

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第6480196号  
(P6480196)

(45) 発行日 平成31年3月6日 (2019.3.6)

(24) 登録日 平成31年2月15日 (2019.2.15)

(51) Int. Cl.

F I

HO 2 J 3/32 (2006.01)

HO 2 J 3/38 (2006.01)

HO 2 J 7/35 (2006.01)

HO 2 J 3/32

HO 2 J 3/38 1 3 O

HO 2 J 7/35 K

請求項の数 9 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2015-11952 (P2015-11952)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成27年1月26日 (2015.1.26)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2016-140121 (P2016-140121A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成28年8月4日 (2016.8.4)	(74) 代理人	110000350
審査請求日	平成29年8月24日 (2017.8.24)		ポレール特許業務法人
		(72) 発明者	武田 賢治
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		(72) 発明者	野村 太一
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		(72) 発明者	佐野 裕子
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蓄電池システム及びそれを有する太陽光発電システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

蓄電池と、  
前記蓄電池に併設され、太陽光発電電力を出力する太陽光発電装置と、  
快晴時における前記太陽光発電装置より得られる発電電力を標準発電電力として求める  
標準発電電力演算部と、  
前記太陽光発電装置より計測される発電電力信号を、前記標準発電電力演算部により求  
められた標準発電電力にて除することにより日影変動成分を抽出する変動成分抽出部と、  
前記変動成分抽出部より得られる日影変動成分を平滑化する平滑化部を有し、前記平滑  
化部の出力信号に基づき前記蓄電池の充放電目標値を求める電力制御装置と、を備え、  
前記電力制御装置は、  
前記標準発電電力及び前記平滑化部の出力信号を乗算し、前記太陽光発電装置及び前記  
蓄電池による合計出力電力に相当するシステム出力電力目標値を求める復元部を有し、  
前記発電電力信号及び前記システム出力電力目標値の差分により、前記蓄電池の充放電  
目標値を求めることを特徴とする太陽光発電システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の太陽光発電システムにおいて、  
前記電力制御装置は、日射量を計測する日射計と、表示部を有する端末を備え、  
前記端末の表示画面上に、前記太陽光発電装置の発電出力実績及び/又は日射量の履歴  
を表示することを特徴とする太陽光発電システム。

## 【請求項 3】

請求項 2 に記載の太陽光発電システムにおいて、

前記端末の表示部は、前記太陽光発電装置の発電出力実績及び/又は前記日射量の履歴を表示する第 1 表示領域と、前記太陽光発電システムの系統図を表示する第 2 表示領域と、前記標準発電電力を規定するパラメータの入力を受け付ける第 3 表示領域と、を有することを特徴とする太陽光発電システム。

## 【請求項 4】

請求項 3 に記載の太陽光発電システムにおいて、

前記端末の表示部は、前記第 1 表示領域に表示すべき前記太陽光発電装置の発電電力実績及び/又は日射量の履歴の時期を指定入力可能とする第 4 の表示領域を有することを特徴とする太陽光発電システム。

10

## 【請求項 5】

太陽光発電装置より出力される太陽光発電電力を充放電する蓄電池と、

快晴時における前記太陽光発電装置より得られる発電電力を標準発電電力として求める標準発電電力演算部と、前記太陽光発電装置より計測される発電電力信号を、前記標準発電電力演算部により求められた標準発電電力にて除することにより日影変動成分を抽出する変動成分抽出部と、前記変動成分抽出部より得られる日影変動成分を平滑化する平滑化部を有し、前記平滑化部の出力信号に基づき前記蓄電池の充放電目標値を求める電力制御装置と、を備え、

前記電力制御装置は、

前記標準発電電力及び前記平滑化部の出力信号を乗算し、前記太陽光発電装置及び前記蓄電池による合計出力電力に相当するシステム出力電力目標値を求める復元部を有し、

前記発電電力信号及び前記システム出力電力目標値の差分により、前記蓄電池の充放電目標値を求めることを特徴とする蓄電池システム。

20

## 【請求項 6】

請求項 5 に記載の蓄電池システムにおいて、

前記電力制御装置は、日射量を計測する日射計と、表示部を有する端末を備え、

前記端末の表示画面上に、前記太陽光発電装置の発電出力実績及び/又は日射量の履歴を表示することを特徴とする蓄電池システム。

30

## 【請求項 7】

請求項 6 に記載の蓄電池システムにおいて、

前記端末の表示部は、前記太陽光発電装置の発電出力実績及び/又は前記日射量の履歴を表示する第 1 表示領域と、太陽光発電システムの系統図を表示する第 2 表示領域と、前記標準発電電力を規定するパラメータの入力を受け付ける第 3 表示領域と、を有することを特徴とする蓄電池システム。

## 【請求項 8】

快晴時における太陽光発電装置より得られる発電電力を標準発電電力として求める標準発電電力演算部と、

太陽光発電装置より計測される発電電力信号を、前記標準発電電力演算部により求められた標準発電電力にて除することにより日影変動成分を抽出する変動成分抽出部と、

前記変動成分抽出部より得られる日影変動成分を平滑化する平滑化部と、

前記標準発電電力及び前記平滑化部の出力信号を乗算し、前記太陽光発電装置及び蓄電池による合計出力電力に相当するシステム出力電力目標値を求める復元部と、を備え、

前記発電電力信号及び前記システム出力電力目標値の差分により、前記蓄電池の充放電目標値を求めることを特徴とする電力制御装置。

40

## 【請求項 9】

請求項 8 に記載の電力制御装置において、

日射量を計測する日射計と、表示部を有する端末を備え、

前記端末の表示画面上に、前記太陽光発電装置の発電出力実績及び/又は日射量の履歴を表示することを特徴とする電力制御装置。

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、太陽光発電システムに係り、特に、太陽光発電電力の変動抑制に好適な蓄電池システムを備える太陽光発電システムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、環境問題等から太陽光発電システムの導入が促進されている。しかし、太陽光発電による発電出力は天候による変動が大きいため、連系する電力系統の電圧変動や周波数変動を引き起こす。この対策として、太陽光発電システムに変動抑制用の蓄電池システムを併設し、蓄電池システムを充放電させることで、電力系統の出力を平滑化している。

10

このような太陽光発電システムとして特許文献1が提案されている。特許文献1では、太陽光発電を含む自然エネルギー電源から出力される有効電力を検出し、この検出される有効電力と、当該有効電力に変化率リミッタを介して得られる合成出力値との差分により、蓄電池への充放電指令値を得る。そして、有効電力検出器と変化率リミッタの間に一次遅れフィルタを設置し、有効電力検出値を平滑化する構成が開示されている。また、上記一次遅れフィルタに替えて、直列に接続される遅延演算子を備え、複数のサンプリング周期で得られる有効電力を加算すると共に、その平均値を求め、変化率リミッタに入力することで、自然エネルギー電源の出力が、周期的なスパイク状の変動を有する場合においても、蓄電池の容量を低減し対応することが記載されている。

20

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特開2010-22122号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかしながら、特許文献1では、自然エネルギー電源からの有効電力に対し、一次遅れフィルタ又は、複数の直列接続される遅延演算子による移動平均を求めることにより、合成出力目標値を算出するものであるため、得られる合成出力目標値と、計測される自然エネルギー電源の有効電力プロファイルとの間にはずれが生じる。このずれ量に応じて、蓄電池の充電又は放電を行う必要があり、結果として、その分、蓄電池の容量を確保する必要がある。従って、特許文献1の構成では、蓄電池の容量低減に限界が生じる。

30

そこで、本発明は、太陽光発電電力の変動抑制性能を維持しつつ、蓄電池容量の低減を可能とする蓄電池システム及びそれを有する太陽光発電システムを提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

上記課題を解決するため、本発明の太陽光発電システムは、(1)蓄電池と、(2)前記蓄電池に併設され、太陽光発電電力を出力する太陽光発電装置と、(3)快晴時における前記太陽光発電装置より得られる発電電力を標準発電電力として求める標準発電電力演算部と、前記太陽光発電装置より計測される発電電力信号を、前記標準発電電力演算部により求められた標準発電電力にて除することにより日影変動成分を抽出する変動成分抽出部と、前記変動成分抽出部より得られる日影変動成分を平滑化する平滑化部を有し、前記平滑化部の出力信号に基づき前記蓄電池の充放電目標値を求める電力制御装置と、を備え、前記電力制御装置は、前記標準発電電力及び前記平滑化部の出力信号を乗算し、前記太陽光発電装置及び前記蓄電池による合計出力電力に相当するシステム出力電力目標値を求める復元部を有し、前記発電電力信号及び前記システム出力電力目標値の差分により、前記蓄電池の充放電目標値を求めることを特徴とする。

40

また、本発明の蓄電池システムは、(1)太陽光発電装置より出力される太陽光発電電力を充放電する蓄電池と、(2)快晴時における前記太陽光発電装置より得られる発電電

50

力を標準発電電力として求める標準発電電力演算部と、前記太陽光発電装置より計測される発電電力信号を、前記標準発電電力演算部により求められた標準発電電力にて除することにより日影変動成分を抽出する変動成分抽出部と、前記変動成分抽出部より得られる日影変動成分を平滑化する平滑化部を有し、前記平滑化部の出力信号に基づき前記蓄電池の充放電目標値を求める電力制御装置と、を備え、前記電力制御装置は、前記標準発電電力及び前記平滑化部の出力信号を乗算し、前記太陽光発電装置及び前記蓄電池による合計出力電力に相当するシステム出力電力目標値を求める復元部を有し、前記発電電力信号及び前記システム出力電力目標値の差分により、前記蓄電池の充放電目標値を求めることを特徴とする。

