

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5789792号
(P5789792)

(45) 発行日 平成27年10月7日(2015.10.7)

(24) 登録日 平成27年8月14日(2015.8.14)

(51) Int.Cl. F I
H02J 3/00 (2006.01) H02J 3/00 170
G06Q 50/06 (2012.01) G06Q 50/06

請求項の数 14 (全 35 頁)

(21) 出願番号 特願2011-549920 (P2011-549920)
 (86) (22) 出願日 平成23年1月11日(2011.1.11)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2011/000068
 (87) 国際公開番号 W02011/086886
 (87) 国際公開日 平成23年7月21日(2011.7.21)
 審査請求日 平成25年11月26日(2013.11.26)
 (31) 優先権主張番号 特願2010-4405 (P2010-4405)
 (32) 優先日 平成22年1月12日(2010.1.12)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 314012076
 パナソニックIPマネジメント株式会社
 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
 (74) 代理人 100109210
 弁理士 新居 広守
 (74) 代理人 100137235
 弁理士 寺谷 英作
 (74) 代理人 100131417
 弁理士 道坂 伸一
 (72) 発明者 加治 充
 日本国大阪府門真市大字門真1006番地
 パナソニック株式会社内

審査官 田中 寛人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 需給制御装置、需給制御方法、および、需給制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電力を利用して動作する機器で消費された消費電力と、熱を利用して動作する機器で消費された消費熱量とを取得する取得部と、

取得された前記消費電力と前記消費熱量とを用いて、電力および熱量の各々に関する需要予測データを求める予測部と、

求められた前記需要予測データを所定の関数に入力することにより、現在から一定期間先までの各時刻について、蓄電装置の蓄電量と、蓄熱装置の蓄熱量と、前記蓄電装置および前記蓄熱装置に熱を供給する熱源装置の動作制御を行うための制御パラメータとを求める計画部と、

現在から一定期間先までの時刻毎に、前記計画部で求められた前記蓄電量および前記蓄熱量の各々に前記制御パラメータが対応付けられた制御テーブルを記憶する記憶部と、

現在の時刻情報を取得するとともに前記蓄電装置および前記蓄熱装置の各々から現在の蓄電量および蓄熱量を取得した後、取得した前記時刻情報、前記蓄電量、および、前記蓄熱量を用いて、前記制御テーブルの中から対象の制御パラメータを特定し、特定された前記制御パラメータに基づいて前記蓄電装置および前記熱源装置の動作制御を行う制御部とを備え、

前記計画部は、所定の発電システムで生成された電力を、前記蓄電装置と前記熱源装置とに配分するように前記制御パラメータを求め、

前記所定の関数は、一の時刻の次の時刻における前記蓄電量と前記蓄熱量とを求めるシ

ステム関数、および、各時刻における運転コストを求めるコスト関数から定まる関数であり、

前記計画部は、前記制御パラメータを求める際に、前記一定期間に含まれる時刻である着目時刻のそれぞれについて、前記一定期間に含まれる時刻のうち前記着目時刻より1つ前の時刻における運転コストを最小とする制御パラメータを前記着目時刻における運転コストに基づいて算出する算出方法を用いて、前記制御パラメータを求める

需給制御装置。

【請求項2】

前記計画部は、さらに、前記熱源装置が起動しているか否かを示す起動状態に関する情報を求め、

10

前記記憶部は、さらに、前記時刻毎に、前記起動状態に関する情報を、前記蓄電量、前記蓄熱量および前記制御パラメータに対応付けて前記制御テーブルを記憶し、

前記制御部は、さらに、現在の前記熱源装置の起動状態に関する情報を取得し、取得した前記起動状態に関する情報を用いて、前記制御テーブルの中から対象の前記制御パラメータを特定する

請求項1記載の需給制御装置。

【請求項3】

前記予測部は、取得された前記消費電力および前記消費熱量を演算することにより、電力および熱量の各々の前記需要予測データを求める

20

請求項1記載の需給制御装置。

【請求項4】

前記制御部は、前記制御テーブルに前記制御パラメータが格納されている各時刻の間隔と同じ間隔、又は、各時刻の間隔よりも短い間隔で、前記蓄電装置および前記蓄熱装置の各々から、現在の蓄電量および蓄熱量を取得する

請求項1記載の需給制御装置。

【請求項5】

前記制御部は、特定された前記制御パラメータの値と、制御対象の装置に設定されている制御パラメータの値とが異なる場合、特定された前記制御パラメータの前記値を、前記制御対象の装置に設定する

30

請求項1記載の需給制御装置。

【請求項6】

前記計画部は、ユーザの電力需要および熱需要に応じて、所定の発電システムで生成された電力を前記蓄電装置および前記熱源装置に配分する制御パラメータを求める

請求項1記載の需給制御装置。

【請求項7】

前記蓄電装置および前記熱源装置に配分される電力は、前記所定の発電システムで生成された余剰電力である

請求項6記載の需給制御装置。

【請求項8】

前記計画部は、前記余剰電力を、前記熱源装置にすべて利用させる制御パラメータを生成する

40

請求項7記載の需給制御装置。

【請求項9】

前記計画部は、前記蓄電装置の蓄電量が多いほど、より多くの前記余剰電力を前記熱源装置に利用させる制御パラメータを生成する

請求項7記載の需給制御装置。

【請求項10】

前記計画部は、前記蓄熱装置の蓄熱量が多いほど、より多くの前記余剰電力を前記蓄電装置に蓄電させる制御パラメータを生成する

請求項7記載の需給制御装置。

50

【請求項 1 1】

前記熱源装置は、ヒートポンプおよび燃料電池の少なくとも1つである
請求項 1 ~ 3、6 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の需給制御装置。

【請求項 1 2】

電力を利用して動作する機器で消費された消費電力と、熱を利用して動作する機器で消費された消費熱量とを取得する取得ステップと、

取得された前記消費電力と前記消費熱量とを用いて、電力および熱量の各々に関する需要予測データを求める予測ステップと、

求められた前記需要予測データを所定の関数に入力することにより、現在から一定期間先までの各時刻について、蓄電装置の蓄電量と、蓄熱装置の蓄熱量と、前記蓄電装置、および、前記蓄熱装置に熱を供給する熱源装置の動作制御を行うための制御パラメータとを求める計画ステップと、

現在から一定期間先までの時刻毎に、前記計画ステップで求められた前記蓄電量および前記蓄熱量の各々に前記制御パラメータが対応付けられた制御テーブルを記憶する記憶ステップと、

現在の時刻情報を取得するとともに、前記蓄電装置および前記蓄熱装置の各々から現在の蓄電量および蓄熱量を取得した後、取得した前記時刻情報、前記蓄電量、および、前記蓄熱量を用いて、前記制御テーブルの中から対象の制御パラメータを特定し、特定された前記制御パラメータに基づいて前記蓄電装置および前記熱源装置の動作制御を行う制御ステップとを含み、

前記計画ステップでは、所定の発電システムで生成された電力を、前記蓄電装置と前記熱源装置とに配分するように前記制御パラメータを求め、

前記所定の関数は、一の時刻の次の時刻における前記蓄電量と前記蓄熱量とを求めるシステム関数、および、各時刻における運転コストを求めるコスト関数から定まる関数であり、

前記計画ステップでは、前記制御パラメータを求める際に、前記一定期間に含まれる時刻である着目時刻のそれぞれについて、前記一定期間に含まれる時刻のうち前記着目時刻より1つ前の時刻における運転コストを最小とする制御パラメータを前記着目時刻における運転コストに基づいて算出する算出方法を用いて、前記制御パラメータを求める

需給制御方法。

【請求項 1 3】

サーバと、需給制御装置とを備える需給制御システムであって、

前記サーバは、

前記需給制御装置から、ネットワークを介して、電力を利用して動作する機器で消費された消費電力と、熱を利用して動作する機器で消費された消費熱量とを取得する第1の取得部と、

取得された前記消費電力と前記消費熱量とを用いて、電力および熱量の各々に関する需要予測データを求める予測部と、

求められた前記需要予測データを所定の関数に入力することにより、現在から一定期間先までの各時刻について、蓄電装置の蓄電量と、蓄熱装置の蓄熱量と、前記蓄電装置、および、前記蓄熱装置に熱を供給する熱源装置の動作制御を行うための制御パラメータとを求める計画部とを備え、

前記需給制御装置は、

前記ネットワークを介して、求められた、前記蓄電量、前記蓄熱量および前記制御パラメータを取得する第2の取得部と、

現在から一定期間先までの時刻毎に、取得された前記蓄電量および前記蓄熱量の各々に、取得された前記制御パラメータが対応付けられた制御テーブルを記憶する記憶部と、

現在の時刻情報を取得するとともに前記蓄電装置および前記蓄熱装置の各々から現在の蓄電量および蓄熱量を取得した後、取得した前記時刻情報、前記蓄電量、および、前記蓄熱量を用いて、前記制御テーブルの中から対象の制御パラメータを特定し、特定された前

10

20

30

40

50

記制御パラメータに基づいて前記蓄電装置および前記熱源装置の動作制御を行う制御部とを備え、

前記計画部は、所定の発電システムで生成された電力を、前記蓄電装置と前記熱源装置とに配分するように前記制御パラメータを求め、

前記所定の関数は、一の時刻の次の時刻における前記蓄電量と前記蓄熱量とを求めるシステム関数、および、各時刻における運転コストを求めるコスト関数から定まる関数であり、

前記計画部は、前記制御パラメータを求める際に、前記一定期間に含まれる時刻である着目時刻のそれぞれについて、前記一定期間に含まれる時刻のうち前記着目時刻より1つ前の時刻における運転コストを最小とする制御パラメータを前記着目時刻における運転コストに基づいて算出する算出方法を用いて、前記制御パラメータを求める
システム。

【請求項14】

電力を利用して動作する機器で消費された消費電力と、熱を利用して動作する機器で消費された消費熱量とを、サーバがネットワークを介して需給制御装置から取得する第1の取得ステップと、

前記サーバが、取得された前記消費電力と前記消費熱量とを用いて、電力および熱量の各々に関する需要予測データを求める予測ステップと、

前記サーバが、求められた前記需要予測データを所定の関数に入力することにより、現在から一定期間先までの各時刻について、蓄電装置の蓄電量と、蓄熱装置の蓄熱量と、前記蓄電装置、および、前記蓄熱装置に熱を供給する熱源装置の動作制御を行うための制御パラメータとを求める計画ステップと、

前記需給制御装置が、前記ネットワークを介して、前記サーバから、求められた前記蓄電量、前記蓄熱量および前記制御パラメータを取得する第2の取得ステップと、

前記需給制御装置が、現在から一定期間先までの時刻毎に、取得された前記蓄電量および前記蓄熱量の各々に、取得された前記制御パラメータが対応付けられた制御テーブルを記憶する記憶ステップと、

前記需給制御装置が、現在の時刻情報を取得するとともに前記蓄電装置および前記蓄熱装置の各々から現在の蓄電量および蓄熱量を取得した後、取得した前記時刻情報、前記蓄電量、および、前記蓄熱量を用いて、前記制御テーブルの中から対象の制御パラメータを特定し、特定された前記制御パラメータに基づいて前記蓄電装置および前記熱源装置の動作制御を行う制御ステップとを含む需給制御方法であって、

前記計画ステップでは、所定の発電システムで生成された電力を、前記蓄電装置と前記熱源装置とに配分するように前記制御パラメータを求め、

前記所定の関数は、一の時刻の次の時刻における前記蓄電量と前記蓄熱量とを求めるシステム関数、および、各時刻における運転コストを求めるコスト関数から定まる関数であり、

前記計画ステップでは、前記制御パラメータを求める際に、前記一定期間に含まれる時刻である着目時刻のそれぞれについて、前記一定期間に含まれる時刻のうち前記着目時刻より1つ前の時刻における運転コストを最小とする制御パラメータを前記着目時刻における運転コストに基づいて算出する算出方法を用いて、前記制御パラメータを求める

需給制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力を充放電する蓄電装置および熱を供給する熱源装置の動作制御を行うシステムにおいて、当該蓄電装置および当該熱源装置の運転計画を算出する需給制御装置、需給制御方法、および、需給制御システムに関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

従来、太陽光、風力、或いは地熱等の再生可能エネルギーを利用して住宅又はオフィスビル等の建物内に設けられた機器を動作させるシステムが検討されている。このシステムでは、再生可能エネルギーを利用して生成された電力を充放電する蓄電装置を備えるとともに、都市ガス又は大気を利用して熱を生成する熱源装置が含まれる。これらの蓄電装置又は熱源装置を効率的に運転することにより、建物のエネルギー消費により排出されるCO₂を又は建物で消費される消費電力を削減することができる。

【0003】

すでに、いくつかの再生可能エネルギーが、建物へのエネルギーの供給に利用されている。そのうちの 하나가、太陽から照射される太陽光エネルギーである。太陽光エネルギーの利用手段にはいくつか存在するが、太陽光エネルギーを直接的に電気エネルギーに変換する場合には、太陽電池が用いられる。太陽電池を利用して、商用電力を使用する機器などに電力を供給するシステムは、太陽光発電システムと呼ばれる。

10

【0004】

太陽光発電システムは、太陽光のみを発電に使用するため、クリーンなエネルギーを生成できる。しかしながら、太陽光発電システムは、天候等に影響を受け、その発電量が、主に太陽から照射される光エネルギーにより決定されるため、建物の需要に合わせて発電することができないという問題点がある。

【0005】

そこで、太陽光発電システムで発電された電力のうち、建物で使用しきれなかった電力（余剰電力）を一時的に二次電池に蓄電し、蓄電された余剰電力を、夜間などに供給する蓄電システムが検討されている（例えば、非特許文献1）。非特許文献1では、太陽光発電システムの発電量および電力需要の予測値から、動的計画法を用いて充放電のパターンを求めている。

