

(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
2016年8月4日(04.08.2016)



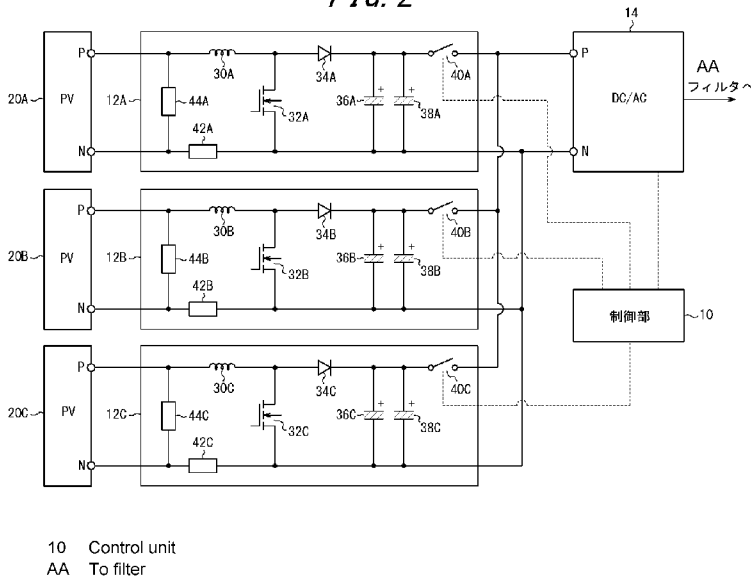
(10) 国際公開番号
WO 2016/121402 A1

- (51) 国際特許分類:
G05F 1/67 (2006.01) H02S 40/30 (2014.01)
H02M 3/155 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/000448
 - (22) 国際出願日: 2016年1月28日(28.01.2016)
 - (25) 国際出願の言語: 日本語
 - (26) 国際公開の言語: 日本語
 - (30) 優先権データ:
特願 2015-014795 2015年1月28日(28.01.2015) JP
 - (71) 出願人: 京セラ株式会社 (KYOCERA CORPORATION) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 Kyoto (JP).
 - (72) 発明者: 森山 優一 (MORIYAMA, Yuichi); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP).
 - (74) 代理人: 杉村 憲司 (SUGIMURA, Kenji); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目2番1号 霞が関コモンゲート西館36階 Tokyo (JP).
 - (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, 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:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

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

(54) 発明の名称: 電力制御装置、電力制御システム、および電力制御方法

FIG. 2



(57) Abstract: An electric power control device provided with a plurality of transformer units for transforming power generated by a plurality of solar cell strings, and a control unit for controlling the transformer units, wherein each of the transformer units has a diode for preventing reverse flow of electric power outputted from the transformer unit and a switch for opening and closing a connection between the solar cell strings and an inverter. If any of the diodes of the transformer units is unable to prevent the reverse flow of electric power outputted from the corresponding transformer unit, the control unit performs a control so as to put all of the switches of the transformers in an open state, and then put the switches of the transformers other than the transformer having the diode that is unable to prevent the reverse flow of electric power in a closed state.

(57) 要約: 複数の太陽電池ストリングが発電する電力をそれぞれ変圧する複数の変圧部と、複数の変圧部を制御する制御部と、を備える電力制御装置において、複数の変圧部のそれぞれは、変圧部から出力される電力の逆流を防止するダイオードおよび太陽電池ストリングとインバータとの接続を開閉する開閉器を有し、制御部は、複数の変圧部のいずれかのダイオードが対応する変圧部から出力される電力の逆流を防止できていない場合、複数の変圧部の全ての開閉器を開状態にした後、電力の逆流を防止できていないダイオードを有する変圧部以外の変圧部の開閉器を閉状態にするように制御する。

WO 2016/121402 A1

明 細 書

発明の名称：

電力制御装置、電力制御システム、および電力制御方法

関連出願へのクロスリファレンス

[0001] 本出願は、2015年1月28日に出願された日本国特許出願第2015-14795号に基づく優先権を主張するものであり、この先の出願の開示全体を、ここに参照のために取り込む。

技術分野

[0002] 本発明は、電力制御装置、電力制御システム、および電力制御方法に関する。

背景技術

[0003] 近年、太陽電池ストリングを複数接続して、これら複数の太陽電池ストリングが発電する電力を制御するパワーコンディショナ（インバータ）のような電力制御装置が知られている。従来、複数の太陽電池ストリングの配線を接続箱に集約し、その接続箱から出力される電力を制御する単一型（または集中型）のパワーコンディショナが多く採用されていた。しかしながら、最近では、複数の太陽電池ストリングを直接接続することができるマルチストリング方式のパワーコンディショナが台頭しつつある。

[0004] このようなマルチストリング方式のパワーコンディショナは、最大電力点追従（MPPT）機能を有するDC/DCコンバータによって、それぞれの電圧を調整しながら、最大の電力を生み出すための動作点を制御する。このようにして、マルチストリング方式のパワーコンディショナは、それぞれの太陽電池ストリングの発電量を最大まで高めることができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平8-251818号公報

発明の概要

課題を解決するための手段

- [0006] 第1の観点に係る電力制御装置は、
複数の太陽電池ストリングによって発電される電力をそれぞれ変圧してインバータに出力する複数の変圧部と、
前記複数の変圧部を制御する制御部と、を備え、
前記複数の変圧部のそれぞれは、前記変圧部から出力される電力の逆流を防止するダイオード、および前記太陽電池ストリングと前記インバータとの接続を開閉する開閉器を有し、
前記制御部は、前記複数の変圧部のいずれかのダイオードが対応する前記変圧部から出力される電力の逆流を防止できていない場合に、前記複数の変圧部の全ての開閉器を開状態にした後、前記電力の逆流を防止できていないダイオードを有する変圧部以外の変圧部の開閉器を閉状態にするように制御する。
- [0007] 第2の観点に係る電力制御システムは、
複数の太陽電池ストリングと、電力制御装置と、を含み、
前記電力制御装置は、
前記複数の太陽電池ストリングによって発電される電力をそれぞれ変圧してインバータに出力する複数の変圧部と、
前記複数の変圧部を制御する制御部と、を備え、
前記複数の変圧部のそれぞれは、前記変圧部から出力される電力の逆流を防止するダイオード、および前記太陽電池ストリングと前記インバータとの接続を開閉する開閉器を備え、
前記制御部は、前記複数の変圧部のいずれかのダイオードが対応する前記変圧部から出力される電力の逆流を防止できていない場合に、前記複数の変圧部の全ての開閉器を開状態にした後、前記電力の逆流を防止できていないダイオードを有する変圧部以外の変圧部の開閉器を閉状態にするように制御する。
- [0008] 第3の観点に係る電力制御方法は、

複数の太陽電池ストリングによって発電される電力をそれぞれ変圧してインバータに出力する複数の変圧部を有する電力制御装置における電力制御方法であって、

前記複数の変圧部のそれぞれは、前記変圧部から出力される電力の逆流を防止するダイオード、および前記太陽電池ストリングと前記インバータとの接続を開閉する開閉器を有し、

前記複数の変圧部のいずれかにおいて、前記ダイオードが当該変圧部から出力される電力の逆流を防止できていないことを判定する判定ステップと、

前記判定ステップにおいて、前記ダイオードが当該変圧部から出力される電力の逆流を防止できていないと判定されたら、前記複数の変圧部の全ての開閉器を開状態にする開ステップと、

前記開ステップに次いで、前記複数の変圧部のうち前記電力の逆流を防止できていないと判定されたダイオードを有する変圧部以外の変圧部の開閉器を閉状態にする閉ステップと、を含む。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]本発明の一実施形態に係る電力制御システムを示す機能ブロック図である。
- [図2]本発明の一実施形態に係る電力制御装置を部分的に示す機能ブロック図である。
- [図3]本発明の一実施形態に係る電力制御の例を説明する図である。
- [図4]本発明の一実施形態に係る電力制御の例を説明する図である。
- [図5]本発明の一実施形態に係る電力制御の他の例を説明する図である。
- [図6]本発明の一実施形態に係る電力制御の他の例を説明する図である。
- [図7]本発明の一実施形態に係る電力制御装置の動作の例を説明するフローチャートである。
- [図8]本発明の一実施形態に係る電力制御を説明する図である。
- [図9]本発明の一実施形態に係る電力制御を説明する図である。
- [図10]本発明の一実施形態に係る電力制御を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0010] 図1は、本発明の実施形態に係る電力制御システムを概略的に示す機能ブロック図である。図1において、実線は主に電力の経路を示し、破線は主に制御信号または各種情報を通信する信号の経路を示す。以下の説明において、従来よく知られている要素および機能部については、適宜、説明を簡略化または省略する。

[0011] 図1に示すように、本実施形態に係る電力制御システム1は、電力制御装置5と、複数の太陽電池ストリング20A~20Cと、を含んで構成される。図1に示す例では、電力制御システム1は、太陽電池ストリング20A、太陽電池ストリング20B、および太陽電池ストリング20Cの3つの太陽電池ストリングを含む場合について説明している。しかしながら、本実施形態に係る電力制御システム1は、任意の複数の太陽電池ストリング20を含んで構成することができる。このため、電力制御システム1においては、例えば家屋の屋根の各方角ごとに太陽光発電部を設置することができる。

[0012] 電力制御システム1において、複数の太陽電池ストリング20A~20Cは、それぞれ電力制御装置5に接続される。また、電力制御装置5は、負荷50および系統60にも接続される。

[0013] 図1に示すように、電力制御装置5は、複数の太陽電池ストリング20をまとめて系統連系する。このように、電力制御装置5が複数の太陽電池ストリング20をまとめて系統連系する際には、ユーザが使用する家電製品などの負荷50に電力を供給するために、電力制御装置5と系統60との間に分電盤を設けることもできる。しかしながら、図1において、そのような分電盤は省略してある。

[0014] 次に、本発明の実施形態に係る電力制御装置について説明する。

[0015] 図1に示すように、本実施形態に係る電力制御装置5は、制御部10と、複数の変圧部12A~12Cとを備えている。また、電力制御装置5は、インバータ14、およびフィルタ部16などの要素を適宜備えることができる。

