

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6282071号
(P6282071)

(45) 発行日 平成30年2月21日 (2018. 2. 21)

(24) 登録日 平成30年2月2日 (2018. 2. 2)

| (51) Int. Cl. | | | F I | | |
|----------------|---------------|-------------------|---------|-------|---------|
| F 2 4 F | 11/62 | (2018. 01) | F 2 4 F | 11/02 | P |
| F 2 4 F | 11/46 | (2018. 01) | F 2 4 F | 11/02 | 1 O 2 B |
| F 2 4 F | 11/875 | (2018. 01) | F 2 4 F | 11/02 | 1 O 2 L |
| F 2 4 F | 11/70 | (2018. 01) | F 2 4 F | 5/00 | 1 O 2 Z |
| F 2 4 F | 5/00 | (2006. 01) | F 2 4 F | 5/00 | 1 O 1 A |

請求項の数 6 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2013-196946 (P2013-196946)
 (22) 出願日 平成25年9月24日 (2013. 9. 24)
 (65) 公開番号 特開2015-64120 (P2015-64120A)
 (43) 公開日 平成27年4月9日 (2015. 4. 9)
 審査請求日 平成28年2月16日 (2016. 2. 16)

(73) 特許権者 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 110001807
 特許業務法人磯野国際特許商標事務所
 (74) 代理人 100064414
 弁理士 磯野 道造
 (74) 代理人 100111545
 弁理士 多田 悦夫
 (72) 発明者 渡邊 浩之
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
 式会社日立製作所内
 (72) 発明者 菊池 宏成
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
 式会社日立製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 空調制御システム及び空調制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

気象情報を管理する気象情報サーバから、気温予測値、湿度予測値、及び日射量予測値を含む気象情報を取得する気象情報取得部と、

前記気象情報取得部によって取得される前記気象情報に基づいて、施設内の熱負荷を予測する熱負荷予測部と、

前記熱負荷予測部によって予測される前記熱負荷に基づき、冷凍機で冷やされて蓄熱槽に貯留される冷媒によって前記施設を空調可能な空調設備の消費エネルギーを予測する消費エネルギー予測部と、

前記消費エネルギー予測部によって予測される前記消費エネルギーに基づいて、前記空調設備を含む負荷装置の需要電力を予測する需要電力予測部と、

前記需要電力予測部によって予測される前記需要電力に基づいて、前記空調設備の運転スケジュールを設定するスケジュール設定部と、

前記スケジュール設定部によって設定される運転スケジュールに従って、前記蓄熱槽の冷媒に蓄熱する蓄熱運転と、前記蓄熱槽の冷媒と室内空気とを熱交換させる放熱運転と、含む複数の運転モードを実行するための制御信号を生成する制御信号生成部と、を備え、

前記スケジュール設定部は、

前記需要電力が、前記負荷装置に供給可能な電力である供給可能電力を超える領域の電力量を算出し、少なくとも当該電力量を打ち消すように前記空調設備の運転スケジュールを設定し、

予め設定されている前記蓄熱運転の終了予定時刻から所定時間ごとに時間を遡って、前記冷凍機の処理負荷の和を積算し、前記和が前記領域に相当する必要蓄熱量に達した時刻を前記蓄熱運転の開始予定時刻として設定し、さらに、前記領域に対応する時間帯を前記放熱運転の時間帯として設定すること

を特徴とする空調制御システム。

【請求項 2】

外気湿球温度と、前記空調設備の負荷率と、前記空調設備のエネルギー消費効率と、の関係を示す特性情報が格納される記憶部を備え、

前記スケジュール設定部は、前記特性情報を参照し、蓄熱運転時の外気湿球温度に基づいて、前記空調設備のエネルギー消費効率を最大にするように、前記空調設備の負荷率を設定すること

10

を特徴とする請求項 1 に記載の空調制御システム。

【請求項 3】

前記気象情報に基づいて、太陽光が照射されることで発電する太陽光発電機の発電電力を予測する発電電力予測部と、

前記発電電力予測部によって予測される前記太陽光発電機の発電電力と、予め設定される買電電力の上限閾値と、の和をとることで、前記供給可能電力を予測する供給可能電力予測部と、を備えること

を特徴とする請求項 1 に記載の空調制御システム。

【請求項 4】

20

前記スケジュール設定部は、

前記需要電力が前記供給可能電力を超える領域の電力量を打ち消すために必要な蓄熱量が前記蓄熱槽の蓄熱容量よりも大きい場合、その不足分を補うように、前記負荷装置に電力供給可能な内燃力発電機の運転スケジュールを設定すること

を特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の空調制御システム。

【請求項 5】

前記スケジュール設定部は、

前記需要電力が前記供給可能電力を超える領域の電力量を打ち消すために必要な蓄熱量が前記蓄熱槽の蓄熱容量よりも大きい場合、その不足分を補うように、前記負荷装置に電力供給可能な蓄電池の運転スケジュールを設定すること

30

を特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の空調制御システム。

【請求項 6】

気象情報を管理する気象情報サーバから、気温予測値、湿度予測値、及び日射量予測値を含む気象情報を取得する気象情報取得ステップと、

前記気象情報取得ステップで取得される前記気象情報に基づいて、施設内の熱負荷を予測する熱負荷予測ステップと、

前記熱負荷予測ステップで予測される前記熱負荷に基づき、冷凍機で冷やされて蓄熱槽に貯留される冷媒によって前記施設を空調可能な空調設備の消費エネルギーを予測する消費エネルギー予測ステップと、

40

前記消費エネルギー予測ステップで予測される前記消費エネルギーに基づいて、前記空調設備を含む負荷装置の需要電力を予測する需要電力予測ステップと、

前記需要電力予測ステップで予測される前記需要電力に基づいて、前記空調設備の運転スケジュールを設定するスケジュール設定ステップと、

前記スケジュール設定ステップで設定される運転スケジュールに従って、前記蓄熱槽の冷媒に蓄熱する蓄熱運転と、前記蓄熱槽の冷媒と室内空気とを熱交換させる放熱運転と、含む複数の運転モードを実行するための制御信号を生成する制御信号生成ステップと、を含む、

前記スケジュール設定ステップにおいて、

前記需要電力が、前記負荷装置に供給可能な電力である供給可能電力を超える領域の電力量を算出し、少なくとも当該電力量を打ち消すように前記空調設備の運転スケジュール

50

を設定し、

予め設定されている前記蓄熱運転の終了予定時刻から所定時間ごとに時間を遡って、前記冷凍機の処理負荷の和を積算し、前記和が前記領域に相当する必要蓄熱量に達した時刻を前記蓄熱運転の開始予定時刻として設定し、さらに、前記領域に対応する時間帯を前記放熱運転の時間帯として設定すること

を特徴とする空調制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、空調制御システム及び空調制御方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

近年、原子力発電所の稼働制限等に伴い、買電電力の総和が商用電力の上限閾値を超えないように様々な対策がとられている。例えば、電力会社と需要者との間で予め契約電力を設定し、買電電力が前記した契約電力を超えた場合、その需要者に対して超過料金を課すことで、需要者による節電を促すといった対策がとられている。

また、夜間（例えば、23時～翌日の午前7時）の電気料金を、昼間の電気料金よりも安くすることで、電力需要の平準化を促すといった対策もとられている。

【0003】

例えば、特許文献1には、空調熱負荷予測値を算出する空調熱負荷予測部と、発電機の発電電力を示す発電電力予測データを算出する発電出力予測処理部と、前記した空調熱負荷予測部及び発電電力予測処理部の処理結果に応じて、電源設備の運転スケジュールを作成する運転計画作成部と、を備える運転管理装置について記載されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2012-80679号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

30

特許文献1に記載の発明では、電力負荷予測値がデマンド目標値（つまり、契約電力）を超えると予測した場合、運転計画作成部はその不足分を補うように電源設備（発電機、蓄電池）の運転スケジュールを作成する。

【0006】

ところで、空調システムの熱負荷は、気温や日射量の変化に伴って変動する。当該変動を空調システムの運転スケジュールに反映させることで、電源設備を稼働することなく電力負荷予測値をデマンド目標値以下に抑えられる可能性がある。つまり、空調システムの制御を工夫することで電力平準化を図り、電力コストをさらに低減する余地がある。

