

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011 年 10 月 6 日(06.10.2011)

(10) 国際公開番号
WO 2011/122672 A1

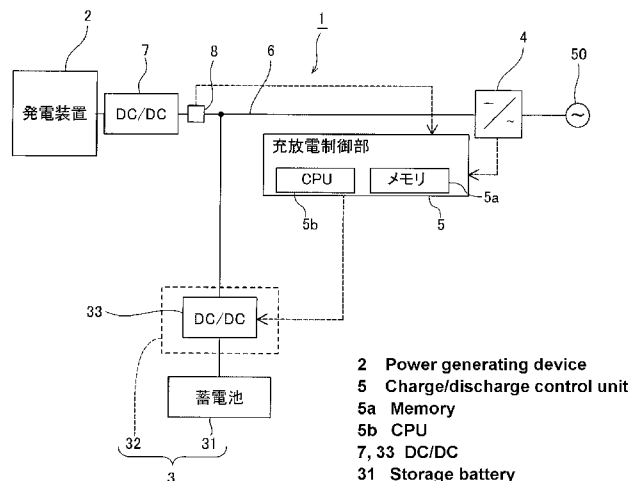
- (51) 国際特許分類:
H02J 3/32 (2006.01) H02J 7/00 (2006.01)
H02J 3/38 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/058088
- (22) 国際出願日: 2011 年 3 月 30 日(30.03.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-079419 2010 年 3 月 30 日(30.03.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三洋電機株式会社 (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中島 武 (NAKASHIMA, Takeshi) [JP/JP]; 〒5708677 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 Osaka (JP). 杉垣 千絵 (SUGIGAKI, Chie) [JP/JP]; 〒5708677 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 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 宮園 博一 (MIYAZONO, Hirokazu); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島 5 丁目 1 3 番 9 号 新大阪MTビル 1 号館 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: POWER SUPPLY SYSTEM, POWER SUPPLY METHOD, AND CONTROL PROGRAM FOR POWER SUPPLY SYSTEM

(54) 発明の名称: 電力供給システム、電力供給方法および電力供給システムの制御プログラム

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is a power supply system provided with a power generating device, a power storage device, a detecting unit for acquiring detected power data which is the value of power that flows through a power line connecting the power generating device and a power system, and a charge/discharge control unit for calculating a target output power to be outputted to the power system on the basis of the detected power data and for controlling the charge/discharge of a power storage device in association with the target output power. The charge/discharge control unit acquires a first detected power data from the detecting unit for each predetermined first time interval and a second detected power data from the detecting unit for each predetermined second time interval which is shorter than the first time interval. When charge/discharge control is performed, the target output power is calculated on the basis of the first detected power data, and the charge/discharge power of the power storage device determined on the basis of the target output power is corrected on the basis of the second detected power data.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/122672 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

この電力供給システムは、発電装置と、蓄電装置と、発電装置と電力系統との間を接続する電力線を流れる電力値である検出電力データを取得する検出部と、検出電力データに基づいて電力系統に出力される目標出力電力を算出するとともに、目標出力電力に応じて蓄電装置の充放電を制御する充放電制御部とを備え、充放電制御部は、所定の第 1 時間間隔毎に検出部により第 1 検出電力データを取得するとともに、第 1 時間間隔よりも短い所定の第 2 時間間隔毎に検出部により第 2 検出電力データを取得し、充放電制御を行う際には、第 1 検出電力データに基づいて目標出力電力を算出するとともに、第 2 検出電力データに基づいて、目標出力電力に基づき決定された蓄電装置の充放電電力を補正する。

明 細 書

発明の名称：

電力供給システム、電力供給方法および電力供給システムの制御プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、電力供給システム、電力供給方法および電力供給システムの制御プログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年、変電所からの交流電力の供給を受ける各需要家（たとえば、住宅や工場など）に、風力や太陽光などの再生可能エネルギーを利用した発電装置（太陽電池など）が設けられるケースが増加している。このような発電装置は、変電所の配下に設けられる電力系統に接続され、発電装置により発電された電力は、需要家内の電力消費装置側に出力される。また、需要家内の電力消費装置により消費されずに余った電力は、電力系統に出力される。この需要家から電力系統に向かう電力の流れは、「逆潮流」と呼ばれ、需要家から電力系統に出力される電力は「逆潮流電力」と呼ばれる。

[0003] ここで、電力会社等の電力供給者には、電力の安定供給の義務が課されており、逆潮流電力分も含めた電力系統全体における周波数や電圧を一定に保つ必要がある。たとえば、電力供給者は、変動周期の大きさに応じた複数の制御手法によって、電力系統全体の周波数を一定に保っている。具体的には、一般に20分程度以上の変動周期をもつような負荷成分については、最も経済的な発電電力の出力分担が可能なように経済負荷配分制御（EDC：Economic Dispatching Control）が行われている。このEDCは、1日の負荷変動予想に基づいた制御であり、時々刻々と変動する負荷の増減（20分程度より小さい変動周期の成分）に対する対応は困難である。そこで、電力会社は、時々刻々と変動する負荷に応じて電力系統への電力の供給量を調整し、周波数の安定化を行うための複数の制御を

行っている。ＥＤＣを除いたこれらの制御は特に周波数制御と呼ばれており、この周波数制御によって、ＥＤＣで調整できない負荷変動分の調整を行っている。

[0004] より詳細には、約１０秒以下の変動周期の成分については、電力系統自体の自己制御性により自然に吸収することができる。また、約１０秒～数分程度の変動周期の成分に対しては、各発電所の発電機のガバナフリー運転により対応が可能である。また、数分から２０分程度までの変動周期の成分については、負荷周波数制御（ＬＦＣ：Load Frequency Control）により対応している。この負荷周波数制御では、電力供給者の中央給電指令所からの制御信号によってＬＦＣ用発電所が発電出力を調整することにより、周波数制御を行っている。

[0005] しかし、再生可能エネルギーを利用した発電装置の出力は、天候などに応じて急激に変化することがある。このような発電装置の出力の急激な変化は、連系している電力系統の周波数の安定度に大きな悪影響を与えてしまう。この悪影響は、再生可能エネルギーを利用した発電装置を有する需要家が増えるほど顕著になってくる。このため、今後、再生可能エネルギーを利用した発電装置を有する需要家がさらに増えてきた場合には、発電装置の出力の急激な変化を抑制することにより、電力系統の安定度を維持する必要性が生じてくる。

[0006] そこで、従来、このような発電装置の出力の急激な変化を抑制するために、再生可能エネルギーを利用した発電装置と、発電装置により発電された電力を蓄電可能な蓄電装置とを備えた発電システムが提案されている。このような発電システムは、たとえば、特開２００１－５５４３号公報に開示されている。

[0007] 上記特開２００１－５５４３号公報には、太陽電池と、太陽電池に接続されるとともに電力系統に接続されるインバータと、インバータと太陽電池とを接続する母線に接続された蓄電装置とを備えた発電システムが開示されている。この発電システムでは、一定の時間間隔毎に発電電力データを取得す

るとともに、過去の発電電力データに基づいて移動平均法により一定の時間間隔毎に目標出力電力を算出し、その目標出力電力に基づいて蓄電装置の充放電を行う。蓄電装置の充放電電力は、目標出力電力とその目標出力電力の出力時点における実際の発電電力との差分となる。発電電力の変動に伴って蓄電装置の充放電を行うことにより、インバータからの出力電力の変動が抑制される。これにより、電力系統への出力電力の変動を抑制することが可能であるので、電力系統の周波数などへの悪影響を抑制することが可能である。

- [0008] また、上記特開 2 0 0 1 - 5 5 4 3 号公報には明記されていないが、通常、目標出力電力は連続的に算出されるわけではなく、新たに発電電力データを取得する毎（発電電力データの取得間隔である一定の時間間隔毎）に算出され、目標出力電力が算出される毎に蓄電装置の充放電電力が決定される。目標出力電力の算出時点において決定された蓄電装置の充放電電力は、その次の目標出力電力の算出時点において新たに充放電電力が決定されるまで一定の電力となっていると考えられる。

先行技術文献

特許文献

- [0009] 特許文献1：特開 2 0 0 1 - 5 5 4 3 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0010] しかしながら、目標出力電力を決定してから次の目標出力電力の決定時点まで蓄電装置により一定の電力を充放電する場合には、以下のような問題点がある。すなわち、目標出力電力を決定してから次に決定するまでの時間間隔（発電電力データの検出時間間隔）が長い場合には、その間の蓄電装置の充放電電力は一定であるにもかかわらず実際の発電電力は変動するので、電力系統への出力電力の変動を十分に抑制することができず、電力系統の周波数などへの悪影響を十分に抑制することができないという問題点がある。ま

た、目標出力電力を決定してから次に決定するまでの時間間隔（発電電力データの検出時間間隔）を短くした場合、蓄電装置の充放電電力がより細かく調整されるので、電力系統への出力電力の変動を抑制することが可能である。その一方、所定の期間の発電電力データに基づいてたとえば移動平均法により目標出力電力を算出する場合には、算出に必要な発電電力のデータ数が多くなってしまう。そのため、発電電力データを記憶するための記憶容量が大きく、かつ高速演算が可能なCPUを有する制御装置が必要となり、システム価格が高額になってしまうなどの問題点がある。

[0011] 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、記憶容量が大きくかつ高速処理可能なシステムの導入を抑制し、かつ、発電装置による発電電力の変動に起因する電力系統への影響を抑制することが可能な電力供給システム、電力供給方法および電力供給システムの制御プログラムを提供することである。

課題を解決するための手段

[0012] 上記目的を達成するために、本発明の電力供給システムは、再生可能エネルギーを利用して発電する発電装置と、少なくとも1つの蓄電池を含んだ蓄電装置と、発電装置と電力系統との間を接続する電力線を流れる電力値である検出電力データを取得する検出部と、検出電力データに基づいて電力系統に出力される目標出力電力を算出するとともに、目標出力電力に応じて蓄電装置の充放電を制御する充放電制御部とを備え、充放電制御部は、所定の第1時間間隔毎に検出部により第1検出電力データを取得するとともに、第1時間間隔よりも短い所定の第2時間間隔毎に検出部により第2検出電力データを取得し、充放電制御を行う際には、第1検出電力データに基づいて目標出力電力を算出するとともに、第2検出電力データに基づいて、目標出力電力に基づき決定された蓄電装置の充放電電力を補正する。

[0013] 本発明の電力供給方法は、再生可能エネルギーを利用して発電装置により発電する工程と、蓄電装置に電力を蓄電する工程と、発電装置と電力系統との間を接続する電力線を流れる電力値である検出電力データを検出部により

取得する工程と、検出電力データに基づき電力系統に出力される目標出力電力を算出するとともに、目標出力電力に応じて蓄電装置の充放電を制御する工程とを含み、充放電制御工程において、所定の第1時間間隔毎に検出部により第1検出電力データを取得するとともに、第1時間間隔よりも短い所定の第2時間間隔毎に検出部により第2検出電力データを取得し、充放電制御を行う際には、第1検出電力データに基づいて目標出力電力を算出するとともに、第2検出電力データに基づいて、目標出力電力に基づき決定された蓄電装置の充放電電力を補正する。

[0014] 本発明の電力供給システムの制御プログラムは、コンピュータを、再生可能エネルギーを利用して発電する発電装置および蓄電装置の少なくとも一方からの電力を出力部から出力させる電力供給システムの充放電制御部として機能させるための制御プログラムであって、コンピュータに、発電装置と電力系統との間を接続する電力線を流れる電力値である検出電力データを検出する検出部から所定の第1時間間隔毎に第1検出電力データを取得させ、第1時間間隔よりも短い所定の第2時間間隔毎に検出部から第2検出電力データを取得させ、充放電制御を行う際には、第1検出電力データに基づいて目標出力電力を算出させるとともに、第2検出電力データに基づいて、目標出力電力に基づき決定された蓄電装置の充放電電力を補正させる。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、目標出力電力を算出するための第1検出電力データを取得する第1時間間隔よりも短い第2時間間隔で第2検出電力データを取得し、第2検出電力データに基づいて蓄電装置の充放電電力を補正することによって、目標出力電力に基づいて決定した蓄電装置の充放電電力を、実際の検出電力（第2検出電力）に応じて調節することができる。これにより、実際の検出電力の変動をより抑制（平滑化）するように蓄電装置の充放電を行うことができるので、電力系統側への出力電力の変動をより効果的に抑制することができ、その結果、電力系統の周波数などへの悪影響をより効果的に抑制することができる。また、比較的長い第1時間間隔で取得した第1検出電

カデータに基づいて目標出力電力を算出して蓄電装置の充放電制御を行うことによって、比較的短い第2検出電力データを用いて目標出力電力を算出する場合と比べて目標出力電力を算出するための検出電力データ数が多くなってしまうことを抑制することができるので、検出電力データの記憶容量が大きくなるのを抑制することができるのと同時に、充放電制御部による算出処理時の処理負荷が大きくなるのを抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の第1実施形態による電力供給システムの構成を示すブロック図である。

[図2]図1に示した第1実施形態による電力供給システムの充放電制御を行う際の充放電電力の補正について説明するための図である。

[図3]電力システムに対する負荷変動の大きさの変動周期との関係を説明するための図である。

[図4]図1に示した第1実施形態による電力供給システムの充放電制御開始前の制御フローを説明するためのフローチャートである。

[図5]図1に示した第1実施形態による電力供給システムの充放電制御開始後の制御フローを説明するためのフローチャートである。

[図6]充放電制御におけるサンプリング期間について説明するための図である。

[図7]実施例1による電力供給システムの電力システムへの出力電力の推移について説明するための図である。

[図8]実施例2による電力供給システムの電力システムへの出力電力の推移について説明するための図である。

[図9]比較例による電力供給システムの電力システムへの出力電力の推移について説明するための図である。

[図10]本発明の第2実施形態による電力供給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2実施形態による電力供給システム（実施例3）の充放電