20

【0006】

また、再生可能エネルギーの別の例として、発電と同時に発生する余熱が注目されている。都市ガスなどの化石燃料を使用して発電した場合には、高効率の発電であってもCO₂を排出するが、高効率の発電と同時に発生する余熱については、欧州などでは、再生可能エネルギーとして定義されている。この余熱を活用するため、電力および熱の両方の需要がある場所で発電するコージェネレーション（熱電併給）システムが注目されている。そして、住宅などの建物へエネルギーを供給するために、燃料電池を用いたコージェネレーションシステムが実用化されている。

30

【0007】

コージェネレーションシステムでは、電気および熱が同時に生成される。このとき、生成された電気および熱の少なくとも一方を一旦蓄積し、需要に合わせて供給する必要がある。これは、建物における電気および熱の需要には、一般に、時間的なミスマッチがあるためである。

【0008】

そして、コージェネレーションシステムでは、温水を用いて蓄熱することにより、比較的安価な設備で、大量の蓄熱ができる。このため、コージェネレーションシステムは、発電手段である燃料電池などに加えて、余熱を温水に変える熱交換器と、その温水を蓄える設備である貯湯槽などと組み合わせて使用される。

40

【0009】

また、コージェネレーションシステムの電気および熱の供給と、電気需要および熱需要との間には、時間的なミスマッチだけでなく、量的なミスマッチも存在する。例えば、建物の熱需要と電気需要との比（熱電比）は、夏季と冬季では大きく異なる。一方で、燃料電池が供給する熱電比は、季節によらずほぼ一定である。

【0010】

このため、燃料電池などの高効率の発電と、発電に伴った余熱とを供給する装置に、電気を利用した熱源機を組み合わせたことが考えられる。熱を生成するために電気を利用する熱源機としては、ヒートポンプ技術の普及が望まれている。ヒートポンプは、低温の熱

50

源として大気熱や地熱を使用するが、これらは、再生可能エネルギーとして定義されている。

【0011】

ここで、コージェネレーションシステム又はヒートポンプなどの複数の熱源機の運転計画を行う方法として、特許文献1の方法が開示されている。特許文献1は、蓄熱槽を有するエネルギー供給設備の運転計画システムに関する文献であり、熱需要の予測に基づき、非特許文献1と同じく、動的計画法を用いて熱源機の運転計画を行う。なお、特許文献3も適宜参照されたい。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0012】

【特許文献1】特許第3763767号公報

【特許文献2】特開2001-355514号公報

【特許文献3】特開2005-86953号公報

【非特許文献】

【0013】

【非特許文献1】Bakirtzis, A.G.; Dokopoulos, P.S., "Short term generation scheduling in a small autonomous system with unconventional energy sources," Power Systems, IEEE Transactions on, vol.3, no.3, pp.1230-1236, Aug 1988

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

しかしながら、上記従来技術、或いは、上記従来技術の組み合わせでは、熱の需給と電気の需給とが個別に最適化(制御)されるため、例えば、太陽光発電システムの余剰電力を、熱に変換して蓄熱するという計画はできない。その結果、蓄電した電気を、後ほど、熱源機で熱に変えた場合には、余剰電力を直接、熱に変えて蓄熱した場合に比べて、充電および放電での電力のロスが余分に発生する。また、蓄電システムに用いられている二次電池には、充放電回数の寿命がある。そのため、不必要な充放電の回数が増加することにより蓄電池の寿命を短くしてしまう可能性がある。

【0015】

30

本発明は、このような事情を顧みてなされたものであり、その目的は、電気および熱などの複数のエネルギー蓄積手段がある場合にも、運転コストを低減できる需給制御装置、需給制御方法、および、需給制御システムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0016】

上記の課題を解決するために、本発明の一実施の態様に係る需給制御装置は、電力を利用して動作する機器で消費された消費電力と、熱を利用して動作する機器で消費された消費熱量とを取得する取得部と、取得された前記消費電力と前記消費熱量とを用いて、電力および熱量の各々に関する需要予測データを求める予測部と、求められた前記需要予測データを所定の関数に入力することにより、現在から一定期間先までの各時刻について、蓄電装置の蓄電量と、蓄熱装置の蓄熱量と、前記蓄電装置および前記蓄熱装置に熱を供給する熱源装置の動作制御を行うための制御パラメータとを求める計画部と、現在から一定期間先までの時刻毎に、前記計画部で求められた前記蓄電量および前記蓄熱量の各々に前記制御パラメータが対応付けられた制御テーブルを記憶する記憶部と、現在の時刻情報を取得するとともに、前記蓄電装置および前記蓄熱装置の各々から現在の蓄電量および蓄熱量を取得した後、取得した前記時刻情報、前記蓄電量、前記蓄熱量を用いて、前記制御テーブルの中から対象の制御パラメータを特定し、特定された前記制御パラメータに基づいて、前記蓄電装置および前記熱源装置の動作制御を行う制御部とを備える。そして、前記計画部は、所定の発電システムで生成された電力を、前記蓄電装置と前記熱源装置とに配分するように前記制御パラメータを求める。

40

50

【発明の効果】

【0017】

このような構成により、電気と熱などの複数のエネルギー蓄積手段がある場合にも、運転コストを十分に小さくすることができる。

【0018】

例えば、余剰電力からの熱が、比較的長い時間（図6における、7時すぎから、19時頃までの時間などを参照）、蓄熱されて、余剰電力のエネルギーの（大きな）ロスが生じるのが回避され、余剰電力の利用効率を向上でき、運転コストを小さくできる。また、余剰電力のうちの、充電に用いられる第1の電力、および、残りの熱の発生に用いられる第2の電力を適切な電力量に配分できる。

10

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】図1は、実施の形態1におけるエネルギー需給システムの構成図である。

【図2】図2は、実施の形態1における需給制御装置の構成図である。

【図3】図3は、実施の形態1における制御テーブルの例を示す図である。

【図4】図4は、実施の形態1での、エネルギー需給システムの処理の流れを示すシーケンス図である。

【図5】図5は、実施の形態2におけるエネルギー供給システムの全体構成例を示す図である。

【図6】図6は、実施の形態2におけるベクトル s_t の軌跡を示す図である。

20

【図7】図7は、エネルギー需給システムにおける制御テーブルの例を示す図である。

【図8】図8は、機器ごとに複数のテーブルに分割した制御テーブルの例を示す図である。

【図9】図9は、従来の運転計画での処理を説明する図である。

【図10】図10は、本需給制御装置における運転計画での処理を説明する図である。

【図11】図11は、需給制御装置のフローチャートである。

【図12】図12は、制御パラメータを算出する処理のフローチャートである。

【図13】図13は、エネルギー需給システムの構成図である。

【図14】図14は、エネルギー需給システムの詳細を示す構成図である。

【図15】図15は、エネルギー需給システムでの処理の流れを示すシーケンス図である

30

【発明を実施するための形態】

【0020】

本発明の一実施の形態に係る需給制御装置は、蓄電装置（蓄電システム102）の電力を利用して動作する機器で消費された消費電力と、蓄熱装置（貯湯槽105）の熱を利用して動作する機器で消費された消費熱量とを取得する取得部（取得部201g）と、取得された前記消費電力と前記消費熱量とを用いて、電力および熱量の各々に関する需要予測データを求める予測部（予測処理部201h）と、求められた前記需要予測データ（ x_0, t ）を所定の関数（ U ：数10）に入力することにより、現在から一定期間先までの各時刻について、前記蓄電装置の蓄電量（図7第2列）と、前記蓄熱装置の蓄熱量（第3列）と、前記蓄電装置および前記蓄熱装置に熱を供給する熱源装置（ヒートポンプ104など）の動作制御を行うための制御パラメータ（第4、5列）とを求める計画部（需給計画部200）と、現在から一定期間先までの時刻毎に、前記計画部で求められた前記蓄電量および前記蓄熱量の各々に前記制御パラメータが対応付けられた制御テーブル（制御テーブル203）を記憶する記憶部と、現在の時刻情報（情報204t）を取得するとともに、前記蓄電装置および前記蓄熱装置の各々から現在の蓄電量および蓄熱量（ s_t ）を取得した後、取得した前記時刻情報、前記蓄電量、前記蓄熱量を用いて、前記制御テーブルの中から、対象の制御パラメータ（ u_t ）を特定し、特定された前記制御パラメータに基づいて、前記蓄電装置および前記熱源装置の動作制御を行う制御部（需給制御部204）とを備える。そして、前記計画部は、所定の発電システム（需給制御装置100が設置された

40

50

住宅に設けられた太陽光発電システム 101) で生成された電力を、前記蓄電装置と前記熱源装置とに配分するように前記制御パラメータを求める。

【0021】

また、求められる需要予測データ ($x_{0,t}$) の少なくとも1つは、例えば、ある時刻における、閾値よりも大きい熱量の熱の需要を特定する需要予測データでもよい。

【0022】

つまり、例えば、その需要予測データが求められることにより、その需要予測データの時刻が、大きな熱量の熱の需要の時刻 (例えば、図6における、19時頃での、夜の給湯の時刻など) として特定されてもよい。

【0023】

そして、例えば、特定された時刻から比較的近い過去の時刻 (図6における、13時~17時での、午後の時刻など) について求められる制御パラメータは、余剰電力 (における、(第1の閾値よりも) 大きな割合の部分) で、熱の発生をさせる制御パラメータなどでもよい。

【0024】

なお、この点については、図6における、「午後は主に蓄熱」の語なども参照されたい。

【0025】

そして、特定された時刻から比較的遠い過去の時刻 (7時すぎから、13時過ぎにおける、午前中の時刻など) について求められる制御パラメータは、例えば、余剰電力 (の大きな割合の部分) で、熱の発生をさせない制御パラメータなどである。

【0026】

なお、この点については、図6における、「午前中は蓄電」の語なども参照されたい。

【0027】

これにより、例えば、大きな熱の需要の時刻 (「夜の給湯の時刻」を参照) から近い過去 (午後) では、余剰電力 (の大きな割合) での発熱がされる。これにより、余剰電力が、熱として利用され、充電以外の他の用途でも、余剰電力のエネルギーが利用され、十分に、余剰電力の利用ができる。

【0028】

ひいては、余剰電力での充電が少なくされ、蓄電システム 102 の劣化などの、余剰電力の利用による弊害が小さくできる。

【0029】

しかも、大きな熱の需要の時刻から遠い過去 (午前) では、余剰電力 (の大きな割合) での発熱がされない。これにより、遠い過去の時刻 (午前) からの、長い時間 (例えば、朝の7時すぎから、夜の19時まえまでなどの時間) の蓄熱で、余剰電力のエネルギーの (大きな) ロスが生じるのが回避される。これにより、余剰電力が利用される効率が高くなって、効率が高くできる。

【0030】

これにより、用途が少ないことによる弊害 (蓄電システム 102 の劣化など) の回避と、余剰電力の利用の効率の高さとが両立できる。

【0031】

なお、こうして、余剰電力の利用の効率が高くされるなどにより、コスト (需給制御システムの運転コスト) が小さくできる。

【0032】

なお、例えば、取得部 201g と、予測処理部 201h とが含まれてなる需要予測部 201 が設けられてもよい。

【0033】

なお、例えば、建物における、電力および熱それぞれの需要を示す需要予測データを取得する需要予測部 (需要予測部 201、図11のS11) と、前記需要予測部により取得された前記需要予測データを用いて、蓄電部 (蓄電システム 102) により蓄電された電

10

20

30

40

50

力の蓄電量（図7の第2列等参照）と、蓄熱部（貯湯槽105）により蓄熱された熱の蓄熱量（図7の第3列）とに対応する、前記蓄電量と前記蓄熱量とのそれぞれを蓄積もしくは供給させる（それぞれのエネルギー蓄積量を変化させる制御を行う）エネルギー機器（エネルギー機器102x（102y）、又はエネルギー機器102x（102y）の一部）を制御するための制御パラメータ（図7の第4列～第5列（図3の第5列～第7列等））を計算する需給計画部（需給計画部200、図11のS13）と、前記蓄電量と前記蓄熱量との組をインデックスとして（図7の第2列、第3列）、当該蓄電量と当該蓄熱量に対応する、前記需給計画部により計算された前記制御パラメータ（図7の第4列～第5列）を記憶する制御テーブル（制御テーブル203、図11のS14）とを備える需給制御装置（需給制御装置100）も開示される。

10

【0034】

なお、ここで、「エネルギー機器」は、複数の機器を含んだエネルギー機器群（例えば、蓄電システム102、ヒートポンプ104、燃料電池103の全体）であってもよいし、1つの機器（例えば、ヒートポンプ104）のみから構成されてもよい。

【0035】

なお、需要予測部は、需要予測データ以外の他のデータから需要予測データを算出する演算を行うことにより、その演算の演算結果として需要予測データを取得してもよい。

【0036】

また、需要予測部の外部（例えば、本需給制御装置の外部）から当該需要予測部に需要予測データを入力することにより、外部から当該需要予測部に需要予測データを取得して

20

【0037】

これにより、蓄電部（第1のエネルギー蓄積部）によって、電力（第1のエネルギー）が蓄電量（第1のエネルギー蓄積量）だけ蓄電（蓄積）される。また、蓄熱部（第2のエネルギー蓄積部）により、熱（第2のエネルギー）が蓄熱量（第2のエネルギー蓄積量）だけ蓄熱（蓄積）される。そして、エネルギー機器（エネルギー機器102x、102y参照）により、それぞれのエネルギー蓄積量を変化させる制御が行われる。変化させるとは、そのエネルギー蓄積量を増加させることと、低下させることとの少なくとも一方を行うことである。増加させるとは、増加分だけ、更に蓄積させることである。また、低下させるとは、供給先へとそのエネルギーを供給させることである。

30

【0038】

なお、エネルギー機器が、「前記蓄電量と前記蓄熱量とのそれぞれ（のエネルギー蓄積量）を蓄積もしくは供給させる」とは、増加分を更に蓄積させて、そのエネルギー蓄積量を増加させ、又は、供給先に供給を行わせて、そのエネルギー蓄積量を低下させることをいう。つまり、エネルギー機器が、それぞれのエネルギー蓄積量を変化させることをいう。

