

明 細 書

発明の名称：状態解析システム及び状態解析装置

技術分野

[0001] 本発明は、空気調和機の状態を解析する状態解析システム及び状態解析装置に関する。

背景技術

[0002] 部屋などの空間の空気環境を制御する空気調和機は広く普及しており、空間の快適性を保つ上で必要不可欠なものとなっている。したがって、空気調和機の故障は、利用者の不快に直結する。また、サーバールーム及び冷凍倉庫などに配置された空気調和機の故障は、業務上、致命的な損失に繋がりがねない。そのため、近年、空気調和機の状態を解析し、空気調和機の故障及び故障の徴候などを知るための技術が着目されている。

[0003] 空気調和機は、冷媒が循環する冷媒回路を含んでおり、空気調和機の異常は、冷媒の状態変化を示す冷凍サイクルを $p-h$ 線図上に表した冷凍サイクル図形に影響を与える。ここで、 $p-h$ 線図は、縦軸に圧力を取り、横軸にエンタルピをとる。よって、冷凍サイクル図形には、冷媒の状態変化の各過程における圧力とエンタルピとの変化が表される。

[0004] そこで、従来は、現在の運転状態に基づいた冷凍サイクル図形と、予め記憶された正常状態における冷凍サイクル図形とを、同一の $p-h$ 線図上に表示する、という手法も採られている（例えば、特許文献1参照）。特許文献1では、冷凍サイクル図形間の非重複率からメンテナンスが必要であると判定した場合、空気調和機のメンテナンスが必要であることを表示装置へ表示するようになっている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2015-92121号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、現在における冷凍サイクル図形と、正常状態における冷凍サイクル図形との形状の違いは、空気調和機の異常の要因及び異常の程度によって異なる。そして、冷凍サイクル図形には、冷媒回路の内外における様々な環境が反映されるため、冷凍サイクル図形間の形状の違い又は非重複率をもとに、空気調和機の状態を診断することは困難である。すなわち、特許文献1の構成には、空気調和機の異常の要因及び異常の程度をユーザに容易に診断させることができない、という課題がある。

[0007] 本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、空気調和機の異常の要因及び異常の程度をユーザに容易に診断させる状態解析システム及び状態解析装置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

[0008] 本発明に係る状態解析システムは、圧縮機と膨張手段とを含む冷媒回路と、冷媒回路における冷媒の状態を状態データとして検出する状態検出部と、圧縮機及び膨張手段を制御する制御装置と、を有する空気調和機と、状態データ及び制御装置による制御内容を示す制御データを用い、第1パラメータと第2パラメータとにより定まる状態空間内において、冷媒回路の特定箇所での冷媒の状態を示す特定状態情報を求める特定状態演算部と、状態データ及び制御データを用い、空気調和機の正常状態での運転時に特定状態情報が存在する状態空間内の正常領域を求める正常領域演算部と、特定状態演算部において求められた特定状態情報、及び正常領域演算部において求められた正常領域を表示する表示部と、を備えたものである。

[0009] 本発明に係る状態解析装置は、圧縮機と膨張手段とを含む冷媒回路と、圧縮機及び膨張手段を制御する制御装置と、を有する空気調和機の状態を、冷媒回路における冷媒の状態を示す状態データと制御装置による制御内容を示す制御データとを用いて解析し、解析結果を外部に設けられた表示部に表示させる状態解析装置であって、状態データ及び制御データを用い、第1パラメータと第2パラメータとにより定まる状態空間内において、冷媒回路の特

定箇所での冷媒の状態を示す特定状態情報を求める特定状態演算部と、状態データ及び制御データを用い、空気調和機の正常状態での運転時に特定状態情報が存在する状態空間内の正常領域を求める正常領域演算部と、特定状態演算部において求められた特定状態情報、及び正常領域演算部において求められた正常領域を、表示部に表示させる表示処理部と、を有するものである。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、冷媒回路の特定箇所に応じた特定状態情報と、空気調和機の正常運転時に特定状態情報が存在する正常領域とを表示させることから、正常領域に対する特定状態情報の位置をユーザに視認させることができる。よって、空気調和機の異常の要因及び異常の程度をユーザに容易に診断させることができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の実施の形態1に係る状態解析システムの構成図である。
[図2]図1の状態解析システムの機能的構成を示すブロック図である。
[図3]本発明の実施の形態1における特定状態情報及び正常領域の表示例のうち、空気調和機が正常状態にある場合の説明図である。
[図4]本発明の実施の形態1における特定状態情報及び正常領域の表示例のうち、冷媒量の異常が疑われる場合の説明図である。
[図5]本発明の実施の形態1における特定状態情報及び正常領域の表示例のうち、凝縮器における伝熱の異常が疑われる場合の説明図である。
[図6]本発明の実施の形態1における特定状態情報及び正常領域の表示例のうち、蒸発器における伝熱の異常が疑われる場合の説明図である。
[図7]本発明の実施の形態1における特定状態情報及び正常領域の表示例のうち、圧縮機の異常が疑われる場合の説明図である。
[図8]本発明の実施の形態1における特定状態情報及び正常領域の表示例のうち、圧縮機が液冷媒を圧縮している異常が疑われる場合の説明図である。
[図9]本発明の実施の形態1における特定状態情報及び正常領域の表示例のうち

ち、膨張手段の異常又は配管閉塞が疑われる場合の説明図である。

[図10]図1及び図2の状態解析システムによる動作を示すフローチャートである。

[図11]本発明の実施の形態1の変形例1に係る特定状態情報及び正常領域の表示例を示す説明図である。

[図12]本発明の実施の形態1の変形例2に係る特定状態情報及び正常領域の表示例を示す説明図である。

[図13]本発明の実施の形態2に係る状態解析システムの機能的な構成を示すブロック図である。

[図14]図13の状態解析システムによる動作のうち、空気調和機100の状態判定処理を示すフローチャートである。

[図15]本発明の実施の形態3に係る状態解析システムの機能的な構成を示すブロック図である。

[図16]図15の状態解析システムによる動作のうち、空気調和機100の状態診断処理を示すフローチャートである。

[図17]本発明の実施の形態4に係る状態解析システムの構成図である。

[図18]図17の状態解析システムの機能的構成を示すブロック図である。

[図19]本発明の実施の形態5に係る状態解析システムの動作を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0012] 実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1に係る状態解析システムの構成図である。

図1に示すように、状態解析システム1000は、空気調和機100と、管理装置400と、情報端末500と、サーバ装置600と、により構成されている。

[0013] 空気調和機100は、部屋などの空調対象空間の空気の温度、湿度、及び清浄度などといった空気環境を調整する。空気調和機100は、室外機100Aと室内機100Bとにより構成されている。室外機100Aは、圧縮機

１０１と、室外熱交換器１０２と、第１膨張弁１０６ａと、第２膨張弁１０６ｂと、四方弁１０８と、レシーバ１０９と、を有している。室内機１００Ｂは、室内熱交換器１０３を有している。すなわち、空気調和機１００は、圧縮機１０１と室外熱交換器１０２と第１膨張弁１０６ａとレシーバ１０９と第２膨張弁１０６ｂと室内熱交換器１０３とが冷媒配管Ｒを介して連結され、冷媒が循環する冷媒回路２００を形成している。

[0014] 室外機１００Ａは、室外熱交換器１０２に付設され、室外熱交換器１０２の伝熱を促進する室外ファン１０４を有している。本実施の形態１において、室外機１００Ａは、制御装置１４０と、状態解析装置３００と、を有している。室内機１００Ｂは、室内熱交換器１０３に付設され、室内熱交換器１０３の伝熱を促進する室内ファン１０５を有している。

[0015] また、空気調和機１００は、冷媒温度センサ１２１～１２５と、空気温度センサ１３１～１３２と、を有している。冷媒温度センサ１２１～１２３と空気温度センサ１３１とは、室外機１００Ａに設けられ、冷媒温度センサ１２４及び１２５と空気温度センサ１３２とは、室内機１００Ｂに設けられている。

[0016] 圧縮機１０１は、例えばインバータによって駆動され、吸入した冷媒を圧縮して吐出する。室外熱交換器１０２は、例えばフィンアンドチューブ型熱交換器からなり、空気と冷媒との間で熱交換させる。

[0017] 四方弁１０８は、圧縮機１０１の吐出側、つまり圧縮機１０１の出口に冷媒配管Ｒを介して接続されている。四方弁１０８は、冷媒回路２００における冷媒の流路を切り替える。すなわち、四方弁１０８は、制御装置１４０によって接続方向が切り替えられ、冷媒回路２００内を流れる冷媒の方向が反転する。これにより、冷房運転と暖房運転とを切り替えることができる。

