

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4111241号
(P4111241)

(45) 発行日 平成20年7月2日(2008.7.2)

(24) 登録日 平成20年4月18日(2008.4.18)

| | | |
|-------------------------------|--------------|---------|
| (51) Int.Cl. | F 1 | |
| F 2 5 B 1/00 (2006.01) | F 2 5 B 1/00 | 3 8 9 A |
| F 2 5 B 5/04 (2006.01) | F 2 5 B 1/00 | 3 9 6 A |
| | F 2 5 B 5/04 | A |
| | F 2 5 B 1/00 | 3 0 4 L |
| | F 2 5 B 1/00 | 3 0 4 Z |
| 請求項の数 11 (全 14 頁) 最終頁に続く | | |

| | | | |
|--------------|-------------------------------|-----------|-----------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2007-11456 (P2007-11456) | (73) 特許権者 | 000006013 |
| (22) 出願日 | 平成19年1月22日(2007.1.22) | | 三菱電機株式会社 |
| (62) 分割の表示 | 特願平9-71086の分割 | | 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 |
| 原出願日 | 平成9年3月25日(1997.3.25) | (74) 代理人 | 100113077 |
| (65) 公開番号 | 特開2007-101179 (P2007-101179A) | | 弁理士 高橋 省吾 |
| (43) 公開日 | 平成19年4月19日(2007.4.19) | (74) 代理人 | 100112210 |
| 審査請求日 | 平成19年2月20日(2007.2.20) | | 弁理士 稲葉 忠彦 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願平8-73909 | (74) 代理人 | 100108431 |
| (32) 優先日 | 平成8年3月28日(1996.3.28) | | 弁理士 村上 加奈子 |
| (33) 優先権主張国 | 日本国(JP) | (74) 代理人 | 100128060 |
| | | | 弁理士 中鶴 一隆 |
| | | (72) 発明者 | 森本 裕之 |
| | | | 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 |
| 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】

ノズル部とディフューザ部と吸引部とを有し、前記ノズル部により高圧の冷媒を減圧するとともに、前記吸引部を介して蒸発器から流れ込む冷媒と混合し、前記ディフューザ部において冷媒の圧力を昇圧させるエゼクタと、

このエゼクタから流出した冷媒を冷媒ガスと冷媒液とに分離し、冷媒液を前記蒸発器に供給し、冷媒ガスを圧縮機に供給する気液分離器と、

前記エゼクタの上流側であって前記凝縮器との間に設けられ、全閉可能な弁と、を備え

る。前記凝縮器の凝縮状態を検出し、目標の凝縮状態になるように前記凝縮器の凝縮状態を制御するとともに、停止の際に前記弁を全閉にしてポンプダウン運転を行うことを特徴とする冷凍装置。

【請求項2】

前記凝縮器の凝縮状態を制御することにより前記エゼクタにおける流量比を調整する第一の制御手段を備えたことを特徴とする請求項1に記載の冷凍装置。

【請求項3】

前記気液分離器と前記蒸発器との間に設けられた流量調節弁と、前記蒸発器の出口側の過熱度が目標の過熱度になるように前記流量調整弁を制御する第二の制御手段を備えたことを特徴とする請求項1又は2に記載の冷凍装置。

【請求項4】

前記蒸発器の蒸発圧力を検出する圧力検出手段あるいは蒸発温度を検出する温度検出手段と、前記気液分離器と前記蒸発器との間に設けられた流量調節弁と、前記圧力検出手段の検出圧力あるいは前記温度検出手段の検出温度に基づき、前記蒸発器の蒸発圧力または蒸発温度が目標の蒸発圧力または目標の蒸発温度になるように前記流量調節弁を制御する第二の制御手段と、
を備えたことを特徴とする請求項 2 に記載の冷凍装置。

【請求項 5】

冷媒として、断熱熱落差 ($H_{R10} - H_{R3}$) と、前記蒸発器出口ガスを前記ディフューザ出口圧力まで昇圧させる圧縮仕事 ($H_{R11} - H_{R4}$) との比 $(H_{R10} - H_{R3}) / (H_{R11} - H_{R4})$ が冷媒 R 2 2 に比べて大きい冷媒を用いたことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の冷凍装置。

10

【請求項 6】

冷媒として、R 4 0 4 A または R 5 0 7 を用いたことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の冷凍装置。

【請求項 7】

前記第一の制御手段は、前記凝縮器の凝縮圧力あるいは凝縮温度が、目標の凝縮圧力あるいは目標の凝縮温度になるように前記凝縮器の凝縮状態を制御することを特徴とする請求項 2 から 6 のいずれかに記載の冷凍装置。

【請求項 8】

前記第一の制御手段は、前記圧力検出手段の検出圧力あるいは前記温度検出手段の検出温度に基づき、前記エゼクタにおける流量比を前記凝縮器の目標凝縮圧力で制御することを特徴とする請求項 4 から 6 のいずれかに記載の冷凍装置。

20

【請求項 9】

前記第一の制御手段は、前記エゼクタにおける流量比が低下しないように、目標圧力を下回る場合には、前記凝縮器と熱交換する風量または水量を低下させ、前記目標圧力を上回る場合には、前記風量または水量を増加させることを特徴とする請求項 2 から 8 のいずれかに記載の冷凍装置。

【請求項 10】

前記凝縮器と前記エゼクタとの間に、他の流量調節弁を備えたことを特徴とする請求項 3 から 9 のいずれかに記載の冷凍装置。

30

【請求項 11】

冷凍装置が停止した場合に前記気液分離器の冷媒液を前記蒸発器へ降下流入させることにより、再起動時に前記圧縮機へ冷媒液が返りにくくすることを特徴とする請求項 1 に記載の冷凍装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、冷凍サイクルにエゼクタ使用の冷凍装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

圧縮機、凝縮器、第一絞り装置、エゼクタ、第一蒸発器、気液分離器を順次、配管で接続し、エゼクタ吸引部に第二蒸発器を接続し、さらに気液分離器と第二蒸発器の間に第二絞り装置を備えた冷凍装置が提案されている（例えば特開昭 5 2 - 3 0 9 5 1 号公報）。

40

この方法では、第二蒸発器の蒸発圧力より、圧縮機吸入の圧力を高くできるため、圧縮機の吸入の冷媒ガス密度が低下しない。このため、圧縮比が大きくなり、高効率の運転が可能となる。

【特許文献 1】特開昭 5 2 - 3 0 9 5 1 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 3 】

しかし、上記のようなエゼクタを利用した冷凍装置においては、負荷変動に対してエゼクタの性能が安定しないなど、起動時、停止時や非正常における運転に対して、性能が確保できない等多くの問題があった。

