

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6404650号
(P6404650)

(45) 発行日 平成30年10月10日 (2018. 10. 10)

(24) 登録日 平成30年9月21日 (2018. 9. 21)

(51) Int. Cl.		F I	
G06Q 50/06	(2012.01)	G06Q 50/06	
H02J 3/00	(2006.01)	H02J 3/00	130
H02J 3/32	(2006.01)	H02J 3/32	

請求項の数 11 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2014-185351 (P2014-185351)	(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成26年9月11日 (2014. 9. 11)	(73) 特許権者	598076591 東芝インフラシステムズ株式会社 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地34
(65) 公開番号	特開2016-57972 (P2016-57972A)	(74) 代理人	110001634 特許業務法人 志賀国際特許事務所
(43) 公開日	平成28年4月21日 (2016. 4. 21)	(72) 発明者	齋藤 正明 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
審査請求日	平成29年5月19日 (2017. 5. 19)	(72) 発明者	飯野 穰 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 機器運転設定値決定装置、機器運転設定値決定方法、及び、機器運転設定値決定プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

過去の所定期間に対応付けられたプロセスデータを記憶部から取得し、取得されたプロセスデータに基づいて、機器に消費又は供給されるエネルギー量を予測する予測部と、

ネガワット量を入札するためのマージンとして、前記エネルギー量の予測値のマージンを決定し、前記エネルギー量の予測値に、前記決定したマージンを付加するマージン決定部と、

前記マージンが付加された前記エネルギー量の予測値と、前記機器のエネルギー特性と、デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価とに基づいて、前記機器の運転を定める設定値を決定するスケジュール決定部と、

を備え、

前記マージン決定部は、前記機器に消費又は供給されるエネルギーのうち余剰となったエネルギー量が前記ネガワット量を達成するように前記マージンを決定する、

機器運転設定値決定装置。

【請求項2】

過去の所定期間に対応付けられたプロセスデータを記憶部から取得し、取得されたプロセスデータに基づいて、機器に消費又は供給されるエネルギー量を予測する予測部と、

ネガワット量を入札するためのマージンとして、前記機器のエネルギー特性を表す値のマージンを決定し、前記機器のエネルギー特性を表す値に、前記決定したマージンを付加するマージン決定部と、

前記エネルギー量の予測値と、前記マージンが付加された前記機器のエネルギー特性を表す値と、デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価とに基づいて、前記機器の運転を定める設定値を決定するスケジュール決定部と、

を備え、

前記マージン決定部は、前記機器に消費又は供給されるエネルギーのうち余剰となったエネルギー量が前記ネガワット量を達成するように前記マージンを決定する、

機器運転設定値決定装置。

【請求項 3】

前記マージン決定部は、前記機器のエネルギー特性を表す値のマージンとして、蓄電池又は蓄熱槽の使用可能容量のマージンを決定する、請求項 2 に記載の機器運転設定値決定装置。

10

【請求項 4】

前記マージン決定部は、前記機器のエネルギー特性を表す値のマージンとして、発電機の出力の上限値のマージンを決定する、請求項 2 又は請求項 3 に記載の機器運転設定値決定装置。

【請求項 5】

前記マージン決定部は、前記機器のエネルギー特性を表す値のマージンとして、非電気式熱源機の運転又は停止の設定値のマージンを決定する、請求項 2 から請求項 4 のいずれか一項に記載の機器運転設定値決定装置。

【請求項 6】

20

過去の所定期間に対応付けられたプロセスデータを記憶部から取得し、取得されたプロセスデータに基づいて、機器に消費又は供給されるエネルギー量を予測する予測部と、

前記エネルギー量の予測値と、前記機器のエネルギー特性と、デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価とに基づいて、前記機器の運転を定める設定値を決定するスケジュール決定部と、

ネガワット量を入札するためのマージンとして、前記機器の運転を定める設定値のマージンを決定し、前記機器の運転を定める設定値に、前記決定したマージンを付加するマージン決定部と、

を備え、

前記マージン決定部は、前記機器に消費又は供給されるエネルギーのうち余剰となったエネルギー量が前記ネガワット量を達成するように前記マージンを決定する、

30

機器運転設定値決定装置。

【請求項 7】

前記マージン決定部は、デマンドレスポンスの要求レベルに応じて、複数のマージンを決定する、請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の機器運転設定値決定装置。

【請求項 8】

予め定められた規則に基づいて前記インセンティブ単価を変更する変更部

を更に備え、

前記スケジュール決定部は、変更された前記インセンティブ単価に基づいて、前記機器の運転を決定する、請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の機器運転設定値決定装置。

40

【請求項 9】

前記インセンティブ単価を提示する提示部

を更に備える、請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の機器運転設定値決定装置。

【請求項 10】

機器運転設定値決定装置における機器運転設定値決定方法であって、

過去の所定期間に対応付けられたプロセスデータを記憶部から取得し、取得されたプロセスデータに基づいて、機器に消費又は供給されるエネルギー量を予測するステップと、

ネガワット量を入札するためのマージンとして、前記エネルギー量の予測値のマージン

50

を決定し、前記エネルギー量の予測値に、前記決定したマージンを付加するステップと、
前記マージンが付加された前記エネルギー量の予測値と、前記機器のエネルギー特性と、
デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価とに基づいて、前記機器の運転を定める
設定値を決定するステップと、

を含み、

前記マージンを付加するステップでは、前記機器に消費又は供給されるエネルギーのうち
余剰となったエネルギー量が前記ネガワット量を達成するように前記マージンを決定する、

機器運転設定値決定方法。

【請求項 11】

コンピュータに、

過去の所定期間に対応付けられたプロセスデータを記憶部から取得し、取得されたプロ
セスデータに基づいて、機器に消費又は供給されるエネルギー量を予測する手順と、

ネガワット量を入札するためのマージンとして、前記エネルギー量の予測値のマージン
を決定し、前記エネルギー量の予測値に、前記決定したマージンを付加する手順と、

前記マージンが付加された前記エネルギー量の予測値と、前記機器のエネルギー特性と、
デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価とに基づいて、前記機器の運転を定める
設定値を決定する手順と、

を実行させ、

前記マージンを付加するステップでは、前記機器に消費又は供給されるエネルギーのうち
余剰となったエネルギー量が前記ネガワット量を達成するように前記マージンを決定さ
せるための機器運転設定値決定プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、機器運転設定値決定装置、機器運転設定値決定方法、及び、機器
運転設定値決定プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

ネガワット取引で入札したネガワット量を、デマンドレスポンス (DR : Demand Respons
e) の対象の時間帯に、需要家の節約によって余剰となった電力量が達成した場合、需要
家は、インセンティブを受け取ることができる。しかしながら、従来の装置は、ネガワッ
ト取引で入札したネガワット量を達成することができない場合があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2014 - 9824 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明が解決しようとする課題は、ネガワット取引で入札したネガワット量を達成する
確率を向上させることができる、機器運転設定値決定装置、機器運転設定値決定方法、及
び、機器運転設定値決定プログラムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

実施形態の機器運転設定値決定装置は、予測部と、マージン決定部と、スケジュール決
定部とを持つ。予測部は、機器に消費又は供給されるエネルギー量を予測する。マージン
決定部は、ネガワット量を入札するためのマージンとして、エネルギー量の予測値のマ
ージンを決定する。マージン決定部は、エネルギー量の予測値に、決定したマージンを付加
する。スケジュール決定部は、マージンが付加されたエネルギー量の予測値と、機器のエ

10

20

30

40

50

エネルギー特性と、デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価とに基づいて、機器の運転を定める設定値を決定する。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】第1の実施形態における、制御システムの図。

【図2】第1の実施形態における、制御対象機器の図。

【図3】第1の実施形態における、入札管理システムの図。

【図4】第1の実施形態における、受電電力量の推移の図。

【図5】第1の実施形態における、機器運転設定値決定装置の動作を示す図。

【図6】第1の実施形態における、マージン設定画面の図。

【図7】第1の実施形態における、最適化する変数を示す図。

【図8】第1の実施形態における、インセンティブ単価の変更を示す図。

【図9】第1の実施形態における、入札条件を確認するための画面の図。

【図10】第2の実施形態における、マージン設定画面の図。

【図11】第3の実施形態における、入札管理システムの図。

【図12】第3の実施形態における、機器運転設定値決定装置の動作を示す図。

【図13】第3の実施形態における、入札条件を確認するための画面の図。

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下、実施形態の機器運転設定値決定装置、機器運転設定値決定方法、及び、機器運転設定値決定プログラムを、図面を参照して説明する。

(第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態の制御システム1の図である。制御システム1は、制御対象機器2と、ローカル制御装置3と、中央監視システム4と、入札管理システム5aとを備える。図1では、制御対象機器2と、ローカル制御装置3と、中央監視システム4と、入札管理システム5aとは、対象建物Aに備えられている。

【0008】

制御対象機器2は、エネルギー消費機器と、エネルギー供給機器と、エネルギー貯蔵機器とのうち、少なくとも一つを含む。エネルギー消費機器と、エネルギー供給機器と、エネルギー貯蔵機器とは、互いに二つ以上を兼ねた機器でもよい。

【0009】

エネルギー消費機器は、供給されたエネルギーを消費する機器である。エネルギー消費機器は、例えば、空気調和機器(空調機)、照明機器や、熱源機器である。

エネルギー供給機器は、エネルギー消費機器やエネルギー貯蔵機器に、エネルギーを供給する機器である。エネルギー供給機器は、例えば、太陽光発電装置(PV: photovoltaics)、太陽熱温水機、コジェネレーションシステム(CGS: Co-Generation System)、電気式冷凍機や、吸収式冷温水機である。