- [0016] 複数の変圧部12A~12Cは、複数の太陽電池ストリング20A~20Cによって発電される電力をそれぞれ変圧すなわち昇圧または降圧してインバータ14に出力する。このため、図1に示すように、複数の変圧部12A~12Cは、複数の太陽電池ストリング20A~20Cにそれぞれ接続される。また、複数の変圧部12A~12Cの出力はまとめてインバータ14に接続される。さらにインバータ14はフィルタ部16に接続され、フィルタ部16は負荷50および系統60に接続される。また、図1に示すように、制御部10は、複数の変圧部12A~12C、インバータ14、およびフィルタ部16に接続されて、これらの各要素を制御および管理する。
- [0017] 太陽電池ストリング20A~20Cは、それぞれ、太陽電池のセルを複数直列接続したモジュールを、さらに複数直列接続したものである。本実施形態において、太陽電池は、太陽光のエネルギーを直流の電力に変換するものである。この太陽電池は、例えば光電変換セルを有する発電部がマトリクス状に接続され、所定の直流電流（たとえば10A）を出力するように構成される。この太陽電池は、シリコン系多結晶太陽電池、シリコン系単結晶太陽電池、またはCIGS等薄膜系太陽電池等、光電変換可能なものであればその種類は制限されない。
- [0018] 電力制御装置5は、太陽電池ストリング20A~20Cの発電した直流の電力を変圧すなわち昇圧または降圧してから交流の電力に変換する。このようにして、電力制御装置5によって交流に変換された電力は、負荷50に供給したり、余剰電力は系統60に売電したりすることができる。本実施形態において、電力制御装置5が電力を昇圧または降圧する際には、当該昇圧または降圧は、制御部10の制御により行うことができる。本実施形態に係る電力制御装置5は、一般的なパワーコンディショナ（インバータ）と同様の機能を含んで構成することができる。
- [0019] 変圧部12A~12Cは、それぞれ接続された太陽電池ストリング20A~20Cによって発電される電力を変圧して、インバータ14に出力する。これらの変圧部12A~12Cは、例えばDC/DCコンバータのように、

入力された直流の電力の電圧を変圧すなわち昇圧または降圧させることができる任意の変圧器で構成することができる。これらの変圧部 12A~12C の詳細については、さらに後述する。

[0020] インバータ 14 は、双方向インバータとして構成することができ、太陽電池ストリング 20A~20C が発電する直流の電力を交流の電力に変換し、また、系統 60 から供給される交流の電力を直流の電力に変換する。

[0021] フィルタ部 16 は、系統 60 から供給される電力を順潮流として負荷 50 に供給するのに適切な電力となるように調整する。また、フィルタ部 16 は、太陽電池ストリング 20A~20C が発電した電力を逆潮流として系統 60 に売電するのに適切な電力となるように調整する。

[0022] 制御部 10 は、電力制御装置 5 の各機能部をはじめとして電力制御装置 5 の全体を制御および管理する。特に、本実施形態において、制御部 10 は、変圧部 12A~12C、インバータ 14、およびフィルタ部 16 に対して、各種の制御を行う。制御部 10 は、例えばマイコンまたはプロセッサ (CPU) などで構成することができる。また、制御部 10 は、各種プログラムおよび種々の情報を記憶するメモリも備えるものとして、以下説明する。このメモリは、制御部 10 が行うデータ解析および各種の演算処理などを行う際のアルゴリズム、およびルックアップテーブル (LUT) のような各種の参照テーブルなども記憶する。本実施形態に特有の制御部 10 による制御については、さらに後述する。

[0023] 太陽電池ストリング 20A~20C が発電した電力は、インバータ 14 を経て、電力を消費する各種の負荷 50 に供給することができる。負荷 50 は、電力制御システム 1 から電力が供給される、ユーザが使用する家電製品などの各種の機器とすることができる。図 1 においては、負荷 50 は 1 つの部材として示してあるが、1 つの部材には限定されず任意の個数の各種機器とすることができる。

[0024] インバータ 14 に接続される太陽電池ストリング 20A~20C は、系統 60 に連系して負荷 50 に供給する電力を出力する。ここで、系統 60 は、

一般的な商用電力系統（商用電源／グリッド）とすることができる。

- [0025] 次に、本実施形態に係る変圧部12について、さらに説明する。
- [0026] 図2は、本実施形態に係る変圧部12をより詳細に示す機能ブロック図である。本実施形態に係る複数の変圧部12A～12Cは、図2に示すように、それぞれ同様の構成とすることができるため、代表例として、1つの変圧部12Aについて説明する。
- [0027] 図2に示すように、変圧部12Aは、コイル30A、スイッチング素子32A、ダイオード34A、コンデンサ36A、38A、開閉器40、電流センサ42A、および電圧センサ44Aを備えている。
- [0028] 本実施形態では、図2に示すようなチョッパ方式のDC／DCコンバータと同様の構成により、太陽電池ストリング20Aが発電した電力を昇圧することができる。コイル30Aは、任意のチョークコイルで構成することができる。スイッチング素子32Aは、トランジスタおよびMOS FETなどの半導体素子によって構成することができる。コイル30Aは、スイッチング素子32Aがスイッチオンとなって太陽電池ストリング20Aが発電した電流が流れ込むとエネルギーを蓄える。また、コイル30Aは、スイッチング素子32Aがスイッチオフとなった時、蓄えたエネルギーを放出する。
- [0029] コンデンサ36A、38Aは、太陽電池ストリング20Aおよびコイル30Aが発生する電圧を蓄えることができる。ダイオード34Aは、コンデンサ36A、38Aに溜まった電圧が逆流するのを防止する。このダイオード34Aにより、太陽電池ストリング20Aが発電した電力は、変圧部12Aから逆流せずにインバータ14に出力される。すなわち、本実施形態において、ダイオード34Aは、変圧部12Aから出力される電力の逆流を防止する。変圧部12Aが昇圧を行うための構成は、一般的なDC／DCコンバータにおける昇圧の回路と同様の構成とすることができるため、回路構成および各要素の接続態様についてのより詳細な説明は省略する。
- [0030] 本実施形態において、太陽電池ストリング20Aが発電した電力を変圧部12Aが昇圧する際には、制御部10がスイッチング素子32Aのスイッチ

ングを制御する。図2においては、制御部10がスイッチング素子32Aを制御するための制御線は省略してある。制御部10がスイッチング素子32Aのスイッチングのオン／オフの時間（デューティサイクル）を制御することで、必要な出力電圧を得ることができる。このように、制御部10がスイッチング素子32Aのスイッチングを制御する際には、例えばPWM制御のような制御を行うことができる。変圧部12Aが、太陽電池ストリング20Aにより発電された電力を昇圧する際の制御は、一般的なDC／DCコンバータによる昇圧の制御と同様に行うことができるため、昇圧についてのより詳細な説明は省略する。

[0031] 開閉器40Aは、ダイオード34Aとコンデンサ36A、38Aとの接続点と、インバータ14との間に接続され、この箇所の接続の開状態または閉状態を切り替えることができる。すなわち、本実施形態において、開閉器40は、太陽電池ストリング20とインバータ14との接続を開閉する。すなわち、開閉器40は、太陽電池ストリング20とインバータ14との間の接続および切断を切り替えることができる。この開閉器40Aは、任意のパワーリレーのようなスイッチにより構成することができる。開閉器40Aの開閉は、制御部10の制御により行うことができる。したがって、図2に示すように、開閉器40Aは、制御部10に制御線により接続される。

[0032] 電流センサ42Aは、変圧部12Aに接続された太陽電池ストリング20Aによって発電される電力の電流値を検出する。また、電圧センサ44Aは、変圧部12Aに接続された太陽電池ストリング20Aによって発電される電力の電圧値を検出する。このため、電流センサ42Aおよび電圧センサ44は、例えば図2に示すような箇所にそれぞれ接続することができるが、これらは、太陽電池ストリング20Aによって発電される電力の電流値および電圧値を計測可能な任意の箇所に接続することができる。

[0033] 以上、変圧部12A～12Cのうち、代表例として変圧部12Aについて説明したが、変圧部12B、12Cについても同様の構成とすることができる。図2に示すように、変圧部12B、12Cの出力は、それぞれ変圧部1

2 A の出力に集約される。

[0034] 次に、電力制御システム 1 における電力制御について説明する。

[0035] 図 3 は、電力制御システム 1 の動作の一例を示す図である。

[0036] 通常、電力制御システム 1 を構成する各要素が全て適切に機能していれば、太陽電池ストリング 20 A ~ 20 C が発電した電力は、それぞれ変圧部 12 A ~ 12 C により変圧された後に集約されて、インバータ 14 に出力される。電力制御装置 5 は、太陽電池ストリング 20 A ~ 20 C が発電した電力を最大限に享受できるように、最大電力点に追従して動作する (MPPT 動作)。

[0037] ここで、例えば図 3 に示すように、変圧部 12 B において、スイッチング素子 32 B が故障など何らかの不具合を生じた場合を想定する。例えばスイッチング素子 32 B が短絡故障すると、図 3 に示すように、短絡電流が回路上を流れ続けるようになる。このように、スイッチング素子 32 B が適切に機能しなくなると、変圧部 12 B は、太陽電池ストリング 20 B が発電した電力を適切に変圧してインバータ 14 に出力することができなくなる。

[0038] 図 4 は、図 3 に示した変圧部 12 A ~ 12 C において、それぞれ電流センサ 42 A ~ 42 C および電圧センサ 44 A ~ 44 C が検出する電流値および電圧値を示す図である。図 4 (A) は、変圧部 12 A において検出される太陽電池ストリング 20 A の動作状態を示すグラフである。図 4 (B) は、変圧部 12 B において検出される太陽電池ストリング 20 B の動作状態を示すグラフである。図 4 (C) は、変圧部 12 C において検出される太陽電池ストリング 20 C の動作状態を示すグラフである。

[0039] 図 3 に示した変圧部 12 A および変圧部 12 C は適切に機能しているため、図 4 (A) および (C) に示すように、最大電力点に追従した動作を行うことができている。しかしながら、図 3 に示した変圧部 12 B は適切に機能していないため、図 4 (B) に示すように、最大電力点に追従した動作を行うことができている。図 4 (B) に示すように、変圧部 12 B においては、短絡しているため、電圧がゼロになり、最大の電流が流れている。

- [0040] 図5は、電力制御システム1の図3に続く動作の一例を示す図である。
- [0041] 図5に示すように、スイッチング素子32Bが適切に機能していない状態で、さらにダイオード34Bも故障など何らかの不具合を生じた場合を想定する。ダイオード34Bは、上述したように、変圧部12Bから出力される電力の逆流を防止するために設置されている。このため、ダイオード34Bが適切に逆流を防止できなくなると、種々の不都合が想定される。
- [0042] 図5に示すように、ダイオード34Bが適切に機能していないと、太陽電池ストリング20Aが発電した電力は、変圧部12Aを経て変圧部12Bに逆流し、変圧部12Bから変圧部12Aに戻ってくる。図5においては、太陽電池ストリング20Aが発電した電力は、太い実線により示してある。また、図5に示すように、ダイオード34Bが適切に機能していないと、太陽電池ストリング20Cが発電した電力は、変圧部12Cを経て変圧部12Bに逆流し、変圧部12Bから変圧部12Cに戻ってくる。図5においては、太陽電池ストリング20Cが発電した電力は、太い破線により示してある。
- [0043] 図5に示したように、ダイオード34Bが例えばショート破壊して適切に機能していないと、太陽電池ストリング20Aおよび20Cにより発電された電力が変圧部12Bに流れ込む。このため、変圧部12Bには大きな電流が流れることになり、例えば発熱などの不都合が生じるおそれがある。図5においては、電力制御システム1が太陽電池ストリングを3つ含む例について示したが、太陽電池ストリングが多くなればなるほど、このような状況において発熱などの不都合は拡大するおそれがある。
- [0044] 図6は、図5に示した変圧部12A～12Cにおいて、それぞれ電流センサ42A～42Cおよび電圧センサ44A～44Cが検出する電流値および電圧値を示す図である。図6に示すグラフの意味内容は、図4と同様である。
- [0045] 図6に示すように、ダイオード34Bが適切に機能していないと、変圧部12Aおよび変圧部12Cは適切に機能しているにもかかわらず、これらから出力される電力も短絡となり、電圧がゼロになり、最大の電流が流れる。

