

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-90516

(P2012-90516A)

(43) 公開日 平成24年5月10日 (2012.5.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>HO 2 J 7/35 (2006.01)</b>	HO 2 J 7/35	E 5 F 1 5 1
<b>HO 1 L 31/042 (2006.01)</b>	HO 1 L 31/04	R 5 G 5 0 3
<b>HO 1 M 10/44 (2006.01)</b>	HO 1 M 10/44	P 5 H 0 3 0
<b>HO 1 M 10/48 (2006.01)</b>	HO 1 M 10/48	P

審査請求 未請求 請求項の数 23 O L (全 40 頁)

(21) 出願番号 特願2011-101564 (P2011-101564)  
 (22) 出願日 平成23年4月28日 (2011.4.28)  
 (31) 優先権主張番号 PCT/JP2010/68167  
 (32) 優先日 平成22年10月15日 (2010.10.15)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 000001889  
 三洋電機株式会社  
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号  
 (74) 代理人 100104433  
 弁理士 官園 博一  
 (72) 発明者 中島 武  
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内  
 (72) 発明者 萩原 龍蔵  
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内  
 (72) 発明者 阿部 孝義  
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内

最終頁に続く

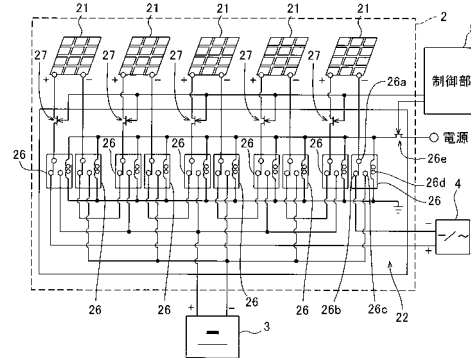
(54) 【発明の名称】 切替回路、制御装置および発電システム

(57) 【要約】

【課題】複数の太陽光発電モジュールにおける発電電力を効率的に活用することが可能な切替回路を提供する。

【解決手段】この切替回路部22(切替回路)は、機械式のスイッチ回路26と、機械式のスイッチ回路26への電流の流入および遮断を切替可能な電子式のスイッチ回路27とを備え、複数の太陽光発電モジュール21の少なくとも一部が互いに直列接続される第1接続状態と、複数の太陽光発電モジュール21の少なくとも一部が互いに並列接続され、または、1つの太陽光発電モジュール21から蓄電部3に発電電力が供給されるように発電電力出力部2が蓄電部3に接続される、第2接続状態と、をスイッチ回路26とスイッチ回路27とにより切り替えられるように構成されている。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

自然エネルギーを用いて発電する複数の発電モジュールを含んで構成される発電電力出力部と、前記発電モジュールにおける発電電力が供給される電力変換器および蓄電部とを備えた発電システムに用いられ、前記複数の発電モジュールの接続状態を切替可能な切替回路であって、

前記複数の発電モジュールの接続状態を切り替える機械式スイッチ回路と、

前記機械式スイッチ回路への電流の流入および遮断を切替可能な電子式スイッチ回路とを備え、

前記複数の発電モジュールの少なくとも一部が互いに直列接続される第 1 接続状態と、

前記複数の発電モジュールの少なくとも一部が互いに並列接続され、または、1つの前記発電モジュールから前記蓄電部に発電電力が供給されるように前記発電電力出力部が前記蓄電部に接続される、第 2 接続状態と、を前記機械式スイッチ回路と前記電子式スイッチ回路とにより切り替えられるように構成されている、切替回路。

10

**【請求項 2】**

前記機械式スイッチ回路は、前記複数の発電モジュールの少なくとも一部が互いに直列接続または並列接続されるように接続状態を切り替え可能で、かつ、前記発電電力出力部の接続先を前記電力変換器と前記蓄電部とに切り替え可能なように構成されている、請求項 1 に記載の切替回路。

**【請求項 3】**

前記機械式スイッチ回路は、前記複数の発電モジュールの接続状態を切り替える第 1 スイッチ回路と、前記発電電力出力部の接続先である前記電力変換器と前記蓄電部とを切り替える第 2 スイッチ回路とを含む、請求項 1 または 2 に記載の切替回路。

20

**【請求項 4】**

前記第 1 接続状態において、前記発電電力出力部は前記電力変換器に接続され、

前記第 2 接続状態において、前記並列接続された発電モジュールより出力される発電電力が前記蓄電部に供給されるように、前記発電電力出力部が前記蓄電部に接続されるように構成されている、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の切替回路。

**【請求項 5】**

前記第 1 接続状態において前記複数の発電モジュールの全てを互いに直列接続し、前記第 2 接続状態において前記複数の発電モジュールのうちの一部を互いに並列接続するとともに、前記並列接続された発電モジュールを前記蓄電部に接続するように構成されている、請求項 4 に記載の切替回路。

30

**【請求項 6】**

前記並列接続された発電モジュールが前記蓄電部に接続される場合に、前記並列接続された発電モジュールを、電圧変換器を介さずに、前記蓄電部に接続するように構成されている、請求項 4 または 5 に記載の切替回路。

**【請求項 7】**

前記蓄電部へ供給される発電電力の電流値を測定する電流測定部の測定結果に基づいて、前記複数の発電モジュールの接続状態が切り替えられるように構成されている、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の切替回路。

40

**【請求項 8】**

前記発電電力出力部と前記蓄電部との接続および遮断を切替可能な充電用スイッチ回路を介して前記発電電力出力部と前記蓄電部とを接続するように構成され、

前記電流測定部の測定結果に基づいて、前記発電電力出力部と前記蓄電部とが接続または遮断されるとともに、前記第 1 接続状態と前記第 2 接続状態とが切り替えられるように構成されている、請求項 7 に記載の切替回路。

**【請求項 9】**

自然エネルギーを用いて発電する複数の発電モジュールと、前記複数の発電モジュールの接続状態を切り替える切替部と、を含んで構成される発電電力出力部と、前記発電モジ

50

ジュールにおける発電電力が供給される電力変換器および蓄電部とを備えた発電システムに用いられる制御装置であって、

前記蓄電部へ供給される発電電力の電流値を測定する電流測定部により測定された電流値を取得可能に構成され、

前記電流測定部の測定結果に基づいて、

前記複数の発電モジュールの少なくとも一部が互いに直列接続され、前記発電電力出力部が前記電力変換器に接続される第1接続状態と、

前記複数の発電モジュールの少なくとも一部が互いに並列接続され、または、1つの前記発電モジュールから前記蓄電部に発電電力が供給されるように、前記発電電力出力部が前記蓄電部に接続される第2接続状態と、

を前記切替部によって切り替えるように制御する制御装置。

【請求項10】

前記電流測定部により測定された電流値が所定値よりも大きい場合に、前記発電電力出力部を前記第1接続状態に切り替えるように前記切替部を制御する、請求項9に記載の制御装置。

【請求項11】

前記蓄電部を充電する際において、前記電流測定部により測定された電流値が前記所定値以下の場合に、前記発電電力出力部を前記第2接続状態に切り替えるように前記切替部を制御する、請求項9または10に記載の制御装置。

【請求項12】

前記発電電力出力部と前記蓄電部との間に設けられ、前記発電電力出力部と前記蓄電部との接続および遮断を切替可能な充電用スイッチ回路を切替制御可能に構成され、

前記電流測定部により測定された電流値が所定値以下の場合に、前記充電用スイッチ回路により前記発電電力出力部と前記蓄電部とを接続するとともに前記発電電力出力部を前記第2接続状態に切り替え、

前記電流測定部により測定された電流値が前記所定値よりも大きい場合に、前記充電用スイッチ回路により前記発電電力出力部と前記蓄電部とを遮断するとともに前記発電電力出力部を前記第1接続状態に切り替えるように前記切替部を制御する、請求項10または11に記載の制御装置。

【請求項13】

前記発電システムが複数の前記発電電力出力部をさらに備え、

前記複数の発電電力出力部は、前記第1接続状態と前記第2接続状態との切り替えを前記発電電力出力部ごとに切替可能に構成されており、

前記電流測定部の測定結果に基づいて、前記第2接続状態に切り替えることにより前記蓄電部に接続される前記発電電力出力部の数を制御する、請求項9～12のいずれか1項に記載の制御装置。

【請求項14】

前記電流測定部の測定結果に基づいて、前記発電電力出力部を前記第2接続状態に切り替えた場合に前記蓄電部へ流れる予測電流値を算出するとともに、前記予測電流値に基づいて前記発電電力出力部を前記第2接続状態に切り替えるように前記切替部を制御する、請求項9～13のいずれか1項に記載の制御装置。

【請求項15】

前記発電電力出力部の電圧を検出する電圧検知部により検出された電圧値を取得可能に構成され、

前記電圧検知部により検出された電圧に基づいて、前記切替部による接続状態の切替状況を判別する、請求項9～14のいずれか1項に記載の制御装置。

【請求項16】

自然エネルギーを用いて発電する複数の発電モジュールと、前記複数の発電モジュールの接続状態を切り替える切替部と、を含んで構成される第1発電電力出力部と、

前記発電モジュールにおける発電電力が供給される電力変換器および蓄電部と、

10

20

30

40

50

前記蓄電部へ供給される発電電力の電流値を測定する電流測定部とを備え、  
前記切替部は、

前記電流測定部の測定結果に基づいて、

前記複数の発電モジュールの少なくとも一部が互いに直列接続され、前記第1発電電力出力部が前記電力変換器に接続される第1接続状態と、

前記複数の発電モジュールの少なくとも一部が互いに並列接続され、または、1つの前記発電モジュールから前記蓄電部に発電電力が供給されるように、前記第1発電電力出力部が前記蓄電部に接続される第2接続状態と、

を切替可能に構成されている、発電システム。

【請求項17】

10

複数の前記第1発電電力出力部と、

前記切替部による接続状態の切替を制御する制御部とをさらに備え、

前記複数の第1発電電力出力部は、前記複数の発電モジュールの接続状態を前記第1発電電力出力部ごとに切替可能に構成されており、

前記複数の発電モジュールの接続状態は、前記制御部により制御されるように構成されている、請求項16に記載の発電システム。

【請求項18】

互いに直列接続された前記複数の発電モジュールを含んで構成される第2発電電力出力部をさらに備え、

前記第2発電電力出力部は、前記電力変換器に接続され、

20

前記第1発電電力出力部が前記電力変換器に接続される第1接続状態をとる場合には、前記第1発電電力出力部と前記第2発電電力出力部とは互いに並列接続されるように構成されている、請求項16または17に記載の発電システム。

【請求項19】

前記切替部は、前記複数の発電モジュールの接続状態を切り替えるスイッチ回路を含み、

前記スイッチ回路は、前記複数の発電モジュールの少なくとも一部が互いに直列接続または並列接続されるように接続状態を切り替え可能で、かつ、前記接続状態の切替に連動して、前記第1発電電力出力部の接続先を前記電力変換器と前記蓄電部とに切り替え可能なように構成されている、請求項16～18のいずれか1項に記載の発電システム。

30

【請求項20】

通常運転時には、前記第1接続状態を取ることにより前記発電モジュールにより発電された電力が前記電力変換器に供給され、

非通常運転時には、前記第2接続状態を取ることにより前記発電モジュールにより発電された電力が前記蓄電部に供給されるように構成されている、請求項16～19のいずれか1項に記載の発電システム。

【請求項21】

前記蓄電部には、負荷が接続されており、

前記第1接続状態では、前記蓄電部に蓄電された電力が前記負荷に供給され、

前記第2接続状態では、前記並列接続された発電モジュールにより発電された電力と、前記蓄電部に蓄電された電力とが、前記負荷に供給されるように構成されている、請求項16～20のいずれか1項に記載の発電システム。

40

【請求項22】

前記発電モジュールは、太陽光を用いて発電する太陽光発電モジュールであり、

前記電力変換器は、インバータであり、

前記太陽光発電モジュールは、前記インバータを介して電力系統に接続されており、

前記蓄電部には、負荷が接続されており、

前記蓄電部に蓄電された電力により前記負荷に供給する電力を賄えない恐れがある場合には、前記第2接続状態に切り替えられて、前記並列接続された前記太陽光発電モジュールにより発電された電力と前記蓄電部に蓄電された電力とが前記負荷に供給され、

50

前記蓄電部に蓄電された電力により前記負荷に供給する電力を賄える場合には、前記第1接続状態に切り替えられて、前記蓄電部に蓄電された電力が前記負荷に供給されながら、前記太陽光発電モジュールにより発電された電力が前記インバータを介して前記電力系統に逆流可能なように構成されている、請求項16～22のいずれか1項に記載の発電システム。

【請求項23】

自然エネルギーを用いて発電する複数の発電モジュールと、前記複数の発電モジュールの接続状態を切り替える切替部と、を含んで構成される発電電力出力部と、

前記発電モジュールにおける発電電力が供給される電力変換器および蓄電部とを備え、前記切替部は、

10

前記複数の発電モジュールの接続状態を切り替える機械式スイッチ回路と、

前記機械式のスイッチ回路への電流の流入および遮断を切替可能な電子式スイッチ回路とを含み、

前記電子式スイッチ回路により前記機械式スイッチ回路への電流が遮断された状態で前記機械式スイッチ回路が作動されることにより、前記複数の発電モジュールの接続状態を切り替え可能に構成され、かつ、

前記複数の発電モジュールの少なくとも一部が互いに直列接続され、前記発電電力出力部が前記電力変換器に接続される第1接続状態と、

前記複数の発電モジュールの少なくとも一部が互いに並列接続され、または、1つの前記発電モジュールから前記蓄電部に発電電力が供給されるように、前記発電電力出力部が前記蓄電部に接続される第2接続状態と、

20

を切替可能に構成されている、発電システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、切替回路、制御装置および発電システムに関し、特に、自然エネルギーを用いて発電する複数の発電モジュールと、蓄電部とを備えた発電システムに用いられる切替回路、制御装置、および、切替部を備えた発電システムに関する。

【背景技術】

【0002】

30

従来、自然エネルギーである太陽光エネルギーを用いて発電する太陽光発電モジュールと、太陽光発電モジュールにより発電した電力を蓄電可能な蓄電部とを備えた発電システムが知られている。このような発電システムにおいては、太陽光発電モジュールにおいて発電された電力を効率的に使用することが求められている。

【0003】

ここで、従来、太陽光発電モジュールにおいて発電された電力の蓄電池への充電効率を高める構成が知られている（たとえば、特許文献1参照）。

【0004】

40

上記特許文献1の発電システムでは、複数の太陽光発電モジュールが常時蓄電部に接続されている。また、上記特許文献1の発電システムは、複数の太陽光発電モジュール同士の接続状態を、複数の太陽光発電モジュールが互いに直列接続された直列接続状態と、複数の太陽光発電モジュールが互いに並列接続された並列接続状態とに切り替えることが可能に構成されている。上記特許文献1では、各太陽光発電モジュールの出力電圧が蓄電部の基準電圧よりも小さくなった場合に、並列接続状態から直列接続状態に切り替えることにより、蓄電部の基準電圧よりも大きい出力電圧が得られるので、蓄電部に効率良く充電を行うことが可能である。

【0005】

また、従来、複数の太陽電池を切替スイッチを介して接続することにより、複数の太陽電池の接続状態（並列接続、直列接続、並列接続および直列接続の組み合わせ接続、特定の太陽電池の切り離しなど）を切り替えることが可能な切替回路が知られている（たとえ

50

ば、特許文献 2 参照)。

【0006】

上記特許文献 2 では、負荷に応じて複数の太陽電池の接続状態を切り替えることにより、負荷に応じた電圧を出力することが可能である。また、上記特許文献 2 には、蓄電装置を介して負荷に出力してもよいことが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特開 2009 - 153306 号公報

【特許文献 2】特開平 11 - 103537 号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上記特許文献 1 および 2 では、蓄電池（蓄電装置）の容量を考慮していない。このため、蓄電池が満充電である場合には、太陽光発電モジュールにおける発電電力を蓄電することができない。この場合、蓄電できない電力は廃棄することになるので、複数の太陽光発電モジュールにおける発電電力を効率的に活用することができないという問題点がある。

【0009】

また、余剰電力が発生した場合には、電力系統に逆流させることによって太陽光発電モジュールにおける発電電力を効率的に活用する方法が一般的に知られているが、太陽光発電モジュールと蓄電池とを組み合わせたシステムを構築する場合には多くの制限があり、太陽光発電モジュールの発電電力の効率的な利用が困難である。たとえば、逆流を行うシステムとする場合には、太陽光発電モジュールと電力系統とをインバータを介して接続するが、電力系統が停電した際にはインバータの駆動を停止させる必要があるため、太陽光発電モジュールの発電電力を利用することができない。

20

【0010】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の 1 つの目的は、複数の太陽光発電モジュールにおける発電電力を効率的に活用することが可能な切替回路、制御装置および発電システムを提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するために、この発明の第 1 の局面による切替回路は、自然エネルギーを用いて発電する複数の発電モジュールを含んで構成される発電電力出力部と、発電モジュールにおける発電電力が供給される電力変換器および蓄電部とを備えた発電システムに用いられ、複数の発電モジュールの接続状態を切替可能な切替回路であって、複数の発電モジュールの接続状態を切り替える機械式スイッチ回路と、機械式スイッチ回路への電流の流入および遮断を切替可能な電子式スイッチ回路とを備え、複数の発電モジュールの少なくとも一部が互いに直列接続される第 1 接続状態と、複数の発電モジュールの少なくとも一部が互いに並列接続され、または、1 つの発電モジュールから蓄電部に発電電力が供給されるように発電電力出力部が蓄電部に接続される、第 2 接続状態と、を機械式スイッチ回路と電子式スイッチ回路とにより切り替えられるように構成されている。なお、「電力変換器」とは、直流 - 直流変換器、直流 - 交流変換器および交流 - 交流変換器を含む概念である。

