(19)日本国特許庁(JP)

# (12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7387022号
(P7387022)

(45)発行日　令和5年11月27日(2023.11.27)

(24)登録日　令和5年11月16日(2023.11.16)

(51)国際特許分類

| | | FI | | |
|---|---|---|---|---|
| *F25B 1/00 (2006.01)* | | F25B | 1/00 | 387B |
| *F25B 39/00 (2006.01)* | | F25B | 39/00 | N |
| *F25B 39/02 (2006.01)* | | F25B | 39/02 | U |
| *F25B 39/04 (2006.01)* | | F25B | 39/04 | S |

請求項の数　6　（全19頁）

(21)出願番号　特願2022-556292(P2022-556292)
(86)(22)出願日　令和2年10月21日(2020.10.21)
(86)国際出願番号　PCT/JP2020/039541
(87)国際公開番号　WO2022/085112
(87)国際公開日　令和4年4月28日(2022.4.28)
審査請求日　令和5年2月27日(2023.2.27)

(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　110001195
弁理士法人深見特許事務所
(72)発明者　永田 龍一
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】　冷熱源ユニットおよび冷凍サイクル装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

室内熱交換器に接続可能であり、冷媒回路を構成する冷熱源ユニットであって、

圧縮機と、

ガスヘッダを有する室外熱交換器と、

冷凍機油を前記ガスヘッダから前記圧縮機に戻す返油経路と、

前記返油経路を流れる前記冷凍機油の流量を調整する返油調整部と、

前記冷媒回路を制御する制御装置と、

四方弁と、

前記室外熱交換器と前記室内熱交換器との間の経路に設けられた膨張弁とを備え、

前記四方弁の内部の連通状態は、前記圧縮機の吸入ポートが前記室内熱交換器に連通しかつ前記圧縮機の吐出ポートが前記室外熱交換器に連通する第１状態と、前記圧縮機の前記吸入ポートが前記室外熱交換器に連通しかつ前記圧縮機の前記吐出ポートが前記室内熱交換器に連通する第２状態とで切り替わり、

前記制御装置は、

前記圧縮機がしきい値以上の周波数で駆動しているときに、前記冷凍機油が前記返油経路を流れないように前記返油調整部を制御し、

前記四方弁が前記第１状態でありかつ前記圧縮機が前記しきい値未満の周波数で駆動しているときに、前記冷凍機油が前記返油経路を流れるように前記返油調整部を制御し、

前記四方弁が前記第２状態でありかつ前記圧縮機が前記しきい値未満の周波数で駆動して

いるときに、前記四方弁を前記第２状態から前記第１状態に切り替えるとともに前記膨張弁を開状態から閉状態に切り替え、前記冷凍機油が前記返油経路に流れるように前記返油調整部を制御する、冷熱源ユニット。

【請求項２】

前記制御装置は、前記圧縮機が前記しきい値未満の周波数で駆動しているときに、前記冷凍機油が前記返油経路に流れる状態と前記冷凍機油が前記返油経路に流れない状態とを交互に繰り返すように前記返油調整部を制御する、請求項１に記載の冷熱源ユニット。

【請求項３】

前記制御装置は、前記室内熱交換器における冷媒の飽和温度と前記室外熱交換器における冷媒の飽和温度とに基づき、前記圧縮機が前記しきい値未満の周波数で駆動しているか否かを判定する、請求項１に記載の冷熱源ユニット。

【請求項４】

前記制御装置は、前記室内熱交換器における冷媒の飽和温度に対応する飽和圧力と前記室外熱交換器における冷媒の飽和温度に対応する飽和圧力とに基づき、前記圧縮機が前記しきい値未満の周波数で駆動しているか否かを判定する、請求項１に記載の冷熱源ユニット。

【請求項５】

前記返油調整部は、前記制御装置の制御に従って開度が調整される電子膨張弁である、請求項１に記載の冷熱源ユニット。

【請求項６】

請求項１～請求項５のいずれか１項に記載の前記冷熱源ユニットと、前記室内熱交換器とを備える冷凍サイクル装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本開示は、冷熱源ユニットおよび冷凍サイクル装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

従来、冷媒回路を構成する冷熱源ユニットおよび冷凍サイクル装置においては、圧縮機における冷凍機油の不足を回避するために、返油経路が設けられている。

【０００３】

特開２０００－３０４３７８号公報（特許文献１）には、コンデンサからコンプレッサの吸入側に冷凍機油を戻すための返油経路を備える空気調和装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【文献】特開２０００－３０４３７８号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

家庭用空調機においては、室内温度が設定温度に近づくにつれて、圧縮機の駆動周波数が低くなる。さらに、高気密高断熱住宅において、特に空調負荷が小さい中間期（春、秋）の夜間では、通常運転時の周波数よりも低い周波数で圧縮機が駆動を継続することがある。このような低周波数で圧縮機が駆動すると、室外熱交換器において冷凍機油が滞留しやすくなり、圧縮機内の冷凍機油が枯渇するおそれがある。特開２０００－３０４３７８号公報に開示された空気調和装置は、返油経路を介してコンデンサからコンプレッサに冷凍機油を戻すように構成されているが、圧縮機が低周波数で駆動するときの冷凍機油の滞留に関しては何ら鑑みられておらず、圧縮機の駆動状態を考慮して効率よく返油することができないおそれがあった。

【０００６】

本開示は、上記課題を解決するためになされたものであって、圧縮機の駆動状態を考慮して効率よく返油することができる冷熱源ユニットおよび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】

【０００７】

本開示に係る冷熱源ユニットは、室内熱交換器に接続可能であり、冷媒回路を構成する。冷熱源ユニットは、圧縮機と、ガスヘッダを有する室外熱交換器と、冷凍機油をガスヘッダから圧縮機に戻す返油経路と、返油経路を流れる冷凍機油の流量を調整する返油調整部と、冷媒回路を制御する制御装置とを備える。制御装置は、圧縮機がしきい値以上の周波数で駆動しているときに、冷凍機油が返油経路を流れないように返油調整部を制御し、圧縮機がしきい値未満の周波数で駆動しているときに、冷凍機油が返油経路を流れるように返油調整部を制御する。

【０００８】

本開示によれば、圧縮機の駆動状態を考慮して効率よく返油することができる。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】実施の形態１に係る冷凍サイクル装置の構成を示す図である。

【図２】実施の形態１に係る冷凍サイクル装置について冷房モード時における返油制御のタイミングを示すタイミングチャートである。

【図３】実施の形態１に係る冷凍サイクル装置について暖房モード時における返油制御のタイミングを示すタイミングチャートである。

【図４】実施の形態１の変形例に係る冷凍サイクル装置について暖房モード時における返油制御のタイミングを示すタイミングチャートである。

【図５】実施の形態２に係る冷凍サイクル装置の構成を示す図である。

【図６】実施の形態２に係る冷凍サイクル装置について冷房モード時における返油制御のタイミングを示すタイミングチャートである。

【図７】実施の形態２に係る冷凍サイクル装置について暖房モード時における返油制御のタイミングを示すタイミングチャートである。

【図８】実施の形態２の変形例に係る冷凍サイクル装置について暖房モード時における返油制御のタイミングを示すタイミングチャートである。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

以下、本開示の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。以下では、複数の実施の形態について説明するが、各実施の形態で説明された構成を適宜組み合わせることは出願当初から予定されている。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

【００１１】

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１の構成を示す図である。なお、図１では、冷凍サイクル装置１における各部の接続関係および配置構成を機能的に示しており、物理的な空間における配置を必ずしも示すものではない。

【００１２】

図１に示されるように、冷凍サイクル装置１は、冷媒回路４を構成する冷熱源ユニット５を備える。冷熱源ユニット５は、特に限定されないが、一般的には室外または屋外に配置される場合が多いので、室外ユニットまたは屋外ユニットとも称される。冷熱源ユニット５は、冷熱源装置２と、冷媒回路４に含まれる各部を制御する制御装置６とを備える。

【００１３】

制御装置６は、プロセッサ６１と、メモリ６２とを備える。プロセッサ６１は、各種のプログラムを実行することで、冷媒回路４を制御する演算主体である。プロセッサ６１は

、たとえば、ＣＰＵ（central processing unit）、ＦＰＧＡ（field programmable gate array）、およびＧＰＵ（graphics processing unit）のうちの少なくともいずれか１つで構成されている。プロセッサ６１は、演算回路（processing circuitry）で構成されてもよい。メモリ６２は、ＤＲＡＭ（dynamic random access memory）およびＳＲＡＭ（static random access memory）などの揮発性メモリ、または、ＲＯＭ（read only memory）などの不揮発性メモリで構成されている。メモリ６２は、ＳＳＤ（solid state drive）またはＨＤＤ（hard disk drive）を含んでいてもよい。

