

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-182017  
(P2008-182017A)

(43) 公開日 平成20年8月7日(2008.8.7)

(51) Int.Cl.  
H01L 31/04 (2006.01)

F I  
H01L 31/04

テーマコード (参考)  
5F051

審査請求 有 請求項の数 10 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2007-13690 (P2007-13690)  
(22) 出願日 平成19年1月24日 (2007.1.24)

(71) 出願人 000006105  
株式会社明電舎  
東京都品川区大崎2丁目1番1号  
(74) 代理人 100096459  
弁理士 橋本 剛  
(74) 代理人 100104938  
弁理士 鶴澤 英久  
(72) 発明者 奥野 義道  
東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会社明電舎内  
(72) 発明者 中島 廣則  
東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会社明電舎内

最終頁に続く

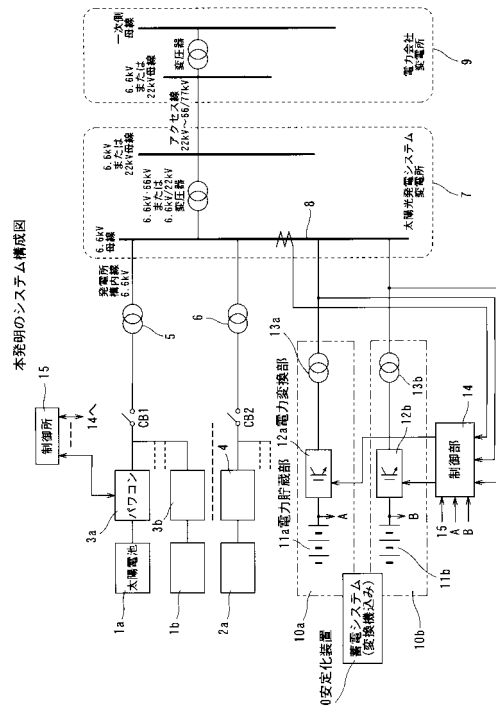
(54) 【発明の名称】 太陽光発電システムの制御方法と太陽光発電システムの発電量予測装置

(57) 【要約】

【課題】安定化装置を電力系統に接続した太陽光発電システムにおいては、電力貯蔵部の寿命や価格に問題を有している。

【解決手段】太陽光発電装置を通常運転用と予備用に分ける。制御部では、予め作成された太陽光発電装置の発電開始時間から発電終了時間までの発電量のピーク曲線と前記電力貯蔵部への充電の運転計画表を記憶する。発電開始時間から発電終了時間での充電中において、充電運転計画表の値よりも発電出力量大きい時は余剰分を充電し、発電出力量が計画充電値よりも小さい時には予備用の太陽電池群を電力系統に接続する。また、非充電時のときにはピーク曲線に沿って放電する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

太陽電池群よりなる太陽光発電装置と、電力貯蔵部と電力変換部を有する安定化装置を電力系統に接続し、安定化装置の制御部を介して電力変換部に対する制御を実行し、電力貯蔵部への充放電制御を行うように構成した太陽光発電システムにおいて、前記太陽光発電装置を通常運転用と予備用に分けると共に、前記制御部には、予め作成された太陽光発電装置の発電開始時間から発電終了時間までの発電量のピーク曲線と前記電力貯蔵部に対する充放電の運転計画曲線を記憶させ、発電開始時間から発電終了時間での充電中で、前記充電運転計画曲線に基づく充電値よりも発電出力量が大きい時の余剰分を充電し、発電出力量が計画充電値よりも少ない時には前記予備用の太陽光発電装置を電力系統に接続し、前記電力貯蔵部が所定値充電量となった時には放電モードに切替え、且つ前記発電開始時間から発電終了時間での非充電時のときには前記ピーク曲線に沿って放電し、全放電終了時には電力系統に接続された太陽光発電装置を解列する制御を、発電開始時間から発電終了時間まで定周期で繰り返し行うことを特徴とした太陽光発電システムの制御方法。

10

**【請求項 2】**

前記発電量のピーク曲線の算出は、快晴時の日射強度曲線に対し、当該時点までの変動頂点の各任意時刻での偏差を算出した平均し、その偏差分と快晴時の日射強度曲線とを乗算して日射強度ピーク曲線とし、この日射強度ピーク曲線と太陽電池効率を乗算することで当日のピーク曲線とすることを特徴とした請求項 1 記載の太陽光発電システムの制御方法。

20

**【請求項 3】**

前記所定値充電量は、前記電力貯蔵部の満充電か、満充電時点から発電終了時間までに必要な電力量を満たす充電量を確保する量であることを特徴とした請求項 1 又は請求項 2 記載の太陽光発電システムの制御方法。

**【請求項 4】**

前記充放電の運転計画曲線は、充電時の運転計画に基づく値と共に放電時のみの運転計画曲線を作成し、各計画曲線に基づく計画値は段階状に作成し、充電終了時と放電開始時の接合部分にピークシフト可能な時間間隔を持たせたことを特徴とした請求項 1 乃至請求項 3 記載の太陽光発電システムの制御方法。

30

**【請求項 5】**

前記電力貯蔵部は、非充電状態で、且つ発電量が運転計画曲線に基づく発電出力値よりも大きいときに、前記太陽光発電装置を電力系統から部分的に解列することを特徴とした請求項 1 乃至請求項 4 記載の太陽光発電システムの制御方法。

**【請求項 6】**

前記太陽光発電装置の電力系統からの解列制御は、太陽光発電装置の出力予測から負荷予測による電力量を差し引いた信号に基づくものであることを特徴とした請求項 1 乃至請求項 5 記載の太陽光発電システムの制御方法。

**【請求項 7】**

前記太陽電池群は、メッシュで区切られた区分単位で構成し、系統との接続と解列の切替制御は、任意の単位時間における発電量の出力予測と、この出力予測に対する発電変動時に各区分単位毎で行うことを特徴とした請求項 1 乃至請求項 4 記載の太陽光発電システムの制御方法。

40

**【請求項 8】**

前記発電量の出力予測は、前記任意の単位時間をさらに細分化した短周期での計測幅を持たせて発電量を計測し、個々の太陽電池の効率と面積、短周期の計測時間から日射強度を算出し、これを前記メッシュの中心を x 軸、y 軸方向に 1 メッシュずつ過去データをシフトしながら短周期の計測時間単位分を n 回繰り返し返して 2 つのデータの最大相関関数を算出し、この最大相関関数とメッシュ間の距離から風向きと風力を決定して短周期の計測結果より日射変動成分を抽出して前記単位時間分についての日射量を求め、この日射量に前記

50

メッシュ個々で持つ発電効率と面積をかけて発電量の予測値とすることを特徴とした請求項 5 記載の太陽光発電システムの制御方法。

【請求項 9】

前記単位時間分の日射量は、風上側から順次繰り返して積算して求めることを特徴とした請求項 6 記載の太陽光発電システムの制御方法。

【請求項 10】

太陽電池群よりなる太陽光発電装置と、電力貯蔵部と電力変換部を有する安定化装置を電力系統に接続し、安定化装置の制御部を介して電力変換部に対する制御を実行し、電力貯蔵部への充放電制御を行うように構成した太陽光発電システムであって、前記太陽電池群を任意のメッシュで区切って区分単位とし、この区分単位毎に任意時間で発電量の出力予測を行い、この出力予測値に基づき発電量が予め作成された運転計画曲線の値より大のとき太陽光発電装置を電力系統から解列するものにおいて、

前記単位時間を細分化した短周期で個々の太陽光発電装置の発電量を計測する計測手段と、個々の太陽光発電装置における太陽電池効率と面積、及び前記短周期計測時間から日射強度を算出する日射強度算出手段と、前記区分単位のメッシュ中心を x 軸， y 軸方向に 1 メッシュずつ日射強度の過去データのシフトを n 回繰り返して 2 つのデータの最大相関係数を算出する最大相関係数算出手段と、この最大相関係数をメッシュ間の距離から風向きと風力を決定して日射変動分を決める日射変動分算出手段と、前記単位時間でメッシュの風上側から風下への繰り返し得られる日射変動分の積算から前記単位時間分の日射量を算出する日射量算出手段と、得られた日射量にメッシュが持つ発電効率と面積をかけて発電量の予測値を算出する予測値算出手段とを備えたことを特徴とした太陽光発電システムの発電量予測装置。

