

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7552105号
(P7552105)

(45)発行日 令和6年9月18日(2024.9.18)

(24)登録日 令和6年9月9日(2024.9.9)

(51)国際特許分類	F I
F 2 5 B 1/00 (2006.01)	F 2 5 B 1/00 3 8 7 L
F 2 5 B 1/10 (2006.01)	F 2 5 B 1/10 G
F 2 5 B 43/02 (2006.01)	F 2 5 B 43/02 A
	F 2 5 B 1/00 3 8 7 B

請求項の数 5 (全15頁)

(21)出願番号	特願2020-115686(P2020-115686)	(73)特許権者	000005234 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
(22)出願日	令和2年7月3日(2020.7.3)	(74)代理人	100104433 弁理士 宮園 博一
(65)公開番号	特開2022-13259(P2022-13259A)	(72)発明者	力岡 友和 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
(43)公開日	令和4年1月18日(2022.1.18)	(72)発明者	宮越 智也 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
審査請求日	令和5年6月14日(2023.6.14)	審査官	森山 拓哉

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 冷却装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

冷媒を圧縮する圧縮機と、
前記圧縮機から吐出された前記冷媒と前記冷媒中に含まれるオイルとを分離するオイルセパレータと、
前記オイルセパレータと、前記圧縮機とを接続し、前記オイルセパレータによって分離されたオイルを前記圧縮機に戻すためのオイル戻り流路と、
前記オイル戻り流路に設けられたオイル戻り量調整弁と、
前記オイル戻り流路を介して前記圧縮機に流入するオイルおよび前記冷媒を含む流体の圧力値を取得する圧力値取得部と、
前記圧力値に基づいて、前記オイル戻り量調整弁の開閉制御を行うことにより、前記圧縮機へのオイルの戻り量を調整する制御部と、を備え、
前記制御部は、前記圧力値が、前記オイル戻り流路を介して前記圧縮機に流入する前記冷媒の量を低減させるための目標圧力値に近づくように、前記オイル戻り量調整弁を制御するように構成されている、冷却装置。

【請求項2】

前記目標圧力値は、前記オイル戻り流路を流れる流体が、前記冷媒を含まないオイルの状態の前記圧縮機に流入する際の圧力値である、請求項1に記載の冷却装置。

【請求項3】

前記圧縮機のオイル量を取得するオイル量取得部をさらに備え、

前記制御部は、前記圧力値と、前記オイル量取得部によって取得された前記圧縮機のオイル量との両方に基づいて、前記オイル戻り量調整弁の制御を行うように構成されている、請求項 1 または 2 に記載の冷却装置。

【請求項 4】

前記制御部は、前記圧縮機のオイル量が、予め定められた前記圧縮機のオイル量の下限值よりも下回らない範囲で、下限値近傍となるように、前記オイル戻り量調整弁を制御するように構成されている、請求項 3 に記載の冷却装置。

【請求項 5】

前記圧縮機は、1 段圧縮部と 2 段圧縮部とを有する 2 段圧縮機であり、

前記圧力値取得部は、前記圧力値として、前記 2 段圧縮部に流入する流体の中間圧力値を取得するように構成されており、

前記制御部は、前記中間圧力値に基づいて、前記オイル戻り量調整弁を制御するように構成されている、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の冷却装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、冷却装置に関し、特に、オイル戻り流路を備えた冷却装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、オイル戻り流路を備えた冷却装置が知られている（たとえば、特許文献 1 参照）。

【0003】

上記特許文献 1 には、気体圧縮機と、オイルセパレータと、コンデンサと、膨張弁と、エバポレータと、アキュムレータと、制御部とを備える空気調和装置が開示されている。オイルセパレータは、気体圧縮機とコンデンサとの間に設けられており、気体圧縮機から吐出された冷媒と冷媒に含まれるオイルとを分離する機能を有している。また、気体圧縮機は、吸入室と、吐出室と、オイル溜りとを有している。オイル溜りと吸入室とは、オイル戻し配管によって接続されている。また、オイル戻し配管には、流量制御バルブが設けられている。制御部は、オイル流量に基づいて流量制御バルブを制御することにより、オイル戻し量を調整している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2004 - 84633 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ここで、オイルセパレータは、冷媒とオイルとを完全に分離することができない。そのため、オイル戻し回路（オイル戻り流路）から圧縮機に戻ってくるオイルには冷媒が混入している場合がある。しかしながら、上記特許文献 1 に記載された空気調和装置（冷却装置）では、圧縮機に戻るオイルの量のみに着目して流量制御バルブ（オイル流量制御弁）を制御している。このように、圧縮機に戻るオイル量のみに基づいてオイルを戻す量を制御すると、圧縮機に戻るオイルに含まれる冷媒に起因して、圧縮機における圧縮効率が低下するという問題点がある。

【0006】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の 1 つの目的は、オイル戻り流路から圧縮機に戻るオイルに冷媒が含まれる場合でも、圧縮効率が低下することを抑制することが可能な冷却装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、この発明の一の局面による冷却装置は、冷媒を圧縮する圧

10

20

30

40

50

縮機と、圧縮機から吐出された冷媒と冷媒中に含まれるオイルとを分離するオイルセパレータと、オイルセパレータと、圧縮機とを接続し、オイルセパレータによって分離されたオイルを圧縮機に戻すためのオイル戻り流路と、オイル戻り流路に設けられたオイル戻り量調整弁と、オイル戻り流路を介して圧縮機に流入するオイルおよび冷媒を含む流体の圧力値を取得する圧力値取得部と、圧力値に基づいて、オイル戻り量調整弁の開閉制御を行うことにより、圧縮機へのオイルの戻り量を調整する制御部と、を備え、制御部は、圧力値が、オイル戻り流路を介して圧縮機に流入する冷媒の量を低減させるための目標圧力値に近づくように、オイル戻り量調整弁を制御するように構成されている。