【００１４】

冷媒回路４は、冷熱源装置２と負荷装置３とが、延長配管１１３および延長配管１２３の各々によって接続されるように構成されている。

【００１５】

冷熱源装置２は、負荷装置３と接続するためのポート１１１およびポート１１２を備える。負荷装置３は、冷熱源装置２と接続するためのポート１２１およびポート１２２を備える。冷熱源装置２のポート１１２は、延長配管１１３を介して、負荷装置３のポート１２１に接続されている。冷熱源装置２のポート１１１は、延長配管１２３を介して、負荷装置３のポート１２２に接続されている。このように、冷熱源ユニット５は、延長配管１１３および延長配管１２３を介して、負荷装置３に接続可能に構成されている。

【００１６】

負荷装置３は、室内熱交換器７０を備える。室内熱交換器７０は、配管９１を介して、負荷装置３のポート１２１に接続されている。室内熱交換器７０は、配管９２を介して、負荷装置３のポート１２２に接続されている。

【００１７】

冷熱源装置２は、圧縮機１０と、四方弁２０と、室外熱交換器３０と、膨張弁４０とを備える。

【００１８】

四方弁２０は、第１ポート２１と、第２ポート２２と、第３ポート２３と、第４ポート２４とを有する。四方弁２０の第１ポート２１は、配管８５を介して、圧縮機１０の吸入ポート１１に接続されている。四方弁２０の第２ポート２２は、配管８６を介して、冷熱源装置２のポート１１１に接続されている。四方弁２０の第３ポート２３は、配管８１を介して、圧縮機１０の吐出ポート１２に接続されている。四方弁２０の第４ポート２４は、配管８２を介して、室外熱交換器３０のガスヘッダ３１に接続されている。室外熱交換器３０は、配管８３を介して、膨張弁４０に接続されている。膨張弁４０は、配管８４を介して、冷熱源装置２のポート１１２に接続されている。

【００１９】

冷凍サイクル装置１は、空調の対象となる室内空間を冷房する冷房モードと室内空間を暖房する暖房モードとを含む複数種類の空調モードのいずれかに制御される。

【００２０】

まず、冷房モードにおける各部の動作について説明する。冷房モードにおいて、四方弁２０の内部の連通状態は、制御装置６の制御（制御信号Ｃ２）に従って、第１ポート２１が第２ポート２２に連通し、かつ、第３ポート２３が第４ポート２４に連通する第１状態に制御される。つまり、冷房モードにおいては、制御装置６の制御信号Ｃ２に従って四方弁２０の内部の連通状態が第１状態に制御されることで、圧縮機１０の吸入ポート１１が室内熱交換器７０に連通しかつ圧縮機１０の吐出ポート１２が室外熱交換器３０に連通する。これにより、冷媒は、圧縮機１０、室外熱交換器３０、膨張弁４０、および室内熱交換器７０の順に冷媒回路４を循環する。

【００２１】

圧縮機１０は、室内熱交換器７０から流入した低温低圧のガス冷媒を吸入ポート１１から吸入し、吸入したガス冷媒を圧縮することでガス冷媒の圧力を上げる。圧縮機１０は、圧縮によって得られた高温高圧のガス冷媒を、吐出ポート１２を介して室外熱交換器３０のガスヘッダ３１へと吐出する。圧縮機１０は、制御装置６の制御（制御信号Ｃ１）に従

って、運転および停止、さらには運転時の回転速度を変化するように構成されている。制御装置６は、圧縮機１０に制御信号Ｃ１を出力することで、圧縮機１０の駆動周波数を任意に変化させる。圧縮機１０は、駆動周波数の変化に応じて回転速度を変化させ、それによって、吐出する冷媒の循環量を調整する。圧縮機１０には種々のタイプのものを採用可能であり、たとえば、スクロールタイプ、ロータリータイプ、スクリュータイプなどのものを採用し得る。

【００２２】

冷房モードにおいて、室外熱交換器３０は、凝縮器として機能する。室外熱交換器３０は、圧縮機１０から吐出された高温高圧のガス冷媒をガスヘッダ３１で受け入れ、受け入れた高温高圧のガス冷媒を、ファン３２を用いて室外から吸い込んだ外気との間で熱交換させる。この熱交換により外気へと放熱したガス冷媒は、室外熱交換器３０の内部で凝縮することで高温高圧の液冷媒に変化する。室外熱交換器３０によって得られた高温高圧の液冷媒は、膨張弁４０へと流出する。

【００２３】

膨張弁４０は、室外熱交換器３０から流入した高温高圧の液冷媒の圧力を下げる。膨張弁４０は、減圧によって得られた低温低圧の液冷媒を室内熱交換器７０へと流出させる。膨張弁４０は、制御装置６の制御（制御信号Ｃ３）に従って開度が調整される電子膨張弁である。

【００２４】

冷房モードにおいて、室内熱交換器７０は、蒸発器として機能する。室内熱交換器７０は、冷熱源装置２の膨張弁４０から流入した低温低圧の液冷媒を、ファン７１を用いて室内空間から吸い込んだ空気との間で熱交換させる。この熱交換により空気から吸熱した液冷媒は、室内熱交換器７０の内部で蒸発することで低温低圧のガス冷媒に変化する。室内熱交換器７０によって得られた低温低圧のガス冷媒は、圧縮機１０へと流出する。室内熱交換器７０においてガス冷媒によって吸熱された空気は、再び室内空間に送り込まれる。これにより、室内空間が冷房される。

【００２５】

次に、暖房モードにおける各部の動作について説明する。暖房モードにおいて、四方弁２０の内部の連通状態は、制御装置６の制御（制御信号Ｃ２）に従って、第１ポート２１が第４ポート２４に連通し、かつ、第２ポート２２が第３ポート２３に連通する第２状態に制御される。つまり、暖房モードにおいては、制御装置６の制御信号Ｃ２に従って四方弁２０の内部の連通状態が第２状態に制御されることで、圧縮機１０の吸入ポート１１が室外熱交換器３０に連通しかつ圧縮機１０の吐出ポート１２が室内熱交換器７０に連通する。これにより、冷媒は、圧縮機１０、室内熱交換器７０、膨張弁４０、および室外熱交換器３０の順に冷媒回路４を循環する。

【００２６】

圧縮機１０は、室外熱交換器３０から流入した低温低圧のガス冷媒を吸入ポート１１から吸入し、吸入したガス冷媒を圧縮することでガス冷媒の圧力を上げる。圧縮機１０は、圧縮によって得られた高温高圧のガス冷媒を、吐出ポート１２から吐出する。

【００２７】

暖房モードにおいて、室内熱交換器７０は、凝縮器として機能する。室内熱交換器７０は、圧縮機１０から吐出された高温高圧のガス冷媒を、ファン７１を用いて室内空間から吸い込んだ空気との間で熱交換させる。この熱交換により空気へと放熱したガス冷媒は、室内熱交換器７０の内部で凝縮することで高温高圧の液冷媒に変化する。室内熱交換器７０によって得られた高温高圧の液冷媒は、膨張弁４０へと流出する。室内熱交換器７０においてガス冷媒から吸熱した空気は、再び室内空間に送り込まれる。これにより、室内空間が暖房される。