【0039】

そして、制御パラメータが、需給計画部により計算され、蓄電量及び蓄熱量に対応付けて制御テーブルにより記憶され、2つのエネルギー蓄積量の制御に用いられる。

【0040】

なお、需要予測部は、需要予測データ以外の他のデータから需要予測データを算出する演算を行うことにより、その演算の演算結果として需要予測データを取得してもよいし、需要予測部の外部（例えば、本需給制御装置の外部）から当該需要予測部に需要予測データを入力することにより、外部から当該需要予測部に需要予測データを取得してもよい。

40

【0041】

より具体的には、前記エネルギー機器（エネルギー機器102x等）は、当該蓄電部の前記蓄電量を増加させる充電を当該蓄電部に行う前記蓄電部（蓄電システム102）と、前記蓄熱部の蓄熱量を増加させる熱を発生させるヒートポンプ（ヒートポンプ104）や、燃料電池（燃料電池103）などの、熱源機とを含んでもよい。

【0042】

50

そして、前記制御パラメータは、前記充電の充電量を特定する第1の制御パラメータ(図7の第4列)と、熱源機が前記ヒートポンプの場合には前記ヒートポンプにより用いられる電力量を特定する第2の制御パラメータ(第5列)とを含んでもよい。

【0043】

そして、前記需要予測部は、前記建物における電力と熱とのそれぞれの需要を特定する需要予測データを取得し、前記需給計画部は、前記需要予測部により取得された前記需要予測データから、前記蓄電量と前記蓄熱量とに対応する、第1および第2の2つの前記制御パラメータ(図7の第4列、第5列)を生成してもよい。

【0044】

そして、前記制御テーブルは、前記蓄電量(第2列)と、前記蓄熱量(第3列)と、当該蓄電量および当該蓄熱量に対応する2つの前記制御パラメータ(第4列、第5列)との対応関係(図7の各行)を記憶してもよい。

10

【0045】

そして、当該需給制御装置は、現在の前記蓄電量および前記蓄熱量に対して、前記制御テーブルに記憶された前記対応関係が対応付ける第1の前記制御パラメータ(第4列)により示される充電量で、前記蓄電部に充電を行わせ、対応付ける第2の前記制御パラメータ(第4列)により示される電力量の電力で、熱の発生を前記ヒートポンプに行わせる需給制御部(需給制御部204)を備えてもよい。

【0046】

なお、第2の制御パラメータは、前記熱源機により熱の発生に用いられる電力量を特定する。

20

【0047】

具体的には、前記熱源機は、ヒートポンプおよび燃料電池のうち的一方でもよい。

【0048】

そして、第2の制御パラメータは、ヒートポンプによって用いられることにより、熱が発生する電力量を特定する第3の制御パラメータ(図3の第7列)と、燃料電池によって用いられることにより、熱が発生する電力量を特定する第4の制御パラメータ(図3の第6列)とのうちの、その一方の機器に対応する方の制御パラメータであってもよい。

【0049】

また、前記熱源機は、ヒートポンプと、燃料電池の両方を含み、前記第2の制御パラメータは、前記第3の制御パラメータおよび前記第4の制御パラメータの両方を含んだ全体であってもよい。

30

【0050】

そして、前記需給計画部は、複数の時刻(図7の第1列)のそれぞれについて、その時刻における、第1および第2の2つの前記制御パラメータ(第4列、第5列)を生成してもよい。

【0051】

そして、前記制御テーブルは、前記複数の時刻のそれぞれについて、その時刻(第1列)と、その時刻における、第1および第2の2つの前記制御パラメータ(第4列、第5列)との対応関係(図7の各行)を記憶してもよい。

40

【0052】

そして、前記需給制御部は、第1および第2の2つの前記制御パラメータ(第4列、第5列)を、2つの当該制御パラメータに対して、記憶された当該対応関係が対応付ける時刻(第1列)に用いてもよい。

【0053】

なお、対応付ける時刻に用いるとは、対応付ける時刻と厳密に同一の時刻に用いることでもよいし、対応付ける時刻の近傍の時刻で用いることでもよい。

【0054】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0055】

50

(実施の形態1)

図1は、実施の形態1におけるエネルギー供給システムの構成例を示している。

【0056】

本エネルギー供給システムは、住宅或いはオフィスビルなどの建物に設置される。そして、電力で動作する機器(電力負荷)に電力が供給され、給湯器などの温水を使用する機器(給湯負荷)および温水の熱により暖房を行う機器(暖房負荷)に、電力および温水の2つのエネルギーが供給される。

【0057】

図1のエネルギー供給システムは、太陽光発電システム101、蓄電システム(蓄電池システム)102、燃料電池103、ヒートポンプ104、および、貯湯槽105を備える。また、本エネルギー供給システムは、分電盤120、電力メータ121、ガスメータ122、および、水道メータ123を備える。さらに、本エネルギー供給システムは、これらを効率的に動作させるため需給制御装置100を備える。

10

【0058】

太陽光発電システム101は、太陽光のエネルギーを、直接的に電気エネルギーに変換することで発電するシステムである。発電した電力は、分電盤120へ供給される。なお、太陽光発電システム101の発電量は、太陽から照射される光エネルギーで決まり、需給制御装置100からは制御できない。

【0059】

なお、太陽光発電システム101は、図1には示していないが、例えば、建物の屋根に設置される太陽電池パネル、および、太陽電池の直流電力を交流電力に変換するパワーコンディショナにより構成される。

20

【0060】

蓄電システム102は、太陽光発電システム101の電力が建物の需要を上回る場合などに充電し、建物の電力が不足している時に放電する。

【0061】

なお、図1の蓄電システム102は、分電盤120に接続されており、太陽光発電システム101の電力を充電できるだけでなく、燃料電池103で発電された電力、又は、電力会社から建物に供給される電力も充電できる。

【0062】

なお、蓄電システム102も、一般的な蓄電システムであってもよい。一般に、蓄電システム(蓄電システム102)の接続先とその形態には、太陽光発電システム(太陽光発電システム101)のパワーコンディショナ(先述)に、直流で接続する方法と、分電盤(分電盤120)に交流で接続する方法とが考えられる。

30

【0063】

なお、パワーコンディショナおよび分電盤(分電盤120)のどちらに接続する場合でも、電気を蓄える手段には、鉛蓄電池やリチウムイオン電池などの二次電池が用いられる。二次電池の充放電電流は直流であるため、分電盤(分電盤120)に接続する場合には、双方向インバータのような直流と交流とを相互に変換する手段が加えて必要である。

【0064】

燃料電池103は、ガス会社から供給される都市ガスを燃料として、電力および温水を供給する。燃料電池103が発電した電力は、太陽光発電システム101による電力と同様に、分電盤120へ供給される。貯湯槽105からは、低温の水が、燃料電池103の熱交換器に供給される。燃料電池103は、発電を行うとともに、その発電で発生する熱を熱交換器で回収することにより温水を生成する。そして、燃料電池103は、生成した温水を貯湯槽105に送り返す。

40

【0065】

なお、用いられる電解質材料などにより、燃料電池103の運転温度が異なるため、貯湯槽105に送り返す水温も燃料電池103の方式により異なる。一般住宅への普及が見込まれている固体高分子形燃料電池の動作温度は、80~100で、生成される温水は

50

60～70 が一般的である。また、常温状態からの発電開始には、加熱のためのエネルギー投入および起動時間が必要である。

【0066】

ヒートポンプ104は、冷媒の膨脹時の吸熱現象で、低温の熱源である大気から熱を吸収し、圧縮時の発熱現象で、温水を生成する。図1に示すように、ヒートポンプ104は、分電盤120に接続される。これは、ヒートポンプ104で熱が生成される場合、冷媒の圧縮に電気を使用するためである。貯湯槽105からは、燃料電池103と同様に、低温の水が、ヒートポンプ104の圧縮側の熱交換器に供給される。そして、ヒートポンプ104は、圧縮時の発熱の熱を回収して温水を生成し、生成した温水を貯湯槽105に送り返す。

10

【0067】

貯湯槽105は、燃料電池103およびヒートポンプ104で生成した温水を一旦蓄える。そして、貯湯槽105は、住宅の給湯負荷又は暖房負荷が必要とするときに、蓄えた温水を供給する。貯湯槽105は、燃料電池103およびヒートポンプ104から供給された熱量を測定する一次側熱量計131と、給湯負荷および暖房負荷へ供給した熱量を測定する二次側熱量計132とを備える。

【0068】

なお、貯湯槽105は、温水を蓄える蓄熱タンクを備えるが、この蓄熱タンクから放熱ロスが生じるため、一次側熱量計131および二次側熱量計132の計測熱量の差分が、蓄熱量に一致しない。図示していないが、貯湯槽105には、温水を蓄える蓄熱タンクの1箇所もしくは複数箇所温度センサが取り付けられ、貯湯槽105は、それらの1以上温度センサからの情報に基づいて実際の蓄熱量を推定する。

20

【0069】

なお、設置スペースに制約があることが多い住宅用の貯湯槽では、蓄熱タンクには、水の温度による比重の差を用いて低温の水と高温の水とを成層して蓄える温度成層型が多く用いられる。

【0070】

なお、この場合、燃料電池103およびヒートポンプ104には、タンク下部の低温の水が供給され（一次側送水）、燃料電池103およびヒートポンプ104から戻された温水（一次側温水もしくは一次側復水）が、タンク上部に格納される。

30

【0071】

一次側熱量計131が計測する熱量は、一次側送水の熱量を0とした、一次側復水の熱量である。そのため、一次側熱量計131は、一般に、一次側送水の水温を測る水温計、一次側復水の水温を測る水温計と、これらの流量を測る流量計、および、測定値から熱量を計算する演算手段など、複数の手段から構成される。

【0072】

給湯負荷には、タンク上部の温水が供給（二次側温水もしくは二次側送水）され、同量の水道水（市水）がタンク下部に補給される。

【0073】

暖房負荷は、温水の熱のみを必要とするため、その熱交換器に、タンク上部の温水が供給（二次側温水もしくは二次側送水）され、その熱交換器で放熱して低温になった水（二次側復水）が、タンク下部に戻される。

40

【0074】

二次側熱量計132が計測する熱量は、市水もしくは二次側復水の熱量を0とした二次側送水の熱量である。

【0075】

分電盤120は、電気を安全に使用するために必要なブレーカを有する。電力負荷には、この分電盤120から電力が供給される。また、分電盤120は、電力センサ133を備えている。電力センサ133は、需給制御装置100から制御できない、電力負荷の消費電力と、太陽光発電システム101の発電量とを各々測定する。

50

【 0 0 7 6 】

なお、需給制御装置 1 0 0 は、後述するように、電力負荷の消費電力から太陽光発電システム 1 0 1 の発電量を差し引いた値を電力需要として予測してもよい。需給計画に用いる必要がある予測データは、本実施例の場合、太陽光発電システム 1 0 1 の発電量で賄いきれない電力需要量、又は、余剰電力量のみでよいためである。したがって、電力負荷による消費電力と、太陽光発電システム 1 0 1 の発電量との差分のみが測定されてもよい。

【 0 0 7 7 】

電力メータ 1 2 1、ガスメータ 1 2 2、および、水道メータ 1 2 3 は、電力会社、ガス会社、および、水道局から購入する電力、都市ガス、および、水道水の量をそれぞれ計測する。

10

【 0 0 7 8 】

ここで、計測された値に、単価もしくはCO₂排出係数などを乗算して積算したものが、建物の運転コスト(経済コスト、環境コスト)となる。この運転コストの低減が、需給制御装置 1 0 0 の主要な目的となる。

【 0 0 7 9 】

需給制御装置 1 0 0 は、分電盤 1 2 0 の電力センサ 1 3 3 と、貯湯槽 1 0 5 の二次側熱量計 1 3 2 とから取得した過去の需要データを用いて、現在時刻以降の電力および温水との2つのエネルギーのそれぞれに対する需要を予測する。なお、電力に関しては、太陽光発電システム 1 0 1 による発電量を差し引いて予測する。

20

【 0 0 8 0 】

また、需給制御装置 1 0 0 は、電力メータ 1 2 1 から、電力価格が動的に変動する場合などに、その電力価格などを取得する。

【 0 0 8 1 】

また、需給制御装置 1 0 0 は、蓄電システム 1 0 2 および貯湯槽 1 0 5 の各々から、電気および温水のエネルギー蓄積量を取得し、燃料電池 1 0 3 から燃料電池 1 0 3 の起動状態を取得する。

【 0 0 8 2 】

需給制御装置 1 0 0 は、取得したこれらの情報を用いて、蓄電システム 1 0 2、燃料電池 1 0 3、および、ヒートポンプ 1 0 4 に対して、その発電量や消費電力もしくは起動/停止などを定期的に制御する。

30

【 0 0 8 3 】

図 2 は、需給制御装置 1 0 0 の構成を示す図である。

【 0 0 8 4 】

需給制御装置 1 0 0 は、需給計画部 2 0 0、需要予測部 2 0 1、システムモデル入力部 2 0 2、制御テーブル 2 0 3 および需給制御部 2 0 4 を備える。

【 0 0 8 5 】

なお、需給制御装置 1 0 0 の全部又は一部は、例えば、CPU、RAM、ROMなどを備えるコンピュータである。そして、需給計画部 2 0 0 等のそれぞれは、このコンピュータによりプログラムが実行されることによって、需給制御装置 1 0 0 に実現される機能の機能ブロックであると理解されてもよい。

40

【 0 0 8 6 】

需要予測部 2 0 1 は、取得した過去の需要データを用いて、現在時刻 t から一定時間先の時刻 T までのそれぞれの時刻のエネルギー需要を、供給しているエネルギーごとに予測する(図 1 1 の S 1 1)。そして、需要予測部 2 0 1 は、予測されたエネルギー需要を、需給計画部 2 0 0 に入力する。

