

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3591300号
(P3591300)

(45) 発行日 平成16年11月17日(2004.11.17)

(24) 登録日 平成16年9月3日(2004.9.3)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H02J 3/00
H02J 3/04
H02J 3/46

H02J 3/00 K
H02J 3/04 C
H02J 3/46 A

請求項の数 8 (全 21 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平10-114592 (22) 出願日 平成10年4月24日(1998.4.24) (65) 公開番号 特開平11-308771 (43) 公開日 平成11年11月5日(1999.11.5) 審査請求日 平成13年3月27日(2001.3.27)</p>	<p>(73) 特許権者 000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 (74) 代理人 100075096 弁理士 作田 康夫 (72) 発明者 福井 千尋 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社 日立製作所 日立 研究所内 (72) 発明者 石田 隆張 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社 日立製作所 日立 研究所内 審査官 森川 幸俊</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力供給制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の売電事業者の中から電力を購入し、任意の数の電力需要家へ購入した電力を配分する電力供給制御装置において、
前記複数の売電事業者の中から所定のルールに従って購入する売電事業者及び電力量を決定する電力購入決定装置と、前記電力購入決定装置により決定した電力を前記各電力需要家へ送電する需要制御装置とを備え、前記電力購入決定装置は、需要家が受電する電力について品質を示す定量的指標を定め、前記電力について品質を示す定量的指標において個々の需要家に対してあらかじめ定められた品質が維持できる範囲で購入する電力量を決定する電力供給制御装置。

【請求項2】

請求項1の電力供給制御装置において、
前記電力需要家の電力消費設備の稼働状態と消費電力を測定する測定装置を備え、前記需要制御装置は、予め想定した需要家の消費電力と実際の消費電力とに差異がある場合は、電力貯蔵装置を用いて差異を補償する電力供給制御装置。

【請求項3】

請求項2の電力供給制御装置において、
前記需要制御装置は、前記測定装置により予め想定した需要家の消費電力と実際の消費電力とに差異があると測定された場合には、需要家への送配電設備との間に直列に挿入された開閉器の開閉動作を行うことにより各需要家への送電電力を変化させる電力供給制御装

置。

【請求項 4】

請求項 3 の電力供給制御装置において、前記電力購入最適化装置は、需要家が受電する電力について品質を示す定量的指標を定め、前記電力品質指標において個々の需要家に対してあらかじめ定められた品質が維持できる範囲で個々の電力需要家へ送電する電力を変化させる電力供給制御装置。

【請求項 5】

請求項 4 の電力供給制御装置において、各需要家が現時点および将来時点において消費する電力量を予測する需要予測装置を備え、前記電力購入決定装置は、前記需要予測装置で予測した電力需要を元に将来時点で購入する電力量を決定する電力供給制御装置。

10

【請求項 6】

請求項 5 の電力供給制御装置において、個々の需要家と結んでいる電力供給契約を記憶する供給契約条件データベースと、個々の売電業者と結んでいる電力購入契約を記憶する電力購入契約条件データベースを備え、前記需要制御装置は、各時点において各需要家への電力供給量の総和が前記電力購入契約条件に違反する場合に、需要制御装置は各需要家への最低限の電力品質を維持する範囲で需要家の電力消費を制御する電力供給制御装置。

【請求項 7】

請求項 6 の電力供給制御装置において、前記需要制御装置は、各時点において各需要家への電力供給量の総和が前記売電契約条件に違反する場合に、前記電力貯蔵装置を用いて売電契約の違反量を低減する電力供給制御装置。

20

【請求項 8】

請求項 7 の電力供給制御装置において、前記需要制御装置は、前記電力貯蔵装置を用いても売買契約の違反が解消されない場合は、各需要家への最低限の電力品質を維持する範囲で需要家の電力消費を制御する電力供給制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

30

【発明の属する技術分野】

本発明は電力系統の制御システムに係り、特に複数の売電業者から電力を購入し、複数の需要家に対し最適な電力を供給する電力供給制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

電力系統を調整して供給する従来技術として特開平 7 - 1 4 3 6 7 0 号公報に記載されている空気調和機を含む電力負荷が接続された電力系統で使用電力値が契約電力値を超過しそうな場合に、電力の使用を制限するデマンド制限装置がある。本従来技術では、超過電力に合わせて空気調和機の運転内容を変化させ、快適性を損なわない負荷制御を実施するというものである。

40

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

上記従来技術は、需要側としてあくまでも一需要家のみを考えた場合の負荷制御であり、制御対象も快適性を考慮するという目的における空気調和機のみを対象としたものである。

【0004】

一方、負荷抑制をすることにより電力需要を抑制することが目的の負荷平準化の観点から見れば、複数の需要家をまとめて協調制御した方が全体としてより最適な負荷制御が実現できる。例えば、需要家間で必要な電力量を内部調整することができれば共同購入する電力量を低減することができるはずである。このような協調制御は、上記従来技術では実現

50

できていない。

【0005】

電力の需要家の立場から見ると、上記従来技術は、特定の1つの売電事業者（電力供給事業者）により電力が供給されることを前提としており、複数の売電業者が存在した場合に、どの売電業者から電力を購入するかといった選択をすることはできない。この点については、個々の需要家がそれぞれ独立に売電業者を選択するといったシステムを構築するのは困難であるという問題がある。尚、本明細書でいう売電業者とは、発電事業者、送電事業者、配電事業者などの電力を売ることが事業者を総称している。また、電力貯蔵装置を有して蓄えた電力を売買する事業者も含める。

【0006】

本発明の目的は、需要家に対して個別に行っていた負荷制御を需要家全体の協調制御が行い、また電力供給を行う複数の発電業者が存在した場合に最適な売電事業者を選択するような電力供給制御装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明では、電力供給制御装置を、複数の売電事業者の中から電力を購入し、任意の数の電力需要家へ購入した電力を配分する電力供給制御装置において、複数の売電事業者の中から所定のルールに従って購入する売電事業者及び電力量を決定する電力購入決定装置と、電力を貯蔵する電力貯蔵装置と、電力購入決定装置により決定した電力と電力貯蔵装置が発生または吸収する電力を合成して前記各電力需要家へ送電する需要制御装置を備える構成とする。尚、本発明での電力供給制御装置は以下の実施例ではコミュニティパワープールと称して説明している。

【0008】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の第1の実施例を説明する。図1は本発明の概要を示したものである。コミュニティパワープール102は、任意の数の売電事業者101-a~101-nと任意の数の需要家103-a~103-mの間に位置し、送配電設備111により電力を購入し、送配電設備113により需要家へ電力を供給する。コミュニティパワープール102は、どの売電事業者からどれだけ電力を購入すべきか決定する電力購入決定装置106と、購入した電力をどの需要家にどのように配分すべきか決定する需要制御装置107を備えている。通信設備121は、コミュニティパワープール制御装置から売電事業者への購入電力量の通信、あるいは発電事業者が売電する際の電力価格、あるいは電力売買の意志伝達に関する情報のやり取りを行うものであり、売電事業者、コミュニティパワープール共に図示しない通信装置を備えている。尚、通信設備121は、コミュニティパワープール制御装置から売電事業者への購入電力量の通信、あるいは発電事業者が売電する際の電力価格、あるいは電力売買の意志伝達に関する情報のやり取りを行い、また、通信設備122は需要家側に設置されている需要家内の各設備毎の電力使用量を一定周期毎にコミュニティパワープール制御装置に送信する、あるいはコミュニティパワープール制御装置にて今後数時間先に提供する電力の料金単価を需要家に伝える、あるいは現状の電力使用料金をさらに安くするために需要家側が行うべきガイダンス等を通信するために用いる。

【0009】

売電事業者から購入される電力は、各需要家とコミュニティパワープールとの契約に基づき電力購入決定装置106で決定される。電力購入決定装置106で利用される目的関数には様々なものが考えられるが本実施例では、電力料金最小化の例を示すことにより説明する。

【0010】

売電事業者101から購入される電力は、各需要家とコミュニティパワープール102との契約によって電力購入決定装置106で決定される。一旦購入すべき電力量が決定されると、各売電業者が提供する電力料金の各種メニューの中から目的関数が最小になるように購入すべき電力量と購入先を決定する。目的関数の例としては電力料金最小化が代表的

10

20

30

40

50

なものである。電力貯蔵装置 108 は、有効電力または無効電力、もしくは両者の吸収又は発生ができるものである。電力貯蔵装置 108 が吸収する又は発生する電力と、購入した電力と合計が必要家へ送電される電力となる。

【0011】

一旦購入された電力は、需要制御装置 107 を介して各需要家へ配分される。配分にあたっては、あらかじめ目的関数を設定して最適な配分を行う。配分の目的関数にはやはり様々なものが有るが、単純なものでは単に過電流を防止するものから、配分される電力に品質と言う指標を設け、契約に反しない限り、品質を下げることにより電力料金を低減する方法もある。

