

明 細 書

発明の名称：

蓄電蓄熱最適化装置、最適化方法及び最適化プログラム

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、たとえば、建物におけるエネルギー供給機器、エネルギー消費機器、エネルギー貯蔵機器等の制御対象機器の運用スケジュールを最適化する技術に関する。

背景技術

[0002] 国内におけるビル等の建物の民生業務部門の消費エネルギーは、最終エネルギー消費全体の20%程度である。このため、建物の管理者、利用者が、継続して省エネルギーを実行できれば、最終エネルギー消費を抑制することができる。

[0003] さらに、最近の電力需要のひっ迫を受けて、ピーク時間帯における消費エネルギーを削減するピークカットのニーズが高まっている。たとえば、ビル等の大口需要家に、使用電力の上限を課すことが行われている。また、蓄熱装置を活用して、エネルギー消費のピークの時間をずらすピークシフトのニーズも高い。

[0004] このような背景から、太陽光や太陽熱等の再生可能エネルギーを利用するエネルギー供給機器の導入が、今後、一層加速すると見込まれる。ただし、再生可能エネルギーを利用するエネルギー供給機器の出力は、天候等の気象条件に大きく左右される。このため、これを補償できる蓄電池や蓄熱装置などのエネルギー貯蔵機器の導入についても、今後増加すると考えられる。

[0005] 以上のように、今後は、ビル等の設備内に導入されるエネルギー供給機器、エネルギー貯蔵機器は、多様化することが想定される。そして、これらの機器を、既存の機器と上手に連携させて、建物全体で効率的に運用するための運用計画の立案手法が必要となる。

[0006] たとえば、蓄熱槽を有するエネルギー供給設備について、所定期間におけ

る消費エネルギー、コスト、CO₂発生量を最小化する手法がある。また、空調負荷予測に基づくピークカットを行う手法、氷蓄熱空調をピークカットに活用する手法などが存在する。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特許第3 7 6 3 7 6 7 号公報

特許文献2：特許第3 5 1 9 3 2 1 号公報

特許文献3：特許第3 6 6 9 7 5 5 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] ところで、従来の建物内での運用計画の立案手法は、いずれも蓄熱のみに着目した手法であり、供給するエネルギー量が天候に左右されるような太陽光発電装置及び蓄電池、太陽熱温水器及び蓄熱装置については、考慮されていない。

[0009] また、従来は、事前にエネルギー消費量の予測を行い、この予測値に基づきエネルギー消費機器やエネルギー蓄積機器の運用計画を立案していた。しかし、一般的には、天候や電力需要等の過去のデータに基づいて、エネルギー消費量の予測を行っていた。このため、予測の際に、異なる種類の複数の機器についての運用状態に依存した特性は考慮されておらず、必ずしも高い予測精度が得られなかった。

[0010] 本発明の実施形態は、上記のような従来技術の問題を解決するために提案されたものであり、その目的は、各制御対象機器の制御設定値を考慮した予測及び蓄電蓄熱スケジュールの設定を行うことにより、予測精度を高めて、効率的な運用を可能とする蓄電蓄熱最適化技術を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 上記の目的を達成するため、本発明の実施形態は、以下の技術的特徴を有する。

(1) 気象条件によりエネルギーの供給量が変化する機器を含むエネルギー供給機器、エネルギーを消費するエネルギー消費機器及びエネルギーを貯蔵するエネルギー貯蔵機器のうち少なくとも一つの制御対象機器について、将来の所定の期間における起動、作動状態及び停止を制御する制御設定値を設定する設定部

(2) 前記設定部により設定された制御設定値と、過去の制御設定値との比較に基づいて、将来の所定の期間における前記エネルギー消費機器の消費エネルギー若しくは前記エネルギー供給機器の供給エネルギーの予測値を設定する予測部

(3) 前記予測値及び前記制御対象機器の特性に基づいて、前記所定の期間における制御対象機器の起動及び停止のスケジュールを、所定の評価指標により最適化した発停スケジュールを作成する発停最適化部

(4) 前記発停スケジュール及び前記制御対象機器の特性に基づいて、起動する前記制御対象機器の状態量を、所定の評価指標により最適化した蓄電蓄熱スケジュールを作成する状態量最適化部

[0012] なお、他の態様として、上記の各部の機能をコンピュータ又は電子回路により実現するための方法及びコンピュータに実行させるプログラムとして捉えることもできる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]蓄電蓄熱最適化システムの一例を示す接続構成図

[図2]建物内の制御対象機器の構成例を示す接続構成図

[図3]蓄電蓄熱最適化装置の構成例を示すブロック図

[図4]最適化処理部の構成を示すブロック図

[図5]蓄電蓄熱最適化装置の翌日スケジュール立案時の処理手順を示すフローチャート

[図6]処理データ記憶部に記憶された過去の気象データ及び運用データの一例を示す図

[図7]発停最適化部の処理手順を示すフローチャート

[図8]制御対象機器の冷熱製造単価を示す図

[図9]制御対象機器の温熱製造単価を示す図

[図10]制御対象機器の起動順位及び発停条件を示す図

[図11]各時刻における制御対象機器の割り当てを示す図

[図12]1日の冷水製造単価の一例を示す図

[図13]1日の冷水製造単価を昇順に並び替えた例を示す図

[図14]冷熱製造単価に応じた制御対象機器の割り当てを示す図

[図15]状態最適化のための最適化変数を示す図

[図16]評価指標の選択画面例を示す図

[図17]当日再スケジューリングを行う場合の処理手順を示すフローチャート

[図18]設定値調整部における負担レベルの提示例を示す図

[図19]設定値調整部における負担レベルの提示例を示す図

[図20]在室人数に応じたPMV設定、照度設定のロジックを示す図

[図21]設定値調整部における在室人数に応じた部屋別負担レベルの提示例を示す図

発明を実施するための形態

[0014] [A. 実施形態の概要]

[1. 蓄電蓄熱最適化システム]

本実施形態の蓄電蓄熱最適化システムは、図1に示すように、建物1に設置された各種の制御対象機器2、ローカル制御装置3、蓄電蓄熱最適化装置4を有している。

[0015] 制御対象機器2は、エネルギー消費機器、エネルギー供給機器、エネルギー貯蔵機器のうち、少なくとも一つを含む。エネルギー消費機器は、たとえば、空気調和（空調）機器、照明機器、熱源機器を含む。エネルギー供給機器は、たとえば、太陽光発電装置（PV）、太陽熱温水器、CGSを含む。エネルギー貯蔵機器は、蓄電池、蓄熱装置を含む。後述する空冷HP、水冷冷凍機、吸収式冷温水器等は、エネルギー消費機器である。本実施形態の制御対象機器2には、エネルギー消費機器、エネルギー供給機器、エネルギー

貯蔵機器のいずれかを兼ねた機器も含まれる。

[0016] ローカル制御装置 3 は、各制御対象機器 2 に接続され、各制御対象機器 2 の起動停止等を制御する装置である。なお、起動停止は、以下、発停と呼ぶ場合がある。ローカル制御装置 3 は、各制御対象機器 2 毎に設けてもよいし、複数の制御対象機器 2 をまとめて制御する構成でもよい。各ローカル制御装置 3 による制御は、各ローカル制御装置 3 にネットワーク N を介して接続された蓄電蓄熱最適化装置 4 による指示に従う。

[0017] 蓄電蓄熱最適化装置 4 は、プロセスデータ、設定パラメータ等に基づいて、制御対象機器 2 の蓄電蓄熱スケジュールを最適化する装置である。蓄電蓄熱スケジュールは、将来の所定の期間における各制御対象機器の発停のスケジュールと、各制御対象機器の状態量を最適化した情報である。

[0018] プロセスデータは、たとえば、気象データ、運用データ、目標値、制御設定値等、時間の経過により変化する外部からの情報を含む。気象データは、過去の気象データ、天気予報データを含む。運用データは、過去の各制御対象機器 2 の制御設定値（後述する）、蓄電蓄熱スケジュールの実行時における各制御対象機器 2 の状態量を含む。目標値は、電力抑制指令値、ピークシフト要求値、建物管理者からの要求値を含む。電力抑制指令値は、契約により若しくは電力会社からの要求により決定されたものが用いられる。

[0019] 制御設定値は、各制御対象機器 2 を作動させる設定値である。この制御設定値は、各制御対象機器 2 の起動、作動状態、停止を決定するパラメータである。制御設定値は、デフォルトで設定されている場合、過去の運用データから選択される場合、蓄電蓄熱スケジュールに基づいて決定される場合がある。

[0020] たとえば、制御設定値は、エネルギー消費機器である空調機の温度設定値や PMV 設定値、照明の照度設定値などを含む。なお、PMV は、Predicted Mean Vote の略であり、空調の温熱指標 ISO 7730 が規定している。PMV は、人の寒冷の感じ方を数値化したものであり、0 が快適、－が寒い、＋が暖かいを示す。PMV の算出に用いるパラメータは、温度、湿度、平均

輻射温度、着衣量、活動量、風速等である。

[0021] また、制御設定値は、エネルギー供給機器としてのCGS、空冷HP、水冷冷凍機、吸収式冷温水器の出力、負荷率なども含む。さらに制御設定値は、エネルギー貯蔵機器である蓄電池、蓄熱装置の蓄電量、放電量、蓄熱量、放電量などを含む。

[0022] 設定パラメータは、たとえば、処理タイミング、重み係数、評価指標、機器特性、しきい値等の本実施形態の処理に用いる各種のパラメータを含む。処理タイミングは、最適化処理部40が処理を開始するタイミング、再スケジューリング要否判定部17が再スケジューリングの要否を判定するタイミングを含む。

[0023] 重み係数は、後述する類似度演算に用いられる係数である。評価指標は、消費エネルギー、供給エネルギー、コストなど、最適化のために最小化すべき指標である。機器特性は、各制御対象機器2の定格、下限出力、COP等、それぞれの機器に応じて定まる各種のパラメータを含む。

