

明 細 書

二元冷凍装置

〔 技術分野 〕

本発明は、二元冷凍装置に関する。

〔 背景技術 〕

二元冷凍装置は、低温側と高温側とで別個のサイクルを行なう二つの冷凍機を一つに組み合わせたものであり、マイナス数十度の低い温度を得るために使用されている。この装置は、高圧縮比から低圧縮比まで効率の良いところで使用することができるため、省エネルギーの点で有利である。その一例については、特開平5-5567号公報に記載されている。この二元冷凍装置は、組付け、配管接続に高度の精密技術ならびに品質管理が要求される低温側の冷却ユニットをファクトリ・アッセンブリ化した一体構造のものとし、これに構造が簡単な高温側ユニットであるセパレート型の室外機を組み合わせている。この結果、現地工事の簡単化ならびに装置の信頼性の向上を図っている。

－解決課題－

しかし、上記二元冷凍装置は、省エネルギー化が図れるとはいっても、外気温が低い場合には、高圧縮比を生かすことはできず、かえって室外機の運転を常時行なう必要があるため、エネルギー的に不利になることがある。

すなわち、本発明の課題は、上記二元冷凍装置において、その省エネルギー化をより一層図ることができるようにすることにある。

〔 発明の開示 〕

本発明者は、上記課題について種々の実験・検討を行ない、上述の如き外気温が低い場合には、高温側ユニットの冷媒を圧縮せずに自然循環させるだけでも低温側ユニットからの廃熱を吸収して室外に放出するに充分であることを見出し、本発明を完成するに至ったものである。

－発明の特定事項－

すなわち、特許請求の範囲の請求項 1 に係る発明が講じた手段は、先ず、低温側圧縮機（3）、カスケードコンデンサ（4）の凝縮部、膨張手段（5）及び蒸発器（6）が順に接続されて低温側冷凍サイクルを構成している低温側ユニット（1）を備えている。更に、高温側圧縮機（15）と、外気を利用して冷媒を凝縮させる凝縮器（16）とを有し、該高温側圧縮機（15）及び凝縮器（16）が高温側冷凍サイクルを構成するように膨張手段（9）を介して上記カスケードコンデンサ（4）の蒸発部に接続された高温側ユニット（2）を備えている二元冷凍装置を前提としている。

そして、上記高温側ユニット（2）が低温側ユニット（1）よりも高位置に設けられている。加えて、外気温を検出する外気温センサ（21）と、該外気温センサ（21）によって検出された外気温が所定温度よりも低いときに上記高温側冷凍サイクルにおいて冷媒を自然循環させる自然循環手段とを備えている。

また、請求項 2 に係る発明が講じた手段は、上記請求項 1 に記載の発明において、自然循環手段が、高温側圧縮機（15）をバイパスするバイパス通路（19）と、該バイパス通路（19）を開閉する開閉弁（20）と、外気温センサ（21）によって検出される外気温が所定温度よりも低いときに、上記高温側圧縮機（15）を停止させるとともに、上記開閉弁（20）を開にする制御手段（22）とを備えた構成としている。

また、請求項3に係る発明が講じた手段は、上記請求項1に記載の発明において、自然循環手段が、高温側冷凍サイクルの膨張手段(9)をバイパスするバイパス通路(10)と、該バイパス通路(10)を開閉する開閉弁(11)と、外気温センサ(21)によって検出される外気温が所定温度よりも低いときに、高温側圧縮機(15)を停止させるとともに、上記開閉弁(11)を開にする制御手段(22)とを備えた構成としている。

—作用—

上記の発明特定事項により、請求項1に係る発明では、外気温が高いときに、高温側圧縮機(15)が運転される。これにより、当該高温側ユニット(2)の冷媒は高い圧縮比で圧縮されるため、外気温が高くとも冷媒を凝縮器(16)で液化し、カスケードコンデンサ(4)において低温側ユニット(1)の冷媒と熱交換をさせることができる。

