

(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10月6日(06.10.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/209444 A1

(51) 国際特許分類:

F24F 11/49 (2018.01) F24F 11/62 (2018.01)
F24F 11/58 (2018.01) F25B 49/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/007461

(22) 国際出願日: 2022年2月24日(24.02.2022)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2021-062276 2021年3月31日(31.03.2021) JP

(71) 出願人: 株式会社富士通ゼネラル(FUJITSU GENERAL LIMITED) [JP/JP]; 〒2138502 神奈川県川崎市高津区末長3丁目3番17号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 佐々木 慎司 (SASAKI, Shinji); 〒2138502 神奈川県川崎市高津区末長

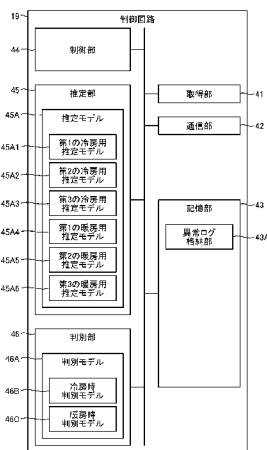
3丁目3番17号 株式会社富士通ゼネラル内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 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, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, 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,

(54) Title: AIR-CONDITIONING SYSTEM, REFRIGERANT AMOUNT ESTIMATION METHOD FOR AIR-CONDITIONING SYSTEM, AIR CONDITIONER, AND REFRIGERANT AMOUNT ESTIMATION METHOD FOR AIR CONDITIONER

(54) 発明の名称: 空気調和システム、空気調和システムの冷媒量推定方法、空気調和機及び空気調和機の冷媒量推定方法



19 Control circuit
41 Acquisition unit
42 Communication unit
43 Storage unit
43A Fault log storage unit
44 Control unit
45 Estimation unit
45A Estimation model
45A1 First estimation model for cooling
45A2 Second estimation model for cooling
45A3 Third estimation model for cooling
45A4 First estimation model for heating
45A5 Second estimation model for heating
45A6 Third estimation model for heating
46 Discrimination unit
46A Discrimination model
46B Cooling discrimination model
46C Heating discrimination model

(57) Abstract: This air-conditioning system has: an air conditioner, which has refrigerant circuit formed by connecting at least one indoor unit to an outdoor unit by means of refrigerant piping, with a prescribed amount of refrigerant filling the refrigerant circuit; and a server, which is communicably connected with the air conditioner. The air conditioner has a first communication unit that detects a state quantity associated with control of the air conditioner, acquires a detected detection value, and transmits the acquired detection value to the server. The server has: a second communication unit that receives the detection value from the air conditioner; an estimation unit that, when a state quantity related to the amount of refrigerant filling the refrigerant circuit is set as a first characteristic amount, uses a detection value of the first characteristic amount to estimate a remaining refrigerant amount of the refrigerant remaining in the refrigerant circuit; and an discrimination unit that discriminates whether the detection value of the first characteristic amount is a detection value that should be used to estimate the remaining refrigerant amount. Consequently, an estimation accuracy for the remaining refrigerant amount can be increased even in a situation in which a characteristic amount used to estimate the remaining refrigerant amount is influenced by another defect.

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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 空気調和システムは、室外機に少なくとも1台の室内機が冷媒配管で接続されて構成される冷媒回路を有し、冷媒回路に所定量の冷媒が充填される空気調和機と、空気調和機と通信で接続するサーバとを有する。空気調和機は、空気調和機の制御に関わる状態量を検出し、検出した検出値を取得し、取得された検出値をサーバに送信する第1の通信部を有する。サーバは、空気調和機から検出値を受信する第2の通信部と、冷媒回路に充填されている冷媒量に関する状態量を第1の特徴量としたとき、第1の特徴量の検出値を用いて、冷媒回路に残存している残存冷媒量を推定する推定部と、第1の特徴量の検出値について、残存冷媒量の推定に使用すべき検出値であるかを否かを判別する判別部とを有する。その結果、残存冷媒量の推定に用いる特徴量が他の不具合による影響を受ける場合でも、残存冷媒量の推定精度の向上を図ることができる。

明 細 書

発明の名称：

空気調和システム、空気調和システムの冷媒量推定方法、空気調和機及び
空気調和機の冷媒量推定方法

技術分野

[0001] 本発明は、空気調和システム、空気調和システムの冷媒量推定方法、空気調和機及び空気調和機の冷媒量推定方法に関する。

背景技術

[0002] 室外機に複数台の室内機を接続する多室型空気調和機では、近年冷媒回路に充填される冷媒量を検知する様々な方法が提案されている。特許文献１では、例えば、冷媒回路を所定の条件として、凝縮器出口の過冷却度を用いて冷媒量を判定するものがある。

[0003] また、本出願人は、冷媒量に関連する冷媒回路の特徴量を用いて、冷媒回路に残存する冷媒量を推定するモデルを重回帰分析により生成し、このモデルを用いて残存冷媒量を推定する特許文献２を出願している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２００６－２３０７２号公報
特許文献２：特開２０２１－１５６５２８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記残存冷媒量の推定モデルでは、冷媒回路に関する複数の特徴量のうちの残存冷媒量と相関関係がある特徴量を用いて残存冷媒量を推定する。しかし、これら特徴量は、冷媒漏洩による残存冷媒量の減少以外の異常状態、例えば、圧縮機の故障とも相関関係がある場合もある。従って、冷媒漏洩以外の要因、例えば、冷媒回路を構成する装置の故障が原因で、残存冷媒量と相

関関係があるいずれかの特徴量が変化した場合に、誤った残存冷媒量の推定結果となるおそれがある。また、残存冷媒量と相関関係がある特徴量以外の特徴量が冷媒漏洩以外の要因で変化している場合、一見すると正常に見える冷媒の漏洩と相関関係がある特徴量も冷媒漏洩以外の要因による影響を受けている可能性もある。

[0006] 本発明ではこのような問題に鑑み、残存冷媒量の推定に用いる特徴量が他の不具合による影響を受ける場合でも、残存冷媒量の推定精度の向上を図る空気調和システム、空気調和システムの冷媒量推定方法、空気調和機及び空気調和機の冷媒量推定方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 一つの態様の空気調和システムは、室外機に少なくとも1台の室内機が冷媒配管で接続されて構成される冷媒回路を有し、冷媒回路に所定量の冷媒が充填される空気調和機と、前記空気調和機と通信で接続するサーバとを有する。前記空気調和機は、前記空気調和機の制御に関わる状態量を検出する検出部と、前記検出部で検出した検出値を取得する取得部と、前記取得部にて取得された前記検出値を前記サーバに送信する第1の通信部とを有する。前記サーバは、前記空気調和機から前記検出値を受信する第2の通信部と、前記冷媒回路に充填されている冷媒量に関係する状態量を第1の特徴量としたとき、前記第1の特徴量の検出値を用いて、前記冷媒回路に残存している残存冷媒量を推定する推定部と、前記第1の特徴量の検出値について、前記推定部による残存冷媒量の推定に使用すべき検出値であるか否かを判別する判別部と、を有する。

発明の効果

[0008] 一つの側面として、残存冷媒量の推定に用いる特徴量が他の不具合による影響を受ける場合でも、残存冷媒量の推定精度の向上を図る。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、本実施例の空気調和機の一例を示す説明図である。

[図2]図2は、室外機及び室内機の一例を示す説明図である。

[図3]図3は、室外機の制御回路の一例を示すブロック図である。

[図4]図4は、空気調和機の冷媒変化の状態を示すモリエル線図である。

[図5]図5は、第1～第3の冷房用推定モデルに使用する第1の特徴量と冷房時判別モデルに使用する第2の特徴量との一例を示す説明図である。

[図6]図6は、第1～第3の暖房用推定モデルに使用する第1の特徴量と暖房時判別モデルに使用する第2の特徴量との一例を示す説明図である。

[図7A]図7Aは、第1の冷房用推定モデルによる推定結果と第2の冷房用推定モデルによる推定結果との間をシグモイド曲線で補間しなかった場合の一例を示す説明図である。

[図7B]図7Bは、第1の冷房用推定モデルによる推定結果と第2の冷房用推定モデルによる推定結果との間のシグモイド曲線で補間した場合の一例を示す説明図である。

[図8A]図8Aは、第1の暖房用推定モデルによる推定結果と第2の暖房用推定モデルによる推定結果との間をシグモイド曲線で補間しなかった場合の一例を示す説明図である。

[図8B]図8Bは、第1の暖房用推定モデルによる推定結果と第2の暖房用推定モデルによる推定結果との間のシグモイド曲線で補間した場合の一例を示す説明図である。

[図9]図9は、判別モデルの第2の特徴量の検出値の分布方法の一例を示す説明図である。

[図10]図10は、外れ値による異常検知の例を示す説明図である。

[図11]図11は、推定処理に関わる制御回路の処理動作の一例を示すフローチャートである。

[図12]図12は、重回帰分析処理に関わる制御回路の処理動作の一例を示すフローチャートである。

[図13]図13は、制御部内の故障判定テーブルの一例を示す説明図である。

[図14]図14は、実施例2の空気調和システムの一例を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面に基づいて、本願の開示する空気調和システム、空気調和システムの冷媒量推定方法、空気調和機及び空気調和機の冷媒量推定方法の実施例を詳細に説明する。尚、本実施例により、開示技術が限定されるものではない。また、以下に示す各実施例は、矛盾を起こさない範囲で適宜変形しても良い。

実施例 1

[0011] <空気調和機の構成>

図 1 は、本実施例の空気調和機 1 の一例を示す説明図である。図 1 に示す空気調和機 1 は、1 台の室外機 2 と、N 台の室内機 3 とを有する（N は 2 以上の自然数）。室外機 2 は、液管 4 及びガス管 5 で並列に各室内機 3 と接続する。そして、室外機 2 と室内機 3 とが液管 4 及びガス管 5 等の冷媒配管で接続することで、空気調和機 1 の冷媒回路 6 が形成されている。

[0012] <室外機の構成>

図 2 は、室外機 2 および N 台の室内機 3 の一例を示す説明図である。室外機 2 は、圧縮機 11 と、四方弁 12 と、室外熱交換器 13 と、室外機膨張弁 14 と、第 1 の閉鎖弁 15 と、第 2 の閉鎖弁 16 と、アキュムレータ 17 と、室外機ファン 18 と、制御回路 19 とを有する。これら圧縮機 11、四方弁 12、室外熱交換器 13、室外機膨張弁 14、第 1 の閉鎖弁 15、第 2 の閉鎖弁 16 及びアキュムレータ 17 を用いて、以下で詳述する各冷媒配管で相互に接続されて冷媒回路 6 の一部を成す室外側冷媒回路を形成する。

[0013] 圧縮機 11 は、例えば、インバータにより回転数が制御される図示しないモータの駆動に応じて、運転容量を可変できる高圧容器型の能力可変型圧縮機である。圧縮機 11 は、その冷媒吐出側と四方弁 12 の第 1 のポート 12A との間を吐出管 21 で接続している。また、圧縮機 11 は、その冷媒吸入側とアキュムレータ 17 の冷媒流出側との間を吸入管 22 で接続している。

[0014] 四方弁 12 は、冷媒回路 6 における冷媒の流れる方向を切替えるための弁であって、第 1 ～ 第 4 のポート 12A ～ 12D を備えている。第 1 のポート 12A は、圧縮機 11 の冷媒吐出側との間を吐出管 21 で接続している。第

２のポート１２Ｂは、室外熱交換器１３の一方の冷媒出入口との間を室外冷媒管２３で接続している。第３のポート１２Ｃは、アキュムレータ１７の冷媒流入側との間を室外冷媒管２６で接続している。そして、第４のポート１２Ｄは、第２の閉鎖弁１６との間を室外ガス管２４で接続している。

[0015] 室外熱交換器１３は、冷媒と、室外機ファン１８の回転により室外機２の内部に取り込まれた外気とを熱交換させる。室外熱交換器１３は、その一方の冷媒出入口と四方弁１２の第２のポート１２Ｂとの間を室外冷媒管２６で接続している。室外熱交換器１３は、その他方の冷媒出入口と第１の閉鎖弁１５との間を室外液管２５で接続している。室外熱交換器１３は、空気調和機１が冷房運転を行う場合に凝縮器として機能し、空気調和機１が暖房運転を行う場合に蒸発器として機能する。

[0016] 室外機膨張弁１４は、室外液管２５に設けられており、図示しないパルスモータで駆動する電子膨張弁である。室外機膨張弁１４は、パルスモータに与えられるパルス数に応じて開度が調整されることで、室外熱交換器１３に流入する冷媒量、又は、室外熱交換器１３から流出する冷媒量を調整するものである。室外機膨張弁１４の開度は、空気調和機１が暖房運転を行っている場合、圧縮機１１の冷媒吸入側の冷媒過熱度が目標吸入過熱度となるように調整される。また、室外機膨張弁１４の開度は、空気調和機１が冷房運転を行っている場合、全開とされる。

[0017] アキュムレータ１７は、その冷媒流入側と四方弁１２の第３のポート１２Ｃとの間を室外冷媒管２６で接続している。更に、アキュムレータ１７は、その冷媒流出側と圧縮機１１の冷媒流入側との間を吸入管２２で接続している。アキュムレータ１７は、室外冷媒管２６からアキュムレータ１７の内部に流入した冷媒をガス冷媒と液冷媒とに分離し、ガス冷媒のみを圧縮機１１に吸入させる。

[0018] 室外機ファン１８は、樹脂材で形成されており、室外熱交換器１３の近傍に配置されている。室外機ファン１８は、図示しないファンモータの回転に応じて、図示しない吸込口から室外機２の内部へ外気を取り込み、室外熱交

換器 1 3 において冷媒と熱交換した外気を図示しない吹出口から室外機 2 の外部へ放出する。

[0019] また、室外機 2 には、複数のセンサが配置されている。吐出管 2 1 には、圧縮機 1 1 から吐出される冷媒の圧力である吐出圧力を検出する吐出圧力センサ 3 1 と、圧縮機 1 1 から吐出された冷媒の温度、すなわち吐出温度を検出する吐出温度センサ 3 2 とが配置されている。室外冷媒管 2 6 のアキュムレータ 1 7 の冷媒流入口近傍には、圧縮機 1 1 に吸入される冷媒の圧力である吸入圧力を検出する吸入圧力センサ 3 3 と、圧縮機 1 1 に吸入される冷媒の温度を検出する吸入温度センサ 3 4 とが配置されている。

[0020] 室外熱交換器 1 3 と室外機膨張弁 1 4 との間の室外液管 2 5 には、室外熱交換器 1 3 に流入する冷媒の温度、又は、室外熱交換器 1 3 から流出する冷媒の温度を検出するための冷媒温度センサ 3 5 が配置されている。そして、室外機 2 の図示しない吸込口付近には、室外機 2 の内部に流入する外気の温度、すなわち外気温度を検出する外気温度センサ 3 6 が配置されている。

[0021] 制御回路 1 9 は、空気調和機 1 全体を制御する。図 3 は、室外機 2 の制御回路 1 9 の一例を示すブロック図である。制御回路 1 9 は、取得部 4 1 と、通信部 4 2 と、記憶部 4 3 と、制御部 4 4 と、推定部 4 5 と、判別部 4 6 とを有する。取得部 4 1 は、前述した各種センサである検出部のセンサ値を取得する。通信部 4 2 は、各室内機 3 の通信部と通信する通信インタフェースである。記憶部 4 3 は、例えば、フラッシュメモリであって、室外機 2 の制御プログラムや各種センサからの検出信号に対応した検出値等の運転状態量、圧縮機 1 1 や室外機ファン 1 8 の駆動状態、各室内機 3 から送信される運転情報（例えば、運転・停止情報、冷房／暖房等の運転モード等を含む）、室外機 2 の定格能力及び各室内機 3 の要求能力、などを記憶する。更に、記憶部 4 3 は、後述する異常ログを格納する異常ログ格納部 4 3 A を有する。

[0022] 制御部 4 4 は、通信部 4 2 を介して各種センサでの検出値を定期的（例えば、30 秒毎）に取り込み、各室内機 3 から送信される運転状態量を含む信号が通信部 4 2 を介して入力される。制御部 4 4 は、これら入力された各種

情報に基づいて、室外機膨張弁 14 の開度調整や圧縮機 11 の駆動制御を行う。

[0023] 推定部 45 は、冷媒回路 6 の冷媒量に関する運転状態量を第 1 の特徴量とした場合、第 1 の特徴量の検出値を用いて、冷媒回路 6 の冷媒不足率を推定する推定モデル 45 A を有する。本実施例では、冷媒回路 6 に残存する冷媒量として、例えば、相対的な冷媒量を用いている。具体的には、推定モデル 45 A は、冷媒回路 6 の冷媒不足率（冷媒が規定量充填されているときを 100%としたとき、この規定量からの減少分を指す。以下、同様）を推定するモデルである。推定モデル 45 A は、第 1 の冷房用推定モデル 45 A1 と、第 2 の冷房用推定モデル 45 A2 と、第 3 の冷房用推定モデル 45 A3 と、第 1 の暖房用推定モデル 45 A4 と、第 2 の暖房用推定モデル 45 A5 と、第 3 の暖房用推定モデル 45 A6 とを有する。これら各推定モデルについては、後に詳細に説明する。

[0024] 判別部 46 は、運転状態量の内、後述する第 2 の特徴量の検出値を用いて、第 1 の特徴量の検出値について、推定部 45 による冷媒不足率の推定に使用すべき検出値であるか否かを判別する判別モデル 46 A を有する。判別モデル 46 A は、空気調和機 1 が冷房運転を行っているときに使用する冷房時判別モデル 46 B と、空気調和機 1 が暖房運転を行っているときに使用する暖房時判別モデル 46 C とを有する。これら各判別モデルについては、後に詳細に説明する。

[0025] <室内機の構成>

図 2 に示すように、室内機 3 は、室内熱交換器 51 と、室内機膨張弁 52 と、液管接続部 53 と、ガス管接続部 54 と、室内機ファン 55 とを有する。これら室内熱交換器 51、室内機膨張弁 52、液管接続部 53 及びガス管接続部 54 は、後述する各冷媒配管で相互に接続されて、冷媒回路 6 の一部を成す室内機冷媒回路を構成する。

[0026] 室内熱交換器 51 は、冷媒と、室内機ファン 55 の回転により図示しない吸込口から室内機 3 の内部に取り込まれた室内空気とを熱交換させる。室内

熱交換器 5 1 は、その一方の冷媒出入口と液管接続部 5 3 との間を室内液管 5 6 で接続している。また、室内熱交換器 5 1 は、その他方の冷媒出入口とガス管接続部 5 4 との間を室内ガス管 5 7 で接続している。室内熱交換器 5 1 は、空気調和機 1 が暖房運転を行う場合、凝縮器として機能する。これに対して、室内熱交換器 5 1 は、空気調和機 1 が冷房運転を行う場合、蒸発器として機能する。