[0024] なお、COP (Coefficient of performance)は、ヒートポンプ等の熱源機器の成績係数であり、冷却若しくは加熱能力を消費電力で割ったものである。しきい値は、運用データと制御設定値との差異を判定するためのしきい値である。機器優先順位は、負担レベルを上げる制御対象機器2の優先順位である。

[0025] [2. 制御対象機器]

各種の制御対象機器2の接続構成例と、冷水、温水、電気、ガス等のエネルギーの流れを、図2に示す。これらの制御対象機器2のエネルギー授受の関係は、外部からの受電した電力、外部から供給されたガスをエネルギー源として、電気、冷熱、温熱を部屋に供給するものである。

[0026] なお、ここで示した制御対象機器2は一例であり、いずれの制御対象機器2を使用するか若しくは使用しないかは自由である。また、本実施形態は、例示されていない制御対象機器2を排除するものではない。

[0027] 制御対象機器2としては、蓄電池100、PV101、CGS103、空

冷HP104、水冷冷凍機105、吸収式冷温水器106、太陽熱温水器107、蓄熱槽108が設置されている。

[0028] 蓄電池100は、充電及び放電の双方を行うことが可能な二次電池を利用した設備である。PV101は、太陽光のエネルギーを電気エネルギーに変換する太陽光パネルを備えた発電設備である。PV101は、天候等の気象条件により、エネルギーの供給量が変化する機器の一つである。

[0029] CGS (Co-Generation System) 103は、内燃機関や外燃機関による発電とともに、その排熱を利用可能なシステムである。この例のCGS103は、ガスをエネルギー源として発電するとともに、排熱を利用可能な熱電併給システムである。発電及び熱源として、燃料電池を用いてもよい。

[0030] 空冷HP (Heat pump) 104は、空気を熱源として冷媒の相変化により冷水若しくは温水を供給する機器である。水冷冷凍機105は、水を熱源として冷媒の相変化により冷水を供給する機器である。

[0031] 吸収式冷温水器106は、冷媒の凝縮器と蒸発器との間に、水蒸気の吸収と熱源による再生のプロセスを介在させて、冷水若しくは温水を供給する機器である。熱源のエネルギーとしては、ガスや、CGS103、太陽熱温水器107等からの排熱を利用できる。

[0032] 太陽熱温水器107は、太陽熱を利用して温水を供給する温水器である。太陽熱温水器107は、天候等の気象条件により、エネルギーの供給量が変化する機器の一つである。蓄熱槽108は、貯留した熱媒により蓄熱を行う槽である。なお、上記の空冷HP104、水冷冷凍機105、吸収式冷温水器106、太陽熱温水器107、蓄熱槽108は、空調機111のための温水、冷水を供給することができる。

[0033] また、建物1内の各部屋110には、たとえば、空調機111、温湿度計112、照度計116、照明114、カメラ115等が設置されている。空調機111、照明114は、エネルギー消費機器に含まれる。

[0034] 以上のような制御対象機器2における電気、ガス、冷水、温水の流れは、以下の通りである。すなわち、電力系統から受電された電力は、蓄電池10

0が貯蔵するか、空調機111、照明114等のエネルギー消費機器が消費する。

[0035] PV101及びCGS103で発電された電力も、蓄電池100が貯蔵するか、上記のエネルギー消費機器が消費する。なお、受電された電力や発電された電力は、空冷HP104、水冷冷凍機105の熱源機器が、熱製造のために消費する。

[0036] 一方、ガス供給系統からのガスは、CGS103、吸収式冷温水器106が、燃料として消費する。吸収式冷温水器106は、太陽熱温水器107若しくはCGS103で発生した温熱によっても、冷熱を製造できる。なお、吸収式冷温水器106は、ガス投入のみでも温熱供給が可能である。さらに、吸収式冷温水器106は、温熱による冷熱製造に加えて、ガス投入により冷熱製造量を増加させることもできる。

[0037] 空冷HP104、水冷冷凍機105、吸収式冷温水器106で製造した冷熱は、蓄熱槽108が貯蔵するか、部屋110に設置された空調機111が空調に使用する。また、空調機111は、CGS103、空冷HP104、吸収式冷温水器106、太陽熱温水器107のいずれかで発生する温水により、暖房を行うこともできる。

[0038] なお、温湿度計112は、計測した温湿度に基づいて、PMVを計算して出力するPMV計算装置113を有している。この場合、PMVの計算に必要な温度、湿度以外のパラメータは、デフォルトで設定されていてもよいし、外部から入力されたものを用いてもよい。

[0039] 照明114が電力により発光すると、部屋110の照度が変化する。部屋110に設置されたカメラ115には、撮像した画像から部屋110の照度、在室人数を解析する解析装置が接続されている。また、部屋110に設置された照度計116が、照度を計測して出力することもできる。

[0040] [B. 実施形態の構成]

[1. 蓄電蓄熱最適化装置]

本実施形態の蓄電蓄熱最適化装置4の構成を、図3、図4を参照して説明

する。図３は、蓄電蓄熱最適化装置４の全体構成を示すブロック図、図４は、最適化処理部４０を示すブロック図である。

[0041] 蓄電蓄熱最適化装置４は、最適化処理部４０、プロセスデータ取得部２０、設定パラメータ入力部２１、処理データ記憶部２２、最適化データ記憶部２３、送受信部２４を有している。

[0042] [２．最適化処理部]

最適化処理部４０は、後述する各種の処理データに基づく演算により、機器の発停スケジュール及び蓄電蓄熱スケジュールを最適化する処理部である。この最適化処理部４０は、設定値調整部１０、予測部１１、発停最適化部１２、状態量最適化部１３、目標達成判定部１４、制御設定値出力部１５、問い合わせ部１８及び再スケジュールリング要否判定部１７を有している。

[0043] (設定値調整部)

設定値調整部１０は、空調機の温度設定、照明の照度などの制御設定値を設定する処理部である。この設定値調整部１０は、図４に示すように、設定部１０ａ、調整部１０ｂを有している。設定部１０ａは、制御設定値を設定する処理部である。調整部１０ｂは、制御設定値を消費エネルギー抑制などの目的に合わせて調整する処理部である。

[0044] (予測部)

予測部１１は、制御対象機器２の消費エネルギー若しくは供給エネルギーを予測する処理部である。この予測部１１は、図４に示すように、類似度演算部１１ａ、類似日抽出部１１ｂ、予測値設定部１１ｃを有している。

[0045] 類似度演算部１１ａは、所定期間内の過去の気象データ及び制御設定値に基づいて、最適化すべき蓄電蓄熱スケジュールの実行日との類似度を演算する処理部である。類似日抽出部１１ｂは、類似度演算部１１ａにより演算された類似度に基づいて、蓄電蓄熱スケジュールの実行日と類似する日を抽出する処理部である。予測値設定部１１ｃは、類似日抽出部１１ｂにより抽出された類似日における運用データに基づく消費エネルギー若しくは供給エネルギーを、予測値として設定する処理部である。

[0046] (発停最適化部)

発停最適化部 1 2 は、制御対象機器 2 の消費エネルギーやエネルギーコストなどの所定の評価指標が最小化されるように、発停スケジュールを最適化する処理部である。この機器発停最適化部 1 2 は、図 4 に示すように、起動優先順位決定部 1 2 1、発停条件設定部 1 2 2、起動機器割当部 1 2 3、製造単価集計部 1 2 4、蓄熱放熱割当部 1 2 5、蓄熱容量判定部 1 2 6 を有している。

[0047] 起動優先順位決定部 1 2 1 は、評価指標に基づいて、制御対象機器 2 を起動する優先順位を決定する処理部である。発停条件設定部 1 2 2 は、優先順位、制御対象機器 2 の特性及び冷熱若しくは温熱の消費エネルギーに基づいて、制御対象機器 2 の発停条件を設定する処理部である。この発停条件は、起動境界条件と停止境界条件によって構成されている。

[0048] 起動境界条件は、制御対象機器 2 を起動する境界となる条件である。停止境界条件は、起動した制御対象機器 2 を停止する境界となる条件である。このため、発停条件設定部 1 2 2 は、起動境界条件設定部 1 2 2 a、停止境界条件設定部 1 2 2 b を有している。起動境界条件設定部 1 2 2 a は、冷熱若しくは温熱の消費エネルギーに基づいて、起動境界条件を設定する処理部である。停止境界条件設定部 1 2 2 b は、停止境界条件を設定する処理部である。

[0049] 本実施形態においては、停止境界条件設定部 1 2 2 b は、起動境界条件よりも小さな値となるように、停止境界条件を設定する。各制御対象機器 2 毎に、起動境界条件よりも消費エネルギーの値が低下しても、停止させる値に至るまでの間に幅を持たせるためである。この幅を停止不感帯と呼ぶが、これについては後で詳述する。

[0050] 起動機器割当部 1 2 3 は、起動境界条件、停止境界条件及び予測消費エネルギーに基づいて、一日の各時刻に起動させる制御対象機器 2 を割り当てる処理部である。製造単価集計部 1 2 4 は、各制御対象機器 2 の冷熱、温熱の製造単価に基づいて、割り当てられた各時刻における製造単価を演算する処

理部である。

[0051] 蓄熱放熱割当部 1 2 5 は、演算された製造単価に応じて、蓄熱槽 1 0 8 等の蓄熱設備の蓄熱若しくは冷熱を割り当てる処理部である。蓄熱容量判定部 1 2 6 は、割り当てられた蓄熱設備の放熱量若しくは蓄熱量の積算値が、蓄熱設備の容量に達しているか否かを判定する処理部である。

[0052] (状態量最適化部)

状態量最適化部 1 3 は、発停スケジュールにおいて発停が決定された各制御対象機器 2 の供給熱量等の連続的な状態量を、評価指標に基づいて最適化することにより、蓄電蓄熱スケジュールを求める処理部である。

[0053] (目標達成判定部)

目標達成判定部 1 4 は、最適化された蓄電蓄熱スケジュールが、目標値を満足するか否かを判定する処理部である。目標値は、電力抑制指令値、ピークシフト要求値、建物管理者からの要求値を含む。