[0018] 四方弁１０８は、室内機１００Ｂに冷熱が供給される冷房運転時において、図１の実線の接続方向となる。したがって、冷房運転時において、冷媒は、圧縮機１０１、室外熱交換器１０２、第１膨張弁１０６ａ、レシーバ１０９、第２膨張弁１０６ｂ、室内熱交換器１０３、圧縮機１０１の順に循環す

る。このとき、室外熱交換器 102 が凝縮器として機能し、室内熱交換器 103 が蒸発器として機能する。

[0019] 四方弁 108 は、室内機 100B に温熱が供給される暖房運転時において、図 1 の破線の接続方向となる。したがって、暖房運転時において、冷媒は、圧縮機 101、室内熱交換器 103、第 2 膨張弁 106b、レシーバ 109、第 1 膨張弁 106a、室外熱交換器 102、圧縮機 101 の順に循環する。このとき、室内熱交換器 103 が凝縮器として機能し、室外熱交換器 102 が蒸発器として機能する。

[0020] 第 1 膨張弁 106a 及び第 2 膨張弁 106b は、例えば電子膨張弁からなり、冷媒を減圧して膨張させる。第 1 膨張弁 106a は、一端が室外熱交換器 102 に接続され、他端がレシーバ 109 に接続されている。第 2 膨張弁 106b は、一端がレシーバ 109 に接続され、他端が室内熱交換器 103 に接続されている。

[0021] レシーバ 109 は、液冷媒を一時的に貯留する。レシーバ 109 は、冷媒配管 R を介して第 1 膨張弁 106a と第 2 膨張弁 106b とに接続されている。また、圧縮機 101 の入口と四方弁 108 とを接続している冷媒配管 R の一部は、レシーバ 109 内を通過している。したがって、レシーバ 109 内の冷媒配管 R を流れる冷媒は、レシーバ 109 内の冷媒配管 R 周囲の冷媒との間で熱交換する。室内熱交換器 103 は、例えばフィンアンドチューブ型熱交換器からなり、空気と冷媒との間で熱交換させる。

[0022] 冷媒温度センサ 121 は、圧縮機 101 の吐出側に設けられ、圧縮機 101 から吐出される冷媒の温度を計測する。冷媒温度センサ 122 は、室外熱交換器 102 と第 1 膨張弁 106a との間の冷媒配管 R に設けられ、室外熱交換器 102 と第 1 膨張弁 106a との間を流れる冷媒の温度を計測する。冷媒温度センサ 123 は、室外熱交換器 102 に設けられ、室外熱交換器 102 を流れる冷媒の温度を計測する。冷媒温度センサ 124 は、室内熱交換器 103 に設けられ、室内熱交換器 103 を流れる冷媒の温度を計測する。冷媒温度センサ 125 は、室内熱交換器 103 と第 2 膨張弁 106b との間

の冷媒配管 R に設けられ、室内熱交換器 103 と第 2 膨張弁 106 b との間を流れる冷媒の温度を計測する。空気温度センサ 131 は、室外熱交換器 102 を流れる冷媒と熱交換される空気の温度である外気温度を計測する。空気温度センサ 132 は、室内熱交換器 103 を流れる冷媒と熱交換される空気の温度である室内温度を計測する。

[0023] 制御装置 140 は、冷媒温度センサ 121 ～ 125、空気温度センサ 131 ～ 132 からの出力をもとに、圧縮機 101、室外ファン 104、室内ファン 105、第 1 膨張弁 106 a、及び第 2 膨張弁 106 b などの各アクチュエータを制御する。また、制御装置 140 は、各アクチュエータに対する制御内容を示す制御データを状態解析装置 300 に出力する。本実施の形態 1 において、状態解析装置 300 は、診断対象となる空気調和機 100 内に設置されている。

[0024] 図 2 は、図 1 の状態解析システムの機能的構成を示すブロック図である。図 2 に示すように、状態解析システム 1000 は、状態解析装置 300 を中心として構成されている。状態検出部 120 は、冷媒回路 200 における冷媒の状態を、状態データとして検出する。本実施の形態 1 において、状態検出部 120 は、図 2 に示すように、冷媒温度センサ 121 ～ 125 と、空気温度センサ 131 ～ 132 と、を含んでいる。膨張手段 106 は、第 1 膨張弁 106 a と、第 2 膨張弁 106 b と、を含んでいる。

[0025] 状態解析装置 300 は、状態検出部 120 において検出された状態データと制御データとを用いて空気調和機の状態を解析する。すなわち、状態解析装置 300 は、制御装置 140、冷媒温度センサ 121 ～ 125、及び空気温度センサ 131 ～ 132 などから送られる信号に含まれる各種データに基づいて、空気調和機 100 の状態を解析する。また、状態解析装置 300 は、空気調和機の状態の解析結果を、管理装置 400 の表示部 421 及び情報端末 500 の表示部 521 のうちの少なくとも 1 つに表示させる。

[0026] より具体的に、状態解析装置 300 は、特定状態演算部 301 と、正常領域演算部 302 と、記憶部 303 と、表示処理部 304 と、通信部 305 と

、を有している。特定状態演算部301は、状態データ及び制御データを用い、第1パラメータと第2パラメータとにより定まる状態空間内において、冷媒回路200の特定箇所での冷媒の状態を示す特定状態情報 x を求める。特定状態情報 x は、第1パラメータと第2パラメータとにより定まる。状態データ及び制御データは、記憶部303又はサーバ記憶装置601に、空調機100の運転データとして蓄えられる。

[0027] 本実施の形態1において、第1パラメータは冷媒の圧力であり、第2パラメータはエンタルピである。そして、状態空間は、冷媒の圧力とエンタルピとを軸とする座標平面に設定される $p-h$ 線図に相当する。すなわち、特定状態情報 x は、冷媒の圧力とエンタルピとにより与えられる $p-h$ 線図上の点である。特定状態演算部301は、冷媒回路200の1つの特定箇所に対応する特定状態情報 x を求めるように設定することができる。また、特定状態演算部301は、冷媒回路200の複数の特定箇所ごとの特定状態情報 x を求めるように設定することもできる。

[0028] 正常領域演算部302は、状態データ及び制御データを用い、空調機100の正常状態での運転時に特定状態情報 x が存在する状態空間内の正常領域 X を求める。ここで、空調機100の正常状態での運転時とは、空調機100が異常のない状態で運転しているときのことであり、以降では正常運転時という。すなわち、正常領域 X は、空調機100に異常がない場合、つまり各アクチュエータ及び各センサなどに異常がない場合に、特定状態情報 x が存在する領域を示すデータである。本実施の形態1において、正常領域 X は、 $p-h$ 線図上の領域である。正常領域演算部302は、特定状態演算部301によって複数の特定状態情報 x が求められる場合、複数の特定状態情報 x の各々に対応する正常領域 X を求める。

[0029] 記憶部303には、状態解析装置300の動作プログラムと共に、空調機100の状態解析処理に用いられる種々のデータが記憶されている。例えば、記憶部303には、正常領域演算部302が特定状態情報 x を演算する際に用いる演算式に含まれる1又は複数の演算係数がデータとして記憶さ

れている。記憶部303には、製品出荷時などに、予め定められた初期の演算係数のデータが記憶される。

[0030] 表示処理部304は、特定状態演算部301において演算された特定状態情報 x 、及び正常領域演算部302において演算された正常領域 X を、表示部421及び表示部521のうちの少なくとも1つに表示させる。表示処理部304は、 $p-h$ 線図上に特定状態情報 x 及び正常領域 X を表示させるための表示データを生成する。

[0031] 状態解析装置300では、表示データの送信先が予め設定されており、表示処理部304は、生成した表示データを設定された送信先へ送信する。本実施の形態1では、表示データの送信先が、管理装置400及び情報端末500のうちの少なくとも1つに設定される。したがって、表示処理部304は、生成した表示データを、通信部305を介して、管理装置400及び情報端末500のうちの少なくとも1つに送信する。

[0032] 通信部305は、状態解析装置300が外部機器と通信を行う際のインタフェースとなる。例えば、通信部305は、特定状態演算部301及び正常領域演算部302が、それぞれ、状態データ及び制御データを受信する際に仲介する。また、通信部305は、表示処理部304が表示データを送信する際に仲介する。

[0033] 通信部305は、サーバ装置600と通信をする際、情報端末500を経由した通信ができるようにしてもよい。この場合、通信部305は、Wi-Fi（登録商標）又はBluetooth（登録商標）などの近距離の無線通信方式により、情報端末500と通信するとよい。そして、情報端末500は、電気通信回線800における信号を送受する中継装置となり、電気通信回線800に接続されたサーバ装置600と通信を行う。

[0034] 管理装置400は、空気調和機100と有線又は無線で接続され、空気調和機100の操作及び管理を行うものである。すなわち、管理装置400は、空気調和機100と情報的に、つまり通信可能に接続されている。管理装置400は、空気調和機100の操作用のリモートコントローラ、又は空気

