

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5595245号
(P5595245)

(45) 発行日 平成26年9月24日(2014.9.24)

(24) 登録日 平成26年8月15日(2014.8.15)

(51) Int.Cl.

F I

F 2 5 B	7/00	(2006.01)	F 2 5 B	7/00	D
F 2 5 B	1/00	(2006.01)	F 2 5 B	1/00	3 9 6 D
F 2 5 B	47/02	(2006.01)	F 2 5 B	47/02	5 5 0 B
			F 2 5 B	47/02	5 5 0 C
			F 2 5 B	47/02	5 5 0 F

請求項の数 7 (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-263773 (P2010-263773)
 (22) 出願日 平成22年11月26日(2010.11.26)
 (65) 公開番号 特開2012-112617 (P2012-112617A)
 (43) 公開日 平成24年6月14日(2012.6.14)
 審査請求日 平成25年8月2日(2013.8.2)

(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 100085198
 弁理士 小林 久夫
 (74) 代理人 100098604
 弁理士 安島 清
 (74) 代理人 100087620
 弁理士 高梨 範夫
 (74) 代理人 100125494
 弁理士 山東 元希
 (74) 代理人 100141324
 弁理士 小河 卓
 (74) 代理人 100153936
 弁理士 村田 健誠

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 冷凍装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

高温側圧縮機、高温側凝縮器、高温側絞り装置及び高温側蒸発器を配管接続して、高温側冷媒を循環させる高温側循環回路を形成する高温側サイクル装置と、

低温側圧縮機、中間冷却器、低温側凝縮器、第一の低温側絞り装置及び低温側蒸発器を配管接続して、低温側冷媒を循環させる低温側循環回路を形成し、該低温側循環回路における冷媒の流れを切り替える流路切替装置と、前記中間冷却器と前記低温側凝縮器との間に、さらに第二の低温側絞り装置とを有する低温側サイクル装置と、

前記高温側蒸発器と前記低温側凝縮器とにより構成し、前記高温側冷媒と前記低温側冷媒との間の熱交換を行うカスケードコンデンサと、

前記流路切替装置により冷媒の流れを切り替えて行う前記低温側蒸発器の霜取運転において、前記低温側蒸発器と前記低温側凝縮器とにより前記低温側冷媒を凝縮させ、前記第二の低温側絞り装置に前記低温側冷媒を減圧させ、前記中間冷却器において前記低温側冷媒を蒸発させるように制御を行う制御手段と

を備えることを特徴とする冷凍装置。

【請求項2】

前記制御手段は、

前記霜取運転において、低温側サイクル装置における前記低温側圧縮機の吐出圧力が所定圧力以上であると判断すると、前記第一の低温側絞り装置を開放させ、前記第二の低温側絞り装置に前記低温側冷媒を減圧させて前記低温側凝縮器に前記低温側冷媒を凝縮させ

るようにし、前記高温側サイクル装置を動作させる制御を行うことを特徴とする請求項1記載の冷凍装置。

【請求項3】

前記制御手段は、

前記霜取運転開始から処置時間が経過したものと判断すると、前記第一の低温側絞り装置を開放させ、前記第二の低温側絞り装置に前記低温側冷媒を減圧させて前記低温側凝縮器に前記低温側冷媒を凝縮させるようにし、前記高温側サイクル装置を動作させる制御を行うことを特徴とする請求項1記載の冷凍装置。

【請求項4】

前記中間冷却器は、前記低温側冷媒と熱交換させるための蓄熱剤を有することを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の冷凍装置。

10

【請求項5】

前記中間冷却器は、蓄熱剤を有する中間冷却器と蓄熱剤を有さない中間冷却器とを、前記高温側循環回路に対して直列に配管接続して構成することを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の冷凍装置。

【請求項6】

前記中間冷却器は、蓄熱剤を有する中間冷却器と蓄熱剤を有さない中間冷却器とを、前記高温側循環回路に対して並列に配管接続して構成することを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の冷凍装置。

【請求項7】

二酸化炭素を前記低温側冷媒とすることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の冷凍装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、家庭用・業務用冷凍冷蔵庫、超低温フリーザ、冷凍冷蔵ショーケース冷却システム等に利用できる冷凍装置に関するものである。特に、複数の冷凍サイクル装置（冷媒循環回路）を多段構成した冷凍装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、例えば高温側（高段側、一次側）となる冷凍サイクル装置（以下、高温側サイクルという）と低温側（低段側、二次側）となる冷凍サイクル装置（以下、低温側サイクルという）とをそれぞれ形成して多段で構成した冷凍装置がある（ここでは二段構成の二元冷凍装置であるものとする）。このような冷凍装置では、例えば低温側サイクルにおける冷媒の凝縮による凝縮熱と高温側サイクルにおける冷媒の蒸発による蒸発熱とを熱交換しながら、最終段となる低温側サイクルの蒸発器において冷却対象等との熱交換を行うことにより、連携した冷凍運転（冷却運転）を行っている。これにより、低温側サイクルの蒸発器において、マイナス数十度の低温の蒸発熱を効率良く得ることができる。

30

【0003】

このような二元冷凍装置においては、低温側サイクルの蒸発器（低温側蒸発器）における蒸発温度がマイナス（零下）となる低温で運転を続けると、空気中の水分が氷結して低温側蒸発器に着霜していき、冷却対象等との熱交換を妨げるため、冷凍装置としての能力（冷凍能力）が低下する。そこで、例えば所定時間毎に、圧縮機が吐出した気体状の冷媒（以下、ホットガスという。）を蒸発器に供給する等して低温側蒸発器の霜を融かす霜取（除霜、デフロスト）運転を行っている。

40

【0004】

このとき、例えば、低温側サイクルが有する四方弁を切り換えて通常の冷媒の循環経路（正サイクル）と反対の循環経路（逆サイクル）によってホットガスを蒸発器に供給し、低温側サイクルの蒸発器の霜取運転を行う二元冷凍装置が提案されている。さらに、低温側サイクルに、霜取運転時の蒸発器として機能する中間冷却器を追加接続した二元冷凍装

50

置の改良例が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】実開平1-144770号公報（第201頁、第1図、第2図）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来の二元冷凍装置において、逆サイクルによる霜取運転を行うと、次のような問題があった。例えば、霜取運転途中の蒸発器に霜が残っている間であれば、霜の融解にホットガスの熱量を奪われるため、霜取運転中の凝縮温度は0を少し上回る10程度である。しかし、霜が少なくなってくると蒸発器の送風機を停止させているために、ホットガスを放熱させることができず、急激に凝縮温度が上昇し、低温側サイクルにおける冷媒の圧力が急上昇してしまう。条件によっては霜取運転が終了するまでに低温側サイクルにおける圧力の異常上昇を検出して運転を異常停止する場合がある。特に、作動圧が高く、臨界温度が比較的低い冷媒、例えば二酸化炭素（臨界温度が31.1）のような冷媒の場合は、霜取運転中に霜がなくなってくると臨界温度をすぐに超えてしまう。このため、冷媒の圧力が異常上昇し、低温側サイクルの設計圧力に到達してしまい、異常停止、安全弁が作動等してしまうことがあった。

【0007】

また、霜取運転終了時には、低温側サイクルの蒸発器内には凝縮により液体状の冷媒（液冷媒）が蓄積している。この状態で霜取運転終了後に正サイクルによる通常の冷却運転を再開すると、圧縮機に多くの液冷媒が流入することがあり、圧縮機を損傷させる可能性があった。

【0008】

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、霜取運転中の冷媒圧力の異常上昇を抑制して、霜取運転を異常停止させることなく、確実に、信頼性の高い、霜取運転を短時間に行うことができる冷凍装置を得るものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この発明に係る冷凍装置は、高温側圧縮機、高温側凝縮器、高温側絞り装置及び高温側蒸発器を配管接続して、高温側冷媒を循環させる高温側循環回路を形成する高温側サイクル装置と、低温側圧縮機、中間冷却器、低温側凝縮器、第一の低温側絞り装置及び低温側蒸発器を配管接続して、低温側冷媒を循環させる低温側循環回路を形成し、低温側循環回路における冷媒の流れを切り替える流路切替装置と、中間冷却器と低温側凝縮器との間に、さらに第二の低温側絞り装置とを有する低温側サイクル装置と、高温側蒸発器と低温側凝縮器とにより構成し、高温側冷媒と低温側冷媒との間の熱交換を行うカスケードコンデンサと、流路切替装置により冷媒の流れを切り替えて行う低温側蒸発器の霜取運転において、低温側蒸発器と低温側凝縮器とにより低温側冷媒を凝縮させ、第二の低温側絞り装置に低温側冷媒を減圧させ、中間冷却器において低温側冷媒を蒸発させるように制御を行う制御手段とを備えるものである。

【発明の効果】

【0010】

この発明の冷凍装置は、中間冷却器と低温側凝縮器との間に第二の低温側絞り装置を有する構成としたので、低温側蒸発器にホットガスを供給して霜取を行う霜取運転時に、低温側蒸発器だけでなく、低温側凝縮器も凝縮器として機能させることができる。このため、低温側蒸発器に付いた霜が少なくなる又はなくなることで、低温側蒸発器による低温側冷媒の凝縮液化機能が低下しても、低温側凝縮器において、凝縮液化させることができ、低温側冷媒の圧力上昇を抑えることができる。これにより霜取運転を異常停止等することなく、確実に、信頼性の高い霜取運転を行うことができる冷凍装置を得ることができる。

また、霜取運転を終了したとき、凝縮液化した冷媒は低温側凝縮器内に流れ込んでいるため、冷却運転を再開した際、凝縮液化した冷媒が低温側圧縮機に急激に戻るようなことがなく、低温側圧縮機を損傷させることなく冷却運転を再開することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】この発明の実施の形態1における二元冷凍装置の構成を表す図である。

【図2】実施の形態1における低温側サイクルの冷却運転を示すモリエル線図である。

【図3】実施の形態1における運転制御フローチャートを示す図である。

【図4】実施の形態1における低温側サイクルの霜取運転を示すモリエル線図である。

【図5】実施の形態2における運転制御フローチャートを示す図である。

【図6】実施の形態3における運転制御フローチャートを示す図である。

【図7】この発明の実施の形態4における二元冷凍装置の構成を表す図である。

【図8】この発明の実施の形態5における二元冷凍装置の構成を表す図である。

【図9】実施の形態5における運転制御フローチャートを示す図である。

【図10】この発明の実施の形態6における二元冷凍装置の構成を表す図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

次に、この発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0013】

実施の形態1 .

