

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6937261号
(P6937261)

(45) 発行日 令和3年9月22日(2021.9.22)

(24) 登録日 令和3年9月1日(2021.9.1)

(51) Int.Cl. F 1
F 2 4 F 11/46 (2018.01) F 2 4 F 11/46
F 2 4 F 11/89 (2018.01) F 2 4 F 11/89

請求項の数 10 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2018-51346 (P2018-51346)	(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝
(22) 出願日	平成30年3月19日 (2018.3.19)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(65) 公開番号	特開2019-163885 (P2019-163885A)	(73) 特許権者	598076591 東芝インフラシステムズ株式会社
(43) 公開日	令和1年9月26日 (2019.9.26)		神奈川県川崎市幸区堀川町72番地34
審査請求日	令和2年9月11日 (2020.9.11)	(74) 代理人	110001634 特許業務法人 志賀国際特許事務所
		(72) 発明者	田丸 慎悟 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		(72) 発明者	村井 雅彦 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】 空調制御装置、空調制御方法及びコンピュータプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

自然対流によって空間内の空調を制御する第1空調機の動作モデルと前記第1空調機とは異なる手段によって前記空間内の空調を制御する第2空調機の動作モデルとに入力される、前記第1空調機及び前記第2空調機の負荷の配分を表す設定値を変化させることで、指定された前記空間内の快適さを表す快適性指標の範囲を満たし、かつ前記第1空調機及び前記第2空調機の消費エネルギーが最小化される前記設定値を決定する負荷配分決定部と、

前記負荷配分決定部によって決定された設定値を、前記設定値に基づいて前記第1空調機及び前記第2空調機を制御する制御装置に送信する設定値送信部と、
 を備える、空調制御装置。

【請求項2】

外気の状態と空間内の状態とを表す状態情報に基づいて、前記第1空調機の動作モデルを決定するモデル決定部と、
 を備える、請求項1に記載の空調制御装置。

【請求項3】

前記モデル決定部は、前記第1空調機の動作モデルとして、前記空間内の輻射温度を決定するモデルを含む、

請求項2に記載の空調制御装置。

【請求項4】

前記状態情報に含まれる前記空間内の湿度に基づいて、前記空間内の湿度制御に関する設定値を補正する設定値補正部と、

をさらに備える、請求項 2 から 3 のいずれか一項に記載の空調制御装置。

【請求項 5】

前記設定値補正部は、前記空間内の湿度と前記設定値を補正する補正值とから決定される関数に基づいて、前記空間内の湿度制御に関する設定値を補正する、

請求項 4 に記載の空調制御装置。

【請求項 6】

前記負荷配分決定部は、前記快適性指標と前記設定値とが対応付けられた負荷配分関数に基づいて、前記負荷配分関数に前記状態情報を入力することで、前記第 1 空調機及び前記第 2 空調機の負荷の配分を表す設定値を決定する、

請求項 2 から 5 のいずれか一項に記載の空調制御装置。

【請求項 7】

前記第 1 空調機は、取得された液体又は所定の設備の排熱を用いて、前記空間内の空調を制御する、

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の空調制御装置。

【請求項 8】

前記負荷配分決定部は、前記快適性指標として気温又は湿度を用いて表される指標を用いる、

請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の空調制御装置。

【請求項 9】

空調制御装置が、自然対流によって空間内の空調を制御する第 1 空調機の動作モデルと前記第 1 空調機とは異なる手段によって前記空間内の空調を制御する第 2 空調機の動作モデルとに入力される、前記第 1 空調機及び前記第 2 空調機の負荷の配分を表す設定値を変化させることで、指定された前記空間内の快適さを表す快適性指標の範囲を満たし、かつ前記第 1 空調機及び前記第 2 空調機の消費エネルギーが最小化される前記設定値を決定する負荷配分決定ステップと、

空調制御装置が、前記負荷配分決定ステップによって決定された設定値を、前記設定値に基づいて前記第 1 空調機及び前記第 2 空調機を制御する制御装置に送信する設定値送信ステップと、

を備える、空調制御装置が有する空調制御方法。

【請求項 10】

請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の空調制御装置としてコンピュータを機能させるためのコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、空調制御装置、空調制御方法及びコンピュータプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

オフィスビル等の建築設備によって消費されるエネルギーのうち、空調関連のエネルギーは約 4 割を占める。このため、空調関連の省エネ化が、建築設備の省エネに寄与する。様々な空調制御装置が、省エネの観点から提案されている。提案された空調制御装置の 1 つに、放射空調に関する空調制御装置がある。放射空調は、天井内のパネルに冷水又は温水を循環させ、風の代わりに輻射の効果で空調を制御する空調機である。放射空調は、ファンで給気を行う空調機と比べて室内を均一な温度に保つことができる。放射空調は、自然対流により室内の温度を制御する。したがって、放射空調は、ファンで給気を行う空調機と比べてエネルギー負荷を抑えることができる。しかし、放射空調は外気を取り入れないため、居室には、放射空調と合わせて、外気を取り入れる空調機（以下、外調機という

10

20

30

40

50

。)が必要となる。空調関連の省エネ化を推進するには、放射空調、外調機及び熱源機が含まれる空調制御システム全体を制御する必要がある場合があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2015-206544号公報

【特許文献2】特許第6026449号公報

【特許文献3】特許第5951526号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0004】

本発明が解決しようとする課題は、空調設備の消費エネルギーを抑制することができる空調制御装置、空調制御方法及びコンピュータ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】

実施形態の空調制御装置は、負荷配分決定部と、設定値送信部とを持つ。負荷配分決定部は、自然対流によって空間内の空調を制御する第1空調機の動作モデルと前記第1空調機とは異なる手段によって前記空間内の空調を制御する第2空調機の動作モデルとに入力される、前記第1空調機及び前記第2空調機の負荷の配分を表す設定値を変化させることで、指定された前記空間内の快適さを表す快適性指標の範囲を満たし、かつ前記第1空調機及び前記第2空調機の消費エネルギーが最小化される前記設定値を決定する。設定値送信部は、前記負荷配分決定部によって決定された設定値を、前記設定値に基づいて前記第1空調機及び前記第2空調機を制御する制御装置に送信する。

20

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】第1の実施形態の空調制御システムの配置図。

【図2】第1の実施形態の空調制御装置の機能構成を表す機能ブロック図。

【図3】第1の実施形態の設定値の決定の処理の流れを示すフローチャート。

【図4】第2の実施形態の空調制御システムの配置図。

【図5】第2の実施形態の設定値の決定の処理の流れを示すフローチャート。

30

【図6】第3の実施形態の空調制御装置の機能構成を表す機能ブロック図。

【図7】第3の実施形態の設定値の決定の処理の流れを示すフローチャート。

【図8】第3の実施形態の変形例の外調機給気露点温度補正值を表す図。

【図9】第4の実施形態の空調制御装置及びオフライン処理装置の機能構成を表す機能ブロック図。

【図10】第4の実施形態の設定値の決定の処理の流れを示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下、実施形態の空調制御装置、空調制御方法及びコンピュータプログラムを、図面を参照して説明する。なお、オフィスビルは年間を通じて空調機が冷房となることが多いため、各実施形態は、冷房で空調制御を行う場合を例として説明する。

40

【0008】

(第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態の空調制御システム1の配置図である。空調制御システム1は、居室10の空調を制御する。空調制御システム1は、空調制御装置100、第1熱源機制御装置200、第1熱源機201、第1ポンプ202、外調機203、VAV(Variable Air Volume)204、外調機制御装置300、第1バルブ301、第2熱源機制御装置400、第2熱源機401、第2ポンプ402、放射空調403、放射空調制御装置500、第2バルブ501を備える。

【0009】

50

空調制御装置 100 は、第 1 熱源機制御装置 200、外調機制御装置 300、第 2 熱源機制御装置 400 及び放射空調制御装置 500 に対して、空調制御するための各設定値を送信する。第 1 熱源機制御装置 200 は、空調制御装置 100 から設定値として第 1 冷水の温度を表す第 1 冷水温度設定値を受信する。第 1 熱源機制御装置 200 は、第 1 冷水温度設定値に基づいて第 1 熱源機 201 内の圧縮機等の機能を制御することで第 1 冷水の温度を制御する。第 1 熱源機 201 は、外調機 203 で利用される第 1 冷水を生成する。第 1 冷水は、第 1 ポンプ 202 によって、外調機 203 に搬送される。外調機 203 は、外気を冷却して居室 10 内に給気する。外調機 203 は、外気を第 1 冷水で冷却する。外調機 203 は、居室 10 内に冷却された外気を給気する。ここで、外調機 203 の風量は、一定に制御されてもよいし、居室 10 内の CO₂ 濃度が一定となるように VAV 204 の開度が制御されてもよい。なお、本実施形態では、VAV 204 は、床下に設置されているが、VAV 204 は、壁に設置されていてもよいし、天井に設置されていてもよい。外調機 203 は、第 2 空調機の一態様である。第 2 空調機は、後述の第 1 空調機とは異なる手段によって空間内の空調を制御する空調機である。居室 10 は、空間の一態様である。