[0027] 室内機膨張弁 5 2 は、室内液管 5 6 に設けられており、電子膨張弁である。室内熱交換器 5 1 が蒸発器として機能する場合、すなわち、室内機 3 が冷房運転を行う場合、室内機膨張弁 5 2 の開度は、室内熱交換器 5 1 の冷媒出口（ガス管接続部 5 4 側）での冷媒過熱度が目標冷媒過熱度となるように調整される。また、室内熱交換器 5 1 が凝縮器として機能する場合、すなわち室内機 3 が暖房運転を行う場合、室内機膨張弁 5 2 の開度は、室内熱交換器 5 1 の冷媒出口（液管接続部 5 3 側）での冷媒過冷却度が目標冷媒過冷却度となるように調整される。ここで、目標冷媒過熱度や目標冷媒過冷却度とは、室内機 3 で十分な冷房能力あるいは暖房能力を発揮するのに必要な冷媒過熱度および冷媒過冷却度である。

[0028] 室内機ファン 5 5 は、樹脂材で形成されており、室内熱交換器 5 1 の近傍に配置されている。室内機ファン 5 5 は、図示しないファンモータによって回転することで、図示しない吸込口から室内機 3 の内部に室内空気を取り込み、室内熱交換器 5 1 において冷媒と熱交換した室内空気を図示しない吹出口から室内へ放出する。

[0029] 室内機 3 には各種のセンサが設けられている。室内液管 5 6 には、室内熱交換器 5 1 と室内機膨張弁 5 2 との間に、室内熱交換器 5 1 に流入する冷媒の温度（冷房運転時の室内機側熱交入口温度）、又は室内熱交換器 5 1 から流出する冷媒の温度（暖房運転時の室内機側熱交出口温度）を検出する液側冷媒温度センサ 6 1 が配置されている。室内ガス管 5 7 には、室内熱交換器 5 1 から流出する冷媒の温度（冷房運転時の室内機側熱交出口温度）、又は室内熱交換器 5 1 に流入する冷媒の温度（暖房運転時の室内機側熱交入口温

度)を検出するガス側温度センサ62が配置されている。室内機3の図示しない吸込口付近には、室内機3の内部に流入する室内空気の温度、すなわち吸込温度を検出する吸込温度センサ63が配置されている。

[0030] <冷媒回路の動作>

次に、本実施形態における空気調和機1の空調運転時の冷媒回路6における冷媒の流れや各部の動作について説明する。尚、図1における矢印は暖房運転時の冷媒の流れを示している。

[0031] 空気調和機1が暖房運転を行う場合、四方弁12は、第1のポート12Aと第4のポート12Dとが連通し、第2のポート12Bと第3のポート12Cとが連通するように切替えている。これにより、冷媒回路6は、各室内熱交換器51が凝縮器として機能し、室外熱交換器13が蒸発器として機能する暖房サイクルとなる。尚、説明の便宜上、暖房運転時の冷媒の流れは、図2に示す実線矢印で表記する。

[0032] 冷媒回路6が上記の状態で圧縮機11が駆動すると、圧縮機11から吐出された冷媒は、吐出管21を流れて四方弁12に流入し、四方弁12から室外ガス管24を流れて、第2の閉鎖弁16を介してガス管5へと流入する。ガス管5を流れる冷媒は、各ガス管接続部54を介して各室内機3に分流する。各室内機3に流入した冷媒は、各室内ガス管57を流れて各室内熱交換器51に流入する。各室内熱交換器51に流入した冷媒は、各室内機ファン55の回転により各室内機3の内部に取り込まれた室内空気との間で熱交換することで凝縮する。つまり、各室内熱交換器51が凝縮器として機能し、各室内熱交換器51で冷媒によって加熱された室内空気が図示しない吹出口から室内に吹き出されることで、各室内機3が設置された室内の暖房が行われる。

[0033] 各室内熱交換器51から各室内液管56に流入した冷媒は、各室内熱交換器51の冷媒出口側での冷媒過冷却度が目標冷媒過冷却度となるように開度が調整された各室内機膨張弁52を通過して減圧される。ここで、目標冷媒過冷却度は、各室内機3で要求される冷房能力に基づいて定められるもので

ある。

[0034] 各室内機膨張弁 5 2 で減圧された冷媒は、各室内液管 5 6 から各液管接続部 5 3 を介して液管 4 に流出する。液管 4 で合流した冷媒は、第 1 の閉鎖弁 1 5 を介して室外機 2 に流入する。室外機 2 の第 1 の閉鎖弁 1 5 に流入した冷媒は、室外液管 2 5 を流れ、室外機膨張弁 1 4 を通過して減圧される。室外機膨張弁 1 4 で減圧された冷媒は、室外液管 2 5 を流れて室外熱交換器 1 3 に流入し、室外機ファン 1 8 の回転によって室外機 2 の図示しない吸込口から流入した外気と熱交換を行って蒸発する。室外熱交換器 1 3 から室外冷媒管 2 6 へと流出した冷媒は、四方弁 1 2、室外冷媒管 2 6、アキュムレータ 1 7 及び吸入管 2 2 の順に流入し、圧縮機 1 1 に吸入されて再び圧縮され、四方弁 1 2 の第 1 のポート 1 2 A 及び第 4 のポート 1 2 D 経由で室外ガス管 2 4 に流出する。

[0035] また、空気調和機 1 が冷房運転を行う場合、四方弁 1 2 は、第 1 のポート 1 2 A と第 2 のポート 1 2 B とが連通し、第 3 のポート 1 2 C と第 4 のポート 1 2 D とが連通するように切替えている。これにより、冷媒回路 6 は、各室内熱交換器 5 1 が蒸発器として機能し、室外熱交換器 1 3 が凝縮器として機能する冷房サイクルとなる。尚、説明の便宜上、冷房運転時の冷媒の流れは、図 2 に示す破線矢印で表記する。

[0036] 冷媒回路 6 の状態で圧縮機 1 1 が駆動すると、圧縮機 1 1 から吐出された冷媒は、吐出管 2 1 を流れて四方弁 1 2 に流入し、四方弁 1 2 から室外冷媒管 2 6 を流れて、室外熱交換器 1 3 に流入する。室外熱交換器 1 3 に流入した冷媒は、室外機ファン 1 8 の回転により室外機 2 の内部に取り込まれた室外空気との間で熱交換することで凝縮する。つまり、室外熱交換器 1 3 が凝縮器として機能し、室外熱交換器 1 3 で冷媒によって加熱された室内空気が図示しない吹出口から室外に吹き出す。

[0037] 室外熱交換器 1 3 から室外液管 2 5 へと流入した冷媒は、開度が全開とされている室外機膨張弁 1 4 を通過して減圧される。室外機膨張弁 1 4 で減圧された冷媒は、第 1 の閉鎖弁 1 5 を介して液管 4 を流れて各室内機 3 に分流

する。各室内機 3 に流入した冷媒は、各液管接続部 5 3 を通じて室内液管 5 6 を流れて室内熱交換器 5 1 の冷媒出口で冷媒過冷却度が目標冷媒過冷却度となる開度に調整された室内機膨張弁 5 2 を通過して減圧される。室内機膨張弁 5 2 で減圧された冷媒は、室内液管 5 6 を流れて室内熱交換器 5 1 に流入し、室内機ファン 5 5 の回転によって室内機 3 の図示しない吸入口から流入した室内空気と熱交換を行って蒸発する。つまり、各室内熱交換器 5 1 が蒸発器として機能し、各室内熱交換器 5 1 で冷媒によって冷却された室内空気が図示しない吹出口から室内に吹き出されることで、各室内機 3 が設置された室内の冷房が行われる。

[0038] 室内熱交換器 5 1 からガス管接続部 5 4 を介してガス管 5 へ流れる冷媒は、室外機 2 の第 2 の閉鎖弁 1 6 を介して室外ガス管 2 4 に流れて四方弁 1 2 の第 4 のポート 1 2 D に流入する。四方弁 1 2 の第 4 のポート 1 2 D に流入した冷媒は、第 3 のポート 1 2 C からアキュムレータ 1 7 の冷媒流入側に流入する。アキュムレータ 1 7 の冷媒流入側から流入した冷媒は、吸入管 2 2 を介して流入し、圧縮機 1 1 に吸入されて再び圧縮されることになる。

[0039] 制御回路 1 9 内の取得部 4 1 は、室外機 2 内の吐出圧力センサ 3 1、吐出温度センサ 3 2、吸入圧力センサ 3 3、吸込温度センサ 6 3、冷媒温度センサ 3 5 及び外気温度センサ 3 6 のセンサ値を取得する。更に、取得部 4 1 は、各室内機 3 の液側冷媒温度センサ 6 1、ガス側温度センサ 6 2 及び吸込温度センサ 6 3 のセンサ値を取得する。

[0040] 図 4 は、空気調和機 1 の冷凍サイクルを示すモリエル線図である。空気調和機 1 の冷房運転時は、室外熱交換器 1 3 が凝縮器として機能し、室内熱交換器 5 1 が蒸発器として機能する。また、空気調和機 1 の暖房運転時は、室外熱交換器 1 3 が蒸発器として機能し、室内熱交換器 5 1 が凝縮器として機能する。

[0041] 圧縮機 1 1 は、蒸発器から流入する低温低圧のガス冷媒を圧縮して高温高圧のガス冷媒（図 4 の点 B の状態になった冷媒）を吐出する。尚、圧縮機 1 1 が吐出するガス冷媒の温度が吐出温度であり、吐出温度は、吐出温度セン

サ 3 2 で検出する。

[0042] 凝縮器は、圧縮機 1 1 からの高温高圧のガス冷媒を空気と熱交換して凝縮させる。この際、凝縮器では、潜熱変化によってガス冷媒が全て液冷媒となった後は顕熱変化によって液冷媒の温度が低下して過冷却状態となる（図 4 の点 C の状態）。尚、ガス冷媒が潜熱変化で液冷媒へと変化している際の温度が高圧飽和温度であり、凝縮器の出口における過冷却状態となっている冷媒の温度が熱交出口温度である。高圧飽和温度は、吐出圧力センサ 3 1 で検出した圧力値（図 4 に「H P S」と表記している圧力値 P 2）に相当する温度である。熱交出口温度は、室外液管 2 5 を流れる冷媒の温度であって、冷媒温度センサ 3 5 で検出する。

[0043] 膨張弁は、凝縮器から流出した低温高圧の冷媒を減圧して、ガスと液とが混合した気液二相冷媒（図 4 の点 D の状態になった冷媒）となる。

[0044] 蒸発器は、流入した気液二相冷媒を空気と熱交換して蒸発させる。この際、蒸発器では、潜熱変化によって気液二相冷媒が全てガス冷媒となった後は顕熱変化によってガス冷媒の温度が上昇して過熱状態（図 4 の点 A の状態）となり、圧縮機 1 1 に吸入される。尚、液冷媒が潜熱変化でガス冷媒へと変化している際の温度が低圧飽和温度である。低圧飽和温度は、吸入圧力センサ 3 3 で検出した圧力値（図 4 に「L P S」と表記している圧力値 P 1）に相当する温度である。また、蒸発器で過熱されて圧縮機 1 1 に吸入される冷媒の温度が吸入温度である。吸入温度は、吸入温度センサ 3 4 で検出する。

[0045] なお、凝縮器から流出する際に過冷却状態となっている冷媒の冷媒過冷却度は、高圧飽和温度から凝縮器として機能している熱交換器の冷媒出口における冷媒温度（上述した熱交出口温度）を減じて算出できる。また、蒸発器から流出する際に過熱状態となっている冷媒の吸入過熱度は、低圧飽和温度から吸入温度を減じて算出できる。

[0046] <第 1 の特徴量>

図 5 は、第 1 ～第 3 の冷房用推定モデル 4 5 A 1、4 5 A 2、4 5 A 3 に使用する第 1 の特徴量と、冷房時判別モデル 4 6 B に使用する第 2 の特徴量

との一例を示す説明図である。推定モデル45Aに使用する運転状態量として第1の特徴量がある。第1～第3の冷房用推定モデル45A1、45A2、45A3に使用する第1の特徴量としては、例えば、圧縮機11の回転数、高圧飽和温度、吸入温度、低圧冷媒温度、冷媒過冷却度（室外熱交サプクール）及び外気温度がある。圧縮機11の回転数は、圧縮機11の図示しない回転数センサで検出する。高圧飽和温度は、吐出圧力センサ31で検出した圧力値を温度変換した値である。吸入温度は、吸入温度センサ34で検出する。低圧冷媒温度は、蒸発器で過熱されて圧縮機11に吸入される冷媒の温度である。冷媒過冷却度は、例えば、（高圧飽和温度－室外熱交出口温度）で算出した値である。外気温度は、外気温度センサ36で検出する。室外熱交出口温度は、冷媒温度センサ35で検出する。尚、例えば、回転数センサ、吐出圧力センサ31、吸入温度センサ34、外気温度センサ36や冷媒温度センサ35等の検出部で第1～第3の冷房用推定モデル45A1、45A2及び45A3に使用する第1の特徴量を含む運転状態量を定期的に検出する。尚、空気調和機1が稼働中の場合、制御部44は検出部に対して定期的（例えば、10分毎）に運転状態量を取得するよう指示する。指示を受けた検出部は、空気調和機1に設けられた各種センサから運転状態量を検出する。定期的に取得された運転状態量には取得時刻情報も付与されることになる。

[0047] 図6は、第1～第3の暖房用推定モデル45A4、45A5、45A6に使用する第1の特徴量と、暖房時判別モデル46Cに使用する第2の特徴量との一例を示す説明図である。第1～第3の暖房用推定モデル45A4、45A5、45A6に使用する第1の特徴量としては、例えば、室外機膨張弁14の開度、圧縮機11の回転数、吸入過熱度及び外気温度がある。室外機膨張弁14の開度は、制御部44が室外機膨張弁14の図示しないステップモータに与えるパルス数である。圧縮機11の回転数は、圧縮機11の図示しない回転数センサで検出する。吸入過熱度は、例えば、（吸入温度－低圧飽和温度）で算出した値である。外気温度は、外気温度センサ36で検

出する。吸入温度は吸入温度センサ 34 で検出し、低圧飽和温度は吸入圧力センサ 33 で検出した圧力値を温度変換した値である。尚、例えば、回転数センサ、吸入温度センサ 34 や外気温度センサ 36 等の検出部で第 1 ～第 3 の暖房用推定モデル 45 A 4、45 A 5 及び 45 A 6 に使用する第 1 の特徴量を含む運転状態量を定期的に検出する。

[0048] <第 2 の特徴量>

判別モデル 46 A に使用する運転状態量として第 2 の特徴量がある。判別モデル 46 A の生成に使用する第 2 の特徴量は、例えば、コンピュータ上に冷媒回路 6 を実現し数値解析を行って（以降、数値解析を行うことをシミュレーションすると記載する）冷媒回路 6 の動作が正常、かつ、残存冷媒量のみ変化させたときに得られる値である。尚、判別モデル 46 A の生成に使用する第 2 の特徴量は、シミュレーション値（単に「値」とする場合あり）と表現する。第 2 の特徴量は、第 1 の特徴量に含まれる少なくとも 1 つの運転状態量と、第 1 の特徴量に含まれない少なくとも 1 つの運転状態量とを含む。後述するように、生成された判別モデル 46 A は検出部により検出される第 2 特徴量の値（以下、第 2 の特徴量の検出値ともいう）に適用される。判別モデル 46 A は第 2 特徴量の検出値の外れ値を算出する。後述する判別部 46 は、外れ値の値に基づいて、検出部が第 2 の特徴量の検出値と同時に取得した第 1 の特徴量の検出値について、推定部 45 による冷媒不足率の推定に使用すべき検出値であるか否かを判別する。

[0049] 第 2 の特徴量は、第 1 の特徴量と同じタイミングで検出部により検出される。具体的には、制御部 44 が検出部に対して定期的（例えば、10 分毎）に取得するよう指示する運転状態量に第 2 の特徴量が含まれる。冷房時判別モデル 46 B に使用する第 2 の特徴量としては、図 5 に示すように、例えば、圧縮機 11 の回転数、高圧飽和温度、吸入温度、低圧冷媒温度、外気温度、吐出圧力及び熱交出口温度がある。圧縮機 11 の回転数は、圧縮機 11 の図示しない回転数センサで検出する。高圧飽和温度は、吐出圧力センサ 31 で検出した圧力値を温度変換した値である。吸入温度は、吸入温度センサ 3

4で検出する。低圧冷媒温度は、蒸発器で過熱されて圧縮機11に吸入される冷媒の温度である。外気温度は、外気温度センサ36で検出する。吐出圧力は、吐出圧力センサ31で検出した圧力値である。熱交出口温度は、冷媒温度センサ35で検出する。

[0050] また、暖房時判別モデル46Cに使用する第2の特徴量としては、図6に示すように、例えば、室外機膨張弁14、圧縮機11の回転数、外気温度、吐出温度、吸入温度、低圧飽和温度及び吸入圧力（LPS）がある。室外機膨張弁14の開度は、図示しないセンサで検出する。圧縮機11の回転数は、圧縮機11の図示しない回転数センサで検出する。外気温度は、外気温度センサ36で検出する。吐出温度は、吐出温度センサ32で検出する。吸入温度は、吸入温度センサ34で検出する。低圧飽和温度は、吸入圧力センサ33で検出した圧力値を温度変換した値である。吸入圧力は、吸入圧力センサ33で検出した圧力値である。尚、例えば、回転数センサ、吸入温度センサ34、外気温度センサ36や吸入圧力センサ33等の検出部で暖房時判別モデル46Cに使用する第2の特徴量を含む運転状態量を定期的に検出する。

[0051] 冷房時判別モデル46B及び暖房時判別モデル46Cで共通に使用する第2の特徴量としては、室外機2側の運転状態量である、圧縮機11の回転数と吸入温度とがある。

[0052] また、冷房時判別モデル46B及び暖房時判別モデル46Cで共通に使用する第2の特徴量としては、室内機3側の運転状態量、例えば、室内機側熱交入口温度（冷房運転時：液側冷媒温度センサ61で検出／暖房運転時：ガス側温度センサ62で検出）、室内機側熱交出口温度（冷房運転時：ガス側温度センサ62で検出／暖房運転時：液側冷媒温度センサ61で検出）及び室内機膨張弁52の開度がある。尚、室内機3側の第2の特徴量は、例えば、室内機側熱交入口温度、室内機側熱交出口温度及び室内機膨張弁52の開度を例示したが、室内機3がダクト型、天カセ型等の種別が異なる場合でも共通に取得可能な特徴量である。