【0007】

そこで、本発明は、電力平準化によって電力コストを低減可能な空調制御システム及び空調制御方法を提供することを課題とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記課題を解決するために、本発明に係る空調制御システムは、需要電力予測部によって予測される需要電力に基づいて空調設備の運転スケジュールを設定するスケジュール設定部を備え、前記スケジュール設定部は、需要電力が供給可能電力を超える領域の電力量を算出し、少なくとも当該電力量を打ち消すように空調設備の運転スケジュールを設定し、予め設定されている蓄熱運転の終了予定時刻から所定時間ごとに時間を遡って、冷凍機の処理負荷の和を積算し、前記和が前記領域に相当する必要蓄熱量に達した時刻を前記蓄熱運転の開始予定時刻として設定し、さらに、前記領域に対応する時間帯を放熱運転の時

50

間帯として設定することを特徴とする。

なお、詳細については、発明を実施するための形態において説明する。

【発明の効果】

【0009】

本発明により、電力平準化によって電力コストを低減可能な空調制御システム及び空調制御方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の第1実施形態に係る空調制御システムを含む構成図である。

【図2】コントローラを含む空調制御システムの構成図である。

【図3】コントローラが実行する処理の流れを示すフローチャートである。

【図4】コントローラが実行する処理の流れを示すフローチャートである。

【図5】需要電力の予測処理の流れを示すフローチャートである。

【図6】供給可能電力の予測処理の流れを示すフローチャートである。

【図7】施設の熱負荷の時間的变化を示すグラフである。

【図8】負荷装置の需要電力の時間的变化を示すグラフである。

【図9】空調設備の負荷率とCOPとの関係を示す特性図である。

【図10】空調設備にかかる熱負荷と、負荷装置の需要電力と、の関係を示す説明図である。

【図11】各運転モードを実行した場合における空調設備の熱負荷の時間的变化を示すグラフである。

【図12】本発明の第2実施形態に係る空調制御システムを含む構成図である。

【図13】コントローラが実行する処理の流れを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

第1実施形態

図1は、本実施形態に係る空調制御システムを含む構成図である。なお、図1に示す実線矢印は電力線を表し、破線矢印は信号線を表している。

空調制御システムSは、気象情報に基づいて将来の需要電力を予測し、その予測結果を用いて空調設備Aの運転スケジュールを設定するシステムである。

以下では、まず、空調設備A（空調制御システムSの制御対象）、太陽光発電機G1、風力発電機G2、及び気象情報サーバ300等について順次説明した後、本実施形態に係る空調制御システムSについて詳細に説明する。

【0012】

<空調設備>

空調設備Aは、冷凍機201で冷水を冷却して蓄熱槽202に貯留し、その後、冷凍機201及び蓄熱槽202のうち少なくとも一方から室内機205（熱負荷）に向けて冷水を循環させる装置である。

空調設備Aは、冷却水が循環する一次側空調設備と、冷水が循環する二次側空調設備と、を備えている。

【0013】

（一次側空調設備）

一次側空調設備は、冷却塔101と、冷却水ポンプ102と、を備えている。

冷却塔101は、外気を取り込んで送風する送風機101aを有し、冷凍機201を流通する冷水から吸熱して昇温した冷却水を冷やす設備である。冷却塔101は、例えば、開放式の冷却塔であり、その内部に担持された充填材（図示せず）に冷却水を流し込むように構成されている。

なお、図1に示す配管p1の流入口は冷凍機201に接続され、流出口は冷却塔101の上部に接続されている。配管p2の流入口は冷却塔101の下部に接続され、流出口は冷凍機201に接続されている。

10

20

30

40

50

冷却水ポンプ102は、冷却塔101で放熱して冷やされた冷却水を冷凍機201に向けて圧送するポンプであり、配管p2に設置されている。

【0014】

(二次側空調設備)

二次側空調設備は、冷凍機201と、蓄熱槽202と、第一冷水ポンプ203と、第二冷水ポンプ204と、室内機205と、を備えている。

冷凍機201(熱源機)は、例えば、周知の冷凍サイクルを利用したターボ冷凍機であり、配管q4を介して流入する冷水を冷却するための冷熱源である。

【0015】

蓄熱槽202は、例えば、温度成層型蓄熱槽であり、冷凍機201から流入する低温の冷水を貯留して冷熱を蓄える設備である。なお、冷水は低温であるほど密度が大きく沈降しやすいため、蓄熱槽202に貯留される冷水は下方に向かうにつれて低温になっている。つまり、蓄熱槽202内では鉛直方向において温度勾配があり、下部領域に貯留される比較的低温の冷水と、上部領域に貯留される比較的高温の冷水と、が混ざり合うことはほとんどない。

10

また、配管q1の流入口は冷凍機201に接続され、流出口は蓄熱槽202の下部領域に臨んでいる。配管q4の流入口は蓄熱槽202の上部領域に臨んでおり、流出口は冷凍機201に接続されている。

【0016】

第一冷水ポンプ203は、蓄熱槽202から室内熱交換器205aに向けて冷水を圧送するポンプであり、配管q2に設置されている。なお、配管q2の一端(流入口)は蓄熱槽202の下部領域に臨んでおり、他端は室内熱交換器205aの伝熱管rに接続されている。

20

【0017】

第二冷水ポンプ204は、蓄熱槽202から冷凍機201に向けて冷水を圧送するポンプであり、配管q4に設置されている。図1に示す配管q3は、その一端が室内熱交換器205aの伝熱管rに接続され、他端(流出口)が蓄熱槽202の上部領域に臨んでいる。

なお、前記した冷却水ポンプ102、第一冷水ポンプ203、及び第二冷水ポンプ204のうち一つ又は複数をインバータ(図示せず)で駆動してもよい。

30

【0018】

室内機205(FCU:Fan Coil Unit)は、施設Kの室内に設置され、配管q2を介して流入する冷水との熱交換によって室内空気を冷却する機能を有している。室内機205は、室内熱交換器205aと、室内ファン205bと、を有している。

室内熱交換器205aは、伝熱管rを通流する低温の冷水と、室内ファン205bによって取り込まれる高温の空気と、の間で熱交換を行うものである。室内ファン205bは、室内空気を取り入れて室内熱交換器205aに送り込むファンである。

【0019】

前記した冷凍機201、冷却塔101の送風機101a、冷却水ポンプ102、第一冷水ポンプ203、第二冷水ポンプ204、及び室内ファン205bは、コントローラ400からの指令に従って駆動する。また、これらの機器には電力系統E、太陽光発電機G1、及び風力発電機G2のうち少なくとも一つから電力が供給される。

40

【0020】

空調設備Aは、コントローラ400からの指令に従って、蓄熱運転、追掛運転、及び放熱運転を含む複数の運転モードを実行する。

「蓄熱運転」とは、冷凍機201で冷水を冷やし、冷やされた冷水を蓄熱槽202に貯留する運転モードである。

「追掛運転」とは、冷凍機201で冷やされた冷水をそのまま室内機205に供給する運転モードである。

「放熱運転」とは、蓄熱槽202に貯留されている低温の冷水を、室内機205を経由

50

するように循環させる運転モードである。

【 0 0 2 1 】

< 太陽光発電機 >

太陽光発電機 G 1 は、太陽光の光エネルギーを電気エネルギーに変換する発電機であり、複数の太陽電池モジュール（図示せず）を有している。太陽光発電機 G 1 には、その発電状態に応じて、直流 / 交流変換や電力変動補償を実行する P C S（Power Conditioning Sub systems：図示せず）が接続されている。

【 0 0 2 2 】

< 風力発電機 G 2 >

風力発電機 G 2 は、風力によって回転するブレード（図示せず）と、このブレードの回転軸に連結される発電機と、を有している。風力発電機 G 2 には、その発電状態に応じて周波数変換や電力変動補償を実行する P C S（図示せず）が接続されている。

太陽光発電機 G 1 及び風力発電機 G 2 の発電電力は、前記した P C S の駆動に応じて各機器に供給されたり（図 1 の実線矢印を参照）、逆に電力系統 E に送出されたりする。

【 0 0 2 3 】

< 気象情報サーバ >

気象情報サーバ 3 0 0 は、例えば、気象庁から取得した気象情報を管理するサーバであり、ネットワーク N を介してコントローラ 4 0 0 に接続されている。なお、前記した気象情報には、翌日の気温予測値・湿度予測値・日射量予測値・風速予測値が含まれている。

【 0 0 2 4 】

< その他機器 >

図 1 に示す室内には、照明装置 R 1 及び業務用パソコン R 2 を含む機器が複数設置されている。照明装置 R 1 及び業務用パソコン R 2 の消費電力は、日付・曜日・時間帯等によって、ほぼ決まったパターンで変動する。このように、空調設備 A に含まれない照明装置 R 1 等は、気象条件の変動に関わらず稼働又は停止することがほとんどである。例えば、平日の昼間において照明装置 R 1 は天候に関わらず稼働され、夜間において照明装置 R 1 は天候に関わらず停止される。

