

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6057871号
(P6057871)

(45) 発行日 平成29年1月11日(2017. 1. 11)

(24) 登録日 平成28年12月16日(2016. 12. 16)

(51) Int.Cl.

F 1

F 2 5 B 1/10 (2006. 01)

F 2 5 B 1/10 S

F 2 5 B 1/00 (2006. 01)

F 2 5 B 1/00 3 8 7 K

F 2 5 B 43/02 (2006. 01)

F 2 5 B 43/02 A

F 2 5 B 30/02 (2006. 01)

F 2 5 B 30/02 H

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2013-203187 (P2013-203187)
 (22) 出願日 平成25年9月30日(2013. 9. 30)
 (65) 公開番号 特開2015-68564 (P2015-68564A)
 (43) 公開日 平成27年4月13日(2015. 4. 13)
 審査請求日 平成28年6月17日(2016. 6. 17)

(73) 特許権者 000006208
 三菱重工業株式会社
 東京都港区港南二丁目16番5号
 (74) 代理人 100100077
 弁理士 大場 充
 (74) 代理人 100136010
 弁理士 堀川 美夕紀
 (74) 代理人 100130030
 弁理士 大竹 夕香子
 (72) 発明者 大村 峰正
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重
 工業株式会社内
 (72) 発明者 岡田 拓也
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重
 工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ヒートポンプシステム、及び、ヒートポンプ式給湯器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

低段側圧縮機と高段側圧縮機を備え、冷媒を圧縮して吐出する圧縮機構と、
 前記高段側圧縮機の吐出側に設けられるオイルセパレータと、
 前記圧縮機構で圧縮された前記冷媒と熱交換対象とを熱交換する第1熱交換器と、
 前記第1熱交換器から流出する前記冷媒を減圧膨張させる膨張弁と、
 前記膨張弁にて減圧膨張された冷媒と熱交換対象とを熱交換する第2熱交換器と、
 前記低段側圧縮機と前記高段側圧縮機を繋ぎ、前記低段側圧縮機と前記高段側圧縮機の
 間で冷凍機油を流通させる均油経路と、
 前記オイルセパレータと前記高段側圧縮機の吸入側の間を繋ぐ主戻り配管と、
 前記主戻り配管と前記均油経路とを繋ぐ油戻り経路と、
 前記油戻り経路に設けられる油戻り用開閉弁と、
 前記冷媒を、前記低段側圧縮機と前記高段側圧縮機をこの順に流す二段圧縮経路と、前
 記低段側圧縮機と前記高段側圧縮機的一方だけを流す一段圧縮経路と、を選択的に切り替
 える、冷媒経路切換え機構と、
 を備え、

前記冷媒経路切換え機構が、前記一段圧縮経路を選択すると、

前記油戻り用開閉弁を開くことで、前記オイルセパレータからの前記冷凍機油が、前記
 高段側圧縮機を経由することなく、前記油戻り経路を介して前記均油経路に戻される、こ
 とを特徴とするヒートポンプシステム。

10

20

【請求項 2】

前記二段圧縮経路が選択されている最中に、以下の条件（1）～条件（3）のいずれかを満たすと、前記冷媒の経路が、前記一段圧縮経路に切り換えられる、
請求項 1 に記載のヒートポンプシステム。

条件（1）： $T_W \leq T_R$

T_W ；第 1 熱交換器の熱交換対象が水の場合に、水と冷媒の熱交換器（水熱交）に入ってくる水温、 T_R ；規定値

条件（2）： $(P_{HO} - P_{LI}) \leq \Delta P_{R1}$

P_{LI} ；低段側圧縮機の吸入圧力 P_{HO} ；高段側圧縮機の吐出圧力 規定値
： ΔP_{R1} 10

条件（3） $(P_{LO} - P_{LI}) \leq \Delta P_{R2}$

P_{LI} ；低段側圧縮機の吸入圧力 P_{LO} ；低段側圧縮機の吐出圧力 規定値
： ΔP_{R2}

【請求項 3】

前記戻り用開閉弁の開閉、及び、前記均油用開閉弁の開閉は、

前記低段側圧縮機における予測される冷凍機油の量、及び、前記高段側圧縮機における予測される冷凍機油の量に基づいて制御される、

請求項 1 又は請求項 2 に記載のヒートポンプシステム。

【請求項 4】

請求項 1～3 のいずれか一項に記載のヒートポンプシステムの前記第 1 熱交換器が、冷媒と水とを熱交換させて水を加熱する水対冷媒熱交換器である、
ことを特徴とするヒートポンプ式給湯器。 20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、二つの独立した圧縮機を直列に連結した二段圧縮式のヒートポンプシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

省エネルギーを目的に給湯システムのヒートポンプ化が進んでいる。 30

この冷媒システムとして、低段側圧縮機と高段側圧縮機が直列に接続された冷媒回路を備え、その冷媒回路で冷媒を循環させる二段圧縮冷凍サイクルが知られている（例えば、特許文献 1～3）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 5－9 3 5 5 2 号公報

【特許文献 2】特開平 6－2 9 6 6 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 9－1 6 8 3 3 0 号公報

【発明の概要】 40

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

二段圧縮冷凍サイクルを常に効率の良い状態で運転をするためには、低段側及び高段側の 2 つの圧縮機をそれぞれ独立した回転数で運転させる必要がある。そのために最も大きな課題となるのは、2 つの圧縮機にそれぞれ含まれる冷凍機油の油面レベルの制御である。1 つのハウジングの内部に低段側及び高段側の 2 つの圧縮機構を搭載している圧縮機と異なり、2 つの独立した圧縮機を直列に連結する場合には、2 つの圧縮機の間で冷凍機油の量を適切な均等なレベルに保つことが、二つの圧縮機を健全に運転するために必要である。

本発明は、この技術的課題に基づいてなされたもので、運転を停止したり、あるいは、 50

複雑な運転操作したりすることなく、2つの圧縮機の冷凍機油の量を均等に保つのが容易な二段圧縮ヒートポンプシステムを提供することを目的とする。本発明は、加えて、この二段圧縮式ヒートポンプシステムを備える高効率なヒートポンプ給湯器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】

