

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5384155号
(P5384155)

(45) 発行日 平成26年1月8日(2014.1.8)

(24) 登録日 平成25年10月11日(2013.10.11)

(51) Int. Cl.		F I	
HO 2 J 3/32	(2006.01)	HO 2 J 3/32	
HO 2 J 3/38	(2006.01)	HO 2 J 3/38	G
HO 2 J 7/00	(2006.01)	HO 2 J 7/00	L
HO 1 M 10/44	(2006.01)	HO 1 M 10/44	P

請求項の数 4 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2009-64648 (P2009-64648)	(73) 特許権者	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
(22) 出願日	平成21年3月17日(2009.3.17)	(74) 代理人	100133514 弁理士 寺山 啓進
(65) 公開番号	特開2010-220406 (P2010-220406A)	(74) 代理人	100117064 弁理士 伊藤 市太郎
(43) 公開日	平成22年9月30日(2010.9.30)	(74) 代理人	100122910 弁理士 三好 広之
審査請求日	平成24年2月27日(2012.2.27)	(72) 発明者	酒井 総一 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発電システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

交流電力が配電される配電系統に接続された発電システムであって、
 自然エネルギーを利用することによって出力電力を生成する電源装置と、
 充放電する蓄電装置と、
 前記出力電力を検出する検出部と、
 前記出力電力の増加傾向又は減少傾向が所定の期間にわたって継続した場合、前記所定の期間における前記出力電力の値に基づいて、前記電源装置及び前記蓄電装置から前記配電系統へ逆潮流される電力の目標値を設定する目標値設定部と、
 前記目標値に基づいて、前記電源装置から前記蓄電装置への充電及び前記蓄電装置から前記配電系統への放電の制御である充放電制御を実行する充放電制御部とを備えることを特徴とする発電システム。

10

【請求項2】

前記所定の期間は、前記配電系統におけるガバナフリー運転の対象となる負荷変動の周期の1/4より大きく、前記配電系統における負荷周波数制御の対象となる負荷変動の周期の1/4より小さいことを特徴とする請求項1に記載の発電システム。

【請求項3】

前記目標値設定部は、前記充放電制御の開始から所定の時間経過後における前記蓄電装置の蓄電容量に基づいて、新たな目標値を設定し、

20

前記充放電制御部は、設定された前記新たな目標値に基づいて、前記充放電制御を実行する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の発電システム。

【請求項 4】

前記充放電制御部は、前記充放電制御の終了後において、前記蓄電装置の蓄電容量を所定の初期容量に調整する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の発電システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自然エネルギーを利用した電源装置を備える発電システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、変電所から交流電力の供給を受ける各需要家（例えば、住宅や工場など）内に自然エネルギーを利用した電源装置（例えば、太陽光電源装置）が備えられるケースが増えている。電源装置は、変電所の配下に設けられる配電系統に接続されており、電源装置によって出力される電力は、自需要家内に設けられた電力消費装置だけでなく配電系統にも出力される。このように、需要家から配電系統へ向かう電力の流れは「逆潮流」と呼ばれ、需要家から配電系統へ出力される電力は「逆潮流電力」と呼ばれる。

【0003】

ところで、自然エネルギーを利用した電源装置の出力は、天候などに応じて変動しうる。そのため、電源装置から配電系統へ逆潮流されている場合、逆潮流電力は、電源装置の出力変動に伴って変動する。その結果、配電系統の系統周波数が変動するおそれがある。このような系統周波数の変動は、自然エネルギーを利用した電源装置を備える需要家が増えるほど顕著となる。

【0004】

ここで、自然エネルギーを利用した電源装置と蓄電装置とを備え、電源装置の出力変動に応じて蓄電装置の充放電を行う発電システムが提案されている（特許文献 1 参照）。このような発電システムによれば、逆潮流電力の急激な変動を抑制することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2001 - 5543 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記特許文献 1 に記載の手法では、所定の単位時間毎に頻繁に蓄電装置の充放電が行われるため、蓄電装置の寿命が短くなるという問題があった。

【0007】

本発明は、上述した問題を解決するためになされたものであり、蓄電装置の長寿命化を可能とする発電システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の特徴に係る発電システムは、交流電力が配電される配電系統に接続された発電システムであって、自然エネルギーを利用することによって出力電力を生成する電源装置と、充放電する蓄電装置と、出力電力を検出する検出部と、出力電力の増加傾向又は減少傾向が所定の期間にわたって継続した場合、所定の期間における出力電力の値に基づいて、電源装置及び蓄電装置から配電系統へ逆潮流される電力の目標値を設定する目標値設定部と、目標値に基づいて、電源装置から蓄電装置への充電及び蓄電装置から配電系統への放電の制御である充放電制御を実行する充放電制御部とを備えることを要旨とする。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 9 】

本発明の特徴に係る発電システムにおいて、所定の期間は、配電システムにおけるガバナフリー運転の対象となる負荷変動の周期の $1/4$ より大きく、配電システムにおける負荷周波数制御の対象となる負荷変動の周期の $1/4$ より小さくてもよい。

【 0 0 1 0 】

本発明の特徴に係る発電システムにおいて、目標値設定部は、充放電制御の開始から所定の時間経過後における蓄電装置の蓄電容量に基づいて、新たな目標値を設定し、充放電制御部は、設定された新たな目標値に基づいて、充放電制御を実行してもよい。

【 0 0 1 1 】

本発明の特徴に係る発電システムにおいて、充放電制御部は、充放電制御の終了後において、蓄電装置の蓄電容量を所定の初期容量に調整してもよい。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、蓄電装置の長寿命化を可能とする発電システムを提供することを目的とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】実施形態に係る配電システム 1 の構成を示す概略図である。

【図 2】実施形態に係る発電システム 100 の構成を示すブロック図である。

【図 3】実施形態に係る系統連系装置 200 の構成を示すブロック図である。

20

【図 4】出力電力 P の推移の一例を示すグラフである。

【図 5】逆潮流電力 P_{REV} の推移を模式的に示すグラフである。

【図 6】実施形態に係る系統連系装置 200 の変動検出処理を示すフロー図である。

【図 7】実施形態に係る系統連系装置 200 の平滑化処理を示すフロー図である。

【図 8】実施形態に係る系統連系装置 200 の初期化処理を示すフロー図である。

【図 9】某太陽電池発電システムの出力電力 P の推移を示すグラフである。

【図 10】実施例 1 に係るシミュレーション結果を示すグラフである。

【図 11】実施例 2 に係るシミュレーション結果を示すグラフである。

【図 12】実施例 3 に係るシミュレーション結果を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

30

【 0 0 1 4 】

以下において、本発明の実施形態に係る系統連系システムについて、図面を参照しながら説明する。なお、以下の図面の記載において、同一又は類似の部分には、同一又は類似の符号を付している。