【0012】

需要制御装置 107 の実現方法としては様々なものがあるが、通常デマンドサイドマネジメントで利用される個別負荷のオンオフ制御の他に需要家との間に並列的に電力貯蔵装置を設ける手法もある。電力貯蔵装置 108 は、有効電力または無効電力、もしくは両者の出し入れができるものである。無効電力だけの出し入れを行う場合は調相設備と同様であり、需要家へ供給する電圧を制御することができる。有効電力をも制御する場合は購入した電力に過不足がある場合の調整装置として動作する。更に瞬停などがあつた場合は非常用の電源として動作し、また、高調波を抑制するアクティブフィルタ機能を付加すれば電力品質改善装置として動作させることが可能である。

【0013】

図 2 は電力購入決定装置 106 の構成を示したものである。電力購入決定装置 106 は契約条件データベース 209 と、購入電力量決定装置 202 と電力発注装置 203 とから構成される。契約条件データベース 209 には、売電事業者から提供される時間別電気料金テーブル 211 と各需要家の受電契約テーブル 212 が含まれる。購入電力量決定装置 202 は需要家契約を元に購入する電力量を決定する。この実施例の受電契約では各需要家の受電はアンペア契約もしくはキロワット契約であるので、これらの値から最大需要電力を算出し、これと各売電業者が提供する電力料金の時間別料金テーブルを参照しつつ電気料金が最小になるように購入すべき購入先を決定する。決定された購入電力は電力発注装置 203 を介して各売電事業者へ電力を発注する。なお、ここでは単純な時間別料金精度や受電のアンペア契約の例を示したが、これらの契約内容は様々なものが有り得る。

【0014】

需要家の中には一般家庭として 100V や 200V の一般電灯料金で受電する場合も有り得るし、6kV の業務用電力として受電する場合も有り得る。コミュニティパワープールでは必要に応じて変圧器を設置し受電した電力の電圧を変更する。図 3 はその一例であり、売電事業者からの送配電の電圧階級が異なっていれば必要に応じてコミュニティパワープール内で電圧を変換し、需要家のニーズに合わせて供給電圧を変更する。なお、図 3 の電圧階級はあくまでも例であり、需要家の受電電圧がすべて同一ならこのような変電設備が不要なことは言うまでもない。

【0015】

一旦購入された電力は、コミュニティパワープール受電用母線 130 を介して各需要家へ配分される。需要制御装置 107 は各需要家へ配分する電力を制御する。配分する実現手段方法は後述する。

【0016】

配分最適化の目的関数として図 4 に示す消費電力上限違反を例に示す。

【0017】

図 4 においては、各需要家の消費予定電力の時間変化を示したものである。図 4 においては A の消費電力が 13 時から 14 時の間、消費電力上限を超過することが予定されているが、全需要家の総和量では上限を超過しない場合を考える。需要家 A だけに着目すれば、超過が発生する 13 時から 14 時の間、需要家 A への電力配分を需要制御装置 107 により削減する必要がある。一方、全需要家の消費電力の観点からは、個別の需要家を制御する必要は無い。そのため、全体の消費電力上限違反量を目的関数としている場合は、需要

10

20

30

40

50

家への制御は発生しない。これに対し、全需要家消費電力が上限を超過する場合は、各需要家の受電契約に基づき、各需要家への配分を削減する。この削減は等分分配しても良いし、時間分割的に順次各需要家への送電を一時停止する方法でも良い。

【0018】

図5は需要制御装置107の一実現方法を示したものである。図5の例では各需要家の個別負荷の入り切りを実施することにより各需要家の消費電力を削減する方法と、個別の負荷の動作指令値を変更することにより消費電力を削減する方法を示している。後者の方法はたとえばエアコンディショナの設定温度の変更や、消費電力目標値の変更などが具体例である。

【0019】

図6は需要制御装置107の別の実現方法を示したものである。図6の例ではコミュニティパワープールの受電用母線から各需要家の間に半導体スイッチを直列に挿入するものである。この例ではサイリスタの逆並列接続構成によるスイッチを示しているが、この構成により、半サイクル単位で需要家へ送電をオンオフできる。なお、この直列スイッチはこの例に限定されるものではなく、たとえば、インバータを用いて交流-直流-交流変換する回路を採用すれば、需要家への電力供給を停止することなく、供給電力を変更できる。

【0020】

図7は需要制御装置107の別な実現方法を示したものである。図7の例ではコミュニティパワープールの受電用母線130へ並列に電力貯蔵装置108を設ける方法である。電力貯蔵装置108は、有効電力または無効電力、もしくは両者の出し入れができるものである。この例ではインバータ制御により、自由に電力の出し入れが可能である。インバータによる構成では、有効電力と無効電力を独立して制御することが可能である。無効電力だけの出し入れを行う場合はSVCなどの調相設備と同様であり、需要家へ供給する電圧を制御することができる。有効電力をも制御する場合は購入した電力に過不足がある場合の調整装置として動作する。更に瞬停などがあった場合は非常用の電源として動作し、また、高調波を抑制するアクティブフィルタ機能を付加すれば電力品質改善装置として動作させることが可能である。

【0021】

本実施例によれば、各需要家が必要な電力を共同購入するとともに、需要家間の内部調整を行いながら電力を配分するため、全体として購入する電力量を低減するとともに、電気料金の削減を計ることができる。また、個別の需要家の電力量が例え契約上の条件を超過したとしても、需要家全体の需要が超過しない限り、負荷の制限を行わないので、電力供給の中断が発生しない効果がある。また、需要制御装置として電力貯蔵装置を用いることで、購入した電力に過不足がある場合や瞬停などがあった場合は非常用の電源として動作するため、電力供給の信頼度を増すことができる。更にインバータ制御回路に高調波を抑制するアクティブフィルタ機能を付加すれば需要家へ配分する電力の品質改善装置として動作させることが可能である。

【0022】

次に電力購入決定装置106の詳細について図8を用いて説明する。電力購入決定装置106は需要家の電力使用量、エアコンに代表される需要家内の各電力消費機器毎の電力使用量を通信網122より、並びに発電業者が提示する可能電力供給量、電力売買単価、供給可能時間に代表される発電業者からの情報を通信網121を通じて収集する情報収集装置201、情報収集装置201により収集された情報を記憶する履歴データベース204、情報収集装置201から収集した現状の電力需要量、あるいは履歴データベース中の電力需要量情報をもとに、電力品質データベース205中の各需要家毎の電力品質に関する契約条件をもとに周波数、電圧、高調波発生率に代表される需要家の電力品質を変更し、かつ需要家の電力消費量を変更して実際に購入すべき最適な電力量とその購入先を算出する購入電力量決定装置202、前記した変更後の需要家の電力消費量の情報を記憶する送電量データベース206、購入電力量決定装置202にて決定した購入する電力量をもとに、各発電業者に電力を発注する電力発注装置203から構成されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

次に図 8 中の各データベース中に格納されているデータの一例について図 9 を用いて説明する。9 0 1 ~ 9 0 3 は履歴データベース 2 0 4 に格納されているデータの一例である。データは需要家毎に各時刻において需要家内の電力消費設備、たとえばエアコン需要、電灯需要毎の電力消費量を記録している。尚、9 0 1 は需要家 A の履歴、9 0 2、9 0 3 は需要家 B、C の履歴であり、これらは需要家内の総需要についても記録している。9 0 1 に示す形式のデータを一定期間蓄積する。また、9 0 4 は電力品質データベース 2 0 5 のデータ格納の一例である。この例では電力消費を少なくするための電圧基準値に関する契約の一例、電力料金に関する契約の一例について示す。たとえば需要家 A の場合は一般的に電力消費が多い昼間にはある程度電圧を下げ、品質を下げる代わりに電力使用料金を減少させてもよいとの契約、さらに昼間帯よりも夜間に電力を多く消費することから、電力料金の安価な夜間料金契約を結んでいる一例を示す。一方需要家 B の場合は、電力を多く使う昼間には品質の高い電力を供給し、一日を通じて通常料金を支払って常に品質の高い電力の供給を受ける契約の一例である。また、9 0 5 は送電量データベース 2 0 6 の例である。この例では、各需要家ごとに、購入電力量決定装置 2 0 2 にて決定したある期間内に送電する電力量を開始時刻、終了時刻、送電量の順に記録している例を示している。

10

【 0 0 2 4 】

次に図 8 中の各装置について詳細に説明する。情報収集装置 2 0 1 は通信網 1 2 1、1 2 2 を通じて複数の発電業者の発電単価、発電可能量に代表される情報、複数の需要家の電力消費設備の稼働状況と消費電力量に代表される情報を収集する。これらの情報は履歴データベース 2 0 4 にて格納される。