図1は、この発明の実施の形態1における二元冷凍装置の構成を表す図である。図1に示すように、本実施の形態における二元冷凍装置は、高温側サイクル10と低温側サイクル20とを有し、それぞれ独立して冷媒を循環させる冷媒循環回路を構成する。そして、2つの冷媒循環回路を多段構成にするために、高温側蒸発器14と低温側凝縮器22とを、それぞれ通過する冷媒間での熱交換を可能に結合させて構成したカスケードコンデンサ（冷媒間熱交換器）30を設けている。また、二元冷凍装置全体の運転制御を行う制御手段40を有する。ここで、以下で説明する温度、圧力の高低については、特に絶対的な値との関係で高低等が定まっているものではなく、システム、装置等における状態、動作等において相対的に定まるものとする。

【0014】

図1において、高温側サイクル10は、高温側圧縮機11と、高温側凝縮器12と、高温側絞り装置13と、高温側蒸発器14とを直列に冷媒配管で接続し、冷媒循環回路（以下、高温側循環回路という）を構成している。一方、低温側サイクル20は、低温側圧縮機21と、低温側四方弁25と、低温側中間冷却器（補助コンデンサ）26と、第二の低温側絞り装置27と、低温側凝縮器22と、第一の低温側絞り装置23と、低温側蒸発器24とを直列に冷媒配管で接続し、冷媒循環回路（以下、低温側循環回路という）を構成している。

【0015】

このような構成の二元冷凍装置において、高温側循環回路を循環する冷媒（以下、高温側冷媒という）として、例えばR410A、R32、R404A、HFO-1234yf、プロパン、イソブタン、二酸化炭素、アンモニアなどが用いられる。また、高温側循環回路を循環する冷媒（以下、低温側冷媒という）として、二酸化炭素、窒素、空気などが用いられる。ここでは、高温側冷媒にR410A、低温側冷媒に二酸化炭素を用いた場合の例について説明する。

【0016】

二元冷凍装置の各構成機器についてさらに詳細に説明する。高温側サイクル10の高温側圧縮機11は、高温側冷媒を吸入し、圧縮して高温・高圧の状態にして吐出する。ここで、例えばインバータ回路等により回転数を制御し、高温側冷媒の吐出量を調整できるタイプの圧縮機で構成するとよい。高温側凝縮器12は、例えば送風機、ポンプ等（図示せず）から供給される空気、水等と高温側冷媒との間で熱交換を行い、高温側冷媒を凝縮液

10

20

30

40

50

化させるものである。

【 0 0 1 7 】

減圧弁、膨張弁等の高温側絞り装置 1 3 は、高温側冷媒を減圧して膨張させるものである。例えば電子式膨張弁等の流量制御手段で構成することが最適であるが、毛细管（キャピラリ）、感温式膨張弁等の冷媒流量調節手段で構成してもよい。高温側蒸発器 1 4 は、熱交換により高温側冷媒を蒸発ガス化させるものである。例えば、ここではカスケードコンデンサ 3 0 において高温側冷媒が通過する伝熱管等が高温側蒸発器 1 4 となって、低温側冷媒との熱交換が行われるものとする。

【 0 0 1 8 】

一方、低温側サイクル 2 0 の低温側圧縮機 2 1 は、低温側冷媒を吸入し、その冷媒を圧縮して高温・高圧の状態にして吐出する。低温側圧縮機 2 1 についても、例えばインバータ回路等を有し、低温側冷媒の吐出量を調整できるタイプの圧縮機で構成するとよい。

【 0 0 1 9 】

低温側中間冷却器 2 6 は、ガスクーラまたは凝縮器として機能し、例えば送風機、ポンプ等（図示せず）から供給される空気、水等と低温側冷媒との間で熱交換を行い、低温側凝縮器 2 2 において低温側冷媒を凝縮液化させる補助を行うものである。ここで、高温側凝縮器 1 2 に空気等を供給する送風機等を共通して用いてもよい。低温側凝縮器 2 2 は、熱交換により低温側冷媒を凝縮液化させるものである。例えば、ここではカスケードコンデンサ 3 0 において低温側冷媒が通過する伝熱管等が低温側凝縮器 2 2 となって、高温側冷媒との熱交換が行われるものとする。

【 0 0 2 0 】

減圧弁、膨張弁等の第一の低温側絞り装置 2 3 は、低温側冷媒を減圧して膨張させるものである。例えば電子式膨張弁等の流量制御手段で構成することが最適であるが、毛细管等の冷媒流量調節手段で構成してもよい。また、第二の低温側絞り装置 2 7 も、低温側冷媒を減圧して膨張させるものであるが、ここでは、特に霜取運転において低温側冷媒の減圧等を行う。ここで、第一の低温側絞り装置 2 3、第二の低温側絞り装置 2 7 は制御手段 4 0 からの指示に基づいて開度調整を行う流量制御手段で構成しているものとする。例えば、第一の低温側絞り装置 2 3、第二の低温側絞り装置 2 7 が開度調整ができない冷媒流量調節手段である場合において、絞り機能を最小化し、圧力損失の低減等をはかるため、例えば第一の低温側絞り装置 2 3、第二の低温側絞り装置 2 7 と並列にバイパス配管（図示せず）を設けるようにしてもよい。そして、冷媒流量調節手段を必要としない場合には、バイパス配管に冷媒を流すように切り替えることができるように構成してもよい。

【 0 0 2 1 】

低温側蒸発器 2 4 は、例えば送風機、ポンプ等（図示せず）から供給される空気、ブライン等と低温側冷媒との間で熱交換を行い、低温側冷媒を蒸発ガス化させるものである。低温側冷媒との熱交換により、冷却対象物等が直接又は間接に冷却されることになる。ここで、低温側蒸発器 2 4 に空気等を供給する送風機等については、高温側凝縮器 1 2、低温側中間冷却器 2 6 に空気等を供給する送風機等と異なるものであるものとする。流路切替装置となる低温側四方弁 2 5 は、低温側循環回路における低温側冷媒の流れを切り替えるものである。ここでは、通常の冷却運転における低温側冷媒の流れ（正サイクル、順方向）と霜取運転における低温側冷媒の流れ（逆サイクル、逆方向）とを切り替える。図 1 では正サイクルを実線矢印で示し、逆サイクルを破線矢印で示している。

【 0 0 2 2 】

また、カスケードコンデンサ 3 0 は、前述した高温側蒸発器 1 4 と低温側凝縮器 2 2 との機能を有し、高温側冷媒と低温側冷媒とを熱交換可能にする冷媒間熱交換器である。例えばプレート熱交換器、二重管熱交換器等で構成する。カスケードコンデンサ 3 0 を介して高温側循環回路と低温側循環回路とを多段構成にし、冷媒間の熱交換を行うようにすることで、独立した冷媒循環回路を連携させることができる。

【 0 0 2 3 】

また、制御手段 4 0 は、高温側サイクル 1 0 および低温側サイクル 2 0 の状態を監視し

10

20

30

40

50

、二元冷凍装置における冷却運転および霜取運転の動作を制御する。例えば高温側圧縮機 1 1、高温側絞り装置 1 3、低温側圧縮機 2 1、低温側四方弁 2 5、第一の低温側絞り装置 2 3、第二の低温側絞り装置 2 7等の動作を制御する。ここで、本実施の形態の制御手段 4 0はタイマを有しており、計時を行うことができる。また、ここでは、制御手段 4 0が高温側サイクル 1 0及び低温側サイクル 2 0の機器の動作を制御するものとして説明するが、例えば高温側サイクル 1 0、低温側サイクル 2 0の機器をそれぞれ制御する 2 台の制御手段で構成するようにしてもよい。

【 0 0 2 4 】

蒸発器温度センサ 5 1は、例えば低温側蒸発器 2 4においてホットガスが凝縮液化して流出する温度を検出し、信号として制御手段 4 0に送る温度検出手段である。また、吐出側圧力センサ 5 2は、低温側圧縮機 2 1の冷媒吐出側（高圧側）における低温側冷媒の圧力を検出し、信号として制御手段 4 0に送る圧力検出手段である。

