

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6287890号  
(P6287890)

(45) 発行日 平成30年3月7日(2018.3.7)

(24) 登録日 平成30年2月16日(2018.2.16)

(51) Int. Cl.	F 1					
<b>F 2 5 B</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	F 2 5 B	1/00	3 8 9 A	
<b>F 2 5 B</b>	<b>5/02</b>	<b>(2006.01)</b>	F 2 5 B	1/00	1 0 1 E	
<b>F 0 4 F</b>	<b>5/10</b>	<b>(2006.01)</b>	F 2 5 B	1/00	1 0 1 F	
<b>F 0 4 F</b>	<b>5/44</b>	<b>(2006.01)</b>	F 2 5 B	1/00	1 0 1 J	
<b>F 0 4 F</b>	<b>5/46</b>	<b>(2006.01)</b>	F 2 5 B	5/02	5 3 0 Z	
請求項の数 17 (全 35 頁) 最終頁に続く						

(21) 出願番号	特願2015-31458 (P2015-31458)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成27年2月20日 (2015. 2. 20)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2016-57053 (P2016-57053A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成28年4月21日 (2016. 4. 21)	(74) 代理人	110001472
審査請求日	平成29年6月26日 (2017. 6. 26)		特許業務法人かいせい特許事務所
(31) 優先権主張番号	特願2014-179773 (P2014-179773)	(72) 発明者	西嶋 春幸
(32) 優先日	平成26年9月4日 (2014. 9. 4)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		社デンソー内
		(72) 発明者	尾形 豪太
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
			社デンソー内
		(72) 発明者	高野 義昭
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
			社デンソー内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 液噴射エジェクタ、およびエジェクタ式冷凍サイクル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

外部から冷媒を流入させる流入冷媒通路(121a)が形成された流入通路形成部(121)、および液相冷媒を減圧させて噴射する噴射冷媒通路(122a)から噴射された噴射冷媒と前記流入冷媒通路(121a)から流入した流入冷媒とを混合させる気液混合部(122d)が形成された液噴射用ボデー部(122)を有する液噴射エジェクタ(12)と、

前記液噴射エジェクタ(12)から流出した冷媒を放熱させる放熱器(13)と、

前記放熱器(13)にて放熱した液相冷媒を圧送する圧送手段(15)と、

前記放熱器(13)下流側の冷媒を減圧させる減圧手段(16)と、

前記減圧手段(16)にて減圧された冷媒を蒸発させる低压側蒸発器(17)と、

前記低压側蒸発器(17)から流出した冷媒を吸入し、圧縮して吐出する圧縮機(11)と、を備え、

前記噴射冷媒通路(122a)には、前記圧送手段(15)から圧送された液相冷媒を流入させる駆動冷媒流入口(122b)、および前記気液混合部(122d)内へ前記噴射冷媒を噴射する冷媒噴射口(122c)が設けられ、

前記流入冷媒通路(121a)には、前記圧縮機(11)から吐出された冷媒を流入させる冷媒流入口(121b)、および前記気液混合部(122d)へ前記流入冷媒を流出させる冷媒流出口(121c)が設けられ、

前記冷媒噴射口(122c)は、前記噴射冷媒の噴射方向に垂直な断面が円環状に形成

されており、

前記冷媒流出口(121c)は、前記冷媒噴射口(122c)の内周側に配置されており、

前記液噴射エジェクタ(12)では、前記噴射冷媒が前記気液混合部(122d)へ噴射される際に、前記気液混合部(122d)へ流入する前記流入冷媒の外周側に噴射されることを特徴とするエジェクタ式冷凍サイクル。

【請求項2】

前記放熱器(13)にて放熱した液相冷媒を蒸発させて、前記冷媒流入口(121b)側へ流出させる高圧側蒸発器(19)を備えることを特徴とする請求項1に記載のエジェクタ式冷凍サイクル。

10

【請求項3】

さらに、前記高圧側蒸発器(19)から流出した冷媒を減圧させる高圧側ノズル部(20a)から噴射される高圧側噴射冷媒の吸引作用によって高圧側冷媒吸引口(20c)から冷媒を吸引し、前記高圧側噴射冷媒と前記高圧側冷媒吸引口(20c)から吸引された高圧側吸引冷媒との混合冷媒を昇圧させる高圧側昇圧部(20d)を有する高圧側エジェクタ(20)を備え、

前記圧縮機(11)の吐出口は、前記高圧側冷媒吸引口(20c)側に接続され、

前記高圧側昇圧部(20d)の出口側は、前記液噴射エジェクタ(12)の冷媒流入口(121b)側に接続されていることを特徴とする請求項2に記載のエジェクタ式冷凍サイクル。

20

【請求項4】

前記高圧側ノズル部(20a)へ流入する冷媒は気相冷媒であり、

前記高圧側冷媒吸引口(20c)へ流入する冷媒が気相冷媒であることを特徴とする請求項3に記載のエジェクタ式冷凍サイクル。

【請求項5】

外部から冷媒を流入させる流入冷媒通路(121a)が形成された流入通路形成部(121)、および液相冷媒を減圧させて噴射する噴射冷媒通路(122a)から噴射された噴射冷媒と前記流入冷媒通路(121a)から流入した流入冷媒とを混合させる気液混合部(122d)が形成された液噴射用ポデー部(122)を有する液噴射エジェクタ(12)と、

30

前記液噴射エジェクタ(12)から流出した冷媒を放熱させる放熱器(13)と、

前記放熱器(13)にて放熱した液相冷媒を圧送する圧送手段(15)と、

前記放熱器(13)から流出した冷媒を減圧させる低圧側ノズル部(21a)から噴射される低圧側噴射冷媒の吸引作用によって低圧側冷媒吸引口(21c)から冷媒を吸引し、前記低圧側噴射冷媒と前記低圧側冷媒吸引口(21c)から吸引された低圧側吸引冷媒との混合冷媒を昇圧させる低圧側昇圧部(21d)を有する低圧側エジェクタ(21)と、

前記放熱器(13)下流側の冷媒を減圧させる減圧手段(23)と、

前記減圧手段(23)にて減圧された冷媒を蒸発させる低圧側蒸発器(17)と、

前記低圧側昇圧部(21d)から流出した冷媒を吸入し、圧縮して吐出する圧縮機(11)と、を備え、

40

前記噴射冷媒通路(122a)には、前記圧送手段(15)から圧送された液相冷媒を流入させる駆動冷媒流入口(122b)、および前記気液混合部(122d)内へ前記噴射冷媒を噴射する冷媒噴射口(122c)が設けられ、

前記流入冷媒通路(121a)には、前記圧縮機(11)から吐出された冷媒を流入させる冷媒流入口(121b)、および前記気液混合部(122d)へ前記流入冷媒を流出させる冷媒流出口(121c)が設けられ、

