

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5541982号  
(P5541982)

(45) 発行日 平成26年7月9日(2014.7.9)

(24) 登録日 平成26年5月16日(2014.5.16)

(51) Int.Cl.	F 1		
H02J 1/12	(2006.01)	H02J	1/12
H02J 3/38	(2006.01)	H02J	3/38
H02J 7/35	(2006.01)	H02J	7/35
G05F 1/67	(2006.01)	G05F	1/67

請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2010-145722 (P2010-145722)  
 (22) 出願日 平成22年6月28日 (2010.6.28)  
 (65) 公開番号 特開2012-10531 (P2012-10531A)  
 (43) 公開日 平成24年1月12日 (2012.1.12)  
 審査請求日 平成25年4月1日 (2013.4.1)

(73) 特許権者 000005049  
 シャープ株式会社  
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
 (74) 代理人 100114476  
 弁理士 政木 良文  
 (72) 発明者 佐藤 克彦  
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
 シャープ株式会社内

審査官 坂東 博司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】直流配電システム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

負荷装置に直流電力を供給する直流配電系統と、  
 前記直流配電系統に太陽光発電装置の発電電力を電圧変換して供給する第1電力変換装置と、  
 前記直流配電系統に常時接続された電力貯蔵装置と前記直流配電系統との間で電圧変換して、少なくとも前記電力貯蔵装置側から前記直流配電系統側へ電力供給する第2電力変換装置と、  
 を備えた直流配電システムであって、

前記電力貯蔵装置に前記太陽光発電装置の発電電力を電圧変換して供給する第3電力変換装置を備えることを特徴とする直流配電システム。

## 【請求項2】

前記第1電力変換装置が動作可能な前記太陽光発電装置の出力電圧の第1出力電圧範囲の下限値が、前記第3電力変換装置が動作可能な前記太陽光発電装置の出力電圧の第2出力電圧範囲の下限値より高く、

前記第3電力変換装置は、前記太陽光発電装置の出力電圧が前記第1出力電圧範囲内に設定された所定の第1閾値電圧以下になると動作を開始することを特徴とする請求項1に記載の直流配電システム。

## 【請求項3】

前記太陽光発電装置の出力電圧に応じて前記第3電力変換装置の運転開始及び運転停止

10

20

の制御を行う第1動作制御部を備えることを特徴とする請求項2項に記載の直流配電システム。

**【請求項4】**

前記第3電力変換装置は、前記第1電力変換装置が動作している場合であって、前記直流配電系統の電圧が所定の第2閾値電圧以上の場合に動作することを特徴とする請求項1～3の何れか1項に記載の直流配電システム。

**【請求項5】**

前記直流配電系統の電圧に応じて前記第3電力変換装置の運転開始及び運転停止の制御を行う第2動作制御部を備えることを特徴とする請求項4項に記載の直流配電システム。

**【請求項6】**

交流系統と前記直流配電系統との間で電力変換して、一方側から他方側へ電力供給する第4電力変換装置を備え、

前記第2電力変換装置が、前記直流配電系統側から前記電力貯蔵装置側へ電力供給可能に構成されていることを特徴とする請求項1～5の何れか1項に記載の直流配電システム。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明は、負荷装置に直流電力を供給する直流配電系統と、直流配電系統に太陽光発電装置の発電電力を電圧変換して供給する第1電力変換装置と、直流配電系統に常時接続された電力貯蔵装置と直流配電系統との間で電圧変換して、少なくとも電力貯蔵装置側から直流配電系統側へ電力供給する第2電力変換装置と、を備えた直流配電システムに関する。

**【背景技術】**

**【0002】**

従来の直流配電システムには、例えば、図7に示すように、負荷ユニット106に電力を供給する直流配電系統ESD、系統連系ユニット101、電力貯蔵ユニット102、フライホイールユニット103、風力発電ユニット104及び太陽光発電ユニット105を備えたものがある（例えば、特許文献1参照）。

**【0003】**

尚、系統連系ユニット101は、図示しないが、直流配電系統ESDの電力を電力変換して交流系統ESAに供給するDC-A/Cインバータと交流系統ESAの電力を電力変換して直流配電系統ESDに供給するA/C-D/Cコンバータとを備えて構成されている。また、電力貯蔵ユニット102は、図示しないが、電力貯蔵装置と、電力貯蔵装置と直流配電系統ESDとの間で電圧変換して、一方側から他方側へ電力供給する電力変換装置とを備えて構成されている。同様に、フライホイールユニット103は、図示しないが、フライホイールと、フライホイールと直流配電系統ESDとの間で電圧変換して、一方側から他方側へ電力供給する電力変換装置とを備えて構成されている。風力発電ユニット104は、図示しないが、風力発電装置と、直流配電系統ESDに風力発電装置の発電電力を電圧変換して供給する電力変換装置を備えて構成されている。太陽光発電ユニット105は、図示しないが、太陽光発電装置と、直流配電系統ESDに太陽光発電装置の発電電力を電圧変換して供給する電力変換装置を備えて構成されている。

**【0004】**

ここで、図8は、従来の太陽光発電システム110の構成を示している。尚、図7に示す直流配電システム100における太陽光発電ユニット105の構成及び動作は、図8に示す太陽光発電システム110の太陽光発電装置111及びDC-D/Cコンバータ112の構成及び動作と同じである。

**【0005】**

図8に示すように、従来の太陽光発電システム110は、太陽光発電装置111と、太陽光発電装置111の発電電力を電圧変換して直流配電系統ESDに供給するDC-D/C

10

20

30

40

50

コンバータ112と、直流配電系統 ESD の電力を電圧変換して交流系統ESAに供給するDC-ACインバータ113とを備えて構成されている（例えば、特許文献2参照）。

#### 【0006】

太陽光発電装置111は、建物の屋根等に配設された複数枚の太陽電池モジュールを直列に接続して構成されており、太陽光を直接電気エネルギーに変換して直流電力を発生させる。ここで、図9は、日照量と、太陽光発電装置111の出力電圧と出力電流の関係例を示している。図9において、曲線CV1～曲線CV3は夫々、日照量別のIV特性例を示しており、曲線CV1は日照量が少ない場合を、曲線CV2は通常の日照量の場合を、曲線CV3は日照量が多い場合を夫々示している。

#### 【0007】

尚、太陽電池モジュールは、受光面の放射照度（日射照度）やモジュールの温度の変化に応じて、発生電流（短絡電流）が生じ、出力電圧が変化する。太陽電池モジュールは直列に接続されているが、例えば、日射照度が特に低い太陽電池モジュールがあると抵抗となつて損失が発生するため、ダイオードを各太陽電池モジュールに並列に接続して損失の発生を抑制している。このため、日射照度が特に低い太陽電池モジュールがあると、日射照度が特に低い太陽電池モジュールに並列に接続されたダイオードに電流の大部分が流れ、太陽光発電装置111全体の出力電圧が低下する。