【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の制御方法と太陽光発電システムの発電量予測装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

地球温暖化対策として省エネルギーが叫ばれる一方、電気エネルギーの分野でも再生可能エネルギーの利用が見直され、太陽光発電、風力発電や燃料電池、或いはバイオマス発電など自然エネルギーの分散型発電が盛んになりつつある。このような自然エネルギーを利用した電力システムとしては非特許文献 1 などによって公知となっており、自然エネルギーのような再生可能エネルギーの本格的導入のためには、配電系統の電圧変動や系統の周波数変動など電力系統に与える影響を緩和する必要がある。

【0003】

電気は貯蔵できない特性を有していることから、瞬時瞬時で需要と供給のバランスが一致していないと安定した供給ができないため、既存電力会社の送電ネットワークを利用する事業者は、需要量と供給量について同時同量を達成することが求められている。例えば、従来での制度では 30 分ごとに送電サービス契約電力の 3 % の変動範囲内での同時同量が求められている。近年、この変動範囲を弾力化して、30 分 3 % を基本としつつ、10 % までは変動の程度に応じた段階別の不足供給料金（インバランス料金）を設定している。

【0004】

また、送電ネットワークを利用する事業者は、電力系統との協調として、負荷平準化と電力品質向上で系統に寄与する運転も求められている。負荷平準化は、ピークシェイブ（電力波形のひげとり、潮流変動抑制）運転、ピークカット（電力ピーク量の別エネルギーへの変換）運転、ピークシフト（電力ピーク時間のシフト）運転が、その役割に応じ、それぞれ個別または組み合わせて状況に応じた適切な運転を行うことである。

【0005】

10

20

30

40

50

図12は再生可能エネルギー電源を用いた分散電力のネットワーク図の例を示したものである。A, B, Cは分散電源系統で、それぞれ複数の再生可能エネルギー電源と電力負荷とでネットワークを有して一つの電力供給系統を構成している。図12ではAの分散電源系統が電力会社の系統に連系され、他の分散電源系統B, Cは分散電源系統Aに連系されている。再生可能エネルギー電源として太陽光発電システムが使用される場合、電力貯蔵装置(キャパシタや蓄電池)や変動追従性のある発電機(ガス発電機)を組み合わせ、潮流変動抑制制御、需給同時同量制御、一定出力制御制御を実現している。これは電力変動分を、これら変動追従性の高い分散型電源に出力または吸収させることで、平準化を図ったものである。このような技術は、非特許文献1によって公知となっている。

【0006】

10

図13は需給制御方法の概略図で、制御としては、運転計画に従った制御、負荷追従制御及びローカル追従制御が実行される。運転計画に従った制御としては予備発電力の不足発生による計画変更に基づく短時間運転計画変更や運転計画データに基づく運転パターン制御がある。負荷追従制御は、需給バランスの差分を制御し、ローカル追従制御は、高周波数成分の負荷変動に電力貯蔵装置からの充放電による追従制御が行われる。

【0007】

太陽光発電システムでは、気候の予測による運転計画を動的に行い、かつ、自立運転用に用意する電力貯蔵装置などの変動追従電源を有効利用することにより、自然エネルギーの導入比を向上させている。また、分散電源系統では、需要と供給の時間的ミスマッチを解消し、間欠的なエネルギーを安定化することも可能とする。

20

【非特許文献1】舟橋他、「小規模電力系統(マイクログリッド)における発電機最適運転の検討」学会誌「EICA」第11巻第1,3合併号、pp.127-133、2006

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

これらの分散型電源、特に電力貯蔵装置は、高価であり、これが大規模な太陽光発電普及の障害となっている。また、家庭用太陽光発電においても、同じ地域に一定規模以上の太陽光発電装置が集中すると系統の潮流への悪影響が大きいことから、まとまった単位で電力貯蔵装置を接続し、系統の安定化を図る計画が持たれている。この際にも、電力貯蔵装置の価格が弊害となっており、普及の妨げとなっているのが現状である。

30

【0009】

同時に、気象変化による太陽光発電の変動は大きく、変動追従特性の高い分散型電源を利用した平準化方式でも、太陽光発電の気象変化による発電量の変動に追従するのが困難であるのが現状であり、風力の出力変動緩和制御の例として「風力発電所出力の1分平均値を計算し、平時は、任意の20分間において、周波数変動対策後の風力発電設備合成出力(1分間平均値)の「最大電力-最小電力」が風力発電機の定格出力合計値の10%以下であること。」といった厳しい制限が太陽光発電に適用された場合、その条件を満たすには困難となっている。

【0010】

40

図14は太陽光発電の出力特性を示したもので、点線が太陽光発電のピーク曲線、実線が出力曲線で、雲の影響による日射強度の変化により大きく変動する。このように変動するものに対し、変動追従運転に用いる発電機として電力貯蔵装置を用いる場合には、電力貯蔵装置の残存容量の管理が問題となる。電力貯蔵装置の種類によっては直流電圧から残存容量を把握可能な場合もあるが、そうでない場合には残存容量を電流の積算(Ah)によって算出することが必要となる。残存容量の管理値の上下限に達した場合には充電または放電の何れかが行えなくなるため、残存容量を一定または設定した範囲内に納めるように運転計画による発電出力の運転パターンを修正する。太陽光発電能力と同等かつ十分な容量(5時間以上)の電力貯蔵装置が準備でき、適切な運転計画プログラムが用意できれば問題はないが、電力貯蔵装置の容量によっては、それ以上充放電ができない場合ができて

50

しまう場面が出現し、運転の継続が困難となる。

【0011】

加えて、太陽光発電装置を、商用系統に接続する際、太陽光の発電ピーク時刻（0時ごろ）と、商用系統の負荷が最大となる時刻（1時ごろ）にずれがあり、ニーズに対しての適合を欠いているのが問題としてあげられる。

【0012】

本発明は、複数の太陽光発電装置を広域に分散配置し、その多様性によって太陽光発電の変動緩和に役立てると同時に、広域性を利用して、区域に細分化した個々の発電量の変動成分により、近未来の発電量を予測し、太陽光発電装置の最適な台数制御方法と装置を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の第1は、太陽電池群よりなる太陽光発電装置と、電力貯蔵部と電力変換部を有する安定化装置を電力系統に接続し、安定化装置の制御部を介して電力変換部に対する制御を実行し、電力貯蔵部への充放電制御を行うように構成した太陽光発電システムにおいて、

前記太陽光発電装置を通常運転用と予備用に分けると共に、前記制御部には、予め作成された太陽光発電装置の発電開始時間から発電終了時間までの発電量のピーク曲線と前記電力貯蔵部に対する充放電の運転計画曲線を記憶させ、発電開始時間から発電終了時間での充電中で、前記充電運転計画曲線に基づく充電値よりも発電出力量が大きい時の余剰分を充電し、発電出力量が計画充電値よりも少ない時には前記予備用の太陽光発電装置を電力系統に接続し、前記電力貯蔵部が所定値充電量となった時には放電モードに切替え、且つ前記発電開始時間から発電終了時間での非充電時のときには前記ピーク曲線に沿って放電し、全放電終了時には電力系統に接続された太陽光発電装置を解列する制御を、発電開始時間から発電終了時間まで定周期で繰り返し行うことを特徴としたものである。

20

【0014】

本発明の第2は、前記発電量のピーク曲線の算出は、快晴時の日射強度曲線に対し、当該時点までの変動頂点の各任意時刻での偏差を算出した平均し、その偏差分と快晴時の日射強度曲線とを乗算して日射強度ピーク曲線とし、この日射強度ピーク曲線と太陽電池効率を乗算することで当日のピーク曲線とすることを特徴としたものである。

