

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6157616号
(P6157616)

(45) 発行日 平成29年7月5日(2017.7.5)

(24) 登録日 平成29年6月16日(2017.6.16)

(51) Int. Cl.	F I
F 2 5 B 1/00 (2006.01)	F 2 5 B 1/00 3 9 6 Z
F 2 5 B 13/00 (2006.01)	F 2 5 B 13/00 M
F 2 5 B 49/02 (2006.01)	F 2 5 B 13/00 N
F 2 5 B 43/00 (2006.01)	F 2 5 B 49/02 5 2 O D
	F 2 5 B 49/02 5 2 O E
	請求項の数 8 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-522421 (P2015-522421)
 (86) (22) 出願日 平成25年6月19日 (2013.6.19)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2013/066868
 (87) 国際公開番号 W02014/203356
 (87) 国際公開日 平成26年12月24日 (2014.12.24)
 審査請求日 平成27年10月27日 (2015.10.27)

(73) 特許権者 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74) 代理人 100098604
 弁理士 安島 清
 (74) 代理人 100087620
 弁理士 高梨 範夫
 (74) 代理人 100125494
 弁理士 山東 元希
 (74) 代理人 100153936
 弁理士 村田 健誠
 (74) 代理人 100160831
 弁理士 大谷 元
 (74) 代理人 100166084
 弁理士 横井 堅太郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 冷凍サイクル装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

圧縮機、凝縮器、膨張装置及び蒸発器を少なくとも備え、エチレン系フッ化炭化水素、又は、エチレン系フッ化炭化水素を含む混合物を冷媒として用いる冷媒回路と、

前記圧縮機の回転数及び前記膨張装置の開度を制御する制御装置と、

前記膨張装置の詰まり量を検出する詰まり量検出装置と、

前記冷媒の重合で生成される生成物の量を求める重合量推定装置と、

を備え、

前記重合量推定装置は、

前記膨張装置の詰まり量と前記生成物の生成量との関係を表す生成量テーブルを記憶した記憶装置と、

前記詰まり量検出装置で検出した前記膨張装置の詰まり量と前記生成量テーブルとに基づき、前記生成物の生成量を演算する演算装置と、

を備えたことを特徴とする冷凍サイクル装置。

【請求項2】

圧縮機、凝縮器、膨張装置及び蒸発器を少なくとも備え、エチレン系フッ化炭化水素、又は、エチレン系フッ化炭化水素を含む混合物を冷媒として用いる冷媒回路と、

前記圧縮機の回転数及び前記膨張装置の開度を制御する制御装置と、

前記膨張装置の詰まり量を検出する詰まり量検出装置と、

前記冷媒の重合で生成される生成物の量を求める重合量推定装置と、

10

20

を備え、
 前記重合量推定装置は、
 前記冷媒が規定温度以上となる条件で前記冷媒回路を運転した時間である重合発生温度
 運転時間と、前記重合発生温度運転時間の積算値から前記生成物の生成量を推定するテー
 ブルを記憶する記憶装置と、
 前記重合発生温度運転時間の積算値を演算すると共に、前記重合発生温度運転時間の積
 算値から前記生成物の生成量を推定するテーブルに基づき、前記生成物の生成量を演算す
 る演算装置と、
 を備えたことを特徴とする冷凍サイクル装置。

【請求項 3】

圧縮機、凝縮器、膨張装置及び蒸発器を少なくとも備え、エチレン系フッ化炭化水素、
 又は、エチレン系フッ化炭化水素を含む混合物を冷媒として用いる冷媒回路と、
 前記圧縮機の回転数及び前記膨張装置の開度を制御する制御装置と、
 前記膨張装置の詰まり量を検出する詰まり量検出装置と、
 前記冷媒の重合で生成される生成物の量を求める重合量推定装置と、を備え、
 前記重合量推定装置は、
 前記冷媒が規定圧力以上となる条件で前記冷媒回路を運転した時間である重合発生圧力
 運転時間と、前記重合発生圧力運転時間の積算値から前記生成物の生成量を推定するテー
 ブルを記憶する記憶装置と、
 前記重合発生圧力運転時間の積算値を演算すると共に、前記重合発生圧力運転時間の積
 算値から前記生成物の生成量を推定するテーブルに基づき、前記生成物の生成量を演算す
 る演算装置と、
 を備えたことを特徴とする冷凍サイクル装置。

【請求項 4】

前記重合量推定装置は、
 前記膨張装置の上流側に設けられたストレーナを備えたことを特徴とする請求項 1 ~ 3
 の何れか 1 項に記載の冷凍サイクル装置。

【請求項 5】

前記詰まり量検出装置は、
 前記膨張装置の開度と理論 C v 値との関係を表す C v 値テーブルを記憶した記憶装置と
 、
 前記冷媒回路の運転状態から演算した前記膨張装置の実際の C v 値を演算し、当該運転
 状態における前記膨張装置の理論 C v 値を前記 C v 値テーブルより演算し、これら実際の
 C v 値及び理論 C v 値に基づいて前記膨張装置の詰まり量を演算する演算装置と、
 を備えたことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の冷凍サイクル装置。

【請求項 6】

前記重合量推定装置は、
 前記冷媒の過冷却度、前記冷媒の過熱度、及び前記圧縮機から吐出される前記冷媒の吐
 出温度のうち少なくとも 1 つを検出する冷媒状態検出装置と、
 前記冷媒状態検出装置の検出結果と比較する閾値を記憶する記憶装置と、
 前記冷媒状態検出装置の検出結果が前記閾値を超えたことを判定する判定装置と、
 を備えたことを特徴とする請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載の冷凍サイクル装置。

【請求項 7】

前記膨張装置に所定量以上の詰まりが発生しているか否かを判定する判定装置を備え、
 前記制御装置は、
 前記膨張装置に所定量以上の詰まりが発生していると前記判定装置が判定した際、前記
 膨張装置の開度を大きくする詰まり解消制御を行うことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のい
 ずれか一項に記載の冷凍サイクル装置。

【請求項 8】

前記エチレン系フッ化炭化水素は、フルオロエチレン (R 1 1 4 1)、トランス - 1 ,

10

20

30

40

50

2ジフルオロエチレン(R1132(E))、シス-1,2ジフルオロエチレン(R1132(Z))、1,1ジフルオロエチレン(R1132a)、1,1,2トリフルオロエチレン(R1123)のいずれか1つを含むことを特徴とする請求項1~7のいずれか一項に記載の冷凍サイクル装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、冷凍サイクル装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

カーエアコンの分野において、低GWP(地球温暖化係数)冷媒として、プロピレン系フッ化炭化水素であるHFO-1234yf(CF₃CF=CH₂)が使用されている。

【0003】

このような組成中に二重結合を有するプロピレン系フッ化炭化水素は、一般的に、二重結合の存在により、高温条件下で分解や重合が発生しやすいという特徴を有する。このため、圧縮機の中で高温となる金属製の摺動部の表面を非金属部品で構成することで冷媒の分解や重合を抑制する圧縮機の構成が開示されている(特許文献1を参照)。

【0004】

また、組成中に二重結合を有するプロピレン系フッ化炭化水素を用いた冷凍サイクル装置ではないが、従来の冷凍サイクル装置として、冷媒循環量が減少した原因を判定する冷凍サイクル装置が提案されている(特許文献2を参照)。この冷凍サイクル装置は、冷媒循環量が減少した原因を、スラッジが膨張装置に詰まったことに起因するのか、あるいは、冷媒回路からの冷媒漏れであるかを判定する。

なお、膨張装置に詰まる一般的なスラッジとしては、例えば、冷凍サイクル装置を構成する配管及び圧縮機の部品を加工する際にこれらに付着する切削加工油、防錆油等のような冷媒に溶解しない油、並びに、圧縮機の摺動部で金属接触が生じた場合に冷凍機油及び切削加工油が高温により劣化したもの等である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2009-299649号公報