【００２８】

膨張弁４０は、室内熱交換器７０ら流入した高温高圧の液冷媒の圧力を下げる。膨張弁４０は、減圧によって得られた低温低圧の液冷媒を室外熱交換器３０へと流出させる。

【００２９】
暖房モードにおいて、室外熱交換器３０は、蒸発器として機能する。室外熱交換器３０は、膨張弁４０から流入した低温低圧の液冷媒を、ファン３２を用いて室外から吸い込んだ外気との間で熱交換させる。この熱交換により外気から吸熱した液冷媒は、室外熱交換器３０の内部で蒸発することで低温低圧のガス冷媒に変化する。室外熱交換器３０によって得られた低温低圧のガス冷媒は、圧縮機１０へと流出する。
【００３０】
上述のように構成された冷媒回路４においては、冷媒とともに冷凍機油が冷媒回路４内を循環する。冷凍機油は、潤滑作用、密封作用、および防錆作用などの役割を果たし、圧縮機１０が駆動するために必要とされる。ガス冷媒がガスヘッダ３１内を流れるために必要なガス冷媒の最低流速として、ゼロペネトレーション速度が知られている。ガス冷媒の流速がゼロペネトレーション速度を超えた場合は、ガス冷媒とともに冷凍機油がガスヘッダ３１内を流れるが、ガス冷媒の流速がゼロペネトレーション速度を超えない場合は、ガス冷媒とともに冷凍機油もガスヘッダ３１内に滞留する。
【００３１】
冷凍サイクル装置１を用いる家庭用空調機においては、室内温度が設定温度に近づくにつれて、空調負荷が小さくなるため、圧縮機１０の駆動周波数が低くなる。さらに、高気密高断熱住宅において、空調負荷が小さい中間期（春、秋など）の夜間では、通常運転時の周波数よりも低い周波数で圧縮機１０が駆動を継続することがある。このような低周波数で圧縮機１０が駆動すると、ガスヘッダ３１に流入したガス冷媒の流速がゼロペネトレーション速度を超え難くなり、冷凍機油がガスヘッダ３１内に滞留しやすくなる。特に、ガスヘッダ３１の配管径が大きく、ガスヘッダ３１が鉛直方向に延びている場合は、ガスヘッダ３１に流入したガス冷媒の流速がゼロペネトレーション速度を超え難くなり、冷凍機油がガスヘッダ３１内に滞留しやすくなる。冷凍機油がガスヘッダ３１内に滞留すると、圧縮機１０内の冷凍機油が枯渇し、軸かじりなど、圧縮機１０に不具合が生じるおそれがある。
【００３２】
一般的には、ガスヘッダ３１内に滞留した冷凍機油を圧縮機１０に戻すために、圧縮機１０の駆動周波数を一時的に増加させるといった返油運転が行われる。しかしながら、たとえば、冷房モードにおいて、室内熱交換器７０のファン７１を停止させることなく返油運転が行われた場合、室内熱交換器７０から室内空間に送り込まれる冷気によって室内空間が冷えすぎるおそれがある。また、たとえば、冷房モードにおいて、室内熱交換器７０のファン７１を停止させた状態で返油運転が行われた場合、室内熱交換器７０のファン７１が停止しているのに対して圧縮機１０が動作することになり不自然である。さらに、返油運転では、圧縮機１０の駆動周波数を増加させるため、その分、消費電力が増加し、省エネルギー化を図ることが難しくなる。
【００３３】
そこで、冷熱源ユニット５は、圧縮機１０の駆動状態を考慮して効率よく返油するために、冷凍機油をガスヘッダ３１から圧縮機１０に戻す返油経路をさらに備える。具体的には、ガスヘッダ３１は、配管８７、配管８８、配管８９、および配管９０を介して、圧縮機１０の吸入ポート１１に接続されている。返油経路は、これらの配管８７～配管９０によって構成される。
【００３４】
冷熱源ユニット５は、返油経路において、逆止弁１３０と、返油調整部５０と、キャピラリチューブ６０とを備える。逆止弁１３０は、配管８７を介して、ガスヘッダ３１に接続されている。返油調整部５０は、配管８８を介して、逆止弁１３０に接続されている。キャピラリチューブ６０は、配管８９を介して、返油調整部５０に接続されている。圧縮機１０の吸入ポート１１は、配管９０を介して、キャピラリチューブ６０に接続されている。
【００３５】

返油調整部５０は、制御装置６の制御（制御信号Ｃ４）に従って、返油経路を流れる冷媒および冷凍機油の流量を調整する。実施の形態１に係る返油調整部５０は、制御装置６の制御（制御信号Ｃ４）に従って開状態と閉状態とで切り替えられる開閉弁である。キャピラリチューブ６０は、圧力差によって冷媒の流量を調整する。逆止弁１３０は、返油経路を通ってガスヘッダ３１から圧縮機１０の吸入ポート１１へと冷媒および冷凍機油が流れることを許容する一方で、返油経路を通って圧縮機１０の吸入ポート１１からガスヘッダ３１へと冷媒および冷凍機油が流れることを防止する。なお、逆止弁１３０は、ガスヘッダ３１と返油調整部５０との間に限らず、返油調整部５０とキャピラリチューブ６０との間、または、キャピラリチューブ６０と圧縮機１０との間に設けられてもよい。

【００３６】

制御装置６は、圧縮機１０が低周波運転を行っているか否かに応じて、返油調整部５０を閉状態または開状態に制御する。具体的には、制御装置６は、圧縮機１０が予め定められたしきい値以上の周波数で駆動しているか否かに応じて、返油調整部５０を閉状態または開状態に制御する。しきい値となる周波数としては、ガスヘッダ３１に流入したガス冷媒の流速がゼロペネトレーション速度を超えないような周波数が設定され得る。以下、このような制御装置６による制御を返油制御と称する。

【００３７】

制御装置６は、圧縮機１０がしきい値以上の周波数で駆動しているときには、冷凍機油がガスヘッダ３１に滞留し難いため、冷凍機油が返油経路を流れないように返油調整部５０を閉状態に制御する。

【００３８】

一方、制御装置６は、圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動しているときには、冷凍機油がガスヘッダ３１に滞留しやすいため、冷凍機油が返油経路を流れるように返油調整部５０を開状態に制御する。返油調整部５０が開状態に制御されると、返油経路が開放されるため、ガスヘッダ３１から流出した冷媒および冷凍機油が返油経路を流れて圧縮機１０に戻される。このとき、キャピラリチューブ６０による減圧作用によって、返油経路を流れるガス冷媒は、圧力を下げた状態で圧縮機１０に戻される。

【００３９】

このように、制御装置６は、圧縮機１０がしきい値以上の周波数で駆動しているか否かを判定し、圧縮機１０がしきい値以上の周波数で駆動している場合には、返油経路を開放することで、冷凍機油を圧縮機１０に戻す。

【００４０】

上述したように、制御装置６は、圧縮機１０が低周波運転を行っているか否かを判定するにあたって、圧縮機１０の駆動周波数の値を判定しているが、圧縮機１０が低周波運転を行っているか否かの判定精度を高めるために、圧縮機１０の駆動周波数を判定するものに加えて、その他の値を判定してもよい。

【００４１】

具体的には、冷媒回路４は、温度センサ１０１と、温度センサ１０２と、温度センサ１０３とをさらに備える。温度センサ１０１は、室内熱交換器７０のファン７１を用いて室内空間から吸い込んだ空気の温度（以下、「吸込温度」とも称する。）を測定し、その測定値Ｔ１を制御装置６に出力する。温度センサ１０２は、室内熱交換器７０における冷媒の飽和温度（冷房時の場合は蒸発温度）を測定し、その測定値Ｔ２を制御装置６に出力する。温度センサ１０３は、室外熱交換器３０における冷媒の飽和温度（冷房時の場合は凝縮温度）を測定し、その測定値Ｔ３を制御装置６に出力する。なお、制御装置６は、室内熱交換器７０における吸込温度に限らず、室内空間に設けられた温度センサによって測定された温度を吸込温度（測定値Ｔ１）の代わりに用いてもよい。

【００４２】

測定値Ｔ１によって特定される吸込温度が設定温度に近づくにつれて、空調負荷が小さくなるため、圧縮機１０の駆動周波数が低くなる。圧縮機１０の駆動周波数が低くなると、室内熱交換器７０における冷媒の飽和圧力と、室外熱交換器３０における冷媒の飽和圧

力との差が小さくなり、さらに、室内熱交換器７０における冷媒の飽和温度と、室外熱交換器３０における冷媒の飽和温度との差が小さくなる。

【００４３】

そこで、制御装置６は、測定値Ｔ２によって特定される室内熱交換器７０における冷媒の飽和温度と、測定値Ｔ３によって特定される室外熱交換器３０における冷媒の飽和温度とに基づき、圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動しているか否か、すなわち、圧縮機１０が低周波運転を行っているか否かを判定する。

【００４４】

具体的には、制御装置６は、測定値Ｔ２によって特定される室内熱交換器７０における冷媒の飽和温度と測定値Ｔ３によって特定される室外熱交換器３０における冷媒の飽和温度との差が予め定められた基準温度未満であるときに、圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動していると判断する。

【００４５】

このように、制御装置６は、圧縮機１０が低周波運転を行っているか否かを判定するにあたって、圧縮機１０の駆動周波数の値を判定する機能（手段）に加えて、室内熱交換器７０における冷媒の飽和温度と室外熱交換器３０における冷媒の飽和温度との差を判定する機能（手段）を備えていてもよい。

【００４６】

他の手段として、制御装置６は、室内熱交換器７０における冷媒の飽和温度に対応する飽和圧力と室外熱交換器３０における冷媒の飽和温度に対応する飽和圧力とに基づき、圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動しているか否か、すなわち、圧縮機１０が低周波運転を行っているか否かを判定する。

【００４７】

具体的には、制御装置６は、測定値Ｔ２によって特定される飽和温度に基づき室内熱交換器７０における冷媒の飽和圧力を算出し、測定値Ｔ３によって特定される飽和温度に基づき室外熱交換器３０における冷媒の飽和圧力を算出する。そして、制御装置６は、室内熱交換器７０における冷媒の飽和圧力と室外熱交換器３０における冷媒の飽和圧力との差が予め定められた基準圧力未満であるときに、圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動していると判断する。

