

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7630644号
(P7630644)

(45)発行日 令和7年2月17日(2025.2.17)

(24)登録日 令和7年2月6日(2025.2.6)

(51)国際特許分類

F I

F 2 5 B 49/02 (2006.01)

F 2 5 B 49/02 5 2 0 F

F 2 5 B 1/00 (2006.01)

F 2 5 B 1/00 3 3 1 E

F 2 5 B 13/00 (2006.01)

F 2 5 B 1/00 3 3 1 Z

F 2 5 B 1/00 3 9 6 B

F 2 5 B 13/00 S

請求項の数 9 (全26頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2023-563473(P2023-563473)
(86)(22)出願日 令和3年11月29日(2021.11.29)
(86)国際出願番号 PCT/JP2021/043598
(87)国際公開番号 WO2023/095325
(87)国際公開日 令和5年6月1日(2023.6.1)
審査請求日 令和5年11月21日(2023.11.21)
前置審査

(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 110001461
弁理士法人きさ特許商標事務所
(72)発明者 宮脇 皓亮
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 平塚 研吾
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 池田 宗史
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

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】

作動流体を圧縮して吐出する圧縮機と、
前記圧縮機から吐出された前記作動流体を凝縮させる凝縮器と、
前記凝縮器から流出した前記作動流体が流れる凝縮流体流路と、前記凝縮流体流路を流れる前記作動流体よりも低圧の前記作動流体が流れる低圧流路とを備え、前記凝縮流体流路を流れる前記作動流体と前記低圧流路を流れる前記作動流体との熱交換を行う冷媒間熱交換器と、
前記冷媒間熱交換器の前記凝縮流体流路から流出した前記作動流体を減圧する第1絞り装置と、
前記第1絞り装置で減圧された前記作動流体を蒸発させる蒸発器と、
前記冷媒間熱交換器の前記凝縮流体流路の出口と前記第1絞り装置とを接続する配管に設けられ、前記配管を流れる前記作動流体に光を照射する照射器と、透過光を検知する検知器とを備える光学センサと、
前記光学センサの検知結果に基づいて、前記作動流体に含まれる成分の濃度を計測する制御装置と、
前記圧縮機から吐出された前記作動流体の流路を切替える流路切替弁と、
前記流路切替弁による前記作動流体の前記流路の切り替えに関わらず、前記凝縮器と前記光学センサとの間に前記冷媒間熱交換器が配置されるように前記作動流体の流れを切替える流路切替機構と、を備える冷凍サイクル装置。

【請求項 2】

作動流体を圧縮して吐出する圧縮機と、

前記圧縮機から吐出された前記作動流体を凝縮させる凝縮器と、

前記凝縮器から流出した前記作動流体が流れる凝縮流体流路と、前記凝縮流体流路を流れる前記作動流体よりも低圧の前記作動流体が流れる低圧流路とを備え、前記凝縮流体流路を流れる前記作動流体と前記低圧流路を流れる前記作動流体との熱交換を行う冷媒間熱交換器と、

前記冷媒間熱交換器の前記凝縮流体流路から流出した前記作動流体を減圧する第 1 絞り装置と、

前記第 1 絞り装置で減圧された前記作動流体を蒸発させる蒸発器と、

前記冷媒間熱交換器の前記凝縮流体流路の出口と前記第 1 絞り装置とを接続する配管に設けられ、前記配管を流れる前記作動流体に光を照射する照射器と、透過光を検知する検知器とを備える光学センサと、

前記光学センサの検知結果に基づいて、前記作動流体に含まれる成分の濃度を計測する制御装置と、

前記圧縮機から吐出された前記作動流体の流路を切替える流路切替弁と、

暖房運転時は前記凝縮器として機能し、冷房運転時は前記蒸発器として機能する複数の室内熱交換器と、

前記暖房運転時は前記蒸発器として機能し、前記冷房運転時は前記凝縮器として機能する室外熱交換器と、を備え、

前記光学センサは、前記冷房運転と前記暖房運転のうち、前記凝縮器として機能する前記室内熱交換器及び前記室外熱交換器の台数が多くなる運転において、前記凝縮器として機能する前記室内熱交換器及び前記室外熱交換器の下流に設けられた前記第 1 絞り装置と前記冷媒間熱交換器との間に設けられている冷凍サイクル装置。

【請求項 3】

作動流体を圧縮して吐出する圧縮機と、

前記圧縮機から吐出された前記作動流体を凝縮させる凝縮器と、

前記凝縮器から流出した前記作動流体が流れる凝縮流体流路と、前記凝縮流体流路を流れる前記作動流体よりも低圧の前記作動流体が流れる低圧流路とを備え、前記凝縮流体流路を流れる前記作動流体と前記低圧流路を流れる前記作動流体との熱交換を行う冷媒間熱交換器と、

前記冷媒間熱交換器の前記凝縮流体流路から流出した前記作動流体を減圧する第 1 絞り装置と、

前記第 1 絞り装置で減圧された前記作動流体を蒸発させる蒸発器と、

前記冷媒間熱交換器の前記凝縮流体流路の出口と前記第 1 絞り装置とを接続する配管に設けられ、前記配管を流れる前記作動流体に光を照射する照射器と、透過光を検知する検知器とを備える光学センサと、

前記光学センサの検知結果に基づいて、前記作動流体に含まれる成分の濃度を計測する制御装置と、

前記配管を流れる前記作動流体の温度を測定する温度センサと、

前記配管を流れる前記作動流体の圧力を測定する圧力センサと、を備え、

前記制御装置は、前記作動流体に含まれる前記成分の吸光度、温度及び圧力に基づいて学習されたモデルを記憶する記憶部を備え、

前記光学センサ、前記温度センサ、及び前記圧力センサによって測定される吸光度、温度、及び圧力を入力とし、前記モデルを用いて前記作動流体の組成を予測する冷凍サイクル装置。

【請求項 4】

前記制御装置は、前記作動流体に含まれる前記成分の濃度に基づいて、前記圧縮機の運転周波数又は前記第 1 絞り装置の開度を制御する請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の冷凍サイクル装置。

10

20

30

40

50

【請求項 5】

前記光学センサは、前記冷媒間熱交換器と同じユニット内に設けられる請求項 1 ~ 4 の何れか一項に記載の冷凍サイクル装置。

【請求項 6】

前記作動流体は、沸点の異なる少なくとも 2 種類以上の冷媒を混合した非共沸混合冷媒である請求項 1 ~ 5 の何れか一項に記載の冷凍サイクル装置。

【請求項 7】

前記冷媒間熱交換器の前記低圧流路の入口は、前記配管の前記凝縮流体流路の出口と前記光学センサとの間に接続され、

前記冷媒間熱交換器の前記低圧流路の出口は、前記蒸発器の出口に接続されている請求項 1 ~ 6 の何れか一項に記載の冷凍サイクル装置。

10

【請求項 8】

前記冷媒間熱交換器の前記低圧流路の入口は、前記蒸発器の出口に接続され、

前記冷媒間熱交換器の前記低圧流路の出口は、前記圧縮機の吸入口に接続されている請求項 1 ~ 6 の何れか一項に記載の冷凍サイクル装置。

【請求項 9】

前記凝縮器と前記冷媒間熱交換器との間に設けられた第 2 絞り装置をさらに備える請求項 1 ~ 8 の何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】

20

【0001】

本開示は、冷凍サイクル装置に関するものであり、特に光学センサを備えた冷凍サイクル装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般的な冷凍サイクル装置において、圧縮機から吐出された冷媒は、凝縮器で凝縮され液冷媒となる。そして、液冷媒は絞り装置によって減圧され、ガス冷媒と液冷媒とが混在する気液二相状態となる。そして、気液二相状態の冷媒は、蒸発器において気液二相状態の冷媒のうち液冷媒が蒸発され、低圧のガス冷媒となる。蒸発器から流出した低圧のガス冷媒は、圧縮機に吸入され、圧縮されて高温高圧のガス冷媒となって、再び圧縮機から吐出される。冷凍サイクル装置では、このサイクルが繰り返される。

30

【0003】

冷凍サイクル装置において、圧縮機から吐出される冷媒に冷凍機油が過剰に含まれることがある。また、冷凍サイクル装置において、非共沸混合冷媒を作動流体とする場合、冷房又は暖房などの運転条件によって、冷媒の循環組成比が変化することが知られている。冷媒の循環組成比が変化した場合、冷媒の飽和温度を正確に検知できず、この影響により圧縮機に液冷媒が過剰に流入することがある。この場合、圧縮機内の冷凍機油が希釈されて焼き付きを起し、圧縮機の故障の原因となる。

【0004】

そこで、冷凍サイクル装置において、作動流体中の冷凍機油の濃度又は混合冷媒の循環組成比など、作動流体に含まれる成分の濃度を計測することが重要である。作動流体の成分濃度を計測する手段としては、光学センサによる分光計測手段が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】実開平 04 - 095276 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

50

特許文献 1 の冷凍サイクル装置では、凝縮器からレシーバにいたる冷媒配管中に光学センサが設けられている。このような冷凍サイクル装置において、低負荷運転が行われると、凝縮器出口の過冷却度が低下し、凝縮器からレシーバにいたる冷媒配管中を流れる冷媒にガス冷媒が混入する。これにより、冷媒配管内に気液界面が形成され、光の散乱又は液相と気相との流速の違いにより、作動流体の成分濃度を正確に計測できないことがある。

【 0 0 0 7 】

本開示は上記のような課題を解決するためのものであり、冷凍サイクル装置における作動流体の成分濃度の計測精度を向上させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本開示に係る冷凍サイクル装置は、作動流体を圧縮して吐出する圧縮機と、圧縮機から吐出された作動流体を凝縮させる凝縮器と、凝縮器から流出した作動流体が流れる凝縮流体流路と、凝縮流体流路を流れる作動流体よりも低圧の作動流体が流れる低圧流路とを備え、凝縮流体流路を流れる作動流体と低圧流路を流れる作動流体との熱交換を行う冷媒間熱交換器と、冷媒間熱交換器の凝縮流体流路から流出した作動流体を減圧する第 1 絞り装置と、第 1 絞り装置で減圧された作動流体を蒸発させる蒸発器と、冷媒間熱交換器の凝縮流体流路の出口と第 1 絞り装置とを接続する配管に設けられ、配管を流れる作動流体に光を照射する照射器と、透過光を検知する検知器とを備える光学センサと、光学センサの検知結果に基づいて、作動流体に含まれる成分の濃度を計測する制御装置と、圧縮機から吐出された作動流体の流路を切替える流路切替弁と、流路切替弁による作動流体の流路の切り替えに関わらず、凝縮器と光学センサとの間に冷媒間熱交換器が配置されるように作動流体の流れを切替える流路切替機構と、を備える。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本開示の冷凍サイクル装置によれば、冷媒間熱交換器の凝縮流体流路の出口と第 1 絞り装置とを接続する配管に光学センサを設けることで、配管を流れる冷媒が常に液状態となり、光学センサによる透過光の検知精度が向上する。その結果、作動流体の成分濃度の計測精度が向上する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】実施の形態 1 に係る冷凍サイクル装置の冷媒回路図である。