10

【0010】

外調機制御装置 300 は、空調制御装置 100 から設定値として外調機 203 の給気温度を表す外調機給気温度設定値を受信する。外調機制御装置 300 は、外調機給気温度設定値に基づいて、第 1 バルブ 301 を調整することで外調機 203 が居室 10 に給気する給気温度を制御する。第 1 バルブ 301 は、第 1 ポンプ 202 から外調機 203 に搬送される第 1 冷水の流量を調節する。

20

【0011】

第 2 熱源機制御装置 400 は、空調制御装置 100 から設定値として第 2 冷水の温度を表す第 2 冷水温度設定値を受信する。第 2 熱源機制御装置 400 は、第 2 冷水温度設定値に基づいて第 2 熱源機 401 内の圧縮機等の機能を制御することで第 2 冷水の温度を制御する。第 2 熱源機 401 は、放射空調 403 で利用される第 2 冷水を生成する。第 2 冷水は、第 2 ポンプ 402 によって、放射空調 403 に搬送される。

【0012】

放射空調制御装置 500 は、空調制御装置 100 から設定値として居室 10 内の温度を表す室内温度設定値を受信する。放射空調制御装置 500 は、室内温度設定値に基づいて第 2 バルブ 501 を調整することで放射空調 403 に流入される第 2 冷水の流量を調節する。ここで、放射空調 403 に流入する第 2 冷水の温度が極端に低い場合、放射空調 403 において結露する可能性がある。放射空調 403 の結露を防ぐため、第 1 冷水の温度よりも第 2 冷水の温度のほうが高いものとする。

30

【0013】

図 2 は、第 1 の実施形態の空調制御装置 100 の機能構成を表す機能ブロック図である。空調制御装置 100 は、パーソナルコンピュータ又はサーバ等の情報処理装置を用いて構成される。空調制御装置 100 は、バスで接続された CPU (Central Processing Unit) やメモリや補助記憶装置などを備え、空調制御プログラムを実行することによって通信部 101、入力部 102、表示部 103、状態情報記憶部 104、モデル記憶部 105 及び制御部 106 を備える装置として機能する。なお、通信部 101、入力部 102、表示部 103、状態情報記憶部 104、モデル記憶部 105 及び制御部 106 の各機能の全て又は一部は、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) や PLD (Programmable Logic Device) や FPGA (Field Programmable Gate Array) 等のハードウェアを用いて実現されてもよい。空調制御プログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録されてもよい。コンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、例えばフレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM 等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置である。空調制御プログラムは、電気通信回線を介して送信されてもよい。

40

【0014】

50

通信部 101 は、ネットワークインタフェースである。通信部 101 は、第 1 熱源機制御装置 200、外調機制御装置 300、第 2 熱源機制御装置 400 及び放射空調制御装置 500 と通信する。通信部 101 は、居室 10、第 1 ポンプ 202、外調機 203、第 1 バルブ 301、第 2 ポンプ 402 及び第 2 バルブ 501 に設置された電力計、風量計、温度計、湿度計及び流量計等の各種のセンサと通信をすることで、各種のセンサの計測値を取得する。通信部 101 は、例えば無線 LAN (Local Area Network)、有線 LAN、Bluetooth (登録商標)、LTE (Long Term Evolution) (登録商標) 又は LonWorks 等の通信方式で通信してもよい。

【0015】

入力部 102 は、タッチパネル、マウス及びキーボード等の入力装置を用いて構成される。入力部 102 は、入力装置を空調制御装置 100 に接続するためのインタフェースであってもよい。この場合、入力部 102 は、入力装置において入力された入力信号から入力データ (例えば、空調制御装置 100 に対する指示を示す指示情報) を生成し、空調制御装置 100 に入力する。

10

【0016】

表示部 103 は、CRT (Cathode Ray Tube) ディスプレイ、液晶ディスプレイ、有機 EL (Electro Luminescence) ディスプレイ等の出力装置である。表示部 103 は、出力装置を空調制御装置 100 に接続するためのインタフェースであってもよい。この場合、表示部 103 は、映像データから映像信号を生成し自身に接続されている映像出力装置に映像信号を出力する。

20

【0017】

状態情報記憶部 104 は、磁気ハードディスク装置や半導体記憶装置等の記憶装置を用いて構成される。状態情報記憶部 104 は、取得された値を記憶する。取得された値は、例えば、居室 10、第 1 ポンプ 202、外調機 203、第 1 バルブ 301、第 2 ポンプ 402 及び第 2 バルブ 501 に設置された電力計、風量計、温度計、湿度計及び流量計等の各種のセンサの計測値である。

【0018】

モデル記憶部 105 は、磁気ハードディスク装置や半導体記憶装置等の記憶装置を用いて構成される。モデル記憶部 105 は、推定されたモデルと、その他必要となるモデルを記憶する。推定されたモデルには、例えば、放射空調における冷却熱量及び輻射温度がある。また、モデルには、外調機 203 のファン電力量、第 1 熱源機 201 の冷却電力量、第 1 ポンプ 202 の電力量、第 2 熱源機 401 の冷却電力量及び第 2 ポンプ 402 の電力量がある。

30

【0019】

外調機 203 のファン電力量のモデルは、例えば、以下の数式 (1) で表される。

【0020】

外調機ファン電力量 (E_fan) = ファン定格消費電力量 (E_fan_rate) × (外調機風量 (F_fan) / ファン定格風量 (F_fan_rate))³ (1)

【0021】

第 1 熱源機 201 の冷却電力量のモデルは、例えば、以下の数式 (2) で表される。

40

【0022】

第 1 熱源機冷却電力量 (E1_hs) = 外調機系統冷却熱量 (Q1) / 効率 (第 1 COP) (2)

【0023】

第 1 熱源機 201 のポンプ電力量のモデルは、例えば、以下の数式 (3) で表される。

【0024】

第 1 熱源機ポンプ電力量 (E1_pump) = ポンプ定格消費電力量 (E1_pump_rate) × (ポンプ流量 (F1_pump) / ポンプ定格流量 (F1_pump_rate))³ (3)

【0025】

第 2 熱源機 401 の冷却電力量のモデルは、例えば、以下の数式 (4) で表される。

50

【 0 0 2 6 】

第 2 熱源機冷却電力量 (E2_hs) = 外調機系統冷却熱量 (Q2) / 効率 (第 2 C O P)
(4)

【 0 0 2 7 】

第 2 熱源機 4 0 1 のポンプ電力量のモデルは、例えば、以下の数式 (5) で表される。

【 0 0 2 8 】

第 2 熱源機ポンプ電力量 (E2_pump) = ポンプ定格消費電力量 (E2_pump_rate) × (ポ
ンプ流量 (F2_pump) / ポンプ定格流量 (F2_pump_rate))³ (5)

【 0 0 2 9 】

上記の数式 (1) ~ (5) における、ファン定格消費電力量 (E_fan_rate)、ファン定
格風量 (F_fan_rate)、効率 (第 1 C O P)、ポンプ定格消費電力量 (E1_pump_rate)、
ポンプ定格流量 (F1_pump_rate)、効率 (第 2 C O P)、ポンプ定格消費電力量 (E2_pum
p_rate) 及びポンプ定格流量 (F2_pump_rate) は、機器毎のカタログ値が用いられてもよ
い。上記の数式 (1) ~ (5) における、外調機風量 (F_fan)、外調機系統冷却熱量 (Q
1)、ポンプ流量 (F1_pump)、外調機系統冷却熱量 (Q2) 及びポンプ流量 (F2_pump) は
、後述の状態情報取得部 1 0 7 によって取得された状態情報が用いられてもよいし、状態
情報に基づいて算出された値が用いられてもよい。

【 0 0 3 0 】

制御部 1 0 6 は、空調制御装置 1 0 0 の各部の動作を制御する。制御部 1 0 6 は、例え
ば C P U 等のプロセッサ及び R A M を備えた装置により実行される。制御部 1 0 6 は、空
調制御プログラムを実行することによって、状態情報取得部 1 0 7、快適性指標取得部 1
0 8、モデル推定部 1 0 9、負荷配分決定部 1 1 0 及び設定値送信部 1 1 1 として機能す
る。

