 1 電力変換装置と前記第 2 電力変換装置とは、通信可能に接続される。前記第 2 電力変換装置は、前記負荷と前記電力系統とが切り離されたときに、前記交流電力の有効電力が前記負荷の消費電力よりも大きく、前記直流蓄電装置が充電不可である場合、前記有効電力を前記消費電力以下に下げるように指示する指令を、前記第 1 電力変換装置に送信する第 1 動作を実施する。

発明の効果

[0007] 本発明の実施形態によれば、自立運転時に電力を安定して供給できる電力供給システムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]第 1 の実施形態に係る電力供給システムを例示するブロック図である。
[図2]第 1 の実施形態の電力供給システムの一部を例示するブロック図である。
。[図3]第 1 の実施形態に係る電力供給システムの動作例を説明する表図である。
。[図4]第 1 の実施形態の電力供給システムの動作を説明するためのフローチャートである。
[図5]第 2 の実施形態に係る電力供給システムを例示するブロック図である。
[図6]第 2 の実施形態に係る電力供給システムの動作例を説明する表図である

。

発明を実施するための形態

[0009] 以下に、本発明の各実施の形態について図面を参照しつつ説明する。

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

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

[0010] (第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態に係る電力供給システムを例示するブロック図である。

図2は、本実施形態の電力供給システムの一部を例示するブロック図である。

図1に示すように、電力供給システム50は、直流発電装置1と、直流蓄電装置2と、第1電力変換装置10と、第2電力変換装置20と、を備える。

[0011] 第1電力変換装置10は、直流発電装置1、電力系統3および負荷4に接続される。第2電力変換装置20は、直流蓄電装置2、電力系統3、負荷4および上位コントローラ6のそれぞれに接続される。第1電力変換装置10は、たとえば、コネクタなどにより、直流発電装置1、電力系統3および負荷4に着脱可能に接続される。第2電力変換装置20は、たとえば、コネクタなどにより、直流蓄電装置2、電力系統3、負荷4および上位コントローラ6に着脱可能に接続される。

[0012] 第1電力変換装置10は、第1直流端子11と、第1交流端子12と、を含む。第1直流端子11は、直流発電装置1に接続される。第1交流端子12は、電力系統3および負荷4に接続される。第1電力変換装置10は、直流電力を交流電力に変換するパワーコンディショナ(PCS: Power Condi

oning System)として機能する。第1電力変換装置10には、直流発電装置1から直流電力が供給される。直流発電装置1は、たとえば、太陽電池パネルである。第1電力変換装置10には、太陽電池パネルで発電された直流電力が供給される。直流発電装置1は、直流電力を第1電力変換装置10に供給可能な分散型電源であればよい。

[0013] 第2電力変換装置20は、第2直流端子21と、第2交流端子22と、を含む。第2直流端子21は、直流蓄電装置2と接続される。第2交流端子22は、第1交流端子12、電力系統3および負荷4のそれぞれと接続される。第2電力変換装置20は、直流電力を交流電力に変換し、交流電力を直流電力に変換する双方向のパワーコンディショナ（PCS）として機能する。第2電力変換装置20は、直流蓄電装置2からの放電および直流蓄電装置2への充電を行う。直流蓄電装置2は、たとえば、鉛電池、リチウムイオン電池などの蓄電池である。

[0014] 直流蓄電装置2は、たとえば蓄電池管理装置9を介して、第2電力変換装置20に接続される。直流蓄電装置2は、たとえば蓄電池管理装置9を介して、上位コントローラ6に接続される。蓄電池管理装置9は、直流蓄電装置2の充電残量を検出して、充電残量のデータを上位コントローラ6に送信する。蓄電池管理装置9は、直流蓄電装置2の蓄電池の種類に応じた充電手段を提供する。

[0015] 電力系統3は、たとえば、電力を需要家の受電設備に供給するための送電線である。電力系統3の供給する電力は、交流である。電力系統3は、たとえば、商用電源の送電線である。電力系統3の交流電力の電圧は、たとえば、6600V（実効値）である。電力系統3の交流電力の周波数は、たとえば、50Hzまたは60Hzである。電力系統3は、たとえば、自家発電システム内の送電線などでもよい。

[0016] 第1電力変換装置10および第2電力変換装置20のそれぞれは、遮断器5を介して電力系統3に接続される。遮断器5は、第1電力変換装置10および第2電力変換装置20のそれぞれと電力系統3とを接続する投入状態と

、第1電力変換装置10および第2電力変換装置20のそれぞれを電力系統3から切り離す開放状態と、を有する。遮断器5の投入および開放は、たとえば、電力系統3の管理者によって制御される。遮断器5の投入および開放は、たとえば、電力会社などによって制御される。

[0017] 負荷4は、交流負荷である。負荷4の定格電力は、電力系統3の交流電力に対応する。負荷4は、たとえば、電子機器である。負荷4は、たとえば、配電盤や分電盤などを介して第1電力変換装置10および第2電力変換装置20に接続される。負荷4は、第1電力変換装置10と遮断器5との間に接続される。負荷4は、第2電力変換装置20と遮断器5との間に接続される。系統事故等により遮断器5が開放状態になり、電力系統3と負荷4とが切り離された場合、電力供給システムは自立運転モードに移行する。この場合、負荷4は、直流発電装置1および直流蓄電装置2から電力の供給を受ける。