30

【0015】

本発明の第3は、前記所定値充電量は、前記電力貯蔵部の満充電か、満充電時点から発電終了時間までに必要な電力量を満たす充電量を確保する量であることを特徴としたものである。

【0016】

本発明の第4は、前記充放電の運転計画曲線は、充電時の運転計画に基づく値と共に放電時のみの運転計画曲線を作成し、各計画曲線に基づく計画値は段階状に作成し、充電終了時と放電開始時の接合部分にピークシフト可能な時間間隔を持たせたことを特徴としたものである。

【0017】

本発明の第5は、前記電力貯蔵部は、非充電状態で、且つ発電量が運転計画曲線に基づく発電出力値よりも大きいときに、前記太陽光発電装置を電力系統から部分的に解列することを特徴としたものである。

40

【0018】

本発明の第6は、前記太陽光発電装置の電力系統からの解列制御は、太陽光発電装置の出力予測量から負荷予測による電力量を差し引いた信号に基づくものであることを特徴としたものである。

【0019】

本発明の第7は、前記太陽電池群は、メッシュで区切られた区分単位で構成し、系統との接続と解列の切替制御は、任意の単位時間における発電量の出力予測と、この出力予測

50

に対する発電変動時に各区分単位毎で行うことを特徴としたものである。

【0020】

本発明の第8は、前記発電量の出力予測は、前記任意の単位時間をさらに細分化した短周期での計測幅を持たせて発電量を計測し、個々の太陽電池の効率と面積、短周期の計測時間から日射強度を算出し、これを前記メッシュの中心をx軸、y軸方向に1メッシュずつ過去データをシフトしながら短周期の計測時間単位分をn回繰り返して2つのデータの最大相関係数を算出し、この最大相関係数とメッシュ間の距離から風向きと風力を決定して短周期の計測結果より日射変動成分を抽出して前記単位時間分についての日射量を求め、この日射量に前記メッシュ個々で持つ発電効率と面積をかけて発電量の予測値とすることを特徴としたものである。

10

【0021】

本発明の第9は、前記単位時間分の日射量は、風上側から順次繰り返して積算して求めることを特徴としたものである。

【0022】

本発明の第10は、太陽電池群よりなる太陽光発電装置と、電力貯蔵部と電力変換部を有する安定化装置を電力系統に接続し、安定化装置の制御部を介して電力変換部に対する制御を実行し、電力貯蔵部への充放電制御を行うように構成した太陽光発電システムであって、前記太陽電池群を任意のメッシュで区切って区分単位とし、この区分単位毎に任意時間で発電量の出力予測を行い、この出力予測値に基づき発電量が予め作成された運転計画曲線の値より大のとき太陽光発電装置を電力系統から解列するものにおいて、前記単位時間を細分化した短周期で個々の太陽光発電装置の発電量を計測する計測手段と、個々の太陽光発電装置における太陽電池効率と面積、及び前記短周期計測時間から日射強度を算出する日射強度算出手段と、前記区分単位のメッシュ中心をx軸、y軸方向に1メッシュずつ日射強度の過去データのシフトをn回繰り返して2つのデータの最大相関係数を算出する最大相関係数算出手段と、この最大相関係数をメッシュ間の距離から風向きと風力を決定して日射変動分を決める日射変動分算出手段と、前記単位時間でメッシュの風上側から風下への繰返し得られる日射変動分の積算から前記単位時間分の日射量を算出する日射量算出手段と、得られた日射量にメッシュが持つ発電効率と面積をかけて発電量の予測値を算出する予測値算出手段とを備えたことを特徴としたものである。

20

【発明の効果】

30

【0023】

以上のとおり、本発明によれば、太陽光発電装置の変動成分除去（平準化）制御や潮流一定運転に電力貯蔵部を利用するとき、充電切替回数を日に1回に制限が出来る、高価な電力貯蔵部の劣化を防ぐことができる。また、大きな電力変動の吸収に充放電サイクルを変更しなければならないときは、予想される変動を吸収する電力量に一番近い太陽光発電装置（太陽電池群）を選択し、解列または接続する台数運転制御時においては、電力貯蔵部の負担を減らし、劣化を防止することが可能となると共に、電力貯蔵部に電気二重層キャパシタが使用されていた場合には、その容量を減らすことが可能となる。

また、広域化による日射強度の多様性からくる太陽光発電装置の発電量の平準化が図ると同時に、変動吸収を複数の太陽電池群のオン/オフ機能を持たせることで、系統への信頼性・品質・経済性の向上を実現する。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

図1は本発明が実施される太陽光発電システムの構成例を示したものである。1及び2はそれぞれ複数のパネルからなる太陽電池で、そのうちの1（1a, 1b... 1n）は第1の太陽電池群で主として常用使用される。2（2a...）は第2の太陽電池群で主として予備に使用される。3, 4はパワーコンディショナーで、DC/DC変換、若しくはDC/AC変換機能、及びそれらを制御するための制御回路を有して太陽電池1, 2にそれぞれ接続されて太陽光発電装置を構成し、この太陽光発電装置から所定の電力量が出力される。5, 6は変圧器、7は太陽光発電シ

50

ステムの変電所、8は変電所の母線、9は電力会社の変電所である。

【0025】

10は電力貯蔵部を有する安定化装置で、変電所の母線8に複数(ここでは10a, 10b)接続されている。安定化装置10a, 10bは、電力貯蔵部11a, 11bと、充放電を実行するために直流-交流変換機能を有する電力変換部12a, 12b、及び連系変圧器13a, 13b等を有している。14は制御部で、電力貯蔵部11における充電状態検出信号A, B、安定化装置10の出力電圧、及び電流の各検出信号を入力し、これら各入力信号と予め設定された設定信号に基づいて電力変換部12に対する制御信号を生成する。電力貯蔵部11に使用される蓄電部としては、電気二重層キャパシタやリチウム・イオン蓄電池等、その種類については制限されずに使用できる。15は中央の制御所で、電力系統の状況に応じてパワーコンデンショナー3, 4の制御回路や安定化装置10の制御部14との信号の授受を行って所望の制御を実行する。

10

なお、図1では、母線8に接続される負荷及びガス発電機などの他の変動追従型発電機等は省略している。

【0026】

太陽光発電システムの変電所7と電力会社の変電所9との連系運転時の安定化装置10は、連系点の潮流変動分を求め、電力変換部12を介して変動分を補償するような出力制御を行う。

【0027】

一般に、以上のように構成された太陽光発電システムにおいて、安定化装置10を用いて平準化(変動成分除去)制御を実施するとき、変動成分の中央に出力目標値を設け、この目標値に対して発電量が上回るときはその分を充電し、発電量が足りないときは、その分を放電して平滑化する方法がとられる。図11は太陽光発電の発電量と時間関係図を示したもので、線アは太陽光発電の発電量が雲に影響されない快晴時の出力曲線、線イは電力貯蔵部の運転計画曲線(値)、線ウが当日の太陽光発電装置の出力曲線で、雲による影響で日射強度が変化することにより発電出力が変化している。設定された運転計画曲線イに従った制御方法では、当日の太陽光発電装置の出力曲線ウが変動の度に、電力貯蔵部11の充放電が繰り返されてしまう。

20

【0028】

電気二重層キャパシタやコンデンサのような化学反応を伴わないデバイスでは問題でないが、一般の蓄電池では充放電の繰り返し回数は寿命に影響し、ランニングコストを高める。そこで、電力貯蔵部11に対する充電切回数制限を制限して電力貯蔵部11の劣化を防ぎ、且つ電気二重層キャパシタやコンデンサの場合も含めて電力貯蔵部11の必要容量を減少させるための具体的な手段についての本発明の実施例を以下に説明する。