20

【 0 0 2 5 】

次に購入電力量決定装置 2 0 2 の詳細について図 1 0 を用いて説明する。購入電力量決定装置 2 0 2 は需要家の電力品質と、発電業者の送電量との相関関係を算出する電力品質相関係数算出装置 1 0 0 1、電力品質相関係数算出装置 1 0 0 1 での計算結果を格納する事業者・需要家間の電力品質相関データベース 1 0 0 3、この電力品質相関データベース 1 0 0 3 と需要家との契約によって定められた品質の制約に関するデータを格納する電力品質制約条件データベース 1 0 0 4、事業者・需要者間の電力品質相関データベース 1 0 0 3、電力品質制約条件データベース 1 0 0 4 の情報から各需要家別の最低限の電力品質を満足し、かつ安価な電力を供給するために情報収集装置 2 0 1 から得られた各需要家の要求需要量の総和を補正する各需要家別送電量決定装置 1 0 0 2 から構成される。まず、電力品質相関係数算出装置 1 0 0 1 では図 1 1 中の 1 1 0 1 に一例を示す電圧滞在率と発電業者から電力の供給を受けた場合の関係を表す係数表を求める。表 1 1 0 1 は縦軸が需要家、横軸が電力の供給を行った発電業者で、表中の で示した数値には発電業者が送電した電力が各需要家の電力品質に対する寄与度を示す感度係数を表している。表 1 1 0 1 では電圧滞在率を指標とした一例を示したが、電圧滞在率以外にも、高調波発生率、周波数平均値に代表される系統信頼度指標を用いても構わない。なお、これら複数の指標に対して個別に 1 1 0 1 に示した感度表を作成しても、複数の指標に対して一つの感度表を作成しても構わない。また、表 1 1 0 1 は発電業者が送電する電力量についての感度表であったが、発電業者の発電設備の端子電圧の値と各需要家間の電圧滞在率との関係を求めることも可能である。

30

40

【 0 0 2 6 】

次に電力品質制約条件データベース 1 0 0 4 に対するデータ格納の一例を 1 1 0 2 に示す。これは前記した電力品質制約条件データベース 2 0 5 とほぼ同様である。表 1 1 0 2 には各需要家毎の電力品質に関する制約条件を示したが、コミュニティーパワープール 1 0 2 が接続している各需要家に電力を送りだす変電所母線の電氣量に関する電力品質制約条件に置き換えることも可能である。表 1 1 0 2 中の各グラフは横軸が一日の時刻を表し、縦軸が各指標の値を示し、塗りつぶしの部分が各指標の値が存在すべき範囲の一例を示している。なお、このような制約条件は一年を通じて同じではなく、各季節、曜日毎に異なった制約パターンを持つことも可能である。

50

【 0 0 2 7 】

次に、電力品質相関係数算出装置 1 0 0 1 の行う処理について図 1 2 を用いて説明する。本実施例では各売電事業者が需要家の電力品質に及ぼす影響は線形近似可能であるとの仮定を設けて以下説明する。この関係を以下の(数 1)にてモデル化する。

【 0 0 2 8 】

【数 1】

$$Q u a l i t y _ i = a _ { i 1 } x _ 1 + a _ { i 2 } x _ 2 + \dots + a _ { i n } x _ n \quad \dots (数 1)$$

ただし

$Q u a l i t y _ i$: 需要家 i に対する電力品質指標

$a _ { i n }$: 需要家 i の電力品質と発電業者 n との品質相関係数

$x _ n$: 発電業者

n : 対象とする発電業者の数

$i = 1, \dots, m$: 需要家の番号

m : 需要家の数

尚、本実施例では計算をある程度の精度で高速に計算を行うために(数 1)の様に線形近似した定式化を行ったが、計算を精密に行うために複雑な非線形方程式を用いることも可能である。処理 1 2 0 1 では履歴データベース 2 0 4 から収集した一定期間過去の各需要家の電力品質指標、たとえば電圧滞在率、高調波発生率等とその際にコミュニティーパワープールコントローラーが購入していた先の売電事業者とその購入量のデータを以下の(

数 2) に代入する。

【 0 0 2 9 】

【数 2】

$$F = g (P , V)$$

ただし

g : 関数

$F = (F _ 1 , F _ 2 , \dots , F _ m)$

$P = (P _ 1 , P _ 2 , \dots , P _ n)$

$V = (V _ 1 , V _ 2 , \dots , V _ n)$

$F _ i$: 需要家 i の電力品質指標 $i = 1, \dots, m$

$P _ j$: 発電業者 j が供給する電力量 $j = 1 \dots n$

$V _ j$: 発電業者 j の発電設備の端子電圧値 $j = 1 \dots n$

ここでの一定期間過去とは一週間程度で十分であるが、地域の負荷変動の傾向によってはそれ以上の期間、あるいはそれ以下の期間の履歴データを読み込むようにすることも可能である。次に処理 1 2 0 2 において 1 2 0 1 で収集したデータをもとに最小二乗法を用いて各需要家の電力品質に及ぼす発電業者との相関関係を求める。尚、最小二乗法を用いた相関関係算出方法は、河口至商著、多変量解析入門 I, II. 森北出版, 1 9 7 3 . の文献に詳細に記述があるのでここでは詳述しない。尚、ここで算出されたものが前述した図 1 1 の に入る。

【 0 0 3 0 】

処理 1 2 0 2 にて算出した相関関係を処理 1 2 0 3 にて事業者・需要家間の電力品質相関データベース 1 0 0 3 に格納する。なお、処理 1 2 0 2 では、電力品質指標を複数仮定している場合には、図 1 2 の処理を各指標ごとに複数回実施する必要がある。また、相関関係を求める際に、以上の実施例では売電事業者が送電する電力量と売電事業者に対する相関係数を求めたが、売電事業者の設備の電圧値と需要家の電力品質指標を求めることも可能である。

【 0 0 3 1 】

次に各需要家別送電量決定装置 1 0 0 2 の行う処理について図 1 3 を用いて説明する。各需要家別送電量決定装置 1 0 0 2 の目的は電力品質係数算出装置で求めた発電業者と各需要家間の電力品質相関係数をもとに、需要家が必要とする需要量を、各需要家における前

10

20

30

40

50

記した契約に基づく最低限の信頼度を満足する電力送電量に補正することである。前述した予想需要量より補正した電力送電量の方が少なければ、コミュニティーパワープール全体で購入する電力が少なくなり、全体としての電力コストも低減する効果がある。処理の一例としては、まず処理 1301 にて以下の(数3)に示すように需要家の電力品質と発電業者が供給する電力量と発電業者の設備の端子電圧値を定式化し、この式をもとに、各需要家別送電量決定装置 1002 での目的である各需要家における前記した契約に基づく最低限の信頼度を満足する電力送電量に補正するために、(数3)の目的関数を設定する。

【0032】

【数3】

10

目的関数

$$\sum_{i=1}^m F_i \rightarrow \text{Min} \quad \dots \text{(数3)}$$

【0033】

尚、(数3)を解く際の制約条件は前記した電力品質制約条件データベース 1004 中の値を各時刻の制約条件とする。(数4)の関数が線形近似可能であるとの仮定であるから、線形計画法を用いて(数3)を解くためには(数2)を微分して(数4)のようにして各需要家の電力品質の変化量と、各売電事業者の供給する電力量の変化分あるいは売電事業者の設備端子電圧の変化分との線形関係を求める。

20

【0034】

【数4】

$$\begin{aligned} \Delta F_1 &= \frac{\partial g}{\partial P_1} \Delta P_1 + \dots + \frac{\partial g}{\partial P_n} \Delta P_n + \frac{\partial g}{\partial V_1} \Delta V_1 \\ &\quad + \dots + \frac{\partial g}{\partial V_n} \Delta V_n \\ &\quad \vdots \\ \Delta F_m &= \frac{\partial g}{\partial P_m} \Delta P_1 + \dots + \frac{\partial g}{\partial P_m} \Delta P_n + \frac{\partial g}{\partial V_m} \Delta V_1 \\ &\quad + \dots + \frac{\partial g}{\partial V_m} \Delta V_n \end{aligned} \quad \dots \text{(数4)}$$

30

ΔF_i : 需要家 i の電力品質指標 $i = 1, \dots, m$

40

ΔP_j : 発電業者 j が供給する電力量 $j = 1 \dots n$

ΔV_j : 発電業者 j の発電設備の端子電圧値 $j = 1 \dots n$

$\frac{\partial g}{\partial P_1} \frac{\partial g}{\partial V_1}$: 感度係数

【0035】

この(数4)が最終的に各需要家に配分する電力量を決定することになる。(数4)中の感度係数は、電力品質相関係数算出装置 1001 で求めてあり、事業者・需要家間の電

50

力品質関連データベース1003中に格納されているため、これらの情報を用いて処理1301での線形計画法を解くための係数行列を作成する。この結果をもとに処理1302にてシンプレックス法を用いて解を求める。処理1303にて処理1302にて解が存在しないと判定された場合には処理904にて電力品質制約条件データベース1004中の制約条件を緩和する。この緩和のステップはあらかじめ決めておく。たとえば1回につきもとの制約条件幅の5%を緩和するというように。処理1303にて解が存在すると判定された場合には処理1305にて該結果を送電量データベース206に格納し、電力発注装置203での処理に移る。

【0036】

電力発注装置203では通信網121を通じて各売電事業者に送電量データベース206 10
中の該当時間に必要とする電力量を発注する。

【0037】

次に需要制御装置107の詳細について図14を用いて説明する。需要量制御装置107は設備制御決定装置1401, 制御実行装置1402からなり、これらの装置には設備定数データベース1403, 送電量データベース206, 履歴データベース204, 電力品質制約条件データベース1004が付随する。設備定数データベース1403の例については後述する。なお、送電量データベース206, 履歴データベース204については前記したとおりである。