前記冷媒噴射口(122c)は、前記噴射冷媒の噴射方向に垂直な断面が円環状に形成されており、

前記冷媒流出口(121c)は、前記冷媒噴射口(122c)の内周側に配置されてお

50

り、

前記液噴射エジェクタ(12)では、前記噴射冷媒が前記気液混合部(122d)へ噴射される際に、前記気液混合部(122d)へ流入する前記流入冷媒の外周側に噴射されることを特徴とするエジェクタ式冷凍サイクル。

【請求項6】

前記低圧側エジェクタ(21)から流出した冷媒の気液を分離する気液分離手段(22)を備え、

前記減圧手段(23)は、前記気液分離手段(22)にて分離された液相冷媒を減圧させるものであることを特徴とする請求項5に記載のエジェクタ式冷凍サイクル。

【請求項7】

前記放熱器(13)から流出した冷媒の流れを分岐する分岐部(24)を備え、

前記分岐部(24)の一方の冷媒流出口は、前記低圧側ノズル部(21a)の入口側に接続され、

前記分岐部(24)の他方の冷媒流出口は、前記減圧手段(23)の入口側に接続されていることを特徴とする請求項5に記載のエジェクタ式冷凍サイクル。

【請求項8】

前記噴射冷媒通路(122a)へ流入する冷媒は過冷却度を有する液相冷媒であり、

前記冷媒流入口(121b)へ流入する冷媒は気相冷媒であることを特徴とする請求項1ないし7のいずれか1つに記載のエジェクタ式冷凍サイクル。

【請求項9】

前記噴射冷媒通路(122a)を流通する冷媒が、前記流入通路形成部(121)の軸周りに旋回する方向の速度成分を有していることを特徴とする請求項1ないし8のいずれか1つに記載のエジェクタ式冷凍サイクル。

【請求項10】

前記液噴射エジェクタ(12)は、前記流入通路形成部(121)を変位させることによって前記冷媒噴射口(122c)の通路断面積を変化させる駆動手段(123)を有することを特徴とする請求項1ないし9のいずれか1つに記載のエジェクタ式冷凍サイクル。

【請求項11】

前記気液混合部(122d)は、軸方向が冷媒流れ方向に伸びる円柱状空間によって形成されていることを特徴とする請求項1ないし10のいずれか1つに記載のエジェクタ式冷凍サイクル。

【請求項12】

さらに、前記液噴射エジェクタ(12)の出口側から前記放熱器(13)の入口側へ至る冷媒通路の通路断面積を変化させる面積変更手段(26)を備えることを特徴とする請求項1ないし11のいずれか1つに記載のエジェクタ式冷凍サイクル。

【請求項13】

液相冷媒を減圧させて噴射する噴射冷媒通路が形成された噴射冷媒通路形成部(121)、および冷媒流入口(122b)から流入した流入冷媒と前記噴射冷媒通路から噴射された噴射冷媒とを混合させる気液混合部(122d)が形成された液噴射用ポデー部(122)を有する液噴射エジェクタ(12)と、

前記液噴射エジェクタ(12)から流出した冷媒を放熱させる放熱器(13)と、

前記放熱器(13)にて放熱した液相冷媒を前記噴射冷媒通路の流入口(121b)側へ圧送する圧送手段(15)と、

前記放熱器(13)下流側の冷媒を減圧させる減圧手段(16)と、

前記減圧手段(16)にて減圧された冷媒を蒸発させる低圧側蒸発器(17)と、

前記低圧側蒸発器(17)から流出した冷媒を吸入し、圧縮して前記冷媒流入口(122b)側へ吐出する圧縮機(11)と、

前記液噴射エジェクタ(12)の出口側から前記放熱器(13)の入口側へ至る冷媒通路の通路断面積を変化させる面積変更手段(26)と、を備えることを特徴とするエジェクタ式冷凍サイクル。

10

20

30

40

50

## 【請求項 1 4】

液相冷媒を減圧させて噴射する噴射冷媒通路が形成された噴射冷媒通路形成部（1 2 1）、および冷媒流入口（1 2 2 b）から流入した流入冷媒と前記噴射冷媒通路から噴射された噴射冷媒とを混合させる気液混合部（1 2 2 d）が形成された液噴射用ボデー部（1 2 2）を有する液噴射エジェクタ（1 2）と、

前記液噴射エジェクタ（1 2）から流出した冷媒を放熱させる放熱器（1 3）と、

前記放熱器（1 3）にて放熱した液相冷媒を前記噴射冷媒通路の流入口（1 2 1 b）側へ圧送する圧送手段（1 5）と、

前記放熱器（1 3）から流出した冷媒を減圧させる低压側ノズル部（2 1 a）から噴射される低压側噴射冷媒の吸引作用によって低压側冷媒吸引口（2 1 c）から冷媒を吸引し、前記低压側噴射冷媒と前記低压側冷媒吸引口（2 1 c）から吸引された低压側吸引冷媒との混合冷媒を昇圧させる低压側昇圧部（2 1 d）を有する低压側エジェクタ（2 1）と、

10

前記放熱器（1 3）下流側の冷媒を減圧させる減圧手段（2 3）と、

前記減圧手段（2 3）にて減圧された冷媒を蒸発させる低压側蒸発器（1 7）と、

前記低压側昇圧部（2 1 d）から流出した冷媒を吸入し、圧縮して前記冷媒流入口（1 2 2 b）側へ吐出する圧縮機（1 1）と、

前記液噴射エジェクタ（1 2）の出口側から前記放熱器（1 3）の入口側へ至る冷媒通路の通路断面積を変化させる面積変更手段（2 6）と、を備えることを特徴とするエジェクタ式冷凍サイクル。

20

## 【請求項 1 5】

前記面積変更手段（2 6）の作動を制御する面積制御手段（3 0 c）を備え、

前記面積制御手段（3 0 c）は、前記放熱器（1 3）入口側冷媒の圧力から前記圧縮機（1 1）吐出冷媒の圧力を減算した圧力差が極大値に近づくように、前記面積変更手段（2 6）の作動を制御するものであることを特徴とする請求項 1 2 ないし 1 4 のいずれか 1 つに記載のエジェクタ式冷凍サイクル。

## 【請求項 1 6】

前記圧送手段（1 5）の作動を制御する圧送能力制御手段（3 0 b）を備え、

前記圧送能力制御手段（3 0 b）は、前記圧力差が極大値に近づくように、前記圧送手段（1 5）の作動を制御するものであることを特徴とする請求項 1 5 に記載のエジェクタ式冷凍サイクル。

30

## 【請求項 1 7】

冷媒を圧縮して吐出する圧縮機（1 1）、および冷媒を放熱させる放熱器（1 3）を有する蒸気圧縮式の冷凍サイクル装置（1 0 ~ 1 0 d）に適用されて、

外部から冷媒を流入させる流入冷媒通路（1 2 1 a）が形成された流入通路形成部（1 2 1）と、

液相冷媒を減圧させて噴射する噴射冷媒通路（1 2 2 a）から噴射された噴射冷媒と前記流入冷媒通路（1 2 1 a）を介して流入した流入冷媒とを混合させる気液混合部（1 2 2 d）が形成された液噴射用ボデー部（1 2 2）と、を備え、

