

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-128564  
(P2008-128564A)

(43) 公開日 平成20年6月5日(2008.6.5)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>F 2 5 B 1/10 (2006.01)</b>	F 2 5 B 1/10 S	
<b>F 2 5 B 1/00 (2006.01)</b>	F 2 5 B 1/00 3 9 6 D	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2006-314492 (P2006-314492)	(71) 出願人	000002853 ダイキン工業株式会社 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル
(22) 出願日	平成18年11月21日(2006.11.21)	(74) 代理人	100094145 弁理士 小野 由己男
		(74) 代理人	100111187 弁理士 加藤 秀忠
		(74) 代理人	100121382 弁理士 山下 託嗣
		(74) 代理人	100136319 弁理士 北原 宏修
		(72) 発明者	瀬戸口 隆之 大阪府堺市北区金岡町1304番地 ダイキン工業株式会社堺製作所金岡工場内

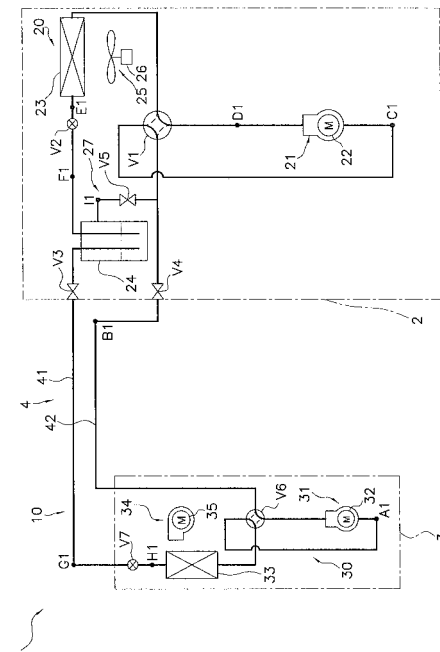
(54) 【発明の名称】 空気調和装置

(57) 【要約】

【課題】本発明の課題は、高い圧力で作動する冷媒を用いる空気調和装置において、冷媒連絡配管における冷媒圧力を低くすることができる空気調和装置を提供することにある。

【解決手段】本発明は、超臨界冷媒を利用する空気調和装置であって、熱源ユニット2と、利用ユニット3と、ガス冷媒連絡配管42と、液冷媒連絡配管41とを備える。熱源ユニットは、第1圧縮機21と、熱源側熱交換器23と、熱源側膨張機構V2とを有する。利用ユニットは、第2圧縮機31と、利用側熱交換器33と、利用側膨張機構V6とを有する。ガス冷媒連絡配管は、第1圧縮機から第2圧縮機へ延びる。液冷媒連絡配管は、熱源側膨張機構から利用側膨張機構へ延びる。ガス冷媒連絡配管は、第1圧縮機または第2圧縮機で低圧から中間圧力まで圧縮された冷媒を流通させる。液冷媒連絡配管は、利用側膨張機構または熱源側膨張機構で高圧から中間圧力まで減圧された冷媒を流通させる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

超臨界で作動する冷媒を利用する空気調和装置であって、

前記冷媒を圧縮する第 1 圧縮機 ( 2 1 ) と、前記冷媒を熱交換させる熱源側熱交換器 ( 2 3 ) と、前記冷媒を減圧する熱源側膨張機構 ( V 2 ) とを有する熱源ユニット ( 2 , 2 a ) と、

前記冷媒を圧縮する第 2 圧縮機 ( 3 1 , 3 1 a ~ 3 1 c , 6 1 ) と、前記冷媒を熱交換させる利用側熱交換器 ( 3 3 , 3 3 a ~ 3 3 c ) と、前記冷媒を減圧する利用側膨張機構 ( V 7 , V 7 a ~ V 7 c , V 9 a , V 9 b ) とを有する利用ユニット ( 3 , 3 a ~ 3 c , 5 a , 5 b ) と、

10

前記第 1 圧縮機から前記第 2 圧縮機へ延びるガス冷媒連絡配管 ( 4 2 ) と、

前記熱源側膨張機構から前記利用側膨張機構へ延びる液冷媒連絡配管 ( 4 1 ) と、  
を備え、

前記ガス冷媒連絡配管は、前記第 1 圧縮機または前記第 2 圧縮機で低圧から中間圧力まで圧縮された前記冷媒を流通させ、

前記液冷媒連絡配管は、前記利用側膨張機構または前記熱源側膨張機構で高圧から中間圧力まで減圧された前記冷媒を流通させる、  
空気調和装置 ( 1 , 1 a ~ 1 c ) 。

## 【請求項 2】

前記熱源ユニットは、中間冷却器 ( 2 4 a ) をさらに有する、  
請求項 1 に記載の空気調和装置 ( 1 c ) 。

20

## 【請求項 3】

前記熱源ユニットは、前記第 2 圧縮機で中間圧力まで圧縮された前記冷媒が前記第 1 圧縮機に流入し、かつ、前記第 1 圧縮機で高圧まで圧縮された前記冷媒が前記熱源側熱交換器に流入する第 1 状態と、前記熱源側熱交換器で蒸発された低圧の前記冷媒が前記第 1 圧縮機に流入し、かつ、前記第 1 圧縮機で中間圧力まで圧縮された前記冷媒が前記第 2 圧縮機に流入する第 2 状態とを切換可能である第 1 切換機構 ( V 1 ) をさらに有し、

前記利用ユニットは、前記利用側熱交換器で蒸発された低圧の前記冷媒が前記第 2 圧縮機に流入し、かつ、前記第 2 圧縮機で中間圧力まで圧縮された前記冷媒が前記第 1 圧縮機に流入する第 3 状態と、前記第 1 圧縮機で中間圧力まで圧縮された前記冷媒が前記第 2 圧縮機に流入し、かつ、前記第 2 圧縮機で高圧まで圧縮された前記冷媒が前記利用側熱交換器に流入する第 4 状態とを切換可能である第 2 切換機構 ( V 6 , V 6 a ~ V 6 c , V 8 ) をさらに有し、

30

前記第 1 切換機構と前記第 2 切換機構とは、前記第 1 切換機構が前記第 1 状態になると前記第 2 切換機構が前記第 3 状態になり、前記第 1 切換機構が前記第 2 状態になると前記第 2 切換機構が前記第 4 状態になる、

請求項 1 から 3 のいずれかに記載の空気調和装置 ( 1 , 1 a ~ 1 c ) 。

## 【請求項 4】

前記利用ユニット ( 3 a ~ 3 c , 5 a , 5 b ) は、複数設けられる、  
請求項 1 から 3 のいずれかに記載の空気調和装置 ( 1 a , 1 b ) 。

40

## 【請求項 5】

前記超臨界冷媒は、CO<sub>2</sub>冷媒である、  
請求項 1 から 4 のいずれかに記載の空気調和装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

CO<sub>2</sub>冷媒などの冷媒を用いて運転されるような設計圧力が高い空気調和装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

