(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年4月28日(28.04.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/085100 A1

(51) 国際特許分類:
F24F 11/63 (2018.01) *F24F 11/64* (2018.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/039495

(22) 国際出願日： 2020年10月21日(21.10.2020)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人:三菱電機株式会社(**MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 Tokyo (JP).

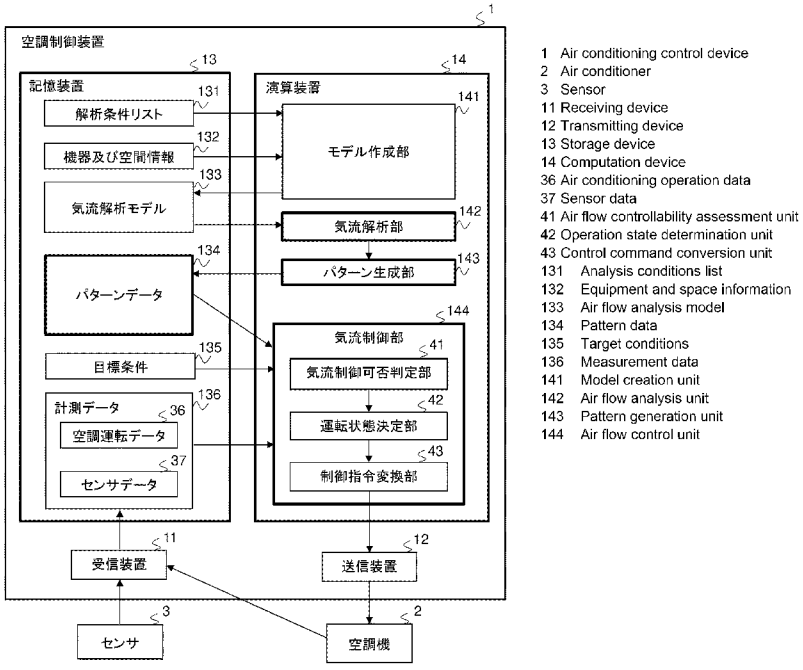
(72) 発明者: 澤田 昌江 (**SAWADA, Masae**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 宇高 遼馬(**UDAKA, Ryoma**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 元谷 美緒(**MOTODANI, Mio**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人きさ特許商標事務所 (**KISA PATENT & TRADEMARK FIRM**); 〒1050001 東京都港区虎ノ門二丁目１０番１号 虎ノ門ツインビルディング東棟８階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,

(54) **Title:** AIR CONDITIONING CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称： 空調制御装置



1 Air conditioning control device
2 Air conditioner
3 Sensor
11 Receiving device
12 Transmitting device
13 Storage device
14 Computation device
36 Air conditioning operation data
37 Sensor data
41 Air flow controllability assessment unit
42 Operation state determination unit
43 Control command conversion unit
131 Analysis conditions list
132 Equipment and space information
133 Air flow analysis model
134 Pattern data
135 Target conditions
136 Measurement data
141 Model creation unit
142 Air flow analysis unit
143 Pattern generation unit
144 Air flow control unit

(57) **Abstract:** This air conditioning control device is provided with: a storage device that stores a plurality of analysis conditions to which priorities have been respectively assigned, and results of air flow analysis under each of the analysis conditions; and a computation device that controls an air conditioner. The computation device is provided with: an air flow analysis unit that performs air flow analysis under the plurality of analysis conditions in descending order of priority of the analysis conditions; an air flow controllability assessment unit that, on the basis of the state of generation of analysis results

WO 2022/085100 A1

[続葉有]

EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

by the air flow analysis unit, assesses whether air flow control of the air conditioner can be initiated; and an operation state determination unit that, if the air flow controllability assessment unit has assessed that air flow control can be initiated, determines the operation state of the air conditioner on the basis of the analysis results from the air flow analysis unit.

(57) 要約:空調制御装置は、それぞれに優先度が付された複数の解析条件及び解析条件毎の気流解析の結果を記憶する記憶装置と、空調機を制御する演算装置と、を有し、演算装置は、複数の解析条件のうち優先度の高い解析条件から順に気流解析を行う気流解析部と、気流解析部による解析結果の生成状態に基づいて空調機に対して気流制御を開始できるか否かを判定する気流制御可否判定部と、気流制御を開始できると気流制御可否判定部によって判定されると、気流解析部による解析結果に基づいて空調機の運転状態を決定する運転状態決定部と、を有するものである。

明　細　書

発明の名称 ： 空調制御装置

技術分野

[0001]　本開示は、空調機を制御する空調制御装置に関する。

背景技術

[0002]　室内環境の分布を考慮して空調機を制御するために、流体解析の手段を用いて空調機を制御する空調制御装置が提案されている（例えば、特許文献１参照）。

[0003]　特許文献１の空調制御装置は、室温分布推定部、候補制御量算出部、制御可能量抽出部及び空調制御部を有し、室内機に複数の吹出口が設けられた空調機を制御する。室温分布推定部は、モデル化した建物を格子状に複数に区切り、各格子に空気の圧力、温度及び風量など計算に必要な初期条件を与え、各格子の温度を解析する処理を複数の吹出口の風量の組み合わせ全てに対して行う。候補制御量算出部は、室温分布推定部によるシミュレーション結果、熱負荷情報、目標温度及び対象箇所に基づいて、各吹出口の風量の組合せとなる候補制御量を抽出する。制御可能量抽出部は、各吹出口に設けられた開閉弁の制御量の組合せによる風量値が記録された相互作用テーブルと、候補制御量とに基づいて、各吹出口の開閉弁の制御量を示す制御可能量を求める。空調制御部は、制御可能量に基づいて空調制御を行う。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１６－６１４４７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]　しかしながら、特許文献１に開示された空調制御装置は、吹出口に関する風量などの条件が多い場合、条件の組合せが膨大となり、気流制御を開始する前の気流解析に長時間かかってしまう。そのため、空調機が起動してから

気流制御が開始されるまで時間がかかるという問題がある。

[0006] 本開示は、上記のような課題を解決するためになされたもので、空調機の起動後に早期に気流制御を開始できる空調制御装置を提供するものである。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示に係る空調制御装置は、それぞれに優先度が付された複数の解析条件及び前記解析条件毎の気流解析の結果を記憶する記憶装置と、空調機を制御する演算装置と、を有し、前記演算装置は、前記複数の解析条件のうち前記優先度の高い解析条件から順に前記気流解析を行う気流解析部と、前記気流解析部による解析結果の生成状態に基づいて前記空調機に対して気流制御を開始できるか否かを判定する気流制御可否判定部と、前記気流制御を開始できると前記気流制御可否判定部によって判定されると、前記気流解析部による解析結果に基づいて前記空調機の運転状態を決定する運転状態決定部と、を有するものである。

発明の効果

[0008] 本開示によれば、複数の解析条件のそれぞれに優先度が付され、高い優先度が付された解析条件から順に気流解析を行うことで、優先度の高い解析条件の気流解析が完了した早期の段階に気流制御を開始でき、快適な環境をユーザに早期に提供できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態１に係る空調制御装置を含む空調システムの一例を示す構成図である。

[図2]図１に示した空調機の一構成例を示す冷媒回路図である。

[図3]実施の形態１に係る空調制御装置の一構成例を示すブロック図である。

[図4]図３に示す解析条件リストの一例を表すイメージ図である。

[図5]図４に示す解析条件のうち、空調機の運転状態に関する吹出条件の一例を表すイメージ図である。

[図6]図４に示す解析条件のうち、負荷条件の一例を表すイメージ図である。

[図7]優先度を数値範囲によって管理する場合のイメージ図である。

[図8]図３に示すパターンデータの一例を表すイメージ図である。

[図9]図３に示した演算装置の一構成例を示すハードウェア構成図である。

[図10]図３に示した演算装置の別の構成例を示すハードウェア構成図である。

[図11]実施の形態１に係る空調制御装置の動作手順の一例を示すフロー図である。

[図12]図１１に示したステップＳＴ１１における動作手順の一例を示すフロー図である。

[図13]図１１に示したステップＳＴ１５における動作手順の一例を示すフロー図である。

発明を実施するための形態

[0010] 実施の形態１.

本開示の空調制御装置の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。図１は、実施の形態１に係る空調制御装置を含む空調システムの一例を示す構成図である。空調システムは、空調対象空間の空気を調和する空調機２と、空調機２を制御する空調制御装置１と、少なくとも空調対象空間の環境を計測するセンサ３とを有する。空調制御装置１は、ネットワーク４を介して、空調機２及びセンサ３と接続される。

[0011] 図２は、図１に示した空調機の一構成例を示す冷媒回路図である。図１に示すように、空調機２は、室外機２１と、室内機２２と、コントローラ２３とを有する。室内機２２は、空調対象空間である室内に設置されている。図２に示すように、室外機２１は冷媒配管５６を介して室内機２２と接続されている。

[0012] 室外機２１は、圧縮機５１と、四方弁５２と、熱源側熱交換器５３と、絞り装置５４と、室外ファン５７とを有する。室内機２２は、負荷側熱交換器５５と、室内ファン５８と、風向調節部５９とを有する。圧縮機５１、熱源側熱交換器５３、絞り装置５４及び負荷側熱交換器５５が冷媒配管５６で接続され、冷媒が循環する冷媒回路５０が構成される。本実施の形態１におい

ては、室外機２１と室内機２２との間を循環する熱媒体が冷媒の場合で説明するが、水と冷媒とが熱交換する熱媒体熱交換器（図示せず）を室外機２１に設け、室外機２１と室内機２２との間を水が循環する構成であってもよい。

[0013] 風向調節部５９は、室内機２２の空気の吹出口に設けられている。風向調節部５９は、左右フラップ６１及び上下フラップ６２を有する。左右フラップ６１は、室内機２２の吹出口の正面方向を基準として、時計回り又は反時計回りに角度を変化させることで、室内機２２から送出される気流の方向を床面に対して平行に変化させる。左右フラップ６１の角度に対応して変化する気流の方向が左右風向である。以下では、左右風向の角度について、室内機２２の吹出口の正面方向を基準として、時計回りの角度をプラスの値で表し、反時計回りの角度をマイナスの値で表す。