#### 【0008】

DC-DCコンバータ112は、太陽光発電装置111の出力電圧を所定の直流電圧に変換する。DC-DCコンバータ112は、日射量が変動した場合であっても太陽光発電装置111が最大電力を出力するように最大電力追尾制御（MPPT制御）を行う。DC-DCコンバータ112は、具体的には、太陽光発電装置111の出力電流Ipoと出力電圧Vpoを検出し、 $I_{po} \times V_{po}$ が最大となるように制御する。例えば、日照量が図9に示す曲線CV3の場合、出力電流 $I_{po} = I_p$ 、出力電圧 $V_{po} = V_p$ となる点で動作する。

#### 【0009】

尚、DC-DCコンバータ112には、直流配電系統ESDの過電圧防止のために定電圧運転開始電圧 $V_{pv\_max}$ が設定されている。直流配電系統ESDの電圧 $V_{bus}$ が定電圧運転開始電圧 $V_{pv\_max}$ より小さい場合はMPPT制御を行い、電圧 $V_{bus}$ が定電圧運転開始電圧 $V_{pv\_max}$ より大きくなつた場合は、MPPT制御を停止し、電圧 $V_{bus}$ が定電圧運転開始電圧 $V_{pv\_max}$ を超えないように出力電圧値が一定の値となるように動作する定電圧動作に移行する。

#### 【0010】

DC-ACインバータ113は、電力変換するスイッチング回路と、スイッチング回路を制御するPWM制御回路を備えて構成されており、出力電流を調整して、入力電圧と出力電圧を一定に保つように動作する。

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0011】

【特許文献1】特開2003-339118号公報

【特許文献2】特開平6-309047号公報

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0012】

ところで、従来の太陽光発電システム110において、DC-DCコンバータ112は、DC-ACインバータ113の入力電圧が通常太陽光発電装置111の発電電力よりも高いことから、昇圧動作を行つてゐる。DC-DCコンバータ112の昇圧動作には、動作可能な太陽光発電装置111の出力電圧の範囲（第1出力電圧範囲）がある。太陽光発電装置111の発電電力が第1出力電圧範囲の下限値より小さくなると、DC-DCコンバータ112は、太陽光発電装置111の出力電圧をDC-ACインバータ113の入力

10

20

30

40

50

電圧まで昇圧できずに動作停止する。

【0013】

太陽光発電システム110では、太陽光発電装置111が複数枚の太陽電池モジュールを直列に接続して構成されていることから、例えば、一部の太陽電池モジュールが時間帯によって樹木の影になる場合には、太陽光発電装置111の出力電圧は低下する。太陽光発電装置111の出力電圧が低下して第1出力電圧範囲の下限値より小さくなると、DC-D Cコンバータ112が停止し、発電電力は直流配電系統E S Dに供給されなくなる。即ち、上述した直流配電システム100及び太陽光発電システム110では、一部の太陽電池モジュールが発電不足に陥った場合に、他の太陽電池モジュールの発電電力が十分であっても、有効に利用できないという問題があった。

10

【0014】

本発明は上記の問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、太陽光発電装置の発電電力をより有効に利用できる直流配電システムを提供する点にある。

【課題を解決するための手段】

【0015】

上記目的を達成するための本発明に係る直流配電システムは、負荷装置に直流電力を供給する直流配電系統と、前記直流配電系統に太陽光発電装置の発電電力を電圧変換して供給する第1電力変換装置と、前記直流配電系統に常時接続された電力貯蔵装置と前記直流配電系統との間で電圧変換して、少なくとも前記電力貯蔵装置側から前記直流配電系統側へ電力供給する第2電力変換装置と、を備えた直流配電システムであって、前記電力貯蔵装置に前記太陽光発電装置の発電電力を電圧変換して供給する第3電力変換装置を備えることを第1の特徴とする。

20

【0016】

上記特徴の本発明に係る直流配電システムは、前記第1電力変換装置が動作可能な前記太陽光発電装置の出力電圧の第1出力電圧範囲の下限値が、前記第3電力変換装置が動作可能な前記太陽光発電装置の出力電圧の第2出力電圧範囲の下限値より高く、前記第3電力変換装置は、前記太陽光発電装置の出力電圧が前記第1出力電圧範囲内に設定された所定の第1閾値電圧以下になると動作を開始することを第2の特徴とする。

【0017】

上記特徴の本発明に係る直流配電システムは、前記太陽光発電装置の出力電圧に応じて前記第3電力変換装置の運転開始及び運転停止の制御を行う第1動作制御部を備えることを第3の特徴とする。

30

【0018】

上記何れかの特徴の本発明に係る直流配電システムは、前記第3電力変換装置は、前記第1電力変換装置が動作している場合であって、前記直流配電系統の電圧が所定の第2閾値電圧以上の場合に動作することを第4の特徴とする。

【0019】

上記特徴の本発明に係る直流配電システムは、前記直流配電系統の電圧に応じて前記第3電力変換装置の運転開始及び運転停止の制御を行う第2動作制御部を備えることを第5の特徴とする。

40

【0020】

上記何れかの特徴の本発明に係る直流配電システムは、交流系統と前記直流配電系統との間で電力変換して、一方側から他方側へ電力供給する第4電力変換装置を備え、前記第2電力変換装置が、前記直流配電系統側から前記電力貯蔵装置側へ電力供給可能に構成されていることを第6の特徴とする。

【発明の効果】

【0021】

上記特徴の直流配電システムによれば、太陽光発電装置の発電電力を直接電力貯蔵装置に供給する第3電力変換装置を備えたので、電力貯蔵装置に発電電力を蓄電する際、直流配電系統を経由する従来の場合のように、第1電力変換装置及び第2電力変換装置の2つ

50

の電力変換装置を経由する必要がなくなり、第3電力変換装置の1つの電力変換装置を経由するのみで電力貯蔵装置に発電電力を供給でき、電力の損失を抑えることが可能になる。