【特許文献2】特開2009-250554号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

プロピレン系フッ化炭化水素であるHFO-1234yf冷媒では、標準沸点が-29と高く、従来より定置式の空気調和機に用いられていたR410A冷媒(標準沸点-51)等と比べて、動作圧力が低く吸入容積当たりの冷凍能力が小さい。定置式の空気調和機にて、HFO-1234yf冷媒を使用しR410A冷媒と同等の冷凍能力を得るには、冷媒の体積流量を増大しなければならず、圧縮機の押しのけ量増大のための課題や、体積流量増大に伴う圧力損失の増加、効率低下の課題があった。

【0007】

したがって、定置式の空気調和機用に低GWP冷媒を適用するためには、標準沸点の低い低GWP冷媒が適当であり、一般的に、炭素数の少ない分子構造の方が低沸点の冷媒となることが知られている。

そこで発明者らは、従来の炭素数3のプロピレン系フッ化炭化水素より炭素数の少ない分子構造の化合物を試行錯誤しながら研究し、様々な化合物の中から炭素数が2のエチレン系フッ化炭化水素を冷媒として使用することを考えた。

このエチレン系フッ化炭化水素を冷媒として使用することができる場合には、従来のR410A冷媒と同等の低沸点の物性を備える冷媒を得ることが可能となる。

10

20

30

40

50

【0008】

しかしながら、エチレン系フッ化炭化水素は、プロピレン系フッ化炭化水素に比べて反応性が高く、熱的、化学的に不安定で分解や重合を発生しやすい。このため、エチレン系フッ化炭化水素を冷媒として使用した場合、特許文献1に示される圧縮機の摺動部の表面を非金属部品で構成することだけでは分解や重合を抑制することが困難であり、重合で生成される生成物（以下、重合によるスラッジとも称する）によって膨張装置に詰まりが発生することが懸念される。

【0009】

このため、エチレン系フッ化炭化水素を冷媒として使用する場合には、膨張装置の詰まりを検出するための構成が必要となる。そこで、エチレン系フッ化炭化水素を冷媒として使用した冷凍サイクル装置に、特許文献2に記載の膨張装置の詰まりを検出する技術を採用することが考えられる。

10

【0010】

しかしながら、特許文献2に記載の技術は、膨張装置等の詰まり又は冷媒回路内の冷媒量の減少の一方を検出するものであり、これらの双方を検出するものではない。一方、エチレン系フッ化炭化水素を冷媒として使用し、重合によるスラッジが発生した場合には、冷凍サイクル装置では、膨張装置等の詰まり及び冷媒回路内の冷媒量の減少の双方が発生する。このため、エチレン系フッ化炭化水素を冷媒として使用する場合、特許文献2に記載の技術では、冷媒循環量が減少した原因を、重合によるスラッジに起因するものなのかを判定できないという問題点があった。

20

つまり、冷凍サイクル装置にエチレン系フッ化炭化水素を冷媒として使用する場合、従来の技術では、冷媒循環量が減少した原因を究明できず、修理作業に時間がかかるという問題点があった。

【0011】

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、重合によるスラッジに起因する膨張装置の詰まりを検出することが可能な冷凍サイクル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】

【0012】

本発明に係る冷凍サイクル装置は、圧縮機、凝縮器、膨張装置及び蒸発器を少なくとも備え、エチレン系フッ化炭化水素、又は、エチレン系フッ化炭化水素を含む混合物を冷媒として用いる冷媒回路と、前記圧縮機の回転数及び前記膨張装置の開度を制御する制御装置と、前記膨張装置の詰まり量を検出する詰まり量検出装置と、前記冷媒の重合で生成される生成物の量を求める重合量推定装置と、を備え、前記重合量推定装置は、前記膨張装置の詰まり量と前記生成物の生成量との関係を表す生成量テーブルを記憶した記憶装置と、前記詰まり量検出装置で検出した前記膨張装置の詰まり量と前記生成量テーブルとに基づき、前記生成物の生成量を演算する演算装置と、を備えたものである。

30

【発明の効果】

【0013】

本発明に係る冷凍サイクル装置は、膨張装置の詰まり量を検出する詰まり量検出装置と、膨張装置に詰まりを発生させている物質のうち、冷媒の重合で生成される生成物が占める量の推定に用いられる重合量推定装置と、を備えている。このため、本発明に係る冷凍サイクル装置においては、重合によるスラッジに起因する膨張装置の詰まりを検出することができるので、修理作業を迅速におこなうことができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施の形態1に係る冷凍サイクル装置の構成図である。

【図2】本発明の実施の形態1に係る冷凍サイクル装置の制御部を示すブロック図である。

【図3】本発明の実施の形態1に係る冷凍サイクル装置において冷媒として用いられるエ

50

チレン系フッ化炭化水素の一例を示す図である。

【図 4】冷凍サイクル装置の冷媒の状態変化を表す p - h 線図である。

【図 5】本発明の実施の形態 1 に係る冷凍サイクル装置における膨張装置の開度と C v 値との関係を示す図である。

【図 6】本発明の実施の形態 1 に係る冷凍サイクル装置における膨張装置の開度の変化率と重合によるスラッジ量との関係を示す図である。

【図 7】本発明の実施の形態 2 に係る冷凍サイクル装置の構成図である。

【図 8】本発明の実施の形態 2 に係る冷凍サイクル装置における正常時の運転状態及び冷媒不足時の運転状態を説明するための p - h 線図である。

【図 9】本発明の実施の形態 3 に係る冷凍サイクル装置における重合発生時間の積算方法を説明するための図である。

10

【図 10】本発明の実施の形態 3 に係る冷凍サイクル装置における重合発生時間の積算と重合によるスラッジ量との関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

実施の形態 1 .

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る冷凍サイクル装置の構成図である。

【0016】

冷凍サイクル装置 100 は、蒸気圧縮式の冷凍サイクル運転を行うことによって、屋内等の空調対象空間の冷房及び暖房に使用される装置であり、室外機 61 と室内機 62 とが液管 5 及びガス管 7 を介して接続されて構成されている。なお、本実施の形態 1 では、液管 5 は、接続装置 11 (継手等) を介して室外機 61 と着脱自在に接続されており、接続装置 13 (継手等) を介して室内機 62 と着脱自在に接続されている。また、ガス管 7 は、接続装置 12 (継手等) を介して室外機 61 と着脱自在に接続されており、接続装置 14 (継手等) を介して室内機 62 と着脱自在に接続されている。

20

ここで、本実施の形態 1 に係る冷凍サイクル装置 100 は、2 台の室内機 62 (室内機 62a, 62b) が並列に接続された構成となっているが、室内機 62 の台数は任意である。以下では、2 台の室内機 62 及び室内機 62 の構成を区別して記載する際には、符号の末尾に記号「a」, 「b」を付して区別する。

30

【0017】

例えば屋外に設置される室外機 61 は、冷媒回路の一部である室外側冷媒回路を構成しており、圧縮機 1、四方弁等である流路切替装置 8、室外熱交換器 2、室外ファン 31、開度を制御可能な膨張装置 3、及び、冷媒容器であるアキュムレータ 9 等を備えている。

【0018】

圧縮機 1 は、例えばインバータ制御等によって回転数 (つまり運転容量) を変更することが可能な圧縮機である。

【0019】

流路切替装置 8 は、冷媒の流れの方向を切り換えるためのものである。詳しくは、流路切替装置 8 は、冷房運転時には、室外熱交換器 2 を凝縮器として機能させ、室内熱交換器 6 (6a, 6b) を蒸発器として機能させるために、圧縮機 1 の吐出側と室外熱交換器 2 のガス側とを接続するとともに、圧縮機 1 の吸入側とガス管 7 側 (つまり、室内熱交換器 6 のガス側) とを接続するように、冷媒流路を切り換える。また、流路切替装置 8 は、暖房運転時には、室内熱交換器 6 (6a, 6b) を凝縮器として機能させ、室外熱交換器 2 を蒸発器として機能させるために、圧縮機 1 の吐出側とガス管 7 側とを接続するとともに、圧縮機 1 の吸入側と室外熱交換器 2 のガス側とを接続するように、冷媒流路を切り換える。