【 0 0 3 1 】

状態情報取得部 1 0 7 は、外気温度、外気湿度、室内温度、室内湿度及び室内負荷等の
状態情報を取得する。状態情報は、外気の状態と居室内の状態との現在値を表す。状態情
報取得部 1 0 7 は、取得された状態情報を状態情報記憶部 1 0 4 に記録する。状態情報取
得部 1 0 7 は、例えば、外調機 2 0 3 に設置された温度計及び湿度計から、外気温度及び
外気湿度を取得する。状態情報取得部 1 0 7 は、例えば、居室 1 0 内に設置された温度計
及び湿度計から、室内温度及び室内湿度を取得する。なお、外気温度、外気湿度、室内温
度、室内湿度の取得方法は、これに限定されない。例えば、外気温度、外気湿度、室内温
度、室内湿度は、他の場所に設置された温度計及び湿度計から取得されてもよい。

【 0 0 3 2 】

室内負荷は、室内で発生する熱負荷を表す。室内負荷は、例えば、人体からの発熱と O
A 機器からの発熱との合計を表す。室内負荷は、理論上は放射空調 4 0 3 が冷却する熱量
と外調機 2 0 3 が冷却する熱量との合計値と一致する。したがって、状態情報取得部 1 0
7 は、放射空調 4 0 3 への入口及び出口の冷水 (又は空気) 温度差と冷水流量 (又は外調
機風量) から算出される冷却熱量とを計算して合計することで、室内負荷を取得してもよ
い。または、状態情報取得部 1 0 7 は、公知の技術を利用して、居室における最大熱負荷
と各種機器の実績消費電力量とに基づいて室内負荷を推定しても良い。

【 0 0 3 3 】

快適性指標取得部 1 0 8 は、居室 1 0 の快適性指標を取得する。快適性指標は、入力部
1 0 2 を介して、ユーザから指定されてもよいし、予め指定されていてもよい。本実施形
態では、快適性指標として P M V (Predicted Mean Vote) の範囲を取得するが、快適性
指標は、P M V に限定されない。快適性指標は、例えば、有効温度、有効湿度が修正され
た修正有効温度等が用いられてもよい。快適性指標は、気温又は湿度を用いて表される指
標が用いられてもよい。

【 0 0 3 4 】

モデル推定部 1 0 9 は、状態情報記憶部 1 0 4 に記録されている状態情報に基づいて、
外調機 2 0 3、放射空調 4 0 3、第 1 熱源機 2 0 1 及び第 2 熱源機 4 0 1 のモデルを推定

10

20

30

40

50

する。モデル推定部 109 は、モデル決定部の一態様である。モデル決定部は、状態情報記憶部に記憶される状態情報に基づいて、第 1 空調機の動作モデルを決定する。

【0035】

モデル推定部 109 は、放射空調 403 における冷却熱量と輻射温度のモデルを推定する。モデル推定部 109 は、例えば、以下の数式 (6) を用いて、冷却熱量のモデルを推定してもよい。

【0036】

$$\text{放射空調系冷却熱量 } Q_2 = \quad 1 \times \text{室内温度と平均冷水温度との差 (} t \text{) }^2 \quad (6)$$

【0037】

平均冷水温度は、放射空調 403 に流入する入口における第 2 冷水の温度と、放射空調 403 から流出する出口における第 2 冷水の温度との平均値である。第 2 冷水の温度は、例えば、放射空調 403 の第 2 冷水の入口に設置される温度計 (不図示) との第 2 冷水の出口に設置される温度計とによって測定される。モデル推定部 109 は、例えば、以下の数式 (7) で、輻射温度のモデルを推定してもよい。

【0038】

$$\text{輻射温度 } T_{r,t} = a_1 + a_2 \times \text{冷水流量} + a_3 \times \text{冷水温度} + a_4 \times \text{パネル面積} + a_5 \times \text{室内温度} + a_6 \times \text{日射計} \quad (7)$$

【0039】

冷水流量は、放射空調 403 に流入する水の量を表す。冷水流量は、例えば、放射空調 403 の第 2 冷水の入口に設置される流量計 (不図示) によって測定される。冷水温度は、例えば、第 2 冷水の入口に設置される温度計又は第 2 冷水の出口に設置される温度計によって測定された温度が用いられてもよいし、平均冷水温度が用いられてもよい。パネル面積は、放射空調 403 を構成するパネルの面積である。パネル面積は、対象とする放射空調 403 の情報を取得すればよい。日射計は、屋外に設置された日射計の測定値である。

【0040】

なお、空調制御装置 100 のユーザは、放射空調 403 における除去熱量を計測する熱量計と輻射温度計とが常設されていない場合、放射空調 403 の熱量センサと輻射温度計とを一時的に設置する。モデル推定部 109 は、取得されたデータに基づいて、数式 (6)、(7) を利用してモデルを推定する。このように構成されることで、モデル推定部 109 は、モデルの推定が完了した場合、一時的に設置された熱量センサと輻射温度計とを撤去した場合であっても、数式 (6)、(7) によって放射空調系統冷却熱量と輻射温度を推定することができる。なお、モデル推定部 109 は、モデルの更新が必要な場合に、モデルを推定してもよい。

【0041】

負荷配分決定部 110 は、第 1 熱源機制御装置 200、外調機制御装置 300、第 2 熱源機制御装置 400 及び放射空調制御装置 500 に送信される設定値を決定する。負荷配分決定部 110 は、状態情報取得部 107 によって取得された状態情報と、快適性指標取得部 108 によって取得された快適性指標と、モデル記憶部 105 に記憶されるモデルと、に基づいて、第 1 熱源機制御装置 200、外調機制御装置 300、第 2 熱源機制御装置 400 及び放射空調制御装置 500 に対する設定値を決定する。決定された設定値によって運用される空調制御システムは、快適性指標の範囲を満たし、消費エネルギーが最小となる。

【0042】

本実施形態では、空調制御システムの消費エネルギーは、以下の数式 (8) で表される。

【0043】

$$\text{空調制御システム全体の消費エネルギー (E}_{all}\text{)} = \text{外調機ファン電力量 (E}_{fan}\text{)} + \text{第 1 熱源機冷却電力量 (E}_{1,hs}\text{)} + \text{第 1 熱源機ポンプ電力量 (E}_{1,pump}\text{)} + \text{第 2 熱源機冷却電力量 (E}_{2,hs}\text{)} + \text{第 2 熱源機ポンプ電力量 (E}_{2,pump}\text{)} \quad (8)$$

10

20

30

40

50

【 0 0 4 4 】

負荷配分決定部 1 1 0 は、空調制御システムの消費エネルギーが最小となる設定値を決定するために、全ての設定値を所定の範囲で変化させたシミュレーションを行い消費エネルギーが最小となる条件を求めてもよいし、公知の消費エネルギー最小化アルゴリズムを用いてもよい。負荷配分決定部 1 1 0 は、このようにして、PMV 範囲を満たしつつ、空調制御システム全体の消費エネルギーが最小となる、外調機給気温度設定値、第 1 冷水温度設定値、第 2 冷水温度設定値、室内温度設定値を決定する。

【 0 0 4 5 】

設定値送信部 1 1 1 は、決定された第 1 冷水温度設定値を第 1 熱源機制御装置 2 0 0 に送信する。設定値送信部 1 1 1 は、決定された外調機給気温度設定値を外調機制御装置 3 0 0 に送信する。設定値送信部 1 1 1 は、決定された第 2 冷水温度設定値を第 2 熱源機制御装置 4 0 0 に送信する。設定値送信部 1 1 1 は、決定された室内温度設定値を放射空調制御装置 5 0 0 に送信する。

10

【 0 0 4 6 】

図 3 は、第 1 の実施形態の設定値の決定の処理の流れを示すフローチャートである。快適性指標取得部 1 0 8 は、入力部 1 0 2 を介して居室 1 0 の快適性指標を受け付ける（ステップ S 1 0 1）。制御部 1 0 6 は、モデル記憶部 1 0 5 に所定のモデルを記録する（ステップ S 1 0 2）。所定のモデルは、例えば、数式（1）～数式（5）で表される外調機ファン電力量（E_fan）、第 1 熱源機冷却電力量（E1_hs）、第 1 熱源機ポンプ電力量（E1_pump）、第 2 熱源機冷却電力量（E2_hs）及び第 2 熱源機ポンプ電力量（E2_pump）の各値が算出されるモデルである。

20

【 0 0 4 7 】

状態情報取得部 1 0 7 は、外気温度、外気湿度、室内温度、室内湿度及び室内負荷等の状態情報を取得する（ステップ S 1 0 3）。状態情報取得部 1 0 7 は、取得された状態情報を状態情報記憶部 1 0 4 に記録する（ステップ S 1 0 4）。制御部 1 0 6 は、モデル記憶部 1 0 5 に記録されるモデルを更新するか否かを判定する（ステップ S 1 0 5）。制御部 1 0 6 は、例えば、予め指定された日時にモデルの更新を行ってもよいし、入力部 1 0 2 を介して、モデルの更新の指示を受け付けた場合にモデルの更新を行ってもよいし、モデルが記録されていない場合にモデルの更新を行ってもよい。制御部 1 0 6 は、モデルの更新を行うと判定した場合（ステップ S 1 0 5：YES）、処理はステップ S 1 0 6 に遷移する。制御部 1 0 6 は、モデルの更新を行わないと判定した場合（ステップ S 1 0 5：NO）、処理はステップ S 1 0 8 に遷移する。