【 0 0 0 4 】

本発明は、かかる問題点を解決するためになされたものであり、エゼクタを有する冷凍装置の性能と信頼性を確保することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 5 】

この発明に係る冷凍装置は、ノズル部とディフューザ部と吸引部とを有し、ノズル部により高圧の冷媒を減圧するとともに、吸引部を介して蒸発器から流れ込む冷媒と混合し、ディフューザ部において冷媒の圧力を昇圧させるエゼクタと、このエゼクタから流出した冷媒を冷媒ガスと冷媒液とに分離し、冷媒液を蒸発器に供給し、冷媒ガスを圧縮機に供給する気液分離器と、エゼクタの上流側であって凝縮器との間に設けられ、全閉可能な弁と、を備え、凝縮器の凝縮状態を検出し、目標の凝縮状態になるように凝縮器の凝縮状態を制御するとともに、停止の際に弁を全閉にしてポンプダウン運転を行うものである。

10

【発明の効果】

【 0 0 0 6 】

この発明に係る冷凍装置によれば、エゼクタの性能が安定するため、信頼性を確保した冷凍装置を提供することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 0 7 】

実施の形態

図1は本発明の実施の形態の一例であり、圧縮機1、凝縮器2、第一流量調節弁3、エゼクタ4、第一蒸発器5、第二流量調節弁13、第二蒸発器6、気液分離器7が順次配管で接続され、さらに、気液分離器7には、液面の高さを検知する液面検知手段として、液面センサ8を備えた冷凍装置である。図2はエゼクタの構造図であり、エゼクタはノズル部10、ディフューザ部11から構成されている。図3は圧力-エンタルピ線図上の実施の形態の冷凍サイクル動作点である。なお、図において矢印9は冷媒の流れを示している。

30

【 0 0 0 8 】

図1、図2、図3を用いて冷凍サイクル動作について説明する。圧縮機1から吐出した高温高圧の冷媒ガスR1は凝縮器2に入り、そこで凝縮して高圧の液冷媒R2となり、第一流量調節弁3で冷媒流量を調節され、エゼクタ4に送り込まれる。エゼクタ4に送り込まれた冷媒はノズル部出口E2で状態R3になり、ディフューザ部11の混合部へ流れ込む。混合部でE4から流れ込む状態R4の冷媒ガスと混合した後、R5の状態となった冷媒はディフューザ11によりPe2からPe1に圧力が回復し、状態R6の冷媒となる。エゼクタ4をでた冷媒は第一蒸発器5に流れ込み、湿りの状態R7で気液分離器7に送り込まれる。気液分離器7で状態R8の冷媒ガスは圧縮機1の吸入へ、一方状態R9の冷媒液は第二流量調節弁13で減圧され、第二蒸発器6に送り込まれ、蒸発して状態R4となって、エゼクタ4の吸引部E4に流れる。このため、通常の冷凍装置の様に、二つの蒸発器があり、異なる蒸発圧力Pe1, Pe2 (Pe1 > Pe2) で運転している場合は、蒸発圧力Pe2に圧縮機吸入の圧力を合わせる必要があるが、エゼクタを用いることで、圧縮機吸入の圧力を蒸発圧力Pe1に合わせることができ、圧縮機1の吸入ガス密度が低下しない。そのため圧縮比が小さくでき、高効率な運転が可能となる。

40

【 0 0 0 9 】

次に、冷媒としてR404AまたはR507のエゼクタに対する有効性を説明する。ここではR404Aのみについて説明するが、R507でもよい。

図1において圧縮機1での冷媒流量をGs、第二蒸発器6での冷媒流量をGe、第二蒸発器6での冷媒流量Geと圧縮機1での冷媒流量Gsの比を流量比 (= Ge / Gs) と

50

する。一般にエゼクタ効率と流量比とエンタルピの関係は(1)式で表される。

$$= \{ (H_{R10} - H_{R3}) / (H_{R11} - H_{R4}) \} \cdots (1)$$

Hはエンタルピで、添え字は図3の冷凍サイクル動作点に対応している。R2 R3, R4 R11は等エントロピ変化、R2 R10は等エンタルピ変化である。(1)式からも分かる様に、 $H_{R11} - H_{R4}$ が小さく、 $H_{R10} - H_{R3}$ が大きい冷媒ほど、同じエゼクタ効率の場合は流量比が大きくなる。その結果、第二蒸発器6での冷媒流量は大きくなり、第二蒸発器6の冷凍能力を大きくすることが可能となる。 $(H_{R10} - H_{R3}) / (H_{R11} - H_{R4})$ は冷媒の物性で決定される値である。たとえば、第一蒸発器5での蒸発圧力 P_{e1} と第二蒸発器6の蒸発圧力 P_{e2} の差を50kPa一定とした場合におけるR22とR404Aの $(H_{R10} - H_{R3}) / (H_{R11} - H_{R4})$ と第二蒸発器6の蒸発温度との関係を図4に示す。図4でR22とR404A比較すると、R404Aの $(H_{R10} - H_{R3}) / (H_{R11} - H_{R4})$ はR22のそれに比べて約1.7倍大きい。同じエゼクタ効率を用いた場合、R404Aの方がR22より流量比が大きくなり、第二蒸発器6での冷凍能力を大きくすることが容易になる。以上から、冷媒としてR404Aを用いた冷凍装置には物性の観点から他の冷媒と比べてエゼクタ4の効果が大きいと言える。

即ち、 $(H_{R10} - H_{R3}) / (H_{R11} - H_{R4})$ の値が大きい冷媒、例えば、従来使われていた冷媒R22に比べて大きいR404A, R507を用いることでエゼクタを有効に利用することができる。

【0010】

次に、運転方法について説明する。たとえば、第一流量調節弁3、第二流量調節弁13には、それぞれ電子膨張弁3、電子膨張弁13を採用し、さらに気液分離器7には液面センサ8を備え、液面センサ8が気液分離器7での液面高さが所定量にないことを検知したとき、第1の第一流量調節弁制御手段が電子膨張弁3を流れる冷媒流量を調節することにより、冷媒量の制御を行う。具体的には、気液分離器7で液面が低下すると、電子膨張弁3の開度を大きくし、液面が高くなるように、冷媒量を制御する。

逆に、液面が高い時は電子膨張弁3の開度を小さくして、液面高さが低下するように制御する。その結果、冷媒量は適正に制御することができる。

また、第二蒸発器6の冷媒流量制御は、圧力を検出する圧力検知手段として、たとえば、圧力センサ18と、前記蒸発器の温度を検出する温度検知手段として、たとえば、温度センサ19を用いて、第二蒸発器出口の圧力P、温度Tを検出して、蒸発器出口の過熱度が一定になるように、第1の第二流量調節弁制御手段が電子膨張弁13で冷媒流量を制御する。