50

近年の冷凍機では、脱フロン化を図るために例えば自然冷媒であるCO<sub>2</sub>冷媒を利用する冷凍機の開発が進められている。このようなCO<sub>2</sub>冷媒を利用した空気調和装置には、特許文献1のようなものがある。

【特許文献1】特開2006-138631

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、特許文献1のような空気調和装置では、従来のHFC系冷媒を利用した空気調和装置からCO<sub>2</sub>冷媒を利用した空気調和装置に置き換える更新工事を行う際に、既設配管の再利用は難しい。これは、HFC系冷媒の配管を流れる圧力よりも、CO<sub>2</sub>冷媒の配管を流れる圧力のほうが非常に大きくなるためである。したがって、この更新工事の際に、新たにCO<sub>2</sub>冷媒用の耐圧設計をした冷媒連絡配管を設置しなければならず、多くのコストが費やされることになる。

10

【0004】

本発明の課題は、CO<sub>2</sub>冷媒などの高い圧力で作動する冷媒を用いる空気調和装置において、冷媒連絡配管における冷媒圧力を低くすることができる空気調和装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

第1発明に係る空気調和装置は、超臨界で作動する冷媒を利用する空気調和装置であって、熱源ユニットと、利用ユニットと、ガス冷媒連絡配管と、液冷媒連絡配管とを備える。熱源ユニットは、冷媒を圧縮する第1圧縮機と、冷媒を熱交換させる熱源側熱交換器と、冷媒を減圧する熱源側膨張機構とを有する。利用ユニットは、冷媒を圧縮する第2圧縮機と、冷媒を熱交換させる利用側熱交換器と、冷媒を減圧する利用側膨張機構とを有する。ガス冷媒連絡配管は、第1圧縮機から第2圧縮機へ延びる。液冷媒連絡配管は、熱源側膨張機構から利用側膨張機構へ延びる。ガス冷媒連絡配管は、第1圧縮機または第2圧縮機で低圧から中間圧力まで圧縮された冷媒を流通させる。液冷媒連絡配管は、利用側膨張機構または熱源側膨張機構で高圧から中間圧力まで減圧された冷媒を流通させる。

20

【0006】

2段圧縮2段膨張冷凍サイクルを用いることで、冷媒連絡配管が中間圧力になるようにしている。すなわち、冷媒連絡配管を介して2つの圧縮機（第1圧縮機と第2圧縮機）が接続されており、また、冷媒連絡配管を介して2つの膨張機構が接続されている。

30

【0007】

したがって、利用ユニットと熱源ユニットとを接続している冷媒連絡配管を中間圧力にすることができ、設計圧力が高いCO<sub>2</sub>冷媒を用いても冷媒連絡配管にあまり負荷がかからない程度の圧力に抑えることができる。

【0008】

第2発明に係る空気調和装置は、中間冷却器をさらに有する。

【0009】

本発明では、熱源ユニット内に中間圧力の液冷媒と中間圧力ガス冷媒とを冷却する中間冷却器を有している。中間冷却器では、高段側の膨張機構により中間圧力に減圧された気液二相状態の冷媒と、低段側の圧縮機により中間圧力まで圧縮されたガス冷媒とが通過する。このとき、液冷媒の一部を蒸発させて中間冷却器内部の冷媒に冷凍効果を付与している。

40

【0010】

したがって、低段側の圧縮機で圧縮された中間圧力のガス冷媒を飽和状態もしくはそれに近い状態にまで冷却することができる。また、液冷媒にも同様に冷凍効果により過冷却域まで冷却することができる。これにより、冷凍効果を上げることができる。また、高段側の圧縮機の吐出温度を下げることができ、高段側の圧縮機の潤滑油の劣化を防ぐことができる。

50

## 【0011】

第3発明に係る空気調和装置は、第1発明または第2発明に係る空気調和装置であって、熱源ユニットは、第1切換機構をさらに有する。利用ユニットは、第2切換機構をさらに有する。第1切換機構は、第1状態と第2状態とを切り換え可能である。第1状態は、第2圧縮機で中間圧力まで圧縮された冷媒が第1圧縮機に流入し、かつ、第1圧縮機で高圧まで圧縮された冷媒が熱源側熱交換器に流入する状態である。第2状態は、熱源側熱交換器で蒸発された低圧の冷媒が第1圧縮機に流入し、かつ、第1圧縮機で中間圧力まで圧縮された冷媒が第2圧縮機に流入する状態である。第2切換機構は、第3状態と第4状態とを切り換え可能である。第3状態は、利用側熱交換器で蒸発された低圧の冷媒が第2圧縮機に流入し、かつ、第2圧縮機で中間圧力まで圧縮された冷媒が第1圧縮機に流入する状態である。第4状態は、第1圧縮機で中間圧力まで圧縮された冷媒が第2圧縮機に流入し、かつ、第2圧縮機で高圧まで圧縮された冷媒が利用側熱交換器に流入する状態である。第1切換機構と第2切換機構とは、第1切換機構が第1状態になると第2切換機構が第3状態になり、第1切換機構が第2状態になると第2切換機構が第4状態になる。

10

## 【0012】

本発明では、例えば、暖房運転と冷房運転とのような運転状態を切り替えることのできる切換機構（例えば四路切換弁）が搭載されている。したがって、利用側熱交換器をガスクーラとして、熱源側熱交換器を蒸発器として利用することと、それとは逆に、利用側熱交換器を蒸発器として熱源側熱交換器をガスクーラとして利用するように切り替えることができる。これにより、利用ユニットの運転状態を冷房運転と暖房運転とに切り替えることができる。このため、気温に応じて運転状態を切り替えることができ、快適な空調空間を提供することができる。

20

## 【0013】

第4発明に係る空気調和装置は、第1発明から第3発明のいずれかに係る空気調和装置であって、利用ユニットは、複数台設けられる。

## 【0014】

本発明では、利用ユニットを複数台設けているため、運転負荷が異なる箇所に対してそれぞれの負荷に応じて運転することができる。したがって、運転負荷が場所によって異なる場合に、室内ユニットが1台の場合よりも効率よく運転することができる。

30

## 【0015】

第5発明に係る空気調和装置は、第1発明から第4発明のいずれかに係る空気調和装置であって、超臨界冷媒は、CO<sub>2</sub>冷媒である。

## 【0016】

この空気調和装置では、冷媒にCO<sub>2</sub>冷媒を利用している。CO<sub>2</sub>冷媒は、オゾン破壊係数が0のためオゾン層を破壊することがない。また、CO<sub>2</sub>冷媒は、地球温暖化係数が1であり、数百から1万程度のフルオロカーボン冷媒よりも遙かに低い。