30

【 0 0 4 8 】

モデル推定部 1 0 9 は、放射空調 4 0 3 における冷却熱量と輻射温度のモデルを推定する（ステップ S 1 0 6）。モデル推定部 1 0 9 は、推定されたモデルをモデル記憶部 1 0 5 に記録する（ステップ S 1 0 7）。

【 0 0 4 9 】

負荷配分決定部 1 1 0 は、第 1 熱源機制御装置 2 0 0、外調機制御装置 3 0 0、第 2 熱源機制御装置 4 0 0 及び放射空調制御装置 5 0 0 に対する設定値を決定する（ステップ S 1 0 8）。負荷配分決定部 1 1 0 は、設定値として第 1 冷水温度設定値、外調機給気温度設定値、第 2 冷水温度設定値及び室内温度設定値を決定する。負荷配分決定部 1 1 0 は、決定された設定値によって運用される空調制御システムが快適性指標の範囲を満たし、消費エネルギーが最小となるように、設定値を決定する。設定値送信部 1 1 1 は、決定された設定値を第 1 熱源機制御装置 2 0 0、外調機制御装置 3 0 0、第 2 熱源機制御装置 4 0 0 及び放射空調制御装置 5 0 0 に送信する（ステップ S 1 0 9）。

40

【 0 0 5 0 】

このように構成された空調制御装置 1 0 0 は、ユーザから受け付けた快適性指標を満たすように放射空調 4 0 3 を含めた空調制御システム 1 全体の消費エネルギーを最小化できる。空調制御装置 1 0 0 の負荷配分決定部 1 1 0 は、外調機 2 0 3 及び放射空調 4 0 3 のモデルを使用することで、外気温度、外気湿度、室内温度、室内湿度及び室内負荷などに

50

応じて空調制御システム 1 全体の消費エネルギーを最小化する設定値を決定する。そして、空調制御装置 1 0 0 の設定値送信部 1 1 1 は決定された設定値を外調機給気温度や放射空調室内温度などの空調関連の設定値を各制御装置（例えば、第 1 熱源機制御装置 2 0 0、外調機制御装置 3 0 0、第 2 熱源機制御装置 4 0 0 及び放射空調制御装置 5 0 0）に送信する。各制御装置は、送信された設定値に基づいて動作することで、ユーザから受け付けた快適性指標を満たしつつ、空調制御システム 1 全体の消費エネルギーを最小化することができる。

また、空調制御装置 1 0 0 のモデル推定部 1 0 9 は、一時的に輻射温度計などのセンサを設置して、放射空調 4 0 3 のモデルを推定してもよい。このように構成されることで、負荷配分決定部 1 1 0 は、輻射温度計が撤去された後でもモデルを利用して輻射温度を推定できる。これにより、放射温度計の常設が不要となる。

10

【 0 0 5 1 】

本実施形態のモデル推定部 1 0 9 は、放射空調のモデルとして式 (7) を用いて、輻射温度を推定するが、複写温度の推定は、数式 (7) に限定されない。例えば、数式 (7) の説明変数として、冷水流量、冷水温度、パネル面積、室内温度及び日射計に加えて、インテリア又はペリメータを判別するための情報又は方位を加えてもよい。

【 0 0 5 2 】

(第 2 の実施形態)

図 4 は、第 2 の実施形態の空調制御システム 2 の配置図である。空調制御システム 2 は、空調制御装置 1 0 0、第 2 熱源機制御装置 4 0 0、第 2 熱源機 4 0 1、第 2 ポンプ 4 0 2 の代わりに空調制御装置 1 0 0 a、井戸 6 0 0 及び井戸水ポンプ 6 0 1 を備える点で第 1 の実施形態とは異なるがそれ以外の点については、第 1 の実施形態における空調制御システム 1 と同じである。以下、第 1 の実施形態と異なる点について説明する。

20

【 0 0 5 3 】

空調制御装置 1 0 0 a は、第 1 熱源機制御装置 2 0 0、外調機制御装置 3 0 0 及び放射空調制御装置 5 0 0 に対して各設定値を送信する。放射空調 4 0 3 は、井戸水ポンプ 6 0 1 によって井戸 6 0 0 から汲み上げられた井戸水を冷水として用いて居室 1 0 内を冷却する。放射空調制御装置 5 0 0 は、第 2 バルブ 5 0 1 を調整することで、放射空調 4 0 3 に流入する井戸水の量を調整する。放射空調制御装置 5 0 0 は、放射空調 4 0 3 に流入する井戸水の量を調整することで、居室 1 0 内の室内温度を制御する。放射空調 4 0 3 は、第 1 空調機の一態様である。第 1 空調機は、自然対流によって空間内の空調を制御する空調機である。

30

【 0 0 5 4 】

第 2 の実施形態の空調制御装置 1 0 0 a の機能ブロック図は、第 1 の実施形態と同じである。しかし、モデル記憶部 1 0 5、状態情報取得部 1 0 7、モデル推定部 1 0 9 及び負荷配分決定部 1 1 0 が、第 1 の実施形態と異なる機能を持つ。以下、第 1 の実施形態と異なる機能を持つ機能ブロックについて説明する。

【 0 0 5 5 】

モデル記憶部 1 0 5 は、磁気ハードディスク装置や半導体記憶装置等の記憶装置を用いて構成される。モデル記憶部 1 0 5 は、推定されたモデルと、その他必要となるモデルを記憶する。推定されたモデルには、例えば、放射空調における冷却熱量及び輻射温度がある。また、モデルには、外調機 2 0 3 のファン電力量、第 1 熱源機 2 0 1 の冷却電力量、第 1 ポンプ 2 0 2 の電力量及び井戸水ポンプの電力量がある。このうち、放射空調における冷却熱量及び輻射温度、外調機 2 0 3 のファン電力量、第 1 熱源機 2 0 1 の冷却電力量、第 1 ポンプ 2 0 2 の電力量のモデルは、数式 (1) から (4)、(6) 及び (7) が用いられてもよい。

40

【 0 0 5 6 】

井戸水ポンプの電力量のモデルは、例えば、以下の数式 (9) で表される。

【 0 0 5 7 】

井戸水ポンプ電力量 (E_{w_pump}) = 井戸水ポンプ定格消費電力量 ($E_{w_pump_rate}$) × (

50

井戸水ポンプ流量 (Fw_pump) / 井戸水ポンプ定格流量 (Fw_pump_rate))³ (9)

【 0 0 5 8 】

上記の数式 (9) における、井戸水ポンプ定格消費電力量 (Ew_pump_rate) 及び井戸水ポンプ定格流量 (Fw_pump_rate) は、機器のカタログ値が用いられてもよい。井戸水ポンプ流量 (Fw_pump) は、状態情報取得部 1 0 7 によって取得された状態情報が用いられてもよいし、状態情報に基づいて算出された値が用いられてもよい。

【 0 0 5 9 】

状態情報取得部 1 0 7 は、外気温度、外気湿度、室内温度、室内湿度、室内負荷及び井戸水温度等の現在値を表す状態情報を取得する。井戸水温度は、井戸 6 0 0 が保持する水の温度を表す。状態情報取得部 1 0 7 は、取得された状態情報を状態情報記憶部 1 0 4 に記録する。状態情報取得部 1 0 7 は、例えば、井戸 6 0 0 内の水中に設置された温度計から、井戸水温度を取得する。

【 0 0 6 0 】

モデル推定部 1 0 9 は、状態情報記憶部 1 0 4 に記録されている井戸水温度を含む状態情報に基づいて、井戸水を利用する場合の放射空調 4 0 3 における冷却熱量と輻射温度のモデルを推定する。モデル推定部 1 0 9 は、第 1 の実施形態と同様に、放射空調のモデルとして、数式 (1) 及び (2) を用いてもよい。

【 0 0 6 1 】

負荷配分決定部 1 1 0 は、第 1 熱源機制御装置 2 0 0、外調機制御装置 3 0 0 及び放射空調制御装置 5 0 0 に対する設定値を決定する。負荷配分決定部 1 1 0 は、状態情報取得部 1 0 7 によって取得された状態情報と、快適性指標取得部 1 0 8 において取得された快適性指標と、モデル記憶部 1 0 5 に記憶されるモデルと、に基づいて第 1 熱源機制御装置 2 0 0、外調機制御装置 3 0 0 及び放射空調制御装置 5 0 0 に対する設定値を決定する。決定された設定値によって運用される空調制御システムは、快適性指標の範囲を満たし、消費エネルギーが最小となる。設定値は、快適性指標を満たし、かつ外調機 2 0 3 及び放射空調 4 0 3 の消費エネルギーが低減されるように、外調機 2 0 3 及び放射空調 4 0 3 の負荷の配分を表す値である。

