

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7183381号
(P7183381)

(45)発行日 令和4年12月5日(2022.12.5)

(24)登録日 令和4年11月25日(2022.11.25)

(51)国際特許分類

F I

F 2 5 B 1/00 (2006.01)

F 2 5 B 1/00 3 3 1 E

F 2 5 B 1/00 3 1 1 C

F 2 5 B 1/00 3 7 1 B

F 2 5 B 1/00 3 7 1 F

請求項の数 3 (全18頁)

(21)出願番号 特願2021-503328(P2021-503328)

(86)(22)出願日 平成31年3月6日(2019.3.6)

(86)国際出願番号 PCT/JP2019/008810

(87)国際公開番号 WO2020/179005

(87)国際公開日 令和2年9月10日(2020.9.10)

審査請求日 令和3年3月18日(2021.3.18)

(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 葛西 浩平

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

審査官 安島 智也

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】

インジェクションポートを有し、圧縮した冷媒を吐出する圧縮機と、

空気と前記冷媒とを熱交換させる空気熱交換器と、

第1膨張弁と、

水と前記冷媒とを熱交換させる水熱交換器と、

前記圧縮機の前記冷媒の吐出側に設けられ、前記圧縮機から吐出された前記冷媒を前記水熱交換器に流入させる第1状態と、前記圧縮機から吐出された前記冷媒を前記空気熱交換器に流入させる第2状態と、に切り替えられる流路切替装置と、

前記水熱交換器と前記第1膨張弁とを接続する冷媒配管にある分岐部から分岐し、前記インジェクションポートに接続されるインジェクション配管と、

前記インジェクション配管に設けられた第2膨張弁と、

前記水熱交換器と前記分岐部との間を流れる前記冷媒と、前記インジェクション配管において前記第2膨張弁を流出した前記冷媒とを熱交換させる内部熱交換器と、

前記空気熱交換器及び前記内部熱交換器を収容する室外機と、

前記水熱交換器を収容する室内機と、

前記水熱交換器と前記内部熱交換器とを接続する冷媒配管の一部であって、前記室外機と前記室内機とを接続する延長配管と、

前記圧縮機から吐出される前記冷媒の温度を検出する温度センサと、

前記圧縮機から吐出される前記冷媒の圧力を検出する圧力センサと、

10

20

前記流路切替装置が前記第 1 状態で運転されているときに、前記温度センサの検出値及び前記圧力センサの検出値に基づいて、前記第 2 膨張弁の開度を制御する制御装置と、前記水熱交換器から流出する水の温度を検出する水温センサと、を備え、

前記分岐部は、前記流路切替装置が前記第 1 状態で運転されているときの前記冷媒の流れ方向において、前記内部熱交換器の下流側かつ前記第 1 膨張弁の上流側に設けられており、

前記制御装置は、

前記温度センサの検出値及び前記圧力センサの検出値から得られる吐出過熱度が、目標吐出過熱度に近づくように、前記第 2 膨張弁の開度を制御し、

前記水温センサの検出値と、前記水熱交換器から流出する水の温度の目標値との差が第 1 閾値以上であれば、前記目標吐出過熱度の値を低下させ、前記差が前記第 1 閾値未満であれば、前記目標吐出過熱度の値を上昇させる

冷凍サイクル装置。

【請求項 2】

前記制御装置は、前記圧力センサの検出値の値が大きいほど、前記目標吐出過熱度の値を大きい値とする

請求項 1 記載の冷凍サイクル装置。

【請求項 3】

前記制御装置は、

前記流路切替装置が前記第 1 状態にあって、前記水熱交換器が前記冷媒の凝縮器として機能する暖房運転のときの前記第 2 膨張弁の開度を、前記流路切替装置が前記第 2 状態にあって、前記空気熱交換器が前記冷媒の凝縮器として機能する除霜運転のときの前記第 2 膨張弁の開度よりも、小さい値に制御する

請求項 1 又は 2 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、水熱交換器を備えた冷凍サイクル装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、冷凍サイクル回路を循環する冷媒と水とを熱交換させる水熱交換器を備えた冷凍サイクル装置が知られている。例えば特許文献 1 には、圧縮機と、四方弁と、水熱交換器と、第 1 の減圧装置と、空気熱交換器とが配管で接続された冷凍サイクル回路が開示されている。この特許文献 1 の冷凍サイクル回路には、水熱交換器と第 1 の減圧装置との間に第 1 の内部熱交換器としての中圧レシーバが設けられている。そして、中圧レシーバにおいて、水熱交換器と第 1 の減圧装置との間を流れる冷媒と、空気熱交換器と圧縮機との間を流れる冷媒とが熱交換される。また、中圧レシーバと第 1 の減圧装置との間から分岐し、第 2 の減圧装置を介して圧縮機に冷媒をインジェクションするインジェクション回路が設けられている。さらに、中圧レシーバと第 1 の減圧装置との間を流れる冷媒と、インジェクション回路において第 2 の減圧装置と圧縮機との間を流れる冷媒を熱交換させる、第 2 の内部熱交換器が設けられている。このように特許文献 1 では、第 1 の内部熱交換器としての中圧レシーバに流入した気液二相冷媒を、圧縮機の吸入側の冷媒と熱交換させることで、液冷媒としている。そして、この液冷媒をインジェクション回路に分岐させている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特許第 5042058 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

10

20

30

40

50

特許文献 1 では、中圧レシーバによって液化された冷媒をインジェクション回路に流入させているため、第 2 減圧装置を構成する電子膨張弁の開度を調整することで、圧縮機のインジェクションポートに流入させる冷媒量を安定的に制御することができる。しかし、冷凍サイクル装置の構造の簡易化のため、中圧レシーバを用いることなく、圧縮機のインジェクションポートに流入させる冷媒量の制御を安定的に行える冷凍サイクル装置が望まれていた。

【0005】

本発明は、上記のような課題を背景としたものであり、中圧レシーバを用いることなく、圧縮機のインジェクションポートに流入させる冷媒量の制御の安定性を向上させることのできる冷凍サイクル装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る冷凍サイクル装置は、インジェクションポートを有し、圧縮した冷媒を吐出する圧縮機と、空気と前記冷媒とを熱交換させる空気熱交換器と、第 1 膨張弁と、水と前記冷媒とを熱交換させる水熱交換器と、前記圧縮機の前記冷媒の吐出側に設けられ、前記圧縮機から吐出された前記冷媒を前記水熱交換器に流入させる第 1 状態と、前記圧縮機から吐出された前記冷媒を前記空気熱交換器に流入させる第 2 状態と、に切り替えられる流路切替装置と、前記水熱交換器と前記第 1 膨張弁とを接続する冷媒配管にある分岐部から分岐し、前記インジェクションポートに接続されるインジェクション配管と、前記インジェクション配管に設けられた第 2 膨張弁と、前記水熱交換器と前記分岐部との間を流れる前記冷媒と、前記インジェクション配管において前記第 2 膨張弁を流出した前記冷媒とを熱交換させる内部熱交換器と、前記空気熱交換器及び前記内部熱交換器を収容する室外機と、前記水熱交換器を収容する室内機と、前記水熱交換器と前記内部熱交換器とを接続する冷媒配管の一部であって、前記室外機と前記室内機とを接続する延長配管と、前記圧縮機から吐出される前記冷媒の温度を検出する温度センサと、前記圧縮機から吐出される前記冷媒の圧力を検出する圧力センサと、前記流路切替装置が前記第 1 状態で運転されているときに、前記温度センサの検出値及び前記圧力センサの検出値に基づいて、前記第 2 膨張弁の開度を制御する制御装置と、前記水熱交換器から流出する水の温度を検出する水温センサと、を備え、前記分岐部は、前記流路切替装置が前記第 1 状態で運転されているときの前記冷媒の流れ方向において、前記内部熱交換器の下流側かつ前記第 1 膨張弁の上流側に設けられており、前記制御装置は、前記温度センサの検出値及び前記圧力センサの検出値から得られる吐出過熱度が、目標吐出過熱度に近づくように、前記第 2 膨張弁の開度を制御し、前記水温センサの検出値と、前記水熱交換器から流出する水の温度の目標値との差が第 1 閾値以上であれば、前記目標吐出過熱度の値を低下させ、前記差が前記第 1 閾値未満であれば、前記目標吐出過熱度の値を上昇させるものである。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、圧縮機から吐出された冷媒を水熱交換器に流入させる運転状態での冷媒の流れ方向において、内部熱交換器の下流側から分岐させた冷媒をインジェクション配管に流入させている。すなわち、水熱交換器から第 1 膨張弁に向かって内部熱交換器を流れる冷媒は、インジェクション配管の第 2 膨張弁で減圧された冷媒と熱交換されて液化し、この液化した冷媒が、インジェクション配管に流入する。インジェクション配管に液冷媒を流入させることができるため、圧縮機のインジェクションポートへ流入させる冷媒量を、第 2 膨張弁を用いて安定的に制御することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】実施の形態 1 に係る冷凍サイクル装置 100 の構成図である。