なお、起動時等、気液分離器7に液冷媒が存在しない時や不足時は、液面センサ8の検知により第2の第二流量調節弁制御手段が電子膨張弁13を全閉にして、第一蒸発器5のみの運転とする。液面センサ8により液面高さが目標値まで到達しているのを検出した後は電子膨張弁13の開度調節を行う。

但し、第1、第2の第二流量調節弁制御手段は、共通の制御手段としてもよい。

【0011】

図5は他の冷凍装置の例を示したものである。図1を用いて説明した第一蒸発器5の出口に第一蒸発器の出口圧力を検出する第1の第一蒸発器圧力検知手段として、たとえば圧力センサ20を設置し、さらに前記第一蒸発器5の出口に第一蒸発器の出口温度を検出する第1の第一蒸発器温度検知手段として、たとえば温度センサ21を備えている。通常の運転モードでは、図1を用いて説明した冷凍装置の例と同様に、気液分離器7の液面を検出する手段、たとえば、液面センサ8で液面を検知して、第1の第一流量調節弁制御手段が第一流量調節弁、たとえば電子膨張弁3の開度を調節することで、気液分離器7の冷媒量を制御する。

また、第一蒸発器5のみの運転を行う時は、第二流量調節弁13、たとえば電子膨張弁13を全閉にし、第一蒸発器5の出口の圧力Pを圧力センサ20で検出し、さらに温度Tを温度センサ21で検出して、蒸発器出口の過熱度が一定になるように、第2の第一流量調節弁制御手段が電子膨張弁3で冷媒流量を制御する。

10

20

30

40

50

但し、第 1、第 2 の第一流量調節弁制御手段は共通の制御手段としてもよい。

【 0 0 1 2 】

図 6 は他の冷凍装置の例を示したものである。図 1 を用いて説明した第一蒸発器 5 に例えば第一開閉弁として第一電磁弁 1 2 と、第一蒸発器 5 をバイパスする第一バイパス回路 1 5 と、そのバイパス回路 1 5 に第二開閉弁として第二電磁弁 1 4 を備えている。

通常の運転モードでは、第一バイパス回路 1 5 の電磁弁 1 4 は閉、第一蒸発器 5 の電磁弁 1 2 は開にする。液面センサ 8 で気液分離器 7 に冷媒が存在しないことや不足が検出されたときは、第一開閉弁制御手段が第一蒸発器 5 の電磁弁 1 2 は閉、バイパス回路 1 5 の電磁弁 1 4 は開にして、第一蒸発器 5 を冷媒がバイパスできるようにし、液面センサ 8 により目標液面高さになるまで、冷媒がバイパス回路 1 5 を流れるようにする。目標液面高さに達すると、通常の運転モードにする。

10

また、第二蒸発器 6 の冷媒流量制御は、圧力を検出する手段として、例えば、圧力センサ 1 8 と、前記蒸発器の温度を検出する手段として、例えば温度センサ 1 9 を用いて、第二蒸発器出口の圧力 P、温度 T を検出して、第 1 の第二流量調節弁制御手段が蒸発器出口の過熱度が一定になるように、電子膨張弁 1 3 で制御する。

第一蒸発器 5 の電磁弁 1 2 を閉、バイパス回路 1 5 の電磁弁 1 4 を開にすることで、例えば、ヒータデフロスト時等、第二蒸発器 6 のみの運転が可能となる。また、第一蒸発器 5 でヒータデフロストを行いたい時も同様に、第一蒸発器 5 の第一電磁弁 1 2 は閉、バイパス回路 1 5 の第二電磁弁 1 4 は開にすると、第一蒸発器 5 はデフロストを行い、第二蒸発器 6 は運転させることにより、庫内温度上昇を抑えることが可能となる。逆に、電子膨張弁 1 3 を全閉、バイパス回路 1 5 の第二電磁弁 1 4 は閉にすると、第一蒸発器 5 のみの運転となり、第二蒸発器 6 のみデフロスト状態にすることもできる。

20

【 0 0 1 3 】

図 7 は他の冷凍装置の例を示したものである。圧縮機 1、凝縮器 2、第一流量調節弁 3、エゼクタ 4、第三流量調節弁 1 7 を備え、エゼクタ 4 をバイパスする第二バイパス回路 1 6、第一蒸発器 5、気液分離器 7、第二流量調節弁 1 3、第二蒸発器 6 などが順次配管で接続されている。さらに、気液分離器 7 には、例えば液面の高さを検知する手段として液面センサ 8 を備えた冷凍装置である。ここでは、第一流量調節弁 3、第二流量調節弁 1 3、第三流量調節弁 1 7 には、電子膨張弁を用いることにする。

30

通常の運転モードでは、電子膨張弁 1 7 の開度を全閉にし、エゼクタ 4 に冷媒が流れるようにし、気液分離器 7 の液面を液面センサ 8 で検出して、第 1 の第一流量調節弁制御手段が電子膨張弁 3 で冷媒量を制御する。

また、第二蒸発器 6 の冷媒流量制御は、圧力を検出する手段として、例えば、圧力センサ 1 8 と、前記蒸発器の温度を検出する手段として、例えば温度センサ 1 9 を用いて、第二蒸発器出口の圧力 P、温度 T を検出して、第 1 の第二流量調節弁制御手段が蒸発器出口の過熱度が一定になるように、電子膨張弁 1 3 で制御する。

起動時などは、第 1 の第三流量調節弁制御手段がこの電子膨張弁 3 を全閉にし、さらに電子膨張弁 1 3 も全閉にして、エゼクタ 4 と第二蒸発器 6 に冷媒を流れなくする。気液分離器 7 の液面高さを液面センサ 8 にて検出しながら、エゼクタ 4 をバイパスする回路 1 6 の電子膨張弁 1 7 の開度を調節することで冷媒量を制御する。液面高さが目標値になるまで、電子膨張弁 1 3 は全閉にし、第一蒸発器 5 のみの運転とする。液面高さが目標値に達した後は通常の運転モードにする。

40

【 0 0 1 4 】

図 8 は他の冷凍装置の例を示したものである。図 7 を用いて説明した第一蒸発器 5 に例えば第一開閉弁として第一電磁弁 1 2 と、第一蒸発器 5 をバイパスする第一バイパス回路 1 5 と、その回路に第二開閉弁として第二電磁弁 1 4 を備えている。