【 0 0 1 5 】

ただし、図面は模式的なものであり、各寸法の比率などは現実のものとは異なることに留意すべきである。従って、具体的な寸法などは以下の説明を参酌して判断すべきである。また、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることは勿論である。

【 0 0 1 6 】

40

また、以下の説明において、配電システムから需要家へ向かう電力の流れを「潮流」といい、配電システムから需要家へ潮流する電力を「潮流電力」という。また、需要家から配電システムへ向かう電力の流れを「逆潮流」といい、需要家から配電システムへ逆潮流する電力を「逆潮流電力」という。

【 0 0 1 7 】

(配電システムの構成)

以下において、実施形態に係る配電システムの構成について、図面を参照しながら説明する。図 1 は、実施形態に係る配電システム 1 の構成を示す概略図である。

【 0 0 1 8 】

図 1 に示すように、配電システム 1 は、複数の高圧電力供給源 10 (高圧電力供給源 1

50

0 A、高圧電力供給源 1 0 B) と、変電所 2 0 と、複数の需要家 3 0 (需要家 3 0 A ~ 3 0 I) とを有する。

【 0 0 1 9 】

高圧電力供給源 1 0 は、高圧送電線 4 0 を介して、変電所 2 0 に高圧電力を送電する。高圧電力供給源 1 0 は、例えば、発電所である。

【 0 0 2 0 】

変電所 2 0 は、配電系統 5 0 を介して、各需要家 3 0 に高圧電力を降圧して生成した交流電力を配電する。配電系統 5 0 は、変電所 2 0 が各需要家 3 0 を管理する単位である。図示しないが、変電所 2 0 は、複数の配電系統 5 0 を配下に有していてもよい。

【 0 0 2 1 】

各需要家 3 0 は、発電システム 1 0 0 を備える。発電システム 1 0 0 は、配電系統 5 0 を介して変電所 2 0 と電氣的に接続されている。発電システム 1 0 0 は、配電系統 5 0 との間で電力の入出力 (潮流及び逆潮流) を行う。

【 0 0 2 2 】

(発電システムの構成)

以下において、実施形態に係る発電システムの構成について、図面を参照しながら説明する。図 2 は、実施形態に係る発電システム 1 0 0 の構成を示すブロック図である。

【 0 0 2 3 】

図 2 に示すように、発電システム 1 0 0 は、複数の電力消費装置 1 0 2 (電力消費装置 1 0 2 A ~ 電力消費装置 1 0 2 C) と、電源装置 1 0 4 と、蓄電装置 1 0 6 と、系統連系装置 2 0 0 とを有する。

【 0 0 2 4 】

電力消費装置 1 0 2 は、配電系統 5 0 から配電される潮流電力、及び電源装置 1 0 4 によって出力される出力電力 P を消費する。電力消費装置 1 0 2 は、例えば家電などである。

【 0 0 2 5 】

電源装置 1 0 4 は、自然エネルギーを利用することによって出力電力 P を生成する。電源装置 1 0 4 は、例えば太陽光電源装置、風力電源装置などである。このような電源装置 1 0 4 によって生成される出力電力 P は、気象・天候などに応じて変動することに留意すべきである。なお、本実施形態では、電源装置 1 0 4 によって生成される出力電力 P は、系統連系装置 2 0 0 を介して、配電系統 5 0 へ逆潮流されうる。

【 0 0 2 6 】

蓄電装置 1 0 6 は、所定の定格容量 C_{CAP} を有し、充放電可能な装置である。具体的には、蓄電装置 1 0 6 は、電源装置 1 0 4 によって生成される出力電力 P を蓄電する。また、蓄電装置 1 0 6 は、蓄電した電力を配電系統 5 0 へ逆潮流する。蓄電装置 1 0 6 は、例えば、リチウムイオン電池やニッケル水素電池などの二次電池、或いは電気二重層キャパシタなどである。

【 0 0 2 7 】

本実施形態では、蓄電装置 1 0 6 の初期容量 C_{START} は定められており、例えば、定格容量 C_{CAP} の 5 0 % であるが、これに限られるものではない。

【 0 0 2 8 】

系統連系装置 2 0 0 は、配電系統 5 0、複数の電力消費装置 1 0 2、電源装置 1 0 4 及び蓄電装置 1 0 6 の連系を制御する。具体的には、系統連系装置 2 0 0 は、例えば、蓄電装置 1 0 6 から配電系統 5 0 への放電や電源装置 1 0 4 から蓄電装置 1 0 6 への充電を制御する。なお、以下の説明において、逆潮流電力 P_{REV} には、電源装置 1 0 4 の出力電力 P と蓄電装置 1 0 6 から放電される放電電力 Q とが含まれることに留意すべきである。

【 0 0 2 9 】

(系統連系装置の構成)

以下において、実施形態に係る系統連系装置の構成について、図面を参照しながら説明する。図 3 は、実施形態に係る系統連系装置 2 0 0 の構成を示すブロック図である。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

系統連系装置 2 0 0 は、図 3 に示すように、検出部 2 0 1、判定部 2 0 2、目標値設定部 2 0 3、充放電制御部 2 0 4、DC / DC 変換部 2 0 5 及びパワーコンディショナー 2 0 6 を備える。

【 0 0 3 1 】

(検出部)

検出部 2 0 1 は、検出周期 T_D (例えば、1 分) ごとに電源装置 1 0 4 の出力電力 P を検出する。図 4 は、出力電力 P の推移の一例を示すグラフである。図 4 に示すグラフにおける検出周期 T_D は、1 分である。なお、検出部 2 0 1 は、出力電力 P が電源装置 1 0 4 の定格出力 P_{CAP} の所定割合 (例えば、1 0 %) 以上である場合に出力電力 P を検出することとしてもよい。

10

【 0 0 3 2 】

(判定部)

判定部 2 0 2 は、出力電力 P の増加傾向又は減少傾向が所定の期間 T_T にわたって継続したか否かを判定する。

【 0 0 3 3 】

具体的には、まず、判定部 2 0 2 は、前回の検出タイミングで検出された出力電力 P_{LAST} と、今回の検出タイミングで検出された出力電力 P_{THIS} との差である電力変動幅 P を、検出周期 T_D ごとに算出する。判定部 2 0 2 は、電力変動幅 P が定格出力 P_{CAP} の 3 0 % 以上か否かを判定する。判定部 2 0 2 は、電力変動幅 P が定格出力 P_{CAP} の 3 0 % 以上であると判定されるまで、電力変動幅 P の算出を繰り返す。このように、本実施形態では、電力変動幅 P が定格出力 P_{CAP} の 3 0 % 以上であることをもって出力電力 P が増加傾向又は減少傾向にあるとみなすが、これに限られるものではない。電力変動幅 P が定格出力 P_{CAP} の 0 % より大きければ、出力電力 P が増加傾向又は減少傾向にあるとみなすことができる。