更にまた、本発明の電力制御装置は、快晴時における太陽光発電装置より得られる発電電力を標準発電電力として求める標準発電電力演算部と、太陽光発電装置より計測される発電電力信号を、前記標準発電電力演算部により求められた標準発電電力にて除することにより日影変動成分を抽出する変動成分抽出部と、前記変動成分抽出部より得られる日影変動成分を平滑化する平滑化部と、前記標準発電電力及び前記平滑化部の出力信号を乗算し、前記太陽光発電装置及び蓄電池による合計出力電力に相当するシステム出力電力目標値を求める復元部と、を備え、前記発電電力信号及び前記システム出力電力目標値の差分により、前記蓄電池の充放電目標値を求めることを特徴とする。

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、太陽光発電電力の変動抑制性能を維持しつつ、蓄電池容量の低減を可能とする蓄電池システム及びそれを有する太陽光発電システムを提供できる。

【0007】

例えば、太陽光発電による発電電力と、蓄電池による補償を含むシステム出力電力目標値との差分が低減され、太陽光発電電力の変動抑制性能を維持しつつ、蓄電池の容量を更に低減することが可能となる。

【0008】

上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の一実施例に係る実施例1の太陽光発電システムの概略全体構成図である。

【図2】図1に示す統括コントローラの機能ブロック図である。

【図3】図2に示す統括コントローラにおける各電力信号の時間変化を示す図である。

【図4】図2に示す標準発電電力演算部により得られる標準発電電力プロファイルを示す図である。

【図5】日射量プロファイルを示す図である。

【図6】図1に示す端末の画面表示例を示す図である。

【図7】図2に示す統括コントローラによる処理を説明するフローチャートである。

【図8】本発明の他の実施例に係る実施例2の統括コントローラにおける各電力信号の時間変化を示す図である。

【図9】実施例2及び比較例による発電電力モニタ信号と標準発電電力の時間変化を示す図である。

【図10】本発明の他の実施例に係る実施例3の統括コントローラの機能ブロック図である。

【図11】図10に示す統括コントローラによる処理を説明するフローチャートである。

【図12】実施例3による発電電力モニタ信号とシステム出力電力目標値の時間変化及び、システム出力電力目標値並びに放電調整電力とSOCとの関係を示す図である。

【図13】本発明の他の実施例に係る実施例4の標準発電電力演算部により得られる標準発電電力プロファイルを示す図である。

【図14】本発明の他の実施例に係る実施例5の標準発電電力演算部により得られる標準発

10

20

30

40

50

電電力プロファイルを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本明細書において、「標準発電電力  $P_{REF}$ 」とは、快晴時における太陽光発電装置より得られる発電電力を意味する。また「太陽光パネル」は、複数の太陽電池よりなり、太陽光発電電力を出力する太陽光発電装置を意味する。

以下、図面を用いて、本発明の実施例について説明する。

【実施例1】

【0011】

図1に、本発明の一実施例に係る実施例1の太陽光発電システムの概略全体構成図を示す。太陽光発電システム1は、太陽光パネル4及び蓄電池システム2からなる。蓄電池システム2は、蓄電池7、蓄電池用パワーコンディショナ(PCS)6(以下、蓄電池用PCS6と称す)、太陽光用パワーコンディショナ(PCS)5(以下、太陽光用PCSと称す)、及び電力制御装置3から構成される。電力制御装置3は、統括コントローラ9、日射計10、インターネット等のネットワーク8を介して統括コントローラ9と相互に通信可能な外部コントローラ11、及び外部コントローラ11にシリアルバスあるいはパラレルバス等により接続される端末12から構成される。既設あるいは新設の太陽光パネル4に、電力線を介して蓄電池システム2を接続することにより、容易に太陽光発電システム1をなすことができる。また、既設の太陽光パネル4、蓄電池7、太陽光用PCS5、及び蓄電池用PCS6を有する設備に、信号線を介して電力制御装置3を接続することにより、太陽光発電システム1を容易に構成できるものである。

【0012】

太陽光パネル4は太陽光によって発電し、その太陽光発電電力  $P_{PV}$  は、蓄電池システム2を構成する太陽光用PCS5を介して直流から交流に変換され、電力系統13へ供給される。また、蓄電池7は、蓄電池用PCS6を介して電力系統13に充放電電力  $P_{BAT}$  を充放電する。この結果、電力系統13に対する全体のシステム出力  $P_{SYS}$  は、太陽光発電電力  $P_{PV}$  と充放電電力  $P_{BAT}$  の合成出力となり、雲などの日影変動成分による太陽光発電電力  $P_{PV}$  の変動は、充放電電力  $P_{BAT}$  により相殺(補償)され、システム出力  $P_{SYS}$  は平滑化される。すなわち、蓄電池システム2は、太陽光発電電力  $P_{PV}$  の変動抑制機能を有する。なお、ここで、太陽光パネル4は、例えば、単結晶シリコン型、多結晶シリコン型、微結晶シリコン型、アモルファスシリコン型等のシリコン系、あるいは、InGaAs、GaAs系、CIS系(カルコバライト系)等の化合物系の太陽電池を複数直並列接続されてなる。また、色素増感太陽電池あるいは有機薄膜太陽電池を用いた有機系の太陽光パネル4としても良い。なお、PCS(パワーコンディショナ)は、系統連系インバータと称される場合もある。また、太陽光パネル4による太陽光発電電力  $P_{PV}$  は、太陽光用PCS5を介することにより、太陽光用PCS5の容量により制限される。例えば、太陽光パネル4による太陽光発電電力  $P_{PV}$  が4.2kWであり、太陽光用PCS5の容量が4.0kWの場合、太陽光発電電力  $P_{PV}$  は、太陽光用PCS5を介することにより4.0kWに制限される。

【0013】

電力制御装置3を構成する統括コントローラ9は、詳細は後述するが、変動抑制の目安となるシステム出力電力目標値  $P_{SYS}^*$  を演算し、求めたシステム出力電力目標値  $P_{SYS}^*$  に基づき充放電目標値  $P_b^*$  を求め、蓄電池用PCS6へ出力する。また、統括コントローラ9は、太陽光用PCS5により計測される太陽光発電電力  $P_{PV}$  のモニタ信号である発電電力モニタ信号  $P_{PV\_FB}$ 、日射計10にて計測される日射量H、及び蓄電池7より充電率(SOC)を取得可能に構成される。さらに、統括コントローラ9は、太陽光用PCS5に対して太陽光発電電力  $P_{PV}$  の上限値である、太陽光発電電力上限値  $P_{PV\_lim}$  を設定する機能を有する。図1では、太陽光用PCS5及び蓄電池用PCS6を、それぞれ単体にて設置する場合を示しているがこれに限られない。例えば、多数の太陽光パネル4を備えるメガソーラ等の大規模な太陽光発電システム1においては、これ

10

20

30

40

50

ら複数の太陽光パネル４に応じて複数台の太陽光用ＰＣＳ５を設置すると共に、複数の蓄電池７に対応して複数台の蓄電池用ＰＣＳ６を設置する構成としても良い。この場合、統括コントローラ９は、システム出力電力目標値 $P_{SYS}^*$ を複数台の太陽光用ＰＣＳ５の合計値として演算する。また、同様に統括コントローラ９は、充放電目標値 $P_b^*$ を複数台の蓄電池用ＰＣＳ６の合計値として演算する。また、発電電力モニタ信号 $P_{PV\_FB}$ は、太陽光発電用ＰＣＳ５に別途設置される電力計等により計測する構成としても良い。

#### 【００１４】

次に、統括コントローラ９の構成について説明する。図２は、統括コントローラ９の機能ブロック図である。統括コントローラ９は、計時部９０１、日の出検出部９０２、標準発電電力演算部９０３、第１上下限リミッタ９０４、規格化部９０５、平滑化部９０６、  
10 復元部９０７、減算器９０８、第２上下限リミッタ９０９、太陽光用ＰＣＳ電力上限設定部９１０、南中時刻設定部９１１、及び太陽光出力補正部９１３を備える。標準発電電力演算部９０３及び太陽光出力補正部９１３は、例えば、図示しないＣＰＵ等のプロセッサ、標準発電電力演算用のプログラム及び太陽光出力補正演算用プログラムを格納するＲＯＭ、プロセッサによる演算途中のデータを一時的に格納あるいは演算に用いるデータを一時的に格納するＲＡＭ等の記憶部より構成される。