30

【実施例1】

【0029】

図2は、運転計画に基づいて電力貯蔵部11を変動成分除去に使用する場合の本発明の実施例を示すフローチャートである。ステップS1では、1日の運転が開始される。ステップS2では図3で示す線イ'で示すピーク曲線を作成する。

太陽光発電の発電量のピーク曲線アの算出方法としては、図11と同様に雲がないとき(快晴時)の、日射強度曲線に対し、この時点までの変動頂点の、各時刻での偏差を算出し、それを平均する。その偏差分を、快晴時の日射強度曲線にかけて、当日の、以後の日射強度ピーク曲線イを作成する。太陽光発電の効率(計算による日射強度と、発電量の実測値から算出)を掛けて、当日の太陽光発電量のピーク曲線とする(S3)。当日のピーク曲線イ'は、時刻t1かにピーク値となるt2までか、当該日における電力貯蔵部11の充電分の運転計画値であり、予想される当日の太陽光発電量のピーク曲線ウよりも下限に設定され、また、

40

t2からt3までが電力貯蔵部11の放電分の運転計画値で、当日の太陽光発電量のピーク曲線ウよりも上限に設定される。S4では太陽電池群を通常運転用1a, 1b...と予備運転用2a...に分け、これらの各データや計画値は制御部14に格納される。

50

## 【0030】

ステップS5では、時刻 $t_1$ のように太陽電池が発電を開始する時点以後（図3の時刻 $t_1+n$ ）を充電開始時点として制御部14に設定し、この充電開始時点 $t_1+n$ になると制御部14は電力変換部12に対して以下のような制御指令を発する。充電は時刻 $t_1+n$ から、例えば日没近辺の時刻 $t_3$ まで定周期で繰り返し行われるが、ステップS6では充電終了時刻 $t_3$ になったか否かが判断され、時刻 $t_3$ になっていない場合にはS7で充電中か否かが判定される。充電中の場合には、S8において、S3で設定された運転計画値と検出された現在の太陽電池の発電出力量との大小比較が実行され、発電出力が大きいときにはS9で余剰分を充電する制御を実行する。また、発電出力が小さいときには、S10で遮断器CB2を投入して第2の太陽電池群を系統に接続する。ステップS11では、電力貯蔵装置が満充電となったか否かが判断され、満充電が確保されたときにはS12で放電モードに切替えた後に、また、満充電が確保されていないときにはそのままS6に移行する。

10

## 【0031】

一方、S7で充電中でなかった場合には、S13においてS2で作成したピーク曲線に沿って放電し、この放電は全放電まで、ピーク曲線に沿って、電力出力が足りない分を放電し、S14で全部放電されたかが判断される。全部放電されていた場合には太陽光発電の平準化制御ができなくなるので、その場合、S15で遮断器CB1を開放して第1の太陽電池群を系統の接続から解列してS6に移行する。

20

## 【0032】

上記したステップS7～S15までを日の出から日没まで、平準化に必要な電力量を満たす充電量を確保できるまで、太陽光発電の全発電量を充電にあてる。そのためには、必要に応じて季節、日時、位置、天気予報、気温、湿度、風向、風力などの値をパラメータとし、導いた日照強度曲線、日照量、変化幅から算出する。また、過去データを用いてのニューロネットワーク技術やカオス技術を用いて計算を補強する等の手段が採られる。S14の放電判断時において図3で示す時刻 $t_3$ となり、日没となっても蓄電容量があるときは、S16にて一定出力で余剰分を全放電するか、若しくは翌日分の制御のためにそのままにする。

S17で1日の運転が終了する。

30

## 【0033】

ここで、ステップS3で作成される運転計画曲線 $I'$ は、時刻 $t_2$ は満充電、又は平準化に必要な電力量の何れかを満たす充電時間で、時刻 $t_2$ 近辺から日没となる時刻 $t_3$ までがピーク曲線に沿って放電する。その際、時刻 $t_2$ で急激に充電し、時刻 $t_2$ 以降で放電を開始すると系統に悪影響を及ぼす懸念が生じる。そのため、この実施例では、時刻 $t_2$ までの充電運転計画曲線に基づく充電制御は、変動幅を抑制した運転計画とされることから、電力系統に悪影響を与えることなく電力の平準化制御が可能となるものである。

40

## 【0034】

なお、時刻 $t_2$ における変動幅を抑えた運転計画によって発電出力の大きい分は全て充電（ステップS9）し、発電出力に足りない変動分は予備用の太陽光発電装置で補っている（ステップS10）。それでも足りない部分は、S12で放電しているために、その分だけ充放電回数は増えるが、全部の変動に対して切替え動作が生じるわけではなく、図3で云えば時刻 $t_2$ 直前の計画に対する当該時刻の発電量の不足部分のみである。また、時刻 $t_2$ 以降の放電時での放電量は、予備用の太陽光発電装置が補ったあとの差分であるため、電力貯蔵部10に対する放電深度を浅くすることができ、電力貯蔵部10の寿命への影響を軽減することができる。

40

## 【実施例2】

## 【0035】

図4は、太陽光発電装置の潮流一定制御に図1の電力貯蔵装置を使用した本発明の実施例を示すフローチャートである。

近年、分散電源系統では、PPSや電力会社への売電時には、一定時間出力を一定に保つ

50



潮流一定出力が求められている。これらの条件として、例えば、

(1) 発電所出力の1分平均値を計算し、平時は、任意の時間内において、周波数変動対策後の発電設備合成出力(1分間平均値)の「最大電力 - 最小電力」が全発電機の定格出力合計値の10%以下であること。

(2) 指定された時間帯において、周波数変動対策後の全電設備合成出力を電力系統に流出されず一定にすること、または発電機を解列すること。

である。ここで、出力一定とは1分間平均値と一定制御目標値の偏差を定格出力合計値の2%以下とする、といった表現があてはまる。そのためには、一定時間内の一定出力を1分間隔でのばらつきを押さえながら制御する技術が必要となり、図5の実施例は、太陽光発電装置を含む分散電源系統への適用を可能としたものである。

10

#### 【0036】

図4において、図2と異なる部分は、ステップS3で作成される運転計画曲線が、図5で示すように段階状に作成されることと、ステップS13～S15に代えてS20～S24の機能を設けたことである。したがって、図2と同一、若しくは相当する部分に同一符号を付してその説明を省略する。

#### 【0037】

ステップS7で充電中でなかった場合、S20において、予めS3にて作成された運転計画値より発電出力が大きいか否かが判断される。大きい場合には運転曲線に従って放電(S21)し、少ない場合にはS22で余剰分に相当する太陽光発電装置を系統から解列する。この解列指令は中央の制御所15よりパワーコンディショナー3のスイッチ手段に出力することにより部分的な太陽光発電装置の解列が実行される。そして、S23では全部放電されたかが判断され、全部放電されていた場合には太陽光発電の平準化制御ができなくなるので、その場合、S24で遮断器CB1を開放して第1の太陽電池群を系統の接続から解列してS6に移行する。また、S23で全部放電されていない場合もS6に移行し、ステップS7～S12とS20～S24を日の出から日没まで定周期で繰り返される。

20

#### 【0038】

図5はステップS2及びS3で作成された潮流一定制御のための出力曲線で、時刻t11から時刻t12までが満充電、又は日没まで潮流一定制御運転に必要な電力量の、何れかを満たすまでを設定した充電のみの運転時間、時刻t12から時刻t13までが全放電までの放電のみの計画運転時間で、時刻t12前後では充放電の段階的区分間隔より時間幅がやや大きく設定されてピークシフトが可能となっている。また、線アと線イ間の斜線部で、時刻t11からt12までは充電量、t12からt13までが放電量となっている。

30

制御部14は、予め設定されたこの発電予想曲線に沿って1日の充放電制御を実行する。

すなわち、時刻t12までは段階的に設定された発電予想曲線に沿って充電を行い、時刻t12以降は潮流一定制御のための計画値から太陽光発電装置の出力値を引いた差分が放電量となる。