制御を説明するためのグラフである。

[図12] 本発明の第2実施形態による電力供給システム（実施例4）の充放電制御を説明するためのグラフである。

[図13] 本発明の第2実施形態による電力供給システム（実施例3）の充放電制御を行うことによる効果を説明するためのグラフである。

[図14] 本発明の第2実施形態による電力供給システム（実施例4）の充放電制御を行うことによる効果を説明するためのグラフである。

[図15] 本発明の第2実施形態による電力供給システム（実施例3および実施例4）の充放電制御を行うことによる効果を説明するためのグラフである。

[図16] 本発明の第3実施形態による電力供給システムの構成を示すブロック図である。

[図17] 本発明の第3実施形態による電力供給システムの充放電制御を説明するためのグラフである。

発明を実施するための形態

[0017] 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実施形態による電力供給システム1の構造を説明する。

[0019] 図1に示すように、電力供給システム1は、太陽電池からなる発電装置2および電力系統50に接続されている。電力供給システム1は、発電装置2により発電された電力を蓄電可能な蓄電装置3と、発電装置2により発電された電力および蓄電装置3により蓄電された電力を電力系統50側に出力するインバータを含む電力出力部4と、蓄電装置3の充放電を制御する充放電制御部5とを備えている。なお、発電装置2は、再生可能エネルギーを利用した発電装置であればよく、例えば風力発電装置等を用いてもよい。

[0020] 発電装置2と電力出力部4とを接続する直流側母線6には、DC-DCコンバータ7が直列的に接続されている。DC-DCコンバータ7は、発電装置2により発電された電力の直流電圧を一定の直流電圧（第1実施形態では

、約260V)に変換して電力出力部4側に出力する。また、DC-DCコンバータ7は、いわゆるMPPT(Maximum Power Point Tracking)制御機能を有している。MPPT制御機能とは、発電装置2により発電された電力が最大となるように発電装置2の動作電圧を自動的に調整する機能である。発電装置2とDC-DCコンバータ7の間には、発電装置2に向かって電流が逆流するのを防止するためのダイオード(図示せず)が設けられている。

[0021] また、蓄電装置3は、直流側母線6に並列的に接続された蓄電池31と、蓄電池31の充放電を行う充放電部32とを含んでいる。蓄電池31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、Li-ion蓄電池、Ni-MH蓄電池など)が用いられている。また、蓄電池31の電圧は約48Vである。

[0022] 充放電部32は、DC-DCコンバータ33を有しており、直流側母線6と蓄電池31とはDC-DCコンバータ33を介して接続されている。DC-DCコンバータ33は、充電時には、蓄電池31に供給する電力の電圧を、直流側母線6の電圧から蓄電池31を充電するのに適した電圧まで降圧させることにより、直流側母線6側から蓄電池31側に電力を供給する。また、DC-DCコンバータ33は、放電時には、直流側母線6側に放電させる電力の電圧を、蓄電池31の電圧から直流側母線6の電圧付近まで昇圧させることにより、蓄電池31側から直流側母線6側に電力を放電させる。

[0023] 充放電制御部5は、メモリ5aおよびCPU5bを備えている。充放電制御部5は、DC-DCコンバータ33を制御することにより、蓄電池31の充放電制御を行う。充放電制御部5は、発電装置2の発電電力に関わらず電力系統50へ出力する電力値を平滑化するために、電力系統50へ出力する目標出力電力を設定する。充放電制御部5は、発電装置2の発電電力に応じて、電力系統50へ出力する電力量が目標出力電力となるように、蓄電池31の充放電量を制御する。すなわち、充放電制御部5は、発電装置2の発電電力が目標出力電力よりも大きい場合には、過剰分の電力を蓄電池31に充

電するようにDC-DCコンバータ33を制御するとともに、発電装置2の発電電力が目標出力電力よりも小さい場合には、不足分の電力を蓄電池31から放電するようにDC-DCコンバータ33を制御する。

[0024] また、充放電制御部5は、DC-DCコンバータ7の出力側に設けられた発電電力検出部8からの発電装置2の発電電力データを取得する。発電電力検出部8は、発電装置2の発電電力を検出して、発電電力データを充放電制御部5に送信する。

[0025] ここで、充放電制御部5は、発電電力データを異なる2つの検出時間間隔毎に取得する。具体的には、目標出力電力を算出するための発電電力データを取得する検出時間間隔（「第1時間間隔 T_a 」と呼ぶ）と、目標出力電力を補正するための発電電力データを取得する検出時間間隔（「第2時間間隔 T_c 」と呼ぶ）である。図2に示すように、充放電制御部5は、第1時間間隔 T_a として、30秒毎に発電装置2の発電電力データを取得している。この30秒毎の発電電力データは、所定の期間（第1実施形態では、後述するサンプリング期間の20分）分がメモリ5aに逐次記憶される。また、充放電制御部5は、第2時間間隔 T_c として、第1時間間隔 T_a よりも短い時間間隔毎に発電電力データを取得している。この短い時間間隔で取得される発電電力データは、充放電制御の開始前では最新の2つのデータのみがメモリ5aに記憶される。充放電制御部5は、この短い時間間隔毎の発電電力データに基づいて、発電電力の変化量が算出して蓄電装置3の充放電電力を補正することにより、実際の発電電力の変動をより抑制している。

[0026] 第2時間間隔 T_c は、第1時間間隔 T_a よりも短いとともに、第1時間間隔 T_a の長さは第2時間間隔 T_c の2倍以上の整数倍となるように設定されている。第1実施形態では、第1時間間隔 T_a が30秒に対して、たとえば第2時間間隔が10秒に設定される。また、第1時間間隔 T_a による発電電力データの検出タイミングは第2時間間隔 T_c による発電電力データの検出タイミングと重なるように設定されている。なお、第2時間間隔 T_c は、発電装置2の発電電力の変動周期などを勘案して適正な値に定める必要がある

。第 1 実施形態では、負荷周波数制御（LFC）により対応可能な変動周期よりも短くなるように第 2 時間間隔 T_c を設定している。

[0027] また、充放電制御部 5 は、電力出力部 4 の出力電力を取得することにより、実際に電力出力部 4 から電力系統 50 側に出た電力と目標出力電力との差を認識することによって、電力出力部 4 からの出力電力が目標出力電力となるように充放電部 32 の充放電をフィードバック制御することが可能である。

[0028] 次に充放電制御部 5 による蓄電池 31 の充放電制御について説明する。上述したように、充放電制御部 5 は、発電装置 2 の発電電力と蓄電池 31 の充放電量との合計が目標出力電力となるように蓄電池 31 の充放電を制御する。この目標出力電力は第 1 時間間隔 T_a で取得された発電電力データに基づいて、移動平均法を用いて算出される。なお、移動平均法とは、たとえばある時点の目標出力電力を、その時点より過去の期間の発電装置 2 の発電電力データの平均値とする算出方法である。以下、目標出力電力の算出に用いる発電電力データを取得するための期間をサンプリング期間と呼ぶ。サンプリング期間の具体的な値としては、たとえば、図 3 に示すような「負荷変動の大きさー変動周期」特性を有する電力系統においては約 10 分以上約 30 分以下の期間であり、第 1 実施形態では、サンプリング期間を約 20 分としている。この場合、充放電制御部 5 は、約 30 秒置きに発電装置 2 の目標出力電力の算出用の発電電力データを取得するので、過去 20 分の期間に含まれる 40 個の発電電力データの平均値を目標出力電力として算出している。

[0029] ここで、第 1 実施形態では、充放電制御部 5 は、充放電制御を常に行うわけではなく、特定の条件を満たした時にのみ充放電制御を行うように構成されている。すなわち、充放電制御部 5 は、発電装置 2 の発電電力をそのまま電力系統 50 側に出たとしても電力系統 50 への悪影響が小さい場合には充放電制御を行わず、悪影響が大きい場合にのみ充放電制御を行うように構成されている。具体的には、充放電制御部 5 は、発電装置 2 の発電電力が所定の発電電力（以下、「制御開始発電電力」と呼ぶ）以上で、かつ、発電装置 2

の発電電力の変化量が所定の変化量（以下、「制御開始変化量」と呼ぶ）以上である場合に、充放電制御を行うように構成されている。制御開始発電電力は、たとえば雨天時の発電電力よりも多い発電電力であり、具体的な数値としては、たとえば、発電装置 2 の定格出力の 10% である。

[0030] また、充放電制御部 5 は、第 2 時間間隔 T_c 毎に検出された発電装置 2 の発電電力が制御開始発電電力未満の状態から制御開始発電電力以上の状態になった場合に、発電装置 2 の発電電力の変化量の検出を開始する。そして、発電装置 2 の発電電力が制御開始発電電力以上の状態で、第 2 時間間隔 T_c 毎に検出された発電装置 2 の発電電力の変化量が制御開始変化量以上になった時に、はじめて充放電制御を開始する。発電装置 2 の発電電力が制御開始発電電力以上になった場合にも、発電装置 2 の発電電力の変化量が制御開始変化量を超えない場合には充放電制御は行わない。また、発電装置 2 の発電電力の変化量が制御開始変化量を超えないまま、第 2 時間間隔 T_c 毎に検出された発電装置 2 の発電電力が制御開始発電電力未満になった場合には、発電装置 2 の発電電力の変化量の検出を停止する。

[0031] 制御開始変化量は、たとえば快晴時（雲が殆どない晴天）の昼間の時間帯における検出時間間隔毎（第 2 時間間隔 T_c ）の最大変化量よりも多い変化量であり、具体的な数値としては、たとえば、変化前の発電電力の 4% である。また、発電電力の変化量とは、第 2 時間間隔 T_c で取得した発電電力データに基づいて算出した変化量であり、発電電力の変化量は、第 2 時間間隔 T_c 毎に検出される連続する 2 つの発電電力データの差分を算出することにより取得される。

[0032] なお、上記の具体的な数値（変化前の発電電力の 4% および定格出力の 10%）については、検出時間間隔を変えた場合には、その検出時間間隔に応じて制御開始発電電力および制御開始変化量を設定する必要がある。

[0033] また、充放電制御部 5 は、充放電制御を行う際に、第 1 時間間隔 T_a で取得した発電電力データに基づいて目標出力電力を算出し、その目標出力電力と実際の発電電力との差分を充放電電力として決定し、その充放電電力を蓄

電池 31 から充放電することにより平滑化を行う。ここで、第 1 実施形態では、充放電制御部 5 は、決定した充放電電力を第 2 時間間隔 T_c で取得した発電電力データに基づいて補正する。この充放電電力の補正について、図 2 を参照して説明する。なお、図 2 では、第 2 時間間隔 T_c が第 1 時間間隔 T_a の $1/2$ である例を示している。

[0034] 図 2 に示すように、時刻 t_1 において、目標出力電力 A と実際の発電電力 B との差分 ($B - A$) が時刻 t_1 以降の充放電電力と決定される。図 2 の例では、実際の発電電力 B が目標出力電力 A よりも大きいので、 $B - A$ だけ充電となる。通常、時刻 t_1 において決定された充放電電力は、次の目標出力電力の算出時点である時刻 t_3 まで一定となるが、第 1 実施形態では、時刻 t_2 において発電電力データ (大きさ C) が検出されると、発電電力 C に基づいて時刻 t_2 以降の充放電電力が補正される。すなわち、時刻 t_1 から時刻 t_2 にかけて発電電力が増加している場合には、充放電制御部 5 は、その増加分だけ充電電力を増加させるか、または放電電力を減少させる。また、時刻 t_1 から時刻 t_2 にかけて発電電力が減少している場合には、その減少部分だけ充電電力を減少させるか、または放電電力を増加させる。これにより、目標出力電力の算出時点間における実際の発電電力の変化に起因する変動が蓄電池 31 の充放電電力の補正によって抑制される。図 2 の例では、実際の発電電力が時刻 t_1 から時刻 t_2 にかけて増加しているので、充放電制御部 5 は、時刻 t_1 で決定した充電電力 ($B - A$) を、時刻 t_2 において発電電力の増加分 (時刻 t_1 から時刻 t_2 までの実際の発電電力の変化量 ($C - B$)) だけ増加させる。したがって、時刻 t_2 以降の充電電力は $C - A$ となる。

[0035] 時刻 t_2 において補正された充放電電力 (充電電力 ($C - A$)) は、次の目標出力電力の算出時点である時刻 t_3 まで一定となる。そして、時刻 t_3 において、目標出力電力を基にして求められた新たな充放電電力が決定される。なお、図 2 では第 2 時間間隔 T_c が第 1 時間間隔 T_a の $1/2$ であり、目標出力電力の算出時点間における充放電電力の補正は 1 回であるが、第 2

時間間隔 T_c が第 1 時間間隔 T_a の $1/n$ (n は正の整数) である場合には、目標出力電力の算出時点間における充放電電力の補正は $n-1$ 回となる。

[0036] また、充放電制御部 5 は、充放電制御を開始した後、一定の制御期間の経過後に充放電制御を停止するように構成されている。制御期間は、少なくとも負荷周波数制御で対応する変動周期範囲を基に決定したサンプリング期間以上の期間である。制御期間は短すぎると負荷周波数制御で対応する変動周期範囲の抑制効果が薄くなり、長すぎると充放電回数の頻度が増えることから蓄電池寿命が短くなる傾向にあり、適切な時間を設定する必要がある。第 1 実施形態では、制御期間は 30 分間に設定されている。