【 0 0 2 5 】

詳細については後記するが、照明装置 R 1 等の電力消費パターンは、コントローラ 4 0 0 の記憶部 4 1 0（図 2 参照）に電力消費パターン D B 4 1 1 として予め格納されている。

以下では、空調設備 A が備える機器（冷凍機 2 0 1 等）と、空調設備 A に含まれない機器（照明装置 R 1 等）と、を併せて「負荷装置」と記すことがあるものとする。

【 0 0 2 6 】

< 空調制御システム >

次に、空調設備 A を制御する空調制御システム S について詳細に説明する。本実施形態において空調制御システム S は、図 1、図 2 に示すコントローラ 4 0 0 を備えている。

コントローラ 4 0 0 は、C P U（Central Processing Unit）、R O M（Read Only Memory）、R A M（Random Access Memory）、各種インタフェースなどの電子回路を含んで構成され、設定されたプログラムに従って各種処理を実行する。

【 0 0 2 7 】

図 2 は、本実施形態に係るコントローラの構成図である。コントローラ 4 0 0 は、運転スケジュールの設定に関わる情報が格納される記憶部 4 1 0 と、各種処理を実行する演算処理部 4 2 0 と、を備えている。

【 0 0 2 8 】

記憶部 4 1 0 には、電力消費パターン D B 4 1 1（DataBase）と、負荷特性 D B 4 1 2 と、が格納されている。電力消費パターン D B 4 1 1 には、前記した「負荷装置」のうち空調設備 A に含まれない照明装置 R 1 等の電力消費パターンが格納されている。すなわち、電力消費パターン D B 4 1 1 には、日付、曜日、時刻等によって特定される照明装置 R 1 等の需要電力予測値が、各機器の識別情報に対応付けられて格納されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 9 】

負荷特性 D B 4 1 2 には、外気湿球温度と、空調設備 A の負荷率と、これらに対応する空調設備 A の C O P (Coefficient Of Performance : 成績係数) と、の関係を示す特性情報 (図 9 参照) が格納されている。

【 0 0 3 0 】

その他、記憶部 4 1 0 には、施設 K の運営会社と、電力会社と、の間で予め取り決められる契約電力の値 (買電電力の上限閾値) が格納されている。契約電力は、例えば、過去一年間における施設 K の最大消費電力に基づいて設定される。施設 K の買電電力が契約電力を超えた場合には超過料金が課されるため、買電電力を契約電力以下に抑えることが要請される。

10

【 0 0 3 1 】

図 2 に示すように、演算処理部 4 2 0 は、気象情報取得部 4 2 1 と、熱負荷予測部 4 2 2 と、消費エネルギー予測部 4 2 3 と、需要電力予測部 4 2 4 と、発電電力予測部 4 2 5 と、供給可能電力予測部 4 2 6 と、スケジュール設定部 4 2 7 と、制御信号生成部 4 2 8 と、を有している。

気象情報取得部 4 2 1 は、施設 K を含む所定地域の気象情報を、気象情報サーバ 3 0 0 から所定時間ごと (例えば、6 時間ごと) に取得する。前記した「気象情報」には、翌日の気温予測値と、湿度予測値と、日射量予測値と、風速予測値と、が含まれる。

【 0 0 3 2 】

熱負荷予測部 4 2 2 は、気象情報取得部 4 2 1 によって取得された気象情報に基づいて、施設 K 内の熱負荷を予測する。この熱負荷は、施設 K 内を所定温度に保つための空調負荷 (冷房負荷) である。熱負荷予測部 4 2 2 は、気象情報取得部 4 2 1 によって取得される気象情報、室内の設定温度、照明装置 R 1 等の使用条件、施設 K を構成する躯体の構造等に基づいて施設 K 内の熱負荷を算出する。

20

【 0 0 3 3 】

消費エネルギー予測部 4 2 3 は、熱負荷予測部 4 2 2 によって予測される熱負荷に基づいて、空調設備 A の消費エネルギーを予測する。すなわち、消費エネルギー予測部 4 2 3 は、前記した熱負荷、翌日の外気湿球温度の予測値、空調設備 A を構成する機器 (冷凍機 2 0 1 等) の仕様情報等に基づいて、空調設備の消費エネルギーを算出する。なお、前記した外気湿球温度は、気象情報取得部 4 2 1 によって取得される気温予測値と、湿度予測値と、に基づいて算出される。

30

【 0 0 3 4 】

需要電力予測部 4 2 4 は、消費エネルギー予測部 4 2 3 によって予測される消費エネルギーに基づいて、空調設備 A を含む負荷装置の需要電力を予測する。つまり、需要電力予測部 4 2 4 は、前記した熱負荷の変動を翌日の需要電力の予測値にそのまま反映させる。

これは、翌日に蓄熱運転・放熱運転を行わない (つまり、冷凍機 2 0 1 を絶え間なく稼働させる) と仮定した場合の需要電力に相当する。

【 0 0 3 5 】

発電電力予測部 4 2 5 は、気象情報取得部 4 2 1 によって取得される気象情報に基づいて、太陽光発電機 G 1 及び風力発電機 G 2 の発電電力を予測する。

40

すなわち、発電電力予測部 4 2 5 は、気象情報取得部 4 2 1 によって取得される日射量予測値と、気温予測値と、に基づいて、太陽光発電機 G 1 の発電電力を算出する。ちなみに、外気温が低いほど太陽光発電機 G 1 の発電効率は高くなる。

【 0 0 3 6 】

また、発電電力予測部 4 2 5 は、気象情報取得部 4 2 1 によって取得される翌日の風速予測値に基づいて、風力発電機 G 2 の発電電力を算出する。そして、発電電力予測部 4 2 5 は、太陽光発電機 G 1 の発電電力と、風力発電機 G 2 の発電電力と、の和をとることによって、これらの発電電力を算出する。

【 0 0 3 7 】

供給可能電力予測部 4 2 6 は、発電電力予測部 4 2 5 によって予測される発電電力の合

50

計値と、予め設定された契約電力と、の和をとることで、供給可能電力を予測する。ここで「供給可能電力」とは、契約電力を超えない範囲で負荷装置に供給可能な電力を意味している。

例えば、契約電力 5 kW であり、翌日の 14 時における発電電力が 1 kW であると予測された場合、当該時刻における供給可能電力は 6 kW になる。

【0038】

スケジュール設定部 427 は、需要電力予測部 424 によって予測される需要電力に基づいて、空調設備 A の運転スケジュールを設定する。すなわち、スケジュール設定部 427 は、需要電力が供給可能電力を超える領域の電力量を算出し、少なくとも当該電力量を打ち消すように空調設備 A の運転スケジュールを設定する。

10

なお、スケジュール設定部 427 が実行する処理の詳細については後記する。

【0039】

制御信号生成部 428 は、スケジュール設定部 427 によって設定された運転スケジュールに従って、空調設備 A への制御信号を生成する。なお、制御信号生成部 428 が実行する処理の詳細については後記する。

【0040】

<空調制御システムの動作>

(1. 運転スケジュールの設定)

図 3 は、コントローラが実行する処理の流れを示すフローチャートである。

ステップ S101 においてコントローラ 400 は、気象情報取得部 421 によって、気象情報サーバ 300 から翌日の 24 時間ぶんの気象情報を取得する（気象情報取得ステップ）。前記したように、気象情報には、温度予測値、湿度予測値、日射量予測値、及び風速予測値が含まれる。気象情報の取得時刻は、例えば、23:00 である。

20

【0041】

ステップ S102 においてコントローラ 400 は、翌日の 24 時間を分割した複数の時間帯（例えば、1 時間毎）に関して、負荷装置の需要電力 P_{dem} を予測する。

図 5 は、需要電力の予測処理の流れを示すフローチャートである。ステップ S1021 においてコントローラ 400 は、熱負荷予測部 422 によって、施設 K 内の熱負荷を予測する（熱負荷予測ステップ）。なお、翌日の気象情報、室内の設定温度、照明装置 R1 等の使用条件等に基づき、熱源シミュレータによって熱負荷を算出することが好ましい。

30

【0042】

図 7 は、施設の熱負荷の時間的变化を示すグラフである。図 7 では、空調設備 A の定格処理熱量を 100% とした場合の負荷率によって、施設 K の熱負荷を表している。