[0018] 電力系統3の電圧が6600Vの場合には、負荷4と電力系統3との間に変圧器8が設けられる。変圧器8は、電力供給システム50から出力される電圧を昇圧して電力系統3に連系する。変圧器8は、電力系統3の電圧を降圧して電力供給システム50に供給する。

[0019] 上位コントローラ6は、遮断器5の状態を監視し、遮断器5が投入または開放のいずれの状態であるかを、第1電力変換装置10または第2電力変換装置20に通知する。上位コントローラ6は、負荷4の前後で電圧および電流を検知する。これにより、上位コントローラ6は、負荷4の消費電力を算出し、算出した消費電力の値を第1電力変換装置10または第2電力変換装置20に通知する。上位コントローラ6は、蓄電池管理装置9を介して、直流蓄電装置2の充電残量を検知する。これにより上位コントローラ6は、直流蓄電装置2の充電残量を取得し、第2電力変換装置20に通知する。

[0020] なお、遮断器5、負荷4の消費電力および直流蓄電装置の充電残量の各データは、上位コントローラ6を介して、第2制御部26に入力される場合に限らない。これらのデータの一部または全部は、直接第2制御部26に入力

されてもよい。

- [0021] 第1電力変換装置10は、第1電力変換部13を有する。図2に示すように、第1電力変換部13は、たとえば、第1変換器14と、高調波フィルタ15と、を有する。第1変換器14は、直流発電装置1から供給される直流電圧を交流電圧に変換して出力する。第1変換器14には、たとえば、自励式の変換器が用いられる。第1変換器14は、たとえば、スイッチング素子を有し、スイッチング素子のオンおよびオフによって、直流電圧を交流電圧に変換する。第1電力変換部13のスイッチング素子には、たとえば、自己消弧型の素子が用いられる。より具体的には、たとえば、MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)やIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)などが用いられる。
- [0022] たとえば、第1変換器14は、スイッチング素子によりブリッジ回路を構成する。第1変換器14の回路構成は、入出力電圧や出力電力等によって適切に選定される。
- [0023] 高調波フィルタ15は、スイッチング素子のスイッチング動作によって発生した高調波を除去する。
- [0024] 第1電力変換部13は、この例のように、入出力にスイッチ17、18を有してもよい。スイッチ17、18は、入出力の電圧や電流が過大であったり、過少であったりした場合に、開放することによって第1電力変換部13を保護する。
- [0025] 第1電力変換装置10は、第1制御部16を有する。第1制御部16は、たとえば、CPUやMPUなどのプロセッサを含む。第1制御部16は、たとえば、図示しないメモリから所定のプログラムを読み出し、そのプログラムを逐次処理することで、第1電力変換装置10の各部を統括的に制御する。プログラムを記憶したメモリは、第1制御部16内に設けてもよいし、第1制御部16と別に設け、第1制御部16と電氣的に接続してもよい。また、第1制御部16は、1つのプロセッサを含んでもよいし、複数のプロセッサを含んでもよい。第1制御部16は、スイッチ17、18を制御するため

のデータの取得および処理を実行する。

[0026] 第2電力変換装置20は、第2電力変換部23を有する。第2電力変換部23は、たとえば、第2変換器24と、高調波フィルタ25と、を有する。第2電力変換部23は、直流電力から交流電力、および、交流電力から直流電力への双方向の変換を行う。第2変換器24は、直流蓄電装置2から供給される直流電圧を交流電圧に変換して出力する。高調波フィルタ25は、高周波スイッチングによって発生した高調波を除去する。第2電力変換部23の構成は、第1電力変換部13の構成と同様である（図2）。入出力のスイッチ27、28を含んでもよい。第2変換器24は、直流蓄電装置2から供給される直流電圧を交流電圧に変換して電力系統3または負荷4に出力する。直流蓄電装置2は、このようにして放電する。また、第2変換器24は、直流発電装置1または電力系統3から供給される交流電圧を直流電圧に変換して直流蓄電装置2に出力する。直流蓄電装置2は、このようにして充電される。

[0027] 第2変換器24の回路構成は、第1変換器14の回路構成と同様に適切に選定される。

[0028] 第2電力変換装置20は、第2制御部26を有する。第2制御部26は、第1制御部16と同様に、たとえば、CPUやMPUなどのプロセッサを含む。第1制御部16および第2制御部26のそれぞれは、通信インターフェイス（図示せず）を備える。これにより、第1電力変換装置10と第2電力変換装置20とは、相互に通信可能である。通信方法としては、有線を用いてもよいし、無線を用いてもよい。通信方法は、特に限定されない。

[0029] 第1変換器14および第2変換器24のそれぞれが変換する交流電力は、単相交流でもよいし、三相交流でもよい。

[0030] 以下、系統事故等により遮断器5が開放状態となり、電力供給システム50が自立運転する場合について説明する。本実施形態では、第1電力変換装置10がスレーブ、第2電力変換装置20がマスタである。

[0031] 図3は、第1の実施形態に係る電力供給システム50の動作例を説明する

表図である。

負荷 4 および電力系統 3 が切り離された自立運転時の電力供給システム 50 においては、第 2 電力変換装置 20 の第 2 制御部 26 は、上位コントローラ 6 から、遮断器 5 の開閉状態、および、負荷 4 の消費電力 A の値を受信する。第 2 制御部 26 は、第 1 電力変換装置 10 の第 1 制御部 16 に対して、指令を送信し、第 1 電力変換装置 10 の動作を制御する。