【図 2】実施の形態 1 に係る光学センサの概略構成図である。

【図 3】実施の形態 1 に係る冷凍サイクル装置の制御ブロック図である。

【図 4】作動流体に含まれる 2 つの成分の吸光特性の一例を示すグラフである。

【図 5】従来例における作動流体の透過光検知を説明する図である。

【図 6】実施の形態 2 に係る冷凍サイクル装置の冷媒回路図である。

【図 7】実施の形態 3 に係る冷凍サイクル装置の冷媒回路図である。

【図 8】第 2 絞り装置の圧力損失によって冷媒配管に流れる冷媒が気液二相状態になった場合のモリエル線図である。

【図 9】実施の形態 3 に係る冷凍サイクル装置のモリエル線図である。

【図 10】実施の形態 4 に係る冷凍サイクル装置の冷媒回路図である。

【図 11】実施の形態 4 に係る冷凍サイクル装置の冷房運転時の冷媒の流れを説明する図である。

【図 12】実施の形態 4 に係る冷凍サイクル装置の暖房運転時の冷媒の流れを説明する図である。

【図 13】実施の形態 5 に係る冷凍サイクル装置の冷媒回路図である。

【図 14】変形例 1 に係る冷凍サイクル装置の冷媒回路図である。

【図 15】変形例 2 に係る冷凍サイクル装置の光学センサの設置方向を示す模式図である。

【図 16】低流速時の作動流体の状態を説明する図である。

【図 17】変形例 3 に係る冷凍サイクル装置の光学センサの設置方向を示す模式図である。

10

20

30

40

50

【図18】変形例4に係る冷凍サイクル装置の冷媒回路図である。

【図19】変形例5に係る冷凍サイクル装置の冷媒回路図である。

【図20】変形例6に係る冷凍サイクル装置の冷媒回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本開示の実施の形態に係る冷凍サイクル装置について図面等を参照しながら説明する。ここで、図1を含め、以下の図面において、同一の符号を付したものは、同一又は相当する構成であり、以下に記載する実施の形態の全文において共通することとする。また、理解を容易にするために方向を表す用語（例えば「上」、「下」、「右」、「左」、「前」、「後」など）を適宜用いるが、それらの表記は、説明の便宜上、そのように記載しているだけであって、装置あるいは部品の配置及び向きを限定するものではない。そして、明細書全文に表わされている構成要素の形態は、あくまでも例示であって、明細書に記載された形態に限定するものではない。

10

【0012】

実施の形態1.

<冷凍サイクル装置の構成>

図1は、実施の形態1に係る冷凍サイクル装置100の冷媒回路図である。本実施の形態の冷凍サイクル装置100は、倉庫、ショーケース又は冷蔵庫などの冷却を行う冷凍装置である。図1に示すように、冷凍サイクル装置100は、熱源ユニット10と、負荷ユニット20とからなる。熱源ユニット10及び負荷ユニット20は、それぞれ個別の筐体を有し、例えば室外と室内などの異なる場所に設置される。

20

【0013】

熱源ユニット10は、圧縮機1と、凝縮器3と、第1ファン31と冷媒間熱交換器4と、冷却用絞り装置40と、光学センサ8と、冷媒タンク7と、を備えている。負荷ユニット20は、第1絞り装置51と、蒸発器6と、第2ファン61とを備えている。

【0014】

圧縮機1と、凝縮器3と、冷媒間熱交換器4と、第1絞り装置51と、蒸発器6と、冷媒タンク7とがこの順序で配管により接続されることで、冷凍サイクル装置100の冷媒回路が構成される。なお、冷媒タンク7は、必須の構成ではなく省略してもよい。冷媒回路を流れる冷媒は、例えば、テトラフルオロプロペン等のプロピレン系冷媒、ジフルオロエチレン等のエチレン系冷媒、テトラフルオロエタン等のエタン系冷媒、プロパン、又はDME（ジメチルエーテル）のうち、沸点の異なる少なくとも2種類以上の冷媒を混合した非共沸混合冷媒である。なお、オレフィン系冷媒は、例えば、HFO1234yf、もしくは、HFO1234ze（E）等が挙げられる。また、冷媒として、例えばR32、HFO1234yf、HFF1123zf又はプロパン等の単一冷媒、もしくはこれらの2種以上を混合した混合冷媒を用いてもよい。

30

【0015】

冷凍サイクル装置100は、冷凍サイクル装置100の運転状態を制御する制御装置200をさらに備える。図1では、熱源ユニット10が制御装置200を備える構成となっているが、制御装置200は、負荷ユニット20に設けられてもよいし、熱源ユニット10と負荷ユニット20にそれぞれ個別の制御装置200を設け、互いに通信する構成としてもよい。また、冷凍サイクル装置100は、冷却対象空間の温度を検出する室内温度センサ、外気温度を検出する外気温度センサ、及び各熱交換器を流れる冷媒の温度又は圧力を検出するセンサ等をさらに備えてもよい。例えば、冷凍サイクル装置100は、蒸発器6の冷媒入口の冷媒温度を検出する入口温度センサと、蒸発器6の冷媒出口の冷媒温度を検出する出口温度センサとを備えてもよい。

40

【0016】

圧縮機1は、冷媒を吸入し、圧縮して高温高压の状態にして吐出する。圧縮機1から吐出された冷媒は凝縮器3へ送られる。圧縮機1は、例えば、ロータリー圧縮機、スクロール圧縮機、スクリー圧縮機、又は往復圧縮機等である。圧縮機1の内部には、摺動部を

50

潤滑するための冷凍機油が貯留される。冷凍機油は、例えばポリアルキレングリコール、ポリオールエステル、ポリビニルエーテル、アルキルベンゼン、又は鉱油等であり、冷媒との相溶性及び安定性等が高いものが用いられる。

【 0 0 1 7 】

凝縮器 3 は、内部に流入した冷媒と空気との間で熱交換を行い、冷媒を凝縮させて液化させる。凝縮器 3 は、例えば、フィンアンドチューブ型熱交換器又はマイクロチャネル熱交換器である。凝縮器 3 における冷媒と空気との間の熱交換の効率を高めるために、第 1 ファン 3 1 が凝縮器 3 に隣接して配置される。なお、凝縮器 3 は、例えば水又はブラインなどの熱媒体と冷媒との間で熱交換を行うシェルアンドチューブ式熱交換器、ヒートパイプ式熱交換器、二重管式熱交換器、又はプレート式熱交換器等であってもよい。

10

【 0 0 1 8 】

第 1 ファン 3 1 は、凝縮器 3 に空気を供給するものである。第 1 ファン 3 1 は、プロペラファン、クロスフローファン、又は多翼遠心ファンである。なお、凝縮器 3 が空気ではなく熱媒体と冷媒との間で熱交換を行う場合は、第 1 ファン 3 1 は省略され、代わりに熱媒体を循環させるポンプが設けられる。

【 0 0 1 9 】

冷媒間熱交換器 4 は、凝縮器 3 から流出した高温の冷媒が流れる凝縮流体流路 4 1 と、凝縮流体流路 4 1 を流れる冷媒よりも低圧低温の冷媒が流れる低圧流路 4 2 とを有する。冷媒間熱交換器 4 は、凝縮流体流路 4 1 を流れる冷媒と、低圧流路 4 2 を流れる冷媒との間で熱交換を行う。冷媒間熱交換器 4 は、シェルアンドチューブ式熱交換器、ヒートパイプ式熱交換器、二重管式熱交換器、又はプレート式熱交換器である。

20

【 0 0 2 0 】

冷媒間熱交換器 4 は、冷媒の流れ方向において、凝縮器 3 の下流に設けられている。冷媒間熱交換器 4 の凝縮流体流路 4 1 の冷媒入口は、凝縮器 3 の冷媒出口に接続されており、凝縮器 3 から流出した高温の冷媒が冷媒間熱交換器 4 の凝縮流体流路 4 1 を流れる。冷媒間熱交換器 4 の凝縮流体流路 4 1 の冷媒出口は、冷媒配管 5 0 1 によって第 1 絞り装置 5 1 に接続されている。

【 0 0 2 1 】

また、冷媒配管 5 0 1 の、凝縮流体流路 4 1 の冷媒出口と光学センサ 8 との間には、分岐配管 5 0 2 が接続されている。分岐配管 5 0 2 は、冷媒配管 5 0 1 と冷媒間熱交換器 4 の低圧流路 4 2 の冷媒入口とを接続している。分岐配管 5 0 2 には、冷媒間熱交換器 4 の凝縮流体流路 4 1 から流出し、冷媒配管 5 0 1 を流れる冷媒の一部が分流される。

30

【 0 0 2 2 】

分岐配管 5 0 2 には、冷却用絞り装置 4 0 が設けられている。冷却用絞り装置 4 0 は、分岐配管 5 0 2 を流れる冷媒を膨張させて減圧し、低温冷媒として冷媒間熱交換器 4 の低圧流路 4 2 に流入させる。冷却用絞り装置 4 0 は、例えば開度を制御可能な電子膨張弁である。なお、冷却用絞り装置 4 0 は、電子膨張弁に限定されるものではなく、受圧部にダイヤフラムを採用した機械式膨張弁、又はキャピラリーチューブ等であってもよい。

【 0 0 2 3 】

低圧流路 4 2 の冷媒出口は、冷媒配管 5 0 3 によって、蒸発器 6 の冷媒出口に接続されている。低圧流路 4 2 の冷媒出口から流出した冷媒は、蒸発器 6 から流出した冷媒と合流し、冷媒タンク 7 に流入する。

40

【 0 0 2 4 】

第 1 絞り装置 5 1 は、冷媒配管 5 0 1 を流れる冷媒を膨張させて減圧する。第 1 絞り装置 5 1 は、例えば開度を制御可能な電子膨張弁である。なお、第 1 絞り装置 5 1 は、電子膨張弁に限定されるものではなく、受圧部にダイヤフラムを採用した機械式膨張弁、又はキャピラリーチューブ等であってもよい。

【 0 0 2 5 】

蒸発器 6 は、内部に流入した冷媒と空気との間で熱交換を行い、冷媒を蒸発させて気化させる。蒸発器 6 は、例えば、フィンアンドチューブ型熱交換器又はマイクロチャネル熱

50

交換器である。蒸発器 6 における冷媒と室外空気との間の熱交換の効率を高めるために、第 2 ファン 6 1 が蒸発器 6 に隣接して配置される。なお、蒸発器 6 は、例えば水又はブラインなどの熱媒体と冷媒との間で熱交換を行うシェルアンドチューブ式熱交換器、ヒートパイプ式熱交換器、二重管式熱交換器、又はプレート式熱交換器等であってもよい。

【 0 0 2 6 】

第 2 ファン 6 1 は、蒸発器 6 に空気を供給するものである。第 2 ファン 6 1 は、プロペラファン、クロスフローファン、又は多翼遠心ファンである。なお、蒸発器 6 が空気ではなく熱媒体と冷媒との間で熱交換を行う場合は、第 2 ファン 6 1 は省略され、代わりに熱媒体を循環させるポンプが設けられる。

【 0 0 2 7 】

冷媒タンク 7 は、蒸発器 6 の冷媒出口と、圧縮機 1 の吸入口との間に設けられている。冷媒タンク 7 は、余剰冷媒を貯留する冷媒貯留機能と、蒸発器 6 から冷媒タンク 7 に流入する気液二相冷媒を分離してガス冷媒を圧縮機 1 に排出し、液冷媒を滞留させる気液分離機能とを有している。冷媒タンク 7 は、例えば圧縮機 1 の吸入口に接続された吸入配管の内径よりも内径が大きい容積型のタンク、又はアキュムレータである。冷凍サイクル装置 1 0 0 は、冷媒タンク 7 の気液分離機能によって圧縮機 1 で液圧縮が行われることを防ぐことができる。

【 0 0 2 8 】

光学センサ 8 は、冷媒間熱交換器 4 と第 1 絞り装置 5 1 とを接続する冷媒配管 5 0 1 に設けられている。光学センサ 8 は、冷媒配管 5 0 1 を流れる作動流体に光を照射し、作動流体を透過した光の強度を検知する。なお、本説明において「作動流体」とは、冷媒回路を流れる冷媒又は冷媒回路を流れる冷媒及び冷媒に含まれる冷凍機油をいうものとする。