[0014] 上下フラップ６２は、室内機２２の吹出口において、重力方向を基準として重力方向から水平方向への角度を変化させることで、室内機２２から送出される気流の方向を変化させる。この場合、重力方向を０°とすると、水平方向は９０°である。上下フラップ６２の角度に対応して変化する気流の方向が上下風向である。上下風向を示す角度の表示方法は、重力方向を０°とし、水平方向を９０°とする場合に限らず、重力方向を９０°とし、水平方向を０°としてもよい。つまり、水平方向を０°とする場合、俯角が上下風向を示す角度に相当する。

[0015] コントローラ２３は、例えば、マイクロコンピュータである。コントローラ２３は、図に示さない信号線を介して、圧縮機５１、四方弁５２、室外ファン５７、絞り装置５４、室内ファン５８及び風向調節部５９と接続される。コントローラ２３は、ユーザ又は管理者が室内機２２のオン及びオフを切り換えたり、設定温度及び風量等を手動で設定変更したりするための装置である。コントローラ２３は、リモートコントローラであってもよい。

[0016] コントローラ２３は、冷媒回路５０を循環する冷媒の冷凍サイクルを制御する。コントローラ２３は、暖房運転および冷房運転の運転モードに対応し

て、冷媒回路５０における冷媒の流通方向が切り替わるように四方弁５２を制御する。また、コントローラ２３は、センサ３によって計測される室内の温度および湿度がそれぞれの設定値と予め決められた範囲で一致するように、圧縮機５１の運転周波数、絞り装置５４の開度及び室外ファン５７の回転数を制御する。室内の温度および湿度の設定値はユーザによって設定される。コントローラ２３は、一定時間間隔で、空調機２の運転状態を示す空調運転データを、ネットワーク４を介して空調制御装置１に送信する。一定時間間隔は、例えば、５分である。

[0017] また、コントローラ２３は、空調制御装置１から制御指令を受信すると、制御指令にしたがって、室内ファン５８の回転数と、風向調節部５９の左右フラップ６１の角度及び上下フラップ６２の角度とを制御する。室内ファン５８の回転数に対応して風量及び風速が調整される。左右フラップ６１の角度に対応して左右風向が調整され、上下フラップ６２の角度に対応して上下風向が調整される。

[0018] 運転モードが暖房運転の場合、熱源側熱交換器５３において冷媒が吸熱し、負荷側熱交換器５５において冷媒が室内の空気と熱交換して放熱することで、室内の空気が暖められる。一方、運転モードが冷房運転の場合、熱源側熱交換器５３において冷媒が放熱し、負荷側熱交換器５５において冷媒が室内の空気と熱交換することで、室内の空気が冷却される。

[0019] 次に、図１に示す空調機２の適用事例について説明する。住宅向けの空調システムでは、１室に１台の室内機２２が設置されることが多い。例えば、ルームエアコンは空調機２の代表例である。空調機２は、室外機１台に対して室内機２２が複数台接続されるルームエアコンであってもよい。

[0020] また、空調機２は、オフィスビル等で用いられるビル用マルチエアコンであってもよい。さらに、空調システムは、大規模ビルの全館空調に用いられるセントラル空調システムであってもよい。空調システムは、サーバ室及び倉庫などに設置され、対物空調を行う空調システムであってもよい。これらの構成は空調機２及び空調機２を含む空調システムの一例であり、空調機２

の種類は、上述の構成に限定されるものではない。また、空調対象空間も上述の部屋及び建物などの空間に限定されるものではない。

[0021] 次に、図１に示すセンサ３について説明する。センサ３は、物理量を計測するセンサである。センサ３は、一定時間間隔で、計測値であるセンサデータを、ネットワーク４を介して空調制御装置１に送信する。一定時間間隔は、例えば、５分である。センサ３は、１つであってもよく、複数であってもよい。図１は、センサ３が複数のセンサ３－１～３－ｎ（ｎは２以上の整数）を有する場合を示す。センサ３は、室内及び室外の環境の情報を取得する。センサ３は、温度、湿度、放射温度、熱画像及び気流速度等を計測するセンサである。センサ３が赤外線センサを含む場合、熱画像は赤外線センサによって取得される。

[0022] 図１に示す構成例においては、センサ３が空調機２とは別に設けられる場合を示しているが、センサ３が空調機２に設けられていてもよい。例えば、室内の空気の温度である室温を計測するセンサ３が室内機２２に設けられ、室外の空気の温度である外気温を計測するセンサ３が室外機２１に設けられていてもよい。なお、外気温は、センサ３が空調制御装置１に送信する場合に限らない。天気予報をインターネット等のネットワークを介して提供するサーバ（図示せず）が、外気温の情報を空調制御装置１に送信してもよい。

[0023] ネットワーク４は、空調制御装置１と、空調機２及びセンサ３とを接続する通信用のネットワークである。ネットワーク４における通信手段は、有線でも、無線でもよく、又は有線と無線との組み合わせであってもよい。また、ネットワーク４を介して行われる通信の通信プロトコルは、特に限定されず、一般に公開されている汎用プロトコルでもよい。ネットワーク４の通信範囲は、ＬＡＮ（Ｌｏｃａｌ　Ａｒｅａ　Ｎｅｔｗｏｒｋ）等の狭い範囲であってよく、インターネット等の広い範囲であってもよい。さらに、ネットワーク４が空調機２の製造会社によって運用される専用線である場合、ネットワーク４で使用される通信プロトコルは専用プロトコルであってもよい。

[0024] 図１及び図３を参照して、空調制御装置１の構成を説明する。図３は、実

施の形態１に係る空調制御装置の一構成例を示すブロック図である。空調制御装置１は、空調機２を制御する情報処理装置である。空調制御装置１は、記憶装置１３と、演算装置１４と、受信装置１１と、送信装置１２とを有する。

[0025] 受信装置１１は、空調機２から一定時間間隔で空調運転データを取得し、取得したデータを記憶装置１３に記憶させる。受信装置１１は、センサ３から一定時間間隔でセンサデータを取得し、取得したデータを記憶装置１３に記憶させる。一定時間間隔は、例えば、５分である。本実施の形態１では、受信装置１１が空調機２及びセンサ３のそれぞれからデータを取得する時間間隔が同じ場合で説明するが、空調機２からデータを取得する時間間隔とセンサ３からデータを取得する時間間隔とが異なっていてもよい。送信装置１２は、演算装置１４によって空調機２への制御指令が決定されると、決定された制御指令を空調機２に送信する。

[0026] 記憶装置１３は、解析条件リスト１３１と、機器及び空間情報１３２と、気流解析モデル１３３と、パターンデータ１３４と、目標条件１３５と、空調運転データ３６及びセンサデータ３７を含む計測データ１３６とを記憶する。記憶装置１３は、例えば、ＨＤＤ（Ｈａｒｄ　Ｄｉｓｋ　Ｄｒｉｖｅ）である。記憶装置１３は半導体メモリであってもよい。

[0027] 図３に示す記憶装置１３が記憶する情報について、図４～図６を参照して説明する。図４は、図３に示す解析条件リストの一例を表すイメージ図である。図５は、図４に示す解析条件のうち、空調機の運転状態に関する吹出条件の一例を表すイメージ図である。図６は、図４に示す解析条件のうち、負荷条件の一例を表すイメージ図である。

[0028] 解析条件リスト１３１には、吹出条件と負荷条件との組合せからなる解析条件が複数設定されている。図４に示す例では、解析条件の識別子に対応して、パターン名、運転モード、優先度、負荷条件、吹出条件及びパターン生成状態が記載されている。パターン生成状態は、解析条件によって気流解析が行われ、気流解析の結果に基づいてパターンデータが生成されているか否

かを示す。パターンデータについては後で詳しく説明する。

[0029] 図４に示すように、各解析条件には優先度が付されている。本実施の形態１では、優先度が正の整数で表される。例えば、最も高い優先度に１が割り当てられ、最も低い優先度に１０が割り当てられる。優先度として、各解析条件に対して、重複しない一意の整数が付されてもよく、重複する整数が付されてもよい。例えば、優先度が１の解析条件が複数あってもよく、優先度が１の解析条件が１つであってもよい。

[0030] 各解析条件に付される優先度は、例えば、空調運転データ３６に基づいて設定される。空調機２の過去の運転状態のうち、運転状態の発生頻度が高いほど、その運転状態に対応する解析条件に対して高い優先度が付される。発生頻度は、過去の一定期間（３カ月間）など予め決められた期間に記憶装置１３が記憶する運転状態の実績データを基に算出される。発生頻度の具体例を説明する。説明を簡単にするために、運転状態の発生頻度に大きく影響する条件が吹出条件の場合とし、例えば、次のようにして発生頻度を求める。実績データの中で吹出口における温度、風量及び風向の変数毎に設定値と一致する発生回数をカウントする。そして、これらの発生回数のうち、これら３つの各変数がそれぞれの設定値と一致する発生回数を発生頻度とする。室内機２２が複数の吹出口を有する場合、吹出口毎に発生頻度が算出される。

[0031] 吹出条件には、圧縮機５１の状態、並びに室内機２２の吹出口における吹出風速及び吹出風向などの条件が設定されている。圧縮機５１の状態とは、オン又はオフの状態である。吹出風向は左右風向及び上下風向を含む情報である。吹出条件に、吹出風量及び吹出温度が含まれていてもよい。室内機２２に設けられる吹出口は１つでも複数でもよく、また、複数台の室内機２２が共通の空調対象空間となる部屋に設置されてもよい。室内機２２に複数の吹出口が設けられている場合、吹出条件は、吹出口ごとに設定される吹出条件の組合せで構成される。複数台の室内機２２が部屋に設置されている場合、吹出条件は、各室内機２２の吹出口ごとに設定される吹出条件の組み合わせで構成される。

[0032] 負荷条件は、室内への熱の流入及び室内からの熱の流出に関する条件である。例えば、負荷条件には、境界条件、熱通過条件及び熱発生条件が設定されている。境界条件は、空調機２が設置される部屋における壁面などの境界面から、室内と室外との温度差などによって発生する熱の流入及び流出に関する条件である。熱通過条件は、窓及び扉などの開口部から室内への熱の流入及び流出に関する条件である。熱発生条件は、人体及びＯＡ機器などに起因して室内で発生する発熱量に関する条件である。