【0008】

ここで、圧力値取得部によって取得された圧力値は、オイル戻り流路を流れる流体に含まれる冷媒の量を反映している。したがって、この発明の一の局面による冷却装置では、圧縮機に流入するオイルおよび冷媒を含む流体の圧力値を取得するとともに、圧力値取得部によって取得された圧力値に基づいてオイル戻り量調整弁の開閉制御を行うことにより、オイル戻り流路を流れる流体に含まれる冷媒の量を間接的に制御することができる。その結果、オイル戻り流路から圧縮機に戻るオイルに冷媒が含まれる場合でも、圧縮効率が低下することを抑制することができる。また、圧縮機の圧縮効率が低下することを抑制することが可能となるので、圧縮機において冷媒を所定の圧力まで圧縮する際に必要となる電流値が増加することを抑制することができる。その結果、圧縮機における消費電力量を低減することができる。また、圧縮機における消費電力量を低減させることが可能となるので、冷却装置におけるエネルギー消費効率を表す指標であるCOP (Coefficient of Performance) を向上させることができる。

10

20

【0009】

また、圧力値が目標圧力値に近づくようにオイル戻り量調整弁が制御されるので、圧力値を取得することにより、容易にオイル戻り量を調整することができる。その結果、圧縮効率が低下することを容易に抑制することができる。

【0010】

この場合、好ましくは、目標圧力値は、オイル戻り流路を流れる流体が、冷媒を含まないオイルの状態で圧縮機に流入する際の圧力値である。このように、オイル戻り流路内を流れる流体がオイルのみの理想的な値を目標値とすることにより、圧縮機に流れ込む冷媒の量を極力低減させることができる。その結果、圧縮機の冷却効率が低下することをより抑制することができる。

30

【0011】

上記一の局面による冷却装置において、好ましくは、圧縮機のオイル量を取得するオイル量取得部をさらに備え、制御部は、圧力値と、オイル量取得部によって取得された圧縮機のオイル量との両方に基づいて、オイル戻り量調整弁の制御を行うように構成されている。このように構成すれば、圧力値とともに、オイル量にも基づいてオイル戻り量調整弁を制御することが可能となるので、オイルが少ないことに起因して圧縮機の摺動性が低下することを抑制しつつ、圧縮効率が低下することを抑制することができる。その結果、圧縮機が破損する可能性を低下させつつ、圧縮効率が低下することを抑制することができる。

【0012】

この場合、好ましくは、制御部は、圧縮機のオイル量が、予め定められた圧縮機のオイル量の下限值を下回らない範囲で、下限値近傍となるように、オイル戻り量調整弁を制御するように構成されている。このように構成すれば、圧縮機に戻すオイル量が過度に増加することを抑制することが可能となるので、オイル量が下限値近傍になった場合にオイル戻り量調整弁を開き、オイル量が上限値近傍になった場合にオイル戻り量調整弁を閉じる構成と比較して、オイル戻り流路を介して圧縮機に流入する冷媒の量が少ない状態を維持することができる。その結果、圧縮機に戻る冷媒の量が過度に増加することを定常的に抑制することが可能となるので、圧縮効率が低下することを定常的に抑制することができる。

40

【0013】

上記一の局面による冷却装置において、好ましくは、圧縮機は、1段圧縮部と2段圧縮

50

部とを有する２段圧縮機であり、圧力値取得部は、圧力値として、２段圧縮部に流入する流体の中間圧力値を取得するように構成されており、制御部は、中間圧力値に基づいて、オイル戻り量調整弁を制御するように構成されている。このように構成すれば、取得した中間圧力値によってオイル戻り量調整弁が制御されるので、２段圧縮機において、圧縮効率が低下することを容易に抑制することができる。なお、中間圧力値とは、２段圧縮機において、１段圧縮部において圧縮された後の冷媒の圧力値のことである。

【発明の効果】

【００１４】

本発明によれば、上記のように、オイル戻り流路から圧縮機に戻るオイルに冷媒が含まれる場合でも、圧縮効率が低下することを抑制することが可能な冷却装置を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【００１５】

【図１】一実施形態による冷却装置の概略的な全体構成を示した図である。

【図２】一実施形態によるオイル戻り流路の圧力値を示すグラフである。

【図３】一実施形態による圧縮機のオイル量を示すグラフである。

【図４】一実施形態による制御部がオイル戻り量調整弁を制御する処理を示したフローチャートである。

【図５】変形例による冷却装置の概略的な全体構成を示した図である。

【発明を実施するための形態】

20

【００１６】

以下、本発明を具体化した実施形態を図面に基づいて説明する。

【００１７】

(冷却装置の構成)

図１を参照して、本発明の一実施形態による冷却装置１００の構成について説明する。

【００１８】

図１に示す冷却装置１００は、冷却負荷Ｌを冷却するための装置である。たとえば、冷却装置１００は、物品（図示せず）を保管する冷蔵倉庫（図示せず）を所定温度に維持するための装置である。冷却装置１００は、二元式の冷凍装置であり、一般的に、一元式の冷凍装置よりも低い冷却温度（超低温）を得ることが可能である。

30

【００１９】

冷却装置１００は、高温側回路１０１と、低温側回路１０２と、オイル戻り回路１０３とを備えている。高温側回路１０１および低温側回路１０２は、それぞれ、独立して冷媒を循環させるように構成されている。高温側回路１０１および低温側回路１０２は、互いに異なる冷媒を循環させるように構成されている。高温側回路１０１および低温側回路１０２には、それぞれ、高温特性の良好な冷媒および低温特性の良好な冷媒が用いられる。また、オイル戻り回路１０３は、後述する低温側回路１０２の第２圧縮機２０から吐出された冷媒に含まれるオイルを、第２圧縮機２０に戻すための回路である。なお、冷媒は、回路内（高温側回路１０１および低温側回路１０２内）において黒塗りの矢印で示される方向に移動する。また、オイルセパレータ２１によって分離されたオイルは、白抜きの矢印で示された方向に移動する。