本実施形態では、放熱運転又は追掛運転を行う可能性のある時間帯（翌日の 8 時～22 時半）についてのみ熱負荷を算出するようにした。図 7 に示す例では、翌日の 15 時付近で施設 K 内の熱負荷が最大（負荷率：約 58%）になっている。

【0043】

図 5 のステップ S1022 においてコントローラ 400 は、消費エネルギー予測部 423 によって、熱負荷等に基づき空調設備 A の消費エネルギーを各時間帯に関して予測する（消費エネルギー予測ステップ）。

40

ステップ S1023 においてコントローラ 400 は、需要電力予測部 424 によって、負荷装置の需要電力 P_{dem} を各時間帯に関して予測する（需要電力予測ステップ）。

すなわち、コントローラ 400 は、ステップ S1022 で算出した消費エネルギーに対応する電力値と、電力消費パターン DB 411（図 2 参照）に格納されている電力消費パターンと、を足し合わせることで需要電力 P_{dem} を算出する。換言すると、コントローラ 400 は、空調設備 A の需要電力と、空調設備 A 以外の機器の需要電力と、を足し合わせることで、前記した負荷装置の需要電力 P_{dem} を算出する。

【0044】

図 8 は、負荷装置の需要電力の時間的变化を示すグラフであり、翌日に蓄熱運転・放熱運転を行わないと仮定した場合での需要電力 P_{dem} を表している。図 8 に示す例では、1

50

3時半～18時付近において需要電力 P_{dem} が供給可能電力 P_{sup} (5kW)を超えている。したがって、このような事態を回避するように空調設備の運転スケジュールを設定し、蓄熱運転・放熱運転によって電力平準化を図ることが要請される。

【0045】

次に、図3のステップS103においてコントローラ400は、翌日の24時間を分割した複数の時間帯(例えば、1時間毎)に関して供給可能電力 P_{sup} を予測する。図6は、供給可能電力の予測処理の流れを示すフローチャートである。

ステップS1031においてコントローラ400は、発電電力予測部425によって、太陽光発電機G1の発電電力を各時間帯に関して予測する。当該処理には、ステップS101で取得した気温予測値及び日射量予測値が用いられる。

10

ステップS1032においてコントローラ400は、発電電力予測部425によって、風力発電機G2の発電電力を各時間帯に関して予測する。当該処理には、ステップS101で取得した風速予測値が用いられる。

【0046】

ステップS1033においてコントローラ400は、負荷装置への供給可能電力 P_{sup} を予測する。すなわち、コントローラ400は、ステップS1031、S1032で算出した各発電電力の値と、記憶部410に格納されている契約電力の値と、を足し合わせることで、翌日の各時間帯における供給可能電力 P_{sup} を算出する。

【0047】

図3のステップS104においてコントローラ400は、値 $n=1$ を設定する。これによって、時刻 $(t_1 + (n - 1) \cdot t) \sim$ 時刻 $(t_1 + n \cdot t)$ で表される翌日の時間帯が指定される。前記した時刻 t_1 は、例えば、蓄熱運転の終了時刻である翌日の午前7時であり、予め設定されている。

20

また、必要蓄熱量 Q_1 の初期値としてゼロを設定する。必要蓄熱量 Q_1 は、需要電力 P_{dem} が供給可能電力 P_{sup} を超える領域の電力量(図8の斜線部分)を打ち消すために、蓄熱槽202に蓄えられる冷熱量である。

前記した値 n 及び必要蓄熱量 Q_1 は、ステップS105～S110の処理を行うたびに逐次更新される(S108、S110)。

【0048】

ステップS105においてコントローラ400は、ステップS104で指定した時間帯に関して、負荷装置の需要電力 P_{dem} が供給可能電力 P_{sup} よりも大きいかなかを判定する。需要電力 P_{dem} が供給可能電力 P_{sup} よりも大きい場合(S105 Yes)、コントローラ400の処理はステップS106に進む。この場合において仮に蓄熱運転・放熱運転を行わないとすると、翌日の時刻 $t_1 \sim (t_1 + t)$ で需要電力 P_{dem} が供給可能電力 P_{sup} を超える可能性が高い。

30

一方、需要電力 P_{dem} が供給可能電力 P_{sup} 以下である場合(S105 No)、コントローラ400の処理はステップS109に進む。

【0049】

ステップS106においてコントローラ400は、需要電力 P_{dem} から供給可能電力 P_{sup} を減算することによって超過電力 P を算出する。

40

ステップS107においてコントローラ400は、ステップS106で算出した超過電力 P に対応する蓄熱量 Q を算出する。すなわち、コントローラ400は、超過電力 $P \times$ 所定時間 t で算出される電力量を打ち消すために必要となる蓄熱量 Q を算出する。この蓄熱量 Q は、空調設備Aを構成する機器の仕様情報、外気湿球温度等に基づいて算出される。

【0050】

ステップS108においてコントローラ400は、前回までに積算(積分)した必要蓄熱量 Q_1 に、ステップS107で算出した蓄熱量 Q を足し合わせることで必要蓄熱量 Q_1 を更新する。なお、 $n=1$ の場合、コントローラ400は、必要蓄熱量 Q_1 の初期値ゼロ(S104)に蓄熱量 Q を足し合わせることで必要蓄熱量 Q_1 を更新する。

50

【0051】

ステップS109においてコントローラ400は、 $n = k$ であるか否かを判定する。なお、自然数 k は、予め設定された値であり、必要蓄熱量 Q_1 の予測対象となる時間帯の終端（例えば、翌々日の午前0時）に対応している。

$n < k$ である場合（S109 No）、コントローラ400の処理はステップS110に進む。この場合、気象情報の予測対象となる時間帯のうちステップS105～S108の処理が行われていないものが存在する。

【0052】

ステップS110においてコントローラ400は、値 n をインクリメントしてステップS105の処理に進む。例えば、 $n = 2$ の場合には、翌日の時刻（ $t_1 + t$ ）～（ $t_1 + 2t$ ）の時間帯の蓄熱量 Q が算出され（S107）、前回までの必要蓄熱量 Q_1 に足し合わされる（S108）。

一方、 $n = k$ である場合（S109 Yes）、コントローラ400の処理は図4のステップS111に進む。

【0053】

ステップS111においてコントローラ400は、ステップS108で最終的に更新された必要蓄熱量 Q_1 を記憶部410から読み出して取得する。前記したように、必要蓄熱量 Q_1 は、需要電力 P_{dem} が供給可能電力 P_{sup} を超える領域の電力量を打ち消すために必要となる冷熱量である。

【0054】

ステップS112においてコントローラ400は、値 $m = 1$ を設定する。ここで、値 m は、ステップS113～S119の処理を繰り返すたびに逐次インクリメントされる自然数である。また、コントローラ400は、ステップS116、S118で用いる暫定的な蓄熱量 Q_{pro} として必要蓄熱量 Q_1 を設定する。

【0055】

ステップS113においてコントローラ400は、蓄熱運転を行う際の外気湿球温度を算出する。すなわち、コントローラ400はステップS101で取得した気象情報に基づいて、蓄熱運転の終了時刻（例えば、翌日の午前7時）から $m \cdot t$ だけ遡った外気湿球温度を算出する。前記した所定時間 t は予め設定されている。なお、前記した蓄熱運転の終了時刻は、予め設定されている。

【0056】

本実施形態では、夜間・早朝に行う蓄熱運転の終了時刻を固定し、開始時刻を変化させることで蓄熱運転を行う時間を調整するようにした。つまり、ステップS113～S119では、蓄熱運転の終了時刻から時間的に遡るように演算処理が実行される。これによって、蓄熱運転の終了時刻を最大限に遅らせて蓄熱槽202から外気への放熱を抑制し、システム全体のエネルギー効率を高めることができる。

【0057】

ステップS114においてコントローラ400は、ステップS113で算出した外気湿球温度に基づいて、空調設備Aを運転する際の負荷率を設定する。図9は、空調設備Aの負荷率とCOPとの関係を示す特性図である。図9に示すように、外気湿球温度を一定とした場合、冷凍機201を稼働させる際の負荷率に応じて空調設備Aの成績係数であるCOP（つまり、エネルギー消費効率）が変化する。

【0058】

コントローラ400は、図2に示す記憶部410の負荷特性DB412を参照し、蓄熱運転時の外気湿球温度に基づいてCOPを最大にするように、空調設備Aの負荷率を設定する（S114）。例えば、図9に示すように、 $m = 1$ （S112）に対応する時間帯の外気湿球温度が25 WBである場合、コントローラ400はCOPが最大値 Y_1 になる負荷率72%となるように運転スケジュールを設定する。これによって、蓄熱運転に要する空調設備Aの消費電力を低減し、年間の電気コストを削減できる。