[0053] <推定モデルの構成>

推定モデル45Aは、第1の特徴量の検出値を用いて生成される。推定部45は、推定モデル45Aを生成する際とは異なるタイミングで取得した第1の特徴量の検出値を推定モデル45Aに適用して冷媒回路6の冷媒不足率を推定する。

[0054] 推定モデル45Aは、複数の運転状態量の内、任意の運転状態量（第1の特徴量の検出値）を用いて回帰分析法の一種である重回帰分析法で生成されている。重回帰分析法では、複数のシミュレーション結果（数値計算により冷媒回路6を再現して、残存する冷媒量に対して運転状態量がどのような値となるかを計算した結果）から得られた回帰式のうち、P値（生成した推定モデルの精度に運転状態量を与える影響度合いを示す値（所定の重みパラメータ））が一番小さく、かつ、補正值R²（生成した推定モデル45Aの精度を示す値）が0.9～1.0の間のできるだけ大きい値となる回帰式を選択して推定モデル45Aとして生成する。ここで、P値および補正值R²は、重回帰分析法で推定モデル45Aを生成する際に、当該推定モデル45Aの精度に関わる値であり、P値が小さいほど、また、補正值R²が1.0に近い値であるほど、生成された推定モデル45Aの精度が高くなる。その結果、冷房時の冷媒不足率が0～30%の場合では、例えば、冷媒過冷却度、外気温度、高圧飽和温度及び圧縮機11の回転数といった運転状態量を第1の特徴量とする。冷房時の冷媒不足率が40～70%の場合では、例えば、吸入温度、外気温度及び圧縮機11の回転数といった運転状態量を第1の特徴量とする。暖房時の冷媒不足率が0～20%の場合では、例えば、運転状態量として室外機膨張弁14の開度を特徴量とする。また、暖房時の冷媒不足率が30%～70%の場合では、例えば、吸入過熱度（吸入温度－低圧飽和温度）、外気温度、圧縮機11の回転数及び室外機膨張弁14といった運転状態量を第1の特徴量とする。

[0055] 推定モデル45Aは、前述したように第1の冷房用推定モデル45A1と、第2の冷房用推定モデル45A2と、第3の冷房用推定モデル45A3と

、第1の暖房用推定モデル45A4と、第2の暖房用推定モデル45A5と、第3の暖房用推定モデル45A6とを有する。本実施例では、これら各推定モデルは、後述するシミュレーション結果を用いて生成されて、予め空調機1の制御回路19内の推定部45に記憶されている。

[0056] 第1の冷房用推定モデル45A1は、冷媒不足率が0%～30%（第1の範囲）の場合に有効な推定モデル45Aであって、冷媒不足率を高精度に推定できる第1の回帰式である。第1の回帰式は、例えば、 $(\alpha 1 \times \text{冷媒過冷却度}) + (\alpha 2 \times \text{外気温度}) + (\alpha 3 \times \text{高圧飽和温度}) + (\alpha 4 \times \text{圧縮機11の回転数}) + \alpha 5$ である。係数 $\alpha 1 \sim \alpha 5$ は、推定モデル生成の際に決定されるものとする。推定部45は、第1の回帰式に、取得部41にて取得された現在の冷媒過冷却度、外気温度、高圧飽和温度及び圧縮機11の回転数を代入することで、現時点での冷媒回路6の冷媒不足率を算出する。尚、冷媒過冷却度、外気温度、高圧飽和温度及び圧縮機11の回転数を代入する理由は、第1の冷房用推定モデル45A1の生成時に使用した第1の特徴量を使用するためである。冷媒過冷却度は、例えば、 $(\text{高圧飽和温度} - \text{熱交出口温度})$ で算出できる。外気温度は、外気温度センサ36で検出する。高圧飽和温度は、吐出圧力センサ31で検出した圧力値を温度変換した値である。圧縮機11の回転数は、圧縮機11の図示しない回転数センサで検出する。

[0057] 第2の冷房用推定モデル45A2は、冷媒不足率が40%～70%（第2の範囲）の場合に有効な推定モデル45Aであって、冷媒不足率を高精度に推定できる第2の回帰式である。第2の回帰式は、例えば、 $(\alpha 11 \times \text{吸入温度}) + (\alpha 12 \times \text{外気温度}) + (\alpha 13 \times \text{圧縮機11の回転数}) + \alpha 14$ である。係数 $\alpha 11 \sim \alpha 14$ は、推定モデル生成の際に決定されるものとする。推定部45は、第2の回帰式に、取得部41にて取得された現在の吸入温度、外気温度及び圧縮機11の回転数を代入することで、現時点での冷媒回路6の冷媒不足率を算出する。尚、吸入温度、外気温度及び圧縮機11の回転数を代入する理由は、第2の冷房用推定モデル45A2の生成時に使用した特徴量を使用するためである。吸入温度は、吸入温度センサ34で検出

する。外気温度は、外気温度センサ 36 で検出する。圧縮機 11 の回転数は、圧縮機 11 の図示しない回転数センサで検出する。

[0058] ところで、前述したように、第 1 の回帰式で求めることができる冷媒不足率は 0%~30%であり、第 2 の回帰式で求めることができる冷媒不足率は 40%~70%である。この場合、冷媒不足率が 30%~40%である場合は、第 1 の回帰式を用いると冷媒不足率は 30%と算出され、第 2 の回帰式を用いると冷媒不足率は 40%と算出される。つまり、冷媒不足率が 30%~40%である場合に、冷媒不足率が 30%以下での寄与度の高い冷媒過冷却度、冷媒不足率が 40%以上での寄与度の高い吸入温度の何れも変化が小さく、有効な推定モデルを生成できない。従って、第 1 の回帰式あるいは第 2 の回帰式を用いると、図 7 A に示すようにどちらのモデルを使用するのかによって冷媒不足率が大きく異なる。

[0059] 第 3 の冷房用推定モデル 45 A 3 は、上記のような第 1 の回帰式あるいは第 2 の回帰式のいずれを使用しても冷媒不足率を推定できない範囲も含めて、冷媒不足率が 0%~70%の範囲をカバーできる冷房時冷媒不足率算出式である。図 7 B に示すように、冷房時冷媒不足率算出式は、第 1 の回帰式の推定結果である冷媒不足率と第 2 の回帰式の推定結果である冷媒不足率との間を、シグモイド係数を使用したシグモイド曲線で連続的につなぐものである。具体的には、冷房時冷媒不足率算出式は、 $(\text{シグモイド係数} \times \text{第 1 の回帰式で求めた冷媒不足率}) + ((1 - \text{シグモイド係数}) \times \text{第 2 の回帰式で求めた冷媒不足率})$ である。推定部 45 は、第 1 の回帰式および第 2 の回帰式に取得部 41 にて取得された現在の運転状態量を代入してそれぞれ算出された冷媒不足率を冷房時冷媒不足率算出式に代入して、現時点での冷媒回路 6 の冷媒不足率を算出する。

[0060] ここで、シグモイド係数の算出は、運転状態量のいずれかを用いる。本実施例では、サブクールが 0 となると第 1 の回帰式による結果がほぼ一定になってしまうことを考慮し、サブクールが 5℃のときに、シグモイド係数が 0.5 となる計算式とした。

[0061] $p = 1 / (1 + \exp(-(sc - 5)))$

p:シグモイド係数

sc:サブクール値

[0062] このようにシグモイド係数を決定して第3の冷房用推定モデル45A3に用いることで、冷媒不足率が0%~30%、つまり、冷媒不足率が第1の範囲であるときは、第3の冷房用推定モデル45A3による推定値において第1の冷房用推定モデル45A1の推定値が支配的となり、また、冷媒不足率が40%~70%、つまり、冷媒不足率が第2の範囲であるときは、第3の冷房用推定モデル45A3による推定値において第2の冷房用推定モデル45A2の推定値が支配的となる。

[0063] なお、シグモイド係数の算出は上述した方法に限らず、実際の冷媒不足率が30%以上であるとき、つまり、実際の冷媒不足率が第1の範囲でないときは、第3の冷房用推定モデル45A3による推定値において第2の冷房用推定モデル45A2の推定値が支配的となるように、また、実際の冷媒不足率が40%以下であるとき、つまり、実際の冷媒不足率が第2の範囲でないときは、第3の冷房用推定モデル45A3による推定値において第1の冷房用推定モデル45A1の推定値が支配的となるように、シグモイド係数を決定すればよい。

[0064] 第1の暖房用推定モデル45A4は、冷媒不足率が0%~20%（第3の範囲）の場合に有効な推定モデル45Aであって、冷媒不足率を高精度に推定できる第4の回帰式である。第4の回帰式は、例えば、 $(\alpha_{31} \times \text{室外機膨張弁14の開度}) + \alpha_{32}$ である。推定部45は、第4の回帰式に、取得部41にて取得された現在の室外機膨張弁14の開度を代入することで、冷媒不足率を算出する。尚、室外機膨張弁14の開度を代入する理由は、第1の暖房用推定モデル45A4の生成時に使用した特徴量を使用するためである。

[0065] 第2の暖房用推定モデル45A5は、冷媒不足率が30%~70%（第4の範囲）の場合に有効な推定モデル45Aであって、冷媒不足率を高精度に

推定できる第5の回帰式である。第5の回帰式は、例えば、 $(\alpha_{41} \times \text{吸入過熱度}) + (\alpha_{42} \times \text{外気温度}) + (\alpha_{43} \times \text{圧縮機11の回転数}) + (\alpha_{44} \times \text{室外機膨張弁14の開度}) + \alpha_{45}$ である。係数 $\alpha_{41} \sim \alpha_{45}$ は、推定モデル生成の際に決定されるものとする。推定部45は、第5の回帰式に、取得部41にて取得された現在の吸入過熱度、外気温度、圧縮機11の回転数及びメイン側の膨張弁の開度を代入することで、現時点での冷媒回路6の冷媒不足率を算出する。尚、吸入過熱度、外気温度、圧縮機11の回転数及び室外機膨張弁14の開度を代入する理由は、第2の暖房用推定モデル45A5の生成時に使用した特徴量を使用するためである。吸入過熱度は、例えば、 $(\text{吸入温度} - \text{低圧飽和温度})$ で算出できる。外気温度は、外気温度センサ36で検出する。圧縮機11の回転数は、圧縮機11の図示しない回転数センサで検出する。室外機膨張弁14の開度は、図示しないセンサで検出する。

[0066] また、前述したように、第4の回帰式で求めることができる冷媒不足率は0%~20%であり、第5の回帰式で求めることができる冷媒不足率は30%~70%である。この場合、冷媒不足率が20%~30%である場合は、第4の回帰式を用いると冷媒不足率は20%と算出され、第5の回帰式を用いると冷媒不足率は30%と算出される。つまり、冷媒不足率が20%~30%である場合に、冷媒不足率が20%以下での寄与度の高い室外機膨張弁14の開度、冷媒不足率が30%以上での寄与度の高い吸入過熱度の何れも変化が小さく、有効な推定モデルを生成できない。従って、第4の回帰式あるいは第5の回帰式を用いると、図8Aに示すようにどちらのモデルを使用するのかによって冷媒不足率が大きく異なる。

[0067] 第3の暖房用推定モデル45A6は、上記のような第4の回帰式あるいは第5の回帰式のいずれを使用しても冷媒不足率を推定できない範囲も含めて、冷媒不足率が0%~70%の範囲をカバーできる暖房時冷媒不足率算出式である。図8Bに示すように、暖房時冷媒不足率算出式は、第4の回帰式の推定結果である冷媒不足率と第5の回帰式の推定結果である冷媒不足率との

間を、シグモイド係数を使用したシグモイド曲線で連続的に繋ぐものである。具体的には、暖房時冷媒不足率算出式は、（シグモイド係数×第5の回帰式で求めた冷媒不足率）＋（（1－シグモイド係数）×第4の回帰式で求めた冷媒不足率）である。推定部45は、第4の回帰式および第5の回帰式に取得部41にて取得された現在の運転状態量を代入してそれぞれ算出された冷媒不足率を暖房時冷媒不足率算出式に代入して、現時点での冷媒回路6の冷媒不足率を算出する。

[0068] ここで、シグモイド係数の算出は、冷房運転時と同様に運転状態量のいずれかを用いる。本実施例では、室外機膨張弁14の開度を全閉：0／全開：100としたときに室外機膨張弁14の開度が全開となると第4の回帰式による結果がほぼ一定となってしまうことを考慮し、室外機膨張弁14の開度が90のときに、シグモイド係数が0.5となる計算式とした。

[0069]
$$p = 1 / (1 + \exp(-(D / 10 - 45)))$$

p:シグモイド係数

D: 室外機膨張弁14の開度

[0070] このようにシグモイド係数を決定して第3の暖房用推定モデル45A6に用いることで、冷媒不足率が0%～20%、つまり、冷媒不足率が第3の範囲であるときは、第3の暖房用推定モデル45A6による推定値において第1の暖房用推定モデル45A4の推定値が支配的となり、また、冷媒不足率が30%～70%、つまり、冷媒不足率が第4の範囲であるときは、第3の暖房用推定モデル45A6による推定値において第2の暖房用推定モデル45A5の推定値が支配的となる。

[0071] なお、シグモイド係数の算出は上述した方法に限らず、実際の冷媒不足率が20%以上であるとき、つまり、実際の冷媒不足率が第3の範囲でないときは、第3の暖房用推定モデル45A6による推定値において第2の暖房用推定モデル45A5の推定値が支配的となるように、また、実際の冷媒不足率が30%以下であるとき、つまり、実際の冷媒不足率が第4の範囲でないときは、第3の暖房用推定モデル45A6による推定値において第1の暖房

用推定モデル 4 5 A 4 の推定値が支配的となるように、シグモイド係数を決定すればよい。

[0072] 以上に説明したように、冷房運転時は、第 1 の回帰式、第 2 の回帰式及び冷房時冷媒不足率算出式を使用して冷媒不足率を推定する。冷房時の冷媒過冷却度が第 1 の閾値（図 7 の $T_v 1$ ）より大きい値である場合は、第 1 の回帰式を選択する方が第 2 の回帰式を選択するより冷媒不足率を精度よく推定できる。また、冷房時の冷媒過冷却度が第 1 の閾値より小さい値である場合は、第 2 の回帰式を選択する方が第 1 の回帰式を選択するより冷媒不足率を精度よく推定できる。そして、冷房時の冷媒過冷却度が第 1 の閾値付近の値である場合は、いずれの回帰式を用いるかで冷媒不足率の推定値が大きく変わる。そこで、冷房時は、第 1 の回帰式と第 2 の回帰式とを含んだ冷房時冷媒不足率算出式を選択する。これにより、冷房時の冷媒不足率を精度よく推定できる。

[0073] また、暖房運転時は、第 4 の回帰式、第 5 の回帰式及び暖房時冷媒不足率算出式を使用して冷媒不足率を推定する。暖房時の室外機膨張弁 1 4 の開度が第 2 の閾値未満（図 8 の $T_v 2$ ）の場合は、第 4 の回帰式を選択する方が第 5 の回帰式を選択するよりも冷媒不足率を精度よく推定できる。また、暖房時の室外機膨張弁 1 4 の開度が第 2 の閾値未満でない場合は、第 5 の回帰式を選択する方が第 4 の回帰式を選択するより冷媒不足率を精度よく推定できる。そして、暖房時の室外機膨張弁 1 4 の開度が第 1 の閾値付近の値である場合は、いずれの回帰式を用いるかで冷媒不足率の推定値が大きく変わる。そこで、暖房時は、第 4 の回帰式と第 5 の回帰式とを含んだ暖房時冷媒不足率算出式を選択する。これにより、暖房時の冷媒不足率を精度よく推定できる。

[0074] <判別モデルの構成>

判別モデル 4 6 A は、冷媒回路 6 の動作が正常、かつ、残存冷媒量のみ変化させたときの冷媒回路 6 の動作をシミュレーションした結果によって得られる第 2 の特徴量の値であるシミュレーション値を用いて生成される。判別

部46は、稼働中の空気調和機1から取得した第2の特徴量の検出値を判別モデル46Aに適用して外れ値を算出する。判別部46は、外れ値の値に基づいて、検出部が第2の特徴量の検出値と同時に取得した第1の特徴量の検出値について、推定部45による冷媒不足率の推定に使用すべき検出値であるか否かを判別する。

[0075] 判別モデル46Aの生成には、例えばカーネル密度推定法を採用している。カーネル密度推定法は、有限の標本点から全体の分布の密度関数を推定する方法である。判別モデル46Aは、有限の標本点から推定された全体の分布の密度関数に基づいて、密度関数の極大値（クラスタ（類似性を持つデータの集まり）の中心）からの外れ度合い（以下、外れ値ともいう）を算出する。そして、判別モデル46Aは、判別対象となるデータが入力されると、そのデータの外れ値を算出し、その外れ値が所定範囲内か否か（判別対象となるデータがクラスタに含まれるか否か）を判別する。

[0076] 図9は、第2の特徴量の検出値の分布の一例を示す説明図である。判別モデル46Aは、図9に示すように、シミュレーションにより得られる第2の特徴量の値（以下、「第2の特徴量のシミュレーション値」ともいう）の集合を1つのクラスタとして正常と分類する。シミュレーションの条件は、冷媒回路6が定常状態（冷媒の充填量が規定量である状態）であるか、又は冷媒の充填量を減少させた状態（冷媒漏洩状態）である。定常状態での第2の特徴量のシミュレーション値は、空気調和機1を構成する各要素（冷媒回路6、圧縮機、膨張弁など）が正常に動作する状態を想定してシミュレーションした場合に得られる第2の特徴量の値である。また、冷媒漏洩状態での第2の特徴量のシミュレーション値は、空気調和機を構成する各要素（冷媒回路6、圧縮機、膨張弁など）が正常に動作する状態を想定したうえで、冷媒回路6に残存する冷媒量のみ変化（減少）させた状態を想定してシミュレーションした場合に得られる第2の特徴量の値である。そして、上記判別モデル46Aによって正常と分類されたクラスタから外れるような第2の特徴量の検出値が入力された場合に、この検出値を異常と分類する。尚、異常と分

類される検出値は、図9に示すように検出値をグラフ上にプロットしたとき、正常と分類されたクラスタから外れる検出値である。また、異常とは、冷媒回路6を構成する装置に故障が発生している可能性が高いことを示す状態である。