【図 2】実施の形態 1 に係る冷凍サイクル装置 100 の運転制御を説明するフローチャートである。

【図 3】比較例に係る冷凍サイクル装置 100R の構成図である。

【図４】比較例に係る冷凍サイクル装置１００Ｒの暖房運転時のモリエル線図である。

【図５】比較例に係る冷凍サイクル装置１００Ｒの、冷媒量が不足した状態での暖房運転時のモリエル線図である。

【図６】実施の形態１に係る冷凍サイクル装置１００の暖房運転時の冷媒の状態を説明するモリエル線図である。

【図７】実施の形態１に係る冷凍サイクル装置１００の、冷媒量が不足した状態での暖房運転時の冷媒の状態を説明するモリエル線図である。

【図８】実施の形態１に係る冷凍サイクル装置１００の、延長配管９、１０が長い場合の暖房運転時の冷媒の状態を説明するモリエル線図である。

【図９】実施の形態２に係る冷凍サイクル装置１００の構成図である。

10

【図１０】実施の形態２に係る目標吐出過熱度SHdmの調整制御を説明するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【０００９】

以下、本発明に係る冷凍サイクル装置を、空気調和装置に適用した実施の形態を説明する。本発明は、以下の実施の形態に限定されるものではなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲で種々に変形することが可能である。また、本発明は、以下の各実施の形態に示す構成のうち、組合せ可能な構成のあらゆる組合せを含むものである。また、各図において、同一の符号を付したものは、同一の又は相当するものであり、これは明細書の全文において共通している。なお、各図面では、各構成部材の相対的な寸法関係又は形状等が実際のものとは異なる場合がある。

20

【００１０】

実施の形態１．

図１は、実施の形態１に係る冷凍サイクル装置１００の構成図である。冷凍サイクル装置１００は、圧縮機１と、流路切替装置２と、空気熱交換器３と、第１膨張弁６と、内部熱交換器５と、水熱交換器４とを備え、これらが冷媒配管７で接続されている。圧縮機１は、インジェクションポート１６を有する。インジェクションポート１６には、内部熱交換器５と第１膨張弁６との間にある分岐部１５から分岐したインジェクション配管１７が接続されている。インジェクション配管１７には、第２膨張弁１８が設けられている。また、冷凍サイクル装置１００は、圧縮機１、流路切替装置２、第１膨張弁６及び第２膨張弁１８を制御する制御装置２４と、温度センサ２１と、圧力センサ２２とを有する。

30

【００１１】

水熱交換器４は、室内機１０２に收容されて空調対象空間に設置される。圧縮機１、流路切替装置２、空気熱交換器３、第１膨張弁６及び内部熱交換器５は、室外機１０１に收容される。冷凍サイクル装置１００において冷媒が流れる配管の全体を、冷媒配管７と総称する。冷媒配管７のうち、水熱交換器４と第１膨張弁６とを接続するものを、第１冷媒配管８と区別して称する。室内などの空調対象空間に設置される水熱交換器４を有する室内機１０２と、室外機１０１とは、離れた場所に設置される場合がある。冷媒配管７のうち、室内機１０２と室外機１０１との間を接続する配管を、延長配管９及び延長配管１０と称する。延長配管９は、冷媒配管７のうち、流路切替装置２と水熱交換器４とを接続する配管の一部である。延長配管１０は、冷媒配管７のうち、水熱交換器４と内部熱交換器５とを接続する配管の一部である。延長配管９は、継手１１を介して室内機１０２に接続され、継手１２を介して室外機１０１に接続される。延長配管１０は、継手１３を介して室内機１０２に接続され、継手１４を介して室外機１０１に接続される。

40

【００１２】

圧縮機１は、制御装置２４から出力される駆動周波数の信号によって回転速度が制御され、吸入した冷媒を圧縮して吐出する。圧縮機１は、圧縮室内に通じるインジェクションポート１６を有している。

【００１３】

流路切替装置２は、複数の弁を組み合わせで構成された装置であり、複数の弁の開閉状

50

態によって、冷媒が流れる方向を切り替える。流路切替装置 2 は、圧縮機 1 から吐出された冷媒を水熱交換器 4 に流入させる第 1 状態と、圧縮機 1 から吐出された冷媒を空気熱交換器 3 に流入させる第 2 状態と、に切り替えられる。流路切替装置 2 が第 1 状態にあるとき、空気熱交換器 3 から流出した冷媒が圧縮機 1 に吸入される流路が形成される。流路切替装置 2 が第 2 状態にあるとき、水熱交換器 4 から流出した冷媒が圧縮機 1 に吸入される流路が形成される。図 1 では、第 1 状態のときの冷媒の流れを実線矢印で示し、第 2 状態のときの冷媒の流れを破線矢印で示している。

【0014】

空気熱交換器 3 は、冷媒と空気とを熱交換させる。空気熱交換器 3 の近傍に設けられた送風機から、空気熱交換器 3 に対して空気が送られる。空気熱交換器 3 は、流路切替装置 2 が第 1 状態にあるときは冷媒の蒸発器として機能し、流路切替装置 2 が第 2 状態にあるときには冷媒の凝縮器として機能する。

10

【0015】

第 1 膨張弁 6 は、冷媒を膨張させて減圧する。第 1 膨張弁 6 は、弁開度が調節可能である。第 1 膨張弁 6 は、例えば電子制御式膨張弁である。

【0016】

水熱交換器 4 は、水配管 30 を流れる水と冷媒とを熱交換させる。水配管 30 は、例えば床暖房などの間接式の空調に利用される水が流れる配管である。本実施の形態の水熱交換器 4 は、間接式の空調に温熱又は冷熱を供給する熱源として機能する。水熱交換器 4 は、流路切替装置 2 が第 1 状態にあるときには冷媒の凝縮器として機能し、流路切替装置 2 が第 2 状態にあるときには冷媒の蒸発器として機能する。

20

【0017】

内部熱交換器 5 は、第 1 冷媒配管 8 を流れる冷媒と、インジェクション配管 17 において第 2 膨張弁 18 の下流側を流れる冷媒とを熱交換させる。

【0018】

インジェクション配管 17 は、第 1 冷媒配管 8 のうち、内部熱交換器 5 と第 1 膨張弁 6 との間にある分岐部 15 から分岐した配管である。インジェクション配管 17 は、圧縮機 1 のインジェクションポート 16 に接続される。分岐部 15 は、流路切替装置 2 が第 1 状態にあるとき、すなわち水熱交換器 4 が冷媒の凝縮器として機能する運転状態において、内部熱交換器 5 よりも下流側かつ第 1 膨張弁 6 よりも上流側に位置している。流路切替装置 2 が第 2 状態にあるとき、すなわち空気熱交換器 3 が冷媒の凝縮器として機能する運転状態においては、第 1 膨張弁 6 の下流側かつ内部熱交換器 5 の上流側に、分岐部 15 が位置する。