#### 【0039】

この実施例2においても、実施例1と同様の効果を有するが、その他、時刻t12直前における太陽光ピーク曲線アと運転計画曲線イとの高さ方向の間隔部分にまで発生する電力波形のひげ部分は、その出力に相当(ひげの大きさ)する出力を有する太陽光発電装置を部分的に電力系統から解列(S22で)することで、ひげ取りを実施している。このため、電力貯蔵部の容量は、その分だけ小さくすることができる。

40

また、時刻t12前後での時間幅がやや大きく設定されたことにより、設定されたピーク値以上の太陽光発電装置による出力のひげが発生したとき、太陽光発電電池群を部分的に解列することによりひげ取の範囲が拡大でき、需要と供給の時間的ミスマッチを解消して間欠的なエネルギーの安定化を図ることが可能となる。

#### 【実施例3】

#### 【0040】

この実施例は、図1で示すような複数の太陽光発電装置を有する分散電源系統の最適運

50

転を支援するためのもので、実施例 1, 2 において制御目標に最も近い太陽電池群を選択して最適化運転を可能とした台数運転制御方法を提供するものである。

図 5 で示す潮流一定制御における発電量の出力計画は、快晴時による線アに基づくものであるが、快晴時以外の該当日の発電量には計画曲線の内外に渡って変動する電力波形のひげが発生する。このひげ取りを、より精度よく台数運転制御を実施するためには、精度の良い発電量の予測が必要となる。以下は、その予測法について説明する。

#### 【 0 0 4 1 】

なお、以下の説明では、便宜上太陽電池群 1, 2 をメガソーラ（ソーラファーム、ソーラパーク）のような広域に太陽光パネルを施設し、所定面積のメッシュで切り分けられた区分単位で系統との接続/解列（オン/オフ）が可能なモデルを採用した場合について説明する。しかし、本発明は、メッシュに区切られた範囲の制御単位、太陽光パネルの種類に左右されず、市街地など、複数の小規模太陽光発電装置を集中管理し系統安定化を図る際にも応用できることは勿論である。

10

#### 【 0 0 4 2 】

図 6 及び図 7 はメッシュ区分された太陽電池群 1, 2 の例を示したもので、メッシュ内の太陽光発電パネルの面積と種別に基づく初期データとして与える。この初期データはメッシュ内の太陽電池の発電能力（パネル面積と変換効率から算出が可能）で、各メッシュの日照強度と日照量の計算から容易に出来る。その算出値を用いて、照度の推移を日照量予想に利用することが可能となる。

また、メッシュ区分で 2 つ以上の区分にまたがるパネルを持つ太陽光発電装置については、物理的にメッシュ区域から逸脱して面積が相対的に大きくなっても、日照強度と日照量に換算するときは、パネル面積で割るので計算値に影響はないので、一箇所のメッシュ区分に強制収用することで解決が可能である。

20

#### 【 0 0 4 3 】

市街地の家屋に設置された太陽光発電の電力は、その家屋の需要をまず満たすために使われることが多いが、この場合、負荷と発電量の計量を別々に行えば、以下で示す本実施例の技術の適用は可能である。

発電量の予測は、太陽光発電の計量結果を用い、複数の太陽光発電装置のオン/オフ制御時の装置選択に利用する各装置の発電量の見込みは、負荷予測の電力量を差し引いたものを使う。各戸の負荷予測は過去の蓄積データに、気象や曜日、日時のパラメータを用いて、ニューロネットワーク技術やカオス技術を利用して計算が可能である。以下具体的に説明する。

30

#### 【 0 0 4 4 】

太陽電池群 1, 2 に対して、メッシュで区切られた発電単位を前提として、次のような手順に従う。

- ( 1 ) 単位時間後のメッシュ内での発電量を予測する。
  - ( 2 ) 電力貯蔵装置と複数の太陽光発電装置の最適運転計画を作成する。
  - ( 3 ) 運転計画に従って、個々の装置を制御する。
  - ( 4 ) 上記 ( 1 ) から ( 3 ) を繰り返す。
- それぞれについて、以下のように展開する。

40

#### 【 0 0 4 5 】

( 1 ) の単位時間後のメッシュ内での発電量については次のように予測する。

- a, 単位時間をさらに刻み、短周期の計測幅を持たす。
- b, 短周期の時間単位での個々の太陽電池の発電量を計測する。
- c, 個々の太陽電池のパネル効率と面積、短周期の計測時間から日射強度を算出する。
- d, 図 8 で示すように、メッシュの中心を x、y 方向に 1 メッシュずつ過去データをシフトし、これを a で設定された短周期の時間単位分、n 回繰り返す
- e, 2 つのデータ ( 図 9 の M 1 と M 2 ) の最大相関関数を算出する。
- f, 図 9 で示すように、最大相関係数とメッシュ間の距離、すなわち、M 1 から M 2 にまで移動した距離から、風向と風力を決定する。このとき、日本では雲に影響を与える風と

50

して西向き、40km/hが一般的なので、設置当初はこれをベースに相関関係のデータ探索を行うと検索の高速化が実現できる。この相関関係によって導いた風力と風向はデータとして蓄積し、その傾向と蓄積データをベースにニューロネットワーク技術やカオス技術を応用した相関関係のデータ探索を行うと以後の検索の高速化が実現できる。

#### 【0046】

ただし、bからfまでの処理は、メディアからの気象予測や、気象観測機器による観測データ（風力計、風速計、温度計、湿度計、照度計の観測値）を利用して雲の高度の風速に換算しなおして算出する手段で代替ができる。

g, 短周期計測の差分結果より日射変動成分を取り出す。この成分は微分成分となる。

h, 雲の動きが、各メッシュの日射強度に直接影響するので、次の隣接したメッシュに、同じ雲が影響を与える時間と方向を算出する。風上側のメッシュが解列しており、日照データが得られないときは、さらに上流の日照データを用いる。下流のデータがあるときは2者を比べてその中間値を採用する。

i, gとhの結果を当初の単位時間分について、図10で示すように風上側から繰り返し積算することで、最大日射強度と、最小日射強度から最大日射変動幅を得て単位時間分の日射量を得る。

j, 図10は、1メッシュ毎の風の移動時間の態様を示したもので、最も風上のメッシュ列の上部2段（矢印表示のない部分）については日射量の算出が出来ないので、前回値を用いる。計測した変動成分より一次近似して算出することも可能。一般に天候が安定しているときは近似式から算出したほうが有効なので、快晴時は近似式から算出し、それ以外は前回値を利用することが考えられる。これは、魚眼カメラやレーザ光観測などを利用した気象予測から、高い精度で得ることで代替が可能である。

k, 日射量に個々のメッシュで持つ太陽光発電装置の発電効率と面積をかけて、発電量と最大発電変動幅の予測値を得る。風上からの実発電実績に基づいて計算した予測値は、高い正確さが期待できる。

#### 【0047】

(2)の電力貯蔵装置と複数の太陽光発電装置の最適運転計画は次のようにして作成する。

#### 【0048】

<目標関数について>

(a) 単位時間当たりの潮流変動幅を全太陽光発電装置（分散電源系統の全発電機の場合もある）の定格出力の合計のa%以下にする。

(b) 複数の単位時間をまたがった平均の潮流変動幅を全太陽光発電装置（分散電源系統の全発電機の場合もある）の定格出力の合計のb%以下にする。

(c) 経済的に最良の運転を選択する。

(d) 安定運転に最良の選択をする。

(e) 系統に対して最良の運転を選択する。

などが条件としてあり、優先度によってそれぞれの関数に重みを与え、最終的に一次の不等式で表現する。

#### 【0049】

<入力パラメータについて>

このときの入力パラメータとしては、

(f) メッシュごとの次の単位時間（例：1分間）発電量と最大発電変動幅の予測と、予測変動幅（風上が最大で、風下につれて小さくなる。また、天候の安定度によって値が変化する...快晴時は最小、雨天時、晴天時、曇天時がそれに続く）