前記噴射冷媒通路（1 2 2 a）には、前記放熱器（1 3）にて放熱した液相冷媒を流入させる駆動冷媒流入口（1 2 2 b）、および前記気液混合部（1 2 2 d）へ冷媒を噴射する冷媒噴射口（1 2 2 c）が設けられ、

40

前記流入冷媒通路（1 2 1 a）には、前記圧縮機（1 1）から吐出された冷媒を流入させる冷媒流入口（1 2 1 b）、および前記気液混合部（1 2 2 d）へ冷媒を流出させる冷媒流出口（1 2 1 c）が設けられ、

前記冷媒噴射口（1 2 2 c）は、前記噴射冷媒の噴射方向に垂直な断面が円環状に形成されており、

前記冷媒流出口（1 2 1 c）は、前記噴射冷媒通路（1 2 2 a）の内周側に配置されており、

前記噴射冷媒が前記気液混合部（1 2 2 d）へ噴射される際に、前記気液混合部（1 2

50

2 d)へ流入する前記流入冷媒の外周側に噴射されることを特徴とする液噴射エジェクタ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液噴射エジェクタ、および液噴射エジェクタを備えるエジェクタ式冷凍サイクルに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、エジェクタを備える蒸気圧縮式の冷凍サイクル装置であるエジェクタ式冷凍サイクルが知られている。また、エジェクタ式冷凍サイクルに適用されるエジェクタとして、例えば、特許文献1には、ノズル部から噴射された気液二相状態の噴射冷媒と冷媒吸引口から吸引された気相状態の吸引冷媒とを混合させて、ディフューザ部（昇圧部）にて気液二相状態の混合冷媒を昇圧させるものが開示されている。

【0003】

このようにディフューザ部にて気液二相状態の混合冷媒を昇圧させる二相流エジェクタでは、比較的高い速度で流れる混合冷媒とディフューザ部の壁面との摩擦によって生じる壁面粘性損失等のエネルギー損失が大きくなるため、エジェクタ効率が低下してしまいやすい。なお、エジェクタ効率とは、エジェクタが回収したエネルギーを圧力エネルギーに変換する際のエネルギー変換効率である。

【0004】

これに対して、非特許文献1には、ノズル部に形成された噴射冷媒通路から音速以上に加速された液相冷媒を噴射する液噴射エジェクタ、および液噴射エジェクタを備えるエジェクタ式冷凍サイクルが開示されている。

【0005】

この非特許文献1の液噴射エジェクタでは、気液混合部にて、噴射冷媒通路から噴射された液相状態の噴射冷媒と外部から流入させた気相状態の流入冷媒とを混合させて、噴射冷媒と流入冷媒との混合冷媒の流速を亜音速となるまで低下させる。そして、混合冷媒が超音速状態から亜音速状態へ移行する際に生じる衝撃波を利用して、比較的短い距離で混合冷媒を昇圧させるとともに、混合冷媒中の気相冷媒を凝縮させている。

【0006】

これにより、非特許文献1の液噴射エジェクタでは、上述した壁面粘性損失等のエネルギー損失を抑制し、エジェクタ効率の向上を図ろうとしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特許第3690030号公報

【非特許文献1】Mark J.Bergander 他3名, Refrigeration Cycle With Ejector for Second Step Compression, International Refrigeration and Air Conditioning Conference at Purdue, (US), International Refrigeration and Air Conditioning Conference, July12-15,2010, 2211, Page 1-8, [平成26年8月1日検索], インターネット<URL: <http://docs.lib.purdue.edu/iracc/1053/>>

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、本発明者らが、実際に非特許文献1に開示された液噴射エジェクタのエジェクタ効率を確認したところ、理論的に得られるエジェクタ効率と比較して十分な効率向上効果を得られていないことが判った。その結果、エジェクタ式冷凍サイクル全体としても、十分な成績係数(COP)向上効果を得られていないことが判った。

【0009】

10

20

30

40

50

そこで、本発明者らがその原因について調査したところ、非特許文献1の液噴射エジェクタでは、混合部にて混合された混合冷媒が、液相冷媒中に気相冷媒の細かい粒が均質に混合された理想的な気液混合状態となっていないことが原因であると判った。

【0010】

その理由は、混合冷媒が理想的な混合状態になっていないと、比較的大きな粒となっている一部の気相冷媒の凝縮に遅れが生じてしまい、エネルギー損失を十分に抑制できなくなってしまうからである。

【0011】

上記点に鑑み、本発明は、液噴射エジェクタのエジェクタ効率を十分に向上可能なエジェクタ式冷凍サイクルを提供することを目的とする。

【0012】

また、本発明は、液噴射エジェクタの備えるエジェクタ式冷凍サイクルの成績係数を向上させることを別の目的とする。

【0013】

また、本発明は、液噴射エジェクタのエジェクタ効率を十分に向上させることを、さらに別の目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明は、上記目的を達成するために案出されたもので、請求項1に記載の発明では、外部から冷媒を流入させる流入冷媒通路(121a)が形成された流入通路形成部(121)、および液相冷媒を減圧させて噴射する噴射冷媒通路(122a)から噴射された噴射冷媒と流入冷媒通路(121a)から流入した流入冷媒とを混合させる気液混合部(122d)が形成された液噴射用ボデー部(122)を有する液噴射エジェクタ(12)と、液噴射エジェクタ(12)から流出した冷媒を放熱させる放熱器(13)と、放熱器(13)にて放熱した液相冷媒を圧送する圧送手段(15)と、放熱器(13)下流側の冷媒を減圧させる減圧手段(16)と、減圧手段(16)にて減圧された冷媒を蒸発させる低圧側蒸発器(17)と、低圧側蒸発器(17)から流出した冷媒を吸入し、圧縮して吐出する圧縮機(11)と、を備え、

噴射冷媒通路(122a)には、圧送手段(15)から圧送された液相冷媒を流入させる駆動冷媒流入口(122b)、および気液混合部(122d)内へ噴射冷媒を噴射する冷媒噴射口(122c)が設けられ、流入冷媒通路(121a)には、圧縮機(11)から吐出された冷媒を流入させる冷媒流入口(121b)、および気液混合部(122d)へ流入冷媒を流出させる冷媒流出口(121c)が設けられ、

冷媒噴射口(122c)は、噴射冷媒の噴射方向に垂直な断面が円環状に形成されており、冷媒流出口(121c)は、冷媒噴射口(122c)の内周側に配置されており、液噴射エジェクタ(12)では、噴射冷媒が気液混合部(122d)へ噴射される際に、気液混合部(122d)へ流入する流入冷媒の外周側に噴射されるエジェクタ式冷凍サイクルを特徴としている。