図6 (A)、図6 (B)、および図6 (C) ともに、短絡しているため、電圧がゼロになり、最大の電流が流れていることを示している。すなわち、この状況では、不具合が生じているのは変圧部12Bのみであるにもかかわらず、太陽電池ストリング20Bにより発電された電力のみならず、太陽電池ストリング20Aおよび20Cにより発電された電力も、適切に利用することができない。

[0046] 上述した動作の例においては、図3でスイッチング素子32Bが適切に機能しなくなり、続いて図5でダイオード34Bが適切に機能しなくなった場合を想定して説明した。しかしながら、例えばスイッチング素子32Bは適切に機能していたとしても、ダイオード34Bが適切に機能しなくなると、同様の不都合が発生する。すなわち、ダイオード34Bが適切に機能しなくなると、スイッチング素子32Bがオンになるタイミングで、全ての太陽電池ストリングによって発電された電力が変圧部12Bに流れ込む。このため、変圧部12Bにおいて発熱が生じたり、正常な他の太陽電池ストリングにおいても電圧がゼロになるため発電が継続できなくなる等の不都合が生じたりするおそれがある。

[0047] そこで、本実施形態に係る電力制御システム1は、上述のような不都合を解消するために、以下に説明するような動作を行う。

[0048] 図7は、本実施形態に係る電力制御装置5の動作を説明するフローチャートである。

[0049] 図7に示す動作が開始する時点では、電力制御システム1が平常運転を行うことができるように、制御部10は、開閉器40A~40Cの全てを閉状態にするように制御してあるものとする。

[0050] 図7に示す動作が開始すると、電力制御システム1は運転を開始し、太陽電池ストリング20A~20Cは発電を開始する。この開始時点において、電力制御装置5は、各電圧センサ44A~44Cのそれぞれが検出する電圧値が起動判定電圧として予め規定された電圧値を超えた際に運転を開始するように制御してもよい。

- [0051] 電力制御システム1が運転を開始すると、制御部10は、太陽電池ストリング20A~20Cが発電する電力の電圧値Vが、第1の閾値 α 1以上であるか否かを判定する(ステップS11)。ここで、第1の閾値 α 1とは、電力制御システム1が運転を継続するか否かを判定するための太陽電池ストリング20A~20Cが発電する電力の電圧値として、予め適切な値を規定する。この閾値 α 1を下回るようであれば、当該太陽電池ストリングによって発電された電力を変圧している変圧部には何らかの問題が生じていると判定できる程度に低い電圧を規定する。ステップS11において太陽電池ストリング20A~20Cが発電する電力の電圧値Vが第1の閾値 α 1以上であれば、制御部10は、電力制御システム1の運転を継続する。
- [0052] 図8は、変圧部12A~12Cにおいて、それぞれ電流センサ42A~42Cおよび電圧センサ44A~44Cが検出する電流値および電圧値を示す図である。図8に示すグラフの意味内容は、図4と同様である。
- [0053] 図8(A)に示すように、太陽電池ストリング20A~20Cにそれぞれ対応する変圧部12A~12Cが正常に動作している時は、電圧センサ44A~44Cが検出する電圧値は、閾値 α 1以上となっている。このような場合は、変圧部12A~12Cは、太陽電池ストリング20A~20Cが発電する電力を、適切なMPPT動作によって変圧することができていると判定することができる。
- [0054] 一方、ステップS11において太陽電池ストリング20A~20Cのいずれかが発電する電力の電圧値Vが第1の閾値 α 1を下回れば、制御部10は、変圧部12A~12Cの全ての開閉器40A~40Cを開状態にするように制御する(ステップS12)。これにより、不具合が生じている変圧部に、他の太陽電池ストリングによって発電された電力が逆流することは阻止される。したがって、本実施形態によれば、不具合が生じている変圧部に大きな電流が流れて発熱するなどの不都合は解消される。
- [0055] このように、本実施形態において、制御部10は、複数の変圧部12のいずれかにおいて、ダイオード34が当該変圧部12から出力される電力の逆

流を防止できていないと判定したら、複数の変圧部12の全ての開閉器40を開状態にするように制御する。この時、制御部10は、複数の変圧部12のいずれかにおいて、電圧センサ44によって検出される電圧値が第1の閾値を下回った時、ダイオード34が当該変圧部12から出力される電力の逆流を防止できていないと判定してもよい。

[0056] ステップS12において全ての開閉器40A~40Cを開状態にしたら、制御部10は、各変圧部12A~12Cにおいて、次の条件が満たされているか否かを判定する(ステップS13)。すなわち、ステップS13において、制御部10は、電圧センサ44A~44Cが検出する電圧値Vが第2の閾値 $\alpha 2$ 以上であり、かつ、電流センサ42A~42Cが検出する電流値Iが第3の閾値 β 以下であるか否かを判定する。

[0057] ステップS12において開閉器40A~40Cを開状態にした後、各変圧部12A~12Cにおいて不具合が生じていなければ、その変圧部においては、図8(B)に示すように、ある程度の電圧が検出され、かつ、ほぼゼロの電流が検出される。このように、正常に機能している変圧部を判定することができるように、電圧の第2の閾値 $\alpha 2$ は、再び起動することができる判定できる適切な閾値を予め設定する。この閾値 $\alpha 2$ は、図8に示すように、閾値 $\alpha 1$ よりも小さな電圧の閾値とすることができる。また、電流の第3の閾値 β は、電流がほとんど発生していないことを判定することができる適切な閾値を予め設定する。この閾値 β は、図8に示すように、ゼロに近い電流の閾値とすることができる。

[0058] ステップS13において上述した条件が満たされていると判定されたら、当該変圧部12は、対応する太陽電池ストリング20が発電する電力を適切に変圧することができると考えられることができる。したがって、この場合、制御部10は、当該変圧部12の開閉器40を閉状態にするように制御する(ステップS14)。これにより、異常をきたしていない変圧部12は、以後、対応する太陽電池ストリング20が発電する電力の変圧を継続することができる。

- [0059] このように、本実施形態において、制御部10は、複数の変圧部12のうち電力の逆流を防止できていないと判定されたダイオード34を有する変圧部12以外の変圧部12の開閉器40を閉状態にするように制御してもよい。ここで、制御部10は、複数の変圧部12の全ての開閉器40を開状態にしてから、複数の変圧部12のいずれかにおいて、電圧センサ44によって検出される電圧値が第2の閾値以上であり、電流センサ42によって検出される電流値が第3の閾値以下である時、当該変圧部12の開閉器40を閉状態にするように制御してもよい。
- [0060] 一方、ステップS13において上述した条件が満たされていないならば、制御部10は、各変圧部12A~12Cにおいて、次の条件が満たされているか否かを判定する(ステップS15)。すなわち、ステップS15において、制御部10は、電圧センサ44A~44Cが検出する電圧値Vが第2の閾値 $\alpha 2$ を下回り、かつ、電流センサ42A~42Cが検出する電流値Iが第3の閾値 β を超えるか否かを判定する。
- [0061] ステップS12において開閉器40A~40Cを開状態にした後、各変圧部12A~12Cにおいて不具合が生じていれば、その変圧部においては、図8(C)に示すように、電圧がゼロであることが検出され、かつ、電流が最大になっていることが検出される。このように、異常をきたしている変圧部を判定することができるように、電圧の第2の閾値 $\alpha 2$ および電流の第3の閾値 β を予め設定する。
- [0062] ステップS15において上述した条件が満たされていると判定されたら、当該変圧部12は、対応する太陽電池ストリング20が発電する電力を適切に変圧することができないと考えることができる。したがって、この場合、制御部10は、当該変圧部12の開閉器40を開状態にしたままにするように制御する(ステップS16)。
- [0063] また、ステップS16においては、開閉器40を開状態にした変圧部12に異常が検出されたことをユーザに知らせるために、制御部10は、適宜エラーを通知するように制御してもよい。ここで、エラー通知とは、例えば、

電力制御装置 5 などに備えられた表示部に変圧部 1 2 を特定してエラーを表示してもよいし、同時にブザーなどの音で通知してもよいし、さらに例えばネットワークなどを介して所定の箇所にエラーを通知してもよい。

[0064] 一方、ステップ S 1 5 において上述した条件が満たされていないと判定されたら、制御部 1 0 は、ステップ S 1 3 の動作を行う。ステップ S 1 5 において上述した条件が満たされていない、すなわち電流 I が第 3 の閾値 β 以下で、かつ、電圧 V が $\alpha 2$ 以上の場合は、日射急変または曇天等で、太陽電池ストリングが発電できない事態も想定される。このため、このような場合は、電圧 V を監視し続けてステップ S 1 3 と同じ状況下になったら変圧部 1 2 は適切に機能していると判断することができる。

[0065] このように、本実施形態において、制御部 1 0 は、複数の変圧部 1 2 の全ての開閉器 4 0 を開状態にしてから、複数の変圧部 1 2 のいずれかにおいて、電圧センサ 4 4 によって検出される電圧値が第 2 の閾値を下回り、電流センサ 4 2 によって検出される電流値が第 3 の閾値を超える時、当該変圧部 1 2 の開閉器 4 0 を開状態にしたままにするように制御してもよい。

[0066] 以上のステップ S 1 3 ~ ステップ S 1 6 までの動作は、各太陽電池ストリング 2 0 A ~ 2 0 C にそれぞれ対応する変圧部 1 2 A ~ 1 2 C の全てについて行うことを想定している。このため、ステップ S 1 7 において、全ての太陽電池ストリング 2 0 A ~ 2 0 C に対応する変圧部 1 2 A ~ 1 2 C について正常または異常のチェックが完了したら、電力制御装置 5 は、本実施形態に係る動作を終了する。一方、ステップ S 1 7 において、まだ変圧部 1 2 について正常または異常のチェックが完了していない太陽電池ストリング 2 0 がある場合は、制御部 1 0 は、ステップ S 1 3 に戻ってチェックを続行する。

[0067] 図 9 は、本実施形態に係る電力制御システム 1 において、電力制御装置 5 内の要素に不具合が発生した際の動作を説明する図である。

[0068] 図 9 は、図 5 で説明したのと同様の状況、すなわち、変圧部 1 2 B において、スイッチング素子 3 2 B およびダイオード 3 4 B に不具合が生じた状況を示している。本実施形態においては、図 7 のフローチャートで説明した動

作を行うと、不具合が生じたダイオード34Bを含む変圧部12Bのみにおいて、開閉器40Bが開状態のまま維持される。一方、不具合が生じていない変圧部12A、12Cにおいては、開閉器40A、40Cは閉状態に切り換えられる。図9に示すように、不具合が生じたダイオード34Bを含む変圧部12Bは、太陽電池ストリング20Bが発電する電力を変圧することができない。しかしながら、図9に示すように、不具合が生じていない変圧部12A、12Cは、太陽電池ストリング20A、20Bが発電する電力を再び適切に変圧して出力することができる。