30

【0019】

第 2 膨張弁 18 は、冷媒を膨張させて減圧する。第 2 膨張弁 18 は、弁開度が調節可能である。第 2 膨張弁 18 は、例えば電子制御式膨張弁である。第 2 膨張弁 18 は、インジェクション配管 17 において、内部熱交換器 5 よりも冷媒の流れ方向の上流側、すなわち内部熱交換器 5 と分岐部 15 との間に設けられている。

【0020】

温度センサ 21 は、圧縮機 1 の吐出側の冷媒配管 7 に設けられ、圧縮機 1 から吐出される冷媒の温度を検出する。

40

【0021】

圧力センサ 22 は、圧縮機 1 の吐出側の冷媒配管 7 に設けられ、圧縮機 1 から吐出される冷媒の圧力を検出する。

【0022】

制御装置 24 は、圧縮機 1 の駆動周波数、第 1 膨張弁 6 の開度、及び第 2 膨張弁 18 の開度を制御する。制御装置 24 は、専用のハードウェア、又は、プログラム及び制御データを記憶するメモリ並びにプログラムを実行する CPU (Central Processing Unit) を有するマイクロコンピュータで構成される。制御装置 24 が専用のハードウェアである場合、制御装置 24 は、例えば、単回路、複合回路、ASIC (Application Specific I

50

ntegrated Circuit)、FPGA(Field-Programmable Gate Array)、又はこれらを組み合わせたものが該当する。制御装置24が実現する各機能部のそれぞれを、個別のハードウェアで実現してもよいし、各機能部を一つのハードウェアで実現してもよい。

【0023】

制御装置24には、温度センサ21の検出値と、圧力センサ22の検出値とが入力される。制御装置24は、圧力センサ22が検出した圧縮機1の吐出冷媒の圧力に基づいて、冷媒の高圧圧力飽和温度を得る。そして、高圧圧力飽和温度と、温度センサ21が検出した圧縮機1の吐出冷媒の温度との差により算出される、冷媒の吐出過熱度SHdを得る。制御装置24は、吐出過熱度SHdに基づいて、第2膨張弁18の開度を制御する。

【0024】

次に、冷凍サイクル装置100の動作の概要を説明する。冷凍サイクル装置100は、暖房運転と除霜運転とを行う。さらに好ましくは、冷凍サイクル装置100は、冷房運転を行う。

【0025】

<暖房運転>

暖房運転時の冷媒の流れは、図1において実線矢印で示されている。流路切替装置2は、暖房運転時には、第1状態に切り替えられている。以下、圧縮機1に冷媒がインジェクションされる場合の動作を説明する。

【0026】

圧縮機1から吐出された高温高圧のガス冷媒は、流路切替装置2及び延長配管9を経て、水熱交換器4の冷媒流路に流入する。暖房運転時には、水熱交換器4は凝縮器として機能する。すなわち、水熱交換器4では、冷媒流路を流れる冷媒と水配管30を流れる水との熱交換が行われ、冷媒の凝縮熱が水に放熱される。これにより、水熱交換器4の冷媒流路を流れる冷媒は、凝縮して高圧の液冷媒となる。また、水熱交換器4の水流路を流れる水は、冷媒からの放熱によって加熱される。

【0027】

水熱交換器4で凝縮した高圧の冷媒は、延長配管10を経て内部熱交換器5に流入する。ここで、暖房運転時の冷媒の流れ方向において内部熱交換器5の下流側に位置する、第1冷媒配管8の分岐部15からは、インジェクション配管17が分岐している。インジェクション配管17に流入した冷媒は、第2膨張弁18によって減圧されて、気液二相冷媒となって内部熱交換器5に流入する。内部熱交換器5において、第1冷媒配管8を分岐部15に向かって流れる冷媒は、第2膨張弁18にて減圧された気液二相冷媒と熱交換して、過冷却されて液状態となる。すなわち、水熱交換器4を出て内部熱交換器5に流入した第1冷媒配管8を流れる冷媒は、内部熱交換器5において第2膨張弁18にて減圧された冷媒と熱交換することで液状態となり、液状態の冷媒がインジェクション配管17に流入する。

【0028】

液状態の冷媒をインジェクション配管17の第2膨張弁18に流入させることができるため、第2膨張弁18から吐出される冷媒量を安定的に制御することができる。例えば、インジェクション配管17から第2膨張弁18に流入する冷媒が気液二相状態である場合、気相と液相との割合によって、第2膨張弁18から吐出される冷媒量が変動しうる。しかし、本実施の形態によれば、液状態の冷媒が第2膨張弁18に流入するため、第2膨張弁18の開度に応じた所期の冷媒量を、第2膨張弁18から吐出させることができる。

【0029】

第2膨張弁18から吐出された気液二相の冷媒は、内部熱交換器5で冷媒と熱交換することで乾き度が上昇する。インジェクション配管17を流れ内部熱交換器5を流出した気液二相の冷媒は、インジェクションポート16から圧縮機1の圧縮室に流入する。圧縮機1は、インジェクションポート16から流入する二相冷媒によって冷却されるが、インジェクションされる冷媒は乾き度の高い冷媒であるため、圧縮機1の吐出温度の過度な低下を抑制しつつ、水熱交換器4を循環する冷媒量を増加させることができる。これにより、

10

20

30

40

50

高い暖房能力を得ることができる。

【0030】

第1冷媒配管8においてインジェクション配管17に流入することなく第1膨張弁6に向かって流れた冷媒は、第1膨張弁6によって減圧されて低圧の二相冷媒となり、空気熱交換器3に流入する。暖房運転時には、空気熱交換器3は蒸発器として機能する。空気熱交換器3内を流通する冷媒は、空気熱交換器3の周囲の空気と熱交換し、冷媒の蒸発熱が空気から吸熱される。これにより、空気熱交換器3に流入した冷媒は、蒸発して低圧のガス冷媒となる。低圧のガス冷媒は、流路切替装置2を経由して、圧縮機1に吸入される。

【0031】

圧縮機1に吸入された冷媒は、インジェクションポート16から流入した冷媒と合流し、圧縮されて高温高圧のガス冷媒となる。暖房運転では、以上のサイクルが連続的に繰り返される。

【0032】

例えば、 -15°C 程度の低外気温度の環境下で、目標水温 50°C 程度の高負荷暖房運転を行う場合、圧縮機1から吐出される冷媒の温度は高くなる。吐出冷媒の温度が高くなって例えば 120°C を超えると、圧縮機1及びその周辺の部材を構成する樹脂部品及び金属部品の強度低下を招きうる。このような事象を回避して冷凍サイクル装置100の信頼性を確保するため、乾き度が1未満の冷媒を圧縮機1の吸入側へ戻すのが好ましい。本実施の形態では、内部熱交換器5において、インジェクション配管17の第2膨張弁18で減圧された冷媒によって、空気熱交換器3に向かって第1冷媒配管8を流れる冷媒が、過冷却される。すなわち、過冷却された冷媒が蒸発器として機能する空気熱交換器3に供給される。このため、蒸発器として機能する空気熱交換器3の温度効率を改善することができる。圧縮機1に冷媒がインジェクションされることで、圧縮機1の冷媒の吐出温度の過度な上昇が抑制され、乾き度が1前後の冷媒を、圧縮機1の吸入側へ戻すことが可能となる。

【0033】

<除霜運転>

暖房運転時に蒸発器として機能する空気熱交換器3の表面には、霜が付着しうる。特に、空気熱交換器3が室外に配置される場合、外気温度が低いと空気熱交換器3に霜が付着しやすい。空気熱交換器3に霜が付着すると、暖房能力の低下及び成績係数の低下を招く。このような事象を回避すべく、空気熱交換器3の表面に付着した霜を溶かすための運転が、除霜運転である。除霜運転時の冷媒の流れは、図1において破線矢印で示されている。除霜運転時には、流路切替装置2が第2状態に切り替えられて、いわゆるリバースサイクルでの運転が行われる。以下、圧縮機1に冷媒がインジェクションされる場合の動作を説明する。