【 0 0 6 2 】

本実施形態では、空調制御システムの消費エネルギーは、以下の数式 (1 0) で表される。

【 0 0 6 3 】

空調制御システム全体の消費エネルギー (E_{all}) = 外調機ファン電力量 (E_{fan}) + 第 1 熱源機冷却電力量 ($E1_{hs}$) + 第 1 熱源機ポンプ電力量 ($E1_{pump}$) + 井戸水ポンプ電力量 (Ew_pump) (1 0)

【 0 0 6 4 】

図 5 は、第 2 の実施形態の設定値の決定の処理の流れを示すフローチャートである。快適性指標取得部 1 0 8 は、入力部 1 0 2 を介して居室 1 0 の快適性指標を受け付ける (ステップ S 1 0 1)。制御部 1 0 6 は、モデル記憶部 1 0 5 に所定のモデルを記録する (ステップ S 1 0 2 a)。所定のモデルは、例えば、数式 (1) ~ (3)、(9) で表される外調機ファン電力量 (E_{fan})、第 1 熱源機冷却電力量 ($E1_{hs}$)、第 1 熱源機ポンプ電力量 ($E1_{pump}$)、井戸水ポンプ電力量 (Ew_pump) の各値が算出されるモデルである。

【 0 0 6 5 】

状態情報取得部 1 0 7 は、外気温度、外気湿度、室内温度、室内湿度、室内負荷及び井戸水温度等の状態情報を取得する (ステップ S 1 0 3 a)。状態情報取得部 1 0 7 は、取得された状態情報を状態情報記憶部 1 0 4 に記録する (ステップ S 1 0 4)。制御部 1 0 6 は、モデル記憶部 1 0 5 に記録されるモデルを更新するか否かを判定する (ステップ S 1 0 5)。制御部 1 0 6 は、例えば、予め指定された日時にモデルの更新を行ってもよいし、入力部 1 0 2 を介して、モデルの更新の指示を受け付けた場合にモデルの更新を行ってもよいし、モデルが記録されていない場合にモデルの更新を行ってもよい。制御部 1 0 6 は、モデルの更新を行うと判定した場合 (ステップ S 1 0 5 : Y E S)、処理はステッ

10

20

30

40

50

プ S 1 0 6 に遷移する。制御部 1 0 6 は、モデルの更新を行わないと判定した場合（ステップ S 1 0 5 : N O）、処理はステップ S 1 0 8 に遷移する。

【 0 0 6 6 】

モデル推定部 1 0 9 は、放射空調 4 0 3 における冷却熱量と輻射温度のモデルを推定する（ステップ S 1 0 6）。モデル推定部 1 0 9 は、推定されたモデルをモデル記憶部 1 0 5 に記録する（ステップ S 1 0 7）。

【 0 0 6 7 】

負荷配分決定部 1 1 0 は、第 1 熱源機制御装置 2 0 0、外調機制御装置 3 0 0 及び放射空調制御装置 5 0 0 に対する設定値を決定する（ステップ S 1 0 8 a）。負荷配分決定部 1 1 0 は、設定値として第 1 冷水温度設定値、外調機給気温度設定値及び室内温度設定値を決定する。負荷配分決定部 1 1 0 は、決定された設定値によって運用される空調制御システムが快適性指標の範囲を満たし、消費エネルギーが最小となるように、設定値を決定する。設定値送信部 1 1 1 は、決定された設定値を第 1 熱源機制御装置 2 0 0、外調機制御装置 3 0 0、第 2 熱源機制御装置 4 0 0 及び放射空調制御装置 5 0 0 に送信する（ステップ S 1 0 9）。

【 0 0 6 8 】

このように構成された空調制御装置 1 0 0 a は、ユーザから受け付けた快適性指標を満たすように放射空調 4 0 3 を含めた空調制御システム 1 全体の消費エネルギーを最小化できる。空調制御装置 1 0 0 a の放射空調 4 0 3 は、未利用熱エネルギーとして井戸水を放射空調で利用する。このため、空調制御システム 2 は、全体の消費エネルギーを低減することができる。なお、第 2 の実施形態では、未利用熱エネルギーとして井戸水を用いたが、井戸水に限定されない。例えば、空調制御装置 1 0 0 a は、未利用熱エネルギーとして、河川水などから取得された液体を用いてもよい。また、空調制御装置 1 0 0 a は、コージェネレーションシステム又は空調制御システム 2 によって生成された排熱と給収式冷凍機などを利用して生成された冷水とを用いてもよい。さらに、空調制御装置 1 0 0 a は、暖房時において、コージェネレーションシステム又は燃料電池の排熱として生成された温水を、放射空調 4 0 3 に利用してもよい。

【 0 0 6 9 】

（第 3 の実施形態）

図 6 は、第 3 の実施形態の空調制御装置 1 0 0 b の機能構成を表す機能ブロック図である。空調制御装置 1 0 0 b は、室内湿度に応じて湿度に関する設定値を補正する。放射空調 4 0 3 は、顕熱負荷を除去するため、室内の湿度を制御することができない。したがって、空調制御システム 1 では、外調機 2 0 3 を用いて室内の湿度を制御する必要がある。空調制御システムでは、一般的に除湿を強めると多くのエネルギーが必要となるため、省エネにならない。第 3 の実施形態の空調制御装置 1 0 0 b は、放射空調 4 0 3 を含む空調制御システム全体の省エネと快適性との両立を実現する。空調制御装置 1 0 0 b は、制御部 1 0 6 の代わりに制御部 1 0 6 b を備える。空調制御装置 1 0 0 b は、それ以外の点については、第 1 の実施形態における空調制御装置 1 0 0 と同じである。以下、第 1 の実施形態と異なる点について説明する。

【 0 0 7 0 】

空調制御装置 1 0 0 b は、パーソナルコンピュータ又はサーバ等の情報処理装置を用いて構成される。空調制御装置 1 0 0 b は、バスで接続された CPU やメモリや補助記憶装置などを備え、空調制御プログラムを実行することによって通信部 1 0 1、入力部 1 0 2、表示部 1 0 3、状態情報記憶部 1 0 4、モデル記憶部 1 0 5 及び制御部 1 0 6 b を備える装置として機能する。なお、通信部 1 0 1、入力部 1 0 2、表示部 1 0 3、状態情報記憶部 1 0 4、モデル記憶部 1 0 5 及び制御部 1 0 6 b の各機能の全て又は一部は、ASIC や PLD や FPGA 等のハードウェアを用いて実現されてもよい。空調制御プログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録されてもよい。コンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、例えばフレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM 等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置である

10

20

30

40

50

。空調制御プログラムは、電気通信回線を介して送信されてもよい。

【0071】

制御部106bは、空調制御装置100bの各部の動作を制御する。制御部106bは、例えばCPU等のプロセッサ及びRAMを備えた装置により実行される。制御部106bは、空調制御プログラムを実行することによって、状態情報取得部107、快適性指標取得部108、モデル推定部109、負荷配分決定部110b、設定値送信部111b及び設定値補正部112として機能する。

【0072】

負荷配分決定部110bは、第1熱源機制御装置200、外調機制御装置300、第2熱源機制御装置400及び放射空調制御装置500に対する設定値だけでなく、居室10内の湿度制御に関する外調機給気露点温度設定値を決定する。外調機給気露点温度設定値は、外調機203によって給気された空気が結露する温度を表す。外調機給気露点温度設定値は、予め一定値に指定されてもよいし、気温と湿度との組み合わせに応じて設定されてもよい。外調機給気露点温度設定値通信部101を介して外部から取得されてもよいし、空調制御装置100bに記録されていてもよい。

【0073】

設定値補正部112は、状態情報取得部107によって取得された室内湿度に基づいて、負荷配分決定部110bによって決定された外調機給気露点温度設定値を補正し、補正後外調機給気露点温度設定値を決定する。設定値補正部112は、取得された室内湿度の値に応じて、補正後外調機給気露点温度設定値を決定する。具体的には、設定値補正部112は、以下の規則に基づいて、外調機給気露点温度設定値を補正する。

【0074】

前回の演算で外調機露点温度設定値を補正しなかった場合について説明する。補正前外調機給気露点温度設定値は、前回の演算で補正される前の外調機給気露点温度設定値を表す。設定値補正部112は、室内湿度が70%よりも大きい場合、補正前外調機給気露点温度設定値から1減じた値を補正後外調機給気露点温度設定値とする。設定値補正部112は、室内湿度が40%よりも小さい場合、補正前外調機給気露点温度設定値から1加算した値を補正後外調機給気露点温度設定値とする。設定値補正部112は、室内湿度が40%以上70%以下である場合、補正前外調機給気露点温度設定値をそのまま補正後外調機給気露点温度設定値とする。