【 0 0 2 9 】

図 2 は、実施の形態 1 に係る光学センサ 8 の概略構成図である。図 2 は、冷媒配管 5 0 1 に光学センサ 8 が取り付けられた状態で、冷媒配管 5 0 1 の径方向に切断した断面模式図である。図 2 に示すように、光学センサ 8 は、冷媒配管 5 0 1 に取り付けられた筐体 8 0 と、筐体 8 0 内に設けられた照射器 8 1 及び検知器 8 2 とを備える。照射器 8 1 と検知器 8 2 とは、冷媒配管 5 0 1 を挟んで対向して配置されている。また、照射器 8 1 は、特定の波長の光を発する LED などの光源を有し、制御装置 2 0 0 の指示に基づいて光を照射する。検知器 8 2 は、照射器 8 1 から照射された光を検知し、検知した光の強度を電気信号に変換し、制御装置 2 0 0 に送信する。

【 0 0 3 0 】

冷媒配管 5 0 1 には、照射器 8 1 と検知器 8 2 とに対向する位置にそれぞれ開口 5 0 1 a が設けられている。各開口 5 0 1 a は、光学センサ 8 の窓板 8 3 によってそれぞれ閉塞されている。窓板 8 3 は、照射光に対し透過性を有し、冷凍サイクル装置 1 0 0 の運転範囲内の作動流体の圧力に対して耐圧を確保できる材質で構成されている。冷媒の封入前において、照射器 8 1 から照射された光は、窓板 8 3 を介して冷媒配管 5 0 1 内を通過して検知器 8 2 へ透過される。

【 0 0 3 1 】

制御装置 2 0 0 は、冷凍サイクル装置 1 0 0 全体の動作を制御する。制御装置 2 0 0 は、制御に必要なデータ及びプログラムを記憶するメモリと、プログラムを実行する CPU と、を備えるコンピュータ、ASIC 又は FPGA などの専用のハードウェア、もしくはその両方で構成される。

【 0 0 3 2 】

図 3 は、実施の形態 1 に係る冷凍サイクル装置 1 0 0 の制御ブロック図である。図 3 に示すように、制御装置 2 0 0 は、成分濃度計測部 2 0 1 と、運転制御部 2 0 2 と、記憶部 2 0 3 とを有する。

【 0 0 3 3 】

成分濃度計測部 2 0 1 は、制御装置 2 0 0 の CPU がプログラムを実行することにより実現される、又は専用の処理回路により実現される機能部である。成分濃度計測部 2 0 1

10

20

30

40

50

は、光学センサ 8 の照射器 8 1 を制御して、特定の波長の光を照射させる。また、成分濃度計測部 2 0 1 は、光学センサ 8 の検知器 8 2 の検知結果に基づき、冷凍サイクル装置 1 0 0 の作動流体に含まれる成分の濃度を計測する。作動流体に含まれる成分の濃度は、例えば冷媒に含まれる冷凍機油の濃度、又は非共沸混合冷媒を構成する各冷媒の濃度である。成分濃度計測部 2 0 1 は、計測した成分濃度を運転制御部 2 0 2 へ送信する。成分濃度計測部 2 0 1 による作動流体の成分濃度の計測については、後ほど詳述する。

【 0 0 3 4 】

運転制御部 2 0 2 は、制御装置 2 0 0 の CPU がプログラムを実行することにより実現される、又は専用の処理回路により実現される機能部である。運転制御部 2 0 2 は、図示しないリモコン等を介して入力される設定情報と、室内温度センサ又は外気温度センサなどの各種センサの検出結果とに基づき、冷凍サイクル装置 1 0 0 の各部を制御する。具体的には、運転制御部 2 0 2 は、設定情報と各温度センサの検出結果に基づき、圧縮機 1 の運転周波数、第 1 絞り装置 5 1 及び冷却用絞り装置 4 0 の開度、並びに第 1 ファン 3 1 及び第 2 ファン 6 1 の回転数を制御する。

10

【 0 0 3 5 】

また、本実施の形態の運転制御部 2 0 2 は、成分濃度計測部 2 0 1 によって計測された作動流体の成分濃度に応じて、冷凍サイクル装置 1 0 0 の運転を制御する。一般に、冷凍サイクル装置 1 0 0 の運転中に、液状態の冷媒が圧縮機 1 に吸入されると、圧縮機 1 では液圧縮又は冷凍機油の希釈が発生し、圧縮機 1 の故障の原因となってしまう。そこで、運転制御部 2 0 2 は、例えば作動流体中の冷凍機油の濃度が予め設定された閾値以上である場合、圧縮機 1 における冷凍機油の枯渇を防ぐため、圧縮機 1 の運転周波数を下げる、又は第 1 絞り装置 5 1 の開度を小さくする。これにより、蒸発器 6 から流出する冷媒の乾き度が高くなり、圧縮機 1 への液冷媒の流入が抑制される。

20

【 0 0 3 6 】

また、冷凍サイクル装置 1 0 0 が作動流体として非共沸混合冷媒を用いる場合、運転制御部 2 0 2 は、成分濃度計測部 2 0 1 によって計測された非共沸混合冷媒に含まれる冷媒ごとの濃度から循環組成比を算出し、循環組成比から蒸発飽和温度を算出する。そして、運転制御部 2 0 2 は、蒸発器 6 から流出する冷媒の温度が蒸発飽和温度以下であれば、圧縮機 1 の周波数を下げる、又は第 1 絞り装置 5 1 の開度を小さくする。これにより、蒸発器 6 から流出する冷媒の乾き度が高くなり、圧縮機 1 への液冷媒の流入が抑制される。

30

【 0 0 3 7 】

さらに、非共沸混合冷媒は組成比によって液飽和温度とガス飽和温度との差が変化する。そこで、運転制御部 2 0 2 は、冷媒の循環組成比に応じて、圧縮機 1 の周波数及び第 1 絞り装置 5 1 の開度を変更させ、蒸発器 6 の冷媒入口における冷媒温度を高くしてもよい。これにより、蒸発器 6 の温度低下による着霜及び凍結を抑制することができる。

【 0 0 3 8 】

記憶部 2 0 3 は、RAM 又は ROM などの揮発性又は不揮発性のメモリである。記憶部 2 0 3 は、成分濃度計測部 2 0 1 及び運転制御部 2 0 2 の機能を実行するためのプログラム、並びに各部の制御で用いられるパラメータ及び閾値などの各種データを記憶する。

【 0 0 3 9 】

< 冷凍サイクル装置の動作 >

次に、図 1 に戻って、冷凍サイクル装置 1 0 0 の動作について、冷媒の流れとともに説明する。図 1 の実線矢印は冷媒の流れを示す。冷凍サイクル装置 1 0 0 の圧縮機 1 が駆動されると、圧縮機 1 から高温高圧のガス冷媒が吐出される。圧縮機 1 から吐出された高温高圧のガス冷媒は、凝縮器 3 に流入する。

【 0 0 4 0 】

凝縮器 3 では、凝縮器 3 の内部に流入した高温高圧のガス冷媒と、第 1 ファン 3 1 によって供給される空気との間で熱交換が行われる。凝縮器 3 で熱交換された冷媒は、凝縮して高温高圧の液冷媒又は気液二相冷媒になる。

【 0 0 4 1 】

40

50

凝縮器 3 から流出した高温高圧の液冷媒又は気液二相冷媒は、冷媒間熱交換器 4 の凝縮流体流路 4 1 に流入する。冷媒間熱交換器 4 の凝縮流体流路 4 1 を流れる冷媒は、冷媒間熱交換器 4 の低圧流路 4 2 を流れる冷媒と熱交換され、冷却されて液冷媒となり、冷媒間熱交換器 4 の凝縮流体流路 4 1 から流出する。

【 0 0 4 2 】

冷媒間熱交換器 4 の凝縮流体流路 4 1 から流出した液冷媒は、冷媒配管 5 0 1 を流れ、その一部が分岐配管 5 0 2 に分流される。冷媒配管 5 0 1 を流れる液冷媒は、光学センサ 8 を通過する。光学センサ 8 を通過した液冷媒は、第 1 絞り装置 5 1 にて減圧され、低圧の気液二相状態となり、蒸発器 6 に流入する。

【 0 0 4 3 】

蒸発器 6 では、蒸発器 6 内に流入した気液二相状態の冷媒と、第 2 ファン 6 1 によって供給される空気との間で熱交換が行われ、気液二相状態の冷媒のうち液冷媒が蒸発して低圧のガス冷媒になる。この熱交換により冷却された空気が冷却対象空間に供給され、冷却対象空間が冷却される。

【 0 0 4 4 】

一方、分岐配管 5 0 2 に分流された冷媒は、冷却用絞り装置 4 0 によって減圧され、中圧の液冷媒又は液主体の気液二相冷媒となり、冷媒間熱交換器 4 の低圧流路 4 2 に流入する。冷媒間熱交換器 4 の低圧流路 4 2 を流れる冷媒は、凝縮流体流路 4 1 を流れる冷媒と熱交換して気液二相冷媒又は低圧のガス冷媒となり、冷媒間熱交換器 4 の低圧流路 4 2 から流出する。冷媒間熱交換器 4 の低圧流路 4 2 から流出した低圧の気液二相冷媒又はガス冷媒は、冷媒配管 5 0 3 を流れ、蒸発器 6 から流出した低圧のガス冷媒と合流する。

【 0 0 4 5 】

蒸発器 6 から流出した低圧のガス冷媒は、冷媒間熱交換器 4 の低圧流路 4 2 から流出した冷媒と合流し、冷媒タンク 7 に流入する。その後、冷媒タンク 7 で分離されたガス冷媒が、圧縮機 1 に吸入され、再び圧縮機 1 で圧縮され吐出される。冷凍サイクル装置 1 0 0 では、このサイクルが繰り返される。

【 0 0 4 6 】

次に、本実施の形態の冷凍サイクル装置 1 0 0 における作動流体の成分濃度の計測方法について説明する。まず、光学センサ 8 の照射器 8 1 は、制御装置 2 0 0 の成分濃度計測部 2 0 1 からの指示に基づき、作動流体を構成する成分に合わせて設計された波長の光を発する。作動流体を構成する成分は、冷媒及び冷凍機油である。照射器 8 1 から発せられた光は、冷媒配管 5 0 1 を流れる作動流体に照射される。作動流体は、成分ごとに異なる吸光度の波長感度に応じて光を吸収し、残存光が窓板 8 3 を介して透過され、検知器 8 2 に検知される。検知器 8 2 は、波長ごとの透過光の強度を検知し、検知した透過光の強度を制御装置 2 0 0 に送信する。

【 0 0 4 7 】

制御装置 2 0 0 の成分濃度計測部 2 0 1 は、照射器 8 1 から照射される照射光の強度と検知器 8 2 が検知した透過光の強度とから透過率 T を求め、作動流体に含まれる成分の濃度を計測する。例えば、成分濃度計測部 2 0 1 は、冷凍機油が強い吸収波長をもつ波長 3 8 0 nm 以下の紫外線領域で、油種に応じた波長の透過率 T から冷凍機油の濃度を計測する。その他の例として、成分濃度計測部 2 0 1 は、オレフィン系冷媒、エチレン系冷媒又はエタン系冷媒が強い吸収波長をもつ波長 7 8 0 nm 以上の赤外線領域で、冷媒種に応じた波長の透過率 T からこれらの冷媒の濃度を計測する。