調和機 100を含む空調システムを管理する集中管理装置などである。本実施の形態1において、管理装置400は、制御装置140と状態解析装置300とに通信可能に接続されている。管理装置400は、ユーザが空気調和機100を操作する際に利用される。また、管理装置400は、ユーザが空気調和機100の動作状態を把握するために利用される。

[0035] 図2に示すように、管理装置400は、入力部410と、出力部420と、出力制御部430と、を有している。出力部420は、表示部421と報知部422とにより構成されている。入力部410は、操作ボタンなどを含んで構成され、ユーザによる操作を受け付ける。また、入力部410は、ユーザによる操作内容を示す操作信号を制御装置140又は状態解析装置300に送信する。入力部410は、空気調和機100の状態診断の実施を要求する操作を受け付けたとき、状態解析装置300に診断要求信号を送信する。

[0036] 表示部421は、例えば液晶ディスプレイ(LCD: Liquid Crystal Display)からなり、特定状態情報x及び正常領域Xを表示する機能を有している。報知部422は、スピーカを含んで構成され、音又は音声を出力する。出力制御部430は、状態解析装置300から送信される表示データをもとに、特定状態情報x及び正常領域Xを含む診断画像を表示部421に表示させる。ここで、管理装置400には、表示データをもとに診断画像を表示する画像表示プログラムがインストールされているものとする。本実施の形態1において、出力制御部430は、表示処理部304から表示データが送信されると、p-h線図上に特定状態情報x及び正常領域Xを表示させた診断画像を表示部421に表示させる。

[0037] 情報端末500は、携帯電話、スマートフォン、タブレットPC(パーソナルコンピュータ)、ノートPC、又はデスクトップPCなどの通信端末である。すなわち、情報端末500は、空気調和機100と情報的に、つまり通信可能に接続されている。図2に示すように、情報端末500は、入力部510と、出力部520と、出力制御部530と、を有している。出力部5

20は、表示部521と報知部522とにより構成されている。入力部510は、操作ボタンなどを含んで構成され、ユーザによる操作を受け付ける。また、入力部510は、ユーザによる操作内容を示す操作信号を状態解析装置300に送信する。入力部510は、空気調和機100の状態診断の実施を要求する操作を受け付けたとき、状態解析装置300に診断要求信号を送信する。

[0038] 表示部521は、例えば液晶ディスプレイからなり、特定状態情報x及び正常領域Xを表示する機能を有している。報知部522は、スピーカを含んで構成され、音又は音声を出力する。出力制御部530は、状態解析装置300から送信される表示データをもとに、特定状態情報x及び正常領域Xを含む診断画像を表示部521に表示させる。ここで、情報端末500には、表示データをもとに診断画像を表示する画像表示プログラムがインストールされているものとする。本実施の形態1において、出力制御部530は、表示処理部304から表示データが送信されると、p-h線図上に特定状態情報x及び正常領域Xを表示させた診断画像を表示部521に表示させる。

[0039] サーバ装置600は、例えば、空気調和機100の外部に設けられ、クラウドサービスにより提供される記憶処理装置である。サーバ装置600は、インターネットなどのネットワークである電気通信回線800を介して、情報端末500及び状態解析装置300と通信可能に接続されている。サーバ装置600は、状態解析装置300による解析結果のデータなど、各種のデータを記憶して蓄積するデータベースとなる。また、サーバ装置600は、記憶されたデータに基づいて、種々の演算処理を行う機能を有している。

[0040] サーバ装置600は、サーバ記憶装置601と、サーバ通信装置602と、機械学習装置603と、を有している。サーバ通信装置602は、機械学習装置603及びサーバ記憶装置601などのサーバ装置600内の装置が、電気通信回線800を介して、サーバ装置600の外部の装置と通信を行う際のインタフェースとして機能し、信号変換などを行う。サーバ記憶装置601は、状態データ、制御データ、及び正常領域演算部302が用いる演

算式に含まれる演算係数などを記憶する。

[0041] 機械学習装置603は、入力されたデータについて、機械学習による処理を行う装置である。機械学習とは、新しい知識及び技能を逐次獲得すると共に、既存の知識および技能を再構成することで、有用な規則及び判断基準などを抽出する手法である。本実施の形態1において、機械学習装置603は、各センサにより計測される状態データ、制御データ、及び状態解析装置300からの解析結果などから、正常領域演算部302が正常領域Xを演算するための演算係数を算出する。

[0042] ところで、正常領域演算部302は、初期の演算係数を継続的に用いるようにしてもよいが、機械学習装置603などにより、演算係数のデータを書き換えて更新するようにしてもよい。例えば、空気調和機100の正常時および異常時における運転に係る各種データを入力として、機械学習装置603が、機械学習に基づく処理により、演算係数を経時的に求めるとよい。そして、機械学習装置603が求めた演算係数が、サーバ装置600から状態解析装置300へ送られるようにし、記憶部303の演算係数が書き替えられて更新されるようにするとよい。このようにすれば、より適切な正常領域Xを求めることができることから、表示部421又は521に表示される情報の正確性が高まるため、ユーザによる診断精度を高めることができる。

[0043] 図3は、本発明の実施の形態1における特定状態情報及び正常領域の表示例のうち、空気調和機が正常状態にある場合の説明図である。図3では、p-h線図上に特定状態情報x及び正常領域Xが表示されている。また、図3には、飽和液線と飽和蒸気線とからなる飽和線Sと、冷凍サイクル図形Rcと、室外温度に対応する等温線T_{out}と、室内温度に対応する等温線T_{in}と、を示している。

[0044] ここで、図3は、特定状態演算部301が、冷媒回路200における3つの特定箇所ごとの特定状態情報xを演算し、正常領域演算部302が、3つの特定状態情報xの各々に対応する正常領域Xを演算する場合の例である。したがって、特定状態情報xは3つ存在し、3つの特定状態情報xは、それ

それ、冷媒回路 200 の 3 つの特定箇所での冷媒の状態により決定される。

[0045] また、3 つの特定箇所は、圧縮機 101 の入口、圧縮機 101 の出口、及び凝縮器の出口の 3 箇所となっている。つまり、3 つの特定状態情報 x は、圧縮機 101 の入口での冷媒の状態を示す入口情報 a と、圧縮機 101 の出口での冷媒の状態を示す出口情報 b と、凝縮器の出口での冷媒の状態を示す凝縮情報 c と、により構成されている。すなわち、正常領域演算部 302 は、3 つの特定状態情報 x として、入口情報 a と出口情報 b と凝縮情報 c とを演算する。

[0046] 正常領域 X は、3 つの特定状態情報 x である入口情報 a、出口情報 b、及び凝縮情報 c のそれぞれに応じて 3 つ定まる。3 つの正常領域 X は、正常運転時に入口情報 a が存在する入口領域 A と、正常運転時に出口情報 b が存在する出口領域 B と、正常運転時に凝縮情報 c が存在する凝縮領域 C と、により構成されている。すなわち、特定状態演算部 301 は、3 つの特定状態情報 x の各々に対応する 3 つの正常領域 X として、入口領域 A と出口領域 B と凝縮領域 C とを演算する。

[0047] そして、図 3 のような表示の場合、ユーザは、特定状態情報 x が正常領域 X 内に収まっていることを視覚的に確認し、空気調和機 100 に異常がないと判断することができる。ここで、図 3 では、室外温度に対応する等温線 T_{out}、及び室内温度に対応する等温線 T_{in} は表示しなくてもよい。ただし、診断画像上に等温線 T_{out} と等温線 T_{in} とを表示すれば、ユーザは、空気調和機 100 の状態と空気調和機 100 の周囲の空気温度との関係を視覚的に把握することができる。

[0048] 次に、空気調和機 100 に異常がある場合の表示例について説明する。図 4 は、本発明の実施の形態 1 における特定状態情報及び正常領域の表示例のうち、冷媒量の異常が疑われる場合の説明図である。図 5 は、本発明の実施の形態 1 における特定状態情報及び正常領域の表示例のうち、凝縮器における伝熱の異常が疑われる場合の説明図である。図 6 は、本発明の実施の形態 1 における特定状態情報及び正常領域の表示例のうち、蒸発器における伝熱

の異常が疑われる場合の説明図である。図 7 は、本発明の実施の形態 1 における特定状態情報及び正常領域の表示例のうち、圧縮機の異常が疑われる場合の説明図である。図 8 は、本発明の実施の形態 1 における特定状態情報及び正常領域の表示例のうち、圧縮機が液冷媒を圧縮している異常が疑われる場合の説明図である。図 9 は、本発明の実施の形態 1 における特定状態情報及び正常領域の表示例のうち、膨張手段の異常又は配管閉塞が疑われる場合の説明図である。図 4 ～図 9 では、 $p-h$ 線図上に特定状態情報 x 及び正常領域 X が表示されている。また、図 4 ～図 9 には、図 3 と同様、飽和線 S と冷凍サイクル図形 R_c とを示している。図 4 ～図 9 を参照して、空気調和機 100 の異常の要因の特定方法について説明する。