#### 【0022】

更に、上記第2の特徴の直流配電システムによれば、第1電力変換装置が動作可能な太陽光発電装置の出力電圧の第1出力電圧範囲の下限値が、第3電力変換装置が動作可能な太陽光発電装置の出力電圧の第2出力電圧範囲の下限値より高く設定されているので、太陽光発電装置全体の発電電力が小さく第1電力変換装置が動作しない場合でも、第3電力変換装置が動作可能であれば、太陽光発電装置の発電電力を電力貯蔵装置側に供給することが可能になる。例えば、一部の太陽電池モジュールが発電不足に陥り、太陽光発電装置の出力電圧が第1出力電圧範囲の下限値を下回った場合でも、太陽光発電装置全体の出力電圧が第2出力電圧範囲の下限値より大きければ、他の太陽電池モジュールの発電電力を電力貯蔵装置側に供給することが可能になり、発電電力を有効利用できる。10

#### 【0023】

また、上記第3の特徴の直流配電システムによれば、太陽光発電装置の発電電力が負荷装置の消費電力より大きい場合に、余った太陽光発電装置の発電電力を第3電力変換装置により直接電力貯蔵装置側に供給できる。これにより、電力貯蔵装置に蓄電する場合には、電力の損失を抑えることが可能になる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0024】

【図1】本発明に係る直流配電システム及び周辺装置の概略構成例を示す概略ブロック図である。20

【図2】本発明に係る直流配電システムの動作を説明する部分概略ブロック図である。

【図3】本発明に係る直流配電システムの動作を説明する部分概略ブロック図である。

【図4】本発明に係る直流配電システムの動作を説明する部分概略ブロック図である。

【図5】本発明に係る直流配電システムの動作を説明する部分概略ブロック図である。

【図6】本発明に係る直流配電システムの動作を説明する部分概略ブロック図である。

【図7】従来技術に係る直流配電システムの概略構成を示す部分概略ブロック図である。

【図8】従来技術に係る太陽光発電システムの概略構成を示す概略ブロック図である。

【図9】日照量別の太陽光発電装置の出力電圧と出力電流の関係を示すグラフである。30

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0025】

以下、本発明に係る直流配電システム（以下、適宜「本発明システム」と称する）の実施形態を図面に基づいて説明する。

#### 【0026】

先ず、本発明システムの構成について、図1を基に説明する。ここで、図1は、本発明システム1及び周辺装置の概略構成例を示している。

#### 【0027】

図1に示すように、本発明システム1は、負荷装置4に直流電力を供給する直流配電系統ESDと、直流配電系統ESDに太陽光発電装置2の発電電力を電圧変換して供給する第1電力変換装置11と、直流配電系統ESDに常時接続された電力貯蔵装置3と直流配電系統ESDとの間で電圧変換して、少なくとも電力貯蔵装置3側から直流配電系統ESD側へ電力供給する第2電力変換装置12と、電力貯蔵装置3に太陽光発電装置2の発電電力を電圧変換して供給する第3電力変換装置13を備えて構成されている。更に、本実施形態の本発明システム1は、交流系統ESAと直流配電系統ESDとの間で交流・直流間の電力変換を行い、一方側から他方側へ電力供給する第4電力変換装置14と、本発明システム1の動作設定を行う動作制御装置10を備えて構成されている。40

#### 【0028】

尚、本実施形態の本発明システム1では、交流系統ESAは商用交流電源（例えば、単相3線式200[V]）に接続しており、第4電力変換装置14は、交流系統ESAと系50

統連系して逆潮流を可能に構成されている。交流系統 E S A に交流電力を逆潮流させて供給すると、本発明システム 1 の利用者と電力会社との間の契約により、電力量に応じて電力会社が買い取る構成になっている。

#### 【 0 0 2 9 】

動作制御装置 1 0 は、直流配電系統 E S D の電圧  $V_{bus}$  及び太陽光発電装置 2 の出力電圧  $V_{po}$  の情報を取得する情報収集部 1 0 a と、第 3 電力変換装置 1 3 の運転開始及び運転停止の制御を行う動作制御部 1 0 b を備えて構成されている。本実施形態の情報収集部 1 0 a は、更に、負荷装置 4 に流れる電流の値、各電力変換装置に流れる電流の値、及び、電力貯蔵装置 3 の残量の情報等を取得するように構成されている。また、動作制御部 1 0 b は、第 3 電力変換装置 1 3 に対し、出力電圧の目標値  $V_{dd3}$  を設定するように構成されている。10

#### 【 0 0 3 0 】

太陽光発電装置 2 は、本実施形態では、図 8 に示す従来技術における太陽光発電装置 1 1 の構成と同じ構成であり、複数枚の太陽電池モジュールを直列に接続し、各太陽電池モジュールにダイオードを並列に接続して構成され、図 9 に示す I V 特性を備えている。尚、本実施形態では、太陽光発電装置 2 が、複数枚の太陽電池モジュールを直列に接続して構成されている場合を想定しているが、これに限るものではない。例えば、複数枚の太陽電池モジュールを直列に接続した太陽電池ユニットが複数並列に接続される構成であっても良い。20

#### 【 0 0 3 1 】

第 1 電力変換装置 1 1 は、本実施形態では、DC - DC コンバータ 1 1 で構成され、図 8 に示す従来技術における DC - DC コンバータ 1 1 2 の構成と同じ構成である。具体的には、DC - DC コンバータ 1 1 は、直流配電系統 E S D の電圧  $V_{bus}$  が過電圧防止のために設定された定電圧運転開始電圧  $V_{pv\_max}$  ( 例えは、400 [V] ) より小さい場合は、太陽光発電装置 2 が最大電力を出力するように M P P T 制御を行い、電圧  $V_{bus}$  が定電圧運転開始電圧  $V_{pv\_max}$  より大きくなった場合は、M P P T 制御を停止し、電圧  $V_{bus}$  が定電圧運転開始電圧  $V_{pv\_max}$  を超えないように出力電圧値が一定の値となるように動作する。20

#### 【 0 0 3 2 】

更に、本発明システム 1 では、DC - DC コンバータ 1 1 及び後述する DC - DC コンバータ 1 3 が並列動作することから、DC - DC コンバータ 1 1 及び DC - DC コンバータ 1 3 が協働して M P P T 制御できるように、DC - DC コンバータ 1 1 と DC - DC コンバータ 1 3 の間で、各 DC - DC コンバータに流れる電流値等の情報を通信可能に構成されている。尚、M P P T 制御を実現するための構成としては、これに限るものではなく、DC - DC コンバータ 1 1 及び DC - DC コンバータ 1 3 が太陽光発電装置 2 の出力電圧  $V_{po}$  に加え出力電流を取得できる構成や、動作制御部 1 0 b により DC - DC コンバータ 1 1 及び DC - DC コンバータ 1 3 の動作を制御する構成にしても良い。30

#### 【 0 0 3 3 】

本実施形態では、DC - DC コンバータ 1 1 が動作可能な太陽光発電装置 2 の出力電圧  $V_{po}$  の第 1 出力電圧範囲は、80 [V] ~ 380 [V] に設定されている。40