【 0 0 4 8 】

具体的には、成分濃度計測部 2 0 1 は、下記の式 (1) で示されるランベルト・ベールの法則を用いて成分濃度を算出する。

【 数 1 】

10

20

30

40

50

$$A(\lambda_i) = -\log(T) = \varepsilon(\lambda_i)cl \cdots (1)$$

【 0 0 4 9 】

式(1)において、Tは透過率、Aは吸光度、 $\varepsilon(\lambda_i)$ は成分固有の吸収率、cは濃度、lは作動流体を通過する光路長である。本実施の形態の場合、lは冷媒配管501の直径である。透過率T、成分固有の吸収率 $\varepsilon(\lambda_i)$ 、及び光路長lが既知であるため、式(1)から濃度cが求められる。

10

【 0 0 5 0 】

図4は、作動流体に含まれる2つの成分の吸光特性の一例を示すグラフである。図4において、実線は第1成分C1の吸光特性を示し、破線は第2成分C2の吸光特性を示す。第1成分C1及び第2成分C2は、作動流体に含まれる成分であり、例えば冷媒と冷凍機油、又は混合冷媒を構成する2つの冷媒である。成分濃度計測部201は、照射器81が照射する光の波長として、第1成分C1と第2成分C2との同一の吸収波長である第3波長 λ_3 ではなく、第1成分C1の吸収波長であって第2成分C2の吸収波長でない第1波長 λ_1 と、第2成分C2の吸収波長であって第1成分C1の吸収波長でない第2波長 λ_2 とを設定する。このように測定光を設定することにより、光学センサ8にて各成分の透過光を精度よく測定することができる。

20

【 0 0 5 1 】

また、第1成分C1及び第2成分C2がともに吸収しない第4波長 λ_4 を参照光として照射器81から照射させることで、作動流体に含まれる成分の吸収以外の要因による検知光の光度低下が計測に与える影響を低減できる。

【 0 0 5 2 】

具体的には、成分濃度計測部201は、参照光の透過率 T_0 、測定光の透過率 T_i を用いて、下記の式(2)により作動流体の成分濃度を算出してもよい。

【数2】

$$A(\lambda_i) = -\log(T_i/T_0) = \varepsilon(\lambda_i)c_i l \cdots (2)$$

30

【 0 0 5 3 】

そして、測定光が、複数の成分の吸収波長をもつ場合、成分濃度計測部201は、下記の式(3)より複数の波長から成分濃度を算出できる。

【数3】

$$A(\lambda_i) = -\log(T_i/T_0) = \sum \varepsilon(\lambda_i)c_i l \cdots (3)$$

40

【 0 0 5 4 】

図5は、従来例における作動流体の透過光検知を説明する図である。図5の従来例は、冷凍サイクル装置100が凝縮器3と光学センサ8との間に冷媒間熱交換器4を設けていない場合の例である。従来例では、冷凍サイクル装置100が低負荷運転などを行い、凝縮器3の冷媒出口における冷媒の過冷却度が小さくなった場合、光学センサ8が設けられた冷媒配管501を流れる冷媒が気液二相状態となる。この場合、図5に示すように、冷媒配管501内の作動流体によって気液界面Vが形成され、光学センサ8の照射光が気液界面Vにおいて、反射及び屈折して散乱し、検知器82で検知される透過光の強度が低下する。

【 0 0 5 5 】

50

さらに、光学センサ 8 を用いた光学計測で測定できるのは、測定域の体積比である。単相流体で流体の速度が一定であれば、成分比は体積比と略同じとして測定できる。一方、二相流体の場合、ガス流速と液流速とが異なり、液相の成分比は、(ガス成分速度×ガス成分体積+液成分速度×液成分体積)の比率となる。一般にガス流速と液流速とを計測することは困難であるため、冷媒配管 5 0 1 を流れる作動流体が二相流体の場合は、検知器 8 2 での検知精度が低下する。

【 0 0 5 6 】

これに対し、本実施の形態の冷凍サイクル装置 1 0 0 は、凝縮器 3 と光学センサ 8 との間に、凝縮器 3 から流出した高温冷媒を低温冷媒と熱交換して液冷媒とする冷媒間熱交換器 4 が設けられている。これにより、光学センサ 8 が設けられた冷媒配管 5 0 1 を流れる作動流体が確実に液状態(単相状態)となるため、冷媒配管 5 0 1 内において気液界面 V が形成されない。その結果、光学センサ 8 における作動流体の透過光の検知精度が向上し、作動流体の成分濃度の計測精度も向上する。

10

【 0 0 5 7 】

また、作動流体の成分濃度の計測精度が向上することで、圧縮機 1 内の冷凍機油の希釈の発生を低減して故障を抑制した運転制御、並びに着霜及び凍結を抑制した運転制御を適切に行うことが可能となる。なお、冷凍機油の希釈を抑制する手段として、圧縮機 1 入口の冷媒過熱度を大きくする手段があるが、この場合は能力当たりの圧縮機 1 の入力が増大し、品質と性能改善との両立が困難である。これに対し、本実施の形態 1 では、品質と性能改善との両立を実現することができる。特に、冷媒として R 3 2 冷媒を含む場合、R 3 2 冷媒は同一飽和温度におけるガス密度が小さいため、二相域における飽和温度変化が大きくなり、運転制御の効果が大きくなる。

20

【 0 0 5 8 】

また、本実施の形態の冷凍サイクル装置 1 0 0 は、光学センサ 8 を、冷媒間熱交換器 4 を備えるユニットと同じユニット(本実施の形態の場合は熱源ユニット 1 0)内に備えている。これにより、光学センサ 8 を、冷媒間熱交換器 4 を備えるユニットと異なるユニットに配置した場合と比較して、ユニット間を接続する冷媒配管 5 0 1 の圧損による作動流体の気液二相化を抑制できるため、さらに効果的である。

【 0 0 5 9 】

実施の形態 2 .

30

< 冷凍サイクル装置の構成 >

図 6 は、実施の形態 2 に係る冷凍サイクル装置 1 0 0 A の冷媒回路図である。実施の形態 2 の冷凍サイクル装置 1 0 0 A は、温水を供給する給湯装置又は温水を用いた暖房を行う温水暖房装置である。図 6 の実線矢印は冷媒の流れを示し、破線矢印は水の流れを示す。なお、図 6 では、簡素化のため水回路 3 0 0 の一部のみを示している。

【 0 0 6 0 】

図 6 に示すように、冷凍サイクル装置 1 0 0 A は、熱源ユニット 1 0 A と、負荷ユニット 2 0 A とからなる。熱源ユニット 1 0 A 及び負荷ユニット 2 0 A は、それぞれ個別の筐体を有し、例えば室外と室内などの異なる場所に設置される。

【 0 0 6 1 】

40

熱源ユニット 1 0 A は、圧縮機 1 と、冷媒間熱交換器 4 と、冷却用絞り装置 4 0 と、光学センサ 8 と、第 1 絞り装置 5 1 と、蒸発器 6 と、第 2 ファン 6 1 と、冷媒タンク 7 と、制御装置 2 0 0 とを備えている。負荷ユニット 2 0 A は、凝縮器 3 A と、ポンプ 3 2 とを備えている。

【 0 0 6 2 】

熱源ユニット 1 0 A における圧縮機 1、冷媒間熱交換器 4、冷却用絞り装置 4 0、第 1 絞り装置 5 1、蒸発器 6、第 2 ファン 6 1、冷媒タンク 7、光学センサ 8、及び制御装置 2 0 0 の構成及び機能は実施の形態 1 と同じである。

【 0 0 6 3 】

負荷ユニット 2 0 A における凝縮器 3 A は、冷媒回路を流れる冷媒と、水回路 3 0 0 を

50

流れる水との熱交換を行うシェルアンドチューブ式熱交換器、ヒートパイプ式熱交換器、二重管式熱交換器、又はプレート式熱交換器である。

【0064】

ポンプ32は、水回路300を流れる水を循環させる。ポンプ32は、図示しないインバータ回路を備え、制御装置200からの指示に従って駆動回転数を変更することにより、搬送する際の水流量を変化させることができる。

【0065】

<冷凍サイクル装置の動作>

次に、冷凍サイクル装置100Aの動作について、冷媒の流れとともに説明する。冷凍サイクル装置100Aの圧縮機1が駆動されると、圧縮機1から高温高圧のガス冷媒が吐出される。圧縮機1から吐出された高温高圧のガス冷媒は、凝縮器3Aに流入する。

10

【0066】

凝縮器3Aでは、凝縮器3Aの内部に流入した高温高圧のガス冷媒と、水回路300を流れる水との間で熱交換が行われる。凝縮器3Aで熱交換された冷媒は、凝縮して高圧の液冷媒又は気液二相冷媒になる。また、凝縮器3Aにおいて、冷媒との熱交換により加熱された水は、給湯又は温水暖房に用いられる。

【0067】

凝縮器3Aから流出した高圧の液冷媒又は気液二相冷媒は、冷媒間熱交換器4の凝縮流体流路41に流入する。冷媒間熱交換器4以降の冷媒の流れは実施の形態1と同じである。

【0068】

以上のように、本実施の形態の冷凍サイクル装置100Aにおいても、凝縮器3Aと光学センサ8との間に、凝縮器3Aから流出した高温冷媒を低温冷媒と熱交換して液冷媒とする冷媒間熱交換器4が設けられている。これにより、光学センサ8が設けられた冷媒配管501を流れる作動流体が確実に液状態となるため、光学センサ8における作動流体の透過光の検知精度が向上し、作動流体の成分濃度の計測精度が向上する。

20

【0069】

実施の形態3 .

<冷凍サイクル装置の構成>

図7は、実施の形態3に係る冷凍サイクル装置100Bの冷媒回路図である。図7に示すように、実施の形態3の冷凍サイクル装置100Bは、熱源ユニット10Bが第2絞り装置52を備える点において実施の形態1と相違する。その他の構成については、実施の形態1と同じである。

30

【0070】

第2絞り装置52は、凝縮器3と冷媒間熱交換器4との間に設けられ、凝縮器3から流出した冷媒を膨張させて減圧する。第2絞り装置52は、例えば開度を制御可能な電子膨張弁である。なお、第2絞り装置52は、電子膨張弁に限定されるものではなく、受圧部にダイヤフラムを採用した機械式膨張弁、又はキャピラリーチューブ等であってもよい。

【0071】

第2絞り装置52の開度は、制御装置200の運転制御部202によって制御される。第2絞り装置52の開度が制御されることで、光学センサ8が設けられた冷媒配管501を流れる作動流体の圧力を制御することができる。

40

【0072】

光の吸光特性は、作動流体の圧力及び温度に依存するが、作動流体の圧力は冷凍サイクル装置100Bの運転に応じて変化する。そのため、運転制御部202は、冷凍サイクル装置100Bの運転に応じて第2絞り装置52の開度を制御する。この場合、冷媒配管501に冷媒配管501を流れる作動流体の圧力を測定する圧力センサ(不図示)を設け、運転制御部202は、圧力センサの測定値が許容範囲内となるよう第2絞り装置52の開度を制御する。許容範囲は、光学センサ8の検知不良が発生しない範囲とする。

【0073】

例えば、第2絞り装置52の開度が小さくなると、第2絞り装置52の圧力損失によっ

50

て、光学センサ 8 が設けられた冷媒配管 5 0 1 に流れる冷媒が気液二相状態になることがある。図 8 は、第 2 絞り装置 5 2 の圧力損失によって冷媒配管 5 0 1 に流れる冷媒が気液二相状態になった場合のモリエル線図である。この場合、図 5 に示した従来例のように冷媒配管 5 0 1 内に気液界面 V が形成され、光学センサ 8 による透過光の検知精度が低下し、検知不良が発生する。

【 0 0 7 4 】

そこで、制御装置 2 0 0 の成分濃度計測部 2 0 1 は、光学センサ 8 の検知不良が発生した場合、運転制御部 2 0 2 に検知不良が発生したことを通知する。運転制御部 2 0 2 は、光学センサ 8 の検知不良が発生したことが通知された場合、第 1 絞り装置 5 1 の開度を小さくし、第 2 絞り装置 5 2 の開度を大きくする。

10

【 0 0 7 5 】

図 9 は、実施の形態 3 に係る冷凍サイクル装置 1 0 0 B のモリエル線図である。上記のように第 1 絞り装置 5 1 及び第 2 絞り装置 5 2 の開度を制御することにより、冷媒間熱交換器 4 における高温冷媒と低温冷媒との温度差を拡大し、高温冷媒の冷却を促進することができる。その結果、図 9 に示すモリエル線図のように冷媒配管 5 0 1 を流れる冷媒を液状態とすることができる。

【 0 0 7 6 】

これにより、光学センサ 8 が設けられた冷媒配管 5 0 1 を流れる作動流体が確実に液状態となるため、冷媒配管 5 0 1 内において気液界面 V が形成されない。その結果、光学センサ 8 における作動流体の透過光の検知精度が向上し、作動流体の成分濃度の計測精度も向上する。

20

【 0 0 7 7 】

実施の形態 4 .