【 0 0 8 7 】

予測の手法にはいろいろあるが、特許文献 2 には、回帰モデルによる手法が開示されている。つまり、需要予測部 2 0 1 は、例えば、回帰モデルを用いた需要予測の演算方法により、エネルギー需要を特定(算出など)してもよい。

【 0 0 8 8 】

50

なお、需要予測部 201 は、その他の方法により、エネルギー需要を特定してもよい。その他の方法としては、公知の方法又はありふれた方法など、当業者が容易に思い付く方法などでもよいし、更なる改良発明が適用された方法などでもよい。例えば、算出されるエネルギー需要の日の前日における、エネルギー（電力等）の消費量が特定されてもよい。そして、特定された、前日の消費量と同じ消費量の需要が、算出がされる日のエネルギー需要として特定されてもよい。

【0089】

システムモデル入力部 202 は、エネルギー供給システムの振る舞いを表現したシステム関数と、運転コストを計算するコスト関数とをそれぞれ生成して、生成されたシステム関数およびコスト関数を各々需給計画部 200 へ入力する（図 11 の S12）。なお、システムモデル入力部 202 は、システム関数等を需給計画部 200 に入力するのに先立ち、予め、これらシステム関数等をシステムモデル入力部 202 に保持しておいてもよい。なお、システム関数およびコスト関数の詳細については後述する。

10

【0090】

需給計画部 200 は、需要予測部 201 により当該需給計画部 200 に入力された需要予測、および、システムモデル入力部 202 により当該需給計画部 200 に入力されたシステム関数を用いる。

【0091】

そして、需給計画部 200 は、これら需要予測およびシステム関数を用いて、本エネルギー供給システムの動作をシミュレーションする。具体的には、需給計画部 200 は、システムモデル入力部 202 から当該需給計画部 200 に入力されたコスト関数の値が最小となるように、各機器の制御パラメータを、一定期間先まで計算する。

20

【0092】

そして、需給計画部 200 は、計算された制御パラメータを、制御テーブル 203 に格納する（図 11 の S13）。なお、需給計画部 200 の原理および動作の詳細については、後述する。

【0093】

制御テーブル 203 は、需給計画部 200 が計算した結果を保持する（図 11 の S14）。

【0094】

各機器に設定すべき制御パラメータは、時刻（図 3 の第 1 列）と、その時刻の時点でのエネルギーの蓄積量（第 2 列の蓄電量、第 3 列の蓄熱量）と、機器の起動状態（第 4 列）とに依存する。

30

【0095】

そこで、時刻とエネルギーの蓄積量と、機器の起動状態とを離散化し、これらの組をインデックスとして、インデックスに対応した制御パラメータを制御テーブル 203 として記憶する。

【0096】

図 3 は、制御テーブル 203 の例を示す。

【0097】

需給制御部 204 は、制御テーブル 203 に格納されている時刻ステップ、もしくは、それよりも短い時刻ステップで、各機器から、エネルギーの蓄積量（第 2 列、第 3 列）と、起動状態（第 4 列）とを取得する。そして、需給制御部 204 は、制御テーブル 203 を参照し、現在時刻および取得した情報に基づいて、設定すべき制御パラメータを特定する。

40

【0098】

特定した制御パラメータが、各機器に現在設定されている値と異なる場合には、新たな制御パラメータとして、特定された制御パラメータを各機器に設定する（図 11 の S15）。

【0099】

50

適切な制御パラメータは、時刻と、エネルギーの蓄積量と、機器の起動状態とに依存する。しかし、需給計画時の時刻ステップ内の2つの時刻間での時間的な誤差は、十分に小さく、無視しても差し支えない。そこで、需給計画時の時刻ステップよりも短い周期で、エネルギーの蓄積量と、機器の起動状態と、制御テーブル203とを参照して、制御パラメータを更新することで、需給計画時の時刻ステップのステップ(ステップの幅)を大きくすることが考えられる。つまり、参照および更新が短い周期でされれば、需給計画でのステップの幅を大きくして、需給計画での計算量を削減しようとした場合にも、計算量の削減による、運転コストへの影響を小さくすることができる。

【0100】

すなわち、需給計画時の時刻ステップ内における、一の時刻における適切な制御パラメータのみが格納され、その時刻ステップ内における他の時刻でも、その制御パラメータが用いられる。これにより、演算処理量を軽減できる。他方、需給計画時の時刻ステップの幅は十分に小さい。このため、一の時刻での適切な制御パラメータは、他の時刻での適切な制御パラメータに対する差が小さく、他の時刻での適切な制御パラメータと実質的に同一とみなせる。このため、他の時刻でも、適切とみなせる制御パラメータが利用され、運転コストの低下が回避されるなどして、高い性能が維持できる。これにより、高い性能の維持と、処理の簡単さとを両立できる。

【0101】

図4は、実施の形態1の処理のシーケンス図である。

【0102】

S_h1では、消費電力、消費熱量の情報の送信が行われ、S_j1では、需給制御装置100が、送信された情報を受信する。S_j2では、需給制御装置100が、受信された情報から、需要予測データを生成する。S_j3では、需給制御装置100が、生成された需要予測データに基づいて、制御パラメータを生成する。S_j4では、需給制御装置100が、生成された制御パラメータを、制御テーブル203に記憶する。S_j5では、需給制御装置100が、記憶された制御パラメータを送信して、その制御パラメータによる制御を行う。S_i1では、行われる制御に基づいた動作が、制御を受けるヒートポンプ104等により行われる。

【0103】

次に、システムモデル入力部202で生成されるもしくは保持されるシステム関数およびコスト関数について説明する。

【0104】

なお、数式での表記を簡単にするため、エネルギー供給システムにおいて、エネルギーを蓄積する機器と、起動にエネルギーが必要な機器(図1では蓄電システム102、貯湯槽105、燃料電池103のN=3)を、機器n(1 ≤ n ≤ N)と表記する。

【0105】

そして、需給制御装置100から制御可能な機器(図1では蓄電システム102、燃料電池103、ヒートポンプ104のM=3)を、機器m(1 ≤ m ≤ M)で表記する。なお、システム関数およびコスト関数のそれぞれは、離散時間での関数である。

【0106】

システム関数は、エネルギー供給システムの振る舞いを表現する関数である。

【0107】

具体的には、システム関数は、ある時刻tの時刻ステップ開始時点における、エネルギー蓄積量、および、起動にエネルギーが必要な機器の起動状態と(s_t)、各機器へ与える制御パラメータと(u_t)、時刻tにおける需要予測値と($x_{o,t}$)から、時刻ステップの終了時(すなわち時刻t+1の時刻ステップの開始時点)の、エネルギー蓄積量や起動状態(つまり s_{t+1})を計算する関係式(下記の数1におけるF)の関数である。

【0108】

なお、例えば、システムモデル入力部202は、エネルギー供給システムの構成、および、構成に含まれる機器の動作モデルから、システム関数Fを求める。また、実際に稼働

10

20

30

40

50

させたデータから学習してシステム関数 F を求めてもよいし、予め保持していてもよい。

【0109】

なお、以降での表記を簡単にするため、システム関数 F を、下記の方程式で表記するが、需給計画部 200 に入力するのは、 $F(\cdot)$ を計算するサブルーティンなどであってもよい。

【0110】

【数1】

$$s_{t+1} = F(s_t, u_t, x_{0,t}, t) \quad (\text{数1})$$

10

【0111】

ここで、ベクトル s_t (s_{t+1}) は、エネルギーを蓄積もしくは起動にエネルギーが必要な機器 n ($1 \leq n \leq N$) における、離散時刻 t ($t+1$) の時刻ステップ開始時点における、エネルギー蓄積量もしくは起動状態の値 $s_{n,t}$ ($s_{n,t+1}$) を要素とする。

【0112】

つまり、時刻 i ($= t, t+1$) における、機器 n の状態 (蓄電量、蓄熱量、起動/停止) が、値 $s_{n,i}$ により示される。

【0113】

そして、ベクトル s_t により、エネルギー供給システムにおける、 N 個の機器 n (機器 1、機器 2、... 機器 N) の全体の状態が示される ($1 \leq n \leq N$)。

20

【0114】

【数2】

$$s_t = (s_{1,t} \quad s_{2,t} \quad \cdots \quad s_{N,t}) \quad (\text{数2})$$

【0115】

ベクトル u_t は、需給制御装置 100 から制御可能な機器 m ($1 \leq m \leq M$) の、時刻 t における制御パラメータ $u_{m,t}$ を要素とする。

【0116】

【数3】

$$u_t = (u_{1,t} \quad u_{2,t} \quad \cdots \quad u_{M,t}) \quad (\text{数3})$$

30

【0117】

ベクトル $x_{0,t}$ は、時刻 t における、各供給エネルギーに対する、需要予測部 201 に得られた需要予測値を要素とする。したがって、需要予測部 201 が需給計画部 200 に入力する予測データの全体は、それぞれの時刻での当該ベクトルを含んでいるので、下記のベクトル系列 (数4) で表記する。

【0118】

【数4】

$$x_{0,t}, x_{0,t+1}, \cdots, x_{0,T} \quad (\text{数4})$$

40

【0119】

コスト関数は、ある時刻 t の時刻ステップ開始時点での、エネルギー蓄積量および起動状態と (s_t)、各機器へ与える制御パラメータと (u_t)、時刻 t におけるエネルギー需要の予測値と ($x_{0,t}$) から、その時刻ステップにおける運転コストを計算する関数 (下記の数5における PC) である。

【0120】

システムモデル入力部 202 は、コスト関数 PC を、エネルギー供給システムの構成、

50

および、その構成に含まれる機器のエネルギー消費モデル、および、電力会社やガス会社の料金表を用いて求める。コスト関数は、下記の記号PCで表記するが、システムモデル入力部202が需給計画部200に入力するのは、 $PC(\cdot)$ を計算するサブルーティンであってよい。

【0121】

【数5】

$$PC(s_t, u_t, x_{0,t}, t) \quad (\text{数5})$$

【0122】

10

なお、コスト関数が計算する運転コストは、経済的なコストではなく、環境的なコストでもよい。この場合には、料金表ではなく、CO₂の排出係数などを用いる。また、満充電に近い場合に更に充電しようとした場合には、それによる電池の寿命劣化分を、運転コストに加えてもよい。

【0123】

なお、システム関数、コスト関数のパラメータの設定の仕方については、例えば、以下の通りである。

【0124】

ここで、時刻tにおける蓄電システム102の蓄電量を $s_{1,t}$ とする。そして、貯湯槽105の蓄熱量を、 $s_{2,t}$ とする。そして、蓄電池システムに与える制御パラメータ(単位時間あたりの充電量で、負の場合には、放電を意味する)を、 $u_{1,t}$ とする。そして、燃料電池に与える制御パラメータ(単位時間あたりの発電量)を $u_{2,t}$ とする。そして、ヒートポンプに与える制御パラメータ(単位時間あたりの消費電力量)を $u_{3,t}$ とする。そして、太陽光発電システム101の発電量を差し引いた電気の需要予測を $x_{0,t}^{elec}$ とする。そして、熱の需要予測を、 $x_{0,t}^{heat}$ とする。そうすると、数1は、以下のよう

20

に記述することができる。

【0125】

【数6】

$$s_{1,t+1} = s_{1,t} + u_{1,t}$$

30

$$s_{2,t+1} = s_{2,t} + R \cdot u_{2,t} + C \cdot u_{3,t} - x_{0,t}^{heat} \quad (\text{数6})$$

【0126】

なお、Rは、燃料電池の熱電比(単位時間あたりの熱回収量を発電量で割ったもの)、Cは、ヒートポンプのCOP(Coefficient Of Performance)とし、簡単のために、何れも定数とし、各機器の起動時間・起動ロスも、無視できるとしている。

【0127】

40

また、数5は以下のように記述することができる。

【0128】

【数7】

$$PC(s_t, u_t, x_{0,t}, t) = (u_{1,t} + x_{0,t}^{elec}) \cdot L + u_{2,t} \cdot M \quad (\text{数7})$$

【0129】

なお、Lは、電力価格、Mは、太陽電池の発電コスト(ガス価格を発電効率で割ったもの)とし、簡単のために定数と仮定している。

【0130】

50

なお、設定されるパラメータは、例えば、上述の仕方では設定されたパラメータではなく、上述の仕方による方法以外の他の方法で設定されたパラメータなどでもよい。

【 0 1 3 1 】

つまり、他の方法は、例えば、公知の方法、ありふれた方法などの、当業者が容易に思い付く方法などでもよいし、改良発明が適用された方法などでもよい。

【 0 1 3 2 】

次に、実施の形態 1 における需給計画の原理について説明する。まず、時刻 t のエネルギーの蓄積量と、機器の起動状態をベクトル s_t とした場合、時刻 t から時刻 T ($t < T$) までに発生するコストの最小値 $TC(t, s_t)$ は下記で表現される。

【 0 1 3 3 】

【 数 8 】

$$TC(t, s_t) = \min_{u_t, u_{t+1}, \dots, u_T} \sum_{i=t}^T PC(s_i, u_i, x_{0,i}, i) \quad (\text{数 8})$$

【 0 1 3 4 】

上記の式は、ベルマンの最適性の原理から、以下のように漸化式に変形できる。この漸化式を用いることで、需給計画部 200 は、制御テーブル 203 を生成することができる。

【 0 1 3 5 】

【 数 9 】

$$\begin{aligned} TC(t, s_t) &= \min_{u_t} \left\{ PC(s_t, u_t, x_{0,t}, t) + \min_{u_{t+1}, \dots, u_T} \sum_{i=t+1}^T PC(s_i, u_i, x_{0,i}, i) \right\} \\ &= \min_{u_t} \left\{ PC(s_t, u_t, x_{0,t}, t) + TC(t+1, s_{t+1}) \right\} \\ &= \min_{u_t} \left\{ PC(s_t, u_t, x_{0,t}, t) + TC(t+1, F(s_t, u_t, x_{0,t}, t)) \right\} \end{aligned} \quad (\text{数 9})$$