40

【００２０】

ここで、本実施形態では、冷却装置１００は、高温側回路１０１と低温側回路１０２とに跨るように設けられ、高温側回路１０１と低温側回路１０２との間で熱エネルギーを交換する熱交換器として、メインカスケード熱交換器１０、および、サブカスケード熱交換器１１を備えている。

【００２１】

メインカスケード熱交換器１０は、高温側回路１０１において、冷媒に熱エネルギーを付与する機能を有しており、低温側回路１０２において、冷媒から熱エネルギーを奪う機能を有している。詳細には、メインカスケード熱交換器１０は、高温側回路１０１におい

50

て、蒸発器として機能するとともに、低温側回路 102 において、凝縮器として機能するように構成されている。

【0022】

すなわち、冷却装置 100 は、高温側回路 101 の蒸発潜熱を利用して、メインカスケード熱交換器 10 により、低温側冷媒を凝縮および冷却するように構成されている。

【0023】

(高温側回路の構成)

冷却装置 100 の高温側回路 101 は、冷媒配管 1 と、メインカスケード熱交換器 10 と、サブカスケード熱交換器 11 と、第 1 圧縮機 12 と、第 1 凝縮器 13 と、膨張弁 14 と、アキュムレータ 15 と、圧力センサ 16 と、を備えている。

10

【0024】

高温側回路 101 は、メインカスケード熱交換器 10、サブカスケード熱交換器 11、第 1 圧縮機 12、第 1 凝縮器 13、および、膨張弁 14 を、冷媒配管 1 により接続して形成されている。

【0025】

高温側回路 101 は、第 1 圧縮機 12 の冷媒吐出側を高温側回路 101 の基点(最上流の構成)とした場合に、第 1 圧縮機 12、第 1 凝縮器 13、膨張弁 14 および熱交換器(メインカスケード熱交換器 10 およびサブカスケード熱交換器 11)が上流側から順に配置されるとともに、各構成が冷媒配管 1 により環状に接続されるように構成されている。

【0026】

メインカスケード熱交換器 10 は、上記の通り、高温側回路 101 において、蒸発器として機能するように構成されている。メインカスケード熱交換器 10 により蒸発された冷媒は、冷媒配管 1 を流通して、アキュムレータ 15 を介してメインカスケード熱交換器 10 の下流側に配置される第 1 圧縮機 12 に流入される。

20

【0027】

サブカスケード熱交換器 11 は、高温側回路 101 において第 1 凝縮器 13 および膨張弁 14 の間に配置される冷媒配管 1 と、低温側回路 102 においてガスクーラ 22 および冷却負荷 L の間に配置される冷媒配管 2 とに跨るように設けられている。サブカスケード熱交換器 11 は、高温側回路 101 において第 1 凝縮器 13 により凝縮された冷媒と、低温側回路 102 において冷却負荷 L により蒸発された冷媒との間で熱交換を行うように構成されている。その結果、冷却装置 100 は、サブカスケード熱交換器 11 から膨張弁 14 に冷却された冷媒を送るよう構成されている。

30

【0028】

メインカスケード熱交換器 10 およびサブカスケード熱交換器 11 は、高温側回路 101 において直列に配置されている。なお、サブカスケード熱交換器 11 も、高温側回路 101 と低温側回路 102 との間で熱エネルギーを交換する熱交換器として機能する。

【0029】

第 1 圧縮機 12 は、吸入された気体冷媒を圧縮して高圧側(第 1 凝縮器 13 側)に吐出するように構成されている。たとえば、第 1 圧縮機 12 には、回転数の変更により冷媒吐出量が制御可能なインバータ制御式圧縮機が用いられる。第 1 圧縮機 12 により圧縮された冷媒は、冷媒配管 1 を流通して第 1 圧縮機 12 の下流側に配置される第 1 凝縮器 13 に流入される。

40

【0030】

第 1 凝縮器 13 は、冷媒を凝縮するように構成されている。たとえば、第 1 凝縮器 13 は、内部を流通する過熱状態の気体冷媒を送風機(図示せず)により送風される空気を用いて冷却する空気熱交換器により構成されている。第 1 凝縮器 13 により凝縮された冷媒は、冷媒配管 1 を流通して第 1 凝縮器 13 の下流側に配置される膨張弁 14 に流入される。

【0031】

膨張弁 14 は、メインカスケード熱交換器 10 とサブカスケード熱交換器 11 と間に配置されている。サブカスケード熱交換器 11 と膨張弁 14 とメインカスケード熱交換器 1

50

0とは、直列に配置されている。膨張弁14は、原則、全開にならない範囲で、高温側回路101のメインカスケード熱交換器10に流入する冷媒量を調整するように構成されている。

【0032】

アキュムレータ15は、第1圧縮機12に液体冷媒が流入して、第1圧縮機12で液圧縮が発生するのを防止するために、第1圧縮機12の上流側において、液体冷媒を気体冷媒から分離するように構成されている。

【0033】

圧力センサ16は、アキュムレータ15と第1圧縮機12との間で、かつ、第1圧縮機12の入口近傍の冷媒配管1に設けられている。圧力センサ16は、冷媒配管1内の冷媒圧力を検出するように構成されている。冷却装置100は、圧力センサ16の検出結果に基づいて、膨張弁14の開度を調整するように構成されている。すなわち、冷却装置100は、高温側回路101の冷媒圧力に基づいて、膨張弁14の開度を制御するように構成されている。

【0034】

(低温側回路の構成)

冷却装置100の低温側回路102は、メインカスケード熱交換器10と、サブカスケード熱交換器11と、第2圧縮機20と、オイルセパレータ21と、ガスクーラ22と、サービスパルプ23と、冷媒配管2とを備えている。なお、第2圧縮機20は、特許請求の範囲の「圧縮機」の一例である。また、第2圧縮機20は、特許請求の範囲の「2段圧縮機」の一例である。