[0054] この目標達成判定部 1 4 は、比較部 1 4 a、判定部 1 4 b、出力指示部 1 4 c、調整指示部 1 4 d を有している。比較部 1 4 a は、最適化した蓄電蓄熱スケジュールと目標とを比較する処理部である。

[0055] 判定部 1 4 b は、比較部 1 4 a による比較結果に基づいて、蓄電蓄熱スケジュールが目標値を満足しているか否かを判定する処理部である。出力指示部 1 4 c は、判定部 1 4 b により、目標値を満足していると判定された蓄電蓄熱スケジュールについて、その制御設定値の出力を、制御設定値出力部 1 5 に指示する処理部である。調整指示部 1 8 d は、判定部 1 4 b が、目標値を満足していないと判定した場合に、設定値調整部 1 0 に、設定値の再調整を指示する処理部である。

[0056] (制御設定値出力部)

制御設定値出力部 1 5 は、蓄電蓄熱スケジュールに基づいて各制御対象機器 2 の制御設定値を生成し、各ローカル制御装置 3 に出力する処理部である。

[0057] (開始指示部)

開始指示部 16 は、あらかじめ設定されたタイミングで、最適化処理部 40 による最適化処理の実行を開始させる処理部である。たとえば、実行日の前日に蓄電蓄熱スケジュールを設定する場合、毎日の所定時間を設定タイミングとすることが考えられる。これを何日おきにするか、何時にするかは、自由に設定可能である。

[0058] (再スケジュールリング要否判定部)

再スケジュールリング要否判定部 17 は、あらかじめ設定されたタイミングで、蓄電蓄熱スケジュールに基づく制御設定値と、実際の運用データとを比較して、再スケジュールリングの要否を判定する処理部である。

[0059] たとえば、再スケジュールリング要否判定部 17 は、蓄電蓄熱スケジュールの実行日に、30分ごとに制御設定値と運用データとを比較して、所定のしきい値を超える差異が生じている場合に、再スケジュールが必要と判定する。このタイミングをどの程度の間隔とするかも自由に設定可能である。

[0060] (問い合わせ部)

問い合わせ部 18 は、目標達成判定部 14 が、再スケジュールリングの結果について、目標が達成できないと判定した場合に、ローカル制御装置 3 に、蓄電蓄熱スケジュールを受け入れるか否かを問い合わせる処理部である。

[0061] この問い合わせ部 18 は、通知部 18a、受付部 18b、出力指示部 18c、調整指示部 18d を有している。通知部 18a は、ローカル制御装置 3 に、目標と蓄電蓄熱スケジュールを、ローカル制御装置 3 に通知する処理部である。受付部 18b は、ローカル制御装置 3 から受け入れるか否かの応答を受け付ける処理部である。

[0062] 出力指示部 18c は、受付部 18b が、受け入れる応答を受け付けた場合に、制御設定値出力部 15 に、制御設定値の出力を指示する処理部である。調整指示部 18d は、受付部 18b が、受け入れない応答を受け付けた場合に、設定値調整部 10 に、設定値の再調整を指示する処理部である。

[0063] [3. プロセスデータ取得部]

プロセスデータ取得部 20 は、外部からのプロセスデータを取得する処理

部である。プロセスデータとしては、上記のように、運用データ、気象データ、目標値等を取得する。

[0064] [4. 設定パラメータ入力部]

設定パラメータ入力部 21 は、設定パラメータを入力する処理部である。設定パラメータとしては、上記のように、処理タイミング、重み係数、評価指標、機器特性、しきい値、機器優先順位等を含む。

[0065] [5. 処理データ記憶部]

処理データ記憶部 22 は、プロセスデータ、設定パラメータを含む、最適化処理部 40 の処理に必要なデータを記憶する処理部である。この処理データ記憶部 22 には、上記で例示したものその他、各部の処理に必要な情報が含まれる。たとえば、各部の演算式、パラメータが含まれる。したがって、製造単価を求めるための電力単価、ガス単価等も、処理データ記憶部 22 が記憶している。

[0066] [6. 最適化データ記憶部]

最適化データ記憶部 23 は、最適化処理部 40 による最適化処理で求められたデータを記憶する処理部である。たとえば、最適化データ記憶部 23 は、蓄電蓄熱スケジュール、制御設定値等を記憶する。この最適化データ記憶部 23 が記憶したデータを、過去の運用データとして、処理データ記憶部 22 が記憶することも、最適化処理部 40 における上記の各部の演算処理に用いることもできる。

[0067] [7. 送受信部]

送受信部 24 は、ネットワーク N を介して、蓄電蓄熱最適化装置 4 と、ローカル制御装置 3、建物管理者の端末、上位の監視制御装置、気象情報等を提供するサーバ等との情報の送受信を行う処理部である。なお、処理データ記憶部 22、最適化データ記憶部 23 が記憶したデータを、送受信部 24 が送信することにより、上記のような外部の装置が活用できる。

[0068] なお、蓄電蓄熱最適化装置 4 は、各部の処理に必要な情報の入力、処理の選択や指示を入力する入力部、情報入力のためのインタフェース、処理結果

等を入力する出力部を有している。

[0069] 入力部としては、キーボード、マウス、タッチパネル、スイッチ等、現在又は将来において利用可能な入力装置を含む。入力部は、上記の設定パラメータ入力部 21 の機能を果たすこともできる。出力部としては、表示装置、プリンタ等、現在又は将来において利用可能なあらゆる出力装置を含む。なお、処理データ記憶部 22、最適化データ記憶部 23 が記憶したデータを、出力部が表示等することにより、オペレータが参照できる。

[0070] [C. 実施形態の作用]

以上のような本実施形態による最適化処理の手順を、図 5 ～ 19 を参照して説明する。

[1. 翌日の運用スケジュールを前日夜に最適化する処理]

蓄電蓄熱最適化装置 4 の処理について、図 5 のフローチャートを参照して説明する。なお、以下に説明する処理は、たとえば、建物 1 における制御対象機器 2 の翌日の蓄電蓄熱スケジュールを、前日の夜に最適化する処理である。なお、最適化する蓄電蓄熱スケジュールは、将来の所定の期間であればよく、翌日であるか、一日であるかは限定されない。

[0071] [1-1. 最適化実行開始処理]

まず、開始指示部 16 は、あらかじめ設定された時刻に、設定値調整部 10 に最適化処理の実行を指示する。たとえば、前日の 21 時になると、最適化処理部 40 が、最適化処理の実行を開始する。図 5 のフローチャートは、開始指示部 40 の指示で、最適化処理の実行が開始された後の処理フローを示す。

[0072] [1-2. 設定値調整処理]

設定値調整部 10 の設定部 10a は、翌日の建物 1 内の制御設定値を設定する（ステップ 01）。制御設定値には、たとえば、空調の温度設定値、PMV 設定値、照度設定値などが含まれる。設定部 10a は、制御設定値として、たとえば、所定の期間内に処理データ記憶部 22 に記憶された運用データのうち、最新の制御設定値若しくは最も頻度が高い制御設定値を設定する

。なお、設定部 10a は、入力部を介して入力された設定値も、制御設定値として設定できる。

[0073] [1-3. エネルギー予測処理]

予測部 11 は、処理データ記憶部 22 に記憶された過去の所定期間の気象データ及び運用データに基づいて、制御対象機器 2 の消費エネルギー若しくは供給エネルギーを予測する（ステップ 02）。

[0074] ここで、予測部 11 による予測処理の一例を説明する。図 6 は、気象データ及び運用データとして、処理データ記憶部 22 に記憶された過去の曜日、天候、温湿度、制御設定値を、表にまとめたものである。曜日が含まれているのは、建物 1 によっては、土日はほとんど人がいない等、曜日によるエネルギー消費の傾向があるからである。制御設定値は、一例としての PMV 設定値または PMV 計測値、照度設定値または照度計測値である。

[0075] 予測部 11 における類似度演算部 11a は、上記のような過去のデータに基づいて、翌日の天気予報等に基づく気象データ及び設定された制御設定値との類似度を演算する。この演算は、たとえば、以下の式（1）により求めることができる。

[0076] 類似度 = | 曜日による重み | + | 天候による重み | +

$$a \times | \text{翌日最高気温} - TM_i | + b \times | \text{翌日最低気温} - TL_i | + c \times | \text{翌日相対湿度} - RH_i | +$$

$$d \times | \text{翌日 PMV 設定} - PMV_i | + e \times | \text{翌日照度設定} - L_i | \rightarrow \min \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n-1, n) \quad \text{式(1)}$$

[0077] ここで「曜日による重み」は、あらかじめ設定された曜日毎の重み係数を使用する。「天候による重み」も同様に、あらかじめ設定された天候毎の重み係数を使用する。たとえば、翌日の予報に基づく天候が「晴れ」の場合、過去のデータは「晴れ」の場合、重み係数は小さくなるが、過去のデータは「雨」の場合、重み係数は大きくなる。なお、「曜日による重み」と「天候による重み」、a、b、c、d、e などの各因子の重み係数は、設定パラメータ入力部 21 から入力され、処理データ記憶部 22 に記憶されたものを、予測精度に応じて任意に設定可能である。

[0078] 類似日抽出部 11b は、類似度演算部 11a が求めた類似度に基づいて、

この類似度が最小となる日番号を抽出する。日番号とは、運用データ記憶部 21 に記憶された運用データを、日毎に並べて割り振った通し番号である。

[0079] 予測値設定部 11c は、類似日抽出部 11b が抽出した日番号に該当する日付における、各制御対象機器 2 の消費エネルギー若しくは供給エネルギーを、翌日の予測値として設定する。

[0080] [1-4. 機器発停最適化処理]

次に、発停最適化部 12 は、予測部 11 により設定された予測値に基づいて、制御対象機器 2 の発停スケジュールを最適化する。ここで、発停最適化部 12 の詳細処理を、図 7 のフローチャートを参照して説明する。最適化のための標記指標としては、後述するように、数パターンから任意選択可能である。ただし、ここでは、一例として、最小化指標としてコストが選択された場合を説明する。

[0081] (起動優先順位決定処理)