[0032] 図 3 において、直流発電装置 1 の発電状態 P V が「十分」の場合、直流発電装置 1 の発電量は十分であることを示す。つまり、第 1 電力変換装置 10 から出力される交流電力の有効電力 P 1 が負荷 4 の消費電力 A よりも大きい。負荷 4 の消費電力 A の値は、たとえば、上位コントローラ 6 から取得する。負荷 4 の消費電力 A の値は、たとえば、予め定められた定格消費電力の値を用いてもよい。負荷 4 の消費電力 A は、負荷 4 の有効電力に対応する。直流発電装置 1 の発電状態 P V が「不十分」の場合、直流発電装置 1 の発電量が不十分であることを示す。つまり、第 1 電力変換装置 10 から出力される交流電力の有効電力 P 1 が負荷 4 の消費電力 A よりも小さい。

[0033] 直流蓄電装置 2 の蓄電状態 B A T が「充電可」の場合、直流蓄電装置 2 は充電可能であることを示す。つまり、直流蓄電装置 2 は、満充電の状態ではなく、直流電力を充電可能な状態である。充電可能か否かの判定には、たとえば、S O C (State of Charge) と呼ばれる相対的な充電率を用いることができる。S O C とは、直流蓄電装置 2 の充電容量に対する充電残量の比率として定義される。たとえば、S O C が 80% 未満であれば、充電 O K と判定する。直流蓄電装置 2 の蓄電状態 B A T が「充電不可」の場合、直流蓄電装置 2 が充電が禁止されていることを示す。つまり、直流蓄電装置 2 は、満充電の状態であり、直流電力を充電不可な状態である。たとえば、S O C が 80% 以上であれば、充電不可と判定する。

[0034] スレーブ側の第 1 電力変換装置 10 から出力される交流電力の第 1 状態 P C S 1 において、たとえば、「 $P 1 = x 1$ 、 $Q 1 = 0$ 」は、有効電力 P 1 が $x 1$ であり、無効電力 Q 1 が 0 であることを意味する。マスタ側の第 2 電力

変換装置 20 に入力される交流電力の第 2 状態 PCS 2 において、たとえば、「 $P_2 = -x_2$ 、 $Q_2 = y$ 」は、有効電力 P_2 の電力量が x_2 で、無効電力 Q_2 の電力量が y であることを意味する。有効電力 P_2 の「 $-$ 」は充電を意味し、「 $+$ 」は放電を意味する。

[0035] 第 2 電力変換装置 20 は、負荷 4 と電力系統 3 とが切り離されたときに、発電状態 PV が「十分」であり、蓄電状態 BAT が「充電不可」である場合、第 1 動作 OP 1 を実施する。第 2 電力変換装置 20 は、遮断器 5 が開放状態になったときに、負荷 4 と電力系統 3 とが切り離されたと判定する。第 2 電力変換装置 20 は、遮断器 5 の状態を、たとえば、上位コントローラ 6 から取得する。なお、マスタ側の第 2 電力変換装置 20 が遮断器 5 の状態を監視し、遮断器 5 の開放状態を検知してもよい。第 1 動作 OP 1 においては、第 2 電力変換装置 20 は、有効電力 $P_1 (= x_1)$ を消費電力 A 以下に下げないように指示する指令を、第 1 電力変換装置 10 に送信する。これにより、有効電力 P_1 は、 x_1 から x_3 に下げられる。 x_3 には、たとえば、消費電力 A の値が用いられる。これにより、直流蓄電装置 2 への過充電が抑制される。

[0036] 第 1 電力変換装置 10 の有効電力 P_1 の出力調整の方法としては、たとえば、最大電力点追従制御 (MPPT) の最大電力点への追従指令から、有効電力 $P_1 = x_3$ となる固定電力指令に切り替える方法がある。より具体的には、たとえば、有効電力の固定値 x_3 を有効電力指令値に設定したり、有効電力の出力リミッタを固定値 x_3 に設定したりすることによって、有効電力 P_1 を出力値 x_3 に調整することができる。

[0037] 第 1 電力変換装置 10 が出力する無効電力 Q_1 を適切な値に設定することによって、有効電力 P_1 を調整することもできる。より具体的には、第 1 電力変換装置 10 の無効電力 Q_1 を 0 から y_1 とすることによって、第 1 電力変換装置 10 から出力される電力の力率を下げて、第 1 電力変換装置 10 から負荷 4 に供給する有効電力 $P (A)$ を引き下げることができる。この場合には、第 2 電力変換装置 20 の無効電力 Q_2 の指令値を $-y_1$ とすることに

よって、第1電力変換装置10から出力された無効電力をキャンセルすることができる。

[0038] 第2電力変換装置20は、負荷4と電力系統3とが切り離されたときに、発電状態PVが「十分」であり、蓄電状態BATが「充電可」である場合、第2動作OP2を実施する。第2動作OP2においては、有効電力P1(=x1)と消費電力Aとの差分(=x2)を、直流蓄電装置2に充電する。この場合、消費電力Aは、 $x1 - x2$ で表される。

[0039] 第2電力変換装置20は、負荷4と電力系統3とが切り離されたときに、発電状態PVが「不十分」の場合、第3動作OP3を実施する。第3動作OP3においては、消費電力Aと有効電力P1(=x4)との差分(=x5)を、直流蓄電装置2から放電する。この場合、消費電力Aは、 $x4 + x5$ で表される。