[0077] 判別モデル46Aは、稼働中の空気調和機1から取得した第2の特徴量の検出値を適用して外れ値を算出する。具体的には、判別モデル46Aが、判別モデル46Aの生成に使用した第2の特徴量の値を正常標本値（正常と分類されたクラスタ）とし、稼働中の空気調和機1の取得部41が取得した第2の特徴量の検出値について、外れ度合いを示す外れ値を算出する。外れ値は、正常と分類されたクラスタの中心からどの程度外れているかの距離を数値化したもので、数値の絶対値が大きくなるに連れて外れ度合いが高くなる。その結果、外れ度合いが高くなるに連れて、第2の特徴量の検出値が異常である可能性が高くなる。

[0078] 図10は、外れ値による異常検知の例を示す説明図である。判別部46は、第2の特徴量の検出値の外れ値が、例えば、「-150」より大きい場合（外れ値の絶対値が150未満の場合）は第2の特徴量の検出値が正常、第2の特徴量の検出値の外れ値が、例えば、「-150」以下の場合（外れ値の絶対値が150以上の場合）は第2の特徴量の検出値が異常と分類する。尚、外れ閾値Xは、例えば空気調和機1の故障履歴を収集して実際に異常と判断された値を検証した結果に基づき、正常データを異常と誤判定しない程度の値に定めることができる。従って、判別部46は、第2の特徴量の検出値が異常と分類された場合、当該第2の特徴量の検出値と同時に取得した第1の特徴量の検出値を用いた推定部45による冷媒不足率の推定動作を実行しない。更に、判別部46は、異常と分類された第2の特徴量の検出値を異常ログとして異常ログ格納部43Aに格納する。

[0079] 判別部46は、算出した外れ値の絶対値が外れ閾値X、例えば、150未満の場合、第2の特徴量の検出値を正常と分類する。この場合、判別部46は、当該第2の特徴量の検出値と同時に取得した第1の特徴量の検出値を用

いて推定部45による冷媒不足率の推定動作を実行する。

[0080] 尚、説明の便宜上、外れ閾値Xは、例えば、「-150」を設定したが、故障履歴を収集して実際に異常と判断された値を検証した結果に基づき適宜調整しても良い。

[0081] <推定処理の動作>

図11は、推定処理に関わる制御回路19の処理動作の一例を示すフローチャートである。尚、制御回路19内の推定部45は、事前に生成された第1の冷房用推定モデル45A1、第2の冷房用推定モデル45A2、第3の冷房用推定モデル45A3、第1の暖房用推定モデル45A4、第2の暖房用推定モデル45A5、第3の暖房用推定モデル45A6を保持しているものとする。更に、制御回路19内の判別部46は、事前に生成された冷房時判別モデル46B及び暖房時判別モデル46Cを保持しているものとする。推定処理は、検出部で順次検出した24時間分の10分毎の運転状態量を、例えば、1日1回の所定時間帯（例えば、夜間）に定期的に行われるものである。尚、所定時間帯として夜間を例示したが、例えば、空気調和機1の運転頻度の少ない時間帯の夜間において、空気調和機1の運転停止後に1日分の運転状態量を取得するものである。また、所定時間帯としては、夜間ではなく、例えば、1カ月分の空気調和機1の稼働状態を見て、稼働していない所定時間を決定しても良い。

[0082] 図11において制御回路19内の制御部44は、取得部41を通じて運転状態量を運転データとして収集する（ステップS11）。制御部44は、収集した運転データから任意の運転状態量を抽出するデータフィルタリング処理を実行する（ステップS12）。制御部44は、データクレンジング処理を実行する（ステップS13）。更に、判別部46は、判別モデル46Aを使用してデータクレンジング処理実行後の第2の特徴量の検出値を正常又は異常に分類する判別処理を実行する（ステップS14）。

[0083] 制御部44は、第2の特徴量の検出値が正常又は異常と分類されたかを判定する（ステップS15）。推定部45は、ステップS15にて第2の特徴

量の検出値が正常と分類された場合、正常と分類された第2の特徴量の検出値と同時に取得した第1の特徴量の検出値を各推定モデルに適用する残存冷媒量推定処理を実行する（ステップS16）。そして、推定部45は、冷媒回路6の冷媒不足率を算出し（ステップS17）、図11に示す処理動作を終了する。

[0084] また、判別部46は、ステップS15にて第2の特徴量の検出値が異常と分類された場合、異常と分類された第2の特徴量の検出値を異常ログ格納部43Aに格納してアラートを出力する異常出力処理を実行し（ステップS18）、図11に示す処理動作を終了する。

[0085] データフィルタリング処理は、複数の運転状態量の全てを使用するのではなく、所定フィルタ条件に基づき、複数の運転状態量の内、第2特徴量の判別処理や冷媒不足率を算出するのに必要な一部の運転状態量（第1の特徴量の検出値及び第2の特徴量の検出値）のみを抽出する。生成された推定モデル45Aや判別モデル46Aに、後述するデータフィルタリング処理を行った（異常値や突出値を除いた）第1の特徴量および第2の特徴量の検出値を代入することで、より正確に第2特徴量を用いた判別や、第1特徴量を用いた冷媒不足率の推定が行える。

[0086] 所定のフィルタ条件は、第1のフィルタ条件と、第2のフィルタ条件と、第3のフィルタ条件とを有する。第1のフィルタ条件は、例えば、空気調和機1の全運転モード共通に抽出するデータのフィルタ条件である。第2のフィルタ条件は、冷房運転時に抽出するデータのフィルタ条件である。第3のフィルタ条件は、暖房運転時に抽出するデータのフィルタ条件である。

[0087] 第1のフィルタ条件は、例えば、圧縮機11の駆動状態、運転モードの識別、特殊運転の排除、取得した値における欠損値の排除、各回帰式の生成に際し与える影響の大きい運転状態量について変化量が小さい値の選択、等である。圧縮機11の駆動状態は、圧縮機が安定して運転していることで冷媒回路6に冷媒が循環していないと冷媒不足率を推定できないために判断する必要のある条件であり、圧縮機11の立ち上がり時等の過渡期に検出した運

転状態量を除外するために設けられるフィルタ条件である。

[0088] 運転モードの識別とは、冷房運転時及び暖房運転時に取得した運転状態量のみを抽出するためのフィルタ条件である。従って、除湿運転時や送風運転時に取得した運転状態量は除外される。特殊運転の排除とは、例えば、油回収運転や除霜運転といった冷房運転時や暖房運転時と比べて冷媒回路 6 の状態が大きく異なる特殊運転時に取得した運転状態量を除外するフィルタ条件である。欠損値の排除とは、冷媒不足率の判定に使用する運転状態量に欠損値があった場合、当該運転状態量を用いて各回帰式を生成すれば精度が落ちる可能性があるため、欠損値を含む運転状態量を除外するフィルタ条件である。

[0089] 各回帰式や各冷媒不足率算出式に代入する運転状態量について変化量が小さい値の選択とは、空気調和機 1 の運転状態が安定している状態の運転状態量のみを抽出するフィルタ条件であり、各回帰式や各冷媒不足率算出式による推定精度を上げるために必要な条件である。尚、影響の大きい運転状態量とは、例えば、冷房運転時の冷媒不足率が 0～30% の場合に使用する冷媒過冷却度、冷房運転時の冷媒不足率が 40～70% の場合に使用する吸入温度や、暖房運転時の吸入過熱度等である。

[0090] 第 2 のフィルタ条件には、例えば、熱交出口温度の排除、サブクールの異常、吐出温度の異常等がある。

[0091] 熱交出口温度の排除は、外気温度センサ 36 と熱交出口温度センサ 35 とが近い場所に配置されていることにより、冷房運転時に熱交出口温度センサ 35 で検出した熱交出口温度が外気温度センサ 36 で検出した外気温度より低くなることがないことを考慮したフィルタ条件であり、外気温度より低い熱交出口温度を除外するフィルタ条件である。

[0092] サブクール異常は、冷房負荷が極端に大きいあるいは小さいことに起因して異常に高いあるいは以上に低い冷媒過冷却度検出されたときにこれを除外するフィルタ条件である。吐出温度の異常は、冷房負荷が小さいことに起因して圧縮機 11 に吸入される冷媒量が減少する所謂ガス欠状態時に検出した

吐出温度を除外するフィルタ条件である。

[0093] 第3のフィルタ条件は、例えば、吐出温度の異常等である。暖房運転時に暖房負荷の大きさに起因して吐出温度が高くなって吐出温度保護制御が実行されると、例えば、圧縮機11の回転数を低下させることで吐出温度が低下するため、このときに検出した吐出温度を除外するフィルタ条件である。

[0094] データクレンジング処理は、取得した全ての第1の特徴量の検出値を冷媒不足率の推定に使用するのではなく、誤った推定を行うおそれがある第1の特徴量の検出値を除外するための処理である。また、データクレンジング処理は、取得した全ての第2の特徴量の検出値を判別処理に使用するのではなく、誤った判別を行うおそれがある第2の特徴量の検出値を除外するための処理でもある。具体的には、取得した運転状態量を平滑化してノイズ抑制やデータ数制限等がある。データの平滑化によるノイズ抑制とは、該当区間の平均値を算出し、各モデルにおいて例えば冷媒過冷却度、吸入温度、吸入過熱度の移動平均をとることで、ノイズを抑える処理である。データ数制限とは、例えば、データ数が少ないものは信頼性が低いため排除する処理である。例えば、1日分の入力データをフィルタリング処理して残ったデータ数がX個以上であれば冷媒不足率の推定や第2の特徴量の判別処理に使用、それより少なければ、その日のデータはすべて使用しない。つまり、データクレンジング処理では、推定モデル45Aに異常値や突出値を除いた運転状態量を代入することで、より正確に冷媒不足率を推定でき、判別モデル46Aに異常値や突出値を除いた運転状態量を代入することで、より正確な第2の特徴量の判別が行えることになる。

[0095] 判別処理は、第2の特徴量のシミュレーション値から推定された全体の分布の密度関数に基づいて、密度関数の極大値（クラスタの中心）からの外れ度合い（外れ値）を算出し、その外れ値が所定範囲内か否か（判別対象となるデータがクラスタに含まれるか否か）を判別する処理である。この判別モデル46Aに稼働中の空気調和機1から取得した第2の特徴量の検出値を適用して外れ値を算出する。判別処理では、判別モデル46Aの生成時に使用

した第2の特徴量の値を正常標本値とし、第2の特徴量の検出値の外れ値を算出する。更に、判別処理では、算出した外れ値の絶対値が外れ閾値Xの絶対値以上の場合、第2の特徴量の検出値を異常と分類する。更に、判別処理では、算出した外れ値の絶対値が外れ閾値Xの絶対値未満の場合、当該第2の特徴量の検出値を正常と分類する。

[0096] 図12は、残存冷媒量推定処理に関わる制御回路19の処理動作の一例を示すフローチャートである。残存冷媒量の推定は、データフィルタリング処理及びデータクレンジング処理後の現在の運転状態量（センサ値）の内、判別処理にて正常と分類された第2の特徴量の検出値と同時に取得した第1の特徴量の検出値を推定モデル45Aの各回帰式や各冷媒不足率算出式に代入することで、現時点の冷媒回路6の冷媒不足率を算出する処理である。図12において制御回路19内の推定部45は、取得した第1の特徴量が冷房運転中に取得したものであるか否かを判定する（ステップS21）。推定部45は、取得した第1の特徴量が冷房運転中に取得したものである場合（ステップS21：Yes）、第1の冷房用推定モデル45A1～第3の冷房用推定モデル45A3のそれぞれに第1の特徴量を適用する（ステップS22）。

[0097] 推定部45は、取得した第1の特徴量が冷房運転中に取得したものでない場合（ステップS21：No）、すなわち取得した第1の特徴量が暖房運転中に取得したものである場合、第1の暖房用推定モデル45A4～第3の暖房用推定モデル45A6のそれぞれに第1の特徴量を適用する（ステップS23）。そして、推定部45は、第1の冷房用推定モデル45A1～第3の冷房用推定モデル45A3のそれぞれに第1の特徴量を適用した結果と、第1の暖房用推定モデル45A4～第3の暖房用推定モデル45A6のそれぞれに第1の特徴量を適用した結果を合わせて、現時点での冷媒不足率を算出し（ステップS24）、図12に示す処理動作を終了する。

[0098] 異常出力処理は、判別処理にて異常と分類された第2の特徴量の検出値を異常ログとして異常ログ格納部43Aに格納してアラーム出力する。その結

果、第2の特徴量の検出値の異常を認識できる。

[0099] <故障判定方法>

推定部45は、現在の冷媒回路6の冷媒不足率を算出し、算出した冷媒不足率を制御部44に通知する。更に、判別部46は、現在の第2の特徴量が正常又は異常と分類し、分類結果を制御部44に通知する。制御部44は、推定部45が算出した冷媒不足率に基づき、冷媒量が異常又は正常であるかを判定し、その判定結果を冷媒量判定結果として出力する。制御部44は、冷媒量判定結果と、判別部46の分類結果とに基づき、空気調和機1の状態を判定結果として出力する。図13は、制御部44内の故障判定テーブル44Aの一例を示す説明図である。

[0100] 制御部44は、故障判定テーブル44Aを参照し、冷媒量判定結果が異常、判別部46の分類結果が異常の場合、冷媒漏洩検知が他の故障によるものと判断し、その判断内容を示すアラームを出力する。制御部44は、故障判定テーブル44Aを参照し、冷媒量判定結果が異常、判別部46の分類結果が正常の場合、冷媒漏洩検知と判断し、その判断内容を示すアラームを出力する。また、制御部44は、故障判定テーブル44Aを参照し、冷媒量判定結果が正常、判別部46の分類結果が異常の場合、冷媒漏洩以外の故障検知と判断し、その判断内容を示すアラームを出力する。また、制御部44は、故障判定テーブル44Aを参照し、冷媒量判定結果が正常、判別部46の分類結果が正常の場合、定常状態と判断する。

[0101] <実施例1の効果>

実施例1の空気調和機1では、判別モデル46Aの生成に使用した第2の特徴量の値を正常標本値とし、第2の特徴量の検出値の外れ値を算出する。更に、空気調和機1では、算出した外れ値の絶対値が外れ閾値Xの絶対値以上の場合、当該第2の特徴量の検出値を異常とする分類する。更に、空気調和機1は、異常と分類された第2の特徴量と同時に取得した第1の特徴量の検出値を推定モデル45Aに使用しない。その結果、誤った冷媒不足率を推定することを防ぐことができる。

[0102] 例えば、重回帰分析の線形解析で生成された推定モデル45Aで冷媒不足率を推定する際に冷媒漏洩と共に冷媒漏洩以外の故障が生じて第1の特徴量が増加した場合に、各特徴量の変化度合いによっては、本来は冷媒不足率が大きくなっている（＝異常である）にも関わらず小さい冷媒不足率の値と推定する場合も考えられる。例えば、冷媒漏洩以外の故障が原因で圧縮機の回転数と吸入温度とが増加し、これら各値の変化量が相殺された結果、冷媒不足率が小さい値（＝正常である）と推定してしまう場合も考えられる。しかしながら、本実施例の空気調和機1では、カーネル密度推定法等の非線形解析で生成された判別モデル46Aで異常と分類された第2の特徴量の検出値と同時に取得した第1の特徴量の検出値を推定モデル45Aに使用しない。その結果、誤った冷媒不足率を推定することを防ぐことができる。

[0103] また、本来は、線形解析で生成された推定モデル45Aを使用した場合、冷媒不足率が小さい値（＝正常である）にも関わらず冷媒不足率が大きくなっている（＝異常である）と推定する場合も考えられる。例えば、冷媒漏洩以外の故障が原因で圧縮機の回転数が増加した結果、冷媒不足率が大きくなっていると推定してしまう場合も考えられる。しかしながら、本実施例1の空気調和機1では、非線形解析で生成された判別モデル46Aで異常と分類された第2の特徴量の検出値と同時に取得した第1の特徴量の検出値を推定モデル45Aに使用しない。その結果、誤った冷媒不足率を推定することを防ぐことができる。

[0104] 空気調和機1の判別モデル46Aでは、算出した外れ値の絶対値が外れ閾値の絶対値未満の場合、当該第2の特徴量の検出値を正常と分類する。そして、空気調和機1では、正常と分類された第2の特徴量の検出値と同時に取得した第1の特徴量の検出値を重回帰分析することで、冷媒回路6の冷媒不足率を算出する。その結果、冷媒回路6の冷媒不足率を正確に推定できる。

[0105] 空気調和機1に搭載される判別モデル46Aは、推定モデル45Aで使用している第1の特徴量の検出値の一部及び冷凍サイクル動作に与える影響の大きい運転状態量を含む第2の特徴量の値を用いてカーネル密度推定法等の

非線形解析で生成される。判別モデル46Aでは、第2の特徴量の検出値を正常又は異常に分類する。そして、推定モデル45Aでは、全ての運転状態量を使用するのではなく、正常と分類された第2の特徴量の検出値と同時に取得した第1の特徴量の検出値を用いて推定モデル45Aを生成する。その結果、高精度な推定モデル45Aを生成できる。

[0106] 本実施例では、推定モデル45Aの各回帰式の生成は、シミュレーションで得た特徴量を用いており、シミュレーションで得た特徴量には異常な値や他と比べて突出して大きいあるいは小さい値は含まれていない。このような、シミュレーションで得た特徴量を用いて生成された推定モデル45Aの各回帰式や各冷媒不足率算出式に、データフィルタリング処理及びデータクレンジング処理を行って異常値や突出値を除いた運転状態量の検出値を代入する。この際、判別モデル46Aを用いて正常と分類された第2の特徴量の検出値と同時に取得した第1の特徴量の検出値のみを代入することで、より正確に冷媒不足率を推定できる。

[0107] 判別モデル46Aの生成は、シミュレーションで得た特徴量を用いており、シミュレーションで得た特徴量には異常な値や他と比べて突出して大きいあるいは小さい値は含まれていない。このような、異常値や突出値を含まない特徴量を用いて生成された判別モデル46Aに、データフィルタリング処理及びデータクレンジング処理を行って異常値や突出値を除いた第2の特徴量の検出値を適用することで、正確に第2の特徴量の検出値の判別が行える。更に、制御回路19では、データフィルタリング処理及びデータクレンジング処理を行うことで、判別モデル46Aによる外れ値の算出の際に使用するデータ量を減らすことができるため、判別モデル46Aによる外れ値の算出にかかる時間を短縮化して制御回路19の負荷を軽減できる。

[0108] なお、本実施形態では、第2の特徴量として図5および図6に記載の運転状態量を用いたが、冷媒回路により多くのセンサを搭載して多くの運転状態量を検出して判別モデル46Aを生成して用いれば、様々な故障の検出可能性を高められる。また、第1の特徴量は、冷媒量の減少と相間関係がある状