[0049] 冷媒量の異常が疑われる場合は、図 4 に示すとおり、凝縮情報 c が凝縮領域 C に比べて高エンタルピとなる。したがって、図 4 のような表示の場合、ユーザは、凝縮情報 c が凝縮領域 C よりも右側に外れている様子を視認することで、冷媒量の異常の疑いがあると認識することができる。

[0050] 凝縮器における伝熱の異常が疑われる場合は、図 5 に示すとおり、出口情報 b が出口領域 B に比べて高圧になり、かつ凝縮情報 c が凝縮領域 C に比べて高圧となる。したがって、図 5 のような表示の場合、ユーザは、出口情報 b が出口領域 B よりも上側に外れ、かつ凝縮情報 c が凝縮領域 C よりも上側に外れている様子を視認することで、凝縮器の伝熱異常の疑いがあると認識することができる。ここで、凝縮器の伝熱異常の要因としては、冷房運転時における室外熱交換器 102 の異常もしくは室外ファン 104 の動作異常、又は暖房運転時における室内熱交換器 103 の異常もしくは室内ファン 105 の動作異常が想定される。

[0051] 蒸発器における伝熱の異常が疑われる場合は、図 6 に示すとおり、入口情報 a が入口領域 A に比べて低圧となる。したがって、図 6 のような表示の場合、ユーザは、入口情報 a が入口領域 A よりも下側に外れている様子を視認することで、蒸発器の伝熱異常の疑いがあると認識することができる。ここで、蒸発器の伝熱異常の要因としては、冷房運転時における室内熱交換器 1

03の異常もしくは室内ファン105の動作異常、又は暖房運転時における室外熱交換器102の異常もしくは室外ファン104の動作異常が想定される。

[0052] 圧縮機101の異常が疑われる場合は、図7に示すとおり、出口情報bが出口領域Bに比べて高エンタルピとなる。したがって、図7のような表示の場合、ユーザは、出口情報bが出口領域Bよりも右側に外れている様子を視認することで、圧縮機101の異常の疑いがあると認識することができる。

[0053] 圧縮機101が液冷媒を圧縮している状況が疑われる場合、図8に示すとおり、入口情報aは入口領域Aに比べて低エンタルピとなる。したがって、図8のような表示の場合、ユーザは、入口情報aが入口領域Aよりも左側に外れている様子を視認することで、圧縮機101に液冷媒が流入している疑いがあると認識することができる。

[0054] 膨張手段106の異常又は配管閉塞が疑われる場合は、図9に示すとおり、入口情報aが入口領域Aに比べて高圧となり、出口情報bが出口領域Bに比べて低圧となり、かつ凝縮情報cが凝縮領域Cに比べて低圧となる。したがって、図9のような表示の場合、入口情報aが入口領域Aよりも上側に外れ、出口情報bが出口領域Bよりも下側に外れ、かつ凝縮情報cが凝縮領域Cよりも下側に外れている様子を視認することで、膨張手段106の異常又は配管閉塞の疑いがあると認識することができる。本実施の形態1において、膨張手段106の異常とは、第1膨張弁106a及び第2膨張弁106bのうちの少なくとも1つに異常が発生していることである。また、配管閉塞とは、冷媒回路200に冷媒の循環を妨げる箇所である閉塞部が存在する状況である。

[0055] 上述のとおり、ユーザは、p-h線図上の特定状態情報x及び正常領域Xの表示をもとに、空気調和機100の状態を診断することができる。すなわち、ユーザは、正常領域Xに対する特定状態情報xの位置と、空気調和機100の異常の要因との関連性を把握しておくことにより、診断画像を一見して、空気調和機100の異常の要因及び劣化の程度などを診断することがで

きる。

[0056] 図3～図9の例では、表示部421又は表示部521に、特定状態情報xとして、入口情報aと出口情報bと凝縮情報cとが表示され、正常領域Xとして、入口領域Aと出口領域Bと凝縮領域Cとが表示される。よって、ユーザは、診断画像を視認することにより、冷媒回路200に封入されている冷媒量の異常、凝縮器又は蒸発器の異常、圧縮機101の異常、圧縮機101に液冷媒が流入する異常、膨張手段106の異常、冷媒回路200に閉塞部がある異常、室外ファン104及び室内ファン105のうちの少なくとも1つの動作異常について診断することができる。そして、空気調和機100に異常が発生している場合、ユーザは、異常の要因を容易に特定することができる。

[0057] ここで、図3～図9では、診断画像に飽和線Sを含めて表示する場合を例示したが、これに限らず、診断画像には飽和線Sを含めなくてもよい。また、図3～図9では、診断画像に冷凍サイクル図形Rcを含めて表示する場合を例示したが、これに限らず、診断画像には冷凍サイクル図形Rcを含めなくてもよい。ただし、診断画像が冷凍サイクル図形Rcを含んでいる方が、特定状態情報xと正常領域Xとの対応づけが容易となるため、ユーザの利便性の向上を図ることができる。

[0058] ここで、制御装置140及び状態解析装置300は、上記の各機能を実現する回路デバイスのようなハードウェア、もしくは、マイコンなどの演算装置と、こうした演算装置と協働して上記の各機能を実現させるソフトウェアとによって構成することができる。記憶部303は、RAM(Random Access Memory)及びROM(Read Only Memory)、フラッシュメモリ等のPROM(Programmable ROM)、又はHDD(Hard Disk Drive)等により構成することができる。

[0059] 図10は、図1及び図2の状態解析システムによる動作を示すフローチャートである。図10を参照して、本実施の形態1における空気調和機100

の状態解析方法について説明する。ここでは、表示データに基づく診断画像が、情報端末500の表示部521に表示される場合について説明する。

[0060] 状態解析装置300は、管理装置400又は情報端末500から診断要求信号が送信されるまで待機する（ステップS101／NO）。状態解析装置300は、診断要求信号が送信されると（ステップS101／YES）、特定状態演算部301により、現在の特定状態情報 x を求める（ステップS102）。次いで、状態解析装置300は、正常領域演算部302により、現在の正常領域 X を求める（ステップS103）。

[0061] 次に、状態解析装置300は、表示処理部304により、特定状態情報 x 及び正常領域 X を $p-h$ 線図上に表す診断画像のもととなる表示データを生成し（ステップS104）、生成した表示データを情報端末500へ送信する（ステップS105）。すると、情報端末500は、出力制御部530により、状態解析装置300から送信された表示データに基づいて診断画像の情報を生成し（ステップS106）、表示部521に、特定状態情報 x と正常領域 X とを含む診断画像を表示させる（ステップS107）。そして、状態解析システム1000は、ステップS101の処理へ移行する。

[0062] なお、情報端末500は、表示部521に診断画像を表示させた後、画像切替の契機となる操作がユーザにより行われたとき、又は一定の時間が経過したときに、表示部521の診断画像をホーム画面などに切り替える。なお、管理装置400の表示部421に診断画像が表示される場合の動作は、上記の説明と同様であるため省略する。

[0063] 以上のように、本実施の形態1における状態解析装置300及び状態解析システム1000は、特定状態情報 x と正常領域 X とを表示させることから、正常領域 X に対する特定状態情報 x の位置をユーザに視認させることができる。そのため、空気調和機の異常の要因及び劣化の程度をユーザに容易に診断させることができる。すなわち、状態解析システム1000は、 $p-h$ 線図上に特定状態情報 x と正常領域 X とを表示する。よって、ユーザは、 $p-h$ 線図上での正常領域 X に対する特定状態情報 x の位置を一見して把握す

ることができるため、高精度の診断結果を得ることができる。

[0064] また、状態解析装置300は、冷媒回路200における複数の特定箇所ごとの特定状態情報 x と、各特定状態情報 x の各々に対応する正常領域 X とを求めることができる。そして、状態解析装置300及び状態解析システム1000は、複数の特定状態情報 x と複数の正常領域 X とを表示させるため、異常の要因の特定を容易に且つ精度よく行うことができる。ところで、従来の構成の場合、空気調和機100の異常の要因を精度よく特定するためには、ユーザは、異常の要因ごとの影響度等の専門的な知識を予め習得しておく必要がある。この点、状態解析システム1000では、上記の通り、特定状態情報 x と正常領域 X との位置関係と、空気調和機100の異常の要因とが、明確に対応づけられている。そのため、ユーザは、専門的な知識を持たなくとも、空気調和機100の高精度な診断を行うことができるため、すなわち、ユーザは、空気調和機100の劣化状態及びメンテナンスの必要性などを一見して知ることができるため、利便性の向上を図ることができる。