エネルギー貯蔵機器は、供給されたエネルギーを貯蔵する機器である。エネルギー貯蔵機器は、例えば、蓄電池、蓄熱槽である。

【0010】

ローカル制御装置3は、制御対象機器2と通信する。ローカル制御装置3は、運転スケジュールに基づいて、制御対象機器2の運転を制御する装置である。ローカル制御装置3は、例えば、制御対象機器2の出力レベルと、起動又は停止(発停)とを制御する。ローカル制御装置3は、制御対象機器2ごとに設けられてもよい。ローカル制御装置3は、複数の制御対象機器2をまとめて制御してもよい。

【0011】

中央監視システム4は、ローカル制御装置3から取得したプロセスデータを、入札管理システム5aに送信する。プロセスデータとは、時間の経過に応じて変化する情報である。入札管理システム5aは、プロセスデータを中央監視システム4から取得する。プロセスデータは、例えば、気象データや、運用データである。気象データは、過去における気

10

20

30

40

50

象データと、天気予報データとを含む。運用データは、過去における制御対象機器 2 ごとの設定値と、運転スケジュールの実行時における制御対象機器 2 ごとの状態量を表す情報や、故障を表す情報とを含む。

【 0 0 1 2 】

運転スケジュールの実行時における制御対象機器 2 ごとの状態量を表す情報は、制御対象機器 2 によって消費されたエネルギー量を表す情報と、制御対象機器 2 によって生産されたエネルギーを表す情報とを含む。例えば、制御対象機器 2 ごとの状態量は、エネルギー供給機器の出力や負荷率を表す情報を含む。また、例えば、制御対象機器 2 ごとの状態量は、エネルギー貯蔵機器の放電量や蓄熱量を表す情報を含む。

【 0 0 1 3 】

入札管理システム 5 a は、ネガワット取引におけるネガワット量の入札を管理するシステムである。入札管理システム 5 a は、通信回線 N T を介して、気象データを取得する。入札管理システム 5 a は、通信回線 N T を介して、ベースライン情報を取得する。

【 0 0 1 4 】

ベースラインとは、インセンティブを与えるか否かの基準となる使用電力量の閾値である。ベースラインは、制御対象機器 2 を有する需要家における、過去の一定期間の使用電力量に基づいて算定される。例えば、ベースラインは、過去の何日間又は何週間かの対象建物 A における、使用電力量の実績値に基づいて算定される。以下では、一例として、ベースラインが一日単位で設定され、その一日ではベースラインが一定である場合について説明する。

【 0 0 1 5 】

入札管理システム 5 a は、例えば、設定値（設定パラメータ）と、プロセスデータと、デマンドレスポンスの対象の時間帯（以下、「DR 対象時間帯」という。）と、ベースライン情報とに基づいて、制御対象機器 2 の運転スケジュールを最適化する。DR 対象時間帯とは、デマンドレスポンスによって使用電力量の削減を図る対象とされた時間帯である。DR 対象時間帯では、電力単価は引き上げられてもよい。また、DR 対象時間帯において、需要家は、入札したネガワット量よりも使用電力量を削減できた場合、インセンティブを受け取ることができる。

【 0 0 1 6 】

入札管理システム 5 a は、デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価情報と、ネガワット量情報とを、デマンドレスポンス信号を発行する装置（不図示）に、通信回線 N T を介して送信する。インセンティブ単価とは、インセンティブの金額を算出するための単価である。インセンティブの金額は、エネルギー使用料金の対象とされたエネルギーの消費量のうちから削減した消費量に、インセンティブ単価を乗算した金額である。インセンティブ単価は、（円 / kW）や、（円 / kWh）といった単位で表現される。

【 0 0 1 7 】

エネルギー使用料金の対象とされたエネルギーは、使用に対して対価を支払うもの、と定められたエネルギーである。エネルギー使用料金の対象とされたエネルギーは、例えば、電力、ガスや、水である。このため、エネルギー使用料金には、電力料金、ガス料金や、水道料金が含まれる。インセンティブの対象とされたエネルギー使用料金は、電力料金でもよいし、電力以外のエネルギーの使用料金でもよい。

【 0 0 1 8 】

運転スケジュールは、将来の所定期間における、制御対象機器 2 の動作のスケジュールである。運転スケジュールは、制御対象機器 2 ごとに定められる。運転スケジュールは、時間帯ごとに定められる。運転スケジュールは、制御対象機器 2 を何時から何時まで起動又は停止させるかを表す情報を含む。運転スケジュールは、制御対象機器 2 が複数である場合、そのうちの何台を何時から何時まで起動させるかを表す情報を含む。運転スケジュールは、制御対象機器 2 の出力レベルを表す情報を含む。

【 0 0 1 9 】

運転スケジュールは、例えば、数量や数値の単位（例えば、（kW）、（kWh））で

10

20

30

40

50

表すことができる設定値を含む。設定値は、制御対象機器 2 ごとの動作状態を決定するパラメータの値である。設定値は、例えば、エネルギー消費機器としての照明機器の照度を決定するパラメータの値である。

【 0 0 2 0 】

設定値は、例えば、エネルギー消費機器としての空調機における、温度設定値や、予測平均温冷感 (PMV : Predicted Mean Vote) 設定値である。予測平均温冷感設定値は、空調機の温熱指標 ISO7730 によって規定される。予測平均温冷感は、人の寒冷の感じ方を数値化した指標である。予測平均温冷感における値 0 は、人が快適を感じることを表す。予測平均温冷感における符号がマイナスの値は、寒いと人が感じることを表す。予測平均温冷感における符号がプラスの値は、暖かいと人が感じることを表す。予測平均温冷感の算出に用いられるパラメータは、温度、湿度、平均輻射温度、着衣量、活動量や、風速等である。

10

【 0 0 2 1 】

図 2 は、第 1 の実施形態における、制御対象機器 2 の図である。制御対象機器 2 は、一例として、蓄電池 2 0 と、P V 2 1 (太陽光発電装置) と、C G S 2 2 (コジェネレーションシステム) と、電気式冷凍機 2 3 と、吸収式冷温水機 2 4 と、蓄熱槽 2 5 と、空調機 2 6 を備える。制御対象機器 2 は、ヒートポンプ・チャラー (ヒートポンプ冷凍機) や、太陽熱温水機などの機器を備えてもよい。

【 0 0 2 2 】

制御対象機器 2 は、受電部 E 1 が受電した電力と、ガス供給部 G 1 が供給するガスとをエネルギー源として生産された電力、冷熱及び温熱を、部屋 2 7 に設置された空調機 2 6 等に供給する。

20

受電部 E 1 は、電力系統から受電した電力を、制御対象機器 2 のエネルギー消費機器に供給する。受電部 E 1 は、電力系統から受電した電力を、蓄電池 2 0 に貯蔵可能である。

ガス供給部 G 1 は、ガス供給系統から取得したガスを、C G S 2 2 と、吸収式冷温水機 2 4 とに供給する。

【 0 0 2 3 】

蓄電池 2 0 は、充電と放電の双方が可能な二次電池を有する。

P V 2 1 は、発電機器である。P V 2 1 は、太陽光を電気エネルギーに変換するための太陽光パネルを備える。P V 2 1 は、天候等の気象条件に応じて、電気エネルギーの供給量が変化する。P V 2 1 が発電した電力は、蓄電池 2 0 に貯蔵される。また、P V 2 1 が発電した電力は、制御対象機器 2 のエネルギー消費機器に供給される。

30

【 0 0 2 4 】

C G S 2 2 は、内燃機関や外燃機関によって発電する。C G S 2 2 は、内燃機関や外燃機関による排熱を利用可能である。図 2 では、C G S 2 2 は、ガスをエネルギー源として発電する。また、C G S 2 2 は、排熱を利用可能な熱電併給システムである。C G S 2 2 は、燃料電池でもよい。C G S 2 2 が発電した電力は、蓄電池 2 0 に貯蔵される。また、C G S 2 2 が発電した電力は、制御対象機器 2 のエネルギー消費機器に供給される。

【 0 0 2 5 】

電気式冷凍機 2 3 は、気体状態の冷媒を圧縮して凝縮させてから蒸発させるプロセスによって、冷却を行う、圧縮式の冷凍機である。電気式冷凍機 2 3 は、冷媒を圧縮するための電動の圧縮機を備える。電気式冷凍機 2 3 は、制御対象機器 2 のエネルギー消費機器に供給された電力を消費して、熱を生産する。電気式冷凍機 2 3 は、生産した冷熱を、蓄熱槽 2 5 が貯蔵してもよい。電気式冷凍機 2 3 は、生産した冷熱を、部屋 2 7 に設置された空調機 2 6 に供給してもよい。

40

【 0 0 2 6 】

吸収式冷温水機 2 4 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ることにより、冷水又は温水を供給する機器である。吸収式冷温水機 2 4 は、ガス供給部 G 1 から供給されたガスや、C G S 2 2 から供給された排熱を、熱源のエネルギーとして利用する。

50

【 0 0 2 7 】

吸収式冷温水機 2 4 は、C G S 2 2 2 が生産した温熱を利用して、冷熱を生産することができる。吸収式冷温水機 2 4 は、ガスを利用して、冷熱の生産量を増加させる。吸収式冷温水機 2 4 は、ガスのみを利用して、温熱を発生させることもできる。吸収式冷温水機 2 4 は、生産した冷熱を、蓄熱槽 2 5 に貯蔵してもよい。吸収式冷温水機 2 4 は、生産した冷熱を、部屋 2 7 に設置された空調機 2 6 に供給してもよい。

【 0 0 2 8 】

蓄熱槽 2 5 は、貯留した熱媒によって蓄熱を行う槽である。

空調機 2 6 は、空気調和機器である。空調機 2 6 は、供給された冷熱を利用して部屋 2 7 の空調を実行する。空調機 2 6 は、C G S 2 2 や吸収式冷温水機 2 4 から温水を取得して、暖房を実行してもよい。空調機 2 6 は、電気式冷凍機 2 3、吸収式冷温水機 2 4 や、蓄熱槽 2 5 から、温水又は冷水を取得することができる。