## 【0017】

このため、環境負荷が小さいCO<sub>2</sub>冷媒を利用することで、地球環境が悪化することを抑えることができる。

40

## 【発明の効果】

## 【0018】

第1発明に係る空気調和装置では、利用ユニットと熱源ユニットとを接続している冷媒連絡配管を中間圧力にすることができ、設計圧力が高いCO<sub>2</sub>冷媒を用いても冷媒連絡配管にあまり負荷がかからない程度の圧力に抑えることができる。

## 【0019】

第2発明に係る空気調和装置では、低段側の圧縮機で圧縮された中間圧力のガス冷媒を飽和状態もしくはそれに近い状態にまで冷却することができる。また、液冷媒にも同様に冷凍効果により過冷却域まで冷却することができる。これにより、冷凍効果を上げることができる。また、高段側の圧縮機の吐出温度を下げることができ、高段側の圧縮機の潤滑油の劣化を防ぐことができる。

50

## 【0020】

第3発明に係る空気調和装置では、利用側熱交換器をガスクーラとして、熱源側熱交換器を蒸発器として利用することと、それとは逆に、利用側熱交換器を蒸発器として熱源側熱交換器をガスクーラとして利用するように切り替えることができる。これにより、利用ユニットの運転状態を冷房運転と暖房運転とに切り替えることができる。このため、気温に応じて運転状態を切り替えることができ、快適な空調空間を提供することができる。

## 【0021】

第4発明に係る空気調和装置では、利用ユニットを複数設けているため、運転負荷が異なる箇所に対してそれぞれの負荷に応じて運転することができる。したがって、運転負荷が場所によって異なる場合に、室内ユニットが1台の場合よりも効率よく運転することができる。

10

## 【0022】

第5発明に係る空気調和装置では、CO<sub>2</sub>冷媒を利用することで、環境負荷が小さく、地球環境が悪化することを抑えることができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0023】

以下、図面に基づいて、本発明に係る空気調和装置の実施形態について説明する。

## 【0024】

## &lt; 空気調和装置の構成 &gt;

図1は、本発明の一実施形態に係る空気調和装置1の概略構成図である。空気調和装置1は、その冷媒回路10内に圧縮機を2つ、膨張弁を2つ有し、2段圧縮2段膨張冷凍サイクル運転を行うことによって、ビル等の室内の冷暖房に使用される装置である。空気調和装置1は、主として、1台の熱源ユニットとしての室外ユニット2と、それに接続された利用ユニットとしての室内ユニット3と、室外ユニット2と室内ユニット3とを接続する冷媒連絡配管4とを備えている。冷媒連絡配管4は、液冷媒連絡配管41とガス冷媒連絡配管42とから構成される。すなわち、本実施形態の空気調和装置1の冷媒回路10は、室外ユニット2と、室内ユニット3と、冷媒連絡配管4とが接続されることによって構成されている。

20

## 【0025】

## (1) 室外ユニット

室外ユニット2は、ビル等の室外に設置されており、冷媒連絡配管4を介して室内ユニット3に接続されており、冷媒回路10を構成している。

30

## 【0026】

次に、室外ユニット2の構成について説明する。室外ユニット2は、主として、冷媒回路10の一部を構成する室外側冷媒回路20を有している。この室外側冷媒回路20は、主として、室外圧縮機21と、室外四路切換弁V1と、熱源側熱交換器としての室外熱交換器23と、膨張機構としての室外膨張弁V2と、気液分離器24と、液側閉鎖弁V3と、ガス側閉鎖弁V4とを有している。

## 【0027】

室外圧縮機21は、運転容量を可変することが可能な圧縮機であり、本実施形態において、インバータにより回転数R<sub>m</sub>が制御されるモータ22によって駆動される容積式圧縮機である。この室外圧縮機21は、冷房運転の際には2段圧縮2段膨張冷凍サイクルの高段側の圧縮機となり、暖房運転の際には2段圧縮2段膨張冷凍サイクルの低段側の圧縮機となる。2段圧縮2段膨張冷凍サイクルについては後述する。本実施形態において、室外圧縮機21は、1台のみであるが、これに限定されず、室内ユニットの接続台数等に応じて、2台以上の圧縮機が並列に接続されていても良い。

40

## 【0028】

室外四路切換弁V1は、室外熱交換器23を蒸発器およびガスクーラとして機能させるために設けられた弁である。室外四路切換弁V1は、室外熱交換器23と、室外圧縮機21の吸入側と、室外圧縮機21の吐出側と、ガス冷媒連絡配管42とに接続されている。

50

そして、室外熱交換器 23 をガスクーラとして機能させる際には、室外圧縮機 21 の吐出側と室外熱交換器 23 とを接続するとともに、室外圧縮機 21 の吸入側とガス冷媒連絡配管 42 とを接続する（図 1 の実線の状態、冷房運転）。逆に、室外熱交換器 23 を蒸発器として機能させる際には、室外熱交換器 23 と室外圧縮機 21 の吸入側とを接続するとともに、室外圧縮機 21 の吐出側とガス冷媒連絡配管 42 とを接続する（図 1 の破線の状態、暖房運転）。

【0029】

室外熱交換器 23 は、冷媒の蒸発器および冷媒のガスクーラとして機能させることが可能な熱交換器であり、本実施形態において、空気を熱源として冷媒と熱交換するクロスフィン式のフィン・アンド・チューブ型熱交換器である。室外熱交換器 23 は、一方が室外

10

【0030】

室外膨張弁 V2 は、室外側冷媒回路 20 内を流れる冷媒の圧力や流量等の調節を行うために、室外熱交換器 23 の液側に接続された電動膨張弁である。この室外膨張弁 V2 は、冷房運転の際には、2 段圧縮 2 段膨張冷凍サイクルにおける 1 段目の膨張機構として機能し、暖房運転の際には、2 段圧縮 2 段膨張冷凍サイクルにおける 2 段目の膨張機構として機能する。1 段目の膨張機構として機能する際には、高圧  $P_h$  の冷媒を中間圧力  $P_m$  に減圧させている。また、2 段目の膨張機構として機能する際には、中間圧力  $P_m$  の冷媒を低圧  $P_l$  に減圧させている。

20

【0031】

気液分離器 24 では、室外膨張弁 V2 または室内膨張弁 V7（後述参照）で中間圧力  $P_m$  に減圧されて流入してきた気液二相状態の冷媒を液冷媒とガス冷媒とに分離して、液冷媒を溜めることが可能である。気液分離器 24 で溜められた液冷媒は、冷房運転時には室内膨張弁 V7 へ送られ、暖房運転時には室外膨張弁 V2 へ送られる。また、気液分離器 24 で分離されたガス冷媒は、ガス側閉鎖弁 V4 と室外四路切換弁 V1 との間の配管にバイパス回路 27 により接続されている。このバイパス回路 27 は、ガス冷媒の流量を制御可能なバイパス弁 V5 を備えている。

【0032】

また、室外ユニット 2 は、ユニット内に室外空気を吸入して、室外熱交換器 23 において冷媒と熱交換させた後に、室外に排出するための送風ファンとしての室外ファン 25 を有している。この室外ファン 25 は、室外熱交換器 23 に供給する空気の風量を可変することが可能なファンであり、本実施形態において、DC ファンモータからなるモータ 26 によって駆動されるプロペラファン等である。