#### 【 0 0 3 4 】

尚、本実施形態では、第 1 電力変換装置 1 1 を 1 つの DC - DC コンバータ 1 1 で構成する場合について説明したが、複数の DC - DC コンバータを並列接続して構成しても良いし、他の構成であっても良い。

#### 【 0 0 3 5 】

蓄電池 3 は、本実施形態では、電力貯蔵装置 3 の一例であり、リチウムイオン電池で構成されている。尚、本実施形態ではリチウムイオン電池を例に説明するが、ナトリウム・硫黄電池等、他の電池であっても良い。蓄電池 3 は、後述する双方向 DC - DC コンバータ 1 2 を介して直流配電系統 E S D から供給される電力を充電し、充電した電力を双方 DC - DC コンバータ 1 2 を介して直流配電系統 E S D に放電するように構成されている50

。更に、蓄電池3は、第3電力変換装置13を介して太陽光発電装置2から供給される電力を充電するように構成されている。

#### 【0036】

双方向DC-DCコンバータ12は、本実施形態では、第2電力変換装置12の一例であり、直流配電系統ESDの電圧に応じて、電力供給方向（充電または放電）、運転開始及び運転停止の制御を行う。双方向DC-DCコンバータ12は、充電動作時は、直流配電系統ESDからの電流を充電電流値I<sub>ch</sub>の充電電流に変換する、或いは、直流配電系統ESDの電圧V<sub>bus</sub>を充電電圧値V<sub>ch</sub>の充電電圧に変換して、蓄電池3に電力を供給する。

#### 【0037】

より具体的には、双方向DC-DCコンバータ12は、充電動作時、蓄電池3の充電量が少なく、蓄電池3の電圧V<sub>batt</sub>が充電電圧値V<sub>ch</sub>より低い場合は、直流配電系統ESDからの電流を充電電流値I<sub>ch</sub>の充電電流に変換して蓄電池3を充電する。そして、充電量が増加して双方向DC-DCコンバータ12の出力電圧（充電電圧）の値が充電電圧値V<sub>ch</sub>に達すると、満充電状態になるまで充電電圧の値を充電電圧値V<sub>ch</sub>に維持して充電を行う。満充電状態になり、蓄電池3の電圧V<sub>batt</sub>が充電電圧値V<sub>ch</sub>になると、充電電流が0になり、充電が停止する。

#### 【0038】

更に、双方向DC-DCコンバータ12は、放電動作時、蓄電池3の電圧V<sub>batt</sub>を放電電圧値V<sub>dch</sub>となるように変換し、直流配電系統ESDへの電流が最大放電電流値I<sub>dch\_max</sub>を超えないように変換する。これにより、双方向DC-DCコンバータ12は、直流配電系統ESDの電圧V<sub>bus</sub>の値が放電電圧値V<sub>dch</sub>より小さい場合は、蓄電池3の貯蔵電力を直流配電系統ESDに供給する。

#### 【0039】

尚、本実施形態では、第2電力変換装置12が、1つの双方向DC-DCコンバータ12で構成される場合を想定して説明したが、充電用コンバータと放電用コンバータの2つのコンバータを備える構成、複数の双方向DC-DCコンバータが並列接続された構成等、他の構成であっても良い。

#### 【0040】

第3電力変換装置13は、本実施形態では、DC-DCコンバータ13で構成されている。尚、本実施形態では、第3電力変換装置13が1つのDC-DCコンバータ13で構成される場合を想定して説明するが、複数のDC-DCコンバータが並列に接続される構成等、他の構成であっても良い。

#### 【0041】

第4電力変換装置14は、直流配電系統ESDの直流電力を商用交流電源と同じ電圧・周波数の交流電力に電力変換して交流系統ESAに供給するDC-ACインバータ14aと、交流系統ESAの交流電力を直流電力に電力変換して直流配電系統ESDに供給するAC-DCコンバータ10bで構成されており、直流配電系統ESDの電圧V<sub>bus</sub>が一定の電圧値V<sub>ac</sub>（例えば、380[V]）となるように、出力電流を制御する。本実施形態では、DC-ACインバータ14aは、直流配電系統ESDに接続する商用交流電源と系統連系する系統連系インバータとして機能する。

#### 【0042】

具体的には、直流配電系統ESDの電圧V<sub>bus</sub>が増加して、DC-ACインバータ14aが運転を開始する直流配電系統ESDの電圧V<sub>bus</sub>を規定する交流化開始電圧V<sub>ac\_s</sub>より高くなると、DC-ACインバータ14aが、直流電源系統の直流電力を商用交流電源と同じ電圧・周波数の交流電力に電力変換して交流系統ESAに逆潮流させる。更に、直流配電系統ESDの電圧V<sub>bus</sub>が増加した場合は、電流量を増加させる。更に、直流配電系統ESDの電圧V<sub>bus</sub>が低下して、AC-DCコンバータ10bが運転を開始する直流配電系統ESDの電圧V<sub>bus</sub>を規定する直流化開始電圧V<sub>dcs</sub>より低くなると、AC-DCコンバータ10bが、交流系統ESAの交流電力を直流電力に変換

10

20

30

40

50

して直流配電系統 E S D に供給する。尚、本実施形態の A C - D C コンバータ 1 0 b は、供給電力を制限するため、最大直流化電流値 I ad\_max が設定されており、出力電流値が最大直流化電流値 I ad\_max になると、出力電圧値 V ac より低下する。

#### 【 0 0 4 3 】

尚、本実施形態では、第 4 電力変換装置 1 4 を、1 つの D C - A C インバータ 1 4 a と 1 つの A C - D C コンバータ 1 0 b で構成したが、これに限るものではなく、例えば、D C - A C インバータ 1 4 a は、複数の D C - A C インバータを並列接続したものであっても良いし、A C - D C コンバータ 1 0 b は、複数の A C - D C コンバータを並列接続したものであっても良い。更に、第 4 電力変換装置 1 4 は、1 つの双方向インバータで構成されても良い。

#### 【 0 0 4 4 】

負荷装置 4 は、本実施形態では、直流電力で動作する電気機器を想定している。例えば、テレビは、内部電源基板に、通常、高調波対策のための力率改善回路 P F C ( Power Factor Correction ) が設置されており、力率改善回路 P F C の出力電圧は直流電圧であるので、力率改善回路 P F C を備えるテレビでは、力率改善回路 P F C の出力側と直流配電系統 E S D を接続することが可能である。同様に、交流電力を直流電力に変換して利用する家電製品では、直流電圧を直接利用するように構成可能であり、直流配電系統 E S D に接続できる。