[0037] また、制御期間中に制御開始変化量以上の発電電力の変化を所定回数 (第 1 実施形態では、3 回) 検出した場合には、充放電制御部 5 は、制御期間を延長するように構成されている。この延長は、3 回目の発電電力変化を検出した時点で、新たに 30 分の制御期間を設定することにより行われる。制御期間が延長された場合、3 回目の検出時点 (延長開始時点) から制御開始変化量以上の発電電力の変化を新たに 3 回検出しない場合には、3 回目の検出時点 (延長開始時点) から 30 分後に充放電制御が停止される。3 回目の検出時点 (延長開始時点) から制御開始変化量以上の発電電力の変化を新たに 3 回検出した場合には、制御期間が再度 30 分延長される。

[0038] また、充放電制御部 5 は、制御期間中に、発電装置 2 の発電電力が制御終了発電電力未満になった場合には、制御期間の経過前であっても、充放電制御を停止するように構成されている。なお、制御終了発電電力は、制御開始発電電力以下の値であり、第 1 実施形態では、制御開始発電電力の半分の値としている。

[0039] ここで、充放電制御部 5 による充放電制御により変動抑制を主に行う変動周期範囲について説明する。図 3 に示すように、変動周期によって対応可能な制御方法が異なっており、負荷周波数制御 (LFC) により対応可能な変動周期が領域 D (ハッチングで示す領域) に示されている。また、EDC により対応可能な変動周期は領域 A に示されている。なお、領域 B は、負荷変

動などによる影響を電力系統 50 自体の自己制御性により自然に吸収する領域である。また、領域 C は、各発電所の発電機のガバナフリー運転により対応が可能な領域である。ここで、領域 D と領域 A との境界線が負荷周波数制御 (LFC) により対応可能な変動周期の上限周期 T_1 となり、領域 C と領域 D との境界線が負荷周波数制御により対応可能な変動周期の下限周期 T_2 となる。この上限周期 T_1 および下限周期 T_2 は、図 3 より固有の周期ではなく、負荷変動の大きさなどによって変化する数値であることが分かる。さらに、構築された電力網によって図示されている変動周期の時間も変化する。第 1 実施形態では、EDC、電力系統 50 自体の自己制御性およびガバナフリー運転などによって対応できない領域 D (LFC により対応可能な領域) の範囲内に含まれる変動周期 (変動周波数) を有する変動に着目し、抑制することを目的としている。

[0040] 次に、図 4 を参照して、電力供給システム 1 の充放電制御開始前の制御フローについて説明する。

[0041] 充放電制御部 5 は、発電装置 2 の発電電力を第 1 時間間隔 T_a 毎 (30 秒毎) および第 2 時間間隔 T_c 毎 (10 秒毎) に検出している。そして、ステップ S1 において、充放電制御部 5 は、第 2 時間間隔 T_c 毎に取得した発電電力が制御開始発電電力以上になったか否かを判断する。発電電力が制御開始発電電力以上にならなかった場合には、この判断が繰り返される。発電電力が制御開始発電電力以上になった場合には、ステップ S2 において、充放電制御部 5 は、発電電力の変化量の監視を開始する。すなわち、充放電制御部 5 は、第 2 時間間隔 T_c 毎に取得した連続する 2 つの発電電力の差分を発電電力の変化量として取得する。

[0042] そして、ステップ S3 において、充放電制御部 5 は、制御開始変化量以上の発電電力の変化があったか否かを判断する。制御開始変化量以上の発電電力の変化がない場合には、ステップ S2 に戻り、充放電制御部 5 は、発電電力の変化量の監視を継続する。また、制御開始変化量以上の発電電力の変化があった場合には、充放電制御部 5 は、充放電制御を開始する。なお、図 4

には記載していないが、充放電制御部 5 は、たとえばステップ S 2 において発電電力の変化量を監視する際に発電電力の絶対値を確認し、発電電力が制御終了発電電力を下回った場合にはステップ S 1 に戻るようにもしている。

[0043] 次に、図 5 を参照して、充放電制御の開始後の制御フローについて詳細に説明する。

[0044] 充放電制御を開始した後、充放電制御部 5 は、ステップ S 1 1 において、充放電制御を開始した時点からの経過時間のカウントを開始する。

[0045] 次に、ステップ S 1 2 において、充放電制御部 5 は、第 1 時間間隔 T_a 毎に取得した直前の 40 個の発電電力データを用いて移動平均法により目標出力電力を算出して設定する。

[0046] そして、ステップ S 1 3 において、充放電制御部 5 は、ステップ S 1 2 において設定した目標出力電力と、目標出力電力の算出後の最初に検出される第 1 時間間隔 T_a 毎の発電電力との差を算出する。そして、ステップ S 1 4 において、充放電制御部 5 は、充放電部 3 2 に対して過不足分の充放電を指示する。すなわち、目標出力電力が発電電力よりも大きい場合には、目標出力電力に対して発電装置 2 の発電電力では足りない分を蓄電池 3 1 により補うように、充放電制御部 5 は DC-DC コンバータ 3 3 に対して放電を指示する。また、目標出力電力が発電電力よりも小さい場合には、発電装置 2 の発電電力から目標出力電力を差し引いて余る分を蓄電池 3 1 に充電するように、充放電制御部 5 は DC-DC コンバータ 3 3 に対して充電を指示する。

[0047] そして、ステップ S 1 5 において、目標出力電力（発電装置 2 の発電電力 + 蓄電池 3 1 の充放電電力）が電力出力部 4 から電力系統 50 側に出力される。

[0048] この後、ステップ S 1 6 において、充放電制御部 5 は、第 1 時間間隔 T_a 分の時間が経過したか否かを判断する。経過していない場合には、ステップ S 1 7 において、充放電制御部 5 は、第 2 時間間隔 T_c 毎に充放電電力を補正しながら充放電を継続し、第 1 時間間隔 T_a を経過するまでステップ S 1 5 ~ ステップ S 1 7 を繰り返す。

- [0049] また、第1時間間隔 T_a 分の時間が経過した場合には、ステップS18において、充放電制御部5は、制御開始発電電力以上の発電電力であって、かつ、所定の変化量（制御開始変化量）以上の発電電力の変化が制御期間（30分）中に所定回数（第1実施形態では、3回）あったか否かを判断する。制御開始変化量以上の発電電力の変化が3回あった場合には、この後も発電電力の変化が継続する可能性が高いので、ステップS19において、充放電制御部5は、経過時間のカウンタをリセットするとともに、充放電制御の期間を延長する。この場合、ステップS11に戻り、充放電制御部5は、新たに経過時間のカウンタを開始する。
- [0050] また、制御開始変化量以上の発電電力の変化が3回未満の場合には、ステップS20において、充放電制御部5は、発電装置2の発電電力が所定の発電電力（制御終了発電電力）以上であるか否かを判断する。そして、制御終了発電電力以上である場合には、ステップS21において、充放電制御部5は、充放電制御を開始してから、または、充放電制御期間を延長してから制御期間（30分）を経過したか否かを判断する。制御期間が経過した場合には、充放電制御部5は充放電制御を停止する。制御期間が経過していない場合には、ステップS12に戻り、充放電制御が継続される。
- [0051] また、ステップS20において発電電力が制御終了発電電力未満であると判断された場合には、充放電制御部5は、制御期間が経過していない場合であっても、充放電制御を停止する。なお、ステップS20は、フローのどこに入れてもよい。
- [0052] 第1実施形態の電力供給システムは、上記構成により以下の効果を得ることができる。
- [0053] 充放電制御部5は、目標出力電力を算出するための発電電力データを取得する第1時間間隔 T_a よりも短い第2時間間隔 T_c で発電電力データを取得し、第2時間間隔 T_c で取得した発電電力データに基づいて蓄電装置3の充放電電力を補正する。このように構成することによって、目標出力電力に基づいて決定した蓄電装置3の充放電電力を、実際の発電電力に応じて調節す

ることができる。これにより、実際の発電電力の変動をより抑制（平滑化）するように蓄電装置 3 の充放電を行うことができるので、電力系統 50 側への出力電力の変動をより効果的に抑制することができる。その結果、電力系統 50 の周波数などへの悪影響をより効果的に抑制することができる。また、比較的長い第 1 時間間隔 T_a で取得した発電電力データに基づいて目標出力電力を算出して蓄電装置 3 の充放電制御を行うことによって、比較的短い第 2 時間間隔 T_c で目標出力電力を算出する場合と比べて目標出力電力を算出するための検出電力データ数が多くなってしまうことを抑制することができるので、メモリ 5a の記憶容量が大きくなるのを抑制することができる。とともに、充放電制御部 5 による算出処理時の処理負荷が大きくなるのを抑制することができる。

[0054] また、充放電制御部 5 は、目標出力電力の算出時点において決定された蓄電装置 3 の充放電電力を、その次の目標出力電力の算出時点までの間に取得した発電電力データに基づいて補正する。このように構成すれば、目標出力電力の算出時点において決定した充放電電力をその次の算出時点までに検出した発電電力データに基づいて補正することができる。これにより、目標出力電力の算出時点間において充放電電力が一定に維持される場合と異なり、目標出力電力の算出時点間に実際の発電電力が変動した場合にも、その発電電力の変動を抑制するように充放電電力を調節することができる。

[0055] また、充放電制御部 5 は、目標出力電力の算出時点での発電電力データの大きさと、第 2 時間間隔 T_c 毎に取得した発電電力データの大きさとの差分に応じて蓄電装置 3 の充放電電力を補正する。このように構成すれば、目標出力電力を算出してからその次に目標出力電力を算出するまでの期間における発電電力の変化量に応じて、蓄電装置 3 の充放電電力を調整することができる。これにより、目標出力電力の算出時点間に実際の発電電力が変動した場合にも、その発電電力の変動を抑制するように充放電電力を調節することができる。

[0056] また、充放電制御部 5 は、第 2 時間間隔 T_c 毎に蓄電装置 3 の充放電電力

を補正する。このように構成すれば、目標出力電力の算出時点間の期間においてより細かく蓄電装置 3 の充放電電力を調節することができるので、電力系統 50 側への出力電力の変動をより効果的に抑制することができる。

[0057] また、充放電制御部 5 は、蓄電装置 3 の充放電制御を行う際に、メモリ 5 a に記憶された第 1 時間間隔 T_a 毎の 20 分間の発電電力データに基づいて、目標出力電力を移動平均法により算出するとともに、第 2 時間間隔 T_c 毎の発電電力データに基づいて、蓄電装置 3 の充放電電力を補正する。このように構成すれば、目標出力電力を算出するための発電電力データを 40 個だけメモリ 5 a に記憶することに加えて、蓄電装置 3 の充放電電力の補正量を算出するための 2 つの発電電力データをメモリ 5 a に記憶するだけで、蓄電装置 3 の充放電電力を補正することができる。これにより、目標出力電力を算出するための発電電力の検出時間間隔を単純に短くする場合と異なり、メモリ 5 a に記憶させる発電電力データをそれほど増加させることなく、実際の発電電力の変動をより抑制（平滑化）するように蓄電装置 3 の充放電を行うことができる。

[0058] また、充放電制御部 5 は、少なくとも負荷周波数制御（LFC）により対応可能な変動周期の下限周期以上の期間に設定されたサンプリング期間の範囲内の発電電力データに基づいて算出した目標出力電力となるように充放電を制御する。このように構成すれば、特に、負荷周波数制御（LFC）により対応可能な変動周期の成分を減らすことができる。これにより、電力系統 50 に影響を与えることを抑制することができる。

[0059] また、第 1 時間間隔が第 2 時間間隔の整数倍であり、第 2 時間間隔の発電電力検出タイミングが第 1 時間間隔の発電電力検出タイミングと重なるように構成されている。このように構成すれば、発電電力の検出頻度（第 1 時間間隔の検出頻度と第 2 時間間隔の検出頻度との和）を最小限にすることができるので、容易に発電電力データを取得して充放電制御を行うか否かの判断を行うことができる。

[0060] 次に、移動平均法のサンプリング期間について検討した。

[0061] 図6は、発電電力データの取得期間であるサンプリング期間を10分とした場合のFFT解析結果と、サンプリング期間を20分とした場合のFFT解析結果を示す。図6に示すように、サンプリング期間が10分の場合には、変動周期が10分未満の範囲における変動が抑制されている一方、変動周期が10分以上の範囲における変動があまり抑制されていない。また、サンプリング期間が20分の場合には、変動周期が20分未満の範囲における変動が抑制されている一方、変動周期が20分以上の範囲における変動はあまり抑制されていない。したがって、サンプリング期間の長さと、充放電制御により抑制できる変動周期との間には良好な相関関係があることがわかる。このため、サンプリング期間の設定により効果的に変動周期を抑制できる範囲が変わることがいえる。そこで、本システムで主に注目している負荷周波数制御により対応可能な変動周期の部分を抑制するためには、サンプリング期間を負荷周波数制御で対応する変動周期以上、特に $T_1 \sim T_2$ の後半付近（長周期付近）から T_1 以上の範囲の期間とすることが好ましい。たとえば、図3の例では20分以上のサンプリング期間とすることにより、負荷周波数制御で対応する変動周期の殆どを抑制することができる。ただし、サンプリング期間を長くすると、必要な蓄電池容量が大きくなる傾向があり、 T_1 よりもあまり長くないサンプリング期間を選択することが好ましい。