【0038】

次に需要制御装置107中の設備制御実行装置1401の詳細について図15を用いて説 20
明する。設備制御決定装置1401では電力購入決定装置106で決定した売電事業者から購入する電力を実際に系統中に流入させた場合に新たな設備運転のための制約違反の発生有無を検出し、制約違反が発生する可能性がある場合には事前に違反を解消するための制御を実施することを目的とする。処理1501では電力購入後の電力系統の状態を算出する。ここでは設備定数データベース1403中の情報と、購入電力量決定装置202にて決定した発電業者から購入する電力量をもとに交流法潮流計算に代表されるアプリケーションソフトウェアを実施し、新たな電力品質に関する制約違反の発生の有無を検出する。交流法潮流計算を実施するためのデータは前記した設備定数データベース1403、すなわちコミュニティーパワープールが制御対象とする系統の送電線, 変圧器に関する設備定数を示すものである。本実施例では各送電線, 変圧器設備の抵抗分, 誘導分, 容量分 30
, 変圧器である場合はそのタップ比を接続する送電線の両端名称とともに格納する(図16, 1601)。図16, 1602は潮流計算を実施するための各負荷、すなわち需要家の受給条件を表している。受給条件の項目としては、各需要家がIPPに代表される分散型電源が導入されている場合の発電機の有効電力, 無効電力出力, 各負荷における有効電力, 無効電力の負荷, 各負荷母線の電圧から構成される。

【0039】

次に処理1502では対象とする系統内の信頼度指標を算出する。本処理では先に求めた購入電力計画で新たな電圧品質違反、並びに送電線過負荷の発生の有無を検出する。この検出方法は処理1501での潮流計算結果と、電力品質制約条件データベース1004中の値と比較を行うことで算出される。処理1503にて新たな制約違反が検出されない場合 40
にはそのまま終了する。制約違反が検出された場合には、制約違反を解消するための制御操作を算出する。具体的な制御違反解消操作算出方法の一例としては、文献、B. Stott, E. Hobson, Power System Security Control Calculations Using Linear Programming, I, II. IEEE Trans. PAS, 97(1978), 1713-1731.にて詳しく説明されている。

【0040】

この文献に記載された方法をもとに制約違反解消操作を算出した際に、処理1505にて違反解消操作が存在する場合には、算出された制約解消操作を処理1402にて実行する。制約違反解消操作が存在しない場合は再度装置202に戻り、該装置での処理を繰り 50

返す。

【 0 0 4 1 】

図 1 7 にコミュニティパワープール 1 0 2 の情報画面の一例を示す。1 7 0 1 はコミュニティパワープール 1 0 2、あるいは需要家側に通信網 1 2 2 を介して設置されている情報端末の出力画面の一例である。1 7 0 2 は電力品質を変更することにより減少した電力量に関する情報、1 7 0 3 は現状の電力品質と電力品質を変更した後の電力品質の差異を表示する画面の一例である。1 7 0 1 に表示されている以外の情報、たとえば地域系統の周波数、電圧、高調波発生率も表示することが可能である。

【 0 0 4 2 】

以上に示した本発明のコミュニティパワープールにより、最低限の信頼度指標を満足し、かつ制御実行地域内での総需要量が最小となる電力需給制御を行うことが可能となる。

10

【 0 0 4 3 】

次に本発明によるコミュニティパワープールの第 2 の実施例について図 1 8 を用いて説明する。図 1 8 のコミュニティパワープール制御装置は第 1 の実施例と比較して各需要家が現時点、ならびに将来時点において消費する電力量を予測する需要予測装置 1 8 0 2 を設けた点が異なる。需要予測装置 1 8 0 2 では履歴データベース 2 0 4 中の履歴データと、情報収集装置で収集した現時点での需要データ、さらに気象予想データベース 1 8 0 3 中の気象予想データをもとに将来時点での電力使用量を予測する。図 2 0 中の 2 0 0 1 は気象予想データベース 1 8 0 3 に格納されたデータの一例である。気象予想データベース 1 8 0 3 では 2 0 0 1 に示すように各時刻毎の気象に関するデータ、天候、気温、湿度、日射量、風光、風力等のデータを格納している。

20

【 0 0 4 4 】

前記した電力需要量の予測の様子を図 1 9 を用いて説明する。1 9 0 1 は需要変動の一例を示し、グラフは縦軸が需要量、横軸が時間を表している。予測する際の電力需要量は数分から数十分間隔で予測を行うため、図 1 9 に示すように時間の変化に伴い、1 9 1 1 に示すように需要量の細かい変動が発生する。1 9 1 1 に示すような変動分までを予測することは意味がないため、現在時刻 T 1 から一定範囲の期間の時刻 T 0 間での移動平均値を算出し、この移動平均値に相当する需要量を本実施例では予測対象とする。移動平均を算出して修正した実績データの推移は図 4 中の太線となる。また、時刻 T 1 での需要量予測結果は 1 9 0 2 となる。

30

【 0 0 4 5 】

以上の方法で需要量を求める詳細を図 2 1 を用いて説明する。処理 2 1 0 1 にて予測時点 T を入力、あるいは設定されたデータベースより読み込む。そのデータをもとに、処理 2 1 0 2 にて T よりも M - N 時点過去の需要履歴データ L (i) を読み込む。次に処理 2 1 0 3 にてカウンタ変数 T T を初期化する。処理 2 1 0 4 にてカウンタ T T から過去 N 時点のデータをもとに時点 T T における需要量の移動平均値 L (T T) を求める。処理 2 1 0 5 にて一時点次の時点にカウンタを更新し、カウンタが T になるまで処理 5 0 4 以後を繰り返す。処理 2 1 0 6 にてカウンタが T になったら処理 2 1 0 7 にて以下の回帰式に、処理 2 1 0 2 から 2 1 0 6 にて求めた過去の需要量と、需要量に影響を及ぼす要因値を代入する。

40

【 0 0 4 6 】

【 数 5 】

$$L = a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n$$

ただし

a_n : 回帰式の係数

x_n : 需要に影響を及ぼす要因

この結果をもとに、処理 2 1 0 8 にて最小二乗法を用いて回帰係数 a_n を求め、時刻 T における予測式を求める。最後に処理 2 1 0 9 にて気象予想データベース 1 8 0 3 のデータをもとに時刻 T における需要量を予測する。

【 0 0 4 7 】

50

以上に示した本発明の第2の実施例のコミュニティパワープールにより、最低限の信頼度指標を満足し、かつ制御実行地域内での総需要量が最小となる電力需給制御を高精度に行うことが可能となる。

【0048】

次に、本発明によるコミュニティパワープールの第3の実施例について説明する。本発明のコミュニティパワープールの第3の実施例は購入電力量最適化装置106にて、売電業者からの電力購入量を決定する際に、コミュニティパワープールが個々の需要家と結んでいる電力供給契約を記憶する供給契約条件データベース2201と、個々の売電業者と結んでいる電力購入契約を記憶する電力購入契約条件データベース2202を備え、これらの契約に基づいた電力購入量を決定する購入電力決定装置1202を備えたものである。第3の実施例中の電力購入量決定装置の詳細を図22を用いて説明する。前記した供給契約条件データベース2201と電力購入契約条件データベース2202中のデータは各需要家別送電量決定装置1002にて、前記契約条件をもとに各需要家別の送電量を決定する。これらのデータベース中に格納されているデータの一例を図23に示す。2301はコミュニティパワープールが需要家と結ぶ契約の一例であり、コミュニティパワープールは各需要家ごとに電力量供給契約パターン、電気料金契約パターンに代表される契約をあらかじめ締結する。2302はコミュニティパワープールが発電業者と結ぶ契約のパターンの一例について示している。これも2301と同様に電力量購入契約パターン、あるいは電気料金契約パターンに代表される契約をコミュニティパワープールと売電事業者間であらかじめ締結する。次に、第3の実施例中の各需要家別送電量決定装置1002中の処理の詳細について図24を用いて説明する。処理2401では通信網を通じた需要家からの電力要求量の総和を求める。次に、各売電事業者の出力上下限和（コミュニティパワープールが購入することが可能な量）を求める。処理2403では処理2401と処理2402で求めた値を比較し、購入可能量が少ない場合は処理2405にてメッセージを出力し、需要制御装置107へ処理を引き継ぐ。

【0049】

購入可能量が多い場合にはどこかの売電事業者からの電力供給を断る必要があるため、購入量の配分計算を行う。処理2004にてすべての売電事業者が購入可能上下限值に等しい場合には処理2407にて購入量配分計算を行う。そうでない場合は、処理2406にてエラーメッセージを出力し、需要制御装置107へ処理を引き継ぐ。購入量配分計算処理2407では、文献、関根泰次、豊田淳一、林宗明、芹沢泰夫、長谷川淳著、電力系統工学・コロナ社、1979に記載されている燃料コストを発電業者が提示している前記した電気契約料金パターンに置き換え計算を実行する経済負荷配分を使用する。この結果を処理2408に送り、出力上限を超過する売電事業者が存在するか否かを判定する。出力上限違反業者が存在する場合には、処理2409にて出力上限超過発電業者を上限値に貼り付け、購入対象から外し、出力再配分を継続するために、処理2404に戻る。そうでない場合には、出力下限値超過発電業者の有無を処理2410にて判定し、出力下限違反した売電事業者が存在する場合には、これまで上限貼り付きとなっていた売電事業者を配分対象として処理2404に戻る。そうでない場合は、出力定下限値内にすべての売電事業者が収まったことになるので本装置での処理を終了する。