図２に示されるように、太陽光用ＰＣＳ５により計測される発電電力モニタ信号 $P_{PV\_FB}$ は、日の出検出部９０２、規格化部９０５及び減算器９０８にそれぞれ分岐し入力される。また、計時部９０１による時刻 $t$ は、日の出検出部９０２及び標準発電電力演算部９０３にそれぞれ入力される。また、標準発電電力演算部９０３は、日の出検出部９０  
20 2より日の出時刻 $T_R$ を、また、南中時刻設定部９１１より太陽が丁度真南にくる時刻である南中時刻 $T_N$ を取得する。また、標準発電電力演算部９０３は、日射計１０より日射量 $H$ を取得する。ここで日の出検出部９０２は、予め設定され記憶部（図示せず）に格納された時刻を用いて日の出時刻 $T_R$ とし標準発電電力演算部９０３へ出力する。なお、日の出検出部９０２は、上記構成に替えて、太陽光用ＰＣＳ５より計測される発電電力モニタ信号 $P_{PV\_FB}$ を監視し、未明における発電電力モニタ信号 $P_{PV\_FB}$ の立ち上がり、すなわちゼロ値から所定の正電力への変化をトリガとして日の出時刻 $T_R$ を求める構成としても良い。南中時刻設定部９１１は、予め設定された南中時刻 $T_N$ に相当する時刻を記憶部（図示せず）に格納し、記憶部より南中時刻 $T_N$ を読み出し、標準発電電力演算部９０３へ出力する。なお、これに替えて、南中時刻設定部９１１は、入力される太陽光  
30 パネル４の設置地点の緯度及び経度情報等に基づき南中時刻 $T_N$ を演算により求める構成としても良い。

#### 【００１５】

標準発電電力演算部９０３は、計時部９０１より取得される時刻 $t$ 、南中時刻設定部９１１より得られる南中時刻 $T_N$ 、日の出検出部９０２より得られる日の出時刻 $T_R$ に基づき標準発電電力 $P_{REF}$ を算出する。なお、算出された標準発電電力 $P_{REF}$ は、標準発電電力演算部９０３の後段に設置された第１上下限リミッタ９０４により、上限値及び下限値が制約される。ここで、上限値及び下限値の設定は、太陽光用ＰＣＳ電力上限値設定部９１０が、第１上下限リミッタ９０４に対し、太陽光用ＰＣＳ電力上限値 $P_{pvl\_lim}$ 及び下限値としてゼロ値を設定することで実行される。ここで、太陽光用ＰＣＳ電力上限  
40 値 $P_{pvl\_lim}$ は、上述のように、太陽光用ＰＣＳ５の容量に応じて設定される。

標準発電電力演算部９０３による標準発電電力 $P_{REF}$ の算出について説明する。図４は、標準発電電力演算部９０３により得られる標準発電電力プロファイルを示す図である。標準発電電力 $P_{REF}$ は、概ねその日の太陽光発電電力 $P_{PV}$ の２４時間周期成分を描く曲線、すなわち、標準発電電力プロファイルとして算出される。例えば、快晴時の日射量から得られる太陽光発電カーブを三角関数で規定する方法等が知られている。標準発電電力演算部９０３は、以下の式（１）を演算し、演算結果にゼロ割りを防止するためのオフセット信号 $P_{offset}$ を加算することで標準発電電力 $P_{REF}$ 、すなわち、標準発電電力プロファイルを求める。

#### 【００１６】

10

20

30

40

50

【数 1】

$$P_{REF}(t) = X \cdot 10^{-\frac{Y}{\cos \theta(t)}} + P_{offset} \quad \cdots (1)$$

【0017】

ここで、 $T_R$ 、 $t$ 、 $T_F$ 、 $X$ 、 $Y$ はオペレータにより任意に設定されるパラメータである。パラメータ $X$ は、標準発電電力 $P_{REF}$ の振幅値（ゲイン）に、また、パラメータ $Y$ は、日の出時刻 $T_R$ ～日の入り時刻 $T_F$ までの時間幅 $W$ の規定に寄与するパラメータである。なお、パラメータ $Y$ は、振幅値の規定にも一部寄与する。すなわち、パラメータ $Y$ の  
10  
設定値に応じて、日の出時刻 $T_R$ における標準発電電力プロファイルの立ち上がり、及び、日の入り時刻 $T_F$ における標準発電電力プロファイルの立下りが、急峻あるいは緩慢に設定される。また、図4中における角度 $\theta$ は、設置される太陽光パネル4に対し入射する太陽光の角度、すなわち、太陽の角度を示すものである。従って、式(1)中におけるは、日の出時刻 $T_R$ では $-90^\circ$ 、日の入り時刻 $T_F$ では $+90^\circ$ に設定され、南中時刻 $T_N$ における振幅値はピーク( $H$ )となる。

【0018】

図5に日射量プロファイルを示す。図5に示すように、日射計10により計測される日射量 $H$ は、大きな振幅の振動成分が付加された日射量プロファイルとなっている。これは、天候状態である、雲の動きによるものであり、一日(24時間周期)内において、時刻  
20  
毎に急激に変化するプロファイルを示しており、図5に示す例では、特に、午前中において雲の動きが激しく日射量 $H$ が大きく変動している。例えば、日射計10より得られる日射量 $H$ の強度に応じて、上記パラメータ $X$ 、 $Y$ を変化させることで、薄曇りなど比較的長周期の太陽光発電電力の変化を規定しても良い。なお、標準発電電力演算部903が、図5に示す日射量プロファイルに基づき、上述の標準発電電力 $P_{REF}$ を補正するよう構成しても良い。

【0019】

図2に戻り、規格化部905は、太陽光用PCS5より入力される発電電力モニタ信号 $P_{PV\_FB}$ を、標準発電電力演算部903により算出され、第1上下限リミッタ904  
30  
を介して得られる標準発電電力 $P_{REF}$ にて除することにより、日影変動成分 $S_{in}$ を算出し、平滑化部906へ出力する。すなわち、日影変動成分 $S_{in}$ は以下にて求められる。

日影変動成分 $S_{in} = (\text{発電電力モニタ信号 } P_{PV\_FB}) / (\text{標準発電電力 } P_{REF})$

よって、規格化部905は、除算器にて構成される。

平滑化部906は、規格化部905より入力される日影変動成分 $S_{in}$ に対し平滑化処理を施し、平滑日影変動成分 $S_{out}$ を算出し、復元部907へ出力する。ここで平滑化部906は、例えば、一次遅れフィルタあるいは、複数の遅延演算子を直列に接続し移動平均を算出する移動平均算出方式、又は、ローパスフィルタ等により実現される。

復元部907は、平滑化部906より入力される平滑日影変動成分 $S_{out}$ に対し、標準  
40  
発電電力演算部903により算出され、第1上下限リミッタ904を介して得られる標準発電電力 $P_{REF}$ を乗算することにより、システム出力電力目標値 $P_{SYS}^*$ を求め減算器908へ出力する。すなわち、システム出力電力目標値 $P_{SYS}^*$ は、以下にて求められる。

システム出力電力目標値 $P_{SYS}^* = \text{平滑日影変動成分 } S_{out} \times \text{標準発電電力 } P_{REF}$

このように、本実施例では、統括コントローラ9が、太陽光発電電力 $P_{PV}$ の変動要因となる、日影変動成分 $S_{in}$ を、発電電力モニタ信号 $P_{PV\_FB}$ 及び標準発電電力 $P_{REF}$ に基づき抽出し、抽出後の日影変動成分 $S_{in}$ を平滑化する。そして、平滑化後の平滑日影変動成分 $S_{out}$ 及び標準発電電力 $P_{REF}$ に基づき、システム出力電力目標値 $P$   
50

$P_{SY S}^*$ を求める構成であることから、システム出力電力目標値  $P_{SY S}^*$  を、日影変動成分  $S_{i n}$  を加味して得ることが可能となる。

#### 【 0 0 2 0 】

減算器 9 0 8 は、太陽光用 P C S 5 より入力される発電電力モニタ信号  $P_{PV\_FB}$  から、復元部 9 0 7 より出力されるシステム出力電力目標値  $P_{SY S}^*$  を減算し、充放電目標値  $P_b^*$  を得る。充放電目標値  $P_b^*$  は、減算器 9 0 8 の後段に設置された第 2 上下限リミッタ 9 0 9 により、上限値及び下限値が制約される。ここで、第 2 上下限リミッタ 9 0 9 に設定される蓄電池用 P C S 電力上限値  $+P_{b L I M}$  及び蓄電池用 P C S 電力下限値  $-P_{b L I M}$  は、例えば、蓄電池 7 または蓄電池用 P C S 6 の充電または放電の限界電力に相当する値が設定される。第 2 上下限リミッタ 9 0 9 により制約された後の充放電目標値  $P_b^*$  は、蓄電池用 P C S 6 へ出力される。

10

また、太陽光出力補正部 9 1 3 は、蓄電池 7 より S O C ( 充電率 ) を取得すると共に、減算器 9 0 8 より出力される充放電目標値  $P_b^*$  を取得する。このとき、仮に、蓄電池 7 の S O C ( 充電率 ) が低下した場合等、図 1 に示すシステム出力  $P_{SY S}$  の変動を十分に抑制することが困難となる場合、太陽光出力補正部 9 1 3 は、予め太陽光発電電力  $P_{PV}$  の上限値  $P_{PV\_lim}$  を低減し、この太陽光発電電力  $P_{PV}$  の上限値  $P_{PV\_lim}$  を太陽光用 P C S 5 へ出力する。

なお、上述の太陽光用 P C S 電力上限設定部 9 1 0 は、太陽光出力補正部 9 1 3 における太陽光発電電力  $P_{PV}$  の上限値  $P_{PV\_lim}$  の変化に連動させた値を、第 1 上下限リミッタ 9 0 4 の太陽光用 P C S 電力上限値  $P_{PV L I M}$  として設定してもよい。