40

【0020】

室外熱交換器 2 は、例えばフィン・アンド・チューブ型熱交換器であり、そのガス側が流路切替装置 8 に接続され、その液側が液管 5 (つまり、室内熱交換器 6 の液側) に接続

50

されている。室外熱交換器 2 は、冷房運転時には凝縮器として機能し、暖房運転時には蒸発器として機能する。

【 0 0 2 1 】

室外ファン 3 1 は、例えば回転数を変更可能な（つまり、室外熱交換器 2 に供給する空気の流量を変更可能なファンである。室外ファン 3 1 が回転することにより、室外機 6 1 内に室外空気を吸入し、室外熱交換器 2 により冷媒との間で熱交換した空気を室外に排出する。

【 0 0 2 2 】

膨張装置 3 は、例えば電子式膨張弁（LEV）であり、冷媒回路内を流れる冷媒の流量の調節等を行うために、室外機 6 1 の液側に接続配置されている。

10

【 0 0 2 3 】

アキュムレータ 9 は、余剰な液冷媒を貯留するものである。また、アキュムレータ 9 は、液バックを防止するためにガス冷媒のみを圧縮機 1 の吸入側に供給するものであり、圧縮機 1 の吸入側に接続されている。

【 0 0 2 4 】

また、室外機 6 1 には、各種のセンサが設置されている。詳しくは、圧縮機 1 の吐出側の配管には、圧縮機 1 から吐出される冷媒の温度である吐出温度 T_d を検出する吐出温度センサ 4 1 が設けられている。また、室外熱交換器 2 には、気液二相状態の冷媒の温度（冷房運転時における凝縮温度 C_T 、暖房運転時における蒸発温度 E_T に対応する冷媒温度）を検出する室外機ガス側温度センサ 4 2 が設けられている。また、室外熱交換器 2 の液側には、液状態又は気液二相状態の冷媒の温度を検出する室外機液側温度センサ 4 3 が設けられている。

20

【 0 0 2 5 】

次に、室内機 6 2 a、6 2 b の構成について説明する。なお、室内機 6 2 a と室内機 6 2 b とは同様の構成を有しているため、ここでは代表して室内機 6 2 a の構成について説明する。

【 0 0 2 6 】

室内機 6 2 a は、冷媒回路の一部である室内側冷媒回路を構成しており、室内ファン 3 2 a、及び、室内熱交換器 6 a 等を備えている。

【 0 0 2 7 】

室内熱交換器 6 a は、例えばフィン・アンド・チューブ型熱交換器であり、そのガス側がガス管 7 を介して流路切替装置 8 に接続され、その液側が液管 5 を介して膨張装置 3 と接続されている。室内熱交換器 6 a は、冷房運転時には蒸発器として機能し、暖房運転時には凝縮器として機能する。

30

【 0 0 2 8 】

室内ファン 3 2 a は、例えば回転数を変更可能な（つまり、室内熱交換器 6 a に供給する空気の流量を変更可能なファンである。室内熱交換器 6 a が回転することにより、室内機 6 2 a 内に屋内空気を吸入し、室内熱交換器 6 a により冷媒との間で熱交換した屋内空気を空調空気として室内に供給する。

【 0 0 2 9 】

また、室内機 6 2 a には、各種のセンサが設置されている。詳しくは、室内熱交換器 6 a の液側には、液状態又は気液二相状態の冷媒の温度を検出する室内機液側温度センサ 3 5 a が設けられている。また室内熱交換器 6 a には、気液二相状態の冷媒の温度（暖房運転時における凝縮温度 C_T 、冷房運転時における蒸発温度 E_T に対応する冷媒温度）を検出する室内機ガス側温度センサ 4 4 a が設けられている。

40

【 0 0 3 0 】

上記のように構成された室外機 6 1 における圧縮機 1 の回転数の制御、流路切替装置 8 の流路切り替え、室外ファン 3 1 の回転数の制御、膨張装置 3 の開度の制御は、制御部 5 0 によって行われる。また、室内機 6 2 の室内ファン 3 2 の回転数の制御も、制御部 5 0 によって行われる。この制御部 5 0 は、例えば次のように構成されている。

50

【 0 0 3 1 】

図 2 は、本発明の実施の形態 1 に係る冷凍サイクル装置の制御部を示すブロック図である。

制御部 5 0 は、記憶装置 5 1、制御装置 5 2、演算装置 5 3、及び、判定装置 5 4 を備えている。

【 0 0 3 2 】

記憶装置 5 1 は、室外機 6 1 及び室内機 6 2 に設けられた各種センサの検出値を記憶するものである。また、記憶装置 5 1 は、圧縮機 1 の回転数、流路切替装置 8 の流路、室外ファン 3 1 の回転数、膨張装置 3 の開度及び室内ファン 3 2 の回転数等、冷凍サイクル装置 1 0 0 の動作状態（制御装置 5 2 の制御状態）を記憶するものである。また、記憶装置 5 1 は、演算装置 5 3 が各種の演算に用いるデータ（数式やテーブル等）、及び、演算装置 5 3 の演算結果を記憶するものである。また、記憶装置 5 1 は、制御装置 5 2 の制御基準となる制御目標値、及び、判定装置 5 4 の判定基準となる閾値等を記憶するものである。

10

【 0 0 3 3 】

制御装置 5 2 は、冷媒の凝縮温度 C T、冷媒の蒸発温度 E T、冷媒の過冷却度 S C、冷媒の過熱度 S H、圧縮機 1 の吐出温度 T d 等が制御目標値となるように、圧縮機 1 の回転数、室外ファン 3 1 の回転数、膨張装置 3 の開度、及び、室内ファン 3 2 の回転数等を制御するものである。また、制御装置 5 2 は、例えばリモコン等を介してユーザーから指令された運転モード（暖房運転、冷房運転）となるように、流路切替装置 8 の流路を切り替えるものである。

20

【 0 0 3 4 】

演算装置 5 3 は、室外機 6 1 及び室内機 6 2 に設けられた各種センサの検出値を用いて、過冷却度 S C、過熱度 S H、膨張装置 3 の詰まり量等を演算するものである。

【 0 0 3 5 】

なお、本実施の形態 1 においては、冷媒の過冷却度 S C 及び冷媒の過熱度 S H は、例えば次のようにして求めている。冷房運転においては、冷媒の過冷却度 S C は、室外機ガス側温度センサ 4 2 の検出値から室外機液側温度センサ 4 3 の検出値を引いた値として求めている。暖房運転においては、冷媒の過冷却度 S C は、室内機ガス側温度センサ 4 4 a、4 4 b の検出値から室内機液側温度センサ 3 5 a、3 5 b の検出値を引いた値として求めている。また、冷房運転においては、冷媒の過熱度 S H は、圧縮機 1 が吸入する冷媒の温度 T s から室内機ガス側温度センサ 4 4 a、4 4 b の検出値を引いた値として求めている。暖房運転においては、冷媒の過熱度 S H は、圧縮機 1 が吸入する冷媒の温度 T s から室外機ガス側温度センサ 4 2 を引いた値として求めている。

30

【 0 0 3 6 】

また、圧縮機 1 が吸入する冷媒の温度 T s は、冷媒の蒸発温度 E T を蒸発圧力 P s に換算し、凝縮温度 C T を凝縮圧力 P d に換算し、吐出温度センサ 4 1 により検出される吐出温度 T d より、圧縮機 1 の圧縮工程はポリトロープ指数 n のポリトロープ変化と仮定し、下記 (1) 式より算出することができる。