< 冷凍サイクル装置の構成 >

図 1 0 は、実施の形態 4 に係る冷凍サイクル装置 1 0 0 C の冷媒回路図である。実施の形態 3 の冷凍サイクル装置 1 0 0 C は、空調対象空間の冷房及び暖房を行う空気調和装置である。

【 0 0 7 8 】

図 1 0 に示すように、冷凍サイクル装置 1 0 0 C は、熱源ユニット 1 0 C と、負荷ユニット 2 0 C とからなる。熱源ユニット 1 0 C は、空気調和装置の室外機であり、負荷ユニット 2 0 C は、空気調和装置の室内機である。熱源ユニット 1 0 C は、圧縮機 1 と、流路切替弁 2 と、室外熱交換器 3 0 と、第 1 ファン 3 1 と、第 2 絞り装置 5 2 と、流路切替機構 9 と、冷媒間熱交換器 4 と、冷却用絞り装置 4 0 と、光学センサ 8 と、冷媒タンク 7 と、制御装置 2 0 0 とを備えている。負荷ユニット 2 0 C は、第 1 絞り装置 5 1 と、室内熱交換器 6 0 と、第 2 ファン 6 1 とを備えている。

30

【 0 0 7 9 】

熱源ユニット 1 0 C における圧縮機 1、第 1 ファン 3 1、冷媒間熱交換器 4、冷却用絞り装置 4 0、光学センサ 8、冷媒タンク 7、及び制御装置 2 0 0 の構成及び機能は実施の形態 1 と同じである。また、負荷ユニット 2 0 C における第 1 絞り装置 5 1 及び第 2 ファン 6 1 の構成及び機能は実施の形態 1 と同じである。

40

【 0 0 8 0 】

流路切替弁 2 は、例えば四方弁であり、圧縮機 1 から吐出される冷媒の流路を切替えるものである。制御装置 2 0 0 は、流路切替弁 2 の状態を切替えることで、暖房運転又は冷房運転を実施する。具体的には、流路切替弁 2 は、冷房運転時に、圧縮機 1 の吐出口と室外熱交換器 3 0 の冷媒入口とを接続するとともに、圧縮機 1 の吸入口と室内熱交換器 6 0 の冷媒出口とを接続するように冷媒の流れを切り替える。また、流路切替弁 2 は、暖房運転時に、圧縮機 1 の吐出口と室内熱交換器 6 0 の冷媒入口とを接続するとともに、圧縮機 1 の吸入口と室外熱交換器 3 0 の冷媒出口とを接続するように冷媒の流れを切り替える。

【 0 0 8 1 】

室外熱交換器 3 0 は、暖房運転時には蒸発器として機能し、内部に流入した冷媒と室外

50

空気との間で熱交換を行い、冷媒を蒸発させて気化させる。室外熱交換器 30 は、冷房運転時には凝縮器として機能し、内部に流入した冷媒と室外空気との間で熱交換を行い、冷媒を凝縮させて液化させる。室外熱交換器 30 における冷媒と空気との間の熱交換の効率を高めるために、第 1 ファン 31 が室外熱交換器 30 に隣接して配置される。

【0082】

室内熱交換器 60 は、暖房運転時には凝縮器として機能し、内部に流入した冷媒と室内空気との間で熱交換を行い、冷媒を凝縮させて液化させる。室内熱交換器 60 は、冷房運転時には蒸発器として機能し、内部に流入した冷媒と空気との間で熱交換を行い、冷媒を蒸発させて気化させる。室内熱交換器 60 における冷媒と空気との間の熱交換の効率を高めるために、第 2 ファン 61 が室内熱交換器 60 に隣接して配置される。

10

【0083】

室外熱交換器 30 及び室内熱交換器 60 は、例えば、フィンアンドチューブ型熱交換器又はマイクロチャネル熱交換器である。なお、室外熱交換器 30 及び室内熱交換器 60 は、例えば水又はブラインなどの熱媒体と冷媒との間で熱交換を行うシェルアンドチューブ式熱交換器、ヒートパイプ式熱交換器、二重管式熱交換器、又はプレート式熱交換器等であってよい。

【0084】

第 2 絞り装置 52 は、室外熱交換器 30 から流出した冷媒を膨張させて減圧する。第 2 絞り装置 52 は、例えば開度を制御可能な電子膨張弁である。なお、第 2 絞り装置 52 は、電子膨張弁に限定されるものではなく、受圧部にダイヤフラムを採用した機械式膨張弁、又はキャピラリーチューブ等であってよい。第 2 絞り装置 52 の開度は、制御装置 200 の運転制御部 202 によって制御される。

20

【0085】

流路切替機構 9 は、冷凍サイクル装置 100C が冷房運転を行う場合も暖房運転を行う場合も、凝縮器として機能する熱交換器と光学センサ 8 との間に冷媒間熱交換器 4 が配置されるよう冷媒の流れを切替えるものである。本実施の形態の流路切替機構 9 は、第 1 逆止弁 91、第 2 逆止弁 92、第 3 逆止弁 93 及び第 4 逆止弁 94 からなる。

【0086】

第 1 逆止弁 91 は、室外熱交換器 30 と冷媒間熱交換器 4 の凝縮流体流路 41 の冷媒入口とを接続する冷媒配管 504 に設けられている。第 1 逆止弁 91 は、室外熱交換器 30 から冷媒間熱交換器 4 の凝縮流体流路 41 への冷媒の流れを許容し、冷媒間熱交換器 4 の凝縮流体流路 41 から室外熱交換器 30 への冷媒の流れを遮断する。

30

【0087】

第 2 逆止弁 92 は、冷媒配管 501 の光学センサ 8 と第 1 絞り装置 51 との間に設けられている。第 2 逆止弁 92 は、光学センサ 8 から第 1 絞り装置 51 への冷媒の流れを許容し、第 1 絞り装置 51 から光学センサ 8 への冷媒の流れを遮断する。

【0088】

第 3 逆止弁 93 は、第 1 絞り装置 51 と冷媒間熱交換器 4 の凝縮流体流路 41 の冷媒入口とを接続する冷媒配管 505 に設けられている。第 3 逆止弁 93 は、第 1 絞り装置 51 から冷媒間熱交換器 4 の凝縮流体流路 41 への冷媒の流れを許容し、冷媒間熱交換器 4 の凝縮流体流路 41 から第 1 絞り装置 51 への冷媒の流れを遮断する。

40

【0089】

第 4 逆止弁 94 は、冷媒配管 501 の光学センサ 8 と第 2 逆止弁 92 との間から分岐し、冷媒配管 504 の室外熱交換器 30 と第 1 逆止弁 91 との間に接続される分岐配管 506 に設けられている。第 4 逆止弁 94 は、光学センサ 8 から室外熱交換器 30 への冷媒の流れを許容し、室外熱交換器 30 から光学センサ 8 への冷媒の流れを遮断する。

【0090】

< 冷凍サイクル装置の動作 >

次に、冷凍サイクル装置 100C の動作について、冷媒の流れとともに説明する。図 11 は、実施の形態 4 に係る冷凍サイクル装置 100C の冷房運転時の冷媒の流れを説明す

50

る図である。図 11 では、見易さを考慮し、図 10 の冷媒回路図の一部の流路を省略して示している。図 11 の実線矢印は冷媒の流れを示す。また、冷房運転時において、制御装置 200 は、第 2 絞り装置 52 を全開とする。そのため、図 11 では、第 2 絞り装置 52 の図示を省略している。

【0091】

冷凍サイクル装置 100 の圧縮機 1 が駆動されると、圧縮機 1 から高温高圧のガス冷媒が吐出される。圧縮機 1 から吐出された高温高圧のガス冷媒は、流路切替弁 2 を通って室外熱交換器 30 に流入する。室外熱交換器 30 は凝縮器として機能し、内部に流入した高温高圧のガス冷媒と、第 1 ファン 31 によって供給される空気との間で熱交換が行われる。室外熱交換器 30 で熱交換された冷媒は、凝縮されて高圧の液冷媒又は気液二相冷媒になる。

10

【0092】

室外熱交換器 30 から流出した高温高圧の液冷媒又は気液二相冷媒は、第 1 逆止弁 91 を通って冷媒間熱交換器 4 の凝縮流体流路 41 に流入する。冷媒間熱交換器 4 の凝縮流体流路 41 を流れる冷媒は、冷媒間熱交換器 4 の低圧流路 42 を流れる冷媒と熱交換され、冷却されて液冷媒となり、冷媒間熱交換器 4 の凝縮流体流路 41 から流出する。

【0093】

冷媒間熱交換器 4 の凝縮流体流路 41 から流出した液冷媒は、冷媒配管 501 を流れ、その一部が分岐配管 502 に分流される。冷媒配管 501 を流れる液冷媒は、光学センサ 8 を通過する。光学センサ 8 を通過した液冷媒は、第 2 逆止弁 92 を通って第 1 絞り装置 51 にて減圧され、低圧の気液二相状態となり、室内熱交換器 60 に流入する。

20

【0094】

室内熱交換器 60 は蒸発器として機能し、室内熱交換器 60 内に流入した気液二相状態の冷媒と、第 2 ファン 61 によって供給される空気との間で熱交換が行われ、気液二相状態の冷媒のうち液冷媒が蒸発して低圧のガス冷媒になる。この熱交換により冷却された空気が空調対象空間に供給され、空調対象空間が冷房される。

【0095】

一方、分岐配管 502 に分流された冷媒は、冷却用絞り装置 40 によって減圧され、中圧の液冷媒又は液主体の気液二相冷媒となり、冷媒間熱交換器 4 の低圧流路 42 に流入する。冷媒間熱交換器 4 の低圧流路 42 を流れる冷媒は、凝縮流体流路 41 を流れる冷媒と熱交換して気液二相冷媒又は低圧のガス冷媒となり、冷媒間熱交換器 4 の低圧流路 42 から流出する。冷媒間熱交換器 4 の低圧流路 42 から流出した低圧の気液二相冷媒又はガス冷媒は、冷媒配管 503 を流れ、室内熱交換器 60 から流出した低圧のガス冷媒と合流する。

30

【0096】

室内熱交換器 60 から流出した低圧のガス冷媒は、冷媒間熱交換器 4 の低圧流路 42 から流出した冷媒と合流し、冷媒タンク 7 に流入する。その後、冷媒タンク 7 で分離されたガス冷媒が、圧縮機 1 に吸入され、再び圧縮機 1 で圧縮され吐出される。