【0059】

10

20

30

40

50

なお、熱源シミュレータを用いてステップ S 1 1 4 の処理を実行してもよいし、本実施形態のように負荷特性（図 9 参照）をデータベースとして予め記憶部 4 1 0 に格納しておいてもよい。

【 0 0 6 0 】

図 4 のステップ S 1 1 5 においてコントローラ 4 0 0 は、ステップ S 1 1 4 で算出した負荷率で所定時間 t だけ冷凍機 2 0 1 を運転した場合の蓄熱量 Q_2 を算出する。

ステップ S 1 1 6 においてコントローラ 4 0 0 は、ステップ S 1 1 5 で算出した蓄熱量 Q_2 を蓄熱量 Q_{pro} から減算することで、残りの蓄熱量 Q_{rem} を算出する。なお、初回の計算では蓄熱量 Q_{pro} として必要蓄熱量 Q_1 が用いられるが（S 1 1 2）、後記するステップ S 1 1 8 で蓄熱量 Q_{pro} の値が逐次更新される（減少していく）。

10

【 0 0 6 1 】

ステップ S 1 1 7 においてコントローラ 4 0 0 は、必要蓄熱量 Q_1 が満たされたか否かを判定する。つまり、コントローラ 4 0 0 は、ステップ S 1 1 6 で算出した残りの蓄熱量 Q_{rem} がゼロ以下であるか否かを判定する。

【 0 0 6 2 】

必要蓄熱量 Q_1 が満たされていない場合（S 1 1 7 No）、コントローラ 4 0 0 の処理はステップ S 1 1 8 に進む。

ステップ S 1 1 8 においてコントローラ 4 0 0 は、暫定的な蓄熱量 Q_{pro} としてステップ S 1 1 6 で算出した残りの蓄熱量 Q_{rem} を代入する。次に、ステップ S 1 1 9 においてコントローラ 4 0 0 は、値 m をインクリメントする。

20

【 0 0 6 3 】

一方、必要蓄熱量 Q_1 が満たされている場合（S 1 1 7 Yes）、コントローラ 4 0 0 の処理はステップ S 1 2 0 に進む。この時点における値 m と、所定時間 t と、を乗算して得られる値（ $m \cdot t$ ）が、翌日の蓄熱運転の継続時間になる。

例えば、所定時間 t が 1 時間であり、値 m が 4 の状態で必要蓄熱量 Q_1 が満たされた場合、コントローラ 4 0 0 は翌日に 4 時間の（例えば、午前 3 時～ 7 時の時間帯で）蓄熱運転を行うように運転スケジュールを設定する。

【 0 0 6 4 】

ステップ S 1 2 0 においてコントローラ 4 0 0 は、スケジュール設定部 4 2 7 によって、空調設備 A の運転スケジュールを設定する（スケジュール設定ステップ）。ここで、運転スケジュールの設定とは、翌日における空調設備 A の運転モード、及び、各運転モードの切替時刻の設定を意味している。

30

通常、夜間の電力価格は、昼間の電力価格よりも安い。したがって、コントローラ 4 0 0 は、安価な夜間電力を用いて蓄熱運転し、昼間に追掛運転及び放熱運転を実行するように運転スケジュールを設定する。

【 0 0 6 5 】

また、コントローラ 4 0 0 は、負荷装置の需要電力 P_{dem} が供給可能電力 P_{sup} を超える領域の電力量（図 8 に示す斜線部分の面積）を算出し、少なくとも当該電力量を打ち消すように空調設備 A の運転スケジュールを設定する。

【 0 0 6 6 】

40

図 1 0 は、空調設備にかかる熱負荷と、負荷装置の需要電力と、の関係を示す説明図である。なお、空調設備 A の定格処理熱量を 1 0 0 % とした負荷率で空調設備 A の熱負荷を表している。また、3 つの相異なる外気湿球温度 T_1 、 T_2 、 T_3 （ $T_1 < T_2 < T_3$ ）について、負荷率と需要電力との関係を図示した。

図 1 0 に示す点 の熱負荷（負荷率 5 8 %）は、図 7 に示すグラフの 1 5 時付近における熱負荷に対応し、点 の需要電力（5 . 3 kW）は、図 8 に示すグラフの 1 5 時付近における需要電力に対応している。点 は、負荷装置の需要電力が供給可能電力 P_{sup} に等しい状態（負荷率 3 8 %、需要電力 5 kW）に対応している。

【 0 0 6 7 】

前記したように、需要電力 P_{dem} が供給可能電力 P_{sup} を超える時間帯（1 3 時半～ 1 8

50

時付近：図 8 参照）で放熱運転を行うことで、空調設備 A の状態を図 10 に示す点 から点 に移行させることができる。つまり、図 10 に示す幅 X だけ空調設備 A の負荷率を低減させることで、需要電力 P_{dem} を供給可能電力 P_{sup} 以下に抑えることができる。

なお、蓄熱運転時に冷凍機 201 で生成する冷熱量に余裕を持たせ、放熱運転時の冷水流量を適宜調整することで、空調設備 A の状態を点 に移行させてもよい。

【0068】

（2. 運転スケジュールの実行）

次に、運転スケジュールに沿った空調設備 A の動作について、図 11 を参照しつつ簡単に説明する。

図 11 は、各運転モードを実行した場合における空調設備の熱負荷の時間的変化を示すグラフである。なお、空調設備 A の定格処理熱量を 100% とした負荷率で空調設備 A の熱負荷を表している。また、図 11 に示す破線は、図 7 に示す熱負荷（負荷率）に対応している。

【0069】

（蓄熱運転）

蓄熱運転の開始時刻（例えば、午前 3 時：図 11 参照）になった場合、コントローラ 400 は、制御信号生成部 428 によって蓄熱運転を実行する。すなわち、コントローラ 400 は、図 1 に示す冷凍機 201 及び冷却塔 101 を割安の夜間電力で運転し、冷却水ポンプ 102 を運転する。これによって、配管 p1, p2 を介して冷却水が循環する。

【0070】

また、コントローラ 400 は第一冷水ポンプ 203 を停止させ、第二冷水ポンプ 204 を駆動させる。そうすると、冷凍機 201 から流出する低温の冷水は、配管 q1 を介して蓄熱槽 202 の下部に流入する。また、蓄熱槽 202 の上部に貯留されている比較的高温の冷水は、配管 q4 を介して冷凍機 201 に圧送される。このようにして、冷凍機 201 で生成された冷熱が蓄熱槽 202 に蓄えられる。

この場合、比較的高温の冷水を冷却するため、冷凍機 201 を運転する際のエネルギー効率を高くすることができる。

【0071】

蓄熱運転が進むにつれて、蓄熱槽 202 に貯留された冷水のうち、よく冷やされた冷水と比較的高温である冷水との境界面が上昇していく。蓄熱運転の終了時刻（例えば、午前 7 時：図 11 参照）になった場合、コントローラ 400 は蓄熱運転を終了する。

【0072】

（追掛運転）

次に、追掛運転の開始時刻（例えば、午前 8 時：図 11 参照）になった場合、コントローラ 400 は、制御信号生成部 428 によって追掛運転を実行する。すなわち、コントローラ 400 は、図 1 に示す冷凍機 201 及び冷却塔 101 を運転し、冷却水ポンプ 102 を運転する。また、コントローラ 400 は、第一冷水ポンプ 203 及び第二冷水ポンプ 204 を運転する。

【0073】

そうすると、冷凍機 201 で冷やされた冷水が配管 q1、蓄熱槽 202 の下部領域、及び配管 q2 を介して室内機 205 に流入し、室内空気が冷やされる。追掛運転の終了時刻（例えば、13 時：図 11 参照）になった場合、コントローラ 400 は追掛運転を終了する。

【0074】

（放熱運転）

次に、放熱運転の開始時刻（例えば、13 時：図 11 参照）になった場合、コントローラ 400 は、制御信号生成部 428 によって放熱運転を実行する。すなわち、コントローラ 400 は、図 1 に示す冷凍機 201、冷却塔 101、及び冷却水ポンプ 102 を停止させる。また、コントローラ 400 は、第一冷水ポンプ 203 を運転し、第二冷水ポンプ 204 を停止させる。