[0040] マスタ側の第2電力変換装置20は、AVR(Automatic Voltage Regulator)動作をする。そのため、第2電力変換装置20は、第1動作OP1～第3動作OP3において、負荷側の出力電圧を一定に保つことができる。なお、この例では、第2電力変換装置20は、AVR動作によって出力する有効電力がゼロの場合(OP1)であっても、無効電力Q2を出力するように設定されている。このときの無効電力Q2は、負荷の力率に応じて設定される。

[0041] 図4は、本実施形態の電力供給システムの動作を説明するためのフローチャートである。

まず、ステップS1において、第2電力変換装置20は、負荷4と電力系統3とが切り離されたか否かを検知する。第2電力変換装置20は、AVR動作をしているので、電力系統3との同期がとれないことによって、解列状態を検知することができる。あるいは、上位コントローラ6を介して、遮断器5が開放状態であるか、投入状態であるかを検知してもよい。

[0042] ステップS1で、負荷4と電力系統3とが切り離されたことを検知した場合(YESの場合)、ステップS2において、第2電力変換装置20は、第1電力変換装置10から出力される交流電力の有効電力P1が負荷4の消費

電力Aよりも大きいか否かを判定する。第2電力変換装置20は、消費電力Aの値を、たとえば、上位コントローラ6から取得してもよいし、予め定められた定格消費電力の値を用いてもよい。ステップS1で、負荷4と電力系統3とが切り離されたことを検知しない場合（NOの場合）、ステップS1の処理が繰り返される。

[0043] ステップS2で、有効電力P1（＝ $\times 1$ ）が消費電力Aよりも大きいと判定された場合（YESの場合）、処理は、ステップS3に遷移する。ステップS3において、第2電力変換装置20は、直流蓄電装置2が充電可能か否かを判定する。充電可能か否かの判定には、たとえば、SOCを用いることができる。SOCのデータは、蓄電池管理装置9によって取得され、第2電力変換装置20に送信される。SOCのデータは、上位コントローラ6を介して第2電力変換装置20に送信されてもよい。

[0044] ステップS2で、有効電力P1（＝ $\times 4$ ）が消費電力Aよりも大きくないと判定した場合（NOの場合）には、処理は、ステップS4に遷移する。ステップS4において、第2電力変換装置20は、消費電力Aと有効電力P1（＝ $\times 4$ ）との差分（＝ $\times 5$ ）を直流蓄電装置2から放電する（ステップS4）。

[0045] ステップS3で、直流蓄電装置2に充電不可と判定された場合（NOの場合）、ステップS5において、第2電力変換装置20は、有効電力P1（＝ $\times 1$ ）を消費電力A以下に下げようとする指令を、第1電力変換装置10に送信する。

[0046] ステップS3で、直流蓄電装置2に充電可能と判定された場合（YESの場合）、ステップS6において、第2電力変換装置20は、有効電力P1（＝ $\times 1$ ）と消費電力Aとの差分（＝ $\times 2$ ）を直流蓄電装置2に充電する（ステップS6）。

[0047] このように、実施形態によれば、自立運転時において、直流蓄電装置2の過充電を抑制することができる。このため、直流蓄電装置2の解列を抑制し、自立運転時に電力を安定して供給することができる。

[0048] (第2の実施形態)

図5は、第2の実施形態に係る電力供給システムを例示するブロック図である。

図6は、第2の実施形態に係る電力供給システムの動作例を説明する表図である。

本実施形態の場合には、第1電力変換装置110がマスタであり、第2電力変換装置120がスレーブに設定される。マスタである第1電力変換装置110がAVR動作をし、第1電力変換装置110が取得したデータに基づいて、第1電力変換装置110および第2電力変換装置120の動作を設定する。

[0049] 第1電力変換装置110は、第1制御部116を有し、第1制御部116は、上位コントローラ6に接続されている。第2電力変換装置120は、第2制御部126を有する。第1制御部116および第2制御部126は、互いに接続され、データの交換を行う。他の点では、第1の実施形態の場合と同様であり、同一の構成要素に同一の符号を付して、詳細な説明を省略する。なお、第1の実施形態の場合と同様に、第1制御部116は、上位コントローラ6を介して、遮断器5、負荷4の消費電力および直流蓄電装置の充電残量の各データを取得してもよいし、これらのデータの一部または全部を直接取得してもよい。

[0050] 図6の表は、負荷4と電力系統3とが切り離された自立運転時の電力供給システムにおいて、第1電力変換装置10をマスタ、第2電力変換装置20をスレーブとした場合の動作例について示している。すなわち、第1電力変換装置110の第1制御部116は、上位コントローラ6から、遮断器5の開閉状態、および、負荷4の消費電力Aの値を受信する。第1制御部116は、第2電力変換装置120の第2制御部126に対して、指令を送信し、第2電力変換装置120の動作を制御する。

[0051] 第1電力変換装置110は、負荷4と電力系統3とが切り離されたときに、発電状態PVが「十分」であり、蓄電状態BATが「充電不可」である場

合、第1動作OP1を実行する。遮断器5が開放状態になったときに、負荷4と電力系統3とが切り離されたと判定する。遮断器5の状態は、たとえば、上位コントローラ6から取得する。なお、マスタ側の第1電力変換装置110が遮断器5の状態を監視し、遮断器5の開放状態を検知してもよい。第1動作OP1においては、有効電力 P_1 ($=x_1$)を消費電力 A 以下に下げる。これにより、有効電力 P_1 は、 x_1 から x_3 に下げられる。 x_3 には、たとえば、消費電力 A の値が用いられる。これにより、直流蓄電装置2への過充電が抑制される。