【0034】

圧縮機1から吐出された高温高圧のガス冷媒は、流路切替装置2を経て、空気熱交換器3に流入する。除霜運転時には、空気熱交換器3は凝縮器として機能する。すなわち、空気熱交換器3では、内部を流通する冷媒の凝縮熱が、空気熱交換器3の表面に付着した霜に放熱される。これにより、空気熱交換器3の内部を流通する冷媒は、凝縮して高圧の液冷媒となる。また、空気熱交換器3の表面に付着した霜は、冷媒からの放熱によって溶融する。

【0035】

空気熱交換器3で凝縮した高圧の液冷媒は、第1膨張弁6に流入する。第1膨張弁6に流入した冷媒は、減圧されて低圧の二相冷媒として第1膨張弁6から吐出される。

【0036】

第1膨張弁6から吐出された低圧の冷媒の一部は、第1冷媒配管8を流れて内部熱交換器5に流入する。第1膨張弁6から吐出された低圧の冷媒の残りは、分岐部15からインジェクション配管17に流入し、第2膨張弁18によってさらに減圧される。内部熱交換器5において、第1冷媒配管8を流れる冷媒は、第2膨張弁18で減圧された冷媒と熱交換して、過冷却されて液状態となる。液冷媒として内部熱交換器5を出て第1冷媒配管8

を流れる冷媒は、延長配管 10 を経て、水熱交換器 4 の冷媒流路に流入する。他方、第 2 膨張弁 18 で減圧された二相冷媒は、内部熱交換器 5 で冷媒と熱交換した後、インジェクションポート 16 から圧縮機 1 の圧縮室に流入する。

【0037】

除霜運転時には、水熱交換器 4 は蒸発器として機能する。すなわち、水熱交換器 4 では、冷媒流路を流れる冷媒と水配管 30 を流れる水との熱交換が行われ、冷媒の蒸発熱が水から吸熱される。これにより、水熱交換器 4 の冷媒流路を流れる冷媒は、蒸発して低圧のガス冷媒となる。このガス冷媒は、延長配管 9 及び流路切替装置 2 を経由して、圧縮機 1 に吸入される。

【0038】

圧縮機 1 に吸入された冷媒は、インジェクションポート 16 から流入した冷媒と合流し、圧縮されて高温高圧のガス冷媒となる。除霜運転では、以上のサイクルが連続的に繰り返される。

【0039】

<冷房運転>

冷房運転時には、第 2 膨張弁 18 の開度は 0、すなわち全閉状態に制御される。このため、インジェクション配管 17 を冷媒が流れず、圧縮機 1 には冷媒がインジェクションされない。その他の冷媒の流れは、除霜運転時と同じである。

【0040】

<運転制御>

次に、冷凍サイクル装置 100 の運転制御を説明する。図 2 は、実施の形態 1 に係る冷凍サイクル装置 100 の運転制御を説明するフローチャートである。本実施の形態では、図 2 に示す運転制御は、制御装置 24 によって実行される。

【0041】

ステップ S1 では、冷凍サイクル装置 100 の運転状態が判定される。暖房運転であればステップ S2 へ、除霜運転であればステップ S12 へ、冷房運転であればステップ S14 へ進む。

【0042】

暖房運転の場合（ステップ S2）、ステップ S3 では、吐出過熱度 SHd が演算される。吐出過熱度 SHd は、圧縮機 1 から吐出される冷媒の温度から、高圧圧力飽和温度を減算することで、算出される。吐出冷媒の温度は、本実施の形態では温度センサ 21 によって検出される。制御装置 24 には、例えば吐出冷媒の圧力とそれに対応する高圧圧力飽和温度とが対応づけられて記憶されており、圧力センサ 22 によって検出された吐出冷媒の圧力に対応した高圧圧力飽和温度の値が、吐出過熱度 SHd の演算に用いられる。

【0043】

ステップ S4 では、第 2 膨張弁 18 の現在の開度が 0 より大きいのか、すなわち第 2 膨張弁 18 が開いているかが判定される。第 2 膨張弁 18 の現在の開度が 0 より大きい場合には（ステップ S4；YES）、ステップ S5 へ進む。第 2 膨張弁 18 の現在の開度が 0 より大きくない場合、すなわち第 2 膨張弁 18 が全閉状態である場合には（ステップ S4；NO）、ステップ S6 へ進む。

【0044】

ステップ S5 では、第 2 膨張弁 18 の開度目標値が演算される。第 2 膨張弁 18 の開度目標値は、次式（1）により演算される。

$$\text{開度目標値} = \text{現在の開度} + (\text{SHd} - \text{SHdm}) \times \alpha \cdots (1)$$

ここで、目標吐出過熱度 SHdm は、吐出過熱度 SHd の目標値である。α は、補正係数である。補正係数 α は、冷凍サイクル装置 100 の仕様に合わせて設定される。

【0045】

目標吐出過熱度 SHdm は、必ずしも一つの値でなくてもよく、ある範囲の値をとることができる。例えば、冷媒が R32 又は R410A の場合、10℃～40℃の範囲の値をとることができる。さらに、圧縮機 1 の圧力センサ 22 で検出される吐出冷媒の圧力が大きい場合

10

20

30

40

50

ほど、目標吐出過熱度 SHd_m の値を大きな値としてもよい。このように目標吐出過熱度 SHd_m の値を大きくすると、式 (1) を参照して分かるように、第 2 膨張弁 18 の開度目標値は小さな値となる。第 2 膨張弁 18 の開度を小さくすることで、内部熱交換器 5 において第 1 冷媒配管 8 を流れる冷媒の過冷却度を大きくできるので、空気熱交換器 3 の冷媒の入口と出口との間の比エンタルピー差を大きくすることができる。なお、圧力センサ 22 で検出される吐出冷媒の圧力が大きいほど、直線的に目標吐出過熱度 SHd_m の値を大きな値としてもよいし、段階的に目標吐出過熱度 SHd_m の値を大きな値としてもよい。

【0046】

ステップ S6 では、第 2 膨張弁 18 の開度目標値が初期値に設定される。暖房運転開始時における第 2 膨張弁 18 の開度は、0 である。したがって、暖房運転を開始した後の 1 回目のステップ S4 での判定は NO となり、ステップ S6 において第 2 膨張弁 18 の開度目標値として初期値 (0 より大) が設定される。

10

【0047】

ステップ S7 では、前回ステップ S7 を実行したときと比べて、圧縮機 1 の周波数に変動が生じたかが判定される。圧縮機 1 の変動が生じている場合には (ステップ S7 ; YES)、ステップ S8 に進み、変動が生じていない場合には (ステップ S7 ; NO)、ステップ S9 に進む。なお、暖房運転を開始した後に 1 回目にステップ S7 を実行する際には、比較対象となる周波数がないため、ステップ S7 は NO となる。

【0048】

ステップ S8 では、ステップ S5 又はステップ S6 で設定された第 2 膨張弁 18 の開度目標値が補正される。第 2 膨張弁 18 の開度目標値は、例えば次式 (2) により補正される。

20

補正後の開度目標値 = 補正前の開度目標値 + (1 - 前回の周波数 / 現在の周波数) × β . . . (2)

ここで、 β は、補正係数である。補正係数 β は、冷凍サイクル装置 100 の仕様に合わせて設定される。

【0049】

ステップ S9 では、第 2 膨張弁 18 の開度が開度目標値に制御され、その状態が X 秒保持される。X 秒の具体的な値は、限定されないが、例えば 60 秒である。第 2 膨張弁 18 の開度が維持されている X 秒の間に、図 1 で示したようにインジェクション配管 17 を冷媒が流れ、インジェクションポート 16 へ冷媒がインジェクションされる。ステップ S5 にて第 2 膨張弁 18 の開度目標値が設定された場合、ステップ S9 実行中に、吐出過熱度 SHd が、目標吐出過熱度 SHd_m に近づいていくことになる。また、ステップ S8 にて第 2 膨張弁 18 の開度目標値が補正された場合、ステップ S9 実行中に、吐出過熱度 SHd の値がより安定的に制御されることになる。X 秒が経過すると、ステップ S10 へ進む。