【0050】

次に本発明の第3の実施例における需要制御装置107について説明する。第3の実施例での需要制御装置107は図25に示すように必要最低電力品質算出装置2701、設備制御決定装置1401、制御実行装置1402、設備定数データベース1403、送電量データベース206、履歴データベース204、電力品質制約条件データベース1004から構成される。必要最低電力品質算出装置2501では、電力購入量最適化装置106にて処理2405、2406にてエラーメッセージが発生した場合に動作する。ここでは電力供給量の過不足分を品質に反映させ、供給電力量が少ない場合は、たとえば需要家の負荷電圧を下げることにより需要量を低減させる、あるいは供給電力量が過剰である場合は、需要家の負荷電圧を上昇させて需要家の需要量を増加させる。この限度を装置250

10

20

30

40

50

1では算出し、この結果を電力品質制約条件データベース1004に保存する。次に必要最低電力品質算出装置2501での処理の詳細を図26を用いて説明する。まず、処理2601にて変化させる品質変化指標を設定する。次に処理2602にて、その変化させる刻み幅 q を決定する。たとえば、変化させる品質指標を電圧とし、その刻み幅を1%とする、など。次に処理2603にて品質指標の初期値 Q を設定する。この値をもとに、処理2604にて品質指標を変更するための制御機器の選択を行う。この選択方法は任意の種類の制御機器を手動でその機器と変更量を選択する、あるいは第1の実施例にて説明した最適化手法を用いて決定することも可能である。次に処理2605にて処理2604にて選択した制御機器を作動した場合のシミュレーションを実施し、その結果が妥当なものであるかを判定する。たとえば品質指標が電圧であった場合には図27に示すように電圧 - 10
負荷増加曲線を制御実施前後にて2701, 2702のように算出する。この際の最大負荷量の差2703があらかじめ決めた閾値、たとえば10%以下であるような場合には、品質を下げてても妥当であると判定し、それ以上の値であれば、品質を下げるには不適切であると判定する。この判断を処理2606にて実行し、品質をさらに変更する可能性がある場合には、処理2607にてさらに該品質を変更した場合の制御機器選択を実施する。そうでない場合には、1回前の制御結果にて得られた変更後の電力品質を電力品質制約条件データベースに格納する。

【0051】

必要最低電力品質算出装置2501以後の処理、設備制御決定装置1401, 制御実行装置1402は第2の実施例と同様である。 20

【0052】

以上に示した本発明の第3の実施例におけるコミュニティパワープールを用いることにより、最低限の信頼度指標を満足し、かつ制御実行地域内での総需要量が最小となる電力需給制御を低コストで行うことが可能となる。

【0053】

次に本発明の第4の実施例を図28を用いて説明する。本実施例では、コミュニティパワープール内に分散型電源2801が設置されている実施例である。分散型電源からの供給電力は、一般的に発電事業者から購入するよりも安価であるため、より安価な電力供給が可能となる。コミュニティパワープールが所有する供給可能な分散型電源の発電量の総和を計算し、第2から第4の実施例中で、電力購入量最適化装置にて購入予定の発電量から分散型電源より供給可能な電力を差し引いた値を対象として需要制御装置にて需要家へ送電する電力を制御する。以上に示した本発明のコミュニティパワープール制御方法および装置の第4の実施例を用いることにより、最低限の信頼度指標を満足し、電力料金が安価な電力需給制御を行うことが可能となる。 30

【0054】

以上のように本発明のコミュニティパワープール制御方法および装置では、需要家内の各電力消費機器毎の電力使用量と発電業者からの情報を収集する情報収集装置、情報収集装置から収集した現状の電力需要量をもとに、契約条件データベース中の各需要家毎の電力品質に関する契約条件をもとに周波数, 電圧, 高調波発生率に代表される需要家の電力品質を変更し、需要家の電力消費量を変更して実際に購入すべき最適な電力量とその購入先を算出する購入電力量決定装置と、前記購入電力量決定装置にて決定した購入する電力量を購入した際に、コミュニティパワープール制御装置が電力を供給対象とする需要家内で新たに前記契約条件データベース中の契約に違反する指標の有無を検出し、該違反があった場合にはコミュニティパワープールが制御可能な設備を制御することにより、前記違反を解消することを目的とする設備制御指令装置、を備えた電力購入量決定装置、前記装置の購入電力量をもとに、各発電業者に最低限の電力品質を満たす電力を供給するための需要制御装置を有するので、最低限の電力品質指標を満足し、かつ制御実行地域内での総需要量が最小となり、電力料金が安価な電力需給制御を行うことが可能となる。 40

【0055】

【発明の効果】

以上の構成により、需要家に対して個別に行っていた負荷制御を需要家全体の協調制御が行い、また電力供給を行う複数の発電業者が存在した場合に最適な売電事業者を選択するような制御システムであるコミュニティパワープールを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のコミュニティパワープールの一構成例を表す図面である。

【図 2】電力料金を考慮したコミュニティパワープールの一構成を示す図面である。

【図 3】変電所におけるコミュニティパワープールの概念図である。

【図 4】需要家における電力需要パターンの一例である。

【図 5】需要制御装置が負荷制御を行う概念図である。

【図 6】需要制御装置が直列機器を制御する概念図である。

10

【図 7】需要制御装置が並列機器を制御する概念図である。

【図 8】電力購入量決定装置の一実施例である。

【図 9】各種データベースにおけるデータ保存の一例である。

【図 10】購入電力量決定装置の一実施例である。

【図 11】電圧滞在率，送電電力感度係数と電力品質制約の一例である。

【図 12】電力品質係数算出装置の一実施例である。

【図 13】各需要家別送電量決定装置の一実施例である。

【図 14】需要制御装置の一実施例である。

【図 15】設備制御実行装置の一実施例である。

【図 16】設備制御実行装置に用いるデータベースの格納例である。

20

【図 17】コミュニティパワープールにおける情報出力画面の一実施例である。

【図 18】購入電力量決定装置の第二の実施例である。

【図 19】需要家の需要カーブの一実施例である。

【図 20】気象情報データベースの一実施例である。

【図 21】需要予測方法の一実施例である。

【図 22】購入電力量決定装置の一実施例である。

【図 23】電力需給契約に関するデータベースの一実施例である。

【図 24】電力量配分アルゴリズムのフローチャートの一実施例である。

【図 25】需要制御装置の実施例である。

【図 26】最低電力品質算出のためのフローチャートの一実施例である。

30

【図 27】電力品質指標の一実施例である。

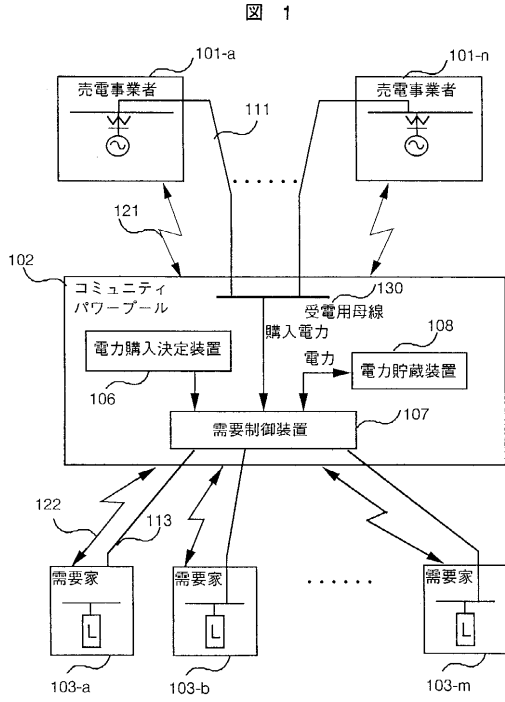
【図 28】コミュニティパワープールの一実施例である。

【符号の説明】

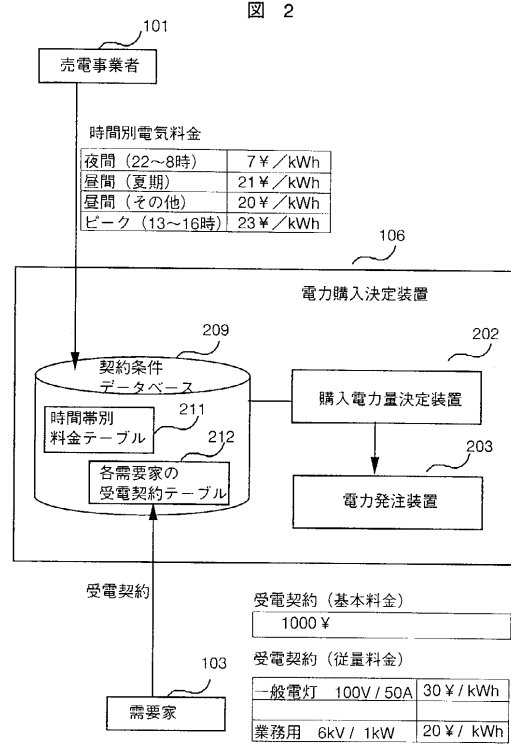
101 ... 売電事業者、102 ... コミュニティパワープール、103 ... 需要家、106 ... 電力購入決定装置、107 ... 需要制御装置、108 ... 電力貯蔵装置、111 ... 売電事業者とコミュニティパワープールを接続する送電線、113 ... コミュニティパワープールと需要家を接続する送電線、121 ... 売電事業者とコミュニティパワープールを接続する通信網、122 ... コミュニティパワープールと需要家を接続する通信網、130 ... 受電用母線、202 ... 購入電力量決定装置、203 ... 電力発注装置、211 ... 時間帯別料金テーブル、212 ... 各需要家の受電契約テーブル、201 ... 情報収集装置、204 ... 履歴データベース、205 ... 電力品質制約条件データベース、206 ... 送電量データベース。