20

#### 【 0 0 2 1 】

ここで、図 2 に示す統括コントローラ 9 における各電力信号の時間変化を図 3 に示す。図 3 において、上段に、太陽光用 P C S 5 より入力される発電電力モニタ信号  $P_{PV\_FB}$  の時間変化を実線で示し、また、標準発電電力演算部 9 0 3 により算出され、第 1 上下限リミッタ 9 0 4 を介して得られる標準発電電力  $P_{REF}$  の時間変化を点線にて示している。中段に、規格化部 9 0 5 より出力される日影変動成分  $S_{i n}$  の時間変化を実線で示し、平滑化部 9 0 6 より出力される平滑日影変動成分  $S_{out}$  の時間変化を点線で示している。また、下段に、復元部 9 0 7 より出力されるシステム出力電力目標値  $P_{SY S}^*$  の時間変化を太い点線で示し、標準発電電力演算部 9 0 3 により算出され、第 1 上下限リミッタ 9 0 4 を介して得られる標準発電電力  $P_{REF}$  の時間変化を点線で示している。図 3 の上段に示すように、発電電力モニタ信号  $P_{PV\_FB}$  の変動は、24 時間周期すなわち朝昼夜の大きな変動成分に対し、短時間の日影変動成分が重畳した波形となっている。規格化部 9 0 5 で得られる日影変動成分  $S_{i n}$  は、図 3 の中段に示すように多くの時間を 1 . 0 近傍に留めるため、24 時間周期の変動成分を除去して日影変動成分のみが抽出できていることが分かる。このようにして得られた日影変動成分  $S_{i n}$  に対してのみ、平滑化部 9 0 6 にて上述の平滑化処理を施すことにより、図 3 の下段に示すように、24 時間周期の変動成分に対し遅れを有さないシステム出力電力目標値  $P_{SY S}^*$  を、復元部 9 0 7 により得られることが分かる。

30

#### 【 0 0 2 2 】

図 6 は、図 1 に示す端末 1 2 の画面表示例を示す図である。図 6 に示すように、端末 1 2 の表示装置の画面 2 0 は、第 1 表示領域 2 1、第 2 表示領域 2 2、パラメータ入力領域 2 3、履歴指定入力領域 2 4、履歴表示種別指定入力領域 2 5、及び実行ボタン 2 6 を有する。

40

図 6 に示すように、第 2 表示領域 2 2 に太陽光発電システム系統図が表示されている。図 6 に示す例では、複数の太陽光パネル、複数の太陽光用 P C S、複数の蓄電池、複数の蓄電池用 P C S 及び、太陽光パネル毎に設けられた統括コントローラ ( C o n t ) を備えるメガソーラ ( 大規模太陽光発電システム )、更に、ネットワークを介して、このメガソーラと接続される太陽光発電システムにより、電力系統に太陽光発電電力  $P_{PV}$  を供給する系統図が表示されている。

履歴表示種別指定入力領域 2 5 は、第 1 表示領域 2 1 に履歴表示すべき種別に対するオ

50



オペレータによる指定入力を受け付ける領域である。図 6 に示す例では、種別として、「発電電力実績履歴」及び「日射プロファイル履歴」が表示され、オペレータにより「発電電力実績履歴」が指定された状態を示している。

履歴指定入力領域 2 4 は、履歴表示種別指定入力領域 2 5 にて指定された種別に対し、第 1 表示領域 2 1 に表示する、現在及び過去の実績のうちオペレータが所望の時期を選択指定可能とする領域である。履歴指定入力領域 2 4 の右欄には、プルダウンボタンが設けられている。オペレータは、このプルダウンボタンにより所望の時期を指定できる。なお、プルダウンボタンによる選択肢中、ブランク欄が設けられており、オペレータはブランク欄を指定の上、図示しないキーボードあるいはマウス等の入力装置により、所望の時期を直接入力できる。図 6 に示す例では、「現在」、「1 年前」、及び「2 年前」が指定された状態を示している。なお、指定される履歴表示すべき時期として、上記各年毎の指定に限らず、例えば、「現在」、「昨日」、及び「一昨日」としても良い。但し、異なる季節の指定は、季節毎に日射量  $H$  が大きく異なるため、同一の季節内で時期を指定することが望ましい。

#### 【 0 0 2 3 】

上記のように、履歴表示種別指定入力領域 2 5 にて「発電電力実績履歴」が指定され、履歴指定入力領域 2 4 にて「現在」、「1 年前」、及び「2 年前」が指定されると、第 1 表示領域 2 1 に、それぞれ対応する太陽光発電電力実績のプロファイルが、参照可能に表示される。これにより、オペレータは、第 2 表示領域 2 2 に表示される太陽光発電システム系統図及び、第 1 表示領域 2 1 に表示される「現在」、「1 年前」、及び「2 年前」の太陽光発電電力プロファイルを参照し、上記式 ( 1 ) 中のパラメータ  $X$  ,  $Y$  を所望の値に設定することが可能となる。パラメータ  $X$  ,  $Y$  の設定は、パラメータ入力領域 2 3 により行われる。パラメータ入力領域 2 3 の右欄には、履歴指定入力領域 2 4 と同様に、プルダウンボタンが設けられている。オペレータは、このプルダウンボタンにより、予め選択肢として用意された複数の値の中から所望の値を選択指定する。なお、選択肢中にブランク欄が設けられており、ブランク欄を指定することにより、所望の値を直接入力することもできる。図 6 では、パラメータ  $X$  として「 $a b c$ 」が設定され、パラメータ  $Y$  として「 $e f g$ 」が設定された状態を示している。この状態において、オペレータによる実行ボタン 2 6 の入力を受け付けると、端末 1 2 は、外部コントローラ 1 1 及びネットワーク 8 を介して統括コントローラ 9 へ、設定されたパラメータ  $X$  ,  $Y$  を送信する。統括コントローラ 9 は、図示しない通信インタフェースを介してパラメータ  $X$  ,  $Y$  を受信すると、標準発電電力演算部 9 0 3 の図示しない記憶部に格納すると共に、格納されたパラメータ  $X$  ,  $Y$  を用いて上記式 ( 1 ) を演算し、上述のように標準発電電力  $P_{REF}$  を算出する。なお、パラメータ  $X$  ,  $Y$  を格納する記憶部は、標準発電電力演算部 9 0 3 内の記憶部に限らず、外部記憶装置に格納する構成としても良い。また、図 6 では、「発電電力実績履歴」が指定された場合を例に説明したが、「日射プロファイル履歴」が指定された場合においても、同様に、第 1 表示領域 2 1 に日射プロファイルの履歴が表示される。また、履歴表示種別指定入力領域 2 5 は、「発電電力実績履歴」及び「日射プロファイル履歴」の双方を指定可能な構成としても良い。この場合、第 1 表示領域 2 1 に、発電電力の実績履歴及び日射プロファイルの双方が表示される。

#### 【 0 0 2 4 】

次に、統括コントローラ 9 による処理の一連の流れを説明する。図 7 は、統括コントローラ 9 による処理を説明するフローチャートである。

統括コントローラ 9 を構成する標準電力演算部 9 0 3 は、日射量  $H$ 、南中時刻  $T_N$ 、日の出時刻  $T_R$  及び発電電力モニタ信号  $P_{PV\_FB}$  を取得する ( ステップ S 1 0 ) 。標準発電電力演算部 9 0 3 は、上記式 ( 1 ) を演算し、標準発電電力  $P_{REF}$  を算出する ( ステップ S 1 1 ) 。ステップ S 1 2 では、太陽光用 P C S 電力上限設定部 9 1 0 が、第 1 上下限リミッタ 9 0 4 に対し太陽光用 P C S 電力上限値  $P_{PV\_LIM}$  を設定する。

ステップ S 1 3 にて、規格化部 9 0 5 は、発電電力モニタ信号  $P_{PV\_FB}$  を、第 1 上下限リミッタ 9 0 4 を介して得られる標準発電電力  $P_{REF}$  にて除算し、日影変動成分  $S$

10

20

30

40

50

$i_n$  を抽出する。ステップ S 1 4 にて、平滑化部 9 0 6 は、ステップ S 1 3 にて得られた日影変動成分  $S_{i_n}$  に対し平滑化処理を実行し、平滑日影変動成分  $S_{o_u_t}$  を算出する。

【 0 0 2 5 】

ステップ S 1 5 では、復元部 9 0 7 は、ステップ S 1 4 にて得られた平滑日影変動成分  $S_{o_u_t}$  を、第 1 上下限リミッタ 9 0 4 を介して得られた標準発電電力  $P_{R E F}$  に乗算し、システム出力電力目標値  $P_{S Y S}^*$  を算出する。続いて、発電電力モニタ信号  $P_{P V\_F B}$  と、ステップ S 1 5 にて算出されたシステム出力電力目標値  $P_{S Y S}^*$  との差分を算出する（ステップ S 1 6）。ステップ S 1 6 にて算出された差分を、第 2 上下限リミッタ 9 0 9 を介することにより充放電目標値  $P_b^*$  を算出し（ステップ S 1 7）、処理を終了する。統括コントローラ 9 による制御周期は、例えば、数  $s e c$  のオーダーであり、この制御周期にて、ステップ S 1 0 ～ステップ S 1 7 までを実行する。