【 0 1 3 6 】

需給計画部 200 の動作を説明する。需給計画部 200 は、メモリ上に、 TC のテーブルを用意し、 $TC(T+1, s_{T+1})$ を 0 に初期化する。その後、上記の漸化式を用いて、時刻 T から $T-1$ 、 $T-2$ 、 \dots 、 $t+1$ 、 t まで、 $TC(\cdot)$ を計算する。

【 0 1 3 7 】

また、制御テーブル 203 を $U(t, s_t)$ で表すとして、需給計画部 200 は、 $TC(\cdot)$ の計算と同時に、下記の値を、制御テーブル 203 に設定する (図 12 の S21、S22、S23: Yes)。

【 0 1 3 8 】

【 数 10 】

$$U(t, s_t) = \arg \min_{u_t} \left\{ PC(s_t, u_t, x_{0,t}, t) + TC(t+1, F(s_t, u_t, x_{0,t}, t)) \right\} \quad (\text{数 10})$$

【 0 1 3 9 】

なお、ここで、数 9 における右辺の \min_{u_t} の記号は、記号右側 (中括弧の中) を最小にする u_t を与えた場合のその最小値を表す。

【 0 1 4 0 】

また、数 10 の右辺の $\arg \min_{u_t}$ は、その最小値を与える u_t の値を表す。

10

20

30

40

50

【0141】

なお、計算結果を $TC(T+1, s_t)$ 、 $U(T+1, s_t)$ の配列に格納するには、ベクトル s_t の値は離散化する必要がある。ベクトル s_t の要素を均等に分割してもよいし、タイルコーディングなどの、多次元のベクトル空間を効率的に離散化する手法を用いてもよい。また、 $F(\cdot)$ 、 $PC(\cdot)$ が、線形モデル、もしくは、凸な関数で与えられない場合には、制御パラメータ u_t も離散化して、その組合わせで計算する。また、初期化する $TC(T+1, s_{T+1})$ の値を 0 とせず、時刻 T の時刻ステップ終了時点で蓄積しているエネルギーおよび起動状態の価値（小さい値が高価値）の見積りを設定してもよい。

【0142】

（実施の形態 2）

図 5 に、実施の形態 2 におけるエネルギー供給システムの構成例を示す。実施の形態 2 のエネルギー供給システムは、図 1 には存在した燃料電池 103 が存在しないことが、実施の形態 1 と異なる。ここでは、エネルギー機器 102 y は、蓄電システム 102 とヒートポンプ 104 とで構成されるものとする。

【0143】

実施の形態 1 では、蓄電量、蓄熱量、および、燃料電池の起動状態の 3 次元のベクトル（図 3 の第 2 ~ 第 4 列参照）であったベクトル s_t は、実施の形態 2 では、燃料電池が存在しないことにより、蓄電量および蓄熱量の 2 次元のベクトル（図 7 の第 2 ~ 第 3 列参照）となる。

【0144】

この場合、2 次元のベクトルの軌跡は、図示することが容易である。そこで、横軸に蓄電量、縦軸に蓄熱量とした、実施の形態 2 におけるベクトル s_t の軌跡を図 6 に示す。

【0145】

図 6 は、5 人家族の、ある日本家庭における、3 月に実測した需要（電力需要 9.5 kWh/日、給湯需要 43 MJ/日）に基づいて、図 5 のエネルギー供給システムが供給した場合の、3 日の蓄電量および蓄熱量の推移を、計算機によりシミュレーションした結果を示す。

【0146】

なお、3 月は、暖房期および冷房期の間の中間期であり、冷暖房機器を殆ど必要としない時期である。

【0147】

なお、太陽光発電システムは 4 kW 級（1 日平均の発電量は約 $4 \text{ kW} \times 12\% \times 24 \text{ h} = 11.52 \text{ kWh}$ ）、蓄電池システムの容量は 5 kWh、貯湯槽の容量は 55 MJ 相当（放熱口は 15 分当たり 0.1%）、ヒートポンプの効率 COP (Coefficient Of Performance) は 4.8 である。

【0148】

この 3 日間では、いずれの日においても、太陽光発電システム 101 で発生した余剰電力は、午前中には蓄電システム 102 で蓄電され、午後からは、ヒートポンプ 104 で温水に変えられ、貯湯槽 105 で蓄熱されている。

【0149】

そして、日暮れ後には、太陽光発電システム 101 の電力で蓄えた電気および温水が、団欒時の電力および、入浴時の給湯に利用されている。

【0150】

なお、太陽光発電システム 101 で発生した余剰電力を、蓄電システム 102 が先に蓄電し、後から蓄熱しているため、夜の大きな給湯需要までに発生する放熱ロスも最小に抑えられている。

【0151】

一方で、従来技術では、太陽光発電システム 101 の余剰電力は、蓄電システム 102 で蓄電され、ヒートポンプ 104 は、深夜電力などで稼働して、蓄熱することしかできなかった。

10

20

30

40

50

【 0 1 5 2 】

図 6 では、太陽光発電システム 1 0 1 の余剰電力が、蓄電および蓄熱に最適に配分されており、本発明により、その目的を達成し得ることが示されている。

【 0 1 5 3 】

図 7 は、図 5 のエネルギー需給システム（実施の形態 2）における制御テーブル 2 0 3 の例を示す図である。

【 0 1 5 4 】

なお、図 8 のように、機器ごとに複数のテーブル（テーブル 2 0 3 a、テーブル 2 0 3 b）に分割してもよい。

【 0 1 5 5 】

従来の動的計画法を用いた手法では、図 9 の（ a ）欄の様に、通常的时间方向のシミュレーションを行って、発生した運用コストを積み上げる。次に、時間とは逆向きに、運用コストが最小になるパスをたどって、運転計画を確定（バックトラック）する。そのため、図 9 の（ b ）欄のように、確定された運転計画と、現在時刻における、エネルギーの蓄積量とが異なった場合には、再度、その時点の蓄積量から開始して、運転計画をやり直す必要がある。

【 0 1 5 6 】

本需給制御装置の手法では、数 9 に基づき、図 1 0 の（ a ）欄のように、逆向きに時間を進めながら、シミュレーションを行うことで、現在時刻以降に発生する運用コストを積み上げる。

【 0 1 5 7 】

同時に、数 1 0 に基づき、現在時刻以降に発生する運用コストが最小になる制御パラメータを、各時点、および、各エネルギーの蓄積量（および機器の運転状態）ごとに、制御テーブル 2 0 3 に格納する。

【 0 1 5 8 】

ここで、従来手法のバックトラックに相当する処理は、実時間で行う。このため、計画時と、実際の需要とが異なった場合などにおいても、コストの積み上げ計算をやり直す必要はなく、現在の蓄積量などに基づき、制御テーブル 2 0 3 を参照すればよい。

【 0 1 5 9 】

すなわち、需給制御装置 1 0 0 は、エネルギー供給システムに設けられる。

【 0 1 6 0 】

このエネルギー供給システムは、建物において発生する余剰電力を発電する太陽光発電システム 1 0 1 と、発生した前記余剰電力（の一部）を蓄電する蓄電システム 1 0 2 と、電力を用いて、貯湯槽 1 0 5 に蓄熱される熱を発生させる熱源機（燃料電池 1 0 3、ヒートポンプ 1 0 4）とを備える。

【 0 1 6 1 】

なお、このエネルギー供給システムは、例えば、H E M S（Home Energy Management System）におけるシステムである。ここで、H E M S は、現在、技術開発が進められているシステムである。需給制御装置 1 0 0 は、H E M S の制御装置の全部又は一部などであってもよい。

【 0 1 6 2 】

しかし、余剰電力のエネルギーを蓄電により蓄えると、充放電時の電力ロス、蓄電システム 1 0 2 の劣化、蓄電システム 1 0 2 の蓄電の限界量による蓄電の失敗などの弊害が生じる恐れがある。

【 0 1 6 3 】

そこで、需給制御装置 1 0 0 は、需給計画部 2 0 0（図 2）と、需給制御部 2 0 4 とを備える。これにより、需給計画部 2 0 0 が、余剰電力が発生する場合において、発生した余剰電力を、蓄電システム 1 0 2 に蓄電させるのではなく、熱源機に供給させて、供給された余剰電力を熱源機に用いさせる制御パラメータ（図 7 の第 5 列参照）を生成する。そして、需給制御部 2 0 4 が、生成されたこの制御パラメータを用いることにより、余剰電力

10

20

30

40

50

を熱源機に用いさせる。

【0164】

これにより、余剰電力の蓄電が回避され、余剰電力が蓄電に用いられることによる、電力のロスなどの、上記の各種弊害が回避できる。

【0165】

より具体的には、需給計画部200は、蓄電システム102による蓄電量(図7の第2列)と、貯湯槽105による蓄熱量(第3列)とに対応した電力量の余剰電力(第5列)を特定し、特定された(電力量の)余剰電力を前記熱源機に供給させる前記制御パラメータを生成してもよい。

【0166】

そして、需給制御部204は、制御テーブル203により記憶された、蓄電量および蓄熱量と、その蓄電量および蓄熱量に対応した制御パラメータとの対応関係(図7の各行)に基づいた動作をしてもよい。つまり、当該対応関係に基づいて、現在の蓄電量および蓄熱量に対して、記憶された当該対応関係が対応させる制御パラメータを用いてもよい。

【0167】

更に具体的には、例えば、需給計画部200は、より多い蓄電量(図7の第2列)に対応する制御パラメータ(第5列)として、より大きい余剰電力を熱源機に供給させる制御パラメータを生成してもよい。つまり、これにより、蓄電量が多いほど、より多くの余剰電力が、発熱に用いられてもよい。これにより、蓄電量が多く、十分である場合には、より多くの発熱がされて、十分な蓄電量と十分な蓄熱量とが、確実に両立できる。

【0168】

また、需給計画部200は、より多い蓄熱量(第3列)に対応する制御パラメータ(第5列)として、より小さい余剰電力を熱源機に供給させる制御パラメータを生成してもよい。つまり、これにより、蓄熱量が多いほど、より少ない余剰電力が、発熱に用いられてもよい。これにより、蓄熱量が多く、十分である場合には、より多く蓄電がされて、十分な蓄熱量と、十分な蓄電量とが、より確実に両立できる。

【0169】

そして、より具体的には、需給計画部200は、複数の時刻(図7の第1列)のそれぞれについて、その時刻における制御パラメータ(第5列)を生成してもよい。そして、制御テーブル203は、それぞれの時刻について、その時刻と、その時刻の制御パラメータとの対応関係を記憶してもよい。そして、需給制御部204は、記憶された当該対応関係が、制御パラメータに対応付ける時刻において、その制御パラメータを用いてもよい。

【0170】

また、需給計画部200は、より具体的には、次の動作をしてもよい。

【0171】

つまり、その動作は、制御パラメータ(図7の第5列)に対応する時刻(第1列)、つまり、余剰電力が発生する時刻が、その余剰電力を用いて発生する熱が用いられる時刻(例えば、図6における日暮れ後)の近傍ではない場合(図6における午前中の場合)に行われてもよい。

【0172】

つまり、その場合には、用いられる時刻が近傍でないその余剰電力を、熱源機に(所定量よりも多くは)用いさせない制御パラメータを生成してもよい(図6の「午前中は蓄電」のラベルを参照)。

【0173】

そして、需給計画部200は、用いられる時刻が近傍である場合には(図6における午後の場合には)、用いられる時刻が近傍である、その余剰電力を、前記熱源機に(所定量よりも多く)用いさせる制御パラメータを生成してもよい(「午後は主に蓄熱」のラベルを参照)。

【0174】

つまり、需給制御装置100は、需給計画部200と、需給制御部204とを備える。

10

20

30

40

50

需給計画部 200 は、余剰電力が発生することを特定し、特定された場合には、発生した余剰電力を、熱の発生に用いさせる第 2 の制御パラメータ（図 7 の第 5 列）を生成する。そして、需給制御部 204 は、生成された第 2 の制御パラメータを用いることにより、発生する余剰電力を、熱の発生に用いさせる。

【 0 1 7 5 】

具体的には、需給計画部 200 は、発生する余剰電力の全体の電力量のうちの、熱の発生に用いられるべき分の電力量（第 5 列）を特定し、特定される電力量だけの第 2 の余剰電力（第 5 列）を、熱の発生に用いさせる第 2 の制御パラメータ（第 5 列）を生成してもよい。なお、第 2 の余剰電力は、例えば、当該第 2 の余剰電力と、残りの電力量だけの第 1 の余剰電力（第 4 列）とを含んでなる、全体の余剰電力のうちの、特定された電力量だけの電力である。そして、需給制御部 204 は、生成された第 2 の制御パラメータを用いることにより、第 2 の余剰電力を、熱の発生に用いさせてもよい。

10

【 0 1 7 6 】

なお、需給計画部 200 は、特定した電力量を示す第 2 の制御パラメータを生成してもよい。需給制御部 204 は、全体の余剰電力の電力量のうちで、生成された第 2 の制御パラメータにより示される電力量だけの電力を、第 2 の余剰電力として、熱の発生に用いさせてもよい。

【 0 1 7 7 】

そして、需給計画部 200 は、蓄電システム 102 の蓄電量（図 7 の第 2 列）と、貯湯槽 105 の蓄熱量（第 3 列）とに対応した電力量を、第 2 の余剰電力の前記電力量（第 5 列）として特定してもよい。そして、需給制御部 204 は、現在の蓄電量および蓄熱量が、第 2 の余剰電力の電力量が特定される基礎の蓄熱量及び電力量と同一である場合に、生成された第 2 の制御パラメータ（第 5 列）を用いて、第 2 の余剰電力を、熱の発生に用いさせてもよい。