[0052] 有効電力 P_1 の出力は、第1の実施形態と同様に、たとえば、最大電力点追従制御の最大電力点への追従指令から、より小さい有効電力の固定電力指令に切り替える等により実現することができる。

[0053] 第1電力変換装置10は、負荷4と電力系統3とが切り離されたときに、発電状態PVが「十分」であり、蓄電状態BATが「充電可」である場合、第2動作OP2を実行する。第2動作OP2においては、有効電力 P_1 ($=x_1$)と消費電力 A との差分 ($=x_2$)を直流蓄電装置2に充電するように指示する指令を、第2電力変換装置20に送信する。この場合、消費電力 A は、 $x_1 - x_2$ で表される。

[0054] 第1電力変換装置10は、負荷4と電力系統3とが切り離されたときに、発電状態PVが「不十分」の場合、第3動作OP3を実行する。第3動作OP3においては、消費電力 A と有効電力 P_1 ($=x_4$)との差分 ($=x_5$)を直流蓄電装置2から放電するように指示する指令を、第2電力変換装置20に送信する。この場合、消費電力 A は、 $x_4 + x_5$ で表される。

[0055] マスタ側の第1電力変換装置10は、AVR動作をするので、第1動作OP1～第3動作OP3において、出力電圧を一定に保つことができる。第1電力変換装置10は、負荷4の力率に応じて、無効電力 Q_1 を設定し、出力する。この例では、出力する無効電力 $Q_2 = y$ である。

[0056] 実施形態によれば、自立運転時に電力を安定して供給できる電力供給システムが提供できる。

[0057] 上述した2つの実施形態によれば、第1電力変換装置および第2電力変換装置のうち一方がマスタで他方がスレーブに設定される。マスタは、直流発電装置が出力する電力の大きさが、負荷の要求する交流電力よりも大きい場合であって、直流蓄電装置2が充電不可であるときには、第1電力変換装置が出力する電力を低下させて、所望の交流電力を負荷に供給することができる。そのため、解列時に、第2電力変換装置をゲートブロック等により完全に停止させることなく、負荷に電力供給することができる。第2電力変換装置は、このような状況でも、完全に停止しないので、直流蓄電装置が充電可能な状態となった場合に、起動手順を経ることなく、即座に直流蓄電装置に充電を行うことができる。

[0058] このような電力供給システムでは、直流発電装置は、太陽電池パネルのように、出力できる電力が時間によって変化するので、時間変化を吸収するように、直流蓄電装置によって、出力電力を平準化する。

[0059] 直流蓄電装置の蓄電池は、過充電状態を継続したり、過充電状態を繰り返したりすると、劣化して充電容量が低下する。そのため、蓄電池を過充電状態から保護する必要がある。電力供給システムが電力系統に連系されている場合には、負荷が要求する電力よりも大きな電力を直流発電装置が出力しても、電力系統に逆潮流させれば、直流蓄電装置を過充電状態にすることはない。

[0060] しかし、電力系統の事故等により、電力供給システムが解列された場合には、余剰の電力を逆潮流させることができない。そのため、余剰電力を直流蓄電装置に供給することとなり、蓄電池が過充電状態となるおそれがある。

[0061] 本実施形態の電力供給システムでは、第1電力変換装置の出力電力を負荷が要求する大きさまで低下させて供給するので、第2電力変換装置は、直流蓄電装置を充電することがない。第2電力変換装置は、出力電力をゼロに設定することによって直流蓄電装置の充電を停止する。そのため、第2電力変換装置は、遮断される必要がなく、直流蓄電装置の充電が可能となった時点で素早く充電を開始することができ、切れ目のない平準化動作を実現するこ

とができる。

[0062] 以上、具体例を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明は、これらの具体例に限定されるものではない。たとえば、直流発電装置、第1電力変換装置、直流蓄電装置および第2電力変換装置などの各要素の具体的な構成に関しては、当業者が公知の範囲から適宜選択することにより本発明を同様に実施し、同様の効果を得ることができる限り、本発明の範囲に包含される。

[0063] また、各具体例のいずれか2つ以上の要素を技術的に可能な範囲で組み合わせたものも、本発明の要旨を包含する限り本発明の範囲に含まれる。

[0064] その他、本発明の実施の形態として上述した電力供給システムを基にして、当業者が適宜設計変更して実施し得る全ての電力供給システムも、本発明の要旨を包含する限り、本発明の範囲に属する。

[0065] その他、本発明の思想の範疇において、当業者であれば、各種の変更例および修正例に想到し得るものであり、それら変更例および修正例についても本発明の範囲に属するものと了解される。

[0066] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

請求の範囲

[請求項1]

直流発電装置と、

前記直流発電装置と接続される第1直流端子と、交流の電力系統と接続される第1交流端子と、を有し、前記直流発電装置から入力された直流電力を交流電力に変換し、前記交流電力を、前記第1交流端子と前記電力系統との間に接続された負荷に供給する第1電力変換装置と、