【0035】

低温側回路102は、第2圧縮機20、オイルセパレータ21、ガスクーラ22、メインカスケード熱交換器10、膨張弁L1、冷却負荷L、および、サブカスケード熱交換器11を、冷媒配管2により接続して形成されている。

【0036】

低温側回路102は、第2圧縮機20の冷媒吐出側を低温側回路102の基点(最上流の構成)とした場合に、第2圧縮機20、ガスクーラ22、メインカスケード熱交換器10、膨張弁L1、冷却負荷L、および、サブカスケード熱交換器11が上流側から順に配置されるとともに、各構成が冷媒配管2により環状に接続されるように構成されている。

【0037】

冷却負荷Lには、入口近傍(上流側)に膨張弁L1が設けられている。冷却負荷Lおよび膨張弁L1は、2つのサービスパルプ23を介して、サブカスケード熱交換器11、および、第2圧縮機20の上流側に接続されている。

【0038】

第2圧縮機20は、1段圧縮部20aと、2段圧縮部20bとを有する2段圧縮機である。第2圧縮機20の1段圧縮部20aにより圧縮された冷媒は、冷媒配管2aを流通して第2圧縮機20の2段圧縮部20bに流入される。

【0039】

第2圧縮機20の2段圧縮部20bにより圧縮された冷媒は、冷媒配管2を通して、オイルセパレータ21に流入される。

【0040】

オイルセパレータ21は、第2圧縮機20から吐出された冷媒と冷媒中に含まれるオイルとを分離するように構成されている。オイルセパレータ21によってオイルが分離された冷媒は、冷媒配管2bを流通して、ガスクーラ22に流入される。ガスクーラ22は、メインカスケード熱交換器10に流入する前の冷媒を冷却するために設けられている。ガスクーラ22によって冷却された冷媒は、メインカスケード熱交換器10に流入される。

【0041】

メインカスケード熱交換器10は、上記の通り、低温側回路102において、凝縮器として機能するように構成されている。すなわち、メインカスケード熱交換器10は、第2

10

20

30

40

50

圧縮機 20 側（上流側）から流入する気体冷媒（過熱蒸気または飽和蒸気）を、液体冷媒（飽和液または過冷却液）にするように構成されている。メインカスケード熱交換器 10 は、概して、気液二相状態の冷媒を流出させないように構成されている。メインカスケード熱交換器 10 により凝縮された冷媒は、冷媒配管 2 を流通して、冷却負荷 L に流入される。

【0042】

（オイル戻り回路の構成）

冷却装置 100 のオイル戻り回路 103 は、第 2 圧縮機 20 と、オイルセパレータ 21 と、オイル戻り量調整弁 30 と、圧力値取得部 31 と、制御部 32 と、オイル量取得部 33 と、インタークーラ 34 と、記憶部 35 と、を備えている。オイル戻り回路 103 は、オイルセパレータ 21 によって冷媒から分離されたオイルを、第 2 圧縮機 20 に戻すように構成されている。本実施形態では、オイル戻り回路 103 は、オイルセパレータ 21 によって冷媒から分離されたオイルを、第 2 圧縮機 20 の 2 段圧縮部 20b に戻すように構成されている。

10

【0043】

オイル戻り回路 103 は、第 2 圧縮機 20、オイルセパレータ 21、インタークーラ 34、および、オイル戻り量調整弁 30 を、オイル戻り配管 3 により接続して形成されている。オイル戻り配管 3 によってオイルセパレータ 21 と第 2 圧縮機 20 とが接続されることにより、オイルセパレータ 21 によって分離されたオイルを第 2 圧縮機 20 に戻すためのオイル戻り流路 36 が形成される。

20

【0044】

オイルセパレータ 21 とインタークーラ 34 とは、第 1 オイル戻り配管 3a によって接続されている。また、インタークーラ 34 と第 2 圧縮機 20 とは、第 2 オイル戻り配管 3b によって接続されている。また、オイルセパレータ 21 には、オイル貯留部（図示せず）が設けられている。オイル戻り量調整弁 30 が閉じられている場合、オイルセパレータ 21 によって分離されたオイルは、オイル貯留部に貯留される。また、オイル戻り量調整弁 30 が開かれた場合には、オイルセパレータ 21 によって分離され、オイル貯留部に貯留されたオイルが、オイル貯留部から第 2 圧縮機 20 にオイルが戻る。

【0045】

オイル戻り量調整弁 30 は、オイル戻り流路 36 に設けられている。具体的には、オイル戻り量調整弁 30 は、第 2 オイル戻り配管 3b に設けられている。

30

【0046】

圧力値取得部 31 は、第 2 オイル戻り配管 3b のうち、2 段圧縮部 20b の入口近傍に設けられている。圧力値取得部 31 は、オイル戻り流路 36 を介して第 2 圧縮機 20 に流入するオイルおよび冷媒を含む流体の圧力値を取得するように構成されている。本実施形態では、圧力値取得部 31 は、圧力値として、2 段圧縮部 20b に流入する流体の中間圧力値を取得するように構成されている。また、圧力値取得部 31 は、制御部 32 と電氣的に接続されており、取得した中間圧力値を、制御部 32 に出力するように構成されている。圧力値取得部 31 は、たとえば、圧力センサを含む。なお、中間圧力値とは、第 2 圧縮機 20 において、1 段圧縮部 20a において圧縮された後の冷媒の圧力値のことである。

40

【0047】

制御部 32 は、オイル戻り量調整弁 30 と電氣的に接続されている。制御部 32 は、オイル戻り量調整弁 30 の開閉制御を行うように構成されている。また、制御部 32 は、圧力値取得部 31 と電氣的に接続されており、圧力値取得部 31 から中間圧力値を取得するように構成されている。また、制御部 32 は、オイル量取得部 33 と電氣的に接続されており、オイル量取得部 33 から第 2 圧縮機 20 のオイル量を取得するように構成されている。制御部 32 は、たとえば、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory) および RAM (Random Access Memory) などを含む。