通常の運転モードでは、バイパス回路 1 5 の第二電磁弁 1 4 は閉、第一蒸発器 5 の第一電磁弁 1 2 は開にし、電子膨張弁 1 7 の開度は全閉にし、エゼクタ 4 に冷媒が流れるようにする。気液分離器 7 の液面センサ 8 で検知し、第 1 の第一流量調節弁制御手段が電子膨

50

張弁 3 の開度を調節することで、冷媒量を制御する。また、第二蒸発器 6 の冷媒流量制御は、圧力を検出する手段として、例えば、圧力センサ 18 と、前記蒸発器の温度を検出する手段として、例えば温度センサ 19 を用いて、第二蒸発器出口の圧力 P、温度 T を検出して、第 1 の第二流量調節弁制御手段が蒸発器出口の過熱度が一定になるように、電子膨張弁 13 で制御する。

液面センサ 8 で気液分離器 7 に冷媒が存在しないことや不足が検知されたときは、第 2 の第三流量調節弁制御手段が第一蒸発器 5 の第一電磁弁 12 は閉、バイパス回路 15 の第二電磁弁 14 は開にし、第一蒸発器 5 を冷媒がバイパスさせるようにし、電子膨張弁 3 は全閉にしてエゼクタをバイパスする回路 16 の電子膨張弁 17 により、液面センサ 8 により目標液面高さになるまで、蒸発器 5 をバイパスさせ、目標液面高さに達すると、通常の

10

運転モードにする。但し、第 2 の第三流量調節弁制御手段は、図 7 を用いて説明した冷凍装置の例の第 1 の第三流量調節弁制御手段と共通の制御手段としてもよい。

第一蒸発器 5 の電磁弁 12 を閉、バイパス回路 15 の電磁弁 14 を開にすることで、第二蒸発器 6 のみの運転可能となる。また、ヒータデフロストなどを使用した時も同様に、第一蒸発器 5 の電磁弁 12 は閉、バイパス回路 15 の電磁弁 14 は開にすると、第一蒸発器 5 はデフロストを行い、第二蒸発器 6 は運転させることにより、庫内温度上昇を抑えることが可能となる。逆に、電子膨張弁 13 を全閉、バイパス回路 15 の電磁弁 14 は閉にすると、第一蒸発器 5 は運転状態、第二蒸発器 6 はデフロスト状態にすることもできる。

【 0 0 1 5 】

20

図 9 は他の冷凍装置の例を示すものである。圧縮機 1、凝縮器 2、第一流量調節弁 3、エゼクタ 4、第一蒸発器 5、第二流量調節弁 13、第二蒸発器 6 が順次配管で接続され、さらに、気液分離器 7 には、液面の高さを検出する手段として、液面センサ 8 を備えた冷凍装置である。また、第一流量調節弁 3、エゼクタ 4 と第一蒸発器 5 をバイパスする第三バイパス回路 23 と、そのバイパス回路 23 に第四流量調節弁 24 を備えている。ここでは、第一流量調節弁 3、第二流量調節弁 13、第四流量調節弁 24 には電子膨張弁を用いている。

通常の運転モードでは、電子膨張弁 24 は全閉にし、エゼクタ 4 に冷媒が流れるようにする。気液分離器 7 に設置した液面センサ 8 で液面高さを検出して、第 1 の第一流量調節弁制御手段が電子膨張弁 3 により、冷媒量制御を行う。

30

また、第二蒸発器 6 の冷媒流量制御は、圧力を検出する手段として、例えば、圧力センサ 18 と、前記蒸発器の温度を検出する手段として、例えば温度センサ 19 を用いて、第二蒸発器出口の圧力 P、温度 T を検出して、第 1 の第二流量調節弁制御手段が蒸発器出口の過熱度が一定になるように、電子膨張弁 13 で制御する。

気液分離器に液が存在しない時または不足時は、第 1 の第四流量調節弁制御手段が電子膨張弁 3 を全閉にして、エゼクタに冷媒が流れないようにして、バイパス回路 23 に冷媒を流れるようにして、目標液面高さに達するまで電子膨張弁 24 の開度を調節しながら運転する。気液分離器 7 での目標液面高さに到達した後は通常運転モードにする。

【 0 0 1 6 】

図 10 は他の冷凍装置の例であり、圧縮機 1、凝縮器 2、液溜 26、第三開閉弁 27、エゼクタ 4、第一蒸発器 5、気液分離器 7、第二流量調節弁 13、第二蒸発器 6 が順次配管で接続されている。なお図において、矢印 9 は冷媒の流れを示している。

40

図 2、図 3、図 10 を用いて冷凍サイクル動作について説明する。圧縮機 1 から吐出した高温高圧の冷媒ガス R1 は凝縮器 2 に入り、そこで凝縮して高圧の液冷媒 R2 となり、エゼクタ 4 に送り込まれる。エゼクタ 4 に送り込まれた冷媒はノズル部出口 E2 で状態 R3 になり、ディフューザ 11 の混合部へ流れ込む。混合部で E4 から流れ込む状態 R4 の冷媒ガスと混合した後、R5 の状態となった冷媒はディフューザ 11 により Pe2 から Pe1 に圧力が回復し、状態 R6 の冷媒となる。エゼクタ 4 を出た冷媒は第一蒸発器 5 に流れ込み、湿りの状態 R7 となり気液分離器 7 に送り込まれる。気液分離器 7 で状態 R8 の冷媒ガスは圧縮機 1 の吸入側へ、一方状態 R9 の冷媒液は第二流量調節弁 13 で減圧され

50

、第二蒸発器 6 に送り込まれ、蒸発して状態 R 4 となって、エゼクタ 5 の吸引部 E 4 に流れる。このため、通常の冷凍装置のように、二つの蒸発器があり、異なる蒸発圧力 P_{e1} 、 P_{e2} ($P_{e1} > P_{e2}$) で運転している場合は、蒸発圧力 P_{e2} に圧縮機吸入の圧力を合わせる必要があるが、エゼクタを用いることで、圧縮機吸入の圧力を蒸発圧力 P_{e1} に合わせることができ、圧縮機 1 の吸入ガス密度が低下しない。そのため圧縮比が小さくでき、高効率な運転が可能となる。

【0017】

運転方法について説明する。本発明の実施の形態では、第二流量調節弁 13 には電子膨張弁 13、第三開閉弁 27 には電磁弁 27、第二蒸発器出口の圧力を検出する第 1 の第二蒸発器圧力検出手段 18 には圧力センサ 18、第二蒸発器出口の温度を検出する第 1 の第二蒸発器温度検出手段 19 には温度センサ 19 を用いている。運転時は電磁弁 27 は開にしておき、第二蒸発器出口の圧力、温度を圧力センサ 18、温度センサ 19 で測定し、第 1 の第二流量調節弁制御手段 6a が第二蒸発器出口の過熱度を算出し、所定の目標の過熱度になるように電子膨張弁 13 の開度を調節することで、第二蒸発器 6 に送り込む冷媒流量を制御する。停止時は通常の冷凍装置と同じように、電磁弁 27 を全閉にして、ポンプダウン運転で冷凍装置を停止させる。