(g) 複数の単位時間（例：20分間、30分間、1時間）をまたがった平均の全出力電力量目標値

(h) 電力貯蔵部の残量（蓄電池残量）

がある。

#### 【0050】

< 制約条件について >

制約条件としては、

- ( i ) 太陽光発電装置の電力コスト ( 売電コスト、買電コスト )
- ( j ) 運転逸脱時のペナルティ ( コスト換算したもの )
- ( k ) 電力貯蔵部の残量と充放電サイクルコスト ( 充放電サイクル周期、充放電カウントをする深度、及び充放電サイクル寿命 )

( 1 ) 電力貯蔵部の運転戦略

- ・ 予備分を加味した充放電限界値の設定...これには、全システムの停止、充放電サイクルを最初から繰り返すなどの上下限界を超えたときのシステムの振る舞いも定めておく。
- ・ 充放電切替方針...回数、切替回数を加算する充放電深度、リセットタイミング。
- ・ 目標潮流まで全力で追従 / 許容潮流まで追従したら止める。

上記の目標関数、入力パラメータ、制約条件から、その後の単位時間 ( 例 : 1 分間 ) の電力貯蔵部の充電量 / 放電量、太陽電池群 ( 太陽光発電装置 ) の解列 / 接続を求め、運転計画を作成する。

【 0 0 5 1 】

この実施例によれば、太陽電池群 ( 太陽光発電装置 ) を複数台に分散させ、かつ広域に配置させ、変動に対する制御の予備容量を確保することにより、広域化による日射強度の多様性からくる太陽光発電装置の発電量の平準化が図ると同時に、変動吸収を複数の太陽電池群のオン / オフ機能を持たせることで、系統への信頼性・品質・経済性の向上を実現する。

また、単位時間 ( 例 : 1 分単位 ) の出力予測を行い、短時間の変動に対して、他の発電機だけでなく、太陽光発電装置の部分的な解列 ( OFF ) によって、その時点で最適な大容量の制御を短時間に行うことが可能となるものである。

【 0 0 5 2 】

さらに、高価な気象用観測器具なしで、太陽光発電の短期間予測に必要な風向・風力の値を計算でき、且つ風上からの実発電実績に基づいて計算した予測値は、高い正確さが期待できる。

太陽光発電装置はパネルの種類でさまざまな特性があるが、それらが混在していても可能な制御方式である。また、電力貯蔵部はさまざまな特性を持ち、最適な運転モデルはないが、この実施例 3 による制約条件の書き換えだけで、多種類の電力貯蔵装置に最適な運転モデルの提供が可能となり、しかも、高価な電力貯蔵部の必要容量を減らすことができるものである。

【 0 0 5 3 】

なお、上記実施例では、運転計画曲線の作成は 1 日 1 回の充放電サイクルについて説明したが、これは切替え回数を出来る限り抑制して高価な電力貯蔵部の寿命を延ばすことを意図したもので、電力貯蔵部が、例えば、電気二重層キャパシタの場合には複数サイクルでもよいことは勿論である。また、電力貯蔵部を電気二重層キャパシタで構成した場合でも、本発明を採用することで、その容量を減らすことが可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 4 】

【 図 1 】 本発明の実施形態を示す太陽光発電システムの構成図。

【 図 2 】 本発明による充放電制御のフローチャート。

【 図 3 】 説明のための発電量 - 電力貯蔵量の運転関係図。

【 図 4 】 本発明による他の充放電制御のフローチャート。

【 図 5 】 説明のための充放電運転計画図。

【 図 6 】 太陽電池群の説明図。

【 図 7 】 太陽電池群の説明図。

【 図 8 】 発電量予測時に用いられる太陽電池のメッシュ説明図。

【 図 9 】 発電量予測時に用いられる太陽電池のメッシュ説明図。

【 図 1 0 】 発電量予測時に用いられる太陽電池のメッシュ説明図。

10

20

30

40

50

- 【図11】説明のための発電量 - 電力貯蔵量の運転関係図。
- 【図12】太陽光発電システムの構成図。
- 【図13】需給制御の概略説明図。
- 【図14】発電量の特性図。
- 【符号の説明】

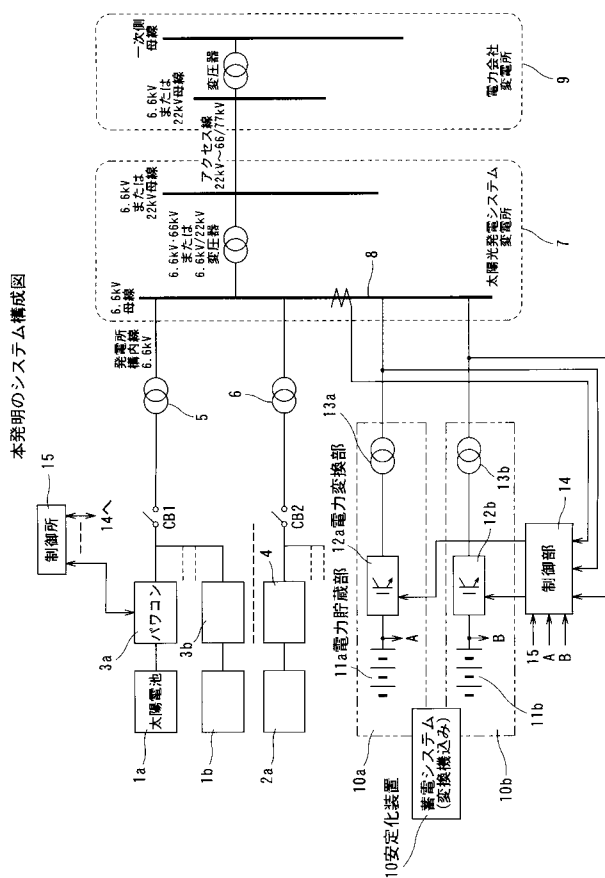
【0055】

- 1 ... 第1の太陽電池群
- 2 ... 第2の太陽電池群
- 3 ... 第1のパワーコンディショナー
- 4 ... 第2のパワーコンディショナー
- 5 ... 変圧器
- 6 ... 変圧器
- 7 ... 太陽光発電システム変電所
- 8 ... 母線
- 9 ... 電力会社変電所
- 10 ... 安定化装置
- 11 ... 電力貯蔵部
- 12 ... 電力変換部
- 13 ... 連系変圧器
- 14 ... 制御部