【0048】

50

オイル量取得部 33 は、第 2 圧縮機 20 に設けられており、第 2 圧縮機 20 のオイル量を取得するように構成されている。また、オイル量取得部 33 は、制御部 32 と電氣的に接続されており、取得した第 2 圧縮機 20 のオイル量を制御部 32 に出力するように構成されている。

【0049】

記憶部 35 は、制御部 32 がオイル戻り量調整弁 30 の開閉制御を行う際に用いる目標圧力値 p_t 、予め設定された第 2 圧縮機 20 のオイル量の下限值 A_1 、および、予め設定された第 2 圧縮機 20 のオイル量の上限值 A_2 が記憶されている。記憶部 35 は、たとえば、HDD (Hard Disk Drive)、または、不揮発性のメモリなどを含む。

【0050】

インタークーラ 34 は、2 段圧縮部 20 b に流入する冷媒、および、2 段圧縮部 20 b に流入するオイルを冷却するように構成されている。インタークーラ 34 によって 2 段圧縮部 20 b に流入する冷媒およびオイルを冷却することにより、2 段圧縮部 20 b における圧縮効率を向上させることができる。

【0051】

(オイル戻り量の調整)

図 2 および図 3 を参照して、制御部 32 がオイル戻り量調整弁 30 を制御する構成について説明する。制御部 32 は、圧力値に基づいて、オイル戻り量調整弁 30 の開閉制御を行うことにより、第 2 圧縮機 20 へのオイルの戻り量を調整するように構成されている。本実施形態では、第 2 圧縮機 20 が 2 段圧縮機であるため、制御部 32 は、中間圧力値に基づいて、オイル戻り量調整弁 30 を制御するように構成されている。

【0052】

図 2 に示すグラフ G1 は、圧力値取得部 31 によって取得された圧力値の変化を示している。グラフ G1 は、縦軸が圧力値であり、横軸が時間である。

【0053】

図 3 に示すグラフ G2 は、第 2 圧縮機 20 に含まれるオイルの量の変化を示している。グラフ G2 は、縦軸がオイル量であり、横軸が時間である。

【0054】

グラフ G1 および G2 において、時間 t_0 から時間 t_1 の間の期間 R1 においては、オイル戻り量調整弁 30 の開閉制御は行われていない。すなわち、グラフ G1 および G2 における期間 R1 では、オイル戻り量調整弁 30 は所定の開度で開かれた状態が維持されている。

【0055】

オイル戻り量調整弁 30 が開かれた状態が維持された場合、オイル戻り配管 3 を介してオイルセパレータ 21 から第 2 圧縮機 20 にオイルが戻るため、グラフ G2 の期間 R1 に示すように、第 2 圧縮機 20 に含まれるオイルの量は、時間とともに増加する。

【0056】

第 2 圧縮機 20 に戻るオイルには、冷媒が含まれるため、グラフ G1 に示すように、期間 R1 では、圧力値取得部 31 によって取得された圧力値が、目標圧力値 p_t よりも高い値となっている。

【0057】

そこで、本実施形態では、図 2 に示すように、圧力値取得部 31 によって取得された圧力値が、目標圧力値 p_t よりも高い場合、制御部 32 は、圧力値が、目標圧力値 p_t に近づくように、オイル戻り量調整弁 30 を制御するように構成されている。なお、目標圧力値 p_t は、オイル戻り流路 36 を流れる流体が、冷媒を含まないオイルの状態第 2 圧縮機 20 に流入する際の圧力値である。

【0058】

具体的には、制御部 32 は、時間 t_1 以降の期間 R2 において圧力値取得部 31 によって取得された圧力値が、目標圧力値 p_t に近づくようにオイル戻り量調整弁 30 の開閉制御を行う。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 9 】

ここで、オイル戻り量調整弁 3 0 を開く（開度を大きくする）と、オイル戻り回路 1 0 3 を流れる流体の流量が増加するため、オイルセパレータ 2 1 によって分離されたオイルが第 2 圧縮機 2 0 に戻る量が増加する。すなわち、第 2 圧縮機 2 0 内のオイル量が増加する。また、オイル戻り量調整弁 3 0 を閉じると、オイル戻り回路 1 0 3 を流体が流れなくなるため、第 2 圧縮機 2 0 にオイルは戻らない。第 2 圧縮機 2 0 は、オイルと冷媒を含む流体を圧縮し、圧縮後の流体を吐出するため、オイル戻り回路 1 0 3 によってオイルが戻されなければ、第 2 圧縮機 2 0 内のオイル量は減少を続ける。

【 0 0 6 0 】

第 2 圧縮機 2 0 内のオイルが減少を続け、第 2 圧縮機 2 0 のオイル量の下限值 A 1（図 3 参照）よりも下回った場合、オイルが少ないことに起因して第 2 圧縮機 2 0 の摺動部の潤滑性が低下し、第 2 圧縮機 2 0 が故障する恐れがある。また、第 2 圧縮機 2 0 内のオイルが増加し続け、第 2 圧縮機 2 0 のオイル量の上限值 A 2（図 3 参照）を超えた場合、第 2 圧縮機 2 0 からオイルが漏れる恐れがある。

10

【 0 0 6 1 】

そこで、本実施形態では、制御部 3 2 は、圧力値と、オイル量取得部 3 3 によって取得された第 2 圧縮機 2 0 のオイル量との両方に基づいて、オイル戻り量調整弁 3 0 の制御を行うように構成されている。具体的には、図 3 に示すように、制御部 3 2 は、第 2 圧縮機 2 0 のオイル量が、予め定められた第 2 圧縮機 2 0 のオイル量の下限值 A 1 を下回らない範囲で、下限値 A 1 近傍となるように、オイル戻り量調整弁 3 0 を制御するように構成されている。