10

【 0 0 2 6 】

なお、本実施例では、統括コントローラ 9 とネットワーク 8 を介して接続される外部コントローラ 1 1 に端末 1 2 を接続する構成としたが、これに限られず、統括コントローラ 9 にシリアルバスあるいはパラレルバスを介して端末 1 2 を接続する構成としても良い。

【 0 0 2 7 】

以上のとおり、本実施例によれば、日影変動成分を抽出し、抽出された日影変動成分のみに平滑化処理（一次遅れフィルタ等）を行うものであるため、標準発電電力  $P_{R E F}$  とシステム出力電力目標値  $P_{S Y S}^*$  との乖離を抑制することが可能となる。これにより、蓄電池に対する充放電目標値  $P_b^*$  が最適化され、太陽光発電電力  $P_{P V}$  の変動抑制を維持しつつ、蓄電池容量の低減を図ることが可能となる。

20

【実施例 2】

【 0 0 2 8 】

図 8 は、本発明の他の実施例に係る実施例 2 の統括コントローラにおける各電力信号の時間変化を示す図である。本実施例では、太陽光パネル 4 の最大電力に対し、定格出力を低めに設計された太陽光用 P C S 5 を用いる点が実施例 1 と異なる。その他の構成は、上述の実施例 1 と同様であり、以下では、実施例 1 と重複する説明は省略する。

【 0 0 2 9 】

図 8 において、上段に、太陽光用 P C S 5 より入力される発電電力モニタ信号  $P_{P V\_F B}$  の時間変化を実線で示し、また、標準発電電力演算部 9 0 3（図 2）により算出され、第 1 上下限リミッタ 9 0 4（図 2）を介して得られる標準発電電力  $P_{R E F}$  の時間変化を点線にて示している。中段に、規格化部 9 0 5（図 2）より出力される日影変動成分  $S_{i_n}$  の時間変化を実線で示し、平滑化部 9 0 6（図 2）より出力される平滑日影変動成分  $S_{o_u_t}$  の時間変化を点線で示している。また、下段に、復元部 9 0 7（図 2）より出力されるシステム出力電力目標値  $P_{S Y S}^*$  の時間変化を太い点線で示し、標準発電電力演算部 9 0 3 により算出され、第 1 上下限リミッタ 9 0 4 を介して得られる標準発電電力  $P_{R E F}$  の時間変化を点線で示している。

30

【 0 0 3 0 】

本実施例の太陽光用 P C S 5 は、太陽光パネル 4 の最大電力に対し、定格出力を低く設計されている。従って、図 8 の上段に示すように、太陽光用 P C S 5 により計測される太陽光発電電力  $P_{P V}$  のモニタ信号である発電電力モニタ信号  $P_{P V\_F B}$  は、太陽光発電電力  $P_{P V}$  のピークがカットされるため、頂部が平坦なプロファイルとなる傾向がある。太陽光用 P C S 電力上限設定部 9 1 0 は、第 1 上下限リミッタ 9 0 4 に対し、太陽光用 P C S 5 の定格出力に対応して、太陽光用 P C S 電力上限値  $P_{p v L I M}$  を設定する。これにより標準発電電力演算部 9 0 3 により算出された標準発電電力  $P_{R E F}$  は、第 1 上下限リミッタ 9 0 4 により制限される。第 1 上下限リミッタ 9 0 4 を通過後の標準発電電力  $P_{R E F}$  のプロファイルは、図 8 の上段に示すように発電電力モニタ信号  $P_{P V\_F B}$  と同様に頂部が平坦なプロファイルとなる。

40

【 0 0 3 1 】

また、規格化部 9 0 5 により得られる日影変動成分  $S_{i_n}$  及び平滑化部 9 0 6 により得

50

られる平滑日影変動成分  $S_{out}$  のプロファイルは、実施例 1 (図 3) と同様に、図 8 の中段に示すように、24 時間周期の変動成分を除去し、日影変動成分のみが抽出される。このように日影変動成分  $S_{in}$  に対してのみ、平滑化部 906 により実施例 1 にて述べた平滑化処理を施すことにより、図 8 の下段に示すように、24 時間周期の変動成分に対し遅れを有さないシステム出力電力目標値  $P_{SYS}^*$  が得られ、このシステム出力電力目標値  $P_{SYS}^*$  のプロファイルも頂部が平坦なプロファイルとなる。

#### 【0032】

ここで図 9 に、本実施例及び比較例による発電電力モニタ信号と標準発電電力の時間変化を示す。比較例の構成は、特許文献 1 に開示される構成と同様としている。図 9 の上段は、図 8 の上段に示す、発電電力モニタ信号  $P_{PV\_FB}$  と標準発電電力  $P_{REF}$  のプロファイルを示している。また、図 9 の下段に、本実施例の標準発電電力  $P_{REF}$  に対応する比較例における合成発電電力目標値と、発電電力モニタ信号  $P_{PV\_FB}$  のプロファイルを示している。

図 9 に示すように、比較例の構成では、合成発電電力目標値と発電電力モニタ信号  $P_{PV\_FB}$  間のずれ量が増大することが分かる。すなわち、比較例による合成発電電力目標値は、発電電力モニタ信号  $P_{PV\_FB}$  における 24 時間周期の変動成分に対し遅れを有するプロファイルとなる。このようにずれ量が増大すると、当然、図 8 に示すシステム出力電力目標値  $P_{SYS}^*$  に影響を与えることになる。これに対し、本実施例では、発電電力モニタ信号  $P_{PV\_FB}$  と標準発電電力  $P_{REF}$  間のずれ量は抑制され、発電電力モニタ信号  $P_{PV\_FB}$  における 24 時間周期の変動成分に対し、遅れを有さない標準発電電力  $P_{REF}$  が得られることが分かる。

これにより、比較例の構成の場合に比して、上記ずれ量が低減されることから、本実施例によれば、システム出力電力目標値  $P_{SYS}^*$  への影響を抑制できる。すなわち、規格化部 905 における誤差成分が抑制されることにより、蓄電池 7 における不要な充放電が低減することから、比較例の構成よりも、蓄電池 7 の容量を更に大幅に低減することが可能となる。換言すれば、蓄電池 7 の電力および電力量を抑制できる効果を得ることができる。

#### 【実施例 3】

#### 【0033】

図 10 は、本発明の他の実施例に係る実施例 3 の統括コントローラの機能ブロック図である。本実施例では、統括コントローラ 9 が、蓄電池 7 からの SOC (充電率) に基づき第 1 上下限リミッタ 904 を介した後の標準発電電力  $P_{REF}$  を補正する標準発電電力補正部 914、復元部 907 より出力されるシステム出力電力目標値  $P_{SYS}^*$  を補正するシステム出力補正部 912、及び、減算器 908 より得られる充放電目標値  $P_b^*$  を補正する充放電出力補正部 915 を更に備える点が実施例 1 と異なる。その他の構成は、上述の実施例 1 と同様であり、以下では、実施例 1 と重複する説明を省略する。

#### 【0034】

図 10 において、標準発電電力補正部 914 は、標準発電電力演算部 903 により算出され、第 1 上下限リミッタ 904 を介した後の標準発電電力  $P_{REF}$  を、蓄電池 7 より取得される SOC (充電率) に基づき補正する。例えば、仮に、取得された SOC (充電率) が高い場合には、標準発電電力補正部 914 は、上述の式 (1) におけるパラメータ  $X$ 、 $Y$  を補正することで、標準発電電力  $P_{REF}$  を補正し、太陽光発電電力  $P_{PV}$  とシステム出力  $P_{SYS}$  の乖離を調整する。また蓄電池 7 の電力量を抑制した場合には、SOC 尤度が限られる傾向があるため、SOC (充電率) を適正範囲内に制御することにより、蓄電池 7 の電力量を低減できる。また、システム出力補正部 912 は、復元部 907 及び減算器 908 の間に配され、復元部 907 より得られるシステム出力目標値  $P_{SYS}^*$  を調整する。充放電出力補正部 915 は、減算器 908 及び第 2 上下限リミッタ 909 の間に配され、減算器 908 より得られる充放電目標値  $P_b^*$  を調整する。

#### 【0035】

ここで、統括コントローラ 9 による処理フローを説明する。図 11 は、図 10 に示す統

括コントローラ 9 による処理を説明するフローチャートである。ステップ S 1 0 ~ ステップ S 1 2 までは図 7 に示す実施例 1 と同様である。

ステップ S 2 1 では、ステップ S 1 2 にて、太陽光用 P C S 電力上限設定部 9 1 0 により太陽光用 P C S 電力上限値  $P_{p\_v\_l\_i\_m}$  が設定された第 1 上下限リミッタ 9 0 4 を通過後の標準発電電力  $P_{R\_E\_F}$  を、標準発電電力補正部 9 1 4 が取得する。また、標準発電電力補正部 9 1 4 は、蓄電池 7 より S O C (充電率) を取得し、取得された S O C に基づき標準発電電力  $P_{R\_E\_F}$  を補正し、補正後の標準発電電力  $P_{R\_E\_F}$  を規格化部 9 0 5 及び復元部 9 0 7 へ出力する。