このようにポンプダウン運転で冷凍装置を停止させた場合、次に冷凍装置を起動する時は気液分離器 7 に冷媒液が残っているために、圧縮機 1 に急激に冷媒が返る可能性があり、信頼性の問題がある。そこで、気液分離器 7 を第二蒸発器 6 より上の位置に据え、さらに冷凍装置が停止した場合、電子膨張弁 13 は全開にしておき、気液分離器 7 の冷媒液が第二蒸発器 6 に流れ込むようにする。このように冷媒液を第二蒸発器 6 に移動させることによって再起動時、圧縮機 1 に冷媒液が返りにくくなるため、信頼性が向上する。

さらに、再起動時には、第 1 の第二流量調節弁制御手段 6a により、電子膨張弁 13 を全閉にし、第二蒸発器出口の圧力センサ 18、温度センサ 19 で過熱度を算出し、所定の過熱度に達したら、電子膨張弁 13 を開け、第二蒸発器 6 の液冷媒をなくすようにすることが望ましい。以後は所定の目標の過熱度になるように、第 1 の第二流量調節弁制御手段 6a により電子膨張弁 13 で第二蒸発器 6 での冷媒流量を制御する。この制御をすることで、起動時の第二蒸発器 6 から気液分離器 7 に逆流する冷媒をなくすことが可能となり、信頼性が向上する。

【0018】

図 11 は他の冷凍装置の例を示したものである。圧縮機 1、凝縮器 2、液溜 26、第三開閉弁 27、エゼクタ 4、第一蒸発器 5、第二蒸発器 6 等が配管接続されている。凝縮器 2 には、例えば本発明の実施の形態では凝縮器 2 の中間地点に凝縮圧力を検出する凝縮圧力検出手段 29 として、圧力センサ 29 を備えている。凝縮圧力検出手段の代わりに凝縮温度を検出する凝縮温度検出手段として温度センサでもよい。第二蒸発器出口には第 1 の圧力検出手段 18 として圧力センサ 18、第 1 の温度検出手段 19 として温度センサ 19 を用いている。

次に凝縮圧力制御（凝縮圧力を一定にする制御）の有効性について説明する。図 11 において圧縮機 1 での冷媒流量を G_c 、第二蒸発器 6 での冷媒流量を G_e 、第二蒸発器 6 での冷媒流量 G_e と圧縮機 1 での冷媒流量 G_c の比を流量比 ($= G_e / G_c$) とする。一般にエゼクタ効率と流量比とエンタルピの関係は (2) 式で表される。

$$= (H_{R10} - H_{R3}) \cdot \dots / (H_{R11} - H_{R4}) \cdot \dots \cdot (2)$$

H はエンタルピで、添え字は図 3 の冷凍サイクル動作点に対応している。 $R2 - R3$ 、 $R4 - R11$ は等エントロピ変化、 $R2 - R10$ は等エンタルピ変化である。(2) 式からもわかる様に、 $H_{R10} - H_{R3}$ が大きいほど、同じエゼクタ効率の場合は流量比が大きくなる。その結果、エゼクタを有効に利用することができる。すなわち、凝縮圧力が低下すると、図 3 から分かるようにエンタルピ H_{R3} は増大し、 $H_{R10} - H_{R3}$ も小さくなる。その結果 (2) 式から、流量比は低下する。凝縮圧力を上昇させると流量比は増加するが、圧縮比が増加するため、圧縮機の性能は低下する。その結果 G_c は低下するので、第二蒸発器の冷凍能力は増加しない。すなわち凝縮圧力は適正な範囲がある。

【 0 0 1 9 】

次に、運転方法について説明する。圧力センサ 2 9 で凝縮圧力を検出し、目標の凝縮圧力に到達するように、凝縮圧力制御手段 2 a により、空冷式凝縮器の場合は風量を調節する。具体的には、凝縮圧力が目標圧力を下回るときは、風量を減少させ、逆に凝縮圧力が目標圧力を上回るときは、風量を増大させる。水冷式凝縮器の場合は水量を調節する。具体的には、凝縮圧力が目標圧力を下回るときは、水量を減少させ、逆に凝縮圧力が目標圧力を上回るときは、水量を増大させる。このような制御方法で、凝縮圧力を目標の範囲に入るようにする。また、第二蒸発器出口の圧力、温度を圧力センサ 1 8、温度センサ 1 9 で測定し、第二蒸発器出口の過熱度を算出し、目標の過熱度になるように、第 1 の第二流量調節弁制御手段 6 a により電子膨張弁 1 3 の開度を調節することで、第二蒸発器 6 に送り込む冷媒流量を制御する。

10

【 0 0 2 0 】

図 1 2 は他の冷凍装置の例を示したものである。第二蒸発器 6 に蒸発圧力を検出する第 2 の蒸発圧力検出手段 3 1 として圧力センサ 3 1 を備えている。第二蒸発器 6 に第 2 の蒸発圧力検出手段 3 1 の代わりに第 2 の蒸発温度検出手段として温度センサを用いてもよい。凝縮器 2 に凝縮圧力検出手段 2 9 として圧力センサを備えているが、凝縮温度検出手段でもよい。凝縮器 2 の凝縮圧力あるいは凝縮温度は図 1 1 を用いて説明した冷凍装置の制御と同様に凝縮圧力制御手段 2 a にて制御する。第二蒸発器 6 の蒸発圧力を圧力センサ 3 1 で検出し、第 3 の第二流量調節弁制御手段 6 b により、目標の蒸発圧力になるように、第二流量調節弁 1 3 を制御する。具体的には、蒸発圧力が目標の蒸発圧力より大きい場合は、流量調節弁 1 3 として例えば電子膨張弁 1 3 の開度を小さくする。逆に蒸発圧力が目標の蒸発圧力より低い場合は、電子膨張弁 1 3 の開度を大きくする。この運転により凝縮圧力は一定、第二蒸発圧力は一定となる。また、第一蒸発圧力はエゼクタのノズルの入口の状態とノズル径でほぼ決定されるため、第一蒸発圧力もほぼ一定となる。その結果、(2) 式における $H_{R10} - H_{R3}$ 、 $H_{R11} - H_{R4}$ も一定となり、流量比 も一定となり、第二蒸発器 6 の冷凍能力は一定となる。このような制御方法は、負荷変動が小さい冷凍倉庫などに特に有効である。