態量に絞ることで、残存冷媒量を精度よく推定できる。

[0109] 尚、以上に説明した実施例 1 では、空気調和機 1 の設計段階で各運転状態量のシミュレーション結果を求め、学習機能を有するサーバなどの情報処理装置にシミュレーション結果を学習させて得られた推定モデル 45 A 及び判別モデル 46 A を制御回路 19 が保持している場合を例示した。これに代えて、空気調和機 1 との間を通信網 110 で接続するサーバ 120 が存在し、このサーバ 120 が推定モデル 45 A 及び判別モデル 46 A を生成し、推定モデル 45 A の推定結果を空気調和機 1 に送信しても良く、この実施の形態につき、以下に説明する。

実施例 2

[0110] <空気調和システムの構成>

図 14 は、実施例 2 の空気調和システム 100 の一例を示す説明図である。尚、実施例 1 の空気調和機 1 と同一の構成には同一符号を付すことで、その重複する構成及び動作の説明については省略する。図 14 に示す空気調和システム 100 は、空気調和機 1 と、通信網 110 と、サーバ 120 とを有する。空気調和機 1 は、圧縮機 11、室外熱交換器 13 及び室外機膨張弁 14 を有する室外機 2 と、室内熱交換器 51 を有する室内機 3 と、制御回路 19 A とを有する。空気調和機 1 は、室外機 2 と室内機 3 とが液管 4 及びガスパイプ 5 等の冷媒配管で接続されて構成する冷媒回路 6 を備え、当該冷媒回路 6 に所定量の冷媒が充填される。制御回路 19 A は、取得部 41 と、第 1 の通信部である通信部 42 と、記憶部 43 と、制御部 44 とを有する。尚、制御回路 19 A は、推定部 45、判別部 46 及び異常ログ格納部 43 A を有しないものとする。

[0111] サーバ 120 は、生成部 121 と、第 2 の通信部である通信部 121 A と、推定部 122 と、判別部 123 と、記憶部 124 とを有する。記憶部 124 は、異常ログ格納部 124 A を有する。生成部 121 は、冷媒回路 6 に充填される冷媒の冷媒不足率の推定に関わる第 1 の特徴量の検出値又はシミュレーション値を用いて重回帰分析法で推定モデル 45 A を生成する。尚、推

定モデル45Aは、例えば、第1の実施例で説明した第1の冷房用推定モデル45A1、第2の冷房用推定モデル45A2、第3の冷房用推定モデル45A3、第1の暖房用推定モデル45A4、第2の暖房用推定モデル45A5及び第3の暖房用推定モデル45A6を有する。推定部122は、生成部121で生成した推定モデル45Aを格納する。更に、生成部121は、第2の特徴量を用いてカーネル密度推定法で判別モデル46Aを生成する。尚、判別モデル46Aは、例えば、実施例1で説明した冷房時判別モデル46B及び暖房時判別モデル46Cを有する。

[0112] 判別部123は、生成部121で生成した判別モデル46Aを格納する。判別部123は、判別モデル46Aを用いて第2の特徴量の検出値を正常又は異常に分類する。判別部123は、第2の特徴量の検出値が異常と分類された場合、異常と分類された第2の特徴量の検出値を異常ログとして異常ログ格納部124Aに格納する。

[0113] 更に、推定部122は、判別モデル46Aで分類した正常の第2の特徴量の検出値と同時に取得した第1の特徴量の検出値と、受信した推定モデル45Aとを用いて空気調和機1の冷媒回路6における冷媒不足率を算出する。通信部121Aは、推定部122にて算出された冷媒不足率を通信網110経由で空気調和機1に送信する。

[0114] 生成部121は、シミュレーションにより得られる冷媒回路6が正常な状態における冷房時の定常状態及び冷媒漏洩状態の第2の特徴量の値を用いて冷房時判別モデル46Bを生成又は更新する。

[0115] 生成部121は、冷媒回路6が正常な状態における冷房時の定常状態及び冷媒漏洩状態を実測できる空気調和機1の標準機（製造メーカーの試験室などに設置されている）から定期的に冷房運転時の運転状態量を収集し、冷房時判別モデル46Bの正常又は異常の分類結果と実測した分類結果との比較結果と収集した運転状態量とを用いて、冷房時判別モデル46Bを生成あるいは更新する。その結果、より高精度な冷房時判別モデル46Bを生成できる。

- [0116] 生成部121は、冷媒回路6における冷媒不足率を実測できる空気調和機1の標準機（製造メーカーの試験室などに設置されている）から定期的に冷房運転時の運転状態量を収集し、各推定モデル45Aで推定した冷媒不足率と実測した冷媒不足率との比較結果と収集した運転状態量とを用いて、第1の冷房用推定モデル45A1、第2の冷房用推定モデル45A2及び第3の冷房用推定モデル45A3を生成あるいは更新する。なお、実施例1のように、各推定モデルの生成に使用する運転状態量をシミュレーションで得て、生成部121がシミュレーションで得た運転状態量を用いて各推定モデル45Aを生成してもよい。
- [0117] 生成部121は、シミュレーションにより得られる冷媒回路6が正常な状態における暖房時の定常状態及び冷媒漏洩状態の第2の特徴量の値を用いて暖房時判別モデル46Cを生成又は更新する。
- [0118] 生成部121は、冷媒回路6が正常な状態における暖房時の定常状態及び冷媒漏洩状態を実測できる空気調和機1の標準機（製造メーカーの試験室などに設置されている）から定期的に暖房運転時の運転状態量を収集し、暖房時判別モデル46Cの正常又は異常の分類結果と実測した分類結果との比較結果と収集した運転状態量とを用いて、暖房時判別モデル46Cを生成あるいは更新する。その結果、より高精度な暖房時判別モデル46Cを生成できる。
- [0119] 生成部121は、上述した空気調和機1の標準機から定期的に暖房運転時の運転状態量を収集し、各推定モデル45Aで推定した冷媒不足率と実測した冷媒不足率との比較結果と収集した運転状態量とを用いて、第1の暖房用推定モデル45A4、第2の暖房用推定モデル45A5及び第3の暖房用推定モデル45A6を生成する。なお、実施例1のように、各推定モデル45Aの生成に使用する運転状態量をシミュレーションで得て、生成部121がシミュレーションで得た運転状態量を用いて各推定モデル45Aを生成してもよい。
- [0120] 生成部121による判別モデル46Aの生成は、シミュレーションで得た

特徴量を用いており、シミュレーションで得た特徴量の値には異常な値や他と比べて突出して大きいあるいは小さい値は含まれていない。このような、異常値や突出値を含まない特徴量の値を用いて生成された判別モデル46Aに、データフィルタリング処理及びデータクレンジング処理を行って異常値や突出値を除いた第2の特徴量の検出値を適用することで、より正確な第2の特徴量の検出値の判別を実現できる。更に、生成部121において、第1の実施例で説明した第2の特徴量のデータフィルタリング処理及びデータクレンジング処理を行えば、判別モデル46Aによる外れ値の算出の際に使用するデータ量を減らすことができる。これにより、判別モデル46Aによる外れ値の算出にかかる時間を短縮化できてサーバ120の利用率を下げるので、サーバ120が使用する分だけコストがかかる従量制の場合に外れ値の算出にかかるコストを抑えることができる。

[0121] <実施例2の効果>

実施例2のサーバ120は、シミュレーションにより得られる冷媒回路6が正常な状態における定常状態及び冷媒漏洩状態の第2の特徴量の値を用いて判別モデル46Aを生成し、生成した判別モデル46Aを判別部123に格納する。サーバ120内の判別部123は、格納した判別モデル46Aを用いて、異なるタイミングで取得した第2の特徴量の検出値が正常又は異常であるかを分類できる。

[0122] サーバ120は、空気調和機1から取得した第1の特徴量の値を用いて推定モデル45Aを生成し、生成した推定モデル45Aを推定部122に格納する。サーバ120は、格納した推定モデル45Aを用いて、冷媒不足率を推定し、その推定結果を通信網110経由で空気調和機1に送信する。その結果、空気調和機1は、冷媒回路6の冷媒不足率を認識できる。

[0123] 尚、実施例1及び2の空気調和機1では、1台の室外機2に対してN台の室内機3を接続した場合の冷媒不足率を推定する推定モデル45A及び判別モデル46Aを例示した。これに対し、1台の室外機2と1台の室内機3とが接続した空気調和機1についても、実施例1や実施例2と同様の方法で冷

媒不足率を推定できる。上記のような空気調和機 1 につき、実施例 3 として以下に説明する。

実施例 3

[0124] 制御回路は、室外機：室内機が 1：1 の場合、冷房運転時の現時点の冷媒不足率を推定する第 4 の冷房用推定モデルと、暖房運転時の現時点の冷媒不足率を推定する第 5 の暖房用推定モデルとを有する。尚、説明の便宜上、実施例 1 の空気調和機 1 と同一の構成には同一符号を付すことで、その重複する構成及び動作の説明については省略する。実施例 1 の空気調和機 1 と実施例 3 の空気調和機 1 とが異なるところは、室内機 3 を 1 台にし、第 1～第 3 の冷房用推定モデル 4 5 A 1、4 5 A 2 及び 4 5 A 3 とは異なる運転状態量を用いて生成された第 4 の冷房用推定モデルを使用し、第 1～第 3 の暖房用推定モデル 4 5 A 4、4 5 A 5 及び 4 5 A 6 とは異なる運転状態量を用いて生成された第 4 の暖房用推定モデルを使用する点にある。

[0125] 第 4 の冷房用推定モデルは、重回帰分析法により生成された第 7 の回帰式である。第 7 の回帰式は、例えば、 $(\alpha 7 1 \times \text{室外熱交温度}) - (\alpha 7 2 \times \text{外気温度}) - (\alpha 7 3 \times \text{吐出温度}) + (\alpha 7 4 \times \text{圧縮機 1 1 の回転数}) - (\alpha 7 5 \times \text{膨張弁の開度}) + \alpha 7 6$ である。係数 $\alpha 7 1 \sim \alpha 7 5$ は、推定モデル生成の際に決定されるものとする。推定部 4 5 は、データクレンジング後の現在の運転状態量の内、判別モデル 4 6 A にて分類された正常の第 2 の特徴量の検出値と同時に取得した第 1 の特徴量の検出値、例えば、室外熱交温度、外気温度、吐出温度、圧縮機 1 1 の回転数及び膨張弁の開度を第 7 の回帰式に代入することで、現時点での冷媒不足率を算出する。尚、室外熱交温度、外気温度、吐出温度、圧縮機 1 1 の回転数及び膨張弁の開度を代入する理由は、第 4 の冷房用推定モデルの生成時に使用した特徴量を使用するためである。尚、室外熱交温度は、冷媒温度センサ 3 5 で検出する。

[0126] 第 4 の暖房用推定モデルは、重回帰分析法により生成された第 8 の回帰式である。第 8 の回帰式は、例えば、 $(\alpha 8 1 \times \text{室内熱交温度}) + (\alpha 8 2 \times \text{圧縮機 1 1 の回転数}) + (\alpha 8 3 \times \text{外気温度}) - (\alpha 8 4 \times \text{室外熱交温度})$

— ($\alpha 85 \times$ 膨張弁の開度) + $\alpha 86$ である。係数 $\alpha 81 \sim \alpha 85$ は、推定モデル生成の際に決定されるものとする。推定部45は、データクレンジング後の現在の運転状態量の内、判別モデル46Aにて分類された正常の第2の特徴量の検出値と同時に取得した第1の特徴量の検出値、例えば、室内熱交換温度、圧縮機11の回転数、外気温度、室外熱交換温度、外気温度、吐出温度及び膨張弁の開度を第8の回帰式に代入することで、現時点での冷媒不足率を算出する。尚、室内熱交換温度、圧縮機11の回転数、外気温度、室外熱交換温度、外気温度、吐出温度及び膨張弁の開度を代入する理由は、第4の暖房用推定モデルの生成時に使用した特徴量を使用するためである。尚、暖房時の室内熱交換温度は、吐出圧力センサ31で検出した圧力値から換算できる。

[0127] また、本実施例では、冷媒回路6に残存する冷媒量を表すものとして相対的な冷媒量を推定する場合を説明した。具体的には、冷媒回路6に冷媒を充填した際の充填量（初期値）に対する、冷媒回路6から外部に漏洩した冷媒量の割合である冷媒不足率を推定して提供する場合を説明した。しかし、本発明はこれに限られるものではなく、推定した冷媒不足率に初期値を乗じて、冷媒回路6から外部に漏洩した冷媒量を提供するようにしてもよい。また、冷媒回路6から外部に漏洩した絶対的な冷媒量あるいは冷媒回路6に残留する絶対的な冷媒量を推定する推定モデルを生成し、この推定モデルによる推定結果を提供するようにしてもよい。冷媒回路6から外部に漏洩した絶対的な冷媒量あるいは冷媒回路6に残留する絶対的な冷媒量を推定する推定モデルを生成する場合は、ここまでに説明した各運転状態量に加えて、室外熱交換器13および各室内熱交換器51の容積や液管4の容積を考慮すればよい。

[0128] <変形例>

尚、本実施例では、例えば、第1の冷房用推定モデル45A1の推定結果と第2の冷房用推定モデル45A2の推定結果との間をシグモイド係数で補間する場合を例示したが、シグモイド係数に限定されるものではなく、例え

ば、線形補間等の補間方法を使用しても良く、適宜変更可能である。

- [0129] 本実施例では、複数のシミュレーション結果の内、全てのシミュレーション結果を使用するのではなく、一部のシミュレーション結果を使用する。例えば、冷房運転時の冷媒不足率が0～30%の場合に使用する第1の冷房用推定モデル45A1、冷媒不足率が40～70%の場合に使用する第2の冷房用推定モデル45A2、冷媒不足率30～40%の場合に使用する第3の冷房用推定モデル45A3のように個々に分けて生成する。従って、運転状態量をシミュレーションで用意するため、空気調和機1を動作して運転状態量を収集する場合に比較して簡単かつ必要な量の運転状態量を収集できる。
- [0130] 本実施例では、推定モデル45A及び判別モデル46Aは、サーバ120又は制御回路19で生成する場合を例示したが、利用者がシミュレーション結果から推定モデル45A及び判別モデル46Aを算出しても良い。また、本実施例では、重回帰分析法を用いて各推定モデルを生成する場合を例示したが、一般の回帰分析法を行える機械学習手法のSVR(Support Vector Regression)、NN(Neural Network)などを用いて推定モデルを生成しても良い。その際、特徴量選択に当たっては重回帰分析法で用いたP値や補正值R²の代わりに、推定モデルの精度が向上するよう特徴量を選択する一般の手法(Forward Feature Selection法、Backward feature Eliminationなど)を使えばよい。
- [0131] また、本実施例では、カーネル密度推定法を用いて判別モデル46Aを生成する場合を例示したが、カーネル密度推定法に限定されるものではなく、非線形解析法であればよく、適宜変更可能である。
- [0132] また、本実施例では、1台の室外機2に対して1台以上の室内機3を接続する空気調和機1を例示したが、2台以上の室外機2に対して1台以上の室内機3を接続する空気調和機1にも適用可能である。
- [0133] 実施例1では、空気調和機1の設計段階で各運転状態量のシミュレーション結果を求め、学習機能を有するサーバなどの情報処理装置にシミュレーション結果を学習させて得られた推定モデル45A及び判別モデル46Aを制

御回路 19 が保持している場合を例示した。しかしながら、空気調和機 1 との間を通信網で接続するサーバを備え、このサーバが推定モデル 45 A 及び判別モデル 46 A を生成して空気調和機 1 に送信するようにしてもよい。そして、空気調和機 1 は、サーバから受信した推定モデル 45 A 及び判別モデル 46 A を制御回路 19 に保持しても良い。

[0134] 冷媒回路 6 は、少なくとも 1 台以上の室外機 2 に接続する少なくとも 1 台以上の室内機 3 が冷媒配管で接続されている。従って、推定モデル 45 A は、少なくとも 1 台以上の室外機 2 の内、1 台の代表の室外機 2 と、少なくとも 1 台以上の室内機 3 の内、1 台の代表の室内機 3 との第 1 の特徴量の検出値を用いて冷媒不足率を推定できる。尚、代表の室外機 2 は、稼働中の少なくとも 1 台以上の室外機 2 から任意の規則で選択し、代表の室内機 3 も、稼働中の少なくとも 1 台以上の室内機 3 から任意の規則で選択するものとする。任意の規則は、例えば、機器毎に付与される識別番号の若い順である。

[0135] また、図示した各部の各構成要素は、必ずしも物理的に図示の如く構成されていることを要しない。すなわち、各部の分散・統合の具体的形態は図示のものに限られず、その全部又は一部を、各種の負荷や使用状況等に応じて、任意の単位で機能的又は物理的に分散・統合して構成することができる。

[0136] 更に、各装置で行われる各種処理機能は、CPU (Central Processing Unit) (又は MPU (Micro Processing Unit)、MCU (Micro Controller Unit) 等のマイクロ・コンピュータ) 上で、その全部又は任意の一部を実行するようにしても良い。また、各種処理機能は、CPU (又は MPU、MCU 等のマイクロ・コンピュータ) で解析実行するプログラム上、又はワイヤードロジックによるハードウェア上で、その全部又は任意の一部を実行するようにしても良いことは言うまでもない。

[0137] また、以上に説明した各実施例では、冷媒不足率を、冷媒が規定量充填されているときを 100% としたとき、この規定量からの減少分とした。これに代えて、冷媒回路 6 に冷媒を規定量充填した直後に、本実施例に記載した方法で冷媒不足率を推定し、この推定結果を 100% としてもよい。例えば

、冷媒回路 6 に冷媒を規定量充填した直後に推定した冷媒不足率が 90%である場合、つまり、冷媒回路 6 に現在充填されている冷媒量が規定量充填より 10%少ないと推定した場合は、この規定量充填より 10%少ない冷媒量を 100%としてもよい。このように 100%とする冷媒量を推定結果に合わせることで、これ以降の冷媒不足率をより正確に推定できる。

符号の説明

- [0138]
- 1 空気調和機
 - 2 室外機
 - 3 室内機
 - 4 1 取得部
 - 4 4 制御部
 - 4 5 推定部
 - 4 5 A 推定モデル
 - 4 6 判別部
 - 4 6 A 判別モデル
 - 4 6 B 冷房時判別モデル
 - 4 6 C 暖房時判別モデル
 - 1 0 0 空気調和システム
 - 1 2 0 サーバ
 - 1 2 1 生成部
 - 1 2 1 A 通信部
 - 1 2 2 推定部
 - 1 2 3 判別部