【0005】

かかる目的のもと、本発明の二段圧縮式のヒートポンプシステムは、低段側圧縮機と高段側圧縮機を備え、冷媒を圧縮して吐出する圧縮機構と、高段側圧縮機の吐出側に設けられるオイルセパレータと、圧縮機構で圧縮された冷媒と熱交換対象とを熱交換する第1熱交換器と、第1熱交換器から流出する冷媒を減圧膨張させる膨張弁と、膨張弁にて減圧膨張された冷媒と熱交換対象とを熱交換する第2熱交換器と、低段側圧縮機と高段側圧縮機を繋ぎ、低段側圧縮機と高段側圧縮機の間で冷凍機油を流通させる均油経路と、オイルセパレータと高段側圧縮機の吸入側の間を繋ぐ主戻り配管と、主戻り配管と均油経路とを繋ぐ油戻り経路と、油戻り経路に設けられる油戻り用開閉弁と、冷媒を、低段側圧縮機と高段側圧縮機をこの順に流す二段圧縮経路と、低段側圧縮機と高段側圧縮機の一方だけを流す一段圧縮経路と、を選択的に切り替える冷媒経路切換え機構と、を備えることを特徴とする。

例えばヒートポンプ式の給湯器を想定すると、機器の高圧圧力は水と冷媒の熱交換器（水対冷媒熱交換器）に入ってくる水温（例えば、35～75℃の範囲）に依存して決まるため、水温によって圧縮機の吸入側と吐出側の圧力差が大きく変わり得る。水対冷媒熱交換器の入口水温が低い状態で二段圧縮運転を行うと、低段側圧縮機と高段側圧縮機との差圧が小さくなる。この圧縮機間の差圧によって、戻される冷凍機油の量が決まる。そこで、本発明は、二段圧縮運転を行っている最中に、低段側圧縮機と高段側圧縮機との差圧が低くなると、一段圧縮運転に切り替えられるようにする。

【0006】

本発明のヒートポンプシステムにおいて、二段圧縮経路が選択されている最中に、以下の条件（1）～条件（3）のいずれかを満たすと、冷媒の経路が、一段圧縮経路に切り換えられる。

条件（1）： $T_W \leq T_R$

T_W ；第1熱交換器の熱交換対象が水の場合に、水と冷媒の熱交換器（水熱交）に入ってくる水温、 T_R ；規定値

条件（2）： $(P_{HO} - P_{LI}) \leq \Delta P_{R1}$

P_{LI} ；低段側圧縮機の吸入圧力 P_{HO} ；高段側圧縮機の吐出圧力 規定値
： ΔP_{R1}

条件（3）： $(P_{LO} - P_{LI}) \leq \Delta P_{R2}$

P_{LI} ；低段側圧縮機の吸入圧力 P_{LO} ；低段側圧縮機の吐出圧力 規定値
： ΔP_{R2}

【0007】

本発明のヒートポンプシステムは、冷媒経路切換え機構が、一段圧縮経路を選択すると、油戻り用開閉弁を開くことで、オイルセパレータからの冷凍機油を、高段側圧縮機を経由することなく、油戻り経路を介して均油経路に戻す。

以上の構成の油戻り経路、均油経路を設けることにより、低段側圧縮機、高段側圧縮機のそれぞれの冷凍機油の量が不足したときに油量の回復が容易にできる。

【0008】

本発明のヒートポンプシステムにおいて、戻り用開閉弁の開閉、及び、均油用開閉弁の開閉は、低段側圧縮機における予測される冷凍機油の量、及び、高段側圧縮機における予測される冷凍機油の量に基づいて制御することが好ましい。

ヒートポンプシステムが備えている圧力センサ、温度センサ検知結果から求められる2つの圧縮機それぞれの油量に基づいて、適切なタイミングで冷凍機油を制御することができる。

【0009】

以上説明したヒートポンプシステムの第1熱交換器を、冷媒と水とを熱交換させて水を加熱する水対冷媒熱交換器とするヒートポンプ式給湯機は、低段側圧縮機及び高段側圧縮機の冷凍機油の量が確保されるので、安定して高効率な給湯を実現できる。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、低段側圧縮機と高段側圧縮機の運転を停止することなく、第1電磁弁と第2電磁弁の開閉という簡易な操作だけで、低段側圧縮機と高段側圧縮機における冷凍機油の均一化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0011】

【図1】第1実施形態に係るヒートポンプシステムの回路構成を示す図である。

【図2】第1実施形態のヒートポンプシステムの動作を示す図であり、(a)は二段圧縮運転を示し、(b)は一段圧縮運転を示す。

【図3】図1のヒートポンプシステムの二段圧縮運転と一段圧縮運転の切り替えを、2つの電磁弁で行う回路構成を示す図である。

【図4】図1のヒートポンプシステムにオイルセパレータを二つ付け加えた回路構成を示す図である。

【図5】第2実施形態に係るヒートポンプ式の給湯・空調機の回路構成を示す図である。

【図6】第2実施形態に係るヒートポンプ式の給湯・空調機の回路構成を示し、図5とは異なる運転モードを示している。

20

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、添付図面に示す実施の形態に基づいてこの発明を詳細に説明する。

以下、添付する図面を参照して、本発明の実施形態を説明する。

[第1実施形態]

第1実施形態に係るヒートポンプシステム1は、図1に示すように、冷媒を圧縮して吐出する低段側圧縮機10a及び高段側圧縮機10bと、高段側圧縮機10bで圧縮された冷媒と熱交換の対象となる流体とを熱交換させる第1熱交換器11と、第1熱交換器11から流出する冷媒を減圧膨張させる膨張弁（以下、単に膨張弁）12と、膨張弁12にて減圧膨張された冷媒と熱交換対象となる流体を熱交換させる第2熱交換器13と、を備え、冷媒の循環方向に沿ってこの順に直列に接続されている。本実施形態においては、第1熱交換器11は、例えば水と熱交換することで放熱する凝縮器として機能することができ、また、第2熱交換器13は、外気と熱交換することで吸熱する蒸発器として機能することができる。

30

ヒートポンプシステム1は、低段側圧縮機10aと高段側圧縮機10bの接続状態を以下のように切り替える四方切換弁14を備えている。つまり、四方切換弁14は、冷媒が低段側圧縮機10aと高段側圧縮機10bの両者を通過する二段圧縮運転（二段圧縮経路）と、冷媒が低段側圧縮機10aだけを通過するが高段側圧縮機10bを迂回する一段圧縮運転（一段圧縮経路）と、を切り替える。