すなわち、機器発停最適化部 12 の起動優先順位決定部 121 は、制御対象機器 2 を起動する優先順位を決定する（ステップ 21）。ここで、制御対象機器 2 の起動優先順位の決定に用いる冷熱製造単価表の一例を、図 8 に示す。

[0082] 冷熱製造単価表は、冷熱を供給する制御対象機器 2 の供給態様として、複数のケースを設定し、各ケース別に単位量の冷熱 [kWh] を製造する際の単価を算出し、表にまとめたものである。各制御対象機器 2 について、冷熱を供給する場合に該当する箇所を丸とし、表の最下段に、そのケースの単価を記している。

[0083] 冷熱製造単価は、たとえば、以下の式 (2) ~ (7) により、求めることができる。

[0084]

(冷熱製造単価)

$$\text{ケース 1 (水冷冷凍機)} = E_{LP} \times \frac{1}{COP_R} \quad \text{式(2)}$$

$$\text{ケース 2 (空冷 HP)} = E_{LP} \times \frac{1}{COP_{HP-C}} \quad \text{式(3)}$$

$$\text{ケース 3 (CGS 発電価値無+吸収式)} = G_{LP} \times \left(\frac{100}{COP_{ABR-CH} \times \eta_{CGS-H} \times G_{LH}} \right) \quad \text{式(4)}$$

$$\begin{aligned} \text{ケース 4 (CGS 発電価値有+吸収式)} \\ = G_{LP} \times \left(\frac{100}{COP_{ABR-CH} \times \eta_{CGS-H} \times G_{LH}} \right) - E_{LP} \times \frac{\eta_{CGS-E}}{COP_{ABR-CH} \times \eta_{CGS-H}} \end{aligned} \quad \text{式(5)}$$

$$\text{ケース 5 (吸収式+太陽熱利用)} = 0 \quad \text{式(6)}$$

$$\text{ケース 6 (吸収式+ガス使用)} = G_{LP} \times \frac{1}{COP_{ABR-CG} \times G_{LH}} \quad \text{式(7)}$$

E_{LP} : 電力単価 [円/kWh]

G_{LP} : ガス単価 [円/Nm³]

COP_R : 水冷冷凍機 COP

COP_{HP-C} : 空冷 HP の COP (冷水製造時)

COP_{ABR-CH} : 吸収式冷温水器 COP (冷水製造、太陽熱または CGS 排熱利用時)

COP_{ABR-CG} : 吸収式冷温水器 COP (冷水製造、ガス使用時)

η_{CGS-E} : CSG 発電効率 [%]

η_{CGS-H} : CSG 熱回収効率 [%]

G_{LH} : ガス低位発熱量 [kWh/Nm³]

[0085] ここで、ケース 3 は、CGS 103 が発電した電力に価値が無い場合の冷熱製造単価である。「価値が無い」とは、エネルギー消費機器がほとんど稼働していないために、電力需要が極めて小さいなど、CGS 103 が発電した電力が、有効に利用されない場合を意味する。

[0086] 一方、ケース 4 は、CGS 103 が発電した電力に価値が有る場合の冷熱製造単価である。「価値が有る」とは、CGS 103 が発電した電力が、有効に消費され、等量の電力購入を削減できる場合を意味する。

[0087] また、ケース 5 は、太陽熱温水器 107 の温水出力を、吸収式冷温水器 106 に利用した冷熱製造単価である。このため、燃料等の消費はなく、コストはほぼ 0 に近くなる。実際には、補機類の運転により、僅かな電力を消費する。しかし、この値は非常に小さいため、ここでは考慮していない。

[0088] また、制御対象機器 2 の起動優先順位の決定に用いる温熱製造単価表の一例を、図 9 に示す。温熱製造単価表は、温熱を供給する制御対象機器 2 の供給態様として、複数のケースを設定し、各ケース別に、単位量の温熱 [kWh]

h] を製造する際の単価を算出し、表にまとめたものである。

[0089] 温熱製造単価は、たとえば、以下の式(8)～(12)により、求めることができる。

[0090]

(温熱製造単価)

$$\text{ケース1 (空冷 HP)} = E_{UP} \times \frac{1}{COP_{HP-H}} \quad \text{式(8)}$$

$$\text{ケース2 (CGS 発電価値無)} = G_{UP} \times \left(\frac{100}{\eta_{CGS-H} \times G_{UH}} \right) \quad \text{式(9)}$$

$$\text{ケース3 (CGS 発電価値有)} = G_{UP} \times \left(\frac{100}{\eta_{CGS-H} \times G_{UH}} \right) - E_{UP} \times \frac{\eta_{CGS-E}}{\eta_{CGS-H}} \quad \text{式(10)}$$

$$\text{ケース4 (太陽熱利用)} = 0 \quad \text{式(11)}$$

$$\text{ケース5 (吸収式+ガス使用)} = G_{UP} \times \frac{1}{COP_{ABR-HG} \times G_{UH}} \quad \text{式(12)}$$

COP_{HP-H} : 空冷 HP の COP (温水製造時)

COP_{ABR-HG} : 吸収式冷温水器 COP (温水製造、ガス使用時)

[0091] 起動優先順位決定部121は、これらの表を用いて、評価指標が小さい機器から順に、起動優先順位を決定する。評価指標は、ここではコストである。上記の冷熱製造単価表を例にとると、優先されるケースは、順にケース5→ケース1→ケース4→ケース2→ケース6→ケース3となる。

[0092] 従って、冷熱を供給する制御対象機器2の起動優先順位は、安定的に太陽熱温水器107の出力がある場合には、以下(1)～(5)の順になる。これは、快晴が継続している等、太陽光が十分に得られる状態である。

(1)吸収式冷温水器106 (太陽熱利用)

(2)水冷冷凍機105

(3)CGS103及び吸収式冷温水器106 (CGS排熱利用、ただし、太陽熱を利用してまだ余力が残っている場合)

(4)空冷HP104

(5)吸収式冷温水器 106 (ガス使用)

[0093] また、太陽熱温水器 107 の出力がない場合には、以下の(1)～(4)の順となる。

(1)水冷冷凍機 105

(2)吸収式冷温水器 106 (CGS排熱利用)

(3)空冷HP 104

(4)吸収式冷温水器 106 (ガス使用)

[0094] このように、起動優先順位決定部 121 は、各制御対象機器 2 の冷熱および温熱の製造単価を算出することで、冷熱または温熱供給に用いる制御対象機器 2 の起動優先順位を決定できる。なお、評価指標がコスト以外の最小化問題においても、同様の方法により、評価指標が小さい方から順に、制御対象機器 2 の起動優先順位を決定すればよい。

[0095] (発停条件設定処理)

次に、発停条件設定部 122 は、起動優先順位決定部 121 が求めた起動優先順位に基づいて、冷熱および温熱の消費エネルギーに応じた制御対象機器 2 の発停条件を計算する(ステップ 22)。

[0096] 発停条件の一例を図 10 に示す。図 10 は、太陽熱温水器 107 の出力が安定的に見込める場合の、冷熱消費エネルギーに応じた冷熱供給機器の発停条件の一例を示している。

[0097] まず、起動境界条件設定部 121a が、冷熱消費エネルギーの増加に応じて、各制御対象機器 2 を起動する起動境界条件を求める。この起動境界条件は、たとえば、以下の式(13)～(16)により定義することができる。

[0098]

(起動境界条件[1] 水冷冷凍機の起動)

$$\text{冷熱需要} \geq H_{ABR-CH} \times r_{ABR-SH} \quad \dots \text{式(13)}$$

(起動境界条件[2] CGS の起動)

$$\text{冷熱需要} \geq H_{ABR-CH} \times r_{ABR-SH} + H_R \quad \dots \text{式(14)}$$

(起動境界条件[3] 空冷HPの起動)

$$\text{冷熱需要} \geq H_{ABR-CH} \times r_{ABR-SH} + H_R + (H_{ABR-CH} - H_{ABR-CH} \times r_{ABR-SH}) \quad \dots \text{式(15)}$$

(起動境界条件[4] 吸収式冷温水器(ガス使用)の起動)

$$\text{冷熱需要} \geq H_{ABR-CH} \times r_{ABR-SH} + H_R + (H_{ABR-CH} - H_{ABR-CH} \times r_{ABR-SH}) + H_{HP-C} \quad \dots \text{式(16)}$$

H_{ABR-CH} : 吸収式冷温水器の定格冷却量 [kWh]

r_{ABR-SH} : 太陽熱利用時の吸収式冷温水器の負荷率予測値 (>下限負荷率)

H_R : 水冷冷凍機の定格冷却量 [kWh]

H_{HP-C} : 空冷HPの定格冷却量 [kWh] (冷水製造)

[0099] 起動境界条件[1]は、水冷冷凍機105の起動条件である。この起動条件は、冷熱消費エネルギーが、太陽熱利用による吸収式冷温水器106の出力以上になった場合である。

[0100] 起動境界条件[2]は、CGS103の起動条件である。この起動条件は、冷熱消費エネルギーが、太陽熱利用による吸収式冷温水器106の出力と、水冷冷凍機105の定格出力との合計以上となった場合である。

[0101] 起動境界条件[3]は、吸収式冷温水器106の起動条件である。この起動条件は、起動境界条件[2]と、吸収式冷温水器106の定格冷却量とCGS103により吸収式冷温水器106の出力が増加した分との差分との合計以上となった場合である。

[0102] 起動境界条件[4]は、起動境界条件[3]と、空冷HP104の定格冷却量との合計以上となった場合である。このように、起動境界条件は、起動優先順位の高い順に、各制御対象機器2の定格出力を積み重ねて定義される。

[0103] 次に、停止境界条件設定部122bが、各制御対象機器2を停止する停止

境界条件を求める。この停止境界条件は、たとえば、以下の式（１７）～（２０）により定義することができる。

[0104]

（停止境界条件[1] 水冷冷凍機の停止）

$$\text{冷熱需要} \leq \text{起動境界条件[1]} - \Delta H_R \quad \dots \text{式(17)}$$

（停止境界条件[2] CGS の停止）

$$\text{冷熱需要} \leq \text{起動境界条件[2]} - \Delta H_{ABR-CH} \quad \dots \text{式(18)}$$