外気温が低いときには、上記高温側圧縮機(15)はその運転が停止されるが、カスケードコンデンサ(4)での熱交換によって温度が高くなった高温側ユニット(2)の冷媒は、外気温が低いために凝縮器(16)において外気との熱交換によって液化する。この場合、高温側ユニット(2)は低温側ユニット(1)よりも高位置にあるため、液化した当該冷媒は重力でカスケードコンデンサ(4)の蒸発部に流れる。そして、低温側ユニット(1)の冷媒との間で熱交換を行ない、気化・膨張して再び高位置にある凝縮器(16)まで上昇する。このように自然循環(重力循環)を行なうことになる。

また、請求項2に係る発明では、外気温が低いときに、高温側圧縮機(15)の運転は停止され、バイパス通路(19)が開となる。従って、カスケードコンデンサ(4)での熱交換によって温度が高くなった高温側ユニット(2)の冷媒は、高温側圧縮機

(15) をバイパスして凝縮器 (16) に流れる、という自然循環を行なうことになる。このため、当該自然循環において高温側圧縮機 (15) が通路抵抗となることを避けることができ、冷媒循環量を多くすることができる。

また、請求項 3 に係る発明では、外気温が低いときに冷媒が高温側冷凍サイクルの膨張手段 (9) をバイパスして循環するため、通路抵抗が少なくなり、所期の冷媒循環量を確保する上で有利になる。

－発明の効果－

したがって、請求項 1 に係る発明は、二元冷凍装置において、高温側ユニット (2) を低温側ユニット (1) よりも高位置に設けるとともに、外気温を検出する外気温センサ (21) を設け、該外気温センサ (21) によって検出された外気温が所定温度よりも低いときに高温側冷凍サイクルにおいて冷媒を自然循環させるようにしている。この結果、冷却能力の大きな低下を招くことなく、高温側圧縮機 (15) が無駄に運転されることを防止することができ、省エネルギー化を図ることができる。

また、請求項 2 に係る発明は、高温側冷凍サイクルの冷媒を自然循環させる手段が、高温側圧縮機 (15) をバイパスするバイパス通路 (19) と、該バイパス通路 (19) を開閉する開閉弁 (20) と、外気温センサ (21) によって検出される外気温が所定温度よりも低いときに、上記高温側圧縮機 (15) を停止させるとともに、上記開閉弁 (20) を開にする制御手段 (22) とを備えている。この結果、当該自然循環において高温側圧縮機 (15) が通路抵抗となることを避けて冷媒の自然循環量を多くすることができ、所期の冷却能力を確保する上で有利になる。

また、請求項 3 に係る発明は、外気温が低いときに冷媒が高温側冷凍サイクルの

膨張手段（９）をバイパスして循環するようにしている。この結果、通路抵抗が少なくして冷媒の自然循環量を多くすることができ、所期の冷却能力を確保する上で有利になる。

[図面の簡単な説明]

図１は、本発明の実施形態を示す二元冷凍装置の冷媒回路図である。

図２は、制御のフロー図である。

図３は、二元冷凍サイクルの $p-i$ 線図である。

図４は、自然循環における $p-i$ 線図である。

[発明を実施するための最良の形態]

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

図１は、二元冷凍装置の冷媒回路を示し、屋内の冷凍庫に設けられる低温側ユニット（１）と、屋上に設けられる高温側ユニット（２）とを備えている。そして、本実施形態における高温側ユニット（２）は低温側ユニット（１）よりも１０ｍ以上高い位置に設けられている。

上記低温側ユニット（１）は、低温側圧縮機（３）と、カスケードコンデンサ（４）と、低温側の膨張手段である感温膨張弁（５）と、冷凍庫（７）の内部に設けられる蒸発器（６）とを備え、蒸発器（６）には庫内ファン（８）が設けられている。そして、上記低温側圧縮機（３）、カスケードコンデンサ（４）の凝縮部、感温膨張弁（５）及び蒸発器（６）は順に接続されて低温側冷凍サイクルを構成している。

上記カスケードコンデンサ（４）の蒸発部の流入ポート側には、後述する高温側冷凍サイクルを構成する高温側の膨張手段である感温膨張弁（９）が接続されているとともに、該膨張弁（９）をバイパスする通路（１０）及び該バイパス通路（１０）を開