[0062] 次に、図7～図9を参照して、電力供給システム1を用いることによる効果を検証したシミュレーション結果について詳細に説明する。

[0063] 図7～図9は、それぞれ、充放電制御を行っている際に、実施例1、実施例2および比較例による電力供給システムから出力される電力の推移を示している。実施例1および実施例2は、第1実施形態による電力供給システムと同様の制御を行った。なお、実施例1は、第2時間間隔 T_c を第1時間間隔 T_a の $1/2$ 倍とした例であり、実施例2は、第2時間間隔 T_c を第1時間間隔 T_a の $1/4$ 倍とした例である。比較例は、従来と同様の充放電制御を行った例である。実施例1、実施例2および比較例においては、目標出力電力の算出間隔（第1時間間隔 T_a ）を30秒としている。

[0064] 図7～図9に示すように、実施例1および実施例2では、第2時間間隔 T_c 毎に充放電電力を補正しているため、比較例に比べて実際の出力電力の変動が小さくなっている。また、実施例1に比べて第2時間間隔 T_c の小さい実施例2では、より細かく充放電電力を補正することにより、実施例1に比べてより目標出力電力に近く、出力変動が小さくなっていることがわかる。

[0065] (第2実施形態)

次に、図10を参照して、本発明の第2実施形態による電力供給システム200について説明する。この第2実施形態では、第1実施形態の充放電制御を行うことに加えて、負荷210の稼動状況に応じて蓄電池31の充放電を制御する例について説明する。

[0066] 図10に示すように、電力供給システム200は、発電装置2と、蓄電装置3と、電力出力部4と、充放電制御部201と、DC-DCコンバータ7と、発電電力検出部8とを備えている。また、電力出力部4と電力系統50との間の交流側母線9には分電盤202が設けられている。分電盤202を介して3つの負荷210、220および230が交流側母線9に接続されている。ここで、負荷210は、負荷周波数制御(LFC)で対応する変動周期の下限周期 T_2 ～上限周期 T_1 の時間(約2分～約20分)内で使用されることが多く、かつ、消費電力の比較的大きい負荷であり、たとえば、IHヒータなどである。また、負荷220および負荷230は、消費電力の小さい照明などの負荷またはオン/オフを切り替えることの少ない負荷などである。

[0067] 第2実施形態では、負荷210の稼動状況を検知するセンサ203が設けられている。充放電制御部201は、負荷210が使用されている(オン)か使用されていない(オフ)かをセンサ203の出力信号に基づいて判断することが可能である。充放電制御部201は、第1実施形態の充放電制御を行うことに加えて、負荷210のオン/オフが切り替えられることに伴って生じる電力系統50に出入りする電力の変化を抑制するように蓄電池31の充放電を制御する。すなわち、負荷210がオフからオンになったと判断し

た場合には、負荷 210 の消費が加わる分、電力供給システム 200 から電力系統 50 に逆潮流する電力（売電力）が減るか、または、電力系統 50 から電力供給システム 200 に入る電力（買電力）が増加するので、充放電制御部 201 は、売電力の減少分または買電力の増加分を抑制するように蓄電池 31 から放電する。同様に、負荷 210 がオンからオフになったと判断した場合には、負荷 210 の消費が減る分、売電力が増加するか、または買電力が減少するので、充放電制御部 201 は、買電力の減少分または売電力の増加分を抑制するように蓄電池 31 の充電を行う。

[0068] 第 2 実施形態では、上記のように、充放電制御部 201 は、発電装置 2 と電力系統 50 との間の交流側母線 9 に接続された負荷 210 の稼動状況の変化を検出するとともに、負荷 210 の稼動状況の変化に伴って生じる電力系統 50 に出入りする電力の変化を抑制するように、蓄電装置 3 の充放電制御を行う。このように構成すれば、たとえば逆潮流が発生している状況下において、負荷 210 が稼動することにより負荷 210 の消費電力の分だけ電力系統 50 側に出力される電力が減少する場合に、その減少分の少なくとも一部を蓄電装置 3 から放電することができる。また、負荷 210 が停止することにより負荷 210 の消費電力の分だけ電力系統 50 側に出力される電力が増加する場合には、その増加分の少なくとも一部を蓄電装置 3 に充電することができる。これにより、負荷 210 の稼動状況の変化に伴って電力系統 50 に出入りする電力が変動することを抑制することができるので、電力系統 50 に与える影響を抑制することができる。

[0069] また、第 2 実施形態の構成においても、電力系統 50 に出入りする電力の変動をより適切に抑制することができるので、第 1 実施形態と同様の効果が得られる。

[0070] 次に、図 11～図 15 を参照して、本発明の第 2 実施形態の効果を検証したシミュレーション結果について説明する。

[0071] このシミュレーションでは、発電装置 2 の発電電力推移に対して、第 2 実施形態による制御を行った場合の電力系統 50 に出力される電力推移を検証

した。第2実施形態による制御として、実施例3は、第1実施形態の充放電制御を行いながら、負荷210のオン／オフが切り替えられた場合に、負荷210がオンである期間の間継続して蓄電池31の放電を行った。すなわち、実施例3は、第1実施形態で算出される蓄電池31の充放電電力に、負荷210がオンである期間の間負荷210の消費電力分の放電電力を加算するように充放電を行った。

[0072] また、第2実施形態による制御として、実施例4は、第1実施形態の充放電制御を行いながら、負荷210のオン／オフが切り替えられた場合に、切替直後に、第1実施形態で算出される蓄電池31の充放電電力に負荷210の消費電力分の放電電力（オン時）または充電電力（オフ時）を加算するように充放電を行い、その後、切替直後に加算した電力を5分間かけて徐々に0へとしていくように蓄電池31を制御した。

[0073] また、実施例5として、第1実施形態の制御のみを行った。図11および図12は、実施例3、4および5の制御を行った場合に電力出力部4から出力される電力の推移を示す。図13および図14は、実施例3、4および5の制御を行った場合に電力系統50に逆潮流される電力の推移（正確には、負荷210と負荷220との間を通過する電力の推移）を示す。

[0074] 図11に示すように、実施例3は、負荷210がオンされてからオフされるまでの期間Aにおいて、実施例5に示したような発電電力の推移を基に算出した出力電力に負荷210の消費電力分を加えた電力を出力している。したがって、実施例3の期間Aにおいては、蓄電池31からは実施例5に比べて負荷210の消費電力分の放電電力を加算するように充放電制御が行われている。期間A以外の期間は実施例3と実施例5とは同じ推移である。

[0075] また、図12に示すように、実施例4は、負荷210がオンされてから5分間の期間Bにおいて、期間Bの開始時に実施例4に示したような発電電力の推移を基に算出した出力電力に負荷210の消費電力分を加えた電力を出力し、それから徐々に実施例5と同じ出力へと減らしている。この際、実施例4の期間Bにおいては、負荷210のオン時に負荷210の消費電力分の

放電電力を加算するように蓄電池 31 の充放電電力が算出され、この加算した分の放電電力が 5 分かけて徐々に 0 へと減少していく。

[0076] また、負荷 210 がオフされてから 5 分の期間 C において、実施例 4 は、期間 C の開始時に実施例 5 に示したような発電電力の推移を基に算出した出力電力から負荷 210 の消費電力分を差し引いた電力を出力し、それから徐々に実施例 5 と同じ出力へと増やしている。この際、実施例 4 の期間 C においては、負荷 210 のオフ時に負荷 210 の消費電力分の放電電力を差し引くように蓄電池 31 の充放電電力が算出され、この差し引いた分の放電電力が 5 分かけて徐々に 0 へと近づいていく。

[0077] ここで、図 13 および図 14 に示すように、実施例 5 では、電力出力部 4 から出力された電力から負荷 210 での消費分が減少するために、負荷 210 のオン時およびオフ時において、電力系統 50 に出力される電力に急激な変動が生じている。その一方、実施例 3 および実施例 4 では、実施例 5 で大きな変動となっている期間 A～C において、電力系統 50 に出力される電力が急激な変動なく滑らかに推移している。したがって、実施例 3 および 4 は、実施例 5 よりも電力系統 50 に与える影響が少ないことがわかる。

[0078] また、図 15 に示すように、実施例 3 および 4 は、実施例 5 に比べて全体的に周波数変動を抑制している。また、実施例 3 および実施例 4 は略同じレベルで周波数変動を抑制している。ここで、図 11 および図 12 に示したように、実施例 4 は実施例 3 のように、負荷 210 で消費される電力分の放電電力を常時加算する必要がなく、期間 B では負荷 210 で消費される電力分を加算する一方で期間 C では負荷 210 で消費される電力分を減算するように制御するために、蓄電池 31 の充放電が充電あるいは放電の一方向に傾きにくい。その結果、蓄電池 31 の放電深度を抑制することができるなど、蓄電池 31 の長寿命化・低容量化に有利であり、実施例 4 は実施例 3 よりも有効であることがわかる。

[0079] (第 3 実施形態)

次に、図 16 を参照して、本発明の第 3 実施形態による電力供給システム

300について説明する。第1実施形態では、発電電力に基づいて充放電制御を行う例を示した。一方、第3実施形態では、電力系統50に出入りする電力（買電力または売電力）に基づいて充放電制御を行う例について説明する。

[0080] 図16に示すように、電力供給システム300は、発電装置2と、蓄電装置3と、電力出力部4と、充放電制御部301と、DC-DCコンバータ7と、発電電力検出部8とを備えている。また、電力出力部4と電力系統50との間の交流側母線9には分電盤202を介して3つの負荷210、220および230が接続されている。

[0081] また、交流側母線9の分電盤202よりも電力系統50側には電力供給システム300から電力系統50に売却する電力を計量する電力メータ310と、電力系統50から購入する電力を計量する電力メータ320とが設けられている。電力メータ310および電力メータ320のそれぞれには、電力センサ302および電力センサ303が設けられており、電力系統50と電力供給システム300とを出入りする電力のデータ（売電電力データまたは買電電力データ）を検出する。

[0082] 充放電制御部301は、電力センサ302および303から買電電力データまたは売電電力データを所定の検出時間間隔毎（たとえば、30秒以下）に取得する。充放電制御部301は、売電電力－買電電力（売電電力および買電電力はゼロ以上の値）の値を出入電力データとして算出する。第3実施形態においても第1実施形態と同様に、充放電制御部301は、出入電力データを第1時間間隔 T_a 毎および第2時間間隔 T_c 毎に取得する。また、充放電制御部301は、過去の出入電力データに基づいて目標出力電力を算出するとともに、実際の出入電力と目標出力電力との差の少なくとも一部を補償するように蓄電池31の充放電を行う。すなわち、充放電制御部301は、実際の出入電力が目標出力電力よりも大きい場合には、過剰分の電力の少なくとも一部を蓄電池31に充電するようにDC-DCコンバータ33を制御するとともに、実際の出入電力が目標出力電力よりも小さい場合には、不

足分の電力の少なくとも一部を蓄電池 31 から放電するように DC-DC コンバータ 33 を制御するように構成されている。

[0083] また、充放電制御部 301 は、発電装置 2 の発電電力が所定の発電電力（制御開始発電電力）以上で、かつ、出入電力（買電電力または売電電力）の変化量が所定の変化量（制御開始変化量）以上である場合に、充放電制御を開始するように構成されている。また、出入電力の変化量は、第 2 時間間隔 T_c 毎の出入電力データに基づいて算出する。また、目標出力電力は、第 1 時間間隔 T_a 毎の出入電力データに基づいて算出する。第 3 実施形態の制御開始変化量は、快晴時（雲が殆どない晴天）の昼間の時間帯における検出時間間隔毎の最大変化量よりも多い変化量とし、さらに第 2 時間間隔 T_c 、負荷量なども考慮して設定する。特に第 3 実施形態では、出入電力データ（＝売電電力－買電電力）が正負の値をとるために、単純に第 1 実施形態などで示した発電電力の変化量と変化前の発電電力とを比較する方法ではなく、たとえば発電装置 2 の定格出力、負荷の定格消費電力などを加味して、変化量の絶対値で制御する方法、あるいは、出入電力データ（＝売電電力－買電電力）に負荷量に応じて適切な電力を加算する方法が望ましい。第 3 実施形態では制御開始変化量は発電装置 2 の定格出力の 2% であるとした。

[0084] なお、サンプリング期間、目標出力電力の算出方法、待機時間などの充放電制御に関する設定は、第 1 実施形態と同様である。

[0085] 図 17 は、ある 1 日の発電装置 2 の発電電力の推移と、同じ日の出入電力（＝売電電力－買電電力）の推移とを示す。出入電力の推移は、発電電力推移から負荷（負荷 210、220 および 230）の消費電力を差し引いたものにほぼ相当する。図 17 に示すように、一般家庭においては 1 日を通して負荷の消費電力の急激な変動の頻度は高くないので、発電電力の推移と出入電力の推移とは略同じように変動している。したがって、出入電力に基づいて充放電制御を行うことにより、出入電力の変動を抑制し、電力系統 50 に影響を抑制することが可能である。

[0086] 第 3 実施形態では、上記のように、充放電制御部 301 は、第 2 時間間隔

T_cで取得した出入電力データに基づいて蓄電装置3の充放電電力を補正する。このように構成すれば、目標出力電力に基づいて決定した蓄電装置3の充放電電力を、実際の出入電力に応じて調節することができる。これにより、実際の出入電力の変動をより抑制（平滑化）するように蓄電装置3の充放電を行うことができるので、電力系統50への出力電力の変動をより効果的に抑制することができ、その結果、電力系統50の周波数などへの悪影響をより効果的に抑制することができる。また、第1時間間隔T_aで取得した出入電力データに基づいて目標出力電力を算出して蓄電装置3の充放電制御を行うことによって、第2時間間隔T_cで取得した出入電力データを用いて目標出力電力を算出する場合と比べて目標出力電力を算出するための出入電力データ数が多くなってしまうことを抑制することができるので、メモリ5aの記憶容量が大きくなるのを抑制することができる。