[0033] 図６は、負荷条件の一例として、空調対象空間への熱の流入及び流出に関する条件を示すテーブルである。図６に示す負荷条件は、境界条件、熱通過条件及び熱発生条件の一部を示す。負荷条件のテーブルには、壁の表面温度、天井の表面温度及び床の表面温度のそれぞれの値が、負荷条件の識別子に対応して設定されている。図６では、壁の表面温度を壁温度Ｔｗと表し、天井の表面温度を天井温度Ｔｃと表し、床の表面温度を床温度Ｔｆと表している。負荷条件Ｈ１の場合、壁温度Ｔｗ＝１５℃、天井温度Ｔｃ＝２５℃及び床温度Ｔｆ＝１５℃が設定されている。図６において、例えば、Ｔｗ＝１５℃の表記は、壁温度が１５℃と一致している場合に限らず、壁温度が１５℃を中心値として±ΔＴの許容範囲に属する場合であってもよい。ΔＴは、例えば、２℃である。

[0034] 図７は、優先度を数値範囲によって管理する場合のイメージ図である。図７に示す例では、優先度が必須条件と追加条件との２つに分けて設定され、管理されている。必須条件及び追加条件のそれぞれに上限優先度及び下限優先度が設定されている。必須条件には、気流制御を開始できる解析条件の優先度の範囲が設定されている。具体的に説明すると、必須条件は、上限優先度が付された解析条件から下限優先度が付された解析条件まで気流解析が行われると、気流制御を開始できることを表している。追加条件には、気流制御開始後に気流解析が行われる解析条件の優先度の範囲が設定されている。具体的には、追加条件は、気流制御が開始された後、上限優先度が付された解析条件から下限優先度が付された解析条件まで、気流解析及びその解析結

果の蓄積を気流制御と並行して実施できることを表している。

[0035] 図７に示す例では、必須条件として、上限優先度に整数の１が設定され、下限優先度に整数の３が設定されている。この場合、１以上３以下の優先度が付された解析条件を対象とした気流解析が完了すると、気流制御を開始できる。また、追加条件として、上限優先度に整数の４が設定され、下限優先度に整数の１０が設定されている。この場合、４以上１０以下の優先度が付された解析条件については、気流制御が開始された後、気流解析及びその解析結果の蓄積を気流制御と並行して実施できる。図７に示す例は、必須条件の上限優先度が１であり、下限優先度が３の場合を示しているが、下限優先度が上限優先度と同じ１であってもよい。

[0036] 機器及び空間情報１３２は、気流解析モデル１３３を作成するために必要な情報であり、空間情報及び機器情報で構成される。空間情報は、空調機２が設置される空調対象空間に関する情報である。例えば、空間情報は、空調対象空間の部屋に関して、部屋の形状と、窓、扉及び什器等の配置と、壁面の熱特性を表す断熱性能とを含む情報である。機器情報は、空調機２の性能に関する情報である。例えば、機器情報は、空調機２の吹出口の位置と、空調機２の能力及び効率と、設定可能な吹出温度、風量及び風向とを含む情報である。ここに挙げた情報は一例であり、機器及び空間情報１３２は、これらの情報に限らない。

[0037] 気流解析モデル１３３は、例えば、ＣＦＤ（Ｃｏｍｐｕｔａｔｉｏｎａｌ Ｆｌｕｉｄ Ｄｙｎａｍｉｃｓ：数値流体力学）解析手法等に用いるモデルである。気流解析モデル１３３は、機器及び空間情報と、解析条件リストにおける解析条件とに基づいて作成される。

[0038] 図８は、図３に示すパターンデータの一例を表すイメージ図である。パターンデータは、気流解析の結果に基づいて作成され、空調対象空間内の温度及び風速などの環境の分布の傾向を示すデータである。図３に示すパターンデータ１３４は、複数のパターンデータが記録されたテーブルなどの情報を意味する。図８に示すパターンデータの生成方法は、後で説明する。

[0039] 目標条件１３５は、空調対象空間に対して空調機２の運転によって形成される環境の目標に関する設定条件である。目標条件１３５は、例えば、温度及び風速の要素について、空調対象空間が満たすべき許容範囲の上限値及び下限値などである。目標条件１３５は、１つの要素に関する設定条件であってもよく、複数の要素に関する設定条件であってもよい。例えば、複数の要素が組み合わされる吹出条件について、目標条件１３５が設定されてもよい。また、目標条件１３５は、各要素について予め目標値が決められていてもよく、リモートコントローラ（図示せず）を介してユーザによって設定されてもよい。

[0040] ここで、目標条件１３５と高い優先度が付される解析条件との違いを説明する。目標条件１３５は、空調対象空間から導き出せる理想的な環境又はユーザが快適と考える理想的な環境を作るための設定条件である。これに対し、高い優先度が付される解析条件は、空調対象空間の現在の環境に対応して、目標条件１３５の環境を形成するために必要な気流制御を行うために気流解析を優先的に行う解析条件である。

[0041] 空調運転データ３６は、例えば、設定温度等の設定値、風量、左右風向及び上下風向等の運転状態に関する情報と、室温、外気温、冷媒温度及び冷媒流量等の空調制御に用いられる情報である。空調制御に用いられる情報は、空調機２に設けられたセンサ３によって計測される。

[0042] センサデータ３７は、室内に設置された温度センサ等のセンサ３によって計測されるデータである。センサ３が空調機２に設けられている場合、空調運転データ３６がセンサデータ３７を含んでいてもよい。

[0043] 次に、図３に示した演算装置１４の構成を説明する。演算装置１４は、モデル作成部１４１と、解析条件毎に気流解析を行う気流解析部１４２と、解析結果からパターンデータを生成するパターン生成部１４３と、パターンデータ又は解析結果に基づいて空調機２の気流を制御する気流制御部１４４とを有する。

[0044] モデル作成部１４１は、気流解析に用いるモデルを作成する。まず、モデ

ル作成部１４１は、機器及び空間情報に基づいて、部屋形状と、窓及び什器の配置と、空調機２の吹出口の位置とを指定した形状データを作成し、解析対象領域を複数の小空間に分割する処理を行う。さらに、モデル作成部１４１は、解析条件に基づいて、壁面から解析対象領域内への熱の流入及び流出に関する条件と、什器の位置を考慮した人体発熱及びＯＡ機器発熱等による発熱条件と、吸入口の位置における流入温度及び３次元の流入風速の吸入条件と、並びに吹出口における流出風量等の吹出条件とを設定する。

[0045] 気流解析部１４２は、ＣＦＤ解析手法等により気流解析モデルを対象に計算を行い、空調対象空間である室内の温度及び風速の分布を求める。例えば、気流解析部１４２は、空調対象空間を多数の微小領域に分割し、各微小領域の温度及び風速を、気流解析モデルを用いて計算する。

[0046] ＣＦＤ解析に用いる流体の支配方程式は、例えば、以下のようになる。

[0047] [数1]

$$\nabla \cdot u = 0 \quad \cdots (1)$$

[0048] [数2]

$$\rho\left(\frac{\partial u}{\partial t} + (u \cdot \nabla u)\right) = -\nabla p + \nabla \cdot (\mu \nabla u) + (\rho - \rho_0)g \quad \cdots (2)$$

[0049] [数3]

$$C_p\left(\frac{\partial T}{\partial t} + u \cdot \nabla T\right) = \nabla \cdot (k \nabla T) + Q \quad \cdots (3)$$

[0050] ここで、ｕは３次元の速度ベクトル、ｔは時間、ｐは圧力、ρは密度、μは粘性係数、ρ_0は基準密度、ｇは重力加速度、C_pは定圧比熱、Ｔは温度、ｋは熱伝導率、Ｑは内部発熱量である。

[0051] 式（１）は、流体の質量保存を表す連続の式である。式（２）は、運動量保存を表す非圧縮性ナビエ・ストークス方程式である。式（３）は、エネルギー方程式である。気流解析部１４２は、これらの式（１）～（３）を適切な初期値及び境界条件の下で解くことで、分割された各領域の温度及び風速

等を算出する。この場合、空調機２の空調運転データ３６及びセンサデータ３７は、気流解析における初期値及び境界条件値として用いられる。

[0052] 気流解析モデルに含まれる解析条件には優先度が付されており、気流解析部１４２は、この優先度の順番にしたがって気流解析を行う。予め決められた優先度が付された解析条件の気流解析が完了した後、気流制御を開始できる状態になる。その後、一定時間間隔（例えば、５分間隔）で気流制御が気流制御部１４４によって実行されるが、その間、気流解析部１４２は、気流解析を行っていない解析条件に対して、計算を一時中断してもよく、並列処理により計算を継続してもよい。

[0053] 例えば、空調機２の過去の運転状態のうち、発生頻度の高い運転状態に対応する解析条件に対して高い優先度が付されている場合、運転実績の高い運転状態に対して、気流制御部１４４は、早期の段階に気流解析を用いた気流制御を開始できる。この場合、過去に運転実績のある運転状態のうち、最も効率のよい運転を空調機２に早期に開始させることができる。一方、運転実績が低い運転状態に対しては、気流制御が開始された後も気流解析部１４２が継続して気流解析を行うことで、運転実績の低い運転状態に対応する解析条件による解析結果が蓄積される。その後、気流制御部１４４は、運転実績の低い運転状態も気流制御の選択肢に含めることができるようになる。

[0054] パターン生成部１４３は、気流解析結果に統計処理を行うことで、空調対象空間の環境の分布の傾向を気流解析結果よりも少ない変数で表現するパターンデータを生成する。記憶装置１３は、生成されるパターンデータを記憶することで、気流解析結果の状態で記憶する場合よりも、記憶するデータ容量を削減できる。図８は、パターンデータの例を示す図である。変数の一例として温度の場合で説明すると、パターン生成部１４３は、次のようにしてパターンデータを生成する。

[0055] はじめに、パターン生成部１４３は、空調対象空間となる部屋を複数の小領域に区分けし、各小領域の温度の計測値のうち、居住者が存在する可能性のある領域の温度の計測値を抽出する。居住者が存在する可能性のある領域

は、例えば、床面から床上１．１ｍの高さまでの領域である。次に、パターン生成部１４３は、予め設定された温度の上限値及び下限値と、温度範囲の分割数とを基に、複数の温度範囲を設定する。そして、パターン生成部１４３は、各温度範囲に含まれる小領域を床面に平行な面に投影し、投影した面の面積の割合の合計が１００％になるように、温度分布を示すパターンデータを生成する。

[0056] 図８を例に説明すると、温度の範囲が、下限が２０℃、上限が３０℃、温度の区分け単位が１℃の場合、２０℃以上２１℃未満の第１区分、２１℃以上２２℃未満の第２区分、・・・、及び２９℃以上３０℃未満の第１０区分からなる１０区分に設定される。パターンデータは、温度範囲が１０区分に分割される場合、居住者が存在する可能性のある領域のうち、各温度範囲に属する小領域がどの程度の割合を占めているか発生率（％）を表す。