[0069] 図10は、図9に示した変圧部12A～12Cにおいて、それぞれ電流センサ42A～42Cおよび電圧センサ44A～44Cが検出する電流値および電圧値を示す図である。図10に示すグラフの意味内容は、図4および図6と同様である。

[0070] 図10(B)に示すように、図9に示したダイオード34Bが適切に機能していないと、変圧部12Bにおいては電力が短絡となり、変圧部12Bにおいて検出される電圧はゼロになり、検出される電流は最大となる。このように、変圧部12Bは、太陽電池ストリング20Bが発電する電力を適切に変圧することはできない。一方、図10(A)および図10(C)に示すように、変圧部12Bが適切に機能していなくても、変圧部12A、12Cが正常に動作していれば、これらは太陽電池ストリング20A、20Cが発電する電力をMPPT動作により変圧することができる。この状況では、不具合が生じているのは変圧部12Bのみであり、太陽電池ストリング20Aおよび20Cにより発電された電力は適切に利用することができる。

[0071] このように、本実施形態によれば、複数の太陽電池ストリング20A～20Cが発電する電力を制御する電力制御装置5において、装置5内のダイオード34のような要素に不具合が発生した際の不都合を改善することができる。

[0072] 以上説明したように、DC/DCコンバータ回路内の逆流防止ダイオードがショート破損すると、全ての太陽電池ストリングの発電ができなくなるの

みならず、1つの入力回路に全ストリングぶんの電流が流れて、発熱などの原因となり得る。しかしながら、本発明では、各DC/DCコンバータ回路の出力部にパワーリレーのような開閉器を設けることにより、上記のような事例が発生した場合でも、瞬時に全ての開閉器を開状態にして不都合を改善することができる。

[0073] また、本発明では、全ての開閉器を開状態にして全ての太陽電池ストリングを解列し、回路内に設けられた電流センサを利用して、大電流が流れた変圧部を特定する。逆流防止ダイオードおよびスイッチング素子が破損した場合、当該昇圧部において検出される電圧はゼロとなり、検出される電流は短絡電流値となる。このような電圧および電流が検出された場合、電力制御装置5は、外部に故障通知を出すと共に、対象となる変圧部の開閉器は閉状態にせず開状態を維持するように制御する。破損した変圧部以外の他の変圧部については、通常制御で動作させることで、ユーザは、メンテナンス作業員が復旧対応を行うまでの期間、破損した変圧部に接続された太陽電池ストリング以外の太陽電池ストリングが発電する最大の電力を享受することができる。このように、本発明では、不具合が発生したDC/DCコンバータのみを停止させることで、ユーザは、当該DC/DCコンバータが修理されるまでの間、他の太陽電池ストリングが発電する最大の電力を享受することができる。

[0074] このように、本発明によれば、太陽電池ストリングを複数接続する電力制御システムの信頼性およびメンテナンス特性を著しく改善することができる。

[0075] 本発明を諸図面や実施例に基づき説明してきたが、当業者であれば本開示に基づき種々の変形および修正を行うことが容易であることに注意されたい。したがって、これらの変形および修正は本発明の範囲に含まれることに留意されたい。例えば、各機能部、各手段、各ステップなどに含まれる機能などは論理的に矛盾しないように再配置可能であり、複数の機能部やステップなどを1つに組み合わせたり、或いは分割したりすることが可能である。ま

た、上述した本発明の実施形態は、それぞれ説明した実施形態に忠実に実施することに限定されるものではなく、適宜、各特徴を組み合わせることもできる。

[0076] 上述した実施形態においては、太陽電池ストリングおよび対応する変圧部が3つの場合について説明した。しかしながら、本発明に係る電力制御システムおよび電力制御装置においては、これらの数は任意の複数とすることができる。

[0077] 以上、本実施形態に係る電力制御装置、および前記電力制御装置を含む電力制御システムについて説明したが、本発明は、上述したような電力制御システムにおける電力制御方法として実施することもできる。

この場合、前記方法は、

複数の変圧部12のいずれかにおいて、ダイオード34が当該変圧部12から出力される電力の逆流を防止できていないことを判定する判定ステップと、

判定ステップにおいて、ダイオード34が当該変圧部12から出力される電力の逆流を防止できていないと判定されたら、複数の変圧部12の全ての開閉器40を開状態にする開ステップと、

開ステップに次いで、複数の変圧部12のうち電力の逆流を防止できていないと判定されたダイオードを有する変圧部12以外の変圧部12の開閉器40を閉状態にする閉ステップと、を含む。

[0078] 本発明の実施形態に係る複数の太陽電池ストリングが発電する電力を制御する電力制御装置、電力制御システム、および電力制御方法によれば、装置内の要素に不具合が発生した際の不都合を改善することができる。

[0079] 本開示内容の多くの側面は、プログラム命令を実行可能なコンピュータシステムその他のハードウェアによって実行される、一連の動作として示される。コンピュータシステムその他のハードウェアには、例えば、汎用コンピュータ、PC(パーソナルコンピュータ)、専用コンピュータ、ワークステーション、PCS(Personal Communications System、パーソナル移動通信シ

システム)、電子ノートパッド、ラップトップコンピュータ、又はその他のプログラム可能なデータ処理装置が含まれる。本発明の実施形態では、種々の動作は、プログラム命令(ソフトウェア)で実装された専用回路(例えば、特定機能を実行するために相互接続された個別の論理ゲート)又は、1つ以上のプロセッサによって実行される論理ブロック若しくはプログラムモジュール等によって実行されることに留意されたい。論理ブロック又はプログラムモジュール等を実行する1つ以上のプロセッサには、例えば、1つ以上のマイクロプロセッサ、CPU(中央演算処理ユニット)、ASIC(Application Specific Integrated Circuit)、DSP(Digital Signal Processor)、PLD(Programmable Logic Device)、FPGA(Field Programmable Gate Array)、コントローラ、マイクロコントローラ、電子機器、ここに記載する機能を実行可能に設計されたその他の装置及び/又はこれらいずれかの組合せが含まれる。ここに示す実施形態は、例えば、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、ミドルウェア、マイクロコード又はこれらいずれかの組合せによって実装される。

[0080] ここで用いられる機械読取り可能な非一時的記憶媒体は、更に、ソリッドステートメモリ、磁気ディスク及び光学ディスクの範疇で構成されるコンピュータ読取り可能な有形のキャリア(媒体)として構成することができる。かかる媒体には、ここに開示する技術をプロセッサに実行させるためのプログラムモジュールなどのコンピュータ命令の適宜なセット及び、データ構造が格納される。コンピュータ読取り可能な媒体には、1つ以上の配線を備えた電氣的接続、磁気ディスク記憶媒体、その他の磁気及び光学記憶装置(例えば、CD(Compact Disk)、DVD(登録商標)(Digital Versatile Disc)、及びブルーレイディスク)、可搬型コンピュータディスク、RAM(Random Access Memory)、ROM(Read-Only Memory)、EPROM、EEPROM若しくはフラッシュメモリ等の書換え可能でプログラム可能なROM若しくは情報を格納可能な他の有形の記憶媒体又はこれらいずれかの組合せが含まれる。メモリは、プロセッサ/プロセッシングユニットの内部及び/

又は外部に設けることができる。ここで用いられるように、「メモリ」という語は、あらゆる種類の長期記憶用、短期記憶用、揮発性、不揮発性その他のメモリを意味し、特定の種類若しくはメモリの数又は記憶が格納される媒体の種類は限定されない。

符号の説明

- [0081] 1 電力制御システム
 - 5 電力制御装置
 - 10 制御部
 - 12 変圧部
 - 14 インバータ
 - 16 フィルタ部
 - 20 太陽電池ストリング
 - 30 コイル
 - 32 スイッチング素子
 - 34 ダイオード
 - 36, 38 コンデンサ
 - 40 開閉器
 - 42 電流センサ
 - 44 電圧センサ
 - 50 負荷
 - 60 系統

請求の範囲

- [請求項1] 複数の太陽電池ストリングによって発電される電力をそれぞれ変圧してインバータに出力する複数の変圧部と、
前記複数の変圧部を制御する制御部と、を備え、
前記複数の変圧部のそれぞれは、前記変圧部から出力される電力の逆流を防止するダイオード、および前記太陽電池ストリングと前記インバータとの接続を開閉する開閉器を有し、
前記制御部は、前記複数の変圧部のいずれかのダイオードが対応する前記変圧部から出力される電力の逆流を防止できていない場合に、前記複数の変圧部の全ての開閉器を開状態にした後、前記電力の逆流を防止できていないダイオードを有する変圧部以外の変圧部の開閉器を閉状態にするように制御することを特徴とする、電力制御装置。
- [請求項2] 前記複数の変圧部のそれぞれは、前記変圧部に対応して接続された太陽電池ストリングによって発電される電力の電圧値を検出する電圧センサを有し、
前記制御部は、前記複数の変圧部のいずれかにおいて、前記電圧センサによって検出される電圧値が第1の閾値を下回った場合、前記ダイオードが前記変圧部から出力される電力の逆流を防止できていないと判定する、請求項1に記載の電力制御装置。
- [請求項3] 前記複数の変圧部のそれぞれは、前記変圧部に対応して接続された太陽電池ストリングによって発電される電力の電流値を検出する電流センサを有し、
前記制御部は、前記複数の変圧部の全ての開閉器を開状態にした後、前記電圧センサによって検出される電圧値が第2の閾値以上であり、かつ前記電流センサによって検出される電流値が第3の閾値以下の変圧部の開閉器を閉状態にするように制御する、請求項2に記載の電力制御装置。
- [請求項4] 前記複数の変圧部のそれぞれは、前記変圧部に対応して接続された

太陽電池ストリングによって発電される電力の電流値を検出する電流センサを有し、

前記制御部は、前記複数の変圧部の全ての開閉器を開状態にした後、前記複数の変圧部のいずれかにおいて、前記電圧センサによって検出される電圧値が第2の閾値を下回り、かつ前記電流センサによって検出される電流値が第3の閾値を超える変圧部の開閉器を開状態にしたままにするように制御する、請求項2に記載の電力制御装置。

[請求項5]

複数の太陽電池ストリングと、電力制御装置と、を含む電力制御システムであって、

前記電力制御装置は、

前記複数の太陽電池ストリングによって発電される電力をそれぞれ変圧してインバータに出力する複数の変圧部と、

前記複数の変圧部を制御する制御部と、を備え、

前記複数の変圧部のそれぞれは、前記変圧部から出力される電力の逆流を防止するダイオード、および前記太陽電池ストリングと前記インバータとの接続を開閉する開閉器を備え、

前記制御部は、前記複数の変圧部のいずれかのダイオードが対応する前記変圧部から出力される電力の逆流を防止できていない場合に、前記複数の変圧部の全ての開閉器を開状態にした後、前記電力の逆流を防止できていないダイオードを有する変圧部以外の変圧部の開閉器を閉状態にするように制御することを特徴とする、電力制御システム。

[請求項6]

前記複数の変圧部のそれぞれは、前記変圧部に対応して接続された太陽電池ストリングによって発電される電力の電圧値を検出する電圧センサを有し、

前記制御部は、前記複数の変圧部のいずれかにおいて、前記電圧センサによって検出される電圧値が第1の閾値を下回った場合、前記ダイオードが前記変圧部から出力される電力の逆流を防止できていない