20

【 0 0 6 2 】

なお、制御部 3 2 は、オイル戻り量調整弁 3 0 の開状態と閉状態とを所定の時間毎に変更することにより、オイル戻り量調整弁 3 0 の開閉制御を行うように構成されていてもよいし、オイル戻り量調整弁 3 0 の開度を調整することにより、オイル戻り量調整弁 3 0 の開閉制御を行うように構成されていてもよい。本実施形態では、制御部 3 2 は、オイル戻り量調整弁 3 0 の開状態と閉状態とを所定の時間毎に変更することにより、オイル戻り量調整弁 3 0 の開閉制御を行うように構成されている。

【 0 0 6 3 】

なお、上記したように、オイル戻り量調整弁 3 0 が開状態（開度が大きい状態）のままでは、第 2 圧縮機 2 0 内のオイルの量が増え続け、オイル戻り量調整弁 3 0 が閉状態では、第 2 圧縮機 2 0 内のオイルの量が減り続ける。そこで、本実施形態では、グラフ G 1 の期間 R 2 に示すように、制御部 3 2 は、圧力値が目標圧力値 p_t の近傍を推移するように、オイル戻り量調整弁 3 0 の開閉制御を行う。また、制御部 3 2 が、圧力値が目標圧力値 p_t の近傍を推移するように、オイル戻り量調整弁 3 0 の開閉制御を行うため、グラフ G 2 に示すように、第 2 圧縮機 2 0 内のオイル量は、下限値 A 1 の近傍を推移する。

30

【 0 0 6 4 】

次に、図 4 を参照して、制御部 3 2 がオイル戻り量調整弁 3 0 の開閉制御を行う処理について説明する。

【 0 0 6 5 】

ステップ S 1 において、制御部 3 2 は、オイル戻り流路 3 6 の圧力値（中間圧力値）を取得する。

40

【 0 0 6 6 】

ステップ S 2 において、制御部 3 2 は、ステップ S 1 において取得した中間圧力値が、目標圧力値 p_t よりも大きいか否かを判定する。中間圧力値が目標圧力値 p_t 以下の場合、処理は、終了する。中間圧力値が目標圧力値 p_t よりも大きい場合、処理は、ステップ S 3 へ進む。

【 0 0 6 7 】

ステップ S 3 において、制御部 3 2 は、第 2 圧縮機 2 0 のオイル量が、下限値 A 1 以上か否かを判定する。第 2 圧縮機 2 0 のオイル量が下限値 A 1 以上の場合、処理は、ステッ

50

プ S 4 へ進む。第 2 圧縮機 2 0 のオイル量が下限値 A 1 よりも小さい場合、処理は、ステップ S 5 へ進む。

【 0 0 6 8 】

ステップ S 4 において、制御部 3 2 は、オイル戻り量調整弁 3 0 を閉じる制御を行う。その後、処理は、終了する。

【 0 0 6 9 】

また、ステップ S 3 からステップ S 5 に処理が進んだ場合、ステップ S 5 において、制御部 3 2 は、オイル戻り量調整弁 3 0 が閉じているか否かを判定する。オイル戻り量調整弁 3 0 が閉じている場合、処理は、ステップ S 6 へ進む。オイル戻り量調整弁 3 0 が開いている場合、処理は、終了する。

10

【 0 0 7 0 】

ステップ S 6 において、制御部 3 2 は、オイル戻り量調整弁 3 0 を開く制御を行う。その後、処理は、終了する。

【 0 0 7 1 】

本実施形態では、制御部 3 2 は、期間 R 2 (図 2 参照) において、上記ステップ S 1 ~ ステップ S 6 の処理を繰り返し行うことにより、オイル戻り量調整弁 3 0 の開閉制御を行う。すなわち、制御部 3 2 は、期間 R 2 においてオイル戻り量調整弁 3 0 の開閉制御を行うことにより、中間圧力値が目標圧力値 p_t 近傍を維持するように、オイル戻り量調整弁 3 0 の制御を維持する。

【 0 0 7 2 】

(本実施形態の効果)

本実施形態では、以下のような効果を得ることができる。

20

【 0 0 7 3 】

本実施形態では、上記のように、冷却装置 1 0 0 は、冷媒を圧縮する第 2 圧縮機 2 0 と、第 2 圧縮機 2 0 から吐出された冷媒と冷媒中に含まれるオイルとを分離するオイルセパレータ 2 1 と、オイルセパレータ 2 1 と、第 2 圧縮機 2 0 とを接続し、オイルセパレータ 2 1 によって分離されたオイルを第 2 圧縮機 2 0 に戻すためのオイル戻り流路 3 6 と、オイル戻り流路 3 6 に設けられたオイル戻り量調整弁 3 0 と、オイル戻り流路 3 6 を介して第 2 圧縮機 2 0 に流入するオイルおよび冷媒を含む流体の圧力値を取得する圧力値取得部 3 1 と、圧力値に基づいて、オイル戻り量調整弁 3 0 の開閉制御を行うことにより、第 2 圧縮機 2 0 へのオイルの戻り量を調整する制御部 3 2 と、を備える。

30

【 0 0 7 4 】

ここで、圧力値取得部 3 1 によって取得された圧力値は、オイル戻り流路 3 6 を流れる流体に含まれる冷媒の量を反映している。したがって、第 2 圧縮機 2 0 に流入するオイルおよび冷媒を含む流体の圧力値を取得するとともに、圧力値取得部 3 1 によって取得された圧力値に基づいてオイル戻り量調整弁 3 0 の開閉制御を行うことにより、オイル戻り流路 3 6 を流れる流体に含まれる冷媒の量を間接的に制御することができる。その結果、オイル戻り流路 3 6 から第 2 圧縮機 2 0 に戻るオイルに冷媒が含まれる場合でも、圧縮効率が低下することを抑制することができる。また、第 2 圧縮機 2 0 の圧縮効率が低下することを抑制することが可能となるので、第 2 圧縮機 2 0 において冷媒を所定の圧力まで圧縮する際に必要となる電流値が増加することを抑制することができる。その結果、第 2 圧縮機 2 0 における消費電力量を低減することができる。また、第 2 圧縮機 2 0 における消費電力量を低減させることが可能となるので、冷却装置 1 0 0 におけるエネルギー消費効率を表す指標である COP を向上させることができる。