40

【0012】

この発明の第 2 の局面による制御装置は、自然エネルギーを用いて発電する複数の発電モジュールと、複数の発電モジュールの接続状態を切り替える切替部と、を含んで構成される発電電力出力部と、発電モジュールにおける発電電力が供給される電力変換器および蓄電部とを備えた発電システムに用いられる制御装置であって、蓄電部へ供給される発電電力の電流値を測定する電流測定部により測定された電流値を取得可能に構成され、電流

50

測定部の測定結果に基づいて、複数の発電モジュールの少なくとも一部が互いに直列接続され、発電電力出力部が電力変換器に接続される第1接続状態と、複数の発電モジュールの少なくとも一部が互いに並列接続され、または、1つの発電モジュールから蓄電部に発電電力が供給されるように、発電電力出力部が蓄電部に接続される第2接続状態と、を切替部によって切り替えるように制御する。

【0013】

この発明の第3の局面による発電システムは、自然エネルギーを用いて発電する複数の発電モジュールと、複数の発電モジュールの接続状態を切り替える切替部と、を含んで構成される第1発電電力出力部と、発電モジュールにおける発電電力が供給される電力変換器および蓄電部と、蓄電部へ供給される発電電力の電流値を測定する電流測定部とを備え、切替部は、電流測定部の測定結果に基づいて、複数の発電モジュールの少なくとも一部が互いに直列接続され、第1発電電力出力部が電力変換器に接続される第1接続状態と、複数の発電モジュールの少なくとも一部が互いに並列接続され、または、1つの発電モジュールから蓄電部に発電電力が供給されるように、第1発電電力出力部が蓄電部に接続される第2接続状態と、を切替可能に構成されている。

10

【0014】

この発明の第4の局面による発電システムは、自然エネルギーを用いて発電する複数の発電モジュールと、複数の発電モジュールの接続状態を切り替える切替部と、を含んで構成される発電電力出力部と、発電モジュールにおける発電電力が供給される電力変換器および蓄電部とを備え、切替部は、複数の発電モジュールの接続状態を切り替える機械式スイッチ回路と、機械式のスイッチ回路への電流の流入および遮断を切替可能な電子式スイッチ回路とを含み、電子式スイッチ回路により機械式スイッチ回路への電流が遮断された状態で機械式スイッチ回路が作動されることにより、複数の発電モジュールの接続状態を切り替え可能に構成され、かつ、複数の発電モジュールの少なくとも一部が互いに直列接続され、発電電力出力部が電力変換器に接続される第1接続状態と、複数の発電モジュールの少なくとも一部が互いに並列接続され、または、1つの発電モジュールから蓄電部に発電電力が供給されるように、発電電力出力部が蓄電部に接続される第2接続状態と、を切替可能に構成されている。

20

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、複数の発電モジュールが蓄電部と電力変換器とに選択的に接続される構成において、複数の太陽光発電モジュールにおける発電電力を効率的に活用することができる。また、発電モジュールにおいて発電された電力を、接続先（電力変換器または蓄電部のいずれか一方）に応じた適正な大きさの電圧で各々の接続先に供給することができる。これにより、発電システムの構成を簡略化することができるとともに、電圧変換器を設けることに起因する電力損失を防止することができる。また、効果的にCO<sub>2</sub>排出量の削減に貢献することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の第1実施形態による発電システムの構成を示すブロック図である。

40

【図2】図1に示した第1実施形態による発電システムの発電電力出力部（直列接続状態）の詳細構造を説明するための図である。

【図3】図1に示した第1実施形態による発電システムの発電電力出力部（並列接続状態）の詳細構造を説明するための図である。

【図4】本発明の第1実施形態の変形例による発電システムの発電電力出力部（直列接続状態）の詳細構造を説明するための図である。

【図5】本発明の第1実施形態の変形例による発電システムの発電電力出力部（並列接続状態）の詳細構造を説明するための図である。

【図6】本発明の第2実施形態による発電システムの構成を示すブロック図である。

【図7】本発明の第2実施形態の変形例による発電システムの構成を示すブロック図であ

50

る。

【図 8】本発明の第 3 実施形態による発電システムの構成を示すブロック図である。

【図 9】本発明の第 3 実施形態の第 1 変形例による発電システムの構成を示すブロック図である。

【図 10】本発明の第 3 実施形態の第 2 変形例による発電システムの構成を示すブロック図である。

【図 11】本発明の第 4 実施形態による発電システムの構成を示すブロック図である。

【図 12】本発明の第 4 実施形態による発電システムの発電電力出力部の接続切替処理を説明するためのフローチャートである。

【図 13】本発明の第 4 実施形態による発電システムの起動時の直列 / 並列切替確認処理を説明するためのフローチャートである。 10

【図 14】図 13 の直列 / 並列切替確認処理における表示部の表示の一例である。

【図 15】本発明の第 4 実施形態の第 1 変形例による発電システムの発電電力出力部（直列接続状態）の詳細構造を説明するための図である。

【図 16】本発明の第 4 実施形態の第 1 変形例による発電システムの発電電力出力部（並列接続状態）の詳細構造を説明するための図である。

【図 17】本発明の第 4 実施形態の第 2 変形例による発電システムの発電電力出力部（直列接続状態）の詳細構造を説明するための図である。

【図 18】本発明の第 4 実施形態の第 2 変形例による発電システムの発電電力出力部（並列接続状態）の詳細構造を説明するための図である。 20

【図 19】本発明の第 4 実施形態の第 3 変形例による発電システムの発電電力出力部（並列接続状態）の詳細構造を説明するための図である。

【図 20】本発明の第 4 実施形態の第 4 変形例による発電システムの発電電力出力部（並列接続状態）の詳細構造を説明するための図である。

【図 21】本発明の第 4 実施形態の第 5 変形例による発電システムの構成を示すブロック図である。

【図 22】本発明の第 4 実施形態の第 6 変形例による発電システムの構成を示すブロック図である。

【図 23】本発明の第 5 実施形態による発電システムの発電電力出力部の接続切替処理を説明するためのフローチャートである。 30

【図 24】本発明の第 1 実施形態の第 2 の変形例による発電システムの発電電力出力部の直列接続状態を示す図である。

【図 25】本発明の第 1 実施形態の第 2 の変形例による発電システムの発電電力出力部の並列接続状態を示す図である。

【図 26】本発明の第 1 実施形態の第 3 の変形例による発電システムの発電電力出力部の直列接続状態を示す図である。

【図 27】本発明の第 1 ~ 実施形態の第 3 の変形例による発電システムの発電電力出力部の並列接続状態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】 40

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0018】

（第 1 実施形態）

まず、図 1 ~ 図 3 を参照して、本発明の第 1 実施形態による発電システム（太陽光発電システム 1）の構造を説明する。

【0019】

本発明の第 1 実施形態による太陽光発電システム 1 は、図 1 に示すように、太陽光を用いて発電した電力を出力する発電電力出力部 2 と、発電電力出力部 2 により出力された電力を蓄電可能な蓄電部 3 と、電力系統 50 に接続され、発電電力出力部 2 より出力された電力を逆潮流が可能となるように電力系統 50 に出力するインバータ 4 と、発電電力出力 50



部 2 および蓄電部 3などを制御する制御部 5とを備えている。なお、インバータ 4は、本発明の「電力変換器」の一例であり、発電電力出力部 2から出力された直流の電力を交流に変換する機能を有している。

【0020】

発電電力出力部 2は、互いに接続された複数（第 1実施形態では、5つ）の太陽光発電モジュール 21と、太陽光発電モジュール 21の発電電力をインバータ 4側または蓄電部 3側に選択的（択一的）に切替可能に接続する切替回路部 22とを含んでいる。なお、発電電力出力部 2は、本発明の「第 1発電電力出力部」の一例であり、切替回路部 22は、本発明の「切替部」および「切替回路」の一例である。

【0021】

太陽光発電モジュール 21は、温度係数が小さく（温度変化による特性の変化が小さく）、最大出力動作電圧の季節変動が少ない太陽電池を用いることが望ましい。温度係数の小さい太陽電池としては、たとえば、a-Siを用いた太陽電池（薄膜 a-Si、HIT 太陽電池など）および GaAs 系などの化合物系太陽電池が挙げられる。

【0022】

切替回路部 22は、発電電力出力部 2をインバータ 4側に接続する場合には、発電電力出力部 2と蓄電部 3との接続を電氣的に切断し、発電電力出力部 2を蓄電部 3側に接続する場合には、発電電力出力部 2とインバータ 4との接続を電氣的に切断するように構成されている。また、切替回路部 22は、発電電力出力部 2をインバータ 4側に接続する場合には、5つの太陽光発電モジュール 21同士の接続状態を、5つの太陽光発電モジュール 21が互いに直列接続された直列接続状態に切り替えることが可能である。また、切替回路部 22は、発電電力出力部 2を蓄電部 3側に接続する場合には、5つの太陽光発電モジュール 21同士の接続状態を、5つの太陽光発電モジュール 21が互いに並列接続された並列接続状態に切り替えることが可能である。

【0023】

発電電力出力部 2の詳細構造としては、たとえば図 2に示すように、切替回路部 22は、10個の機械式のスイッチ回路 26と、5個の電子式のスイッチ回路 27と、1つの切替スイッチ 26eとを備えている。なお、スイッチ回路 26は、本発明の「機械式スイッチ回路」の一例である。また、スイッチ回路 27は、本発明の「電子式スイッチ回路」の一例である。

【0024】

スイッチ回路 26は、直列接続状態および並列接続状態の切替と、発電電力出力部 2の接続先（インバータ 4または蓄電部 3）の切替とを行う機能を有する。スイッチ回路 27は、スイッチ回路 26への電流の流入および遮断の切替を行う機能を有する。

【0025】

スイッチ回路 26は、接点 26a、26b および 26c を有する機械式の接点切替部と、接点切替用のコイル（電磁石）26d とを含む機械式リレースイッチにより構成されている。各スイッチ回路 26は、太陽光発電モジュール 21側の接点 26a を、インバータ 4側に接続するための接点 26b または蓄電部 3側に接続するための接点 26c に選択的に切替可能に構成されている。通常、接点 26a は接点 26b または接点 26c の一方と接続されており、コイル 26d への通電に伴い発生する吸引力により接点 26b または接点 26c の他方と接点 26a との接続（切替）が行われる。各スイッチ回路 26のコイル 26d は一方端が外部電源からの電源供給路に接続されているとともに、他方端が接地されている。このため、各スイッチ回路 26は、外部電源から電源供給路を介して各コイル 26d に供給される電流によって同時に接点切り替えが行われるように構成されている。

【0026】

図 2に示すように、各スイッチ回路 26の接点 26a と接点 26b とが接続されると、5つの太陽光発電モジュール 21が互いに直列接続されるとともに、その直列接続された5つの太陽光発電モジュール 21がインバータ 4側に接続される。これにより、インバータ 4には、各太陽光発電モジュール 21の出力電圧の総和となる電圧の電力が入力される

10

20

30

40

50

。なお、この直列接続状態では、太陽光発電モジュール 2 1 は蓄電部 3 側とは電氣的に切断されている。

【 0 0 2 7 】

また、図 3 に示すように、各スイッチ回路 2 6 の接点 2 6 a と接点 2 6 c とが接続されると、5 つの太陽光発電モジュール 2 1 が互いに並列接続されるとともに、その並列接続された 5 つの太陽光発電モジュール 2 1 が蓄電部 3 側に接続される。これにより、蓄電部 3 には、蓄電部 3 と接続される太陽光発電モジュール 2 1 のうち出力電圧が最も小さい大きさの出力電圧の電力が入力される。なお、この並列接続状態では、太陽光発電モジュール 2 1 はインバータ 4 側とは電氣的に切断されている。

【 0 0 2 8 】

なお、各スイッチ回路 2 6 のコイル 2 6 d と外部電源との間には電子式の切替スイッチ 2 6 e が設けられている。切替スイッチ 2 6 e は、制御部 5 からの制御信号に応じてコイル 2 6 d への電流の供給および遮断を切り替えるように構成されている。これにより、制御部 5 による接続状態の切替制御が行われる。

【 0 0 2 9 】

5 つのスイッチ回路 2 7 は、それぞれ、電子式で無接点の F E T (電界効果トランジスタ) スイッチからなり、スイッチ回路 2 6 と太陽光発電モジュール 2 1 との間(陽極側)に 1 つずつ設けられている。各スイッチ回路 2 7 は、制御部 5 からの制御信号に基づいてスイッチ回路 2 6 への電流の流入および遮断を切り替えるように構成されている。この第 1 実施形態では、制御部 5 は、各スイッチ回路 2 6 の接続切替を行う際に、まず、各スイッチ回路 2 7 をオフ(遮断)して各スイッチ回路 2 6 への電流を遮断する。そして、各スイッチ回路 2 7 により各スイッチ回路 2 6 への電流が遮断された状態で、制御部 5 が切替スイッチ 2 6 e に制御信号を出力することにより、各スイッチ回路 2 6 の接続切替が実行される。これにより、機械式のスイッチ回路 2 6 を用いる場合にも、電流を遮断した状態でスイッチ回路 2 6 の接点切替を行うことができるので、接点切替時の信頼性を向上させることが可能であるとともに、機械式のスイッチ回路 2 6 の長寿命化を図ることが可能である。

【 0 0 3 0 】

図 1 に示すように、インバータ 4 から母線 6 への出力は、たとえば、家庭用の機器(後述する一般負荷 6 0)の使用に適合するように、単相 3 線 2 0 0 V の交流出力となるように設計されている。インバータ 4 から 2 0 0 V の交流出力を効率良く得るためには、発電電力出力部 2 からインバータ 4 への入力電圧は、2 0 0 V 以上 3 0 0 V 以下の直流電圧が望ましい。

【 0 0 3 1 】

また、インバータ 4 と電力系統 5 0 とを接続する母線 6 と、発電電力出力部 2 と蓄電部 3 とを接続する配線 7 とは A C - D C コンバータ 8 を介して配線 9 により接続されている。これにより、電力系統 5 0 から A C - D C コンバータ 8 を介して蓄電部 3 に直流電力を供給することが可能である。また、配線 9 には電力系統 5 0 から蓄電部 3 に向かう電力のみを許容するダイオード 1 0 が設けられている。これにより、蓄電部 3 から配線 9 を介して電力系統 5 0 に逆潮流することが防止されている。また、発電電力出力部 2 と蓄電部 3 とは、D C - D C コンバータなどの電圧変換器を介さずに配線 7 により直接接続されている。

【 0 0 3 2 】

また、インバータ 4 と電力系統 5 0 とを接続する母線 6 には、一般負荷 6 0 が接続されている。この一般負荷 6 0 は、第 1 実施形態では、交流電源によって駆動される機器である。また、蓄電部 3 には、D C - D C コンバータ 1 1 を介して特定負荷 7 0 が接続されている。この特定負荷 7 0 は、第 1 実施形態では、直流電源によって駆動される機器である。また、特定負荷とは、常に電源から電力が供給されていることが望まれるような機器であり、例えば、常時動作する必要のある機器や、動作信号が入力されたら直ちに駆動可能なように待機が必要な機器が含まれる。第 1 実施形態では、蓄電部 3 と特定負荷 7 0 とが

10

20

30

40

50

接続されているために、電力系統 50 が停電した場合でも特定負荷 70 への給電は蓄電部 3 により行われ、直ちに給電が停止することはない。

【0033】

また、配線 9 の AC - DC コンバータ 8 よりも蓄電部 3 側の部分と DC - DC コンバータ 11 とが配線 12 を介して接続されている。これにより、AC - DC コンバータ 8 からは、蓄電部 3 に対してだけでなく配線 12 を介して DC - DC コンバータ 11 にも電力が供給されている。これにより、蓄電部 3 の充電電力が少なくなった場合にも AC - DC コンバータ 8 を介して系統電力を特定負荷 70 に供給することができるので、特定負荷 70 への給電が停止することはない。DC - DC コンバータ 11 は、蓄電部 3 からの直流電力と配線 12 からの直流電力とのいずれか一方を選択するように接続を切り替える機能を有している。通常時には蓄電部 3 から直流電力を選択し、蓄電部 3 の充電量が低下した場合などに、蓄電部 3 と特定負荷 70 との接続を電氣的に切断するとともに、電力系統 50 と特定負荷 70 とを接続することが可能である。

10

【0034】

なお、DC - DC コンバータ 11 の接続切替機能は DC - DC コンバータ 11 に組み込まれている必要はなく、DC - DC コンバータ 11 に代えて、切替機能を有していない DC - DC コンバータと、その DC - DC コンバータとは別個に設けたスイッチとを設けることにより、DC - DC コンバータ 11 と同様の機能を実現することが可能である。

【0035】

また、ここでは特定負荷 70 の例として直流電源で駆動させる機器を示したが、交流電源で駆動される機器を用いてもよい。この場合、DC - DC コンバータ 11 に代えてインバータが用いられる。また、この場合、配線 12 を AC - DC コンバータ 8 よりも系統電源 50 側に接続し、蓄電部 3 の充電量が少なくなったときにインバータ内での交流 - 直流変換を行うことなしに特定負荷 70 に供給するように構成してもよい。さらに、特定負荷 70 として、直流電源および交流電源で駆動される機器が混在してもよい。