[0065] さらに、表示部421又は表示部521は、特定状態情報 x 及び正常領域 X と共に、空気調和機100が設置された環境の温度を示す等温線を表示することができる。この場合、空気調和機100の状態と空気調和機100の周囲の空気温度との関係を、ユーザに、視覚的に把握させることができるため、診断の容易性を高めることができる。

[0066] ところで、正常領域演算部302は、空気調和機100の設計仕様の情報をさらに用いて正常領域 X を求めるようにしてもよい。このようにすれば、より適切な正常領域 X を求めることができることから、表示部に表示される情報の正確性が高まるため、ユーザによる診断精度を高めることができる。

[0067] <変形例1>

図11は、本発明の実施の形態1の変形例1に係る特定状態情報及び正常領域の表示例を示す説明図である。上記の説明では、正常領域 X が1つのレベルで構成されている場合を例示したが、本変形例1では、診断画像における正常領域 X が、空気調和機100の正常性の程度に応じた複数のレベルに

分かれている。つまり、本変形例 1 の正常領域演算部 302 は、空気調和機 100 の正常性の程度に応じて正常領域 X のレベル分けを行うようになっている。なお、正常領域 X は、中心部から外側に向けて正常性の程度が小さくなっている。つまり、正常領域 X は、中心部から外側に向けて異常の程度が大きくなっている。

[0068] ここで、図 11 の基本的な構成は、図 3～図 9 の場合と同様であり、図 11 では、正常領域 X が 2 つのレベルに分かれている。この場合、正常領域演算部 302 は、第 1 入口領域 A_1 と第 2 入口領域 A_2 とにより構成された入口領域 A と、第 1 出口領域 B_1 と第 2 出口領域 B_2 とにより構成された出口領域 B と、第 1 凝縮領域 C_1 と第 2 凝縮領域 C_2 とにより構成された凝縮領域 C とを求める。

[0069] 入口領域 A において、第 2 入口領域 A_2 は、第 1 入口領域 A_1 よりも正常性の程度が小さくなっている。出口領域 B において、第 2 出口領域 B_2 は、第 1 出口領域 B_1 よりも正常性の程度が小さくなっている。凝縮領域 C において、第 2 凝縮領域 C_2 は、第 1 凝縮領域 C_1 よりも正常性の程度が小さくなっている。

[0070] 表示処理部 304 は、2 つのレベルに分かれた正常領域 X を用いて表示データを生成する。したがって、出力制御部 430 は、図 11 のように、2 つのレベルに分かれた正常領域 X を含む診断画像を表示部 421 に表示させることができる。同様に、出力制御部 530 は、2 つのレベルに分かれた正常領域 X を含む診断画像を表示部 521 に表示させることができる。

[0071] もっとも、正常領域 X は、3 つ以上のレベルに分けてもよい。すなわち、正常領域演算部 302 が、3 つ以上のレベルに分かれた正常領域 X を演算し、表示処理部 304 は、3 つ以上のレベルに分かれた正常領域 X を用いて表示データを生成するようにしてもよい。これにより、出力制御部 430 は、3 つ以上のレベルに分かれた正常領域 X を含む診断画像を表示部 421 に表示させることができる。同様に、出力制御部 530 は、3 つ以上のレベルに分かれた正常領域 X を含む診断画像を表示部 521 に表示させることができ

る。

[0072] 以上のように、本変形例 1 における状態解析装置 300 及び状態解析システム 1000 は、正常領域の正常性の程度に複数階層のレベルを設けることで、2 つ以上のレベルに分かれた正常領域 X を表示させる。そのため、ユーザに、空気調和機 100 の状態を細かく診断させることができる。つまり、本変形例 1 における状態解析システム 1000 によれば、ユーザは、空気調和機 100 の劣化の程度などをさらに容易に診断することができるため、メンテナンスの必要性などをより精度よく判断することができる。

[0073] ところで、上記の説明では、入口領域 A と出口領域 B と凝縮領域 C とが、何れも、2 つ以上のレベルに分かれている場合を例示したが、これに限らず、入口領域 A、出口領域 B、及び凝縮領域 C のうちの 1 つ又は 2 つが、2 つ以上のレベルに分かれていてもよい。すなわち、複数の特定箇所が設定されている場合、少なくとも 1 つの正常領域 X が 2 つ以上のレベルに分けられていけばよい。

[0074] <変形例 2>

図 12 は、本発明の実施の形態 1 の変形例 2 に係る特定状態情報及び正常領域の表示例を示す説明図である。上記の説明では、表示部 421 又は表示部 521 が現在の特定状態情報 x だけを表示する場合を例示したが、これに限らず、表示部 421 又は表示部 521 は、特定状態情報 x の経年変化を示す情報を表示するようにしてもよい。すなわち、表示処理部 304 は、現在の特定状態情報 x だけではなく、過去の特定状態情報 x を含む表示データを生成してもよい。この場合、現在及び過去の特定状態情報 x は、記憶部 303 又はサーバ記憶装置 601 に蓄積されるとよい。

[0075] より具体的に、特定状態演算部 301 は、状態データ及び制御データを用いて演算する特定状態情報 x を、少なくとも過去の一定期間分、時系列に沿って記憶部 303 又はサーバ記憶装置 601 に蓄積させる。ここで、一定期間は、空気調和機 100 の構成及び設置環境などに応じて設定され、適宜変更することができる。

- [0076] 表示処理部304は、記憶部303又はサーバ記憶装置601に蓄積されている複数の特定状態情報xの中から、現在の特定状態情報xと、過去の特定状態情報xとを抽出する。そして、表示処理部304は、現在の特定状態情報xと共に、過去の特定状態情報xを用いて表示データを生成する。したがって、表示部421又は表示部521は、特定状態情報xの経年変化を示す情報として、過去の特定状態情報xを表示することができる。
- [0077] 図12の例において、表示処理部304は、現在から基準期間だけ遡ったときの特定状態情報xと、そこからさらに基準期間だけ遡ったときの特定状態情報xとを抽出するようになっている。図12では、基準期間が50日に設定されている。
- [0078] より具体的に、図12の場合、表示処理部304は、記憶部303又はサーバ記憶装置601から、入口情報aと、現在から50日前の入口情報aである入口情報a1と、現在から100日前の入口情報aである入口情報a2とを抽出する。また、表示処理部304は、出口情報bと、現在から50日前の出口情報bである出口情報b1と、現在から100日前の出口情報bである出口情報b2とを抽出する。さらに、表示処理部304は、凝縮情報cと、現在から50日前の凝縮情報cである凝縮情報c1と、現在から100日前の凝縮情報cである凝縮情報c2とを抽出する。
- [0079] そして、表示処理部304は、抽出した各情報を用いて表示データを生成する。よって、状態解析装置300は、表示部に表示させる診断画像に、特定状態情報xの経年変化を示す情報として、入口情報a1及びa2と、出口情報b1及びb2と、凝縮情報c1及びc2と、を含めることができる。
- [0080] また、表示処理部304は、現在の冷凍サイクル図形Rcと共に、過去の冷凍サイクル図形Rcを含む表示データを生成する。図12の場合、表示処理部304は、冷凍サイクル図形Rcと共に、現在から50日前の冷凍サイクル図形Rcである冷凍サイクル図形Rc1と、現在から100日前の冷凍サイクル図形Rcである冷凍サイクル図形Rc2とを含む表示データを生成する。よって、状態解析装置300は、表示部に表示させる診断画像に、特

定状態情報 x の経年変化を示す情報として、冷凍サイクル図形 R c 1 と冷凍サイクル図形 R c 2 とを含めることができる。

[0081] ところで、図 1 2 では、基準期間が 5 0 日に設定された場合を例示しているが、これに限らず、経過時間は適宜変更することができる。また、図 1 2 では、過去の 2 つの特定状態情報 x を表示する場合を例示したが、これに限らず、診断画像には、過去の 3 つ以上の特定状態情報 x が含まれてもよい。

[0082] 以上のように、本変形例 2 における状態解析装置 3 0 0 及び状態解析システム 1 0 0 0 は、特定状態情報 x の経年変化を示す情報を含む診断画像を表示部に表示させる。つまり、表示部 4 2 1 及び表示部 5 2 1 のうちの少なくとも一方は、特定状態情報 x の経年変化を示す情報を表示する。したがって、ユーザは、診断画像を視認することにより、空気調和機 1 0 0 の劣化度合の経年変化を把握することができるため、空気調和機 1 0 0 の状態をさらに精度よく診断することができる。

[0083] また、特定状態情報 x の経年変化は、特定状態情報 x に対応する特定箇所によって異なる。例えば、図 1 2 の例では、出口情報 b 及び凝縮情報 c の経年変化は相対的に大きい、入口情報 a の経年変化は相対的に小さくなっている。ここで、複数の特定状態情報 x は、それぞれ、異なる特定箇所に対応している。つまり、複数の特定状態情報 x は、それぞれ、図 4 ～図 9 を参照して述べたように、空気調和機 1 0 0 の異常についての様々な指標となっている。したがって、ユーザは、特定状態情報 x の経年変化を示す情報から、空気調和機 1 0 0 の劣化の傾向などを知ることができる。

[0084] ここで、図 1 2 では、現在及び過去の冷凍サイクル図形 R c と共に、過去の冷凍サイクル図形 R c を診断画像に含めて表示する場合を例示したが、これに限定されない。診断画像は、過去の冷凍サイクル図形 R c を含まずに構成してもよく、そもそも、現在及び過去の冷凍サイクル図形 R c を含めずに構成してもよい。ただし、診断画像が冷凍サイクル図形 R c を含んでいる方が、特定状態情報 x と正常領域 X との対応づけが容易となり、特定状態情報 x の経年変化の傾向も捉えやすくなるため、ユーザの利便性の向上を図るこ

とができる。なお、変形例 2 の構成は、変形例 1 の構成にも適用することができる。

[0085] 実施の形態 2.