20

【 0 0 3 4 】

次に、判定部 2 0 2 は、電力変動幅 P が定格出力 P_{CAP} の 3 0 % 以上であると判定された場合、すなわち、出力電力 P が増加傾向又は減少傾向にあると判定された場合に、出力電力 P の増加傾向又は減少傾向が所定の期間 T_T にわたって継続するか否かを判定する。具体的には、判定部 2 0 2 は、出力電力 P が、出力電力 P_{LAST} が検出された時刻から所定の期間 T_T 後の時刻まで、出力電力 $P_{LAST} \pm 10\%$ の範囲外を継続して推移するか否かを判定する。

30

【 0 0 3 5 】

次に、判定部 2 0 2 は、出力電力 P が出力電力 $P_{LAST} \pm 10\%$ の範囲外を継続して推移した場合、すなわち、出力電力 P の増加傾向又は減少傾向が所定の期間 T_T にわたって継続した場合に、その旨を目標値設定部 2 0 3 に通知する。

【 0 0 3 6 】

ここで、所定の期間 T_T は、配電系統 5 0 におけるガバナフリー (GF : Governor Free) 運転の対象となる負荷変動の周期の $1/4$ より大きく、配電系統 5 0 における負荷周波数制御 (LFC : Load Frequency Control) の対象となる負荷変動の周期の $1/4$ より小さいことに留意すべきである。ガバナフリー運転とは、配電系統 5 0 における負荷変動のうち周期が数分程度 (例えば、2 分) までの微小周期変動を解消するための運転である。ガバナフリー運転は、高圧電力供給源 1 0 に設けられた調速機の制限解除による発電出力制御によって行われる。また、LFC とは、配電系統 5 0 における負荷変動のうち周期が数分から十数分程度 (例えば、2 ~ 2 0 分程度) の短周期変動を解消するための制御である。LFC は、高圧電力供給源 1 0 とは別に設けられ、短周期変動に対応可能な周波数制御用の発電所における出力制御によって行なわれる。なお、配電系統 5 0 における負荷変動のうち周期が十数分を超える長周期変動は、経済負荷配分制御 (EDC : Economic Dispatching Control) により解消されうる。GF 運転、LFC 及び EDC については、“横山隆一監修「電力自由化と技術開発 - 2 1 世紀における電気事業の経営効

40

50

率と供給信頼性の向上を目指して - 「第5章」、及び“電気学会技術報告,第869号”に詳しい。

【0037】

ところで、多数の電源装置104から配電系統50に逆潮流されている場合において、配電系統50付近の気象変動によって多数の電源装置104それぞれの出力電力が変動する場合がある。この場合、配電系統50には、微小周期変動、短周期変動、或いは長周期変動のいずれかが発生する。上述の通り、微小周期変動及び長周期変動には、GF運転及びEDCによって対応可能である。従って、微小周期変動及び長周期変動を発生させるような出力電力の変動は、発電システム100内で解消する必要はない。一方で、短周期変動の解消には、配電系統50の規模に応じて、周波数制御用の発電所を増設する必要がある。そのため、短周期変動を発生させるような出力電力の変動は、発電システム100内で解消されることが望ましい。なお、短周期変動の周期は、配電系統50の規模などに応じて異なるものであることに留意すべきである。

10

【0038】

本実施形態において、所定の期間 T_T は、GF運転の対象となる負荷変動の周期の $1/4$ より大きく、LFCの対象となる負荷変動の周期の $1/4$ より小さい。そのため、判定部202は、微小周期変動を発生させるような出力電力 P の変動ではなく、短周期変動を発生させるような出力電力 P の変動に対して、出力電力 P の増加傾向又は減少傾向が継続していると判定する。

【0039】

(目標値設定部)

目標値設定部203は、判定部202からの通知に応じて、逆潮流電力 P_{REV} の目標値を設定する。なお、本発明において、逆潮流電力 P_{REV} は、需要家30から配電系統50へ逆潮流する電力であり、電源装置104の出力電力 P と蓄電装置106の放電電力との合成電力であることに留意すべきである。

20

【0040】

具体的には、目標値設定部203は、所定の期間 T_T における出力電力 P の値に基づいて、逆潮流電力 P_{REV} の目標値である第1目標値 P_{SET1} を設定する。また、目標値設定部203は、逆潮流電力 P_{REV} が第1目標値 P_{SET1} に到達するまでの第1到達時間 T_1 を設定する。

30

【0041】

具体的には、目標値設定部203は、出力電力 P_{LAST} と、出力電力 P_{LAST} が検出された時刻から所定の期間 T_T 後の時刻における出力電力 P_T との間の値(例えば、出力電力 P_{LAST} と出力電力 P_T との中間値)を第1目標値 P_{SET1} に設定する。また、目標値設定部203は、短周期変動の周期の $1/4$ (例えば、30秒~5分)以上に第1到達時間 T_1 を設定する。ただし、第1目標値 P_{SET1} は、出力電力 P_{LAST} と出力電力 P_T との間の値であればよく、第1到達時間 T_1 は、出力電力 P の変動を平滑化できる時間であればよい。

【0042】

また、目標値設定部203は、第1到達時間 T_1 経過後における蓄電装置106の蓄電容量 C_{T1} に基づいて、逆潮流電力 P_{REV} の新たな目標値である第2目標値 P_{SET2} を設定する。また、目標値設定部203は、逆潮流電力 P_{REV} が第2目標値 P_{SET2} に到達するまでの第2到達時間 T_2 を設定する。

40

【0043】

具体的には、目標値設定部203は、蓄電容量 C_{T1} が初期容量 C_{START} 以上の場合、定格出力 P_{CAP} の半分よりも大きな値(例えば、定格出力 P_{CAP} の75%)を第2目標値 P_{SET2} に設定する。一方で、目標値設定部203は、蓄電容量 C_{T1} が初期容量 C_{START} 未満である場合、定格出力 P_{CAP} の半分よりも小さな値(例えば、定格出力 P_{CAP} の25%)を第2目標値 P_{SET2} に設定する。また、目標値設定部203は、短周期変動の周期の $1/4$ (例えば、30秒~5分)以上に第2到達時間 T_2 を設

50

定する。ただし、第2目標値 P_{SET2} は、出力電力 P_{LAST} と出力電力 P_T との間の値であればよく、第2到達時間 T_2 は、出力電力 P の変動を平滑化できる時間であればよい。