40

また、ヒートポンプシステム1は、低段側圧縮機10aに保持される冷凍機油と高段側圧縮機10bに保持される冷凍機油の油量を均等に保つための均油機構20を備える。

【0013】

ヒートポンプシステム1は、低段側圧縮機10aと高段側圧縮機10bを繋ぐ配管L1と、高段側圧縮機10bと第1熱交換器11を繋ぐ配管L2と、第1熱交換器11と第2熱交換器13を繋ぐ配管L3と、第2熱交換器13と低段側圧縮機10aを繋ぐ配管L4とを備えることで、冷媒が循環する冷媒回路を構成する。この中で、低段側圧縮機10aにとって配管L4が吸入側配管を、低段側圧縮機10aと高段側圧縮機10bを繋ぐ配管L1が中間圧配管を、高段側圧縮機10bにとって配管L2が吐出側配管を構成する。

また、ヒートポンプシステム1は、低段側圧縮機10aの吐出側（配管L1）と高段側

50

圧縮機 10b の吐出側（配管 L2）を繋ぐ配管 L5 を備えている。前述した四方切換弁 14 は、配管 L5 の低段側圧縮機 10a の吐出側の接続端に設けられている。四方切換弁 14 は、低段側圧縮機 10a から吐出される冷媒を、配管 L1 をそのまま通って高段側圧縮機 10b に吸入されるか、又は、配管 L5 を通り、さらに配管 L2 を通って第 1 熱交換器 11 に供給するかを切り換える。この切り替えにより、二段圧縮経路と一段圧縮経路）との切り替えが実現される。

なお、低段側圧縮機 10a と高段側圧縮機 10b を区別することなく圧縮機構 10 と総称することがある。

【0014】

次に、ヒートポンプシステム 1 は、配管 L2 上にオイルセパレータ 26 を備えている。オイルセパレータ 26 は、高段側圧縮機 10b と油戻し配管 27 により直接的に接続されている。油戻し配管 27 は固定絞り 27a を備えている。

オイルセパレータ 26 は、二段圧縮運転の最中には、高段側圧縮機 10b から吐出される冷媒から冷凍機油を分離し、戻り配管 27 を介して高段側圧縮機 10b に戻す。オイルセパレータ 26 は、一段圧縮運転の最中には、低段側圧縮機 10a から吐出される冷媒から冷凍機油を分離し、油戻し配管 27 を介して高段側圧縮機 10b に戻す。

【0015】

以下、ヒートポンプシステム 1 の各構成要素を順に説明する。

[圧縮機構 10]

低段側圧縮機 10a は、一体に構成された電動モータにより回転駆動されることにより、第 2 熱交換器 13 を通過した低温低圧の冷媒を吸入して中間圧まで圧縮し、高段側圧縮機 10b に向けて吐出する。

低段側圧縮機 10a に適用される圧縮機構としては、スクロール型圧縮機構や、ロータリ式圧縮機構など公知の形式の圧縮機構を適用できる。高段側圧縮機 10b も同様である。

高段側圧縮機 10b は、低段側圧縮機 10a から吐出された冷媒を吸入して圧縮し、高温高圧の冷媒として第 1 熱交換器 11 に向けて吐出する。

【0016】

[第 1 熱交換器 11]

第 1 熱交換器 11 は、熱交換の対象となる水、空気などの流体と高温高圧の冷媒とを熱交換させることによって当該流体を加熱する。高段側圧縮機 10b から吐出された高温高圧の冷媒は、ここで冷却され凝縮される。第 1 熱交換器 11 は、公知の熱交換器を用いることができる。次に説明する第 2 熱交換器 13 も同様である。

第 1 熱交換器 11 は、熱交換の対象が空気の場合には、送風ファン 11f を付設しており、送風ファン 11f により送風された空気が第 1 熱交換器 11 を通過する過程で、冷媒と熱交換される。

【0017】

[膨張弁 12、第 2 熱交換器 13]

第 2 熱交換器 13 は、膨張弁 12 を通過して減圧膨張された冷媒と外気（送風空気）との間で熱交換を行うものであり、この熱交換の過程で冷媒は蒸発し、外気から熱を吸収する。第 2 熱交換器 13 にも、送風ファン 13f が付設されており、送風ファン 13f により送風された空気と冷媒とが熱交換されることで、低温冷媒を蒸発させて吸熱作用を生じさせる。

膨張弁 12 は、例えば、ニードル状の弁体と、弁体を駆動するためのパルスモータとを備えた膨張弁を用いることができる。

【0018】

[均油機構 20]

均油機構 20 は、低段側圧縮機 10a と高段側圧縮機 10b を繋ぐ均油配管 21 と、均油配管 21 と油戻し配管 27 を繋ぐバイパス配管 23 と、バイパス配管 23 に設けられる電磁弁 25 と、を備える。

均油機構 20 は、均油配管 21 を通じて低段側圧縮機 10 a と高段側圧縮機 10 b の間で冷凍機油を流通させる。また、均油機構 20 は、バイパス配管 23 を介して、高段側圧縮機 10 b の吐出側から均油配管 21 に冷凍機油を戻す。このバイパス配管 23 の機能は、一段圧縮運転が行われている際に発揮されることで、均油配管 21 に必要な差圧を与える。

均油配管 21 は、低段側圧縮機 10 a 及び高段側圧縮機 10 b の各々が必要とする冷凍機油の量を示す油面を基準とすると、その基準油面の直上において低段側圧縮機 10 a 及び高段側圧縮機 10 b と接続される。

【0019】

[ヒートポンプシステム 1 の動作]

以下、ヒートポンプシステム 1 の動作を説明する。

ヒートポンプシステム 1 は、冷媒が循環し、二段圧縮運転が行われる。ただし、特定の条件を備えると、一段圧縮運転が行われる。

【0020】

はじめに、二段圧縮運転について説明する。

二段圧縮運転のときは、図 2 (a) に示すように、配管 L1 (L11 と L12) が連通するように四方切換弁 14 が切換えられており、低段側圧縮機 10 a で中間圧まで加圧された冷媒は、配管 L11、四方切換弁 14、配管 L12 を通って、高段側圧縮機 10 b に吸入される。図 2 (a) において、矢印は冷媒が流れる向きを示している。後述する図 2 (b) も同様である。