30

【0033】

(2) 室内ユニット

室内ユニット 3 は、ビル等の室内の天井に埋め込みや吊り下げ等、または、室内の壁面に壁掛け等により設置されている。室内ユニット 3 は、冷媒連絡配管 4 を介して室外ユニット 2 に接続されており、冷媒回路 10 の一部を構成している。

【0034】

次に、室内ユニット 3 の構成について説明する。室内ユニット 3 は、主として、冷媒回路 10 の一部を構成する室内側冷媒回路 30 を有している。この室内側冷媒回路 30 は、主として、室内圧縮機 31 と、室内四路切換弁 V5 と、膨張機構としての室内膨張弁 V7 と、利用側熱交換器としての室内熱交換器 33 とを有している。

40

【0035】

室内圧縮機 31 は、運転容量を可変することが可能な圧縮機であり、本実施形態において、インバータにより回転数  $R_m$  が制御されるモータ 32 によって駆動される容積式圧縮機である。この室内圧縮機 31 は、冷房運転の際には 2 段圧縮 2 段膨張冷凍サイクルの低段側の圧縮機となり、暖房運転の際には 2 段圧縮 2 段膨張冷凍サイクルの高段側の圧縮機となる。本実施形態において、室内圧縮機 31 は、インバータ制御による運転容量が可変

50

のものを利用しているが、運転容量が固定のものでも良い。

【0036】

室内四路切換弁V5は、室外四路切換弁V1と同様に、室内熱交換器33を蒸発器およびガスクーラとして機能させるために設けられた弁である。室内四路切換弁V5は、室内熱交換器33と、室内圧縮機31の吸入側と、室内圧縮機31の吐出側と、ガス冷媒連絡配管42とに接続されている。そして、室内熱交換器33をガスクーラとして機能させる際には、室内圧縮機31の吐出側と室内熱交換器33とを接続するとともに、室内圧縮機31の吸入側とガス冷媒連絡配管42とを接続する(図1の破線の状態)。逆に、室内熱交換器33を蒸発器として機能させる際には、室内熱交換器33と室内圧縮機31の吸入側とを接続するとともに、室内圧縮機31の吐出側とガス冷媒連絡配管42とを接続する(図1の実線の状態)。なお、室外四路切換弁V1と室内四路切換弁V5とは、次のように連動して機能する。室外四路切換弁V1が室外熱交換器23をガスクーラとして機能させる状態となっている場合に、室内四路切換弁V5は、室内熱交換器33を蒸発器として機能させる状態となる。また、室外四路切換弁V1が室外熱交換器23を蒸発器として機能させる状態となっている場合に、室内四路切換弁V5は、室内熱交換器33をガスクーラとして機能させる状態となる。

10

【0037】

室内膨張弁V7は、室外膨張弁V2と同様に、室内側冷媒回路30内を流れる冷媒の圧力や流量等の調節を行うために、室内熱交換器33の液側に接続された電動膨張弁である。この室内膨張弁V7は、冷房運転の際には、2段圧縮2段膨張冷凍サイクルにおける2段目の膨張機構として機能し、暖房運転の際には、2段圧縮2段膨張冷凍サイクルにおける1段目の膨張機構として機能する。この室内膨張弁V7も室外膨張弁V2と同様に、1段目の膨張機構として機能する際には、高圧Phの冷媒を中間圧力Pmに減圧させている。また、2段目の膨張機構として機能する際には、中間圧力Pmの冷媒を低圧Plに減圧させている。

20

【0038】

室内熱交換器33は、伝熱管と多数のフィンとにより構成されたクロスフィン式のフィン・アンド・チューブ型熱交換器であり、冷房運転時には冷媒の蒸発器として機能して室内空気を冷却し、暖房運転時には冷媒のガスクーラとして機能して室内空気を加熱する熱交換器である。

30

【0039】

また、室内ユニット3は、室内空気をユニット内に吸入して、室内熱交換器33において冷媒と熱交換させた後に、供給空気として室内に供給する送風ファンとしての室内ファン34を有している。室内ファン34は、室内熱交換器33に供給する空気の風量を可変することが可能なファンであり、本実施形態において、DCファンモータからなるモータ35によって駆動される遠心ファンや多翼ファン等である。

【0040】

(3)冷媒連絡配管

冷媒連絡配管4は、空気調和装置1をビル等の設置場所に設置する際に、現地にて施工される冷媒配管であり、設置場所や室外ユニット2と室内ユニット3との組み合わせ等の設置条件に応じて種々の長さや管径を有するものが使用される。

40

【0041】

<空気調和装置の動作>

次に、本実施形態の空気調和装置1の動作について説明する。

【0042】

本実施形態の空気調和装置1の運転モードとしては、室内ユニット3の冷暖房の負荷に応じて、室内ユニット3の冷房を行う冷房運転と、室内ユニット3の暖房を行う暖房運転とがある。

【0043】

以下、空気調和装置1の各運転モードにおける動作について説明する。

50

## 【 0 0 4 4 】

## ( 1 ) 冷房運転

まず、冷房運転について、図 1 および図 2 を用いて説明する。冷房運転時は、室外ユニット 2 の室外側冷媒回路 2 0 において、室外四路切換弁 V 1 が図 1 の実線で示される状態に切り換えられ、かつ、室内ユニット 3 の室内側冷媒回路 3 0 において、室内四路切換弁 V 5 が図 1 の実線で示される状態に切り換えられることによって、室外熱交換器 2 3 がガスクーラとして機能し、かつ、室内熱交換器 3 3 が蒸発器として機能するようになっている。

## 【 0 0 4 5 】

この冷媒回路 1 0 の状態で、室内圧縮機 3 1、室外圧縮機 2 1、室外ファン 2 5、および室内ファン 3 4 を起動すると、低圧 P l のガス冷媒は、室内圧縮機 3 1 に吸入されて圧縮されて中間圧力 P m のガス冷媒となる。その後、中間圧力 P m のガス冷媒は、室内四路切換弁 V 5 を経由してガス冷媒連絡配管 4 2 に送られる。ガス冷媒連絡配管 4 2 に送られた中間圧力 P m のガス冷媒は、ガス側閉鎖弁 V 4 から室外ユニット 2 内に流入する。室外ユニット 2 内に流入したガス冷媒は、バイパス回路 2 7 からの気液分離器 2 4 で分離されたガス冷媒（インジェクションガス）と合流して、室外四路切換弁 V 1 を経由して室外圧縮機 2 1 に流入する。室外圧縮機 2 1 に流入したガス冷媒は、中間圧力 P m から高圧 P h に圧縮され室外熱交換器 2 3 に流入する。このとき室外熱交換器 2 3 は、ガスクーラとして機能し室外ファン 2 5 によって供給される室外空気に熱を放出して冷媒を冷却する。そして、室外膨張弁 V 2 により高圧 P h の状態から中間圧力 P m まで減圧される。中間圧力 P m に減圧された冷媒は、気液二相状態となっており気液分離器 2 4 に流入する。気液分離器 2 4 では、液冷媒とガス冷媒とに分離して、中間圧力 P m の液冷媒を液側閉鎖弁 V 3 側の配管へ流出し、中間圧力 P m のガス冷媒をバイパス回路 2 7 を介して室外圧縮機 2 1 の吸入側へ流出する。