【0044】

さらに、目標値設定部203は、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの間において、第2目標値 P_{SET2} が定格出力 P_{CAP} の半分以上の値に設定されている場合であって、蓄電装置106の蓄電容量 C が初期容量 C_{START} 未満となったとき、或いは、第2目標値 P_{SET2} が定格出力 P_{CAP} の半分よりも小さな値に設定されている場合であって、蓄電装置106の蓄電容量 C が初期容量 C_{START} 以上となったとき、逆潮流電力 P_{REV} の新たな目標値として第3目標値 P_{SET3} を設定する。第3目標値 P_{SET3} は、例えば、定格出力 P_{CAP} の半分である。

10

【0045】

(充放電制御部)

充放電制御部204は、目標値設定部203によって設定された逆潮流電力 P_{REV} の目標値に基づいて、電源装置104から蓄電装置106への充電、及び蓄電装置106から配電系統50への放電の制御である充放電制御を実行する。これによって、充放電制御部204は、電源装置104の出力電力 P の変動を平滑化する。

【0046】

図5は、発電システム100から配電系統50への逆潮流電力 P_{REV} の推移を模式的に示すグラフである。図5では、電源装置104の出力電力 P_{LAST} が検出された時刻 t_{LAST} から所定の期間 T_T 後の時刻 t_T において、充放電制御部204による充放電制御が開始されている。

20

【0047】

充放電制御部204は、逆潮流電力 P_{REV} が時刻 t_T から第1到達時間 T_1 経過後の時刻 t_1 に第1目標値 P_{SET1} となるように、充放電制御を実行する。図5に示すように、出力電力 P の減少傾向が所定の期間 T_T にわたって継続した場合には、充放電制御部204は、出力電力 P に放電電力 Q を加えて出力する。一方で、図示しないが、出力電力 P の増加傾向が所定の期間 T_T にわたって継続した場合には、充放電制御部204は、出力電力 P の一部を蓄電装置106への充電電力 R とする。

【0048】

具体的には、充放電制御部204は、時刻 t_T から時刻 t_1 までの間は、次の式(1)に基づいて蓄電装置106からの放電電力 Q を算出する。

30

[数1]

$$\begin{aligned} \text{放電電力 } Q_1 &= \text{逆潮流電力 } P_{REV} - \text{出力電力 } P(i) \quad \dots (1) \\ &= (\text{出力電力 } P_T + \text{第1目標値 } P_{SET1} \times i / T_1) - \text{出力電力 } P(i) \end{aligned}$$

ただし、式(1)において、 i は、時刻 t_T からの経過時間であり、出力電力 $P(i)$ は、時刻 t_T から i 経過時における出力電力 P である。なお、式(1)に基づいて算出される放電電力 Q_1 が負の値である場合、算出値は充電電力 R を表していることに留意すべきである。充放電制御部204は、算出された放電電力 Q_1 に従って、蓄電装置106の充放電を制御する。

40

【0049】

次に、充放電制御部204は、逆潮流電力 P_{REV} が時刻 t_1 から第2到達時間 T_2 経過後の時刻 t_2 に第2目標値 P_{SET2} となるように、充放電制御を実行する。具体的には、充放電制御部204は、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの間は、次の式(2)に基づいて蓄電装置106からの放電電力 Q_2 を算出する。

[数2]

$$\begin{aligned} \text{放電電力 } Q_2 &= \text{逆潮流電力 } P_{REV} - \text{出力電力 } P(j) \quad \dots (2) \\ &= (\text{第1目標値 } P_{SET1} + \text{第2目標値 } P_{SET2} \times j / T_2) - \text{出力電力 } P(j) \end{aligned}$$

ただし、式(2)において、 j は、時刻 t_1 からの経過時間であり、出力電力 $P(j)$

50

は、時刻 t_1 から j 経過時における出力電力 P である。なお、式 (1) と同様に、式 (2) に基づいて算出される放電電力 Q_2 が負の値である場合、算出値は充電電力 R を表していることに留意すべきである。充放電制御部 204 は、算出された放電電力 Q_2 に従って、蓄電装置 106 の充放電を制御する。

【0050】

また、充放電制御部 204 は、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの間において、目標値設定部 203 によって第 3 目標値 P_{SET3} が設定された場合、次の式 (3) に基づいて蓄電装置 106 からの放電電力 Q_3 を算出する。

〔数 3〕

放電電力 $Q_3 =$ 逆潮流電力 $P_{REV}(k) -$ 出力電力 $P(k) \dots (3)$

10

$=$ 逆潮流電力 $P_{REV}(k) + ($ 第 3 目標値 $P_{SET3} -$ 逆潮流電力 $P_{REV}(k)) \times l / k$

ただし、式 (3) において、 k は、時刻 t_1 から第 3 目標値 P_{SET3} 設定までに経過した時間であり、逆潮流電力 $P_{REV}(k)$ 及び出力電力 $P(k)$ は、時刻 t_1 から k 経過時における逆潮流電力 P_{REV} 及び出力電力 P である。 l は、第 3 目標値 P_{SET3} 設定後からの経過時間である。充放電制御部 204 は、算出された放電電力 Q_3 に従って、蓄電装置 106 の充放電を制御する。

【0051】

次に、充放電制御部 204 は、時刻 t_2 経過後、すなわち充放電制御の終了後において、蓄電装置 106 の蓄電容量 C を初期容量 C_{START} に調整する。充放電制御部 204 は、蓄電容量 C を初期化するために、逆潮流電力 P_{REV} の初期化用目標値 P_{SETS} を設定する。

20

【0052】

具体的には、充放電制御部 204 は、蓄電容量 C が初期容量 C_{START} 以上の場合、定格出力 P_{CAP} の半分以上の値 (例えば、定格出力 P_{CAP} の 75%) を初期化用目標値 P_{SETS} に設定する。一方で、充放電制御部 204 は、蓄電容量 C が初期容量 C_{START} 未満である場合、定格出力 P_{CAP} の半分未満の値 (例えば、定格出力 P_{CAP} の 25%) を初期化用目標値 P_{SETS} に設定する。充放電制御部 204 は、次の式 (4) に基づいて蓄電装置 106 からの放電電力 Q_4 を算出する。

〔数 4〕

放電電力 $Q_4 =$ 初期化用目標値 $P_{SETS} -$ 出力電力 $P(m) \dots (4)$

30

ただし、式 (4) において、 m は、時刻 t_2 からの経過時間であり、出力電力 $P(m)$ は、時刻 t_2 から m 経過時における出力電力 P である。充放電制御部 204 は、算出された放電電力 Q_4 に従って、蓄電装置 106 の充放電を制御する。具体的には、充放電制御部 204 は、蓄電容量 C が初期容量 C_{START} 以上の場合には放電することによって、また、蓄電容量 C が初期容量 C_{START} 未満である場合には充電することによって、蓄電容量 C を初期化する。