10

【 0 0 2 5 】

本実施の形態の二元冷凍装置では、低温側凝縮器 2 2と低温側中間冷却器 2 6との間に第二の低温側絞り装置 2 7を設ける。そして、霜取運転時においては、低温側蒸発器 2 4及び低温側凝縮器 2 2を凝縮器として、低温側中間冷却器 2 6を蒸発器として機能させるようにする。これにより、低温側蒸発器 2 4に付いた霜が少なくなる又はなくなることで、低温側蒸発器 2 4による低温側冷媒の凝縮液化機能が低下しても、低温側凝縮器 2 2において、凝縮液化させることができるため、CO₂等の低温側冷媒の急な圧力上昇を防ぎ、短時間で効率よく低温側蒸発器 2 4の霜取を行うことができる。

20

【 0 0 2 6 】

次に、二元冷凍装置の冷却運転時における各構成機器の動作等を、各冷媒循環回路を循環する冷媒の流れに基づいて説明する。まず、高温側サイクル 1 0の冷却運転時の動作について説明する。高温側圧縮機 1 1は、高温側冷媒を吸入し、圧縮して高温・高圧の状態にして吐出する。吐出した冷媒は高温側凝縮器 1 2へ流入する。高温側凝縮器 1 2は、送風機、ポンプ等（図示せず）から供給される空気、水等と高温側冷媒との間で熱交換を行い、高温側冷媒を凝縮液化させる。凝縮液化した高温側冷媒は高温側絞り装置 1 3を通過する。高温側絞り装置 1 3は、通過する凝縮液化した冷媒を減圧する。減圧した冷媒は高温側蒸発器 1 4（カスケードコンデンサ 3 0）に流入する。高温側蒸発器 1 4は、低温側冷媒との熱交換により高温側冷媒を蒸発ガス化する。蒸発ガス化した高温側冷媒を高温側圧縮機 1 1が吸入する。ここで、高温側絞り装置 1 3が例えば電子膨張弁の場合、制御手段 4 0は、高温側蒸発器 1 4から流出する高温側冷媒が必要な過熱度（4 ~ 1 0 K）を有するように（高温側冷媒が R 4 1 0 A の場合）、高温側絞り装置 1 3に開度調整を行わせる。

30

【 0 0 2 7 】

図 2 は、冷却運転時における低温側冷媒の状態を示すモリエル線図（P - H 線図）である。図 2 では、縦軸が絶対圧力（MPa abs）を、横軸が比エンタルピ（KJ / kg）をそれぞれ示している。図 2 中、B 曲線（飽和液線と飽和蒸気線とによる線）で囲まれた部分では低温側冷媒が気液二相状態となっていることを表している。また、飽和液線の左側の部分では低温側冷媒が液状態であることを、飽和蒸気線の右側の部分では低温側冷媒がガス状態であることをそれぞれ表している。

40

【 0 0 2 8 】

また、図 2 中、B 曲線の頂点 H は臨界点と呼び、臨界点より上方の部分では、液、蒸気の相変化がない。図 2 のほぼ台形状で表される A 線は、低温側サイクル 2 0の冷却運転における各機器が行う動作（工程）における冷媒状態の変化等を表す。低温側サイクル 2 0は低温側循環回路を構成していることから閉路となっている。詳細は後述する。

【 0 0 2 9 】

次に図 1 および図 2 に基づいて、低温側サイクル 2 0の冷却運転時の動作について説明する。低温側圧縮機 2 1は、低温側冷媒を吸入し、その冷媒を圧縮して高温・高圧の状態にして吐出する（図 2 中の C 点から D 点の圧縮工程）。吐出した冷媒は低温側四方弁 2 5

50

を經由し、低温側中間冷却器 26 へ流入する。このとき、低温側四方弁 25 は低温側冷媒が正サイクルとなるように切り替えられている。

【0030】

低温側中間冷却器 26 は、送風機、ポンプ等（図示せず）から供給される空気、水等と冷媒との間で熱交換を行い、低温側凝縮器 22 が低温側冷媒を凝縮液化させるための補助を行う。ここで、低温側中間冷却器 26 は、かならずしも低温側冷媒を凝縮液化させなければならぬということではなく、少なくとも低温側冷媒から熱（顕熱）を奪うようにすることで低温側冷媒を一定温度まで冷却させるようにする（図 2 中の D 点から E 点の凝縮工程）。これにより、装置全体として冷却運転効率を向上させることが可能となる。

【0031】

低温側中間冷却器 26 を流れ出た冷媒は、第二の低温側絞り装置 27 を通って、低温側凝縮器 22（カスケードコンデンサ 30）に流入する。ここで、第二の低温側絞り装置 27 が電子式膨張弁の場合には、開度を全開させて、絞り機能を作用させないようにする。また、バイパス配管を並列に設けている場合は、バイパス配管を通過させるようにする。したがって、冷却運転時においては、第二の低温側絞り装置 27 は機能しないこととなる。

【0032】

低温側凝縮器 22 は、高温側冷媒との熱交換により低温側冷媒を凝縮液化する（図 2 中の E 点から F 点の凝縮工程）。凝縮液化した低温側冷媒は、第一の低温側絞り装置 23 を通過する。第一の低温側絞り装置 23 は、凝縮液化した低温側冷媒を減圧する（図 2 中の F 点から G 点の膨張工程）。減圧した低温側冷媒は低温側蒸発器 24 に流入する。低温側蒸発器 24 は、冷却対象と低温側冷媒との間で熱交換を行い、低温側冷媒を蒸発ガス化する。そして、低温側蒸発器 24 を流出した低温側冷媒は低温側四方弁 25 を經由し、低温側圧縮機 21 に吸入される（図 2 中の G 点から C 点の蒸発工程）。冷却対象は直接又は間接に冷却される。

【0033】

ここで、ある運転条件での、冷却運転における各機器の低温側冷媒の温度を一例として示す。例えば、高温側凝縮器 12 での凝縮温度は +45、高温側蒸発器 14 での蒸発温度は -10 である。また、低温側凝縮器 22 での凝縮温度は -5、低温側蒸発器 24 での蒸発温度は -40 である。さらに図 2 中の C 点における低温側冷媒の温度（低温側圧縮機 21 の吸入温度）は 0 である。また、D 点における低温側冷媒の温度（低温側圧縮機 21 の吐出側温度）は 120、E 点における低温側冷媒の温度（低温側中間冷却器 26 を通過した低温側冷媒の温度）は 32 である。

【0034】

図 3 は、制御手段 40 が行う二元冷凍装置の運転制御のフローチャートを示す図である。図 3 に示すように、制御手段 40 は、高温側サイクル 10、低温側サイクル 20 に冷却運転させる（S1）。そして、制御手段 40 はタイマによる計時を開始する。

【0035】

冷却運転においては、例えば上述したように、低温側冷媒の流れが正サイクルとなるように低温側四方弁 25 の切り替えを制御する。また、第一の低温側絞り装置 23 において冷媒の減圧をさせるようにする。一方で、第二の低温側絞り装置 27 を全開等させて減圧が行われないように制御する。そして、例えば高温側サイクル 10、低温側サイクル 20 の冷媒配管、機器に設けた温度、圧力等の検出手段（図示せず）により、高温側サイクル 10 および低温側サイクル 20 の運転状態を監視し、二元冷凍装置が行う冷却運転を制御する（S2）。

【0036】

冷却運転開始から所定時間が経過したものと判断すると（S3）、制御手段 40 は、高温側サイクル 10、低温側サイクル 20 に霜取運転を開始させる（S4）。霜取運転開始までの所定時間については特に限定するものではない。例えば想定される低温側蒸発器 24 の着霜状態に基づいて設定する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

次に、二元冷凍装置の霜取運転時における各構成機器の動作等を、各冷媒循環回路を循環する冷媒の流れに基づいて説明する。ここで、高温側サイクル10の霜取運転における動作については、先に述べた冷却運転時の動作と同じである。ただし、霜取運転においては、常に高温側サイクル10を動作させる必要はなく、高温側蒸発器14での冷却負荷に応じて、必要に応じて動作を停止させる制御を行うようにしてもよい。また、高温側蒸発器14での蒸発温度設定は、冷却運転時とかならずしも同一の温度に設定する必要はない。

【 0 0 3 8 】

図4は、霜取運転時における低温側冷媒の状態を示すモリエル線図（P-H線図）である。図4についても、図2と同様に、縦軸が絶対圧力（MPa abs）を、横軸が比エンタルピ（kJ/kg）をそれぞれ示している。図4の台形状で表されるA線は、図2のA線と同様に、低温側サイクル20の霜取運転における各機器が行う動作（工程）における冷媒状態の変化等を表す。詳細は後述する。

10

【 0 0 3 9 】

次に図1および図4に基づいて、低温側サイクル20の霜取運転時の動作について説明する。低温側圧縮機21は、低温側冷媒を吸入し、その冷媒を圧縮して高温・高圧の状態にして吐出する（図4中のC点からD点の圧縮工程）。吐出した冷媒は低温側四方弁25を経由し、低温側蒸発器24へ流入する。このとき、制御手段40は、低温側冷媒の流れが逆サイクルとなるように低温側四方弁25の切り替えを制御する。また、低温側蒸発器24に空気等を送る送風機等（図示せず）を停止させる制御を行う。

20

【 0 0 4 0 】

低温側蒸発器24は、霜と低温側冷媒との間で熱交換を行い、低温側冷媒を一定温度まで冷却し、凝縮液化させる（図4中のD点からF点の凝縮工程）。一方、霜を相変化させて水にして低温側蒸発器24から滴下させる。滴下した水は、例えば水の受け皿となるドレンパン（図示せず）等によって集められ、例えば冷蔵庫（冷却対象空間）等から庫外に排出される。