【 0 0 7 5 】

そうすると、蓄熱槽 2 0 2 の下部から流出する低温の冷水は、配管 q 2 を介して室内機 2 0 5 に流入し、室内空気が冷やされる。ちなみに、放熱によるエネルギーロスを抑えるため、蓄熱槽 2 0 2 の下部に貯留された低温の冷水を放熱運転で使い切ることが好ましい。放熱運転の終了時刻（例えば、2 1 時：図 1 1 参照）になった場合、コントローラ 4 0 0 は放熱運転を終了する。

【 0 0 7 6 】

なお、放熱運転している間も継続して冷凍機 2 0 1 を運転し、蓄熱槽 2 0 2 及び冷凍機 2 0 1 から室内機 2 0 5 に冷水を供給する放熱・追掛運転を行うようにしてもよい。

図 1 1 に示す例では、1 8 時付近においてコントローラ 4 0 0 は、一時的に放熱運転を中断している。これは、図 8 に示す 1 8 時付近において、需要電力 P_{dem} が供給可能電力 P_{sup} を一時的に下回ったからである。なお、このような需要電力の一時的な変動を無視して放熱運転を継続するようにしてもよい。

放熱運転を終了した後、図 1 1 の 2 1 時～2 2 時半においてコントローラ 4 0 0 は、追掛運転を再度実行し、処理を終了する。

【 0 0 7 7 】

< 効果 >

本実施形態に係る空調制御システム S によれば、コントローラ 4 0 0 は、比較的安価な夜間電力で蓄熱運転を実行し、昼間に追掛運転・放熱運転を含む運転モードを実行する。これによって、空調設備 A の電力コストを従来よりも削減できる。

また、コントローラ 4 0 0 は、昼間に比べて電力需要が少ない夜間に蓄熱運転し、電力需要が多くなる昼間に放熱運転することで空調設備 A の処理負荷を低減する。これによって、空調設備 A を含む負荷装置の需要電力を平準化できる。

【 0 0 7 8 】

また、コントローラ 4 0 0 は、予測した需要電力 P_{dem} が供給可能電力 P_{sup} を超えた領域の電力量を少なくとも打ち消すように放熱運転を実行する。これによって、買電電力が契約電力を上回ることを防止し、年間を通じた電力コスト（基本料金及び従量料金）を削減できる。

【 0 0 7 9 】

また、コントローラ 4 0 0 は、需要電力 P_{dem} が供給可能電力 P_{sup} を超えたぶんの超過電力 P に対応する蓄熱量 Q を積算することで必要蓄熱量 Q_1 を算出する（S 1 0 7 , S 1 0 8 : 図 3 参照）。つまり、冷凍機 2 0 1 によって、需要電力 P_{dem} が供給可能電力 P_{sup} を超えないために最低限必要な冷熱を生成する。仮に、過大な冷熱が蓄熱槽 2 0 2 に貯留された場合、放熱に伴うエネルギーロスがかえって電力コストがかさむことがある。本実施形態によれば、蓄熱槽 2 0 2 に蓄える冷熱をある程度抑制することで、放熱に伴うエネルギーロスを低減できる。

なお、前記した最低限必要な冷熱に所定の余裕を持たせるように冷凍機 2 0 1 を運転し、蓄熱槽 2 0 2 に蓄える冷熱を適宜調整してもよい。

【 0 0 8 0 】

また、蓄熱運転時の運転スケジュールを設定する際、コントローラ 4 0 0 は負荷特性 D B 4 1 2（図 2 参照）を参照し、冷凍機 2 0 1 の COP が最大となるように負荷率を設定する（S 1 1 4 : 図 4 参照）。これによって、高いエネルギー消費効率で蓄熱運転を実行できるため、空調設備 A に要する電力コストを従来よりも削減できる。

【 0 0 8 1 】

第 2 実施形態

第 2 実施形態に係る空調制御システム S 1 は、負荷装置に電力供給可能な電源設備として、内燃力発電機 G 3（図 1 2 参照）と、蓄電池 B と、を追加した点が第 1 実施形態と異なるが、その他の点は第 1 実施形態と同様である。したがって、当該異なる部分について説明し、第 1 実施形態と重複する部分については説明を省略する。

【 0 0 8 2 】

10

20

30

40

50

図12は、本発明の第2実施形態に係る空調制御システムを含む構成図である。

内燃力発電機G3は、ガスエンジン発電機、ディーゼルエンジン発電機等であり、負荷装置に対して電力供給可能に接続されている。内燃力発電機G3は、外部からの操作に応じてエンジンを駆動し、発電するように構成されている。

蓄電池Bは、鉛蓄電池、リチウムイオン蓄電池等であり、コントローラ400からの指令に応じて太陽光発電機G1及び風力発電機G2で発電された電力を充電したり、負荷装置に放電したりするように構成されている。

【0083】

なお、図12では図示を省略したが、内燃力発電機G3及び蓄電池Bにはそれぞれ、直流/交流変換や電力変動補償を実行するPCSが接続されている。

10

【0084】

<空調制御システムの動作>

図13は、コントローラが実行する処理の流れを示すフローチャートである。

第1実施形態で説明したステップS101~S111(図3、図4参照)の処理を実行した後、図13のステップS201においてコントローラ400は、蓄熱槽202の蓄熱容量 Q_C で、需要電力 P_{dem} を供給可能電力 P_{sup} 以下に抑えられるかどうかを判定する。つまり、コントローラ400は、ステップS111で取得した必要蓄熱量 Q_1 が、蓄熱槽202の蓄熱容量 Q_C 以下であるか否かを判定する。なお、蓄熱槽202の蓄熱容量 Q_C は予め記憶部410に格納されている。

【0085】

20

蓄熱槽202の蓄熱容量 Q_C で足りる場合(S201 Yes)、コントローラ400は、ステップS112~S120(図4参照)の処理を実行した後、処理を終了する(END)。

一方、蓄熱槽202の蓄熱容量 Q_C では足りない場合(S201 No)、コントローラ400の処理はステップS202に進む。

【0086】

ステップS202においてコントローラ400は、蓄熱運転を行う際の蓄熱量を、蓄熱槽202の蓄熱容量 Q_C として設定する。つまり、コントローラ400は、蓄熱運転時に最大限の冷熱を蓄えるように蓄熱量を設定する。

ステップS203においてコントローラ400は、空調設備Aの運転スケジュールを設定する。例えば、コントローラ400は、負荷特性DB412(図2参照)を参照し、蓄熱運転時の外気湿球温度に基づいてCOPを最大とするように空調設備Aの負荷率を設定する。なお、蓄熱可能な時間帯(例えば、午前0時~7時)の中で最大限の冷熱を蓄えることを優先し、空調設備Aの負荷率を高め設定してもよい。

30

【0087】

ステップS204においてコントローラ400は、不足分の電力量を算出する。つまり、コントローラ400は、ステップS111で取得した必要蓄熱量 Q_1 から、蓄熱槽202の蓄熱容量 Q_C を減算した値に対応する電力量を算出する。この電力量は、空調設備Aの仕様情報、翌日の外気湿球温度等に基づいて算出される。

ステップS205においてコントローラ400は、内燃力発電機G3の運転スケジュールを設定する。すなわち、コントローラ400は、負荷装置の需要電力 P_{dem} が供給可能電力 P_{sup} を超える時間帯において、内燃力発電機G3から空調設備Aに電力供給するように、内燃力発電機G3の運転スケジュールを設定する。

40

【0088】

ステップS206においてコントローラ400は、内燃力発電機G3の発電電力で足りるかどうかを判定する。すなわち、コントローラ400は、内燃力発電機G3を用いて負荷装置に電力供給する際、需要電力 P_{dem} が供給可能電力 P_{sup} を超える時間帯があるかどうかを判定する。

内燃力発電機G3の発電電力で足りる場合(S206 Yes)、コントローラ400は処理を終了する(END)。一方、内燃力発電機G3の発電電力では足りない場合(S

50

206 No)、コントローラ400の処理はステップS207に進む。

【0089】

ステップS207においてコントローラ400は、蓄電池Bを充放電するための運転スケジュールを設定する。すなわち、コントローラ400は、負荷装置の需要電力 P_{dem} が供給可能電力 P_{sup} を超える時間帯において蓄電池Bから空調設備Aに放電するように、蓄電池Bの運転スケジュールを設定する。なお、蓄電池Bから空調設備Aに放電する時間帯において、内燃力発電機G3からも空調設備Aに電力供給される。

【0090】

<効果>

本実施形態によれば、コントローラ400は、翌日の需要電力に応じて、内燃力発電機G3及び蓄電池Bの運転スケジュールを設定する。これによって、空調設備Aによる蓄熱運転・放熱運転のみでは需要電力 P_{dem} が供給可能電力 P_{sup} を超える場合でも、内燃力発電機G3（及び蓄電池B）からの供給電力によって、その不足分を補うことができる。