（停止境界条件[3] 空冷 HP の停止）

$$\text{冷熱需要} \leq \text{起動境界条件[3]} - \Delta H_{HP-C} \quad \dots \text{式(19)}$$

（停止境界条件[4] 吸収式冷温水器（ガス使用）の停止）

$$\text{冷熱需要} \leq \text{起動境界条件[4]} - \Delta H_{ABR-CG} \quad \dots \text{式(20)}$$

ΔH_R : 水冷冷凍機の停止不感帯設定

ΔH_{ABR-CH} : 吸収式冷温水器の停止不感帯設定（冷水製造、排熱利用時）

ΔH_{HP} : 空冷 HP の停止不感帯設定（冷水製造）

ΔH_{ABR-CG} : 吸収式冷温水器の停止不感帯設定（冷水製造、ガス使用時）

[0105] 各制御対象機器 2 の停止境界条件 [1] ～ [4] は、それぞれの起動境界条件 [1] ～ [4] よりも若干小さな値とする。これにより、制御対象機器 2 毎の停止境界条件 [1] ～ [4] について、停止不感帯が設定される。これは、式（１７）～（２０）における、 ΔH_R 、 ΔH_{ABR-CH} 、 ΔH_{HP-C} 、 ΔH_{ABR-CG} である。

[0106] 停止不感帯とは、起動境界条件と停止境界条件との間に設けられた幅若しくは領域である。制御対象機器 2 が停止不感帯にある状態とは、起動条件により一旦起動した後、再度起動条件以下となっても、その影響を受けずに、起動状態を維持するという意味で、ヒステリシスと捉えることもできる。

[0107] このように停止不感帯を設定することで、境界付近で冷熱消費エネルギーが細かく変動しても、制御対象機器 2 が、過剰に発停してしまうような運用計画を除外できる。

[0108] なお、停止境界条件の設定は、各制御対象機器 2 の下限出力とならない範

囲とする。その理由を、以下に説明する。すなわち、各制御対象機器 2 には、下限出力が存在する。このため、停止不感帯の設定値によっては、起動境界および停止境界領域の近傍において、エネルギー供給量の余りを生じる可能性がある。そこで、このようなエネルギー供給量の余りが生じないように、各制御対象機器 2 の停止不感帯設定値を制約する必要がある。以下の式（17）' ～（20）' は、このような制約を考慮して、停止不感帯を定義した式である。

[0109]

$$\Delta H_R \leq H_{ABR-CH} \times r_{ABR-SH} - H_{ABR-CH-min} - H_{R-min} \quad \text{式(17) '}$$

$$\Delta H_{ABR-CH} \leq H_R - H_{R-min} \quad \text{式(18) '}$$

$$\Delta H_{HP-C} \leq H_{ABR-CH} - H_{ABR-CH} \times r_{ABR-CH} - H_{HP-min} \quad \text{式(19) '}$$

$$\Delta H_{ABR-CG} \leq H_{HP} - H_{HP-min} - H_{ABR-CG-min} \quad \text{式(20) '}$$

$H_{ABR-CH-min}$: 吸収式冷温水器の下限出力（冷水製造、排熱利用時）

H_{R-min} : 水冷冷凍機の下限出力

H_{HP-min} : 空冷 HP の下限出力（冷水製造）

$H_{ABR-CG-min}$: 吸収式冷温水器の下限出力（冷水製造、ガス使用時）

[0110] ここで、水冷冷凍機の停止不感帯設定値に関する式（17）' を例にして、かかる制約について説明する。図 10 において、需要側の冷熱消費エネルギーが徐々に減少していき、起動境界条件 [1] と同じ量となったとき、水冷冷凍機 105 は、下限出力で運転されているものと仮定する。

[0111] この状態から、さらに需要側の冷熱消費エネルギーが減少した場合を考える。この場合、水冷冷凍機 105 は、下限出力で運転しているため、これ以上、出力を低下できない。このため、エネルギーの需給バランスを保つために、起動優先順位が 1 順位高い制御対象機器 2 の出力を絞ることになる。図

10の例は、一段下段側の吸収式冷温水器106の出力を絞る。

[0112] そして、需要側の冷熱消費エネルギーが、さらに低下して停止境界条件[1]に近づいていくと仮定する。このとき、停止不感帯 ΔH_R が、吸収式冷温水器106の出力調整幅($H_{ABR-CH} \times r_{ABR-SH} - H_{ABR-CH-min}$)以上であるとする。

[0113] すると、いずれ冷熱消費エネルギーの低下に応じて水冷冷凍機105と吸収式冷温水器106が、共に下限出力となってしまう、供給量が余らざるを得ない。これを避けるため、式(17)'～(20)'においては、停止不感帯設定に対する制約を付加している。

[0114] また、これら各式(17)'～(20)'の最後の項では、それぞれの制御対象機器2の下限出力を差し引いている。これは、上記の例のように起動境界条件において、該当制御対象機器2が下限出力になる場合もあれば、該当制御対象機器2が下限出力とはならない場合もあるためである。

[0115] なお、停止不感帯は、上記のように、制御対象機器2の過剰発停を避ける必要から設定する。よって、停止不感帯は、この過剰発停を避けるという目的を達成できる値で設定すればよい。

[0116] 一方、停止不感帯が大きな値であると、起動優先順位が高い制御対象機器2の出力が絞られる可能性が高くなる。そこで、起動優先順位が高い制御対象機器2を極力有効に活用するためには、過剰発停とならない範囲で、各制御対象機器2の停止不感帯は小さな値であることが望ましい。

[0117] (起動機器割当処理)

次に、起動機器割当部123は、発停条件設定部122が設定した発停条件(起動境界条件及び停止境界条件)と、予測部11が予測した予測値とに基づいて、各時刻において起動する制御対象機器2の割当を行う(ステップ23)。

[0118] この割当の一例を、図11に示す。これは、冷熱消費エネルギーに対して、起動する制御対象機器2を割り当てた例である。なお、夏季(冷房期)と冬季(暖房期)との間の中間期において、冷熱消費エネルギーと温熱消費エ

エネルギーが混在する場合がある。この場合には、熱消費エネルギーが大きい方から、起動する制御対象機器 2 の割当を行えばよい。

[0119] 図 11 の 30 は、予測部 11 により予測された翌日一日分の冷熱消費エネルギーである。起動機器割当部 123 は、各時刻における冷熱消費エネルギー 30 を満足するように、上記の発停条件に基づいて、各時刻に運転する制御対象機器 2 及び各制御対象機器 2 が負担する冷熱量の配分を決定する。

[0120] 図 11 は、任意の時間において、起動優先順位が高い機器から順に、起動する制御対象機器 2 の割り当てを積み上げた例である。なお、制御対象機器 2 を全て割り当てても、供給量が冷熱消費エネルギー 30 に達しない時間帯も存在し得る。その場合、起動機器割当部 123 は、供給量が足りない当該時間帯に、蓄熱槽 108 からの放熱 31 を割り当てる（ステップ 24）。なお、蓄電池 100 による放電を割り当てることも可能である。

[0121] （製造単価集計処理）

次に、製造単価集計部 124 は、各時刻における冷熱製造単価を演算する（ステップ 25）。ここで、冷熱製造単価とは、冷熱を製造するためにかかる単価である。たとえば、冷水 1 kWh 分を生成するのに必要なコストは、冷熱製造単価である。この演算は、蓄熱槽 108 等の蓄熱設備の放熱、蓄熱を考慮した起動機器を確定するために行われる。

[0122] 各時刻における冷熱製造単価は、当該時刻において稼働する制御対象機器 2 の中で、最も起動優先順位が低い制御対象機器 2 の冷水製造単価である。これは、この制御対象機器 2 が最も単価が高く、消費エネルギーの低下に従って最初に出力を絞るべき対象となるからである。この制御対象機器 2 は、図 10 においては、最も上段に割り当てられている。なお、各制御対象機器 2 の冷熱製造単価は、図 8、図 9 で例示したものと同様である。このように確定した冷水製造単価を一日の時系列で並べたものを、図 12 に示す。

[0123] （蓄熱放熱割当処理）

次に、蓄熱放熱割当部 125 は、冷熱製造単価に応じて、各時刻に放熱と蓄熱を割り当てる（ステップ 26）。つまり、図 12 の各時刻の冷水製造単

価を、図 1 3 に示すように昇順にソートして、冷水製造単価が高い時間帯から放熱を順次割り当て、冷水製造単価が安い時間帯から蓄熱を、順次を割り当てていく。

[0124] このように、蓄熱設備からの放熱、蓄熱を考慮した起動する制御対象機器 2 の負担の積み上げ例を、図 1 4 に示す。図 1 4 において、予測された冷熱消費エネルギー 3 0 を超過している箇所 3 2 は、蓄熱設備への蓄熱を示している。

[0125] (蓄熱容量判定処理)

さらに、蓄熱容量判定部 1 2 6 は、蓄熱設備の放熱量若しくは蓄熱量の積算値が、蓄熱設備の容量に達しているか否かを判定する (ステップ 2 7) 。蓄熱設備の容量に達していない場合は (ステップ 2 7 の NO) 、再度、ステップ 2 5 に戻る。つまり、製造単価集計処理、蓄熱放熱割当処理を繰り返す。

[0126] 蓄熱容量判定部 1 2 6 が、蓄熱量及び放熱量の積算値が蓄熱設備の容量に達したと判定した場合 (ステップ 2 7 の YES) 、機器発停最適化処理を終了する。以上の処理により、評価指標を最小とする、蓄熱設備の放熱、蓄熱を考慮した機器発停の最適化が実現できる。

[0127] [1 - 5 . 蓄電蓄熱スケジュール最適化処理]

さらに、図 5 のフローチャートに戻って説明する。状態量最適化部 1 3 は、機器発停最適化部 1 2 で導出された各時刻の起動機器の情報を用いて、蓄電蓄熱のスケジュールを作成する。(ステップ 0 4) 。