【 0 0 4 1 】

低温側蒸発器24を流れ出た低温側冷媒は、第一の低温側絞り装置23を通過して、低温側凝縮器22に流入する。例えば第一の低温側絞り装置23が電子式膨張弁の場合には、開度を全開させて、絞り機能を作用させないようにする。また、バイパス配管を並列に設けている場合は、バイパス配管を通過させるようにする。したがって、霜取運転時には、第一の低温側絞り装置23は機能しないこととなる。

30

【 0 0 4 2 】

ここで、低温側蒸発器24において霜との熱交換により低温側冷媒が凝縮液化している間は、低温側凝縮器22（カスケードコンデンサ30）では低温側冷媒を凝縮液化させる必要がない。このため、高温側サイクル10側の動作を停止させるようにしてもよい。低温側凝縮器22を流出した低温側冷媒は、第二の低温側絞り装置27を通過する。

【 0 0 4 3 】

第二の低温側絞り装置27は、凝縮液化した低温側冷媒を減圧する（図4中のF点からG点の膨張工程）。減圧した低温側冷媒は低温側中間冷却器26に流入する。低温側中間冷却器26は、送風機、ポンプ等（図示せず）から供給される空気、水等と高温側冷媒との間で熱交換を行い、低温側冷媒を蒸発ガス化する。そして、低温側中間冷却器26を流出した低温側冷媒は低温側四方弁25を経由し、高温側圧縮機11に吸入される（図4中のG点からC点の蒸発工程）。ここで、第二の低温側絞り装置27が例えば電子式膨張弁の場合、制御手段40は、低温側中間冷却器26から流出する低温側冷媒が必要な過熱度（4～10K）を有するように、第二の低温側絞り装置27に開度調整を行わせる。

40

【 0 0 4 4 】

以上のように、霜取運転中、低温側蒸発器24に霜がある間は、上記のような動作になる。霜取運転が進み、低温側蒸発器24における霜が減少してくると、低温側蒸発器24

50

は、霜と低温側冷媒との間で熱交換する熱量が少なくなる。このため、低温側蒸発器 2 4 が凝縮液化する低温側冷媒が減少していく。一方で気体状の冷媒（ガス冷媒）が増えるため、低温側冷媒の圧力は上昇する。このとき、低温側蒸発器 2 4 における霜の減少が急速に進むため、圧力も急上昇する。

【 0 0 4 5 】

このときの低温側蒸発器 2 4 の冷媒流出口の状態は、図 4 のモリエル線図上では E 点における状態となっている。例えば、低温側蒸発器 2 4 に霜が十分あれば E 点は F 点と一致する。霜が減少してくると、E 点は F 点から、D 点の方向へ移動し、霜がなくなって低温側冷媒との間で熱交換がなくなると、E 点は D 点と一致することになる。

【 0 0 4 6 】

そこで、制御手段 4 0 は、低温側蒸発器 2 4 の霜が少なくなる又はなくなっても低温側冷媒の圧力（高圧側）の上昇を抑えるような制御を行う。このため、高温側サイクル 1 0 を動作させ、カスケードコンデンサ 3 0 において、高温側蒸発器 1 4 を通過する高温側冷媒と低温側凝縮器 2 2 を通過する低温側冷媒とを熱交換させる。そして、低温側蒸発器 2 4 において凝縮液化できなかったガス冷媒を凝縮液化する。これにより、霜が減少又は完全になくなって低温側蒸発器 2 4 が低温側冷媒を十分に凝縮液化させることができなくても低温側冷媒の圧力の急上昇を防ぐことができる。

【 0 0 4 7 】

図 3 に示すように、霜取運転を開始すると、制御手段 4 0 は、低温側蒸発器 2 4 に空気、ブライン等を送る送風機、ポンプ（図示せず）等を停止させる。また、低温側冷媒の流れが逆サイクルとなるように低温側四方弁 2 5 の切り替えを制御する。そして、第二の低温側絞り装置 2 7 において冷媒の減圧をさせるようにし、第一の低温側絞り装置 2 3 を全開等させて減圧が行われないように制御する（S 4）。例えば、霜取運転を時間管理している場合には、制御手段 4 0 は霜取運転に係る計時を開始する。

【 0 0 4 8 】

制御手段 4 0 は、例えば、蒸発器温度センサ 5 1 の検出温度（低温側蒸発器 2 4 の温度）が所定温度以上になったものと判断すると（S 5）、霜取運転を終了するものと判断すると、送風機、ポンプ（図示せず）等を駆動させ、空気、ブライン等を低温側蒸発器 2 4 に送り込む（S 6）。また、S 1 に戻り、冷却運転を行うために、低温側冷媒の流れが正サイクルとなるように低温側四方弁 2 5 の切り替えを制御する。また、第一の低温側絞り装置 2 3 に低温側冷媒の減圧をさせるようにし、第二の低温側絞り装置 2 7 を全開等させて減圧が行われないように制御する。そして、例えば高温側サイクル 1 0、低温側サイクル 2 0 の冷媒配管、機器に設けた温度、圧力等の検出手段（図示せず）により、高温側サイクル 1 0 および低温側サイクル 2 0 の運転状態を監視し、二元冷凍装置が行う冷却運転を制御する。ここで、S 5 では蒸発器温度センサ 5 1 の検出温度に基づいて霜取運転の終了判断を行っているが、霜取運転時間等により終了判断を行ってもよい（以下、同じ）。

【 0 0 4 9 】

例えば霜取運転途中に、霜が少なくなる又はなくなってくると、低温側蒸発器 2 4 の出口が図 4 中の D 点に近づくため、低温側蒸発器 2 4 内は凝縮液化した冷媒が残留しない。そして、凝縮液化した冷媒は、正サイクルにおいて第一の低温側絞り装置 2 3 より上流側の低温側凝縮器 2 2 に残留している。以上のことから、逆サイクルから正サイクルにしたときに、低温側蒸発器 2 4 から低温側圧縮機 2 1 に液戻りが生じることなく、円滑に冷却運転を再開することができる。

【 0 0 5 0 】

ここで、ある運転条件での、冷却運転における各機器の低温側冷媒の温度を一例として示す。例えば、低温側蒸発器 2 4 に霜が付いている霜取運転初期では、高温側サイクル 1 0 は停止している。低温側蒸発器 2 4 での凝縮温度は + 1 2、低温側中間冷却器 2 6 での蒸発温度は - 1 0 である。また、図 4 中の C 点における低温側冷媒の温度は 1 0、D 点における低温側冷媒の温度は 8 0 である。

【 0 0 5 1 】

10

20

30

40

50

低温側蒸発器 24 に付いた霜が減少し、高温側サイクル 10 を動作させた霜取運転後半では、例えば高温側凝縮器 12 での凝縮温度は +45、高温側蒸発器 14 での蒸発温度は 0 である。また、低温側凝縮器 22 での凝縮温度は +12、低温側中間冷却器 26 での蒸発温度は -10 である。さらに図 4 中の C 点における低温側冷媒の温度は 10、D 点における低温側冷媒の温度は 80 である。

【0052】

以上のように、実施の形態 1 の二元冷凍装置は、低温側中間冷却器 26 と低温側凝縮器 22 との間に第二の低温側絞り装置 27 を有する構成としたので、霜取運転時に、低温側蒸発器 24 だけでなく、低温側凝縮器 22 も凝縮器として機能させることができる。このため、低温側蒸発器 24 に付いた霜が少なくなる又はなくなること、低温側蒸発器 24 による低温側冷媒の凝縮液化機能が低下しても、低温側凝縮器 22 において、凝縮液化させることができ、低温側冷媒の異常な圧力上昇を抑えることができる。これにより、霜取運転を異常停止等することなく、安全に、確実に、信頼性の高い霜取運転を短時間で行うことができる冷凍装置を得ることができる。また、霜取運転を終了したときには、凝縮液化した低温側冷媒は、冷却運転において第一の低温側絞り装置 23 より上流側となる低温側凝縮器 22 に溜まっていることとなる。このため、冷却運転を再開した際、凝縮液化した低温側冷媒が低温側圧縮機に急激に戻る（液バックする）ようなことがなく、低温側圧縮機 21 を損傷等させることなく、保護をはかりつつ冷却運転を再開することができる。

10

【0053】

また、低温側凝縮器 22 において凝縮液化させることができるので、二酸化炭素のように、臨界温度（31.1）が比較的低い冷媒を低温側冷媒として用いても、霜取運転中に臨界温度を超えることがなく、確実に、信頼性の高い霜取運転を、より効率よく、より短時間で行うことができる。このため、省エネルギーに貢献することができる。

20

【0054】

実施の形態 2 .