と判定する、請求項5に記載の電力制御システム。

[請求項7]

前記複数の変圧部のそれぞれは、前記変圧部に対応して接続された太陽電池ストリングによって発電される電力の電流値を検出する電流センサを有し、

前記制御部は、前記複数の変圧部の全ての開閉器を開状態にした後、前記電圧センサによって検出される電圧値が第2の閾値以上であり、かつ前記電流センサによって検出される電流値が第3の閾値以下の変圧部の開閉器を閉状態にするように制御する、請求項6に記載の電力制御システム。

[請求項8]

前記複数の変圧部のそれぞれは、前記変圧部に対応して接続された太陽電池ストリングによって発電される電力の電流値を検出する電流センサを有し、

前記制御部は、前記複数の変圧部の全ての開閉器を開状態にした後、前記複数の変圧部のいずれかにおいて、前記電圧センサによって検出される電圧値が第2の閾値を下回り、かつ前記電流センサによって検出される電流値が第3の閾値を超える変圧部の開閉器を開状態にしたままにするように制御する、請求項6に記載の電力制御システム。

[請求項9]

複数の太陽電池ストリングによって発電される電力をそれぞれ変圧してインバータに出力する複数の変圧部を有する電力制御装置における電力制御方法であって、

前記複数の変圧部のそれぞれは、前記変圧部から出力される電力の逆流を防止するダイオード、および前記太陽電池ストリングと前記インバータとの接続を開閉する開閉器を有し、

前記複数の変圧部のいずれかにおいて、前記ダイオードが当該変圧部から出力される電力の逆流を防止できていないことを判定する判定ステップと、

前記判定ステップにおいて、前記ダイオードが当該変圧部から出力される電力の逆流を防止できていないと判定されたら、前記複数の変

圧部の全ての開閉器を開状態にする開ステップと、

前記開ステップに次いで、前記複数の変圧部のうち前記電力の逆流を防止できていないと判定されたダイオードを有する変圧部以外の変圧部の開閉器を閉状態にする閉ステップと、を含むことを特徴とする電力制御方法。

[請求項10]

前記複数の変圧部のそれぞれは、前記変圧部に対応して接続された太陽電池ストリングによって発電される電力の電圧値を検出する電圧センサを有し、

前記判定ステップでは、前記複数の変圧部のいずれかにおいて、前記電圧センサによって検出される電圧値が第1の閾値を下回った場合、前記ダイオードが前記変圧部から出力される電力の逆流を防止できていないと判定する、請求項9に記載の電力制御方法。

[請求項11]

前記複数の変圧部のそれぞれは、前記変圧部に対応して接続された太陽電池ストリングによって発電される電力の電流値を検出する電流センサを有し、

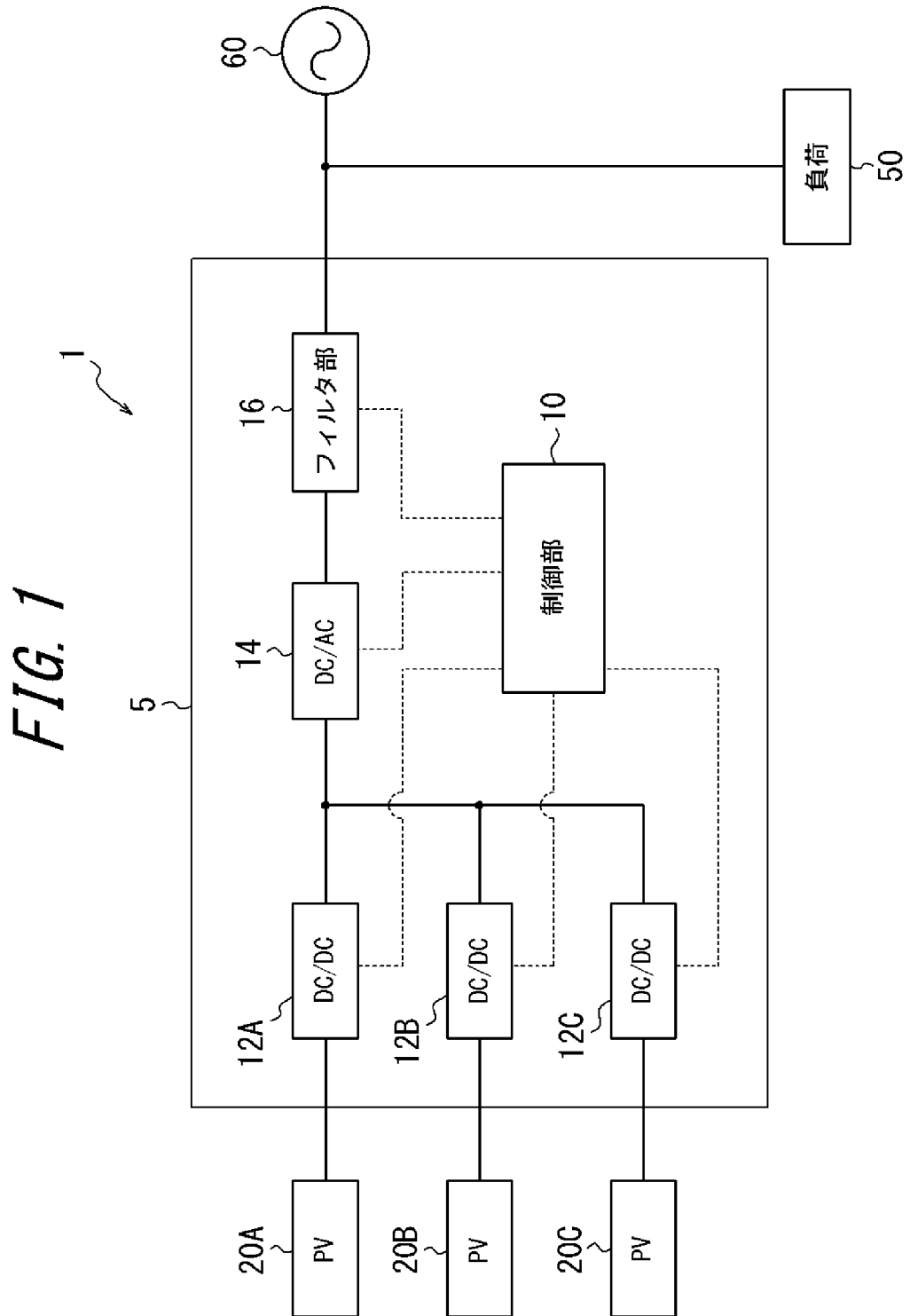
前記閉ステップでは、前記開ステップにおいて前記複数の変圧部の全ての開閉器を開状態にした後、前記電圧センサによって検出される電圧値が第2の閾値以上であり、かつ前記電流センサによって検出される電流値が第3の閾値以下の変圧部の開閉器を閉状態にする、請求項10に記載の電力制御方法。

[請求項12]

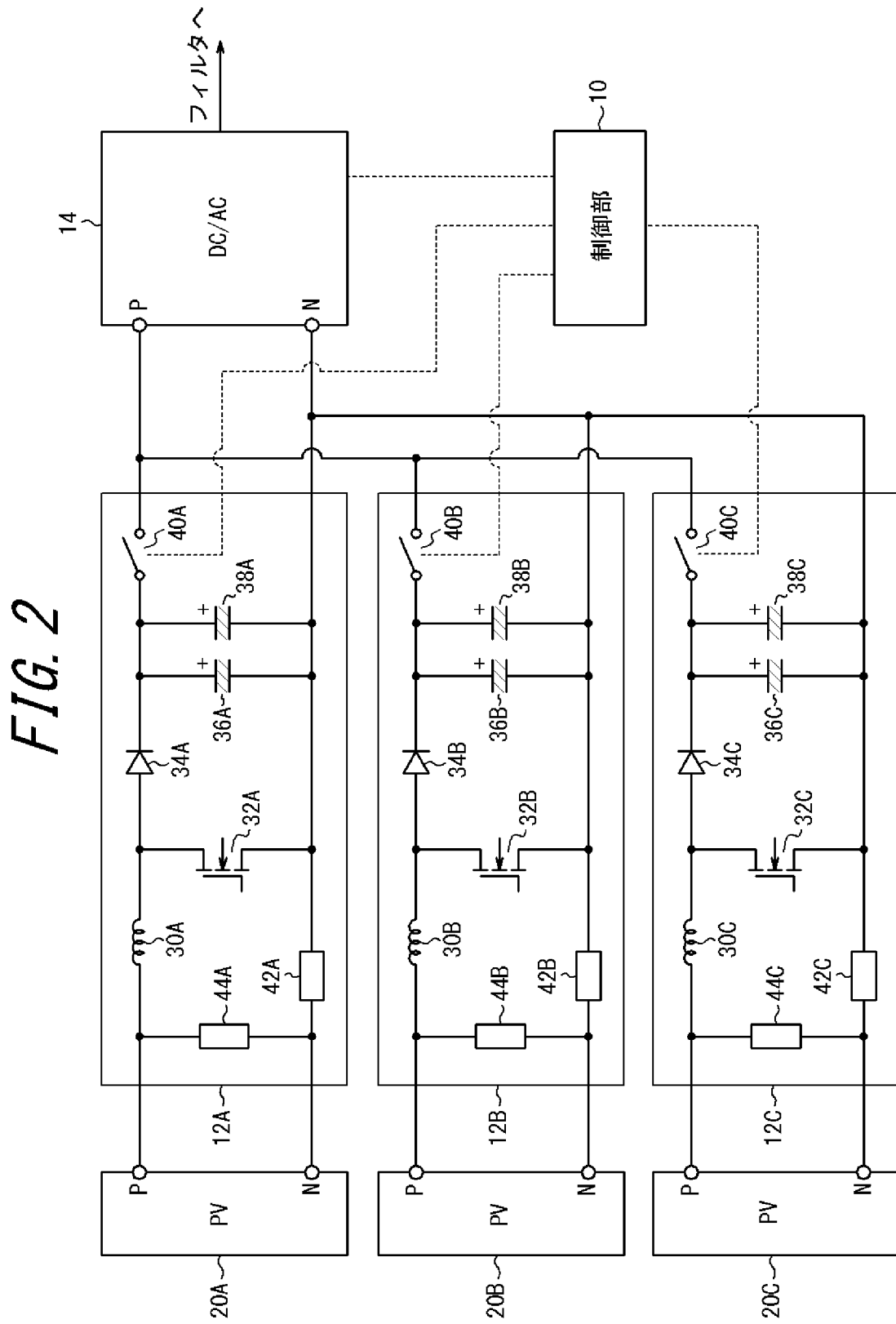
前記複数の変圧部のそれぞれは、前記変圧部に対応して接続された太陽電池ストリングによって発電される電力の電流値を検出する電流センサを有し、

前記開ステップにおいて前記複数の変圧部の全ての開閉器を開状態にした後、前記複数の変圧部のいずれかにおいて、前記電圧センサによって検出される電圧値が第2の閾値を下回り、かつ前記電流センサによって検出される電流値が第3の閾値を超える変圧部の開閉器を開状態にしたままにする、請求項10に記載の電力制御方法。