20

【0036】

また、蓄電部 3 としては、自然放電が少なく、充放電効率の高い 2 次電池（たとえば、リチウムイオン蓄電池、ニッケル水素蓄電池など）が用いられている。また、蓄電部 3 の電圧は高いほど安全設計が重要になることから、蓄電部 3 の電圧は低いことが望まれる。また、蓄電部 3 に接続される特定負荷 70 についても比較的低い電圧仕様のもので用いられることが多いので、それに合わせて蓄電部 3 の電圧も低いことが望まれる。このため、インバータ 4 に求められる所望の入力電圧（200V 以上 300V 以下）よりも蓄電部 3 の充電電圧は小さくなる。また、蓄電部 3 の公称電圧（充電電圧）は、太陽光発電モジュール 21 の公称最大出力動作電圧よりも低くなるように選択される。さらに蓄電部 3 を効率的に充電するための太陽光発電モジュール 21 の発電電圧と、太陽光発電モジュール 21 の温度依存性とを考慮すると、蓄電部 3 の公称電圧は、より好ましくは、公称最大出力動作電圧の 70% 以上 90% 以下となるように選択される。

30

【0037】

この理由を以下にさらに詳細に説明する。蓄電部 3 の電圧は充電量により公称電圧よりも 10% 程度上昇することが知られている。このため、満充電を行うためには公称電圧よりも 10% 程度高い電圧が必要であり、また、 $V_{op}$  を上回る電圧では発電電力が急激に低下するため、公称最大電力動作電圧（ $V_{op}$ ）の 90% 以下での運用が好ましい。また、 $V_{op}$  は高温時などに低下することも知られている。このため、 $V_{op}$  低下時にも蓄電部 3 の公称電圧よりも 10% 以上高い電圧を維持するためには、 $V_{op}$  90% よりも低い蓄電部公称電圧が必要となる。その一方で、 $V_{op}$  から外れた動作電圧では、太陽光発電モジュール 21 の発電効率が低下することも知られている。発明者らの鋭意研究の結果、蓄電部 3 の公称電圧を  $V_{op}$  の 70% 以上 90% 以下とすることが最も効率的に充電ができることを見出した。第 1 実施形態では、太陽光発電モジュール 21 の公称最大出力動作電圧が約 60V であり、蓄電部 3 の公称電圧（充電電圧）は約 48V である。

40

【0038】

50

また、蓄電部 3 の公称電圧を  $V_{op}$  の 70% 以上 90% 以下とすることにより、蓄電部 3 の充電に際して DC - DC コンバータを不要とすることができるので、DC - DC コンバータを用いる場合のコンバータ内における電力ロスを抑制することができる。これにより、高効率充電が可能になる。また、DC - DC コンバータの交換作業がなくなるとともに、部品点数を減らすことができるので、故障率低減による信頼性の向上や低コスト化、長期に渡るメンテナンスフリーの実現が見込まれる。

#### 【0039】

また、制御部 5 は、発電電力出力部 2 の発電量、蓄電部 3 の充電量、インバータ 4 の動作状況および予め設定された設定情報などに基づいて、発電電力出力部 2 の切替回路部 2 2、蓄電部 3、AC - DC コンバータ 8 および DC - DC コンバータ 11などを制御する機能を有する。具体的には、制御部 5 は、蓄電部 3 の充電量、インバータ 4 の動作状況および予め設定された設定情報などに基づいて、システムが通常運転時であるか非通常運転時であるかを判断する。

10

#### 【0040】

なお、通常運転時とは、電力系統 50 が正常に稼動している状態である。また、非通常運転時とは、電力系統 50 に何らかの理由で不具合が生じた場合または生じる可能性があるために予め対策を講じる必要がある場合である。たとえば、電力系統 50 が停電した場合、需要家側からの逆潮流によって配電線の許容電圧を越える場合、および、電力需要量と太陽光発電モジュール 21 の発電電力などとの関係で、例えば発電電力の調整が困難な原子力発電の発電電力を抑制することが求められるような特異日の場合に、制御部 5 は非通常運転時であると判断する。

20

#### 【0041】

制御部 5 は、通常運転時であると判断した場合には、図 2 に示すようにスイッチ回路 26 の接続状態を切り替えることにより、直列接続状態にするとともに、発電電力出力部 2 の接続先をインバータ 4 側に切り替える。通常運転時においては、発電電力出力部 2 の出力電力は、一般負荷 60 において消費され、余った電力は電力系統 50 に逆潮流される。また、特定負荷 70 は、蓄電部 3 を電源として駆動される。蓄電部 3 の充電量が少なくなった場合には、電力系統 50 から配線 12 を介して特定負荷 70 に電力が供給される。たとえば、制御部 5 は、蓄電部 3 の充電量が例えば 50% まで低下した場合に、電力系統 50 と特定負荷 70 とを配線 12 を介して接続するように DC - DC コンバータ 11 を制御する。これにより、蓄電部 3 の充電量の 50% を確保することができるため、停電時などで電力系統 50 からの電力供給がない場合でも蓄電部 3 と DC - DC コンバータ 11 とを接続するように制御することによって、停電時でも特定負荷 70 に対して蓄電部 3 より電力を供給することも可能である。また、蓄電部 3 の放電深度差を少なくすることが可能であるので、蓄電部 3 の長寿命化を図ることが可能である。

30

#### 【0042】

また、制御部 5 は、非通常運転時であると判断した場合には、図 3 に示すようにスイッチ回路 26 の接続状態を切り替えることにより、並列接続状態にするとともに、発電電力出力部 2 の接続先を蓄電部 3 側に切り替える。非通常運転時においては、発電電力出力部 2 の出力電力は、蓄電部 3 に供給され、特定負荷 70 は、蓄電部 3 の充電電力および発電電力出力部 2 の出力電力によって駆動される。ここで、発電電力出力部 2 からの出力電力を、図 1 に示すように蓄電部 3 を介して特定負荷 70 に供給してもよいし、発電電力出力部 2 と蓄電部 3 と特定負荷 70 側への配線とを 1 点で結合することにより、発電電力出力部 2 からの出力電力を蓄電部 3 を介さずに特定負荷 70 に供給してもよい。

40

#### 【0043】

第 1 実施形態では、複数 (5 つ) の太陽光発電モジュール 21 がインバータ 4 に接続される場合には、複数の太陽光発電モジュール 21 同士の接続状態を複数の太陽光発電モジュール 21 が互いに直列接続された直列接続状態に切り替えるとともに、複数の太陽光発電モジュール 21 が蓄電部 3 に接続される場合には、複数の太陽光発電モジュール 21 同士の接続状態を複数の太陽光発電モジュール 21 が並列接続された並列接続状態に切り替

50

える。このように構成することによって、発電モジュール 2 1 の接続先をインバータ 4 と蓄電部 3 との間で選択することができるため、必要に応じて発電電力の供給先を変更することができる。これにより、例えば蓄電部 3 が満充電の場合は、インバータ 4 側に接続することができるとともに、インバータ 4 の停止時には、蓄電部 3 に接続することができる。その結果、複数の太陽光発電モジュール 2 1 における発電電力を効率的に活用することができる。また、複数の太陽光発電モジュール 2 1 をインバータ 4 に接続する場合には、複数の太陽光発電モジュール 2 1 同士が互いに直列接続されるので、太陽光発電モジュール 2 1 において発電された電力を比較的高い電圧でインバータ 4 に供給（入力）することができる。また、複数の太陽光発電モジュール 2 1 を蓄電部 3 に接続する場合には、複数の太陽光発電モジュール 2 1 が並列接続されるので、太陽光発電モジュール 2 1 において発電された電力をインバータ 4 に供給する場合よりも比較的低い電圧で蓄電部 3 に供給することができる。これらにより、太陽光発電モジュール 2 1 において発電された電力を、接続先（インバータ 4 または蓄電部 3 のいずれか一方）に応じた適正な大きさの電圧で各々の接続先に供給することができる。これにより、複数の太陽光発電モジュール 2 1 が蓄電部 3 とインバータ 4 とに選択的に接続される構成において、複数の太陽光発電モジュール 2 1 をインバータ 4 に接続した場合および蓄電部 3 に接続した場合の両方の場合に電力の損失が生じることを抑制することができるので、太陽光発電モジュール 2 1 における発電電力を効率的に活用することができる。

10

20

30

40

50

**【 0 0 4 4 】**

また、複数の太陽光発電モジュール 2 1 が蓄電部 3 に接続される場合に、複数の太陽光発電モジュール 2 1 を並列接続することによって、太陽光発電モジュール 2 1 における発電電力の電圧を蓄電部 3 の充電電圧に適するような電圧に変換する必要がないので、太陽光発電モジュール 2 1 と蓄電部 3 との間に DC - DC コンバータなどの電圧変換器を設ける必要がない。これにより、発電システム 1 の構成を簡略化することができるとともに、電圧変換器を設けることに起因する電力損失を防止することができる。また、太陽光発電モジュール 2 1 における発電電力を効率的に活用することにより、火力発電などの CO<sub>2</sub> を排出する発電方法による発電量を少なくすることができるので、効果的に CO<sub>2</sub> 排出量の削減に貢献することができる。

**【 0 0 4 5 】**

また、第 1 実施形態では、上記のように、切替回路部 2 2 に複数のスイッチ回路 2 6 を設け、複数のスイッチ回路 2 6 により複数の太陽光発電モジュール 2 1 の直列接続状態と並列接続状態とを切り替えることによって、スイッチ回路 2 6 を用いて容易に直列接続状態と並列接続状態とを切り替えることができる。

**【 0 0 4 6 】**

また、第 1 実施形態では、上記のように、切替回路部 2 2 は、複数のスイッチ回路 2 6 により複数の太陽光発電モジュール 2 1 の直列接続状態と並列接続状態とを切り替える際に、複数のスイッチ回路 2 6 により複数の太陽光発電モジュール 2 1 がインバータ 4 に接続される状態と、複数の太陽光発電モジュール 2 1 が蓄電部 3 に接続される状態との切り替えも行う。このように構成することによって、スイッチ回路 2 6 を用いて、直列接続状態と並列接続状態とを切り替えることができるのみならず、複数の太陽光発電モジュール 2 1 の接続先の切り替えも行うことができるので、太陽光発電モジュール 2 1 の接続先を切り替えるための専用のスイッチを別途設ける必要がない。

**【 0 0 4 7 】**

また、第 1 実施形態では、上記のように、通常運転時に、複数の太陽光発電モジュール 2 1 をインバータ 4 に接続するとともに、切替回路部 2 2 により複数の太陽光発電モジュール 2 1 の接続状態を直列接続状態に切り替えて、互いに直列接続された複数の太陽光発電モジュール 2 1 により発電された電力をインバータ 4 を介して電力系統 5 0 側に出力し、非通常運転時に、複数の太陽光発電モジュール 2 1 を蓄電部 3 に接続するとともに、切替回路部 2 2 により複数の太陽光発電モジュール 2 1 の接続状態を並列接続状態に切り替えて、並列接続された複数の太陽光発電モジュール 2 1 により発電された電力を蓄電部 3

に供給するように構成している。このように構成することによって、通常運転時には、直列接続によって複数の太陽光発電モジュール 2 1 による発電電力をインバータ 4 への入力に適した高い電圧でインバータ 4 に供給することができるとともに、非通常運転時には、並列接続によって複数の太陽光発電モジュール 2 1 による発電電力を蓄電部 3 の充電に適した低い電圧で蓄電部 3 に供給することができる。これにより、通常運転時には、太陽光発電モジュール 2 1 の発電電力をインバータ 4 を介して電力系統 5 0 と連係することができ、インバータ 4 を停止あるいは運転抑制をしないとけないような非通常運転時には、太陽光発電モジュール 2 1 の発電電力を蓄電部 3 に供給して電力を蓄える、あるいは特定負荷 7 0 に電力を供給することができる。これにより、太陽光発電モジュール 2 1 の発電電力をより効率的に活用することができる。

10

**【 0 0 4 8 】**

また、第 1 実施形態では、上記のように、蓄電部 3 に特定負荷 7 0 を接続し、通常運転時には、例えば深夜電力など電力系統 5 0 から供給された電力を蓄電部 3 に蓄電し、蓄電部 3 に蓄電された電力を特定負荷 7 0 に供給するとともに、非通常運転時に、並列接続された複数の太陽光発電モジュール 2 1 により発電された電力と、蓄電部 3 に蓄電された電力とを特定負荷 7 0 に供給するように構成している。このように構成することによって、通常運転時には太陽光発電モジュール 2 1 の発電電力をインバータ 4 を介して電力系統 5 0 側に出力しておき、太陽光発電モジュール 2 1 の発電電力をインバータ 4 に供給することが困難な非通常運転時には、太陽光発電モジュール 2 1 の発電電力と、蓄電部 3 に蓄電された電力とを合わせた電力を負荷に供給することができる。これにより、非通常運転時において太陽光発電モジュール 2 1 の発電電力を効率的に活用して特定負荷 7 0 を長時間駆動することができる。

20

**【 0 0 4 9 】**

( 第 1 実施形態の変形例 )

上記第 1 実施形態では、発電電力出力部 2 の切替回路部 2 2 に、直列接続状態と並列接続状態との切替と、発電電力出力部 2 の接続先 ( インバータ 4 または蓄電部 3 ) の切替との両方を行うスイッチ回路 2 6 を設けたが、図 4 および図 5 に示す第 1 実施形態の変形例による発電電力出力部 2 e では、直列接続状態と並列接続状態との切替を行うためのスイッチ回路 2 6 1 と、発電電力出力部 2 e の接続先の切替を行うためのスイッチ回路 2 6 2 とを別個に切替回路部 2 2 e に設けている。なお、発電電力出力部 2 e は、本発明の「第 1 発電電力出力部」の一例である。また、切替回路部 2 2 e は、本発明の「切替部」および「切替回路」の一例である。

30

**【 0 0 5 0 】**

また、上記第 1 実施形態では、5 つの太陽光発電モジュール 2 1 のそれぞれに合計 5 つの電子式のスイッチ回路 2 7 を設けた例を示したが、この変形例では、電子式のスイッチ回路を回路の合流点に設けている。この場合には、電子式のスイッチ回路の個数を減らすことができるので、回路構成を簡略化することができる。

**【 0 0 5 1 】**

この第 1 実施形態の変形例による切替回路部 2 2 e では、各太陽光発電モジュール 2 1 相互間の直列接続と並列接続との切替が機械式のスイッチ回路 2 6 1 で行われるとともに、接続先 ( インバータ 4 または蓄電部 3 ) の切替が機械式のスイッチ回路 2 6 2 で行われる。なお、スイッチ回路 2 6 1 は、本発明の「第 1 スイッチ回路」および「機械式スイッチ回路」の一例である。また、スイッチ回路 2 6 2 は、本発明の「第 2 スイッチ回路」および「機械式スイッチ回路」の一例である。

40

**【 0 0 5 2 】**

具体的には、図 4 に示すように、全てのスイッチ回路 2 6 1 において太陽光発電モジュール 2 1 側の端子と直列接続時の端子 ( スイッチ回路 2 6 1 の左側の端子 ) とを接続した場合に、5 つの太陽光発電モジュール 2 1 が互いに直列接続され、全てのスイッチ回路 2 6 2 において太陽光発電モジュール 2 1 側の端子と直列接続時の端子 ( スイッチ回路 2 6 2 の上側の端子 ) とを接続した場合に、その直列接続された 5 つの太陽光発電モジュール

50

2 1 がインバータ 4 側に接続されるように構成されている。なお、この直列接続状態では、太陽光発電モジュール 2 1 は蓄電部 3 側とは電氣的に切断されている。

【 0 0 5 3 】

また、図 5 に示すように、全てのスイッチ回路 2 6 1 において太陽光発電モジュール 2 1 側の端子と並列接続時の端子（スイッチ回路 2 6 1 の右側の端子）とを接続した場合に、5 つの太陽光発電モジュール 2 1 が互いに並列接続されるとともに、全てのスイッチ回路 2 6 2 において太陽光発電モジュール 2 1 側の端子と並列接続時の端子（スイッチ回路 2 6 2 の下側の端子）とを接続した場合に、その並列接続された太陽光発電モジュール 2 1 が蓄電部 3 側に接続されるように構成されている。

【 0 0 5 4 】

また、第 1 実施形態の変形例による切替回路部 2 2 e では、5 つの太陽光発電モジュール 2 1 からの電流経路（回路）の合流部分にスイッチ回路 2 7 1 を設けている。すなわち、各太陽光発電モジュール 2 1 を直列接続でインバータ 4 側に接続する場合（図 4 参照）、および、各太陽光発電モジュール 2 1 を並列接続で蓄電部 3 側に接続する場合（図 5 参照）のいずれの場合でも、各太陽光発電モジュール 2 1 からの電流はスイッチ回路 2 6 2 を通過する。このため、切替回路部 2 2 e には、スイッチ回路 2 6 2 の直前（太陽光発電モジュール 2 1 側）の位置に、1 つの電子式のスイッチ回路 2 7 1 が設けられている。これにより、電子式のスイッチ回路 2 7 1 を 1 つ設けるだけで、機械式のスイッチ回路 2 6 1 および 2 6 2 を用いる場合にも、電流を遮断した状態でスイッチ回路 2 6 1（2 6 2）の接点切替を行うことができる。なお、スイッチ回路 2 7 1 は、本発明の「電子式スイッチ回路」の一例である。