図 5 はこの発明の実施の形態 2 に係る二元冷凍装置の運転制御のフローチャートを示す図である。上述した実施の形態 1 においては、霜取運転を開始すると、第二の低温側絞り装置 27 において冷媒の減圧をさせるようにし、第一の低温側絞り装置 23 を全開等させるようにした。

【0055】

本実施の形態では、低温側蒸発器 24 に霜が付いている霜取運転初期においては、冷却運転と同様に、第一の低温側絞り装置 23 において冷媒の減圧をさせるようにし、第二の低温側絞り装置 27 を全開等させるようにする。そして、低温側蒸発器 24 に付いた霜が減少して高温側サイクル 10 を動作させる際に、第二の低温側絞り装置 27 において冷媒の減圧をさせるようにし、第一の低温側絞り装置 23 を全開等させるようにするものである。逆サイクルの場合に、低温側蒸発器 24 に近い位置にある第一の低温側絞り装置 23 が減圧動作を行うことにより、低温側蒸発器 24 における霜と低温側冷媒との熱交換の効率を高め、霜取運転の時間を短縮することができる。

30

【0056】

図 5 において、S11～S14 については、実施の形態 1 において説明した S1～4 の処理と基本的に同様の処理を行う。ここで、S14 において、霜取運転を開始する場合においても、上述したように、第一の低温側絞り装置 23、第二の低温側絞り装置 27 の開度等を変更しない。第一の低温側絞り装置 23 に低温側冷媒の減圧をさせるようにし、第二の低温側絞り装置 27 を全開等させて減圧が行われないように制御する。

40

【0057】

そして、吐出側圧力センサ 52 の検出圧力（低温側サイクル 20 の高圧側の圧力）が所定圧力以上になったかどうかを判断する（S15）。所定圧力以上でないと判断すると、S14 に戻る。

【0058】

一方、低温側圧縮機 21 の吐出圧力が所定圧力以上になったものと判断すると、第二の

50

低温側絞り装置 27 において冷媒の減圧をさせるようにし、第一の低温側絞り装置 23 を全開等させて減圧が行われなように制御する (S16)。そして、高温側サイクル 10 を動作させ、カスケードコンデンサ 30 において、高温側蒸発器 14 を通過する高温側冷媒と低温側凝縮器 22 を通過する低温側冷媒とを熱交換させるようにする。これにより、低温側蒸発器 24 に付いた霜が少なくなる又はなくなった場合でも、低温側冷媒の圧力の急上昇を抑え、安定した霜取運転を行うことができる。S17、S18 の処理については、実施の形態 1 で説明した図 3 のフローチャートにおける S5、S6 と同様の処理を行う。

【0059】

以上のように、実施の形態 2 の二元冷凍装置によれば、霜取運転時に、低温側圧縮機 21 の吐出圧力 (低温側サイクル 20 の高圧側の圧力) が所定圧力以上になった場合に、第二の低温側絞り装置 27 において冷媒の減圧をさせるようにし、第一の低温側絞り装置 23 を全開等させて減圧が行われなように制御するようにしたので、霜取運転の初期段階では、低温側蒸発器 24 に近い位置にある第一の低温側絞り装置 23 が減圧動作を行うことにより、低温側蒸発器 24 における霜と低温側冷媒との熱交換の効率を高め、霜取運転時間を短縮することができる。また、実施の形態 1 の冷凍装置と同様に、臨界温度等が低い低温側冷媒の圧力の異常上昇を抑制して、霜取運転を異常停止することなく、確実に、信頼性の高い霜取運転を短時間で行うことができる。また、低温側圧縮機 21 を損傷させることなく冷却運転を再開することができる。

【0060】

実施の形態 3。

図 6 はこの発明の実施の形態 3 に係る二元冷凍装置の運転制御のフローチャートを示す図である。上述の実施の形態 2 では、低温側圧縮機 21 の吐出圧力が所定圧力以上になったものと判断すると、高温側サイクル 10 を動作させるようにした。第二の低温側絞り装置 27 において冷媒の減圧をさせるようにし、第一の低温側絞り装置 23 を全開等させて減圧が行われなようにした。

【0061】

ここで、低温側サイクル 20 の高圧側圧力に基づいて霜取運転をすると、条件によっては過渡的に高圧側圧力が急上昇する場合がある。そこで、本実施の形態では、制御手段 40 は計時を行い、霜取運転の開始後、所定時間が経過すると (高圧側の圧力が所定の圧力に至る前であっても)、高温側サイクル 10 を動作させるようにする。また、第二の低温側絞り装置 27 において冷媒の減圧をさせるようにし、第一の低温側絞り装置 23 を全開等させて減圧が行われなようにする。

【0062】

図 6 において S21 ~ S24 については、図 5 における S11 ~ S14 と同様の処理を行う。そして、本実施の形態では、霜取運転の開始後、所定時間が経過したかどうかを判断する (S25)。所定時間経過したものと判断すると、第二の低温側絞り装置 27 において冷媒の減圧をさせるようにし、第一の低温側絞り装置 23 を全開等させて減圧が行われなように制御する (S26)。S27、S28 の処理については、実施の形態 2 で説明した図 5 のフローチャートにおける S17、S18 と同様の処理を行う。

【0063】

以上のように、実施の形態 3 の二元冷凍装置によれば、霜取運転を開始後、所定時間が経過すると、第二の低温側絞り装置 27 において冷媒の減圧をさせるようにし、第一の低温側絞り装置 23 を全開等させて減圧が行われなように制御するようにしたので、霜取運転の初期段階では、低温側蒸発器 24 に近い位置にある第一の低温側絞り装置 23 が減圧動作を行うことにより、低温側蒸発器 24 における霜と低温側冷媒との熱交換の効率を高め、霜取運転時間を短縮することができる。また、実施の形態 1 の冷凍装置と同様に、臨界温度等が低い低温側冷媒の圧力の異常上昇を抑制して、霜取運転を異常停止することなく、確実に、信頼性の高い霜取運転を短時間で行うことができる。また、低温側圧縮機 21 を損傷させることなく冷却運転を再開することができる。

【 0 0 6 4 】

実施の形態 4 .

図 7 は、この発明の実施の形態 4 における二元冷凍装置の構成を表す図である。図 7 において、図 1 等と同じ符号を付している機器等については、実施の形態 1 等で説明したことと同様の動作等を行う。図 7 においては、低温側中間冷却器 2 6 の代わりとして蓄熱剤を有する中間冷却器 2 8 (以下、蓄熱剤付中間冷却器 2 8 という)を備えている。蓄熱剤付中間冷却器 2 8 は、例えば、送風機等(図示せず)から供給される空気等の代わりに、蓄熱剤と低温側冷媒との熱交換による吸放熱を行うことができる。冷却運転においては、低温側冷媒から吸熱することにより熱量を蓄え、低温側冷媒の凝縮液化に係る補助を行う。また、霜取運転においては、熱量を低温側冷媒に供給(放熱)して、低温側冷媒を蒸発ガス化させる。ここで、例えば水等を蓄熱剤として用いることができる。

10

【 0 0 6 5 】

上述の実施の形態においては、低温側中間冷却器 2 6 が、例えば送風機等(図示せず)から供給される空気等と低温側冷媒とを熱交換させている。このような場合、例えば空気の温度が低い場合には熱交換効率が悪くなる等、運転環境によって左右されることがある。そこで、本実施の形態では、蓄熱剤付中間冷却器 2 8 とすることで、冷却運転における低温側冷媒の冷却(凝縮液化を含む)、霜取運転における蒸発ガス化を安定して行えるようにするものである。

【 0 0 6 6 】

次に二元冷凍装置の冷却運転時における各構成機器の動作等について説明する。高温側サイクル 1 0 の冷却運転時の動作については、実施の形態 1 で説明した動作と同様である。一方、低温側サイクル 2 0 の動作について図 7 及び図 2 に基づいて説明する。低温側圧縮機 2 1 は、低温側冷媒を吸入し、その冷媒を圧縮して高温・高圧の状態にして吐出する(図 2 中の C 点から D 点の圧縮工程)。吐出した冷媒は低温側四方弁 2 5 を経由し、蓄熱剤付中間冷却器 2 8 へ流入する。このとき、低温側四方弁 2 5 は低温側冷媒が正サイクルとなるように切り替えられている。

20

【 0 0 6 7 】

蓄熱剤付中間冷却器 2 8 は、内部に有する蓄熱剤(例えば水等)と冷媒との間で熱交換を行い、低温側凝縮器 2 2 が低温側冷媒を凝縮液化させるための補助を行う。ここで、蓄熱剤付中間冷却器 2 8 において、かならずしも低温側冷媒を凝縮液化させなければならないということではなく、少なくとも低温側冷媒から熱(顕熱)を奪うようにすることで低温側冷媒を一定温度まで冷却させるようにする(図 2 中の D 点から E 点の凝縮工程)。これにより、装置全体として冷却運転効率を向上させることが可能となる。

30

【 0 0 6 8 】

一方、蓄熱剤付中間冷却器 2 8 の蓄熱剤は低温側冷媒から熱を奪うことで、温度が上昇し、所定の熱量を蓄えておく。二元冷凍装置の低温側サイクル 2 0 は、冬期等のような外気温度が低い環境においても、比較的安定した高圧条件で冷却運転を行うことができる。このため、低温側冷媒が有する熱エネルギーを蓄熱するのに適している。低温側凝縮器 2 2、第一の低温側絞り装置 2 3 及び低温側蒸発器 2 4 の動作については、実施の形態 1 で説明したことと同様である。

40

【 0 0 6 9 】

以上のように、二元冷凍装置において、低温側蒸発器 2 4 の蒸発温度がマイナス(零下)となるような運転を続けると低温側蒸発器 2 4 に着霜していき、冷凍能力が低下する。そこで、所定時間毎に霜取運転を行い、低温側蒸発器 2 4 の霜取を行う。

【 0 0 7 0 】

次に二元冷凍装置の霜取運転時における各構成機器の動作等について説明する。高温側サイクル 1 0 の冷却運転時の動作については、実施の形態 1 で説明した動作と同様である。一方、低温側サイクル 2 0 の動作について図 7 及び図 4 に基づいて説明する。ここで、低温側冷媒が低温側圧縮機 2 1 を吐出し、低温側四方弁 2 5、低温側蒸発器 2 4、第一の低温側絞り装置 2 3、低温側凝縮器 2 2 を通過して第二の低温側絞り装置 2 7 に至るまで