高段側圧縮機 10 b で高温高圧まで圧縮されてから吐出された高圧冷媒が、配管 L2 を通って第 1 熱交換器 11 に流入し、熱交換対象に対して放熱する。第 1 熱交換器 11 で放熱した高圧冷媒は、配管 L3 を通って膨張弁 12 を通過する過程で膨張して低圧冷媒となる。この低圧冷媒は、さらに配管 L3 を通って第 2 熱交換器 13 へ流入し、室外空気から吸熱して蒸発する。その後、第 2 熱交換器 13 から流出した低圧冷媒は、配管 L4 を通って低段側圧縮機 10 a へ吸入される。

【0021】

低段側圧縮機 10 a へ吸入された低圧冷媒は、圧縮されて中間圧冷媒となった後に配管 L1 へ吐出される。低段側圧縮機 10 a から配管 L1 へ吐出された中間圧冷媒は、高段側圧縮機 10 b へ吸入される。高段側圧縮機 10 b へ吸入された冷媒は、圧縮されて高圧冷媒となった後に配管 L2 へ吐出される。

【0022】

ヒートポンプシステム 1 は、以上説明した冷媒の圧縮、凝縮、膨張及び蒸発のサイクルが繰り返される過程で、均油配管 21 を通じて冷凍機油を流通させることで、低段側圧縮機 10 a と高段側圧縮機 10 b の各々の油面レベルを必要な範囲に確保する。

ここで、圧縮機から吐出される冷媒に含まれる冷凍機油を圧縮機に戻す方式としては、圧縮機の吐出側に冷媒と油を分離するオイルセパレータと称される機器を配置し、分離した冷凍機油をキャピラリチューブなどの固定絞りを備える油戻し回路を經由して圧縮機の吸入側に戻す方式が一般的である。

ところが、例えばヒートポンプ式の給湯器を想定すると、機器の高圧圧力は水と冷媒の熱交換器（水対冷媒熱交換器）に入ってくる水温（例えば、35～75℃の範囲）に依存して決まるため、水温によって圧縮機の吸入側と吐出側の圧力差が大きく変わり得る。水対冷媒熱交換器の入口水温が低い状態で二段圧縮運転を行うと、低段側圧縮機 10 a と高段側圧縮機 10 b の間の差圧が小さくなる。この圧縮機間の差圧によって、戻される冷凍機油の量が決まる。そこで、本実施形態は、二段圧縮運転を行っている最中に、低段側圧縮機 10 a と高段側圧縮機 10 b の間の差圧が低くなると、一段圧縮運転に切り替えるとともに、電磁弁 25 を開く。こうして、ヒートポンプシステム 1 は、オイルセパレータ 26 からバイパス配管 23 を介して、高段側圧縮機 10 b を經由することなく均油配管 21 に冷凍機油を戻すことで、均油機構 20 における差圧を常に規定値以上に保つことができる。しかも、ヒートポンプシステム 1 は、油戻し配管 27 にある固定絞り 27 a 及び高段

10

20

30

40

50

側圧縮機 10b を経由することなく、低段側圧縮機 10a に油を戻すことができるので、固定絞り 27a や高段側圧縮機 10b で圧力損失が生じて油戻し流量が低下するのを防げる。

【0023】

ヒートポンプシステム 1 は、二段圧縮運転を行っている最中に、以下の (1) ~ (3) の条件を備えると、一段圧縮運転に切り替える。以下の条件は、いずれも、低段側圧縮機 10a と高段側圧縮機 10b の間の差圧が低くなることの指標である。条件 (1) ~ (3) の規定値 T_R 、 ΔP_{R1} 及び ΔP_{R2} は、一義的に定まるものでなく、適用されるヒートポンプシステム 1 の各構成要素、運転条件に対応して定めることになる。なお、水温 T_W 、吸入圧力 P_{L1} 、吐出圧力 P_{L0} 及び吐出圧力 P_{H0} は、図示を省略するが、第 1 熱交換器 11 に付設される温度センサ、低段側圧縮機 10a、高段側圧縮機 10b に付設される圧力センサにより検出される。検出された情報は、図示を省略する制御部に送られる。制御部は、取得した水温 T_W 、吸入圧力 P_{L1} 、吐出圧力 P_{L0} 及び吐出圧力 P_{H0} に関する情報を用いて、条件 (1) ~ (3) を判定する。制御部は、一段圧縮運転の最中も、条件 (1) ~ (3) を判定し続ける。

【0024】

(1) 水と冷媒の熱交換器（水熱交）に入ってくる水温： T_W ， 規定値： T_R

$$T_W \leq T_R$$

(2) 低段側圧縮機 10a の吸入圧力 P_{L1} ，高段側圧縮機 10b の吐出圧力 P_{H0} 規定値： ΔP_{R1}

$$(P_{H0} - P_{L1}) \leq \Delta P_{R1}$$

(3) 低段側圧縮機 10a の吸入圧力 P_{L1} ，吐出圧力 P_{L0} 規定値： ΔP_{R2}

$$(P_{L0} - P_{L1}) \leq \Delta P_{R2}$$

【0025】

[二段圧縮運転 → 一段圧縮運転]

制御部は、二段圧縮運転を行っている最中に、条件 (1) ~ (3) のいずれかを満足すると判定すると、四方切換え弁 14 を図 2 (b) に示す一段圧縮運転の位置に切り換えるよう指示する。また、制御部 40 は、電磁弁 25 を開くように指示する。そうすると、ヒートポンプシステム 1 は、以下のように動作する。

低段側圧縮機 10a で高圧まで圧縮されてから吐出された高圧冷媒は、配管 L11、四方切換え弁 14 及び配管 L5 を通って第 1 熱交換器 11 に流入し、熱交換対象に対して放熱する。なお、ここでは、低段側圧縮機 10a は、二段圧縮運転のときよりも運転能力を向上して、冷媒を高圧まで圧縮する。また、高段側圧縮機 10b は運転が停止される。