【 0 0 5 5 】

（第 2 実施形態）

次に、図 2、図 3 および図 6 を参照して、本発明の第 2 実施形態による発電システム（太陽光発電システム 1 a）について説明する。この第 2 実施形態では、電力系統 5 0 との連携を重視して通常は直列接続する制御を行う上記第 1 実施形態と異なり、蓄電部 3 の充電を重視して通常は並列接続する制御を行う例について説明する。なお、制御部 5 a の制御以外の構成は、図 1 に示した上記第 1 実施形態の構成と同様であるので、説明を省略する。

【 0 0 5 6 】

図 6 に示すように、第 2 実施形態による太陽光発電システム 1 a の制御部 5 a は、発電電力出力部 2 の発電量、蓄電部 3 の充電量、インバータ 4 の動作状況および予め設定された設定情報などに基づいて、発電電力出力部 2 の切替回路部 2 2、蓄電部 3、AC - DC コンバータ 8 および DC - DC コンバータ 1 1 などを制御する機能を有する。具体的には、制御部 5 a は、蓄電部 3 の充電量、インバータ 4 の動作状況および予め設定された設定情報などに基づいて、蓄電部 3 に蓄えられた電力で特定負荷 7 0 に供給する電力を長時間賄うことが可能であるか否かを判断する。なお、蓄電部 3 に蓄えられた電力で特定負荷 7 0 に供給する電力を賄うことが可能である場合とは、たとえば、蓄電部 3 が満充電またはそれに近い充電量である場合や、特定負荷 7 0 における使用電力量が少ない場合などが該当する。制御部 5 a は、蓄電部 3 の充電量および充電量の変化量を検出することにより、特定負荷 7 0 における使用電力量などを監視している。

【 0 0 5 7 】

蓄電部 3 に蓄えられた電力で特定負荷 7 0 に供給する電力を賄えない恐れがあると判断するときには、制御部 5 a は、図 3 に示すようにスイッチ回路 2 6 の接続状態を切り替えることにより、並列接続状態にするとともに、発電電力出力部 2 の接続先を蓄電部 3 側に切り替える。蓄電部 3 に蓄えられた電力で特定負荷 7 0 に供給する電力を賄えない恐れがあると判断するときにおいては、発電電力出力部 2 の出力電力は、蓄電部 3 に供給され、特定負荷 7 0 は、蓄電部 3 の充電電力および発電電力出力部 2 の出力電力によって駆動される。

【 0 0 5 8 】

また、制御部 5 a は、蓄電部 3 に蓄えられた電力で特定負荷 7 0 に供給する電力を賄うことが可能であると判断した場合には、図 2 に示すようにスイッチ回路 2 6 の接続状態を切り替えることにより、直列接続状態にするとともに、発電電力出力部 2 の接続先をインバータ 4 側に切り替える。この場合においては、発電電力出力部 2 の出力電力は、一般負荷 6 0 において消費され、余った電力は電力系統 5 0 に逆潮流される。また、特定負荷 7 0 は、蓄電部 3 を電源として駆動される。

【 0 0 5 9 】

蓄電部 3 の充電量が少なくなった場合には、発電電力出力部 2 の発電量および特定負荷 7 0 の負荷量などに基づいて、並列接続状態とし、発電電力出力部 2 を蓄電部 3 側に接続するように切替回路部 2 2 を切り替えるとともに、DC - DC コンバータ 1 1 を蓄電部 3 側に接続することにより、蓄電部 3 の充電および特定負荷 7 0 への給電を行う。または、DC - DC コンバータ 1 1 を電力系統 5 0 側に接続することにより、電力系統 5 0 の電力を AC - DC コンバータ 8 および配線 1 2 を介して特定負荷 7 0 に供給する。また、電力系統 5 0 から特定負荷 7 0 に給電するだけでなく、合わせて蓄電部 3 への充電を行ってもよい。この充電電力源としては、発電電力出力部 2 および電力系統 5 0 を用いることが可能である。

10

【 0 0 6 0 】

第 2 実施形態では、上記のように、蓄電部 3 に蓄えられた電力で特定負荷 7 0 に供給する電力を賄えない恐れがあると判断するときには、複数の太陽光発電モジュール 2 1 を蓄電部 3 に接続するとともに、切替回路部 2 2 により複数の太陽光発電モジュール 2 1 の接続状態を並列接続状態に切り替えて、並列接続された複数の太陽光発電モジュール 2 1 により発電された電力と蓄電部 3 に蓄電された電力とを特定負荷 7 0 に供給し、蓄電部 3 に蓄電された電力により負荷に供給する電力を賄える時には、複数の太陽光発電モジュール 2 1 をインバータ 4 に接続するとともに、切替回路部 2 2 により複数の太陽光発電モジュール 2 1 の接続状態を直列接続状態に切り替えて、蓄電部 3 に蓄電された電力を特定負荷 7 0 に供給しながら、互いに直列接続された複数の太陽光発電モジュール 2 1 により発電された電力をインバータ 4 を介して電力系統 5 0 に逆潮流可能となるように構成している。このように構成することによって、蓄電部 3 に蓄えられた電力で特定負荷 7 0 に供給する電力を賄えない恐れがあると判断するときには、複数の太陽光発電モジュール 2 1 による発電電力を蓄電部 3 の充電に適した比較的低い電圧で蓄電部 3 に供給することができるとともに、満充電の場合や特定負荷 7 0 における電力消費量が少ない場合など蓄電部 3 に蓄電された電力により特定負荷 7 0 に供給する電力を賄える時には、複数の太陽光発電モジュール 2 1 による発電電力をインバータ 4 への入力に適した比較的高い電圧でインバータ 4 に供給して電力系統 5 0 に逆潮流可能となるようにすることができる。その結果、蓄電部 3 への充電にのみ太陽光発電モジュール 2 1 を使う場合と比較して、太陽光発電モジュール 2 1 の発電電力をより効率的に活用することができる。

20

30

【 0 0 6 1 】

その他の効果は、上記第 1 実施形態と同様である。

【 0 0 6 2 】

( 第 2 実施形態の変形例 )

40

上記第 2 実施形態では、配線 9 および AC - DC コンバータ 8 を介して電力系統 5 0 から蓄電部 3 に電力を供給することが可能に構成したが、図 7 に示す第 2 実施形態の変形例による太陽光発電システム 1 0 0 では、配線 9 および AC - DC コンバータ 8 を設けていない。このように構成し、蓄電部 3 の充電量が低下した場合などでは並列側に切り替えて充電し、例えば満充電状態または所定の蓄電量以上では直列側に切り替えるような構成としてもよい。特に、特定負荷 7 0 の消費電力が蓄電部 3 の蓄電容量に比べて小さいときに有効である。

【 0 0 6 3 】

( 第 3 実施形態 )

次に、図 8 を参照して、本発明の第 3 実施形態による発電システム ( 太陽光発電システ

50



ム 200) について説明する。この第 3 実施形態では、上記第 1 実施形態と異なり、インバータ 4 に常時接続される発電電力出力部 201 をさらに設けた例について説明する。

【0064】

第 3 実施形態による太陽光発電システム 200 では、上記第 1 実施形態の構成に加えて、インバータ 4 に常時接続される発電電力出力部 201 が 2 つ設けられている。発電電力出力部 201 では、5 つの太陽光発電モジュール 21 が直列接続されている。なお、発電電力出力部 201 は、本発明の「第 2 発電電力出力部」の一例である。また、1 つの発電電力出力部 2 と、2 つの発電電力接続部 201 とは互いに並列に接続されて、インバータ 4 に接続されている。太陽光発電システム 200 では、3 つの発電電力出力部 (1 つの発電電力出力部 2 および 2 つの発電電力出力部 201) を全てインバータ 4 に接続することが可能であり、2 つの発電電力出力部 201 をインバータ 4 に接続するとともに 1 つの発電電力出力部 2 を蓄電部 3 に接続することも可能である。

10

【0065】

第 3 実施形態では、上記のように、接続先を切替可能な発電電力出力部 2 に加えて、インバータ 4 に常時接続される発電電力出力部 201 をさらに設けることによって、発電電力出力部 2 の発電電力を蓄電部 3 に出力しながら、発電電力出力部 201 の発電電力をインバータ 4 を介して逆潮流させることができる。

【0066】

(第 3 実施形態の変形例)

第 3 実施形態による太陽光発電システム 200 では、インバータ 4 に常時接続される発電電力出力部 201 を 2 つ設けたが、図 9 に示す第 3 実施形態の第 1 変形例の太陽光発電システム 250 のように、インバータ 4 に常時接続される発電電力出力部 201 を 3 つ設けてもよい。このように、発電電力出力部 201 の数は自由に変更可能である。

20

【0067】

また、第 3 実施形態では、インバータ 4 に常時接続される発電電力出力部 201 を設けたが、図 10 に示す第 3 実施形態の第 2 変形例の太陽光発電システム 300 では、発電電力出力部 2 を複数設けている。この場合、各発電電力出力部 2 の接続先 (蓄電部 3 またはインバータ 4) を制御部 301 によって個別に制御することにより、蓄電部 3 に出力する電力と電力系統 50 に逆潮流させる電力とを段階的に調整することができる。たとえば、3 つの発電電力出力部 2 を全てインバータ 4 または蓄電部 3 に接続することも可能であり、1 つの発電電力出力部 2 をインバータ 4 に接続するとともに 2 つの発電電力出力部 2 を蓄電部 3 に接続することも可能であり、2 つの発電電力出力部 2 をインバータ 4 に接続するとともに 1 つの発電電力出力部 2 を蓄電部 3 に接続することも可能である。これにより、より太陽光発電モジュール 21 による発電電力を効率的に活用することができる。

30

【0068】

また、第 3 実施形態、その第 1 変形例および第 2 変形例では、特に以下のような効果を得ることができる。すなわち、一般負荷量および特定負荷量に応じて太陽光発電モジュールの発電量や蓄電部 3 の容量を適宜選択することができる。たとえば、一般負荷量が多く、特定負荷量が少ない場合には、蓄電部 3 の容量は少なくても済むので、直並列切替可能な発電電力出力部は少数でもよく、各需要家の状況に応じて適宜対応が可能である。

40

【0069】

また、需要家側からの逆潮流によって配電線の許容電圧を越える問題 (過電圧) に対しても、太陽光発電モジュールの発電能力を極力最大限に利用しながら逆潮流を抑制することができる。すなわち、直並列切替可能な発電電力出力部を設けていないシステム (図 8 の 3 つの発電電力出力部の全てが直並列切替可能でない場合) では、出力電力を抑制する際に、3 つの発電電力出力部側の全ての発電量を抑制する必要があるが、図 8 の例では、1 つの発電電力出力部の出力を蓄電部 3 側に切り替えることにより、電力系統 50 側への出力を、各発電電力出力部の出力を抑制することなく、2 / 3 にすることができる。また、図 10 の例では、過電圧の問題に対してさらに段階的に対応 (電力系統 50 への出力電力量を調整) することが可能となる。すなわち、発電電力出力部 2 での発電電力の全て

50

を電力系統 50 へ逆潮流すると過電圧になるのに対し、一部の発電電力を逆潮流させなければ過電圧とならない場合には有効である。また、並列側に切り替えられた発電電力出力部についても、蓄電部 3 に充電あるいは特定負荷 70 で利用することができるために各発電電力出力部を効率的に利用することができる。

【0070】

第3実施形態およびその変形例のその他の効果は、上記第1実施形態と同様である。

【0071】

なお、図8では3つの発電電力出力部のうち1つを直並列切替可能に構成しており、図10では3つ全てを直並列切替可能に構成している。ここで、複数の発電電力出力部のうち、いくつの発電電力出力部を直並列切替可能に構成するかは、任意に変更可能である。

10

【0072】

(第4実施形態)

次に、図11を参照して、本発明の第4実施形態による発電システム(太陽光発電システム400)について説明する。この第4実施形態では、発電電力出力部2を複数設けた上記第3実施形態の第2変形例に加えて、蓄電部3へ流れる電流値を測定する電流測定部を設け、測定される電流値に基づいて各発電電力出力部2の接続先(蓄電部3またはインバータ4)の切替制御を行う例について説明する。また、この第4実施形態では、発電電力出力部2の電圧を検出する電圧検出部を設け、電圧検出部の検出結果に基づいて切替回路部22の動作確認を行う例について説明する。

【0073】

20

第4実施形態による太陽光発電システム400では、互いに並列接続された複数(3つ)の発電電力出力部2と、並列接続された複数(3つ)の蓄電部3とが設けられている。上記第3実施形態の第2変形例と同様に、制御部401は、各発電電力出力部2の発電電力の出力先(蓄電部3またはインバータ4)の切替を個別に制御することが可能である。また、これらの発電電力出力部2と蓄電部3との間には、充放電スイッチ部402が接続されている。なお、この第4実施形態では、3つの発電電力出力部2と3つの蓄電部3とを設けた例について説明するが、上記の通り、発電電力出力部2の数および蓄電部3の数は任意に変更可能である。また、制御部401は、本発明の「制御装置」の一例である。

【0074】

充放電スイッチ部402は、電流・電圧測定部403と、充電用スイッチ404と、電流測定部405と、放電用スイッチ406とを備えている。充放電スイッチ部402は、蓄電部3と各発電電力出力部2との接続および遮断を切り替えるとともに、蓄電部3と特定負荷70との接続および遮断を切り替える機能を有する。したがって、充放電スイッチ部402は、発電電力出力部2から蓄電部3への充電側回路の開閉、および、蓄電部3から特定負荷70への放電側回路の開閉を切り替える機能を有する。充電側回路および放電側回路には、3つの蓄電部3を並列に接続する充電側分岐路407および放電側分岐路408がそれぞれ設けられている。なお、電流・電圧測定部403は、本発明の「電流測定部」および「電圧検出部」の一例である。また、充電用スイッチ404は、本発明の「充電用スイッチ回路」の一例である。

30

【0075】

40

また、これらの充電側分岐路407および放電側分岐路408には、電流の逆流を防止するためのダイオード409および410がそれぞれ設けられている。これにより、充電時には、発電電力出力部2から蓄電部3へ向かう電流のみが充電側分岐路407に流れ、放電時には、蓄電部3から特定負荷70へ向かう電流のみが放電側分岐路408に流れる。

【0076】

電流・電圧測定部403は、発電電力出力部2から蓄電部3に流れる電流値および電圧値を測定する機能を有する。電流・電圧測定部403は、3つの充電側分岐路407よりも発電電力出力部2側の位置に設けられている。このため、電流・電圧測定部403では、3つの充電側分岐路407を介して蓄電部3側に流れる電流値を合計した電流値が測定

50

される。

【0077】

充電用スイッチ404は、充電側分岐路407と電流・電圧測定部403との間に設けられ、蓄電部3と各発電電力出力部2との接続および遮断（充電用回路の開閉）を切り替える機能を有する。充電用スイッチ404の開閉（接続および遮断）は、制御部401の制御信号に基づいて行われるように構成されている。なお、放電用スイッチ406は、制御部401の制御信号に基づいて、蓄電部3と特定負荷70との接続および遮断（放電用回路の開閉）を切り替える機能を有する。

【0078】

電流測定部405は、充電側分岐路407で分岐した後の3つの蓄電部3にそれぞれ流れる電流値を個別に測定する機能を有する。したがって、第4実施形態では、電流測定部405は、3つの蓄電部3に応じて充電側分岐路407にそれぞれ1つずつ、合計3つ設けられている。

10

【0079】

蓄電部3を充電する場合には、制御部401により充電用スイッチ404がオンされるとともに、1または複数の発電電力出力部2の出力先が蓄電部3側に切り替えられる。この結果、発電電力出力部2の出力電力が電流・電圧測定部403、充電用スイッチ404、充電側分岐路407および各電流測定部405を介してそれぞれの蓄電部3に供給される。一方、蓄電部3から特定負荷70に放電する場合には、制御部401により放電用スイッチ406がオンされることにより、放電側分岐路408、放電用スイッチ406およびDC-DCコンバータ11を介して特定負荷70への電力供給が行われる。

20

【0080】

第4実施形態では、制御部401は、充電時における蓄電部3へ流れる電流値（測定結果）を電流・電圧測定部403または電流測定部405から取得する。そして、制御部401は、取得された電流値が各蓄電部3の定格電流以下の場合に、充電用スイッチ404により発電電力出力部2と蓄電部3とを接続するとともに発電電力出力部2を蓄電部3側に接続するように制御する。なお、各発電電力出力部2の発電電力の出力先の切替を個別に制御することにより、蓄電部3へ流れる電流値を制御することができる。また、制御部401は、測定結果に基づいて、取得された電流値が各蓄電部3の定格電流よりも大きい場合に、充電用スイッチ404により発電電力出力部2と蓄電部3とを遮断するとともに発電電力出力部2をインバータ4側に接続するように制御する。この際、制御部401は、発電電力出力部2の接続先を個別に制御することにより、蓄電部3へ流れる電流値に応じて蓄電部3に接続される（電力供給を行う）発電電力出力部2の数を制御するように構成されている。

30

【0081】

さらに、第4実施形態では、制御部401は、表示部411および操作部412と接続されている。制御部401は、表示部411に所定の表示画面を出力するとともに、操作部412を介してユーザの操作入力を受け付けることが可能なように構成されている。この第4実施形態では、制御部401は、太陽光発電システム400の起動時における切替回路部22の動作確認処理を行うように構成されている。具体的には、制御部401は、電流・電圧測定部403により検出された電圧に基づいて、各太陽光発電モジュール21の直列接続および並列接続の切替動作と、発電電力出力部2の接続先（インバータ4および蓄電部3）の切替動作とのチェック処理を行う。この確認処理の詳細は、後述する。