ステップ S 1 3 ' では、規格化部 9 0 5 は、太陽光用 P C S 5 より計測された発電電力モニタ信号  $P_{p\_v\_f\_b}$  を、標準発電電力補正部 9 1 4 から出力された補正後の標準発電電力  $P_{R\_E\_F}$  にて除し、日影変動成分  $S_{i\_n}$  を抽出する。すなわち、日影変動成分  $S_{i\_n}$  は以下にて求められる。

日影変動成分  $S_{i\_n} = (\text{発電電力モニタ信号 } P_{p\_v\_f\_b}) / (\text{補正後の標準発電電力 } P_{R\_E\_F})$

ステップ S 1 4 及びステップ S 1 5 は、図 7 に示す実施例 1 と同様である。

ステップ S 2 2 では、システム出力補正部 9 1 2 は、ステップ S 1 5 にて復元部 9 0 7 より得られるシステム出力電力目標値  $P_{s\_y\_s}^*$ 、及び計時部 9 0 1 から時刻  $t$  を取得し、システム出力電力目標値  $P_{s\_y\_s}^*$  を補正し、減算器 9 0 8 へ出力する。

ステップ S 1 6 ' では、減算器 9 0 8 は、発電電力モニタ信号  $P_{p\_v\_f\_b}$  から補正後のシステム出力電力目標値  $P_{s\_y\_s}^*$  を減算し、発電電力モニタ信号  $P_{p\_v\_f\_b}$  と補正後のシステム出力電力目標値  $P_{s\_y\_s}^*$  との差分を算出する。続いて、充放電出力補正部 9 1 5 は、計時部 9 0 1 より時刻  $t$  (現在時刻) を入力すると共に、日の出検出部 9 0 2 より日の出時刻  $T_R$  を入力し、減算器 9 0 8 により得られた差分、すなわち、充放電目標値  $P_b^*$  を補正し、補正後の充放電目標値  $P_b^*$  を、第 2 上下限リミッタ 9 0 9 を介することにより、蓄電池用 P C S 6 へ出力する充放電目標値  $P_b^*$  を算出する (ステップ S 1 7 )。

#### 【 0 0 3 6 】

図 1 2 は、発電電力モニタ信号  $P_{p\_v\_f\_b}$  とシステム出力電力目標値  $P_{s\_y\_s}^*$  の時間変化及び、システム出力電力目標値  $P_{s\_y\_s}^*$  並びに放電調整電力  $P_D$  と S O C (充電率) との関係を示す図である。平滑化部 9 0 6 に、仮にローパスフィルタを用いた場合には、日没前後の時間 (日の入り時刻  $T_F$  の前後) において、フィルタの遅れ成分の影響により放電傾向となり、夜間は蓄電池 7 の S O C が過放電状態となる可能性がある。蓄電池 7 は S O C を適正範囲内に維持することで寿命を延長できるため、夜間一定に維持される S O C を適正範囲内に収めることができれば蓄電池 7 の延命効果を得ることができる。そこで例えば、図 1 2 の上段において強制終了上限電力  $P_{F\_l\_i\_m}$  で示すように、日の入り時刻  $T_F$  より前の時点でゼロとなるランプ状の上限値を設定し、システム出力補正部 9 1 2 の記憶部 (図示せず) に予め格納する。

システム出力補正部 9 1 2 は、復元部 9 0 7 より入力されるシステム出力電力目標値  $P_{s\_y\_s}^*$  と、図示しない記憶部に格納される強制終了上限電力  $P_{F\_l\_i\_m}$  とを比較する。比較の結果、システム出力電力目標値  $P_{s\_y\_s}^*$  が強制終了上限電力  $P_{F\_l\_i\_m}$  を上回る場合、システム出力補正部 9 1 2 は、強制終了上限電力  $P_{F\_l\_i\_m}$  に合わせてシステム出力電力目標値  $P_{s\_y\_s}^*$  を補正する。その結果、蓄電池 7 の S O C は過放電状態に至ることなく高い S O C を維持できる。

さらにより蓄電池 7 の寿命を延長できる S O C レベル (以下、目標 S O C レベルと称す) に対して乖離がある場合には、充放電出力補正部 9 1 5 は、日没後 (日の入り時刻  $T_F$  後) の所定時刻において、蓄電池 7 が、図 1 2 に示す放電調整電力  $P_D$  分追加放電するよう、充放電目標値  $P_b^*$  を補正する。これにより、蓄電池 7 の S O C レベルを目標 S O C レベルに到達させることが可能となる。図 1 2 において、強制終了上限電力  $P_{F\_l\_i\_m}$ 、及び放電調整電力  $P_D$  は、それぞれ一定の変化レート  $a_{F1}$ 、 $a_{F2}$ 、 $a_{R2}$  で変化させているが、この変化率は、例えば電力系統 1 3 を管理する所管の送電運用機関の電力変

10

20

30

40

50

動規程に応じて適宜選定すれば、太陽光発電電力  $P_{PD}$  の変動抑制性能を低下させることなく、SOC を調整することが可能となる。

なお、本来、蓄電池 7 は、充放電回数（充放電サイクル）と蓄電池寿命は反比例の関係にある。図 12 の下段に示すように、日の入り時刻  $T_F$  から所定時間経過後（夜間）において、蓄電池 7 を  $E$  分だけ放電することにより充放電サイクルは増加する。しかしながら、目標 SOC に低減する動作は、1 日のうち日の入り時刻  $T_F$  後の 1 回のみである。よって、充放電サイクルの増加による蓄電池 7 への影響は少なく、むしろ高い SOC の状態が維持されることにより生ずる蓄電池 7 の劣化現象を抑制することが可能となる。これは、特に、蓄電池 7 として Li イオン電池を用いる場合により効果的であり、他の蓄電池を用いた場合においても同様の効果を得ることが可能となる。

10

#### 【0037】

以上のとおり、本実施例によれば、実施例 1 の効果に加え、更に蓄電池の寿命を延長することが可能となる。

#### 【実施例 4】

#### 【0038】

図 13 は、本発明の他の実施例に係る実施例 4 の標準発電電力演算部 903 により得られる標準発電電力  $P_{REF}$  のプロファイルを示す図である。本実施例では、標準発電電力  $P_{REF}$  のうち、日の出時刻  $T_R$  ~ 日の入り時刻  $T_F$  までの時間帯におけるプロファイルを三角波状に簡略化した点が実施例 1 と異なる。その他の構成は上述の実施例 1 と同様である。以下では、実施例 1 と重複する説明を省略する。

20

#### 【0039】

図 13 に示すように、標準発電電力演算部 903 により出力される標準発電電力  $P_{REF}$  のプロファイルは、日の出時刻  $T_R$  ~ 日の入り時刻  $T_F$  までの時間帯において、南中時刻  $T_N$  にピークを有する略三角波状のプロファイルであり、24 時間周期の全期間においてゼロ割りを防止するためのオフセット信号  $P_{offset}$  が加算されている。このように、実施例 1 における標準発電電力プロファイルに比して、簡略化されたプロファイルであるが、図 13 に示す標準発電電力プロファイルにおいても、太陽光発電電力  $P_{PV}$  の 24 時間周期成分を概ね規定するプロファイルとなっている。このように、簡略化された標準発電電力プロファイルは、標準発電電力演算部 903 の図示しない記憶部に予め格納されており、必要に応じて適宜、標準発電電力演算部 903 より読み出され、第 1 上下限リミッタ 904 へ出力される。

30

#### 【0040】

なお、蓄電池用 PCS 6 へ出力される充放電目標値  $P_b^*$ 、及び太陽光用 PCS 5 へ出力される太陽光発電電力上限値  $P_{PV\_lim}$  の最適化度の観点からは、実施例 1 に比して多少最適化度が低減する可能性がある。しかしながら、この標準発電電力プロファイルに加え、太陽光発電電力  $P_{PV}$  の変動要因となる日影変動成分  $S_{in}$  を用いて、システム出力電力目標値  $P_{SYS}^*$  及び蓄電池の充放電目標値  $P_b^*$  を算出するものであるため、太陽光発電システム全体としての発電制御に影響を与えるものではない。

また、本実施例では、南中時刻  $T_N$  にピークを有する略三角波状の標準発電電力プロファイルとしたが、これに限られず、南中時刻  $T_N$  にピークを有する波形であれば、例えば、多角形状の波形であっても良い。

40

#### 【0041】

本実施例によれば、実施例 1 の効果に加え、更に、標準発電電力演算部 903 の構成の簡略化が可能となることから、統括コントローラ 9 の演算負荷の低減化が可能となり、コスト低減等にも貢献できる。

#### 【実施例 5】

#### 【0042】

図 14 は、本発明の他の実施例に係る実施例 5 の標準発電電力演算部 903 により得られる標準発電電力  $R_{REF}$  のプロファイルを示す図である。本実施例では、標準発電電力  $P_{REF}$  のうち、日の出時刻  $T_R$  ~ 日の入り時刻  $T_F$  までの時間帯におけるプロファイルを