[0057] 図８を参照して、パターンによってパターンデータが異なることを説明する。パターン名がｐａｔｔｅｒｎ００１のパターンデータは、第５区分の発生率が４４．４３％であり、第７区分の発生率が９．７％である。これに対して、パターン名がｐａｔｔｅｒｎ００２のパターンデータは、第５区分の発生率が５．２６％であり、第７区分の発生率が４０．１６％である。パターン名がｐａｔｔｅｒｎ００２のパターンの方が、パターン名がｐａｔｔｅｒｎ００１のパターンよりも室温が高いことがわかる。

[0058] 図８を参照して説明したパターンデータの生成方法は、一例であり、その他の方法であってもよい。また、変数は温度の場合に限らず、変数が風速、湿度及び快適性指標等の他の要素に対しても、パターン生成部１４３は、変数が温度の場合と同様にパターンデータを生成できる。変数の数は１つに限らず、複数であってもよい。パターンデータは、解析結果における室内の温度、湿度、風速及び快適性指標のうち、いずれか１つ以上に基づく度数分布で表現される。気流解析による結果をパターンデータに置き換えることで、解析結果のデータサイズを圧縮し、記憶装置１３の記憶容量を削減することができる。

[0059] 気流制御部１４４は、気流制御可否判定部４１と、運転状態決定部４２と、制御指令変換部４３とを有する。気流制御可否判定部４１は、パターン生成部１４３によるパターンデータの生成状態に基づいて、気流制御を開始できるか否かを判定する。パターンデータは、優先度が付された解析条件に対応して生成される。気流制御可否判定部４１は、優先度が高く設定された解析条件に対応するパターンデータの生成が全て完了している場合、気流制御を開始できると判定する。

[0060] 運転状態決定部４２は、気流制御可否判定部４１が気流制御を開始できると判定した場合、計測データ１３６に基づいて、生成された複数のパターンデータの中から目標条件に最も近い環境を実現するパターンを選択し、運転状態を決定する。

[0061] 制御指令変換部４３は、運転状態決定部４２によって決定された運転状態を空調機２に対して実際に指令を与える制御指令に変換する。そして、制御指令変換部４３は、制御指令を空調機２に送信する。

[0062] なお、本実施の形態１においては、気流制御可否判定部４１が気流制御を開始できるか否かを判定する際、パターンデータの生成状態に基づいて判定する場合で説明するが、気流解析部１４２による解析結果の生成状態に基づいて判定してもよい。

[0063] また、優先度の設定方法として、一定期間における運転状態の発生頻度を用いる方法を説明したが、この方法に限らない。複数の運転状態のうち、ユーザによって優先度の高い運転状態が選択されてもよい。また、空調機２の運転可能な範囲に対して等間隔に優先度の高い運転状態を予め設定するなど、ランダムに優先度の高い運転状態を設定してもよい。

[0064] さらに、優先度の別の設定方法の一例を説明する。例えば、予め空調機２の運転状態の選択可能な範囲を複数の範囲に区分けし、区分けされた各範囲において、代表的な１つの運転状態に高い優先度を付し、その他の運転状態に代表的な運転状態の優先度よりも相対的に低い優先度を付すことが考えられる。この場合、早期に代表的な条件の中から最適な運転状態が決定でき、

次第にその他の条件にも選択可能な運転状態の範囲を拡大していくことができる。

[0065] 運転状態の選択可能な範囲の一例を説明する。ここでは、運転状態が室内機２２の吹出口の上下風向の場合で説明する。重力方向を角度０°とし、水平方向を角度９０°とし、上下風向の選択可能な範囲を角度０°～９０°の範囲とし、１°単位で上下風向を設定できるものとする。この場合において、運転状態の選択可能な範囲を３区分に分割する。３区分は、０°以上３０°未満の第１区分と、３０°以上６０°未満の第２区分と、６０°以上９０°以下の第３区分である。第１区分において、代表値として角度１５°に高い優先度が割り当てられ、その他の角度には代表値の優先度よりも相対的に低い優先度が割り当てられる。第２区分において、代表値として４５°に高い優先度が割り当てられ、その他の角度に代表値の優先度よりも相対的に低い優先度が割り当てられる。第３区分において、代表値として７５°に高い優先度が割り当てられ、その他の角度に代表値の優先度よりも相対的に低い優先度が割り当てられる。

[0066] この例の場合、気流解析部１４２は、上下風向の角度が１５°、４５°および７５°の解析条件について優先的に気流解析を実行する。その後、気流解析部１４２は、上下風向の角度が１５°、４５°および７５°以外の角度の解析条件について気流解析を実行する。区分けされた各範囲の中で代表的な運転状態に対して気流解析が完了した段階で気流制御を開始でき、代表的な運転状態の中から最も効率のよい運転を行うことができる。

[0067] ここで、図３に示した空調制御装置１の演算装置１４のハードウェアの一例を説明する。図９は、図３に示した演算装置の一構成例を示すハードウェア構成図である。演算装置１４の各種機能がハードウェアで実行される場合、図３に示した演算装置１４は、図９に示すように、処理回路８０で構成される。図３に示した、モデル作成部１４１、気流解析部１４２、パターン生成部１４３及び気流制御部１４４の各機能は、処理回路８０により実現される。

[0068] 各機能がハードウェアで実行される場合、処理回路８０は、例えば、単一回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ＡＳＩＣ（Ａｐｐｌｉｃａｔｉｏｎ Ｓｐｅｃｉｆｉｃ Ｉｎｔｅｇｒａｔｅｄ Ｃｉｒｃｕｉｔ）、ＦＰＧＡ（Ｆｉｅｌｄ－Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｇａｔｅ Ａｒｒａｙ）、または、これらを組み合わせたものに該当する。モデル作成部１４１、気流解析部１４２、パターン生成部１４３及び気流制御部１４４の各部の機能のそれぞれを処理回路８０で実現してもよい。また、モデル作成部１４１、気流解析部１４２、パターン生成部１４３及び気流制御部１４４の各部の機能を１つの処理回路８０で実現してもよい。

[0069] また、図３に示した演算装置１４の別のハードウェアの一例を説明する。図１０は、図３に示した演算装置の別の構成例を示すハードウェア構成図である。演算装置１４の各種機能がソフトウェアで実行される場合、図３に示した演算装置１４は、図１０に示すように、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）等のプロセッサ８１及びメモリ８２で構成される。モデル作成部１４１、気流解析部１４２、パターン生成部１４３及び気流制御部１４４の各機能は、プロセッサ８１及びメモリ８２により実現される。図１０は、プロセッサ８１及びメモリ８２が互いにバス８３を介して通信可能に接続されることを示している。

[0070] 各機能がソフトウェアで実行される場合、モデル作成部１４１、気流解析部１４２、パターン生成部１４３及び気流制御部１４４の機能は、ソフトウェア、ファームウェア、またはソフトウェアとファームウェアとの組み合わせにより実現される。ソフトウェア及びファームウェアは、プログラムとして記述され、メモリ８２に格納される。プロセッサ８１は、メモリ８２に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、各部の機能を実現する。

[0071] メモリ８２として、例えば、ＲＯＭ（Ｒｅａｄ Ｏｎｌｙ Ｍｅｍｏｒｙ）、フラッシュメモリ、ＥＰＲＯＭ（Ｅｒａｓａｂｌｅ ａｎｄ Ｐｒｏｇ

ｒａｍｍａｂｌｅ　ＲＯＭ）及びＥＥＰＲＯＭ（Ｅｌｅｃｔｒｉｃａｌｌｙ　Ｅｒａｓａｂｌｅ　ａｎｄ　Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ　ＲＯＭ）等の不揮発性の半導体メモリが用いられる。また、メモリ８２として、ＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ）の揮発性の半導体メモリが用いられてもよい。さらに、メモリ８２として、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、ＣＤ（Ｃｏｍｐａｃｔ　Ｄｉｓｃ）、ＭＤ（Ｍｉｎｉ　Ｄｉｓｃ）及びＤＶＤ（Ｄｉｇｉｔａｌ　Ｖｅｒｓａｔｉｌｅ　Ｄｉｓｃ）等の着脱可能な記録媒体が用いられてもよい。

[0072] 次に、本実施の形態１の空調制御装置１の動作を説明する。図１１は、実施の形態１に係る空調制御装置の動作手順の一例を示すフロー図である。図１１に示すフロー開始のトリガーは、例えば、運転を開始したことを示す運転開始通知信号を空調機２から空調制御装置１が受信することである。この場合、空調機２のコントローラ２３は、運転を開始したとき、運転開始通知信号を空調制御装置１に送信する。

[0073] ステップＳＴ１１において、気流制御可否判定部４１は、気流制御を開始できるか否か判定する。例えば、気流制御可否判定部４１は、予め決められた優先度よりも高い優先度が付された解析条件による気流解析の結果を基にパターン生成部１４３によってパターンデータの生成が完了しているか否かを判定する。ステップＳＴ１１の判定の結果、優先度の高い解析条件に対応するパターンデータの生成が完了している場合、気流制御可否判定部４１は、気流制御を開始できると判定し、ステップＳＴ１２に進む。一方、ステップＳＴ１１の判定の結果、優先度の高い解析条件に対応するパターンデータの生成が完了していない場合、気流制御可否判定部４１は、ステップＳＴ１１に戻る。

[0074] ステップＳＴ１２において、気流制御部１４４は、気流制御実行周期のタイミングか否かを判定する。気流制御部１４４は、気流制御実行周期のタイミングであると判定した場合、ステップＳＴ１３に進む。気流制御部１４４は、気流制御実行周期のタイミングでないと判定した場合、ステップＳＴ１

２に戻る。気流制御実行周期は、例えば、５分間隔などの一定の周期である。

[0075] 気流制御部１４４が気流制御を実行するためにステップＳＴ１３の処理に移行すると、気流解析部１４２は、残りの解析条件についても優先度の高い解析条件から順に気流解析を継続する。気流制御と並行して気流解析が行われることで、優先度が比較的低く設定された解析条件の気流解析の結果も時間の経過とともに記憶装置１３に蓄積される。優先度の低い解析条件による気流解析の結果も早い段階で利用することができ、より精度の高い気流制御を行うことができる。