40

【0082】

なお、第4実施形態のその他の構成は、上記第3実施形態の第2変形例と同様である。

【0083】

次に、図11および図12を参照して、第4実施形態による太陽光発電システム400の蓄電部3の充電時における発電電力出力部2の接続切替処理について説明する。なお、発電電力出力部2の数Nは任意に変更可能であるが、ここではN=3個の発電電力出力部2が設けられた場合を説明する。

50

## 【 0 0 8 4 】

まず、蓄電部 3 への充電は、蓄電部 3 の充電量が所定以下の場合などに開始される。充電が開始されると、図 1 2 のステップ S 1 において、制御部 4 0 1 により充電用スイッチ 4 0 4 がオン（閉）される。これにより、発電電力出力部 2 の接続先を蓄電部 3 側に切り替えれば、充電を始めることができる。

## 【 0 0 8 5 】

ステップ S 2 において、制御部 4 0 1 は、蓄電部 3 側に接続する発電電力出力部 2 の数  $i$  を「1」にセットする。そして、ステップ S 3 において、制御部 4 0 1 が切替回路部 2 2 の切替操作を行うことにより、1 つ目 ( $i = 1$ ) の発電電力出力部 2 の接続先が蓄電部 3 側に切り替えられる。この結果、接続された発電電力出力部 2 から蓄電部 3 側へ電力が供給され充電が開始される。この際、図 1 1 に示すように、電流・電圧測定部 4 0 3 では、3 つの蓄電部 3 へ流れる電流の合計値が測定され、各電流測定部 4 0 5 では、対応する個々の蓄電部 3 へ流れる電流値が測定される。続いて、ステップ S 4 において、制御部 4 0 1 により、経過時間の計測が開始される。この経過時間については、後述する。

10

## 【 0 0 8 6 】

ステップ S 5 において、制御部 4 0 1 により、測定された電流値が取得される。ここで、電流・電圧測定部 4 0 3 から電流値を取得する場合には、測定された電流値を並列接続された蓄電部 3 の数  $N$ （ここでは、 $N = 3$ ）で割ることにより、電流値が取得される。また、各電流測定部 4 0 5 から電流値を取得する場合には、測定された電流値をそのまま取得する。

20

## 【 0 0 8 7 】

ステップ S 6 では、制御部 4 0 1 により、取得された電流値が蓄電部 3 の定格電流値以下かどうか判断される。取得された電流値が定格電流値以下の場合には、ステップ S 7 に進む。なお、各電流測定部 4 0 5 から電流値を取得する場合には、各電流測定部 4 0 5 で取得された電流値の全てが蓄電部 3 の定格電流値以下の場合にステップ S 7 に進み、一つでも超えるものがあればステップ S 1 1 に進む。

## 【 0 0 8 8 】

ステップ S 7 では、制御部 4 0 1 により、ステップ S 4 における経過時間計測を開始してから、一定時間（たとえば、2 分間）経過したか否かが判断される。一定時間経過していない場合には、ステップ S 5 に戻り、再度電流値が取得されるとともに、ステップ S 6 で定格電流値との比較が行われる。定格電流値を超えることなく一定時間が経過すると、ステップ S 8 に進む。すなわち、ステップ S 5 ~ S 7 の間を一定時間の間ループすることにより、天候の変動などにより変化する発電電力出力部 2 の出力（電流値）がこの一定時間の間継続的に定格電流を超えないことを確認する。

30

## 【 0 0 8 9 】

一定時間経過するまでの間、取得された電流値が蓄電部 3 の定格電流を超えなかった場合には、ステップ S 8 において、発電電力出力部 2 を蓄電部 3 側に切り替えることができるか否かが判断される。具体的には、 $N$  個の発電電力出力部 2 が設けられた場合に、発電電力出力部 2 の総数  $N$  よりも、蓄電部 3 側に接続された発電電力出力部 2 の数  $i$  が小さいか否か ( $i < N$  か?) が判断される。蓄電部 3 側に接続された発電電力出力部 2 の数  $i$  が  $N$  と一致する場合、それ以上の発電電力出力部 2 を蓄電部 3 側に切り替えることはできないので、ステップ S 4 に戻る。

40

## 【 0 0 9 0 】

発電電力出力部 2 を蓄電部 3 側に切り替えることができる場合には、ステップ S 9 に進み、制御部 4 0 1 により蓄電部 3 側に接続する発電電力出力部 2 の数  $i$  が「1」加算される ( $i = i + 1$ )。そして、ステップ S 1 0 において、制御部 4 0 1 が切替回路部 2 2 の切替操作を行うことにより、1 つの発電電力出力部 2 の接続先が蓄電部 3 側に切り替えられる。その後、ステップ S 4 に戻り、経過時間計測がリセットされて、再度時間計測が開始される。このように、蓄電部 3 側に流れる電流値が一定時間の間継続的に蓄電部 3 の定格電流を超えない場合には、一定時間の経過毎に発電電力出力部 2 の接続先が 1 つずつ蓄

50

電部 3 側に切り替えられていく。

【 0 0 9 1 】

一方、ステップ S 5 で取得された電流値が定格電流を超える場合には、ステップ S 6 からステップ S 1 1 に進み、充電用スイッチ 4 0 4 がオフ（遮断）される。したがって、ステップ S 5 ~ S 7 のループで一定時間の間継続的に電流値が定格電流を超えないことを確認する際に、定格電流を超える電流値が取得された場合には、瞬時に蓄電部 3 と発電電力出力部 2 との接続が遮断される。これにより、定格電流を超える電流が蓄電部 3 に流れることを抑制することが可能である。

【 0 0 9 2 】

充電用スイッチ 4 0 4 がオフされた後は、制御部 4 0 1 が切替回路部 2 2 の切替操作を行うことにより、 $i$  番目の発電電力出力部 2 の出力先がインバータ 4 側に切り替えられる。この結果、1 つの発電電力出力部 2 が蓄電部 3 側に接続されている場合 ( $i = 1$ ) には、全ての発電電力出力部 2 がインバータ 4 側に接続されることになる。2 つ以上の発電電力出力部 2 が蓄電部 3 側に接続されている場合 ( $i = 2$  以上) には、そのうちの 1 つの発電電力出力部 2 の出力先がインバータ 4 側に切り替えられる。

【 0 0 9 3 】

次に、ステップ S 1 3 において、制御部 4 0 1 により蓄電部 3 側に接続された発電電力出力部 2 の数  $i$  が「1」減算される ( $i = i - 1$ )。そして、ステップ S 1 4 において、ステップ S 1 1 でオフ（遮断）されていた充電用スイッチ 4 0 4 がオンされる。その後、ステップ S 4 に戻り、経過時間計測がリセットされて、再度時間計測が開始される。このように、蓄電部 3 側に流れる電流値が蓄電部 3 の定格電流を超える場合には、発電電力出力部 2 の接続先が 1 つずつインバータ 4 側に切り替えられていく。ただし、電流値が蓄電部 3 の定格電流を超える場合には、一定時間の経過を待つことなく発電電力出力部 2 の接続先がインバータ 4 側に切り替えられるため、ステップ S 1 4 からステップ S 4 に戻った後、まだ定格電流を超える電流値が検出される場合には、瞬時に発電電力出力部 2 の接続先がインバータ 4 側に切り替えられる。このため、複数（たとえば  $N$  個）の発電電力出力部 2 が蓄電部 3 に接続されていた場合にも、定格電流を超える電流値が検出された場合には、検出される電流値が蓄電部 3 の定格電流以下になるまで連続的に発電電力出力部 2 の接続先がインバータ 4 側に切り替えられることになる。

【 0 0 9 4 】

なお、全ての発電電力出力部 2 の接続先がインバータ 4 側に切り替えられた場合 ( $i = 0$  の場合) には、蓄電部 3 へ電流が流れないため、取得される電流値が 0 となる。このため、ステップ S 6 において、取得された電流値が常に定格電流以下と判断される。この結果、一定時間の経過後にはステップ S 8 ~ S 1 0 を経て 1 つ目の発電電力出力部 2 の接続先が蓄電部 3 側に切り替えられることになる。

【 0 0 9 5 】

以上の処理が継続して実行されることにより、第 4 実施形態による太陽光発電システム 4 0 0 の蓄電部 3 の充電時における発電電力出力部 2 の接続切替処理が実施される。

【 0 0 9 6 】

第 4 実施形態では、上記のように、電流・電圧測定部 4 0 3 または各電流測定部 4 0 5 の測定結果に基づいて、切替回路部 2 2 による発電電力出力部 2 の接続先の切替（太陽光発電モジュール 2 1 の並列および直列接続の切替）が行われる。これにより、蓄電部 3 へ流れる電流値に応じて蓄電部 3 と発電電力出力部 2（太陽光発電モジュール 2 1）との接続を切り替えることができるので、蓄電部 3 の充電時に、蓄電部 3 の寿命を縮めるような過度の電流が流れるのを抑制することができる。このため、蓄電部 3 の長寿命化を図ることができる。

【 0 0 9 7 】

なお、第 4 実施形態において、電流・電圧測定部 4 0 3 と電流測定部 4 0 5 とは、いずれか一方が設けられていればよい。電流・電圧測定部 4 0 3 のみを設ける場合には、並列接続された複数の蓄電部 3 に流れる電流をまとめて測定できるため、装置構成を簡素化す

10

20

30

40

50

ることが可能である。一方、電流測定部 405 を設ける場合には、並列接続された各蓄電部 3 のそれぞれに実際に流れる電流値に基づいて発電電力出力部 2 (太陽光発電モジュール 21) の接続切替を行うことができる。すなわち、各蓄電部 3 の個体差を反映した、より厳密な接続切替を行うことができる。このため、蓄電部 3 に過度の電流が流れるのをより確実に抑制することができる。

【0098】

また、第 4 実施形態では、上記のように、制御部 401 は、電流・電圧測定部 403 または各電流測定部 405 により取得された電流値が定格電流以下の場合に発電電力出力部 2 を蓄電部 3 側に切り替えるとともに、取得された電流値が定格電流よりも大きい場合に発電電力出力部 2 をインバータ 4 側に切り替えるよう切替回路部 22 を制御する。このように構成することによって、取得された電流値が定格電流を超える場合には発電電力出力部 2 がインバータ 4 側に切り替えられるので、蓄電部 3 に過度の電流が流れるのを抑制することができるとともに、発電電力出力部 2 による発電電力をインバータ 4 側から一般負荷 60 へ供給し、余剰電力を電力系統 50 に逆潮流することができる。この結果、蓄電部 3 に過度の電流が流れるのを抑制しながら、発電電力出力部 2 による発電電力を効率的に利用することができる。

10

【0099】

また、第 4 実施形態では、上記のように、電流・電圧測定部 403 または各電流測定部 405 により取得された電流値が定格電流以下の場合に、制御部 401 は、充電用スイッチ 404 により発電電力出力部 2 と蓄電部 3 とを接続するとともに、発電電力出力部 2 の出力先を蓄電部 3 側に切り替えるように構成されている。また、電流・電圧測定部 403 または各電流測定部 405 により取得された電流値が定格電流よりも大きい場合に、制御部 401 は、充電用スイッチ 404 により発電電力出力部 2 と蓄電部 3 とを遮断するとともに発電電力出力部 2 の出力先をインバータ 4 側に切り替えるように構成されている。このように構成することによって、発電電力出力部 2 の出力先の切替に加えて充電用スイッチ 404 による発電電力出力部 2 と蓄電部 3 との接続および遮断を行うことができるので、蓄電部 3 に流れる電流が定格電流を超える場合に、即座に発電電力出力部 2 と蓄電部 3 とを遮断することができる。この結果、蓄電部 3 に過度の電流が流れるのをより確実に抑制することができる。

20

【0100】

また、第 4 実施形態では、上記のように、制御部 401 が、電流・電圧測定部 403 または各電流測定部 405 の測定結果(電流値)に基づいて、蓄電部 3 側に接続される発電電力出力部 2 の数(i)を制御するように構成されている。このように構成することによって、測定結果(電流値)に基づいて蓄電部 3 側に供給する電力を段階的に調節することができる。これにより、天候の変動など外的な要因により発電電力出力部 2 の出力が変動する場合にも、蓄電部 3 に対して適切な電力供給を行うことができる。

30

【0101】

なお、第 4 実施形態では、複数(3つ)の蓄電部 3 を並列に接続することによって、充電時に個々の蓄電部 3 に流れる電流値が大きくなるのを抑制することができる。このため、太陽光発電システム 400 では、天候の変動によって発電電力出力部 2 の出力が変動した場合にも、蓄電部 3 に流れる電流値が定格電流を超えにくくなっている。

40

【0102】

次に、図 11、図 13 および図 14 を参照して、第 4 実施形態による太陽光発電システム 400 の起動時の直列/並列切替確認処理について説明する。直列/並列切替確認処理は、ユーザにより太陽光発電システム 400 が立ち上げられた起動時に行われるシステムエラーチェックの一部として実施される。直列/並列切替確認処理は、切替回路部 22 による太陽光発電モジュール 21 の並列/直列切替動作、および、発電電力出力部 2 の接続先の切替動作が、各発電電力出力部 2 について正常に機能するか否かを確認する処理である。

【0103】

50

まず、図13のステップS21において、制御部401により充電用スイッチ404がオフされる。次に、ステップS22において、制御部401が切替回路部22の切替操作を行うことにより、全て(3つ)の発電電力出力部2の出力先がインバータ4側に切り替えられる。この際、発電電力出力部2の各太陽光発電モジュール21は、互いに直列接続される。そして、ステップS23において、電流・電圧測定部403により発電電力出力部2の電圧値(直列)が取得される。なお、図11に示すように、電流・電圧測定部403は蓄電部3側に設けられているので、出力先の切替が正常であれば取得される電圧値は0Vとなる。

#### 【0104】

次に、各発電電力出力部2の切替動作確認を個別に行うため、k番目の発電電力出力部2の切替動作確認を行う。このため、ステップS24では、最初の発電電力出力部2の切替動作確認を行うために制御部401によりkの値が「1」にセットされる。そして、ステップS25において制御部401が切替回路部22の切替操作を行うことにより、k番目の発電電力出力部2の出力先が蓄電部3側に切り替えられる。このとき、切り替えられた発電電力出力部2の各太陽光発電モジュール21は、互いに並列接続される。

#### 【0105】

そして、ステップS26において、電流・電圧測定部403により発電電力出力部2の電圧値が取得される。なお、図11に示すように、充電用スイッチ404がオフのままであるが、電流・電圧測定部403は充電用スイッチ404よりも発電電力出力部2側に設けられているので、出力先の切替が正常であれば、取得される電圧値は発電電力出力部2の開放端電圧となる。

#### 【0106】

ここで、ステップS27において、制御部401により、ステップS26で取得された電圧値が表示部411に表示されるとともに、ユーザにチェックを実行するか否かの問い合わせが行われる。具体的には、図14に示すように、「PV VOLTAGE \*\*\* V」(「\*\*\*」は電圧値)のメッセージと、カーソル(「>印」と、「SKIP?」および「CHECK?」の選択肢とが表示部411に表示される。ユーザは、操作部412のキーを押下してチェックを実行するか、チェックをスキップするかを選択する。

#### 【0107】

ステップS28では、制御部401により、チェックを実行するか否かが判断される。すなわち、操作部412を介してユーザによりチェックを行う指示が入力されたか否かが判断される。この結果、ユーザにより「CHECK」が選択された場合には、ステップS29に進み、出力先が蓄電部3側に切り替えられたk番目の発電電力出力部2のチェックが実施される。

#### 【0108】

ステップS29では、制御部401により、ステップS23で取得された電圧(直列)が0Vで、かつ、ステップS26で取得された電圧(並列)がある(0でない)か否かが判断される。上記のように、ステップS23で取得された電圧(直列)は、全ての発電電力出力部2の出力先をインバータ4側に切り替えたときの電圧であるので、出力先の切替が正常であれば電圧値は0となる。また、ステップS26で取得された電圧(並列)は、k番目の発電電力出力部2を蓄電部3側に切り替えた後に検出された電圧である。このため、k番目の発電電力出力部2を蓄電部3側に切り替える動作が正常に行われていれば、電圧値はk番目の発電電力出力部2の開放端電圧となる。これにより、k番目の発電電力出力部2の出力先をインバータ4側から蓄電部3側に切り替える動作が正常か否かが判断される。このステップS29において、電圧(直列)が0Vでない場合や電圧(並列)が0となる場合には、切替動作が正常に行われなかった可能性があるため、異常と判断されて処理が終了する(異常検出時のエラー処理に移行する)。電圧(直列)が0Vで、かつ、電圧(並列)が0Vでない場合には、切替が正常に実行されたことが確認され、ステップS30に進む。

#### 【0109】

なお、図 14 に示すように、ユーザにより「SKIP」が指示された場合には、ステップ S 29 を経ることなく、ステップ S 28 からステップ S 30 に進む。これは、たとえば夜間に太陽光発電システム 400 が起動された場合などには、各太陽光発電モジュール 21 は発電を行えないため、発電電力出力部 2 の電圧が検出されない。この場合、電圧（並列）が 0 V となることから、ステップ S 29 で異常と判断されることになる。したがって、ステップ S 27 において検出された電圧値を表示するとともにユーザにチェックを行うか否かを問い合わせることによって、ユーザは、夜間に太陽光発電システム 400 を起動して表示部 411 に表示された電圧値の表示が 0 V であることを確認した場合には、操作部 412 を操作して、直列 / 並列切替確認処理をスキップすればよい。