[0128] 状態量最適化部 1 3 は、機器発停最適化部 1 2 において、発停が決定された制御対象機器 2 の供給熱量などの連続的な状態量を、設備全体の制約を満足するように最適化する。ここでは、最適化する評価指標をコストとする。すると、たとえば、最小化するための目的関数は、以下の式 (2 1) のように、制約条件式は、以下の式 (2 2) ~ (2 7) のように定義することができる。

[0129]

・目的関数

$$\sum_{t=1}^{24} [X1^t \cdot E_C + GAS^t \cdot GAS_C] \Rightarrow \min \quad \text{式(21)}$$

・制約条件式

$$X1^t + E_{CGS} \cdot X8^t \cdot X11^t + E_{PV} + (X10^t - X10^{t-1}) = \frac{H_{HP-C}}{COP_{HP-C}} \cdot X2^t \cdot X12^t + \frac{H_R}{COP_R} \cdot X7^t \cdot X17^t + E_{DEMAND}^t \quad \text{式(22)}$$

$$GAS^t = GAS_{CGS} \cdot X8^t \cdot X11^t + GAS_{ABR-CG} \cdot X5^t \cdot X15^t + GAS_{ABR-HG} \cdot X6^t \cdot X16^t \quad \text{式(23)}$$

$$H_{HP-C} \cdot X2^t \cdot X12^t + H_{ABR-CH} \cdot X4^t \cdot X14^t + H_{ABR-CG} \cdot X5^t \cdot X15^t + H_R \cdot X7^t \cdot X17^t + (X9^t - X9^{t-1}) = HC_{DEMAND}^t \quad \text{式(24)}$$

$$H_{CGS} \cdot X8^t \cdot X11^t + H_{HP-H} \cdot X3^t \cdot X13^t + H_{SH}^t + H_{ABR-HG} \cdot X6^t \cdot X16^t > H_{ABR-IN} \cdot X4^t \cdot X14^t + HH_{DEMAND}^t \quad \text{式(25)}$$

$$(X6^t - X6^{t+1}) \leq 0 \quad \text{or} \quad (X6^t - X6^{t+1}) = 0 \quad \text{式(26)}$$

$$(X7^t - X7^{t+1}) \leq 0 \quad \text{or} \quad (X7^t - X7^{t+1}) = 0 \quad \text{式(27)}$$

E_C : 電力係数 (ここでは単価)

GAS_C : ガス係数 (ここでは単価)

E_{CGS} : CGS 定格発電量

E_{PV} : 予測 PV 発電量

H_{HP-C} : 空冷 HP 定格冷却量 (冷水製造時)

H_{HP-H} : 空冷 HP 定格加熱量 (温水製造時)

H_R : 水冷冷凍機 定格冷却量

H_{ABR-CH} : 吸収式冷温水器 定格冷却量 (冷水製造、排熱投入)

H_{ABR-CG} : 吸収式冷温水器 定格冷却量 (冷水製造、ガス使用)

H_{ABR-HG} : 吸収式冷温水器 定格加熱量 (温水製造、ガス使用)

H_{ABR-IN} : 吸収式冷温水器 定格発熱投入量

H_{HS} : 予測太陽熱集熱量

COP_{HP-C} : 空冷 HP COP (冷水製造時)

COP_R : 水冷冷凍機 COP

GAS : ガス使用量

GAS_{CGS} : CGS 定格ガス使用量

GAS_{ABR-CG} : 吸収式冷温水器 定格ガス使用量 (冷水製造時)

GAS_{ABR-HG} : 吸収式冷温水器 定格ガス使用量 (温水製造時)

E_{DEMAND} : 予測電力消費エネルギー

HC_{DEMAND} : 予測冷熱消費エネルギー

HH_{DEMAND} : 予測温熱消費エネルギー

[0130] 式(21)を最小化する変数 $X1 \sim X17$ を、式(22)～(27)により求めることにより、最適化が可能となる。最適化する変数 $X1 \sim X17$ の一例をまとめたものを、図15に示す。ここで、変数等の上付きの t は、時

刻を表す。なお、式（２１）の電力係数およびガス係数は最適化する評価指標によって異なる。これに対応する値は、たとえば、コスト最小化であれば、それぞれ電力単価とガス単価、CO₂最小化であれば、それぞれCO₂排出係数になる。

[0131] 式（２２）～（２５）では、主に制御対象機器２の負荷率変数と起動停止変数の積の項が多数存在する。このため、上記の問題をそのまま解く場合は、非線形求解アルゴリズムを適用せざるを得ない。

[0132] しかし、本実施形態においては、上述のように、あらかじめ機器発停最適化部１２によって、制御対象機器２の発停条件を最適化している。このため、上記の変数のうち、X₁₁～X₁₇は定数となり、問題は線形化される。したがって、上記の問題をそのまま解く必要はなくなり、一般的な線形アルゴリズムとして、簡易に最適値を導出できる。

[0133] なお、ここでは、制御対象機器２の連続的な状態量について、数理計画手法を用いて解く場合を述べた。しかし、シミュレーションにより繰り返し演算することで、最適な状態量を導出してもよい。

[0134] [１－６．目標達成判定処理]

次に、目標達成判定部１４は、上記のように得られた蓄電蓄熱スケジュールが目標値を満足するか否かを判定する（ステップ０５）。ここで、処理データ記憶部２２に記憶された目標値とは、上記のように、電力抑制指令値、ピークシフト要求値、建物管理者からの要求値などを含む。

[0135] つまり、目標達成判定部１４の比較部１４ａは、各時刻における需給バランス、処理データ記憶部２２に記憶された目標値と、蓄電蓄熱スケジュールとを比較する。そして、判定部１４ｂは、比較部１４ａによる比較結果に基づいて、蓄電蓄熱スケジュールが目標値を満足しているか否かを判定する。目標値を満足しているかどうかは、目標値が制約値の場合には、制約値以下となっているか否かにより判定できる。目標値は、一日単位の制約である場合も、時間帯毎の制約である場合も考えられる。

[0136] 判定部１４ｂが、目標値を満足していると判定した場合（ステップ０５の

YES)、出力指示部14cは、制御設定値出力部15は、制御対象機器2に蓄電蓄熱スケジュール、制御設定値の出力を指示する。

[0137] 判定部14bが、目標値を満足していないと判定した場合(ステップ05のNO)、調整指示部14dは、設定値調整部10に、設定値の再調整を指示する。

[0138] [1-7. 制御設定値出力処理]

目標達成判定部14が、目標値が達成できたと判定した場合、制御設定値出力部15は、各制御対象機器2のローカル制御装置3に制御設定値を出力する(ステップ06)。

[0139] なお、制御設定値の出力タイミングは、種々のものが考えられる。たとえば、出力タイミングを、蓄電蓄熱スケジュールの実行日の前日とし、各ローカル制御装置3が受信した制御設定値を保持しておく。そして、各ローカル制御装置3が、実行日に制御設定値に基づく制御を実行する。また、蓄電蓄熱スケジュールの実行日の当日を、出力タイミングとしてもよい。

[0140] また、最適化処理部40において、蓄電蓄熱スケジュールを始めとする一連の処理で計算された値は、最適化データ記憶部23が保存する。

[0141] 一方、目標達成判定部14が、目標値が未達成と判定した場合、ステップ1に戻り、設定値調整処理から、一連の最適化処理を再度実行する。このように、蓄電蓄熱最適化装置4は、目標値を達成するまで、蓄電蓄熱スケジュールを最適化する。

[0142] 以上が、蓄電蓄熱最適化装置4が、翌日の運用スケジュールを前日夜に最適化する処理である。なお、上記の一連の処理は、最小化する評価指標を、コストとした。しかし、評価指標は、コスト以外のものであってもよい。たとえば、CO₂、ピーク受電量、消費エネルギー等についても、最小化する評価指標とすることができる。また、これらの評価指標を組み合わせた複合指標を用いることもできる。

[0143] ここで、図16に、設定パラメータ入力部21により、最適化する評価指標を選択するGUIの一例を示す。これは、タッチパネルとして構成された

入力部及び出力部によっても実現可能である。オペレータは、このように、表示装置の画面に表示された各評価指標に対応するボタンを選択することにより、所望の評価指標を選択することができる。すると、上記と同様の方法により、蓄電蓄熱最適化装置 4 によって、それぞれの評価指標を最小化する蓄電蓄熱スケジュールを求めることができる。

[0144] [2. 当日にスケジュールを変更する場合]

以上のように、前日夜に最適化した蓄電蓄熱スケジュールに基づいて、翌日、実際に制御対象機器 2 が運用を開始する。

[0145] ここで、制御対象機器 2 を運用している当日に、蓄電蓄熱スケジュールを変更する場合の蓄電蓄熱最適化装置 4 の動作を、図 17 のフローチャートを参照して説明する。なお、再スケジュールリング開始後の基本的な処理は、上記の前日夜に最適化する処理と同様であるため、説明は簡略化する。

[0146] 制御対象機器 2 の運用開始後、再スケジュールリング要否判定部 17 は、所定のタイミングで、再スケジュールが必要か否かを判定する（ステップ 07）。判定は、最適化データ記憶部 20 に記憶されている制御設定値等のデータと、処理データ記憶部 22 に記憶されている運用データ等を照合することにより行う。

[0147] 判定するタイミングとしては、たとえば、以下のようなものを設定可能である。

- (1)あらかじめ定めた間隔（たとえば、30分）
- (2)オペレータからの要求が入力された場合
- (3)予測の対象である PV 101 などの供給エネルギーまたは消費エネルギーに急変が生じた場合
- (4)予測に用いた天気予報から実際の気象条件（たとえば、気温、湿度、天気など）が外れた場合あるいは急変が生じた場合
- (5)状態量最適化部 13 により最適化された蓄電蓄熱スケジュールと実際の機器の運用状態がずれた場合

[0148] 判定のために比較するデータとしては、たとえば、以下のようなものを利

用する。

(a)供給エネルギーおよび消費エネルギーの実測値と予測値

(b)最適化された蓄電蓄熱スケジュールの制御設定値と実際の機器の運用状態

[0149] 再スケジュールリング要否判定部 17 は、これらの差分が、それぞれ所定のしきい値を超えない場合、再スケジュールリングは不要と判定する（ステップ 07 の NO）。これらの差が、所定のしきい値を逸脱した場合に、再スケジュールリングが必要と判定する（ステップ 07 の YES）。