20

【 0 0 2 1 】

図 1 3 は他の冷凍装置の例を示すものである。圧縮機 1、凝縮器 2、液溜 2 6、第三開閉弁 2 7、第一流量調節弁 3、第一蒸発器 5、気液分離器 7 を順次接続して回路を形成し、前記第一流量調節弁 3 と第一蒸発器 5 をバイパスさせる第四バイパス回路 2 8 にエゼクタ 4 を備え、さらに、第二流量調節弁 1 3 と第二蒸発器 6 を接続した回路を前記気液分離器 7 と前記エゼクタ 4 の吸引部 E 4 に接続している。前記気液分離器 7 と第二蒸発器 6 との間に第二流量調節弁 1 3 として電子膨張弁 1 3 を備えている。また、第一流量調節弁 3 として、例えば電子膨張弁 3 を用いる。また、凝縮器 2 には凝縮圧力を検出する凝縮圧力検出手段として圧力センサ 2 9 及び凝縮圧力制御手段 2 a、第一蒸発器 5 の蒸発圧力を検出する第 2 の第一蒸発器圧力検出手段として圧力センサ 3 2 及び第 3 の第一流量調節弁制御手段 5 a、第二蒸発器の蒸発圧力を検出する第 2 の第二蒸発器圧力手段として圧力センサ 3 1 及び第 3 の第二流量調節弁制御手段 6 b を備えている。

30

通常の運転では、凝縮器 2 では目標の凝縮圧力になるように凝縮圧力制御手段 2 a により風量や水量を増減させる。第一蒸発器 5 については、目標の第一蒸発圧力になるように第 3 の第一流量調節弁制御手段 5 a により電子膨張弁 3 の制御を行い、第二蒸発器 6 については、目標の第二蒸発圧力になるように第 3 の第二流量調節弁制御手段 6 b により電子膨張弁 1 3 の制御を行う。通常の運転では、エゼクタ 4 に流れる冷媒流量はほぼ一定であり、エゼクタ入口の状態もほぼ一定であるので、第二蒸発器 6 での冷凍能力はほぼ一定となる。また、第二蒸発器 6 の冷凍能力もほぼ一定となる。

40

例えば第一蒸発器 5 の設置されている庫内の温度が高い場合（負荷大きい場合）は気液分離器 7 に液がなくなる可能性がある。しかし、本発明の実施の形態のようにバイパス回路 2 8 にエゼクタ 4 を設け、第一蒸発器 5 をバイパスさせることで、常に気液分離器 7 に冷媒液を送り込むことができるため、気液分離器 7 に冷媒液を溜めることが可能となり、

50

信頼性が向上する。

【 0 0 2 2 】

図 1 4 は他の冷凍装置の例を示すものである。図 1 3 を用いて説明した第四バイパス回路 2 8 の第一蒸発器 6 と気液分離器 7 を接続した配管との合流点と第一蒸発器出口の間にエゼクタ 4 の出口圧力と、圧縮機吸込み圧力を常に等しくするような圧力調節弁 3 4 として例えば蒸発圧力調節弁 3 4 を備えている。第一蒸発器 5 での冷媒負荷が大きくなり、エゼクタ 4 出口の圧力が上昇し、その結果、エゼクタ 4 での圧力差が十分に確保できず、性能を十分に発揮できない現象が発生する。蒸発圧力調節弁 3 4 を設置することで、エゼクタ 4 出口の圧力をほぼ一定にすることが可能となり、エゼクタ 4 の性能を一定にすることができる。第一蒸発器出口には第一蒸発器出口圧力を検出する第 3 の圧力検出手段 3 5、第一蒸発器出口温度を検出する第 2 の温度検出手段 3 6 として圧力センサ 3 5、温度センサ 3 6 及び第 4 の第一流量調節弁制御手段 5 b を備えている。

10

凝縮器 2 及び第二蒸発器 6 の圧力制御については、前記図 1 3 を用いて説明した例装置装置の例と同じである。

通常の運転では、エゼクタ 4 に流れる冷媒流量はほぼ一定であり、エゼクタ入口の状態もほぼ一定であるので、第二蒸発器 6 での冷凍能力はほぼ一定となる。また第一蒸発器出口の圧力センサ 3 5、温度センサ 3 6 から第一蒸発器出口の過熱度を求め、目標の過熱度になるように電子膨張弁 3 の開度を調節する。本発明の実施の形態のような冷媒回路にすることで、第一蒸発器 5 の冷凍能力は可変、第二蒸発器 6 の冷凍能力は一定にすることが可能となる。このような制御及び冷媒回路を用いる冷凍装置は、第一蒸発器側の冷凍倉庫は負荷変動があるが、第二蒸発器の冷凍倉庫は負荷変動が小さい所に特に有効である。

20

【 0 0 2 3 】

図 1 5 は他の冷凍装置の例を示すものである。図 1 3 を用いて説明した第四バイパス回路 2 8 に第四開閉弁 3 3 として、例えば電磁弁 3 3 を備えている。通常運転では、前記第四バイパス回路 2 8 の電磁弁 3 3 は開にしておき、図 1 3 を用いて説明した冷凍装置と同様の制御とする。エゼクタ 4 を備えた第四バイパス回路 2 8 の電磁弁 3 3 を閉じることで、起動時やプルダウン時には第一蒸発器 5 のみの運転となり、通常の冷凍サイクルとなる。起動時やプルダウン運転時（非定常な運転時）は、冷媒流量などの変動が大きいことが予測され、安定な状態になるまでは、エゼクタに冷媒を流さないようにしたいため、通常の冷凍サイクル運転とする。また、前記電磁弁 3 3 を閉じることで、第二蒸発器 6 は停止による霜取り運転、第一蒸発器 5 は通常運転が可能となる。逆に、第一電子膨張弁 3 を全閉にし、前記電磁弁 3 3 は開にしておくと、第一蒸発器 5 は停止による霜取り運転、第二蒸発器 6 は通常運転が可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 4 】