30

【0050】

ステップ S10 では、運転終了か否かが判定され、運転終了でなければ (ステップ S10 ; NO)、ステップ S1 へ戻る。運転終了であれば (ステップ S10 ; YES)、ステップ S11 に進む。

【0051】

40

ステップ S11 では、第 2 膨張弁 18 の開度が 0 に設定される。すなわち、第 2 膨張弁 18 が全閉状態に制御される。このようにすると、インジェクション配管 17 を冷媒が流れない状態となる。続けて、運転を停止する。

【0052】

除霜運転の場合 (ステップ S12)、ステップ S13 では、第 2 膨張弁 18 の開度目標値が、除霜運転用の値に設定される。第 2 膨張弁 18 の開度の除霜運転用の値は、暖房運転時の第 2 膨張弁 18 の開度目標値よりも、大きな値とする。このようにするのは、除霜運転時の高圧冷媒の飽和温度は水の融解温度と等しくなるため、暖房運転時と比べて高圧冷媒 (吐出冷媒) の圧力が低く、それに伴ってインジェクションポート 16 の圧力もさらに低くなるからである。

50

【0053】

なお、圧縮機1の信頼性を確保するために、第2膨張弁18の開度目標値を、吐出過熱度SHdが10℃を下回らないような値としてもよい。具体的には例えば、ステップS13に続けて、ステップS3と同様に吐出過熱度SHdが演算される。そして、この吐出過熱度SHdの値に応じて、第2膨張弁18の開度目標値が補正される。

【0054】

ステップS13で第2膨張弁18の開度目標値が設定されると、ステップS9へ進む。ステップS9以降の処理は、前述のとおりである。

【0055】

冷房運転の場合（ステップS14）、ステップS15では、第2膨張弁18の開度が0に設定される。すなわち、第2膨張弁18が全閉状態に制御される。インジェクション配管17を冷媒が流れず、圧縮機1には冷媒がインジェクションされない。このように冷房運転時には圧縮機1へのインジェクションを行わないことで、圧縮機1の圧力脈動による入力増加が抑制されるので、冷凍サイクル装置100の成績係数を改善させることができる。

【0056】

なお、図2では、暖房運転の際に圧縮機1への冷媒のインジェクションを行うことを説明した。しかし、低負荷状態で暖房運転を行うときには、第2膨張弁18を全閉状態として圧縮機1への冷媒のインジェクションを行わないようにしてもよい。このように圧縮機1へのインジェクションを行わないことで、圧縮機1の圧力脈動による入力増加が抑制されるので、冷凍サイクル装置100の成績係数を改善させることができる。

【0057】

<冷凍サイクル装置100の作用>

次に、本実施の形態の冷凍サイクル装置100の作用を説明する。本実施の形態では、前述のように暖房運転時の冷媒の流れ方向において内部熱交換器5の下流側から分岐させた冷媒を、インジェクション配管17に流入させている。この本実施の形態との作用を説明するために、まず、比較例に係る冷凍サイクル装置100R及びそのモリエル線図を説明する。

【0058】

図3は、比較例に係る冷凍サイクル装置100Rの構成図である。冷凍サイクル装置100Rを構成する部材のうち、図1で示したものに対応する構成には、図1と同じ数字と添え字Rからなる符号を付している。また、図1では、暖房運転時の冷媒の流れを実線矢印で示している。冷凍サイクル装置100Rは、暖房運転時の冷媒の流れ方向において、水熱交換器4Rの下流側かつ内部熱交換器5Rの上流側に、分岐部15Rが設けられている。水熱交換器4Rの下流側かつ分岐部15Rの上流側には、第3膨張弁19Rが設けられている。

【0059】

図4は、比較例に係る冷凍サイクル装置100Rの暖房運転時のモリエル線図である。図4において、点A、B、C、D、E、Fは、それぞれ図3における点A、B、C、D、E、Fの冷媒の状態を示している。圧縮機1から吐出された冷媒は（点A）、水熱交換器4Rにおいて高圧のまま凝縮される（点B）。水熱交換器4Rを出た高圧低温の冷媒は、第3膨張弁19Rにて減圧される（点C）。第3膨張弁19Rから吐出された冷媒のうち、一部は第1冷媒配管8Rを流れて内部熱交換器5Rに流入し、残りはインジェクション配管17Rに流入して第2膨張弁18Rによって減圧される（点E）。内部熱交換器5Rにおいて第1冷媒配管8Rを流れる冷媒は、インジェクション配管17Rを流れる冷媒との熱交換によって過冷却されて比エンタルピーが減少する。図3では、内部熱交換器5Rにおいて第1冷媒配管8Rを流れる冷媒の状態変化が、点Cから点Dへの状態変化として表現されている。他方、内部熱交換器5Rにおいてインジェクション配管17Rを流れる冷媒は、第1冷媒配管8Rを流れる冷媒との熱交換によって比エンタルピーが増加する。図3では、内部熱交換器5Rにおいてインジェクション配管17Rを流れる冷媒の状態変化

が、点 E から点 F への状態変化として表現されている。

【0060】

比較例に係る冷凍サイクル装置 100R の場合、理想的な運転状態であれば、図 4 に示されたように冷媒の状態が遷移する。しかし、冷媒量が不足している場合には、図 4 に示す状態の運転が安定的に行われず。冷凍サイクル装置 100R に必要とされる冷媒量は、延長配管 9 及び延長配管 10 の長さによって異なる。そして、延長配管 9 及び延長配管 10 の長さは、冷凍サイクル装置 100R が設置される環境毎に異なり、封入される冷媒量も冷凍サイクル装置 100R の設置の際に任意に設定されうるものである。そうすると、冷凍サイクル装置 100R の冷媒量が不足することもある。

【0061】

図 5 は、比較例に係る冷凍サイクル装置 100R の、冷媒量が不足した状態での暖房運転時のモリエル線図である。冷媒量が不足している場合、インジェクション配管 17R に流入する冷媒（点 C）が二相状態となり、インジェクション配管 17R を介してインジェクションポート 16R に流入する冷媒量が不安定となる。そのため、点 E－F 間、及び点 C－D 間の冷媒量が不安定となり、それに伴って点 A－B 間の冷媒量も不安定になる。ここで、点 A－B 間での比エンタルピー差及び凝縮器である水熱交換器 4R の冷媒循環量が、暖房能力である。そうすると、比較例の冷凍サイクル装置 100R において、図 5 で示したような運転状態になると、空調対象空間の快適性が低下し、またエネルギー効率が低下してしまう。

【0062】

図 6 は、実施の形態 1 に係る冷凍サイクル装置 100 の暖房運転時の冷媒の状態を説明するモリエル線図である。図 6 において、点 A、B、C、D、E は、それぞれ図 1 における点 A、B、C、D、E の冷媒の状態を示している。インジェクションを開始して第 2 膨張弁 18 が開かれた直後は、内部熱交換器 5 において第 1 冷媒配管 8 を流れる冷媒とインジェクション配管 17 を流れる冷媒との熱交換が十分でないため、実質的に点 C と点 B の冷媒の状態は同じである。しかし、インジェクションを継続していると、図 5 に示すように、水熱交換器 4 を出て分岐部 15 へ向かって内部熱交換器 5 を流れる冷媒は過冷却された点 C の状態となる。過冷却された点 C の冷媒をインジェクション配管 17 に流入させることで、圧縮機 1 にインジェクションされる冷媒量を安定させることができる。これにより、凝縮器である水熱交換器 4 の冷媒循環量を安定させることができる。