【００４８】

このように、制御装置６は、圧縮機１０が低周波運転を行っているか否かを判定するにあたって、圧縮機１０の駆動周波数の値を判定する機能（手段）に加えて、室内熱交換器７０における冷媒の飽和圧力と室外熱交換器３０における冷媒の飽和圧力との差を判定する機能（手段）を備えていてもよい。

【００４９】

なお、制御装置６は、圧縮機１０の駆動周波数の値を判定する機能（手段）、室内熱交換器７０における冷媒の飽和温度と室外熱交換器３０における冷媒の飽和温度との差を判定する機能（手段）、および、室内熱交換器７０における冷媒の飽和圧力と室外熱交換器３０における冷媒の飽和圧力との差を判定する機能（手段）のうちの少なくともいずれか１つを選択的に備えていてもよい。

【００５０】

＜返油制御のタイミング＞

図２～図４を参照しながら、実施の形態１に係る制御装置６が実行する返油制御について説明する。

【００５１】

図２は、実施の形態１に係る冷凍サイクル装置１について冷房モード時における返油制御のタイミングを示すタイミングチャートである。図２においては、室内空間から吸い込んだ空気の吸込温度、冷房モード時の設定温度、および圧縮機１０の駆動周波数を表す第１タイミングチャートと、返油調整部５０の開閉を表す第２タイミングチャートとが示されている。第１タイミングチャートにおいて、縦軸は温度および駆動周波数を表し、横軸

は時間を表す。第２タイミングチャートにおいて、縦軸は返油調整部５０の開閉を表し、横軸は時間を表す。第２タイミングチャートにおける横軸（時間軸）は、第１タイミングチャートにおける横軸（時間軸）に対応している。

【００５２】

図２に示されるように、冷房モードにおける圧縮機１０の駆動によって室内空気の吸込温度が徐々に下がり、やがて吸込温度が設定温度の近くまで下がると、圧縮機１０の駆動周波数が徐々に下がり、やがて駆動周波数がしきい値未満になる（タイミングｔ０）。圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動を継続すると、ガス冷媒の流速がゼロペネトレーション速度を超え難くなり、冷凍機油がガスヘッダ３１内に滞留する。

【００５３】

制御装置６は、しきい値未満の周波数で圧縮機１０を駆動させた後、予め定められた第１期間（Δｔ１）にわたって返油調整部５０を閉状態で維持し、その後、返油調整部５０を閉状態から開状態に切り替える（タイミングｔ１）。これにより、返油経路が開放されるため、高圧側のガスヘッダ３１から低圧側の圧縮機１０の吸入ポート１１へと、返油経路を介して、冷凍機油が圧縮機１０に戻される。第１期間（Δｔ１）は、圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動し始めてから（言い換えると、ガスヘッダ３１内に冷凍機油が滞留し始めてから）所定量以上の冷凍機油が滞留するまでの予測期間であり、たとえば、２時間など任意の期間に設定され得る。第１期間（Δｔ１）は、後述する図３、図４、および図６～図８の各々に示されるタイミングチャートにおいても同様の期間に設定され得る。

【００５４】

制御装置６は、返油調整部５０を閉状態から開状態に切り替えた後、予め定められた第２期間（Δｔ２）にわたって返油調整部５０を開状態で維持し、その後、再び返油調整部５０を開状態から閉状態に切り替える（タイミングｔ２）。これにより、返油経路が再び閉鎖されるため、返油経路を通ることなく、冷媒回路４内を冷媒が再び循環する。第２期間（Δｔ２）は、返油経路が開放されてからガスヘッダ３１内に滞留した冷凍機油の所定量以上が圧縮機１０に戻るまでの予測期間であり、たとえば、１０分間など任意の期間に設定され得る。第２期間（Δｔ２）は、後述する図３、図４、および図６～図８の各々に示されるタイミングチャートにおいても同様の期間に設定され得る。

【００５５】

制御装置６は、返油調整部５０を開状態から閉状態に切り替えた後、予め定められた第１期間（Δｔ１）にわたって返油調整部５０を閉状態で維持し、その後、再び返油調整部５０を閉状態から開状態に切り替える（タイミングｔ３）。これにより、返油経路が再び開放されるため、高圧側のガスヘッダ３１から低圧側の圧縮機１０の吸入ポート１１へと、返油経路を介して、冷凍機油が圧縮機１０に戻される。

【００５６】

制御装置６は、返油調整部５０を閉状態から開状態に切り替えた後、予め定められた第２期間（Δｔ２）にわたって返油調整部５０を開状態で維持し、その後、再び返油調整部５０を開状態から閉状態に切り替える（タイミングｔ４）。これにより、返油経路が再び閉鎖されるため、返油経路を通ることなく、冷媒回路４内を冷媒が再び循環する。

【００５７】

図３は、実施の形態１に係る冷凍サイクル装置１について暖房モード時における返油制御のタイミングを示すタイミングチャートである。図３においては、室内空間から吸い込んだ空気の吸込温度、暖房モード時の設定温度、および圧縮機１０の駆動周波数を表す第１タイミングチャートと、返油調整部５０の開閉を表す第２タイミングチャートとが示されている。第１タイミングチャートにおいて、縦軸は温度および駆動周波数を表し、横軸は時間を表す。第２タイミングチャートにおいて、縦軸は返油調整部５０の開閉を表し、横軸は時間を表す。第２タイミングチャートにおける横軸（時間軸）は、第１タイミングチャートにおける横軸（時間軸）に対応している。

【００５８】

図３に示されるように、暖房モードにおける圧縮機１０の駆動によって室内空気の吸込温度が徐々に上がり、やがて吸込温度が設定温度の近くまで上がると、圧縮機１０の駆動周波数が徐々に下がり、やがて駆動周波数がしきい値未満になる（タイミングｔ０）。圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動を継続すると、ガス冷媒の流速がゼロペネトレーション速度を超え難くなり、冷凍機油がガスヘッダ３１内に滞留する。

【００５９】

制御装置６は、しきい値未満の周波数で圧縮機１０を駆動させた後、予め定められた第１期間（Δｔ１）にわたって返油調整部５０を閉状態で維持し、その後、返油調整部５０を閉状態から開状態に切り替える（タイミングｔ１）。これにより、返油経路が開放されるため、ガスヘッダ３１から圧縮機１０の吸入ポート１１へと、返油経路を介して、冷凍機油が圧縮機１０に戻される。

【００６０】

制御装置６は、返油調整部５０を閉状態から開状態に切り替えた後、予め定められた第２期間（Δｔ２）にわたって返油調整部５０を開状態で維持し、その後、再び返油調整部５０を開状態から閉状態に切り替える（タイミングｔ２）。これにより、返油経路が再び閉鎖されるため、返油経路を通ることなく、冷媒回路４内を冷媒が再び循環する。

【００６１】

制御装置６は、返油調整部５０を開状態から閉状態に切り替えた後、予め定められた第１期間（Δｔ１）にわたって返油調整部５０を閉状態で維持し、その後、再び返油調整部５０を閉状態から開状態に切り替える（タイミングｔ３）。これにより、返油経路が再び開放されるため、ガスヘッダ３１から圧縮機１０の吸入ポート１１へと、返油経路を介して、冷凍機油が圧縮機１０に戻される。

【００６２】

制御装置６は、返油調整部５０を閉状態から開状態に切り替えた後、予め定められた第２期間（Δｔ２）にわたって返油調整部５０を開状態で維持し、その後、再び返油調整部５０を開状態から閉状態に切り替える（タイミングｔ４）。これにより、返油経路が再び閉鎖されるため、返油経路を通ることなく、冷媒回路４内を冷媒が再び循環する。

【００６３】

以上のように、実施の形態１に係る冷凍サイクル装置１において、制御装置６は、圧縮機１０がしきい値以上の周波数で駆動しているときに、冷凍機油が返油経路を流れないように返油調整部５０を閉状態で維持し、圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動しているときに、冷凍機油が返油経路を流れるように返油調整部５０を開状態で維持する。これにより、冷凍サイクル装置１は、圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動しているとき、すなわちガスヘッダ３１内に冷凍機油が滞留しやすい状態においてのみ返油するため、圧縮機１０の駆動状態を考慮して効率よく返油することができる。

【００６４】

制御装置６は、圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動しているときに、冷凍機油が返油経路に流れる状態と冷凍機油が返油経路に流れない状態とを交互に繰り返すように、返油調整部５０を開状態と閉状態とで繰り返し切り替える。これにより、冷凍サイクル装置１は、圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動している状態において、返油する期間と、冷媒回路４内に冷媒を循環させる期間とでバランスを保つことができる。

【００６５】

上述した図３のように暖房モード時に返油調整部５０を開状態に制御した場合、ガスヘッダ３１と圧縮機１０の吸入ポート１１とが同一または略同一の圧力（低圧）であるため、返油経路を介して圧縮機１０に戻る冷凍機油の量が十分でない可能性がある。そこで、変形例に係る冷凍サイクル装置１では、制御装置６が図４に示されるような返油制御を行ってもよい。