[0076] ステップＳＴ１３において、気流制御部１４４は、空調運転データ３６及びセンサデータ３７を記憶装置１３から取得する。ここで取得されるデータは、現在の時刻に最も近い時刻に空調機２及びセンサ３から取得されたデータである現在データに限らない。記憶装置１３から取得されるデータは、過去に記憶装置１３に記憶された空調運転データ３６及びセンサデータ３７からなる過去データであってもよい。

[0077] ステップＳＴ１４において、気流制御部１４４は、パターン生成部１４３による生成済みのパターンデータから、予め設定された目標値に最も近い状態を実現するパターンを選択する。ステップＳＴ１５において、運転状態決定部４２は、ステップＳＴ１４で選択されたパターンに対応する空調機２の吹出条件を参照し、空調機２の運転状態を決定する。ステップＳＴ１６において、制御指令変換部４３は、ステップＳＴ１５で決定された運転状態を、実際に空調機２に対して指令を与える制御指令に変換し、制御指令を空調機２に送信する。

[0078] ステップＳＴ１７において、気流制御部１４４は、終了条件が満たされているか否かを判定する。終了条件が満たされている場合、気流制御部１４４は処理を終了する。一方、ステップＳＴ１７の判定の結果、終了条件が満たされていない場合、気流制御部１４４は、ステップＳＴ１２に戻る。終了条件は、例えば、空調機２の停止である。この場合、空調機２のコントローラ

２３は、ユーザ又は管理者によって空調機２の運転停止の指示が入力されると、空調機２の運転を停止するとともに、空調機２の運転を停止したことを示す停止通知信号を空調制御装置１に送信する。終了条件は、空調機２の停止の場合に限らず、空調機２の運転開始から予め設定された時間に到達したことを条件としてもよい。予め設定される時間は、空調機２の運転が安定状態になる時間である。

[0079] 次に、図１１に示したステップＳＴ１１における気流解析部１４２、パターン生成部１４３及び気流制御部１４４による動作を、図１２を参照して説明する。図１２は、図１１に示したステップＳＴ１１における動作手順の一例を示すフロー図である。ここでは、解析条件に付される優先度を整数ｋとする。また、複数にランク付けされる優先度ｋのうち、最も高い優先度を１とする。ｋ＝１は図７に示す必須条件の上限優先度に相当する。複数にランク付けされる優先度ｋのうち、図７に示す必須条件の下限優先度をｋＬとする。

[0080] 気流解析部１４２は、読み出し対象の解析条件の優先度ｋに最も高い優先度である１が設定されると（ステップＳＴ３１）、優先度ｋ＝１が付された解析条件を記憶装置１３から読み出して気流解析を実行する（ステップＳＴ３２）。続いて、パターン生成部１４３は、解析結果からパターンデータを生成する（ステップＳＴ３３）。さらに、パターン生成部１４３は、生成したパターンデータを記憶装置１３に保存する（ステップＳＴ３４）。気流制御可否判定部４１は、優先度ｋが下限優先度ｋＬと一致するか否かを判定する（ステップＳＴ３５）。ステップＳＴ３５の判定の結果、優先度ｋが下限優先度ｋＬと一致しない場合、気流制御可否判定部４１は、現在の優先度ｋに１を加算した値を新たな優先度ｋに設定し（ステップＳＴ３６）、ステップＳＴ３２に戻る。

[0081] 一方、ステップＳＴ３５の判定の結果、優先度ｋが下限優先度ｋＬと一致する場合、気流制御可否判定部４１は、気流制御を実行できると判定する（ステップＳＴ３７）。なお、同じ優先度ｋが付された解析条件が２以上ある

場合、気流制御部１４４は、２以上の解析条件毎にステップＳＴ３２～ＳＴ３４を実行した後、ステップＳＴ３５に進む。

[0082] このようにして、優先度の高い気流解析を優先的に実行することで、主要な吹出条件を含む解析条件の気流解析が完了する早期の段階に空調制御を開始できる。

[0083] 次に、図１１に示したステップＳＴ１５における運転状態決定部４２の動作を説明する。図１３は、図１１に示したステップＳＴ１５における動作手順の一例を示すフロー図である。図１３を参照して、運転状態決定部４２によるパターン選択処理を説明する。

[0084] ここでは、説明の便宜上、次のような構成及び条件の場合で説明する。空調機２は１台の室内機２２を有し、室内機２２に設けられた吹出口の数は１つである。計測データ１３６のうち、空調運転データ３６は、空調機２のオン又はオフの状態、冷房運転又は暖房運転を示す運転モード、設定温度、吹出風速、上下風向及び左右風向のデータを含む。センサ３は赤外線センサであり、センサデータ３７は、赤外線センサの熱画像から取得される壁表面温度、天井表面温度及び床表面温度のデータを含む。

[0085] また、解析条件のうち、負荷条件は壁表面温度、天井表面温度及び床表面温度であり、吹出条件は、室内機２２に設けられた１つの吹出口における、吹出温度、並びに気流の上下風向及び左右風向である。気流解析で計算される対象は温度及び風速である。目標条件として、空調対象空間の部屋において、予め決められた高さの平面における風速及び温度のそれぞれに対して上限値及び下限値が設定されている。

[0086] ステップＳＴ２１において、運転状態決定部４２は、次のようにして、現在の運転状態に近似したパターンである現在状態パターンを選択する。運転状態決定部４２は、空調機２のオン又はオフの状態、運転モード、吹出風速、上下風向、左右風向を空調運転データ３６から取得し、取得した空調機２の運転状態と一致する吹出条件を、解析条件における吹出条件から選択する。次に、運転状態決定部４２は、センサデータ３７から、壁表面温度、天井

表面温度及び床表面温度を取得し、取得した天井表面温度から床表面温度を減算することで、天井表面温度と床表面温度との温度差である上下温度差を求める。さらに、運転状態決定部４２は、解析条件における負荷条件についても、天井温度から床温度を減算して上下温度差を求め、この上下温度差と、壁温度をそれぞれセンサデータ３７から取得した値と比較して、最も近い負荷条件を決定する。ここで、決定された吹出条件及び負荷条件を含む解析条件に対応するパターンデータが一意に決まる。運転状態決定部４２は、一意に決まったパターンデータを現在の室内環境推定値となる現在状態パターンとする。

[0087] ステップＳＴ２２において、運転状態決定部４２は、次のようにして、現在状態パターンから吹出風速、上下風向及び左右風向を変更した場合の室内環境の推定値として候補となるパターンである候補パターンを抽出する。運転状態決定部４２は、空調運転データ３６を参照して、空調機２のオン又はオフの状態と運転モードとが一致し、吹出風速、上下風向及び左右風向が異なる複数の吹出条件を選択する。続いて、運転状態決定部４２は、選択した複数の吹出条件のうち、いずれかの吹出条件と同一の吹出条件と、ステップＳＴ２１で決定した負荷条件と同一の負荷条件とを含む複数の解析条件を、解析条件リストの中から抽出する。運転状態決定部４２は、抽出された解析条件に対応するパターンを候補パターンとする。候補パターンは、１つの場合があるが、複数の場合もある。

[0088] ステップＳＴ２３において、運転状態決定部４２は、ステップＳＴ２１で決定した現在状態パターン及びステップＳＴ２２で決定した候補パターンのそれぞれについて、評価値を計算する。ここで、評価値の一例を説明する。パターンデータにおける温度及び風速のそれぞれの変数について予め設定された温度範囲に含まれる領域の割合を算出し、各変数の割合に対して重み係数を乗じて合計した値を評価値とする。

[0089] 重み係数は予め複数設定されている。この場合、運転状態決定部４２は、空調機２の運転状態が過渡状態にあるか、安定状態に到達しているかを判定

し、運転状態に対応して使用する重み係数を変更してもよい。過渡状態とは、空調機２の起動直後等の非定常過程にある状態である。空調機２の運転状態は、例えば、起動開始からの経過時間が予め決められた閾値時間以上であるか否かによって判定される。運転状態決定部４２は、空調機２の起動開始からの経過時間が閾値時間未満である場合、空調機２の運転状態は過渡状態と判定し、空調機２の起動開始からの経過時間が閾値時間以上である場合、空調機２の運転状態は安定状態と判定する。運転状態に対応して重み係数を変更することで、空調機２の起動直後は目標値への到達速度が優先され、空調機２の安定後は快適性が優先され、空調機２の状況に応じた気流制御を行うことができる。

[0090] 空調機２の運転状態の判定は、上述の判定方法に限らない。運転状態決定部４２は、空調機２から吸込み温度及び設定温度の情報を取得し、吸込み温度と設定温度との温度差と予め決められた閾値温度とを比較して、空調機２の運転状態を判定してもよい。運転状態決定部４２は、吸込み温度と設定温度との温度差が閾値温度以上である場合、空調機２の運転状態は過渡状態と判定し、吸込み温度と設定温度との温度差が閾値温度未満である場合、空調機２の運転状態は安定状態と判定する。

[0091] また、上述の評価値の計算方法は一例であり、その他の計算方法によって計算してもよい。また、評価対象は、温度に限らず、風速であってもよく、温度及び風速以外の要素であってもよい。評価対象を、例えば、気流解析結果から室内の複数の位置における上下温度差等のパターンとして、パターンの計算値を記憶装置１３に記憶させ、この計算値を評価値としてもよい。

[0092] また、気流解析の解析結果又はパターンデータは、実際の条件と完全に一致する場合があるが、誤差が含まれることもある。そのため、運転状態決定部４２は、空調運転データ及びセンサデータの一方又は両方の計測値を用いて、解析結果又はパターンデータを補正し、補正した解析結果又はパターンデータを使用してもよい。例えば、空調機２の吸込口に吸い込まれる空気の温度である吸込み温度を計測するセンサ３が設けられ、運転状態決定部４２

は、吸込み口に設けられたセンサ３から計測値の情報を取得する。そして、運転状態決定部４２は、解析結果又はパターンデータから吸込み温度に相当する温度の情報を取得し、解析結果又はパターンデータから取得した温度と計測値との差分値を用いて、解析結果又はパターンデータを補正する。解析結果又はパターンデータを補正することで、この補正が実際の室内に実行される気流制御に反映され、室内の温度が補正される。これにより、解析条件と実際の条件との違いに起因する誤差が修正され、精度の高い気流制御を行うことができる。