50

の各機器の動作については、実施の形態 1 と同様である。

【 0 0 7 1 】

第二の低温側絞り装置 2 7 は、凝縮液化した低温側冷媒を減圧する（図 4 中の F 点から G 点の膨張工程）。減圧した低温側冷媒は蓄熱剤付中間冷却器 2 8 に流入する。

【 0 0 7 2 】

蓄熱剤付中間冷却器 2 8 は、その内部に有する蓄熱剤と低温側冷媒との間で熱交換を行い、低温側冷媒を蒸発ガス化する。そして、蓄熱剤付中間冷却器 2 8 を流出した低温側冷媒は低温側四方弁 2 5 を経由し、高温側圧縮機 1 1 に吸入される（図 4 中の G 点から C 点の蒸発工程）。

【 0 0 7 3 】

このとき、冷却運転時に蓄熱剤が蓄えた所定の熱量を低温側冷媒に放熱し、低温側冷媒を蒸発ガス化させるので、冬期等のような低外気条件においても、安定して所定の熱量を低温側冷媒に供給することができる。このため、蒸発温度をより高く運転でき、効率よく冷媒循環量を増加させることができる。その結果、霜取運転を異常停止することなく、確実に、信頼性の高い霜取運転を、より効率よく、より短時間で行うことができ、また、省エネルギーに貢献することができる。ここで、第二の低温側絞り装置 2 7 が例えば電子式膨張弁の場合、制御手段 4 0 は、蓄熱剤付中間冷却器 2 8 から流出する低温側冷媒が必要な過熱度（4 ~ 1 0 K）を有するように、第二の低温側絞り装置 2 7 に開度調整を行わせる。

【 0 0 7 4 】

以上のように、実施の形態 4 の二元冷凍装置によれば、中間冷却器を蓄熱剤付中間冷却器 2 8 とするようにしたので、例えば、外気等の運転環境に影響を受けることなく、冷却運転における低温側冷媒の冷却（凝縮液化を含む）、霜取運転における蒸発ガス化を安定して行うことができる。また、実施の形態 1 の冷凍装置と同様に、臨界温度等が低い低温側冷媒の圧力の異常上昇を抑制して、霜取運転を異常停止することなく、確実に、信頼性の高い霜取運転を短時間で行うことができる。また、低温側圧縮機 2 1 を損傷させることなく冷却運転を再開することができる。

【 0 0 7 5 】

実施の形態 5 .

図 8 は、この発明の実施の形態 5 における二元冷凍装置の構成を表す図である。図 8 において、図 1、図 7 等と同じ符号を付している機器等については、実施の形態 1 等で説明したことと同様の動作等を行う。本実施の形態の二元冷凍装置では、図 8 に示すように、実施の形態 1 等で説明した低温側中間冷却器 2 6 と実施の形態 4 で説明した蓄熱剤付中間冷却器 2 8 とを両方備え、低温側循環回路において直列となるように接続している。

【 0 0 7 6 】

また、本実施の形態の二元冷凍装置は開閉弁 2 9 を有している。そして、蓄熱剤付中間冷却器 2 8 と並列にバイパス配管を備え、開閉弁 2 9 の開閉により、蓄熱剤付中間冷却器 2 8 に低温側冷媒を通過させるか、バイパス配管にも低温側冷媒を通過させるかを選択することができる。図 8 では特に示していないが、例えば蓄熱剤付中間冷却器 2 8 に低温側冷媒を通過させるか否かを選択し、流路の切り替えを行うことができる開閉弁等を蓄熱剤付中間冷却器 2 8 側の流路に設けるようにしてもよい。

【 0 0 7 7 】

次に本実施の形態における二元冷凍装置の冷却運転時における各構成機器の動作等について説明する。高温側サイクル 1 0 の冷却運転時の動作については、実施の形態 1 で説明した動作と同様である。

【 0 0 7 8 】

一方、低温側サイクル 2 0 の動作について図 8 及び図 2 に基づいて説明する。低温側圧縮機 2 1 は、低温側冷媒を吸入し、その冷媒を圧縮して高温・高圧の状態にして吐出する（図 2 中の C 点から D 点の圧縮工程）。吐出した冷媒は低温側四方弁 2 5、低温側中間冷却器 2 6 を経由し、蓄熱剤付中間冷却器 2 8 へ流入する。このとき、低温側四方弁 2 5 は

10

20

30

40

50

低温側冷媒が正サイクルとなるように切り替えられている。また、吐出した冷媒が蓄熱剤付中間冷却器 28 へ流入するように、開閉弁 29 を閉じ、バイパス配管を低温側冷媒が通過しないようにしている。そして、低温側中間冷却器 26 に空気等を供給する送風機等は停止させている。

【0079】

蓄熱剤付中間冷却器 28 は、内部に有する蓄熱剤（例えば水等）と冷媒との間で熱交換を行い、低温側凝縮器 22 が低温側冷媒を凝縮液化させるための補助を行う。ここで、蓄熱剤付中間冷却器 28 において、かならずしも低温側冷媒を凝縮液化させなければならないということではなく、少なくとも低温側冷媒から熱（顕熱）を奪うようにすることで低温側冷媒を一定温度まで冷却させるようにする（図 2 中の D 点から E 点の凝縮工程）。これにより、装置全体として冷却運転効率を向上させることが可能となる。

10

【0080】

ここで、蓄熱剤付中間冷却器 28 の蓄熱剤は低温側冷媒から熱を奪うことで、温度が上昇し、所定の熱量を蓄えるようにする。二元冷凍装置の低温側サイクル 20 は、冬期等のような外気温度が低い環境においても、比較的安定した高圧条件で冷却運転を行うことができる。このため、低温側冷媒が有する熱エネルギーを蓄熱するのに適している。

【0081】

例えば冷却運転開始から所定時間が経過し、蓄熱剤付中間冷却器 28 の蓄熱剤に所定の熱量が蓄えられたものと判断すると、制御手段 40 は開閉弁 29 を開放し、バイパス配管にも低温側冷媒を通過させるようにする。また、送風機等を駆動させて低温側中間冷却器 26 に空気等を供給する。これにより、蓄熱剤付中間冷却器 28、低温側中間冷却器 26 が低温側冷媒を凝縮液化させるための補助を行うこととなる。

20

【0082】

図 9 は実施の形態 5 に係る制御手段 40 が行う二元冷凍装置の運転制御のフローチャートを示す図である。S31、S32 の処理については、実施の形態 1 で説明した図 3 の S1、S2 の処理と同様の処理を行う。

【0083】

そして、蓄熱剤付中間冷却器 28 の蓄熱剤における熱量が所定の熱量未満であるかどうかを判断する（S33）。所定の熱量未満であると判断すると、制御手段 40 は、開閉弁 29 を閉じ、低温側中間冷却器 26 に空気等を供給する送風機等は停止させるようにする（S34）。一方、熱量が所定の熱量未満でない（所定の熱量以上である）と判断すると、開閉弁を開き、送風機等を駆動させて低温側中間冷却器 26 に空気等を供給させるようにする（S35）。ここで、熱量が所定の熱量未満であるかどうかをどのようにして判断するかについては、特に限定するものではない。例えば、冷却運転時間に基づいて判断するようにしてもよい。また、蓄熱剤の温度を検出するための温度検出手段を設けておき、温度検出手段の検出温度に基づいて蓄熱剤の熱量を判断するようにしてもよい。低温側凝縮器 22、第一の低温側絞り装置 23 及び低温側蒸発器 24 の動作については、実施の形態 1 で説明したことと同様である。

30

【0084】

以上のように、二元冷凍装置において、低温側蒸発器 24 の蒸発温度がマイナス（零下）となるような運転を続けると低温側蒸発器 24 に着霜していき、冷凍能力が低下する。そこで、図 9 のフローチャートに示すように、所定時間毎に霜取運転を行い、低温側蒸発器 24 の霜取を行う（S36）。

40

【0085】

次に二元冷凍装置の霜取運転時における各構成機器の動作等について説明する。高温側サイクル 10 の冷却運転時の動作については、実施の形態 1 で説明した動作と同様である。一方、低温側サイクル 20 の動作について図 8 及び図 4 に基づいて説明する。ここで、低温側冷媒が低温側圧縮機 21 を吐出し、低温側四方弁 25、低温側蒸発器 24、第一の低温側絞り装置 23、低温側凝縮器 22 を通過して第二の低温側絞り装置 27 に至るまでの各機器の動作については、実施の形態 1 と同様である。ここで、開閉弁 29 は閉じるよ

50

うにしておく。

【0086】

第二の低温側絞り装置27は、凝縮液化した低温側冷媒を減圧する(図4中のF点からG点の膨張工程)。減圧した低温側冷媒は、開閉弁29を閉じているため、蓄熱剤付中間冷却器28に流入する。

【0087】

蓄熱剤付中間冷却器28は、その内部に有する蓄熱剤と低温側冷媒との間で熱交換を行い、低温側冷媒を蒸発ガス化する。そして、蓄熱剤付中間冷却器28を流出した低温側冷媒は低温側四方弁25を経由し、高温側圧縮機11に吸入される(図4中のG点からC点の蒸発工程)。