【 0 0 3 7 】

【 数 1 】

$$T_s = T_d \times \left(\frac{P_s}{P_d} \right)^{\frac{n-1}{n}} \quad (1)$$

40

【 0 0 3 8 】

ここで、T s、T d は温度 [K]、P s、P d は圧力 [M P a]、n はポリトロープ指数 [-] である。ポリトロープ指数は一定値（例えば n = 1 . 2 ）としてもよいが、P s、P d の関数として定義することで、圧縮機 1 が吸入する冷媒の温度 T s をより精度よく推測することができる。

50

【 0 0 3 9 】

判定装置 5 4 は、室外機 6 1 及び室内機 6 2 に設けられた各種センサの検出値及び演算装置 5 3 の演算結果と、記憶装置 5 1 に記憶された閾値と、を比較し、膨張装置 3 の詰まり、冷媒回路内を循環する冷媒量が所定量以上減少したか否か等を判定するものである。

【 0 0 4 0 】

このように構成された冷凍サイクル装置 1 0 0 は、次のように冷房運転及び暖房運転を行う。

【 0 0 4 1 】

冷房運転時には、流路切替装置 8 が図 1 の破線で示される状態、すなわち、圧縮機 1 の吐出側が室外熱交換器 2 のガス側に接続され、かつ圧縮機 1 の吸入側が室内熱交換器 6 a , 6 b のガス側に接続された状態に切り替えられる。この冷媒回路の状態、圧縮機 1、室外ファン 3 1 及び室内ファン 3 2 a , 3 2 b を起動すると、低圧のガス冷媒は、圧縮機 1 に吸入されて圧縮されて高圧のガス冷媒となる。その後、高圧のガス冷媒は、流路切替装置 8 を経由して室外熱交換器 2 に送られて、室外ファン 3 1 によって供給される室外空気と熱交換を行って凝縮されて高圧の液冷媒となる。そして、この高圧の液冷媒は、膨張装置 3 によって減圧されて、低温低圧の気液二相冷媒となり、液管 5 を経由して室内機 6 2 a , 6 2 b に送られ、室内熱交換器 6 a , 6 b で室内空気と熱交換を行って蒸発されて低圧のガス冷媒となる。この低圧のガス冷媒は、ガス管 7 を経由して室外機 6 1 に送られ、流路切替装置 8 を経由して、再び、圧縮機 1 に吸入される。

【 0 0 4 2 】

暖房運転時には、流路切替装置 8 が図 1 の実線で示される状態、すなわち、圧縮機 1 の吐出側が室内熱交換器 6 a , 6 b のガス側に接続され、かつ圧縮機 1 の吸入側が室外熱交換器 2 のガス側に接続された状態となっている。この冷媒回路の状態、圧縮機 1、室外ファン 3 1 及び室内ファン 3 2 a , 3 2 b を起動すると、低圧のガス冷媒は、圧縮機 1 に吸入されて圧縮されて高圧のガス冷媒となり、流路切替装置 8 及びガス管 7 を経由して、室内機 6 2 a , 6 2 b に送られる。そして、室内機 6 2 a , 6 2 b に送られた高圧のガス冷媒は、室内熱交換器 6 a , 6 b において、室内空気と熱交換を行って凝縮されて高圧の液冷媒となった後、液管 5 を経由して、膨張装置 3 によって減圧されて低圧の気液二相状態の冷媒となる。この低圧の気液二相状態の冷媒は、室外機 6 1 の室外熱交換器 2 に流入する。そして、室外熱交換器 2 に流入した低圧の気液二相状態の冷媒は、室外ファン 3 1 によって供給される室外空気と熱交換を行って凝縮されて低圧のガス冷媒となり、流路切替装置 8 を経由して再び、圧縮機 1 に吸入される。

【 0 0 4 3 】

ここで、本実施の形態 1 では、圧縮機 1、室外熱交換器 2、膨張装置 3 及び室内熱交換器 6 a , 6 b 等を備えた上記の冷媒回路内を循環させる冷媒として、R 4 1 0 A と同様に低沸点冷媒である、エチレン系フッ化炭化水素、又はエチレン系フッ化炭化水素を含む混合物が用いられる。

【 0 0 4 4 】

図 3 は、本実施の形態に係る冷凍サイクル装置 1 0 0 において冷媒として用いられるエチレン系フッ化炭化水素の一例を示している。本例では、例えば図 3 の最上段に示すトランス - 1 , 2 ジフルオロエチレン (R 1 1 3 2 (E)) を冷媒として用いているが、図 3 の他の段に示すエチレン系フッ化炭化水素、又はそれ以外のエチレン系フッ化炭化水素を用いることもできる。具体的には、R 1 1 3 2 (E) 以外に、シス - 1 , 2 ジフルオロエチレン (R 1 1 3 2 (Z))、1 , 1 ジフルオロエチレン (R 1 1 3 2 a)、1 , 1 , 2 トリフルオロエチレン (R 1 1 2 3)、フルオロエチレン (R 1 1 4 1)、又は、これらの組成においてフッ素 (F) のうちの 1 個が別のハロゲン元素 (C l、B r、I 又は A t) と置換されたもの、のいずれか 1 つを含むもの等を用いることができる。

【 0 0 4 5 】

このようなエチレン系フッ化炭化水素は、反応性が高く、熱的、化学的に不安定で分解や重合を発生しやすい。このため、エチレン系フッ化炭化水素を冷媒として使用した場合

10

20

30

40

50

、重合で生成される生成物（以下、重合によるスラッジとも称する）によって膨張装置 3 に詰まりが発生することが懸念される。

【 0 0 4 6 】

このため、エチレン系フッ化炭化水素を冷媒として使用する場合には、膨張装置 3 の詰まりを検出するための構成が必要となる。しかしながら、従来の膨張装置の詰まり検出技術を本実施の形態 1 に係る冷凍サイクル装置 1 0 0 に採用した場合、以下のような問題点が発生する。

【 0 0 4 7 】

詳しくは、膨張装置に詰まりが発生すると、冷凍サイクル装置は、冷媒回路内を循環する冷媒量が減少した状態となる。また、冷媒回路からの冷媒漏れが発生した場合にも、冷凍サイクル装置は、冷媒回路内を循環する冷媒量が減少した状態となる。ここで、従来の冷凍サイクル装置に発生するスラッジとは、例えば、冷凍サイクル装置を構成する配管及び圧縮機の部品を加工する際にこれらに付着する切削加工油、防錆油等のような冷媒に溶解しない油、並びに、圧縮機の摺動部で金属接触が生じた場合に冷凍機油及び切削加工油が高温により劣化したもの等である（以下、このような重合によるスラッジ以外のスラッジを、通常のスラッジと称する）。このような通常のスラッジは、その生成過程において冷媒量の減少が生じない。このため、従来の冷凍サイクル装置は、冷媒循環量が減少した原因を、スラッジが膨張装置に詰まったことに起因するのか、あるいは、冷媒回路からの冷媒漏れであるかを判定していた。

【 0 0 4 8 】

一方、エチレン系フッ化炭化水素を冷媒として使用した場合、重合によってスラッジが生成されることにより、冷媒量そのものも減少する。そして、従来の膨張装置の詰まり検出技術は、膨張装置に詰まったスラッジの種類までは特定できない。このため、冷凍サイクル装置 1 0 0 において膨張装置 3 の詰まりが発生し、作業者が冷凍サイクル装置 1 0 0 の修理作業をおこなう場合、作業者は、膨張装置 3 の交換の他に冷媒の充填作業が必要なのか否かがわからず、修理作業に時間がかかってしまう。

【 0 0 4 9 】

そこで、本実施の形態 1 に係る冷凍サイクル装置 1 0 0 においては、膨張装置 3 の上流側、つまり凝縮器と膨張装置 3 との間にストレーナ（フィルタ）を設け、膨張装置 3 の詰まり量を検出している。これにより、本実施の形態 1 に係る冷凍サイクル装置 1 0 0 は、重合によるスラッジに起因する膨張装置 3 の詰まりを検出することができるので、修理作業を迅速におこなうことができる。