#### 【 0 0 4 5 】

次に、本発明システム 1 の動作について図 2 ~ 図 4 を基に説明する。

#### 【 0 0 4 6 】

ここで、本実施形態では、太陽光発電装置 2 の発電電力が小さく D C - D C コンバータ 1 1 が停止する場合 ( D C - D C コンバータ 1 1 が停止する場合 ) 、 D C - D C コンバータ 1 1 が動作している場合であって、交流系統 E S A への電力供給が制限され、且つ、太陽光発電装置 2 の発電電力が負荷装置 4 の消費電力より大きい場合 ( D C - D C コンバータ 1 1 が動作している場合 1 ) 、 D C - D C コンバータ 1 1 が動作している場合であって、太陽光発電装置 2 の発電電力が負荷装置 4 の消費電力以下の場合、または、交流系統 E S A への電力供給が制限されていない場合 ( D C - D C コンバータ 1 1 が動作している場合 2 ) の 3 つの場合に分けて説明する。

#### 【 0 0 4 7 】

D C - D C コンバータ 1 1 が停止する場合

太陽光発電装置 2 の出力電圧 V po が第 1 出力電圧範囲の下限値より小さくなり、 D C - D C コンバータ 1 1 が停止する場合について、図 2 及び図 3 を基に説明する。

#### 【 0 0 4 8 】

本発明システム 1 では、 D C - D C コンバータ 1 1 が動作可能な太陽光発電装置 2 の出力電圧 V po の第 1 出力電圧範囲 ( 8 0 [ V ] ~ 3 8 0 [ V ] ) の下限値が、第 3 電力変換装置が動作可能な太陽光発電装置 2 の出力電圧 V po の第 2 出力電圧範囲の下限値より高い場合を想定している。 D C - D C コンバータ 1 3 は、太陽光発電装置 2 の出力電圧 V po が第 1 出力電圧範囲内に設定された所定の第 1 闘値電圧 V th 1 以下になると動作を開始する。

#### 【 0 0 4 9 】

具体的には、第 2 出力電圧範囲は、 2 0 [ V ] ~ 3 8 0 [ V ] に設定されている。また、第 1 闘値電圧 V th 1 は、 D C - D C コンバータ 1 1 が安定動作できる太陽光発電装置 2 の出力電圧 V po の範囲を考慮して設定されており、本実施形態では、 1 0 0 [ V ] に設定されている。

#### 【 0 0 5 0 】

動作制御部 1 0 b は、太陽光発電装置 2 の出力電圧 V po に応じて D C - D C コンバータ 1 3 の運転開始及び運転停止の制御を行う ( 第 1 動作制御部 ) 。具体的には、動作制御部 1 0 b は、太陽光発電装置 2 の出力電圧 V po が低下して第 1 闘値電圧 V th 1 以下に

10

20

30

40

50

なると、DC - DCコンバータ13の運転を開始し、双方向DC - DCコンバータ12の動作（停止、充電動作、放電動作）に応じて、DC - DCコンバータ13の出力電圧の目標値V<sub>dd3</sub>の設定を変更する。尚、DC - DCコンバータ11は、太陽光発電装置2の出力電圧V<sub>po</sub>が第1出力電圧範囲の下限値以下になると、入力電圧が低下して所望の出力電圧を得られない或いは正常に動作しないため、動作を停止する。

#### 【0051】

具体的には、双方向DC - DCコンバータ12が停止している場合、動作制御部10bは、DC - DCコンバータ13に対し、出力電圧の目標値V<sub>dd3</sub>を蓄電池3の電圧V<sub>batt</sub>より高い値に設定する。このように設定することにより、DC - DCコンバータ11が動作停止している場合でも、太陽光発電装置2の発電電力を蓄電池3に充電することができる。10

#### 【0052】

双方向DC - DCコンバータ12が充電動作を行っている場合、動作制御部10bは、図2に示すように、DC - DCコンバータ13に対し、出力電圧の目標値V<sub>dd3</sub>を、双方向DC - DCコンバータ12に設定されている充電電圧の上限値V<sub>ch\_max</sub>より大きい値に設定する。このように設定することにより、太陽光発電装置2の発電電力が、直流配電系統ESDからの電力より優先して蓄電池3に充電される。尚、蓄電池3の残量が非常に少なく、蓄電池3の電圧V<sub>batt</sub>が、DC - DCコンバータ13の出力電圧の目標値V<sub>dd3</sub>より小さくなる場合は、太陽光発電装置2の発電電力と共に、双方向DC - DCコンバータ12により直流配電系統ESDの電力が蓄電池3に供給される。20

#### 【0053】

双方向DC - DCコンバータ12が放電動作を行っている場合、動作制御部10bは、図3に示すように、DC - DCコンバータ13に対し、出力電圧の目標値V<sub>dd3</sub>を、蓄電池3の出力電圧V<sub>batt</sub>より大きい値に設定する。このように設定することにより、太陽光発電装置2の発電電力が蓄電池3の貯蔵電力より優先して直流配電系統ESDに供給される。尚、負荷装置4の消費電力が大きく、直流配電系統ESDの電圧が低下して蓄電池3の出力側の電圧が電圧V<sub>batt</sub>より低下する場合には、太陽光発電装置2の発電電力と共に、蓄電池3の電力も直流配電系統ESDに供給される。

#### 【0054】

このように構成することにより、本発明システム1では、一部の太陽電池モジュールが発電不足に陥って太陽光発電装置2の発電電力が低下しDC - DCコンバータ11が停止した場合でも、DC - DCコンバータ13により太陽光発電装置2の発電電力を有効に利用できる。30

#### 【0055】

DC - DCコンバータ11が動作している場合1

DC - DCコンバータ11が動作している場合であって、交流系統ESAへの電力供給が制限され、且つ、太陽光発電装置2の発電電力が負荷装置4の消費電力より大きい場合について、図4を基に説明する。

#### 【0056】

DC - DCコンバータ13は、図4に示すように、DC - DCコンバータ11が動作している場合であって、直流配電系統ESDの電圧V<sub>buss</sub>が所定の第2閾値電圧V<sub>th2</sub>以上の場合に動作するように構成されている。ここで、本実施形態では、第2閾値電圧V<sub>th2</sub>は、DC - DCコンバータ11がMPPT制御を停止する定電圧運転開始電圧V<sub>p\_v\_max</sub>を考慮して、定電圧運転開始電圧V<sub>p\_v\_max</sub>以下の値に設定されている。40