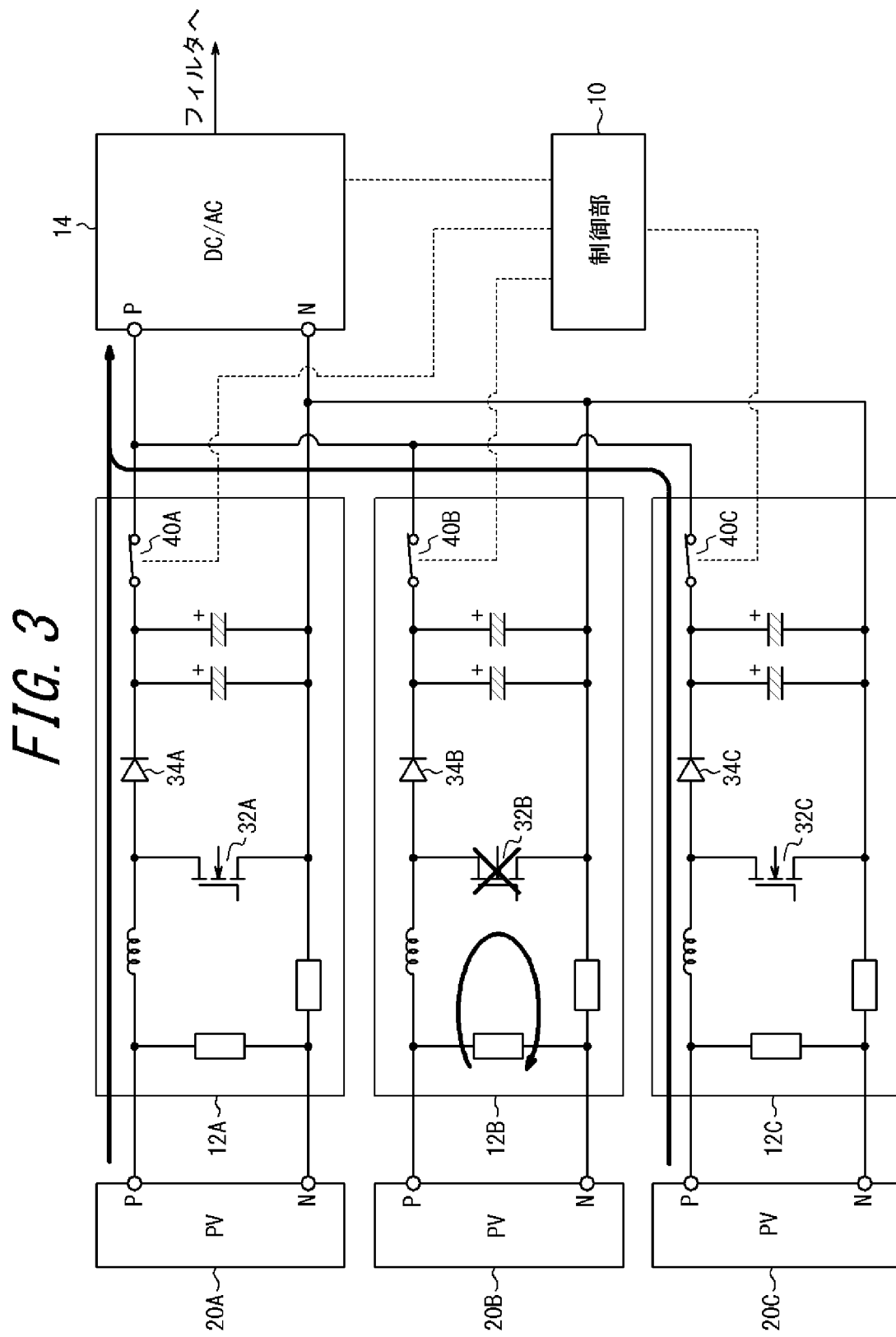
[図1]



[図2]

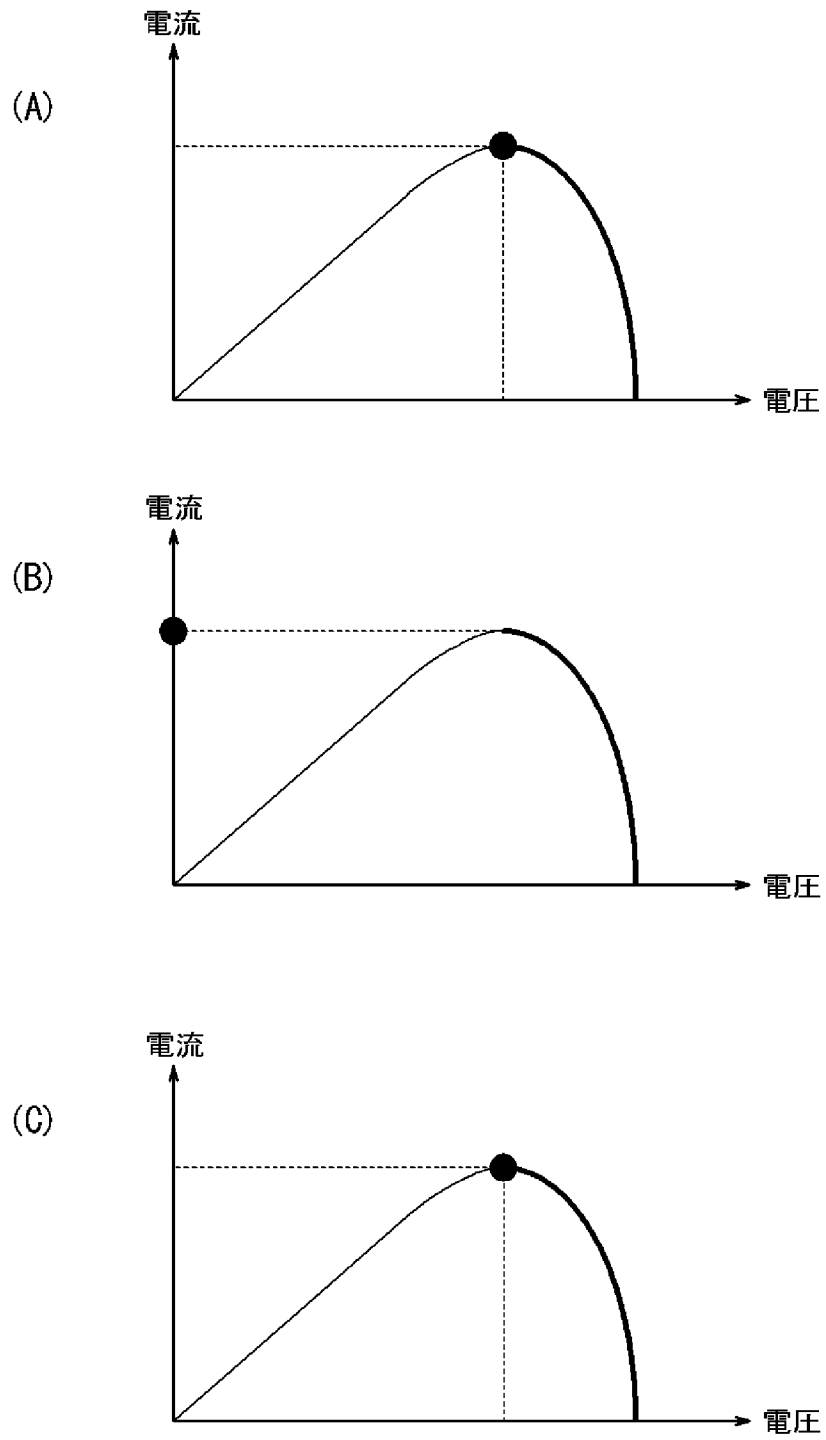


[図3]

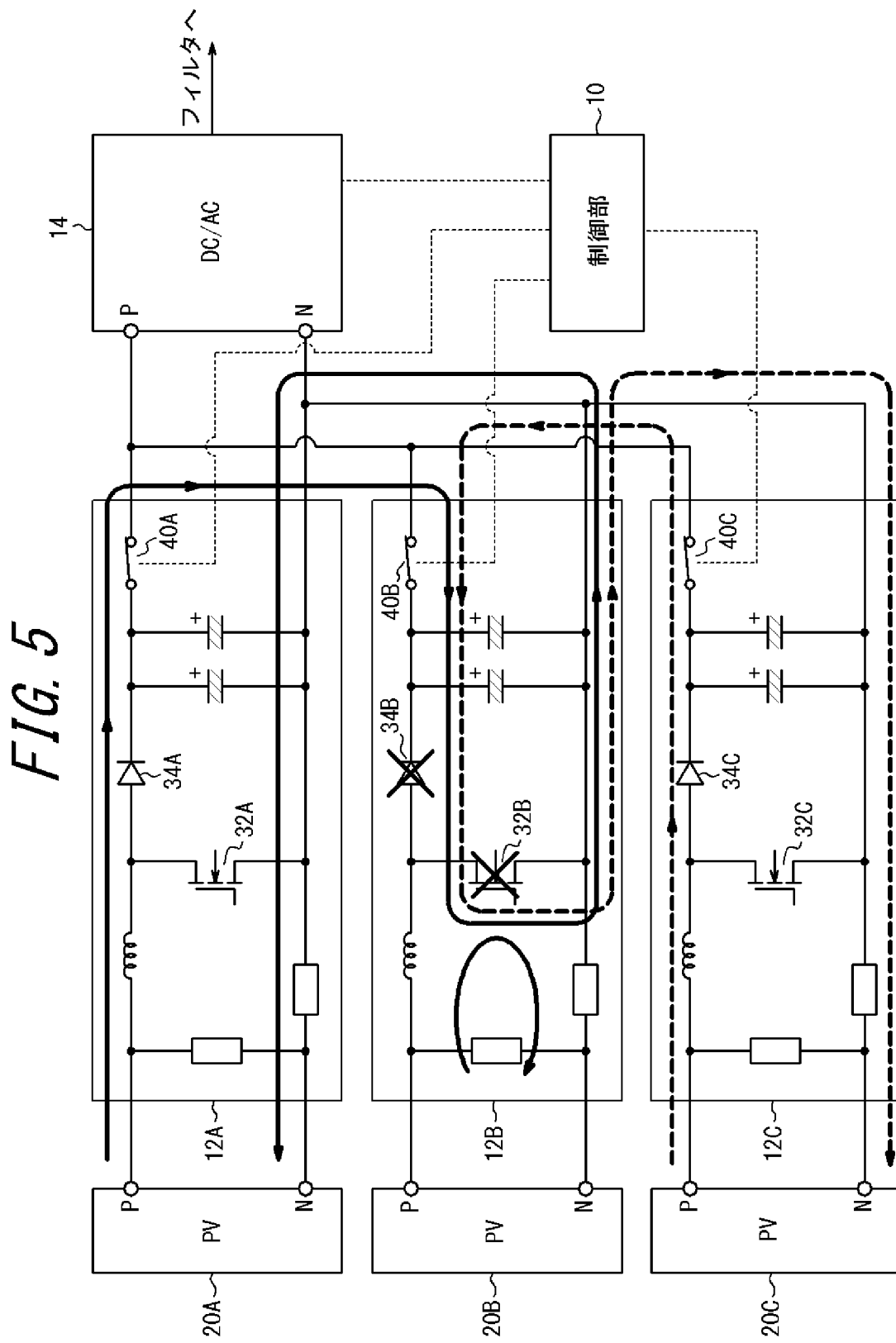


[図4]