【0063】

図 7 は、実施の形態 1 に係る冷凍サイクル装置 100 の、冷媒量が不足した状態での暖房運転時の冷媒の状態を説明するモリエル線図である。冷凍サイクル装置 100 の冷媒量が不足している場合であっても、前述のように、水熱交換器 4 を出て分岐部 15 へ向かって内部熱交換器 5 を流れる冷媒は過冷却された点 C の状態となり、インジェクション配管 17 へと流入する。このため、冷媒量が不足している場合であっても、冷凍サイクル装置 100 は安定した暖房能力を発揮することができ、快適性及びエネルギー効率の低下を抑制することができる。

【0064】

図 8 は、実施の形態 1 に係る冷凍サイクル装置 100 の、延長配管 9、10 が長い場合の暖房運転時の冷媒の状態を説明するモリエル線図である。図 8 では、図 6、7 で示した例よりも長い延長配管 9、10 を備えている場合の作用を説明する。

【0065】

延長配管 9、10 が長くなると、延長配管 9、10 を流れる過程における冷媒の圧力損失も大きくなる。水熱交換器 4 を出て延長配管 10 に入る前の点 B の冷媒の圧力と、延長配管 10 を経て内部熱交換器 5 を通過した後の点 C の冷媒の圧力とを比較すると、点 C の冷媒の圧力の方が低くなる。ここで、図 3～図 5 で示した比較例に係る構成の場合、前述のようにインジェクション配管 17R に流入する冷媒は、二相状態である。このため、インジェクションポート 16R に供給する冷媒量を第 2 膨張弁 18R で安定的に制御するのは、困難である。しかし、本実施の形態によれば、暖房運転時の冷媒の流れ方向において

10

20

30

40

50

、内部熱交換器 5 の下流側であって第 1 膨張弁 6 の上流側に、第 1 冷媒配管 8 からインジェクション配管 17 を分岐させる分岐部 15 を設けている。このため、図 8 に示すように、分岐部 15 からインジェクション配管 17 に流入する冷媒を液状態とすることができる。したがって、延長配管 9、10 が長い場合であっても、インジェクションポート 16 から圧縮機 1 にインジェクションされる冷媒量の安定性の低下が生じにくく、凝縮器である水熱交換器 4 の冷媒循環量を安定させることができる。

【0066】

また、図 1 における点 A の吐出過熱度 SHd は、延長配管 9、10 の長さの影響を受ける。このため、目標吐出過熱度 $SHdm$ の値を、第 2 膨張弁 18 の開度を調整することによって制御することで、圧縮機 1 の信頼性を確保し、安定した暖房能力を供給し、また安定度の高い冷凍サイクルを実現することができる。

10

【0067】

次に、除霜運転時の作用を説明する。図 1 に示すように、除霜運転時の冷媒の流れ方向において、内部熱交換器 5 よりも上流側に位置する分岐部 15 から、インジェクション配管 17 が分岐している。このため、内部熱交換器 5 で過冷却される前の二相状態の冷媒を、インジェクション配管 17 を介して圧縮機 1 のインジェクションポート 16 に流入させることができる。内部熱交換器 5 を通過した後の冷媒をインジェクション配管 17 に流入させるとすると、内部熱交換器 5 を通過する過程において圧力損失が生じた冷媒が、インジェクション配管 17 に流入することとなり、インジェクションされる冷媒量も低下してしまう。しかし、本実施の形態では、内部熱交換器 5 を通過することによる圧力損失が生じていない冷媒を、インジェクション配管 17 に流入させることができる。このようにすることで、除霜対象である空気熱交換器 3 に循環する冷媒量を増加させ、除霜時間を短縮することができる。除霜時間が長引くと、水熱交換器 4 において低温の冷媒と熱交換する水配管 30 の水温が低下して、水配管 30 が凍結し、冷凍サイクル装置 100 の故障につながるおそれがある。しかし、本実施の形態によれば、除霜運転時に、空気熱交換器 3 を循環する冷媒量を増やして除霜時間を短縮することができるので、水熱交換器 4 の凍結を抑制することができる。

20

【0068】

以上説明したように、本実施の形態に係る冷凍サイクル装置 100 は、インジェクションポート 16 を有し、圧縮した冷媒を吐出する圧縮機 1 と、空気と冷媒とを熱交換させる空気熱交換器 3 と、第 1 膨張弁 6 と、水と冷媒とを熱交換させる水熱交換器 4 とを有する。圧縮機 1 の冷媒の吐出側には、圧縮機 1 から吐出された冷媒を水熱交換器 4 に流入させる第 1 状態と、圧縮機 1 から吐出された冷媒を空気熱交換器 3 に流入させる第 2 状態と、に切り替えられる流路切替装置 2 が設けられている。また、水熱交換器 4 と第 1 膨張弁 6 とを接続する第 1 冷媒配管 8 にある分岐部 15 から分岐し、インジェクションポート 16 に接続されるインジェクション配管 17 が設けられている。インジェクション配管 17 には、第 2 膨張弁 18 が設けられている。また、水熱交換器 4 と分岐部 15 との間を流れる冷媒と、インジェクション配管 17 を流れ第 2 膨張弁 18 で膨張した冷媒とを熱交換させる内部熱交換器 5 が設けられている。そして、第 1 冷媒配管 8 からインジェクション配管 17 への分岐部 15 は、流路切替装置 2 が第 1 状態で運転されているときの冷媒の流れ方向において、内部熱交換器 5 の下流側かつ第 1 膨張弁 6 の上流側に設けられているものである。

30

40

【0069】

本実施の形態によれば、圧縮機 1 から吐出された冷媒を水熱交換器 4 に流入させる運転状態での冷媒の流れ方向において、内部熱交換器 5 の下流側から分岐させた冷媒をインジェクション配管 17 に流入させている。すなわち、水熱交換器 4 から第 1 膨張弁 6 に向かって内部熱交換器 5 を流れる際に、インジェクション配管 17 の第 2 膨張弁 18 で減圧された冷媒と熱交換されて、液化した冷媒を、インジェクション配管 17 に流入させることができる。インジェクション配管 17 に液冷媒を流入させることができるため、圧縮機 1 のインジェクションポート 16 へ流入させる冷媒量を、第 2 膨張弁 18 を用いて安定的に

50

制御することができる。

【0070】

また、制御装置24は、流路切替装置2が第1状態で運転されている暖房運転時に、温度センサ21の検出値及び圧力センサ22の検出値から得られる吐出過熱度SHdが、目標吐出過熱度SHdmに近づくように、第2膨張弁18の開度を制御する。このため、冷凍サイクル装置100の設置環境によって延長配管9、10の長さが異なる場合であっても、また冷凍サイクル装置100の冷媒量が異なる場合であっても、安定した暖房能力を得ることができる。

【0071】

実施の形態2.

本実施の形態では、実施の形態1で説明した目標吐出過熱度SHdmの他の制御方法を説明する。また本実施の形態では、目標吐出過熱度SHdmの他の制御方法に加えて、除霜運転時の第2膨張弁18の開度制御の他の例も説明する。本実施の形態は、実施の形態1と組み合わせて用いられ得る。本実施の形態では、実施の形態1との相違点を中心に説明する。

【0072】

図9は、実施の形態2に係る冷凍サイクル装置100の構成図である。本実施の形態の冷凍サイクル装置100には、第1水温センサ25が設けられている。第1水温センサ25は、水配管30の水熱交換器4の出口側に設けられている。第1水温センサ25は、水熱交換器4から流出した水の温度を検出する。すなわち第1水温センサ25は、水熱交換器4において、冷媒と熱交換した後の水の温度を検出する。第1水温センサ25が検出した値は、制御装置24に入力される。制御装置24は、入力された第1水温センサ25の検出値に基づいて、後述のように目標吐出過熱度SHdmを調整する。

【0073】

さらに本実施の形態の冷凍サイクル装置100には、第2水温センサ26が設けられている。第2水温センサ26は、水配管30の水熱交換器4の入口側に設けられている。第2水温センサ26は、水熱交換器4に流入する水の温度を検出する。すなわち第2水温センサ26は、水熱交換器4において冷媒と熱交換する前の水の温度を検出する。第2水温センサ26が検出した値は、制御装置24に入力される。制御装置24は、入力された第2水温センサ26の検出値に基づいて、後述のように除霜運転時の第2膨張弁18の開度を制御する。