10

【 0 0 2 9 】

設定値（設定パラメータ）は、例えば、インセンティブ単価の変更幅、インセンティブ単価の上限値、重み係数、評価指標や、機器のエネルギー特性である。インセンティブ単価の変更幅は、制御対象機器 2 の運転スケジュールを決定して最適化する処理において、繰り返し演算に用いられる設定値である。同様に、インセンティブ単価の変更幅は、制御対象機器 2 の運転スケジュールを決定して最適化する処理において、繰り返し演算に用いられる設定値である。

【 0 0 3 0 】

重み係数は、類似度の演算（後述する）に用いられる係数である。

評価指標は、制御対象機器 2 に消費されるエネルギー量、制御対象機器 2 に供給されるエネルギー量や、コストなどを最適化するための目的関数によって表される。この目的関数は、運転スケジュールを決定して最適化する処理において最小化される。

20

【 0 0 3 1 】

機器のエネルギー特性は、制御対象機器 2 ごとのエネルギー特性を定める各種の設定パラメータ（エネルギー特性を表す値）によって表される。設定パラメータは、例えば、熱量、定格出力、電力の上限値、電力の下限値や、C O P（Coefficient of performance）を定めるパラメータである。これらのパラメータは、運転スケジュールを決定する処理に用いられる。なお、C O Pとは、ヒートポンプ等の熱源機器の成績係数である。すなわち、C O Pは、熱源機器の冷却又は加熱の能力を、その熱源機器の消費電力で除算した結果を示す値である。

30

【 0 0 3 2 】

図 3 は、第 1 の実施形態における、入札管理システム 5 a の図である。入札管理システム 5 a は、送受信部 5 1 と、データ取得部 5 2 と、設定値取得部 5 3 と、処理データ記憶部 5 4 と、最適化データ記憶部 5 5 と、機器運転設定値決定装置 5 6 a と、提示部 5 7 とを備える。

【 0 0 3 3 】

送受信部 5 1 は、通信回線 N T を介して、デマンドレスポンス信号やベースライン情報を発行する上位システムとの通信を実行する。送受信部 5 1 は、通信回線 N T を介して、気象データ等をサーバ装置（不図示）から受信する。送受信部 5 1 は、中央監視システム 4 からプロセスデータを受信する。送受信部 5 1 は、機器運転設定値決定装置 5 6 a が最適化した運転スケジュールを表す情報などを、対象建物 A の管理者の情報端末（不図示）に出力してもよい。送受信部 5 1 は、処理データ記憶部 5 4 や最適化データ記憶部 5 5 が記憶している各種のデータを送信可能である。

40

【 0 0 3 4 】

送受信部 5 1 は、キーボード、マウス、タッチパネルや、スイッチ等の操作部を備えてもよい。この操作部は、ユーザによる操作を受け付ける。この操作は、入札管理システム 5 a の各部の処理に必要な情報、処理を選択するための情報や、指示情報を、送受信部 5 1 を介して、入札管理システム 5 a の各部に送信する操作である。この操作部は、データ

50

取得部 5 2 や、設定値取得部 5 3 に備えられてもよい。

【 0 0 3 5 】

データ取得部 5 2 は、機器運転設定値決定装置 5 6 a によって実行される処理に必要なデータを、中央監視システム 4 から取得する。処理に必要なデータとは、例えば、プロセスデータである。また、データ取得部 5 2 は、機器運転設定値決定装置 5 6 a によって実行される処理に必要な他のデータを、通信回線 N T と送受信部 5 1 を介して取得する。処理に必要な他のデータとは、例えば、D R 対象時間帯を表す情報や、ベースライン情報である。

【 0 0 3 6 】

設定値取得部 5 3 は、機器運転設定値決定装置 5 6 a によって実行される処理に必要な設定値（設定パラメータ）を表す情報を、中央監視システム 4 などから取得する。設定値を表す情報は、例えば、インセンティブ単価の変更幅を表す情報と、インセンティブ単価の上限値を表す情報と、重み係数を表す情報と、評価指標を表す情報と、制御対象機器 2 のエネルギー特性を表す情報とである。

10

【 0 0 3 7 】

処理データ記憶部 5 4 は、データ取得部 5 2 又は設定値取得部 5 3 から、各種のデータを取得する。処理データ記憶部 5 4 は、機器運転設定値決定装置 5 6 a によって実行される処理に必要なデータを記憶する。処理データ記憶部 5 4 は、例えば、プロセスデータと、D R 対象時間帯を表す情報と、ベースライン情報とを記憶する。処理データ記憶部 5 4 は、例えば、プロセスデータと、D R 対象時間帯を表す情報と、ベースライン情報と、インセンティブ単価の変更幅を表す情報と、インセンティブ単価の上限値を表す情報と、重み係数を表す情報と、評価指標を表す情報と、機器のエネルギー特性を表す情報とを、設定値を表す情報として記憶する。

20

【 0 0 3 8 】

最適化データ記憶部 5 5 は、機器運転設定値決定装置 5 6 a によって最適化された運転スケジュールを表す情報を記憶する。最適化データ記憶部 5 5 は、機器運転設定値決定装置 5 6 a による運転スケジュールの最適化処理で使用された各種のデータを記憶してもよい。

【 0 0 3 9 】

機器運転設定値決定装置 5 6 a は、開始指示部 5 6 1 と、予測部 5 6 2 と、マージン決定部 5 6 3 と、スケジュール決定部 5 6 4 と、変更部 5 6 5 とを備える。

30

開始指示部 5 6 1 は、最適化処理の開始を指示するトリガー信号を、予め定められたタイミングに予測部 5 6 2 に出力する。このタイミングは、運転スケジュールを実行する日の前日にその運転スケジュールを最適化する場合では、例えば、毎日の同時刻である。開始指示部 5 6 1 が何日ごとにトリガー信号を出力するかは、任意に定めることが可能である。また、開始指示部 5 6 1 がトリガー信号を何時に出力するかは、任意に定めることが可能である。開始指示部 5 6 1 は、運転スケジュールを実行する当日にその運転スケジュールを最適化する場合、2 4 時間未満の一定周期で、トリガー信号を出力してもよい。

【 0 0 4 0 】

予測部 5 6 2 は、開始指示部 5 6 1 からトリガー信号を受信した場合、制御対象機器 2 に消費又は供給されるエネルギー量を予測する。

40

【 0 0 4 1 】

マージン決定部 5 6 3 は、予測部 5 6 2 によって予測された消費又は供給されるエネルギー量の変化に基づいて、ネガワット量を入札するためのマージンを決定する。ネガワット量を入札するためのマージンは、例えば、制御対象機器 2 に消費又は供給されるエネルギー量の予測値のマージン、制御対象機器 2 の運転を定める設定値のマージンや、制御対象機器 2 のエネルギー特性を表す値のマージンである。これらのマージンの詳細については後述する。制御対象機器 2 に消費又は供給されるエネルギーのうち余剰となったエネルギー量が、事前に入札したネガワット量を達成するように、マージン決定部 5 6 3 は、マージンを決定する。なお、マージン決定部 5 6 3 は、デマンドレスポンスの要求レベルに

50

応じて、複数のマージンを決定してもよい。

【0042】

スケジュール決定部564は、制御対象機器2の運転を定める設定値を決定して、決定した運転を定める設定値を最適化する。すなわち、スケジュール決定部564は、制御対象機器2の運転スケジュールを最適化する。スケジュール決定部564は、制御対象機器2に定められた評価指標を最小化することにより、運転スケジュールを最適化する。評価指標は、例えば、制御対象機器2を動作させるために要するエネルギーのコストである。

【0043】

スケジュール決定部564は、例えば、予測部562によって予測されたエネルギーの予測値と、制約条件式とに基づいて、評価指標を表す目的関数の値が最小となるように、その目的関数に含まれる変数（設定パラメータ）の値を決定する。スケジュール決定部564は、DR対象時間帯における、電力料金の単価とインセンティブ単価とに基づいて、デマンドレスポンスに対応した運転スケジュールを最適化する。

10

【0044】

スケジュール決定部564は、変更されたインセンティブ単価を表す情報を、変更部565から取得する。スケジュール決定部564は、変更されたインセンティブ単価に基づいて、制御対象機器2の運転スケジュールを決定して、決定した運転スケジュールを最適化する。すなわち、スケジュール決定部564は、運転スケジュールを最適化する処理を繰り返す。なお、スケジュール決定部564は、将来に実行される予定の運転スケジュールを最適化する。制御対象機器2の最適化された運転スケジュールは、例えば、最適化された日の翌日以降に実行されてもよい。

20

【0045】

変更部565は、インセンティブ単価の変更幅で、インセンティブ単価を変更する。変更部565は、予め定められた規則に基づいて、インセンティブ単価を変更する。変更部565は、変更したインセンティブ単価（新たな最適入札点）を表す情報を、スケジュール決定部564に出力する。

【0046】

提示部57は、表示装置や印刷装置である。提示部57は、マージン決定部563によって決定されたマージンを表す情報を表示する。また、提示部57は、スケジュール決定部564によって繰り返し演算された複数の運転スケジュールのうち、需要家がインセンティブを受け取ることが可能な入札条件を、マップ上に表示する。提示部57は、操作キー画像などの情報入力インタフェース、処理データ記憶部54が記憶しているデータ、最適化データ記憶部55が記憶しているデータ、インセンティブ単価や、処理結果等を表示する。需要家において、機器運転設定値決定装置56aを管理するオペレータ（管理者）は、提示部57に表示された情報を参照することができる。