40

【 0 0 7 5 】

また、本実施形態では、上記のように、制御部 3 2 は、圧力値が、目標圧力値 p_t に近づくように、オイル戻り量調整弁 3 0 を制御するように構成されている。これにより、圧力値が目標圧力値 p_t に近づくようにオイル戻り量調整弁 3 0 が制御されるので、圧力値を取得することにより、容易にオイル戻り量を調整することができる。その結果、圧縮効率が低下することを容易に抑制することができる。

50

【 0 0 7 6 】

また、本実施形態では、上記のように、目標圧力値 p_t は、オイル戻り流路 36 を流れる流体が、冷媒を含まないオイルの状態第 2 圧縮機 20 に流入する際の圧力値である。これにより、オイル戻り流路 36 内を流れる流体がオイルのみの理想的な値を目標値とすることにより、第 2 圧縮機 20 に流れ込む冷媒の量を極力低減させることができる。その結果、第 2 圧縮機 20 の冷却効率が低下することをより抑制することができる。

【 0 0 7 7 】

また、本実施形態では、上記のように、第 2 圧縮機 20 のオイル量を取得するオイル量取得部 33 をさらに備え、制御部 32 は、圧力値と、オイル量取得部 33 によって取得された第 2 圧縮機 20 のオイル量との両方に基づいて、オイル戻り量調整弁 30 の制御を行うように構成されている。これにより、圧力値とともに、オイル量にも基づいてオイル戻り量調整弁 30 を制御することが可能となるので、オイルが少ないことに起因して第 2 圧縮機 20 の摺動性が低下することを抑制しつつ、圧縮効率が低下することを抑制することができる。その結果、第 2 圧縮機 20 が破損する可能性を低下させつつ、圧縮効率が低下することを抑制することができる。

10

【 0 0 7 8 】

また、本実施形態では、上記のように、制御部 32 は、第 2 圧縮機 20 のオイル量が、予め定められた第 2 圧縮機 20 のオイル量の下限值 A_1 を下回らない範囲で、下限値 A_1 近傍となるように、オイル戻り量調整弁 30 を制御するように構成されている。これにより、第 2 圧縮機 20 に戻すオイル量が過度に増加することを抑制することが可能となるので、オイル量が下限値 A_1 近傍になった場合にオイル戻り量調整弁 30 を開き、オイル量が上限値近傍になった場合にオイル戻り量調整弁 30 を閉じる構成と比較して、オイル戻り配管 3 を介して第 2 圧縮機 20 に流入する冷媒の量が少ない状態を維持することができる。その結果、第 2 圧縮機 20 に戻る冷媒の量が過度に増加することを定常的に抑制することが可能となるので、圧縮効率が低下することを定常的に抑制することができる。

20

【 0 0 7 9 】

また、本実施形態では、上記のように、第 2 圧縮機 20 は、1 段圧縮部 20 a と 2 段圧縮部 20 b とを有する 2 段圧縮機であり、圧力値取得部 31 は、圧力値として、2 段圧縮部 20 b に流入する流体の中間圧力値を取得するように構成されており、制御部 32 は、中間圧力値に基づいて、オイル戻り量調整弁 30 を制御するように構成されている。これにより、取得した中間圧力値によってオイル戻り量調整弁 30 が制御されるので、2 段第 2 圧縮機 20 において、圧縮効率が低下することを容易に抑制することができる。

30

【 0 0 8 0 】

[変形例]

なお、今回開示された実施形態は、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。本発明の範囲は、上記した実施形態の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許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。

【 0 0 8 1 】

たとえば、上記実施形態では、冷却装置 100 が高温側回路 101 と低温側回路 102 とを備える、いわゆる二元式の冷凍装置の例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、図 5 に示す変形例のように、冷却装置 200 は、冷却回路 104 を備える、いわゆる、一元式の冷凍装置であってもよい。冷却装置 200 が備える冷却回路 104 は、メインカスケード熱交換器 10 およびサブカスケード熱交換器 11 の代わりに、第 2 凝縮器 40 を備える点で、上記実施形態による冷却装置 100 が備える低温側回路 102 とは異なる。すなわち、冷却回路 104 は、第 2 圧縮機 20、オイルセパレータ 21、ガスクーラ 22、第 2 凝縮器 40、膨張弁 L1、および、冷却負荷 L を、冷媒配管 4 により接続して形成されている。また、第 2 圧縮機 20 の 1 段圧縮部 20 a と 2 段圧縮部 20 b とは、第 1 冷媒配管 4 a によって接続されており、2 段圧縮部 20 b とオイルセパレータ 21 とは、第 2 冷媒配管 4 b によって接続されている。第 2 凝縮器 40 は、上記実施形態による

40

50

第1凝縮器13と同様の構成であるため、詳細な説明は省略する。冷却装置200が備えるオイル戻り回路103は、上記実施形態によるオイル戻り回路103と同様の構成であるため、詳細な説明は省略する。

【0082】

また、上記実施形態では、制御部32が、圧力値（中間圧力値）と、第2圧縮機20のオイル量との両方に基づいて、オイル戻り量調整弁30の開閉制御を行う構成の例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、制御部は、第2圧縮機20のオイル量はいずれ、圧力値（中間圧力値）のみに基づいて、オイル戻り量調整弁30の開閉制御を行うように構成されていてもよい。しかしながら、制御部が圧力値（中間圧力値）のみに基づいてオイル戻り量調整弁30の開閉制御を行う場合、第2圧縮機20のオイル量が下限値A1を下回る可能性がある。そのため、制御部は、圧力値（中間圧力値）と、オイル量との両方に基づいて、オイル戻り量調整弁30の開閉制御を行う構成が好ましい。