図 1 3 は、本発明の実施の形態 2 に係る状態解析システムの機能的な構成を示すブロック図である。本実施の形態 2 に係る状態解析システムの全体的な構成は、実施の形態 1 で参照した図 1 と同様である。前述した実施の形態 1 と同等の構成部材については同一の符号を用いて説明は省略する。

[0086] 本実施の形態 2 における状態解析システム 1 0 0 0 A は、空気調和機 1 0 0 内に、診断対象となる空気調和機 1 0 0 の故障診断などを行う状態解析装置 3 0 0 A を有している。状態解析装置 3 0 0 A は、特定状態演算部 3 0 1、正常領域演算部 3 0 2、記憶部 3 0 3、表示処理部 3 0 4、及び通信部 3 0 5 と共に、状態診断部 3 0 6 を有している。

[0087] 状態診断部 3 0 6 は、特定状態情報 x と正常領域 X との位置関係に基づいて、空気調和機 1 0 0 に異常があるか否かを判定する。そして、状態診断部 3 0 6 は、特定状態情報 x が正常領域 X の外に存在するか否かを判定する。ここで、特定状態情報 x が正常領域 X の外に存在することは、実施の形態 1 と同様、空気調和機 1 0 0 に異常が発生していることを示す。すなわち、状態診断部 3 0 6 は、特定状態情報 x が正常領域 X から逸脱したことをもって、空気調和機 1 0 0 に異常があると判定する。

[0088] 複数の特定箇所が設定されている場合において、状態診断部 3 0 6 は、複数の特定状態情報 x のうちの少なくとも 1 つが、各々に対応する正常領域 X から外れているとき、空気調和機 1 0 0 に異常があると判定する。例えば、実施の形態 1 で参照した図 4 ~ 図 9 のような状況である。一方、図 3 のように、複数の特定状態情報 x の何れもが、各々に対応する正常領域 X 内に存在する場合、状態診断部 3 0 6 は、空気調和機 1 0 0 が正常な状態であると判定する。

[0089] 状態診断部 3 0 6 は、空気調和機 1 0 0 に異常があると判定したとき、空気調和機 1 0 0 に異常があることを示す異常信号を、通信部 3 0 5 を介して

、管理装置４００及び情報端末５００のうちの少なくとも１つに送信する。

[0090] 出力制御部４３０は、状態診断部３０６から異常信号が送信されると、空気調和機１００に異常が発生している旨の異常情報を表示部４２１に表示させる。同様に、出力制御部５３０は、状態診断部３０６から異常信号が送信されると、表示部５２１に異常情報を表示させる。出力制御部４３０は、状態診断部３０６から異常信号が送信されたとき、空気調和機１００に異常が発生している旨の報知情報を報知部４２２に報知させてもよい。同様に、出力制御部５３０は、状態診断部３０６から異常信号が送信されたとき、報知部５２２に報知情報を報知させてもよい。

[0091] ここで、出力制御部４３０及び出力制御部５３０は、状態診断部３０６から異常信号が送信されたとき、異常情報の表示と報知情報の報知との双方を行うようにしてもよく、何れか一方を行うようにしてもよい。なお、報知情報は、ピープ音などでもよく、「異常が発生しています」といった内容の音声であってもよい。

[0092] ところで、状態診断部３０６は、空気調和機１００が正常な状態であると判定したとき、空気調和機１００が正常な状態であることを示す正常信号を、管理装置４００及び情報端末５００のうちの少なくとも１つに送信してもよい。この場合、出力制御部４３０は、正常信号に応じて、空気調和機１００が正常な状態である旨の正常情報を表示部４２１に表示してもよく、空気調和機１００が正常な状態である旨の正常報知情報を報知部４２２に報知させてもよい。同様に、出力制御部５３０は、正常信号に応じて、表示部５２１に正常情報を表示させてもよく、報知部５２２に正常報知情報を報知させてもよい。

[0093] 本実施の形態２において、表示部４２１又は表示部５２１は、実施の形態１と同様、特定状態情報×と正常領域×とを含む診断画像を表示するようになっている。そのため、異常情報又は正常情報は、診断画像と同一の画面上に表示するとよい。

[0094] 図１４は、図１３の状態解析システムによる動作のうち、空気調和機１０

0の状態判定処理を示すフローチャートである。図14を参照して、本実施の形態2における空気調和機100の状態判定方法について説明する。ここでは、異常情報が情報端末500の表示部521に表示される場合について説明する。

[0095] 状態解析装置300Aは、ステップS101～S103の一連の処理を図10の場合と同様に実行する。次に、状態診断部306は、特定状態情報xが正常領域Xの外に存在するか否かを判定する（ステップS201）。状態診断部306は、特定状態情報xが正常領域Xの外に存在する場合（ステップS201／YES）、異常信号を生成して情報端末500へ送信する（ステップS202）。一方、特定状態情報xが正常領域X内に存在する場合（ステップS201／NO）、状態解析システム1000は、ステップS101の処理へ移行する。

[0096] 出力制御部530は、状態診断部306から異常信号が送信されると、表示部521に異常情報を表示させる（ステップS203）。そして、状態解析システム1000は、ステップS101の処理へ移行する。なお、異常情報が表示部421に表示される場合の動作、及び報知情報が報知部422又は報知部522から報知される場合の動作は、図14の場合と同様であるため省略する。

[0097] ここで、状態診断部306による判定処理及び異常信号又は正常信号の送信処理（図14のステップS201及びS202に対応）は、表示処理部304による表示データの生成処理及び送信処理（図10のステップS104及びS105）と並行して行われる。また、出力制御部430及び出力制御部530は、上記の表示処理又は報知処理（図14のステップS203に対応）を、診断画像の生成処理及び表示処理（図10のステップS106及びS107）と並行で実行する。そして、本実施の形態2において、異常情報又は正常情報は、診断画像と同一の画面上に表示される。

[0098] 以上のように、本実施の形態2における状態解析装置300A及び状態解析システム1000Aは、空気調和機100に異常があるか否かを判定する

際、特定状態情報 $\times$ と正常領域 X との位置関係を利用する。そのため、空気調和機100の異常の有無を精度よく判定することができる。そして、特定状態情報 $\times$ が正常領域 X から逸脱したことをもって、空気調和機100に異常があると判定するため、特定箇所の異常の有無を高精度に判定することができる。

[0099] また、状態解析装置300Aは、複数の特定箇所ごとの特定状態情報 $\times$ と、各特定状態情報 $\times$ の各々に対応する正常領域 X とを求めることができる。そして、状態解析装置300A及び状態解析システム1000Aは、複数の特定箇所のそれぞれに対応する特定状態情報 $\times$ と正常領域 X との位置関係から、空気調和機100の異常の有無を判定する。よって、空気調和機100の異常の要因に左右されない高精度な判定を行うことができるため、ユーザに適切な処置を促すことができる。

[0100] さらに、状態解析システム1000Aは、状態診断部306による処理の結果を出力する出力部を備え、出力部は、特定状態情報 $\times$ が正常領域 X の外に存在する場合に、空気調和機100に異常が発生している旨の情報を出力する。すなわち、出力部は、特定状態情報 $\times$ が正常領域 X の外に存在する場合に、異常情報の表示、又は報知情報の報知を行うようになっている。したがって、ユーザは、状態解析装置300Aによる判定の結果を、視覚又は聴覚により、容易に把握することができるため、ユーザビリティの向上を図ることができる。