【0053】

(DC/DC 変換部とパワーコンディショナー)

DC/DC 変換部 205 は、電源装置 104 又は配電系統 50 と蓄電装置 106 との間での適切な入出力のために電圧の昇降圧を行う。

40

【0054】

パワーコンディショナー 206 は、図 3 に示すように、最大化制御部 206a、電力調整部 206b 及び DC/AC 変換部 206c を備える。最大化制御部 206a は、電源装置 104 の出力電力を最大化する。電力調整部 206b は、充放電制御部 204 と協働して逆潮流電力 P_{REV} を調整する。DC/AC 変換部 206c は、出力電力 P 及び放電電力 Q を交流電力に変換する。

【0055】

(変動の検出)

以下において、実施形態に係る系統連系装置による変動の検出について、図面を参照し

50

ながら説明する。変動検出とは、平滑化を行う必要のある変動（短周期変動を生じさせる変動）を検出することである。図6は、実施形態に係る系統連系装置200の変動検出処理を示すフロー図である。

【0056】

図6に示すように、ステップS10において、系統連系装置200は、前回の検出タイミングにおける電源装置104の出力電力 P_{LAST} と、今回の検出タイミングにおける出力電力 P_{THIS} とを検出する。

【0057】

ステップS11において、系統連系装置200は、出力電力 P_{LAST} と出力電力 P_{THIS} との電力変動幅 P を算出する。

10

【0058】

ステップS12において、系統連系装置200は、電力変動幅 P が定格出力 P_{CAP} の30%以上か否かを判定する。電力変動幅 P が定格出力 P_{CAP} の30%以上である場合、処理はステップS13に進む。電力変動幅 P が定格出力 P_{CAP} の30%以上でない場合、処理はステップS10に戻る。

【0059】

ステップS13において、系統連系装置200は、出力電力 P の増加傾向又は減少傾向が所定の期間 T_T にわたって継続したか否かを判定する。出力電力 P の増加傾向又は減少傾向が所定の期間 T_T にわたって継続した場合、出力電力 P の変動が感知されたとして処理は後述する平滑化処理に移行する。一方で、出力電力 P の増加傾向又は減少傾向が所定の期間 T_T にわたって継続しなかった場合、処理はステップS10に戻る。

20

【0060】

（逆潮流電力の平滑化）

以下において、実施形態に係る系統連系装置による平滑化について、図面を参照しながら説明する。図7は、実施形態に係る系統連系装置200の平滑化処理を示すフロー図である。

【0061】

図7に示すように、ステップS20において、系統連系装置200は、逆潮流電力 P_{REV} の目標値である第1目標値 P_{SET1} と、逆潮流電力 P_{REV} が第1目標値 P_{SET1} に到達するまでの第1到達時間 T_1 とを設定する。

30

【0062】

ステップS21において、系統連系装置200は、逆潮流電力 P_{REV} が時刻 t_T から第1到達時間 T_1 経過後の時刻 t_1 に第1目標値 P_{SET1} となるように、充放電制御を実行する。具体的には、充放電制御部204は、上記式(1)から算出される放電電力 Q_1 に基づいて、蓄電装置106の充放電を制御する。

【0063】

ステップS22において、系統連系装置200は、時刻 t_1 における蓄電装置106の蓄電容量 C_{T1} に基づいて、逆潮流電力 P_{REV} の第2目標値 P_{SET2} と、逆潮流電力 P_{REV} が第2目標値 P_{SET2} に到達するまでの第2到達時間 T_2 とを設定する。

【0064】

40

ステップS23において、系統連系装置200は、逆潮流電力 P_{REV} が時刻 t_1 から第2到達時間 T_2 経過後の時刻 t_2 に第2目標値 P_{SET2} となるように、充放電制御を実行する。具体的には、充放電制御部204は、上記式(2)から算出される放電電力 Q_2 に基づいて、蓄電装置106の充放電を制御する。

【0065】

ステップS24において、系統連系装置200は、第2目標値 P_{SET2} が定格出力 P_{CAP} の半分以上の値に設定されており、かつ、蓄電装置106の蓄電容量 C が初期容量 C_{START} 未満となるか否か、又は、第2目標値 P_{SET2} が定格出力 P_{CAP} の半分以上よりも小さな値に設定されており、かつ、蓄電装置106の蓄電容量 C が初期容量 C_{START} 以上となるか否かを判定する。いずれかの条件に該当する場合には、処理はステッ

50

プ S 2 5 に進む。一方で、いずれの条件にも該当しない場合、処理はステップ S 27 に進む。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 2 5 において、系統連系装置 2 0 0 は、第 2 目標値 P_{SET2} を破棄して、新たに第 3 目標値 P_{SET3} を設定する。

【 0 0 6 7 】

ステップ S 2 6 において、系統連系装置 2 0 0 は、逆潮流電力 P_{REV} が時刻 t_2 に第 3 目標値 P_{SET3} となるように、充放電制御を実行する。具体的には、充放電制御部 2 0 4 は、上記式 (3) から算出される放電電力 Q_3 に基づいて、蓄電装置 1 0 6 の充放電を制御する。

10

【 0 0 6 8 】

ステップ S 2 7 において、系統連系装置 2 0 0 は、時刻 t_2 に到達したか否かを判定する。時刻 t_2 に到達した場合、充放電制御は終了する。一方で、時刻 t_2 に到達していない場合、処理はステップ S 24 に戻る。

【 0 0 6 9 】

(蓄電装置の初期化)

以下において、実施形態に係る系統連系装置による蓄電装置の初期化について、図面を参照しながら説明する。図 8 は、実施形態に係る系統連系装置 2 0 0 の初期化処理を示すフロー図である。

【 0 0 7 0 】

20

図 8 に示すように、ステップ S 3 0 において、系統連系装置 2 0 0 は、蓄電容量 C が初期容量 C_{START} 以上か否かを判定する。蓄電容量 C が初期容量 C_{START} 以上である場合、処理はステップ S 3 1 に進む。蓄電容量 C が初期容量 C_{START} 以上でない場合、処理はステップ S 3 3 に進む。

【 0 0 7 1 】

ステップ S 3 1 において、系統連系装置 2 0 0 は、定格出力 P_{CAP} の半分以上の値を初期化用目標値 P_{SETS} に設定する。系統連系装置 2 0 0 は、上記式 (4) から算出される放電電力 Q_4 (正の値) に基づいて、蓄電装置 1 0 6 を放電する。