【 0 0 5 0 】

詳しくは、本実施の形態 1 に係る冷凍サイクル装置 1 0 0 は、冷房運転及び暖房運転の双方を行うことが可能となっている。このため、図 1 に示すように、冷凍サイクル装置 1 0 0 には、冷房運転時に膨張装置 3 の上流側となる位置にストレーナ 3 a が設けられ、暖房運転時に膨張装置 3 の上流側となる位置にストレーナ 3 b が設けられている。これにより、ストレーナ 3 a , 3 b を通過しようとする重合によるスラッジ及び通常のスラッジは、ストレーナ 3 a , 3 b で捕捉されることとなる。

【 0 0 5 1 】

ここで、通常のスラッジは、凝縮器（暖房運転時における室外熱交換器 2、冷房運転時における室内熱交換器 6 a , 6 b）と膨張装置 3 との間において、その量は増加しない。一方、エチレン系フッ化炭化水素の重合は凝縮器と膨張装置 3 との間においても発生するため、重合によるスラッジは、凝縮器と膨張装置 3 との間において増加していく。このため、ストレーナ 3 a , 3 b を設けることにより、膨張装置 3 に詰まりを発生させている物質の大部分、換言すると、膨張装置 3 の詰まり量の増加の原因となる物質が重合によるスラッジであることが分かる。つまり、ストレーナ 3 a , 3 b が、本発明の重合量推定装置（膨張装置 3 に詰まりを発生させている物質のうち、重合で生成される生成物が占める量の推定に用いられる装置）に相当する。

【 0 0 5 2 】

そして、本実施の形態 1 に係る冷凍サイクル装置 100 は、膨張装置 3 の理論上の Cv 値（以下、理論 Cv 値）と、冷凍サイクル装置 100（つまり、冷媒回路）の運転状態から演算した膨張装置 3 の Cv 値とを比較することにより、膨張装置 3 の詰まり量を検出している。

なお、Cv 値とは「バルブの特定な開度において、圧力差が $1 \text{ lb/in}^2 [6.895 \text{ kPa}]$ のときバルブを流れる 60° F （約 15.5 ）の温度の水の流量が、 US gal/min （ $1 \text{ US gal} = 3.785 \text{ L}$ ）で表される数値（無次元）」と定義するものである。一般的にバルブの選定を行う時に、流体仕様から Cv 値を求め、弁メーカーが示す Cv 値と対比させることで弁種、口径を定めるときに用いられる簡便な方法のひとつである。

10

【0053】

まず、冷凍サイクル装置 100（つまり、冷媒回路）の運転状態から膨張装置 3 の Cv 値を演算する方法について説明する。

【0054】

図 4 は、冷凍サイクル装置の冷媒の状態変化を表す p - h 線図である。この図 4 は、横軸に冷媒のエンタルピー [kJ/kg] を示し、縦軸に冷媒の圧力 [MPa] を示している。

【0055】

図 4 に P で示す膨張装置 3 の前後の差圧と、膨張装置 3 を流れる冷媒の流量との関係を Cv 値という無次元数の指標で表すと、下記の（2）式のようになる。

20

【0056】

【数 2】

$$C_v = M \sqrt{\frac{G}{\Delta P}} \quad (2)$$

【0057】

ここで、M は膨張装置 3 を流れる冷媒の流量 [gal/min]、G は冷媒の比重、P は膨張装置 3 の前後の差圧 [psi] である。

（2）式より、膨張装置 3 を流れる冷媒の流量 M、冷媒の比重 G、膨張装置 3 の前後の差圧 P が求めれば、Cv 値が求まる。

30

【0058】

ここで、冷媒の比重 G は、冷凍サイクル装置 100 の冷媒回路を流れる冷媒が決まっていれば、冷媒の密度を計算することで求まる値である。このため、冷媒回路内の冷媒循環量を G_r [kg/s] とし、冷媒の密度を ρ_l [kg/m^3] として（2）式を SI 単位系で表すと（3）式に変形できる。

【0059】

【数 3】

$$C_v = \frac{G_r \times 3600}{86.5 \times \sqrt{\Delta P \times \rho_l}} \quad (3)$$

40

【0060】

冷媒循環量 G_r [kg/s] は、圧縮機 1 の押しのけ量 V_{st} [m^3]、圧縮機 1 の周波数 F [Hz]（回転数）、圧縮機 1 が吸入する冷媒密度 ρ_s [kg/m^3] より（4）式から演算可能である。

【0061】

【数 4】

$$G_r = V_{st} \times F \times \rho_s \quad (4)$$

【0062】

なお、圧縮機 1 が吸入する冷媒密度 ρ_s は、圧縮機 1 が飽和ガスとして冷媒を吸入する

50

と仮定すれば、蒸発温度 $E T$ より推定可能である。

【 0 0 6 3 】

(3) 式は、冷媒循環量 $G r$ 、膨張装置 3 の前後の差圧 P 、及び膨張装置 3 の入口での冷媒密度 ρ が計測できれば、冷凍サイクル装置 1 0 0 (つまり、冷媒回路) の運転状態から演算した膨張装置 3 の $C v$ 値を得ることができる。本実施の形態 1 においては、膨張装置 3 の前後の差圧 P は膨張装置 3 の出入口の圧力を直接測定してもよいが、凝縮温度 $C T$ を凝縮圧力に換算し、蒸発温度 $E T$ を蒸発圧力に換算し、これらの圧力差を膨張装置 3 の前後の差圧 P としている。また、膨張装置 3 の入口での冷媒密度 ρ は、凝縮器出口の冷媒温度 (冷房運転時における室外機液側温度センサ 4 3 の検出温度、暖房運転時における室内機液側温度センサ 3 5 a , 3 5 b の検出温度) から求めることができる。

10

【 0 0 6 4 】

なお、冷凍サイクル装置 1 0 0 の運転状態から膨張装置 3 の $C v$ 値を演算する際、スラッジ付着運転モードを設定し、圧縮機 1 の回転数、室外ファン 3 1 の回転数、室内ファン 3 2 a , 3 2 b の回転数、膨張装置 3 の開度等、冷凍サイクル装置 1 0 0 の各アクチュエータの動作状態を固定して演算することが好ましい。これにより、冷媒回路内を循環する冷媒の流量を安定させることができ、冷凍サイクル装置 1 0 0 の運転状態から演算する膨張装置 3 の $C v$ 値の精度が向上する。

【 0 0 6 5 】

次に、膨張装置 3 の理論 $C v$ 値の求め方について説明する。

【 0 0 6 6 】

図 5 は、本発明の実施の形態 1 に係る冷凍サイクル装置における膨張装置の開度と $C v$ 値との関係を示す図である。なお、この図 5 は、横軸に膨張装置 3 の開度を示し、縦軸に $C v$ 値を示している。

20

膨張弁である膨張装置 3 は、開度に合わせて予め理論 $C v$ 値が決まっている。また、膨張装置 3 は、制御装置 5 2 によってモータ等の駆動手段を制御することにより、開度が制御される。このため、膨張装置 3 の開度と理論 $C v$ 値との関係を表す $C v$ 値テーブル (図 5) を記憶装置 5 1 に記憶させておくことで、演算装置 5 3 は、当該 $C v$ 値テーブルと制御装置 5 2 による駆動手段の制御量 (パルス数) とから、膨張装置 3 の所定の開度における理論 $C v$ 値を演算することができる。

【 0 0 6 7 】

ここで、 $C v$ 値は、流路径が広がるほどその値が大きくなり、流路が狭くなるほどその値が小さくなる。このため、重合によるスラッジが膨張装置 3 に詰まるにつれて、冷凍サイクル装置 1 0 0 の運転状態から演算した膨張装置 3 の $C v$ 値が小さくなっていく。