#### 【0057】

動作制御部10bは、直流配電系統ESDの電圧に応じてDC - DCコンバータ13の運転開始及び運転停止の制御を行う（第2動作制御部）。具体的には、動作制御部10bは、直流配電系統ESDの電圧V<sub>buss</sub>が第2閾値電圧V<sub>th2</sub>以上になると、DC - DCコンバータ13の出力電圧の目標値V<sub>dd3</sub>を蓄電池3の電圧V<sub>batt</sub>より高い値に設定し、DC - DCコンバータ13の運転を開始する。50

**【 0 0 5 8 】**

蓄電池 3 が満充電ではない場合は、DC - DC コンバータ 1 3 により、太陽光発電装置 2 の発電電力の一部が蓄電池 3 側に供給され、蓄電池 3 の充電動作が開始されるので、直流配電系統 ESDへの電力供給が少くなり、直流配電系統 ESD の電圧 Vbus の上昇を抑えることができるので、DC - DC コンバータ 1 1 は、MPPT 制御を維持することが可能になる。

**【 0 0 5 9 】**

蓄電池 3 が満充電の場合は、太陽光発電装置 2 の発電電力が全て直流配電系統 ESD に供給されることになるので、直流配電系統の電圧 Vbus は上昇する。直流配電系統 ESD の電圧 Vbus が定電圧運転開始電圧 Vpv\_max を超えると、DC - DC コンバータ 1 1 は、MPPT 制御を停止する。10

**【 0 0 6 0 】**

交流系統 ESA への電力供給が制限されている場合において、太陽光発電装置 2 の発電電力が負荷装置 4 の消費電力を上回り、直流配電系統 ESD の電圧 Vbus が過電圧防止のために設定された定電圧運転開始電圧 Vpv\_max より上昇すると、DC - DC コンバータ 1 1 は、従来の太陽光発電システム 100 の DC - DC コンバータ 1 1 2 と同様に、MPPT 制御を停止する。本発明システム 1 では、このような場合に、DC - DC コンバータ 1 3 により、太陽光発電装置 2 の発電電力を蓄電池 3 側に供給するので、直流配電系統 ESD の電圧 Vbus の上昇を抑えることができ、DC - DC コンバータ 1 1 が MPPT 制御を維持できるので、太陽光発電装置 2 の発電電力をより有効に利用できる。20

**【 0 0 6 1 】**

DC - DC コンバータ 1 1 が動作している場合 2

DC - DC コンバータ 1 1 が動作している場合であって、太陽光発電装置 2 の発電電力が負荷装置 4 の消費電力以下の場合、または、交流系統 ESA への電力供給が制限されていない場合、即ち、上述した DC - DC コンバータ 1 1 が停止する場合及び DC - DC コンバータ 1 1 が動作している場合 1 以外の場合について、図 5 及び図 6 を基に説明する。

**【 0 0 6 2 】**

動作制御部 10b は、双方向 DC - DC コンバータ 1 2 が放電動作を開始する直流配電系統 ESD の電圧 Vbus を規定する放電開始電圧 Vdch\_s、第 2 閾値電圧 Vth2 、及び、AC - DC コンバータ 1 4 b の直流化開始電圧 Vdc\_s を、 $Vth2 > Vdc_h_s > Vdc_s$  となるように設定する。また、双方向 DC - DC コンバータ 1 2 の放電電圧値 Vdch を第 2 閾値電圧 Vth2 より小さい値に設定する。更に、動作制御部 10b は、DC - AC インバータ 1 4 a の交流化開始電圧 Vac\_s を、 $Vth2 < Vac_s < Vpv_max$  となるように設定する。30

**【 0 0 6 3 】**

以下、太陽光発電装置 2 の発電電力が負荷装置 4 の消費電力以下の場合と、負荷装置 4 の消費電力を上回る場合に分けて説明する。

**【 0 0 6 4 】**

先ず、太陽光発電装置 2 の発電電力が負荷装置 4 の消費電力以下の場合について、図 5 を基に説明する。40

**【 0 0 6 5 】**

例えば、負荷装置 4 の消費電力が相当大きい場合等、直流配電系統 ESD の電圧 Vbus が低下して双方向 DC - DC コンバータ 1 2 の放電開始電圧 Vdch\_s を下回ると、蓄電池 3 の残量が空でない場合は、双方向 DC - DC コンバータ 1 2 が放電動作を開始する。蓄電池 3 の残量が空の場合や負荷装置 4 の消費電力が相当大きく、直流配電系統 ESD の電圧 Vbus が更に低下して第 4 電力変換装置 1 4 の直流化開始電圧 Vdc\_s の設定値を下回った場合は、第 4 電力変換装置 1 4 の AC - DC コンバータ 1 4 b が交流系統 ESA の電力を直流配電系統 ESD に供給開始する。本実施形態では、双方向 DC - DC コンバータ 1 2 の放電開始電圧 Vdch\_s の設定値を第 4 電力変換装置 1 4 の直流化開始電圧 Vdc\_s の設定値より大きい値に設定したので、蓄電池 3 の貯蔵電力が交流系統50

E S A の電力より優先的に直流配電系統 E S D に供給される。

#### 【 0 0 6 6 】

尚、ここでは、太陽光発電装置 2 の発電電力が負荷装置 4 の消費電力以下の場合を想定しているので、結果として、直流配電系統 E S D の電圧  $V_{bus}$  は第 2 闘値電圧  $V_{th2}$  以下で維持される。これにより、DC - DC コンバータ 1 1 は、M P P T 制御を維持できる。更に、ここでは、DC - DC コンバータ 1 1 が動作している場合、即ち、太陽光発電装置 2 の出力電圧  $V_{po}$  が第 1 闘値電圧  $V_{th1}$  以上の場合を想定しているので、DC - DC コンバータ 1 3 は停止する。

#### 【 0 0 6 7 】

次に、太陽光発電装置 2 の発電電力が負荷装置 4 の消費電力より大きい場合について、  
図 6 を基に説明する。尚、交流系統 E S A への電力供給が制限されていないので、売電が可能である。

#### 【 0 0 6 8 】

直流配電系統 E S D の電圧  $V_{bus}$  が上昇して第 2 闘値電圧  $V_{th2}$  より大きくなると、動作制御部 1 0 b は、DC - DC コンバータ 1 3 の出力電圧の目標値  $V_{dd3}$  を蓄電池 3 の電圧  $V_{bat}$  より大きく設定する。これにより、蓄電池 3 が満充電でない場合は、DC - DC コンバータ 1 3 により余った発電電力を蓄電池 3 へ充電することができ、直流配電系統 E S D の電圧  $V_{bus}$  が上昇するのを抑えることができる。