[0087] また、第3実施形態の構成においても、電力系統50に出入りする電力の変動をより適切に抑制することができるので、第1実施形態と同様の効果が得られる。

[0088] なお、今回開示された実施形態および実施例は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる。

[0089] 第1～第3実施形態および実施例では、蓄電池としてL i - i o n電池やN i - M H電池を用いる例を示したが、本発明はこれに限らず、他の2次電池を用いてもよい。また、本発明の「蓄電装置」の一例として、蓄電池の代わりにキャパシタを用いてもよい。

[0090] また、第1～第3実施形態および実施例では、蓄電池31の電圧が48Vである例について説明したが、本発明はこれに限らず、48V以外の電圧にしてもよい。

[0091] また、第1～第3実施形態および実施例では、制御開始発電電力を発電装置2の定格出力の10%とし、制御開始変化量を発電装置2の変化前の発電

電力の5%とした例について説明したが、本発明はこれに限らず、上記以外の数値を用いてもよい。たとえば、制御開始変化量は、発電装置の定格出力を基準にして決めてもよい。ただし、制御開始発電電力の大きさは、制御開始変化量の大きさよりも大きいことが望ましい。

[0092] また、第1～第3実施形態では、第2時間間隔 T_c 毎に取得した発電電力データ（検出電力データ）を充放電制御の開始タイミングの判断と充放電電力の補正とに用いた例について説明したが、本発明はこれに限らず、充放電電力の補正に用いるだけでよい。

[0093] また、第1～第3実施形態および実施例では、第2時間間隔毎に取得した発電電力の変化量に基づいて充放電制御の開始の判断を行ったが、本発明はこれに限らず、第2時間間隔毎に取得した発電電力の値そのものに基づいて充放電制御の開始の判断を行ってもよい。たとえば、第2時間間隔毎に取得した発電電力が所定の発電電力（閾値）よりも大きい場合に充放電制御の開始の判断を行ってもよい。また、充放電制御の停止に関しても同様であり、たとえば、第2時間間隔毎に取得した発電電力が所定の発電電力（閾値）よりも小さい場合に充放電制御の停止の判断を行ってもよい。

[0094] また、第1～第3実施形態および実施例では、移動平均法により目標出力電力を算出する例について説明したが、本発明はこれに限らず、サンプリング期間（たとえば、20分）内に含まれる複数の発電電力データを用いて目標出力電力を算出する場合に本発明を適用することが可能である。たとえば、目標出力電力の算出の初期において、一時的にサンプリング期間を短くしてもよい。

[0095] また、第1～第3実施形態および実施例では、第1時間間隔 T_a の検出時間タイミングと第2時間間隔 T_c の検出時間タイミングとが重なるように構成した例について説明したが、本発明はこれに限らず、第1時間間隔 T_a の検出時間タイミングと第2時間間隔 T_c の検出時間タイミングとをずらしてもよい。

[0096] また、第1～第3実施形態では、目標出力電力の算出時点間において発電

電力データ（検出電力データ）を検出する毎に蓄電装置 3 の充放電電力を補正する例について説明したが、本発明はこれに限らず、第 2 時間間隔 T_c 毎に毎回充放電電力の補正を行わなくてもよい。たとえば、所定の条件を満たした場合（実際の発電電力の変化量が小さい場合など）には充放電電力の補正を行わないように構成してもよい。

[0097] また、第 1 ～第 3 実施形態では、実際の発電電力の変化分だけ充放電電力を補正する例について説明したが、本発明はこれに限らず、実際の発電電力の変化分よりも小さい電力だけ充放電電力を補正するようにしてもよい。

[0098] また、第 2 実施形態では、負荷 210 のオン／オフを検出するセンサ 203 の出力信号に基づいて蓄電池 31 の充放電を制御する例について説明したが、本発明はこれに限らず、負荷 210 の消費電力を検出する電力センサの出力信号に基づいて蓄電池 31 の充放電を制御してもよい。

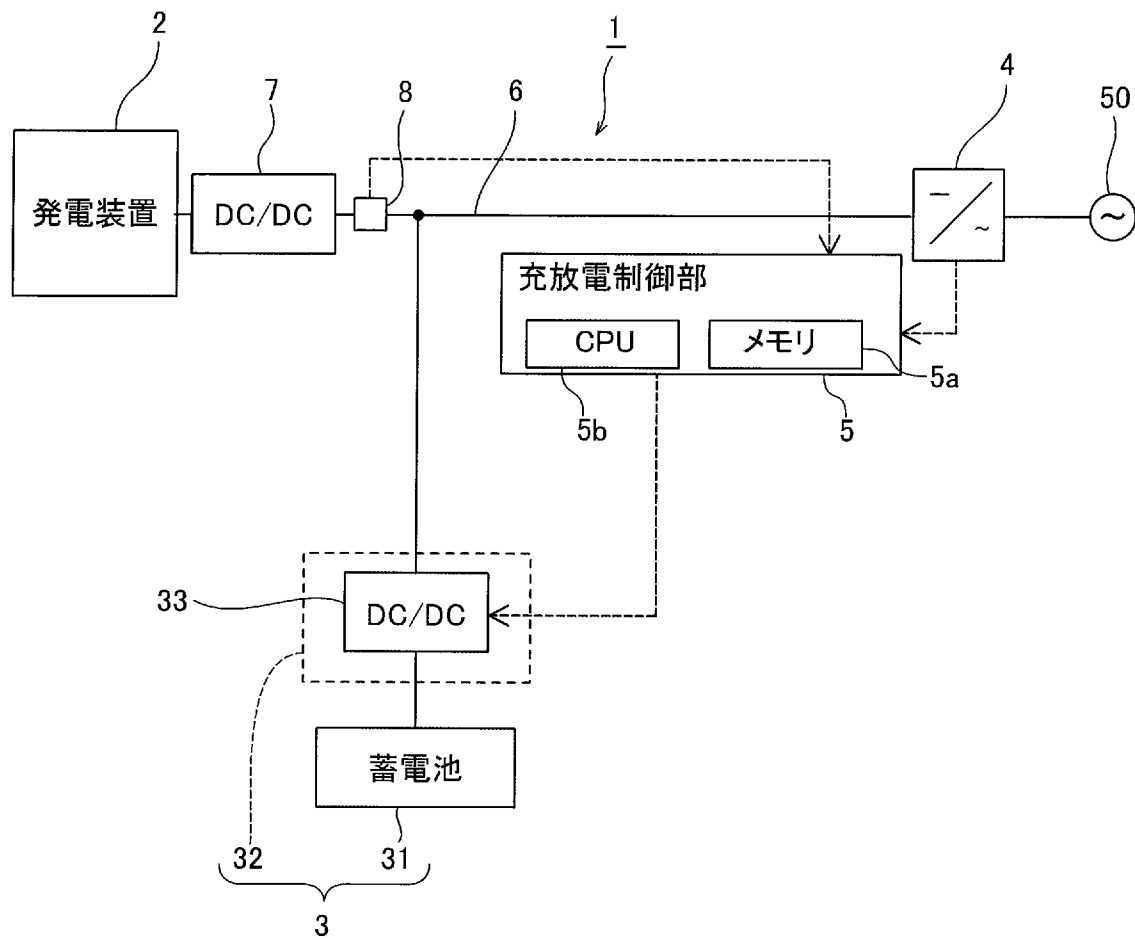
請求の範囲

- [請求項1] 再生可能エネルギーを利用して発電する発電装置と、
少なくとも1つの蓄電池を含んだ蓄電装置と、
前記発電装置と電力系統との間を接続する電力線を通る電力値である検出電力データを取得する検出部と、
前記検出電力データに基づいて前記電力系統に出力される目標出力電力を算出するとともに、前記目標出力電力に応じて前記蓄電装置の充放電を制御する充放電制御部とを備え、
前記充放電制御部は、所定の第1時間間隔毎に前記検出部により第1検出電力データを取得するとともに、前記第1時間間隔よりも短い所定の第2時間間隔毎に前記検出部により第2検出電力データを取得し、充放電制御を行う際には、前記第1検出電力データに基づいて前記目標出力電力を算出するとともに、前記第2検出電力データに基づいて、前記目標出力電力に基づき決定された前記蓄電装置の充放電電力を補正する、電力供給システム。
- [請求項2] 前記充放電制御部は、前記第1時間間隔毎に前記目標出力電力を算出しており、所定の前記目標出力電力の算出時点である第1算出時点において算出された前記目標出力電力に基づき決定された前記蓄電装置の充放電電力を、前記第1算出時点の次の前記目標出力電力の算出時点である第2算出時点までの間に取得した前記第2検出電力データに基づいて補正する、請求項1に記載の電力供給システム。
- [請求項3] 前記充放電制御部は、前記第1算出時点での第1検出電力データの大きさと、前記第1算出時点と前記第2算出時点との間に取得した前記第2検出電力データの大きさとの差分に応じて前記蓄電装置の充放電電力を補正する、請求項2に記載の電力供給システム。
- [請求項4] 前記充放電制御部は、前記第2検出電力データに基づいて、前記第2時間間隔毎に前記蓄電装置の充放電電力を補正する、請求項1～3のいずれか1項に記載の電力供給システム。

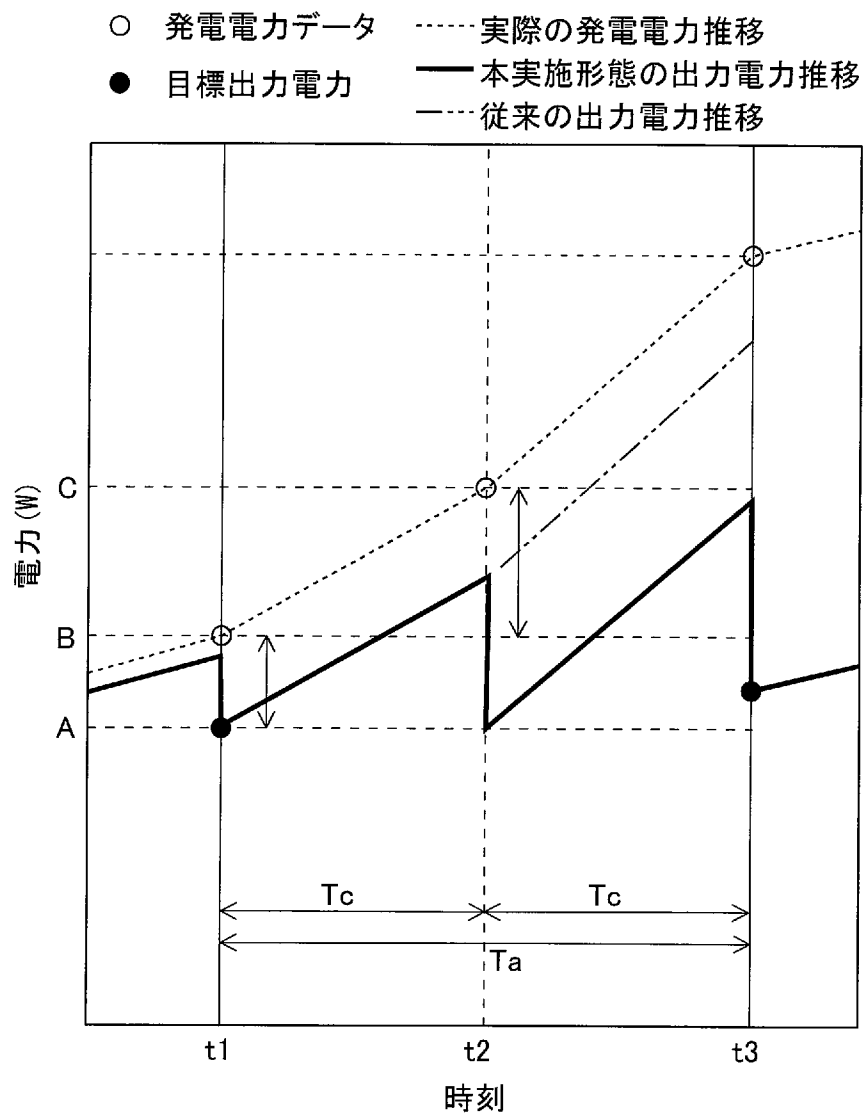
- [請求項5] 前記第 1 時間間隔は前記第 2 時間間隔の整数倍であり、
前記第 2 時間間隔の電力検出タイミングは、前記第 1 時間間隔の電力検出タイミングと重なる、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の電力供給システム。
- [請求項6] 再生可能エネルギーを利用して発電装置により発電する工程と、
蓄電装置に電力を蓄電する工程と、
前記発電装置と電力系統との間を接続する電力線を流れる電力値である検出電力データを検出部により取得する工程と、
前記検出電力データに基づき前記電力系統に出力される目標出力電力を算出するとともに、前記目標出力電力に応じて前記蓄電装置の充放電を制御する工程とを含み、
前記充放電制御工程において、
所定の第 1 時間間隔毎に前記検出部により第 1 検出電力データを取得するとともに、前記第 1 時間間隔よりも短い所定の第 2 時間間隔毎に前記検出部により第 2 検出電力データを取得し、充放電制御を行う際には、前記第 1 検出電力データに基づいて前記目標出力電力を算出するとともに、前記第 2 検出電力データに基づいて、前記目標出力電力に基づき決定された前記蓄電装置の充放電電力を補正する、電力供給方法。
- [請求項7] コンピュータを、再生可能エネルギーを利用して発電する発電装置および蓄電装置の少なくとも一方からの電力を出力部から出力させる電力供給システムの充放電制御部として機能させるための制御プログラムであって、
前記コンピュータに、前記発電装置と電力系統との間を接続する電力線を流れる電力値である検出電力データを検出する検出部から所定の第 1 時間間隔毎に第 1 検出電力データを取得させ、前記第 1 時間間隔よりも短い所定の第 2 時間間隔毎に前記検出部から第 2 検出電力データを取得させ、充放電制御を行う際には、前記第 1 検出電力データ