第 1 熱交換器 11 で放熱した高圧冷媒は、配管 L3 を通って膨張弁 12 を通過する過程で膨張して低圧冷媒となる。この低圧冷媒は、さらに配管 L3 を通って第 2 熱交換器 13 へ流入し、室外空気から吸熱して蒸発する。その後、第 2 熱交換器 13 から流出した低圧冷媒は、配管 L4 を通って低段側圧縮機 10a へ吸入される。

一段圧縮運転は、以上説明した冷媒の圧縮、凝縮、膨張及び蒸発のサイクルが繰り返される過程で、電磁弁 25 が開いているので、冷凍機油はバイパス配管 23 を通って、高段側圧縮機 10b を経由することなく均油配管 21 に戻される。したがって、均油機構 20 における差圧を常に規定値以上に保つことができるので、低段側圧縮機 10a と高段側圧縮機 10b の間の油面をバランスよく保つことができる。

【0026】

以上説明したヒートポンプシステム 1 は、二段圧縮運転と一段圧縮運転を切り替えるのに、四方切換え弁 14 を用いているが、本発明はこれに限定されない。図 3 に示されるように、ヒートポンプシステム 2 は、2 つの電磁弁 14a、14b を各々配管 L1、L5 に配置し、選択的に開閉を制御することで、二段圧縮運転と一段圧縮運転を切り替えることができる。図 3 に示す例の場合、電磁弁 14a を開くとともに電磁弁 14b を閉じると二段圧縮運転を行い、電磁弁 14a を閉じるとともに電磁弁 14b を開けると二段圧縮運転を行う。なお、図 1 と同じ要素には、図 1 と同じ符号を図 3 に付している。図 4 も同様で

ある。

【0027】

図1は、オイルセパレータ26が低段側圧縮機10a及び高段側圧縮機10bの両者に対応して設けられた例を示しているが、図4に示すヒートポンプシステム4のように、低段側圧縮機10aの吐出側であって四方切替え弁14の手前に低段側圧縮機10a用のオイルセパレータ28を備えることができる。オイルセパレータ28は、油戻し配管29により均油配管21に繋がられている。

オイルセパレータ26は、二段圧縮運転及び一段圧縮運転のいずれの最中にも、低段側圧縮機10aから吐出される冷媒から冷凍機油を分離し、油戻し配管29及び均油配管21を介して低段側圧縮機10aに戻す。したがって、図4に示すヒートポンプシステム4は、低段側圧縮機10aに効率よく冷凍機油を戻すことができる。

【0028】

[第2実施形態]

以下、第1実施形態として説明したヒートポンプシステム1を適用したヒートポンプ式の給湯・空調機100を、本発明の第2実施形態として説明する。

給湯・空調機100は、図5に示すように、ヒートポンプ系統200と、水系統300と、から構成されている。

[ヒートポンプ系統200]

ヒートポンプ系統200は、第1実施形態で説明したヒートポンプシステム1(図1)に示したオイルセパレータ26を一つだけ設けた回路を利用したものであり、室外の空気(外気)と冷媒との間で熱交換を行う。ヒートポンプ系統200は、ヒートポンプシステム1に対応する要素がある場合には、第1実施形態と同じ符号を付して、その説明を省略する。ただし、第1熱交換器11は、水対冷媒熱交換器11と読み替えるものとする。水対冷媒熱交換器11は、水系統300側の水と冷媒とを熱交換させることによって水を加熱する。また、第2熱交換器13は、熱源側空気熱交換器13と読み替えるものとする。さらに、ヒートポンプ系統200は、ヒートポンプシステム1が備えていない以下の要素を含んでいる。

【0029】

ヒートポンプ系統200は、高段側圧縮機10bの吐出側の配管L2と低段側圧縮機10aの吸入側の配管L4との間に四方切替え弁15を備えており、この四方切替え弁15により冷媒の循環方向を可逆させ、熱源側空気熱交換器13を経て水対冷媒熱交換器11へと時計回りに冷媒を循環させる冷房サイクル(デフロストサイクル)と、水対冷媒熱交換器11を経て熱源側空気熱交換器13へと反時計回りに冷媒を循環させる暖房サイクルとのいずれか一方が選択可能とされている。

【0030】

ヒートポンプ系統200は、熱源側空気熱交換器13、水対冷媒熱交換器11および四方切替え弁15の他に、水対冷媒熱交換器11の出口側冷媒温度をコントロールする減圧手段としての第1膨張弁12aと、冷媒を気液分離する中間圧レシーバ16aと、過冷却コイル17と、中間圧冷媒を減圧する第2膨張弁12bと、アキュムレータ18とが冷媒回路上に備えている。アキュムレータ18は、熱源側空気熱交換器13で蒸発し切れなかった液状の冷媒を分離する。

また、ヒートポンプ系統200は、中間圧レシーバ16aで分離された中間圧の冷媒ガスを高段側圧縮機10bに吸込まれる中間圧の冷媒ガス中に注入する電磁弁16b、逆止弁16c及びインジェクション管16dを備えるインジェクション回路16を備えている。

なお、電磁弁16bは、例えば、中間圧レシーバ16aの内部が液冷媒で一杯になっている起動時に、液冷媒が高段側圧縮機10bに供給されないようにするため、インジェクション回路16を閉塞する弁としての役目も担っている。

【0031】

また、ヒートポンプ系統200は、均油配管21と並列にサブ配管121を備え、この

10

20

30

40

50

サブ配管 1 2 1 は電磁弁 1 2 2 を備えている。同様に、ヒートポンプ系統 2 0 0 は、戻り配管 2 7 と並列にサブ配管 1 2 7 を備え、このサブ配管 1 2 7 は電磁弁 1 2 8 を備えている。なお、サブ配管 1 2 1、1 2 7 は、いずれも絞りを備えている。

サブ配管 1 2 1、1 2 7 は、均油配管 2 1、戻り配管 2 7 を流れる冷凍機油の量に制限があるために、より多くの冷凍機油を流したいときに、電磁弁 1 2 2、1 2 8 を開く。

【0032】

[水系統 3 0 0]