したがって、負荷装置を稼働させるための買電電力が契約電力を超える事態を確実に回避し、年間を通じた電気コストを従来よりも削減できる。

【0091】

変形例

以上、本発明に係る空調制御システムS、S1について各実施形態により説明したが、本発明はこれらの記載に限定されるものではなく、種々の変更を行うことができる。

例えば、各実施形態では、蓄熱運転時においてCOPが最大となるように空調設備Aの負荷率を設定する場合について説明したが、これに限らない。当該方法で設定される負荷率で蓄熱運転し続けた場合に冷熱量が足りず、需要電力 P_{dem} が供給可能電力 P_{sup} を補えないこともあり得る。この場合に高めの負荷率で蓄熱運転し、その後の放熱運転によって昼間の需要電力 P_{dem} を抑えるようにしてもよい。

【0092】

また、各実施形態では、自然エネルギーを用いた発電機として太陽光発電機G1及び風力発電機G2を用いる場合について説明したが、これらのうち一方又は両方を省略してもよい。また、地熱発電機といった他の種類の発電機を追加してもよい。

【0093】

また、各実施形態では、冷凍機201（熱源機）で冷熱を生成する場合について説明したが、これに限らない。すなわち、周知のヒートポンプサイクル等を利用することで冷凍機201において水に温熱を与えて蓄熱槽202に温水を貯留したり、配管q1、q2を介して室内機205に温水を圧送したりしてもよい。

【0094】

また、各実施形態では、一次側空調設備を循環する冷媒と、二次側空調設備を循環する冷媒と、がともに水である場合について説明したが、これに限らない。すなわち、冷熱を搬送可能であれば、水以外の冷媒を用いてもよい。

【0095】

また、第2実施形態では、内燃力発電機G3及び蓄電池Bが負荷装置に対して電力供給可能に接続される場合について説明したが、これらのうち一方を省略してもよい。また、蓄電池B（図12参照）よりも内燃力発電機G3を優先的に駆動する場合について説明したが、当該優先順位を入れ替えてもよい。

また、第2実施形態で説明した蓄電池Bに代えて、又は、蓄電池Bとともに電気二重層キャパシタ等のキャパシタを用いて負荷装置に電力供給してもよい。

【符号の説明】

【0096】

S、S1 空調制御システム

101 冷却塔（負荷装置）

102 冷却水ポンプ（負荷装置）

201 冷凍機（熱源機、負荷装置）

10

20

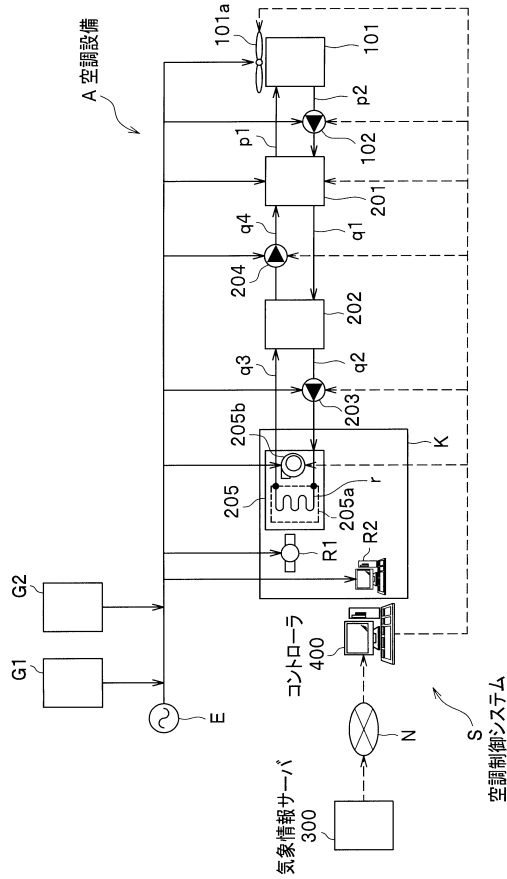
30

40

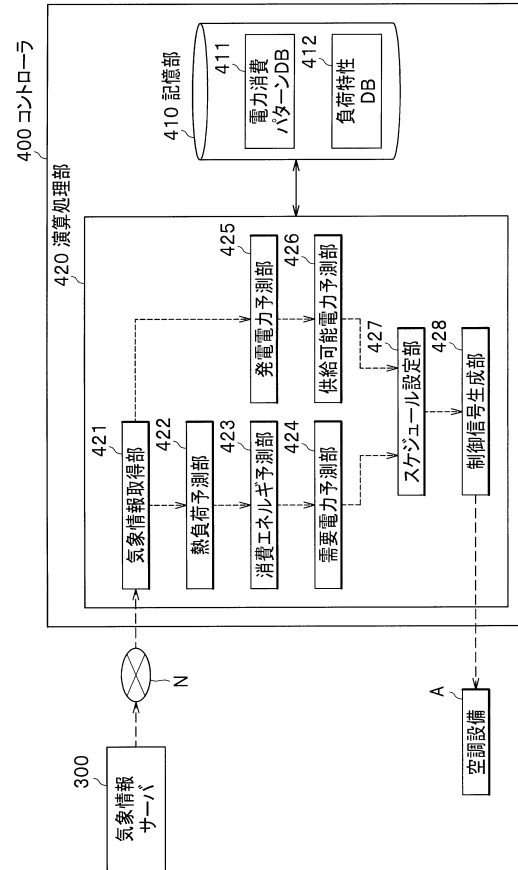
50

| | | |
|---------|---------------|----|
| 2 0 2 | 蓄熱槽 | |
| 2 0 3 | 第一冷水ポンプ（負荷装置） | |
| 2 0 4 | 第二冷水ポンプ（負荷装置） | |
| 2 0 5 | 室内機（負荷装置） | |
| 2 0 5 a | 室内熱交換器 | |
| 2 0 5 b | 室内ファン（負荷装置） | |
| 3 0 0 | 気象情報サーバ | |
| 4 0 0 | コントローラ | |
| 4 1 0 | 記憶部 | |
| 4 2 0 | 演算処理部 | 10 |
| 4 2 1 | 気象情報取得部 | |
| 4 2 2 | 熱負荷予測部 | |
| 4 2 3 | 消費エネルギー予測部 | |
| 4 2 4 | 需要電力予測部 | |
| 4 2 5 | 発電電力予測部 | |
| 4 2 6 | 供給可能電力予測部 | |
| 4 2 7 | スケジュール設定部 | |
| 4 2 8 | 制御信号生成部 | |
| A | 空調設備 | |
| G 1 | 太陽光発電機 | 20 |
| G 2 | 風力発電機 | |
| G 3 | 内燃力発電機 | |
| B | 蓄電池 | |
| K | 施設 | |
| R 1 | 照明装置（負荷装置） | |
| R 2 | 業務用パソコン（負荷装置） | |