直流蓄電装置と、

前記第1電力変換装置に通信可能に接続され、前記直流蓄電装置と接続される第2直流端子と、前記第1交流端子、前記負荷および前記電力系統と接続される第2交流端子と、を有し、前記直流蓄電装置からの放電および前記直流蓄電装置への充電を行う第2電力変換装置と、

を備え、

前記第2電力変換装置は、前記負荷と前記電力系統とが切り離されたときに、前記交流電力の有効電力が前記負荷の消費電力よりも大きく、前記直流蓄電装置が充電不可である場合、前記有効電力を前記消費電力以下に下げるように指示する指令を、前記第1電力変換装置に送信する第1動作を実施する電力供給システム。

[請求項2]

前記第2電力変換装置は、前記負荷と前記電力系統とが切り離されたときに、前記有効電力が前記消費電力よりも大きく、前記直流蓄電装置が充電可能である場合、前記有効電力と前記消費電力との差分を、前記直流蓄電装置に充電する第2動作を実施する請求項1記載の電力供給システム。

[請求項3]

前記第2電力変換装置は、前記負荷と前記電力系統とが切り離されたときに、前記有効電力が前記消費電力よりも小さい場合、前記消費電力と前記有効電力との差分を、前記直流蓄電装置から放電する第3動作を実施する請求項1記載の電力供給システム。

[請求項4]

直流発電装置と、

前記直流発電装置と接続される第1直流端子と、交流の電力系統と接続される第1交流端子と、を有し、前記直流発電装置から入力される直流電力を交流電力に変換し、前記交流電力を、前記第1交流端子と前記電力系統との間に接続された負荷に供給する第1電力変換装置と、

直流蓄電装置と、

前記第1電力変換装置に通信可能に接続され、前記直流蓄電装置と接続される第2直流端子と、前記第1交流端子、前記負荷および前記電力系統と接続される第2交流端子と、を有し、前記直流蓄電装置からの放電および前記直流蓄電装置への充電を行う第2電力変換装置と、

を備え、

前記第1電力変換装置は、前記負荷と前記電力系統とが切り離されたときに、前記交流電力の有効電力が前記負荷の消費電力よりも大きく、前記直流蓄電装置が充電不可である場合、前記有効電力を前記消費電力以下に下げる第1動作を実施する電力供給システム。

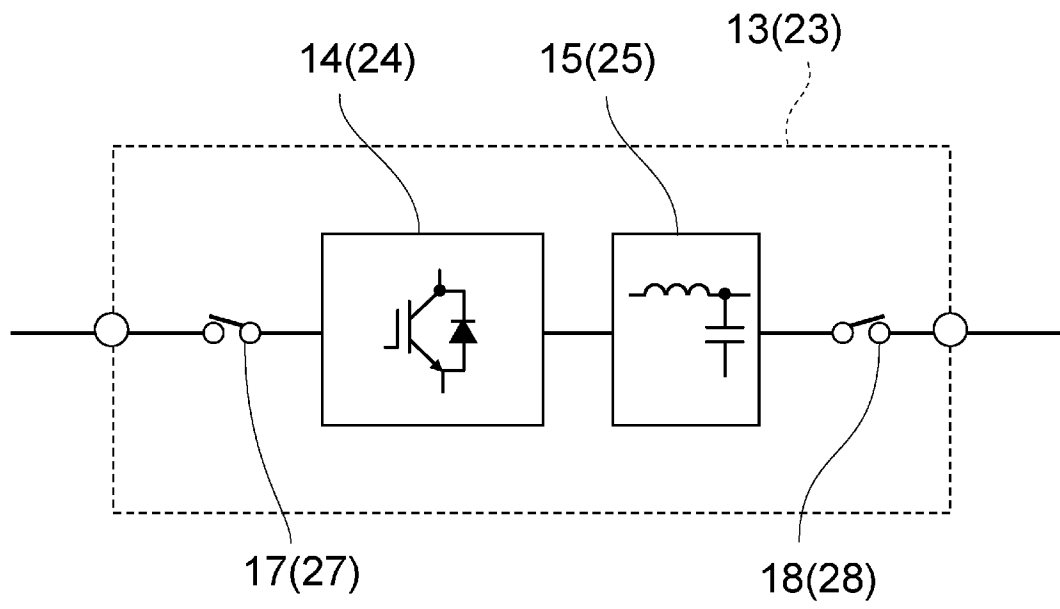
[請求項5]

前記第1電力変換装置は、前記負荷と前記電力系統とが切り離されたときに、前記有効電力が前記消費電力よりも大きく、前記直流蓄電装置が充電可能である場合、前記有効電力と前記消費電力との差分を前記直流蓄電装置に充電するように指示する指令を、前記第2電力変換装置に送信する第2動作を実施する請求項4記載の電力供給システム。

[請求項6]

前記第1電力変換装置は、前記負荷と前記電力系統とが切り離されたときに、前記有効電力が前記消費電力よりも小さい場合、前記消費電力と前記有効電力との差分を前記直流蓄電装置から放電するように指示する指令を、前記第2電力変換装置に送信する第3動作を実施する請求項4記載の電力供給システム。