30

【 0 0 6 8 】

つまり、図 5 に示すように、重合によるスラッジが膨張装置 3 に全く詰まっていない状態 (図 5 における「適正状態」) においては、冷凍サイクル装置 1 0 0 の運転状態から演算した膨張装置 3 の $C v$ 値と理論 $C v$ 値とは一致する。しかしながら、重合によるスラッジが膨張装置 3 に詰まるにつれて (重合によるスラッジの生成量が $M 1$, $M 2$ と増えるにつれて)、冷凍サイクル装置 1 0 0 の運転状態から演算した膨張装置 3 の $C v$ 値を理論 $C v$ 値と同じ値 $C v 0$ にしようとする、膨張装置 3 の開度は $P 0$ から $P 2$ へと大きくなっていく。すなわち、重合によるスラッジが膨張装置 3 に詰まるにつれて、冷凍サイクル装置 1 0 0 の運転状態から演算した膨張装置 3 の $C v$ 値を理論 $C v$ 値と同じ値 $C v 0$ にしようとする、理論上の開度に対する膨張装置 3 の開度の変化率は $P 0$ から $P 2$ へと大きくなっていく。したがって、冷凍サイクル装置 1 0 0 の運転状態から膨張装置 3 の $C v$ 値を逐次演算し、冷凍サイクル装置 1 0 0 の運転状態から演算した膨張装置 3 の $C v$ 値と理論 $C v$ 値を比較することにより、膨張装置 3 の詰まりの有無 (換言すると、詰まり量) を検出することができる。

40

ここで、凝縮温度 $C T$ 及び蒸発温度 $E T$ を測定するセンサ、記憶装置 5 1、並びに、演算装置 5 3 が、本発明の詰まり量検出装置に相当する。

【 0 0 6 9 】

50

なお、膨張装置 3 は、各固体毎にバラツキがあり、膨張装置 3 に詰まりが発生していない状態においても、冷凍サイクル装置 100 の運転状態から演算した膨張装置 3 の C v 値（(3) 式から求めた C v 値）と理論 C v 値とが一致するとは限らない。また、冷媒回路の配管の圧損及び高低差によっても、冷凍サイクル装置 100 の運転状態から演算した膨張装置 3 の C v 値と理論 C v 値との間にズレが生じる場合がある。このため、初期設置時（膨張装置 3 が詰まっていない状態）で (3) 式により C v 値を算出し、当該 C v 値と理論 C v 値との差を補正量として記憶装置 51 に記憶させ、(3) 式により演算された C v 値を当該補正量で補正することにより、膨張装置 3 の詰まり量をより精度良く検出することができる。

【0070】

10

以上、本実施の形態 1 に係る冷凍サイクル装置 100 においては、詰まり量検出装置（記憶装置 51 及び演算装置 53）によって、膨張装置 3 の詰まり量を検出することができる。また、ストレーナ 3a, 3b を設けることにより、膨張装置 3 に詰まりを発生させている物質の大部分、換言すると、膨張装置 3 の詰まり量の増加の原因となる物質が重合によるスラッジであることが分かる。このため、本実施の形態 1 に係る冷凍サイクル装置 100 においては、膨張装置 3 の詰まり量が所定量以上となって膨張装置 3 の交換が必要となった場合、膨張装置 3 の詰まりの原因が重合によるスラッジに起因するものであると特定することができる。このため、冷凍サイクル装置 100 の修理作業を迅速におこなうことができる。

【0071】

20

なお、膨張装置 3 の詰まり量の閾値を記憶装置 51 に記憶させ、膨張装置 3 の詰まり量が当該閾値以上になったか否かを判定装置 54 に判定させてもよい。これにより、冷凍サイクル装置 100 が制御不能となる前に、膨張装置 3 の交換をユーザー等に促すことができる。

【0072】

また、膨張装置 3 の詰まり量に基づいて、重合によるスラッジの生成量を演算してもよい。

図 6 は、本発明の実施の形態 1 に係る冷凍サイクル装置における膨張装置の開度の変化率と重合によるスラッジ量との関係を示す図である。なお、この図 6 は、横軸に膨張装置 3 の開度の変化率（つまり、膨張装置 3 の詰まり量）を示し、縦軸に重合によるスラッジの生成量を示している。

30

【0073】

上述のように、本実施の形態 1 に係る冷凍サイクル装置 100 は、ストレーナ 3a, 3b を設けることにより、膨張装置 3 に詰まりを発生させている物質の大部分、換言すると、膨張装置 3 の詰まり量の増加の原因となる物質が重合によるスラッジであることが分かる。このため、膨張装置 3 の詰まり量と重合によるスラッジとの関係を表す生成量テーブル（図 6）を記憶装置 51 に記憶させておくことにより、膨張装置 3 の詰まり量と生成量テーブルとに基づいて重合によるスラッジの生成量を、演算装置 53 で演算することができる。ここで、重合によるスラッジの生成量が増えるにつれて、冷媒回路内の冷媒は減少する。このため、重合によるスラッジの生成量がわかれば、冷媒回路内の冷媒の減少量も把握することができるので、冷凍サイクル装置 100 の修理作業（膨張装置 3 の交換等）を行う際、冷媒回路に充填する冷媒量の把握が容易となり、冷凍サイクル装置 100 の修理作業をより迅速におこなうことができる。

40

なお、重合によるスラッジの生成量から冷媒の減少量への換算は、スラッジの生成量と冷媒の減少量との関係を示すテーブルを記憶装置 51 に記憶させておくことにより、演算装置 53 で行うことができる。

【0074】

また、本実施の形態 1 で膨張装置 3 の詰まり量の検出に用いた構成は、膨張装置 3 特有の構成ではない。例えば室外熱交換器 2 及び室内熱交換器 6a, 6b 等、詰まりが発生する要素全般において、当該要素の詰まり量の検出に用いることも可能である。つまり、詰

50

まりが発生する要素において、冷媒循環量 G_r 、前後の差圧 P 及び入口での冷媒密度 l を求めて (3) 式より当該要素の C_v 値を演算し、この演算した C_v 値と当該要素の理論 C_v 値とを比較することにより、当該要素の詰まり量を検出することができる。

【0075】

また、判定装置 54 に、膨張装置 3 の詰まり量が所定量以上であるか否か (記憶装置 51 に記憶した閾値以上であるか) を判定させ、膨張装置 3 の詰まり量が所定量以上の場合、膨張装置 3 の開度を通常運転時よりも大きくし (例えば、最大開度とし)、膨張装置 3 を流れる冷媒の勢いによってスラッジを洗い流す詰まり解消制御を行ってもよい。これにより、膨張装置 3 を解消することが可能となる。

【0076】

実施の形態 2 .