30

【0047】

提示部57は、各種の操作キー画像を表示してもよい。操作キー画像は、機器運転設定値決定装置56aの動作モードに対応付けられている。動作モードは、例えば、インセンティブを高額にすることを優先させるための動作モード（以下、「インセンティブ優先モード」という。）である。動作モードは、例えば、インセンティブを確実に受け取ることが優先させるための動作モード（以下、「確実性優先モード」という。）である。動作モードは、例えば、インセンティブ優先モードと確実性優先モードとの中間の動作モード（以下、「通常モード」という。）である。

40

【0048】

マージン決定部563は、インセンティブ優先モードでは、マージンの値を相対的に小さくする。マージン決定部563は、確実性優先モードでは、マージンの値を相対的に大きくする。マージン決定部563は、通常モードでは、インセンティブ優先モードでのマージンの値と、確実性優先モードでのマージンの値との平均値に、通常モードでのマージンの値を決定する。

【0049】

50

図4は、第1の実施形態における、受電電力量の推移の図である。縦軸は、需要家の対象建物Aにおける受電電力量(kWh)を示す。横軸は、DR対象時間帯を含む1日における時刻を示す。グラフの実線は、受電電力量を表す。ベースラインは、対象建物Aにおける過去の受電電力量の実績値に基づいて予め定められる。ネガワット量NWは、DR対象時間帯において、ベースラインに対して実際に下回った受電電力量(需要家の節約によって実際に余剰となった電力量)である。ネガワット取引では、DR対象時間帯におけるネガワット量が、予め入札される。

【0050】

入札したネガワット量を、実際のネガワット量NWが達成した場合、需要家は、インセンティブを受け取ることができる。すなわち、需要家は、DR対象時間帯において、入札したネガワット量よりも使用電力量を削減できた場合、インセンティブを受け取ることができる。

10

【0051】

DR対象時間帯(図4では、13時台から16時台まで)に含まれない時間帯T1において、ベースラインに対して受電電力量が下回った場合でも、需要家は、インセンティブを受け取ることができない。一方、DR対象時間帯に含まれる時間帯T2において、ベースラインに対して受電電力量が下回った場合には、需要家は、インセンティブを受け取ることができる。

【0052】

図5は、第1の実施形態における、機器運転設定値決定装置の動作を示す図である。開始指示部561は、開始を指示するトリガー信号を、予め定められたタイミングで、予測部562に出力する。開始指示部561は、例えば、運転スケジュールを実行する日の前日の21時に、トリガー信号を予測部562に出力する。図5に示す動作は、このタイミングで実行される。

20

【0053】

予測部562は、過去の所定期間に対応付けられたプロセスデータを、処理データ記憶部54から取得する。取得したプロセスデータは、例えば、気象データ、運用データである。予測部562は、取得した気象データ及び運用データに基づいて、制御対象機器2に消費又は供給されるエネルギー量を予測する。

【0054】

気象データ及び運用データが、過去の所定期間に対応付けられた曜日、天候、温度及び湿度である場合、予測部562は、その気象データ及び運用データに基づいて、類似度を演算する。類似度の演算の式は、一例として、式(1)により表される。

30

【0055】

【数1】

$$\begin{aligned} \text{類似度} = & | \text{曜日による重み} | + | \text{天候による重み} | \\ & + a \times | \text{翌日最高気温} - T_{Mi} | + b \times | \text{翌日最低気温} - T_{Li} | \\ & + c \times | \text{翌日相対湿度} - RH_i | \rightarrow \min (i=1,2,3,\dots,n-1,n) \end{aligned}$$

40

・・・(1)

【0056】

ここで、「曜日による重み」は、曜日ごとに予め定められた重み係数を示す。「曜日による重み」は、例えば、運転スケジュールを実行する日である翌日が「火曜日」である場合、その「火曜日」に定められた重み係数を示す。「天候による重み」は、天候ごとに予め定められた重み係数を示す。「天候による重み」は、例えば、運転スケジュールを実行する日である翌日の天気予報が「晴れ」である場合、その「晴れ」に定められた重み係数を示す。

50

【 0 0 5 7 】

a と b と c は、各因子（気温や湿度など）の重み係数である。翌日最高気温は、翌日の予想最高気温を示す。翌日最低気温は、翌日の予想最低気温を示す。翌日相対湿度は、翌日の予想相対湿度を示す。最高気温 $T M_i$ は、過去の日付の日番号 i ($i = 1 \sim n$) に対応付けられた最高気温を示す。最低気温 $T L_i$ は、過去の日付の日番号 i に対応付けられた最低気温を示す。相対湿度 $R H_i$ は、過去の日付の日番号 i に対応付けられた相対湿度を示す。日番号とは、互いに対応付けられた運用データ及び気象データに対して、日付の順に割り振った通し番号である。

【 0 0 5 8 】

重み係数 $a \sim c$ の値は、任意に定められる。例えば、過去の気象データが「晴れ」であり、かつ、翌日の天気予報が「晴れ」である場合、重み係数は、相対的に小さく定められる。例えば、過去の気象データが「雨」であり、かつ、翌日の天気予報が「晴れ」である場合、重み係数は、相対的に大きく定められる。また、「曜日による重み」と、「天候による重み」と、重み係数 $a \sim c$ とは、天気予報等の予測精度に応じて、それぞれ定められてもよい。

10

【 0 0 5 9 】

予測部 5 6 2 は、式 (1) に基づく演算によって、過去の所定期間における類似度を算出する。なお、過去の所定期間における類似度を予測部 5 6 2 が演算によって算出する方法は、特定の方法に限定されず、どのような方法が用いられてもよい。

【 0 0 6 0 】

予測部 5 6 2 は、算出した類似度が最小となる日番号 i を、日番号 $1 \sim n$ から抽出する。予測部 5 6 2 は、抽出された日番号 i が示す過去の日において制御対象機器 2 に消費又は供給されたエネルギー量を、翌日に制御対象機器 2 に消費又は供給されるエネルギー量の予測値と定める（ステップ S 1 0 1 ）。

20

【 0 0 6 1 】

マージン決定部 5 6 3 は、予測部 5 6 2 によって予測された消費又は供給されるエネルギー量の変化に基づいて、制御対象機器 2 に消費又は供給されるエネルギー量の予測値のマージンを決定する。マージン決定部 5 6 3 は、例えば、式 (2) ~ (5) に基づいて、制御対象機器 2 に消費又は供給されるエネルギー量の予測値のマージンを決定する。

【 0 0 6 2 】

【数 2】

$$E_{PV}^t = e_{PV}^t + MG_{PV}^t \quad \dots (2)$$

E_{PV} : 予測 PV 発電量、
 e_{PV} : エネルギー予測部が予測した PV 発電量、
 MG_{PV} : 予測 PV 発電量のマージン、

30

【 0 0 6 3 】

【数 3】

$$E_{DEMAND}^t = e_{DEMAND}^t + MG_{E-DEMAND}^t \quad \dots (3)$$

E_{DEMAND} : 予測電力消費エネルギー、
 e_{DEMAND} : エネルギー予測部が予測した予測電力消費エネルギー、
 $MG_{E-DEMAND}$: 予測電力消費エネルギーのマージン

40

【 0 0 6 4 】

50

【数 4】

$$HC_{DEMAND}^t = hc_{DEMAND}^t + MG_{HC-DEMAND}^t \dots (4)$$

HC_{DEMAND} : 予測冷熱消費エネルギー、
 hc_{DEMAND} : エネルギー予測部が予測した予測冷熱消費エネルギー、
 MG_{HC-DEMAND} : 予測冷熱消費エネルギーのマージン

【0065】

10

【数 5】

$$HH_{DEMAND}^t = hh_{DEMAND}^t + MG_{HH-DEMAND}^t \dots (5)$$

HH_{DEMAND} : 予測温熱消費エネルギー、
 hh_{DEMAND} : エネルギー予測部が予測した予測温熱消費エネルギー、
 MG_{HH-DEMAND} : 予測温熱消費エネルギーのマージン

【0066】

20

提示部 57 は、マージン決定部 563 によって決定されたマージンを表す情報を、マージンを設定するための画面（マージン設定画面）に表示してもよい（ステップ S102）。なお、機器運転設定値決定装置 56a を管理するオペレータ（管理者）は、マージン設定画面を介して、マージンの値を修正してもよい。

【0067】

図 6 は、第 1 の実施形態における、マージン設定画面の図である。決定されたマージンは、正值又は負値のいずれでもよい。例えば、予測電力消費エネルギーについて、決定されたマージンは、過去の予測電力消費エネルギーの平均値と、過去の予測誤差とに基づいて、式（6）によって表される。

【0068】

30

【数 6】

$$MG_{E-DEMAND}^t = ERR_{E-DEMAND}^t \times \frac{e_{DEMAND_OLD}^t}{e_{DEMAND}^t} \dots (6)$$

ERR_{E-DEMAND}^t : t 時における過去の予測誤差の平均値、
 e_{DEMAND_OLD}^t : t 時における過去の予測電力消費エネルギーの平均値

【0069】

40

スケジュール決定部 564 は、制御対象機器 2 に消費又は供給されるエネルギー量のマージンに基づいて、制御対象機器 2 に消費又は供給されるエネルギー量の予測値を算出する。スケジュール決定部 564 は、制御対象機器 2 に消費又は供給されるエネルギー量の予測値と、そのマージンとに基づいて、制御対象機器 2 の運転スケジュールを最適化する（ステップ S103）。

【0070】

評価指標を表す目的関数は、式（7）によって表される。この目的関数が最小化された場合、運転スケジュールは最適となる。制約条件式は、一例として、式（8）～（13）によって表される。式（8）～（11）は、図 2 に示すエネルギーフローを表現したものである。式（12）は、蓄熱槽 25 の最大蓄熱量と最大放熱量を表現したものである。式