40

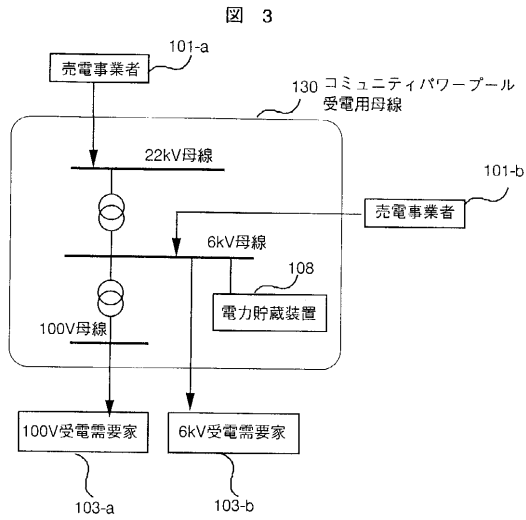
【 図 1 】



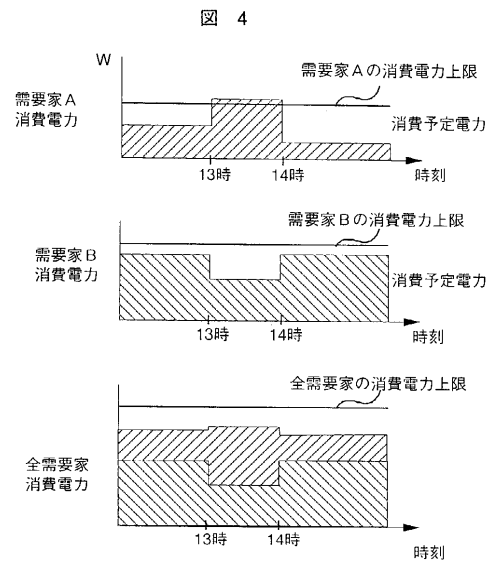
【 図 2 】



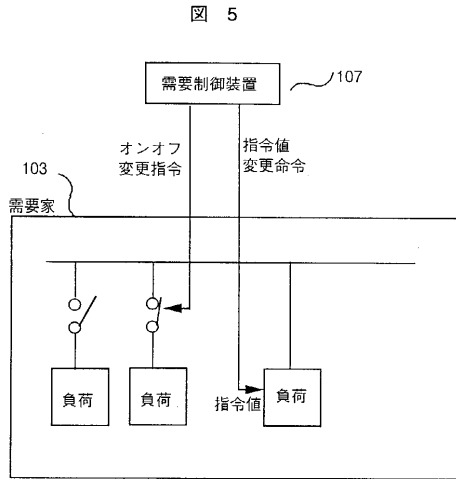
【 図 3 】



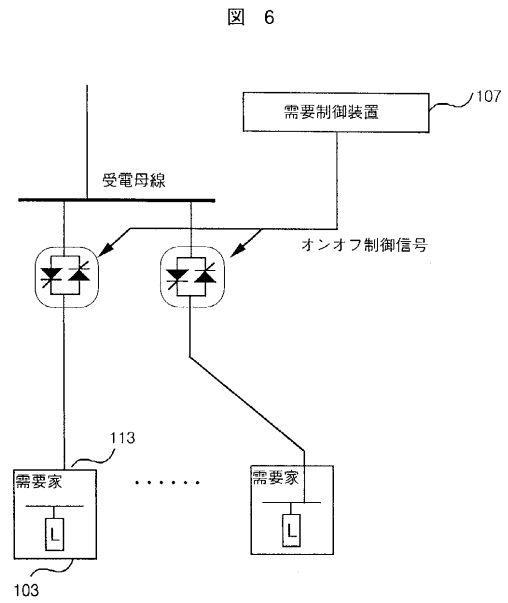
【 図 4 】



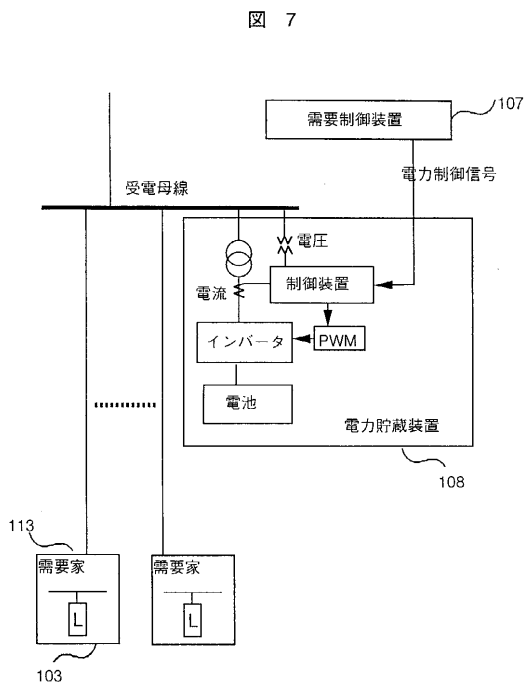
【 図 5 】



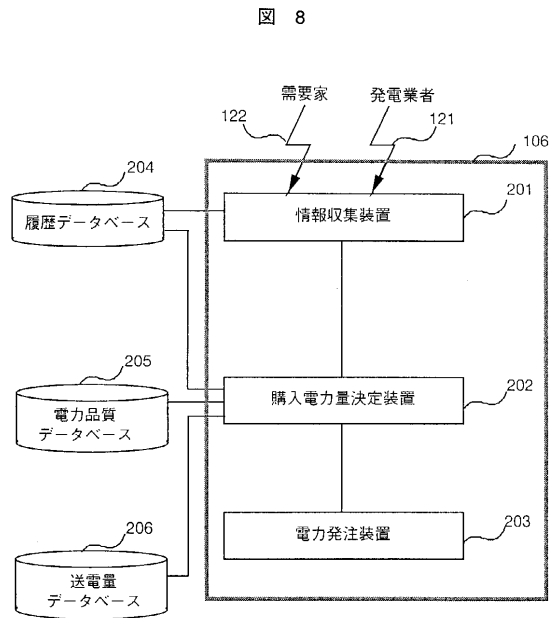
【 図 6 】



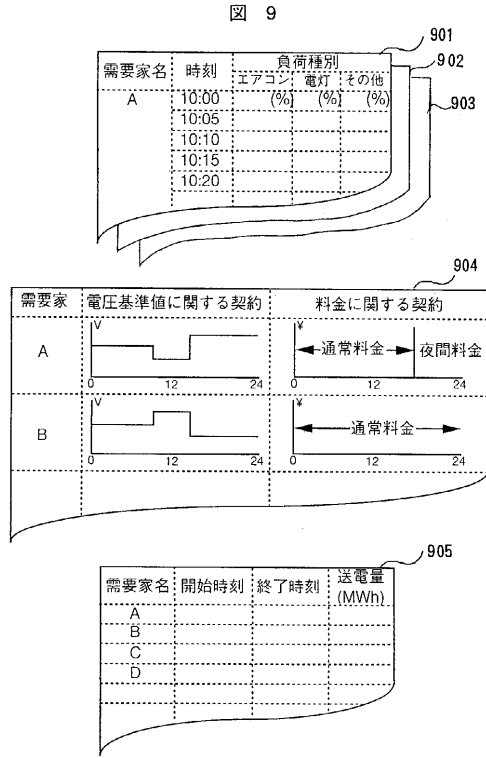
【 図 7 】



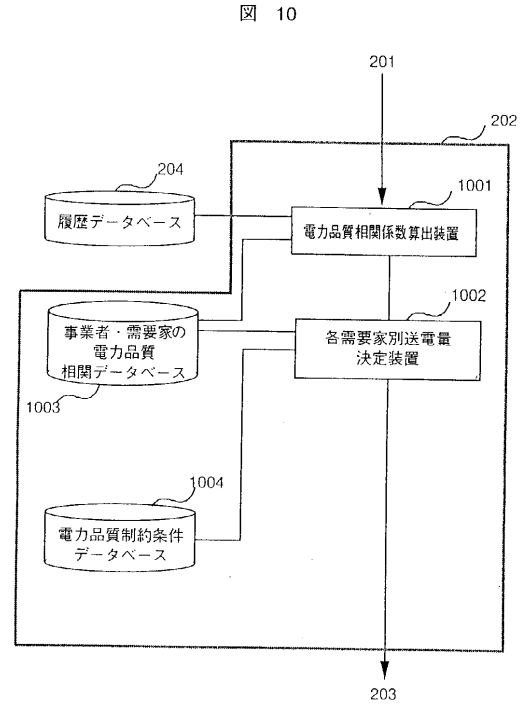