【 0 0 7 2 】

ステップ S 3 2 において、系統連系装置 2 0 0 は、蓄電容量 C が初期容量 C_{START} となったか否かを判定する。蓄電容量 C が初期容量 C_{START} となった場合、処理は終了する。蓄電容量 C が初期容量 C_{START} となっていない場合、処理はステップ S 3 1 に戻る。

30

【 0 0 7 3 】

ステップ S 3 3 において、系統連系装置 2 0 0 は、定格出力 P_{CAP} の半分未満の値を初期化用目標値 P_{SETS} に設定する。系統連系装置 2 0 0 は、上記式 (4) から算出される放電電力 Q_4 (負の値) に基づいて、蓄電装置 1 0 6 を充電する。

【 0 0 7 4 】

ステップ S 3 4 において、系統連系装置 2 0 0 は、蓄電容量 C が初期容量 C_{START} となったか否かを判定する。蓄電容量 C が初期容量 C_{START} となった場合、処理は終了する。蓄電容量 C が初期容量 C_{START} となっていない場合、処理はステップ S 3 3 に戻る。

40

【 0 0 7 5 】

(作用及び効果)

実施形態に係る発電システム 1 0 0 において、目標値設定部 2 0 3 は、電源装置 1 0 4 の出力電力 P の増加傾向又は減少傾向が所定の期間 T_T にわたって継続した場合に、所定の期間 T_T における出力電力 P の値に基づいて、逆潮流電力 P_{REV} の第 1 目標値 P_{SET1} を設定する。充放電制御部 2 0 4 は、第 1 目標値 P_{SET1} に基づいて、蓄電装置 1 0 6 の充放電制御を実行する。

【 0 0 7 6 】

50

このように、蓄電装置 106 の充放電制御は、電源装置 104 の出力電力 P の増加傾向又は減少傾向が所定の期間 T_T にわたって継続した場合にのみ実行される。従って、既定の間隔で断続的に充放電制御を実行する場合に比べて、蓄電装置 106 の充放電回数を減少することができる。そのため、蓄電装置 106 の長寿命化を図ることができる。

【0077】

ここで、図 9 は、2008 年 4 月 29 日における某太陽電池発電システムの出力電力 P の推移を示すグラフである。所定の期間 T_T を 2 分に設定した場合、実施形態に係る発電システム 100 によれば、図 9 に示す期間 A、B、C の 3 回の変動に対してのみ充放電制御が行なわれる。一方で、2 分ごとに移動平均法による算出値による充放電制御を行う場合には、10 時 47 分～11 時 35 分の間に 24 回の充放電制御が行なわれる。このように、実施形態に係る発電システム 100 によれば、蓄電装置 106 の充放電回数を減少することができることは明らかである。

10

【0078】

また、実施形態において、所定の期間 T_T は、GF 運転の対象となる負荷変動の周期の $1/4$ より大きく、LFC の対象となる負荷変動の周期の $1/4$ より小さい。従って、充放電制御は、微小周期変動を発生させるような出力電力 P の変動ではなく、短周期変動を発生させるような出力電力 P の変動に対して実行される。そのため、GF 運転によって解消可能な出力電力 P の変動を解消するために実行される充放電を少なくするとともに、LFC の対象となる短周期変動を発生させるような出力電力 P の変動を解消するために実行される充放電を確保することができる。その結果、各需要家 30 に設けられた電源装置 104 の出力変動に起因して、配電系統 50 に周波数制御用の発電所を増設する必要を小さくすることができる。

20

【0079】

また、実施形態において、目標値設定部 203 は、充放電制御の開始から第 1 到達時間 T_1 経過後における蓄電装置 106 の蓄電容量 C に基づいて、新たに第 2 目標値 P_{SET2} を設定する。従って、第 1 目標値 P_{SET1} 設定後における日射変動などによって生じる電源装置 104 の出力変動に則した目標値を設定できるので、変動の平滑化を効率的に行うことができる。

【0080】

また、充放電制御部 204 は、充放電制御の終了後において、蓄電装置 106 の蓄電容量 C を初期容量 C_{START} に調整する。従って、次回に実行される充放電制御に迅速に対応できるとともに、蓄電装置 106 の蓄電容量の過不足を生じることなく、毎回同じ条件で充放電制御を実行することができる。

30

【0081】

[その他の実施形態]

本発明は上述した実施形態によって説明したが、この開示の一部をなす論述及び図面は、この発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施形態、実施例及び運用技術が明らかとなろう。

【0082】

例えば、上述した実施形態において例示した数値は一例であることに留意すべきである。各種閾値などに用いられる数値は、配電システム 1 及び発電システム 100 の構成に応じて適宜設定することができる。

40

【0083】

また、上述した実施形態において、図 2 及び図 3 を用いて発電システム 100 の構成について説明したが、これに限られるものではない。特に、系統連系装置 200 が備える構成の少なくとも一つは、電源装置 104 や蓄電装置 106 などに備えられていてもよいことに留意すべきである。

【0084】

なお、上述した系統連系装置 200 のハードウェア構成は、プログラムモジュールとして実現することができる。したがって、上述した系統連系装置 200 において実行される

50

とした処理は、系統連系装置 200 の機能を有した汎用コンピュータ等によって実行されてもよい。

【実施例】

【0085】

以下、本発明に係る太陽電池モジュールの実施例について具体的に説明するが、本発明は、下記の実施例に示したものに限定されるものではなく、その要旨を変更しない範囲において、適宜変更して実施することができるものである。

【0086】

(実施例 1)

所定の天候変動が発生した場合の、太陽光発電装置の出力電力 P 、蓄電装置の放電電力 Q 、逆潮流電力 $P_{REV} (P + Q)$ 、蓄電装置の蓄電容量 C の推移についてシミュレーションを行った。図 10 は、実施例 1 に係るシミュレーション結果を示すグラフである。

10

【0087】

実施例 1 では、晴れ (-3 分 ~ -2 分)、曇り (-2 分 ~ 3 分)、晴れ (3 分 ~ 13 分) の順で天候変動が発生したものとした。また、充放電制御が実行される条件である所定の期間 T_T を 2 分に設定とした。また、発電システム全体の容量を 4000 W、晴れ時の出力電力 P を 3500 W、曇り時の出力電力 P を 700 W、蓄電容量 C を 1000 Wh、蓄電装置の初期容量 C_{START} を 500 Wh に設定した。

【0088】

このような条件では、0 分に出力電力 P の変動が検出されて、充放電制御が開始された。その後、10 分に蓄電装置の充放電制御が終了して、蓄電容量 C の初期化が開始された。