【0015】

これによれば、噴射冷媒通路(122a)の冷媒噴射口(122c)が円環状に形成され、流入通路形成部(121)の冷媒流出口(121c)が冷媒噴射口(122c)の内周側に配置されているので、冷媒流出口(121c)の水力直径を、容易に冷媒噴射口(122c)の水力直径よりも小さく設定することができる。

【0016】

従って、冷媒流出口(121c)を円環状に形成し、冷媒噴射口(122c)を冷媒流出口(121c)の内周側に配置する場合よりも、冷媒流出口(121c)から気液混合部(122d)へ流入する流入冷媒の流速を増速させることができる。そして、流入冷媒の流速を増速させることによって、気液混合部(122d)における単位時間あたりの噴射冷媒と流入冷媒との接触面積を増加させることができ、気液混合部(122d)にて噴射冷媒と流入冷媒とを混合させやすくなる。

10

20

30

40

50

## 【0017】

その結果、気液混合部(122d)にて噴射冷媒と流入冷媒との混合冷媒を理想的な気液混合状態に近づけることができ、液噴射エジェクタ(12)のエジェクタ効率を充分に向上させることができる。すなわち、本請求項に記載の発明によれば、液噴射エジェクタ(12)のエジェクタ効率を充分に向上可能なエジェクタ式冷凍サイクルを提供することができる。

## 【0018】

さらに、液噴射エジェクタ(12)のエジェクタ効率の向上によって、圧縮機(11)の吐出冷媒圧力を低下させることができるので、エジェクタ式冷凍サイクルの成績係数(COP)を向上させることができる。

10

## 【0019】

また、請求項5に記載の発明では、外部から冷媒を流入させる流入冷媒通路(121a)が形成された流入通路形成部(121)、および液相冷媒を減圧させて噴射する噴射冷媒通路(122a)から噴射された噴射冷媒と流入冷媒通路(121a)から流入した流入冷媒とを混合させる気液混合部(122d)が形成された液噴射用ボデー部(122)を有する液噴射エジェクタ(12)と、液噴射エジェクタ(12)から流出した冷媒を放熱させる放熱器(13)と、放熱器(13)にて放熱した液相冷媒を圧送する圧送手段(15)と、放熱器(13)から流出した冷媒を減圧させる低压側ノズル部(21a)から噴射される低压側噴射冷媒の吸引作用によって低压側冷媒吸引口(21c)から冷媒を吸引し、低压側噴射冷媒と低压側冷媒吸引口(21c)から吸引された低压側吸引冷媒とを混合させて昇圧させる低压側昇圧部(21d)を有する低压側エジェクタ(21)と、放熱器(13)下流側の冷媒を減圧させる減圧手段(23)と、減圧手段(23)にて減圧された冷媒を蒸発させる低压側蒸発器(17)と、低压側昇圧部(21d)から流出した冷媒を吸入し、圧縮して吐出する圧縮機(11)と、を備え、

20

噴射冷媒通路(122a)には、圧送手段(15)から圧送された液相冷媒を流入させる駆動冷媒流入口(122b)、および気液混合部(122d)内へ噴射冷媒を噴射する冷媒噴射口(122c)が設けられ、流入冷媒通路(121a)には、圧縮機(11)から吐出された冷媒を流入させる冷媒流入口(121b)、および気液混合部(122d)へ流入冷媒を流出させる冷媒流出口(121c)が設けられ、

冷媒噴射口(122c)は、噴射冷媒の噴射方向に垂直な断面が円環状に形成されており、冷媒流出口(121c)は、冷媒噴射口(122c)の内周側に配置されており、液噴射エジェクタ(12)では、噴射冷媒が気液混合部(122d)へ噴射される際に、気液混合部(122d)へ流入する流入冷媒の外周側に噴射されるエジェクタ式冷凍サイクルを特徴としている。

30

## 【0020】

これによれば、噴射冷媒通路(122a)の冷媒噴射口(122c)が円環状に形成され、流入通路形成部(121)の冷媒流出口(121c)が噴射冷媒通路(122a)の内周側に配置されるので、請求項1に記載の発明と同様に、液噴射エジェクタ(12)のエジェクタ効率を充分に向上させることができる。すなわち、本請求項に記載の発明によれば、液噴射エジェクタのエジェクタ効率を充分に向上可能なエジェクタ式冷凍サイクルを提供することができる。

40

## 【0021】

さらに、液噴射エジェクタ(12)のエジェクタ効率の向上によって、圧縮機(11)の吐出冷媒圧力を低下させることができるので、エジェクタ式冷凍サイクルのCOPを向上させることができる。

## 【0022】

これに加えて、低压側エジェクタ(21)の低压側昇圧部(21d)から流出した冷媒を圧縮機(11)へ吸入させるので、圧縮機(11)の吸入冷媒圧力を上昇させて、圧縮機(11)の消費動力を低減させることができる。従って、エジェクタ式冷凍サイクルのCOPをより一層向上させることができる。

50

## 【0023】

また、請求項13に記載の発明では、液相冷媒を減圧させて噴射する噴射冷媒通路が形成された噴射冷媒通路形成部(121)、および冷媒流入口(122b)から流入した流入冷媒と噴射冷媒通路から噴射された噴射冷媒とを混合させる気液混合部(122d)が形成された液噴射用ボデー部(122)を有する液噴射エジェクタ(12)と、液噴射エジェクタ(12)から流出した冷媒を放熱させる放熱器(13)と、放熱器(13)にて放熱した液相冷媒を噴射冷媒通路の流入口(121b)側へ圧送する圧送手段(15)と、放熱器(13)下流側の冷媒を減圧させる減圧手段(16)と、減圧手段(16)にて減圧された冷媒を蒸発させる低压側蒸発器(17)と、低压側蒸発器(17)から流出した冷媒を吸入し、圧縮して冷媒流入口(122b)側へ吐出する圧縮機(11)と、液噴射エジェクタ(12)の出口側から前記放熱器(13)の入口側へ至る冷媒通路の通路断面積を変化させる面積変更手段(26)と、を備えるエジェクタ式冷凍サイクルを特徴としている。

10

## 【0024】

これによれば、面積変更手段(26)を備えているので、後述する実施形態に説明するように、気液混合部(122d)の下流側に定在する反射波を共振(共鳴)させて、放熱器(13)入口側冷媒の圧力から圧縮機(11)吐出冷媒)の圧力を減算した圧力差を拡大することができる。その結果、液噴射エジェクタ(12)を備えるエジェクタ式冷凍サイクルのCOPを向上させることができる。