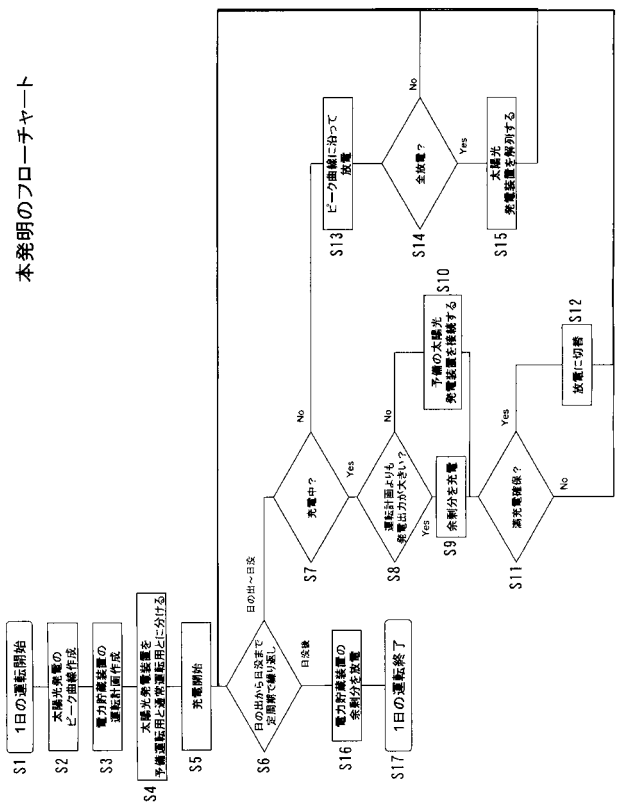
10

20

【図1】



【図2】



【図1】

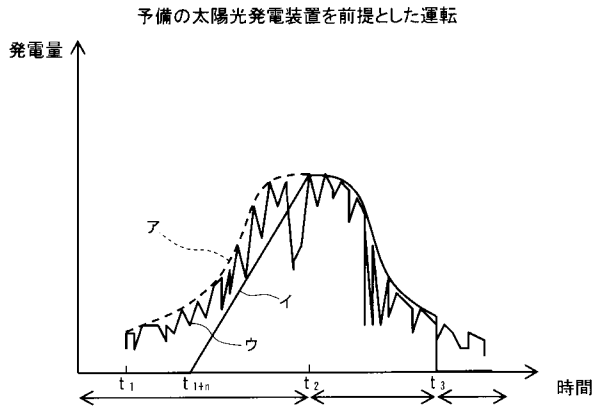
本発明のシステム構成図

【図2】

本発明のフローチャート

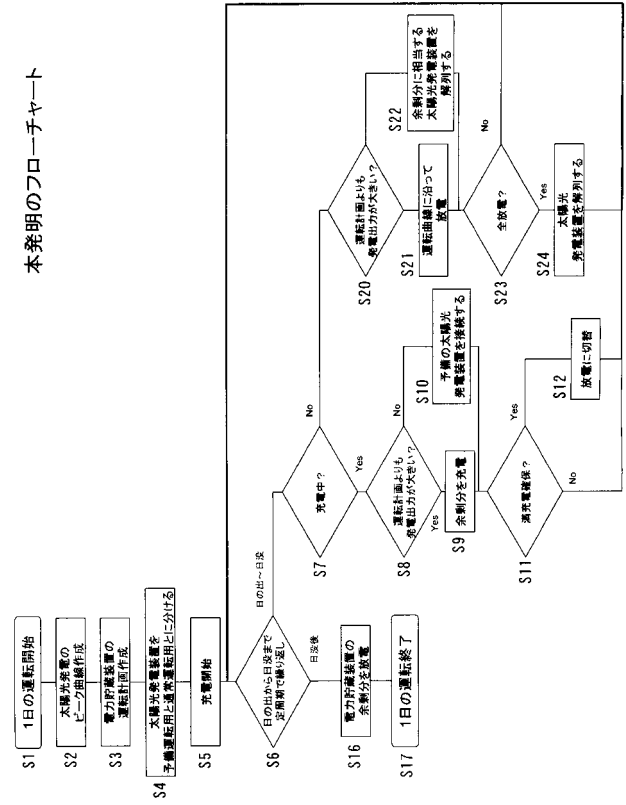
【 図 3 】

計画運転曲線図



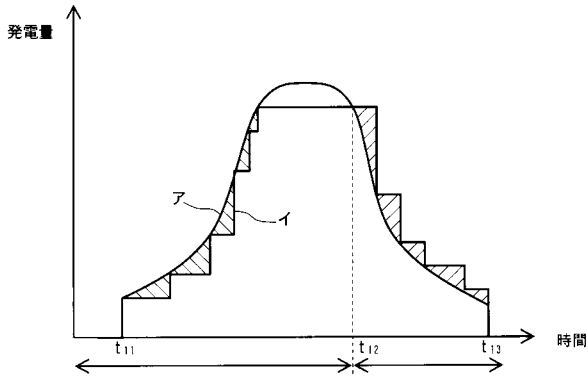
【 図 4 】

本発明のフローチャート



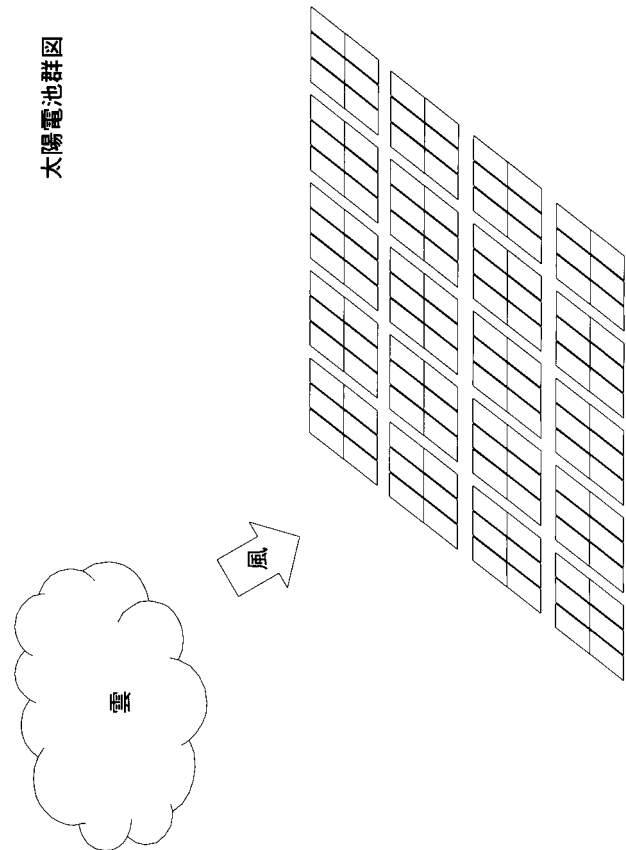
【 図 5 】

快晴時の太陽光発電の潮流一定制御による出力計画図



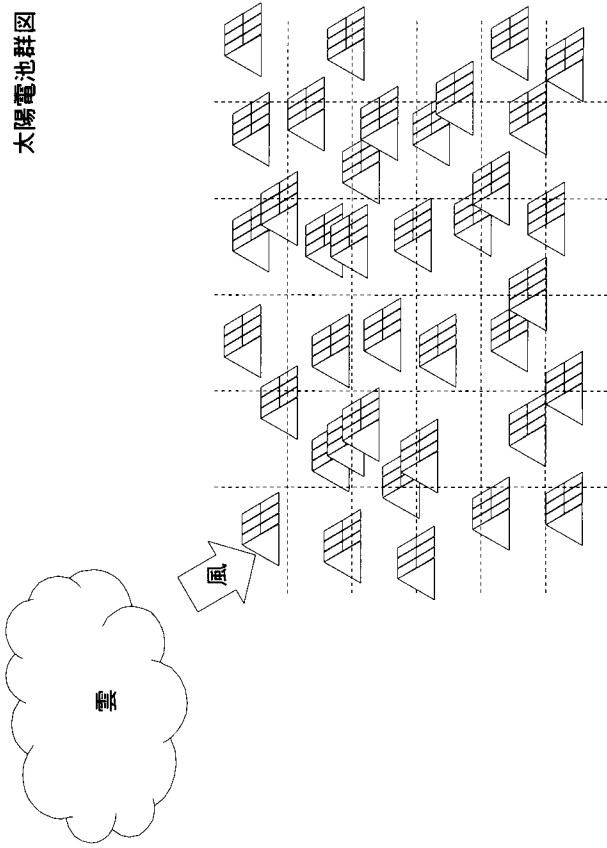
【 図 6 】

太陽電池群図



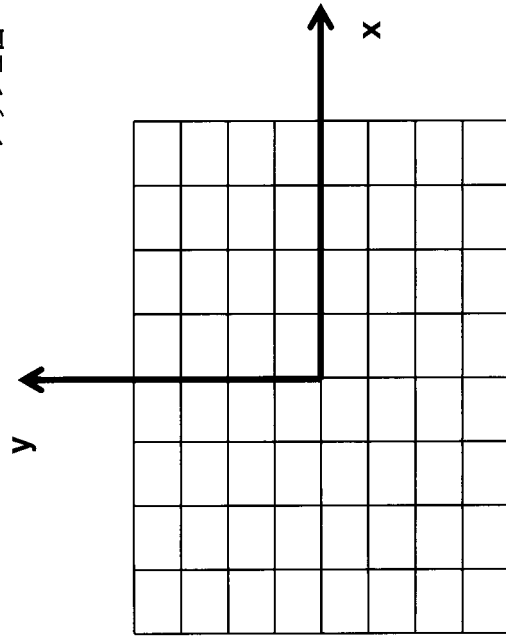
【 図 7 】

太陽電池群図



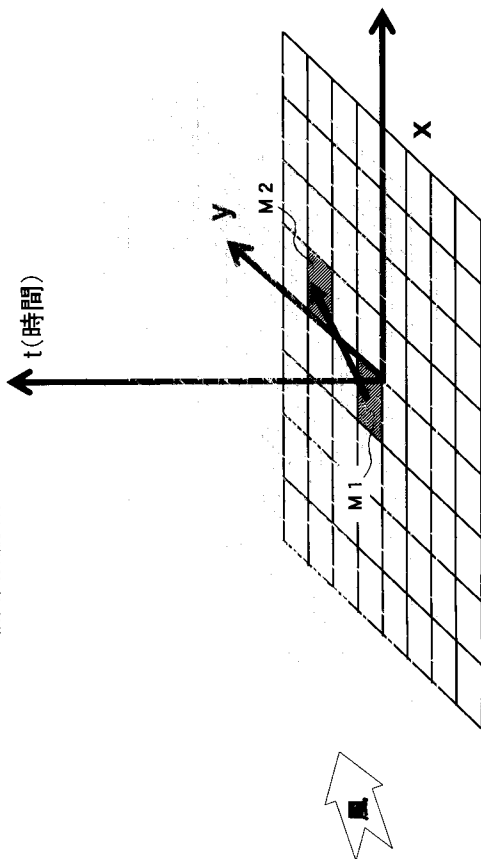
【 図 8 】

メッシュ図



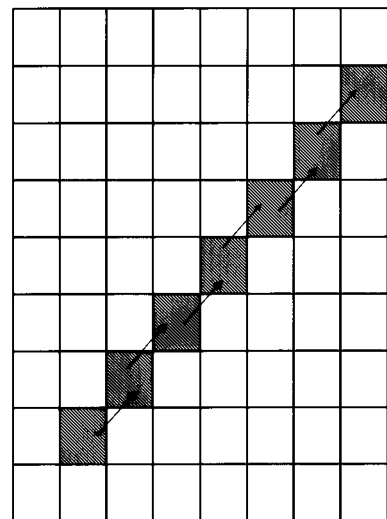
【 図 9 】

相関関数説明図

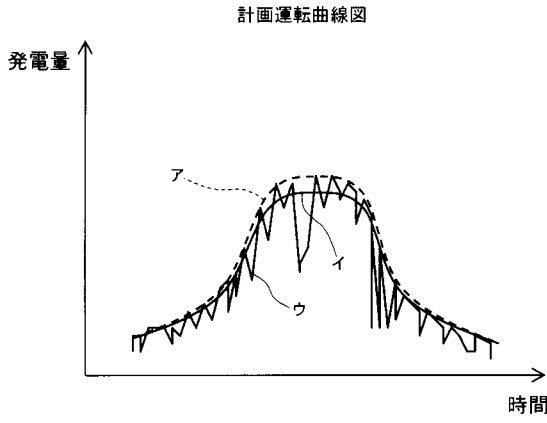


【 図 10 】

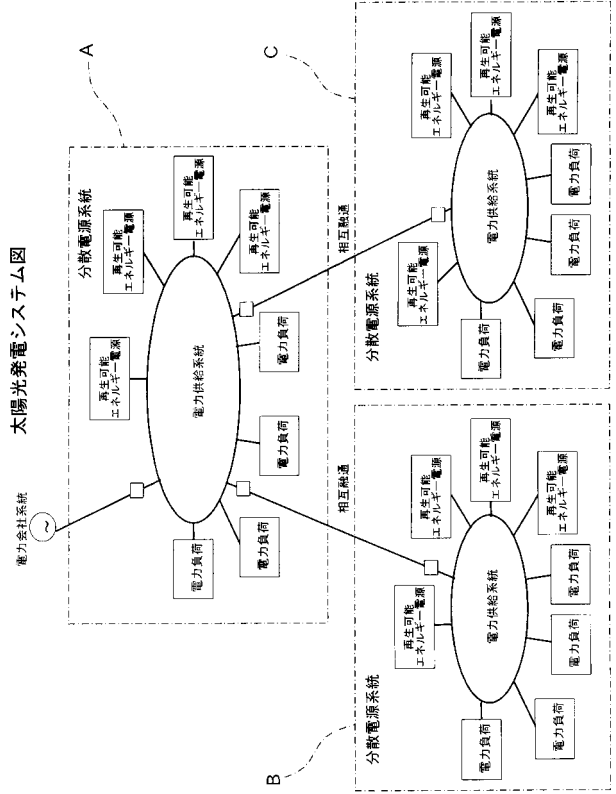