10

20

## 【 0 0 4 6 】

そして、中間圧力 P m の液冷媒は、液側閉鎖弁 V 3、液冷媒連絡配管 4 1 を経由して室内ユニット 3 に送られる。この室内ユニット 3 に送られた中間圧力 P m の液冷媒は、室内膨張弁 V 7 によって室内圧縮機 3 1 の吸入圧力近くまで減圧されて低圧 P l の気液二相状態の冷媒となって室内熱交換器 3 3 に送られ、室内熱交換器 3 3 において室内空気と熱交換を行って蒸発して低圧 P l のガス冷媒となる。低圧 P l のガス冷媒は、室内四路切換弁 V 5 を経由して、再び、室内圧縮機 3 1 に吸入される。

30

## 【 0 0 4 7 】

## ( 2 ) 暖房運転

暖房運転時は、室外ユニット 2 の室外側冷媒回路 2 0 において、室外四路切換弁 V 1 が図 1 の破線で示される状態に切り換えられ、かつ、室内ユニット 3 の室内側冷媒回路 3 0 において、室内四路切換弁 V 5 が図 1 の破線で示される状態に切り換えられることによって、室外熱交換器 2 3 が蒸発器として機能し、かつ、室内熱交換器 3 3 がガスクーラとして機能するようになっている。

## 【 0 0 4 8 】

この冷媒回路 1 0 の状態で、室内圧縮機 3 1、室外圧縮機 2 1、室外ファン 2 5、および室内ファン 3 4 を起動すると、低圧 P l のガス冷媒は、室外圧縮機 2 1 に吸入されて圧縮されて中間圧力 P m のガス冷媒となり、室外四路切換弁 V 1 を経由して、バイパス回路 2 7 からの気液分離器 2 4 で分離されたガス冷媒（インジェクションガス）と合流する。そして、合流した中間圧力 P m のガス冷媒は、ガス側閉鎖弁 V 4 を経由して、ガス冷媒連絡配管 4 2 に送られる。

40

## 【 0 0 4 9 】

そして、ガス冷媒連絡配管 4 2 に送られた中間圧力 P m のガス冷媒は、室内ユニット 3 に送られる。この室内ユニット 3 に送られた中間圧力 P m のガス冷媒は、室内圧縮機 3 1 において高温高圧の超臨界状態まで圧縮される。超臨界状態となった冷媒は、室内四路切換弁 V 5 を経由して、室内熱交換器 3 3 に送られる。この冷媒は、室内熱交換器 3 3 にお

50

いて、室内空気と熱交換を行って冷却されて高圧  $P_h$  の液冷媒となった後、室内膨張弁  $V_7$  を通過する際に、室内膨張弁  $V_7$  の弁開度に応じて中間圧力  $P_m$  まで減圧される。

【0050】

そして、室内膨張弁  $V_7$  を通過した冷媒は、液冷媒連絡配管  $4_1$  を経由して室外ユニット  $2$  に送られる。液側閉鎖弁  $V_3$  を経由して室外ユニット  $2$  に流入した中間圧力  $P_m$  の冷媒は、気液二相状態となっており気液分離器  $2_4$  に流入する。気液分離器  $2_4$  では、液冷媒とガス冷媒とに分離して、中間圧力  $P_m$  の液冷媒を室外膨張弁  $V_2$  側の配管へ流出し、中間圧力  $P_m$  のガス冷媒をバイパス回路  $2_7$  を介して室外圧縮機  $2_1$  の吸入側へ流出する。中間圧力  $P_m$  の液冷媒は、室外膨張弁  $V_2$  を経由してさらに減圧されて低圧  $P_l$  の液冷媒となった後に、室外熱交換器  $2_3$  に流入する。そして、室外熱交換器  $2_3$  に流入した低圧  $P_l$  の気液二相状態の冷媒は、室外ファン  $2_5$  によって供給される室外空気と熱交換を行って蒸発して低圧  $P_l$  のガス冷媒となり、室外四路切換弁  $V_1$  を経由して、再び、室外圧縮機  $2_1$  に吸入される。

10

【0051】

< 2 段圧縮 2 段膨張冷凍サイクル >

図  $2$  は、超臨界条件下における冷凍サイクルを  $p-h$  線図（モリエル線図）により示している。本発明では、冷媒に超臨界冷媒である  $CO_2$  冷媒を利用している。また、2 台の圧縮機を用いて 2 段に分けて圧縮し、2 つの膨張機構を用いて 2 段に分けて膨張させるようにした 2 段圧縮 2 段膨張冷凍サイクルを採用している。この 2 段圧縮 2 段膨張サイクルについて、図  $1$  および図  $2$  を用いて説明する。ここでは、前述の冷房運転の場合について説明する。前述のように、この冷媒回路  $1_0$  は、主に、室内圧縮機  $3_1$ 、室外圧縮機  $2_1$ 、室外熱交換器  $2_3$ 、室外膨張弁  $V_2$ 、室内膨張弁  $V_7$ 、および室内熱交換器  $3_3$  から構成されている。図  $2$  の  $A_1$ 、 $B_1$ 、 $C_1$ 、 $D_1$ 、 $E_1$ 、 $F_1$ 、 $G_1$ 、 $H_1$ 、および  $I_1$  は、図  $1$  におけるそれぞれの点に対応した冷媒の状態を表している。