[0101] ここで、特許文献1のように、冷凍サイクル図形間の非重複率と基準値との比較により、メンテナンスの要否を画一的に判定する手法では、基準値を対応づける故障の要因によって判定結果が違ってくる。なぜなら、冷凍サイクル図形間の非重複率に与える影響は、空気調和機の異常の要因によって異なるためである。例えば、非重複率が相対的に大きくなる要因を基準にとると、非重複率が相対的に小さくなる要因を取りこぼすことになる。一方、非重複率が相対的に小さくなる要因を基準にとると、非重複率が相対的に大きくなる要因による誤判定が生じる。すなわち、特許文献1の構成では、メン

メンテナンスの要否の判定を精度よく行うことができない。

[0102] この点、本実施の形態２の状態解析装置３００Ａは、冷媒回路２００の特定箇所に応じた特定状態情報×及び正常領域×を求めることから、特定状態情報×と正常領域×との比較処理を特定箇所ごとに行うことができるため、誤判定を低減することができる。他の効果については、実施の形態１と同様である。

[0103] ところで、図１３では、状態解析装置３００Ａが表示処理部３０４を有する場合を例示したが、これに限らず、状態解析装置３００Ａは、表示処理部３０４を設けずに構成してもよい。このようにしても、特定状態情報×と正常領域×との位置関係に基づく高精度な判定により、ユーザに空気調和機１００の異常を知らせることができる。よって、空気調和機１００のメンテナンスをユーザに促すことができるため、空気調和機１００の故障などを未然に防ぐことができる。また、本実施の形態２の構成に、変形例１の構成を適用してもよい。すなわち、特定状態情報×が存在する正常領域×内のレベルごとに、表示内容又は報知内容を変更してもよい。加えて、本実施の形態３の構成に、変形例２の構成を適用してもよい。

[0104] 実施の形態３．

図１５は、本発明の実施の形態３に係る状態解析システムの機能的な構成を示すブロック図である。本実施の形態３に係る状態解析システムの全体的な構成は、実施の形態１で参照した図１と同様である。上述した実施の形態１及び２と同等の構成部材については同一の符号を用いて説明は省略する。

[0105] 本実施の形態３における状態解析システム１０００Ｂは、空気調和機１００内に、診断対象となる空気調和機１００の故障診断などを行う状態解析装置３００Ｂを有している。状態解析装置３００Ｂは、特定状態演算部３０１、正常領域演算部３０２、記憶部３０３、表示処理部３０４、及び通信部３０５と共に、状態診断部３０６Ｂを有している。

[0106] 状態診断部３０６Ｂは、特定状態情報×と正常領域×との位置関係に基づき、特定状態情報×が正常領域×の外に存在する場合に、空気調和機１００

の異常の要因を特定する。状態診断部306は、複数の特定箇所が設定されている場合、複数の特定状態情報xのうちの少なくとも1つが、各々に対応する正常領域Xから外れているときに、空気調和機100の異常の要因を特定する。そして、状態診断部306Bは、異常の要因の特定結果を示す要因データを、通信部305を介して、管理装置400及び情報端末500のうちの少なくとも1つに送信する。

[0107] 例えば、状態診断部306Bは、特定状態情報xと正常領域Xとの位置関係が図4のような場合、冷媒回路200に封入されている冷媒量の異常が要因であると特定する。状態診断部306Bは、特定状態情報xと正常領域Xとの位置関係が図5のような場合、凝縮器の異常、又は凝縮器に付設されたファンの異常が要因であると特定する。状態診断部306Bは、特定状態情報xと正常領域Xとの位置関係が図6のような場合、蒸発器の異常、又は蒸発器に付設されたファンの異常が要因であると特定する。状態診断部306Bは、特定状態情報xと正常領域Xとの位置関係が図7のような場合、圧縮機101の異常が要因であると特定する。状態診断部306Bは、特定状態情報xと正常領域Xとの位置関係が図8のような場合、圧縮機101に液冷媒が流入していることが要因であると特定する。状態診断部306Bは、特定状態情報xと正常領域Xとの位置関係が図9のような場合、膨張手段106の異常又は冷媒回路200に閉塞部がある異常が要因であると特定する。

[0108] 出力制御部430は、状態診断部306から要因データが送信されると、空気調和機100の異常の要因を示す異常要因情報を表示部421に表示させる。同様に、出力制御部530は、状態診断部306から要因データが送信されると、表示部521に異常要因情報を表示させる。出力制御部430は、状態診断部306から要因情報が送信されたとき、空気調和機100の異常の要因を知らせる要因報知情報を報知部422に報知させてもよい。同様に、出力制御部530は、状態診断部306から要因データが送信されたとき、報知部522に要因報知情報を報知させてもよい。もっとも、出力制御部430及び出力制御部530は、状態診断部306から要因データが送

信されたとき、異常要因情報の表示と要因報知情報の報知との双方を行うようにしてもよく、何れか一方を行うようにしてもよい。

- [0109] 本実施の形態3では、実施の形態1と同様、表示部421又は表示部521が、特定状態情報xと正常領域Xとを含む診断画像を表示するようになっている。そのため、異常要因情報は、診断画像と同一の画面上に表示するとよい。
- [0110] 図16は、図15の状態解析システムによる動作のうち、空気調和機100の状態診断処理を示すフローチャートである。図16を参照して、本実施の形態3における空気調和機100の状態診断方法について説明する。ここでは、異常要因情報が情報端末500の表示部521に表示される場合について説明する。
- [0111] 状態解析装置300Aは、ステップS101～S103及びS201の一連の処理を図14の場合と同様に実行する。次に、状態診断部306Bは、特定状態情報xが正常領域Xの外に存在する場合（ステップS201／YES）、空気調和機100の異常の要因を特定する（ステップS301）。そして、状態診断部306Bは、異常の要因の特定結果を示す要因データを生成し、情報端末500へ送信する（ステップS302）。
- [0112] 出力制御部530は、状態診断部306Bから要因データが送信されると、表示部521に異常要因情報を表示させる（ステップS303）。そして、状態解析システム1000は、ステップS101の処理へ移行する。なお、異常要因情報が表示部421に表示される場合の動作、及び要因報知情報が報知部422又は報知部522から報知される場合の動作は、図16の場合と同様であるため省略する。
- [0113] なお、状態診断部306Bによる判定処理及び要因データの送信処理（図16のステップS201及びS301に対応）は、表示処理部304による表示データの生成処理及び送信処理（図10のステップS104及びS105）と並行して行われる。また、出力制御部430及び出力制御部530は、上記の表示処理又は報知処理（図16のステップS303に対応）を、診

断画像の生成処理及び表示処理（図１０のステップＳ１０６及びＳ１０７）と並行で実行する。そして、本実施の形態３において、異常要因情報は、診断画像と同一の画面上に表示される。

[0114] 以上のように、本実施の形態３における状態解析装置３００Ｂ及び状態解析システム１０００Ｂは、空気調和機１００に異常の要因を特定する際、特定状態情報 x と正常領域 X との位置関係を利用する。そのため、空気調和機１００の異常の要因を精度よく特定することができる。また、状態解析装置３００Ｂは、複数の特定箇所ごとの特定状態情報 x と、各特定状態情報 x の各々に対応する正常領域 X とを求めることができる。そして、状態解析装置３００Ｂ及び状態解析システム１０００Ｂは、複数の特定箇所のそれぞれに対応する特定状態情報 x と正常領域 X との位置関係を総合して、空気調和機１００の異常の要因を特定する。よって、空気調和機１００の異常に関する種々の要因について、高精度な診断を行うことができる。

[0115] さらに、状態解析システム１０００Ｂは、状態診断部３０６Ｂによる処理の結果を出力する出力部を備え、出力部は、状態診断部３０６Ｂにおいて特定された空気調和機１００の異常の要因を示す情報を出力する。よって、ユーザは、空気調和機１００の状態を、視覚又は聴覚により簡単に認識することができるため、ユーザの利便性の向上を図ることができる。

[0116] ここで、従来の構成では、空気調和機１００の異常の要因を適切に抽出するために、ユーザは、異常の要因ごとの影響度などの専門的な知識を予め習得しておく必要がある。これに対し、状態解析システム１０００Ｂによれば、ユーザは、出力部からの情報により、異常の要因を容易に知ることができるため、専門的な知識を持たなくとも、高精度な診断結果を得ることができる。

[0117] ところで、図１５では、状態解析装置３００Ｂが表示処理部３０４を有する場合を例示したが、これに限らず、状態解析装置３００Ｂは、表示処理部３０４を設けずに構成してもよい。このようにしても、特定状態情報 x と正常領域 X との位置関係に基づく高精度な診断処理により、ユーザに空気調和