【0074】

<目標吐出過熱度SHdmの調整>

前述の実施の形態1において、暖房運転では、図2のステップS5にて第2膨張弁18の開度目標値を演算することを説明した。そして、第2膨張弁18の開度目標値の演算にあたり、目標吐出過熱度SHdmを用いることを式(1)にて例示した。本実施の形態では、この目標吐出過熱度SHdmを、水熱交換器4から流出する水の温度を用いて調整することを説明する。図10は、実施の形態2に係る目標吐出過熱度SHdmの調整制御を説明するフローチャートである。

【0075】

ステップS20では、目標吐出過熱度SHdmの初期値が設定され、ステップS21に進む。

【0076】

ステップS21では、水熱交換器4を流出する水の温度の目標値である目標水温の値と、第1水温センサ25の検出値との差が、第1閾値以上であるかが判定される。第1閾値の具体的な値は限定されないが、例えば、3℃である。差が第1閾値以上であれば(S21; YES)、ステップS22に進み、差が第1閾値未満であれば(S21; NO)、ステップS25に進む。

【0077】

ステップS22では、目標吐出過熱度SHdmが下方修正される。ただし、目標吐出過

10

20

30

40

50

熱度 S H d m が下限値を下回らないようにする必要がある。このため、ステップ S 2 3 では、ステップ S 2 2 で設定した目標吐出過熱度 S H d m と下限値とが比較され、目標吐出過熱度 S H d m が下限値を下回っていれば（ステップ S 2 3 ; Y E S）、ステップ S 2 4 にて目標吐出過熱度 S H d m が下限値に変更される。目標吐出過熱度 S H d m が下限値を下回っていなければ（ステップ S 2 3 ; N O）、ステップ S 2 9 に進む。目標吐出過熱度 S H d m の下限値は、例えば 1 0 °C である。

【 0 0 7 8 】

このように、ステップ S 2 2 ～ S 2 4 において目標吐出過熱度 S H d m を低下させることで、実施の形態 1 で示した式（1）を参照して分かるように、第 2 膨張弁 1 8 の開度目標値を大きくすることができる。第 2 膨張弁 1 8 の開度を大きくすると、圧縮機 1 の吐出過熱度 S H d が低下するため、圧縮機 1 の入力が増加する。ここで、ステップ S 2 1 において目標水温と第 1 水温センサ 2 5 の検出値との差が第 1 閾値よりも大きい場合とは、水配管 3 0 によって水熱交換器 4 から空調対象空間に供給される水の温度が目標値を大きく下回っている状況といえる。すなわち、冷凍サイクル装置 1 0 0 に求められる暖房能力が不足している状況である。このため、第 2 膨張弁 1 8 の開度を大きくして圧縮機 1 にインジェクションされる冷媒量を増加させることで、暖房能力を増やす。このようにすることで、空調対象空間に所望の温度の水を供給することができる。

【 0 0 7 9 】

ステップ S 2 5 では、目標水温の値と、第 1 水温センサ 2 5 の検出値との差が、第 2 閾値を下回っているかが判定される。第 2 閾値は、第 1 閾値よりも小さい値である。第 2 閾値の具体的な値は限定されないが、例えば、第 1 閾値が 3 °C である場合には第 2 閾値は 1 . 5 °C である。差が第 2 閾値未満であれば（S 2 5 ; Y E S）、ステップ S 2 6 に進み、差が第 2 閾値以上であれば（S 2 5 ; N O）、ステップ S 2 9 に進む。

【 0 0 8 0 】

ステップ S 2 6 では、目標吐出過熱度 S H d m が上方修正される。ただし、目標吐出過熱度 S H d m が上限値を上回らないようにする必要がある。このため、ステップ S 2 7 では、ステップ S 2 6 で設定した目標吐出過熱度 S H d m が上限値を上回っていれば（ステップ S 2 7 ; Y E S）、ステップ S 2 8 にて目標吐出過熱度 S H d m が上限値に変更される。目標吐出過熱度 S H d m が上限値を上回っていなければ（ステップ S 2 7 ; N O）、ステップ S 2 9 に進む。目標吐出過熱度 S H d m の上限値は、例えば 3 5 °C である。

【 0 0 8 1 】

このように、ステップ S 2 6 ～ S 2 8 において目標吐出過熱度 S H d m を上昇させることで、実施の形態 1 で示した式（1）を参照して分かるように、第 2 膨張弁 1 8 の開度目標値を小さくすることができる。第 2 膨張弁 1 8 の開度を小さくすると、圧縮機 1 にインジェクションされる冷媒量が減少する。ここで、ステップ S 2 5 において目標水温と第 1 水温センサ 2 5 の検出値との差が第 2 閾値未満である場合とは、水配管 3 0 によって水熱交換器 4 から空調対象空間に供給される水の温度が目標値に近い状況といえる。すなわち、冷凍サイクル装置 1 0 0 の暖房能力が、求められる暖房能力を満たしているかあるいはそれに近い状況である。このため、第 2 膨張弁 1 8 の開度を小さくして圧縮機 1 にインジェクションされる冷媒量を減少させることで、冷凍サイクル装置 1 0 0 の成績係数を向上させることができる。

【 0 0 8 2 】

ステップ S 2 9 では、現在の目標吐出過熱度 S H d m の値が、Y 秒保持される。この Y 秒の間、図 2 で示したステップ S 5 の第 2 膨張弁 1 8 の開度の目標値の演算は、ステップ S 2 9 で保持されている目標吐出過熱度 S H d m の値を用いて行われる。

【 0 0 8 3 】

ステップ S 3 0 では、運転終了か否かが判定され、運転終了でなければ（ステップ S 3 0 ; N O）、ステップ S 2 1 へ戻る。運転終了であれば（ステップ S 3 0 ; Y E S）、運転を停止する。

【 0 0 8 4 】

10

20

30

40

50

なお、図 10 で示した目標吐出過熱度 S H d m の調整処理においては、図 9 に示した第 2 水温センサ 26 の検出値を用いない。このため、目標吐出過熱度 S H d m の調整を目的とする場合には、第 2 水温センサ 26 を設けなくてもよい。

【0085】

＜除霜運転時の第 2 膨張弁 18 の開度制御＞

前述の実施の形態 1 において、除霜運転では、図 2 のステップ S 13 にて第 2 膨張弁 18 の開度目標値を除霜運転用の値に設定することを説明した。以下では、除霜運転時の第 2 膨張弁 18 の開度目標値を、さらに第 2 水温センサ 26 の検出値を用いて制御する例を説明する。

【0086】

図 2 のステップ S 13 に続けて、第 2 水温センサ 26 の検出値が閾値と比較される。第 2 水温センサ 26 の検出値が閾値よりも低ければ、制御装置 24 は第 2 膨張弁 18 の開度を大きくする。第 2 水温センサ 26 の検出値が閾値よりも低い場合、水熱交換器 4 において低温冷媒と熱交換した水は低温化し、除霜時間が長引くと水配管 30 内において水が凍結しやすい。このため、第 2 膨張弁 18 の開度を大きくして圧縮機 1 ヘインジェクションされる冷媒量を増やし、空気熱交換器を流れる冷媒量を増やす。このようにすることで、除霜能力が向上して除霜時間を短縮することができる。したがって、水熱交換器 4 における水の凍結を抑制することができる。

【0087】

なお、実施の形態 1、2 では、本発明の冷凍サイクル装置を空気調和装置に適用した例を説明したが、本発明の冷凍サイクル装置は、水熱交換器 4 で冷媒によって加熱された温水を使用者に供給する給湯装置にも適用されうる。