請求の範囲

- [請求項1] 室外機に少なくとも1台の室内機が冷媒配管で接続されて構成される冷媒回路を有し、冷媒回路に所定量の冷媒が充填される空気調和機と、前記空気調和機と通信可能に接続するサーバとを有する空気調和システムであって、
- 前記空気調和機は、
- 前記空気調和機の制御に関わる状態量を検出する検出部と、
- 前記検出部で検出した検出値を取得する取得部と、
- 前記取得部にて取得された前記検出値を前記サーバに送信する第1の通信部とを有し、
- 前記サーバは、
- 前記空気調和機から前記検出値を受信する第2の通信部と、
- 前記冷媒回路に充填されている冷媒量に係る状態量を第1の特徴量としたとき、前記第1の特徴量の検出値を用いて、前記冷媒回路に残存している残存冷媒量を推定する推定部と、
- 前記第1の特徴量の検出値について、前記推定部による残存冷媒量の推定に使用すべき検出値であるか否かを判別する判別部と、
- を有することを特徴とする空気調和システム。
- [請求項2] 前記状態量のうち、前記第1の特徴量に含まれる少なくとも一つの状態量と、前記第1の特徴量に含まれない少なくとも一つの状態量と、を含む状態量を第2の特徴量とした場合に、
- 前記判別部は、
- 前記第2の特徴量の検出値を用いて、前記第1の特徴量の検出値が前記残存冷媒量の推定に使用すべき検出値であるか否かを判別することを特徴とする請求項1に記載の空気調和システム。
- [請求項3] 前記第2の特徴量に含まれる状態量の数は、前記第1の特徴量に含まれる状態量の数よりも多いことを特徴とする請求項2に記載の空気調和システム。

- [請求項4] 前記推定部は、
前記第1の特徴量を用いて生成される推定モデルを有し、
前記第1の特徴量の検出値を前記推定モデルに適用して残存冷媒量を推定し、
前記判別部は、
前記第2の特徴量を用いて生成される判別モデルを有し、
前記第2の特徴量の検出値を前記判別モデルに適用して、前記第1の特徴量の検出値について、前記推定部による残存冷媒量の推定に使用するか否かを判別することを特徴とする請求項2又は3に記載の空気調和システム。
- [請求項5] 前記判別モデルは、
当該判別モデルの生成に使用した前記第2の特徴量を正常標本値として、前記取得部が取得した前記検出値の内、前記第2の特徴量の検出値における前記正常標本値からの外れ度合いを示す外れ値を算出し、
前記判別部は、
算出した前記外れ値の絶対値が所定の閾値以上の場合、当該第2の特徴量の検出値と同時に取得した前記第1の特徴量の検出値を用いた前記推定部による残存冷媒量の推定を行わず、
算出した前記外れ値の絶対値が所定の閾値未満の場合、当該第2の特徴量の検出値と同時に取得した前記第1の特徴量の検出値を用いて前記推定部による残存冷媒量の推定を行うことを特徴とする請求項4に記載の空気調和システム。
- [請求項6] 前記推定部による残存冷媒量の推定を行う前に、前記判別部による前記第1の特徴量の検出値の使用可否を判別することを特徴とする請求項1、2、3又は5に記載の空気調和システム。
- [請求項7] 前記推定部による残存冷媒量の推定を行う前に、前記判別部による前記第1の特徴量の検出値の使用可否を判別することを特徴とする請

求項 4 に記載の空気調和システム。

[請求項 8] 前記判別モデルの生成に使用する前記第 2 の特徴量は、
前記冷媒回路の動作が正常、かつ、前記残存冷媒量のみ変化させた
ときの前記冷媒回路の動作をシミュレーションした結果によって得ら
れる値であることを特徴とする請求項 4 に記載の空気調和システム。

[請求項 9] 前記室外機は、圧縮機を有し、
前記検出部は、
前記圧縮機に吸入される冷媒の温度である吸入温度を検出する吸入
温度センサと、を有し、
前記第 2 の特徴量は、
前記圧縮機の回転数と、前記吸入温度とを含むことを特徴とする請
求項 4 に記載の空気調和システム。

[請求項 10] 前記判別モデルは、
前記空気調和機が暖房運転を行っているときに使用する暖房時判別
モデルと、
前記空気調和機が冷房運転を行っているときに使用する冷房時判別
モデルと、を有し、
前記圧縮機の回転数及び前記吸入温度を除いて、前記暖房時判別モ
デルと前記冷房時判別モデルとで使用する前記第 2 の特徴量が異なる
ことを特徴とする請求項 9 に記載の空気調和システム。

[請求項 11] 前記室外機は、室外熱交換器と、室外機膨張弁と、をさらに有し、
前記検出部は、
前記圧縮機から吐出される冷媒の温度である吐出温度を検出する吐
出温度センサと、
前記圧縮機から吐出される冷媒の圧力である吐出圧力を検出する吐
出圧センサと、
前記圧縮機に吸入される冷媒の圧力である吸入圧力を検出する吸入
圧力センサと、をさらに有し、

前記暖房時判別モデルに使用する前記第2の特徴量として、前記吐出温度と、前記吸入圧力と、当該吸入圧力を用いて算出する低圧飽和温度と、前記室外機膨張弁の開度とを含み、

前記冷房時判別モデルに使用する前記第2の特徴量として、前記室外熱交換器の熱交出口温度と、前記吐出圧力を用いて算出する高圧飽和温度と、前記吐出圧力とを含むことを特徴とする請求項10に記載の空気調和システム。

[請求項12]

前記室内機は、室内熱交換器と、室内機膨張弁とを有し、
前記検出部は、

暖房運転時に前記室内熱交換器に流入する冷媒の温度である室内機側熱交入口温度及び、前記暖房運転時に前記室内熱交換器から流出する冷媒の温度である室内機側熱交出口温度を検出する冷媒温度センサを有し、

前記第2の特徴量は、

前記室内機側熱交入口温度と、前記室内機側熱交出口温度と、前記室内機膨張弁の開度とを含むことを特徴とする請求項4に記載の空気調和システム。

[請求項13]

前記推定モデルは、線形解析を用いて生成され、

前記判別モデルは、非線形解析を用いて生成されることを特徴する請求項4に記載の空気調和システム。

[請求項14]

前記推定モデルは、線形解析を用いて生成され、

前記判別モデルは、非線形解析を用いて生成されることを特徴する請求項5、8、9、10、11又は12に記載の空気調和システム。

[請求項15]

室外機に少なくとも1台の室内機が冷媒配管で接続されて構成される冷媒回路を有し、冷媒回路に所定量の冷媒が充填される空気調和機と、空気調和機と通信可能に接続するサーバとを有する空気調和システムが実行する冷媒量推定方法であって、

前記空気調和機は、

前記空気調和機の制御に関わる状態量を検出部が検出するステップと、

検出した前記状態量の検出値を取得部が取得するステップと、

取得された前記検出値を第1の通信部が前記サーバに送信するステップと、

を実行し、

前記サーバは、

前記空気調和機から前記検出値を、第2の通信部が受信するステップと、

前記冷媒回路に充填されている冷媒量に関する状態量を第1の特徴量としたとき、前記第1の特徴量の検出値について、判別部が残存冷媒量の推定に使用すべき検出値であるか否かを判別する判別ステップと、

前記第1の特徴量の検出値を用いて、推定部が前記冷媒回路に残存している残存冷媒量を推定するステップを実行する、

ことを特徴とする空気調和システムの冷媒量推定方法。

[請求項16]

前記判別部は、

前記状態量のうち、前記第1の特徴量に含まれる少なくとも一つの状態量と、前記第1の特徴量に含まれない少なくとも一つの状態量と、を含む状態量を第2の特徴量とした場合に、前記第2の特徴量の検出値を用いて、前記第1の特徴量の検出値について、前記残存冷媒量の推定に使用すべき検出値であるか否かを判別する

ことを特徴とする請求項15に記載の空気調和システムの冷媒量推定方法。

[請求項17]

前記判別部は、

前記第2の特徴量を用いて生成された判別モデルに前記第2の特徴量の検出値を入力するステップと、

前記判別モデルの生成に使用した第2の特徴量を正常標本値として

、前記取得部が取得した前記検出値の内、前記第2の特徴量の検出値における正常標本値からの外れ度合いを示す外れ値を算出するステップと、

前記外れ値の絶対値が所定の閾値以上の場合、前記第2の特徴量の検出値と同時に取得した前記第1の特徴量の検出値は前記残存冷媒量の推定に使用すべきでないと判別するステップとをさらに実行する、

ことを特徴とする請求項16に記載の空気調和システムの冷媒量推定方法。

[請求項18] 前記判別モデルの生成に使用する前記第2の特徴量は、

前記冷媒回路の動作が正常、かつ、前記残存冷媒量のみ変化させたときの前記冷媒回路の動作をシミュレーションした結果によって得られる値である、

ことを特徴とする請求項17に記載の空気調和システムの冷媒量推定方法。

[請求項19] 前記判別部は、前記外れ値の絶対値が所定の閾値未満の場合、前記第2の特徴量の検出値と同時に取得した前記第1の特徴量の検出値は前記残存冷媒量の推定に使用すべきであると判別するステップをさらに実行する

ことを特徴とする請求項17に記載の空気調和システムの冷媒量推定方法。

[請求項20] 室外機に少なくとも1台の室内機が冷媒配管で接続されて構成される冷媒回路を有し、冷媒回路に所定量の冷媒が充填される空気調和機であって、

前記空気調和機の制御に関わる状態量を検出する検出部と、

前記検出部が検出した検出値を取得する取得部と、

前記冷媒回路に充填されている冷媒量に係る状態量を第1の特徴量としたとき、前記第1の特徴量の検出値を用いて、前記冷媒回路に残存している残存冷媒量を推定する推定部と、

前記第 1 の特徴量の検出値について、前記推定部による残存冷媒量の推定に使用すべき検出値であるか否かを判別する判別部と、
を有することを特徴とする空気調和機。

[請求項21] 前記状態量のうち、前記第 1 の特徴量に含まれる少なくとも一つの状態量と、前記第 1 の特徴量に含まれない少なくとも一つの状態量と、を含む状態量を第 2 の特徴量とした場合に、

前記判別部は、

前記第 2 の特徴量の検出値を用いて、前記第 1 の特徴量の検出値について、前記残存冷媒量の推定に使用すべき検出値であるか否かを判別することを特徴とする請求項 20 に記載の空気調和機。

[請求項22] 前記第 2 の特徴量に含まれる状態量の数は、前記第 1 の特徴量に含まれる状態量の数よりも多いことを特徴とする請求項 21 に記載の空気調和機。

[請求項23] 前記推定部は、

前記第 1 の特徴量を用いて生成される推定モデルを有し、

前記第 1 の特徴量の検出値を前記推定モデルに適用して残存冷媒量を推定し、

前記判別部は、

前記第 2 の特徴量を用いて生成される判別モデルを有し、

前記第 2 の特徴量の検出値を前記判別モデルに適用して、前記第 1 の特徴量の検出値について、前記推定部による残存冷媒量の推定に使用するか否かを判別することを特徴とする請求項 21 又は 22 に記載の空気調和機。

[請求項24] 前記判別モデルは、

当該判別モデルの生成に使用した前記第 2 の特徴量を正常標本値として、前記取得部が取得した前記検出値の内、前記第 2 の特徴量の検出値における前記正常標本値からの外れ度合いを示す外れ値を算出し、

前記判別部は、

算出した前記外れ値の絶対値が所定の閾値以上の場合、当該第2の特徴量の検出値と同時に取得した前記第1の特徴量の検出値を用いた前記推定部による残存冷媒量の推定を行わず、

算出した前記外れ値の絶対値が所定の閾値未満の場合、当該第2の特徴量の検出値と同時に取得した前記第1の特徴量の検出値を用いて前記推定部による残存冷媒量の推定を行うことを特徴とする請求項23に記載の空気調和機。

[請求項25] 前記推定部による残存冷媒量の推定を行う前に、前記判別部による前記第1の特徴量の検出値の使用可否を判別することを特徴とする請求項20、21、22又は24に記載の空気調和機。

[請求項26] 前記推定部による残存冷媒量の推定を行う前に、前記判別部による前記第1の特徴量の検出値の使用可否を判別することを特徴とする請求項23に記載の空気調和機。

[請求項27] 前記判別モデルの生成に使用する前記第2の特徴量は、
前記冷媒回路の動作が正常、かつ、前記残存冷媒量のみ変化させたときの前記冷媒回路の動作をシミュレーションした結果によって得られる値であることを特徴とする請求項23に記載の空気調和機。

[請求項28] 前記室外機は、圧縮機を有し、
前記検出部は、
前記圧縮機に吸入される冷媒の温度である吸入温度を検出する吸入温度センサと、を有し、
前記第2の特徴量は、
前記圧縮機の回転数と、前記吸入温度とを含むことを特徴とする請求項23に記載の空気調和機。

[請求項29] 前記判別モデルは、
前記空気調和機が暖房運転を行っているときに使用する暖房時判別モデルと、

前記空気調和機が冷房運転を行っているときに使用する冷房時判別モデルと、を有し、

前記圧縮機の回転数及び前記吸入温度を除いて、前記暖房時判別モデルと前記冷房時判別モデルとで使用する前記第2の特徴量が異なることを特徴とする請求項28に記載の空気調和機。

[請求項30]

前記室外機は、室外熱交換器と、室外機膨張弁と、をさらに有し、
前記検出部は、

前記圧縮機から吐出される冷媒の温度である吐出温度を検出する吐出温度センサと、

前記圧縮機から吐出される冷媒の圧力である吐出圧力を検出する吐出圧センサと、

前記圧縮機に吸入される冷媒の圧力である吸入圧力を検出する吸入圧力センサと、を有し、

前記暖房時判別モデルに使用する前記第2の特徴量として、前記吐出温度と、前記吸入圧力と、当該吸入圧力を用いて算出する低圧飽和温度と、前記室外機膨張弁の開度とを含み、

前記冷房時判別モデルに使用する前記第2の特徴量として、前記室外熱交換器の熱交出口温度と、前記吐出圧力を用いて算出する高圧飽和温度と、前記吐出圧力とを含むことを特徴とする請求項29に記載の空気調和機。

[請求項31]

前記室内機は、室内熱交換器と、室内機膨張弁とを有し、
前記検出部は、

暖房運転時に前記室内熱交換器に流入する冷媒の温度である室内機側熱交入口温度及び、前記暖房運転時に前記室内熱交換器から流出する冷媒の温度である室内機側熱交出口温度を検出する冷媒温度センサを有し、

前記第2の特徴量は、

前記室内機側熱交入口温度と、前記室内機側熱交出口温度と、前記

室内機膨張弁の開度とを含むことを特徴とする請求項 23 に記載の空気調和機。

[請求項32] 前記推定モデルは、線形解析を用いて生成され、
前記判別モデルは、非線形解析を用いて生成されることを特徴する請求項 23 に記載の空気調和機。

[請求項33] 前記推定モデルは、線形解析を用いて生成され、
前記判別モデルは、非線形解析を用いて生成されることを特徴する請求項 24、27、28、29、30 又は 31 に記載の空気調和機。

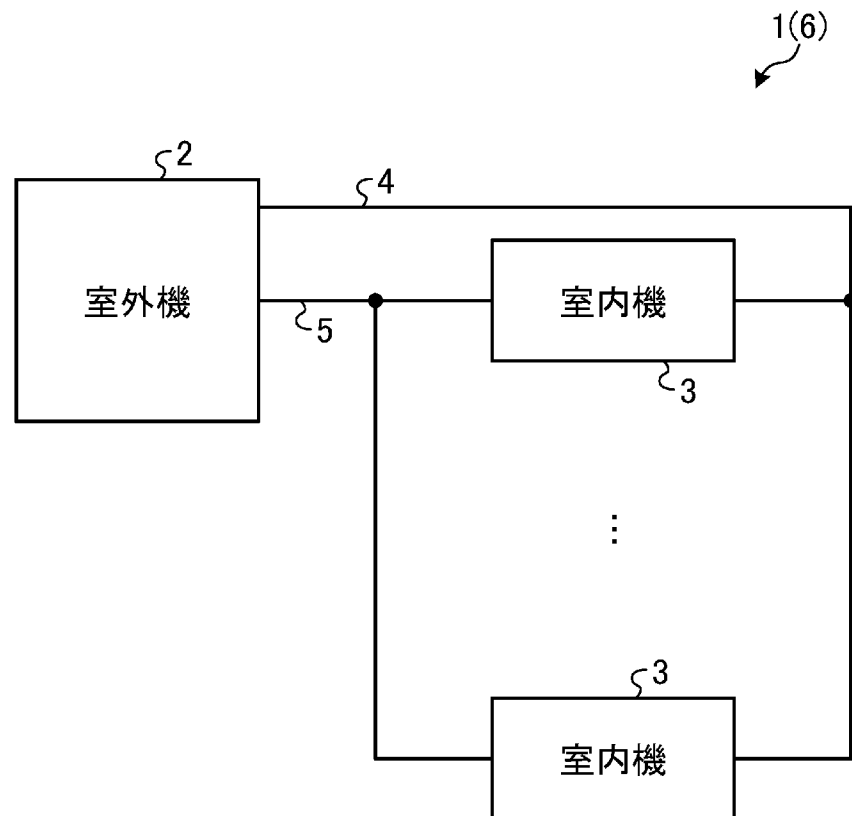
[請求項34] 室外機に少なくとも 1 台の室内機が冷媒配管で接続されて構成される冷媒回路を有し、冷媒回路に所定量の冷媒が充填される空気調和機又は前記空気調和機を含む空気調和システムにおける残存冷媒量を推定する冷媒量推定方法であって、
前記空気調和機の制御に関わる状態量を検出するステップと、
検出した前記状態量の検出値を取得するステップと、
前記冷媒回路に充填されている冷媒量に係る状態量を第 1 の特徴量としたとき、前記第 1 の特徴量の検出値について、前記残存冷媒量の推定に使用すべき検出値であるか否かを判別するステップと、
前記第 1 の特徴量の検出値を用いて、前記冷媒回路に残存している残存冷媒量を推定するステップと、
を含むことを特徴とする空気調和機の冷媒量推定方法。

[請求項35] 前記判別するステップは、前記状態量のうち、前記第 1 の特徴量に含まれる少なくとも一つの状態量と、前記第 1 の特徴量に含まれない少なくとも一つの状態量と、を含む状態量を第 2 の特徴量とした場合に、前記第 2 の特徴量の検出値を用いて、前記第 1 の特徴量の検出値について、前記残存冷媒量の推定に使用すべき検出値であるか否かを判別する