#### 【 0 0 6 9 】

蓄電池 3 が満充電の場合或いは負荷装置 4 の消費電力が少なくなる等して、更に直流配電系統 E S D の電圧  $V_{bus}$  が上昇し、交流化開始電圧  $V_{ac\_s}$  より大きくなると、DC - AC インバータ 1 4 a が直流配電系統 E S D の直流電力を電力変換して交流系統 E S A に交流電力を供給し、売電を行う。これにより、直流配電系統 E S D の電圧  $V_{bus}$  が定電圧運転開始電圧  $V_{pv\_max}$  以下に維持され、DC - DC コンバータ 1 1 は、M P P T 制御を維持することができる。

#### 【 0 0 7 0 】

尚、ここでは、動作制御部 1 0 b が、DC - AC インバータ 1 4 a の交流化開始電圧  $V_{ac\_s}$  を、 $V_{th2} < V_{ac\_s} < V_{pv\_max}$  となるように設定し、売電より蓄電池への充電を優先して行う場合について説明したが、 $V_{ac\_s} < V_{th2}$  となるように設定して、蓄電池 3 への充電より売電を優先するように構成しても良い。この場合には、直流配電系統 E S D の電圧  $V_{bus}$  が上昇して交流化開始電圧  $V_{ac\_s}$  に達した場合に、DC - AC インバータ 1 4 a が動作を開始して売電が行われ、直流配電系統 E S D の電圧  $V_{bus}$  は交流化開始電圧  $V_{ac\_s}$  で維持され、結果として、第 2 闘値電圧  $V_{th2}$  を超えないでの、DC - DC コンバータ 1 3 は動作しない。

#### 【 0 0 7 1 】

##### 別実施形態

1 上記実施形態では、第 2 電力変換装置が、双方向 DC - DC コンバータ 1 2 であり、蓄電池 3 側から直流配電系統 E S D 側への電力供給（放電）及び直流配電系統 E S D 側から蓄電池 3 側への電力供給（充電）を可能に構成されているが、これに限るものではなく、少なくとも蓄電池 3 側から直流配電系統 E S D 側へ電力供給するように構成されれば良い。

#### 【 0 0 7 2 】

2 上記実施形態において、図 1 では図示していないが、交流系統 E S A が、交流負荷に電力を供給するように構成されていても良い。

#### 【 0 0 7 3 】

3 上記実施形態では、交流系統 E S A と接続されている場合を想定して説明したが、これに限るものではなく、交流系統 E S A と接続されず、第 4 電力変換装置 1 4 を備えていないシステムにも適用できる。

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 7 4 】

10

20

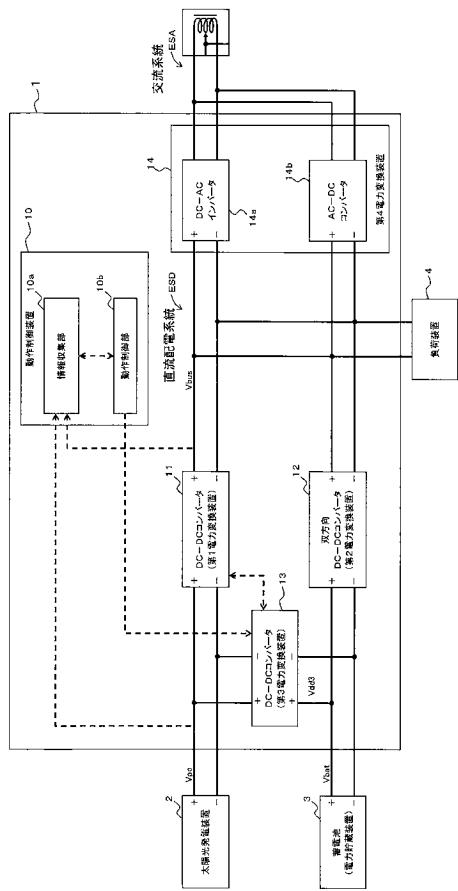
30

40

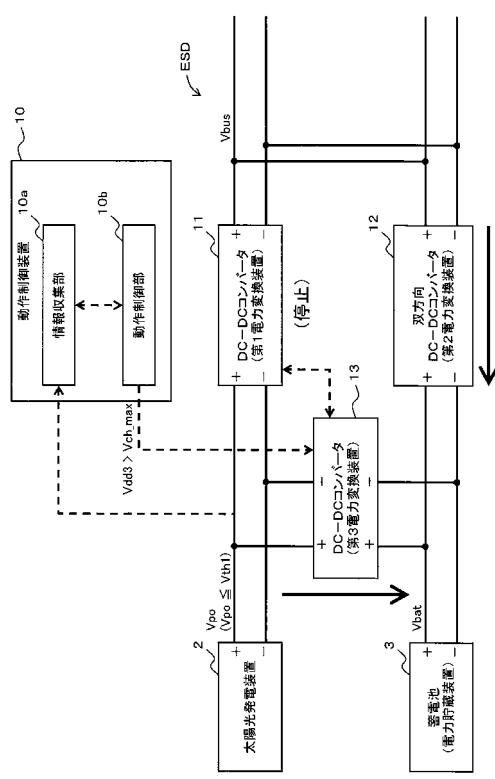
50

1 本発明に係る直流配電システム  
2 太陽光発電装置  
3 蓄電池（電力貯蔵装置）  
4 負荷装置  
1 0 動作制御装置  
1 0 a 情報収集部  
1 0 b 動作制御部  
1 1 DC - DC コンバータ（第1電力変換装置）  
1 2 双方向DC - DC コンバータ（第2電力変換装置）  
1 3 DC - DC コンバータ（第3電力変換装置） 10  
1 4 第4電力変換装置  
1 4 a DC - AC インバータ  
1 4 b AC - DC コンバータ  
1 0 0 従来技術に係る直流配電システム  
1 0 1 系統連系ユニット  
1 0 2 電力貯蔵ユニット  
1 0 3 フライホイールユニット  
1 0 4 風力発電ユニット  
1 0 5 太陽光発電ユニット  
1 0 6 負荷ユニット 20  
1 1 0 太陽光発電システム  
1 1 1 太陽光発電装置  
1 1 2 DC - DC コンバータ  
1 1 3 DC - AC インバータ  
E S D 直流配電系統  
E S A 交流系統