#### 【0110】

ステップ S 30 では、k 番目の発電電力出力部 2 の出力先がインバータ 4 側に切り替えられる。この結果、全ての発電電力出力部 2 の出力先がインバータ 4 側に切り替えられた状態に戻されることになる。そして、ステップ S 31 において、電流・電圧測定部 403 により電圧値（直列）が取得される。

#### 【0111】

次に、ステップ S 32 において、制御部 401 により、ステップ S 31 で取得された電圧値（直列）が 0 V か否かが判断される。上記のように、全ての発電電力出力部 2 の出力先がインバータ 4 側に切り替えられた状態では、電流・電圧測定部 403 により検出される電圧値（直列）は 0 V となる。このため、k 番目の発電電力出力部 2 を蓄電部 3 側からインバータ 4 側に切り替える動作が正常に行われていれば、電圧値は 0 V となる。電圧値（直列）が 0 V でない場合には、切替動作が正常に行われなかった可能性があるため、異常と判断される（異常検出時のエラー処理に移行する）。電圧（直列）が 0 V の場合には、切替が正常に実行されたことが確認され、ステップ S 33 に進む。なお、このステップ S 32 では、夜間に太陽光発電システム 400 が起動された場合（発電電力出力部 2 の電圧が 0 V になる場合）であっても異常と判断されることがないので、上記ステップ S 29 のようにユーザの操作指示に基づいてスキップする必要はない。

#### 【0112】

以上のように、k 番目の発電電力出力部 2 について、出力先をインバータ 4 側から蓄電部 3 側へ切り替える動作がステップ S 29 でチェックされ、出力先を蓄電部 3 側からインバータ 4 側へ切り替える動作がステップ S 32 でチェックされる。その後、ステップ S 33 において、制御部 401 により、全て（N 個）の発電電力出力部 2 について切替動作のチェックが行われたか否かが判断される。未チェックの発電電力出力部 2 が存在する場合（ $k < N$  の場合）には、ステップ S 34 に進み、k に「1」が加算（ $k = k + 1$ ）される。そして、ステップ S 25 に戻り、次の発電電力出力部 2（ $k + 1$  番目）についての切替動作チェックが実施される。異常と判断されることなく最後の発電電力出力部 2 のチェックが完了した場合（ $k = N$  の場合）には、ステップ S 33 で正常と判断され、直列 / 並列切替確認処理が終了する。

#### 【0113】

第 4 実施形態では、上記のように、制御部 401 が、電流・電圧測定部 403 により検出された電圧に基づいて、切替回路部 22 による接続状態の切替動作確認処理を行うことが可能なように構成されている。このように構成することによって、発電電力出力部 2 の出力先の切替と、直列接続および並列接続の切替とが正常に行われることを確認した上で、システムを作動させることができる。この結果、蓄電部 3 への充電やインバータ 4（電力系統 50 および一般負荷 60）側への電力供給を切り替え可能な太陽光発電システム 400 の信頼性を向上させることができる。

#### 【0114】

なお、第 4 実施形態のその他の効果は、上記第 3 実施形態と同様である。

#### 【0115】

（第 4 実施形態の変形例）

上記第 4 実施形態では、機械式のスイッチ回路 26 と電子式のスイッチ回路 27 とを含

10

20

30

40

50



む切替回路部 2 2 を備えた上記第 1 実施形態の発電電力出力部 2 を用いた例を示したが、この第 4 実施形態では、図 1 5 および図 1 6 に示す第 4 実施形態の第 1 変形例のように、切替回路部 2 2 d を含む発電電力出力部 2 d を用いてもよい。なお、以下の図 1 5 ~ 図 2 0 に示す第 1 ~ 第 4 変形例では、切替回路部以外の構成を簡略化して図示している。すなわち、図 1 5 ~ 図 2 0 では、図 1 1 の充放電スイッチ部 4 0 2 の図示を省略するとともに、蓄電部 3 を 1 つだけ設けた場合の例を示している。

【 0 1 1 6 】

図 1 5 に示すように、この第 4 実施形態の第 1 変形例による発電電力出力部 2 d の切替回路部 2 2 d は、1 0 個のスイッチ回路 2 3 を含んでいる。このスイッチ回路 2 3 は、機械式および電子式のいずれであってもよい。なお、発電電力出力部 2 d は、本発明の「第 1 発電電力出力部」の一例である。また、切替回路部 2 2 d は、本発明の「切替部」の一例である。

10

【 0 1 1 7 】

各スイッチ回路 2 3 は、太陽光発電モジュール 2 1 側の端子 2 3 a と直列接続時の端子 2 3 b との接続と、太陽光発電モジュール 2 1 側の端子 2 3 a と並列接続時の端子 2 3 c との接続とを選択的に切り替えることが可能である。図 1 5 に示すように、全てのスイッチ回路 2 3 において太陽光発電モジュール 2 1 側の端子 2 3 a と直列接続時の端子 2 3 b とを接続した場合に、5 つの太陽光発電モジュール 2 1 が互いに直列接続されるとともに、その直列接続された 5 つの太陽光発電モジュール 2 1 がインバータ 4 側に接続されるように構成されている。なお、この直列接続状態では、太陽光発電モジュール 2 1 は蓄電部 3 側とは電氣的に切断されている。

20

【 0 1 1 8 】

また、図 1 6 に示すように、全てのスイッチ回路 2 3 において太陽光発電モジュール 2 1 側の端子 2 3 a と並列接続時の端子 2 3 c とを接続した場合に、5 つの太陽光発電モジュール 2 1 が互いに並列接続されるとともに、その並列接続された太陽光発電モジュール 2 1 が蓄電部 3 側に接続されるように構成されている。なお、この並列接続状態では、太陽光発電モジュール 2 1 はインバータ 4 側とは電氣的に切断されている。

【 0 1 1 9 】

また、図 1 7 および図 1 8 に示す第 4 実施形態の第 2 変形例による発電電力出力部 2 a では、直列接続状態と並列接続状態との切替を行うためのスイッチ回路 2 4 と、発電電力出力部 2 a の接続先の切替を行うためのスイッチ回路 2 5 とを別個に切替回路部 2 2 a に設けている。なお、切替回路部 2 2 a は、本発明の「切替部」の一例であり、スイッチ回路 2 4 およびスイッチ回路 2 5 は、それぞれ、本発明の「第 1 スイッチ回路」および「第 2 スイッチ回路」の一例である。また、発電電力出力部 2 a は、本発明の「第 1 発電電力出力部」の一例である。

30

【 0 1 2 0 】

この第 4 実施形態の第 2 変形例では、各スイッチ回路 2 4 は、太陽光発電モジュール 2 1 側の端子 2 4 a と直列接続時の端子 2 4 b との接続と、太陽光発電モジュール 2 1 側の端子 2 4 a と並列接続時の端子 2 4 c との接続とを選択的に切り替えることが可能である。また、各スイッチ回路 2 5 は、太陽光発電モジュール 2 1 側の端子 2 5 a と直列接続時の端子 2 5 b との接続と、太陽光発電モジュール 2 1 側の端子 2 5 a と並列接続時の端子 2 5 c との接続とを選択的に切り替えることが可能である。

40

【 0 1 2 1 】

図 1 7 に示すように、全てのスイッチ回路 2 4 において太陽光発電モジュール 2 1 側の端子 2 4 a と直列接続時の端子 2 4 b とを接続した場合に、5 つの太陽光発電モジュール 2 1 が互いに直列接続され、全てのスイッチ回路 2 5 において太陽光発電モジュール 2 1 側の端子 2 5 a と直列接続時の端子 2 5 b とを接続した場合に、その直列接続された 5 つの太陽光発電モジュール 2 1 がインバータ 4 側に接続されるように構成されている。なお、この直列接続状態では、太陽光発電モジュール 2 1 は蓄電部 3 側とは電氣的に切断されている。

50

## 【0122】

また、図18に示すように、全てのスイッチ回路24において太陽光発電モジュール21側の端子24aと並列接続時の端子24cとを接続した場合に、5つの太陽光発電モジュール21が互いに並列接続されるとともに、全てのスイッチ回路25において太陽光発電モジュール21側の端子25aと並列接続時の端子25cとを接続した場合に、その並列接続された太陽光発電モジュール21が蓄電部3側に接続されるように構成されている。なお、この並列接続状態では、太陽光発電モジュール21はインバータ4側とは電氣的に切断されている。

## 【0123】

また、図19に示す第4実施形態の第3変形例による発電電力出力部2bでは、一部の太陽光発電モジュール21を並列接続して蓄電部3に接続可能なように切替回路部22bを構成している。具体的には、切替回路部22bでは、5つの太陽光発電モジュール21を並列接続するための回路上に、回路を遮断可能なスイッチ23dを設けている。図19では、図の右から1番目と2番目の太陽光発電モジュール21に対応する回路上に、スイッチ23dが設けられている。このスイッチ23dをオフ（回路を遮断）することにより、並列接続状態において、オフしたスイッチ23dに対応する太陽光発電モジュール21の発電電力を蓄電部3に供給しないようにすることが可能である。なお、図19の例では、直列接続状態においては、スイッチ23dのオン/オフに拘わらず、全て（5つ）の太陽光発電モジュール21が直列接続されてインバータ4に接続される。なお、切替回路部22bは、本発明の「切替部」の一例である。

## 【0124】

この第4実施形態の第3変形例では、天候などに応じてスイッチ23dのオン/オフを切り替えることにより、蓄電部3に過度の負担がかかるのを抑制することができる。たとえば、天候が曇りであり、各太陽光発電モジュール21の発電電力が小さい場合には、スイッチ23dをオンにすることにより、より早く蓄電部3の充電を行うことができる。また、天候が快晴であり、各太陽光発電モジュール21の発電電力が大きい場合には、スイッチ23dをオフにすることにより、一部（3つまたは4つ）の太陽光発電モジュール21の発電電力を用いて蓄電部3に過度の負担をかけずに蓄電部3の充電を行うことができる。尚、スイッチ23dを複数設ける場合には、全てのスイッチ23dを同時にオンまたはオフしてもよいし、個別にオン/オフを制御してもよい。

## 【0125】

また、この第4実施形態の第3変形例では、2つの太陽光発電モジュール21に対応する回路上にスイッチ23dを設けているが、1つ、または3つ以上の太陽光発電モジュール21に対してスイッチ23dを設けてもよい。たとえば、図19の4つの太陽光発電モジュール21に対応する回路上にそれぞれスイッチ23dを設けてもよい。この場合には、太陽光発電モジュール21を2～5個の任意の数の並列接続によって蓄電部3に電力供給を行うことが可能であるとともに、全てのスイッチ23dを同時にオフすることにより、1つの太陽光発電モジュール21から蓄電部3に電力供給を行うことも可能である。なお、このスイッチ23dは、図2および図3に示した第1実施形態による切替回路部22や、図4および図5に示した第1実施形態の変形例による切替回路部22eに設けてもよい。

## 【0126】

また、図20に示す第4実施形態の第4変形例による発電電力出力部2cでは、並列接続状態において、一部の太陽光発電モジュール21が他の太陽光発電モジュール21および蓄電部3やインバータ4と電氣的に分離されるように切替回路部22cを構成している。具体的には、切替回路部22cでは、図の右から1番目と2番目の太陽光発電モジュール21に対応する並列接続用の回路を設けていない。すなわち、図20の例では、並列接続状態において、3つの太陽光発電モジュール21の発電電力のみを蓄電部3に供給するように構成されている。なお、図20の例においても、直列接続状態においては、全て（5つ）の太陽光発電モジュール21が直列接続されてインバータ4に接続される。なお、

切替回路部 2 2 c は、本発明の「切替部」の一例である。

【0127】

この第 4 実施形態の第 4 変形例では、蓄電部 3 の充電の際に、蓄電部 3 に過度の負担がかかるのを抑制することができるとともに、スイッチ 2 3 d を設けない分、回路構成を簡略化することができる。なお、この第 4 実施形態の第 4 変形例の構成（並列接続状態において、一部の太陽光発電モジュール 2 1 が他の太陽光発電モジュール 2 1 および蓄電部 3 やインバータ 4 と電気的に分離される構成）は、図 2 および図 3 に示した第 1 実施形態の切替回路部 2 2 や、図 4 および図 5 に示した第 1 実施形態の変形例による切替回路部 2 2 e に適用してもよい。

【0128】

なお、図 8 に示した第 3 実施形態において発電電力出力部 2 の替わりに図 1 9 または図 2 0 に示した発電電力出力部 2 b または 2 c を用いた場合には、並列接続状態において、互いに並列接続された太陽光発電モジュール 2 1 は蓄電部 3 に接続され、電気的に分離された太陽光発電モジュール 2 1（以下、分離モジュールと呼ぶ）は、蓄電部 3 およびインバータ 4 のいずれからも分離されていることが好ましい。この理由を説明する。すなわち、仮に、分離モジュールをインバータ 4 に接続した場合には、発電電力出力部 2 0 1 と、発電電力出力部 2 0 1 の出力電圧よりも小さい分離モジュールとが同時にインバータ 4 に並列接続されることになる。この場合、発電電力出力部 2 0 1 の出力電圧が、分離モジュールの出力電圧に引きずられてしまうことに起因して、全体の出力電力のロスが生じてしまう。以上の理由により、分離モジュールは、蓄電部 3 およびインバータ 4 のいずれからも分離されていることが好ましい。なお、これは、第 3 実施形態の第 1 変形例（図 9 参照）および第 2 変形例（図 1 0 参照）においても同様である。

【0129】

また、上記第 4 実施形態では、3 つの発電電力出力部 2 の接続先の切替を各々の発電電力出力部 2 に含まれる 5 つの太陽光発電モジュール 2 1 に対して一括して行うように構成した例を示したが、図 2 1 に示す第 4 実施形態の第 5 変形例のように、上記第 4 実施形態の第 3 変形例で示した発電電力出力部 2 b（図 1 9 参照）を用いて、5 つの太陽光発電モジュール 2 1 のそれぞれと蓄電部 3 との接続および遮断を切り替えるように構成してもよい。なお、この第 4 実施形態の第 5 変形例では、発電電力出力部 2 b の 4 つの太陽光発電モジュール 2 1 にスイッチ 2 3 d を設けている。

【0130】

この第 4 実施形態の第 5 変形例による太陽光発電システム 4 5 0 では、2 つの発電電力出力部 2 と、スイッチ 2 3 d を有する 1 つの発電電力出力部 2 b とが設けられている。これにより、上記第 4 実施形態で示したように、制御部 4 5 1 により、電流・電圧測定部 4 0 3 の測定結果に基づいて、合計 3 つの発電電力出力部 2（発電電力出力部 2 b）の発電電力の出力先を個別に切り替えることが可能である。さらに、この第 4 実施形態の第 5 変形例では、制御部 4 5 1 がスイッチ 2 3 d の切替制御を行うことにより、発電電力出力部 2 b の 5 つの太陽光発電モジュール 2 1 のそれぞれと蓄電部 3 との接続を個別に切り替えることが可能なように構成されている。これにより、並列接続された 2 ~ 5 の任意の数の太陽光発電モジュール 2 1 から蓄電部 3 に電力供給を行うことが可能であるとともに、1 つの太陽光発電モジュール 2 1 から蓄電部 3 に電力供給を行うことが可能である。なお、制御部 4 5 1 は、本発明の「制御装置」の一例である。

【0131】

また、太陽光発電システム 4 5 0 では、蓄電部 3 が 1 つだけ設けられている。このため、上記第 4 実施形態と異なり、太陽光発電システム 4 5 0 の充放電スイッチ部 4 5 2 では、充電側分岐路 4 0 7、電流測定部 4 0 5 および放電側分岐路 4 0 8 などが設けられていない。

【0132】

第 4 実施形態の第 5 変形例による太陽光発電システム 4 5 0 では、たとえば 1 つの発電電力出力部 2 b の出力先を蓄電部 3 側に切り替えたときに蓄電部 3 に流れる電流値が蓄電

10

20

30

40

50

部 3 の定格電流を超える場合にも、蓄電部 3 に接続される太陽光発電モジュール 2 1 の数を切り替えることにより、蓄電部 3 側に供給される電力をさらに細かく調節することが可能である。特に、蓄電部 3 が 1 つだけ設置されているような場合には、3 つの蓄電部 3 が並列接続された上記第 4 実施形態と比較して蓄電部 3 に大きな電流が流れやすいので効果的である。なお、この太陽光発電モジュール 2 1 の切替（接続数の増減）についても、図 1 2 に示した切替処理と同様の処理を適用することが可能である。

#### 【 0 1 3 3 】

また、上記第 4 実施形態では、電流・電圧測定部 4 0 3 および 3 つの電流測定部 4 0 5 を設けた例を示したが、図 2 2 に示す第 4 実施形態の第 6 変形例のように、電流測定部 5 0 3 を備えた蓄電ユニット 5 0 2 を用いてもよい。

10

#### 【 0 1 3 4 】

この第 4 実施形態の第 6 変形例による太陽光発電システム 5 0 0 では、充放電スイッチ部 5 0 5 に並列接続された 3 つの蓄電ユニット 5 0 2 が設けられている。各蓄電ユニット 5 0 2 は、それぞれ、蓄電部 3 と、電流測定部 5 0 3 と、通信部 5 0 4 とを備えている。電流測定部 5 0 3 は、蓄電部 3 に流れる電流値を測定可能に構成されている。また、通信部 5 0 4 は、太陽光発電システム 5 0 0 の制御部 5 0 1 と相互に通信可能に構成されている。これにより、制御部 5 0 1 は、通信部 5 0 4 との通信によって、電流測定部 5 0 3 の測定結果（電流値）や、蓄電部 3 の残容量などの、蓄電ユニット 5 0 2 に関わる各種の情報を取得することが可能である。