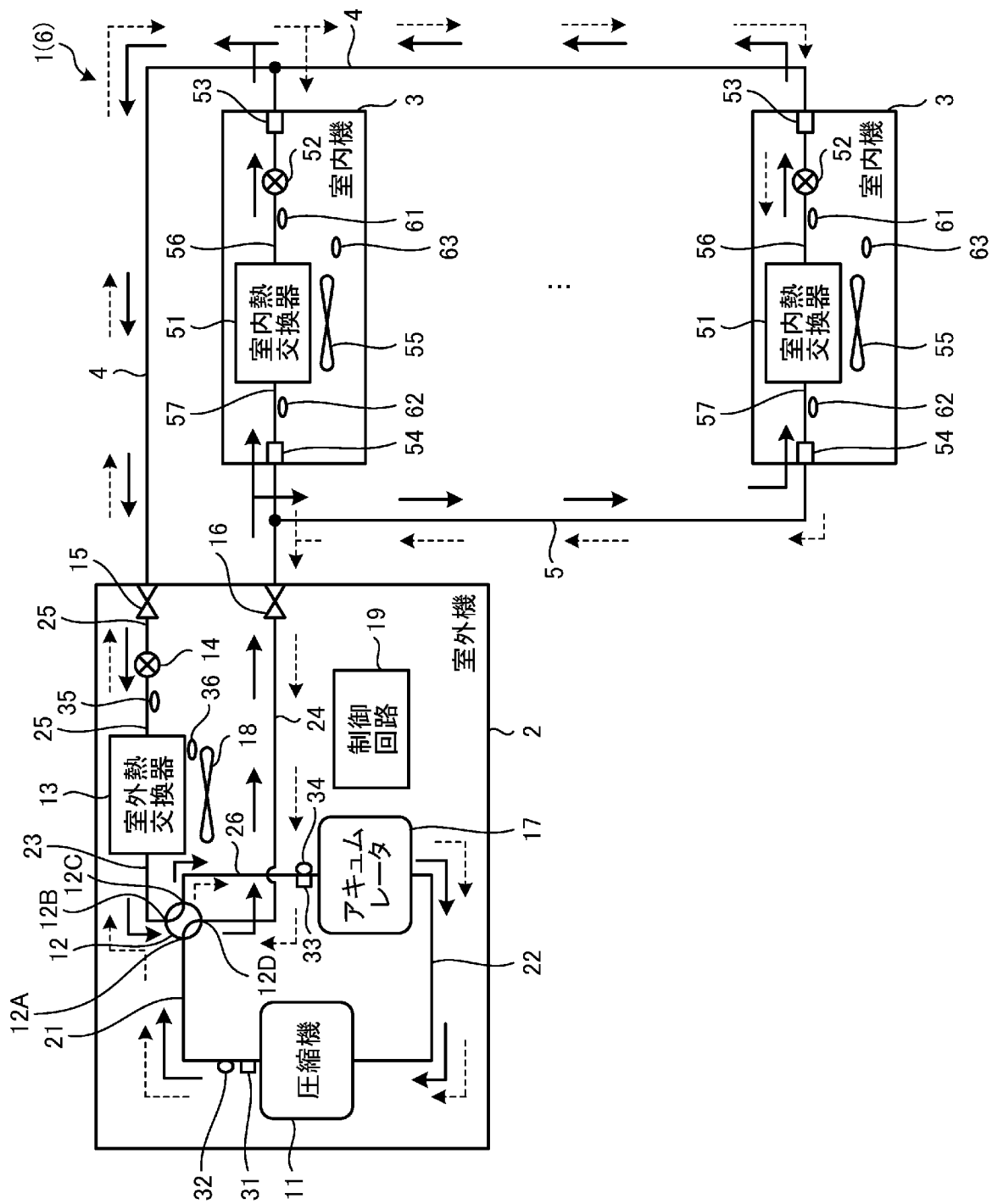
ことを特徴とする請求項 34 に記載の空気調和機の冷媒量推定方法。

- [請求項36] 前記判別するステップは、
- 前記第2の特徴量を正常標本値として、取得した前記検出値の内、
前記第2の特徴量の検出値における正常標本値からの外れ度合いを示す外れ値を算出するステップと、
- 前記外れ値の絶対値が所定の閾値以上の場合、前記第2の特徴量の検出値と同時に取得した前記第1の特徴量の検出値は前記残存冷媒量の推定に使用すべきでないと判別するステップとをさらに含む、
- ことを特徴とする請求項35に記載の空気調和機の冷媒量推定方法。
- [請求項37] 前記判別するステップに使用する前記第2の特徴量は、
- 前記冷媒回路の動作が正常、かつ、前記残存冷媒量のみ変化させたときの前記冷媒回路の動作をシミュレーションした結果によって得られる値である、
- ことを特徴とする請求項35又は36に記載の空気調和機の冷媒量推定方法。
- [請求項38] 前記外れ値の絶対値が所定の閾値未満の場合、前記第2の特徴量の検出値と同時に取得した前記第1の特徴量の検出値は前記残存冷媒量の推定に使用すべきであると判別するステップをさらに含む
- ことを特徴とする請求項36に記載の空気調和機の冷媒量推定方法。

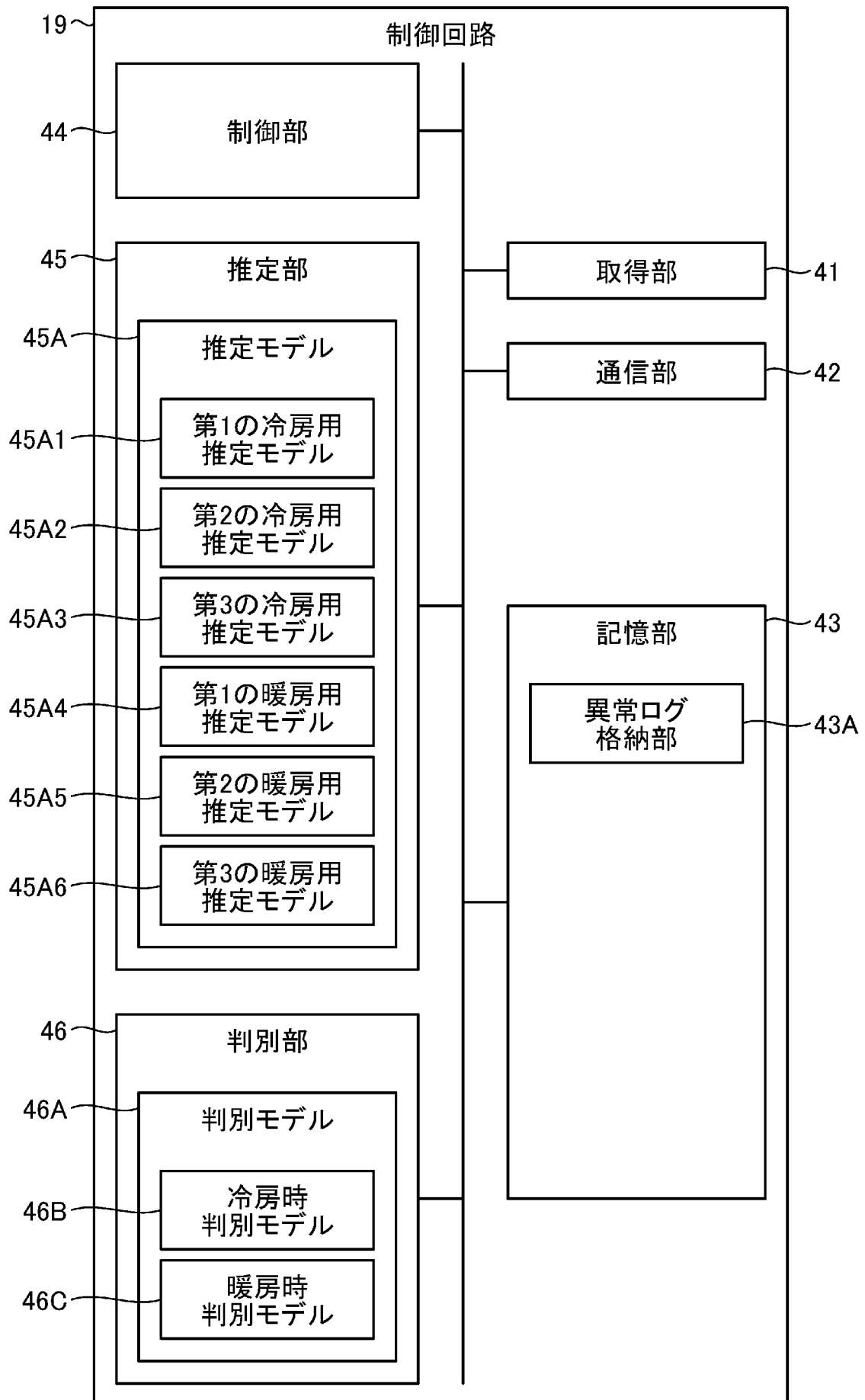
[図1]



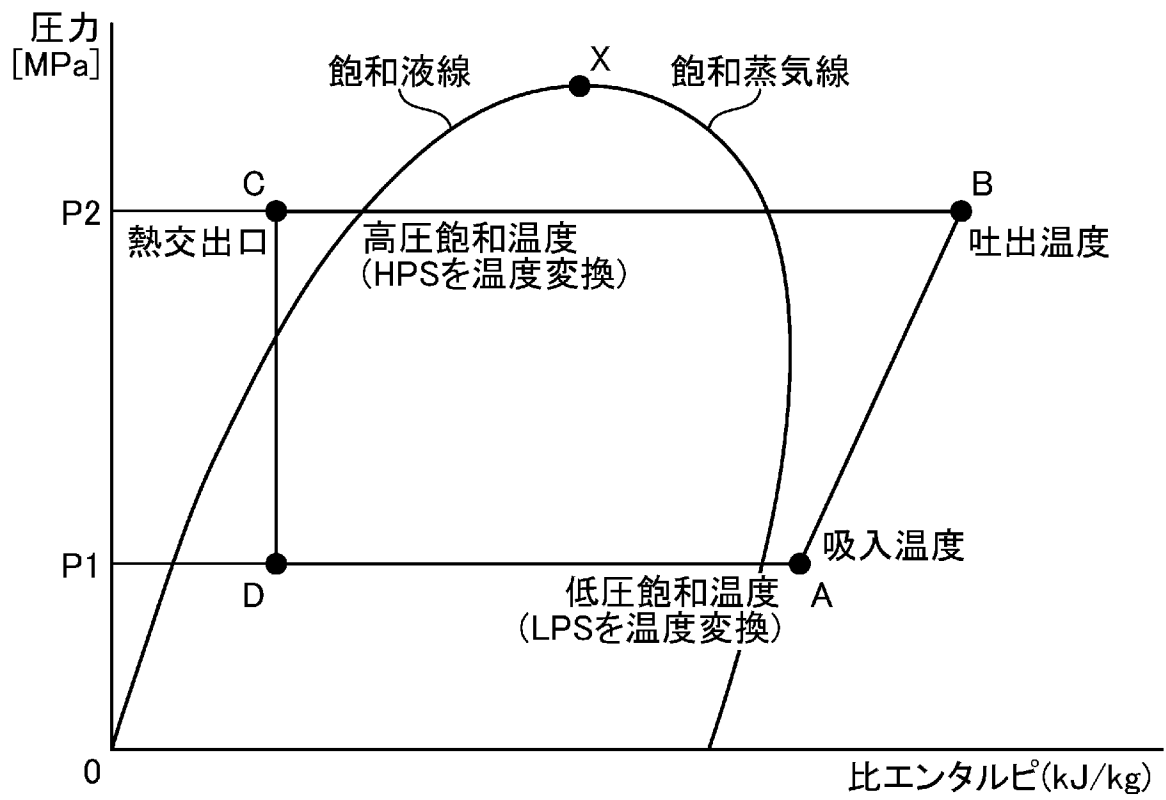
[図2]



[図3]



[図4]



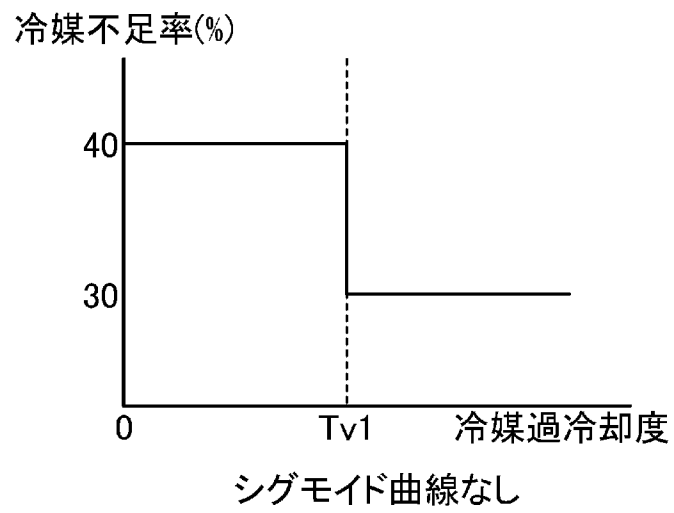
[図5]

冷房用推定モデルに使用する 第1の特徴量	冷房時判別モデルに使用する 第2の特徴量
圧縮機の回転数	圧縮機の回転数
高圧飽和温度	高圧飽和温度
吸入温度	吸入温度
低圧冷媒温度	低圧冷媒温度
冷媒過冷却度 (高圧飽和温度-室外熱交出口温度)	
外気温度	外気温度
	吐出圧力
	室外熱交出口温度
室内機側熱交入口温度	室内機側熱交入口温度
室内機側熱交出口温度	室内機側熱交出口温度
室内機膨張弁の開度	室内機膨張弁の開度

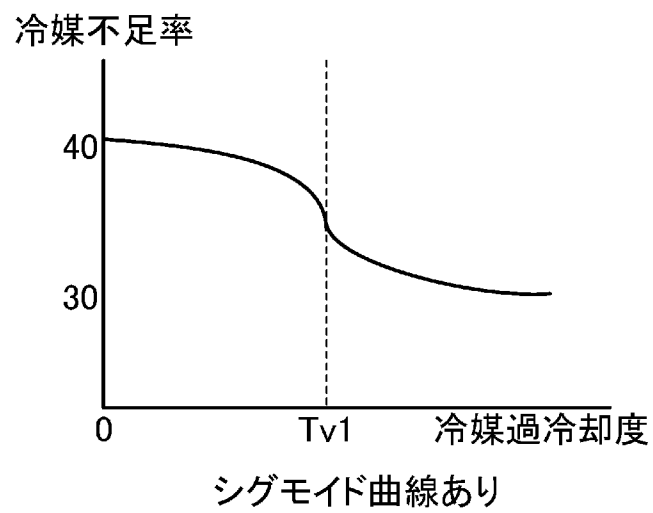
[図6]

暖房用推定モデルに使用する 第1の特徴量	暖房時判別モデルに使用する 第2の特徴量
室外機膨張弁の開度	室外機膨張弁の開度
圧縮機の回転数	圧縮機の回転数
吸入過熱度 (吸入温度-低圧飽和温度)	
外気温度	外気温度
	吐出温度
	吸入温度
	低圧飽和温度
	吸入圧力
室内機側熱交入口温度	室内機側熱交入口温度
室内機側熱交出口温度	室内機側熱交出口温度
室内機膨張弁の開度	室内機膨張弁の開度

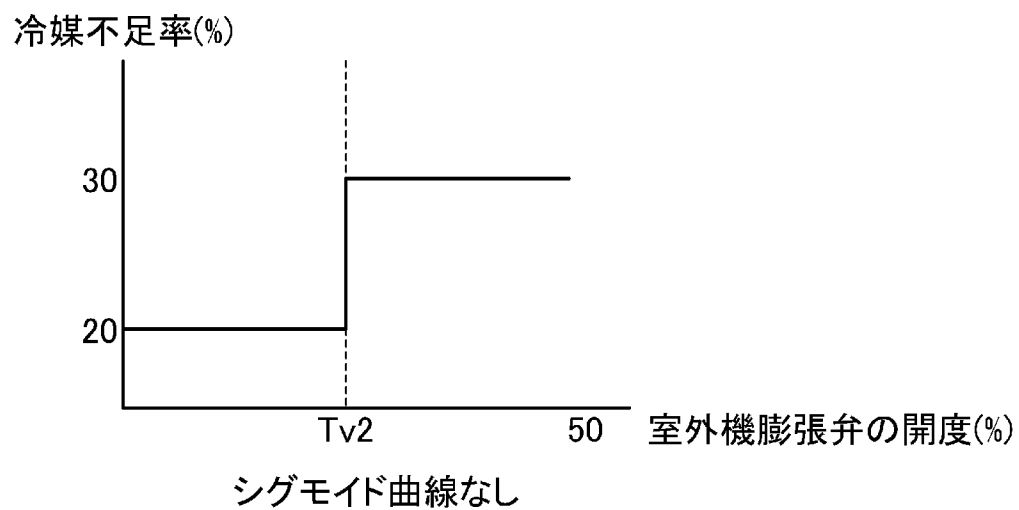
[図7A]



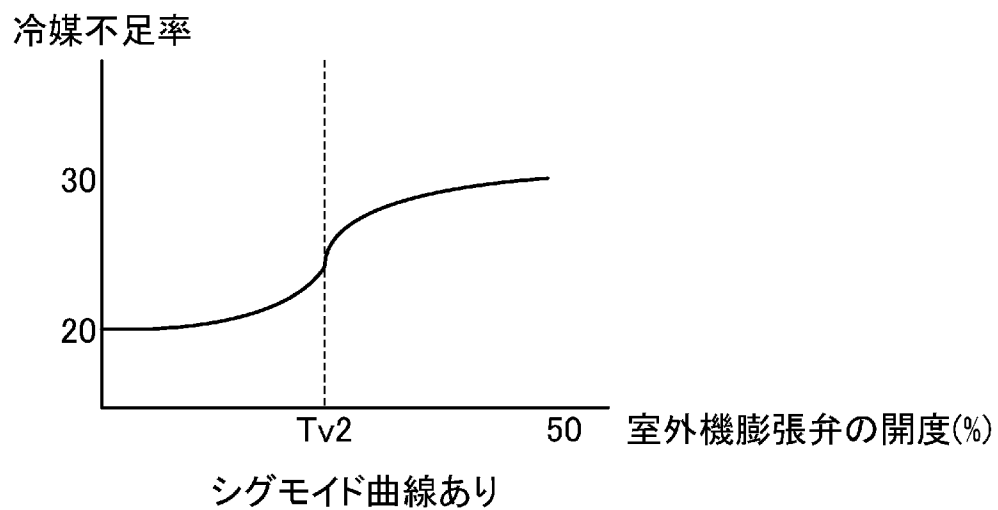
[図7B]