10

【0088】

このとき、冷却運転時に蓄熱剤が蓄えた所定の熱量を低温側冷媒に放熱し、低温側冷媒を蒸発ガス化させるので、冬期等のような低外気条件においても、安定して所定の熱量を低温側冷媒に供給することができる。このため、蒸発温度をより高く運転でき、効率よく冷媒循環量を増加させることができる。その結果、霜取運転を異常停止することなく、確実に、信頼性の高い霜取運転を、より効率よく、より短時間で行うことができ、また、省エネルギーに貢献することができる。

【0089】

図9に示すフローチャートにおいて、S37~S41の処理については、基本的には、実施の形態2で説明した図5のS14~S18の処理と同様の処理を行う。ここで、S37においては、上述したように開閉弁29を閉じ、低温側冷媒が蓄熱剤付中間冷却器28に流入するようにする。また、S38においては、実施の形態3のS25と同様に、霜取運転開始してから所定時間経過後に、第一の低温側絞り装置23、第二の低温側絞り装置27の開度を変更するようにしてもよい。

20

【0090】

以上のように、実施の形態5の二元冷凍装置によれば、低温側中間冷却器26と蓄熱剤付中間冷却器28とを直列に配管接続するようにしたので、例えば、外気等の運転環境に影響を受けることなく、冷却運転における低温側冷媒の冷却(凝縮液化を含む)、霜取運転における蒸発ガス化を安定して行うことができる。また、低温側中間冷却器26と蓄熱剤付中間冷却器28とを設けることで、蓄熱剤付中間冷却器28における蓄熱剤を必要最小限に最適設計することができるため、低コストでかつ装置全体として省スペース化することができる。そして、実施の形態1の冷凍装置と同様に、臨界温度等が低い低温側冷媒の圧力の異常上昇を抑制して、霜取運転を異常停止することなく、確実に、信頼性の高い霜取運転を短時間で行うことができる。また、低温側圧縮機21を損傷させることなく冷却運転を再開することができる。

30

【0091】

実施の形態6

図10は、この発明の実施の形態6における二元冷凍装置の構成を表す図である。図10において、図1、図8等と同じ符号を付している機器等については、上述した各実施の形態で説明した動作を行う。本実施の形態の二元冷凍装置は、上述した低温側中間冷却器26と蓄熱剤付中間冷却器28とを並列に接続するようにしたものである。また、開閉弁29を、低温側凝縮器22の低温側中間冷却器26側(冷却運転における冷媒下流側)に低温側凝縮器22と直列に設けるようにする。ここでは、開閉弁29を低温側中間冷却器26側に設けたが、例えば蓄熱剤付中間冷却器28側にも開閉弁等を設けるようにして流路の切り替えを行うようにしてもよい。

40

【0092】

次に本実施の形態における二元冷凍装置の冷却運転時における各構成機器の動作等について説明する。高温側サイクル10の冷却運転時の動作については、実施の形態1で説明した動作と同様である。

【0093】

50

一方、低温側サイクル20の動作について図8及び図2に基づいて説明する。低温側圧縮機21は、低温側冷媒を吸入し、その冷媒を圧縮して高温・高圧の状態にして吐出する（図2中のC点からD点の圧縮工程）。吐出した冷媒は低温側四方弁25、低温側中間冷却器26を経由し、蓄熱剤付中間冷却器28へ流入する。このとき、低温側四方弁25は低温側冷媒が正サイクルとなるように切り替えられている。また、吐出した冷媒が蓄熱剤付中間冷却器28へ流入するように、開閉弁を閉じ、バイパス配管を低温側冷媒が通過しないようにしている。そして、低温側中間冷却器26に空気等を供給する送風機等は停止させている。

【0094】

蓄熱剤付中間冷却器28は、内部に有する蓄熱剤（例えば水等）と冷媒との間で熱交換を行い、低温側凝縮器22が低温側冷媒を凝縮液化させるための補助を行う。ここで、蓄熱剤付中間冷却器28において、かならずしも低温側冷媒を凝縮液化させなければならないということではなく、少なくとも低温側冷媒から熱（顕熱）を奪うようにすることで低温側冷媒を一定温度まで冷却させるようにする（図2中のD点からE点の凝縮工程）。これにより、装置全体として冷却運転効率を向上させることが可能となる。

【0095】

ここで、蓄熱剤付中間冷却器28の蓄熱剤は低温側冷媒から熱を奪うことで、温度が上昇し、所定の熱量を蓄えるようにする。二元冷凍装置の低温側サイクル20は、冬期等のような外気温度が低い環境においても、比較的安定した高圧条件で冷却運転を行うことができる。このため、低温側冷媒が有する熱エネルギーを蓄熱するのに適している。

【0096】

例えば冷却運転開始から所定時間が経過し、蓄熱剤付中間冷却器28の蓄熱剤に所定の熱量が蓄えられたものと判断すると、制御手段40は開閉弁29を開放し、バイパス配管に低温側冷媒を通過させるようにする。また、送風機等を駆動させて低温側中間冷却器26に空気等を供給する。これにより、蓄熱剤付中間冷却器28に代わって、低温側中間冷却器26が低温側冷媒を凝縮液化させるための補助を行うこととなる。制御手段40が行う二元冷凍装置の冷却運転における制御については、図9のS31～S35と同様である。

【0097】

次に二元冷凍装置の霜取運転時における各構成機器の動作等について説明する。高温側サイクル10の冷却運転時の動作については、実施の形態1で説明した動作と同様である。一方、低温側サイクル20の動作について図10及び図4に基づいて説明する。ここで、低温側冷媒が低温側圧縮機21を吐出し、低温側四方弁25、低温側蒸発器24、第一の低温側絞り装置23、低温側凝縮器22を通過して第二の低温側絞り装置27に至るまでの各機器の動作については、実施の形態1と同様である。ここで、開閉弁29は閉じるようにしておく。

【0098】

第二の低温側絞り装置27は、凝縮液化した低温側冷媒を減圧する（図4中のF点からG点の膨張工程）。減圧した低温側冷媒は、開閉弁29を閉じているため、蓄熱剤付中間冷却器28に流入する。

【0099】

蓄熱剤付中間冷却器28は、その内部に有する蓄熱剤と低温側冷媒との間で熱交換を行い、低温側冷媒を蒸発ガス化する。そして、蓄熱剤付中間冷却器28を流出した低温側冷媒は低温側四方弁25を経由し、高温側圧縮機11に吸入される（図4中のG点からC点の蒸発工程）。

【0100】

このとき、冷却運転時に蓄熱剤が蓄えた所定の熱量を低温側冷媒に放熱し、低温側冷媒を蒸発ガス化させるので、冬期等のような低外気条件においても、安定して所定の熱量を低温側冷媒に供給することができる。このため、蒸発温度をより高く運転でき、効率よく冷媒循環量を増加させることができる。その結果、霜取運転を異常停止することなく、確

10

20

30

40

50

実に、信頼性の高い霜取運転を、より効率よく、より短時間で行うことができ、また、省エネルギーに貢献することができる。制御手段40が行う二元冷凍装置の霜取運転における制御については、図9のS36～S41と同様である。

【0101】

以上のように、実施の形態6の二元冷凍装置によれば、低温側中間冷却器26と蓄熱剤付中間冷却器28とを並列に配管接続するようにしたので、例えば、外気等の運転環境に影響を受けることなく、冷却運転における低温側冷媒の冷却（凝縮液化を含む）、霜取運転における蒸発ガス化を安定して行うことができる。また、低温側中間冷却器26と蓄熱剤付中間冷却器28とを設けることで、蓄熱剤付中間冷却器28における蓄熱剤を必要最小限に最適設計することができるため、低コストでかつ装置全体として省スペース化することができる。そして、実施の形態1の冷凍装置と同様に、臨界温度等が低い低温側冷媒の圧力の異常上昇を抑制して、霜取運転を異常停止することなく、確実に、信頼性の高い霜取運転を短時間で行うことができる。また、低温側圧縮機21を損傷させることなく冷却運転を再開することができる。

10

【産業上の利用可能性】

【0102】

上述の実施の形態は、二元冷凍装置で説明したが多段構成の多元冷凍装置にも適用することができる。また、二元冷凍装置だけでなく、例えば二酸化炭素を冷媒として冷却等を行う冷凍装置にも適用することができる。

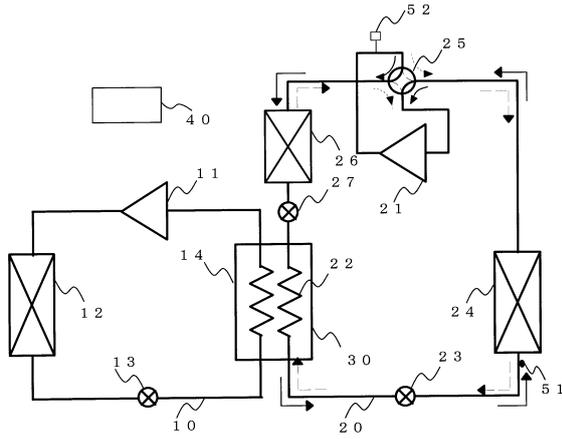
【符号の説明】

20

【0103】

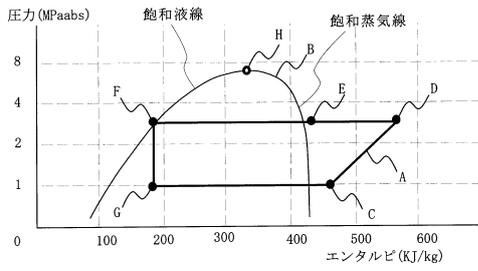
10 高温側サイクル、11 高温側圧縮機、12 高温側凝縮器、13 高温側絞り装置、14 高温側蒸発器、20 低温側サイクル、21 低温側圧縮機、22 低温側凝縮器、23 第一の低温側絞り装置、24 低温側蒸発器、25 低温側四方弁、26 低温側中間冷却器、27 第二の低温側絞り装置、28 蓄熱剤付中間冷却器、29 開閉弁、30 カスケードコンデンサ、40 制御手段、51 蒸発器温度センサ、52 吐出側圧力センサ。