## 【0025】

また、請求項14に記載の発明では、液相冷媒を減圧させて噴射する噴射冷媒通路が形成された噴射冷媒通路形成部(121)、および冷媒流入口(122b)から流入した流入冷媒と噴射冷媒通路から噴射された噴射冷媒とを混合させる気液混合部が形成された液噴射用ボデー部(122)を有する液噴射エジェクタ(12)と、液噴射エジェクタ(12)から流出した冷媒を放熱させる放熱器(13)と、放熱器(13)にて放熱した液相冷媒を噴射冷媒通路の流入口(121b)側へ圧送する圧送手段(15)と、放熱器(13)から流出した冷媒を減圧させる低压側ノズル部(21a)から噴射される低压側噴射冷媒の吸引作用によって低压側冷媒吸引口(21c)から冷媒を吸引し、低压側噴射冷媒と低压側冷媒吸引口(21c)から吸引された低压側吸引冷媒との混合冷媒を昇圧させる低压側昇圧部(21d)を有する低压側エジェクタ(21)と、放熱器(13)下流側の冷媒を減圧させる減圧手段(23)と、減圧手段(23)にて減圧された冷媒を蒸発させる低压側蒸発器(17)と、低压側昇圧部(21d)から流出した冷媒を吸入し、圧縮して冷媒流入口(122b)側へ吐出する圧縮機(11)と、液噴射エジェクタ(12)の出口側から放熱器(13)の入口側へ至る冷媒通路の通路断面積を変化させる面積変更手段(26)と、を備えるエジェクタ式冷凍サイクルを特徴としている。

20

30

## 【0026】

これによれば、面積変更手段(26)を備えているので、請求項13に記載の発明と同様に、液噴射エジェクタ(12)を備えるエジェクタ式冷凍サイクルのCOPを向上させることができる。

## 【0027】

さらに、低压側エジェクタ(21)の低压側昇圧部(21d)から流出した冷媒を圧縮機(11)へ吸入させるので、圧縮機(11)の吸入冷媒圧力を上昇させて、圧縮機(11)の消費動力を低減させることができる。従って、液噴射エジェクタ(12)を備えるエジェクタ式冷凍サイクルのCOPをより一層向上させることができる。

40

## 【0028】

また、請求項17に記載の発明では、冷媒を圧縮して吐出する圧縮機(11)、および冷媒を放熱させる放熱器(13)を有する蒸気圧縮式の冷凍サイクル装置(10~10d)に適用されて、

外部から冷媒を流入させる流入冷媒通路(121a)が形成された流入通路形成部(121)と、液相冷媒を減圧させて噴射する噴射冷媒通路(122a)から噴射された噴射

50



冷媒と流入冷媒通路(121a)を介して流入した流入冷媒とを混合させる気液混合部(122d)が形成された液噴射用ボデー部(122)と、を備え、

噴射冷媒通路(122a)には、放熱器(13)にて放熱した液相冷媒を流入させる駆動冷媒流入口(122b)、および気液混合部(122d)へ冷媒を噴射する冷媒噴射口(122c)が設けられ、流入冷媒通路(121a)には、圧縮機(11)から吐出された冷媒を流入させる冷媒流入口(121b)、および気液混合部(122d)へ冷媒を流出させる冷媒流出口(121c)が設けられ、

冷媒噴射口(122c)は、噴射冷媒の噴射方向に垂直な断面が円環状に形成されており、冷媒流出口(121c)は、噴射冷媒通路(122a)の内周側に配置されており、噴射冷媒が気液混合部(122d)へ噴射される際に、気液混合部(122d)へ流入する流入冷媒の外周側に噴射される液噴射エジェクタを特徴としている。

10

#### 【0029】

これによれば、噴射冷媒通路(122a)の冷媒噴射口(122c)が円環状に形成され、流入通路形成部(121)の冷媒流出口(121c)が冷媒噴射口(122c)の内周側に配置されるので、冷媒流出口(121c)の水力直径を、容易に冷媒噴射口(122c)の水力直径よりも小さく設定することができる。

#### 【0030】

従って、冷媒流出口(121c)を円環状に形成し、冷媒噴射口(122c)を冷媒流入口(121b)の内周側に配置する場合よりも、冷媒流出口(121c)から気液混合部(122d)へ流入する流入冷媒の流速を増速させることができる。そして、流入冷媒の流速を増速させることによって、気液混合部(122d)における単位時間あたりの噴射冷媒と流入冷媒との接触面積を増加させることができ、気液混合部(122d)にて噴射冷媒と流入冷媒とを混合させやすくなる。

20

#### 【0031】

その結果、気液混合部(122d)にて噴射冷媒と流入冷媒との混合冷媒を理想的な気液混合状態に近づけることができ、液噴射エジェクタ(12)のエジェクタ効率を十分に向上させることができる。

#### 【0032】

なお、この欄および特許請求の範囲に記載した各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0033】

【図1】第1実施形態のエジェクタ式冷凍サイクルの全体構成図である。

【図2】第1実施形態の液噴射エジェクタの軸方向断面図である。

【図3】図2のIII-III断面図である。

【図4】第1実施形態のエジェクタ式冷凍サイクルを作動させた際の冷媒の状態の変化を示すモリエル線図である。

【図5】第1実施形態の液噴射エジェクタ内の冷媒の圧力変化および流速変化を説明するための説明図である。

【図6】第2実施形態のエジェクタ式冷凍サイクルの全体構成図である。

40

【図7】第2実施形態のエジェクタ式冷凍サイクルを作動させた際の冷媒の状態の変化を示すモリエル線図である。

【図8】第3実施形態のエジェクタ式冷凍サイクルの全体構成図である。

【図9】第3実施形態のエジェクタ式冷凍サイクルを作動させた際の冷媒の状態の変化を示すモリエル線図である。

【図10】第4実施形態のエジェクタ式冷凍サイクルの全体構成図である。

【図11】第4実施形態のエジェクタ式冷凍サイクルを作動させた際の冷媒の状態の変化を示すモリエル線図である。

【図12】第5実施形態のエジェクタ式冷凍サイクルの全体構成図である。

【図13】第5実施形態のエジェクタ式冷凍サイクルを作動させた際の冷媒の状態の変化

50

を示すモリエル線図である。

【図14】第6実施形態の液噴射エジェクタの軸方向断面図である。

【図15】第7実施形態の液噴射エジェクタの図14のXV - XV断面に対応する断面図である。

【図16】第8実施形態の液噴射エジェクタの軸方向断面図である。

【図17】図16のXVII - XVII断面図である。

【図18】第9実施形態の液噴射エジェクタの軸方向断面図である。

【図19】第10実施形態の液噴射エジェクタの軸方向断面図である。

【図20】第10実施形態の変形例の液噴射エジェクタの軸方向断面図である。

【図21】第11実施形態の距離Lを説明するための液噴射エジェクタの軸方向断面図である。

10

【図22】第11実施形態のエジェクタ式冷凍サイクルの全体構成図である。

【図23】第11実施形態のエジェクタ式冷凍サイクルを作動させた際の冷媒の状態の変化を示すモリエル線図である。

【図24】第12実施形態のエジェクタ式冷凍サイクルを作動させた際の冷媒の状態の変化を示すモリエル線図である。

【図25】第12実施形態の液噴射エジェクタ内の冷媒の圧力変化および流速変化を説明するための説明図である。

【図26】第12実施形態の変形例のエジェクタ式冷凍サイクルの全体構成図である。

【図27】第13実施形態のエジェクタ式冷凍サイクルの全体構成図である。

20

【図28】第14実施形態のエジェクタ式冷凍サイクルの全体構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0034】