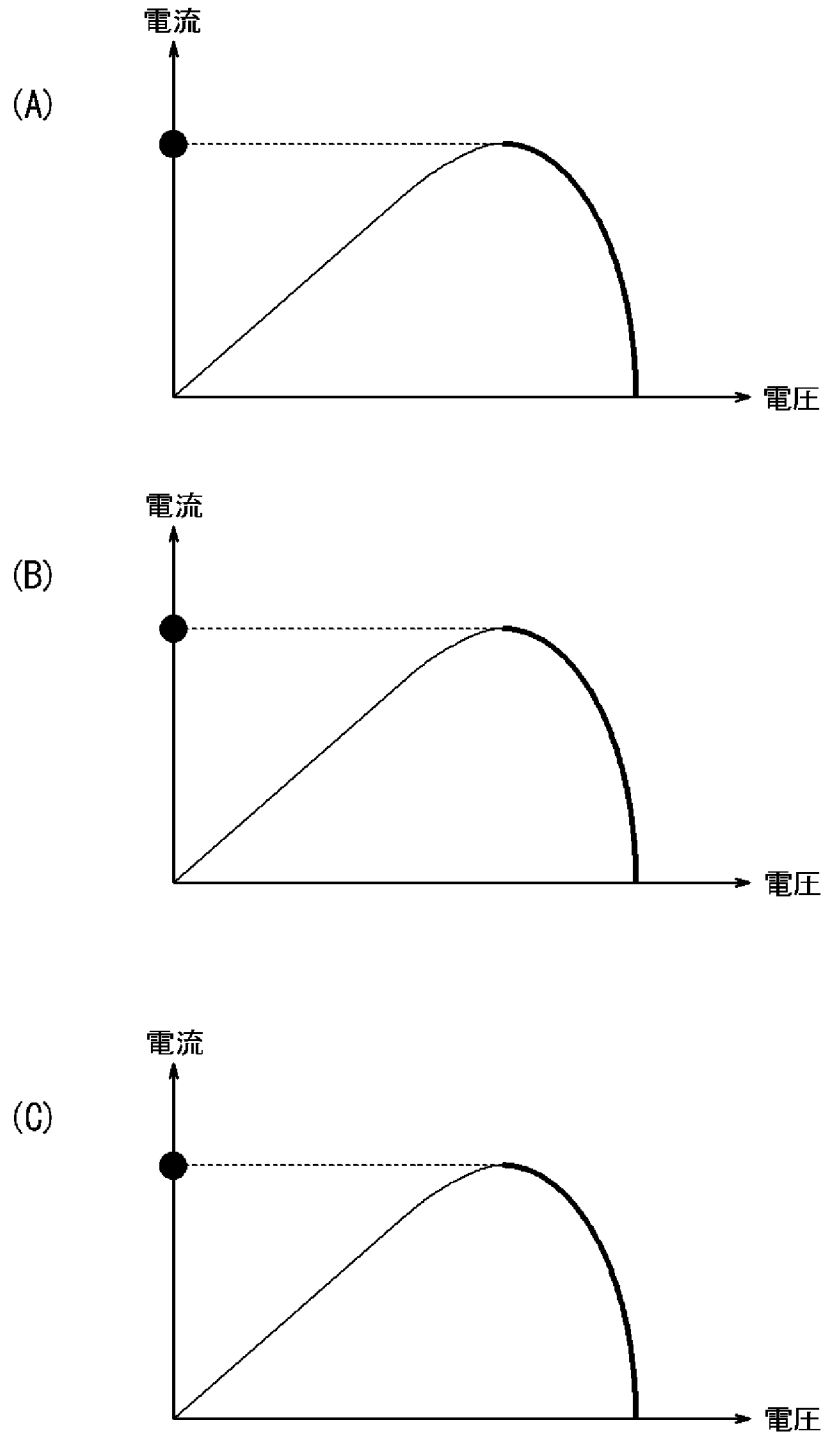
FIG. 4



[図5]

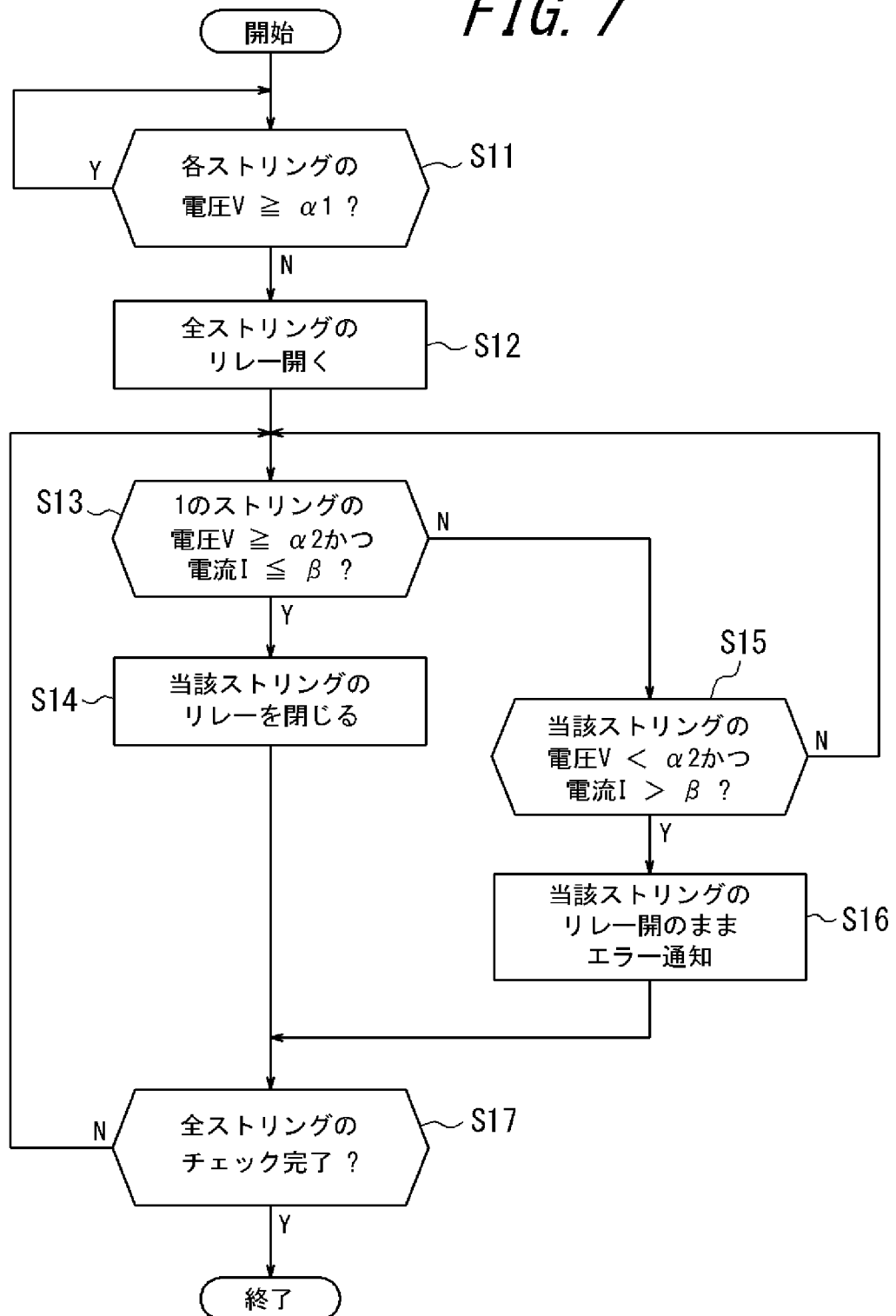


[図6]

FIG. 6

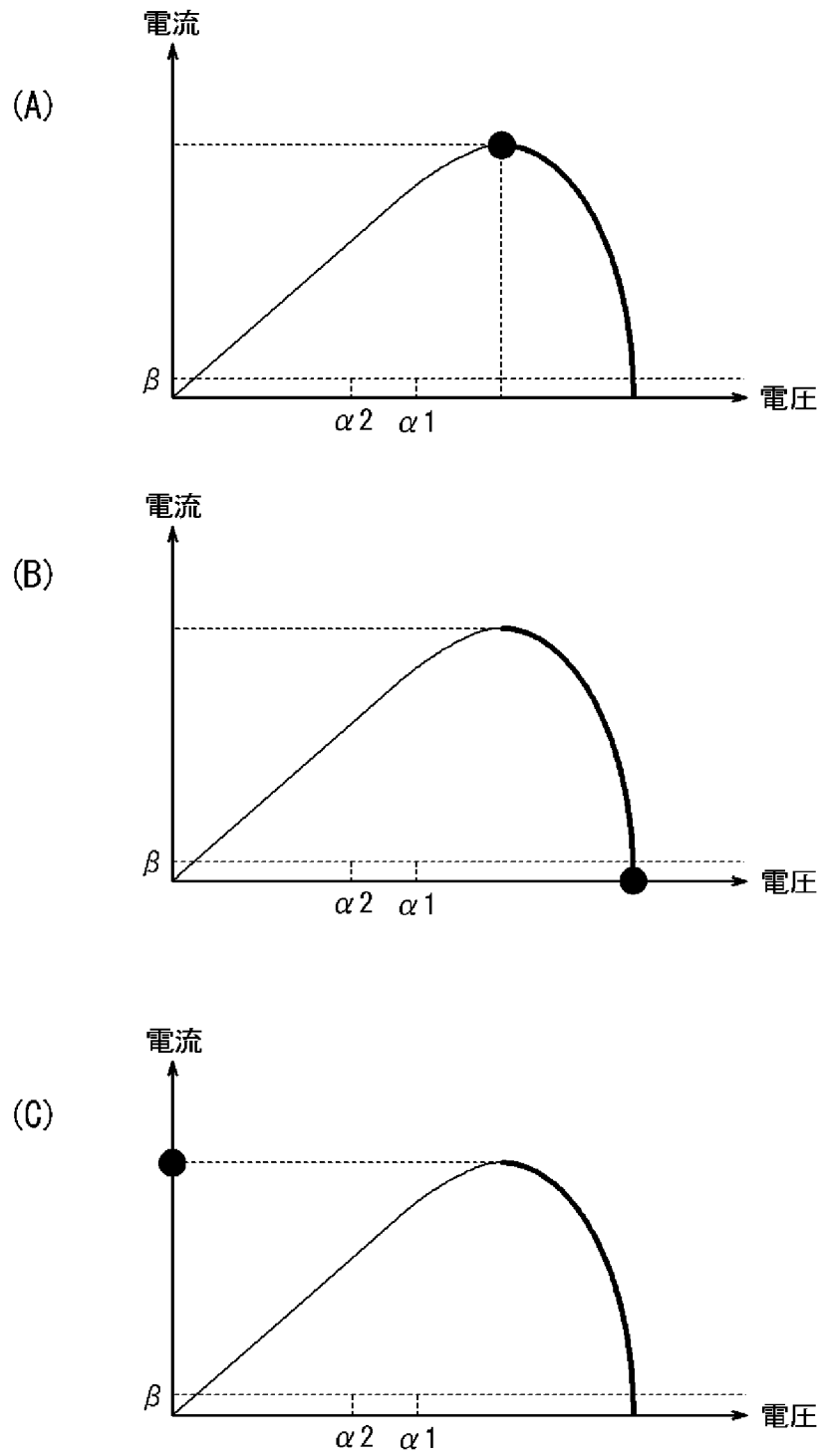
[図7]