【0075】

前回の演算で外調機露点温度設定値を補正した場合について説明する。現在の外調機給気露点温度設定値は、負荷配分決定部110bによって決定された外調機給気露点温度設定値を表す。設定値補正部112は、室内湿度が70%よりも大きい場合、現在の外調機給気露点温度設定値から1減じた値を補正後外調機給気露点温度設定値とする。設定値補正部112は、室内湿度が40%よりも小さい場合、現在の外調機給気露点温度設定値から1加算した値を補正後外調機給気露点温度設定値とする。設定値補正部112は、室内湿度が40%以上70%以下である場合、現在の外調機給気露点温度設定値をそのまま補正後外調機給気露点温度設定値とする。

【0076】

設定値補正部112は、外調機露点温度設定値の補正を空調制御装置100bの制御周期ごとにも実施してもよいし、空調制御装置100bの制御周期よりも長い又は短い周期でも実施してもよい。例えば、設定値補正部112は、空調制御装置100bの制御周期が1時間の場合に、制御周期毎に外調機露点温度設定値を補正すると、制御周期が長い場合室内湿度が70%を大きく超えて快適性を大幅に悪化させる可能性がある。また、設定値補正部112は、空調制御装置100bの制御周期が1分の場合に、制御周期毎に外調機露点温度設定値を補正すると、室内湿度の変化には数分以上必要なため、外調機給気露点温度が大幅に下がり、過剰な除湿となる可能性がある。このため、設定値補正部112における外調機露点温度設定値の補正は、必ずしも空調制御装置の制御周期と一致してなくてもよい。

【 0 0 7 7 】

設定値送信部 1 1 1 b は、決定された第 1 冷水温度設定値を第 1 熱源機制御装置 2 0 0 に送信する。設定値送信部 1 1 1 b は、決定された外調機給気温度設定値及び補正後外調機給気露点温度設定を外調機制御装置 3 0 0 に送信する。設定値送信部 1 1 1 b は、決定された第 2 冷水温度設定値を第 2 熱源機制御装置 4 0 0 に送信する。設定値送信部 1 1 1 b は、決定された室内温度設定値を放射空調制御装置 5 0 0 に送信する。

【 0 0 7 8 】

図 7 は、第 3 の実施形態の設定値の決定の処理の流れを示すフローチャートである。図 7 に示されるフローチャートのステップ S 1 0 1 からステップ S 1 0 7 は、第 1 の実施形態と同様であるため、説明を省略する。

10

【 0 0 7 9 】

負荷配分決定部 1 1 0 b は、第 1 熱源機制御装置 2 0 0、外調機制御装置 3 0 0、第 2 熱源機制御装置 4 0 0 及び放射空調制御装置 5 0 0 に送信される設定値と外調機給気露点温度設定値とを決定する（ステップ S 1 0 8 b）。設定値補正部 1 1 2 は、状態情報取得部 1 0 7 によって取得された室内湿度に基づいて、負荷配分決定部 1 1 0 b によって決定された外調機給気露点温度設定値を補正し、補正後外調機給気露点温度設定値を決定する（ステップ S 2 0 1）。設定値送信部 1 1 1 b は、決定された設定値を第 1 熱源機制御装置 2 0 0、外調機制御装置 3 0 0、第 2 熱源機制御装置 4 0 0 及び放射空調制御装置 5 0 0 に送信する。設定値送信部 1 1 1 b は、補正後外調機給気露点温度設定値を外調機制御装置 3 0 0 に送信する（ステップ S 1 0 9 b）。

20

【 0 0 8 0 】

このように構成された空調制御装置 1 0 0 b は、第 1 の実施形態と同様にユーザから受け付けた快適性指標を満たすように放射空調 4 0 3 を含めた空調制御システム 1 全体の消費エネルギーを最小化できる。また、空調制御装置 1 0 0 b の設定値補正部 1 1 2 は、居室内環境の急変又は各制御装置に関するモデルの誤差によって、室内湿度が大きく又は小さくなった場合、室内湿度に応じて外調機給気露点温度設定値を補正する。補正された外調機給気露点温度設定によって居室内環境の大幅な悪化を防ぐことができる。第 3 の実施形態では、設定値補正部 1 1 2 が外調機給気露点温度設定値を補正した。しかし、設定値補正部 1 1 2 は、室内湿度設定値を補正しても良い。この場合、負荷配分決定部 1 1 0 b は室内湿度設定値を決定する。すなわち、設定値補正部 1 1 2 によって補正される設定値は、室内湿度に関連するものであればよい。

30

【 0 0 8 1 】

（第 3 の実施形態の変形例）

第 3 の実施形態の設定値補正部 1 1 2 は、設定値の補正を実行する都度、外調機給気露点温度を + 1 度又は - 1 度、補正する。しかし、設定値補正部 1 1 2 は、例えば、図 8 に示されるような表を用いて外調機給気露点温度を補正するように構成されてもよい。図 8 に示される表は、例えば、空調制御装置 1 0 0 b のユーザによって入力される。設定値補正部 1 1 2 は、表に基づいて補正温度関数を生成することで、ユーザの意図する詳細な設定値補正が可能となる。

【 0 0 8 2 】

（第 4 の実施形態）

図 9 は、第 4 の実施形態の空調制御装置 1 0 0 c 及びオフライン処理装置 1 2 0 の機能構成を表す機能ブロック図である。空調制御装置 1 0 0 c は、オフライン処理装置 1 2 0 によって予め生成された負荷配分関数を用いることで、リアルタイムにおける演算負荷を低減する。空調制御装置 1 0 0 c は、制御部 1 0 6 の代わりに制御部 1 0 6 c を備え、状態情報記憶部 1 0 4 及びモデル記憶部 1 0 5 を備えない点で第 1 の実施形態における空調制御装置 1 0 0 と異なるが、それ以外の点については、第 1 の実施形態における空調制御装置 1 0 0 と同じである。以下、第 1 の実施形態と異なる点について説明する。

40

【 0 0 8 3 】

空調制御装置 1 0 0 c は、パーソナルコンピュータ又はサーバ等の情報処理装置を用い

50

て構成される。空調制御装置 100c は、バスで接続された CPU やメモリや補助記憶装置などを備え、空調制御プログラムを実行することによって通信部 101、入力部 102、表示部 103 及び制御部 106c を備える装置として機能する。なお、通信部 101、入力部 102、表示部 103 及び制御部 106c の各機能の全て又は一部は、ASIC や PLD や FPGA 等のハードウェアを用いて実現されてもよい。空調制御プログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録されてもよい。コンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、例えばフレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM 等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置である。空調制御プログラムは、電気通信回線を介して送信されてもよい。

【0084】

制御部 106c は、空調制御装置 100c の各部の動作を制御する。制御部 106c は、例えば CPU 等のプロセッサ及び RAM を備えた装置により実行される。制御部 106c は、空調制御プログラムを実行することによって、状態情報取得部 107、快適性指標取得部 108、負荷配分決定部 110c 及び設定値送信部 111 として機能する。

【0085】

負荷配分決定部 110c は、予め生成された負荷配分関数に基づいて、第 1 熱源機制御装置 200、外調機制御装置 300、第 2 熱源機制御装置 400 及び放射空調制御装置 500 に送信される設定値を決定する。負荷配分決定部 110c は、負荷配分関数に対して、状態情報取得部 107 によって取得された外気温度、外気湿度、室内温度、室内湿度及び室内負荷と、快適性指標取得部 108 によって取得された快適性指標と、を負荷配分関数に入力し、外調機系統及び放射空調系統のそれぞれの系統によって除去される室内負荷の配分を決定することで設定値を決定する。

【0086】

負荷配分決定部 110c は、公知の手法を用いて、設定値を決定してもよい。例えば、負荷配分決定部 110c は、外気温度、外気湿度、室内温度、室内湿度及び室内負荷の組み合わせ毎に、設定された快適性指標の範囲内で空調制御システム 1 の消費エネルギーが最小となる設定値を決定する。負荷配分決定部 110c は、オフライン処理装置 120 から全ての条件における設定値を通る負荷配分関数を取得する。負荷配分決定部 110c は、予め生成された負荷配分関数と取得された状態情報とに基づいて、設定値を決定する。