20

【0089】

図 10 (a) に示すように、出力電力 P は急激に変動しているものの、逆潮流電力 P_{REV} は平滑化されることが確認された。また、図 10 (b) に示すように、蓄電容量 C は、478 ~ 614 Wh (47.8 ~ 61.4%) 内で推移しているため、蓄電装置の劣化が起こりにくいことが確認された。

【0090】

(実施例 2)

実施例 2 では、晴れ (-3 分 ~ -2 分)、曇り (-2 分 ~ 0 分)、晴れ (0 分 ~ 10 分)、曇り (10 分 ~ 17 分) の順で天候変動が発生したものとした。その他の条件は、実施例 1 と同じに設定した。

30

【0091】

図 11 は、実施例 2 に係るシミュレーション結果を示すグラフである。図 11 (b) に示すように、蓄電容量 C は、754 Wh (75.4%) まで増加し、初期容量 C_{START} から 254 Wh 増加している。従って、254 Wh に対応できるように、蓄電装置の特性、寿命などに基づいて、蓄電装置の種類や容量を決定することができる。

【0092】

(実施例 3)

実施例 3 では、曇り (-3 分 ~ -2 分)、晴れ (-2 分 ~ 0 分)、曇り (0 分 ~ 10 分)、晴れ (10 分 ~ 16 分) の順で天候変動が発生したものとした。その他の条件は、実施例 1 と同じに設定した。

40

【0093】

図 12 は、実施例 3 に係るシミュレーション結果を示すグラフである。図 12 (b) に示すように、蓄電容量 C は、254 Wh (25.4%) まで減少し、初期容量 C_{START} から 246 Wh 減少している。従って、254 Wh に対応できるように、蓄電装置の特性、寿命などに基づいて、蓄電装置の種類や容量を決定することができる。

【符号の説明】

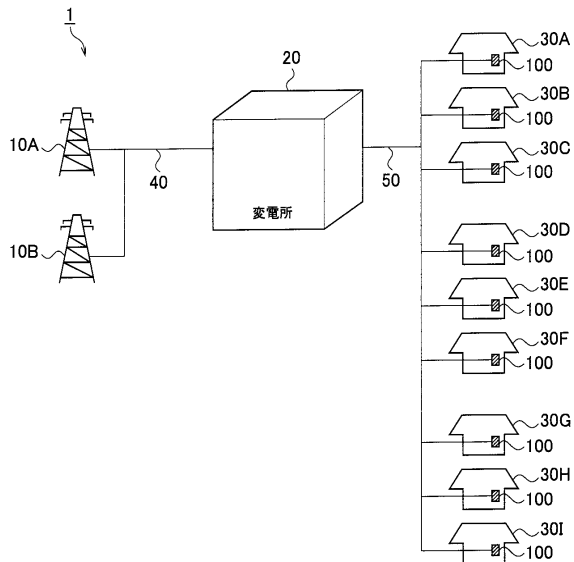
【0094】

P ... 電力変動幅

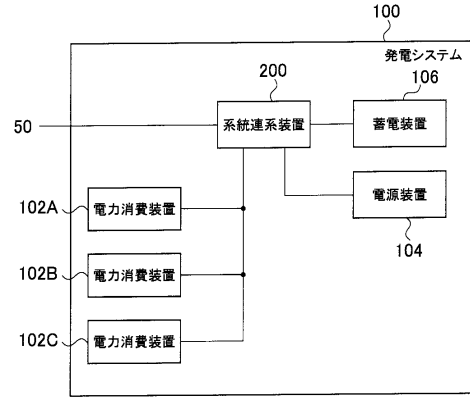
50

C ... 蓄電容量	
C _{CAP} ... 定格容量	
C _{START} ... 初期容量	
P ... 出力電力	
P _{CAP} ... 定格出力	
P _{REV} ... 逆潮流電力	
P _{SETS} ... 初期化用目標値	
Q ... 放電電力	
R ... 充電電力	
T ₁ ... 第 1 到達時間	10
T ₂ ... 第 2 到達時間	
T _D ... 検出周期	
T _T ... 所定の期間	
1 ... 配電システム	
10 ... 高圧電力供給源	
20 ... 変電所	
30 ... 需要家	
40 ... 高圧送電線	
50 ... 配電系統	
100 ... 発電システム	20
102 ... 電力消費装置	
104 ... 電源装置	
106 ... 蓄電装置	
200 ... 系統連系装置	
201 ... 検出部	
202 ... 判定部	
203 ... 目標値設定部	
204 ... 充放電制御部	
205 ... DC / DC 変換部	
206 ... パワーコンディショナー	30
206 a ... 最大化制御部	
206 b ... 電力調整部	
206 c ... DC / AC 変換部	