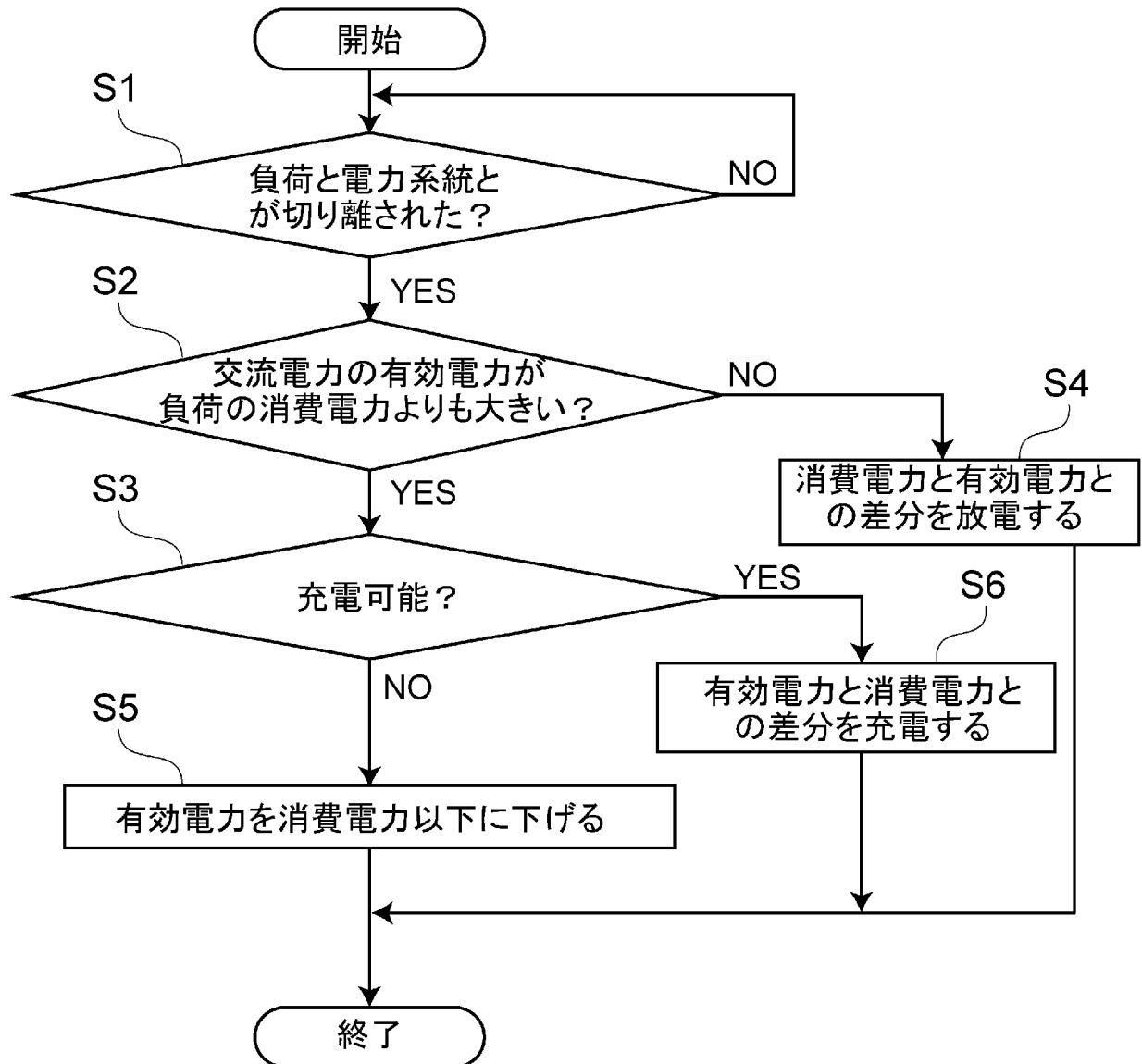
[図2]