に基づいて目標出力電力を算出させるとともに、前記第 2 検出電力データに基づいて、前記目標出力電力に基づき決定された前記蓄電装置の充放電電力を補正させる、電力供給システムの制御プログラム。

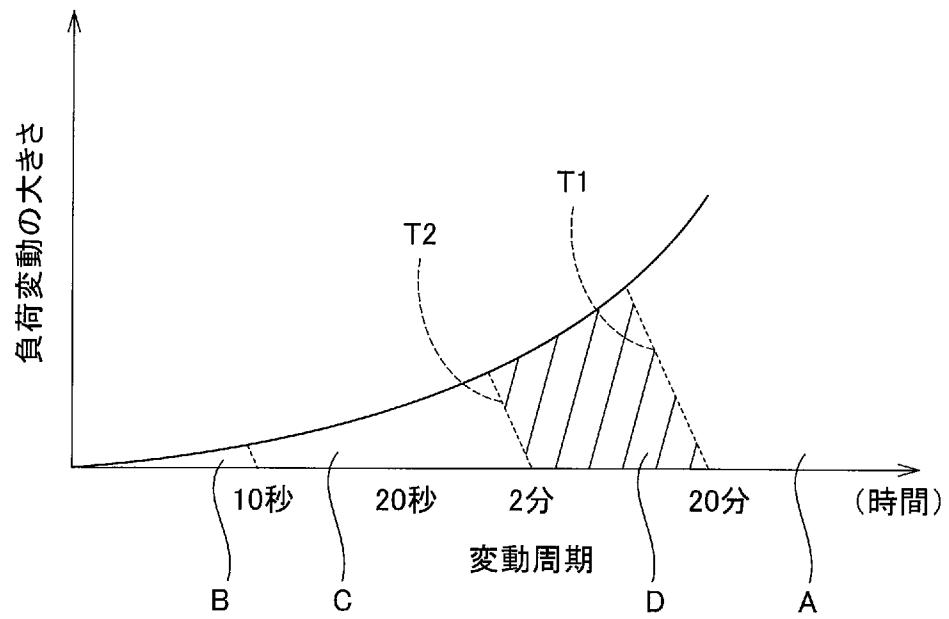
[図1]



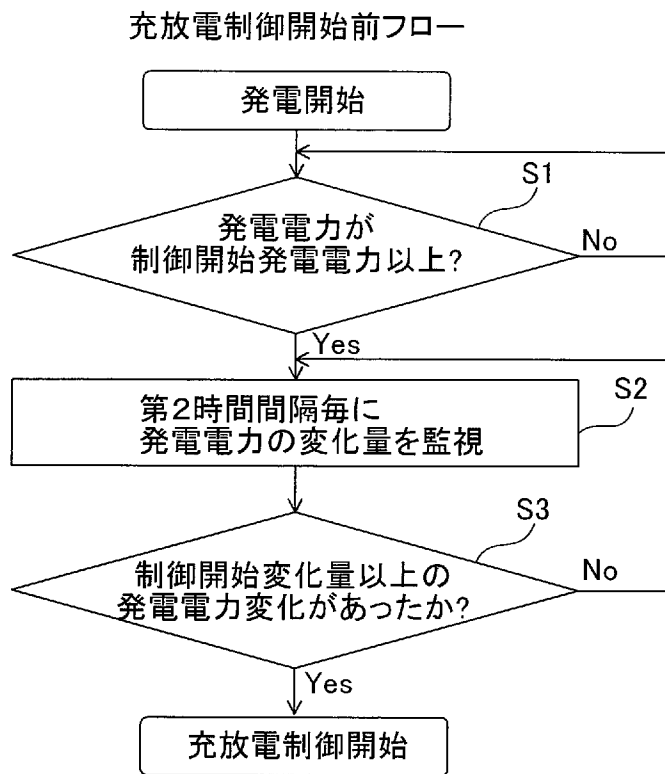
[図2]



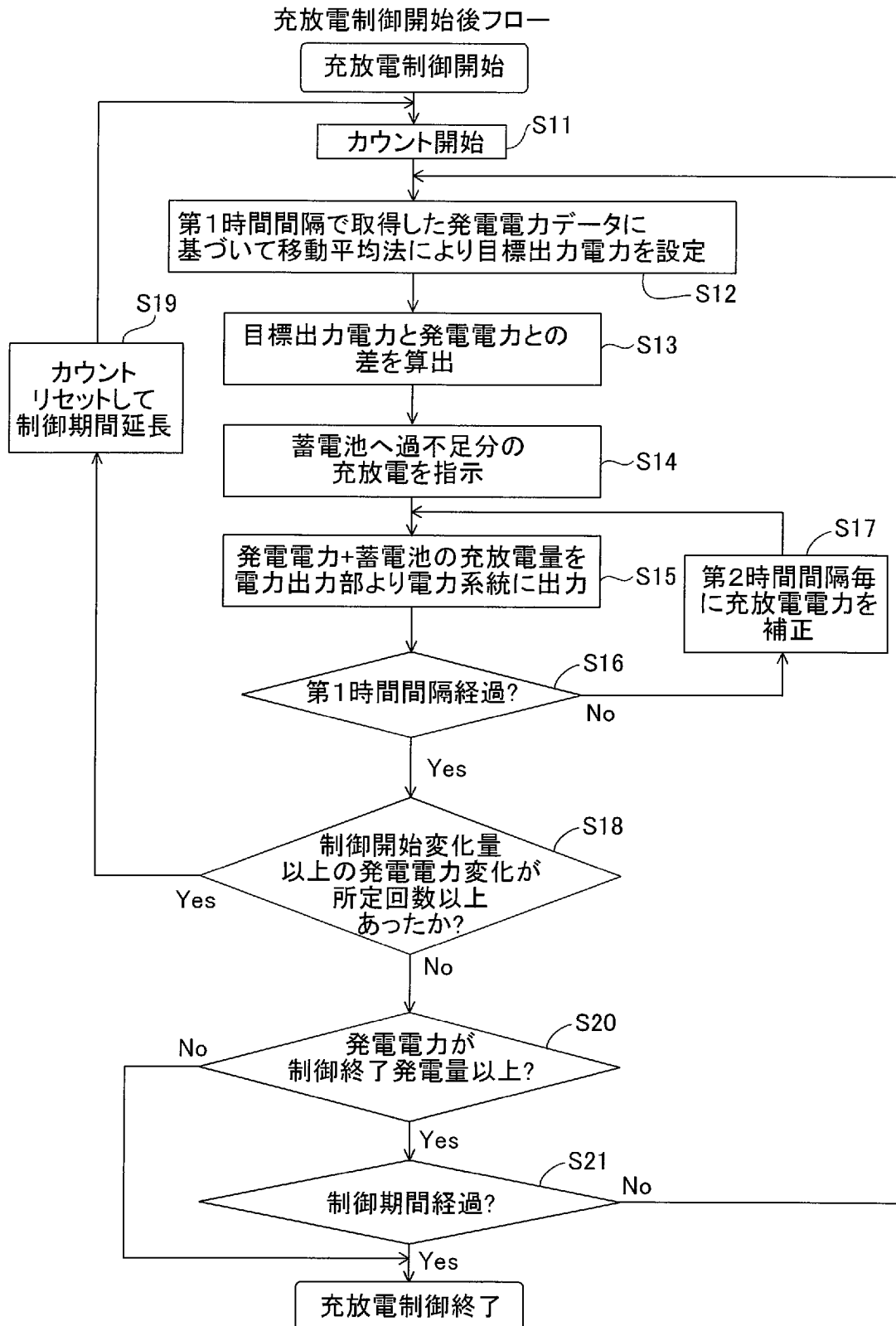
[図3]



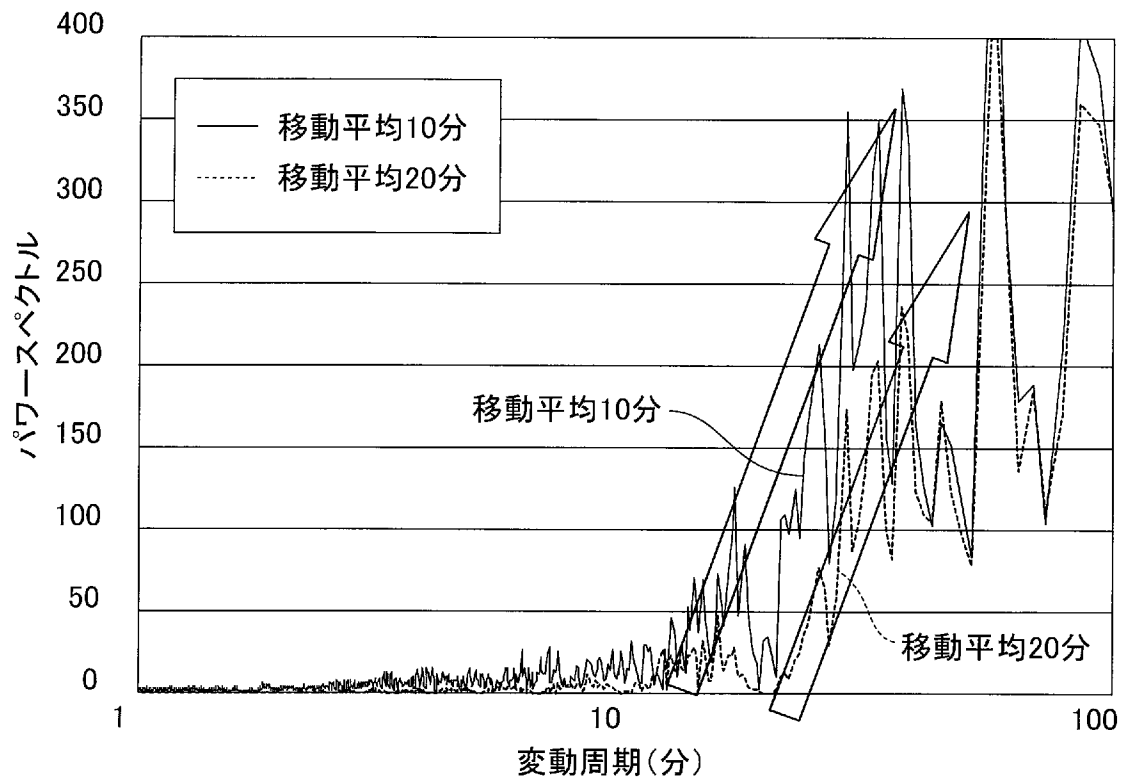
[図4]



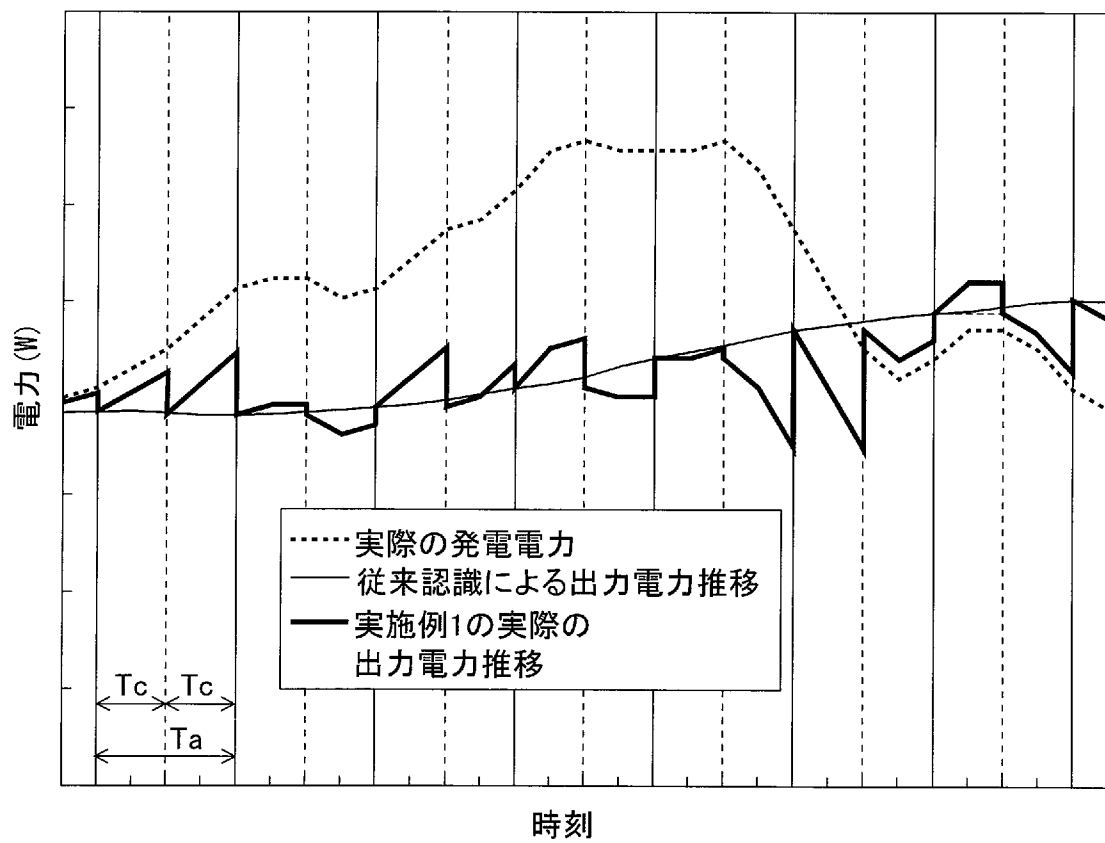
[図5]