【0097】

図 12 は、実施の形態 4 に係る冷凍サイクル装置 100 C の暖房運転時の冷媒の流れを説明する図である。図 12 では、見易さを考慮し、図 10 の冷媒回路図の一部の流路を省略して示している。図 12 の実線矢印は冷媒の流れを示す。また、暖房運転時において、制御装置 200 は、第 1 絞り装置 51 を全開とする。そのため、図 12 では、第 1 絞り装置 51 の図示を省略している。

40

【0098】

冷凍サイクル装置 100 C の圧縮機 1 が駆動されると、圧縮機 1 から高温高圧のガス冷媒が吐出される。圧縮機 1 から吐出された高温高圧のガス冷媒は、流路切替弁 2 を通って室内熱交換器 60 に流入する。室内熱交換器 60 は凝縮器として機能し、内部に流入した高温高圧のガス冷媒と、第 2 ファン 61 によって供給される空気との間で熱交換が行われる。室内熱交換器 60 で熱交換された冷媒は、凝縮されて高圧の液冷媒又は気液二相冷媒

50

になる。この熱交換により加熱された空気が空調対象空間に供給され、空調対象空間が暖房される。

【 0 0 9 9 】

室内熱交換器 6 0 から流出した高温高圧の液冷媒又は気液二相冷媒は、冷媒配管 5 0 5 及び第 3 逆止弁 9 3 を通って冷媒間熱交換器 4 の凝縮流体流路 4 1 に流入する。冷媒間熱交換器 4 の凝縮流体流路 4 1 を流れる冷媒は、冷媒間熱交換器 4 の低圧流路 4 2 を流れる冷媒と熱交換され、冷却されて液冷媒となり、冷媒間熱交換器 4 の凝縮流体流路 4 1 から流出する。

【 0 1 0 0 】

冷媒間熱交換器 4 の凝縮流体流路 4 1 から流出した液冷媒は、冷媒配管 5 0 1 を流れ、その一部が分岐配管 5 0 2 に分流される。冷媒配管 5 0 1 を流れる液冷媒は、光学センサ 8 を通過する。光学センサ 8 を通過した液冷媒は、分岐配管 5 0 6 及び第 4 逆止弁 9 4 を通って第 2 絞り装置 5 2 にて減圧され、低圧の気液二相状態となり、室外熱交換器 3 0 に流入する。

10

【 0 1 0 1 】

室外熱交換器 3 0 は蒸発器として機能し、室外熱交換器 3 0 内に流入した気液二相状態の冷媒と、第 1 ファン 3 1 によって供給される空気との間で熱交換が行われ、気液二相状態の冷媒のうち液冷媒が蒸発して低圧のガス冷媒になる。

【 0 1 0 2 】

一方、分岐配管 5 0 2 に分流された冷媒は、冷却用絞り装置 4 0 によって減圧され、中圧の液冷媒又は液主体の気液二相冷媒となり、冷媒間熱交換器 4 の低圧流路 4 2 に流入する。冷媒間熱交換器 4 の低圧流路 4 2 を流れる冷媒は、凝縮流体流路 4 1 を流れる冷媒と熱交換して気液二相冷媒又は低圧のガス冷媒となり、冷媒間熱交換器 4 の低圧流路 4 2 から流出する。冷媒間熱交換器 4 の低圧流路 4 2 から流出した低圧の気液二相冷媒又はガス冷媒は、冷媒配管 5 0 3 を流れ、室外熱交換器 3 0 から流出した低圧のガス冷媒と合流する。

20

【 0 1 0 3 】

室外熱交換器 3 0 から流出した低圧のガス冷媒は、冷媒間熱交換器 4 の低圧流路 4 2 から流出した冷媒と合流し、冷媒タンク 7 に流入する。その後、冷媒タンク 7 で分離されたガス冷媒が、圧縮機 1 に吸入され、再び圧縮機 1 で圧縮され吐出される。

30

【 0 1 0 4 】

以上のように、本実施の形態の冷凍サイクル装置 1 0 0 C においても、冷房運転時及び暖房運転時の両方において、凝縮器として機能する熱交換器と光学センサ 8 との間に、冷媒間熱交換器 4 が設けられている。そのため、実施の形態 1 と同様に、冷凍サイクル装置 1 0 0 C における作動流体の成分濃度の計測精度を向上させることができる。

【 0 1 0 5 】

なお、流路切替機構 9 は、4 つの逆止弁からなる構成に限定されない。流路切替機構 9 は、冷房運転と暖房運転の両方において、冷媒間熱交換器 4 の凝縮流体流路 4 1 の下流に光学センサ 8 が配置されるよう冷媒流路を切替えるものであればよく、例えば四方弁などで構成してもよい。

40

【 0 1 0 6 】

実施の形態 5 .

< 冷凍サイクル装置の構成 >

図 1 3 は、実施の形態 5 に係る冷凍サイクル装置 1 0 0 D の冷媒回路図である。本実施の形態の冷凍サイクル装置 1 0 0 D は、複数の空調対象空間の冷房及び暖房を行う空気調和装置である。

【 0 1 0 7 】

図 1 3 に示すように、実施の形態 5 の冷凍サイクル装置 1 0 0 D は、熱源ユニット 1 0 D と、中継ユニット 1 5 と、複数の負荷ユニット 2 1 D 及び 2 2 D とからなる。熱源ユニット 1 0 D、中継ユニット 1 5、及び複数の負荷ユニット 2 1 D 及び 2 2 D は、それぞれ

50

個別の筐体を有し、例えば室外と室内などの異なる場所に設置される。

【0108】

熱源ユニット10Dは、圧縮機1と、第1凝縮器3Bと、第1ファン31と、冷媒タンク7と、を備えている。中継ユニット15は、冷媒間熱交換器4と、冷却用絞り装置40と、光学センサ8と、制御装置200と、分岐部45と、第3絞り装置53と、を備えている。負荷ユニット21Dは、第1絞り装置51と、蒸発器6と、第2ファン61とを備えている。負荷ユニット22Dは、第2凝縮器3Cと、第4絞り装置54と、第1ファン31とを備えている。

【0109】

冷凍サイクル装置100Dの圧縮機1、冷媒間熱交換器4、冷却用絞り装置40、第1絞り装置51、蒸発器6、第2ファン61、冷媒タンク7、光学センサ8、及び制御装置200の構成及び機能は実施の形態1と同じである。第1凝縮器3B及び第2凝縮器3Cの構成及び機能は、実施の形態1の凝縮器3と同じである。

10

【0110】

分岐部45は、流入した冷媒を負荷ユニット21Dと負荷ユニット22Dとへ分岐する。分岐部45は、例えば気液分離器であり、気相を多く含む冷媒を負荷ユニット22Dの第2凝縮器3Cに流入させ、液相を多く含む冷媒を、負荷ユニット21Dの蒸発器6に流入させるように負荷ユニット21D及び22Dに接続される。

【0111】

第3絞り装置53は、分岐部45から流出した冷媒を膨張させて減圧する。第4絞り装置54は、第2凝縮器3Cから流出した冷媒を膨張させて減圧する。第3絞り装置53及び第4絞り装置54は、例えば開度を制御可能な電子膨張弁である。なお、第3絞り装置53及び第4絞り装置54は、電子膨張弁に限定されるものではなく、受圧部にダイヤフラムを採用した機械式膨張弁、又はキャピラリーチューブ等であってもよい。第3絞り装置53及び第4絞り装置54の開度は、制御装置200の運転制御部202によって制御される。

20

【0112】

<冷凍サイクル装置の動作>

次に、冷凍サイクル装置100Dの動作について、冷媒の流れとともに説明する。図13の実線矢印は冷媒の流れを示す。冷凍サイクル装置100Dの圧縮機1が駆動されると、圧縮機1から高温高圧のガス冷媒が吐出される。圧縮機1から吐出された高温高圧のガス冷媒は、第1凝縮器3Bに流入する。

30

【0113】

第1凝縮器3Bでは、第1凝縮器3Bの内部に流入した高温高圧のガス冷媒と、第1ファン31によって供給される空気との間で熱交換が行われる。第1凝縮器3Bで熱交換された冷媒は、凝縮して高温高圧の気液二相冷媒になる。

【0114】

第1凝縮器3Bから流出した高温高圧の気液二相冷媒は、分岐部45に流入する。分岐部45に流入した気液二相冷媒は、ガス冷媒と液冷媒に分離され、ガス冷媒が第2凝縮器3Cに流入する。第2凝縮器3Cでは、第2凝縮器3Cの内部に流入した高温高圧のガス冷媒と、第1ファン31によって供給される空気との間で熱交換が行われる。第2凝縮器3Cで熱交換された冷媒は、凝縮して高温高圧の液冷媒になる。この熱交換により加熱された空気が、負荷ユニット22Dが設けられた空調対象空間に供給され、空調対象空間が暖房される。

40

【0115】

第2凝縮器3Cから流出した高温高圧の液冷媒は、第4絞り装置54によって減圧され、冷媒間熱交換器4の凝縮流体流路41に流入する。冷媒間熱交換器4の凝縮流体流路41を流れる冷媒は、冷媒間熱交換器4の低压流路42を流れる冷媒と熱交換され、冷却されて液冷媒となり、冷媒間熱交換器4の凝縮流体流路41から流出する。

【0116】

50

冷媒間熱交換器 4 の凝縮流体流路 4 1 から流出した液冷媒は、分岐部 4 5 から流出し第 3 絞り装置 5 3 により減圧された液冷媒と合流して冷媒配管 5 0 1 を流れ、その一部が分岐配管 5 0 2 に分流される。冷媒配管 5 0 1 を流れる液冷媒は、光学センサ 8 を通過する。光学センサ 8 を通過した液冷媒は、第 1 絞り装置 5 1 にて減圧され、低圧の気液二相状態となり、蒸発器 6 に流入する。

【 0 1 1 7 】

蒸発器 6 では、蒸発器 6 内に流入した気液二相状態の冷媒と、第 2 ファン 6 1 によって供給される空気との間で熱交換が行われ、気液二相状態の冷媒のうち液冷媒が蒸発して低圧のガス冷媒になる。この熱交換により冷却された空気が、負荷ユニット 2 1 D が設けられた空調対象空間に供給され、空調対象空間が冷房される。

10

【 0 1 1 8 】

一方、分岐配管 5 0 2 に分流された冷媒は、冷却用絞り装置 4 0 によって減圧され、中圧の液冷媒又は液主体の気液二相冷媒となり、冷媒間熱交換器 4 の低圧流路 4 2 に流入する。冷媒間熱交換器 4 の低圧流路 4 2 を流れる冷媒は、凝縮流体流路 4 1 を流れる冷媒と熱交換して気液二相冷媒又は低圧のガス冷媒となり、冷媒間熱交換器 4 の低圧流路 4 2 から流出する。冷媒間熱交換器 4 の低圧流路 4 2 から流出した低圧の気液二相冷媒又はガス冷媒は、冷媒配管 5 0 3 を流れ、蒸発器 6 から流出した低圧のガス冷媒と合流する。

【 0 1 1 9 】

蒸発器 6 から流出した低圧のガス冷媒は、冷媒間熱交換器 4 の低圧流路 4 2 から流出した冷媒と合流し、冷媒タンク 7 に流入する。その後、冷媒タンク 7 で分離されたガス冷媒が、圧縮機 1 に吸入され、再び圧縮機 1 で圧縮され吐出される。冷凍サイクル装置 1 0 0 では、このサイクルが繰り返される。