20

#### 【 0 1 3 5 】

この第 4 実施形態の第 6 変形例では、制御部 5 0 1 が蓄電部 3 に流れる電流値を通信部 5 0 4 を介して取得することが可能であるので、充放電スイッチ部 4 0 2 に電流・電圧測定部 4 0 3 および電流測定部 4 0 5 を設ける必要がない。このため、電流測定部 5 0 3 および通信部 5 0 4 を内蔵する蓄電ユニット 5 0 2 を用いることにより、充放電スイッチ部 5 0 5 の構成を簡素化することができる。

#### 【 0 1 3 6 】

なお、この第 4 実施形態の第 6 変形例では、インバータ 4 と電力系統 5 0 とが接続されておらず、インバータ 4 は一般負荷 6 0 とのみ接続されている。したがって、この太陽光発電システム 5 0 0 は、発電電力出力部 2 の発電電力を電力系統 5 0 側へ逆潮流しないように構成され、発電電力出力部 2 の発電電力が一般負荷 6 0 にのみ供給されるように構成されている。このように、発電電力出力部 2 の発電電力を電力系統 5 0 側へ逆潮流せず、発電電力出力部 2 の発電電力を施設内の設備（一般負荷 6 0 ）にのみ供給するようにしてもよい。

30

#### 【 0 1 3 7 】

（第 5 実施形態）

次に、図 1 1、図 2 1、図 2 2 および図 2 3 を参照して、本発明の第 5 実施形態による発電システム（太陽光発電システム）の発電電力出力部 2 の切替制御について説明する。この第 5 実施形態では、取得された電流値が蓄電部 3 の定格電流を超えるか否かに基づいて発電電力出力部 2 と蓄電部 3 との接続切替制御を行うように構成した上記第 4 実施形態に加えて、発電電力出力部 2 を蓄電部 3 側に切り替えた場合に予測される予測電流値を算出し、この予測電流値に基づいて発電電力出力部 2 の切替制御を行うように構成した例について説明する。

40

#### 【 0 1 3 8 】

以下、第 5 実施形態による太陽光発電システムの蓄電部 3 の充電時における発電電力出力部 2 の接続切替処理について説明する。なお、太陽光発電システムの装置構成としては、第 4 実施形態（図 1 1 参照）、第 4 実施形態の第 5 変形例（図 2 1 参照）および第 6 変形例（図 2 2 参照）のいずれの構成であってもよいので、ここでは、図 1 1 に示す太陽光発電システム 4 0 0 に第 5 実施形態による太陽光発電システムの接続切替処理を適用した例を示す。また、第 5 実施形態による太陽光発電システムに用いる発電電力出力部（切替回路部）としては、図 2 ~ 図 5、および、図 1 5 ~ 図 2 0 に示した発電電力出力部（切替

50

回路部)のうちいずれを用いてもよい。

【0139】

まず、図23のステップS41において、充電用スイッチ404がオン(閉)される。これにより、発電電力出力部2の接続先を蓄電部3側に切り替えれば、充電を始めることができる。

【0140】

ステップS42において、制御部401は、蓄電部3側に接続する発電電力出力部2の数*i*を「1」にセットする。そして、ステップS43において、制御部401により、1つ目(*i* = 1)の発電電力出力部2の接続先が蓄電部3側に切り替えられる。この結果、接続された発電電力出力部2から蓄電部3側へ電力が供給され充電が開始される。この際、電流・電圧測定部403および各電流測定部405では、蓄電部3へ流れる電流値が測定される。続いて、ステップS44において、制御部401により、経過時間の計測が開始される。

10

【0141】

ステップS45において、制御部401により、予測電流値の算出のための最大電流値が「0」にセットされる。次に、ステップS46において、制御部401により、電流・電圧測定部403または各電流測定部405により測定された電流値が取得される。ここで、電流・電圧測定部403から電流値を取得する場合には、測定された電流値を並列接続された蓄電部3の数*N*(ここでは、*N* = 3)で割ることにより、電流値が取得される。また、各電流測定部405から電流値を取得する場合には、測定された電流値をそのまま取得する。

20

【0142】

ステップS47では、制御部401により、取得された電流値が蓄電部3の定格電流値以下かどうか判断される。取得された電流値が定格電流値以下の場合にはステップS48に進み、取得された電流値が定格電流値を超える場合にはステップS57に移行する。なお、各電流測定部405から電流値を取得する場合には、各電流測定部405で取得された電流値の全てが蓄電部3の定格電流値以下の場合にステップS48に進み、一つでも超えるものがあればステップS57に進む。

【0143】

ステップS57からステップS60までの処理は、上記第4実施形態のステップS11~S14までと同じ処理であるので、説明は省略する。

30

【0144】

ステップS48では、制御部401により、取得された電流値が最大電流値よりも大きいか否かが判断される。取得された電流値が最大電流値よりも大きい場合には、ステップS49に進み、制御部401がその電流値を最大電流値としてセットする。取得された電流値が最大電流値以下の場合には、その電流値をセットすることなくステップS50に進む。

【0145】

ステップS50では、ステップS24における経過時間計測を開始してから、一定時間(たとえば、2分間)経過したか否かが判断される。一定時間経過していない場合には、ステップS46に戻る。一定時間経過すると、ステップS51に進む。このため、ステップS46~S50の間を一定時間の間ループすることにより、この一定時間の間継続的に電流値が定格電流を超えないことを確認するとともに、一定時間の間に取得された電流値の最大値(最大電流値)がセットされる。なお、上記のように蓄電部3の定格電流を超える電流値が検出された場合には、ステップS57~S60へと移行するので、最大電流値はセットされない。つまり、最大電流値は、定格電流を超えない場合に電流・電圧測定部403または各電流測定部405により取得された最大の電流値となる。

40

【0146】

一定時間経過するまでの間、取得された電流値が蓄電部3の定格電流を超えなかった場合には、ステップS51において、発電電力出力部2を蓄電部3側に切り替えることがで

50

きるか否か ( $i < N$ か?) が判断される。蓄電部 3 側に接続された発電電力出力部 2 の数  $i$  が  $N$  と一致する場合、それ以上の発電電力出力部 2 を蓄電部 3 側に切り替えることはできないので、ステップ S 4 4 に戻る。

【0147】

蓄電部 3 側に接続された発電電力出力部 2 の数  $i$  が  $N$  よりも小さい場合 (まだ切り替えられる場合) には、ステップ S 5 2 に進み、すべての発電電力出力部 2 がインバータ 4 側に接続されているか否か ( $i = 0$ か?) が判断される。蓄電部 3 側に接続されている発電電力出力部 2 がある場合には、ステップ S 5 3 に進み、電流・電圧測定部 4 0 3 または各電流測定部 4 0 5 により測定された最大電流値に基づく予測電流値の算出が行われる。

【0148】

このステップ S 5 3 では、制御部 4 0 1 により、予測電流値 = 最大電流値 + (最大電流値  $\div i$ ) が算出される。すなわち、各発電電力出力部 2 の出力電力が同じと仮定すれば、たとえば 2 つの発電電力出力部 2 が蓄電部 3 側に接続されている場合 ( $i = 2$ ) に 3 つ目の発電電力出力部 2 を蓄電部 3 側に接続すると、電流値が (電流値  $\div 2$ ) だけ増加する (電流値が  $(1 + 1 / i = 3 / 2)$  倍になる) と予測される。ここで、次の発電電力出力部 2 を蓄電部 3 側に接続した場合に蓄電部 3 の定格電流を超えるか否かを判断したいので、所定時間内に測定された最大電流値を予測電流値の算出に用いている。これにより、次の発電電力出力部 2 を蓄電部 3 側に接続した場合に、最大で予測電流値程度の電流値が蓄電部 3 に流れることが予測される。

【0149】

予測電流値が算出されると、ステップ S 5 4 に進み、制御部 4 0 1 により、算出された予測電流値が蓄電部 3 の定格電流以下か否かが判断される。予測電流値が定格電流を超える場合には、次の発電電力出力部 2 を蓄電部 3 側に接続した場合に電流値が定格電流を超える可能性が高いので、発電電力出力部 2 を蓄電部 3 側に切り替えることなくステップ S 4 4 に戻る。

【0150】

一方、ステップ S 5 4 で予測電流値が定格電流以下と判断された場合には、ステップ S 5 5 に進み、蓄電部 3 側に接続する発電電力出力部 2 の数  $i$  を「1」加算し、ステップ S 5 6 で加算された  $i$  番目の発電電力出力部 2 が蓄電部 3 側に切り替えられる。なお、ステップ S 5 2 ですべての発電電力出力部 2 がインバータ 4 側に接続されている ( $i = 0$ ) と判断された場合には、蓄電部 3 側に電流が流れていないことになるので、予測電流値の算出を行うことなくステップ S 5 5 および S 5 6 に進む (1 つ目の発電電力出力部 2 が蓄電部 3 側に切り替えられる)。

【0151】

その後、ステップ S 4 4 に戻り、経過時間計測がリセットされて、再度時間計測が開始される。また、ステップ S 4 5 で最大電流値もリセット (「0」にセット) される。

【0152】

以上の処理が継続して実行されることにより、第 5 実施形態による太陽光発電システムの蓄電部 3 の充電時における発電電力出力部 2 の接続切替処理が実施される。

【0153】

第 5 実施形態では、上記のように、電流・電圧測定部 4 0 3 または各電流測定部 4 0 5 の測定結果に基づいて、発電電力出力部 2 の接続先を蓄電部 3 側に切り替えた場合に蓄電部 3 へ流れる予測電流値を算出するとともに、予測電流値に基づいて発電電力出力部 2 を蓄電部 3 側に切り替えるか否かを判断する。このように構成することによって、発電電力出力部 2 の接続先を蓄電部 3 側に切り替えた場合に蓄電部 3 の定格電流を超えることが予め予測できる場合に、接続先の切替を行わなくて済む。このため、不必要な切替動作を減少させてシステムの信頼性を向上させることができるとともに、蓄電部 3 の定格電流を超える (ことが予測される) 場合には、予め蓄電部 3 に過大な電流が流れるのを防止することができるので、蓄電部 3 の長寿命化を図ることができる。

【0154】

10

20

30

40

50



直流変換を行う（直流電圧を昇圧または降圧する）DC - DCコンバータや、交流 - 交流変換を行う（交流の周波数を変換する）サイクロコンバータであってもよい。尚、交流 - 交流変換がなされる場合とは、例えば風力発電など交流電力を発電するような発電モジュールを用いた場合である。

【0161】

また、上記第1～第3実施形態およびそれらの変形例では、蓄電部3を1つ設けた例について説明したが、本発明はこれに限らず、蓄電部3を複数設けてもよい。また、複数の蓄電部を直列または並列に接続してもよい。

【0162】

また、上記第1～第5実施形態およびそれらの変形例では、インバータ4が電力系統50に接続される例について説明したが、本発明はこれに限らず、電力系統50に接続されていなくてもよい。また、需要家内配線と電力系統との接続点付近などに逆潮流を制限するための逆潮流防止装置を設けてもよい。この場合、ダイオード10を省略することができる。

10

【0163】

また、蓄電部3に過充電・過放電などを抑制する制御を行う制御装置を設けてもよい。さらにこのような制御装置を介して蓄電部3と発電電力出力部2や特定負荷70と接続してもよい。

【0164】

また、スイッチ23を駆動するための電源については、たとえば、切替回路部22のスイッチ23を駆動するための電力を蓄電部3から供給してその電力によってスイッチ23を切り替える構成にしてもよいし、電力系統50からの電力が供給されている場合にその電力を用いて直列側に接続し、電力系統50が停電して切替回路部22に電力が供給されなくなった場合に自動的に並列側に切り替わるように構成してもよい。どちらの構成にしても、停電時に並列側に切り替えることが可能である。

20

【0165】

また、直並列の接続方法の一例として、複数の発電モジュール（太陽光発電モジュール21）の少なくとも一部分が互いに直列接続され、複数の発電モジュールがインバータに接続される直列接続状態と、直列接続される発電モジュールの少なくとも一部が互いに並列接続され、その並列接続された発電モジュールが蓄電部に接続される並列接続状態とに切り替えるように構成してもよい。

30

【0166】

また、上記第1実施形態および第1実施形態の変形例では、「機械式スイッチ回路」の一例が接点切替部とコイルとを含むリレースイッチである例を説明したが、本発明はこれに限られない。機械式スイッチ回路は、機械的に接点が切り替わるタイプのスイッチであればリレースイッチ以外の他のスイッチ回路でもよい。

【0167】

また、上記第1実施形態および第1実施形態の変形例では、「電子式スイッチ回路」の一例がFETスイッチである例を説明したが、本発明はこれに限られない。電子式スイッチ回路は、無接点で電子的に切替可能なスイッチであれば、FETスイッチ以外のバイポーラトランジスタなどの他のスイッチ素子や複数の半導体素子を組み合わせたスイッチ回路でもよい。

40

【0168】

また、上記第4および第5実施形態では、発電電力出力部2の接続切替処理において発電電力出力部2を1つずつ切り替えるように構成した例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、複数の発電電力出力部を一度に切り替えるようにしてもよい。また、たとえば、一度に切り替える発電電力出力部の数を1、2、4、8・・・と増やすようにしてもよい。

【0169】

また、上記第4および第5実施形態では、蓄電部3の定格電流を基準として発電電力出

50



力部 2 の接続先の切り替える旨を説明したが、この基準は蓄電部 3 の定格電流に限られるものではない。たとえば、充放電スイッチ部 5 0 5 の定格電流を基準とすることもできる、つまり任意の値である。

【 0 1 7 0 】

また、上記第 4 実施形態では、切替回路部 2 2 による接続状態の切替動作確認処理において、夜間など発電電力出力部 2 の電圧値を検出できない場合のために、電圧値を表示部 4 1 1 に表示するとともに、チェックを実行するか否かの問い合わせをユーザに対して行うように構成した例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、照度計を設け、測定された照度に基づいて夜間か否か（発電可能な光照射があるか否か）を判断し、発電不可能な場合にはチェックをスキップするように構成してもよい。この場合には、チェックを実行するか否かをユーザに問い合わせる必要がない。

10

【符号の説明】

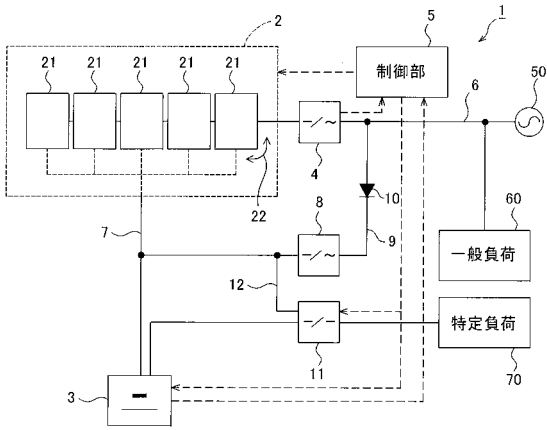
【 0 1 7 1 】

- 1、1 a、1 0 0、2 0 0、2 5 0、3 0 0、4 0 0、4 5 0、5 0 0 太陽光発電システム（発電システム）
- 2、2 a、2 b、2 c、2 d、2 e 発電電力出力部（第 1 発電電力出力部）
- 2 1 太陽光発電モジュール（発電モジュール）
- 2 2、2 2 e、2 2 f、2 2 g 切替回路部（切替部、切替回路）
- 2 2 a、2 2 b、2 2 c、2 2 d 切替回路部（切替部）
- 2 3 スイッチ回路
- 2 4 スイッチ回路（第 1 スイッチ回路）
- 2 5 スイッチ回路（第 2 スイッチ回路）
- 2 6 スイッチ回路（機械式スイッチ回路）
- 2 7、2 7 1 スイッチ回路（電子式スイッチ回路）
- 3 蓄電部
- 4 インバータ（電力変換器）
- 5、5 a、3 0 1 制御部
- 5 0 電力系統
- 6 0 一般負荷
- 7 0 特定負荷（負荷）
- 2 0 1 発電電力出力部（第 2 発電電力出力部）
- 2 6 1 スイッチ回路（第 1 スイッチ回路、機械式スイッチ回路）
- 2 6 2 スイッチ回路（第 2 スイッチ回路、機械式スイッチ回路）
- 4 0 1、4 5 1、5 0 1 制御部（制御装置）
- 4 0 3 電流・電圧測定部（電流測定部、電圧検出部）
- 4 0 4 充電用スイッチ（充電用スイッチ回路）
- 4 0 5、5 0 3 電流測定部