50

台形状に簡略化した点が実施例 1 と異なる。その他の構成は上述の実施例 1 と同様である。以下では、実施例 1 と重複する説明を省略する。

#### 【 0 0 4 3 】

図 1 4 に示すように、標準発電電力演算部 9 0 3 により出力される標準発電電力  $P_{RE_F}$  のプロファイルは、日の出時刻  $T_R$  ~ 日の入り時刻  $T_F$  までの時間帯において、日の出時刻  $T_R$  ~ 日の入り時刻  $T_F$  の間を下底とする略台形状のプロファイルであり、24 時間周期の全期間においてゼロ割りを防止するためのオフセット信号  $P_{offset}$  が加算されている。ここで略台形状のプロファイルのうち、時間変化を伴う日の出時刻  $T_R$  から所定時間経過後の期間、及び日の入り時刻  $T_F$  より所定時間前の期間における電力変化率は、例えば、変化レート  $a_R$ 、 $a_F$  を有する。これら、変化レート  $a_R$ 、 $a_F$  は、例えば電力系統 1 3 を管理する所管の送電運用機関の電力変動規程に応じて適宜選定すれば、太陽光発電電力  $P_{PV}$  の変動抑制性能の低下を防止できる。

10

なお、図 1 4 に示す標準発電電力プロファイルは、標準発電電力演算部 9 0 3 の図示しない記憶部に予め格納されており、必要に応じて適宜、標準発電電力演算部 9 0 3 より読み出され、第 1 上下限リミッタ 9 0 4 へ出力される。

#### 【 0 0 4 4 】

例えば、多数の太陽光パネル 4 を備えるメガソーラ等の大規模な太陽光発電システム 1 においては、PCS の設備投資低減のため、太陽光用 PCS 5 の設置数を低減するシステム設計を行う場合がある。このような場合において、図 1 4 に示す、略台形状の標準発電電力プロファイルは、日の出時刻  $T_R$  ~ 日の入り時刻  $T_F$  までの間において、所定時間平坦となる上底を有する。この標準発電電力プロファイルにおける上底は、日射量  $H$  に比例する太陽光発電電力  $P_{PV}$  のピークをカットするよう機能する。これにより、太陽光用 PCS 5 の設置台数を低減することが可能となる。

20

本実施例によれば、実施例 4 の効果に加え、更に太陽光用 PCS 5 の設置台数を低減することが可能となる。

#### 【 0 0 4 5 】

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の実施例の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

30

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 4 6 】

- 1・・・太陽光発電システム
- 2・・・蓄電池システム
- 3・・・電力制御装置
- 4・・・太陽光パネル
- 5・・・太陽光用パワーコンディショナ(PCS)
- 6・・・蓄電池用パワーコンディショナ(PCS)
- 7・・・蓄電池
- 8・・・ネットワーク
- 9・・・統括コントローラ
- 10・・・日射計
- 11・・・外部コントローラ
- 12・・・端末
- 13・・・電力系統
- 20・・・画面 ( 端末 1 2 の表示画面 )
- 21・・・第 1 表示領域
- 22・・・第 2 表示領域

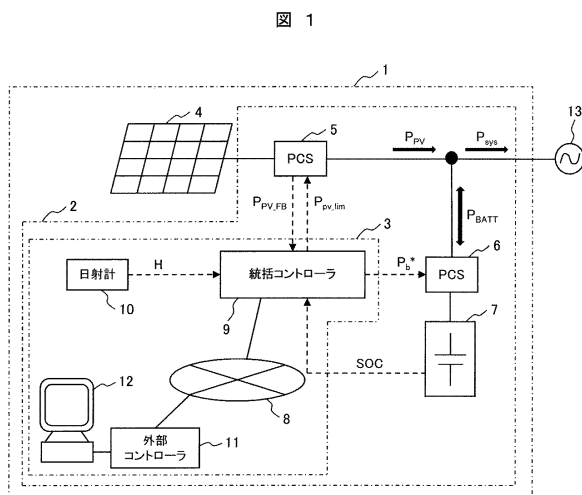
40

50

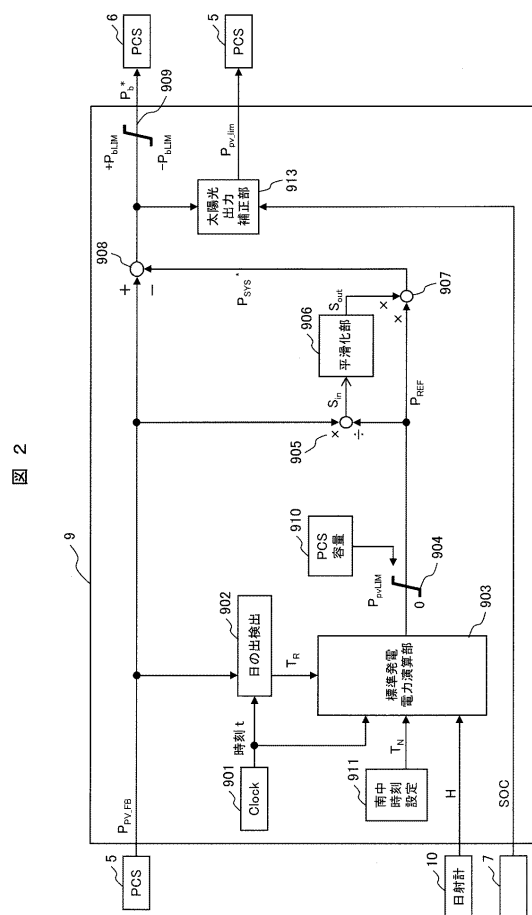
- 2 3 . . . パラメータ入力領域
- 2 4 . . . 履歴指定入力領域
- 2 5 . . . 履歴表示種別指定入力領域
- 2 6 . . . 実行ボタン
- 9 0 1 . . . 計時部
- 9 0 2 . . . 日の出検出部
- 9 0 3 . . . 標準発電電力演算部
- 9 0 4 . . . 第 1 上下限リミッタ
- 9 0 5 . . . 規格化部
- 9 0 6 . . . 平滑化部
- 9 0 7 . . . 復元部
- 9 0 8 . . . 減算器
- 9 0 9 . . . 第 2 上下限リミッタ
- 9 1 0 . . . 太陽光用 P C S 電力上限設定部
- 9 1 1 . . . 南中時刻設定部
- 9 1 2 . . . システム出力補正部
- 9 1 3 . . . 太陽光出力補正部
- 9 1 4 . . . 標準発電電力補正部
- 9 1 5 . . . 充放電出力補正部