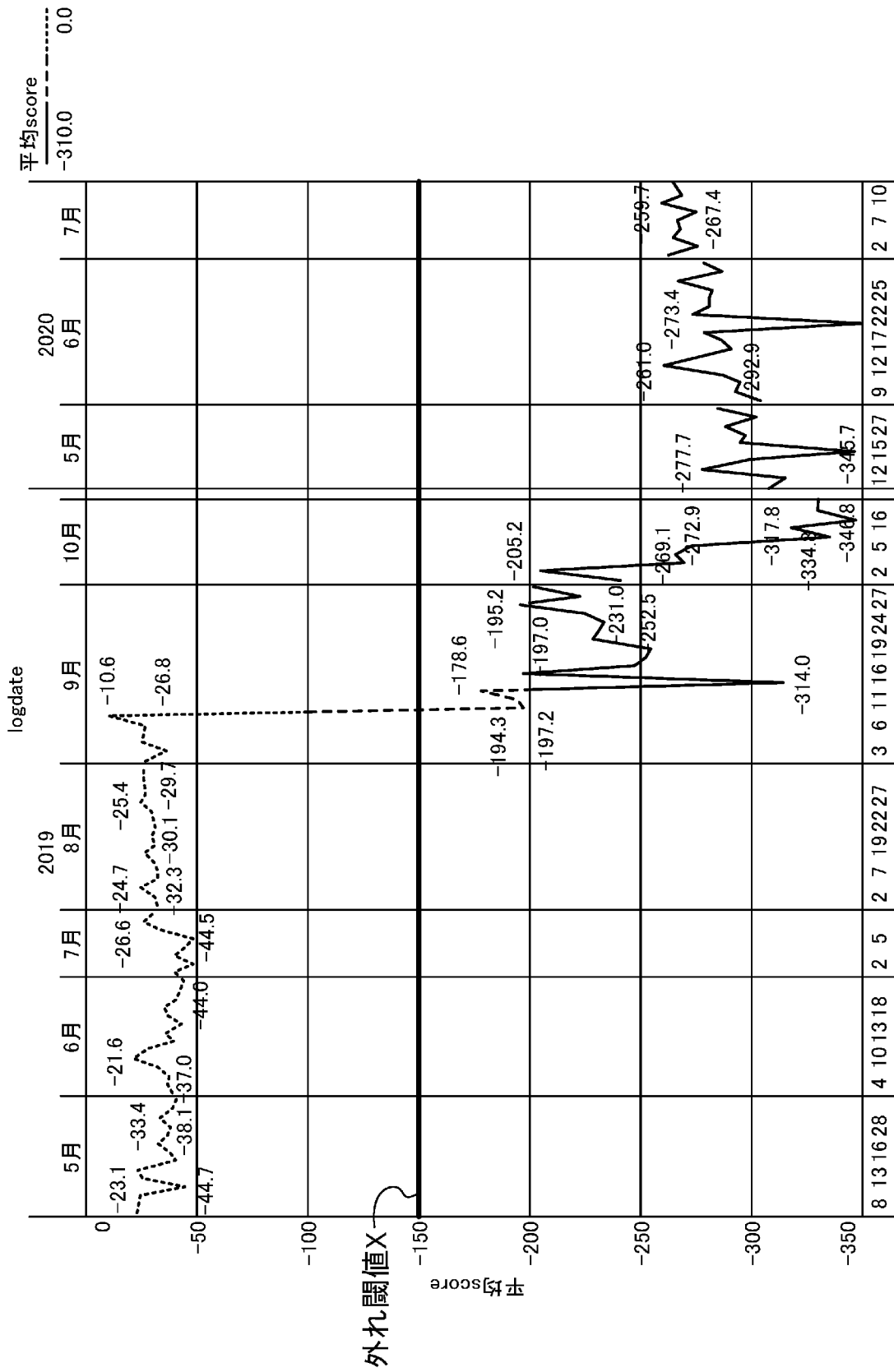
[図8A]



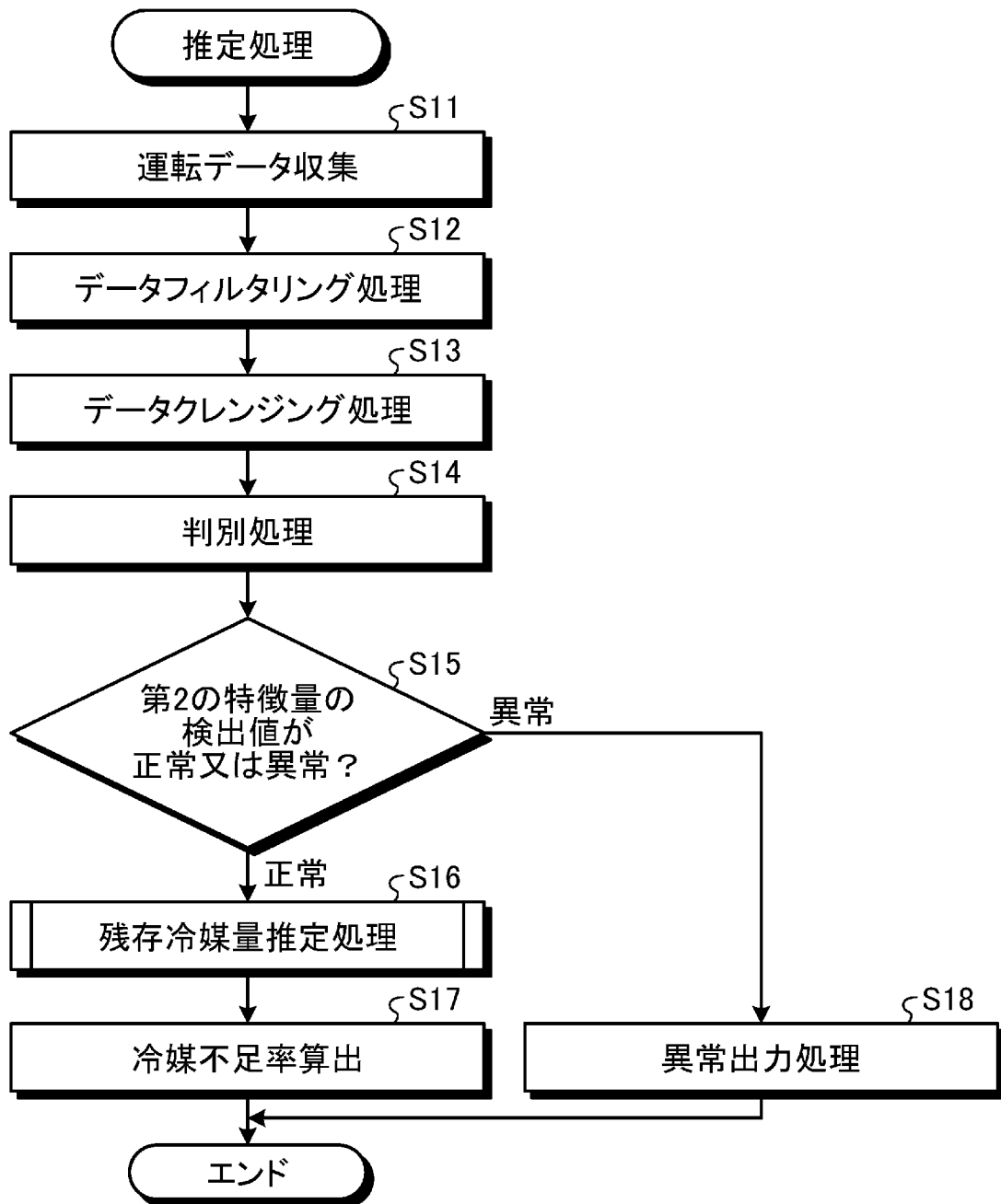
[図8B]



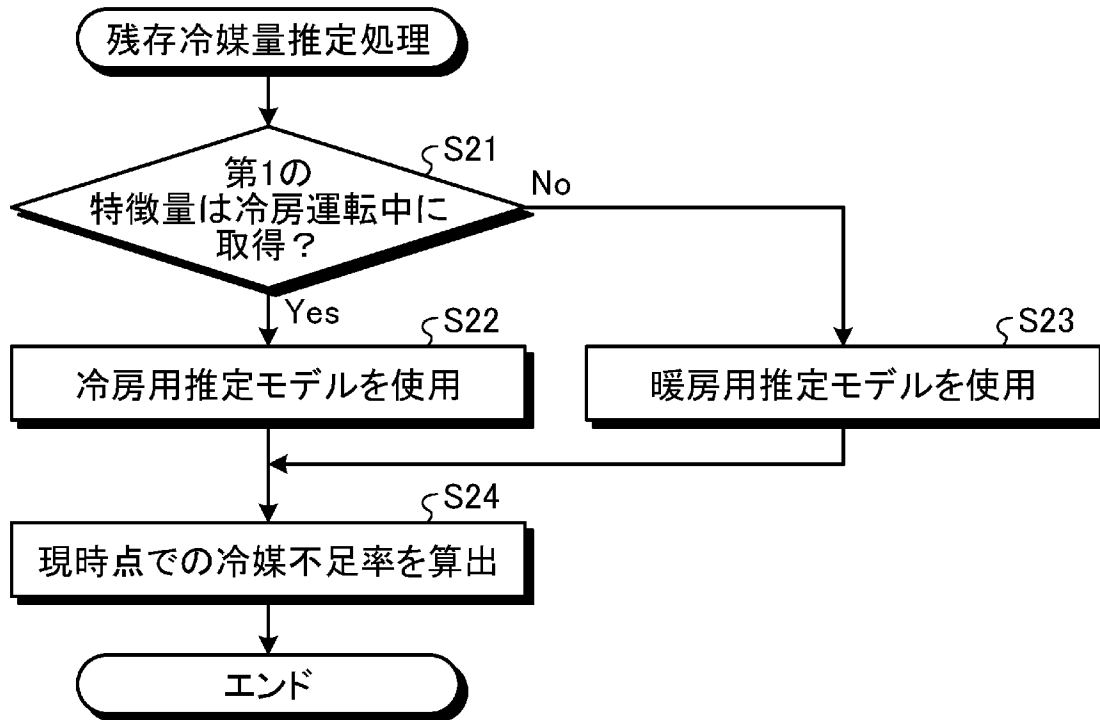
[図10]



[図11]



[図12]

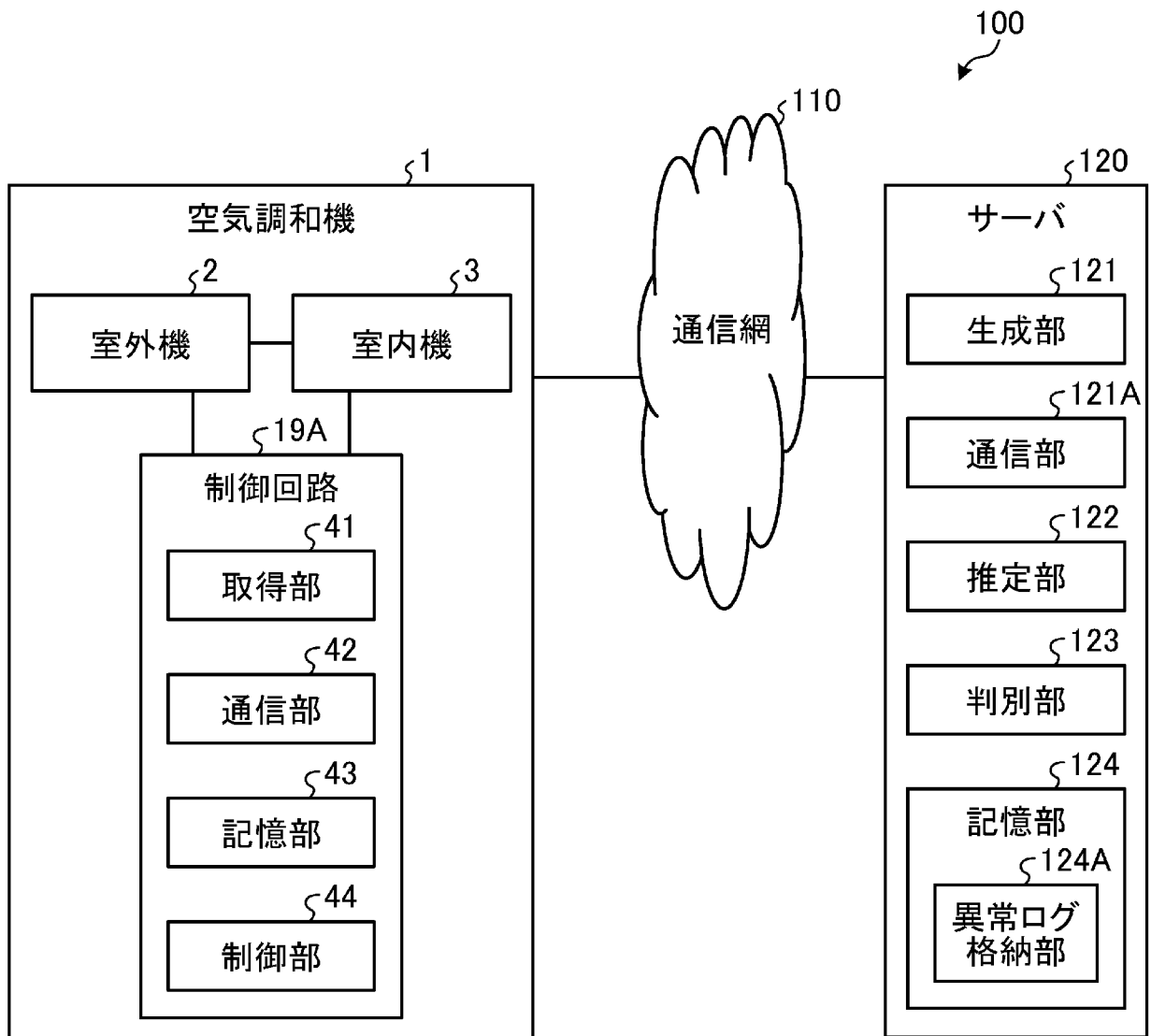


[図13]

44A

冷媒量の判定結果	判別部の分類結果	故障判定結果
異常	異常	冷媒漏洩検知が他の故障による
異常	正常	冷媒漏洩検知
正常	異常	冷媒漏洩以外の故障検知
正常	正常	定常状態

[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/007461

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F24F 11/49**(2018.01)i; **F24F 11/58**(2018.01)i; **F24F 11/62**(2018.01)i; **F25B 49/02**(2006.01)i

FI: F25B49/02 520A; F25B49/02 520H; F25B49/02 520K; F24F11/58; F24F11/49; F24F11/62; F25B49/02 570Z

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)

F25B49/02; F24F11/00-11/89

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 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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	JP 11-337236 A (MATSUSHITA REFRIG. CO., LTD.) 10 December 1999 (1999-12-10) paragraphs [0021]-[0031], [0041]-[0046], fig. 7-8	20-23, 25-26, 28, 31, 34-35
Y		1-7, 9, 12-17, 19, 24-25, 32-33, 36, 38
A		8, 10-11, 18, 27, 29-30, 37
Y	JP 2021-42949 A (DAIKIN IND., LTD.) 18 March 2021 (2021-03-18) paragraph [0096], fig. 6	1-7, 9, 12-17, 19
Y	JP 2004-169989 A (DAIKIN IND., LTD.) 17 June 2004 (2004-06-17) paragraphs [0038]-[0039], fig. 3	5-6, 13-14, 17, 19, 24-25, 32-33, 36, 38
Y	JP 2020-73838 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 14 May 2020 (2020-05-14) paragraphs [0078]-[0081]	13-14, 32-33



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

06 April 2022

Date of mailing of the international search report

19 April 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/007461

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	奥村聡司, ほか2名, "IoTデータとシミュレーションデータを用いた機械学習によるAIサービスの開発", 人工知能学会 第34回年次大会 (2020) 予稿集, 403-GS-13-04, 一般社団法人人工知能学会, 31 December 2020, pages 1-2, (OKUMURA, Satoshi et al. AI Service Development by Machine Learning using IoT Data and Simulation Data, The Japanese Society for Artificial Intelligence.), non-official translation (The 34th annual meeting of The Japanese Society for Artificial Intelligence.) entire text, all drawings	1-38

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/007461

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	11-337236	A	10 December 1999	(Family: none)	
JP	2021-42949	A	18 March 2021	WO 2021/049191	A1
JP	2004-169989	A	17 June 2004	(Family: none)	
JP	2020-73838	A	14 May 2020	US 2017/0276413	A1
				paragraphs [0102]-[0106]	
				WO 2016/036176	A1
				EP 3190355	A1
				KR 10-2016-0028400	A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F24F 11/49(2018.01)i; F24F 11/58(2018.01)i; F24F 11/62(2018.01)i; F25B 49/02(2006.01)i FI: F25B49/02 520A; F25B49/02 520H; F25B49/02 520K; F24F11/58; F24F11/49; F24F11/62; F25B49/02 570Z		
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）） F25B49/02; F24F11/00-11/89		
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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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	JP 11-337236 A（松下冷機株式会社）10.12.1999（1999-12-10） [0021]-[0031], [0041]-[0046], 図7-8	20-23, 25-26, 28, 31, 34-35
Y		1-7, 9, 12-17, 19, 24-25, 32-33, 36, 38
A		8, 10-11, 18, 27, 29-30, 37
Y	JP 2021-42949 A（ダイキン工業株式会社）18.03.2021（2021-03-18） [0096], 図6	1-7, 9, 12-17, 19
Y	JP 2004-169989 A（ダイキン工業株式会社）17.06.2004（2004-06-17） [0038]-[0039], 図3	5-6, 13-14, 17, 19, 24-25, 32-33, 36, 38
Y	JP 2020-73838 A（三星電子株式会社）14.05.2020（2020-05-14） [0078]-[0081]	13-14, 32-33
A	奥村 聡司, ほか2名, "IoTデータとシミュレーションデータを用いた機械学習によるAIサービスの開発", 人工知能学会第34回年次大会（2020）予稿集, 403-GS-13-04, 一般社団法人人工知能学会, 2020.12.31, 1-2ページ 全文, 全図	1-38
☐ 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 06.04.2022	国際調査報告の発送日 19.04.2022	
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） 笹木 俊男 3M 3750 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/JP2022/007461

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	11-337236	A	10.12.1999	(ファミリーなし)	
JP	2021-42949	A	18.03.2021	WO	2021/049191 A1
JP	2004-169989	A	17.06.2004	(ファミリーなし)	
JP	2020-73838	A	14.05.2020	US	2017/0276413 A1
				[0102]-[0106]	
				WO	2016/036176 A1
				EP	3190355 A1
				KR	10-2016-0028400 A