【図 1】この発明の実施の形態を示す図である。

【図 2】この発明のエゼクタの構造図である。

【図 3】この発明の圧力 - エンタルピ線図上の冷凍サイクル動作点である。

【図 4】この発明の $H_{R10} - H_{R3} / H_{R11} - H_{R4}$ と蒸発温度の関係を示す図である。

40

【図 5】この発明の実施の形態を示す図である。

【図 6】この発明の実施の形態を示す図である。

【図 7】この発明の実施の形態を示す図である。

【図 8】この発明の実施の形態を示す図である。

【図 9】この発明の実施の形態を示す図である。

【図 10】この発明の実施の形態を示す図である。

【図 11】この発明の実施の形態を示す図である。

【図 12】この発明の実施の形態を示す図である。

【図 13】この発明の実施の形態を示す図である。

【図 14】この発明の実施の形態を示す図である。

50

【図15】この発明の実施の形態を示す図である。

【符号の説明】

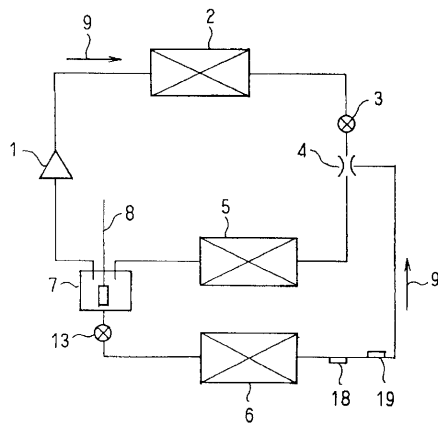
【0025】

1 圧縮機、2 凝縮器、2 a 凝縮器制御手段、3 第一流量調節弁、4 エゼクタ、5 第一蒸発器、5 b 制御手段、6 第二蒸発器、6 a 制御手段、6 b 制御手段、7 気液分離器、8 液面検知手段、12 第一開閉弁、13 第二流量調節弁、14 開閉弁（第二開閉弁）、15 パイパス回路（第一パイパス回路）、16 第二パイパス回路、17 第三流量調節弁、18 圧力検知手段、19 温度検知手段、20 圧力検知手段、21 温度検知手段、22 吸引部、23 パイパス回路（第三パイパス回路）、24 流量調節弁（第四流量調節弁）、28 パイパス回路、29 凝縮圧力（温度）検知手段、31 第二蒸発器圧力（温度）検出手段、33 開閉弁、34 圧力調整弁、35 圧力検出手段、36 温度検出手段。

10

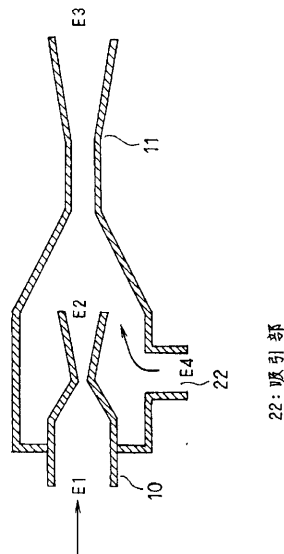
なお、各図中において同一の番号は同一または相当部分を示す。

【図1】



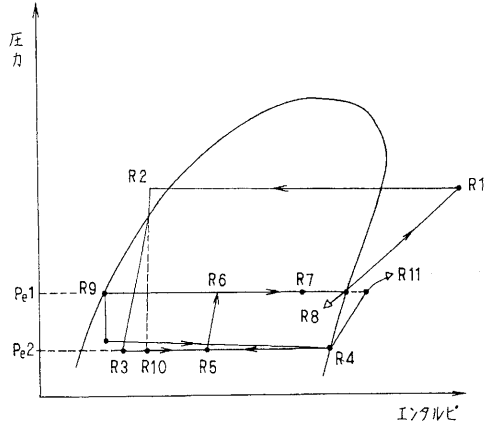
- 1: 圧縮機
- 2: 凝縮器
- 3: 第1流量調節弁
- 4: エゼクタ
- 5: 第1蒸発器
- 6: 第2蒸発器
- 7: 気液分離器
- 8: 液面検知手段
- 18: 圧力検知手段
- 19: 温度検知手段

【図2】

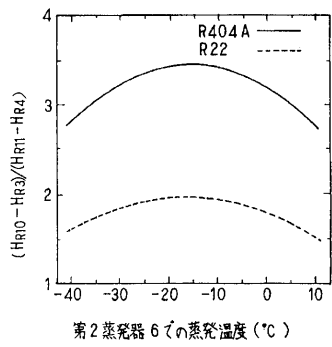


22: 吸引部

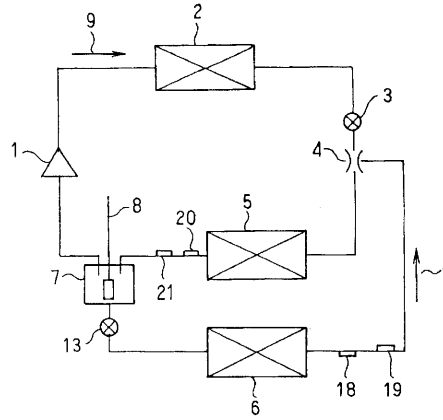
【図3】



【図4】

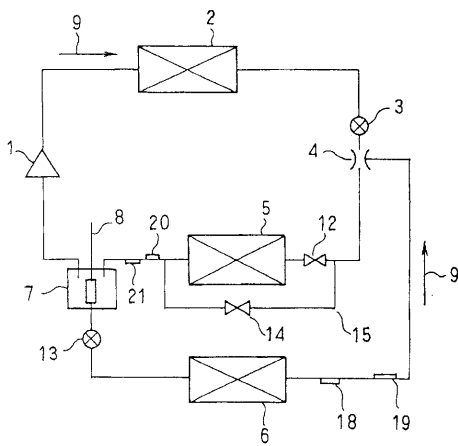


【図5】



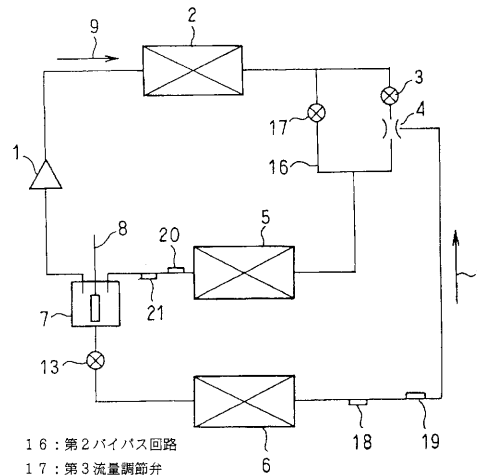
20: 圧力検知手段
21: 温度検知手段

【図6】



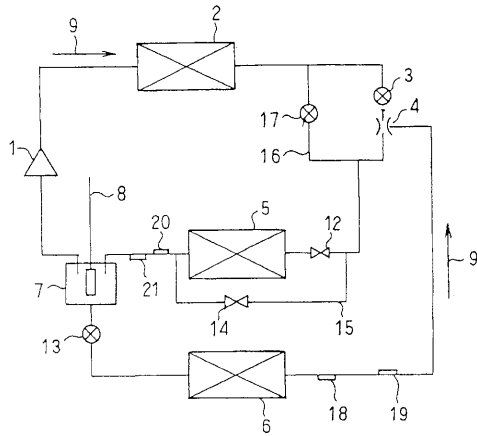
12 第1開閉弁
14 開閉弁(第2開閉弁)
15 バイパス回路(第1バイパス回路)