【００６６】

図４は、実施の形態１の変形例に係る冷凍サイクル装置１について暖房モード時における返油制御のタイミングを示すタイミングチャートである。図４においては、室内空間か

ら吸い込んだ空気の吸込温度、暖房モード時の設定温度、圧縮機１０の駆動周波数、および四方弁２０の切り替えを表す第１タイミングチャートと、返油調整部５０の開閉を表す第２タイミングチャートと、膨張弁４０の開閉を表す第３タイミングチャートとが示されている。第１タイミングチャートにおいて、縦軸は温度および駆動周波数を表し、横軸は時間を表す。第２タイミングチャートにおいて、縦軸は返油調整部５０の開閉を表し、横軸は時間を表す。第３タイミングチャートにおいて、縦軸は膨張弁４０の開閉を表し、横軸は時間を表す。第２タイミングチャートおよび第３タイミングチャートの各々における横軸（時間軸）は、第１タイミングチャートにおける横軸（時間軸）に対応している。

【００６７】

図４に示されるように、暖房モードにおける圧縮機１０の駆動によって室内空気の吸込温度が徐々に上がり、やがて吸込温度が設定温度の近くまで上がると、圧縮機１０の駆動周波数が徐々に下がり、やがて圧縮機１０の駆動周波数がしきい値未満になる（タイミングｔ０）。圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動を継続すると、ガス冷媒の流速がゼロペネトレーション速度を超え難くなり、冷凍機油がガスヘッダ３１内に滞留する。

【００６８】

制御装置６は、しきい値未満の周波数で圧縮機１０を駆動させた後、予め定められた第１期間（Δｔ１）にわたって返油調整部５０を閉状態で維持する。その後、制御装置６は、四方弁２０の内部の連通状態を、暖房モード時の第２状態から冷房モード時の第１状態に切り替えるとともに、返油調整部５０を閉状態から開状態に切り替え、さらに、膨張弁４０を開状態から閉状態に切り替える（タイミングｔ１）。これにより、ガスヘッダ３１が高圧側である一方で圧縮機１０の吸入ポート１１が低圧側である状態で返油経路が開状態で維持されるため、高圧側のガスヘッダ３１から低圧側の圧縮機１０の吸入ポート１１へと、返油経路を介して、冷凍機油が圧縮機１０に戻される。さらに、膨張弁４０が閉状態で維持されるため、室外熱交換器３０から室内熱交換器７０へと冷媒および冷凍機油が流れることを極力防ぐことができる。

【００６９】

制御装置６は、返油調整部５０を閉状態から開状態に切り替えた後、予め定められた第２期間（Δｔ２）にわたって返油調整部５０を開状態で維持する。その後、制御装置６は、四方弁２０の内部の連通状態を、冷房モード時の第１状態から暖房モード時の第２状態に切り替えるとともに、返油調整部５０を開状態から閉状態に切り替え、さらに、膨張弁４０を閉状態から開状態に切り替える（タイミングｔ２）。これにより、四方弁２０の内部の連通状態が暖房モード時の第２状態に維持され、かつ膨張弁４０が開状態で維持された状態で返油経路が再び閉鎖されるため、返油経路を通ることなく、冷媒回路４内を冷媒が再び循環する。

【００７０】

以上のように、実施の形態１の変形例に係る冷凍サイクル装置１において、制御装置６は、圧縮機１０がしきい値以上の周波数で駆動しているときに、四方弁２０を暖房モード時の第２状態から冷房モード時の第１状態に切り替えるとともに膨張弁４０を開状態から閉状態に切り替え、冷凍機油が返油経路を流れるように返油調整部５０を開状態で維持する。これにより、冷凍サイクル装置１は、暖房モード時にガスヘッダ３１内に冷凍機油が滞留した場合でも、一時的にガスヘッダ３１を高圧側にする一方で圧縮機１０の吸入ポート１１を低圧側にすることで、返油経路を介して効率よく冷凍機油を圧縮機１０に戻すことができる。

【００７１】

実施の形態２．

＜冷凍サイクル装置の構成＞

図５は、実施の形態２に係る冷凍サイクル装置１０００の構成を示す図である。なお、以下では、冷凍サイクル装置１０００について、実施の形態１に係る冷凍サイクル装置１と異なる部分のみを説明する。

【００７２】

図５に示されるように、実施の形態２に係る冷凍サイクル装置１０００において、冷熱源ユニット５００の冷熱源装置２００は、実施の形態１に係る冷熱源装置２が備える返油調整部５０（開状態と閉状態とで切り替えられる開閉弁）およびキャピラリチューブ６０の代わりとして、返油調整部１５０を備える。

【００７３】

返油調整部１５０は、制御装置６００の制御（制御信号Ｃ５）に従って開度が調整される電子膨張弁である。制御装置６００は、圧縮機１０が予め定められたしきい値以上の周波数で駆動しているか否かに応じて、返油調整部１５０の開度を制御する。具体的には、制御装置６００は、圧縮機１０がしきい値以上の周波数で駆動しているときには、冷凍機油がガスヘッダ３１に滞留し難いため、冷凍機油が返油経路を流れないように返油調整部１５０の開度を小さくする。一方、制御装置６００は、圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動しているときには、冷凍機油がガスヘッダ３１に滞留しやすいため、冷凍機油が返油経路を流れるように返油調整部１５０の開度を大きくする。

【００７４】

＜返油制御のタイミング＞

図６～図８を参照しながら、実施の形態２に係る制御装置６００が実行する返油制御について説明する。

【００７５】

図６は、実施の形態２に係る冷凍サイクル装置１０００について冷房モード時における返油制御のタイミングを示すタイミングチャートである。図６においては、室内空間から吸い込んだ空気の吸込温度、冷房モード時の設定温度、および圧縮機１０の駆動周波数を表す第１タイミングチャートと、返油調整部１５０の開閉を表す第２タイミングチャートとが示されている。第１タイミングチャートにおいて、縦軸は温度および駆動周波数を表し、横軸は時間を表す。第２タイミングチャートにおいて、縦軸は返油調整部１５０の開閉を表し、横軸は時間を表す。第２タイミングチャートにおける横軸（時間軸）は、第１タイミングチャートにおける横軸（時間軸）に対応している。

【００７６】

図６に示されるように、冷房モードにおける圧縮機１０の駆動によって室内空気の吸込温度が徐々に下がり、やがて吸込温度が設定温度の近くまで下がると、圧縮機１０の駆動周波数が徐々に下がり、やがて駆動周波数がしきい値未満になる（タイミングｔ０）。圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動を継続すると、ガス冷媒の流速がゼロペネトレーション速度を超え難くなり、冷凍機油がガスヘッダ３１内に滞留する。

【００７７】

制御装置６００は、しきい値未満の周波数で圧縮機１０を駆動させた後、返油調整部１５０を予め定められた第１開度まで徐々に開ける。返油調整部１５０の開度は、タイミングｔ０から予め定められた第１期間（Δｔ１）が経過するまでに第１開度に到達する（タイミングｔ１）。これにより、第１開度で返油経路が開放されるため、高圧側のガスヘッダ３１から低圧側の圧縮機１０の吸入ポート１１へと、返油経路を介して、第１開度で流量調整された冷凍機油が圧縮機１０に戻される。

【００７８】

制御装置６００は、返油調整部１５０を第１開度で開放した後、予め定められた第２期間（Δｔ２）にわたって返油調整部１５０の開度を第１開度で維持し、その後、再び返油調整部１５０を徐々に閉じる（タイミングｔ２）。これにより、返油経路が再び閉じられるため、返油経路を通ることなく、冷媒回路４内を冷媒が再び循環する。

【００７９】

制御装置６００は、返油調整部１５０を閉状態で維持した後、再び返油調整部１５０を予め定められた第１開度まで徐々に開ける。返油調整部１５０の開度は、タイミングｔ２から予め定められた第１期間（Δｔ１）が経過するまでに第１開度に到達する（タイミングｔ３）。これにより、第１開度で返油経路が再び開放されるため、高圧側のガスヘッダ３１から低圧側の圧縮機１０の吸入ポート１１へと、返油経路を介して、第１開度で流量

調整された冷凍機油が圧縮機１０に戻される。

【００８０】

制御装置６００は、返油調整部１５０を第１開度で開放した後、予め定められた第２期間（Δｔ２）にわたって返油調整部１５０の開度を第１開度で維持し、その後、再び返油調整部１５０を徐々に閉じる（タイミングｔ４）。これにより、返油経路が再び閉じられるため、返油経路を通ることなく、冷媒回路４内を冷媒が再び循環する。