閉する電磁開閉弁（11）が設けられている。

また、上記蒸発器（6）の流出ポート側及び上記カスケードコンデンサ（4）の蒸発部の流出ポート側には、上記感温膨張弁（5, 9）のための感温筒（12, 13）がそれぞれ付設されている。

上記低温側ユニット（1）は、その各機器の組付け、冷媒配管の接続を含む一切の組立が専門工場において行なわれ、つまり、ファクトリ・アッセンブリ化されたものである。そして、現地においては、この低温側ユニット（1）の据付とカスケードコンデンサ（4）の蒸発部に対する配管接続だけが行なわれる。

次に、高温側ユニット（2）は、高温側圧縮機（15）と、外気を利用して冷媒を凝縮させる凝縮器（16）と、逆止弁（17）とを備え、凝縮器（16）には室外ファン（18）が設けられている。そして、上記高温側圧縮機（15）、逆止弁（17）、凝縮器（16）、低温側ユニット（1）の高温側感温膨張弁（9）及び上記カスケードコンデンサ（4）の蒸発部が順に接続されて高温側冷凍サイクルを構成している。

上記高温側ユニット（2）には、上記高温側圧縮機（15）及び逆止弁（17）をバイパスして上記カスケードコンデンサ（4）の蒸発部の流出側ポートを上記凝縮器（16）に結ぶバイパス通路（19）が設けられていて、該バイパス通路（19）には該通路を開閉する電磁開閉弁（20）が設けられている。

更に、当該二元冷凍装置は、上記高温側ユニット（2）が配設された屋上に外気温を検出する外気温センサ（21）を備えているとともに、該外気温センサ（21）によって検出される外気温に基づいて上記低温側圧縮機（3）、庫内ファン（8）、電磁開閉弁（11, 20）、高温側圧縮機（15）、及び室外ファン（18）の作動を制御する制御手段（22）を備えている。

すなわち、上記制御手段（22）は、図2に示すように、ステップS1において、

外気温が5℃以上か否かを判定し、外気温が5℃以上のときにステップS2に移り、二元冷凍サイクル運転モードとなり、また、外気温が5℃未満のときに上記ステップS1からステップS3に移り、自然循環運転モードとなるように、上記各機器を制御するものである。各運転モードにおける各機器の作動状態は表1に示す通りである。

表 1

		二元冷凍サイクル 運転モード	自然循環 運転モード
高温側 ユニット	圧縮機	O N	O F F
	ファン	O N	O N
	開閉弁	O F F	O N
低温側 ユニット	圧縮機	O N	O N
	ファン	O N	O N
	開閉弁	O F F	O N

従って、例えば、外気温が30℃のときは、電磁開閉弁（11, 20）がバイパス通路（10, 19）を閉じ、二元冷凍サイクル運転モードとなる。この運転モードでは、例えば、庫内温度を-20℃にするときは、図3のp-i線図に示すように、蒸発器（6）での蒸発温度が-30℃、カスケードコンデンサ（4）の一次側が10℃、その2次側が5℃、凝縮器（16）での凝縮温度が45℃となるように設計される。

よって、低温側冷凍サイクルでは、低温側圧縮機（3）によって圧縮された冷媒は、カスケードコンデンサ（4）の一次側の凝縮部において10℃で液化し、感温膨張弁（5）において減圧膨張し、蒸発器（6）において-30℃で蒸発し周囲から蒸発熱を奪うことによって庫内温度を-20℃に保ち、低温側圧縮機（3）において再び圧縮される。

高温側冷凍サイクルでは、高温側圧縮機（15）によって圧縮された冷媒は、凝縮器（16）において外気との熱交換によって45℃で液化し、感温膨張弁（9）において減圧膨張し、カスケードコンデンサ（4）の二次側の蒸発部において低温側冷凍サイクルの冷媒との熱交換によって5℃で蒸発し、該低温側冷凍サイクルの冷媒を液化させた後、高温側圧縮機（15）で再び圧縮される。

一方、例えば、外気温が0℃のときは、上記電磁開閉弁（11, 20）がバイパス通路（10, 19）を開くとともに、高温側圧縮機（15）の運転が停止されて自然循環運転モードとなる。この運転モードの場合は、図4に示すように、上記カスケードコンデンサ（4）の一次側が20℃、その二次側の温度が15℃、凝縮器（16）での凝縮温度が10℃となる。