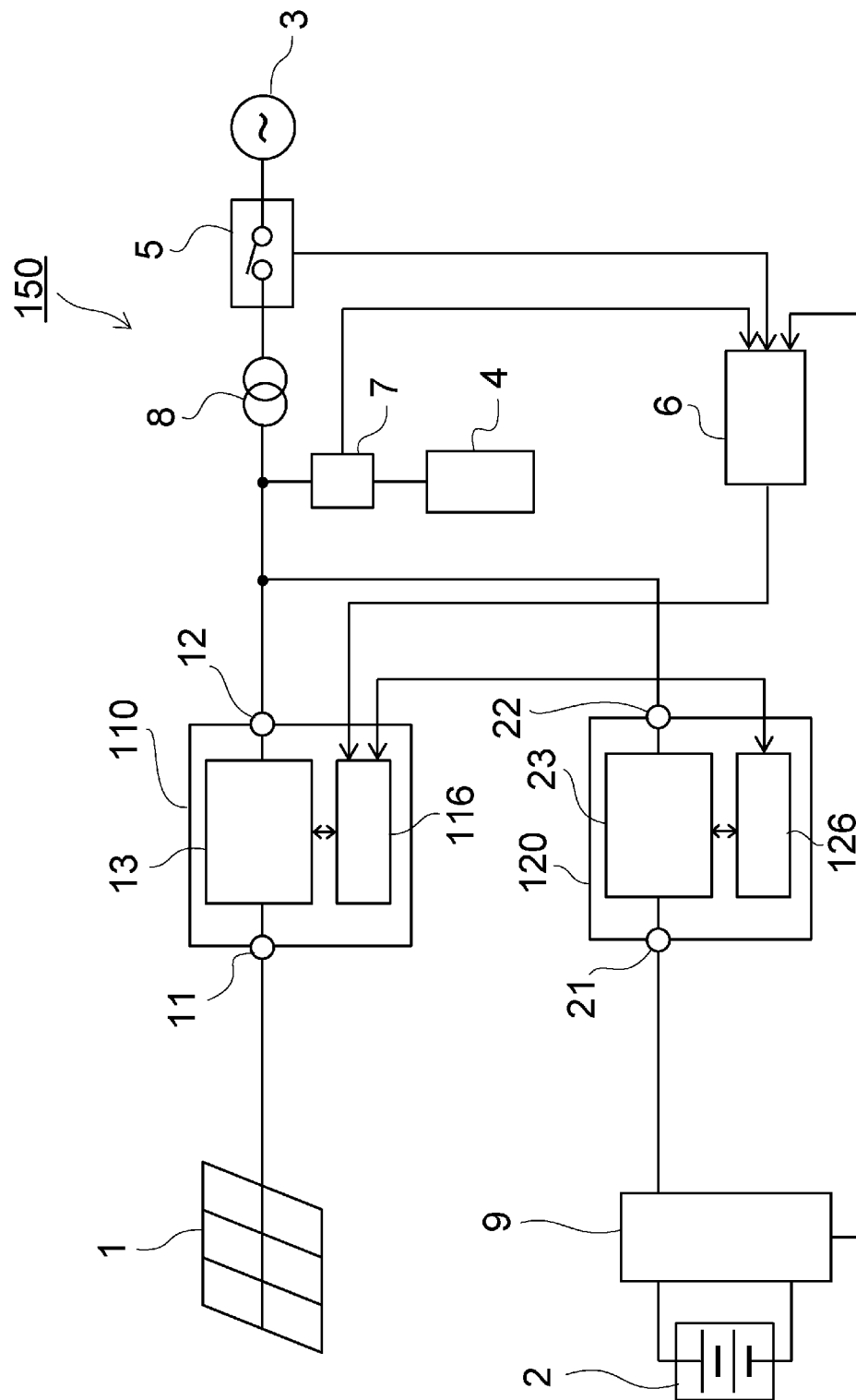
[図3]

				スレーブ ↓	マスタ ↓	
		PV	BAT	PCS1	PCS2	負荷（=A）
OP1	→	十分	充電 不可	P1=x1→x3 Q1=0	P2=0 Q2=y	P(A)=x3 Q=y
OP2	→	十分	充電 可	P1=x1 Q1=0	P2=-x2 Q2=y	P(A)=x1-x2 Q=y
OP3	→	不十分	—	P1=x4 Q1=0	P2=+x5 Q2=y	P(A)=x4+x5 Q=y

[図4]



[図5]



[図6]

			マスタ ↓	スレーブ ↓	
	PV	BAT	PCS1	PCS2	負荷 (=A)
OP1→	十分	充電 不可	$P1=x1 \rightarrow x3$ $Q1=y$	$P2=0$ $Q2=0$	$P(A)=x3$ $Q=y$
OP2→	十分	充電 可	$P1=x1 \rightarrow x3$ $Q1=y$	$P2=-x2$ $Q2=0$	$P(A)=x1-x2$ $Q=y$
OP3→	不十分	—	$P1=x4$ $Q1=y$	$P2=+x5$ $Q2=0$	$P(A)=x4+x5$ $Q=y$

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/081399

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J3/38(2006.01)i, H02J3/46(2006.01)i, H02J7/35(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)

H02J3/38, H02J3/46, H02J7/35

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
X	JP 2014-155269 A (Ryoju Estate Co., Ltd.), 25 August 2014 (25.08.2014), paragraphs [0045], [0046], [0057] to [0064]; fig. 1, 2, 4 (Family: none)	1-6
A	JP 2016-171653 A (Toshiba Corp.), 23 September 2016 (23.09.2016), paragraphs [0047] to [0052]; fig. 11 (Family: none)	1-6
A	JP 2013-150369 A (Mitsubishi Electric Corp.), 01 August 2013 (01.08.2013), paragraphs [0026] to [0032]; fig. 1, 6 (Family: none)	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 December 2016 (21.12.16)

Date of mailing of the international search report
10 January 2017 (10.01.17)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/081399

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-46532 A (Sanken Electric Co., Ltd.), 04 March 2013 (04.03.2013), paragraphs [0011] to [0013] (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02J3/38(2006.01)i, H02J3/46(2006.01)i, H02J7/35(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（I P C））

Int.Cl. H02J3/38, H02J3/46, H02J7/35

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 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
X	JP 2014-155269 A（菱重エステート株式会社）2014.08.25, 段落 [0045], [0046], [0057]-[0064]、図 1, 2, 4（ファミリーなし）	1-6
A	JP 2016-171653 A（株式会社東芝）2016.09.23, 段落[0047]-[0052]、 図 11（ファミリーなし）	1-6
A	JP 2013-150369 A（三菱電機株式会社）2013.08.01, 段落 [0026]-[0032]、図 1, 6（ファミリーなし）	1-6

☒ 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

2 1 . 1 2 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 1 . 2 0 1 7

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

安井 雅史

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 6 8

5 T

4 0 5 9

C (続き) . 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 2013-46532 A (サンケン電気株式会社) 2013. 03. 04, 段落 [0011]-[0013] (ファミリーなし)	1-6