実施の形態 1 では、重合量推定装置をストレーナ 3a, 3b で構成した。これに限らず、以下のように重合量推定装置を構成してもよい。なお、本実施の形態 2 において、特に記述しない項目については実施の形態 1 と同様とし、同一の機能や構成については同一の符号を用いて述べることとする。

【0077】

図 7 は、本発明の実施の形態 2 に係る冷凍サイクル装置の構成図である。

本実施の形態 2 に係る冷凍サイクル装置 100 は、実施の形態 1 で示した冷凍サイクル装置 100 に対して、重合量推定装置であるストレーナ 3a, 3b が設けられていない構成となっている。このため、本実施の形態 2 に係る冷凍サイクル装置 100 は、以下のような構成で冷媒回路内を循環する冷媒量の減少を検出し、膨張装置 3 の詰まりと冷媒回路内を循環する冷媒量の減少とに基づいて、膨張装置 3 の詰まりの原因が重合によるスラッジに起因するものであるか否かを判定している。

【0078】

図 8 は、本発明の実施の形態 2 に係る冷凍サイクル装置における正常時の運転状態及び冷媒不足時の運転状態を説明するための $p-h$ 線図である。この図 8 は、横軸に冷媒のエンタルピー $[kJ/kg]$ を示し、縦軸に冷媒の圧力 $[MPa]$ を示している。

【0079】

冷媒回路内を循環する冷媒量が減少していない状態 (図 8 における「正常状態」) では、冷媒回路内を循環する冷媒の冷凍サイクル状態は、図 8 の「a」に示す状態となる。一方、冷媒回路内を循環する冷媒量が減少すると (図 8 における「冷媒不足状態」)、冷媒回路内を循環する冷媒の冷凍サイクル状態は、図 8 の「b」に示す状態となる。

【0080】

詳しくは、冷凍サイクル装置 100 においては、膨張装置 3 の開度は、冷媒の過冷却度 SC が一定となるように制御装置 52 によって制御される。また、圧縮機 1 の回転数は、空調能力が一定となるように (例えば、蒸発温度 ET 、凝縮温度 CT 及び過熱度 SH が所望の値となるように) 制御装置 52 によって制御される。

【0081】

このとき、冷媒回路内を循環する冷媒量が減少してくると、凝縮器内の冷媒量が不足するため、凝縮器出口の過冷却度 SC が低下する。このため、制御装置 52 は、過冷却度 SC を大きくするために、膨張装置 3 の開度を小さくする。これにより、蒸発器へ供給される冷媒量が低下し、そのうち蒸発器出口の過熱度 SH が増加して、蒸発器の能力が低下する。このため、圧縮機 1 は空調能力が一定となるように回転数を増加させる。圧縮機 1 の回転数を増加させると、冷媒回路内の圧力損失が増加し、圧縮機 1 が吸入する冷媒の圧力が下がりやすくなるため、結果として圧縮機 1 の吐出温度 T_d が上昇する。冷媒回路内を循環する冷媒量が減少してくると、吐出温度 T_d がユニットで定められている上限値に達するため、吐出温度 T_d を下げようと膨張弁開度が開き、過冷却度 SC はさらに小さくなる。そして、冷媒回路内を循環する冷媒量の減少に伴って、上記の動作が繰り返される。つまり、冷媒回路内を循環する冷媒量が減少すると、冷媒回路内を循環する冷媒量が減少していない状態と比べて、過冷却度 SC が次第に小さくなり、過熱度 SH が大きくなり、

10

20

30

40

50

吐出温度 T_d が高くなる。

【0082】

したがって、本実施の形態2では、過冷却度 SC の下限値（閾値）、過熱度 SH の上限値（閾値）及び吐出温度 T_d の上限値（閾値）の少なくとも1つを、記憶装置51に記憶させている。そして、判定装置54は、過冷却度 SC 、過熱度 SH 及び吐出温度 T_d のうちの少なくとも1つが記憶装置51に記憶された各閾値を超えたか場合、冷媒回路内を循環する冷媒量が減少したと判断している。

【0083】

ここで、上述のように、エチレン系フッ化炭化水素を冷媒として使用した場合、重合によってスラッジが生成されることにより、冷媒量そのものも減少する。このため、判定装置54が、冷媒回路内を循環する冷媒量が減少したと判断した際、実施の形態1と同様の構成にて膨張装置3の詰まりを検出した場合（詰まり量が所定の値以上となっていた場合）、膨張装置3の詰まりの原因が重合によるスラッジに起因するものと判断することができる。また、冷媒回路内を循環する冷媒量が減少していない状態において、膨張装置3の詰まりを検出した場合、膨張装置3の詰まりの原因が通常のスラッジに起因するものと判断することができる。また、冷媒回路内を循環する冷媒量が減少したと判断した際、膨張装置3に詰まりが発生していなかった場合（詰まり量が所定の値よりも小さくなっていた場合）、冷媒回路からの冷媒漏れが発生したと判断することができる。

【0084】

つまり、過冷却度 SC 、過熱度 SH 及び吐出温度 T_d の検出に必要な、室内機液側温度センサ35a、35b、吐出温度センサ41、室外機ガス側温度センサ42、室外機液側温度センサ43、室内機ガス側温度センサ44a、44b、記憶装置51及び演算装置53が、本発明の冷媒状態検出装置に相当する。また、本実施の形態2においては、この冷媒状態検出装置、記憶装置51及び判定装置54が、本発明の重合量推定装置に相当する。

【0085】

以上、本実施の形態2に係る冷凍サイクル装置100においても、実施の形態1と同様に、重合によるスラッジに起因する膨張装置3の詰まりを検出することができる。このため、冷凍サイクル装置100の修理作業を迅速におこなうことができる。

【0086】

また、本実施の形態2に係る冷凍サイクル装置100においては、冷媒回路内を循環する冷媒量が減少した原因が冷媒の重合に起因するものなのか、冷媒回路からの冷媒漏れであるのかを判断することもできる。エチレン系フッ化炭化水素は可燃性の物質であるため、冷媒回路内を循環する冷媒量が減少した原因がわからない場合、冷媒回路からの冷媒漏れの可能性を考慮して、冷凍サイクル装置100を即座に停止させる必要がある。しかしながら、本実施の形態2に係る冷凍サイクル装置100においては、冷媒回路内を循環する冷媒量が減少した原因が冷媒の重合に起因する場合、冷媒の減少量が冷凍サイクル装置100の運転に支障をきたす量でなければ、冷凍サイクル装置100の運転を継続することができる。このため、本実施の形態2に係る冷凍サイクル装置100は、使い勝手が向上するという効果を得ることもできる。なお、冷凍サイクル装置100の運転を継続するか否かの判断は、判定装置54が冷媒の減少量と記憶装置51に記憶した閾値とを比較して行えばよい。

【0087】

なお、本実施の形態2で説明した重合量推定装置と、実施の形態1で説明した重合量推定装置との双方を冷凍サイクル装置100に搭載しても勿論よい。

【0088】

実施の形態3

実施の形態1及び実施の形態2で示した重合量推定装置に換えて、あるいは、実施の形態1及び実施の形態2で示した重合量推定装置と共に、以下のような重合量推定装置を採用してもよい。なお、本実施の形態3において、特に記述しない項目については実施の形

10

20

30

40

50

態 1 又は実施の形態 2 と同様とし、同一の機能や構成については同一の符号を用いて述べることにする。

【0089】

エチレン系フッ化炭化水素の重合は、一般的には高温高压で発生しやすい傾向がある。つまり、エチレン系フッ化炭化水素の種類毎に、重合が発生する下限温度、重合が発生する下限圧力が決まる。このため、本実施の形態 3 では、冷媒に重合が発生する、もしくは発生しやすい条件での運転時間を記憶し、これらを積算することで、重合による生成物の発生量を推定する。

【0090】

図 9 は、本発明の実施の形態 3 に係る冷凍サイクル装置における重合発生時間の積算方法を説明するための図である。また、図 10 は、本発明の実施の形態 3 に係る冷凍サイクル装置における重合発生時間の積算と重合によるスラッジ量との関係を示す図である。

10

【0091】

本実施の形態 3 に係る冷凍サイクル装置 100 は、運転中、重合が発生しやすい条件での運転時間（図 9 における「重合発生時間」）を記憶装置 51 に記憶させる。ここで、重合が発生しやすい条件での運転時間とは、例えば、冷媒の温度が記憶装置 51 に記憶された規定温度以上となる条件で冷凍サイクル装置 100 を運転した時間（重合発生温度運転時間）である。また例えば、重合が発生しやすい条件での運転時間とは、冷媒の圧力が記憶装置 51 に記憶された規定圧力以上となる条件で冷凍サイクル装置 100 を運転した時間（重合発生圧力運転時間）である。

20

【0092】

また、本実施の形態 3 に係る冷凍サイクル装置 100 は、演算装置 53 において、重合が発生しやすい条件での運転時間を積算する。そして、本実施の形態 3 に係る冷凍サイクル装置 100 は、演算装置 53 において、重合が発生しやすい条件での運転時間の積算値から重合によるスラッジの生成量を推定するテーブル（図 10）に基づき、重合によるスラッジの生成量を推定する。なお、当該テーブルは、記憶装置 51 に記憶されている。