風の流れ図



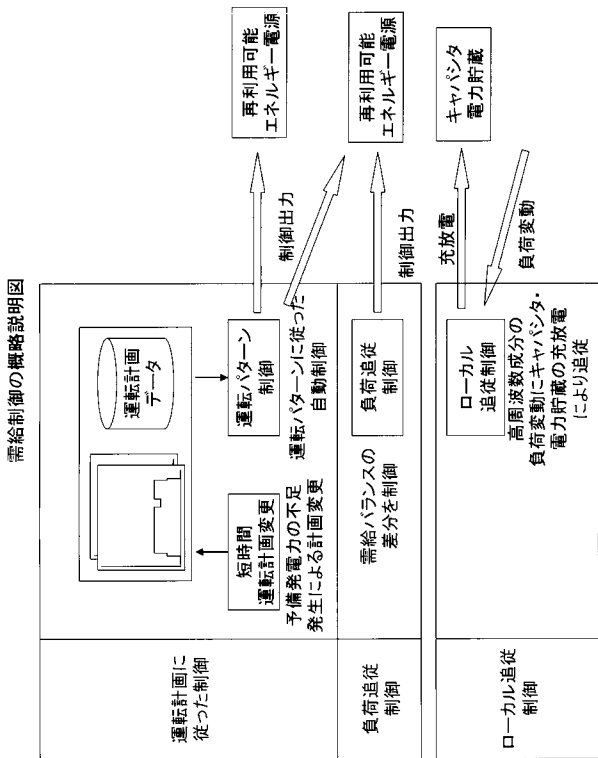
【 図 1 1 】



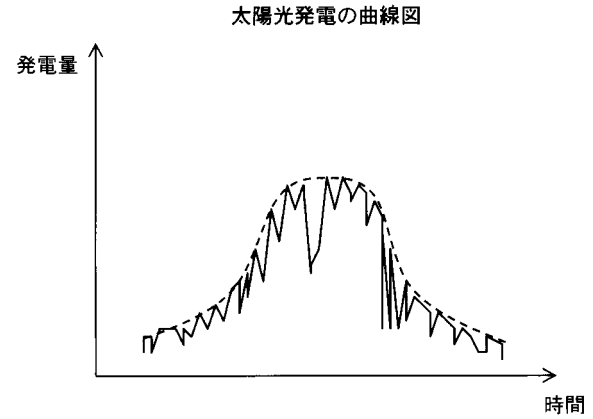
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】





---

フロントページの続き

- (72)発明者 星 靖之  
東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会社明電舎内
- (72)発明者 林 孝則  
東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会社明電舎内
- (72)発明者 宍道 洋  
東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会社明電舎内
- (72)発明者 江尻 光良  
東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会社明電舎内
- (72)発明者 渡辺 康治  
東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会社明電舎内
- (72)発明者 舟橋 俊久  
東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会社明電舎内
- Fターム(参考) 5F051 BA17 KA05