[0150] このように再スケジュールリング要否判定部 17 が、再スケジュールリングが必要と判定した場合、設定値調整部 10 は、設定値調整処理を行う（ステップ 08）。この設定値調整処理においては、設定値調整部 10 は、上記の前日の処理と同様に、空調機の温度設定や照明の照度などの制御設定値を、処理データ記憶部 22 から取得する。

[0151] 予測部 11 は、処理データ記憶部 22 に記憶された最新のプロセスデータを用いて、上記の前日の処理と同様の手法で、制御対象機器 2 の供給エネルギーおよび消費エネルギーを予測する（ステップ 09）。

[0152] 機器発停最適化部 12 は、上記の前日の処理と同様の手法で、機器発停スケジュールを最適化する（ステップ 10）。次に、状態量最適化部 13 は、処理データ記憶部 22 に記憶された蓄熱設備の現在の蓄熱量、蓄電池の現在の蓄電量を初期値として、蓄電蓄熱スケジュールを作成する（ステップ 11）。

[0153] 目標達成判定部 14 は、蓄電蓄熱スケジュールが目標を達成できたか否かを判定する（ステップ 12）。つまり、判定部 14 b が目標を達成できたと判定した場合（ステップ 12 の YES）、出力指示部 14 c の指示で、制御設定値出力部 15 が制御対象機器 2 へ蓄電蓄熱スケジュール及び制御設定値を出力する（ステップ 15）。

[0154] 判定部 14 b が、目標を一つでも達成できないと判定した場合（ステップ 12 の NO）、問い合わせ部 18 の通知部 18 a が、目標と最適化結果を、ローカル制御装置 3 に通知する（ステップ 13）。なお、通知の対象は、建

物管理者の端末であってもよい。

- [0155] ローカル制御装置 3 においては、オペレータが、表示装置に表示された蓄電蓄熱スケジュールを確認し、入力装置を用いて、受け入れるか否かの応答を入力する。
- [0156] 問い合わせ部 18 の受付部 18 b は、ローカル制御装置 3 からの応答を受け付ける（ステップ 14）。出力指示部 18 c は、受付部 18 b が、受け入れる応答を受け付けた場合（ステップ 14 の YES）、制御設定値出力部 15 に、制御設定値の出力を指示する。制御設定値出力部 15 は、ローカル制御装置 3 に制御設定値を出力する（ステップ 15）。
- [0157] 調整指示部 18 d は、受付部 18 b が、受け入れない応答を受け付けた場合（ステップ 14 の NO）、設定値調整部 10 に再調整を指示する。設定値調整部 10 の調整部 10 b は、空調機の温度設定や照明の照度などの制御設定値について、あらかじめ定められた機器優先順位に基づいて、負担レベルを上げる調整を行う。
- [0158] ここで、負担レベルについて説明する。負担レベルは、空調に関する温度設定や PMV 設定および照明に関する照度設定である。負担レベルが高い状態は、空調設定若しくは照度設定が、建物 1 内の人間の快適性あるいは作業性を下げる状態である。
- [0159] 設定値調整部 10 の調整部 10 b は、図 17 に示したフローチャートにおいて、目標達成判定部 14 が判定する目標が、全て満たされるまで、負担レベルを上げる方向の設定変更を繰り返す。
- [0160] なお、目標達成判定部 14 は、上記の繰り返し動作の各回において、オペレータに受け入れ可否を求めなくても構わない。たとえば、目標達成判定部 14 が判定する目標が全て満たされた時点で、通知部 18 a が、調整された設定値に基づく負担レベルを、ローカル制御装置 3 に通知することも可能である。この通知を、ローカル制御装置 3 の表示装置が表示することにより、オペレータに提示される。
- [0161] この提示例を、図 18 に示す。この例では、時刻毎の負担レベルがグラフ

で提示され、負担を許容するボタンと、負担を許容しない蓄電・蓄熱運用再計画ボタンが表示される。オペレータは、ローカル制御装置 3 の入力部を用いて、いずれかのボタンを選択することにより、問い合わせに対して応答する。

[0162] また、図 19 に示すように、表示された負担レベルを、オペレータが、入力部を用いて、変更できるようにしてもよい。問い合わせ部 18 の受付部 18b は、ローカル制御装置 3 から、負担レベルの変更に関する情報を受け付ける。設定値調整部 10 の調整部 10b は、自動的に設定値を変更するのではなく、受付部 18b が受け付けた負担レベルに基づいて、設定値を変更する。これらの処理は、建物管理者の端末に問い合わせが通知された場合も同様である。

[0163] さらに、設定値調整部 10 は、建物 1 内における各部屋 110 の在室人数に応じて、各部屋毎の PMV 設定や照度設定を調整してもよい。

[0164] たとえば、図 2 に示すように、各部屋 110 にカメラ 115 が設置されているとする。このカメラ 115 には、撮像した画像から在室人数を解析する解析装置が接続されている。

[0165] 解析部からの在室人数は、設定パラメータ入力部 21 によって入力され、処理データ記憶部 22 が記憶する。設定値調整部 10 の調整部 10b は、各部屋毎の在室人数に応じて、PMV 設定や照度設定を調整する。

[0166] このような、在室人数に応じた設定値の調整ロジックを、図 20 に示す。図 20 では、目標値との乖離度合い $\Delta kW [\%]$ に応じて、PMV 設定と照度設定の変更幅を導出する。目標値は、ここでは電力抑制指令による受電量制限値と仮定する。

[0167] さらに、部屋毎の在室人数、定員数に応じて前記 PMV 設定と照度設定の変更幅に重みを課して、現在の設定値との差分を取る。これにより、新たな PMV 設定、照度設定を導出する。

[0168] たとえば、図 21 に示すように、在室人数が多い部屋については、負担レベルを低めに設定する。逆に、人数が少ない部屋については負担レベルを高

めに設定する。人数が少ない部屋については、部屋の機器を全て停止する。これにより、在室者に他の部屋へ移動するように促すことができる。

[0169] [D. 実施形態の効果]

以上のような本実施形態によれば、制御対象機器 2 の消費エネルギー若しくは供給エネルギーを、制御対象機器 2 の制御設定値を考慮して予測することで、予測精度を向上できる。つまり、同一の室内に設置された同一の制御対象機器 2 の過去の制御設定値を用いることにより、種類の異なる複数の制御対象機器 2 について、消費エネルギー若しくは供給エネルギーを正確に予測することができる。

[0170] また、気象条件に応じて出力が変化する P V 1 0 1 や太陽熱温水器 1 0 7 が設置されている場合であっても、建物 1 全体のエネルギーの需給バランスを保つように蓄電蓄熱スケジュールを求めることができる。

[0171] また、電力及び熱の供給に関わる多様な制御対象機器 2 の蓄電蓄熱スケジュールを、ヒステリシスを含めて事前に設定できる。これにより、制御対象機器 2 が過剰に発停を繰り返すことのない、実用的かつ効率的な運用計画を、安定して立案できる。

[0172] また、消費エネルギーまたは供給エネルギーの前日の予測値と、当日の実績値、若しくは制御対象機器 2 の蓄電蓄熱スケジュールと実際の運用状態にずれが生じた場合にも、制御設定値を見直して、蓄電蓄熱スケジュールを再立案できる。このため、追加のエネルギー調達を最低限に抑え、建物 1 全体で効率的な運用が可能となる。

[0173] また、目標値との整合性を判断するために、外部からの要求を満足させることができる。特に、需要者に対して問い合わせを行うことにより、負担レベルが過度に大きくなることを防止できるとともに、合意を得て負担レベルを設定できる。さらに、各部屋に在室する人数をもとに、負担レベルをきめ細かく設定できる。このため、快適性や作業性を低下させずに、目標を満足させることができる。

[0174] [E. 他の実施形態]

本実施形態は、上記の態様に限定されるものではない。

(1) 制御対象機器は、上記で例示したものには限定されない。たとえば、エネルギー供給機器としては、太陽光発電設装置、太陽熱温水器の代わりに、若しくはこれに加えて、風力発電設備等、気象条件によって出力が変化する設備を用いることもできる。なお、本実施形態は、ビル等の所定の建物内に設置された制御対象機器を管理するシステムであるBEMS (Building Energy Management System) に適している。ただし、制御対象機器の設置位置は、単一の建物か複数の建物かには限定されず、屋外を含んでいてもよい。つまり、所定の領域に設置された制御対象機器を制御するEMS (Energy Management System) として、広く適用可能である。

[0175] (2) 蓄電蓄熱最適化装置、ローカル制御装置、端末等は、CPU等を含むコンピュータを所定のプログラムで制御することによって実現できる。この場合のプログラムは、コンピュータのハードウェアを物理的に活用することで、上記のような各部の処理を実現するものである。

[0176] 上記の各部の処理を実行する方法、プログラム及びプログラムを記録した記録媒体も、実施形態の一態様である。また、ハードウェアで処理する範囲、プログラムを含むソフトウェアで処理する範囲をどのように設定するかは、特定の態様には限定されない。たとえば、上記の各部のいずれかを、それぞれの処理を実現する回路として構成することも可能である。

[0177] (3) 上記の各処理部、記憶部等は、共通のコンピュータにおいて実現してもよいし、ネットワークで接続された複数のコンピュータによって実現してもよい。たとえば、処理データ記憶部、最適化データ記憶部を、最適化処理部とネットワークで接続されたサーバに構成してもよい。

[0178] (4) 処理データ記憶部、最適化データ記憶部に記憶される各データの記憶領域は、それぞれが各データの記憶部として構成できる。これらの記憶部は、典型的には、内蔵された若しくは外部接続された各種メモリ、ハードディスク等により構成できる。ただし、記憶部としては、現在又は将来において利用可能なあらゆる記憶媒体を利用可能である。演算に用いるレジスタ等も