[0093] ステップＳＴ２４において、運転状態決定部４２は、次のようにして、空調機２の運転状態を決定する。運転状態決定部４２は、ステップＳＴ２３で算出した複数の候補パターンの評価値のいずれもが現在状態パターンの評価値を下回る場合、運転状態の変更を行わない。運転状態決定部４２は、現在状態パターンの評価値よりも評価値が高い候補パターンがある場合、候補パターンに対応する吹出条件に対応する空調機２の運転状態を空調機２の運転状態の目標値に決定する。現在状態パターンの評価値よりも評価値が高い候補パターンが複数ある場合、運転状態決定部４２は、評価値が最も高い候補パターンを選択し、選択した候補パターンに対応する吹出条件に対応する空調機２の運転状態を空調機２の運転状態の目標値に決定する。

[0094] このようにして、空調制御装置１は、機器及び空間情報と解析条件リストとを基に作成した気流解析モデルを対象に気流解析を行った結果をパターンデータとして蓄積する。そして、空調制御装置１は、気流制御を行う際、計測データに基づいてパターンデータの中から目標条件を満たすパターンを選択して気流制御を実行する。

[0095] 解析条件リストにおける各解析条件に優先度が付されており、空調制御装置１は、優先度の高い順に気流解析を行うことで、優先度の高い条件の気流解析が完了した早期の段階に気流制御を開始できる。また、空調制御装置１は、気流制御の開始後、優先度の低い解析条件の気流解析を継続することで、次第に種々のパターンデータが蓄積され、気流制御の精度を向上させるこ

とができる。

[0096] なお、本実施の形態１において、モデル作成部１４１は、記憶装置１３に蓄積される計測データ１３６を用いて機械学習を行って、気流解析モデル１３３が空調対象空間に適合するように、気流解析モデル１３３を更新してもよい。これにより、気流解析の精度がさらに向上する。

[0097] 本実施の形態１の空調制御装置１は、それぞれに優先度が付された複数の解析条件及び解析条件毎の気流解析の結果を記憶する記憶装置１３と、空調機２を制御する演算装置１４と、を有する。演算装置１４は、気流解析部１４２、気流制御可否判定部４１及び運転状態決定部４２を有する。気流解析部１４２は、複数の解析条件のうち優先度の高い解析条件から順に気流解析を行う。気流制御可否判定部４１は、気流解析部１４２による解析結果の生成状態に基づいて空調機２に対して気流制御を開始できるか否かを判定する。運転状態決定部４２は、気流制御を開始できると気流制御可否判定部４１によって判定されると、気流解析部１４２による解析結果に基づいて空調機２の運転状態を決定する。

[0098] 本実施の形態１によれば、複数の解析条件のそれぞれに優先度が付され、高い優先度が付された解析条件から順に気流解析を行うことで、優先度の高い解析条件の気流解析が完了した早期の段階に気流制御を開始できる。空調機２の起動開始から早期に適切な気流制御が行われるため、快適な環境をユーザに早期に提供することができる。より早く空調対象空間に適した気流制御が行われるため、圧縮機５１の運転周波数を無駄に変更してしまうことが抑制され、省エネルギー化を図ることができる。

[0099] 従来、解析対象となる解析条件の数が多い場合、気流解析の時間を短縮するために、解析条件の数を減らし、不足する解析条件を補間処理等の手法によって補うことが考えられる。しかし、解析条件の減らし方によっては、使用頻度の高い運転状態に対応する解析条件が削除され、削除された解析条件を補間処理で補うことがある。この場合、気流解析の精度が悪化してしまうおそれがある。

[0100] これに対して、本実施の形態１の空調制御装置１は、複数の解析条件に対して解析条件の数を減らすのではなく、優先度の高い解析条件の気流解析を優先的に実行し、解析結果を基に気流制御を開始する。優先度の高い解析条件の気流解析が行われるため、気流解析の精度が損なわれることが抑制される。

[0101] また、本実施の形態１においては、気流制御の開始後、気流制御と並行して気流解析部１４２が優先度の低い解析条件の気流解析を行うことで、時間の経過と共に多くの解析結果が記憶装置１３に蓄積される。そのため、空調制御装置１は、記憶装置１３に蓄積される多くの解析条件の解析結果を用いて、ユーザに対してきめ細かな気流制御を高い精度で行うことができる。

[0102] さらに、本実施の形態１において、記憶装置１３は、気流解析の結果をそのまま記憶して管理するのではなく、空調対象空間の環境の分布を示すパターンデータを記憶及び管理する。そのため、解析結果のデータサイズが圧縮され、記憶装置１３の記憶容量を削減することができる。解析条件が多い場合でも、必要な記憶容量を抑制できる。その結果、本実施の形態１によれば、計算負荷及び記憶容量を削減するとともに、空調対象空間の温熱環境の分布を考慮した気流制御を早期に開始することができる。

符号の説明

[0103] １　空調制御装置、２　空調機、３、３－１～３－ｎ　センサ、４　ネットワーク、１１　受信装置、１２　送信装置、１３　記憶装置、１４　演算装置、２１　室外機、２２　室内機、２３　コントローラ、３６　空調運転データ、３７　センサデータ、４１　気流制御可否判定部、４２　運転状態決定部、４３　制御指令変換部、５０　冷媒回路、５１　圧縮機、５２　四方弁、５３　熱源側熱交換器、５４　絞り装置、５５　負荷側熱交換器、５６　冷媒配管、５７　室外ファン、５８　室内ファン、５９　風向調節部、６１　左右フラップ、６２　上下フラップ、８０　処理回路、８１　プロセッサ、８２　メモリ、８３　バス、１３１　解析条件リスト、１３２　機器及び空間情報、１３３　気流解析モデル、１３４　パターンデータ、１３５

目標条件、１３６　計測データ、１４１　モデル作成部、１４２　気流解析部、１４３　パターン生成部、１４４　気流制御部。

請求の範囲

[請求項1] それぞれに優先度が付された複数の解析条件及び前記解析条件毎の気流解析の結果を記憶する記憶装置と、

空調機を制御する演算装置と、を有し、

前記演算装置は、

前記複数の解析条件のうち前記優先度の高い解析条件から順に前記気流解析を行う気流解析部と、

前記気流解析部による解析結果の生成状態に基づいて前記空調機に対して気流制御を開始できるか否かを判定する気流制御可否判定部と、

前記気流制御を開始できると前記気流制御可否判定部によって判定されると、前記気流解析部による解析結果に基づいて前記空調機の運転状態を決定する運転状態決定部と、を有する、

空調制御装置。

[請求項2] 前記気流制御可否判定部は、前記複数の解析条件のうち、予め決められた優先度が付与された解析条件の前記気流解析が完了している場合、前記気流制御を開始できると判定する、

請求項１に記載の空調制御装置。

[請求項3] 前記記憶装置は、前記空調機の運転状態を示す運転データを記憶し、

前記解析条件に付される優先度について、前記空調機の過去の運転状態のうち、運転状態の発生頻度が高いほど、前記運転状態に対応する解析条件に付される優先度が高く設定される、

請求項１又は２に記載の空調制御装置。

[請求項4] 前記解析条件に付される優先度について、前記空調機の運転状態が吹出条件である場合、前記吹出条件が複数の範囲に区分され、区分けされた範囲毎の代表的な吹出条件に最も高い優先度が設定される、

請求項１又は２に記載の空調制御装置。

[請求項5] 前記気流解析部は、前記気流制御可否判定部によって気流制御を開始できると判定された後も前記優先度の順に前記解析条件による気流解析を継続する、

請求項１～４のいずれか１項に記載の空調制御装置。

[請求項6] 前記記憶装置は、前記空調機の運転状態を示す運転データ、及び少なくとも空調対象空間の環境を計測するセンサの計測値であるセンサデータを記憶し、

前記運転状態決定部は、前記空調機の運転状態として、予め決められた目標条件に最も近い吹出条件を前記解析結果に基づいて決定する際、前記空調機の現在の運転状態及び前記センサデータの一方又は両方を用いて前記解析結果を補正する、

請求項１～５のいずれか１項に記載の空調制御装置。

[請求項7] 前記運転状態決定部は、前記空調機の運転状態として、予め決められた目標条件に最も近い吹出条件を前記解析結果に基づいて決定する際、前記空調機の運転状態が過渡状態であるか安定状態であるかによって異なる係数を用いて前記吹出条件の評価値を算出し、算出した評価値が最も高い吹出条件を前記空調機の現在の運転状態として決定する、

請求項１～５のいずれか１項に記載の空調制御装置。

[請求項8] 前記演算装置は、前記気流解析部による解析結果から空調対象空間の環境の分布の傾向を前記解析結果よりも少ない変数で表現するパターンデータを生成するパターン生成部を有し、

前記運転状態決定部は、前記パターン生成部によって生成された前記パターンデータに基づいて前記空調機の運転状態を決定する、

請求項１～７のいずれか１項に記載の空調制御装置。

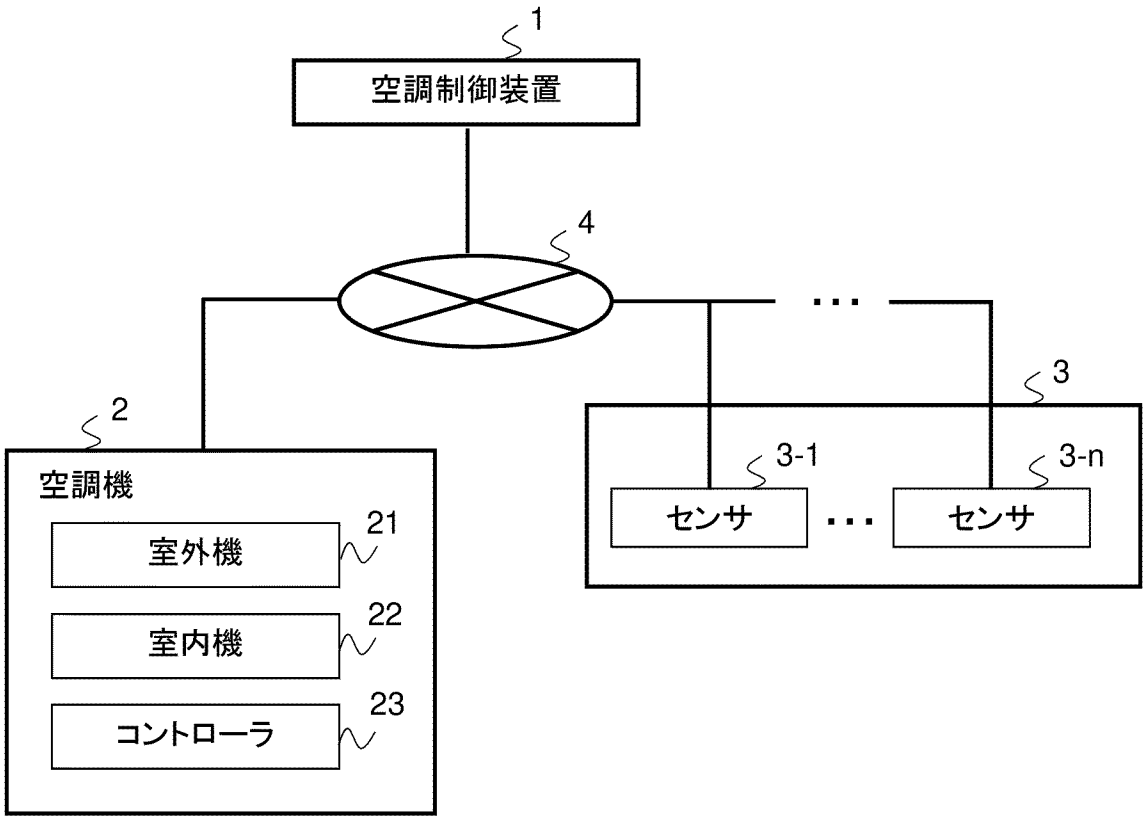
[請求項9] 前記パターンデータは、前記解析結果における前記空調対象空間の温度、湿度、風速及び快適性指標のうち、いずれか１つ以上に基づく度数分布で表現される、