【符号の説明】

【0088】

1 圧縮機、2 流路切替装置、3 空気熱交換器、4 水熱交換器、4 R 水熱交換器、5 内部熱交換器、5 R 内部熱交換器、6 第 1 膨張弁、7 冷媒配管、8 第 1 冷媒配管、8 R 第 1 冷媒配管、9 延長配管、10 延長配管、11 継手、12 継手、13 継手、14 継手、15 分岐部、15 R 分岐部、16 インジェクションポート、16 R インジェクションポート、17 インジェクション配管、17 R インジェクション配管、18 第 2 膨張弁、18 R 第 2 膨張弁、19 R 第 3 膨張弁、21 温度センサ、22 圧力センサ、24 制御装置、25 第 1 水温センサ、26 第 2 水温センサ、30 水配管、100 冷凍サイクル装置、100 R 冷凍サイクル装置、101 室外機、102 室内機。

10

20

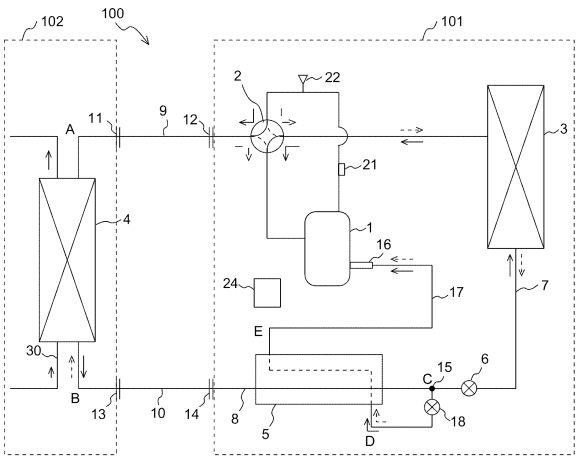
30

40

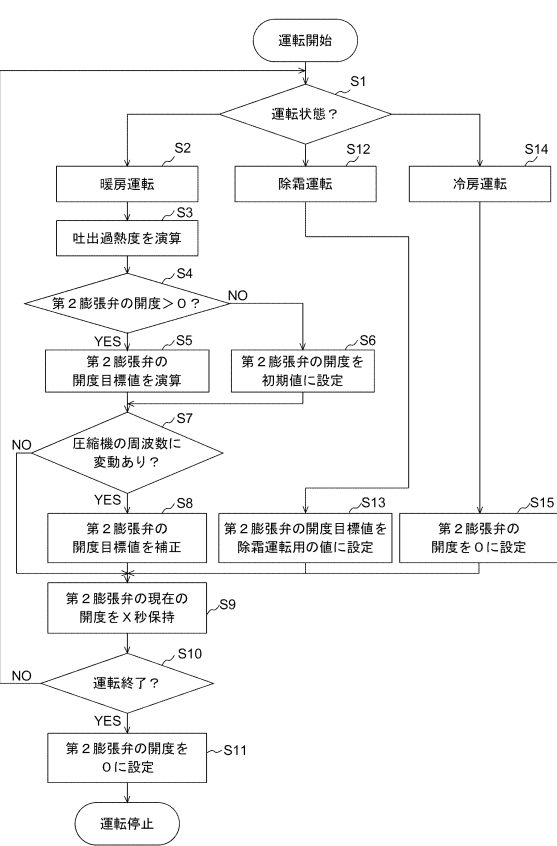
50

【図面】

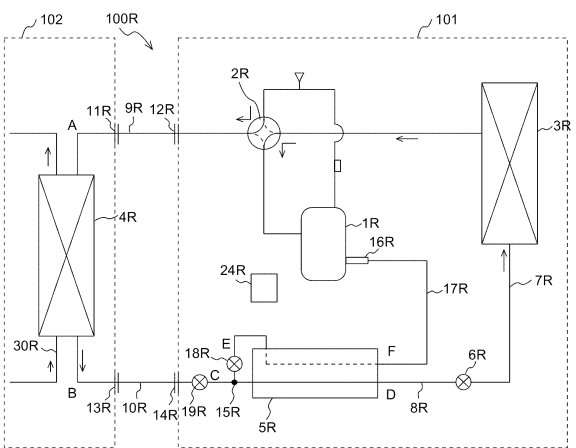
【図 1】



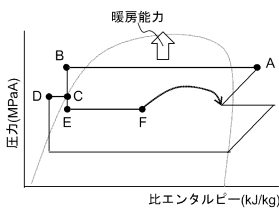
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

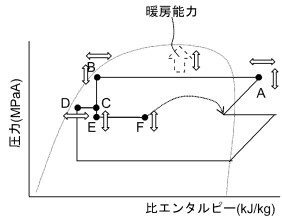
20

30

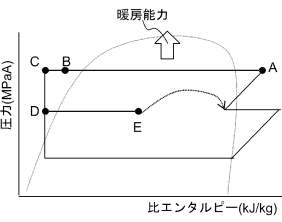
40

50

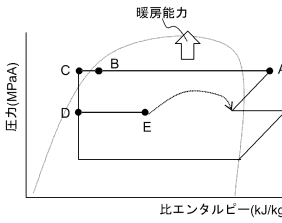
【図 5】



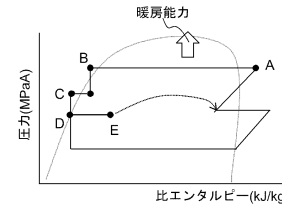
【図 6】



【図 7】

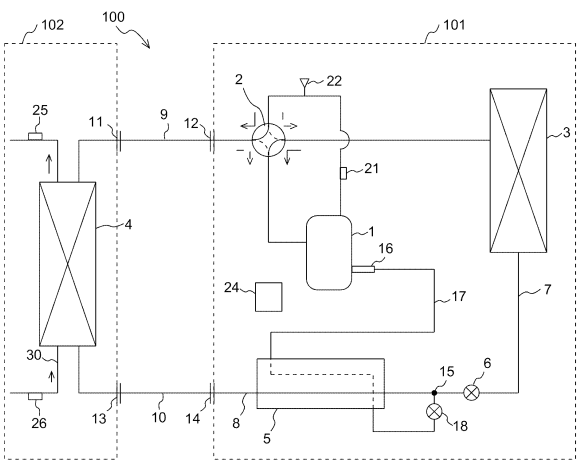


【図 8】

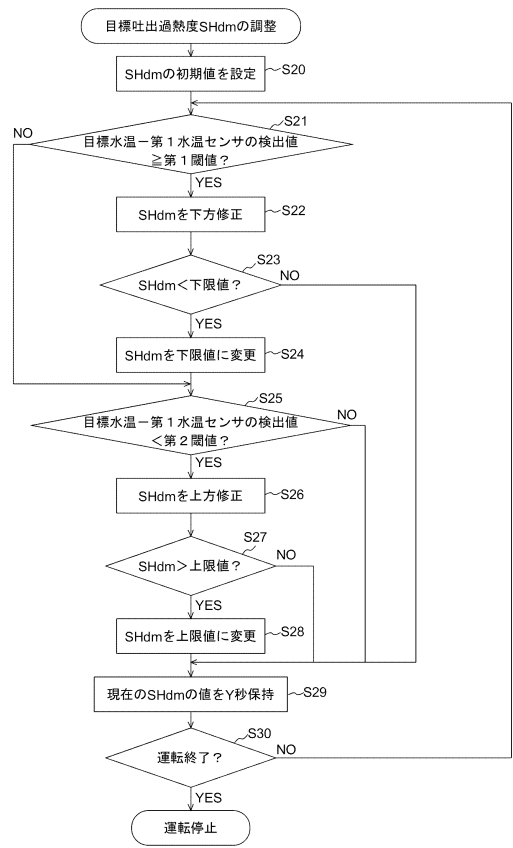


10

【図 9】



【図 10】



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2007-278686 (JP, A)
 特開 2012-189238 (JP, A)
 特開 2014-105891 (JP, A)
 特開 2017-036882 (JP, A)
 特開 2017-141998 (JP, A)
 国際公開第 2017/064755 (WO, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 F25B 1/00