【0087】

オフライン処理装置 120 は、パーソナルコンピュータ又はサーバ等の情報処理装置を用いて構成される。オフライン処理装置は、オフライン状態で、負荷配分関数を生成する。オフライン状態とは、例えば、負荷配分決定部 110c と通信不可能な状態であることを表す。オフライン処理装置 120 は、バスで接続された CPU やメモリや補助記憶装置などを備え、空調制御プログラムを実行することによって通信部 121、モデル記憶部 122 及び制御部 123 を備える装置として機能する。なお、通信部 121、モデル記憶部 122 及び制御部 123 の各機能の全て又は一部は、ASIC や PLD や FPGA 等のハードウェアを用いて実現されてもよい。空調制御プログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録されてもよい。コンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、例えばフレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM 等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置である。空調制御プログラムは、電気通信回線を介して送信されてもよい。

【0088】

通信部 101 は、ネットワークインタフェースである。通信部 101 は、外気温度、外気湿度、室内温度、外気湿度及び室内負荷などの外気条件及び室内条件を受信する。通信部 101 は、例えば無線 LAN、有線 LAN、Bluetooth 又は LTE 等の通信方式で通信してもよい。

【0089】

モデル記憶部 122 は、磁気ハードディスク装置や半導体記憶装置等の記憶装置を用いて構成される。モデル記憶部 122 は、第 1 の実施形態のモデル記憶部 105 と同様に、

10

20

30

40

50

放射空調 4 0 3 における冷却熱量と輻射温度のモデル、外調機 2 0 3 のファン電力量、第 1 熱源機 2 0 1 の冷却電力量、第 1 ポンプ 2 0 2 の電力量、第 2 熱源機 4 0 1 の冷却電力量及び第 2 ポンプ 4 0 2 の電力量のモデルを記憶する。

【 0 0 9 0 】

制御部 1 2 3 は、オフライン処理装置 1 2 0 の各部の動作を制御する。制御部 1 2 3 は、例えば CPU 等のプロセッサ及び RAM を備えた装置により実行される。制御部 1 2 3 は、空調制御プログラムを実行することによって、負荷条件取得部 1 2 4、負荷配分演算部 1 2 5 及び負荷配分関数生成部 1 2 6 として機能する。

【 0 0 9 1 】

負荷条件取得部 1 2 4 は、通信部 1 2 1 が受信した外気条件及び室内条件を取得する。外気条件には、複数の外気温度及び外気湿度が含まれる。室内条件には、複数の室内温度、室内湿度及び室内負荷が含まれる。負荷条件取得部 1 2 4 は、取得された外気条件及び室内条件を負荷配分演算部 1 2 5 に出力する。

10

【 0 0 9 2 】

負荷配分演算部 1 2 5 は、外気条件及び室内条件の組み合わせ毎に、設定された快適性指標の範囲内で空調制御システム 1 の消費エネルギーが最小となる外調機給気温度設定値、放射空調室内温度設定値、第 1 熱源機冷水温度設定値、第 2 熱源機冷水温度設定値を決定する。負荷配分演算部 1 2 5 は、数式 (8) に基づいて、空調制御システム 1 全体の消費エネルギーを決定する。

【 0 0 9 3 】

負荷配分関数生成部 1 2 6 は、快適性指標の範囲と決定された設定値の値に応じて、複数の負荷配分関数を生成する。このように構成されることで、空調制御装置 1 0 0 c のユーザは、自由に快適性指標の範囲を変更できる。空調制御装置 1 0 0 c は、変更された快適性指標の範囲に応じて、空調制御システム 1 全体の消費エネルギーを低減させる各機器への設定値を決定できる。

20

【 0 0 9 4 】

図 1 0 は、第 4 の実施形態の設定値の決定の処理の流れを示すフローチャートである。負荷条件取得部 1 2 4 は、外気条件及び室内条件を取得する (ステップ S 3 0 1)。負荷配分演算部 1 2 5 は、外気条件及び室内条件の組み合わせ毎に、設定された快適性指標の範囲内で空調制御システム 1 の消費エネルギーが最小となる設定値 (例えば、外調機給気温度設定値、放射空調室内温度設定値、第 1 熱源機冷水温度設定値、第 2 熱源機冷水温度設定値) を決定する (ステップ S 3 0 2)。負荷配分関数生成部 1 2 6 は、快適性指標の範囲と決定された設定値の値に応じて、複数の負荷配分関数を生成する (ステップ S 3 0 3)。

30

【 0 0 9 5 】

快適性指標取得部 1 0 8 は、入力部 1 0 2 を介して居室 1 0 の快適性指標を受け付ける (ステップ S 3 0 4)。状態情報取得部 1 0 7 は、外気温度、外気湿度、室内温度、室内湿度及び室内負荷等の状態情報を取得する (ステップ S 3 0 5)。負荷配分決定部 1 1 0 c は、予め生成された負荷配分関数に基づいて、第 1 熱源機制御装置 2 0 0、外調機制御装置 3 0 0、第 2 熱源機制御装置 4 0 0 及び放射空調制御装置 5 0 0 に対する設定値を決定する (ステップ S 3 0 6)。設定値送信部 1 1 1 は、決定された設定値を第 1 熱源機制御装置 2 0 0、外調機制御装置 3 0 0、第 2 熱源機制御装置 4 0 0 及び放射空調制御装置 5 0 0 に送信する (ステップ S 3 0 7)。

40

【 0 0 9 6 】

このように構成された空調制御装置 1 0 0 c は、第 1 の実施形態と同様にユーザから受け付けた快適性指標を満たすように放射空調 4 0 3 を含めた空調制御システム 1 全体の消費エネルギーを最小化できる。また、オフライン処理装置 1 2 0 の負荷配分演算部 1 2 5 が、予め処理時間がかかる負荷配分の設定値をオフラインで決定する。負荷配分関数生成部 1 2 6 が、決定された設定値に基づいて、負荷配分関数を生成する。これによって、例えば、多数の居室を備える大規模ビルの場合でも、各機器への設定値を制限周期内に決定

50

することが可能となる。

【 0 0 9 7 】

(実施形態の変形例)

本実施形態は、外気を取り入れる空調機として外調機を用いて説明した。しかし、外調機の代わりにデシカント空調機が用いられてもよい。デシカント空調機は、外調機よりも除湿性能に優れた空調機である。デシカント空調機は、湿度を制御できない放射空調と組み合わせが有効である。この場合、モデル記憶部は、デシカント空調機が備えるデシカントローターにおける除湿特性及び再生特性に基づいて、デシカント空調機のモデルを記憶する。負荷配分決定部は、デシカント空調機のモデルを用いて、快適性指標の範囲を満たしつつ空調制御システム全体の消費エネルギーが最小となる設定値を決定する。

10

【 0 0 9 8 】

本実施形態は、放射空調と外調機との2つの空調機を用いて説明した。しかし、本実施形態は、2つの空調機に限られない。例えば、放射空調、外調機、デシカント空調機、ビル用マルチエアコン又はファンコイルユニットのうち、3つ以上の空調機が用いられてもよい。この場合、モデル記憶部は、用いられる空調機に関するモデルを記憶する。負荷配分決定部は、記憶された空調機のモデルを用いて、快適性指標の範囲を満たしつつ空調制御システム全体の消費エネルギーが最小となる設定値を決定する。

【 0 0 9 9 】

上記各実施形態では、状態情報取得部 1 0 7、快適性指標取得部 1 0 8、モデル推定部 1 0 9、負荷配分決定部 1 1 0、設定値送信部 1 1 1 及び設定値補正部 1 1 2 はソフトウェア機能部であるものとしたが、LSI等のハードウェア機能部であってもよい。

20

【 0 1 0 0 】

以上説明した少なくともひとつの実施形態によれば、負荷配分決定部 1 1 0 及び設定値送信部 1 1 1 を持つことにより、空調設備の消費エネルギーを抑制することができる。