50

(13) は、蓄電池 20 の最大充電量と最大放電量を表現したものである。式 (7) ~ (13) における変数等の上付きの t は、時刻を示す。

【0071】

【数7】

$$\sum_{t=1}^{24} \left[X1^t \cdot E_C^t + GAS^t \cdot GAS_C \right] \Rightarrow \min \quad \dots (7)$$

E_C : 電力係数

10

GAS : ガス使用量

GAS_C : ガス係数

【0072】

【数8】

$$X1^t + E_{CGS} \cdot X6^t + E_{PV} + (X8^t - X8^{t+1}) = \frac{H_R}{COP_R} \cdot X5^t + E_{DEMAND}^t \quad \dots (8)$$

E_{CGS} : CGS 定格発電量

20

E_{PV} : 予測 PV 発電量

H_R : 電気式冷凍機 定格冷却量

COP_R : 電気式冷凍機 COP

E_{DEMAND} : 予測電力消費エネルギー

【0073】

【数9】

$$GAS^t = GAS_{CGS} \cdot X6^t + GAS_{ABR-CG} \cdot X3^t + GAS_{ABR-HG} \cdot X4^t \quad \dots (9)$$

30

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)

【0074】

【数 1 0】

$$H_{ABR-CH} \cdot X2^t + H_{ABR-CG} \cdot X3^t + H_R \cdot X5^t + (X7^t - X7^{t+1}) = HC_{DEMAND}^t \quad \dots (10)$$

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 定格排熱投入量HC_{DEMAND}：予測冷熱消費エネルギー

10

【0075】

【数 1 1】

$$H_{CGS} \cdot X6^t + H_{ABR-HG} \cdot X4^t > H_{ABR-IN} \cdot X2^t + HH_{DEMAND}^t \quad \dots (11)$$

HH_{DEMAND}：予測温熱消費エネルギー

20

【0076】

【数 1 2】

$$\left| X7^t - X7^{t+1} \right| \leq FL_{Hs} \quad \dots (12)$$

FL_{Hs}：蓄熱槽の最大蓄（放）熱量

【0077】

【数 1 3】

$$\left| X8^t - X8^{t+1} \right| \leq FL_{Bat} \quad \dots (13)$$

FL_{Bat}：蓄電池の最大充（放）電量

30

【0078】

スケジュール決定部 564 は、式 (7) を最小化する変数 X1 ~ X8 を、式 (8) ~ (13) により求めることにより、決定した運転スケジュールを最適化することができる。

【0079】

図 7 は、第 1 の実施形態における、最適化する変数を示す図である。変数 X1 は、使用電力量を示す。変数 X2 ~ X6 は、制御対象機器 2 に含まれる各機器の負荷率を示す。変数 X7 は、蓄熱槽 25 の残蓄熱量を示す。変数 X8 は、蓄電池 20 の残電力量 (SOC : State of Charge) を示す。時刻 t = 0 における変数 X7 及び変数 X8 は、変数 X1 ~ X6 を使用する最適化処理の初期条件を定める各設定値を示す。

40

【0080】

式 (7) に示す電力係数 E_c とガス係数 GAS_c は、最適化する評価指標に応じて異なる。例えば、電力係数 E_c は、コストを最小化する場合、電力料金の単価である。ガス係数 GAS_c は、コストを最小化する場合、ガス料金の単価である。

【0081】

50

また、例えば、電力係数 E_c は、二酸化炭素の排出量を最小化する場合、消費又は供給される電力に応じて排出される二酸化炭素の量によって定まる係数である。ガス係数 GAS_c は、二酸化炭素の排出量を最小化する場合、消費又は供給されるガスに応じて排出される二酸化炭素の量によって定まる係数である。

【0082】

スケジュール決定部564は、式(8)~(13)と、他の制約条件式とを満たし、かつ、評価指標を表す目的関数を最小にする変数の値を、数理計画手法又はシミュレーションによる繰り返し演算等によって算出する。

【0083】

スケジュール決定部564は、デマンドレスポンスによるインセンティブの金額を考慮して、運転スケジュールを最適化する。スケジュール決定部564は、評価指標がコストである場合、電力係数 E_c^t (円/kWh) を、式(14)に示すように変更する。また、スケジュール決定部564は、時刻 t における使用電力量 X_1 の上限を、ベースラインと同じ値とする。

【0084】

式(14)において、 E_{CHG}^t (円/kWh) は、時刻 t における電力の従量料金の単価を示す。INC (円/kWh) は、インセンティブ単価を示す。つまり、式(14)では、インセンティブ単価 INC が、電力料金に加味されている。

【0085】

【数14】

$$E_C^t = E_{CHG}^t + INC \quad \dots (14)$$

【0086】

変更部565は、インセンティブ単価 INC を変更する(ステップS104)。

図8は、第1の実施形態における、インセンティブ単価の変更を示す図である。変更部565は、予め定められた規則に基づいて、インセンティブ単価を算出する。例えば、変更部565は、予め定められたインセンティブ単価の変更幅 INC で、インセンティブ単価を増加させる。

【0087】

スケジュール決定部564は、インセンティブ単価が上限値以下であるか否かを判定する(ステップS105)。インセンティブ単価が上限値以下である場合(ステップS105: YES)、スケジュール決定部564は、運転スケジュールの最適化処理を再度実行する(繰り返し演算)。スケジュール決定部564は、需要家が損をしないと見込まれる入札条件を、最適化処理を再度実行した結果に基づいて決定する。変更部565は、ステップS104に処理を戻す。

【0088】

インセンティブ単価が上限値以下でない場合(ステップS105: NO)、提示部57は、需要家が損をしないと見込まれる入札条件を、入札条件を確認するための画面(入札条件の確認画面)に表示する。これにより、需要家が損をしないと見込まれる入札条件が、入札条件を決定する者に通知される(ステップS106)。入札条件を決定する者は、例えば、機器運転設定値決定装置56aを管理するオペレータ(管理者)である。

【0089】

図9は、第1の実施形態における、入札条件を確認するための画面(入札条件確認画面)の図である。縦軸はインセンティブ単価を示す。横軸はネガワット量を示す。グラフの実線は、最適化処理を再度実行した結果を示す。このグラフの実線上でハッチングされている範囲では、最適化された運転スケジュールは、最適化されていない運転スケジュールと比較して、電力とガスのコストが安くなる。したがって、このグラフの実線上でハッチングされた範囲の入札条件であれば、需要家は損をしないと見込まれる。

【0090】

10

20

30

40

50

入札条件の確認画面には、ネガワット取引の市場における前回の約定価格が表示されてもよい。また、入札条件の確認画面には、電力の削減を図るために活用される制御対象機器2として、蓄電池（バッテリー）と、蓄熱槽と、マイクロコージェネレーション（MCG）と、吸収式冷温水機（ABR）とが表示されてもよい。

【0091】

以上のように、第1の実施形態の機器運転設定値決定装置56aは、予測部562と、マージン決定部563と、スケジュール決定部564とを持つ。予測部562は、制御対象機器2に消費又は供給されるエネルギー量を予測する。マージン決定部563は、ネガワット量を入札するためのマージンを決定する。スケジュール決定部564は、エネルギー量の予測値と、制御対象機器2のエネルギー特性と、デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価とに基づいて、制御対象機器2の運転を定める設定値を決定する。

10

【0092】

この構成によって、マージン決定部563は、ネガワット量を入札するためのマージンを決定する。これによって、第1の実施形態の機器運転設定値決定装置56aは、ネガワット取引で入札したネガワット量を達成する確率を向上させることができる。

【0093】

第1の実施形態のマージン決定部563は、ネガワット量を入札するためのマージンとして、制御対象機器2に消費又は供給されるエネルギー量の予測値のマージンを決定する。マージン決定部563は、制御対象機器2に消費又は供給されるエネルギー量の予測値に、決定したマージンを付加する。スケジュール決定部564は、マージンが付加されたエネルギー量の予測値と、制御対象機器2のエネルギー特性と、デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価とに基づいて、制御対象機器2の運転を定める設定値を決定する。

20

【0094】

すなわち、第1の実施形態の機器運転設定値決定装置56aは、制御対象機器2に消費又は供給されるエネルギー量に、マージンを考慮する。第1の実施形態の機器運転設定値決定装置56aは、マージンが考慮されたエネルギー量に基づいて、制御対象機器2の運転スケジュールを最適化する。これによって、ネガワット量の入札時に想定されなかった事態（電力需要の増加など）が生じた場合でも、第1の実施形態の機器運転設定値決定装置56aは、達成可能なネガワット量を入札することができる。需要家は、ネガワット量

30

【0095】

第1の実施形態の機器運転設定値決定装置56aは、デマンドレスポンスの実行時に受電電力量が予想よりも増加した場合でも、需要家の節約によって余剰となった電力量が、入札したネガワット量を達成することができる確率を、向上させることができる。第1の実施形態の機器運転設定値決定装置56aは、需要家がインセンティブを受け取ることができるので、その需要家の利益を拡大させることができる。

第1の実施形態のマージン決定部563は、デマンドレスポンスの要求レベルに応じて、複数のマージンを決定してもよい。

【0096】

40

第1の実施形態の機器運転設定値決定装置56aは、変更部565を持つ。変更部565は、予め定められた規則に基づいて、インセンティブ単価を変更する。スケジュール決定部564は、変更されたインセンティブ単価に基づいて、制御対象機器2の運転スケジュールを更新する。

【0097】

（第2の実施形態）

第2の実施形態では、制御対象機器2の運転を定める設定値のマージンをマージン決定部563が決定する点が、第1の実施形態と相違する。第2の実施形態では、第1の実施形態との相違点についてのみ説明する。