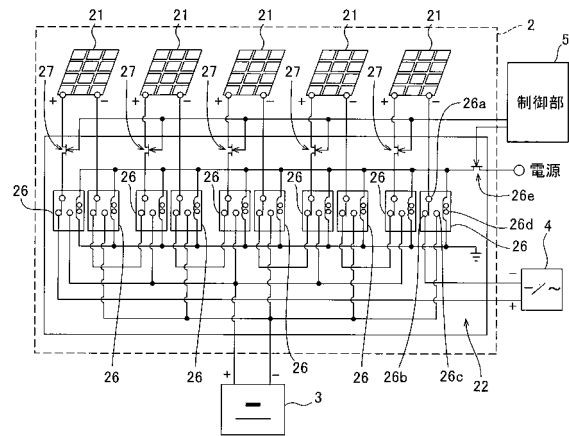
20

30

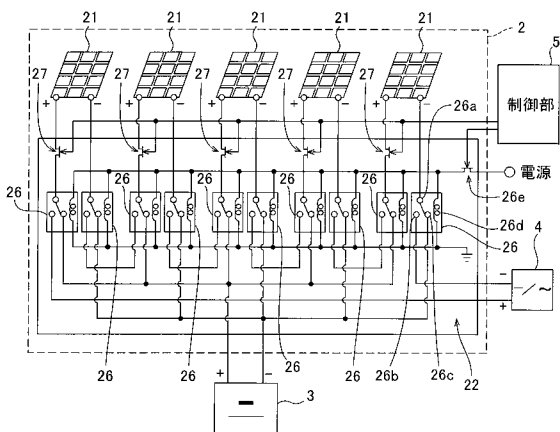
【図1】



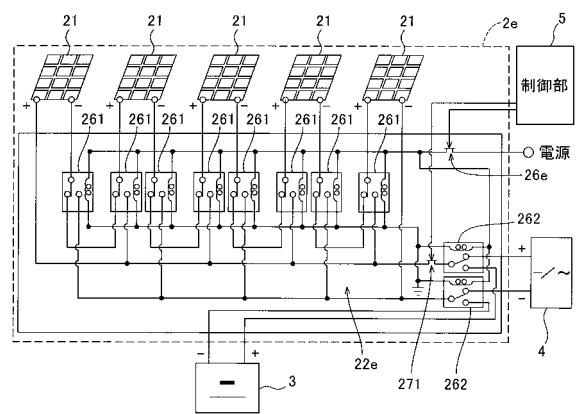
【図2】



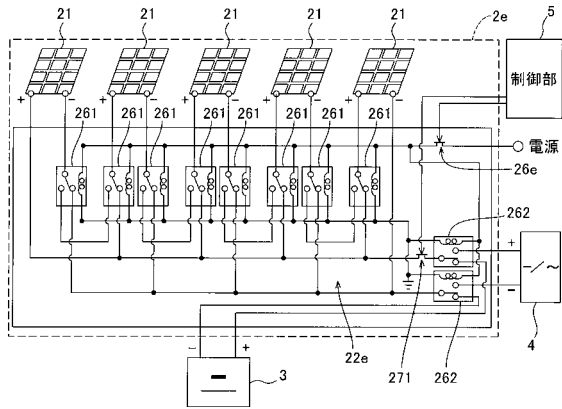
【図3】



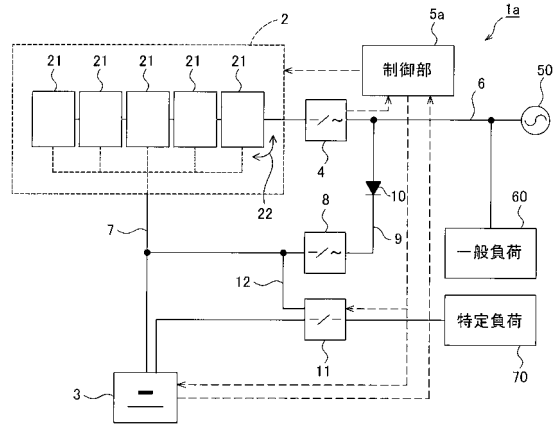
【図4】



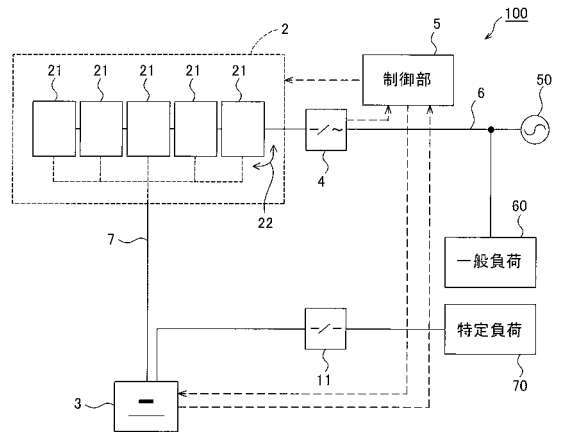
【図5】



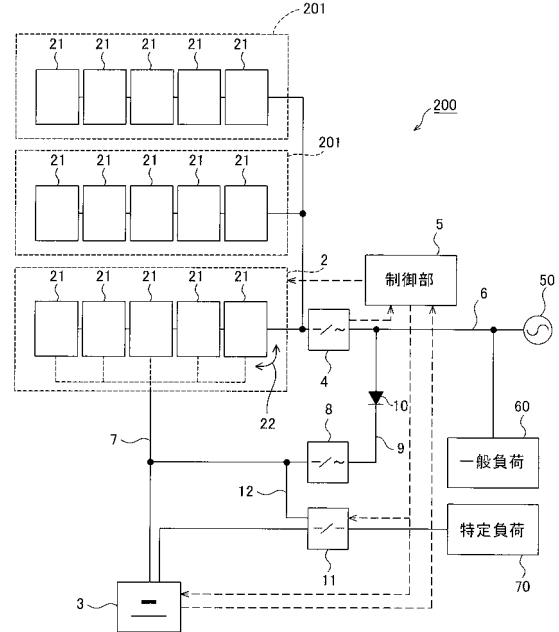
【図6】



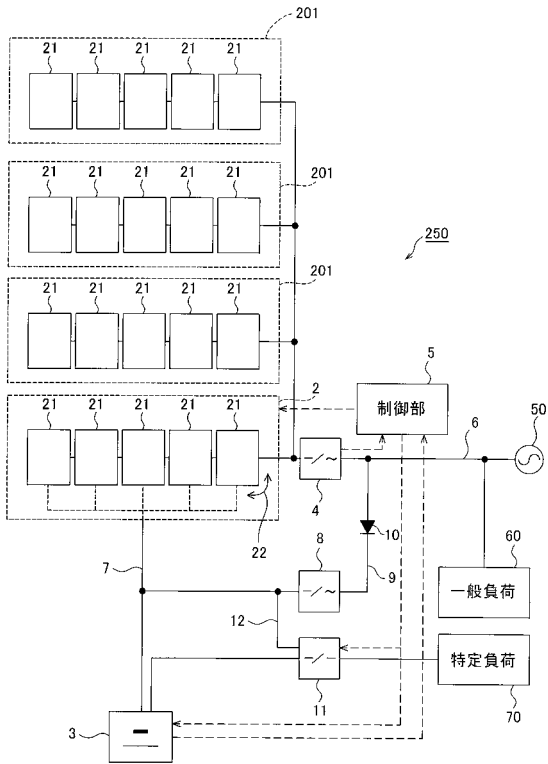
【図7】



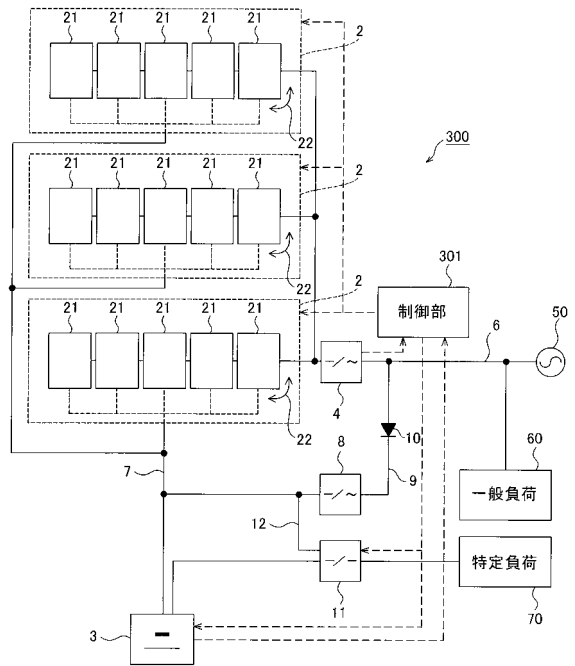
【図8】



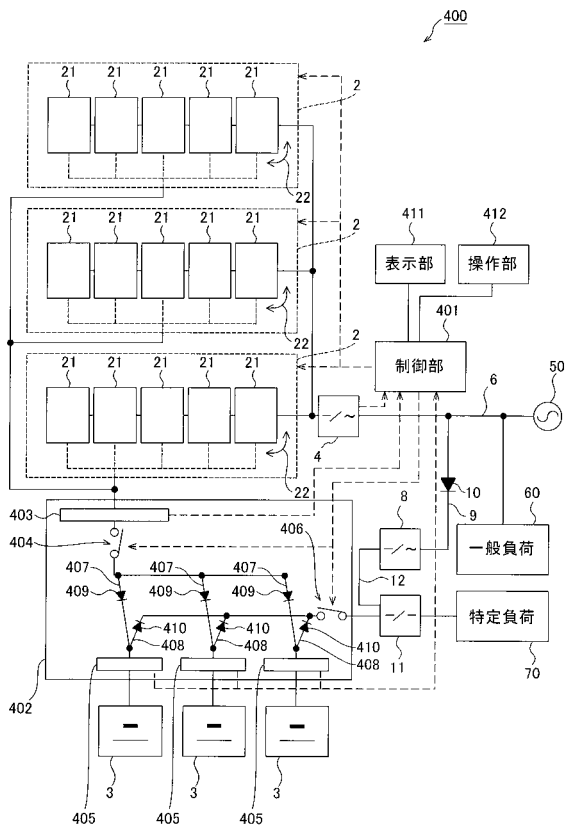
【図 9】



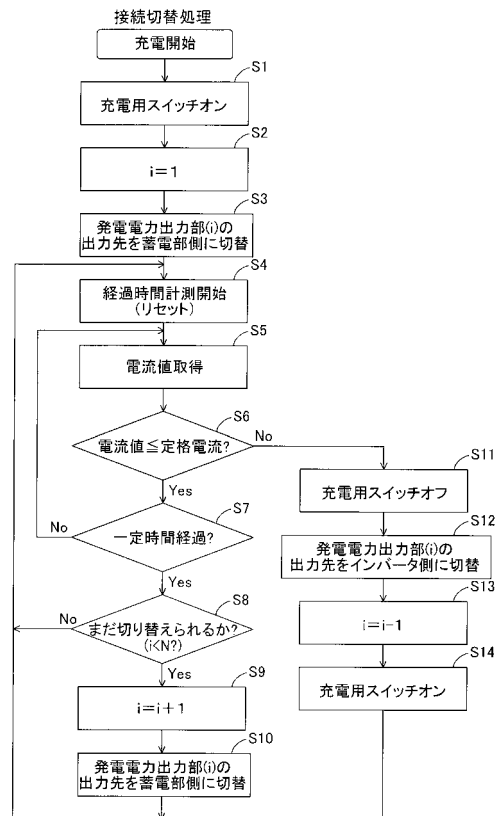
【図 10】



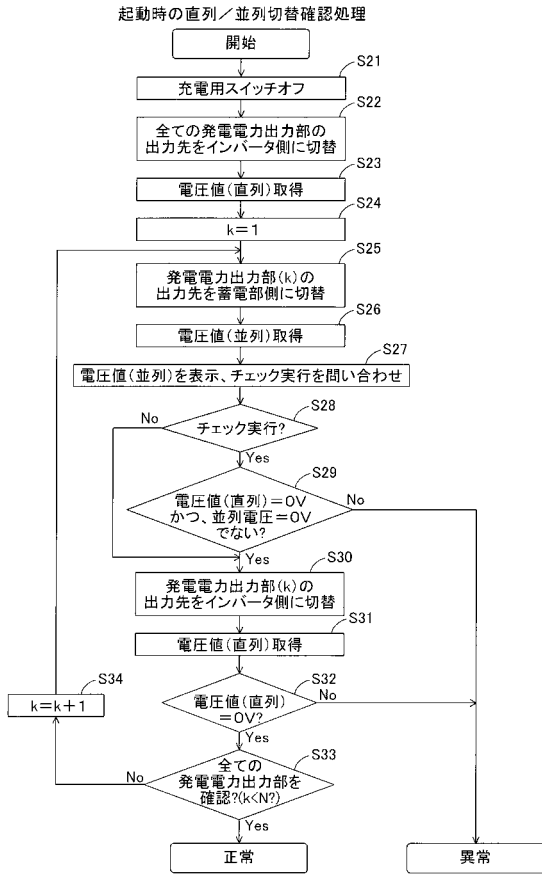
【図 11】



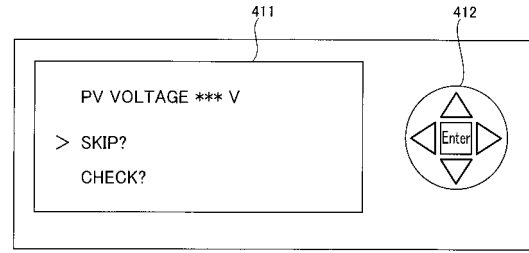
【図 12】



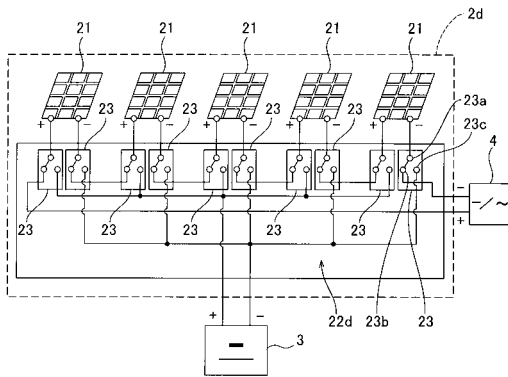
【 図 1 3 】



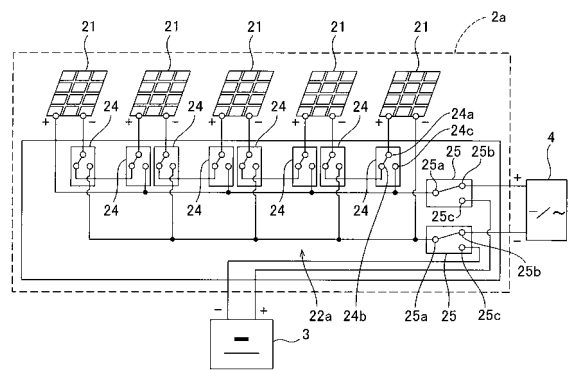
【 図 1 4 】



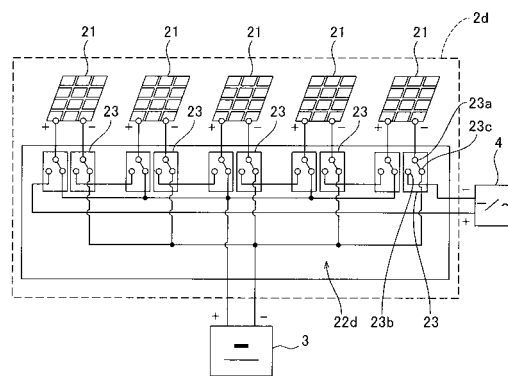
【 図 1 5 】



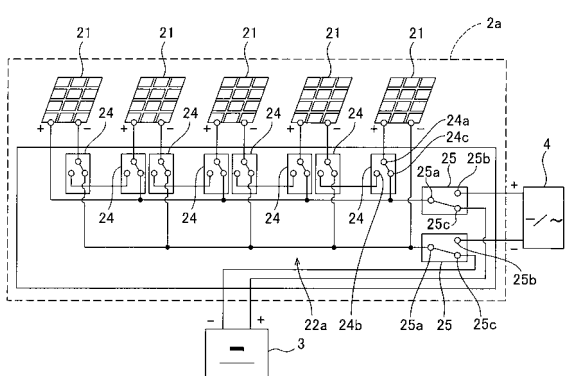
【 図 1 7 】



【 図 1 6 】

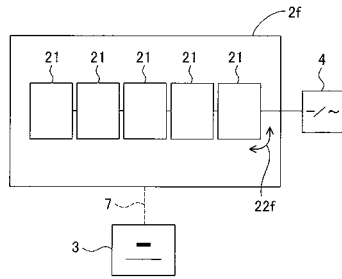


【 図 1 8 】

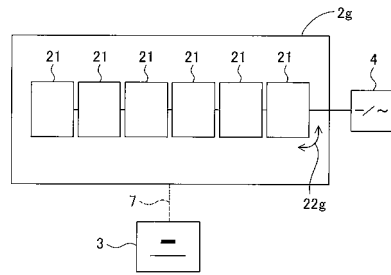




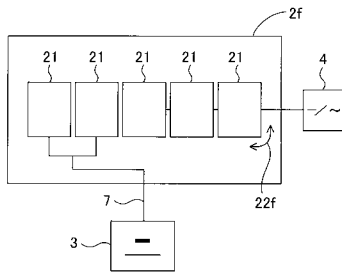
【 図 2 4 】



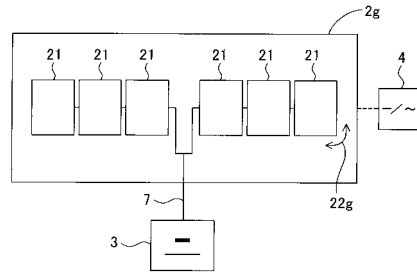
【 図 2 6 】



【 図 2 5 】



【 図 2 7 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5F151 AA05 AA08 JA07 JA12 JA28 KA04 KA05  
5G503 AA06 BA01 BB01 CA01 CA11 CC02 DA04 FA08 GA01 GB03  
GD03  
5H030 AS03 BB01 BB07 BB21 FF42