10

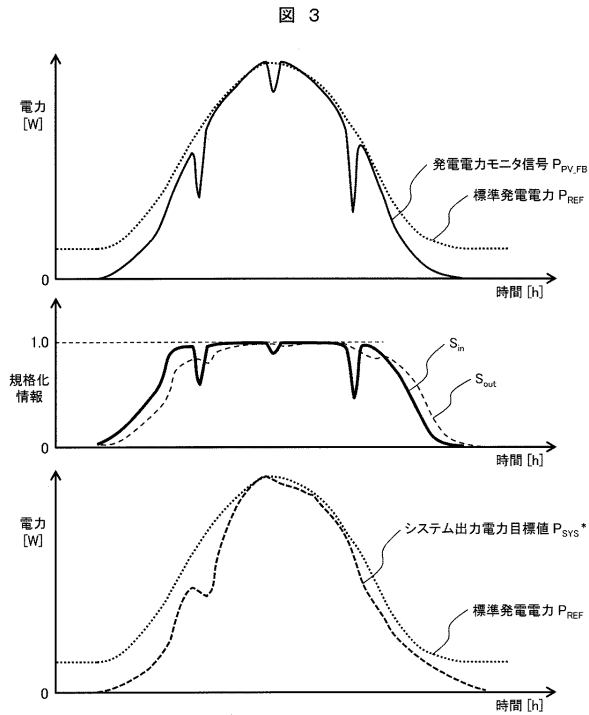
【圖 1】



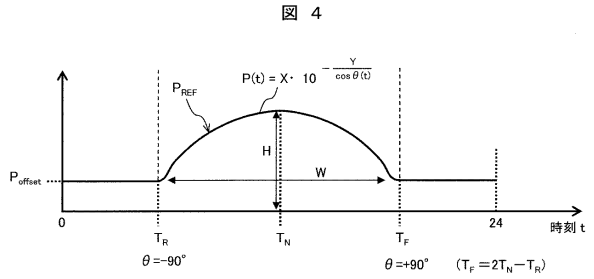
【圖 2】



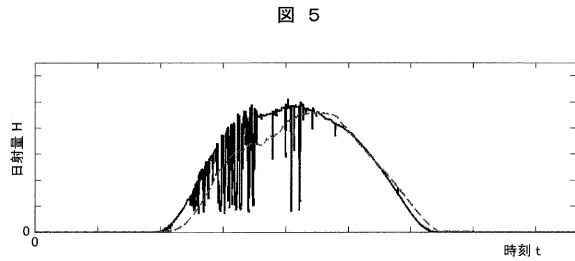
【 図 3 】



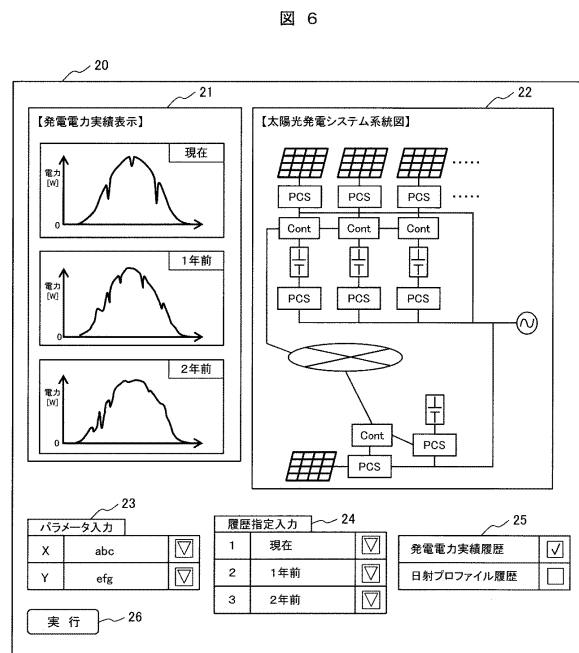
【 図 4 】



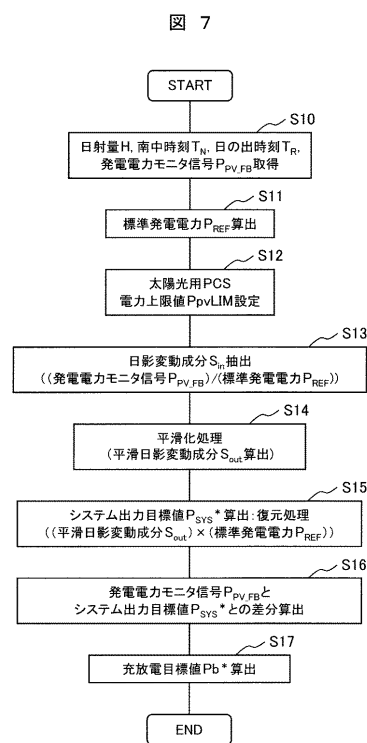
【 図 5 】



【 図 6 】



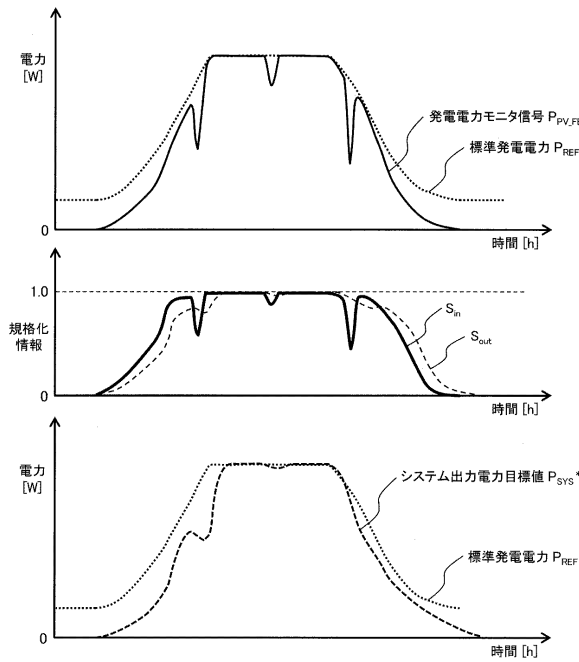
【圖 7】





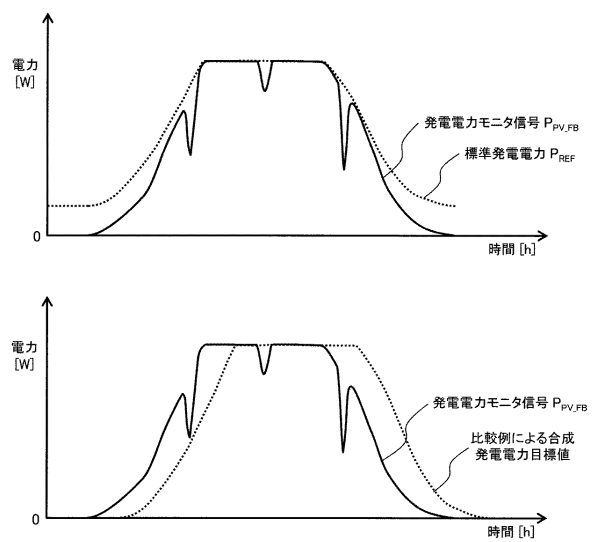
【図 8】

図 8



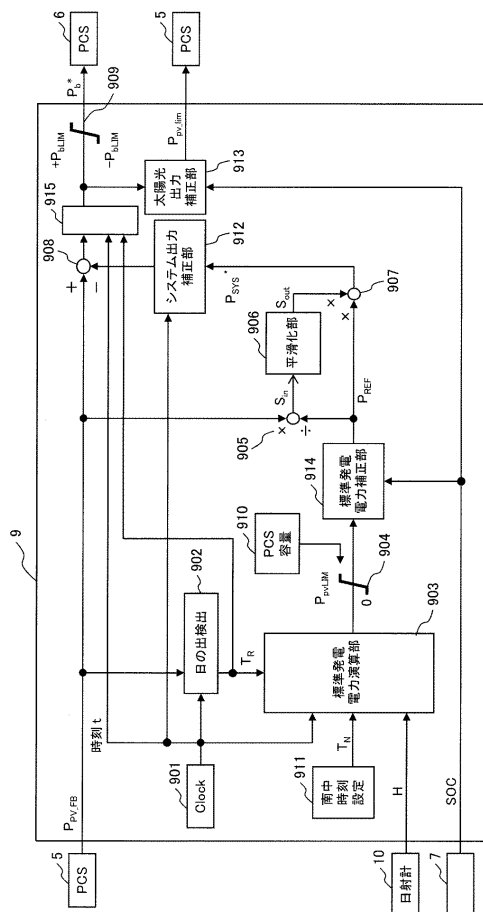
【図 9】

図 9



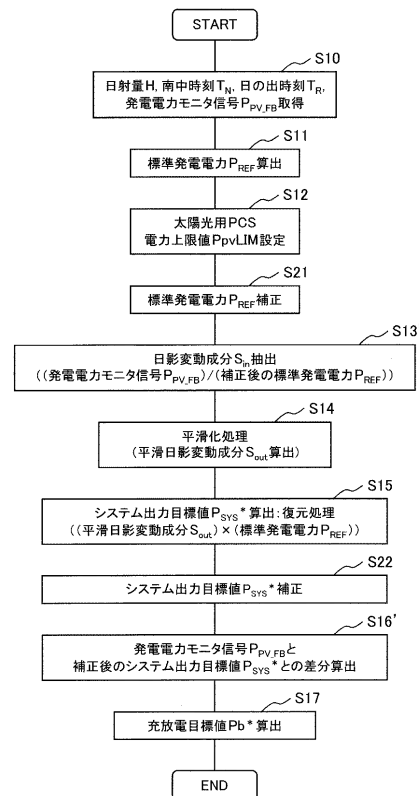
【図 10】

図 10

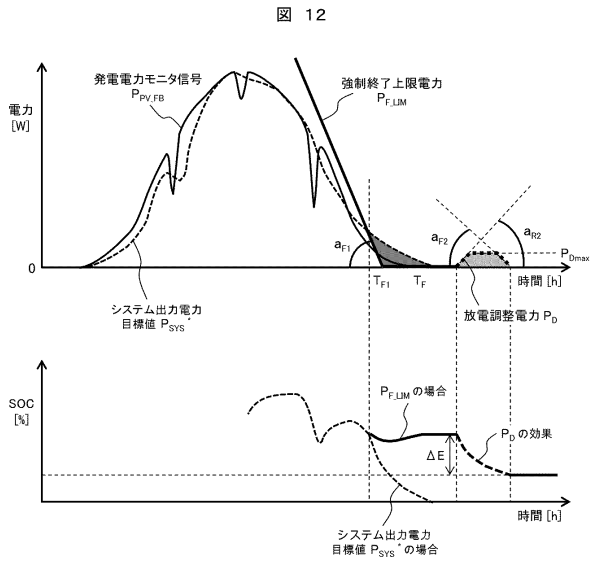


【図 11】

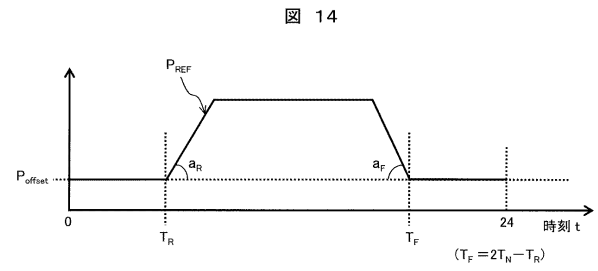
図 11



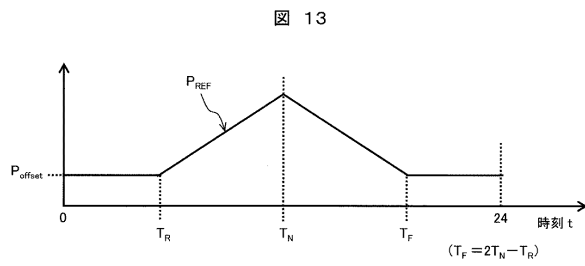
【図 12】



【図 14】



【図 13】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 別府 賢一郎  
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
- (72)発明者 永嶋 裕司  
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

審査官 坂東 博司

- (56)参考文献 特開2008-154360(JP,A)  
特開2014-117003(JP,A)  
特開2014-021555(JP,A)  
特開2002-017044(JP,A)  
米国特許出願公開第2011/0221276(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |      |
|------|------|
| H02J | 3/32 |
| H02J | 3/38 |
| H02J | 7/35 |