【0098】

50

マージン決定部 563 は、制御対象機器 2 の運転を定める設定値に、マージンを付加する。スケジュール決定部 564 は、マージンが付加された設定値に基づいて、制御対象機器 2 の運転に制限を設けるように、制御対象機器 2 の運転スケジュールを最適化する。

【0099】

図 10 は、第 2 の実施形態における、マージン設定画面の図である。機器運転設定値決定装置 56a のオペレータは、マージン設定画面を介して、例えば、全体の容量 100 (kWh) を有する蓄電池 20 について、蓄電池 20 の使用可能容量を 60 (kWh) と設定することができる。

【0100】

マージン決定部 563 は、蓄電池 20 や蓄熱槽 25 の使用可能容量にマージンを付加する。スケジュール決定部 564 は、蓄電池 20 の使用可能容量を 60 (kWh) までに制限して、蓄電池 20 を含む制御対象機器 2 の運転スケジュールを決定する。スケジュール決定部 564 は、この決定した運転スケジュールを実行する場合における、ネガワット量を算出する。スケジュール決定部 564 は、入札したネガワット量を達成することが難しいと判定した場合、全体の容量 100 (kWh) から使用可能容量 60 (kWh) を差し引いた残りである 40 (kWh) の容量を利用して、蓄電池 20 から放電させる。これにより、機器運転設定値決定装置 56a は、ネガワット量を達成する確率を向上させることができる。蓄熱槽 25 についても同様である。

【0101】

また、マージン決定部 563 は、例えば、CGS22 が出力する電力の上限値に、マージンを付加してもよい。機器運転設定値決定装置 56a のオペレータは、マージン設定画面を介して、例えば、定格電気出力 50 (kW) を有する CGS22 について、DR 対象時間帯に出力する電力の上限値を 30 (kW) と設定することができる。マージン決定部 563 は、CGS22 が出力する電力の上限値に、マージンを付加する。

【0102】

スケジュール決定部 564 は、CGS22 が出力する電力の上限値を 30 (kW) までに制限して、CGS22 を含む制御対象機器 2 の運転スケジュールを決定する。スケジュール決定部 564 は、この決定した運転スケジュールを実行する場合における、ネガワット量を算出する。スケジュール決定部 564 は、入札したネガワット量を達成することが難しいと判定した場合、定格電気出力 50 (kW) から上限値 30 (kW) を差し引いた残りである 20 (kW) を利用して、CGS22 から電力を出力させる。これにより、機器運転設定値決定装置 56a は、ネガワット量を達成する確率を向上させることができる。

【0103】

また、マージン決定部 563 は、例えば、吸収式冷温水機 24 などの非電気式熱源機の起動又は停止の動作に、マージンを付加してもよい。このマージンは、例えば、オン又はオフの開始時刻と停止時刻によって表現されてもよい。機器運転設定値決定装置 56a のオペレータは、マージン設定画面を介して、例えば、非電気式熱源機の運転を停止に設定することができる。マージン決定部 563 は、非電気式熱源機の運転を定める設定値に、マージンを付加する。

【0104】

スケジュール決定部 564 は、例えば、制御対象機器 2 の非電気式熱源機の運転を DR 対象時間帯において停止 (オフ) させ、かつ、制御対象機器 2 の電気式熱源機を DR 対象時間帯において運転 (オン) させる、という運転スケジュールを決定する。スケジュール決定部 564 は、この決定した運転スケジュールを実行した場合における、ネガワット量を算出する。機器運転設定値決定装置 56a のオペレータは、この算出されたネガワット量を入札する。スケジュール決定部 564 は、決定したスケジュールに基づいて制御対象機器 2 が実際に運転されている場合、入札したネガワット量を達成することが難しいか否かを判定する。スケジュール決定部 564 は、入札したネガワット量を達成することが難しいと判定した場合、非電気式熱源機を運転 (オン) させ、かつ、電気式熱源機を停止 (

10

20

30

40

50

オフ)させることによって、制御対象機器 2 の受電電力量を低下させる。これによって、機器運転設定値決定装置 5 6 a は、ネガワット量を達成する確率を向上させることができる。

【 0 1 0 5 】

なお、蓄電池 2 0 や蓄熱槽 2 5 の使用可能容量にマージンを付加すること、CGS 2 2 が出力する電力の上限値にマージンを付加すること、又は、非電気式熱源機の起動又は停止の動作にマージンを付加することのうち、マージン決定部 5 6 3 がいずれを実行するかは、例えば、ネガワット取引において入札条件を決定する者が決めてもよい。ネガワット取引において入札条件を決定する者は、マージン決定部 5 6 3 がいずれを実行するかを、制御対象機器 2 の故障リスク等を考慮して決定してもよい。

10

【 0 1 0 6 】

以上のように、第 2 の実施形態の機器運転設定値決定装置 5 6 a は、予測部 5 6 2 と、マージン決定部 5 6 3 と、スケジュール決定部 5 6 4 とを持つ。予測部 5 6 2 は、制御対象機器 2 に消費又は供給されるエネルギー量を予測する。マージン決定部 5 6 3 は、ネガワット量を入札するためのマージンとして、制御対象機器 2 のエネルギー特性を表す値のマージンを決定する。マージン決定部 5 6 3 は、制御対象機器 2 のエネルギー特性を表す値に、決定したマージンを付加する。スケジュール決定部 5 6 4 は、エネルギー量の予測値と、マージンが付加された機器のエネルギー特性を表す値と、デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価とに基づいて、制御対象機器 2 の運転を定める設定値を決定する。

20

【 0 1 0 7 】

第 2 の実施形態のマージン決定部 5 6 3 は、運転を定める設定値のマージンとして、蓄電池 2 0 又は蓄熱槽 2 5 の使用可能容量のマージンを決定してもよい。マージン決定部 5 6 3 は、運転を定める設定値のマージンとして、CGS 2 2 などの発電機の出力の上限値のマージンを決定してもよい。第 2 の実施形態のマージン決定部 5 6 3 は、運転を定める設定値のマージンとして、非電気式熱源機の運転又は停止の設定値のマージンを決定してもよい。

【 0 1 0 8 】

第 2 の実施形態の機器運転設定値決定装置 5 6 a は、運転スケジュールを最適化する場合、ネガワット量にマージンを付加することと等価になるように、最適化の対象とする機器の運転を制限する。これによって、第 2 の実施形態の機器運転設定値決定装置 5 6 a は、実際に電力需要(エネルギー消費量)が増加した場合でも、入札したネガワット量を確保することができる。需要家は、予め想定したインセンティブを受け取ることができる。

30

【 0 1 0 9 】

(第 3 の実施形態)

第 3 の実施形態では、変更部 5 6 5 に対して処理の流れの後段にマージン決定部 5 6 3 が挿入される点が、第 2 の実施形態と相違する。第 3 の実施形態では、第 2 の実施形態との相違点についてのみ説明する。

【 0 1 1 0 】

図 1 1 は、第 3 の実施形態における、入札管理システム 5 b の図である。入札管理システム 5 b は、送受信部 5 1 と、データ取得部 5 2 と、設定値取得部 5 3 と、処理データ記憶部 5 4 と、最適化データ記憶部 5 5 と、機器運転設定値決定装置 5 6 b と、提示部 5 7 とを備える。

40

【 0 1 1 1 】

機器運転設定値決定装置 5 6 b は、開始指示部 5 6 1 と、予測部 5 6 2 と、マージン決定部 5 6 3 と、スケジュール決定部 5 6 4 と、変更部 5 6 5 とを備える。第 3 の実施形態では、マージン決定部 5 6 3 は、変更部 5 6 5 に対して処理の流れの後段に挿入される。

【 0 1 1 2 】

図 1 2 は、第 3 の実施形態における、機器運転設定値決定装置 5 6 b の動作を示す図である。開始指示部 5 6 1 は、開始を指示するトリガー信号を、予め定められたタイミング

50

に予測部 5 6 2 に出力する。開始指示部 5 6 1 は、例えば、運転スケジュールを実行する日の前日の 2 1 時に、トリガー信号を予測部 5 6 2 に出力する。図 1 2 に示す動作は、このタイミングで実行される。ステップ S 2 0 1 は、図 5 に示すステップ S 1 0 1 と同様である。ステップ S 2 0 2 ~ S 2 0 5 は、図 5 に示すステップ S 1 0 3 ~ S 1 0 6 と同様である。

【 0 1 1 3 】

マージン決定部 5 6 3 は、スケジュール決定部 5 6 4 が決定した運転を定める設定値を表す情報を、変更部 5 6 5 を介して取得する。マージン決定部 5 6 3 は、その運転を定める設定値のマージンを決定する（ステップ S 2 0 6）。制御対象機器 2 は、マージンが付加された運転を定める設定値に基づいて運転される。

10

【 0 1 1 4 】

図 1 3 は、第 3 の実施形態における、入札条件を確認するための画面（入札条件確認画面）の図である。機器運転設定値決定装置 5 6 a を管理するオペレータ（管理者）は、マージンを付加した場合におけるインセンティブ単価とネガワット量との関係を、入札条件確認画面を参照して確認することができる。機器運転設定値決定装置 5 6 a を管理するオペレータは、入札条件確認画面を介して、入札するネガワット量にマージンを設定することができる。この設定されたマージンは、マージン決定部 5 6 3 に通知される。この設定されたマージンは、マージン決定部 5 6 3 が決定したマージンを上書きしてもよい。

【 0 1 1 5 】

入札条件群 1 0 0 は、マージンが付加されない場合における、複数の入札条件である。入札条件群 1 0 1 は、マージンが付加される場合における、複数の入札条件である。ネガワット量のマージンは、矢印 M G の長さによって表現される。