FIG. 7



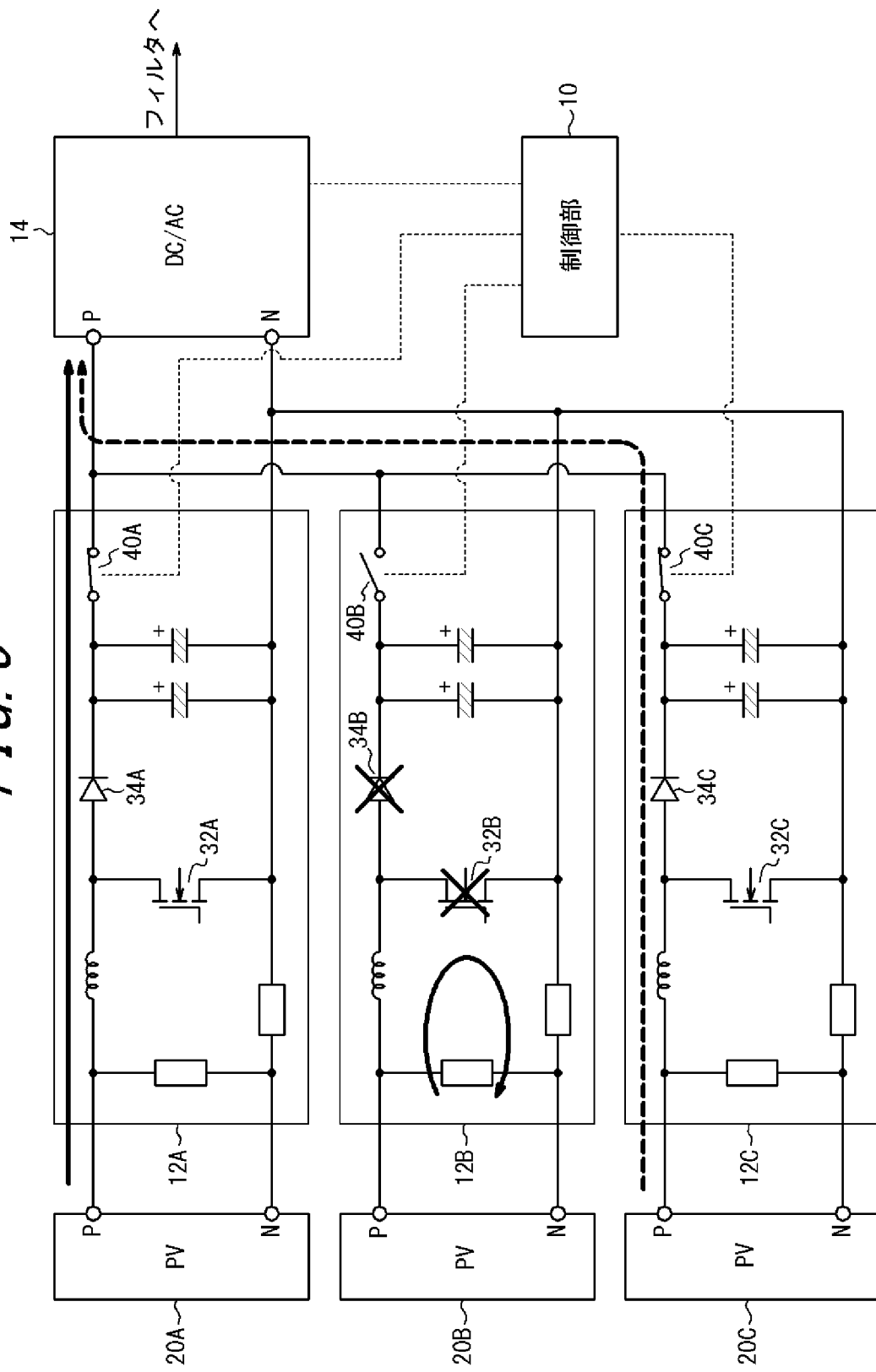
[図8]

FIG. 8

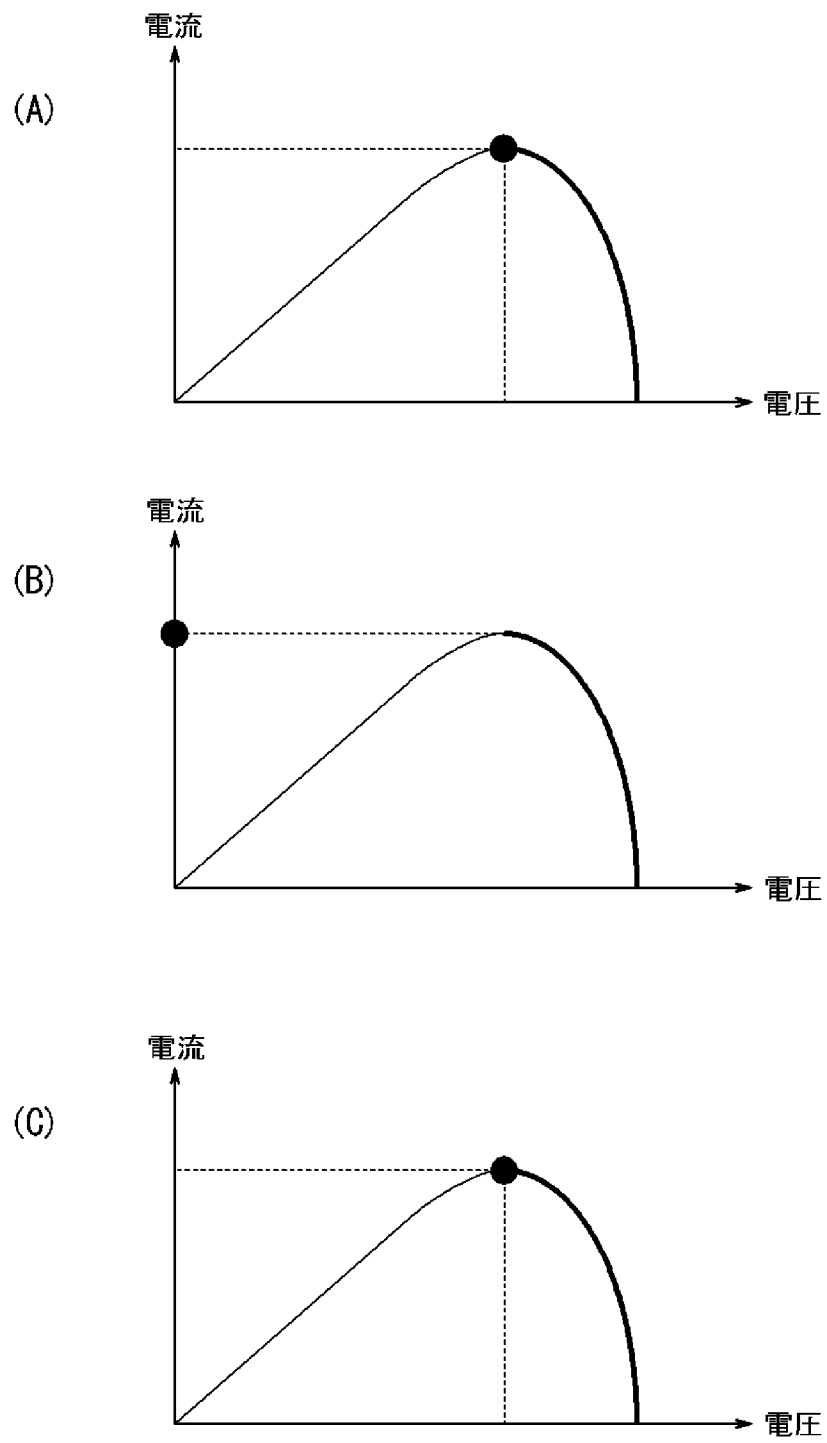


[図9]

FIG. 9



[図10]

FIG. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/000448

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G05F1/67(2006.01)i, H02M3/155(2006.01)i, H02S40/30(2014.01)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)
G05F1/67, H02M3/155, H02S40/30

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. |
|-----------|--|--------------------------------------|
| Y A | JP 2014-63282 A (Kyocera Corp.), 10 April 2014 (10.04.2014), paragraphs [0016] to [0021], [0025] to [0026]; fig. 1, 3 & US 2015/0236589 A1 paragraphs [0027] to [0032], [0036] to [0037]; fig. 1, 3 & WO 2014/045563 A1 & EP 2899606 A1 & CN 104662484 A | 1-2, 5-6, 9-10 3-4, 7-8, 11-12 |
| Y A | JP 2005-65466 A (Mitsubishi Electric Corp.), 10 March 2005 (10.03.2005), paragraphs [0023] to [0025]; fig. 7 to 8 (Family: none) | 1-2, 5-6, 9-10 3-4, 7-8, 11-12 |

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

| | |
|---|--|
| * Special categories of cited documents: | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "&" document member of the same patent family |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means | |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | |

| | |
|---|--|
| Date of the actual completion of the international search 14 April 2016 (14.04.16) | Date of mailing of the international search report 26 April 2016 (26.04.16) |
|---|--|

| | |
|--|---|
| 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. G05F1/67(2006.01)i, H02M3/155(2006.01)i, H02S40/30(2014.01)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. G05F1/67, H02M3/155, H02S40/30

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

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

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求項の番号 |
|-----------------|---|---------------------------------------|
| Y A | JP 2014-63282 A（京セラ株式会社）2014.04.10, 段落[0016]-[0021], [0025]-[0026], 図 1, 3 & US 2015/0236589 A1, 段落[0027]-[0032], [0036]-[0037], 図 1, 3 & WO 2014/045563 A1 & EP 2899606 A1 & CN 104662484 A | 1-2, 5-6, 9-10 3-4, 7-8, 11- 12 |
| Y A | JP 2005-65466 A（三菱電機株式会社）2005.03.10, 段落[0023]-[0025], 図 7-8（ファミリーなし） | 1-2, 5-6, 9-10 3-4, 7-8, 11- 12 |

☐ 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 | の日の後に公表された文献 |
| 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの | 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの |
| 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの | 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの |
| 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） | 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの |
| 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 | 「&」同一パテントファミリー文献 |
| 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 | |

| | |
|--|---|
| 国際調査を完了した日 14.04.2016 | 国際調査報告の発送日 26.04.2016 |
| 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） 神田 太郎 電話番号 03-3581-1101 内線 3526 |
| | 5G 3780 |