(第1実施形態)

図1～図5を用いて、本発明の第1実施形態について説明する。本実施形態では、液噴射エジェクタ12を備える蒸気圧縮式の冷凍サイクル装置であるエジェクタ式冷凍サイクル10を、車両用空調装置に適用している。より具体的には、エジェクタ式冷凍サイクル10は、空調対象空間である車室内へ送風される送風空気を冷却する機能を果たす。

【0035】

また、エジェクタ式冷凍サイクル10では、冷媒としてHFC系冷媒(具体的には、R134a)を採用しており、高圧側冷媒圧力が冷媒の臨界圧力を超えない蒸気圧縮式の亜臨界冷凍サイクルを構成している。さらに、冷媒には圧縮機11を潤滑するための冷凍機油が混入されており、冷凍機油の一部は冷媒とともにサイクルを循環している。

30

【0036】

図1の全体構成図に示すエジェクタ式冷凍サイクル10において、圧縮機11は、冷媒を吸入し、圧縮して吐出するものである。より具体的には、本実施形態の圧縮機11は、1つのハウジング内に固定容量型の圧縮機構、および圧縮機構を駆動する電動モータを收容して構成された電動圧縮機である。

【0037】

この圧縮機構としては、スクロール型圧縮機構、ペーン型圧縮機構等の各種圧縮機構を採用できる。また、電動モータは、後述する制御装置から出力される制御信号によって、その作動(回転数)が制御されるもので、交流モータ、直流モータのいずれの形式を採用してもよい。圧縮機11の吐出口には、液噴射エジェクタ12の冷媒流入口121b側が接続されている。

40

【0038】

液噴射エジェクタ12は、液音速以上、あるいは液音速と同程度に加速された液相冷媒に気相冷媒を混合させ、混合冷媒の流速を亜音速となるまで低下させた際に生じる衝撃波を利用して、混合冷媒を昇圧させる昇圧手段である。さらに、液噴射エジェクタ12は、混合冷媒の流速を低下させて混合冷媒の圧力を昇圧させるので、混合冷媒の運動エネルギーを圧力エネルギーに変換するエネルギー変換手段である。

50

## 【 0 0 3 9 】

この液噴射エジェクタ 1 2 の詳細構成については、図 2、図 3 を用いて説明する。液噴射エジェクタ 1 2 は、流入通路形成部 1 2 1、および液噴射用ボデー部 1 2 2 を有して構成されている。流入通路形成部 1 2 1 は、冷媒の流れ方向に向かって徐々に先細る略円筒状の金属（例えば、ステンレス合金）等で形成されている。流入通路形成部 1 2 1 の内部には、軸方向に向かって延びる流入冷媒通路 1 2 1 a が形成されている。

## 【 0 0 4 0 】

この流入冷媒通路 1 2 1 a の冷媒流れ最上流部には、圧縮機 1 1 から吐出された冷媒（流入冷媒）を外部から流入させる冷媒流入口 1 2 1 b が設けられている。また、流入冷媒通路 1 2 1 a の冷媒流れ最下流部には、冷媒流入口 1 2 1 b から流入冷媒通路 1 2 1 a 内へ流入した流入冷媒を流出させる冷媒流出口 1 2 1 c が設けられている。

10

## 【 0 0 4 1 】

さらに、流入冷媒通路 1 2 1 a の下流側の通路断面積は、冷媒流出口 1 2 1 c へ向かって徐々に縮小している。従って、冷媒流出口 1 2 1 c における通路断面積は、流入冷媒通路 1 2 1 a のうち最も小さい最小通路断面積となる。つまり、本実施形態の流入通路形成部 1 2 1 は、先細ノズルと同様の構成になっている。このため、冷媒流出口 1 2 1 c から流出する流入冷媒の流速は、冷媒流入口 1 2 1 b から流入冷媒通路 1 2 1 a 内へ流入する流入冷媒の流速よりも増速される。

## 【 0 0 4 2 】

液噴射用ボデー部 1 2 2 は、略円筒状の金属（例えば、アルミニウム）あるいは樹脂で形成されており、内部に流入通路形成部 1 2 1 を支持固定する固定部材として機能するとともに、液噴射エジェクタ 1 2 の外殻を形成するものである。より具体的には、本実施形態の流入通路形成部 1 2 1 は、液噴射用ボデー部 1 2 2 の長手方向一端側の内部に収容されるように圧入等の手段によって固定されている。

20

## 【 0 0 4 3 】

液噴射用ボデー部 1 2 2 の筒状側面のうち、流入通路形成部 1 2 1 の外周側には、その内外を貫通して流入通路形成部 1 2 1 の冷媒流出口 1 2 1 c と連通するように設けられた駆動冷媒流入口 1 2 2 b が形成されている。この駆動冷媒流入口 1 2 2 b は、後述する液ポンプ 1 5 から圧送された液相冷媒を液噴射用ボデー部 1 2 2 の内部へ流入させる貫通穴である。

30

## 【 0 0 4 4 】

液噴射用ボデー部 1 2 2 の内周壁面と、流入通路形成部 1 2 1 の外周壁面との間には、駆動冷媒流入口 1 2 2 b から液噴射エジェクタ 1 2 の内部に流入した液相冷媒を等エントロピ的に減圧させて噴射する噴射冷媒通路 1 2 2 a が形成されている。噴射冷媒通路 1 2 2 a の冷媒流れ最下流部には、冷媒噴射口 1 2 2 c が設けられている。

## 【 0 0 4 5 】

冷媒噴射口 1 2 2 c は、図 3 に示すように、冷媒の噴射方向（流入通路形成部 1 2 1 の軸方向）に垂直な断面形状が円環状（大径の円形状から同軸上に配置された小径の円形状を除いたドーナツ形状）に形成されている。また、流入通路形成部 1 2 1 の冷媒流出口 1 2 1 c は、冷媒噴射口 1 2 2 c の内周側に配置されている。

40

## 【 0 0 4 6 】

さらに、噴射冷媒通路 1 2 2 a の下流側の通路断面積は、冷媒噴射口 1 2 2 c へ向かって徐々に縮小している。より詳細には、エジェクタ式冷凍サイクル 1 0 の通常運転時に、冷媒噴射口 1 2 2 c から噴射される液相状態の噴射冷媒が液音速以上、あるいは液音速と同程度となるように、通路断面積を縮小させている。なお、液音速とは、液相冷媒中を伝わる音の速さである。

## 【 0 0 4 7 】

液噴射用ボデー部 1 2 2 の内部には、気液混合部 1 2 2 d、および末広通路部 1 2 2 e が形成されている。

## 【 0 0 4 8 】

50

気液混合部 1 2 2 d は、冷媒噴射口 1 2 2 c から噴射された液相状態の噴射冷媒と冷媒流出口 1 2 1 c から流出した気相状態の流入冷媒とを混合させる気液混合空間である。本実施形態の気液混合部 1 2 2 d は、冷媒流れ方向に向かって通路断面積が徐々に縮小する略円錐台形状に形成されている。未広通路部 1 2 2 e は、噴射冷媒と流入冷媒との混合冷媒の通路断面積を徐々に拡大させて下流側へ流す略円錐台形状の空間である。