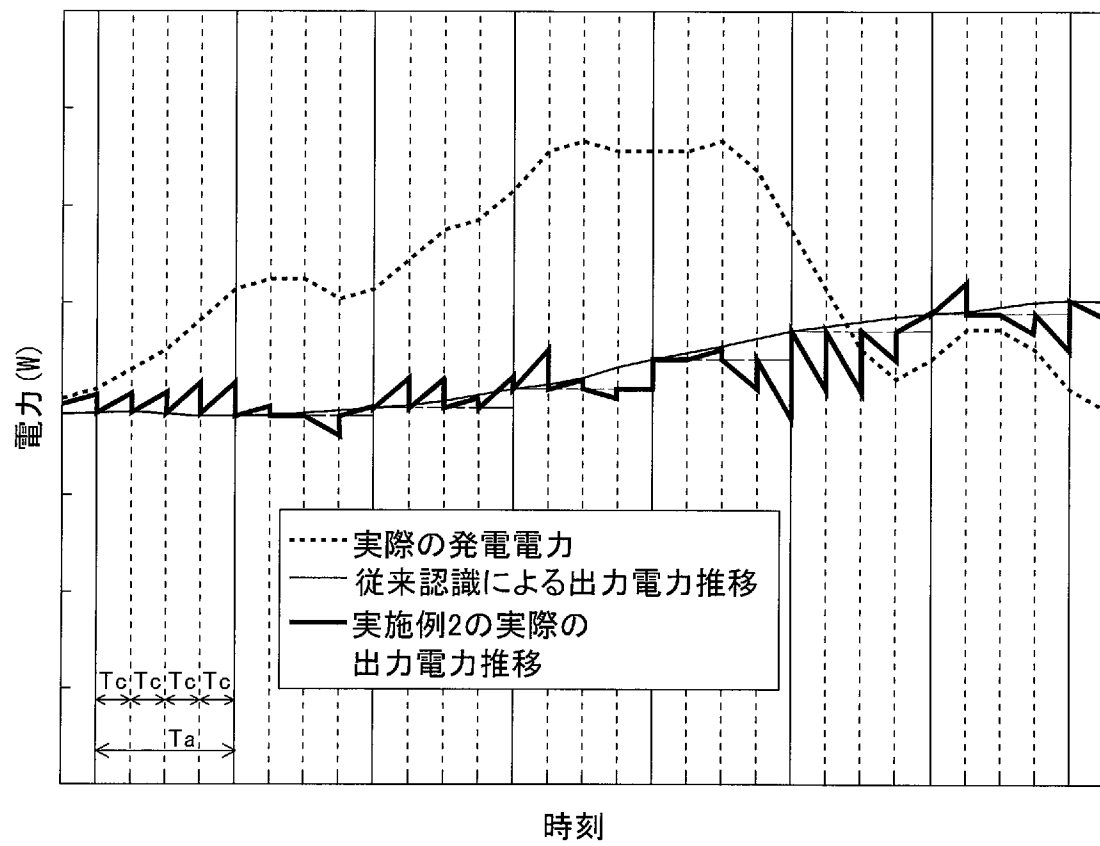
[図6]



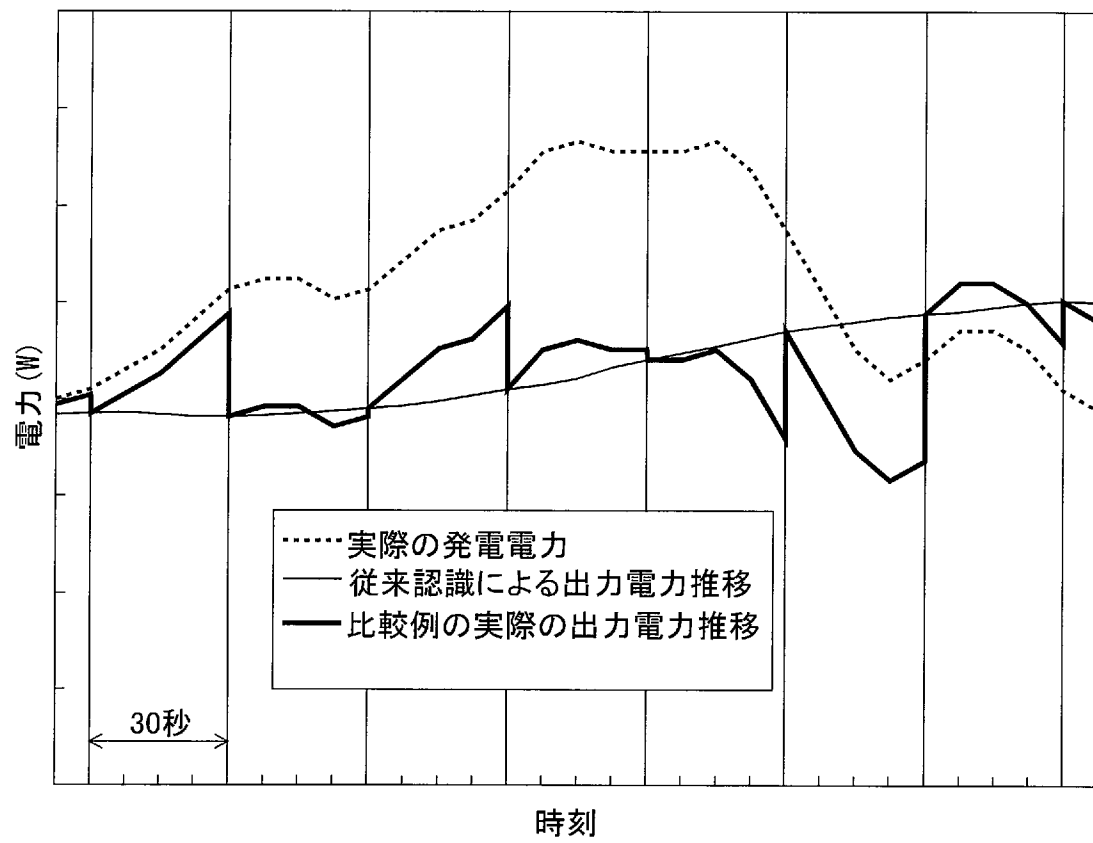
[図7]



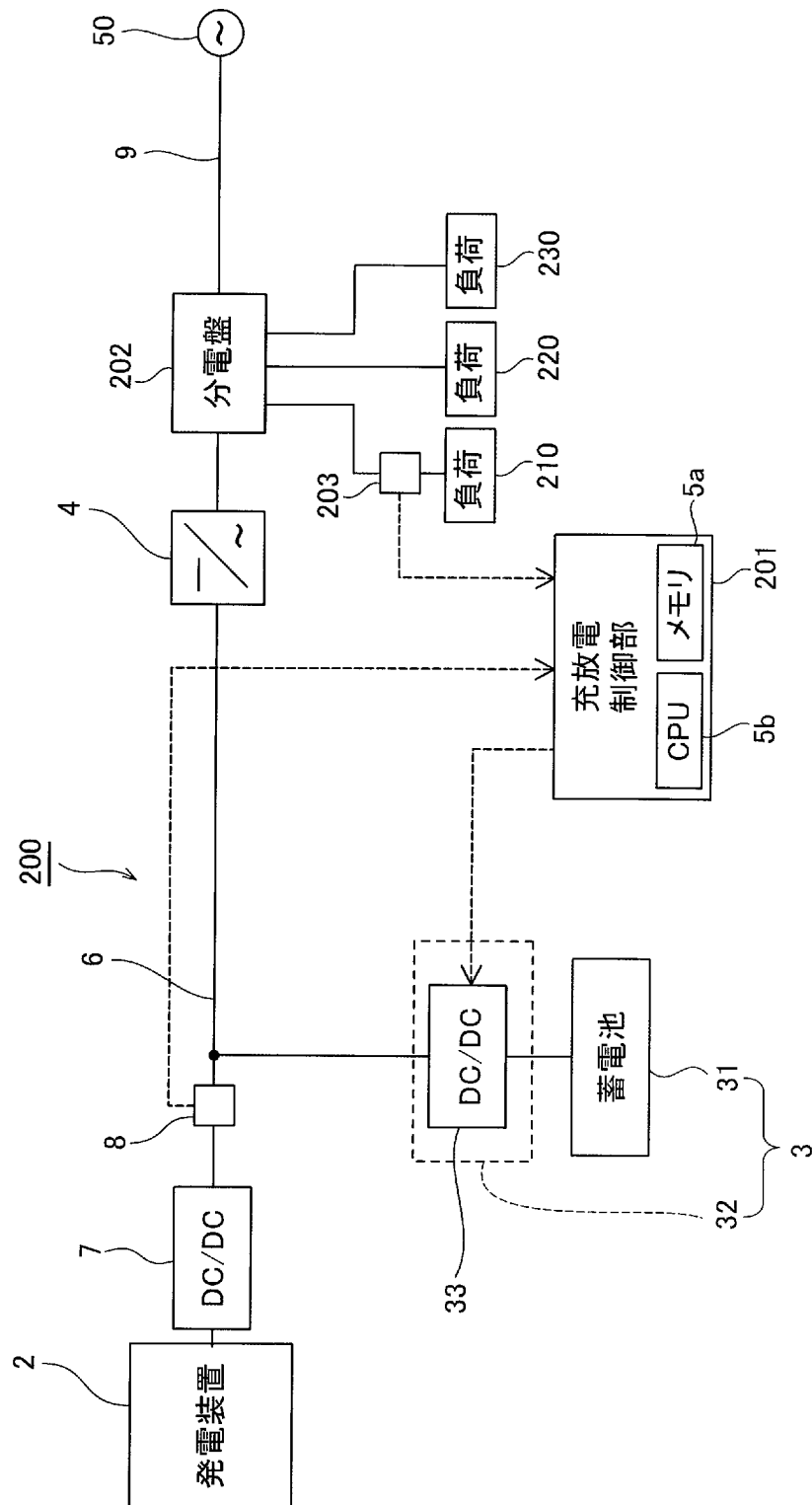
[図8]



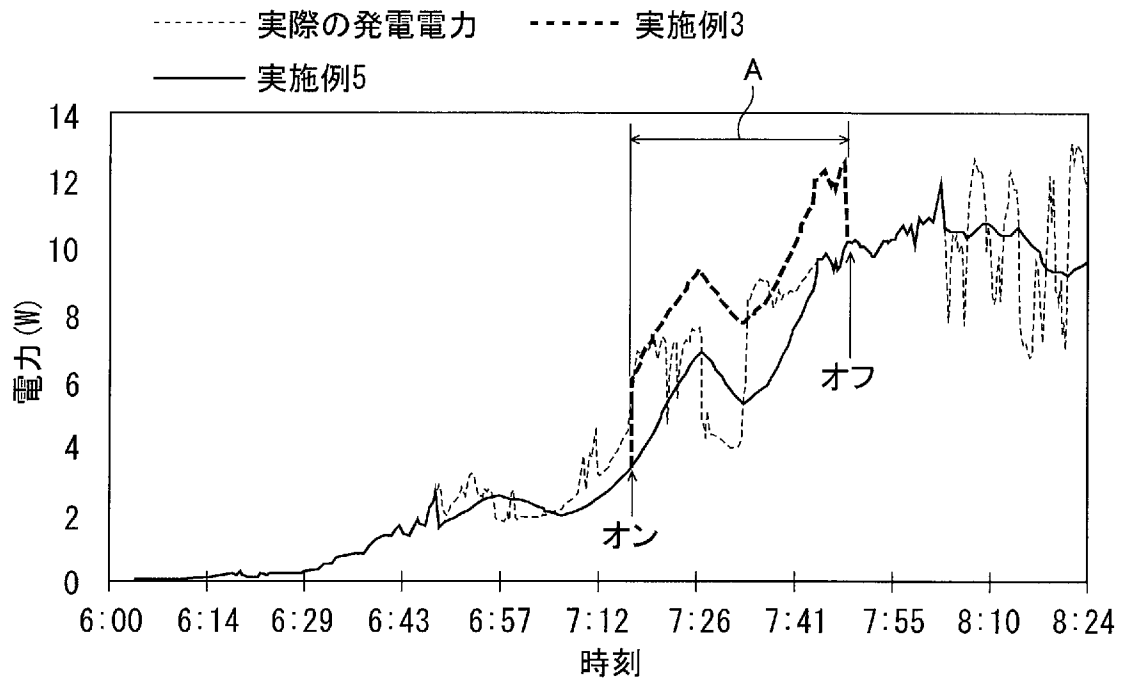
[図9]