20

【 0 1 1 6 】

最適入札点 1 0 2 は、入札条件群 1 0 0 を表す実線に乗っている。最適入札点 1 0 4 は、最適入札点 1 0 2 にマージンが付加された場合における、新たな最適入札点である。最適入札点 1 0 4 は、入札条件群 1 0 1 を表す破線に乗っている。等評価指標曲線 1 0 3 - 1 は、同じ運転スケジュールが実行された場合に、式（ 7 ）に示す評価指標が等しくなるインセンティブ単価を結ぶ曲線である。最適入札点 1 0 2 と最適入札点 1 0 4 は、等評価指標曲線 1 0 3 - 1 に乗っている。

【 0 1 1 7 】

最適入札点 1 0 5 は、入札条件群 1 0 0 を表す実線に乗っている。最適入札点 1 0 6 は、最適入札点 1 0 2 にマージンが付加された場合における、新たな最適入札点である。最適入札点 1 0 6 は、入札条件群 1 0 1 を表す破線に乗っている。等評価指標曲線 1 0 3 - 2 は、同じ運転スケジュールが実行された場合に、式（ 7 ）に示す評価指標が等しくなるインセンティブ単価を結ぶ曲線である。最適入札点 1 0 5 と最適入札点 1 0 6 は、等評価指標曲線 1 0 3 - 2 に乗っている。

30

【 0 1 1 8 】

マージンが付加された場合における、新たな最適入札点のインセンティブ単価は、式（ 1 5 ）によって表される。

【 0 1 1 9 】

【 数 1 5 】

$$INC_{NEW} = \frac{Ne}{Ne - MGN} \times INC_{OLD} \quad \dots (15)$$

INC_{NEW} : マージンを加味した最適入札点のインセンティブ単価、

INC_{OLD} : 元の最適入札点のインセンティブ単価

Ne : 元の最適入札点のネガワット量、

MGN : 入札ネガワット量のマージン

40

50

【 0 1 2 0 】

機器運転設定値決定装置 5 6 a を管理するオペレータは、入札条件確認画面を介して、入札するネガワット量のマージンを設定することができる。機器運転設定値決定装置 5 6 a を管理するオペレータは、マージンが付加された入札条件を、視覚的に確認することができる。

【 0 1 2 1 】

以上のように、第 3 の実施形態の機器運転設定値決定装置 5 6 b は、予測部 5 6 2 と、スケジュール決定部 5 6 4 と、マージン決定部 5 6 3 とを持つ。予測部 5 6 2 は、制御対象機器 2 に消費又は供給されるエネルギー量を予測する。スケジュール決定部 5 6 4 と、エネルギー量の予測値と、制御対象機器 2 のエネルギー特性と、デマンドレスポンスにおけるインセンティブ単価とに基づいて、制御対象機器 2 の運転を定める設定値を決定する。マージン決定部 5 6 3 は、ネガワット量を入札するためのマージンとして、制御対象機器 2 の運転を定める設定値のマージンを決定する。マージン決定部 5 6 3 は、制御対象機器 2 の運転を定める設定値に、決定したマージンを付加する。

10

これにより、第 3 の実施形態の機器運転設定値決定装置 5 6 b は、ネガワット取引で入札したネガワット量を達成する確率を向上させることができる。

【 0 1 2 2 】

第 3 の実施形態の機器運転設定値決定装置 5 6 b は、入札するネガワット量にマージンを見込むことによって、減少するインセンティブ収入を補償するだけのインセンティブ単価を算出する。オペレータは、算出されたインセンティブ単価を、画面上で視覚的に確認することができる。

20

【 0 1 2 3 】

第 3 の実施形態の機器運転設定値決定装置 5 6 b は、マージンを考慮した適正なネガワット量を入札することができる。第 3 の実施形態の機器運転設定値決定装置 5 6 b では、実際に電力需要が増加するなど、入札時に想定されていなかった事象が発生した場合でも、入札したネガワット量を確保することができる。需要家は、予め想定したインセンティブを受け取ることができる。

【 0 1 2 4 】

以上説明した少なくともひとつの実施形態によれば、ネガワット量を入札するためのマージンを決定するマージン決定部を持つことにより、ネガワット取引で入札したネガワット量を達成する確率を向上させることができる。

30

【 0 1 2 5 】

以上、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 】

【 0 1 2 6 】

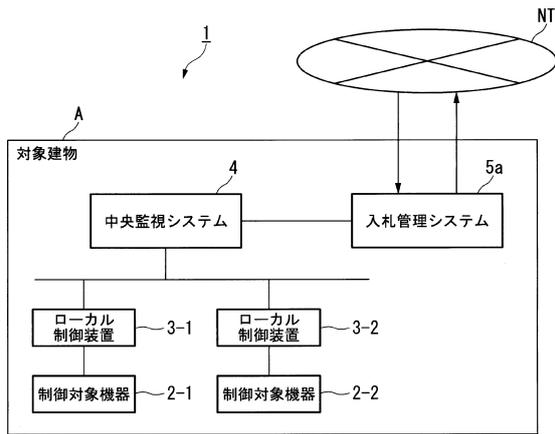
1 ... 制御システム、 2 ... 制御対象機器、 3 ... ローカル制御装置、 4 ... 中央監視システム、 5 ... 入札管理システム、 5 a ... 入札管理システム、 5 b ... 入札管理システム、 2 0 ... 蓄電池、 2 1 ... P V、 2 2 ... C G S、 2 3 ... 電気式冷凍機、 2 4 ... 吸収式冷温水機、 2 5 ... 蓄熱槽、 2 6 ... 空調機、 2 7 ... 部屋、 5 1 ... 送受信部、 5 2 ... データ取得部、 5 3 ... 設定パラメータ取得部、 5 4 ... 処理データ記憶部、 5 5 ... 最適化データ記憶部、 5 6 a ... 機器運転設定値決定装置、 5 6 b ... 機器運転設定値決定装置、 5 7 ... 提示部、 1 0 0 ... 入札条件群、 1 0 1 ... 入札条件群、 1 0 2 ... 最適入札点、 1 0 3 ... 等評価指標曲線、 1 0 4 ... 最適入札点、 1 0 5 ... 最適入札点、 1 0 6 ... 最適入札点、 5 6 1 ... 開始指示部、 5 6 2 ... 予測部、 5 6 3 ... マージン決定部、 5 6 4 ... スケジュール決定部、 5 6 5 ... 変更部、 A ... 対象建物、 E 1 ... 受電部、 G 1 ... ガス供給部、 M G ... 矢印、 N T ... 通信回線、 N W ... ネガワッ