すなわち、高温側冷凍サイクルでは、高温側ユニット（2）の高温側圧縮機（15）をバイパスした冷媒は凝縮器（16）において外気との熱交換により10℃で液化し、重力によって低温側ユニット（1）に降下し、感温膨張弁（9）をバイパスしてカスケードコンデンサ（4）の二次側の蒸発部に至る。この蒸発部において、当該冷媒は低温側冷凍サイクルの冷媒との熱交換によって15℃で蒸発・膨張し、該低温側冷凍サイクルの冷媒を液化させた後、高温側ユニット（2）へ上昇する。

上記自然循環サイクルにおいては、冷媒が高温側圧縮機（15）、逆止弁（17）及び感温膨張弁（9）をバイパスして流れるため、通路抵抗が少なくなって自然循環量が多くなり、所期の冷却効率を得る上で有利に働く。また、室外ファン（18）は自然循環においても運転されるから、凝縮器（16）における冷媒の凝縮に有利である。

高温側ユニット（2）を5馬力、低温側ユニット（1）を3馬力とし、外気温が0℃、庫内温度-20℃の条件のときに、上記2つの運転モードのエネルギー使用効率（EER）を比較すると次のようになる。

二元冷凍サイクル運転モードの場合は、例えば冷却能力が 6150 kcal/h 、消費電力は低温側ユニット(1)が 2.64 KW 、高温側ユニット(2)が 2.6 KW となり、エネルギー使用効率は 1.17 となる。

これに対して、自然循環運転モードの場合は、低温側冷凍サイクルでの圧縮比が大きくなる分、冷媒の循環量が減るため冷却能力が、例えば、 5550 kcal/h となり、低温側ユニット(1)の消費電力が 3.24 KW と大きくなるが、エネルギー使用効率は 1.71 となる。

[産業上の利用分野]

以上のように、本発明による二元冷凍装置によれば、マイナス数十度の低い温度の冷凍庫に有用であり、冷却能力の大きな低下を招くことなく、省エネルギー化を図るのに適している。



請 求 の 範 囲

1. 低温側圧縮機（３）、カスケードコンデンサ（４）の凝縮部、膨張手段（５）及び蒸発器（６）が順に接続されて低温側冷凍サイクルを構成している低温側ユニット（１）と、

高温側圧縮機（１５）と、外気を利用して冷媒を凝縮させる凝縮器（１６）とを有し、該高温側圧縮機（１５）及び凝縮器（１６）が高温側冷凍サイクルを構成するように膨張手段（９）を介してして上記カスケードコンデンサ（４）の蒸発部に接続された高温側ユニット（２）とを備えている二元冷凍装置において、

上記高温側ユニット（２）が低温側ユニット（１）よりも高位置に設けられており、

外気温を検出する外気温センサ（２１）と、

該外気温センサ（２１）によって検出された外気温が所定温度よりも低いときに上記高温側冷凍サイクルにおいて冷媒を自然循環させる自然循環手段とを備えていることを特徴とする二元冷凍装置。

2. 請求項１に記載されている二元冷凍装置において、

自然循環手段が、

高温側圧縮機（１５）をバイパスするバイパス通路（１９）と、

該バイパス通路（１９）を開閉する開閉弁（２０）と、

外気温センサ（２１）によって検出される外気温が所定温度よりも低いときに、上記高温側圧縮機（１５）を停止させるとともに、上記開閉弁（２０）を開にする制御手段（２２）とを備えてなる

ことを特徴とする二元冷凍装置。



3. 請求項1に記載されている二元冷凍装置において、
自然循環手段が、
高温側冷凍サイクルの膨張手段（9）をバイパスするバイパス通路（10）と、
該バイパス通路（10）を開閉する開閉弁（11）と、
外気温センサ（21）によって検出される外気温が所定温度よりも低いときに、高
温側圧縮機（15）を停止させるとともに、上記開閉弁（11）を開にする制御手段（22）
とを備えてなる
ことを特徴とする二元冷凍装置。