【００８１】

図７は、実施の形態２に係る冷凍サイクル装置１０００について暖房モード時における返油制御のタイミングを示すタイミングチャートである。図７においては、室内空間から吸い込んだ空気の吸込温度、暖房モード時の設定温度、および圧縮機１０の駆動周波数を表す第１タイミングチャートと、返油調整部１５０の開閉を表す第２タイミングチャートとが示されている。第１タイミングチャートにおいて、縦軸は温度および駆動周波数を表し、横軸は時間を表す。第２タイミングチャートにおいて、縦軸は返油調整部１５０の開閉を表し、横軸は時間を表す。第２タイミングチャートにおける横軸（時間軸）は、第１タイミングチャートにおける横軸（時間軸）に対応している。

【００８２】

図７に示されるように、暖房モードにおける圧縮機１０の駆動によって室内空気の吸込温度が徐々に上がり、やがて吸込温度が設定温度の近くまで上がると、圧縮機１０の駆動周波数が徐々に下がり、やがて駆動周波数がしきい値未満になる（タイミングｔ０）。圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動を継続すると、ガス冷媒の流速がゼロペネトレーション速度を超え難くなり、冷凍機油がガスヘッダ３１内に滞留する。

【００８３】

制御装置６００は、しきい値未満の周波数で圧縮機１０を駆動させた後、返油調整部１５０を予め定められた第１開度まで徐々に開ける。返油調整部１５０の開度は、タイミングｔ０から予め定められた第１期間（Δｔ１）が経過するまでに第２開度に到達する（タイミングｔ１）。これにより、第２開度で返油経路が開放されるため、ガスヘッダ３１から圧縮機１０の吸入ポート１１へと、返油経路を介して、第２開度で流量調整された冷凍機油が圧縮機１０に戻される。また、暖房モードにおける第２開度は、冷房モードにおける第１開度よりも大きく設定されており、これにより、ガスヘッダ３１と圧縮機１０の吸入ポート１１とが同一または略同一の圧力（低圧）であっても、冷房モード時よりも大きな流量で冷凍機油が圧縮機１０に戻される。

【００８４】

制御装置６００は、返油調整部１５０を第２開度で開放した後、予め定められた第２期間（Δｔ２）にわたって返油調整部１５０の開度を第２開度で維持し、その後、再び返油調整部１５０を徐々に閉じる（タイミングｔ２）。これにより、返油経路が再び閉じられるため、返油経路を通ることなく、冷媒回路４内を冷媒が再び循環する。

【００８５】

制御装置６００は、返油調整部１５０を閉状態で維持した後、再び返油調整部１５０を予め定められた第２開度まで徐々に開ける。返油調整部１５０の開度は、タイミングｔ２から予め定められた第１期間（Δｔ１）が経過するまでに第２開度に到達する（タイミングｔ３）。これにより、第２開度で返油経路が再び開放されるため、高圧側のガスヘッダ３１から低圧側の圧縮機１０の吸入ポート１１へと、返油経路を介して、第２開度で流量調整された冷凍機油が圧縮機１０に戻される。

【００８６】

制御装置６００は、返油調整部１５０を第２開度で開放した後、予め定められた第２期間（Δｔ２）にわたって返油調整部１５０の開度を第２開度で維持し、その後、再び返油調整部１５０を徐々に閉じる（タイミングｔ４）。これにより、返油経路が再び閉じられるため、返油経路を通ることなく、冷媒回路４内を冷媒が再び循環する。

【００８７】

以上のように、実施の形態２に係る冷凍サイクル装置１０００において、制御装置６０

０は、圧縮機１０がしきい値以上の周波数で駆動しているときに、冷凍機油が返油経路を流れないように返油調整部１５０を閉状態で維持し、圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動しているときに、冷凍機油が返油経路を流れるように返油調整部１５０を開状態で維持する。これにより、冷凍サイクル装置１０００は、圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動しているとき、すなわちガスヘッダ３１内に冷凍機油が滞留しやすい状態においてのみ返油するため、圧縮機１０の駆動状態を考慮して効率よく返油することができる。

【００８８】

制御装置６００は、圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動しているときに、冷凍機油が返油経路に流れる状態と冷凍機油が返油経路に流れない状態とを交互に繰り返すように、返油調整部１５０を開状態と閉状態とで繰り返し切り替える。これにより、冷凍サイクル装置１０００は、圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動している状態において、返油する期間と、冷媒回路４内に冷媒を循環させる期間とでバランスを保つことができる。

【００８９】

返油調整部１５０は、制御装置６００の制御に従って開度が調整される電子膨張弁である。これにより、冷凍サイクル装置１０００は、返油調整部１５０の開度を調整することによって、冷房モード時および暖房モード時のいずれであるかに応じて返油経路の開度を調整することができる。さらに、実施の形態１に係る冷凍サイクル装置１のようにキャピラリチューブ６０を設ける必要がないため、製造コストを抑えることができる。

【００９０】

上述した図７のように暖房モード時に返油調整部１５０を開状態に制御した場合、ガスヘッダ３１と圧縮機１０の吸入ポート１１とが同一または略同一の圧力（低圧）であるため、返油調整部１５０の開度を調整したとしても返油経路を介して圧縮機１０に戻る冷凍機油の量が十分でない可能性がある。そこで、変形例に係る冷凍サイクル装置１０００では、制御装置６００が図８に示されるような返油制御を行ってもよい。

【００９１】

図８は、実施の形態２の変形例に係る冷凍サイクル装置１０００について暖房モード時における返油制御のタイミングを示すタイミングチャートである。図８においては、室内空間から吸い込んだ空気の吸込温度、暖房モード時の設定温度、圧縮機１０の駆動周波数、および四方弁２０の切り替えを表す第１タイミングチャートと、返油調整部１５０の開閉を表す第２タイミングチャートと、膨張弁４０の開閉を表す第３タイミングチャートとが示されている。第１タイミングチャートにおいて、縦軸は温度および駆動周波数を表し、横軸は時間を表す。第２タイミングチャートにおいて、縦軸は返油調整部１５０の開閉を表し、横軸は時間を表す。第３タイミングチャートにおいて、縦軸は膨張弁４０の開閉を表し、横軸は時間を表す。第２タイミングチャートおよび第３タイミングチャートの各々における横軸（時間軸）は、第１タイミングチャートにおける横軸（時間軸）に対応している。

【００９２】

図８に示されるように、暖房モードにおける圧縮機１０の駆動によって室内空気の吸込温度が徐々に上がり、やがて吸込温度が設定温度の近くまで上がると、圧縮機１０の駆動周波数が徐々に下がり、やがて圧縮機１０の駆動周波数がしきい値未満になる（タイミングｔ０）。圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動を継続すると、ガス冷媒の流速がゼロペネトレーション速度を超え難くなり、冷凍機油がガスヘッダ３１内に滞留する。

【００９３】

制御装置６００は、しきい値未満の周波数で圧縮機１０を駆動させた後、四方弁２０の内部の連通状態を、暖房モード時の第２状態から冷房モード時の第１状態に切り替えるとともに、返油調整部５０を予め定められた第１開度まで徐々に開け、さらに、膨張弁４０を開状態から閉状態に切り替える（タイミングｔ１）。返油調整部１５０の開度は、タイミングｔ０から予め定められた第１期間（Δｔ１）が経過するまでに第２開度に到達する（タイミングｔ１）。これにより、ガスヘッダ３１が高圧側である一方で圧縮機１０の吸入ポート１１が低圧側である状態で返油経路が開状態で維持されるため、高圧側のガスヘ

ッダ３１から低圧側の圧縮機１０の吸入ポート１１へと、返油経路を介して、冷凍機油が圧縮機１０に戻される。さらに、膨張弁４０が閉状態で維持されるため、室外熱交換器３０から室内熱交換器７０へと冷媒および冷凍機油が流れることを極力防ぐことができる。

【００９４】

制御装置６００は、返油調整部１５０を第２開度で開放した後、予め定められた第２期間（Δｔ２）にわたって返油調整部１５０の開度を第２開度で維持する。その後、制御装置６００は、四方弁２０の内部の連通状態を、冷房モード時の第１状態から暖房モード時の第２状態に切り替えるとともに、返油調整部１５０を徐々に閉じ、さらに、膨張弁４０を閉状態から開状態に切り替える（タイミングｔ２）。これにより、四方弁２０の内部の連通状態が暖房モード時の第２状態に維持され、かつ膨張弁４０が開状態で維持された状態で返油経路が再び閉鎖されるため、返油経路を通ることなく、冷媒回路４内を冷媒が再び循環する。