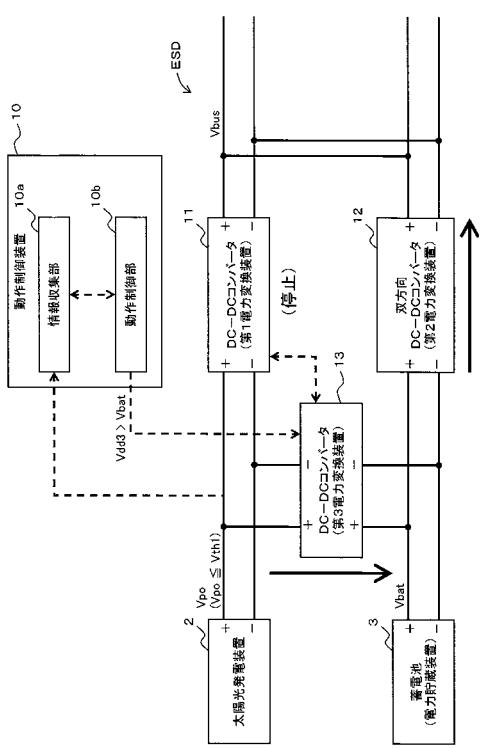
【図1】



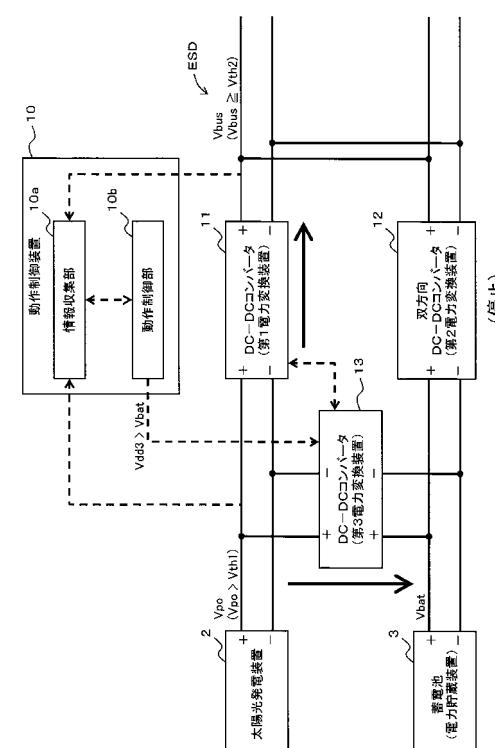
【図2】



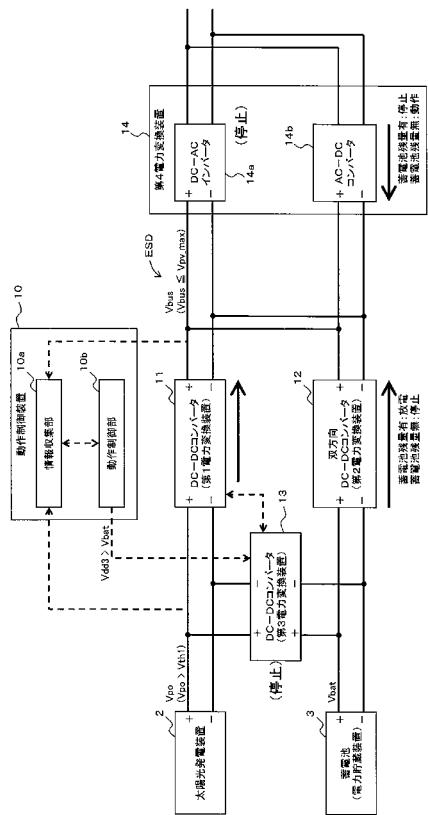
【図3】



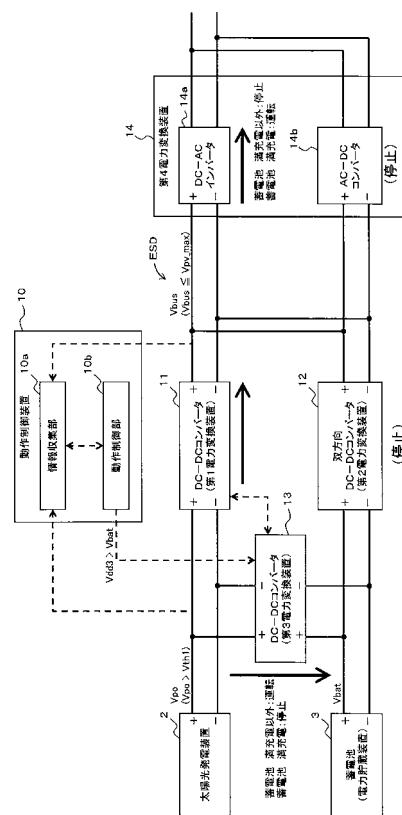
【図4】



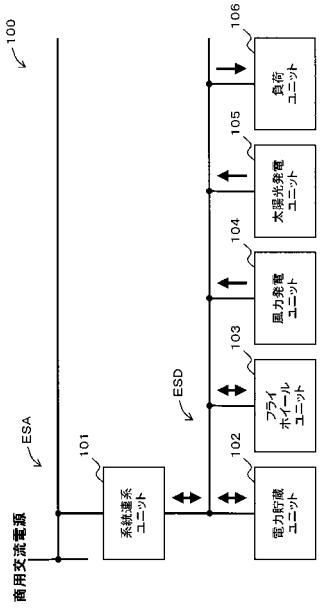
【図5】



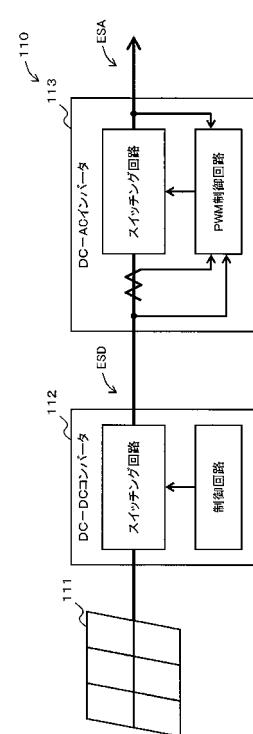
【図6】



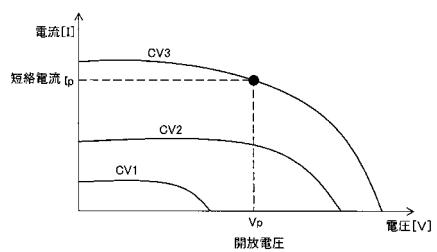
【図7】



【図8】



【図9】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-129585(JP,A)  
特開昭62-293942(JP,A)  
特開2002-271997(JP,A)  
特開平10-23671(JP,A)  
特開2005-70740(JP,A)  
特開2003-9425(JP,A)  
特開2010-41782(JP,A)  
特開2000-350378(JP,A)  
特開2008-48544(JP,A)  
特開平6-309047(JP,A)  
国際公開第2011/162025(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 02 J	1 / 12
H 02 J	3 / 38
H 02 J	7 / 35
G 05 F	1 / 67