【図7】

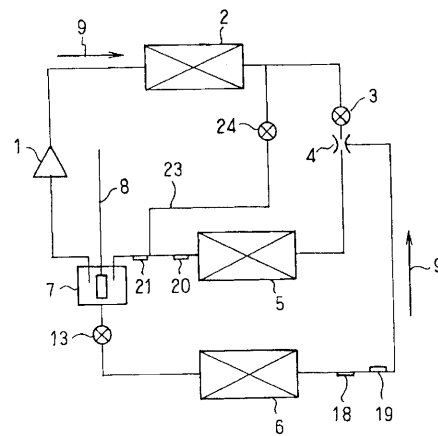


16: 第2バイパス回路
17: 第3流量調節弁

【図8】

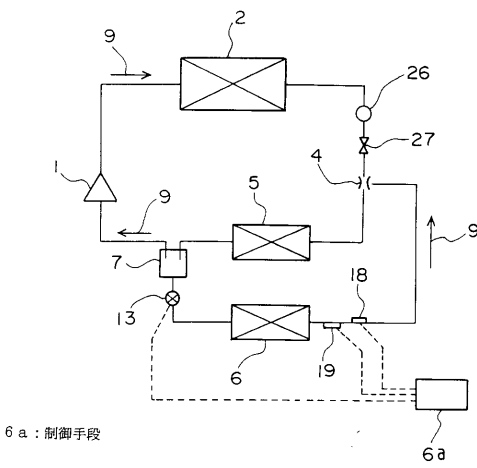


【図9】



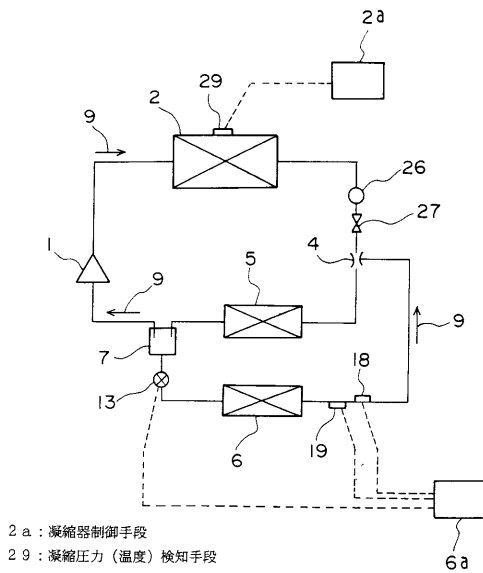
23: バイパス回路 (第3バイパス回路)
 24: 流量調節弁 (第4流量調節弁)

【図10】



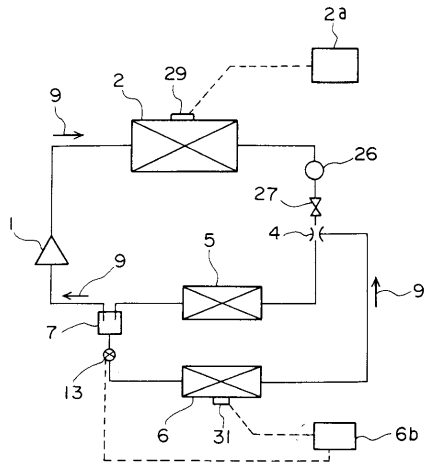
6 a : 制御手段

【図11】



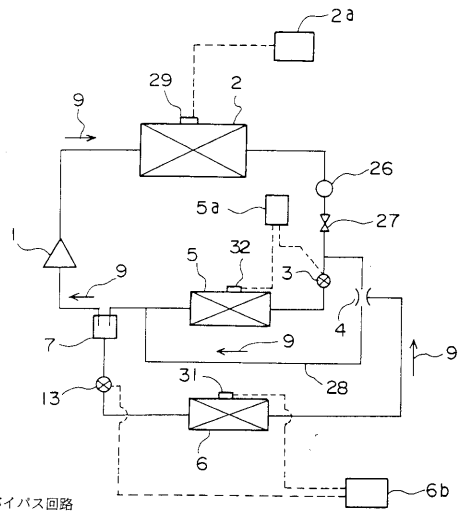
2 a : 凝縮器制御手段
 2 9 : 凝縮圧力 (温度) 検知手段

【図12】



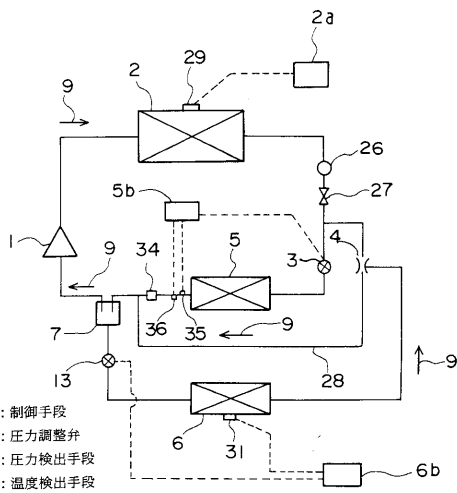
6b : 制御手段
 31 : 第二蒸発器圧力(温度)検出手段

【図13】



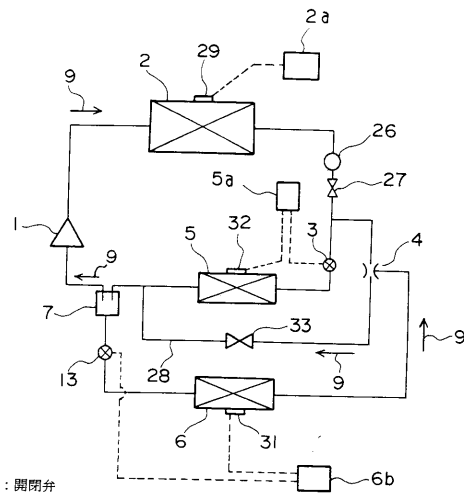
28 : バイパス回路

【図14】



5b : 制御手段
 34 : 圧力調整弁
 35 : 圧力検出手段
 36 : 温度検出手段

【図15】



33 : 開閉弁

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 2 5 B 1/00 1 0 1 D
F 2 5 B 1/00 1 0 1 E
F 2 5 B 1/00 3 5 1 J

(72)発明者 弓倉 恒雄
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

審査官 川上 佳

(56)参考文献 特開平08-041448(JP,A)
特開平08-082459(JP,A)
特開平05-312421(JP,A)
特開平06-129719(JP,A)
特開平04-316962(JP,A)

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