【 0 1 0 1 】

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。

30

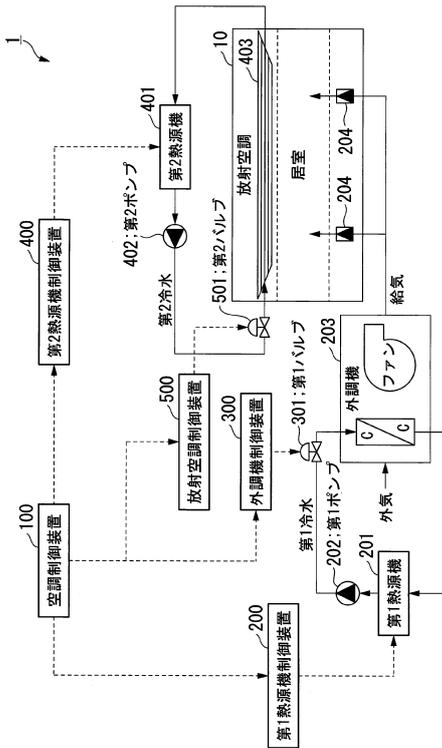
【符号の説明】

【 0 1 0 2 】

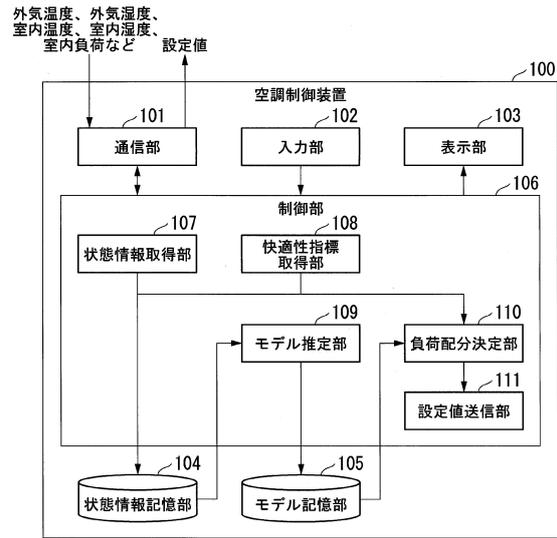
1 ...空調制御システム、1 0 0 ...空調制御装置、1 0 1 ...通信部、1 0 2 ...入力部、1 0 3 ...表示部、1 0 4 ...状態情報記憶部、1 0 5 ...モデル記憶部、1 0 6 ...制御部、1 0 7 ...状態情報取得部、1 0 8 ...快適性指標取得部、1 0 9 ...モデル推定部、1 1 0 ...負荷配分決定部、1 1 1 ...設定値送信部、2 0 0 ...第1熱源機制御装置、2 0 1 ...第1熱源機、2 0 2 ...第1ポンプ、2 0 3 ...外調機、2 0 4 ...VAV、3 0 0 ...外調機制御装置、3 0 1 ...第1バルブ、4 0 0 ...第2熱源機制御装置、4 0 1 ...第2熱源機、4 0 2 ...第2ポンプ、5 0 0 ...放射空調制御装置、5 0 1 ...第2バルブ、2 ...空調制御システム、1 0 0 a ...空調制御装置、6 0 0 ...井戸、6 0 1 ...井戸水ポンプ、1 0 0 b ...空調制御装置、1 0 6 b ...制御部、1 1 2 ...設定値補正部、1 0 0 c ...空調制御装置、1 0 6 c ...制御部、1 1 0 c ...負荷配分決定部、1 2 0 ...オフライン処理装置、1 2 1 ...通信部、1 2 2 ...モデル記憶部、1 2 3 ...制御部、1 2 4 ...負荷条件取得部、1 2 5 ...負荷配分演算部、1 2 6 ...負荷配分関数生成部

40

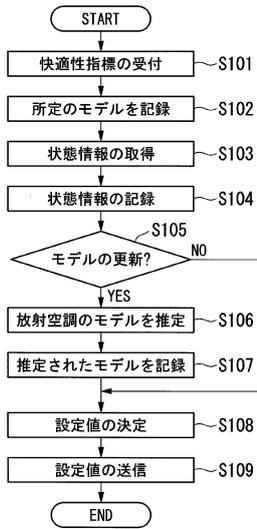
【図1】



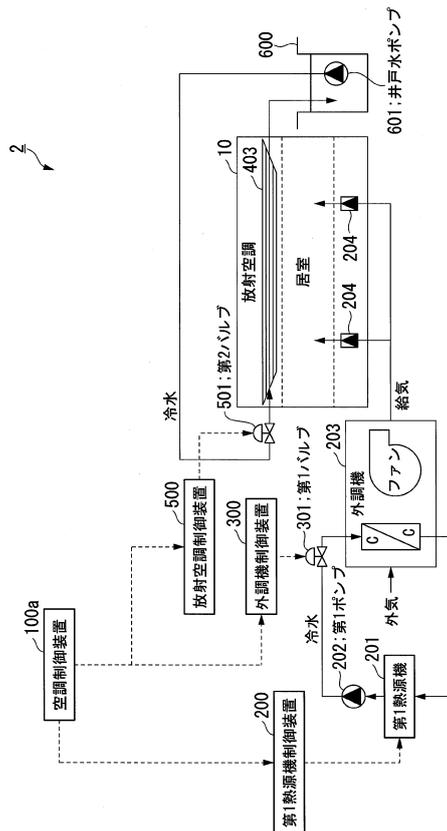
【図2】



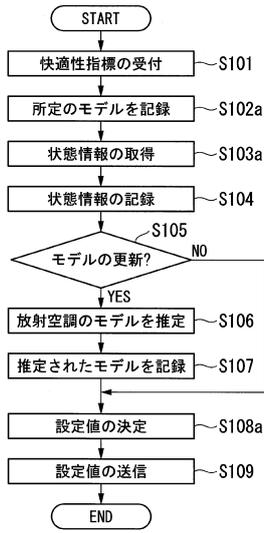
【図3】



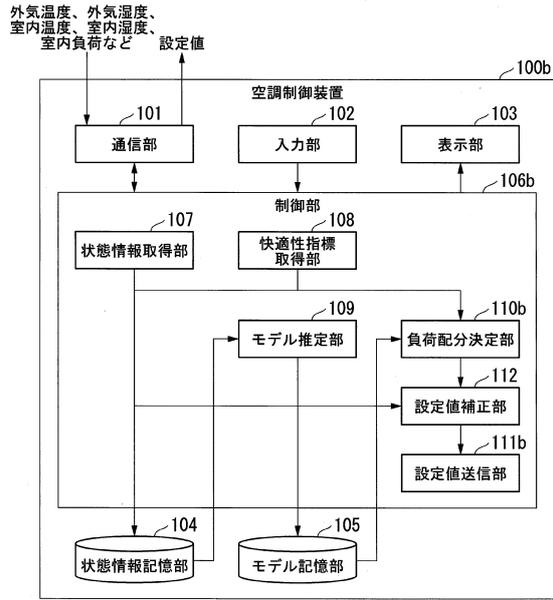
【図4】



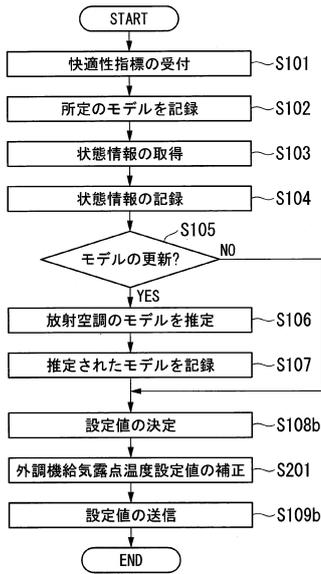
【図5】



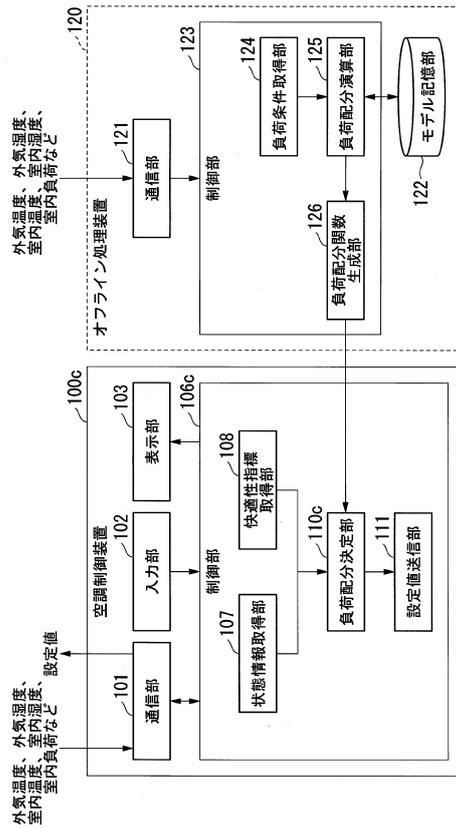
【図6】



【図7】



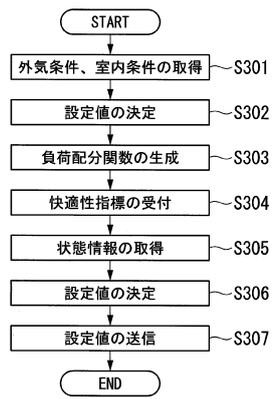
【図9】



【図8】

室内湿度	30%	40%	...	70%	75%	80%
補正温度	+1°C	0°C	...	0°C	-1°C	-2°C

【図10】



フロントページの続き

- (72)発明者 飯野 穰
東京都港区芝二丁目3番12号 東芝ソーシャルシステム・ファシリティーズ株式会社内
- (72)発明者 菅原 進
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地34 東芝インフラシステムズ株式会社内
- (72)発明者 木村 浩二
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地34 東芝インフラシステムズ株式会社内

審査官 佐藤 正浩

(56)参考文献 特開平11-051448(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F24F 11/46
F24F 11/89