【 図 8 】



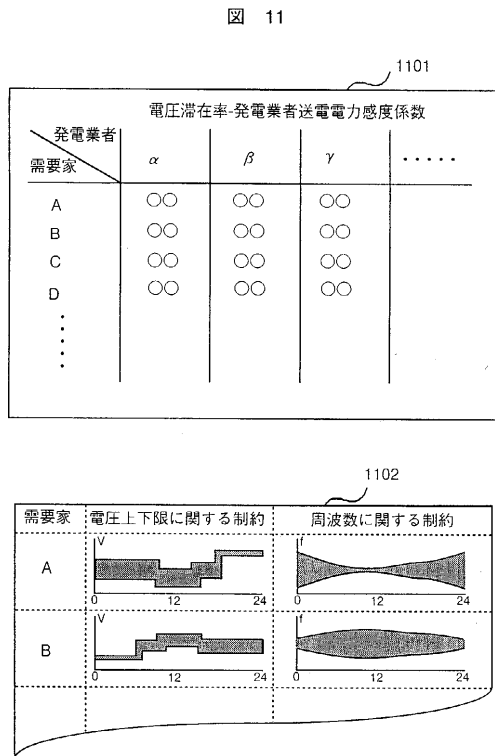
【 図 9 】



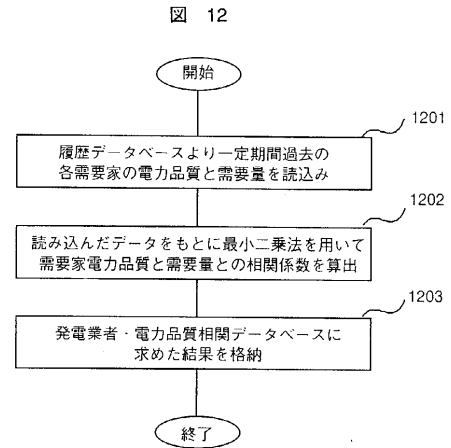
【 図 10 】



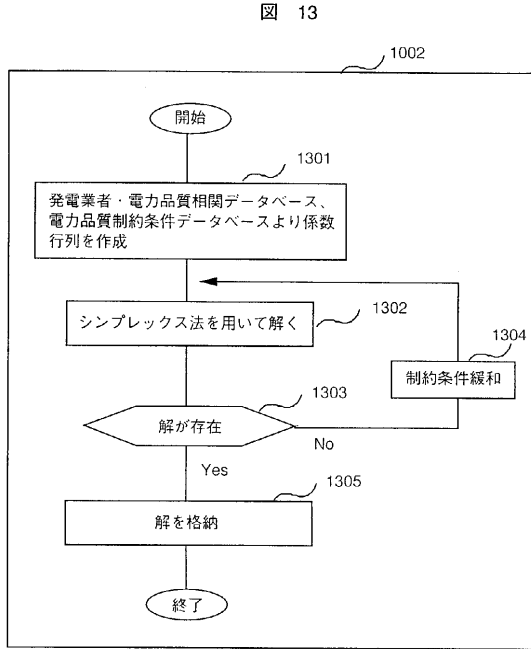
【 図 11 】



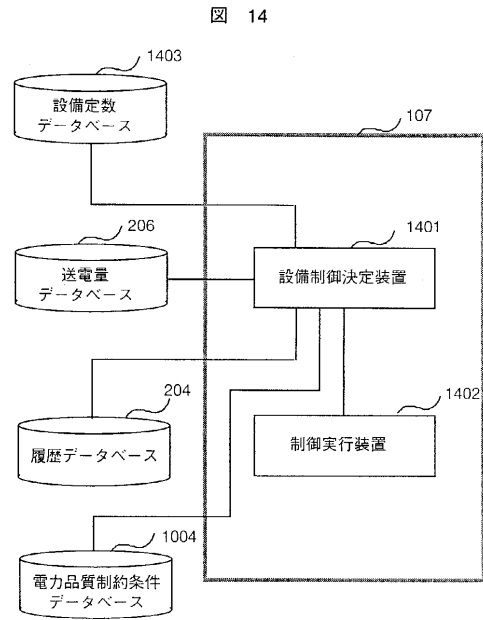
【 図 12 】



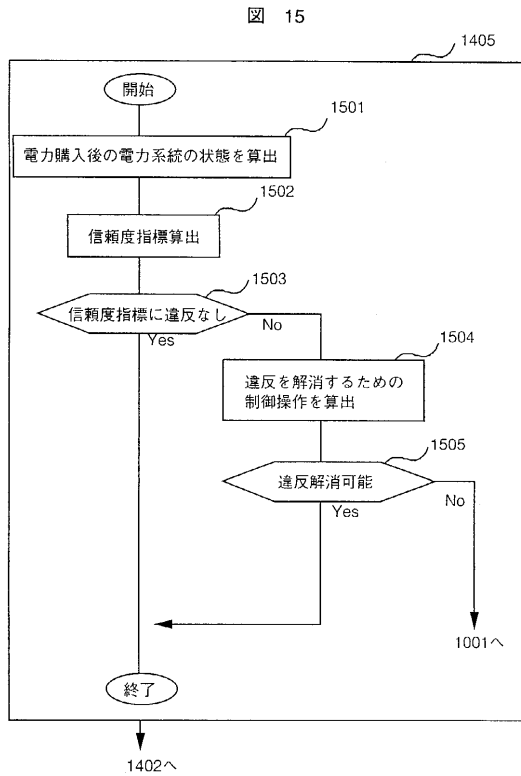
【 図 1 3 】



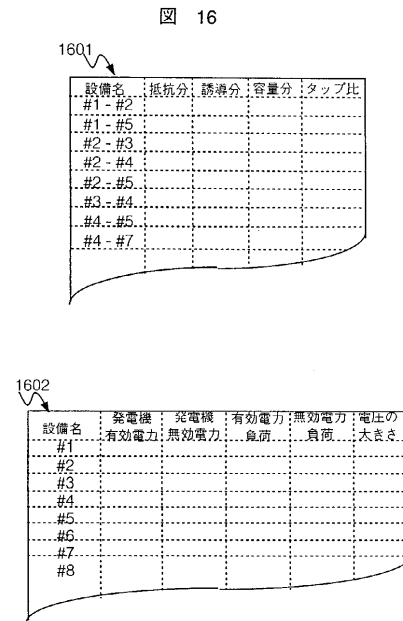
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】