請求項８に記載の空調制御装置。

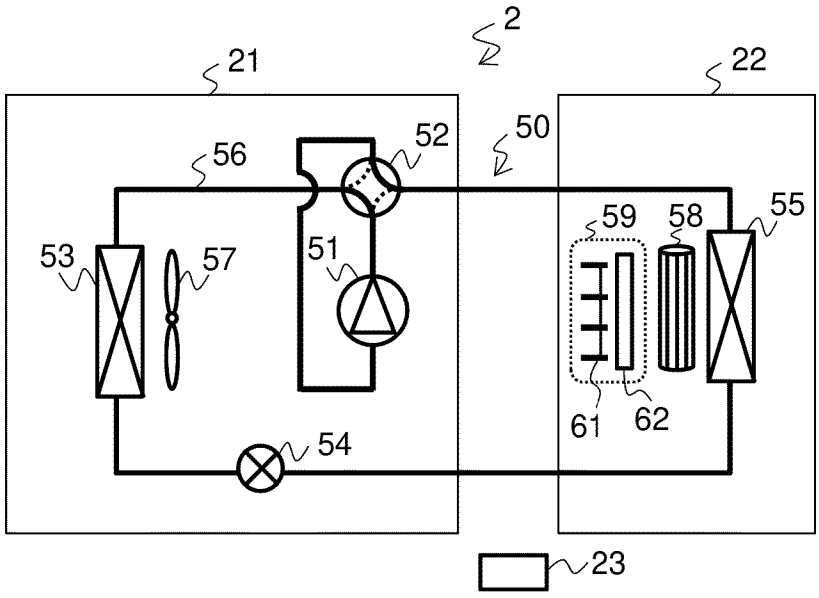
[請求項10] 前記気流制御可否判定部は、前記パターン生成部による前記パターンデータの生成状態に基づいて気流制御を開始できるか否か判定する、

請求項８又は９に記載の空調制御装置。

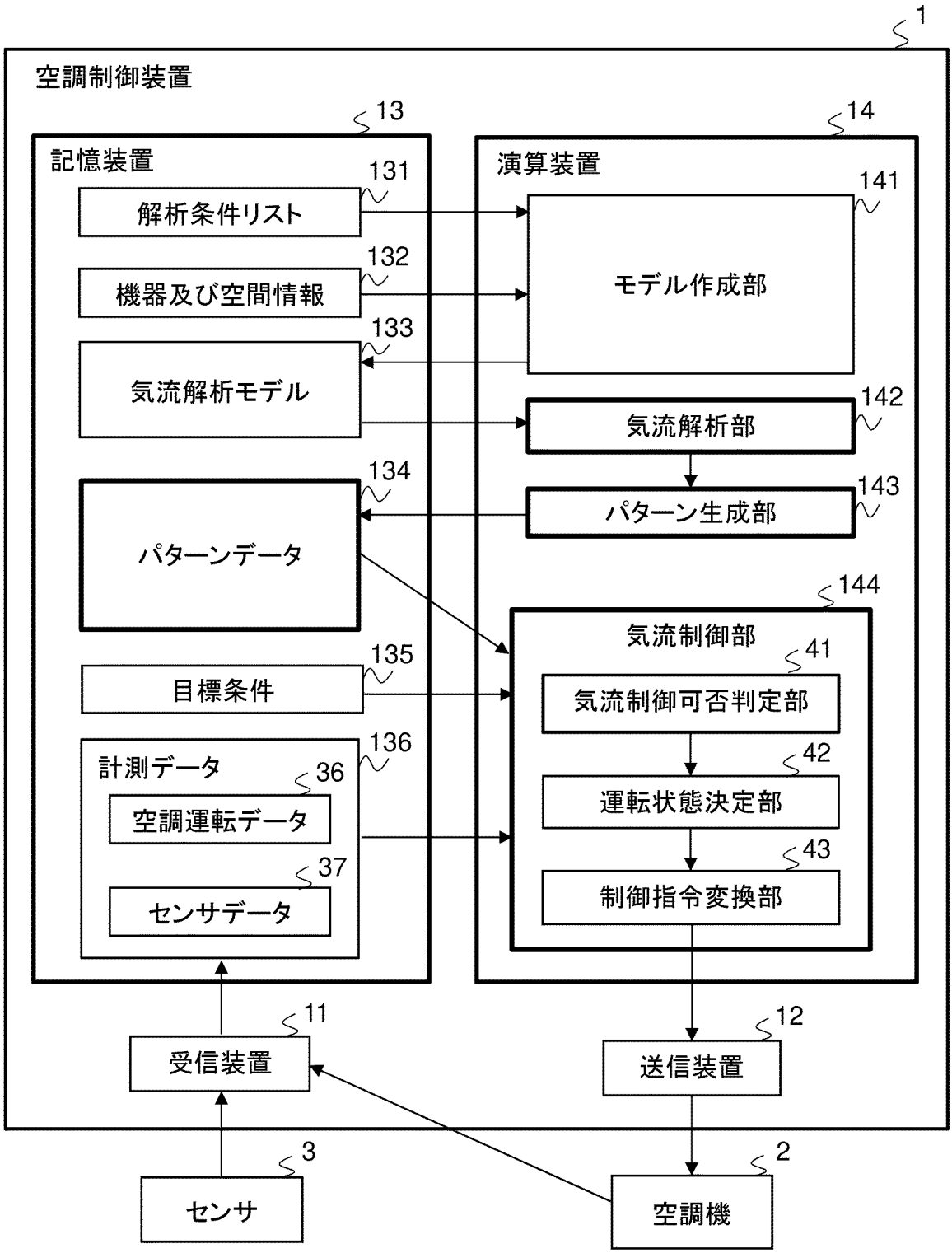
[図1]


1
空調制御装置
4
2
空調機
21
室外機
22
室内機
23
コントローラ
3
3-1
センサ
3-n
センサ

[図2]


2
21
22
50
52
56
53
57
51
59
58
55
61
62
54
23

[図3]


1
空調制御装置
13
記憶装置
131
解析条件リスト
132
機器及び空間情報
133
気流解析モデル
134
パターンデータ
135
目標条件
136
計測データ
36
空調運転データ
37
センサデータ
14
演算装置
141
モデル作成部
142
気流解析部
143
パターン生成部
144
気流制御部
41
気流制御可否判定部
42
運転状態決定部
43
制御指令変換部
11
受信装置
12
送信装置
3
センサ
2
空調機

[図4]

解析条件 No.	パターン名	運転モード	優先度	負荷条件	吹出条件	パターン 生成状態
1	pattern001	暖房	2	H1	U1	未
2	pattern002	暖房	2	H1	U2	未
3	pattern003	暖房	1	H1	U3	完
4	pattern004	暖房	2	H1	U4	未
5	pattern005	暖房	2	H2	U1	未
6	pattern006	暖房	1	H2	U2	完
・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・

[図5]

吹出条件	圧縮機 の状態	吹出風速	上下風向	左右風向
U1	オン	6	30°	-45°
U2	オン	6	40°	-22.5°
U3	オン	6	50°	0
U4	オン	6	60°	22.5°
・・・	・・・	・・・	・・・	・・・

[図6]

負荷条件	壁温度[℃]	天井温度[℃]	床温度[℃]
H1	Tw = 15	Tc = 25	Tf = 15
H2	Tw = 15	25< Tc < 30	Tf = 15
H3	Tw = 15	25< Tc < 30	15< Tf < 20
H4	Tw = 15	25< Tc < 30	10< Tf < 15
・・・	・・・	・・・	・・・

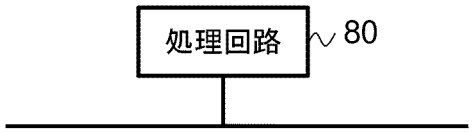
[図7]

条件の設定	上限優先度	下限優先度
必須条件	1	3
追加条件	4	10

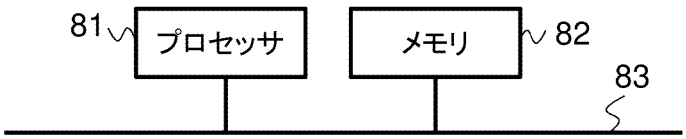
[図8]

温度区分[℃]	pattern001	pattern002	pattern003	・・・
	発生率[%]	発生率[%]	発生率[%]	・・・
20～21	1.53	0.22	18.17	・・・
21～22	1.48	2.38	18.76	・・・
22～23	2.70	2.70	19.29	・・・
23～24	5.93	2.52	19.76	・・・
24～25	44.43	5.26	20.38	・・・
25～26	29.25	20.22	20.80	・・・
26～27	9.70	40.16	21.20	・・・
27～28	2.02	12.13	21.71	・・・
28～29	0.13	4.85	22.26	・・・
29～30	0.00	4.45	22.69	・・・