水系統 3 0 0 は、ポンプ 3 0 7 を介して循環される水がヒートポンプ系統 2 0 0 に設けられている水対冷媒熱交換器 1 1 で冷媒から吸熱して温水とされ、その温水を負荷側のラジエータ（利用側熱交換器）3 0 3 との間で循環させることにより、暖房用の熱源等として利用する温水循環流路 3 0 1 を備えている。この温水循環流路 3 0 1 には、流量割合を調整可能な三方切替え弁 3 0 6 を介して温水循環流路 3 0 1 から温水を導入し、その温水を蓄熱温水として蓄えることができる蓄熱タンク 3 0 5 が接続されている。

10

【0033】

蓄熱タンク 3 0 5 は、水対冷媒熱交換器 1 1 で加熱された温水を、ラジエータ 3 0 3 に循環する温水循環流路 3 0 1 中に設けられている三方切替え弁 3 0 6 を介してその上部から蓄熱温水を取水し、必要なタイミングで温水循環流路 3 0 1 側に放出する。

【0034】

また、蓄熱タンク 3 0 5 には、貯湯されている蓄熱温水の熱を利用して加熱された給湯用の温水を供給するサニタリ水供給回路（図示を省略）、必要に応じて通電される電気ヒータ（図示を省略）が設けられている。

20

【0035】

以上のように構成されている水系統 3 0 0 は、三方切替え弁 3 0 6 の開閉を制御して選択切替えることにより、ラジエータ 3 0 3 に温水を供給する暖房運転または蓄熱タンク 3 0 5 に温水を供給する蓄熱運転のいずれか一方を選択して実施し、あるいは、ラジエータ 3 0 3 および蓄熱タンク 3 0 5 の両方に温水を分割供給して温水による暖房運転及び蓄熱運転の両方を同時に実施可能な構成とされている。

また、水系統 3 0 0 は、蓄熱タンク 3 0 5 から水循環ポンプ 3 0 7 によって供給された加熱対象としての水が、水対冷媒熱交換器 1 1 においてヒートポンプ系統 2 0 0 の冷媒と熱交換することで加熱される。

30

【0036】

一方、ヒートポンプ系統 2 0 0 において、暖房サイクルが選択されると、低温低圧のガス冷媒が圧縮機構 1 0（低段側圧縮機 1 0 a、高段側圧縮機 1 0 b）で圧縮され、高温高圧のガス冷媒としてヒートポンプ系統 2 0 0 に吐出される。このガス冷媒は、図 5 中に実線矢印で示されるように、四方切替え弁 1 4 により水対冷媒熱交換器 1 1 に導かれて時計回りに循環される。この場合、水対冷媒熱交換器 1 1 は、水循環ポンプ 3 0 7 により循環される水系統 3 0 0 の水と高温高圧ガス冷媒とを熱交換させる熱交換器であり、冷媒の凝縮により放熱される凝縮熱が水を加熱する凝縮器として機能する。この結果、ヒートポンプ系統 2 0 0 を流れる高温高圧のガス冷媒は、凝縮して高温高圧の液冷媒となり、水系統 3 0 0 を流れる水は冷媒から吸熱して温水となる。

40

【0037】

水対冷媒熱交換器 1 1 で凝縮された冷媒は、全開の第 1 膨張弁 1 2 a を通って中間圧レシーバ 1 6 a に流入する。この中間圧レシーバ 1 6 a では、冷媒の気液分離が行われるとともに、分離された中間圧のガス冷媒は、電磁弁 1 6 b、逆止弁 1 6 c を通って低段側圧縮機 1 0 a と高段側圧縮機 1 0 b の間の中間圧にインジェクションされる。

【0038】

一方、中間圧レシーバ 1 6 a で分離された液状の冷媒は、過冷却コイル 1 7 を経由して第 2 膨張弁 1 2 b により減圧され、低温低圧の気液二相の冷媒となって熱源側空気熱交換器 1 3 に導かれる。蒸発器として機能する熱源側空気熱交換器 1 3 に導入された気液二相冷媒は、外気と熱交換することにより外気から吸熱して気化する。

50

このように、熱源側空気熱交換器 13 を通過することにより、外気から吸熱して気化した低温低圧のガス冷媒は、再び四方切替え弁 15 を経て低段側圧縮機 10 a に吸引される。こうして低段側圧縮機 10 a に吸引された低温低圧のガス冷媒は、低段側圧縮機 10 a と高段側圧縮機 10 b で順番に圧縮されて高温高圧のガス冷媒となり、以下同様の経路を循環して気液の状態変化を繰り返す。この際、低温となる熱源側空気熱交換器 13 の外周面に、空気中の水分等が氷結して着霜現象が生じることがある。

【0039】

着霜は、熱源側空気熱交換器 13 での冷媒と外気との熱交換を阻害し、熱交換効率を低下させるため、霜の堆積の有無を検知することにより、適当な運転時間毎にデフロスト運転を実施して霜を除去する必要がある。このデフロスト運転は、上述のヒートポンプ系統 200 において、四方切替え弁 15 を切替えて冷媒の循環方向を逆転させ、図 6 中の破線矢印の向きに冷媒を循環させる冷房サイクル（デフロストサイクル）に切替え、高段側圧縮機 10 b から吐出された高温高圧のガス冷媒を熱源側空気熱交換器 13 に導入し、その放熱（凝縮熱）で熱源側空気熱交換器 13 に付着している霜を融解することによって行われる。

【0040】

このリバースサイクル方式によるデフロスト運転時には、水対冷媒熱交換器 11 は、蒸発器として機能し、温水循環流路 301 を流れる水から吸熱して冷媒を気化させ、その熱を用いて熱源側空気熱交換器 13 に着霜した霜を融解することとなる。この際、水温が低下しすぎると、水対冷媒熱交換器 11 内で水が凍結し、熱交換器破損のリスクが発生する。このため、デフロスト時、水対冷媒熱交換器 11 に循環される水温と共に冷媒の蒸発温度が低下しすぎないようにする必要がある。

【0041】

以上説明した給湯・空調機 100 においても、第 1 実施形態と同様に、二段圧縮運転を行っている最中に、以下の (1) ～ (3) の条件を備えると、一段圧縮運転に切り替える。この切り替えは、図 2 (a), (b) を参照して説明した通りである。