40

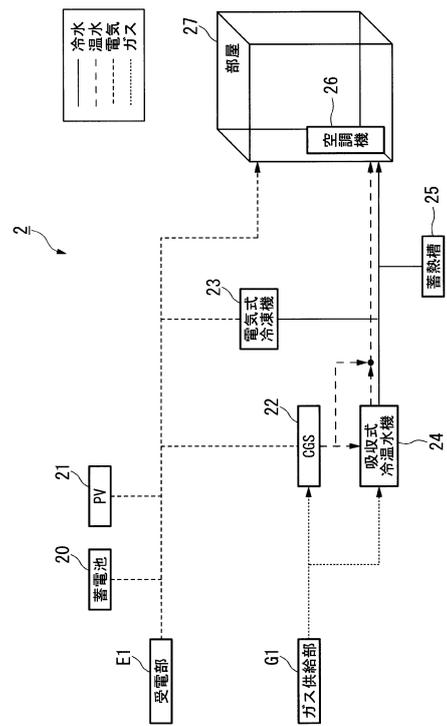
50

卜量

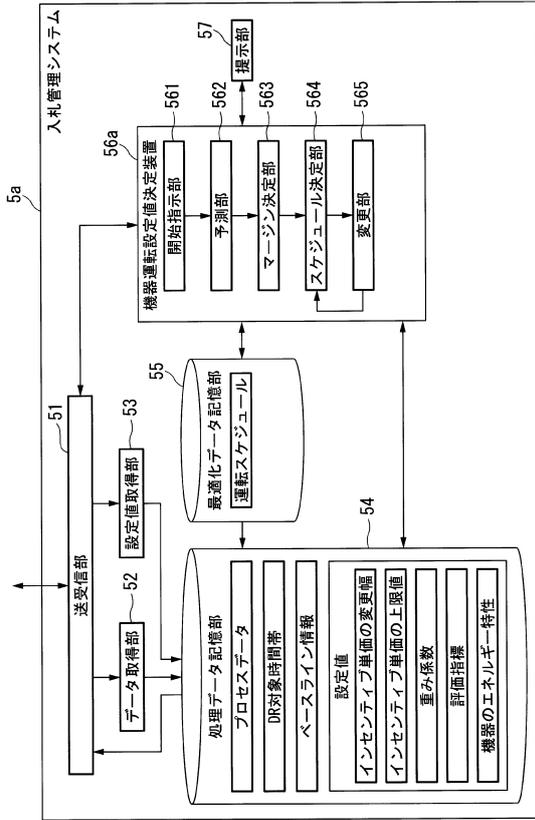
【図1】



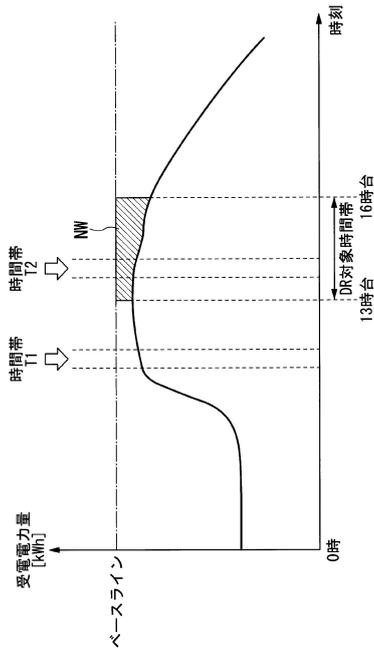
【図2】



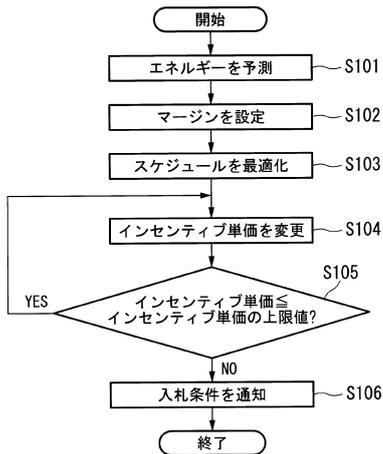
【図3】



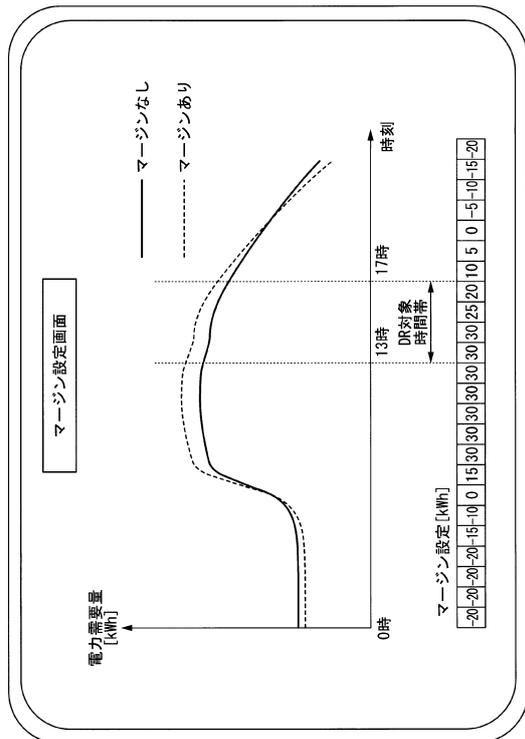
【図4】



【図5】



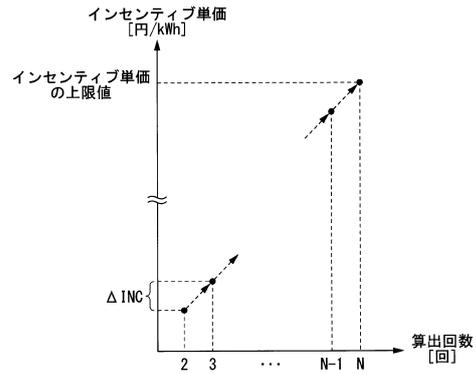
【図6】



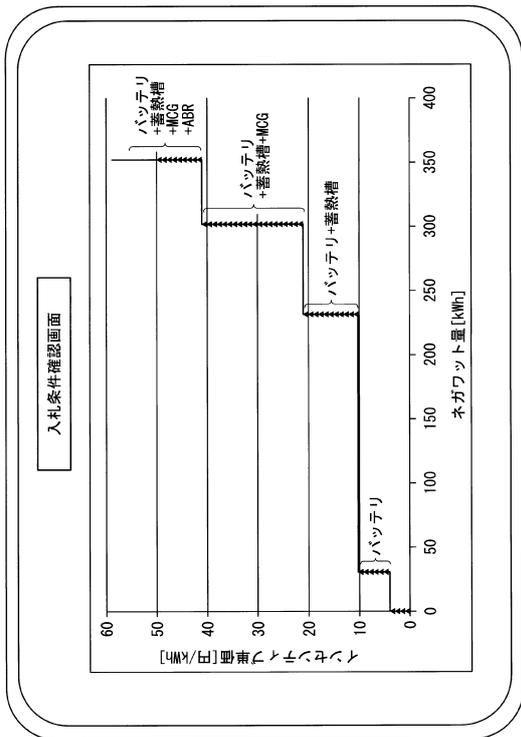
【 図 7 】

変数名	物理量	上下限	単位
X1	使用電力量	$0 \leq X1 \leq \text{契約電力}$	[kWh]
X2	吸収式冷温水機負荷率 (排熱投入モード)	$\text{下限} \leq X2 \leq 1$	—
X3	吸収式冷温水機負荷率 (冷水製造、ガス使用)	$\text{下限} \leq X3 \leq 1$	—
X4	吸収式冷温水機負荷率 (温水製造、ガス使用)	$\text{下限} \leq X4 \leq 1$	—
X5	電気式冷凍機負荷率	$\text{下限} \leq X5 \leq 1$	—
X6	CGS負荷率	$\text{下限} \leq X6 \leq 1$	—
X7	蓄熱残量	$0 \leq X7 \leq \text{蓄熱容量}$	[kWh]
X8	SOC	$0 \leq X8 \leq \text{蓄電池容量}$	[kWh]

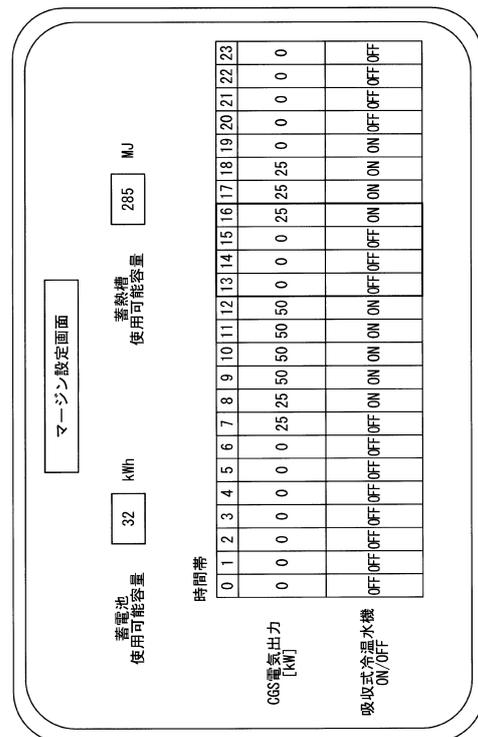
【 図 8 】



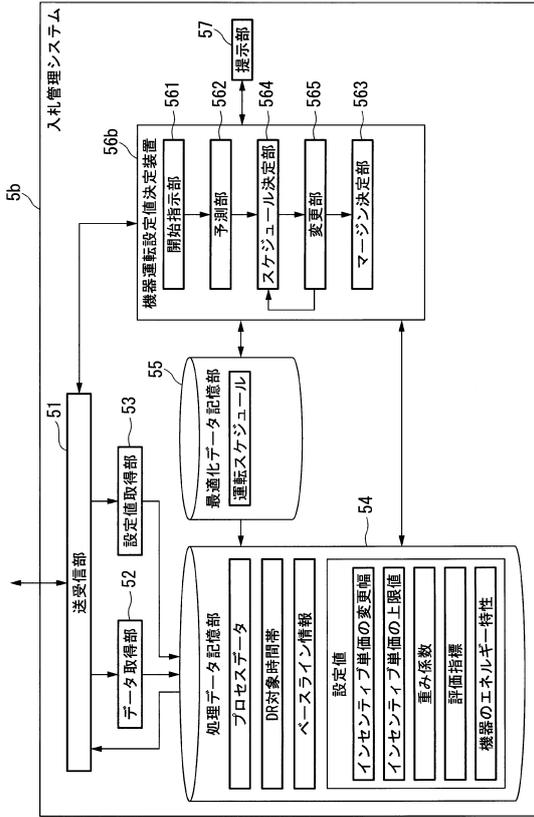
【 図 9 】



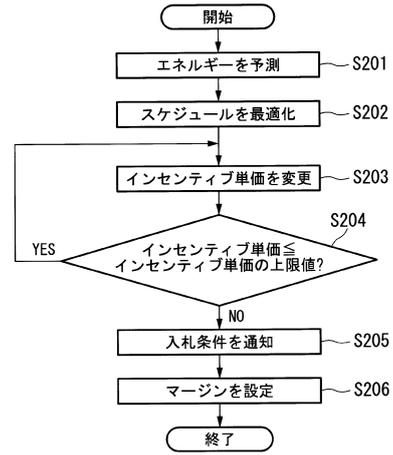
【 図 10 】



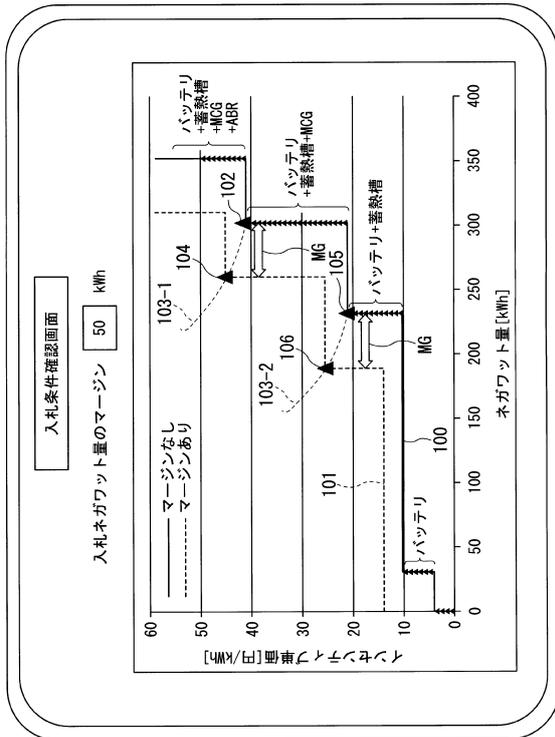
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 村山 大
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 宮地 匡人

(56)参考文献 国際公開第2014/132370(WO,A1)
国際公開第2014/132371(WO,A1)
特開2014-164729(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06Q 10/00-99/00
H02J 3/00
H02J 3/32