【００９５】

以上のように、実施の形態２の変形例に係る冷凍サイクル装置１０００において、制御装置６００は、圧縮機１０がしきい値以上の周波数で駆動しているときに、四方弁２０を暖房モード時の第２状態から冷房モード時の第１状態に切り替えるとともに膨張弁４０を開状態から閉状態に切り替え、冷凍機油が返油経路を流れるように返油調整部１５０を開状態で維持する。これにより、冷凍サイクル装置１０００は、暖房モード時にガスヘッダ３１内に冷凍機油が滞留した場合でも、一時的にガスヘッダ３１を高圧側にする一方で圧縮機１０の吸入ポート１１を低圧側にすることで、返油経路を介して効率よく冷凍機油を圧縮機１０に戻すことができる。

【００９６】

（まとめ）

本開示は、室内熱交換器７０に接続可能であり、冷媒回路４を構成する冷熱源ユニット５，５００に関する。冷熱源ユニット５，５００は、圧縮機１０と、ガスヘッダ３１を有する室外熱交換器３０と、冷凍機油をガスヘッダ３１から圧縮機１０に戻す返油経路（配管８７～９０）と、返油経路を流れる冷凍機油の流量を調整する返油調整部５０，１５０と、冷媒回路４を制御する制御装置６，６００とを備える。制御装置６，６００は、圧縮機１０がしきい値以上の周波数で駆動しているときに、冷凍機油が返油経路を流れないように返油調整部５０，１５０を制御し、圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動しているときに、冷凍機油が返油経路を流れるように返油調整部５０，１５０を制御する。

【００９７】

このような構成を備えることによって、冷熱源ユニット５，５００は、圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動しているとき、すなわちガスヘッダ３１内に冷凍機油が滞留しやすい状態においてのみ返油するため、圧縮機１０の駆動状態を考慮して効率よく返油することができる。

【００９８】

好ましくは、制御装置６，６００は、圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動しているときに、冷凍機油が返油経路に流れる状態と冷凍機油が返油経路に流れない状態とを交互に繰り返すように返油調整部５０，１５０を制御する。

【００９９】

このような構成を備えることによって、冷熱源ユニット５，５００は、圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動している状態において、返油する期間と、冷媒回路４内に冷媒を循環させる期間とでバランスを保つことができる。

【０１００】

好ましくは、冷熱源ユニット５，５００は、四方弁２０と、室外熱交換器３０と室内熱交換器７０との間の経路に設けられた膨張弁４０とをさらに備える。四方弁２０の内部の連通状態は、圧縮機１０の吸入ポート１１が室内熱交換器７０に連通しかつ圧縮機１０の吐出ポート１２が室外熱交換器３０に連通する第１状態と、圧縮機１０の吸入ポート１１が室外熱交換器３０に連通しかつ圧縮機１０の吐出ポート１２が室内熱交換器７０に連通

する第２状態とで切り替わる。制御装置６，６００は、四方弁２０が第２状態でありかつ圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動しているときに、四方弁２０を第２状態から第１状態に切り替えるとともに膨張弁４０を開状態から閉状態に切り替え、冷凍機油が返油経路に流れるように返油調整部５０，１５０を制御する。

【０１０１】

このような構成を備えることによって、冷熱源ユニット５，５００は、暖房モード時にガスヘッダ３１内に冷凍機油が滞留した場合でも、四方弁２０の内部の連通状態を第２状態から第１状態に切り替えて一時的にガスヘッダ３１を高圧側にする一方で圧縮機１０の吸入ポート１１を低圧側にすることで、返油経路を介して効率よく冷凍機油を圧縮機１０に戻すことができる。

【０１０２】

好ましくは、制御装置６，６００は、室内熱交換器７０における冷媒の飽和温度と室外熱交換器３０における冷媒の飽和温度とに基づき、圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動しているか否かを判定する。

【０１０３】

このような構成を備えることによって、冷熱源ユニット５，５００は、圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動しているか否かの判定についての精度を高めることができる。

【０１０４】

好ましくは、制御装置６，６００は、室内熱交換器７０における冷媒の飽和温度に対応する飽和圧力と室外熱交換器３０における冷媒の飽和温度に対応する飽和圧力とに基づき、圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動しているか否かを判定する。

【０１０５】

このような構成を備えることによって、冷熱源ユニット５，５００は、圧縮機１０がしきい値未満の周波数で駆動しているか否かの判定についての精度を高めることができる。

【０１０６】

好ましくは、返油調整部１５０は、前記制御装置の制御に従って開度が調整される電子膨張弁である。

【０１０７】

このような構成を備えることによって、冷熱源ユニット５，５００は、返油調整部１５０の開度を調整することによって、冷房モード時および暖房モード時のいずれであるかに応じて返油経路の開度を調整することができる。

【０１０８】

本開示は、他の局面では、冷熱源ユニット５と室内熱交換器７０とを備える冷凍サイクル装置１、および、冷熱源ユニット５００と室内熱交換器７０とを備える冷凍サイクル装置１０００に関する。

【０１０９】

今回開示された実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本開示の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

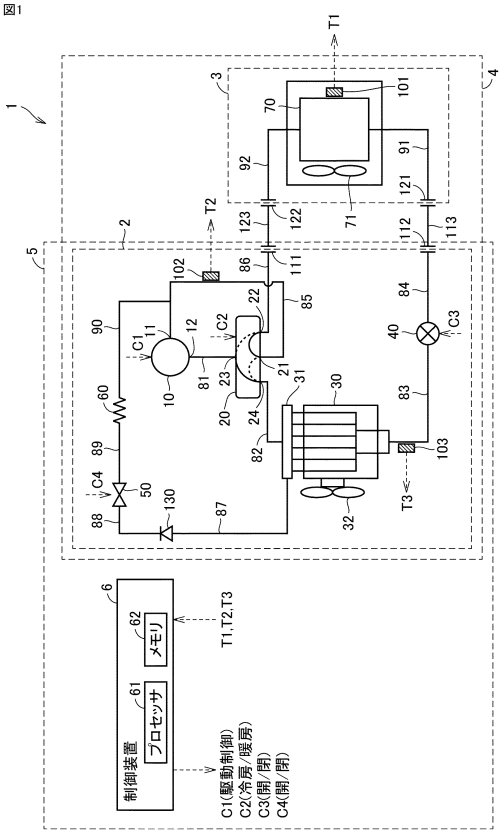
【０１１０】

１，１０００ 冷凍サイクル装置、１０ 圧縮機、２，２００ 冷熱源装置、３ 負荷装置、４ 冷媒回路、５，５００ 冷熱源ユニット、６，６００ 制御装置、１１ 吸入ポート、１２ 吐出ポート、２０ 四方弁、２１ 第１ポート、２２ 第２ポート、２３ 第３ポート、２４ 第４ポート、３０ 室外熱交換器、３１ ガスヘッダ、３２，７１ ファン、４０ 膨張弁、５０，１５０ 返油調整部、６０ キャピラリチューブ、６１ プロセッサ、６２ メモリ、７０ 室内熱交換器、８１，８２，８３，８４，８５，８６，８７，８８，８９，９０，９１，９２ 配管、１０１，１０２，１０３ 温度センサ、１１１，１２１ 吸入ポート、１１２，１２２ 吐出ポート、１１３，１２３ 延長配管、１３０ 逆止弁。