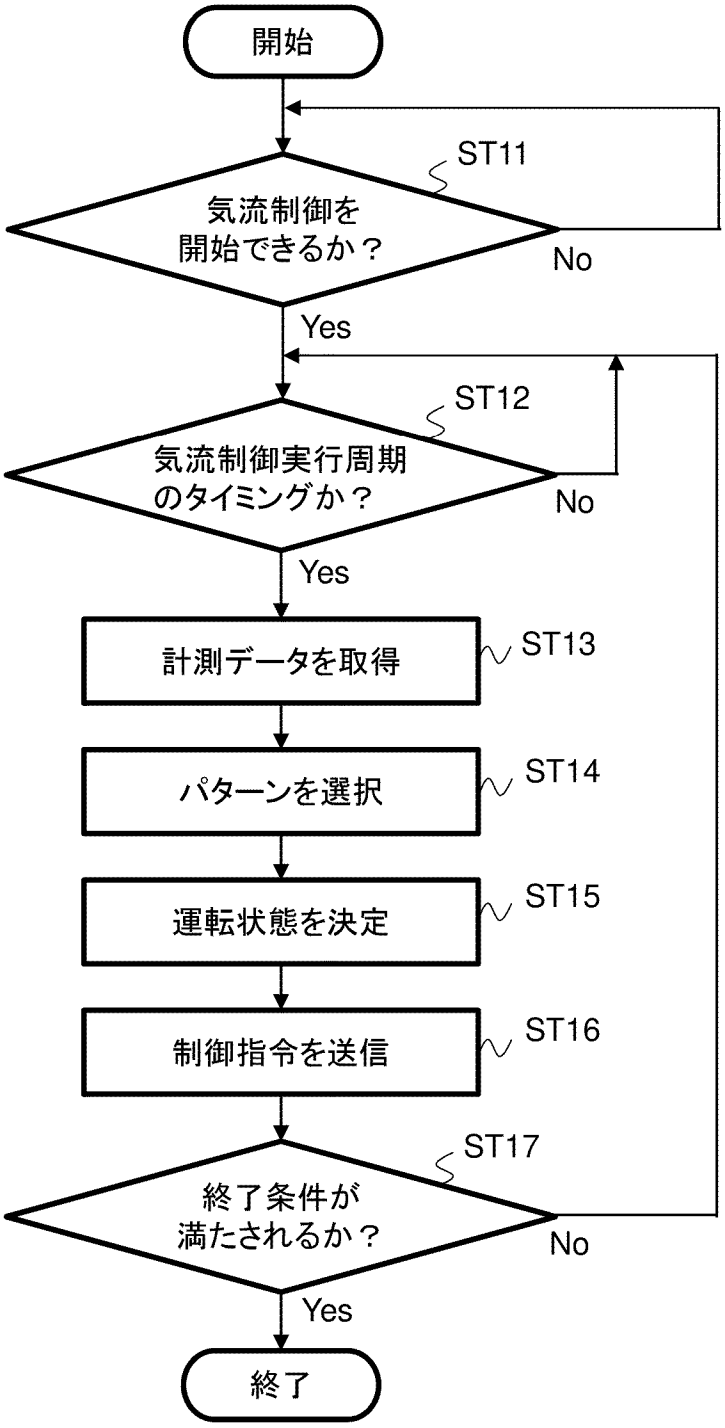
[図9]


処理回路
80

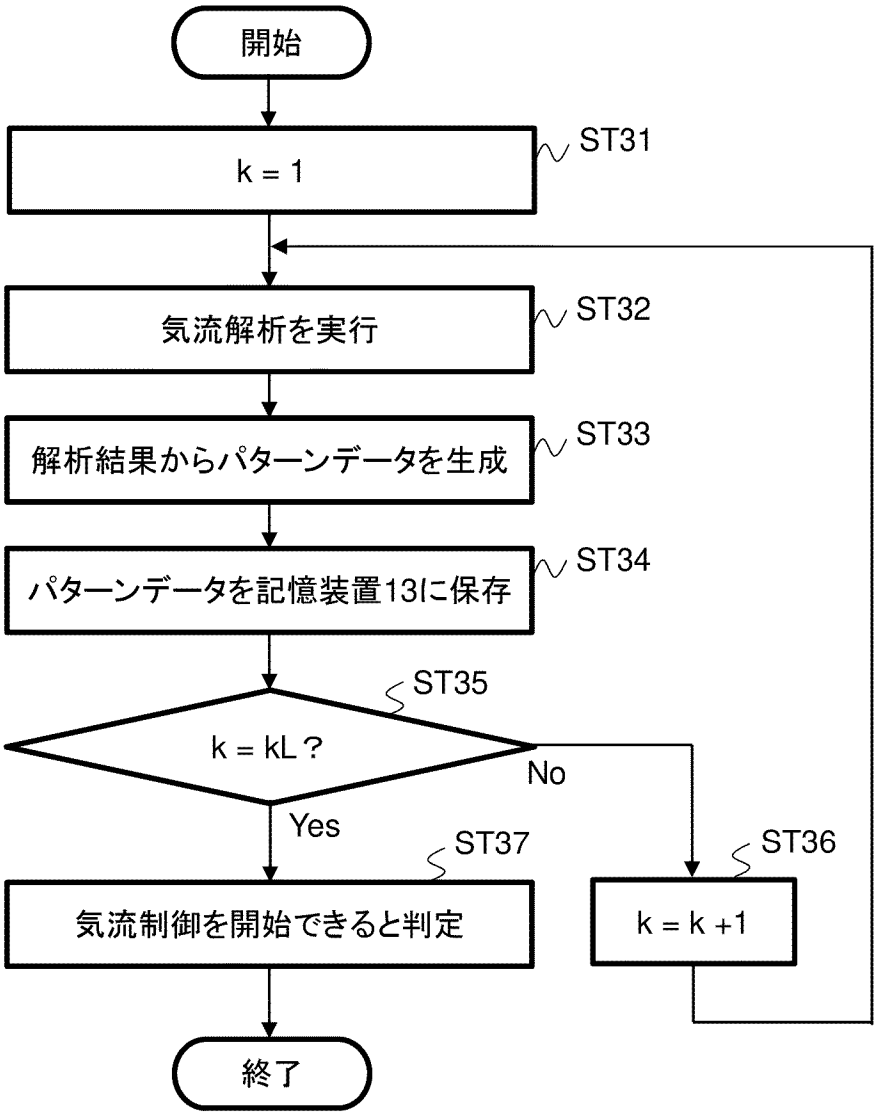
[図10]


81
プロセッサ
メモリ
82
83

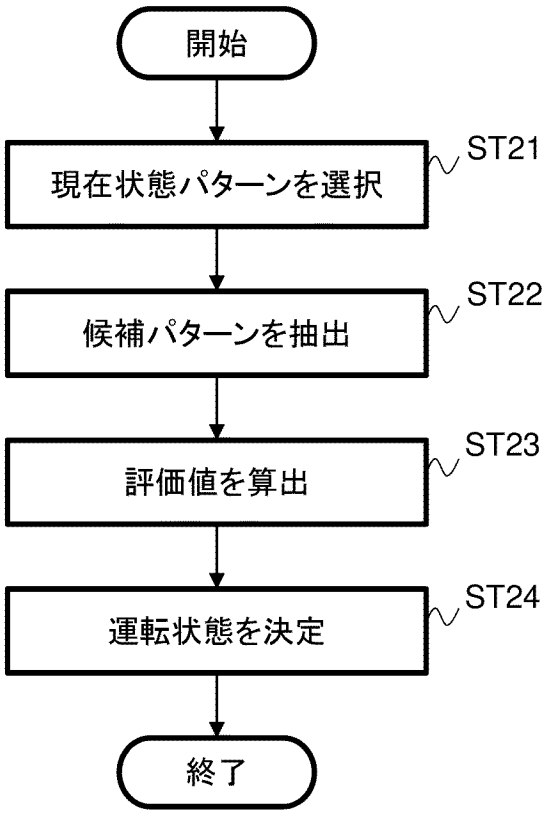
[図11]


開始
ST11
気流制御を
開始できるか？
No
Yes
ST12
気流制御実行周期
のタイミングか？
No
Yes
計測データを取得
ST13
パターンを選択
ST14
運転状態を決定
ST15
制御指令を送信
ST16
ST17
終了条件が
満たされるか？
No
Yes
終了

[図12]


開始
k = 1
ST31
気流解析を実行
ST32
解析結果からパターンデータを生成
ST33
パターンデータを記憶装置13に保存
ST34
ST35
k = kL？
No
Yes
ST37
気流制御を開始できると判定
ST36
k = k +1
終了

[図13]


開始
現在状態パターンを選択
ST21
候補パターンを抽出
ST22
評価値を算出
ST23
運転状態を決定
ST24
終了

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/039495

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. F24F11/63(2018.01)i, F24F11/64(2018.01)i
FI: F24F11/64, F24F11/63

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int. Cl. F24F11/63, F24F11/64

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	WO 2019/235109 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 12 December 2019 (2019-12-12), paragraphs [0011]-[0090], fig. 1-6	1-2, 4-10 3
A	JP 2016-061447 A (TOSHIBA CORP.) 25 April 2016 (2016-04-25), paragraphs [0008]-[0052], fig. 1-9	1-10
A	JP 2012-063055 A (TAISEI CORP.) 29 March 2012 (2012-03-29), paragraphs [0033]-[0059], fig. 1-8	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
30.11.2020	08.12.2020
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/039495

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2019/235109 A1	12.12.2019	(Family: none)	
JP 2016-061447 A	25.04.2016	(Family: none)	
JP 2012-063055 A	29.03.2012	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/039495

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

F24F 11/63(2018.01)i; F24F 11/64(2018.01)i
FI: F24F11/64; F24F11/63

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

F24F11/63; F24F11/64

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	WO 2019/235109 A1 (三菱電機株式会社) 12.12.2019 (2019-12-12) 段落[００１１]－[００９０]、図１－６	１－２、４－１０
A		3
A	JP 2016-061447 A (株式会社東芝) 25.04.2016 (2016-04-25) 段落[０００８]－[００５２]、図１－９	１－１０
A	JP 2012-063055 A (大成建設株式会社) 29.03.2012 (2012-03-29) 段落[００３３]－[００５９]、図１－８	１－１０

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊ 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
30.11.2020	08.12.2020

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）

町田　豊隆 3M 6108

電話番号 03-3581-1101 内線 3377

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/039495

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2019/235109 A1	12.12.2019	（ファミリーなし）	
JP 2016-061447 A	25.04.2016	（ファミリーなし）	
JP 2012-063055 A	29.03.2012	（ファミリーなし）	