(1) 水と冷媒の熱交換器（水熱交）に入ってくる水温： T_W ， 規定値： T_R

$$T_W \leq T_R$$

(2) 低段側圧縮機 10 a の吸入圧力 P_{L1} ，高段側圧縮機 10 b の吐出圧力 P_{H0} 規定値： ΔP_{R1}

$$(P_{H0} - P_{L1}) \leq \Delta P_{R1}$$

(3) 低段側圧縮機 10 a の吸入圧力 P_{L1} ，吐出圧力 P_{L0} 規定値： ΔP_{R2}

$$(P_{L0} - P_{L1}) \leq \Delta P_{R2}$$

【0042】

[二段圧縮運転 → 一段圧縮運転]

一段圧縮運転に切り替えられると、低段側圧縮機 10 a で高圧まで圧縮されてから吐出された高圧冷媒は、配管 L11、四方切替え弁 14 及び配管 L5 を通って水対冷媒熱交換器 11 に流入し、熱交換対象に対して放熱する。なお、ここでは、低段側圧縮機 10 a は、二段圧縮運転のときよりも運転能力を向上して、冷媒を高圧まで圧縮する。また、高段側圧縮機 10 b は運転が停止される。

【0043】

以上、本発明を実施形態に基づいて説明したが、本発明の主旨を逸脱しない限り、上記実施の形態で挙げた構成を取捨選択したり、他の構成に適宜変更することが可能である。

例えば、第 1 実施形態で述べた本発明における最低限の要素を除く部分は任意である。したがって、本発明を室内用熱交換器をさらに備える給湯・空調機に適用することもできるし、逆に、貯湯機能のみを備えるヒートポンプ式の給湯器に適用することもできる。

【符号の説明】

【0044】

1, 2, 3, 4 ヒートポンプシステム

10 a 低段側圧縮機

10

20

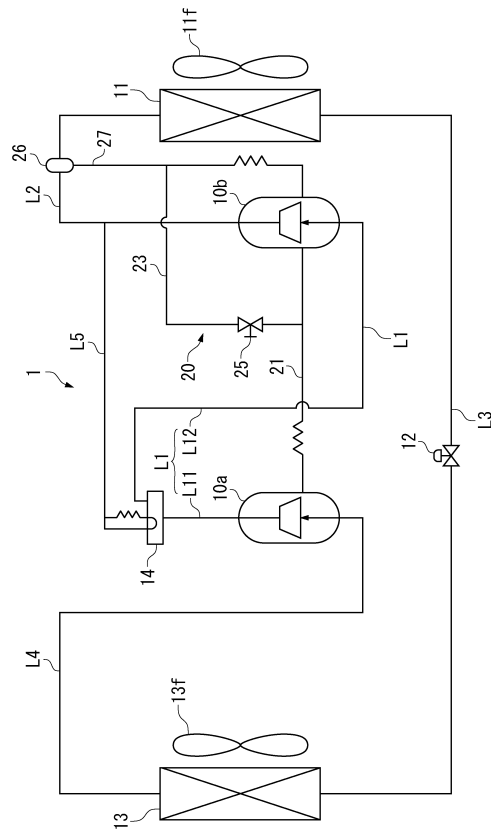
30

40

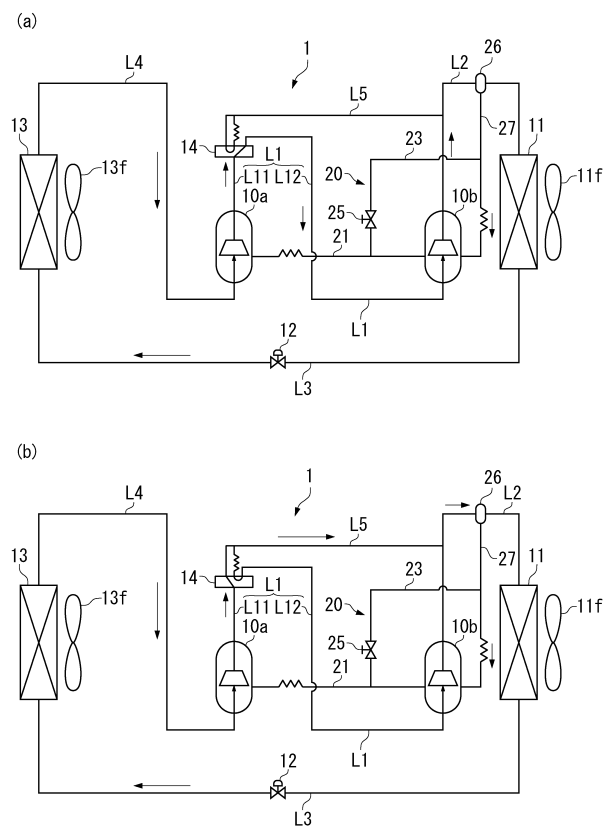
50

1 0 b	高段側圧縮機	
1 1	第1熱交換器，水対冷媒熱交換器	
1 1 f	送風ファン	
1 2	膨張弁	
1 2 a	第1膨張弁	
1 2 b	第2膨張弁	
1 3	第2熱交換器，熱源側空気熱交換器	
1 3 f	送風ファン	
1 4, 1 5	四方切換え弁	
1 4 a, 1 4 b	電磁弁	10
1 6	インジェクション回路	
1 6 a	中間圧レシーバ	
1 6 b	電磁弁	
1 6 c	逆止弁	
1 6 d	インジェクション管	
1 7	過冷却コイル	
1 8	アキュムレータ	
2 0	均油機構	
2 1	均油配管	
2 3	バイパス配管	20
2 5	電磁弁	
2 6, 2 8	オイルセパレータ	
2 7, 2 9	油戻し配管	
1 0 0	給湯・空調機	
1 2 1, 1 2 7	サブ配管	
1 2 2, 1 2 8	電磁弁	
2 0 0	ヒートポンプ系統	
3 0 0	水系統	
3 0 1	温水循環流路	
3 0 3	ラジエータ	30
3 0 5	蓄熱タンク	
3 0 6	三方切換え弁	
3 0 7	水循環ポンプ	
L 1, L 1 1, L 1 2, L 2, L 3, L 4, L 5	配管	