20

【 0 1 7 8 】

そして、需給制御装置 100 は、制御テーブル 203 を備えてもよい。需給計画部 200 は、余剰電力が発生する、将来の時刻（第 1 列）を特定してもよい。制御テーブル 203 は、生成された前記第 2 の制御パラメータ（第 5 列）と、時刻（第 1 列）とを記憶してもよい。例えば、記憶される時刻は、当該第 2 の制御パラメータ（第 5 列）によって熱の発生に用いられる第 2 の余剰電力が太陽光発電システム 101 で発生する時刻等である。需給制御部 204 は、第 2 の制御パラメータが、現在の時刻と同一の時刻に対応付けて記憶された制御パラメータである場合に、当該第 2 の制御パラメータを用いて、その時刻（第 1 列）に発生する第 2 の余剰電力を、熱の発生に用いさせてもよい。

30

【 0 1 7 9 】

また、制御テーブル 203 は、記憶される第 2 の制御パラメータ（第 5 列）に、当該第 2 の制御パラメータが生成された基礎の蓄電量（第 2 列）及び蓄熱量（第 3 列）を対応付けて記憶してもよい。需給制御部 204 は、現在の蓄電量及び蓄熱量が、記憶された蓄電量及び蓄熱量と同一である場合に、記憶された当該蓄電量及び蓄熱量に対応付けて記憶された第 2 の制御パラメータ（第 5 列）を用いて、第 2 の余剰電力を、熱の発生に用いさせてもよい。

40

【 0 1 8 0 】

また、需給計画部 200 は、前記第 2 の余剰電力を、熱の発生に用いさせる第 2 の前記制御パラメータ（第 5 列）と共に、第 1 の制御パラメータ（第 4 列）を生成してもよい。例えば、生成される第 1 の制御パラメータは、上述された第 1 の余剰電力を蓄電システム 102 に蓄電させる制御のための制御パラメータである。需給制御部 204 は、生成された第 1 の制御パラメータを用いることにより、第 1 の余剰電力を蓄電させてもよい。

【 0 1 8 1 】

なお、需給計画部 200 は、蓄電量および蓄熱量に対応した第 1 の制御パラメータを生成してもよい。例えば、制御テーブル 203 により、蓄電量、蓄熱量、及び時刻に対応付けて、第 1 の前記制御パラメータ及び第 2 の前記制御パラメータが記憶されてもよい。そ

50

して、需給制御部 204 により、現在の蓄電量等と同一の蓄電量等に対応付けて記憶された第 1 及び第 2 の制御パラメータがそれぞれ用いられてもよい。

【0182】

なお、需要予測部 201 は、太陽光発電システム 101 により発電される電力に対する需要を特定することにより、発電される電力のうちの、特定される需要以外の残りの電力を全体の余剰電力と特定する需要予測データを取得してもよい。需給計画部 200 は、需要予測データにより特定される、上述された、全体の余剰電力の全部又は一部（第 2 の余剰電力）を、熱の発生に用いさせる第 2 の制御パラメータを生成してもよい。

【0183】

需要予測部 201 は、将来の時刻における需要を特定する需要予測データを取得してもよい。需給計画部 200 は、取得された需要予測データにより需要が特定された時刻を、余剰電力が発生する時刻と特定することにより、その時刻における、全体の余剰電力の一部又は全部（第 2 の余剰電力）を、熱の発生に用いさせる第 2 の制御パラメータを生成してもよい。

10

【0184】

制御テーブル 203 は、需要が需要予測データにより特定された時刻を、生成された制御パラメータ（第 1 の制御パラメータ及び / 又は第 2 の制御パラメータ）に対応付けて記憶してもよい。需給制御部 204 は、現在の時刻が、記憶された、需要予測データの基礎の時刻と同一である場合に、記憶された当該時刻に対応付けて記憶された制御パラメータを用いてもよい。

20

【0185】

なお、例えば、需給計画部 200 は、第 2 の余剰電力の電力量（第 5 列）として、蓄電量（第 2 列）が、所定量よりも少ない第 1 の蓄電量である間には（図 6 の午前中）、第 1 の電力量を特定してもよい。そして、所定量よりも多い第 2 の蓄電量である間には（図 6 の午後）、第 1 の電力量よりも多い第 2 の電力量を特定してもよい。これにより、蓄電量が多いほど、より多くの電力量の余剰電力が、発熱に用いられてもよい。これにより、蓄電量が多く、十分な場合には、多くの電力が発熱に用いられ、より確実に、十分な蓄電量と十分な蓄熱量とが両立できる。

【0186】

また、例えば、需給計画部 200 は、第 2 の余剰電力の電力量として、蓄熱量（第 3 列）が、所定量（余剰電力が発生する時刻の近傍内での、熱の需要量）よりも少ない第 1 の蓄熱量である間には（図 6 の午後）、比較的多い第 2 の電力量を特定してもよい。そして、所定量（需要量）よりも多い第 2 の蓄熱量である間には（図 6 の午前中）、比較的少ない第 1 の電力量を特定してもよい。これにより、（需要に対する相対的な）蓄熱量が多いほど（午前中の場合には）、少ない電力量の余剰電力が発熱に用いられてもよい。これにより、（相対的な）蓄熱量が多く、十分な場合には、多くの電力が蓄電に用いられ、より確実に、十分な蓄電量と十分な蓄熱量とが両立できる。

30

【0187】

なお、このように、第 2 の余剰電力の電力量を特定する処理の一例が示される。第 1 の余剰電力の電力量を特定する処理も、これに対応する処理であってもよい。

40

【0188】

なお、第 2 の制御パラメータは、図 3 の表における、第 7 列の制御パラメータ（第 3 の制御パラメータ）であると理解されてもよい。第 2 の余剰電力は、図 3 の第 7 列の電力量の電力と理解されてもよい。

【0189】

他方、第 2 の制御パラメータは、複数のパラメータを含んだ全体と理解されてもよい。例えば、第 2 の制御パラメータは、図 3 の表における、第 7 列の制御パラメータ（第 3 の制御パラメータ）と、第 8 列の制御パラメータ（第 4 の制御パラメータ）とを含んだ全体と理解されてもよい。第 2 の余剰電力は、第 7 列の電力量と、第 6 列の電力量との全体の電力量の電力と理解されてもよい。なお、このような第 2 の制御パラメータは、含まれる

50

それぞれの制御パラメータにより電力量を示すことにより、示されるそれら複数の電力量の和を、熱の発生に用いられるべき電力量として特定する。

【0190】

こうして、建物に電気や熱などのエネルギーを供給するシステムにおいて、特に複数のエネルギー蓄積手段を有する場合、および、動的に電気料金変動する場合において、発電機や熱源機などのエネルギー機器を適切に制御することができる。つまり、建物における、電力と熱とのそれぞれの需要を示す需要予測データを取得する需要予測部201と、前記需要予測データを用いて、蓄電部の蓄電量と、蓄熱部の蓄熱量とに対応する制御パラメータを計算する需給計画部200と、前記蓄電量等をインデックスとして、前記制御パラメータを記憶する制御テーブル203とを備える需給制御装置100が用いられる。

10

【0191】

なお、需給制御装置100は、需給制御装置100が設置された住宅に設けられたネットワーク100N(図1)を介して通信をしてもよい。

【0192】

このネットワーク100Nは、例えば、ホームエリアネットワークでもよいし、無線LAN(Local Area Network)のネットワークでもよいし、有線のLANのネットワークなどでもよい。

【0193】

また、ネットワーク100Nは、コントローラエリアネットワーク(CAN: Controller Area Network)でもよいし、BACNet(Building Automation and Control Networking protocol)のネットワークなどでもよい。

20

【0194】

つまり、例えば、このネットワーク100Nを介して、需給制御装置100により、上述された、蓄電システム102からの、蓄電量の取得などの、機器からの、情報の受信が行われてもよい。

【0195】

また、例えば、このネットワーク100Nを介して、需給制御装置100により、上述された、ヒートポンプ104への、制御パラメータの送信などの、機器への、情報の送信が行われてもよい。

【0196】

なお、現在の時刻を示す時刻情報204t(図2)が需給制御部204により取得されてもよい。

30

【0197】

つまり、取得される時刻情報204tは、例えば、タイマー、時計などにより生成された情報などでもよい。

【0198】

なお、時刻情報204tが取得される時計等は、例えば、需給制御装置100に設けられてもよい。

【0199】

なお、先述のように、ヒートポンプ104などの、その機器が、停止をしている停止状態では、エネルギー(熱など)の発生をしない一方で、停止をしていない起動状態では、エネルギーを発生をさせる機器が設けられてもよい。

40

【0200】

そして、先述のように、発生されるエネルギー(熱など)の、将来における需要が特定されてもよい(需要予測部201)。

【0201】

つまり、ある時刻における需要として、(閾値よりも)大きな熱量の熱の需要が特定されて、大きな熱の需要のある時刻が特定されてもよい。

【0202】

なお、上述の閾値は、例えば、0でもよい。

50

【0203】

そして、例えば、停止状態のときの制御パラメータとして、停止状態を継続させて、余剰電力を、その機器に配分しない制御パラメータが生成されてもよい。

【0204】

つまり、配分しないとは、例えば、全く配分しないことでもよいし、(閾値より)多くを配分しないことなどでもよい。

【0205】

つまり、例えば、時刻が、大きな需要の時刻よりも比較的遠い過去の時刻である場合などに、その時刻の制御パラメータとして、余剰電力を、その機器に(全く)配分しない制御パラメータが生成されてもよい。

10

【0206】

そして、比較的近い過去の時刻である場合には、その時刻の制御パラメータとして、余剰電力(の少なくとも一部)を、その機器に配分する制御パラメータが生成されてもよい。

【0207】

これにより、(大きな)需要の時刻が遠い場合には配分がされず、需要がないのに配分がされて、不適切な配分がされてしまうのが回避され、適切な配分ができる。

【0208】

しかも、需要の時刻が近い場合には配分がされて、その需要の時刻における、エネルギーの利用がより適切に行える。

20

【0209】

なお、例えば、需要の時刻に近い時刻に配分された余剰電力(の少なくとも一部)は、その機器(ヒートポンプ104)の暖機に用いられる電力などでもよい。

【0210】

これにより、その需要の時刻までに暖機がされて、暖機が開始される時刻が遅くなるのが回避されて、その需要での、発生したエネルギーの利用が開始されるのが遅くなるのが回避できる。

【0211】

なお、単なる細部については、例えば、単なる、公知の技術が、ありふれた手法で流用されたけに過ぎない処理等が行われてもよい。

30

【0212】

なお、流用される公知の技術は、例えば、先述された各公知文献の技術などでもよい。

【0213】

なお、先述のように、ある時刻における、一方の制御パラメータ(例えば、図3におけるデータ203Aの制御パラメータを参照)が算出されると共に、その時刻と同じ時刻における、他方の制御パラメータ(データ203Bの制御パラメータなどを参照)も算出されてもよい。

【0214】

そして、一方の制御パラメータは、需要の予測が当たった場合に用いられる制御パラメータでもよい。

40

【0215】

そして、他方の制御パラメータは、予測当たらなかった場合に用いられる制御パラメータでもよい。

【0216】

つまり、予測が当たらない場合に用いられる他方の制御パラメータも算出され(需給計画部200)、記憶されてもよい。

【0217】

そして、予測が当たらなかった場合などに、記憶された他方の制御パラメータが用いられてもよい。

【0218】

50

つまり、例えば、当たったか否かが不明である期間が終わり、当たらなかったものと特定されるよりも前に、予め、他方の制御パラメータの算出がされてもよい。

【0219】

これにより、その特定がされた後に、他方の制御パラメータが算出されて、制御パラメータの計算が再びされて、再計算がされる必要がなく、処理が簡単にできる。

【0220】

つまり、これにより、例えば、他方の制御パラメータが用いられることが開始するのが遅れることが回避できる。

【0221】

そして、例えば、先述された通り、時間が進む向き（順方向）の順序とは逆向き（逆方向）の順序）で、それぞれの制御パラメータの算出がされてもよい。

10

【0222】

つまり、例えば、逆方向の順序での算出により、上述されたようにして、予め、他方の制御パラメータが算出されてもよい。

【0223】

つまり、先に、比較的遅い時刻（例えば図3における、時刻 $t = 2$ ）の制御パラメータが算出され、その算出の後に、比較的早い時刻（時刻 $t = 1$ など）の制御パラメータが算出されてもよい。

【0224】

すなわち、制御パラメータが計算される順序が、上述された、遅い時刻（時刻 $t = 2$ ）から、早い時刻（時刻 $t = 1$ ）への方向の順序でもよい。

20

【0225】

つまり、計算の順序は、未来（時刻 $t = 3$ ）から過去（時刻 $t = 2$ ）への向きの、過去（時刻 $t = 2$ ）から未来（時刻 $t = 3$ ）への向きの方向（順方向）とは逆向きの逆方向でもよい。

【0226】

すなわち、研究・開発における、シミュレーション、実験、理論的分析などを通じて、このような逆方向の順序での算出の方が、順方向の順序での算出よりも、比較的適切であるのが想定された。

【0227】

つまり、逆方向の順序での算出では、算出のための計算量が比較的少なく、比較的適切であることが想定された。

30

【0228】

また、逆方向の順序での算出では、算出に要するメモリ容量が比較的少なく、比較的適切であることも想定された。

【0229】

なお、例えば、制御パラメータ（例えば、時刻 $t = 2$ の制御パラメータ）が算出される際には、その算出よりも先にされた、制御パラメータ（例えば、時刻 $t = 3$ の制御パラメータ）の算出の処理で得られた情報が用いられる。

【0230】

このため、用いられる情報は、逆方向での算出がされる場合には、その制御パラメータの時刻（ $t = 2$ ）よりも遅い時刻（ $t = 3$ ）の制御パラメータの算出で得られた、より遅い時刻（ $t = 3$ ）の情報である。