【 0 0 4 9 】

液噴射エジェクタ 1 2 の未広通路部 1 2 2 e の冷媒出口側には、図 1 に示すように、放熱器 1 3 の冷媒入口側が接続されている。放熱器 1 3 は、未広通路部 1 2 2 e から流出した高圧冷媒と冷却ファン 1 3 a により送風される車室外空気（外気）を熱交換させて、高圧冷媒を放熱させて冷却する放熱用熱交換器である。冷却ファン 1 3 a は、制御装置から出力される制御電圧によって回転数（送風空気量）が制御される電動式送風機である。

10

【 0 0 5 0 】

放熱器 1 3 の冷媒出口側には、受液器（レシーバ）1 4 の入口側が接続されている。受液器 1 4 は、放熱器 1 3 から流出した液相冷媒を貯めておく中空円柱形状のタンク構造のものである。また、本実施形態の受液器 1 4 には、複数（本実施形態では、2 つ）の液相冷媒流出口が設けられている。

【 0 0 5 1 】

受液器 1 4 の一方の液相冷媒流出口には、液ポンプ 1 5 の吸入口側が接続されている。液ポンプ 1 5 は、受液器 1 4 から流出した過冷却度を有する液相冷媒を、液噴射エジェクタ 1 2 の駆動冷媒流入口 1 2 2 b 側へ圧送する圧送手段である。液ポンプ 1 5 は、制御装置から出力される制御電圧によって回転数（液送冷媒圧送量）が制御される電動式の水ポンプである。

20

【 0 0 5 2 】

また、受液器 1 4 の他方の液相冷媒流出口には、膨張弁 1 6 の入口側が接続されている。膨張弁 1 6 は、放熱器 1 2 下流側の冷媒（具体的には、受液器 1 4 から流出した液相冷媒）を減圧させる減圧手段である。本実施形態の膨張弁 1 6 は、温度式膨張弁で構成されており、低压側蒸発器 1 7 出口側冷媒の過熱度が予め定めた基準過熱度に近づくように冷媒流量を調整する。

【 0 0 5 3 】

このような温度式膨張弁としては、低压側蒸発器 1 7 出口側冷媒の温度と圧力とに応じて変位する変位部材を有する感温部を備え、この変位部材の変位に応じて低压側蒸発器 1 7 出口側冷媒の過熱度が基準過熱度に近づくように機械的機構によって弁開度（冷媒流量）が調整される構成のもの等を採用することができる。

30

【 0 0 5 4 】

膨張弁 1 6 の出口側には、低压側蒸発器 1 7 の冷媒入口側が接続されている。低压側蒸発器 1 7 は、膨張弁 1 6 にて減圧された低压冷媒と、送風ファン 1 7 a から車室内へ送風される送風空気とを熱交換させることによって、低压冷媒を蒸発させて吸熱作用を発揮させる吸熱用熱交換器である。

【 0 0 5 5 】

送風ファン 1 7 a は、制御装置から出力される制御電圧によって回転数（送風空気量）が制御される電動送風機である。低压側蒸発器 1 7 の冷媒出口側には、圧縮機 1 1 の吸入口が接続されている。なお、図 1 に示された太実線矢印は、エジェクタ式冷凍サイクル 1 0 の通常運転時の冷媒の流れを示している。このことは、以下の全体構成図においても同様である。

40

【 0 0 5 6 】

次に、本実施形態の電気制御部について説明する。図示しない制御装置は、CPU、ROM、RAM 等を含む周知のマイクロコンピュータとその周辺回路から構成され、その ROM 内に記憶された制御プログラムに基づいて各種演算、処理を行い、出力側に接続された各種制御対象機器 1 1、1 3 a、1 5、1 7 a 等の作動を制御する。

【 0 0 5 7 】

50

また、制御装置には、車室内温度を検出する内気温センサ、外気温を検出する外気温センサ、車室内の日射量を検出する日射センサ、低圧側蒸発器 17 から吹き出される吹出空気温度（蒸発器温度）を検出する蒸発器温度センサ等のセンサ群が接続され、これらの空調用センサ群の検出値が入力される。

【0058】

さらに、制御装置の入力側には、図示しない操作パネルが接続され、この操作パネルに設けられた各種操作スイッチからの操作信号が制御装置へ入力される。操作パネルに設けられた各種操作スイッチとしては、空調を行うことを要求する空調作動スイッチ、車室内温度を設定する車室内温度設定スイッチ等が設けられている。

【0059】

なお、本実施形態の制御装置は、その出力側に接続された各種の制御対象機器の作動を制御する制御手段が一体に構成されたものであるが、制御装置のうち、各制御対象機器の作動を制御する構成（ハードウェアおよびソフトウェア）が各制御対象機器の制御手段を構成している。例えば、本実施形態では、圧縮機 11 の作動を制御する構成が、吐出能力制御手段を構成している。また、液ポンプ 15 の作動を制御する構成が、圧送能力制御手段を構成している。

【0060】

次に、上記構成における本実施形態の作動を図 4 のモリエル線図と図 5 の説明図を用いて説明する。なお、図 5 は、液噴射エジェクタ 12 内の各部位における冷媒の圧力および流速の変化を示す説明図である。まず、操作パネルの作動スイッチが投入（ON）されると、制御装置が圧縮機 11、冷却ファン 13 a、液ポンプ 15、送風ファン 17 a 等を作動させる。

【0061】

これにより、液ポンプ 15 が、受液器 14 の一方の液相冷媒流出口から流出した液相冷媒（図 4 の a 4 点）を吸入し、液噴射エジェクタ 12 の駆動冷媒流入口 122 b 側へ圧送する（図 4 の a 4 点 b 4 点）。駆動冷媒流入口 122 b から液噴射エジェクタ 12 の内部へ流入した液相冷媒は、噴射冷媒通路 122 a にて等エントロピ的に減圧され、冷媒噴射口 122 c から気液混合部 122 d へ噴射される（図 4 の b 4 点 c 4 点）。

【0062】

また、圧縮機 11 は、低圧側蒸発器 17 から流出した気相冷媒（図 4 の g 4 点）を吸入して、液噴射エジェクタ 12 の冷媒流入口 121 b 側へ吐出する（図 4 の g 4 点 h 4 点）。駆動冷媒流入口 122 b から液噴射エジェクタ 12 の内部へ流入した気相冷媒は、流入冷媒通路 121 a にて減圧されて、冷媒流出口 121 c から気液混合部 122 d へ流入する（図 4 の i 4 点）。