【0093】

以上、本実施の形態 3 に係る冷凍サイクル装置 100 は、実施の形態 1 と同様の構成にて膨張装置 3 の詰まり量を検出した際、重合によるスラッジの生成量が所定の閾値（記憶装置 51 に記憶）以上であれば、膨張装置 3 の詰まりの原因が重合によるスラッジに起因するものと判断することができる。また、実施の形態 1 と同様の構成にて膨張装置 3 の詰まり量を検出した際、重合によるスラッジの生成量が所定の閾値（記憶装置 51 に記憶）よりも少なければ、膨張装置 3 の詰まりの原因が通常のスラッジに起因するものと判断することができる。なお、この判断は、作業者が行ってもよいし、判定装置 54 に行わせてもよい。

30

【0094】

また、本実施の形態 3 で示した重合量推定装置（記憶装置 51 及び演算装置）を実施の形態 1, 2 で示した重合量推定装置と併用することにより、重合によるスラッジの生成量の検出精度が向上するという効果を得ることもできる。

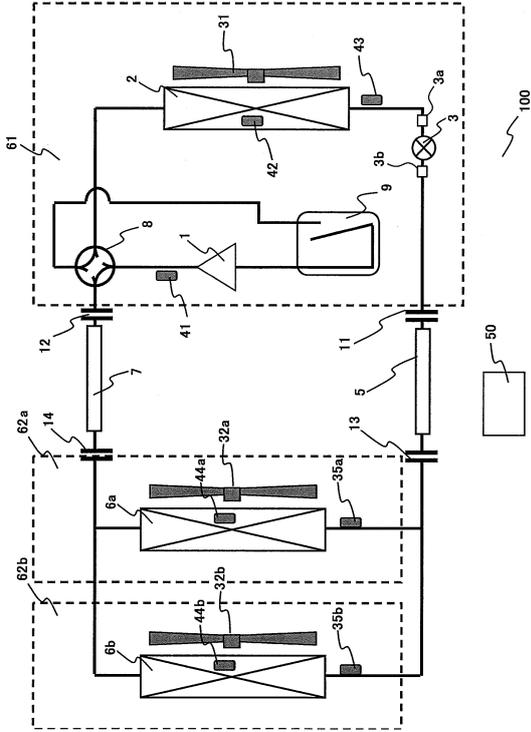
【符号の説明】

40

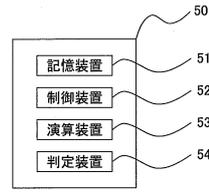
【0095】

1 圧縮機、2 室外熱交換器、3 膨張装置、3a, 3b ストレーナ、5 液管、6 (6a, 6b) 室内熱交換器、7 ガス管、8 流路切替装置、9 アキュムレータ、11 接続装置、12 接続装置、13 接続装置、14 接続装置、31 室外ファン、32 (32a, 32b) 室内ファン、35 (35a, 35b) 室内機液側温度センサ、41 吐出温度センサ、42 室外機ガス側温度センサ、43 室外機液側温度センサ、44 (44a, 44b) 室内機ガス側温度センサ、61 室外機、62 (62a, 62b) 室内機、50 制御部、51 記憶装置、52 制御装置、53 演算装置、54 判定装置、100 冷凍サイクル装置。

【図1】



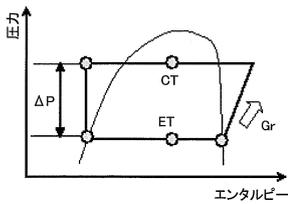
【図2】



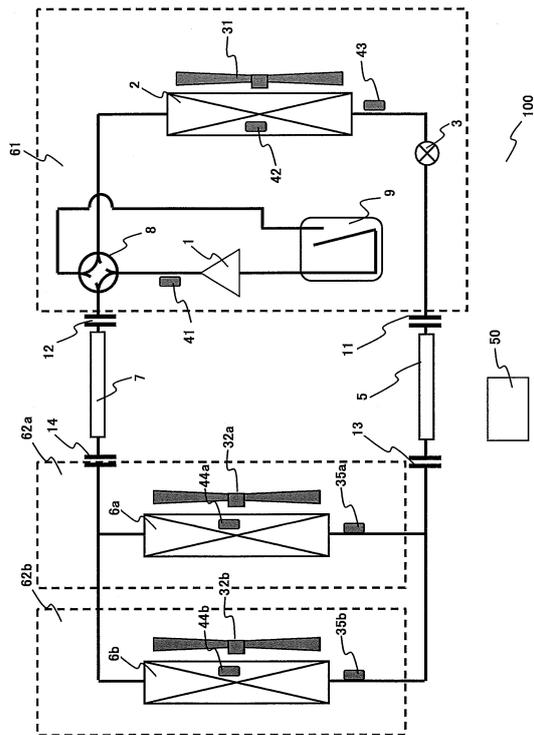
【図3】

名称	化学式
R1132(E)	$\begin{matrix} H & & F \\ & \diagdown & / \\ & C = C & \\ & / & \diagdown \\ F & & H \end{matrix}$
R1132(Z)	$\begin{matrix} H & & H \\ & \diagdown & / \\ & C = C & \\ & / & \diagdown \\ F & & F \end{matrix}$
R1132a	$\begin{matrix} H & & F \\ & \diagdown & / \\ & C = C & \\ & / & \diagdown \\ H & & F \end{matrix}$
R1123	$\begin{matrix} H & & F \\ & \diagdown & / \\ & C = C & \\ & / & \diagdown \\ F & & F \end{matrix}$

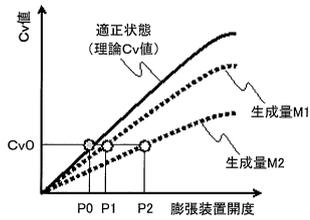
【図4】



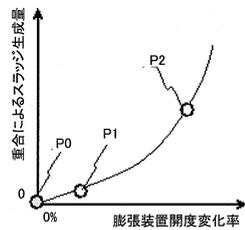
【図7】



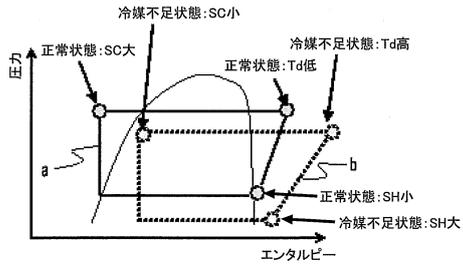
【図5】



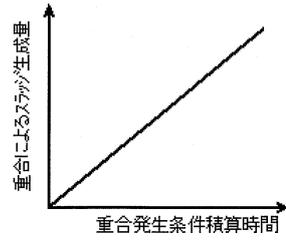
【図6】



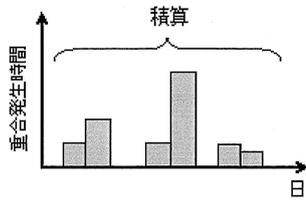
【図8】



【図10】



【図9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 F 2 5 B 43/00 W
 F 2 5 B 49/02 5 5 0

- (72)発明者 加藤 央平
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 岡崎 多佳志
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 伊東 大輔
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 宇賀神 裕樹
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 前山 英明
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 鈴木 康巨
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 庭月野 恭

- (56)参考文献 特開2011-226729(JP,A)
 特表平10-506131(JP,A)
 特開2012-131994(JP,A)
 特開2010-065982(JP,A)
 特開2009-250554(JP,A)
 特開2001-227828(JP,A)
 特開2001-153477(JP,A)
 特開2009-298918(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
 F 2 5 B 1 / 0 0
 F 2 5 B 4 9 / 0 2
 C 0 9 K 5 / 0 4