40

【0231】

一方で、用いられる情報は、仮に、順方向での算出がされてしまうならば、より早い時刻（ $t = 1$ ）の情報である。

【0232】

つまり、シミュレーションなどを通じて、逆方向の算出がされることにより、用いられる情報が、より遅い時刻（ $t = 3$ ）の情報にできるために、逆方向の算出の方がより適切であることが想定された。

50

【 0 2 3 3 】

そして、仮に、順方向での算出がされてしまえば、用いられる情報が、より早い時刻 ($t = 1$) の情報で、比較的不適切であることが想定された。

【 0 2 3 4 】

なお、順方向での計算がされてもよい。

【 0 2 3 5 】

これにより、時間の向きと同じ向きでの算出がされて、算出の処理が人間に分かり易くされ、その処理のプログラミングなどが簡単にされ、比較的容易に、需給制御装置 1 0 0 の設計などができる。

【 0 2 3 6 】

(実施の形態 3)

図 1 3 は、実施の形態 3 に係るエネルギー需給システムのシステム構成図である。

【 0 2 3 7 】

図 1 4 は、本エネルギー需給システムの詳細を示す構成図である。

【 0 2 3 8 】

図 1 3 および図 1 4 に示すように、実施の形態 3 のエネルギー供給システムは、実施の形態 1 および実施の形態 2 に構成とは別に、サーバ (クラウドサーバ、最適需給装置、第 1 の需給制御装置) 1 0 0 a と、需給制御装置 (第 2 の需給制御装置) 3 0 0 とが設けられ、サーバ 1 0 0 a と需給制御装置 3 0 0 とが通信回線 1 0 0 n を介して接続される。

【 0 2 3 9 】

実施の形態 3 では、図 1 3 および図 1 4 に示すように、需要の予測 (図 4 の S j 2、後述される図 1 5 の S s 2 など参照)、および、制御パラメータの生成 (S j 3、S s 3) は、需給制御装置 3 0 0 では行われず、サーバ 1 0 0 a で行われる。

【 0 2 4 0 】

そして、需給制御装置 3 0 0 と、サーバ 1 0 0 a との間の通信が適宜行われ (S r 2 および S s 1、S s 4 および S r 3 など参照)、サーバ 1 0 0 a は生成した制御パラメータを需給制御装置 3 0 0 に送信する。需給制御装置 3 0 0 は受信した制御パラメータを制御テーブルとして記憶して各機器の動作制御を行う。

【 0 2 4 1 】

実施の形態 3 は、これらの点などにおいて、実施の形態 1 等に対して相違する。

【 0 2 4 2 】

なお、サーバ 1 0 0 a は、例えば、需給制御装置 3 0 0 を製造したメーカーのサーバなどでもよい。

【 0 2 4 3 】

図 1 5 は、エネルギー需給システムにおける処理の流れを示す図である。

【 0 2 4 4 】

サーバ 1 0 0 a は、需給制御装置 3 0 0 から、ネットワーク 1 0 0 n (図 1 3、図 1 4) を介して、蓄電システム 1 0 2 の電力を利用して動作する機器で消費された消費電力と、貯湯槽 1 0 5 の熱を利用して動作する機器で消費された消費熱量とを取得する第 1 の取得部 2 0 1 g を備えてもよい (S r 2、S s 1)。

【 0 2 4 5 】

また、通信部を用いて、この取得がされてもよい。その通信部は、例えば、送信および受信のそれぞれの通信を行う送信手段 3 0 1 (図 1 4) の一部などでもよい。

【 0 2 4 6 】

なお、例えば、取得される消費熱量等は、需給制御装置 3 0 0 により、二次側熱量計 1 3 2 などから取得された情報などである (S p 1、S r 1)。

【 0 2 4 7 】

なお、ネットワーク 1 0 0 n の一部または全部は、例えば、インターネットなどでもよい。

【 0 2 4 8 】

10

20

30

40

50

そして、サーバ100aは、予測処理部201hと、需給計画部200とを備えてもよい。

【0249】

つまり、予測処理部201hは、取得された消費電力と消費熱量とを用いて、電力および熱量の各々に関する需要予測データを求めてもよい(S s 2)。

【0250】

そして、需給計画部200は、求められた需要予測データを所定の関数に入力することにより、現在から一定期間先までの各時刻について、蓄電システム102の蓄電量と、貯湯槽105の蓄熱量と、蓄電システム102、および、貯湯槽105に熱を供給する熱源装置(ヒートポンプ104など)の動作制御を行うための制御パラメータとを求めてもよい(S s 3)。

10

【0251】

つまり、例えば、蓄電量、蓄熱量および制御パラメータの組合わせの複数個のなかから、取得された需要予測データに対応する適切な(制御パラメータが含まれる)組合わせが求められ(特定され)てもよい。

【0252】

つまり、蓄熱量および蓄電量の両方が互いに同じである、複数個の組合わせのなかから、取得された需要予測データの需要が将来、生じる際に適切な制御パラメータが含まれる組合わせが特定されてもよい。

【0253】

そして、需給制御装置300は、受信手段302と、制御テーブル(最適制御テーブル)203aと、需給制御部204とを備えてもよい。

20

【0254】

そして、受信手段302は、ネットワーク100nを介して、求められた、蓄電量、蓄熱量および制御パラメータを取得してもよい(S r 3、 S s 4)。

【0255】

そして、制御テーブル203aは、現在から一定期間先までの時刻毎に、取得された蓄電量および蓄熱量の各々に、取得された制御パラメータが対応付けられたデータを記憶してもよい(S r 4)。

【0256】

つまり、それぞれの時刻について、取得された、その時刻における、特定された組合わせのデータが記憶されてもよい。

30

【0257】

そして、需給制御部204は、現在の時刻情報を取得するとともに、蓄電システム102および貯湯槽105の各々から現在の蓄電量および蓄熱量を取得してもよい(S r 5)。

【0258】

そして、需給制御部204は、これらの取得をした後、取得した時刻情報、蓄電量、蓄熱量を用いて、制御テーブル203aの中から、対象の制御パラメータを特定してもよい(S r 5)。

40

【0259】

そして、需給制御部204は、特定された制御パラメータに基づいて、蓄電システム102および熱源装置の動作制御を行ってもよい(S r 5、 S q 1)。

【0260】

なお、つまり、蓄電システム102等は、行われる動作制御により特定される、当該蓄電システム102等の動作を行ってもよい(S q 1)。

【0261】

そして、需給計画部200は、所定の発電システム(需給制御装置300が設置された住宅に101に設けられた太陽光発電システム101)で生成された電力を、蓄電システム102と熱源装置とに配分するように制御パラメータを求めてもよい(S s 3)。

50

【 0 2 6 2 】

つまり、制御パラメータが生成されることにより、その制御パラメータにより示される第1の電力で、蓄電システム102の充電がされ、示される第2の電力で、熱源装置における、熱の発生がされてもよい。

【 0 2 6 3 】

すなわち、これにより、生成（発電）された電力（に含まれる余剰電力）が、蓄電システム102の充電での第1の電力と、熱源装置での第2の電力とに配分されてもよい。

【 0 2 6 4 】

つまり、こうして、需給制御装置300のメーカ等のサーバ100aにより、需給制御装置300が設けられた住宅における、機器で消費された消費電力等の情報が取得される。

10

【 0 2 6 5 】

なお、取得される、消費電力の情報等は、例えば、メーカにより、その住宅の機器が故障した際などに利用されてもよいし、その機器の種類と同じ種類の機器の研究・開発などに用いられてもよい。

【 0 2 6 6 】

これにより、単に、蓄電システム102などに適切な制御がされる処理がされるだけで、その他の余計な理が追加されるなど必要なく、故障等の際に利用される、消費電力の情報が、メーカのサーバ100aにより取得される。これにより、簡単に、必要な情報の取得ができる。

20

【 0 2 6 7 】

しかも、上述のようにして、求められた組み合わせにおける制御パラメータ（Sa3、Sr5、Sq1などを参照）での動作制御がれ、適切な動作制御ができる。

【 0 2 6 8 】

なお、本需給制御システムは、1つのサーバ100aと、複数の住宅に設けられた複数の需給制御装置300が含まれてなるシステムなどでもよい。

【 0 2 6 9 】

そして、サーバ100aは、それぞれの需給制御装置300から取得される消費電力等（Sa1などを参照）に基づいて、その需給制御装置300のための予測、計画、送信などの処理（Sa2、Sa4などを参照）をしてもよい。

30

【 0 2 7 0 】

なお、制御テーブル203は、データを記憶する記憶部と考えられてもよいし、その記憶部により記憶されたデータであると考えられてもよい。

【 0 2 7 1 】

なお、制御テーブル203のデータは、制御のポリシー（policy）を特定するデータでもよい。

【 0 2 7 2 】

また、需給計画部200は、ポリシーの最適化をするポリシー最適化部（optimizer）でもよい。

【 0 2 7 3 】

以上、本発明について、実施の形態に基づいて説明したが、上記の実施の形態は単なる一例である。つまり、本発明は、上記の実施の形態以外の他の形態により実施されてもよい。すなわち、本発明は、上記の実施の形態に限定されるものではない。本発明の趣旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を上記実施の形態に施したのものや、異なる実施の形態における構成要素を組合わせて構築される形態なども、本発明の範囲内に含まれる。

40

【 0 2 7 4 】

このように、本技術では、複数の構成（図2などを参照）が組合わせられて、相乗効果が生じる。これに対して、知られた先行例では、これら複数の構成の一部または全部を欠き、相乗効果を生じない。この点で、本技術は、先行例とは相違し、先行例よりも優れる

50

。

【 0 2 7 5 】

なお、本発明は、装置、システムなどとして実現できるだけでなく、その装置等を構成する処理手段をステップとする方法として実現したり、それらステップをコンピュータに実行させるプログラムとして実現したり、そのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能なCD-ROMなどの記録媒体として実現したり、そのプログラムを示す情報、データ又は信号として実現したりすることもできる。そして、それらプログラム、情報、データ及び信号は、インターネット等の通信ネットワークを介して配信してもよい。

【 0 2 7 6 】

なお、本発明について、実施の形態に基づいて説明したが、本発明は、上記の実施の形態に限定されるものではない。本発明の主旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を本実施の形態に施したのものや、異なる実施の形態における構成要素を組み合わせて構築される形態も、本発明の範囲内に含まれる。

10

【 産業上の利用可能性 】

【 0 2 7 7 】

本発明に関わる需給制御装置は、運転計画手段と制御テーブルとを有し、建物のエネルギーコストまたは環境コストの低減に有用である。

【 符号の説明 】

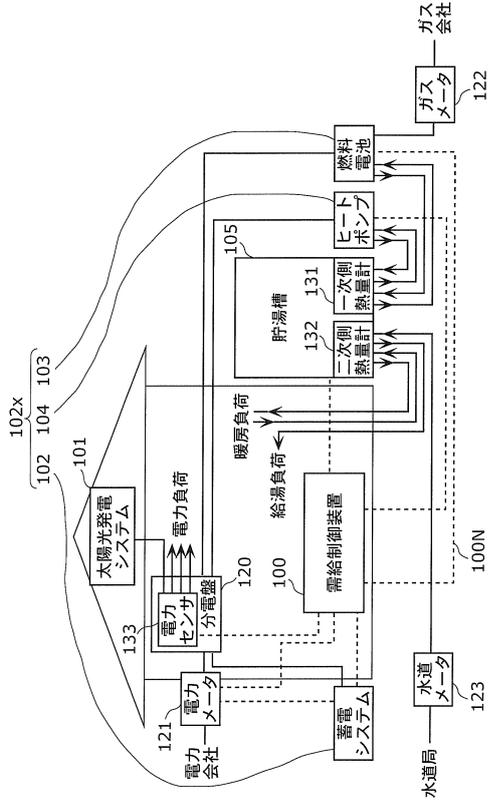
【 0 2 7 8 】

- 1 0 0、3 0 0 需給制御装置
- 1 0 1 太陽光発電システム
- 1 0 2 蓄電システム
- 1 0 4 ヒートポンプ
- 1 0 5 貯湯槽
- 2 0 0 需給計画部
- 2 0 1 需要予測部
- 2 0 1 g 取得部
- 2 0 1 h 予測処理部
- 2 0 2 システムモデル入力部
- 2 0 3、2 0 3 a、2 0 3 b 制御テーブル
- 2 0 4 需給制御部