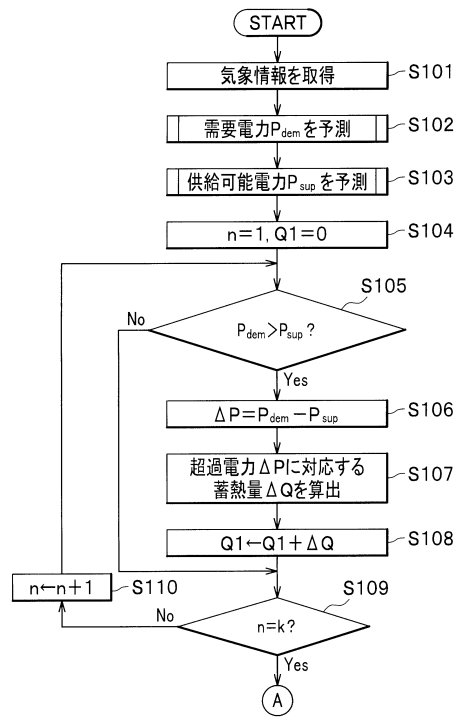
【図1】



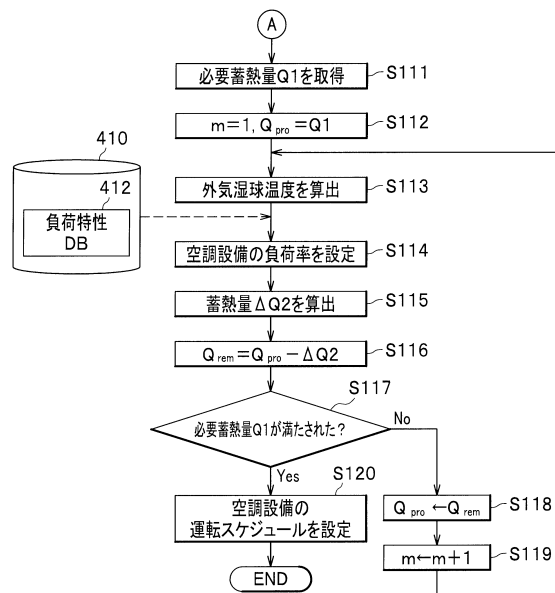
【図2】



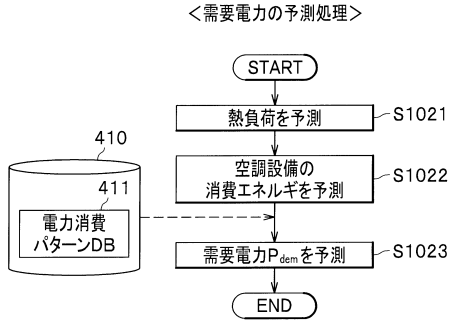
【図3】



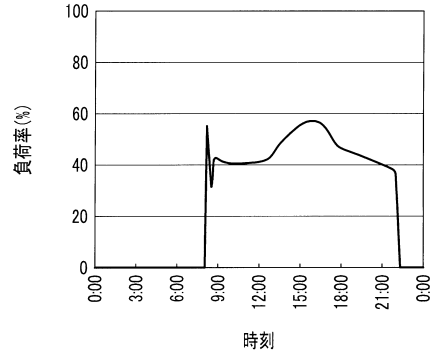
【図4】



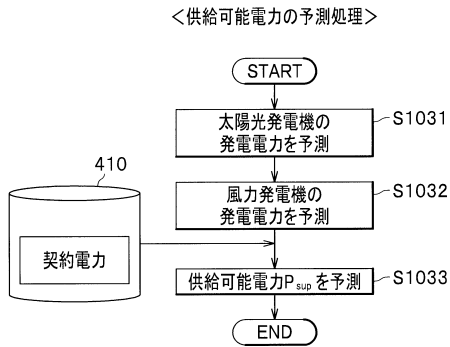
【図5】



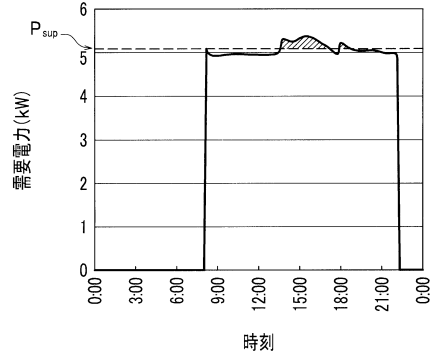
【図7】



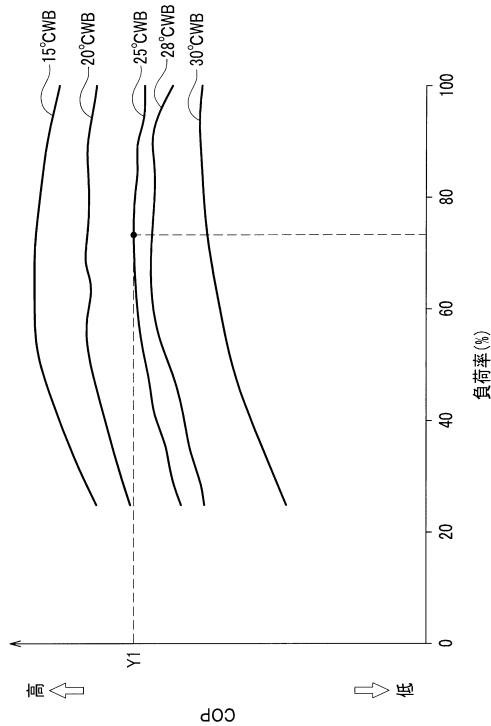
【図6】



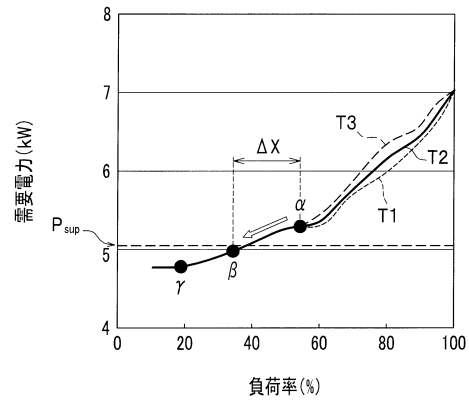
【図8】



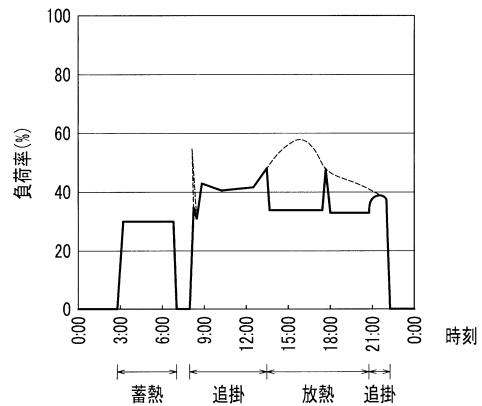
【図9】



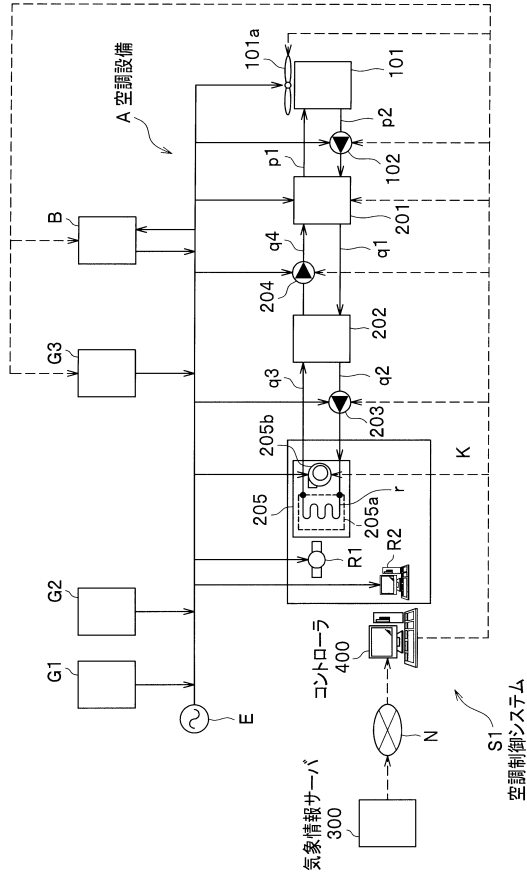
【図10】



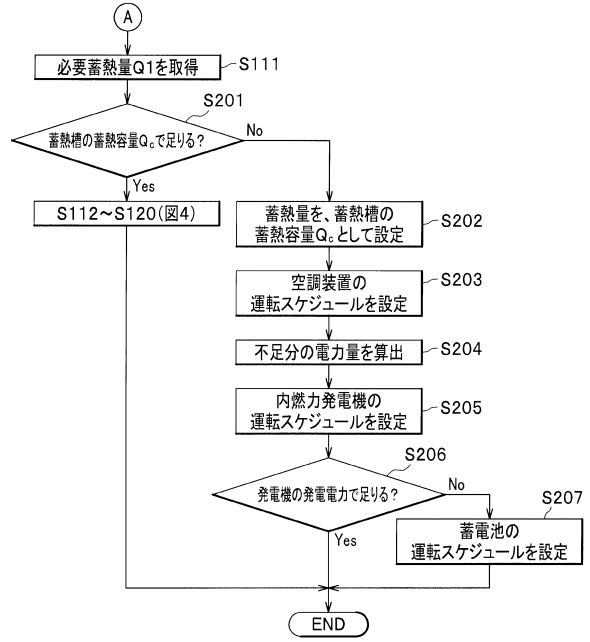
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 宮本 哲郎
シンガポール 648332 #12-04 ザ・セントリス 3 ジュロン ウェスト セン
ラル 65

(72)発明者 神谷 松雄
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

審査官 金丸 治之

(56)参考文献 特開2012-254015(JP,A)
特開2012-042098(JP,A)
特開平09-072579(JP,A)
特開平09-189444(JP,A)
特開2005-308258(JP,A)
特開2014-152984(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F24F 11/02
F24F 5/00