10

【0083】

また、上記実施形態では、第2圧縮機20が、2段圧縮機の例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、第2圧縮機20は、1段圧縮機であってもよい。低温側圧縮機が1段圧縮機の場合、制御部は、低温側圧縮機に流流する流体の圧力値に基づいて、オイル戻り量調整弁の開閉制御を行えばよい。

【符号の説明】

【0084】

- 20 第2圧縮機（圧縮機、2段圧縮機）
- 20a 1段圧縮部
- 20b 2段圧縮部
- 21 オイルセパレータ
- 30 オイル戻り量調整弁
- 31 圧力値取得部
- 32 制御部
- 33 オイル量取得部
- 36 オイル戻り流路
- 100、200 冷却装置
- A1 下限値（予め定められた圧縮機のオイル量の下限値）
- p t 目標圧力値

20

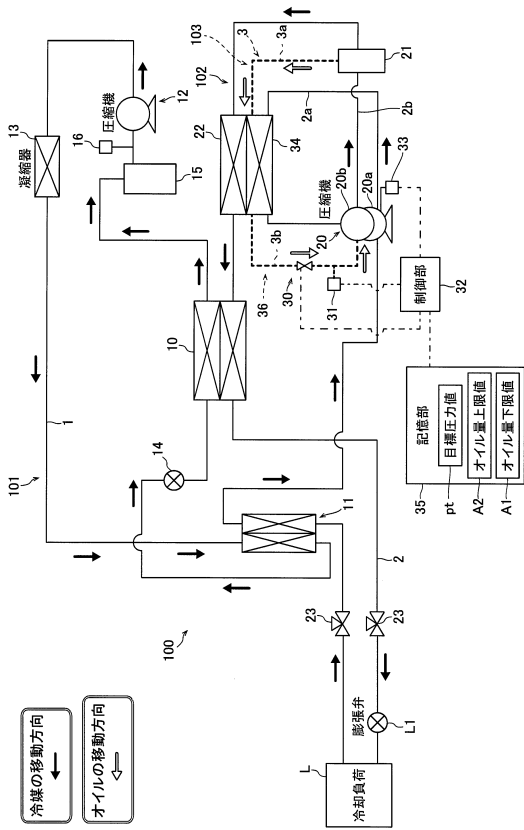
30

40

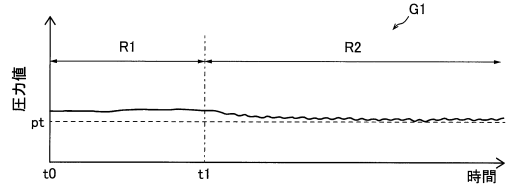
50

【図面】

【図 1】



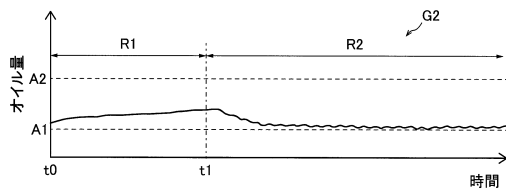
【図 2】



10

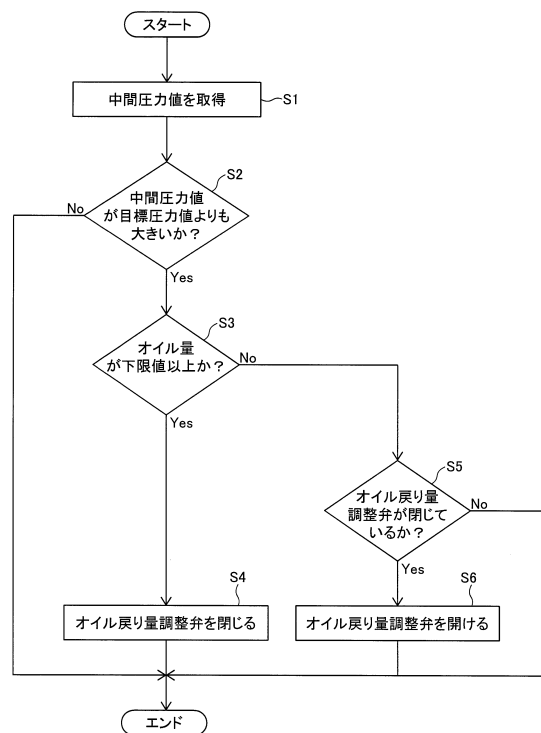
20

【図 3】



【図 4】

オイル流量調整弁の開閉制御処理

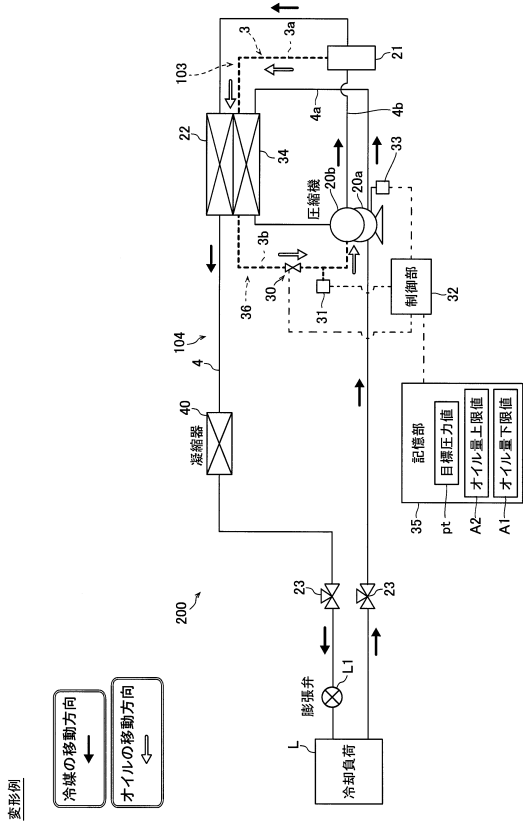


30

40

50

【 図 5 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2009-287844(JP,A)
特開2011-117626(JP,A)
特開2017-138034(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| F25B | 1/00 |
| F25B | 1/10 |
| F25B | 43/02 |