20

【0052】

この冷媒回路  $1_0$  では、冷媒は、室内圧縮機  $3_1$  により圧縮されて高温中間圧力  $P_m$  になる ( $A_1$   $B_1$ )。中間圧力  $P_m$  まで圧縮された高温の冷媒は、中間圧力  $P_m$  のままガス冷媒連絡配管  $4_2$  を通過して、気液分離器  $2_4$  により分離された中間圧力  $P_m$  のガス冷媒（インジェクションガス）と合流し、冷却される ( $B_1 + I_1$   $C_1$ )。インジェクションガスと合流して冷却された中間圧力  $P_m$  のガス冷媒は、室外圧縮機  $2_1$  で圧縮されて高温高圧になる ( $C_1$   $D_1$ )。このとき、冷媒である  $CO_2$  は気体から超臨界状態となる。ここにいう「超臨界状態」とは、臨界点  $K$  以上の温度および圧力下における物質の状態であり、気体の拡散性と液体の溶解性とを併せ持っている状態のことである。超臨界状態とは、図  $2$  において、臨界温度等温線  $T_k$  の右側で、かつ、臨界圧力  $P_k$  以上の領域における冷媒の状態である。なお、冷媒（物質）が超臨界状態になると、気相と液相との区別が無くなる。なお、ここにいう「気相」とは、飽和蒸気線  $S_v$  より右側で、かつ、臨界圧力  $P_k$  以下の領域における冷媒の状態である。また、「液相」とは、飽和液線  $S_l$  より左側で、かつ、臨界温度等温線  $T_k$  よりも左側の領域における冷媒の状態である。そして、室外圧縮機  $2_1$  により圧縮されて高温高圧の超臨界状態となった冷媒は、ガスクーラとなっている室外熱交換器  $2_3$  により放熱されて低温高圧の冷媒となる ( $D_1$   $E_1$ )。このとき、冷媒は、超臨界状態にあるため、室外熱交換器  $2_3$  内部において顕熱変化（温度変化）を伴って作動している。そして、室外熱交換器  $2_3$  において放熱した冷媒は、室外膨張弁  $V_2$  が開放されることにより膨張して、圧力が高圧  $P_h$  から中間圧力  $P_m$  へと減圧される ( $E_1$   $F_1$ )。そして、室外膨張弁  $V_2$  により減圧された冷媒は、気液二相状態となっており気液分離器  $2_4$  に流入する。気液分離器  $2_4$  では、液冷媒とガス冷媒とに分離する。そして、中間圧力  $P_m$  の液冷媒を液側閉鎖弁  $V_3$  側の配管へ流出し ( $F_1$   $G_1$ )、中間圧力  $P_m$  のガス冷媒をバイパス回路  $2_7$  を介して室外圧縮機  $2_1$  の吸入側へ流出する ( $F_1$   $I_1$ )。中間圧力  $P_m$  の液冷媒は、液冷媒連絡配管  $4_1$  を通過し、室内膨張弁  $V_7$  でさらに膨張されて低圧  $P_l$  の液冷媒となる ( $G_1$   $H_1$ )。この低圧  $P_l$  の液冷媒が、室内熱交換器  $3_3$  において、熱を吸収し、蒸発して室内圧縮機  $3_1$  へ戻る ( $H_1$

30

40

50

A 1)。

【0053】

<特徴>

(1)

本実施例では、2段圧縮2段膨張冷凍サイクルを用いることで、冷媒連絡配管4が中間圧力 $P_m$ になるようにしている。すなわち、ガス冷媒連絡配管42を介して室外圧縮機21と室内圧縮機31とが接続されており、また、液冷媒連絡配管41を介して室外膨張弁V2と室内膨張弁V7とが接続されている。

【0054】

したがって、室内ユニット3と室外ユニット2とを接続している冷媒連絡配管4内を通過する冷媒の圧力を中間圧力 $P_m$ にすることができ、設計圧力が高い $CO_2$ 冷媒を用いても冷媒連絡配管4にあまり負荷がかからない程度の圧力に抑えることができる。

10

【0055】

(2)

本発明では、例えば、暖房運転と冷房運転とのような運転状態を切り替えることのできる室外四路切換弁V1と室内四路切換弁V5とが搭載されている。

【0056】

したがって、室外四路切換弁V1と室内四路切換弁V5とは、室外熱交換器23を蒸発器として、かつ、室内熱交換器33をガスクーラとして利用することと、それとは逆に、室外熱交換器23をガスクーラとして、かつ、室内熱交換器33を蒸発器として利用するように切り替えることができる。これにより、室内ユニット3を冷房運転と暖房運転とに切り替えることができる。このため、外気温に応じて室内ユニット3の運転状態を切り替えることができ、快適な空調空間を提供することができる。

20

【0057】

また、本発明では、室内ユニット3内にさらに室内四路切換弁V5を設けているため、室内四路切換弁V5の設置を容易にすることができる。

【0058】

(3)

この空気調和装置1では、冷媒に $CO_2$ 冷媒を利用している。 $CO_2$ 冷媒は、オゾン破壊係数が0のためオゾン層を破壊することがない。また、 $CO_2$ 冷媒は、地球温暖化係数が1であり、数百から1万程度のフルオロカーボン冷媒よりも遙かに低い。

30

【0059】

このため、 $CO_2$ 冷媒を利用することで、環境負荷が小さく、地球環境が悪化することを抑えることができる。

【0060】

<変形例>

(1)

本実施形態では、室内ユニット3が1台の室外ユニット2に対して1台接続されている、いわゆるペア式の空気調和装置1であるが、これに限らずに、複数台の室内ユニットが1台の室外ユニットに対して接続されているマルチ式の空気調和装置1aであっても良い。例えば、図3のように、1台の室外ユニット2に対して3台の室内ユニット3a, 3b, 3cが並列に接続されているものである。図3の室内ユニット3a, 3b, 3cの構成は、本実施形態で説明した室内ユニット3の各部に付した番号に、室内ユニット3a, 3b, 3cと対応するように、番号の末尾にa, b, およびcを付している。例えば、室内ユニット3の室内ファン34は、室内ユニット3a, 3b, 3cの室内ファン34a, 34b, 34cと対応しており、室内ユニット3と室内ユニット3a, 3b, 3cとは同様の構成である。なお、図3では室内ユニット3a~3cは3台接続されているが、3台に限らずに、2台、4台、5台などであっても構わない。

40

【0061】

室内ユニット3a~3cを複数台設けているため、運転負荷が異なる箇所に対してそれ

50

それぞれの負荷に応じて運転することができる。したがって、運転負荷が場所によって異なる場合に、室内ユニットが1台の場合よりも効率よく運転することができる。

【0062】

(2)

変形例(1)において図3のような空気調和装置1aでは、室内圧縮機31a~31cが3台の室内ユニット3a~3cにそれぞれ対応して、3台設けられているが、これに限らずに、例えば図4のように2台の室内ユニット5a, 5bに並列に接続される1台の圧縮ユニット6を設けても良い。なお、この室内ユニット5a, 5bは、室内熱交換器51a, 51bと、モータ53a, 53bによって駆動される室内ファン52a, 52bと、室内膨張弁V9a, V9bとを有する。また、圧縮ユニット6は、モータ62によって駆動される容量可変の室内圧縮機61と、室内四路切換弁V5とを有する。この図4の例では室内ユニットは2台であるが、3台、4台、5台などでも構わない。

10

【0063】

(3)

本実施形態では、室外膨張弁V2と室内膨張弁V7との間、および、室外圧縮機21と室内圧縮機31との間には、冷媒連絡配管4(液冷媒連絡配管41およびガス冷媒連絡配管42)がそのまま接続されているが、さらに、この間に中間冷却器24aを設けていてもよい。例えば、図4のように、室外ユニット2内に設けるようにしてもよい。以下、中間冷却器24aを有する冷媒回路10cにおける冷凍サイクルについて説明する。