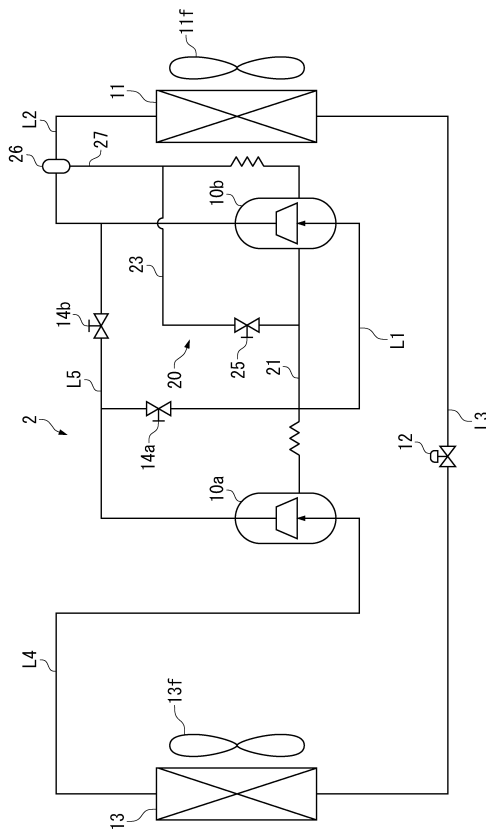
【図 1】



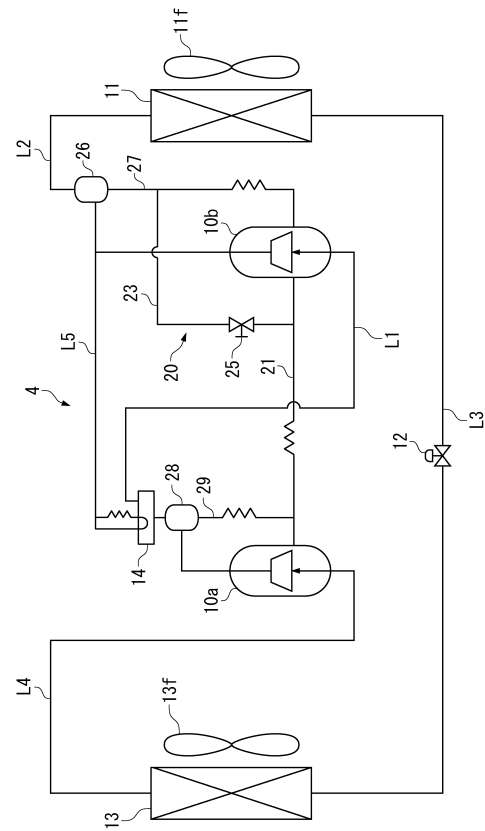
【図 2】



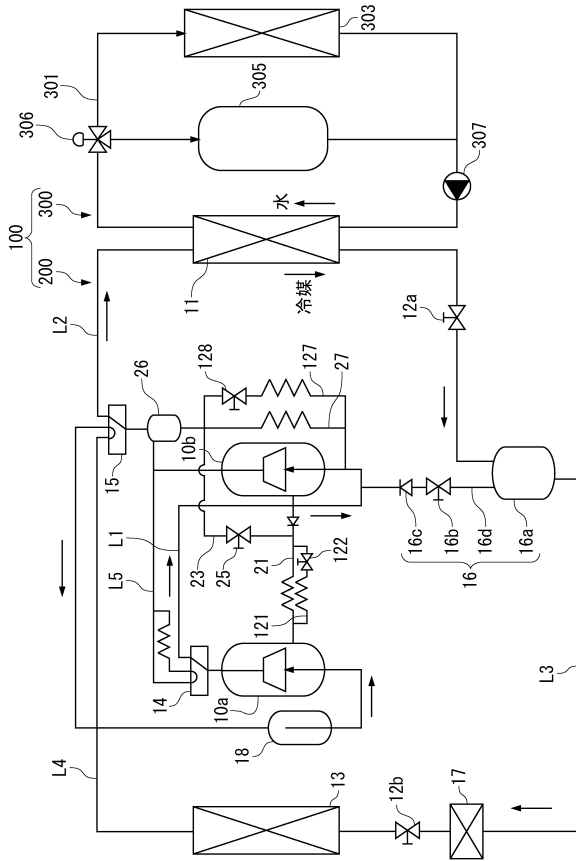
【図 3】



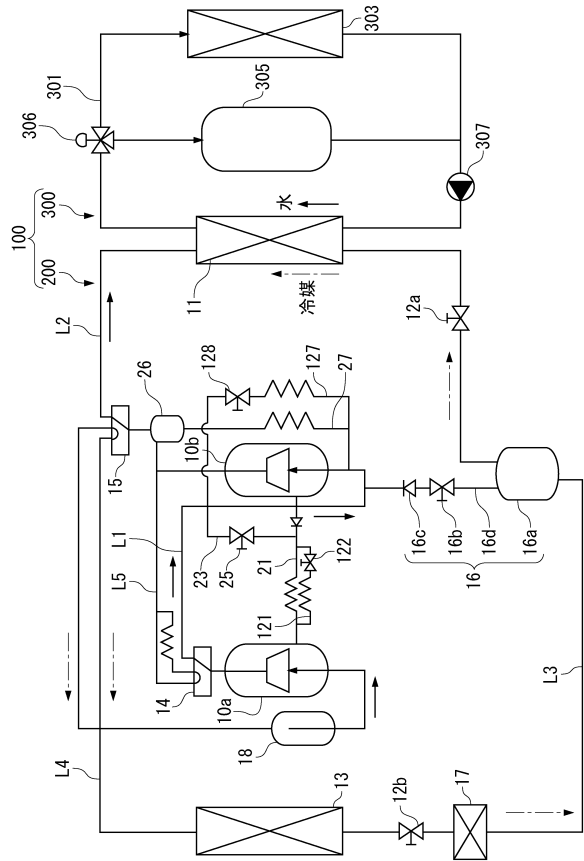
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

審査官 柿沼 善一

- (56)参考文献 特開2013-139902 (JP, A)
特開2008-111585 (JP, A)
特開2008-064421 (JP, A)
特開2013-024447 (JP, A)
特開2001-324247 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 2 5 B 1 / 1 0
F 2 5 B 1 / 0 0
F 2 5 B 3 0 / 0 2
F 2 5 B 4 3 / 0 2