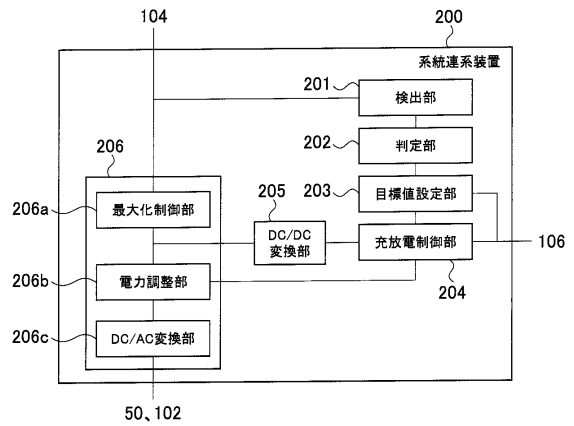
【図1】



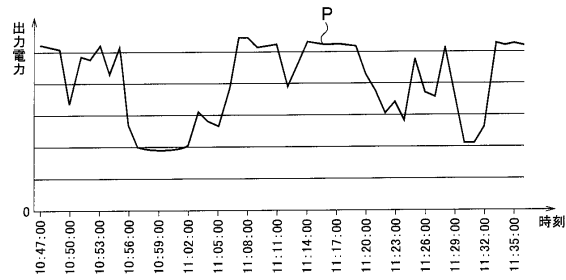
【図2】



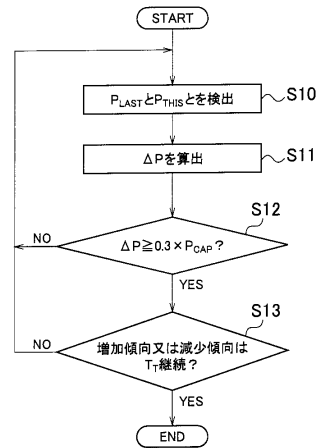
【図3】



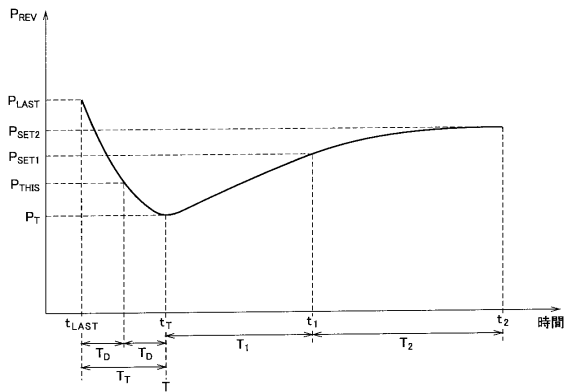
【図4】



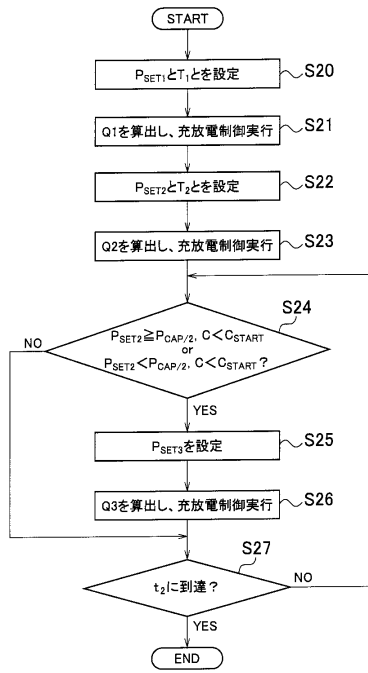
【図6】



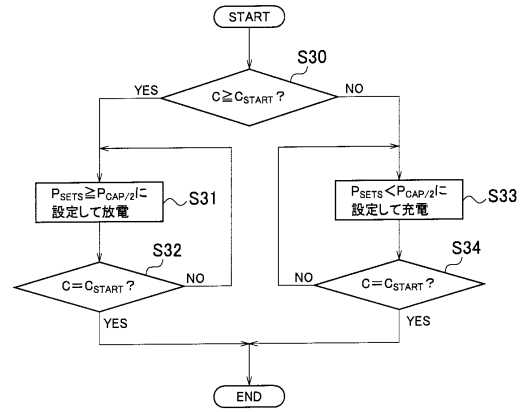
【図5】



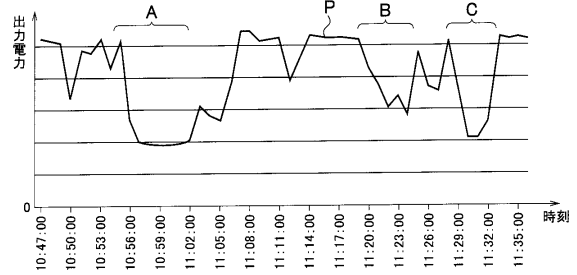
【図7】



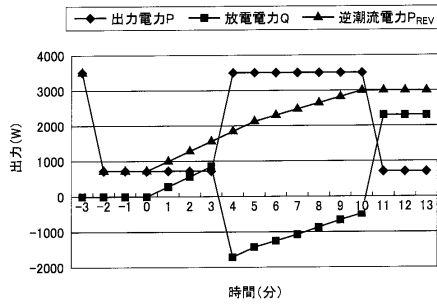
【図8】



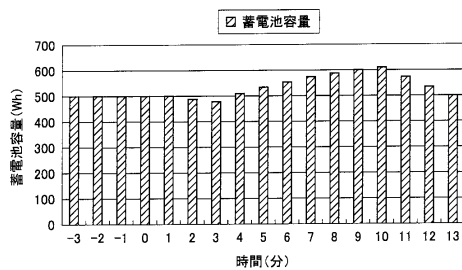
【図9】



【図10】

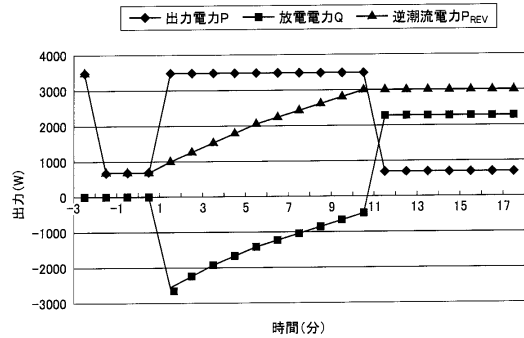


(a)

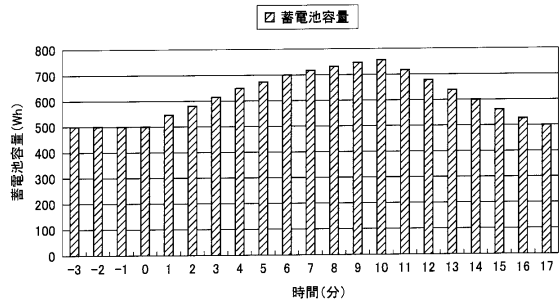


(b)

【図11】

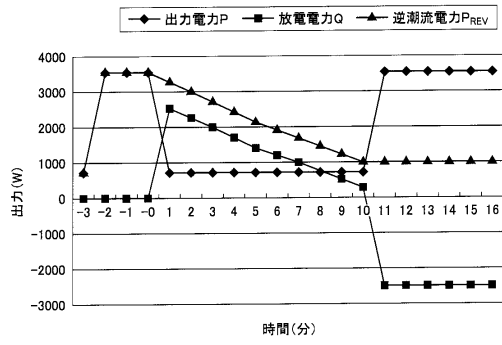


(a)

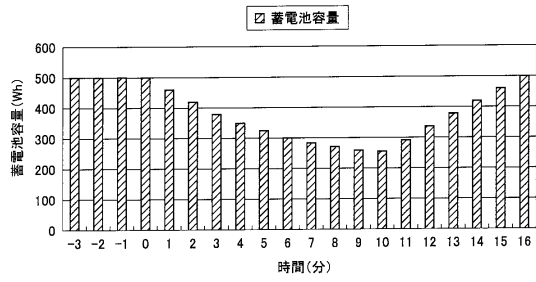


(b)

【 図 1 2 】



(a)



(b)

フロントページの続き

審査官 坂本 聡生

- (56)参考文献 特開2001-327080(JP,A)
特開2007-330017(JP,A)
特開2006-141093(JP,A)
特開2001-211549(JP,A)
特開2001-157384(JP,A)
特開平8-70534(JP,A)
特開2008-295208(JP,A)
特開2007-143225(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 3/00 - 7/12
H02J 7/34 - 7/36
H01M 10/42 - 10/48