、記憶部として捉えることができる。記憶の態様も、長時間記憶が保持される態様のみならず、処理のために一時的に記憶され、短時間で消去若しくは更新される態様も含まれる。

[0179] (5) 実施形態に用いられる情報の具体的な内容、値は自由であり、特定の内容、数値には限定されない。実施形態において、しきい値に対する大小判断、一致不一致の判断等において、以上、以下、として値を含めるように判断するか、より大きい、より小さい、超える、超えない、として値を含めないように判断するかも自由である。したがって、たとえば、値の設定によっては、「以上」を「より大きい」、「以下」を「より小さい」と読み替えても、実質的には同じである。

[0180] (6) 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

符号の説明

- [0181] 1…建物
2…制御対処機器
3…ローカル制御装置
4…蓄電蓄熱最適化装置
10…調整値設定部
10a…設定部
10b…調整部
11…予測部
11a…類似度演算部
11b…類似日抽出部

- 1 1 c …予測値設定部
- 1 2 …機器発停最適化部
- 1 3 …状態量最適化部
- 1 4 …目標達成判定部
- 1 4 a …比較部
- 1 4 b …判定部
- 1 4 c …出力指示部
- 1 4 d …調整指示部
- 1 5 …制御設定値出力部
- 1 6 …開始指示部
- 1 7 …再スケジューリング要否判定部
- 1 8 …問い合わせ部
- 1 8 a …通知部
- 1 8 b …受付部
- 1 8 c …出力指示部
- 1 8 d …調整指示部
- 2 0 …プロセスデータ取得部
- 2 1 …設定パラメータ入力部
- 2 2 …処理データ記憶部
- 2 3 …最適化データ記憶部
- 2 4 …送受信部
- 1 0 0 …蓄電池
- 1 0 1 …P V
- 1 0 3 …C G S
- 1 0 4 …空冷H P
- 1 0 5 …水冷冷凍機
- 1 0 6 …吸収式冷温水器
- 1 0 7 …太陽熱温水器

- 1 0 8 …蓄熱槽
- 1 1 0 …部屋
- 1 1 1 …空調機
- 1 1 2 …温湿度計
- 1 1 4 …照明
- 1 1 6 …照度計
- 1 2 1 …起動優先順位決定部
- 1 2 2 …発停条件設定部
- 1 2 2 a …起動境界条件設定部
- 1 2 2 b …停止境界条件設定部
- 1 2 3 …起動機器割当部
- 1 2 4 …製造単価集計部
- 1 2 5 …蓄熱放熱割当部
- 1 2 6 …蓄熱容量判定部

請求の範囲

[請求項1]

気象条件によりエネルギーの供給量に変化する機器を含むエネルギー供給機器、エネルギーを消費するエネルギー消費機器及びエネルギーを貯蔵するエネルギー貯蔵機器のうち少なくとも一つの制御対象機器について、将来の所定の期間における起動、作動状態及び停止を決定する制御設定値を設定する設定部と、

前記設定部により設定された制御設定値と、過去の制御設定値との比較に基づいて、将来の所定の期間におけるエネルギー消費機器の消費エネルギー若しくはエネルギー供給機器の供給エネルギーの予測値を設定する予測部と、

前記予測値及び前記制御対象機器の特性に基づいて、前記所定の期間における制御対象機器の起動及び停止のスケジュールを、所定の評価指標により最適化した発停スケジュールを作成する発停最適化部と、

前記発停スケジュール及び前記制御対象機器の特性に基づいて、起動する前記制御対象機器の状態量を、所定の評価指標により最適化した蓄電蓄熱スケジュールを作成する状態量最適化部と、

を有することを特徴とする蓄電蓄熱最適化装置。

[請求項2]

前記発停最適化部は、

前記制御対象機器の特性に基づいて、前記消費エネルギー若しくは前記供給エネルギーに応じた前記制御対象機器の起動優先順位を決定する起動優先順位決定部と、

前記制御対象機器の特性及び前記起動優先順位に基づいて、各制御対象機器を起動させるための条件である起動境界条件を設定する起動境界条件設定部と、

前記制御対象機器の特性及び前記起動優先順位に基づいて、各制御対象機器を停止させる条件である停止境界条件を設定する停止境界条件設定部と、

を有することを特徴とする請求項 1 記載の蓄電蓄熱最適化装置。

[請求項3] 前記停止境界条件設定部は、前記起動優先順位が高い機器が下限出力とならない範囲で、前記停止境界条件を、前記起動境界条件よりも小さく設定することを特徴とする請求項 2 記載の蓄電蓄熱最適化装置。

[請求項4] 前記蓄電蓄熱スケジュールが、所定の目標値を達成しているか否かを判定する目標達成判定部と、

前記目標達成判定部が目標値を達成していると判定した場合に、前記蓄電蓄熱スケジュールに基づく制御設定値を出力する制御設定値出力部と、

前記目標達成判定部が目標値を達成していないと判定した場合に、前記設定部により設定された前記制御設定値を調整する調整部と、

を有することを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の蓄電蓄熱最適化装置。

[請求項5] 前記目標達成判定部が、目標を達成していないと判定した場合に、前記蓄電蓄熱スケジュールによる制御設定値を受け入れるか否かを、外部に問い合わせる問い合わせ部を有することと特徴とする請求項 4 記載の蓄電蓄熱最適化装置。

[請求項6] 前記予測部による予測値と実際の消費エネルギー若しくは供給エネルギーの値との差分又は前記制御設定値と前記制御対象機器の実際の状態量との差分が、所定のしきい値を超えているか否かを判定する再スケジュールリング要否判定部と、

前記再スケジュールリング要否判定部が、所定のしきい値を超えていると判定した場合に、前記制御設定値を調整する調整部と、

を有することを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の蓄電蓄熱最適化装置。

[請求項7] 前記評価指標は、消費エネルギー及びコストの一方若しくは双方の最小化であることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の

蓄電蓄熱最適化装置。

[請求項8] 前記制御対象機器としては、冷水及び温水を製造する機器が含まれ、

前記評価指標は、冷水製造単価及び温水製造単価若しくは冷水製造エネルギー及び温水製造エネルギーであることを特徴とする請求項7記載の蓄電蓄熱最適化装置。

[請求項9] エネルギー消費機器には、照明が含まれ、
前記予測部が比較に用いる制御設定値が、照度であることを特徴とする請求項1～8のいずれか1項に記載の蓄電蓄熱最適化装置。

[請求項10] エネルギー消費機器には、空気調和機が含まれ、
前記予測部が、比較に用いる制御設定値が、PMV値であることを特徴とする請求項1～8のいずれか1項に記載の蓄電蓄熱最適化装置。

[請求項11] コンピュータが、
気象条件によりエネルギーの供給量が変化する機器を含むエネルギー供給機器、エネルギーを消費するエネルギー消費機器及びエネルギーを貯蔵するエネルギー貯蔵機器のうち少なくとも一つの制御対象機器について、将来の所定の期間における起動、作動状態及び停止を決定する制御設定値を設定する設定処理と、

前記設定処理により設定された制御設定値と、過去の制御設定値との比較に基づいて、将来の所定の期間におけるエネルギー消費機器の消費エネルギー若しくはエネルギー供給機器の供給エネルギーの予測値を設定する予測処理と、

前記予測値及び前記制御対象機器の特性に基づいて、前記所定の期間における制御対象機器の起動及び停止のスケジュールを、所定の評価指標により最適化した発停スケジュールを作成する発停最適化処理と、

前記発停スケジュール及び前記制御対象機器の特性に基づいて、起

動する前記制御対象機器の状態量を、所定の評価指標により最適化した蓄電蓄熱スケジュールを作成する状態量最適化処理と、

を実行することを特徴とする蓄電蓄熱最適化方法。

[請求項12]

前記発停最適化処理は、

前記制御対象機器の特性に基づいて、消費エネルギー若しくは供給エネルギーに応じた前記制御対象機器の起動優先順位を決定する起動優先順位決定処理と、

前記制御対象機器の特性及び前記起動優先順位に基づいて、各制御対象機器を起動させるための条件である起動境界条件を設定する起動境界条件設定処理と、

前記制御対象機器の特性及び前記起動優先順位に基づいて、各制御対象機器を停止させる条件である停止境界条件を設定する停止境界条件設定処理と、

を含むことを特徴とする請求項1記載の蓄電蓄熱最適化方法。

[請求項13]

コンピュータに、

気象条件によりエネルギーの供給量に変化する機器を含むエネルギー供給機器、エネルギーを消費するエネルギー消費機器及びエネルギーを貯蔵するエネルギー貯蔵機器のうち少なくとも一つの制御対象機器について、将来の所定の期間における起動、作動状態及び停止を決定する制御設定値を設定する設定処理と、

前記設定処理により設定された制御設定値と、過去の制御設定値との比較に基づいて、将来の所定の期間におけるエネルギー消費機器の消費エネルギー若しくはエネルギー供給機器の供給エネルギーの予測値を設定する予測処理と、

前記予測値及び前記制御対象機器の特性に基づいて、前記所定の期間における制御対象機器の起動及び停止のスケジュールを、所定の評価指標により最適化した発停スケジュールを作成する発停最適化処理と、

前記発停スケジュール及び前記制御対象機器の特性に基づいて、起動する前記制御対象機器の状態量を、所定の評価指標により最適化した蓄電蓄熱スケジュールを作成する状態量最適化処理と、

を実行させることを特徴とする蓄電蓄熱最適化プログラム。

[請求項14]

前記発停最適化処理は、

前記制御対象機器の特性に基づいて、消費エネルギー若しくは供給エネルギーに応じた前記制御対象機器の起動優先順位を決定する起動優先順位決定処理と、

前記制御対象機器の特性及び前記起動優先順位に基づいて、各制御対象機器を起動させるための条件である起動境界条件を設定する起動境界条件設定処理と、

前記制御対象機器の特性及び前記起動優先順位に基づいて、各制御対象機器を停止させる条件である停止境界条件を設定する停止境界条件設定処理と、

を含むことを特徴とする請求項13記載の蓄電蓄熱最適化プログラム。