機１００の異常の要因を知らせることができる。よって、ユーザは、空気調和機１００の特定箇所の確認を行うといった具合に、的を絞ったメンテナンスを行うことができる。なお、本実施の形態３の構成は、前述した実施の形態２の構成と組み合わせて用いることができる。また、本実施の形態３の構成に、変形例１の構成を適用してもよい。すなわち、特定状態情報×が存在する正常領域×内のレベルごとに、異常要因情報又は要因報知情報の内容を変更してもよい。加えて、本実施の形態３の構成に、変形例２の構成を適用してもよい。他の効果については、実施の形態１及び２と同様である。

[0118] 実施の形態４．

図１７は、本発明の実施の形態４に係る状態解析システムの構成図である。図１８は、図１７の状態解析システムの機能的構成を示すブロック図である。本実施の形態４の状態解析システムは、状態解析装置が空気調和機の内部に設けられていない点に特徴がある。上述した実施の形態１～３と同等の構成部材については同一の符号を用いて説明は省略する。

[0119] 本実施の形態４の状態解析システム１０００Ｃは、空気調和機１００Ｃと、管理装置４００Ｃと、情報端末５００Ｃと、サーバ装置６００と、により構成されている。空気調和機１００Ｃは、状態解析装置３００を有しない点を除き、実施の形態１～３の空気調和機１００と同様に構成されている。

[0120] 管理装置４００Ｃは、空気調和機１００と情報端末５００Ｃとの間のデータ通信を中継する通信処理部４４０を有している。通信処理部４４０は、管理装置４００Ｃの内部メモリなどに、状態データ及び制御データを一度集積させた後、情報端末５００Ｃに備わる状態解析装置３００に転送する。

[0121] すなわち、通信処理部４４０は、冷媒温度センサ１２１～１２５と空気温度センサ１３１～１３２とを含む状態検出部１２０から状態データを取得し、取得した状態データを情報端末５００Ｃの状態解析装置３００に受け渡す。また、通信処理部４４０は、空気調和機１００Ｃから、制御装置１４０の各アクチュエータに対する制御内容を示す制御データを取得し、取得した制御データを情報端末５００Ｃの状態解析装置３００に受け渡す。そして、情

報端末500Cは、空気調和機100Cの状態を、管理装置400Cを介して取得する状態データ及び制御データを用いて解析する状態解析装置300を有している。

[0122] 例えば、近年広く普及しているスマートフォンには、高機能なアプリケーションを搭載することができる。つまり、情報端末500Cがスマートフォンである場合、状態解析装置300は、スマートフォンのアプリケーションとして搭載される。

[0123] ところで、図17及び図18では、情報端末500Cが実施の形態1の場合と同様に構成された状態解析装置300を有する場合を例示したが、これに限定されない。情報端末500Cは、実施の形態2の状態解析装置300A、又は実施の形態3の状態解析装置300Bを有するようにしてもよい。すなわち、状態解析システム1000Cは、変形例1、変形例2、実施の形態2、又は実施の形態3の構成の他、これらのうちの2つ以上を組み合わせた構成を適用してもよい。

[0124] 以上のように、本実施の形態4によれば、状態解析装置300が情報端末500C内に設けられているため、実施の形態1～3の構成と比較して、空気調和機100Cを安価に製造することができる。もっとも、状態解析システム1000Cは、状態解析装置300、状態解析装置300A、又は状態解析装置300Bが、管理装置400Cに設けられてもよい。本実施の形態4の状態解析システム1000Cの動作は、実施の形態1～3の場合と同様である。

[0125] 実施の形態5.

本実施の形態5に係る状態解析システムの全体的な構成及び機能的な構成は、実施の形態1～4で参照した図1、図2、図13、図15、図17、及び図18と同様である。上述した実施の形態1～4では、外部から状態解析の実施が要求されたときに、空気調和機の状態解析を実施する場合を例示している。つまり、上述した実施の形態1～4では、ユーザの実施要求に応じて空気調和機の状態解析を実施する例を示している。これに対し、本実施の

形態５は、ユーザの実施要求ではなく、例えば、一定の時間周期で空気調和機の状態解析を実施する。上述した実施の形態１～４と同等の構成部材については同一の符号を用いて説明は省略する。以下、特に言及しない限り、実施の形態１で用いた符号を用いるものとする。

[0126] 本実施の形態５の状態解析装置３００は、時刻を管理する機能、又は時間を計時する機能を有している。したがって、状態解析システム１０００は、毎日同時刻に、空気調和機１００の状態解析処理を行うように構成される。また、状態解析システム１０００は、設定時間ごとに、空気調和機１００の状態解析処理を行うように構成される。設定時間は、例えば２４時間に設定され、適宜変更することができる。

[0127] 図１９は、本発明の実施の形態５に係る状態解析システムの動作を示すフローチャートである。ここでは、設定時間ごとに状態解析処理を行う場合の状態診断方法について説明する。図１０と同様の工程については、同一の符号を用いて説明は省略する。状態解析システム１０００は、設定時間ごとに、空気調和機１００の状態解析処理を行うように構成される。

[0128] 状態解析システム１０００は、ユーザによる定期診断の指示操作に応じて、ステップＳ１０２～Ｓ１０７の一連の処理を実行する。そして、状態解析システム１０００は、空気調和機１００の状態解析処理を開始してから設定時間が経過するまで待機する（ステップＳ１０８）。状態解析システム１０００は、設定時間が経過すると、ステップＳ１０２の処理へ移行する。なお、毎日同時刻に状態解析処理を行う場合は、指定時刻になったときに、ステップＳ１０２～Ｓ１０７の一連の処理を実行する。指定時刻は、曜日又は日付ごとに設定してもよい。また、指定時刻は、一日に複数設定してもよい。そして、指定時刻の設定数は、曜日又は日付ごとに変化させてもよい。上記の動作説明は、実施の形態１の構成を適用した場合を想定して行ったが、実施の形態２～４の構成を適用した場合は、各実施の形態のそれぞれの動作と同様になる。

[0129] 上述した実施の形態は、状態解析装置及び状態解析システムにおける好適

な具体例であり、本発明の技術的範囲は、これらの態様に限定されるものではない。例えば、状態検出部120は、上記の構成に限定されない。一例として、状態検出部120は、冷媒温度センサ121の代わりに、圧縮機101の吸入側に設けられ、圧縮機101に吸入される冷媒の温度を計測する冷媒温度センサを有していてもよい。状態検出部120の各センサは、温度センサに限らず、状態検出部120は、冷媒の圧力を計測する圧力センサ、又は非接触部の温度を計測する赤外線カメラなどを含んでいてもよい。上記各実施の形態では、サーバ装置600が、クラウドコンピューティングに基づくクラウドサーバである場合を例示したが、これに限らず、サーバ装置600は、Webサーバ等の物理サーバであってもよい。

[0130] 冷媒回路200は、図1及び図17の構成に限らず、空気調和機100は、様々な構成の冷媒回路200を搭載することができる。そして、状態解析装置300は、様々な構成の冷媒回路200の状態を、上記同様に解析することができる。例えば、図1では、膨張手段106が第1膨張弁106aと第2膨張弁106bとにより構成されている場合を例示したが、これに限らず、膨張手段106は、例えば電子膨張弁からなる1つの膨張弁であってもよい。なお、上記の説明では、具体例として、3つの特定箇所が設定されている場合を例示したが、これに限らず、特定箇所の設定数は、1つ、2つ、又は4つ以上であってもよい。

符号の説明

[0131] 11 圧縮機、100、100C 空気調和機、100A 室外機、100B 室内機、101 圧縮機、102 室外熱交換器、103 室内熱交換器、104 室外ファン、105 室内ファン、106 膨張手段、106a 第1膨張弁、106b 第2膨張弁、108 四方弁、109 レシーバ、120 状態検出部、121～125 冷媒温度センサ、131～132 空気温度センサ、140 制御装置、200 冷媒回路、300、300A、300B 状態解析装置、301 特定状態演算部、302 正常領域演算部、303 記憶部、304 表示処理部、305 通信部、30

6、306B 状態診断部、400、400C 管理装置、410、510
入力部、420、520 出力部、421、521 表示部、422、5
22 報知部、430、530 出力制御部、440 通信処理部、500
、500C 情報端末、600 サーバ装置、601 サーバ記憶装置、6
02 サーバ通信装置、603 機械学習装置、800 電気通信回線、1
000、1000A、1000B、1000C 状態解析システム、A 入
口領域、A1 第1入口領域、A2 第2入口領域、B 出口領域、B1
第1出口領域、B2 第2出口領域、C 凝縮領域、C1 第1凝縮領域、
C2 第2凝縮領域、R 冷媒配管、Rc、Rc1、Rc2 冷凍サイクル
図形、S 飽和線、Tin、Tout 等温線、X 正常領域、a、a1、
a2 入口情報、b、b1、b2 出口情報、c、c1、c2 凝縮情報、
x 特定状態情報。