【図面】

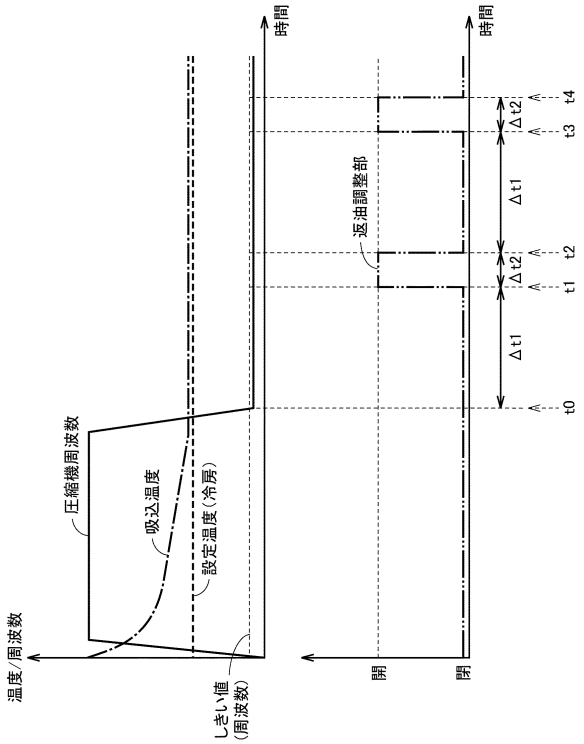
【図１】

図1



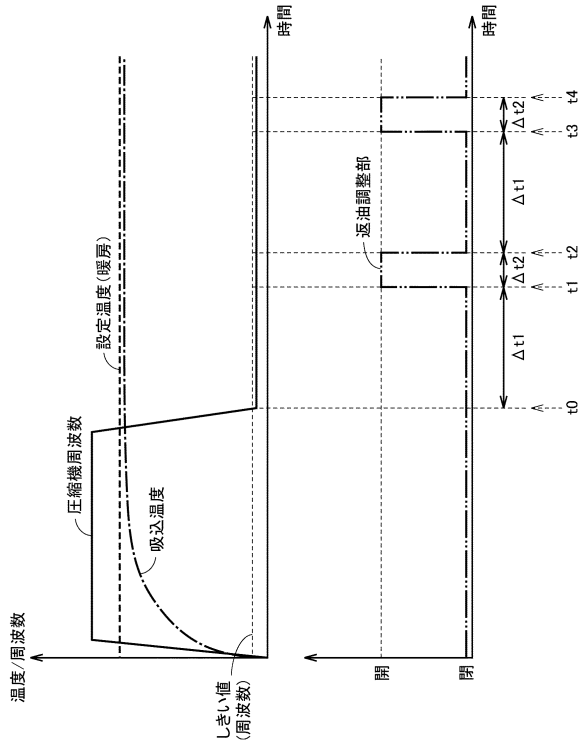

【図２】

図2



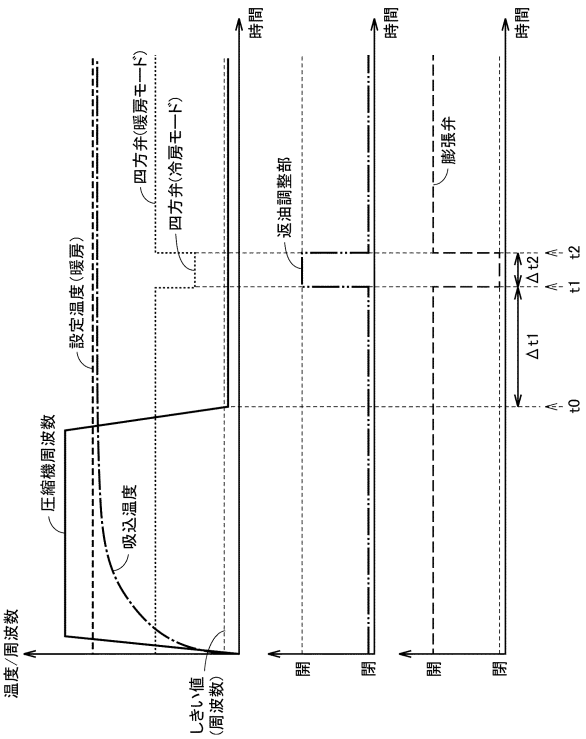

【図３】

図3



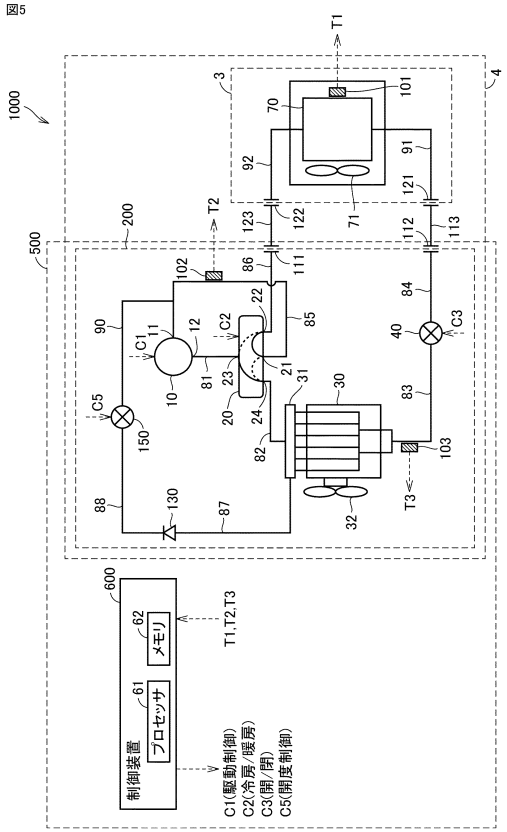

【図４】

図4



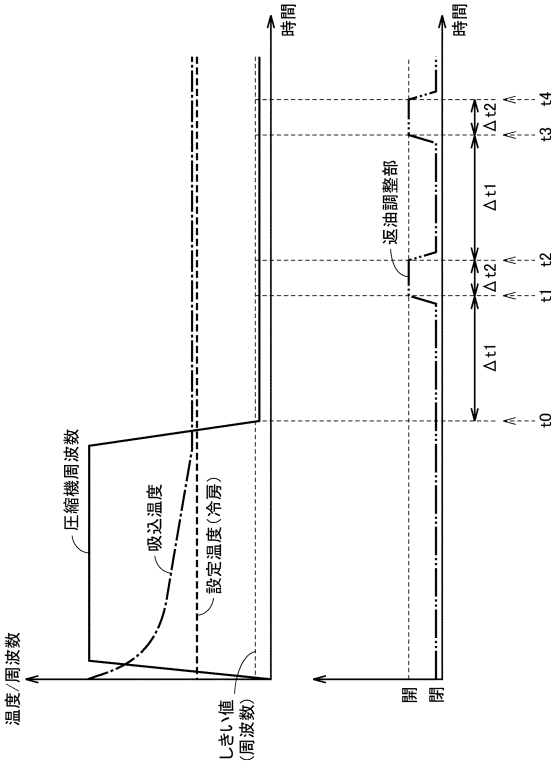
【図５】

図5



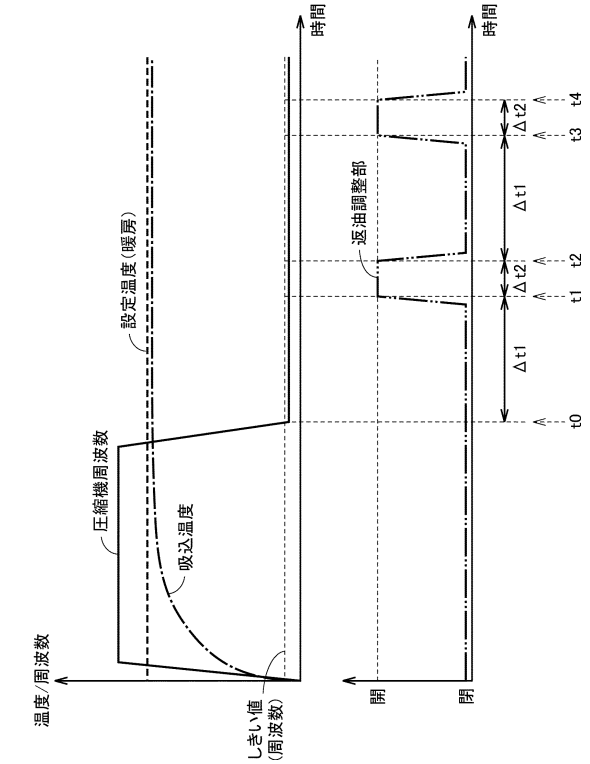

【図６】

図6



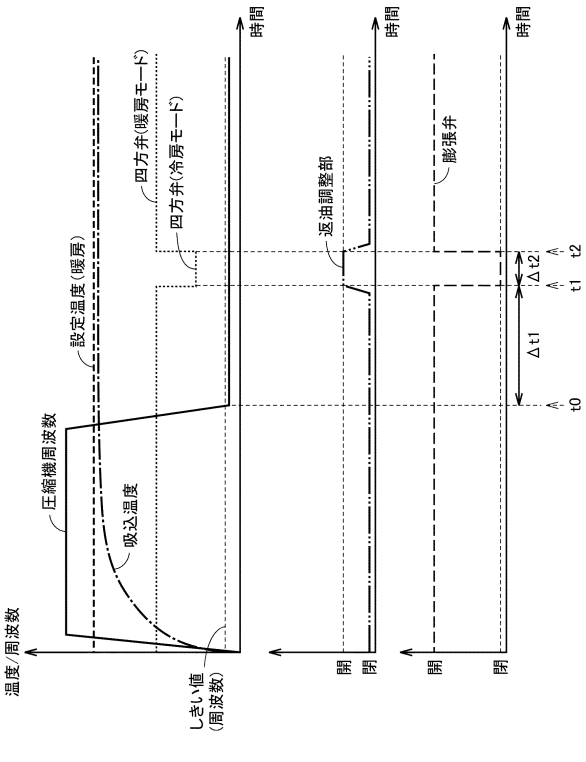

【図７】

図7




【図８】

図8



フロントページの続き

(56)参考文献 特開２０１４－１０９４１６（ＪＰ，Ａ）
特開２０１８－００４１０６（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１２１８８５（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－２５１１６３（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－２０８８６０（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－２７６３６８（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１４／１９６０４５（ＷＯ，Ａ１）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ２５Ｂ １／００
Ｆ２５Ｂ ３９／００－３９／０４