【図1】

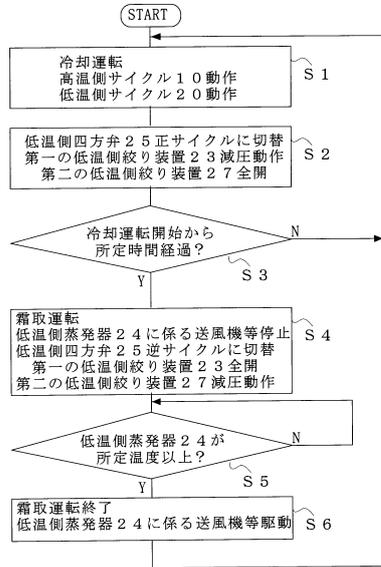


- | | | | |
|----|---------|----|------------|
| 10 | 高温側サイクル | 23 | 第一の低温側絞り装置 |
| 11 | 高温側圧縮機 | 24 | 低温側蒸発器 |
| 12 | 高温側凝縮器 | 25 | 低温側四方弁 |
| 13 | 高温側絞り装置 | 26 | 低温側中間冷却器 |
| 14 | 高温側蒸発器 | 27 | 第二の低温側絞り装置 |
| 20 | 低温側サイクル | 30 | カスケードコンデンサ |
| 21 | 低温側圧縮機 | 40 | 制御手段 |
| 22 | 低温側凝縮器 | 51 | 蒸発器温度センサ |
| | | 52 | 吐出側圧力センサ |

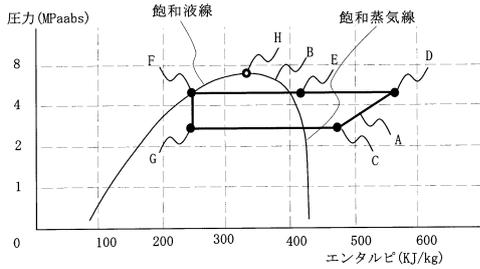
【図2】



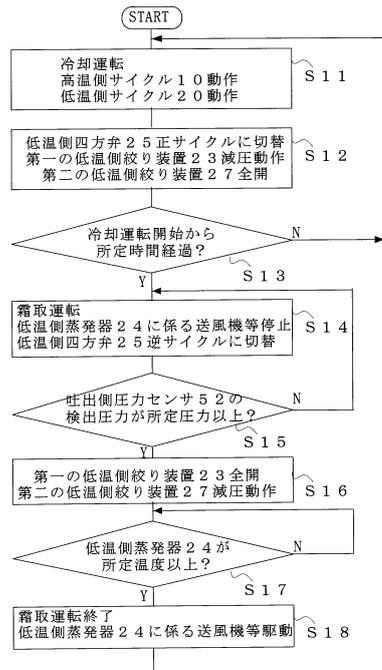
【図3】



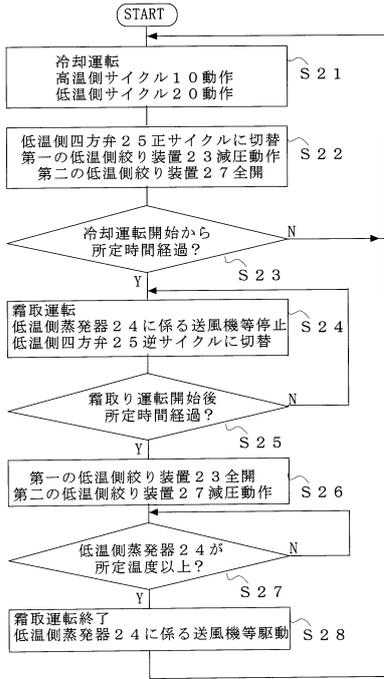
【図4】



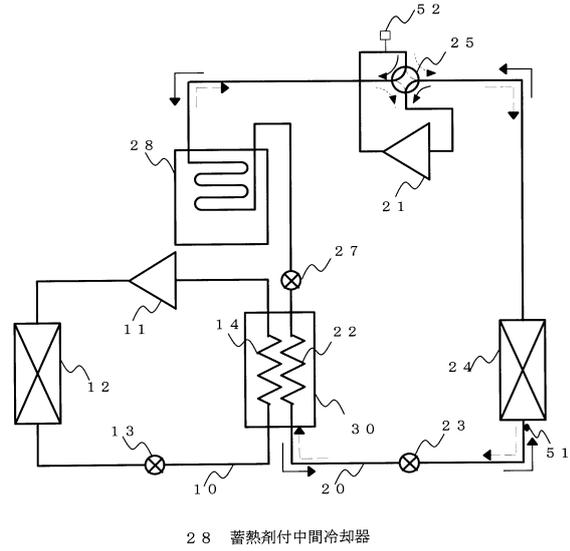
【図5】



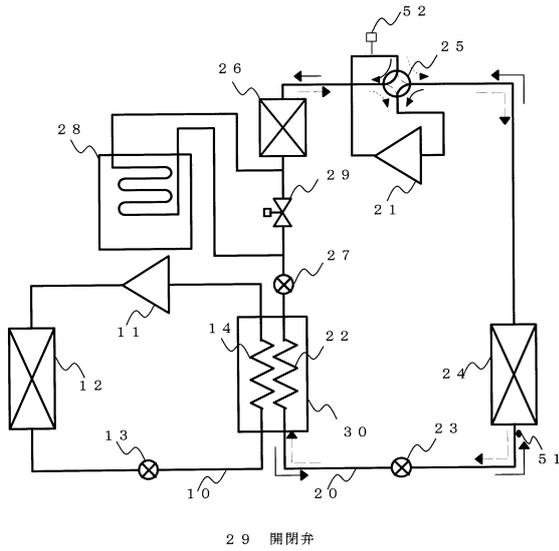
【図6】



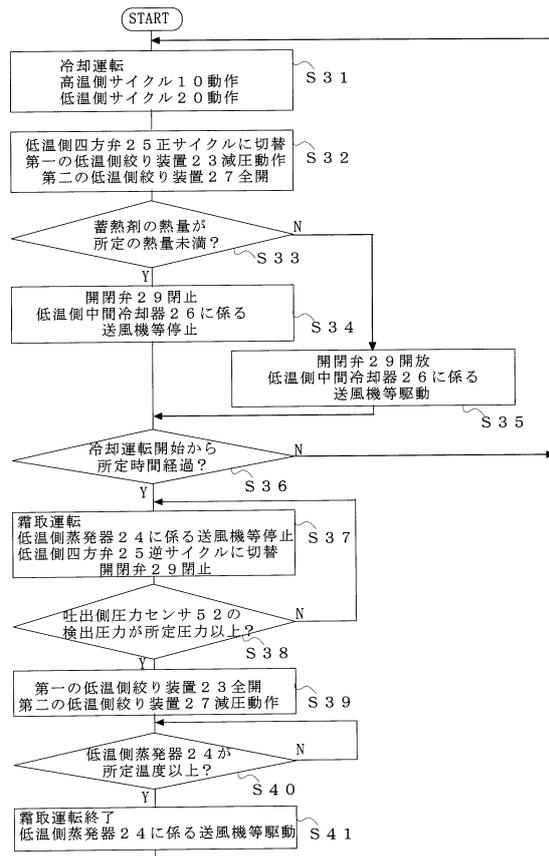
【図7】



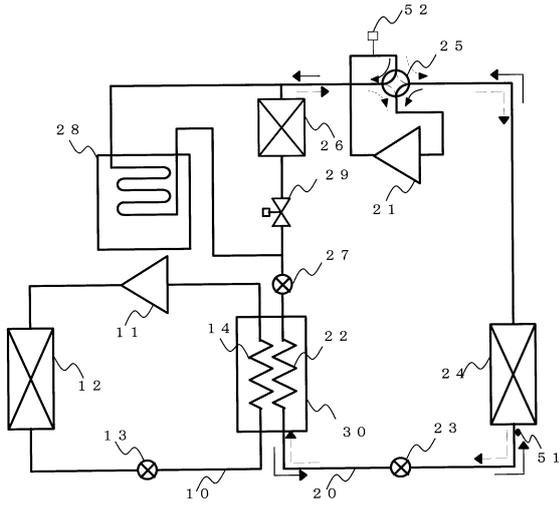
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 2 5 B 47/02 5 5 0 P
F 2 5 B 47/02 5 7 0 A

(74)代理人 100160831
弁理士 大谷 元
(72)発明者 山下 哲也
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 杉本 猛
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 隆
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 仲村 靖

(56)参考文献 特開2009-052880(JP,A)
実開平01-144770(JP,U)
特許第3604973(JP,B2)
特開昭63-150568(JP,A)
特公平03-059348(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
F 2 5 B 7 / 0 0
F 2 5 B 1 / 0 0
F 2 5 B 4 7 / 0 2