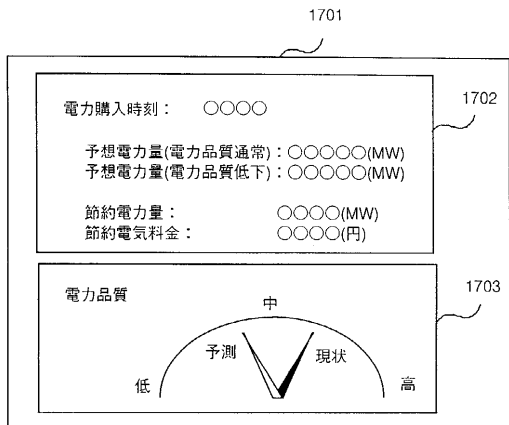


【 図 1 6 】



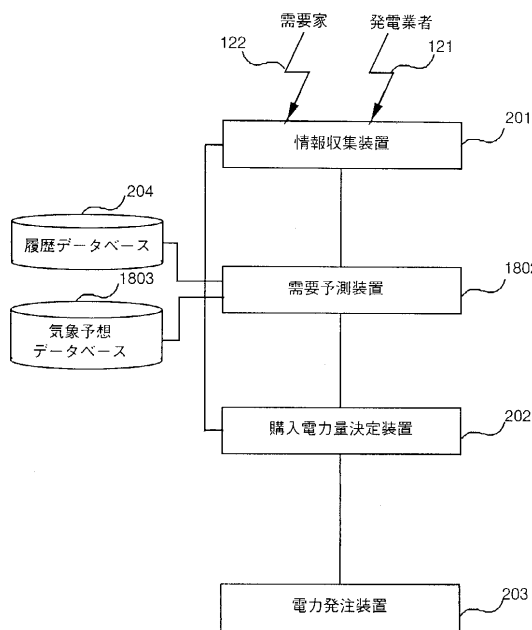
【 図 1 7 】

図 17



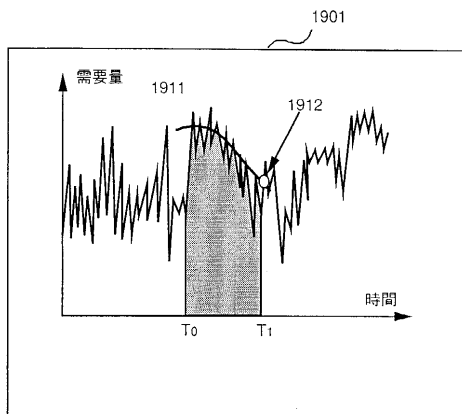
【 図 1 8 】

図 18



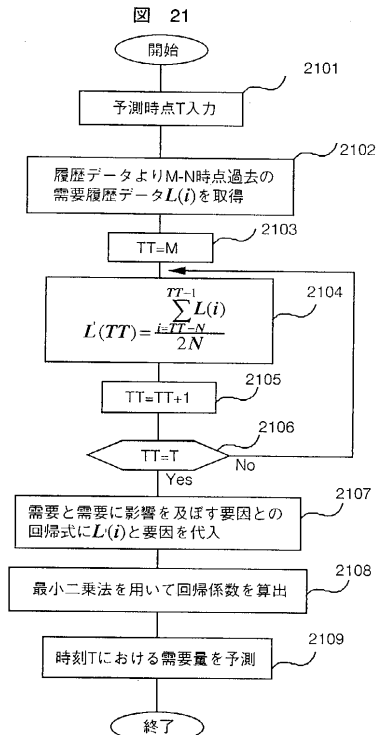
【 図 1 9 】

図 19



【 図 2 1 】

図 21



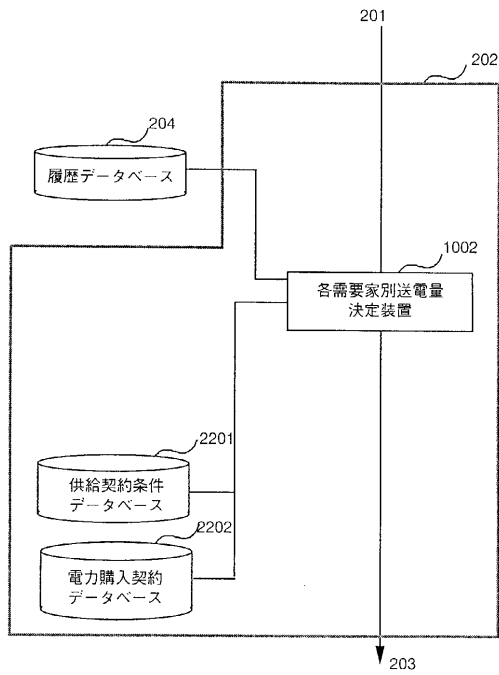
【 図 2 0 】

図 20

時刻	天候	気温	湿度	日射量	風速
10:00	曇り	(C)	(%)	(LX)	(M)
10:05					
10:10					
10:15					
10:20					
⋮					

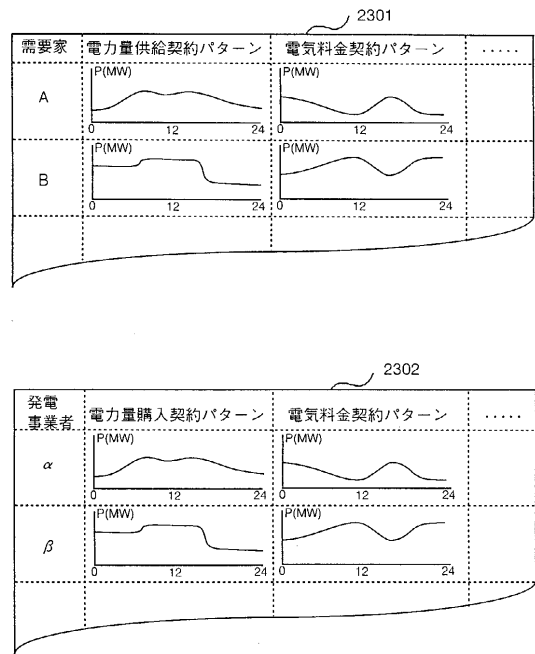
【 図 2 2 】

図 22



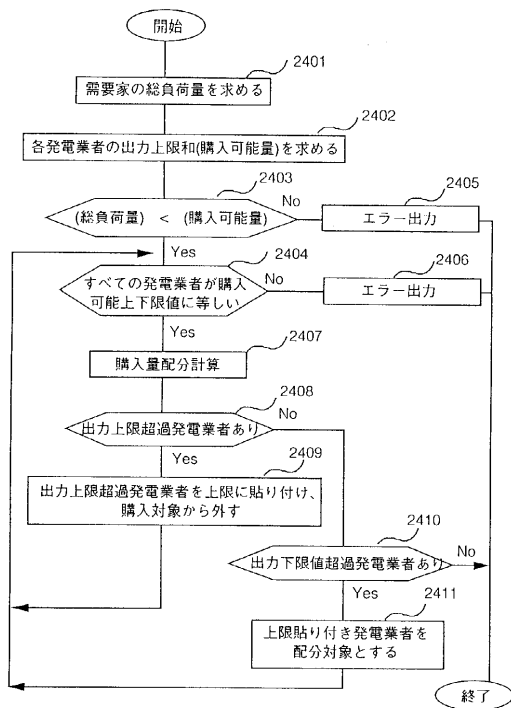
【 図 2 3 】

図 23



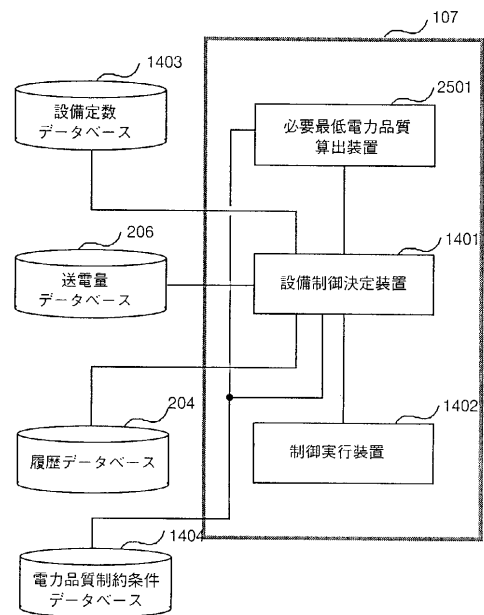
【 図 2 4 】

図 24

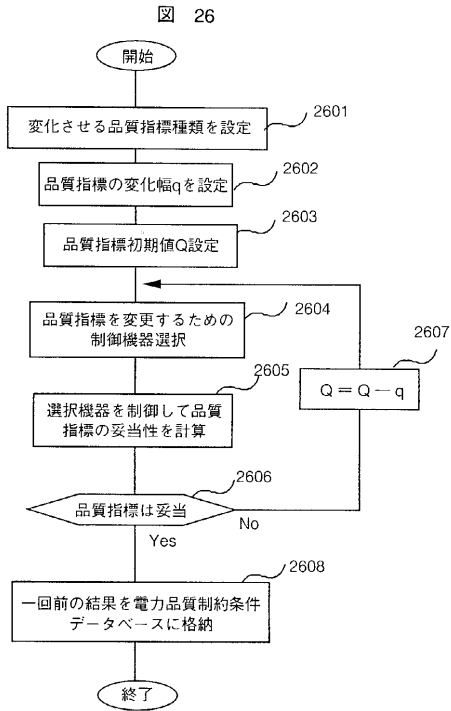


【 図 2 5 】

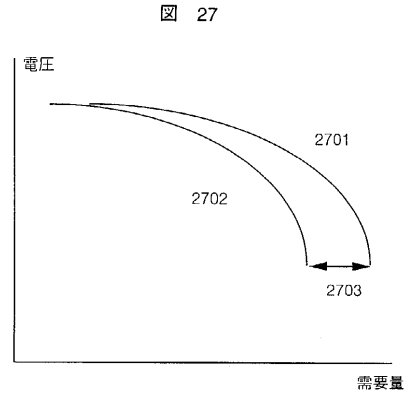
図 25



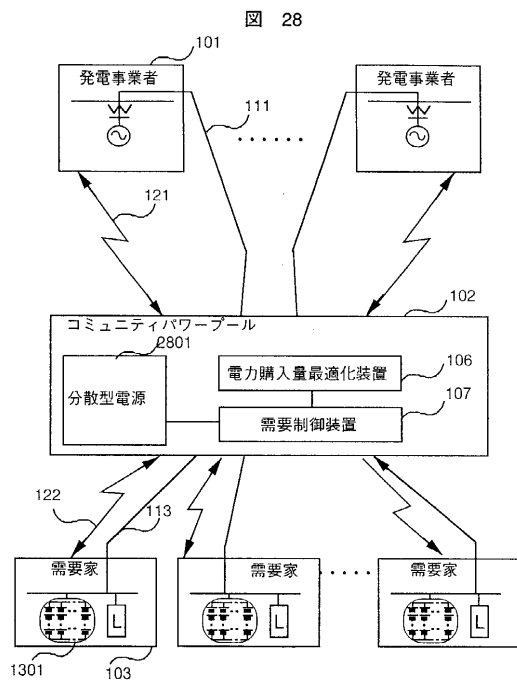
【 図 2 6 】



【 図 2 7 】



【 図 2 8 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平03-074143(JP,A)
特開平09-023579(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H02J 3/00-5/00