【0064】

20

図5は、超臨界条件下における冷凍サイクルをp-h線図(モリエル線図)により示している。本発明では、冷媒に超臨界冷媒であるCO<sub>2</sub>冷媒を利用している。また、2台の圧縮機を用いて2段に分けて圧縮し、2つの膨張機構を用いて2段に分けて膨張するようにした2段圧縮2段膨張冷凍サイクルを採用している。この2段圧縮2段膨張サイクルについて、図4および図5を用いて説明する。ここでは、前述の冷房運転の場合について説明する。この冷媒回路10cは、主に、室内圧縮機31、室外圧縮機21、室外熱交換器23、室外膨張弁V2、中間冷却器24a、室内膨張弁V7、室内熱交換器33から構成されている。図2のA2、B2、C2、D2、E2、F2、G2、およびH2は、図5におけるそれぞれの点に対応した冷媒の状態を表している。なお、この場合の運転状態を冷房運転の場合について説明する。

30

【0065】

この冷媒回路10cでは、冷媒は、室内圧縮機31により圧縮されて高温中間圧力P<sub>m</sub>になる(A2 B2)。中間圧力P<sub>m</sub>まで圧縮された高温の冷媒は、中間冷却器24aに流入している。中間冷却器24aには、室外膨張弁V2で減圧されて中間圧力P<sub>m</sub>になった液冷媒も流入している。また、この液冷媒と室内圧縮機31で圧縮されたガス冷媒と共存した状態となっており平衡状態になっている。過熱状態のガス冷媒は飽和状態もしくはそれに近い状態にまで冷却され過熱を除去される。(B2 C2)。中間冷却器24aで、過熱を除去されたガス冷媒は、室外圧縮機21で圧縮されて高温高圧になる(C2 D2)。このとき、冷媒であるCO<sub>2</sub>は気体から超臨界状態となる。そして、室外圧縮機21により圧縮されて高温高圧の超臨界状態となった冷媒は、ガスクーラとなっている室外熱交換器23により放熱されて低温高圧の冷媒となる(D2 E2)。このとき、冷媒は、超臨界状態にあるため、室外熱交換器23内部において顕熱変化(温度変化)を伴って作動している。そして、室外熱交換器23において放熱した冷媒は、室外膨張弁V2が開放されることにより膨張して、圧力が高圧P<sub>h</sub>から中間圧力P<sub>m</sub>のP<sub>m</sub>へと減圧される(E2 F2)。そして、室外膨張弁V2により減圧された冷媒は、中間冷却器24aに流入する。中間冷却器24aに流入した中間圧力P<sub>m</sub>の冷媒は、その一部が蒸発して(F2 C2)中間冷却器24a内部の液冷媒を過冷却域まで冷却する(F2 G2)。このとき、同時に前述したB2 C2で行われているガス冷媒の過熱の除去も行っている。中間冷却器24a内で、残った中間圧力P<sub>m</sub>の液冷媒は、室内膨張弁V7でさらに膨張されて低圧P<sub>l</sub>の液冷媒となる(G2 H2)。この低圧P<sub>l</sub>の液冷媒が、室内熱交換器33に

40

50

において、熱を吸収し、蒸発して室内圧縮機 3 1 へ戻る ( H 2 A 2 ) 。

【 0 0 6 6 】

本発明では、室外ユニット 2 a 内に中間圧力 P m の液冷媒とガス冷媒とを冷却する中間冷却器 2 4 a を有している。中間冷却器 2 4 a では、室外膨張弁 V 2 により中間圧力 P m に減圧された気液二相状態の冷媒と、室内圧縮機 3 1 により中間圧力 P m まで圧縮されたガス冷媒とが通過する。このとき、液冷媒の一部を蒸発させて中間冷却器 2 4 a 内部の冷媒に冷凍効果を付与している。

【 0 0 6 7 】

したがって、室内圧縮機 3 1 で圧縮された中間圧力 P m のガス冷媒を飽和状態もしくはそれに近い状態にまで冷却することができる。また、液冷媒にも同様に冷凍効果により過冷却域まで冷却することができる。これにより、このサイクル全体の冷凍効果を上げることができる。また、室外圧縮機 2 1 の吐出温度を下げることができ、室外圧縮機 2 1 の潤滑油の劣化を防ぐことができる。前述では、冷房運転時のみ説明したが暖房運転の際にも同様の効果がある。

10

【 0 0 6 8 】

( 4 )

本実施形態では、膨張機構として室外ユニット 2 内に室外膨張弁 V 2 を設け、室内ユニット 3 内に室内膨張弁 V 7 を設けているが、これらの膨張弁に限らずに、例えば膨張機などでも構わない。

【 産業上の利用可能性 】

20

【 0 0 6 9 】

本発明に係る空気調和装置は、更新工事の際に、既設の冷媒連絡配管をそのまま利用できるようにコストを削減することができ、C O 2 冷媒などの冷媒を用いて運転されるような設計圧力が高い空気調和装置等に有用である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 0 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態に係る空気調和装置の冷媒回路図。

【 図 2 】 本発明の空気調和装置における C O 2 冷媒を利用した 2 段圧縮 2 段膨張冷凍サイクルを示す p - h 線図。

【 図 3 】 変形例 ( 1 ) に係る空気調和装置の冷媒回路図。

30

【 図 4 】 変形例 ( 2 ) に係る空気調和装置の冷媒回路図。

【 図 5 】 変形例 ( 3 ) に係る空気調和装置の冷媒回路図。

【 図 6 】 変形例 ( 3 ) に係る空気調和装置における C O 2 冷媒を利用した 2 段圧縮 2 段膨張冷凍サイクルを示す p - h 線図。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 1 】

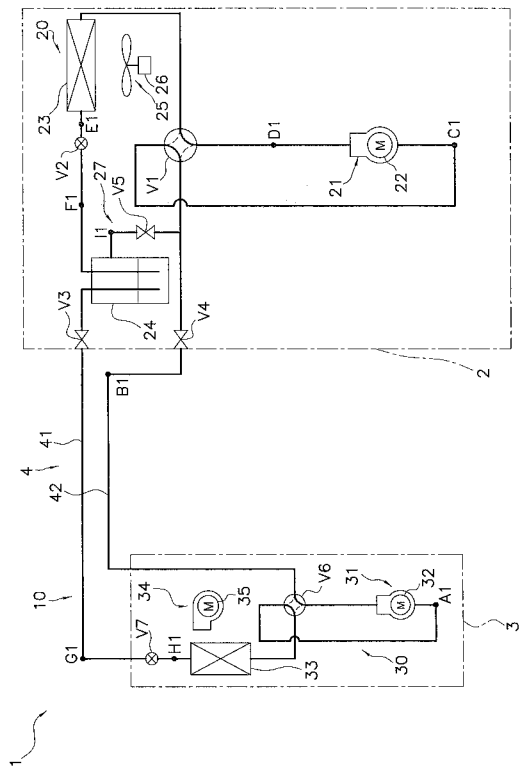
- 1 , 1 a ~ 1 c            空気調和装置
- 2 , 2 a                室外ユニット ( 熱源ユニット )
- 3 , 3 a ~ 3 c           室内ユニット ( 利用ユニット )
- 5 a , 5 b              室内ユニット ( 利用ユニット )
- 2 1                    室外圧縮機 ( 第 1 圧縮機 )
- 2 4 a                 中間冷却器
- 3 1 , 3 1 a ~ 3 1 c    室内圧縮機 ( 第 2 圧縮機 )
- 4 1                    液冷媒連絡配管
- 4 2                    ガス冷媒連絡配管
- 5 1 a , 5 1 b          室内熱交換器
- 6 1                    室内圧縮機 ( 第 2 圧縮機 )
- V 1                    室外四路切換弁 ( 第 1 切換機構 )
- V 2                    室外膨張弁 ( 熱源側膨張機構 )
- V 5 , V 5 a ~ V 5 c    室内四路切換弁 ( 第 2 切換機構 )