20

【 0 1 2 0 】

本実施の形態の冷凍サイクル装置 1 0 0 D のように、光学センサ 8 を中継ユニット 1 5 に搭載した場合も、実施の形態 1 と同様に、冷凍サイクル装置 1 0 0 D における作動流体の成分濃度の計測精度を向上させることができる。すなわち、光学センサ 8 は、冷媒間熱交換器 4 の凝縮流体流路 4 1 の冷媒出口と第 1 絞り装置 5 1 との間に設けられていればよく、搭載されるユニットは限定されない。

【 0 1 2 1 】

また、冷凍サイクル装置 1 0 0 D のように構成することで、複数の熱負荷ユニットに搭載される熱交換器において、蒸発器と凝縮器とが混在する場合においても、蒸発器として動作する熱交換器に流れる作動流体の成分濃度を計測することが可能となる。

30

【 0 1 2 2 】

また、本実施の形態のように、冷凍サイクル装置 1 0 0 D が複数の凝縮器を備える場合においては、凝縮器の台数が 1 台の場合に比べて、余剰冷媒が発生し、圧縮機 1 の入口過熱度が小さくなる、又は気液二相化する。この場合も、凝縮器と第 1 絞り装置との間に光学センサ 8 を配置し、作動流体の成分濃度を計測して運転制御を行うことで品質と性能改善との両立を実現することができる。

【 0 1 2 3 】

なお、冷凍サイクル装置 1 0 0 D が備える光学センサ 8 及び冷媒間熱交換器 4 の数は 2 つ以上であってもよい。また、冷凍サイクル装置 1 0 0 D が備える負荷ユニット 2 1 D の数及び負荷ユニット 2 2 D の数は、図 1 3 の例に限定されず、複数であってもよい。

40

【 0 1 2 4 】

以上が実施の形態の説明であるが、本開示は、上記の実施の形態に限定されるものではなく、本開示の主旨を逸脱しない範囲で種々に変形又は組み合わせることが可能である。以下に、本開示の変形例について説明する。

【 0 1 2 5 】

変形例 1 .

図 1 4 は、変形例 1 に係る冷凍サイクル装置 1 0 0 E の冷媒回路図である。図 1 4 に示すように、冷媒間熱交換器 4 A の低圧流路 4 2 の冷媒入口が、蒸発器 6 の冷媒出口に接続

50

され、低圧流路 4 2 の冷媒出口が、冷媒配管 5 0 3 を介して冷媒タンク 7 に接続される構成としてもよい。この場合は、分岐配管 5 0 2 と冷却用絞り装置 4 0 を省略することができる。

【 0 1 2 6 】

本変形例のような構成とした場合も、光学センサ 8 が設けられた冷媒配管 5 0 1 を流れる冷媒を液状態とすることができ、実施の形態 1 と同様の効果を得ることができる。

【 0 1 2 7 】

変形例 2 .

図 1 5 は、変形例 2 に係る冷凍サイクル装置の光学センサ 8 の設置方向を示す模式図である。図 1 5 に示すように、本変形の光学センサ 8 は、照射器 8 1 から照射される光の方向と重力方向に垂直な面とのなす鋭角 θ_1 が 45° より小さくなるよう冷媒配管 5 0 1 に取り付けられる。より望ましくは、光学センサ 8 は、照射器 8 1 から照射される光の方向と重力方向に垂直な面とのなす鋭角 θ_1 が 30° より小さくなるよう冷媒配管 5 0 1 に取り付けられるとよい。

【 0 1 2 8 】

光学センサ 8 の照射器 8 1 から照射される光の方向と重力方向に垂直な面とのなす鋭角 θ_1 が 45° より大きく、照射される光の方向が重力方向に近づくと、照射面の作動流体が密度差に起因する分離をおこす。図 1 6 は、低流速時の作動流体の状態を説明する図である。冷媒配管 5 0 1 を流れる作動流体の速度が低い場合、図 1 6 に示すように冷媒配管 5 0 1 を流れる作動流体の成分の密度差が発生し、液液面 L が形成される。図 1 6 に示すように作動流体が偏ると、光線上の組成の線分比と流体の体積比とに乖離が起こる。図 1 6 の場合、作動流体のうち重い成分が多く検出される。これに対し、本変形例のように光学センサ 8 を設置することにより、密度差に起因する分離による透過光の検知精度の低下が抑制され、作動流体の成分濃度の計測精度が向上する。なお、図 1 5 では、冷媒配管 5 0 1 の延伸方向と重力方向とのなす鋭角が 45° より小さい場合が示されているが、冷媒配管 5 0 1 の延伸方向と重力方向とのなす鋭角は 45° より大きくてもよい。

【 0 1 2 9 】

変形例 3 .

図 1 7 は、変形例 3 に係る冷凍サイクル装置の光学センサ 8 の設置方向を示す模式図である。図 1 7 に示すように、本変形の光学センサ 8 が設置される冷媒配管 5 0 1 は、冷媒配管 5 0 1 の延伸方向と重力方向とのなす鋭角 θ_2 が 45° より小さくなるよう設置される。より望ましくは、光学センサ 8 が設置される冷媒配管 5 0 1 は、冷媒配管 5 0 1 の延伸方向と重力方向とのなす鋭角 θ_2 が 30° より小さくなるよう設置される。

【 0 1 3 0 】

本変形例の構成により、冷媒配管 5 0 1 における冷媒の流れ方向が重力方向となす角が小さくなることで、冷媒の流れの重力方向成分が大きくなる。これにより、冷媒の密度差に起因する分離を抑制し、流路断面方向の成分分布の対称性を確保することができる。その結果、透過光の検知精度の低下が抑制され、作動流体の成分濃度の計測精度が向上する。特に、冷媒の流速が低速の場合においても、透過光の検知精度及び成分濃度の計測精度が向上する。

【 0 1 3 1 】

変形例 4 .

図 1 8 は、変形例 4 に係る冷凍サイクル装置 1 0 0 F の冷媒回路図である。光学センサ 8 で計測される吸光度は、作動流体の温度又は圧力に対して感度が大きいことが試験等によりわかっている。そこで、図 1 8 に示すように、冷凍サイクル装置 1 0 0 F の冷媒配管 5 0 1 に温度センサ 8 0 1 及び圧力センサ 8 0 2 を設け、冷媒配管 5 0 1 を流れる作動流体の温度及び圧力を測定してもよい。そして、制御装置 2 0 0 の成分濃度計測部 2 0 1 において、測定した温度及び圧力と、予め設定された補正值を含むテーブルとを用いて、成分濃度を補正してもよい。温度センサ 8 0 1 及び圧力センサ 8 0 2 は、光学センサ 8 と同じユニット内に設置されることで、冷媒間熱交換器 4 の圧力損失、又はユニット間の冷媒

10

20

30

40

50

配管 5 0 1 の圧力損失の影響を排除できる。

【 0 1 3 2 】

また、冷凍サイクル装置 1 0 0 の作動流体として非共沸冷媒が用いられる場合、作動流体の循環組成比は、据付の際の冷媒充填時の冷媒漏れ、又は運転に応じて変化する冷媒タンク 7 の冷媒保持量によって、大きく変化する。冷凍サイクル装置 1 0 0 の適正な制御を実現するため、作動流体の組成比を予測し、圧縮機 1 の周波数又は第 1 絞り装置 5 1 の開度を制御してもよい。この場合、作動流体に含まれる成分の吸光度、温度及び圧力に基づいて予め学習されたモデルを制御装置 2 0 0 の記憶部 2 0 3 に記憶する。そして、制御装置 2 0 0 は、光学センサ 8、温度センサ 8 0 1、及び圧力センサ 8 0 2 で測定される吸光度、冷媒温度及び冷媒圧力を入力として、学習モデルを用いて作動流体の循環組成比を出力してもよい。

10

【 0 1 3 3 】

この場合、制御装置 2 0 0 は、圧力センサ 8 0 2 で測定される冷媒圧力が学習モデルの学習範囲よりも高く、成分濃度の計測精度が低下する場合、第 2 絞り装置 5 2 開度を減少させる。また、制御装置 2 0 0 は、圧力センサ 8 0 2 で測定される冷媒圧力が学習モデルの学習範囲よりも低く、成分濃度の計測精度が低下する場合、第 2 絞り装置 5 2 の開度を大きくする。これにより、成分濃度の計測精度が向上する。上記の第 2 絞り装置 5 2 の開度変更の判断に用いられる閾値は、学習モデルの圧力範囲により設定される設計値である。

【 0 1 3 4 】

変形例 5 .

20

図 1 9 は、変形例 5 に係る冷凍サイクル装置 1 0 0 G の冷媒回路図である。変形例 5 の冷凍サイクル装置 1 0 0 G は、熱源ユニット 1 0 G と、負荷ユニット 2 1 G 及び負荷ユニット 2 2 G とを備えている。熱源ユニット 1 0 G は、圧縮機 1 と、流路切替弁 2 と、室外熱交換器 3 0 と、第 1 ファン 3 1 と、第 1 絞り装置 5 1 と、冷媒間熱交換器 4 と、冷却用絞り装置 4 0 と、光学センサ 8 と、冷媒タンク 7 と、制御装置 2 0 0 とを備えている。負荷ユニット 2 1 G 及び負荷ユニット 2 2 G は、それぞれ室内熱交換器 6 0 G と、第 2 ファン 6 1 とを備えている。

【 0 1 3 5 】

本変形例の冷凍サイクル装置 1 0 0 G のように、冷房運転と暖房運転とを切り替え可能な場合であって、複数の負荷ユニットを備えている場合、冷房運転と暖房運転のうち、凝縮器の台数が増える運転において、凝縮器と凝縮器の下流に設けられる絞り装置との間に光学センサ 8 を備える構成とすればよい。

30

【 0 1 3 6 】

図 1 9 の構成においては、暖房運転において凝縮器として機能する熱交換器は、室内熱交換器 6 0 G の 2 台であり、冷房運転時に凝縮器として機能する熱交換器は、室外熱交換器 3 0 の 1 台である。すなわち、暖房運転時の凝縮器の台数が冷房運転時の凝縮器の台数より多くなる。そのため、暖房運転時に凝縮器である室内熱交換器 6 0 G の下流に設けられた第 1 絞り装置 5 1 と、室内熱交換器 6 0 G との間に冷媒間熱交換器 4 が設けられ、冷媒間熱交換器 4 の下流に光学センサ 8 を設けられている。なお、冷媒間熱交換器 4 と凝縮器との間に別の絞り装置を設けていても効果に支障はない。

40

【 0 1 3 7 】

凝縮器の台数が増える運転は、凝縮器の台数が少なくなる運転に対して、余剰冷媒が発生し、圧縮機 1 の入口過熱度が小さくなるか、又は冷媒が気液二相化しやすい。冷房運転と暖房運転を切り替え可能である冷凍サイクル装置 1 0 0 G は、一般に必要な冷媒量が多くなる運転で冷媒量を設計する。図 1 9 に示すように、一つの熱源ユニットと複数の負荷ユニットを接続する装置において、蒸発器の台数が増える冷房運転において、熱源ユニットと熱負荷ユニットを接続する冷媒が液冷媒となり必要冷媒量が多くなる。そのため、冷媒量は冷房運転を基準に設計し、凝縮器の台数が増える暖房運転においては余剰冷媒が発生し冷媒タンク 7 等に溜められる。このとき冷媒タンク 7 に冷凍機油又は非共沸混合冷媒の高沸点成分が多く溜められ、冷媒タンク 7 外の回路に流れる冷媒中の冷凍機油又は

50

冷媒組成が不明となり性能低下又は故障につながりやすい。そこで、本変形例のように凝縮器の台数が多くなる運転において課題が大きいため、凝縮器の台数が多くなる運転において光学センサ 8 が設けられた冷媒配管 5 0 1 を流れる作動流体が確実に液状態（単相状態）とすることで、本開示を適用する効果が大きくなる。

【 0 1 3 8 】

変形例 6 .