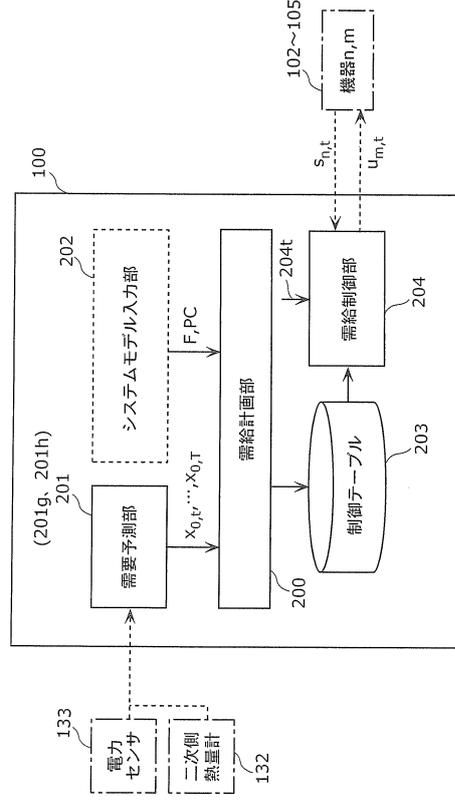
20

30

【図1】



【図2】

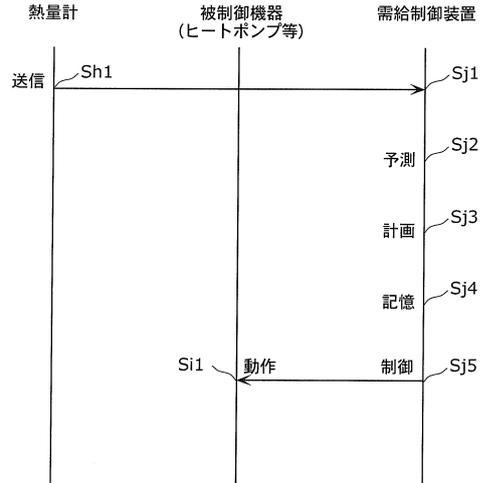


【図3】

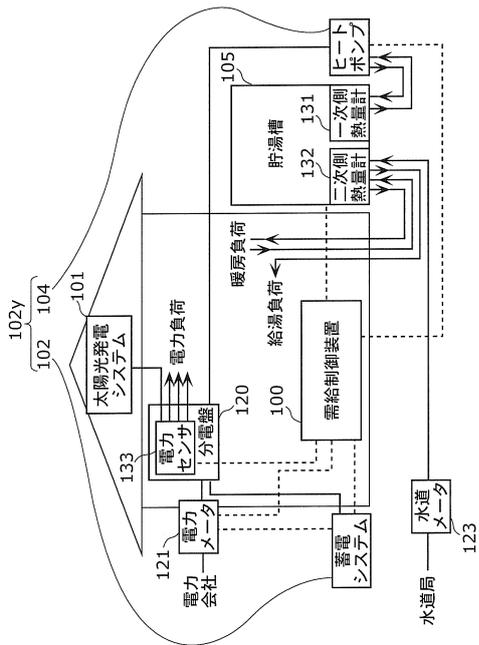
| 時刻 t+ | エネルギーの蓄積量と起動状態(s) | | 制御パラメータ(u) | | ヒートポンプ |
|----------|-------------------|-------------|-------------|--------------|---------|
| | 蓄電量 ×0.1kWh | 貯湯量 ×1MJ | 蓄電池 システム | 燃料電池 | |
| 0 | 0 | 0 | 0 kWで充電 | 燃料電池 発電開始 | 停止 |
| 0 | 0 | 0 | 1 kWで充電 | 1 kWで発電・貯湯 | 停止 |
| 0 | 0 | 1 | 0 kWで充電 | 発電開始 | 停止 |
| 0 | 0 | 1 | 1 kWで充電 | 1 kWで発電・貯湯 | 停止 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 0 | 0 | 55 | 0 kWで充電 | 発電停止 | 停止 |
| 0 | 0 | 0 | 0 kWで充電 | 発電開始 | 停止 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 0 | 1 | 55 | 0 kWで充電 | 発電停止 | 停止 |
| 0 | 2 | 0 | 0 kWで充電 | 発電開始 | 停止 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 0 | 50 | 0 | 1 kWで放電 | 発電開始 | 1 kWで貯湯 |
| 0 | 50 | 0 | 0 kWで放電 | 1 kWで発電・貯湯 | 1 kWで貯湯 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 0 | 50 | 55 | 0 kWで充電 | 発電停止 | 停止 |
| 1 | 0 | 0 | 0 kWで充電 | 発電開始 | 停止 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 48 | 49 | 55 | 0.5 kWで放電 | 発電停止 | 停止 |
| 48 | 50 | 0 | 1.5 kWで放電 | 発電開始 | 1 kWで貯湯 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 96 | 50 | 55 | 1 kWで放電 | 発電停止 | 停止 |

203A
203B

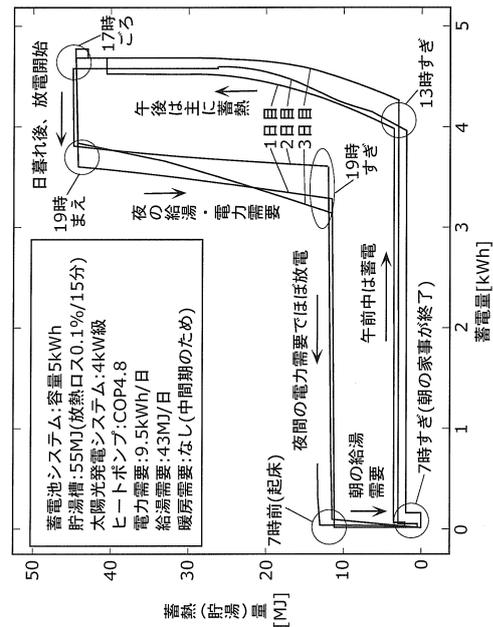
【図4】



【図5】



【図6】



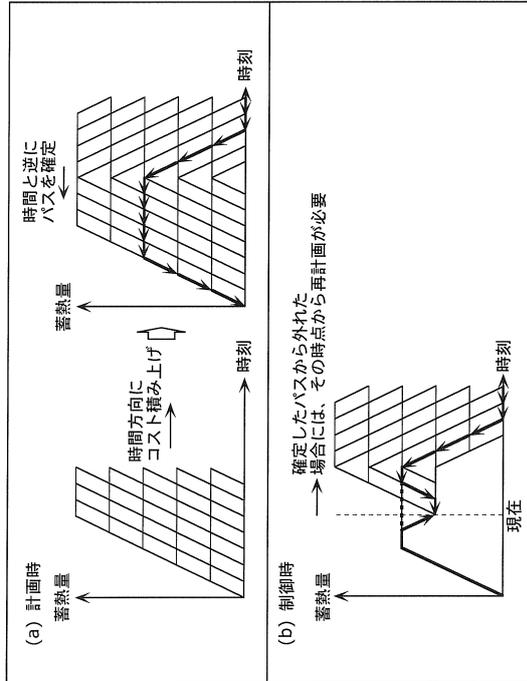
【図7】

| 時刻 t+ | エネルギーの蓄積量(s_t) | | 制御パラメータ(u_t) | |
|----------|-------------------------------|----------------------------|------------------|--------|
| | 蓄電量 $\times 0.1\text{kWh}$ | 貯湯量 $\times 1\text{MJ}$ | 蓄電池 システム | ヒートポンプ |
| 0 | 0 | 0 | 1kWで充電 | 1kWで貯湯 |
| 0 | 0 | 1 | 1kWで充電 | 1kWで貯湯 |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| 0 | 0 | 55 | 1kWで充電 | 停止 |
| 0 | 1 | 0 | 1kWで充電 | 1kWで貯湯 |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| 0 | 50 | 55 | 0kWで充電 | 停止 |
| 1 | 0 | 0 | 1kWで充電 | 1kWで貯湯 |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| 48 | 49 | 55 | 1kWで充電 | 停止 |
| 48 | 50 | 0 | 0kWで放電 | 停止 |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| 96 | 50 | 55 | 1kWで放電 | 停止 |

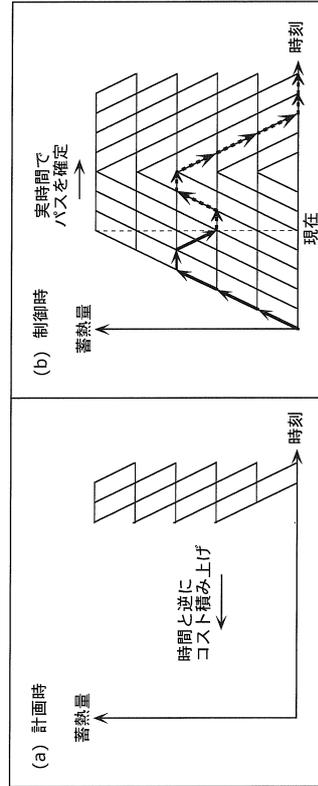
【図8】

| 時刻 t+ | 蓄積量(s_t) | | 制御($u_{0,t}$) | |
|----------|-------------------------------|----------------------------|-----------------|--------|
| | 蓄電量 $\times 0.1\text{kWh}$ | 貯湯量 $\times 1\text{MJ}$ | 蓄電池 システム | ヒートポンプ |
| 0 | 0 | 0 | 1kWで充電 | 1kWで貯湯 |
| 0 | 0 | 1 | 1kWで充電 | 1kWで貯湯 |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| 0 | 0 | 55 | 1kWで充電 | 停止 |
| 0 | 1 | 0 | 1kWで充電 | 1kWで貯湯 |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| 0 | 50 | 55 | 0kWで充電 | 停止 |
| 1 | 0 | 0 | 1kWで充電 | 1kWで貯湯 |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| 48 | 49 | 55 | 1kWで充電 | 停止 |
| 48 | 50 | 0 | 0kWで放電 | 停止 |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| 96 | 50 | 55 | 1kWで放電 | 停止 |

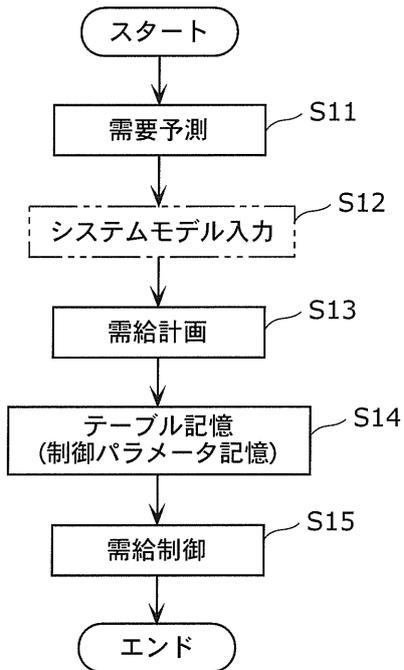
【図9】



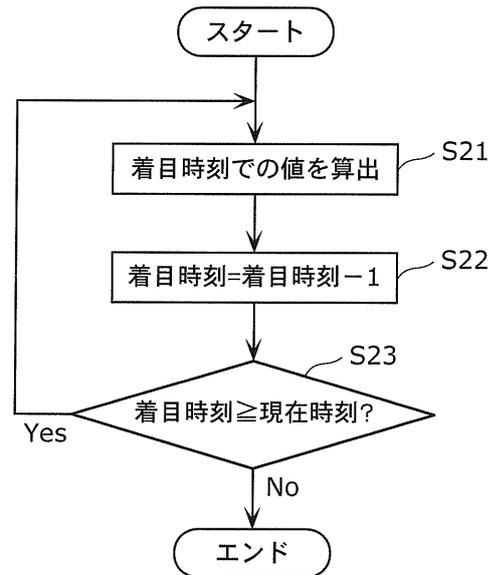
【図10】



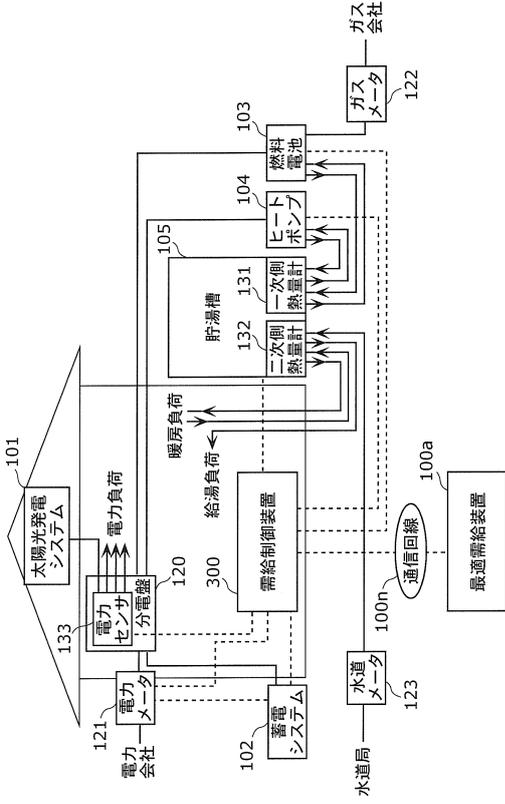
【図11】



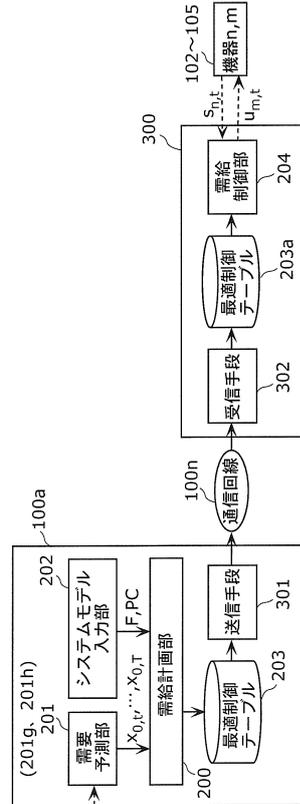
【図12】



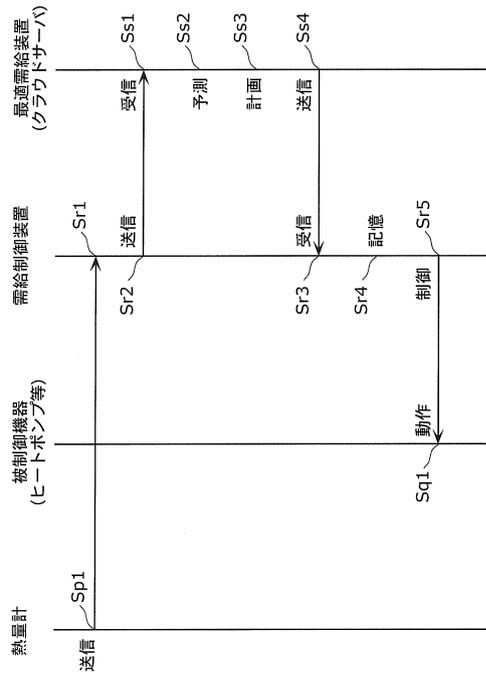
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-051481(JP,A)
特開2007-151371(JP,A)
特開2003-134664(JP,A)
特開2001-355514(JP,A)
特開2009-048536(JP,A)
特開2007-097304(JP,A)
特開2004-236422(JP,A)
特開2002-252926(JP,A)
特開2004-180440(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F19/00-19/28
G06Q10/00-10/10
30/00-30/08
50/00-50/20
50/26-99/00
H02J3/00-5/00