40

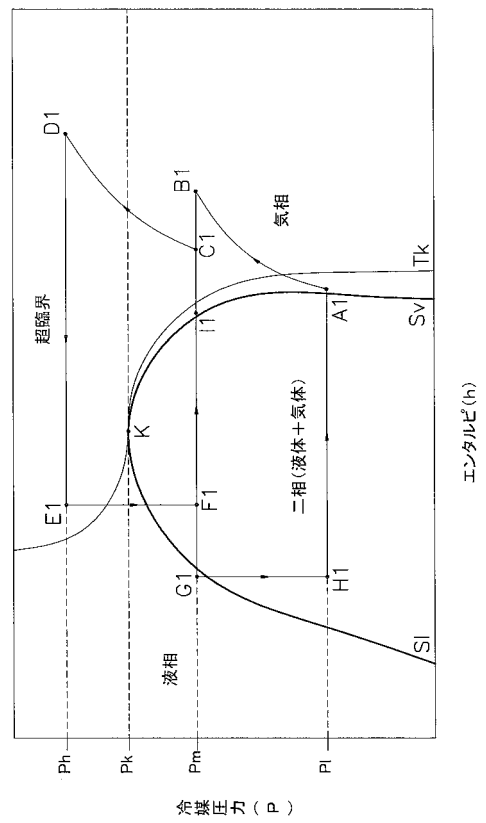
50

- V 7 , V 7 a ~ V 7 c 室内膨張弁 ( 利用側膨張機構 )
- V 8 室内四路切換弁 ( 第 2 切換機構 )
- V 9 a , V 9 b 室内膨張弁 ( 利用側膨張機構 )

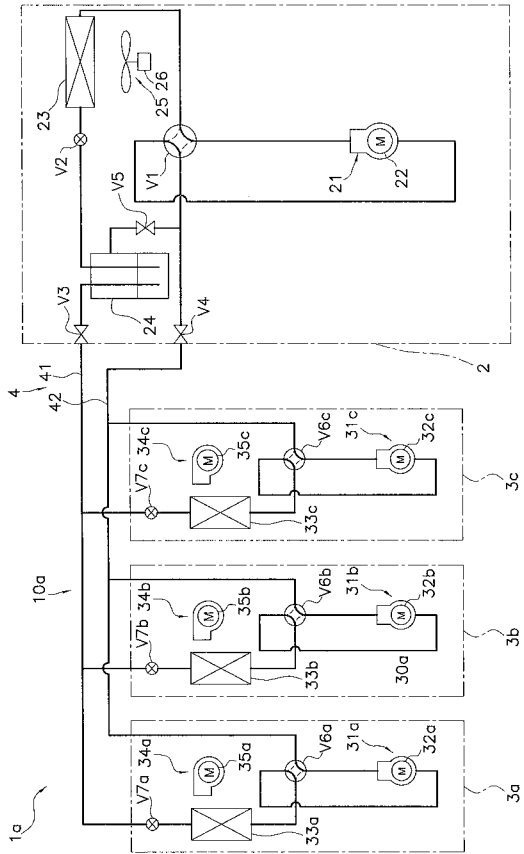
【 図 1 】



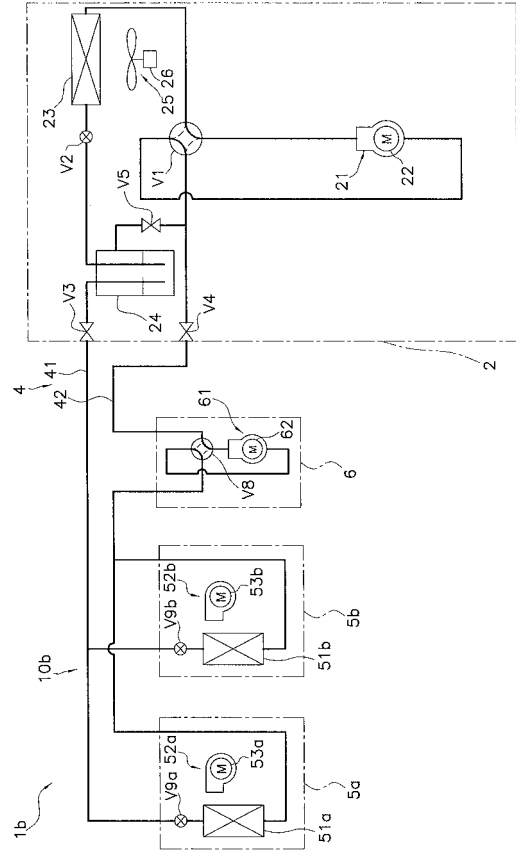
【 図 2 】



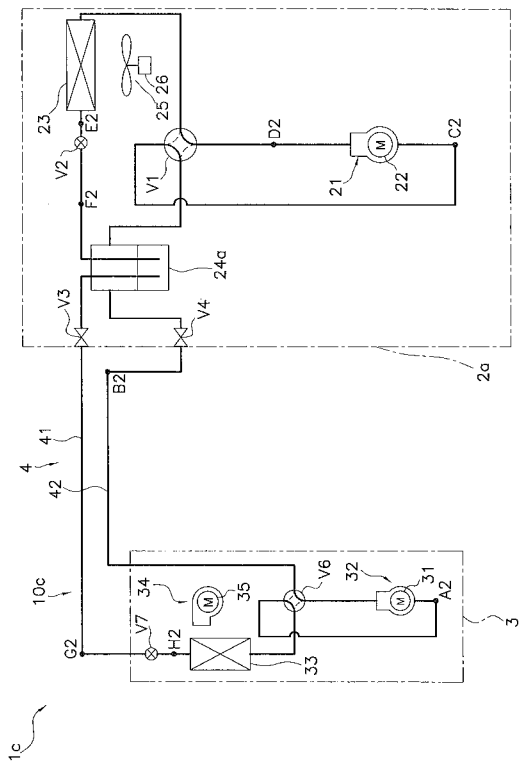
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