図 2 0 は、変形例 6 に係る冷凍サイクル装置 1 0 0 H の冷媒回路図である。変形例 6 は、実施の形態 5 の変形例である。図 2 0 に示すように、冷凍サイクル装置 1 0 0 H は、実施の形態 5 の冷凍サイクル装置 1 0 0 D から、分岐部 4 5 と、第 3 絞り装置 5 3 と、第 4 絞り装置 5 4 とを省略したものである。この場合も、実施の形態 5 と同様の効果を得ることができる。

10

【 0 1 3 9 】

その他の変形例として、上記実施の形態では、制御装置 2 0 0 が成分濃度計測部を備える構成としたが、光学センサ 8 が制御装置を備え、成分濃度計測部を備えてもよい。この場合は、光学センサ 8 において、検知した透過光から作動流体の成分濃度が計測され、計測された成分濃度が制御装置 2 0 0 の運転制御部 2 0 2 に送信される。

【 0 1 4 0 】

また、各実施の形態と、各変形例とはそれぞれ任意に組み合わせが可能である。例えば、実施の形態 2、実施の形態 5、変形例 5 又は変形例 6 の構成において、実施の形態 3 の第 2 絞り装置 5 2 を備えてもよい。実施の形態 1 ~ 5、変形例 5 又は変形例 6 において、変形例 4 の学習モデルを用いて作動流体の循環組成比の出力等を行ってもよい。

20

【 符号の説明 】

【 0 1 4 1 】

1 圧縮機、2 流路切替弁、3、3 A 凝縮器、3 B 第 1 凝縮器、3 C 第 2 凝縮器、4、4 A 冷媒間熱交換器、6 蒸発器、7 冷媒タンク、8 光学センサ、9 流路切替機構、1 0、1 0 A、1 0 B、1 0 C、1 0 D、1 0 G 熱源ユニット、1 5 中継ユニット、2 0、2 0 A、2 0 C、2 1 D、2 1 G、2 2 D、2 2 G 負荷ユニット、3 0 室外熱交換器、3 1 第 1 ファン、3 2 ポンプ、4 0 冷却用絞り装置、4 1 凝縮流体流路、4 2 低圧流路、4 5 分岐部、5 1 第 1 絞り装置、5 2 第 2 絞り装置、5 3 第 3 絞り装置、5 4 第 4 絞り装置、6 0、6 0 G 室内熱交換器、6 1 第 2 ファン、8 0 筐体、8 1 照射器、8 2 検知器、8 3 窓板、9 1 第 1 逆止弁、9 2 第 2 逆止弁、9 3 第 3 逆止弁、9 4 第 4 逆止弁、1 0 0、1 0 0 A、1 0 0 B、1 0 0 C、1 0 0 D、1 0 0 E、1 0 0 F、1 0 0 G、1 0 0 H 冷凍サイクル装置、2 0 0 制御装置、2 0 1 成分濃度計測部、2 0 2 運転制御部、2 0 3 記憶部、3 0 0 水回路、5 0 1、5 0 3、5 0 4、5 0 5、冷媒配管、5 0 1 a 開口、5 0 2、5 0 6 分岐配管、8 0 1 温度センサ、8 0 2 圧力センサ。

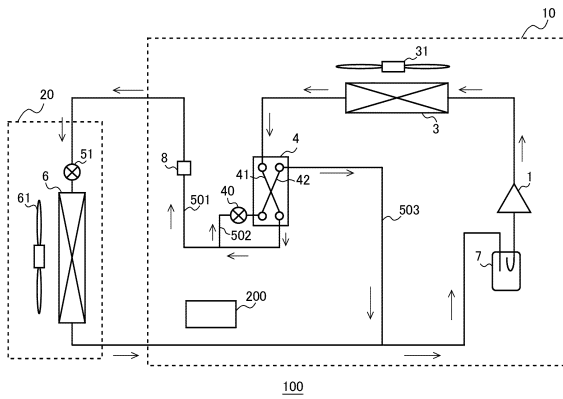
30

40

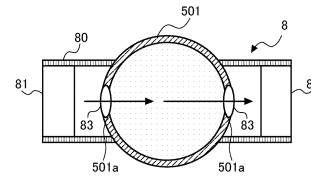
50

【図面】

【図 1】

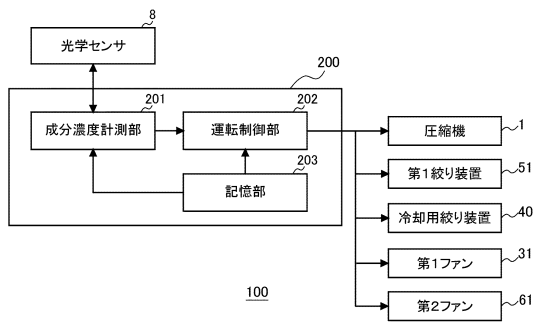


【図 2】

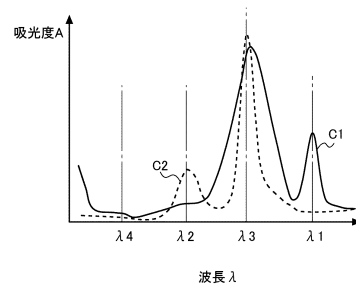


10

【図 3】

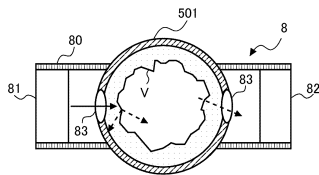


【図 4】

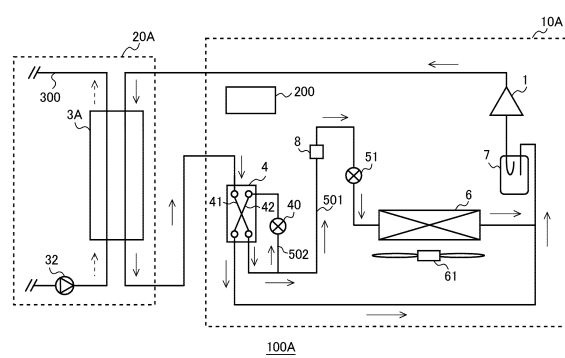


20

【図 5】



【図 6】

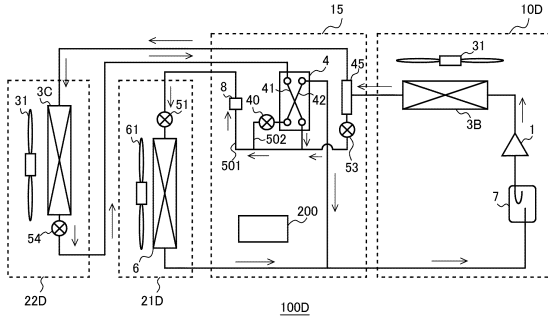


30

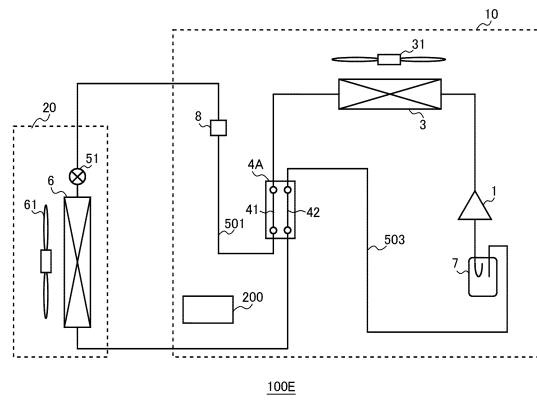
40

50

【図 1 3】

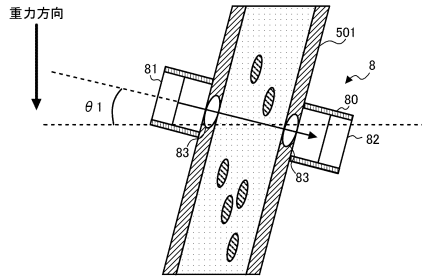


【図 1 4】

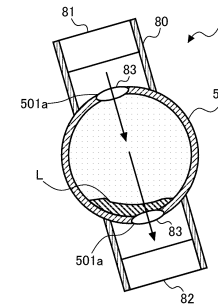


10

【図 1 5】

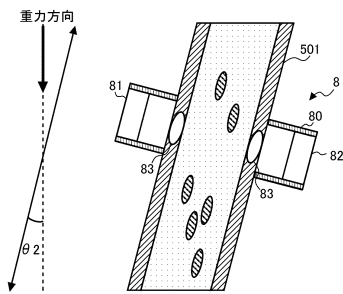


【図 1 6】

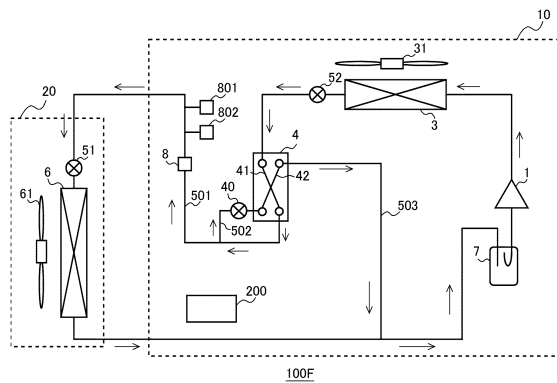


20

【図 1 7】



【図 1 8】

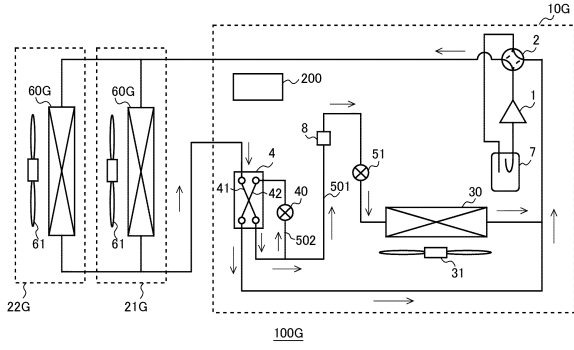


30

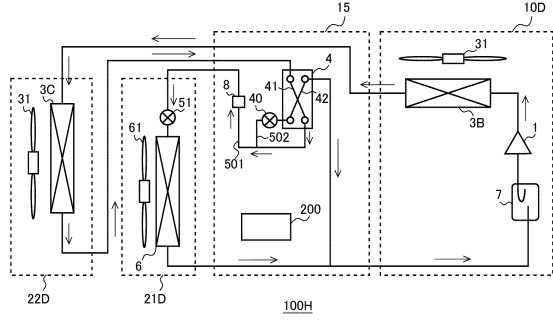
40

50

【 図 19 】



【 図 20 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

F 2 5 B	1/00	3 6 1 D
F 2 5 B	1/00	3 7 1 A
F 2 5 B	1/00	3 0 4 G

(56)参考文献

実開平 0 4 - 0 9 5 2 6 9 (J P , U)
特開平 0 9 - 1 9 6 4 8 0 (J P , A)
実開昭 6 0 - 1 4 4 0 6 0 (J P , U)
特開平 0 7 - 3 3 2 8 1 4 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 5 / 1 9 8 4 7 5 (W O , A 1)
実開平 0 4 - 0 8 5 0 8 3 (J P , U)
実開平 0 4 - 0 2 0 9 7 1 (J P , U)
特開平 0 4 - 2 5 1 1 7 4 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

F 2 5 B 1 / 0 0
F 2 5 B 1 3 / 0 0
F 2 5 B 4 9 / 0 2