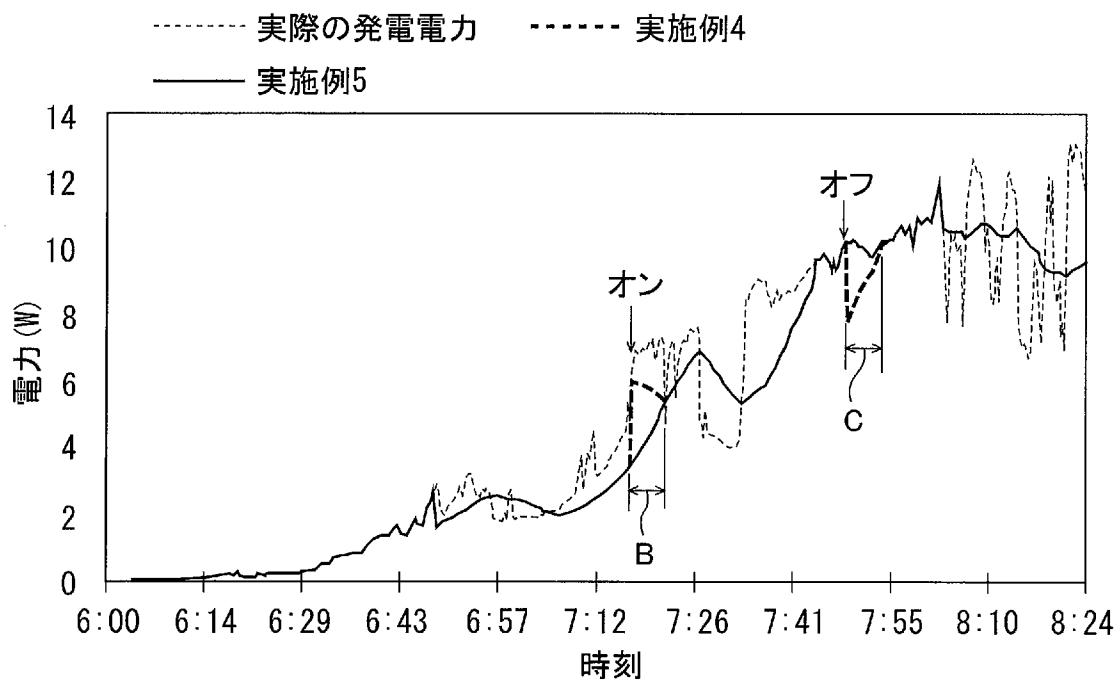
[図10]



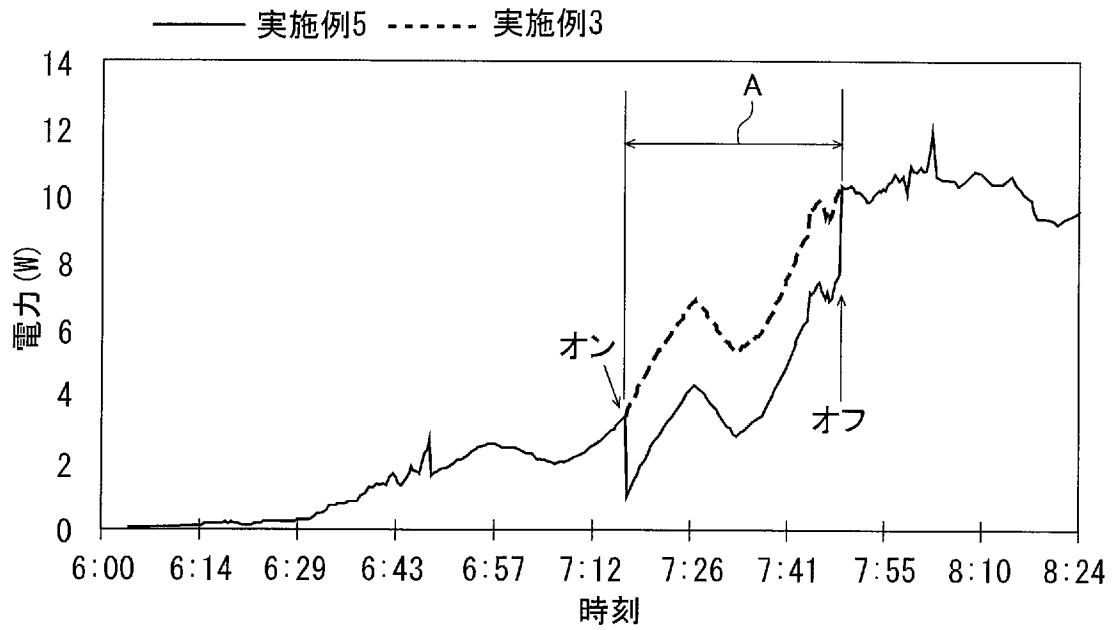
[図11]



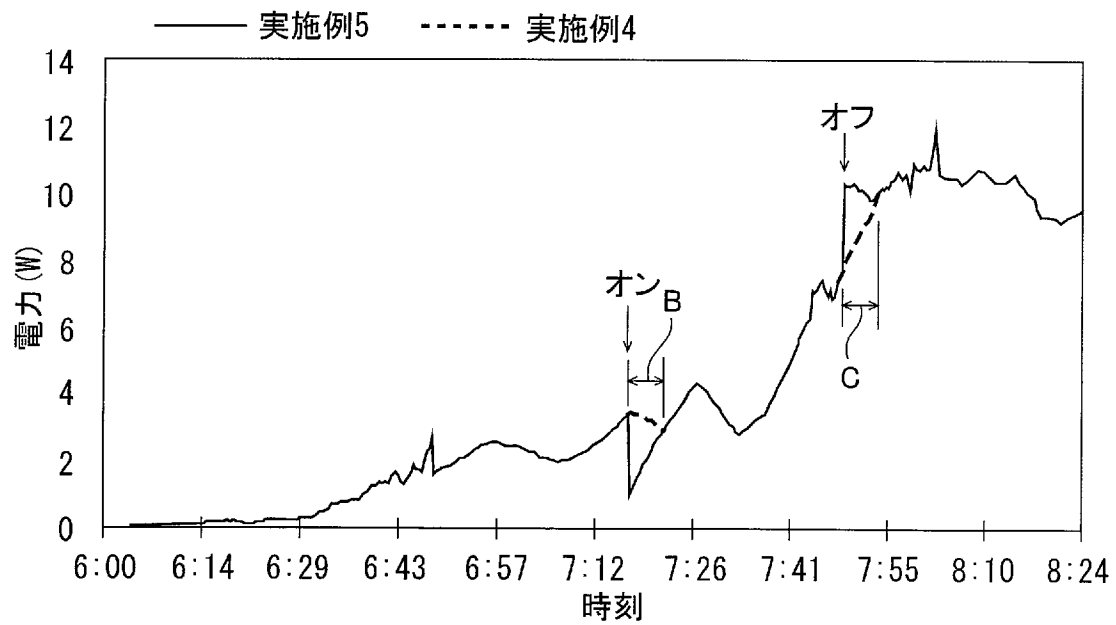
[図12]



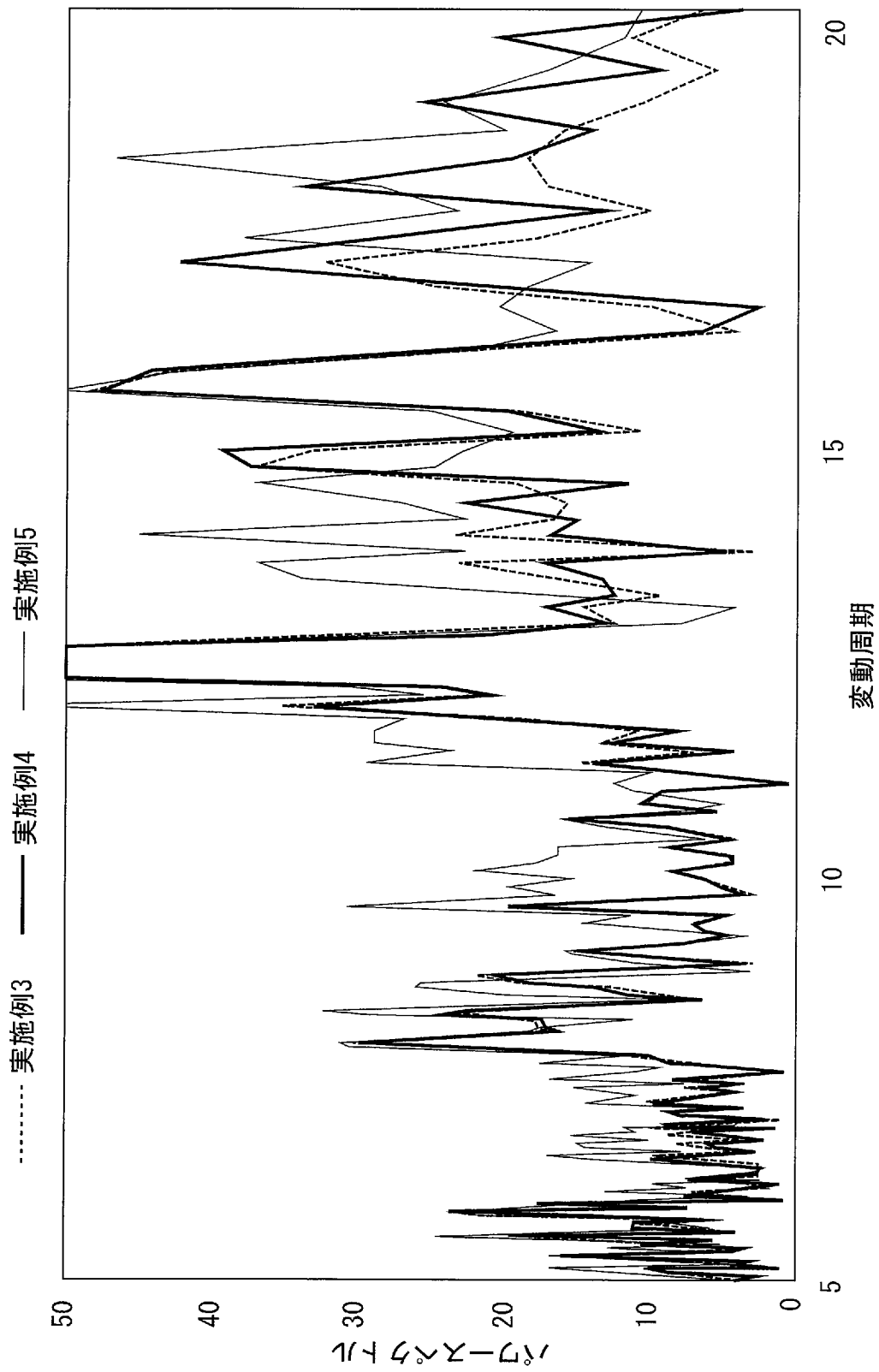
[図13]



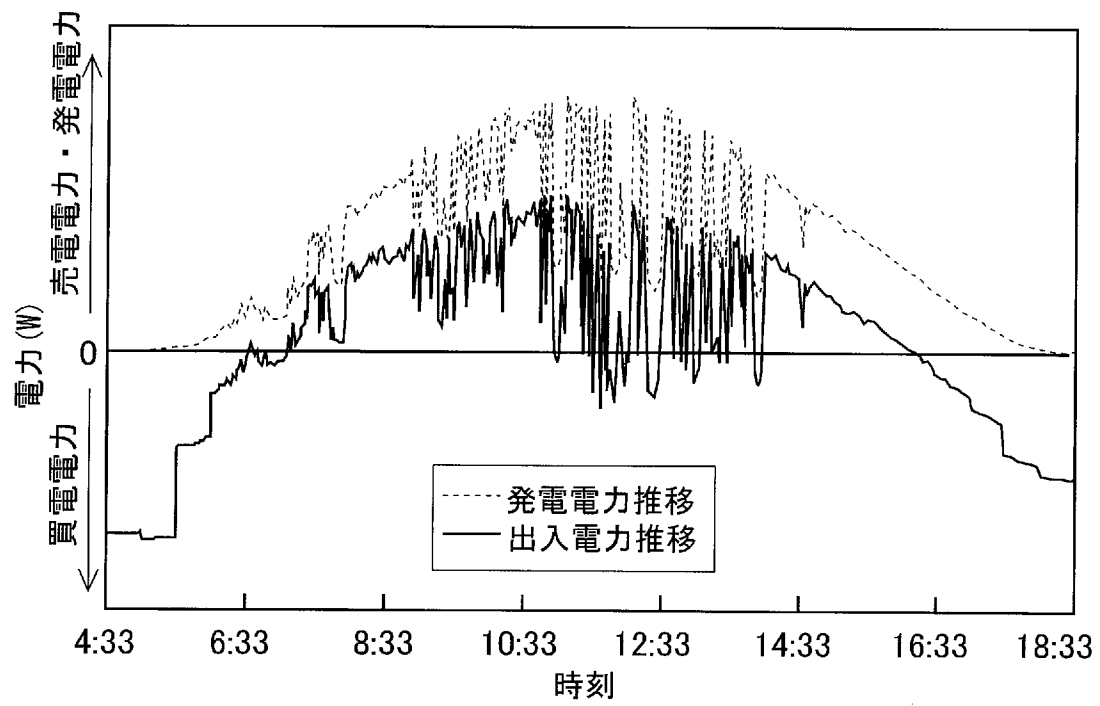
[図14]



[図15]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/058088

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J3/32(2006.01)i, H02J3/38(2006.01)i, H02J7/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02J3/32, H02J3/38, H02J7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-5543 A (The Kansai Electric Power Co., Inc.), 12 January 2001 (12.01.2001), paragraphs [0020] to [0022]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-7
A	JP 11-299106 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 29 October 1999 (29.10.1999), paragraphs [0016] to [0027]; fig. 1 (Family: none)	1-7
A	JP 2002-27679 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 25 January 2002 (25.01.2002), paragraphs [0045] to [0051]; fig. 7, 8 (Family: none)	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 June, 2011 (27.06.11)

Date of mailing of the international search report

05 July, 2011 (05.07.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02J3/32(2006.01)i, H02J3/38(2006.01)i, H02J7/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02J3/32, H02J3/38, H02J7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2001-5543 A（関西電力株式会社）2001.01.12, 【0020】－【0022】、図1、2（ファミリーなし）	1－7
A	JP 11-299106 A（石川島播磨重工業株式会社）1999.10.29, 【0016】－【0027】、図1（ファミリーなし）	1－7
A	JP 2002-27679 A（三菱重工業株式会社）2002.01.25, 【0045】－【0051】、図7、8（ファミリーなし）	1－7

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 7 . 0 6 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

0 5 . 0 7 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

麻川 倫広

5 T

4 4 4 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 6 8