【0063】

この際、冷媒噴射口 122 c から気液混合部 122 d へ噴射される液相状態の噴射冷媒は、図 5 に示すように、液音速以上あるいは液音速と同程度となるまで加速される。さらに、この噴射冷媒は、冷媒流出口 121 c から気液混合部 122 d へ流入する流入冷媒の外周側に噴射される。

【0064】

気液混合部 122 d では、冷媒噴射口 122 c から噴射された液相状態の噴射冷媒と、冷媒流入口 121 b を介して流入した気相状態の流入冷媒が混合する（図 4 の c 4 点 d 4 点、i 4 点 d 4 点）。さらに、噴射冷媒と流入冷媒との混合冷媒は、図 5 に示すように、噴射冷媒と流入冷媒との混合が進むに伴って、流速を低下させる。そして、気液二相状態の混合冷媒の流速が二相音速 h よりも低下する。

【0065】

ここで、二相音速 h は、気相流体と液相流体が混合した気液混合状態の流体の音速であって、以下数式 F 1 で定義される。

$$h = [ P / \{ \alpha \times (1 - \alpha) \times L \} ]^{0.5} \dots (F 1)$$

なお、数式 F 1 中の  $\alpha$  はボイド率であって、単位体積あたりに含まれるボイド（気泡）

10

20

30

40

50

の容積割合を示している。より詳細には、ボイド率  $\beta$  は以下数式 F 2 で定義される。

$$\beta = x / \{ x + ( G / L ) \times ( 1 - x ) \} \dots ( F 2 )$$

また、数式 F 1、F 2 中の  $G$  は気相流体密度、 $L$  は液相流体密度、 $P$  は二相流体の圧力である。

【0066】

さらに、気液二相状態の混合冷媒の流速が、二相音速  $c$  以上（超音速状態）から二相音速  $c$  より低い値（亜音速状態）へ移行する際には、衝撃波が発生する。本実施形態の液噴射エジェクタ 12 では、この衝撃波の作用によって混合冷媒が昇圧するとともに、混合冷媒中の気相冷媒が凝縮する（図 4 の d 4 点 e 4 点）。

【0067】

そして、この凝縮により、少なくとも液噴射エジェクタ 12 の末広通路部 122 e から流出する冷媒が、液相状態あるいは極めて乾き度の低い気液二相状態となる。つまり、本実施形態の液噴射エジェクタ 12 では、末広通路部 122 e から流出する冷媒が、液相状態あるいは極めて乾き度の低い気液二相状態になるので、衝撃波が水撃作用の如く液噴射エジェクタ 12 下流側の液相冷媒に伝搬する。

【0068】

そして、エジェクタ式冷凍サイクル 10 では、この衝撃波が連続的に発生することによって、流入冷媒（すなわち、圧縮機 11 吐出冷媒）の圧力が、液噴射エジェクタ 12 下流側の液相冷媒の圧力よりも低い値となってバランスする。なお、この衝撃波は、混合冷媒中の気相冷媒が凝縮する際に生じることから、凝縮衝撃波と呼ばれることもある。

【0069】

液噴射エジェクタ 12 の末広通路部 122 e から流出した冷媒は、放熱器 13 へ流入する。放熱器 13 へ流入した液相冷媒は、冷却ファン 13 a により送風された外気と熱交換して、さらにエンタルピを低下させる（図 4 の e 4 点 a 4 点）。放熱器 13 から流出した過冷却液相冷媒は、受液器 14 に貯められる。

【0070】

受液器 14 の他方の液相冷媒流出口から流出した冷媒は、膨張弁 16 へ流入して低压冷媒となるまで減圧される（図 4 の a 4 点 f 4 点）。この際、膨張弁 16 の弁開度は、低压側蒸発器 17 出口側冷媒（図 4 の g 4 点）の過熱度が予め定めた基準過熱度に近づくように調整される。

【0071】

膨張弁 16 から流出した低压冷媒は、低压側蒸発器 17 へ流入する。低压側蒸発器 17 へ流入した冷媒は、送風ファン 17 a から送風された送風空気から吸熱して蒸発する（図 4 の f 4 点 g 4 点）。これにより、車室内へ送風される送風空気が冷却される。低压側蒸発器 17 から流出した冷媒は、圧縮機 11 へ吸入されて再び圧縮される（図 4 の g 4 点 h 4 点）。

【0072】

本実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル 10 は、以上の如く作動して、低压側蒸発器 17 にて車室内へ送風される送風空気を冷却することができる。また、本実施形態の液噴射エジェクタ 12 によれば、上述した凝縮衝撃波によって、圧縮機 11 吐出冷媒の圧力を液噴射エジェクタ 12 下流側の液相冷媒の圧力よりも低い値とすることができる。

【0073】

従って、本実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル 10 では、圧縮機 11 吐出冷媒の圧力と放熱器 12 へ流入する冷媒の圧力が略同等となる通常の冷凍サイクル装置よりも、圧縮機 11 の吐出冷媒圧力（冷媒吐出能力）を低下させることができる。その結果、サイクルの成績係数（COP）を向上させることができる。

【0074】

さらに、本実施形態の液噴射エジェクタ 12 では、噴射冷媒通路 122 a の冷媒噴射口 122 c が円環状に形成され、流入通路形成部 121 の冷媒流出口 121 c が噴射冷媒通路 122 a の内周側に配置されている。これにより、冷媒流出口 121 c の水力直径を、

10

20

30

40

50

容易に冷媒噴射口 1 2 2 c の水力直径よりも小さく設定することができる。

【 0 0 7 5 】

そして、流入通路形成部 1 2 1 として実質的にノズル（本実施形態では、先細ノズル）と同様のものを採用することができる。従って、冷媒流出口 1 2 1 c を円環状に形成し、冷媒噴射口 1 2 2 c を冷媒流出口 1 2 1 c の内周側に配置する場合よりも、冷媒流出口 1 2 1 c から気液混合部 1 2 2 d へ流入する流入冷媒の流速を増速させることができる。

【 0 0 7 6 】

このように流入冷媒の流速を増速させることによって、気液混合部 1 2 2 d における単位時間あたりの噴射冷媒と流入冷媒との接触面積を増加させることができ、気液混合部 1 2 2 d にて噴射冷媒と流入冷媒とを混合させやすくなる。従って、気液混合部 1 2 2 d にて噴射冷媒と流入冷媒との混合冷媒を、液相冷媒中に気相冷媒の細かい粒が均質に混合された理想的な気液混合状態に近づけることができる。

10

【 0 0 7 7 】

そして、理想的な気液混合状態となった混合冷媒では気相冷媒の凝縮遅れを抑制することができ、混合冷媒と気液混合部 1 2 2 d の壁面との摩擦、並びに、混合冷媒と末広通路部 1 2 2 e の壁面との摩擦によって生じる壁面粘性損失等のエネルギー損失を低減させることができる。その結果、本実施形態では、液噴射エジェクタ 1 2 のエジェクタ効率を充分に向上させることができる。

【 0 0 7 8 】

さらに、この液噴射エジェクタ 1 2 のエジェクタ効率の向上によって、液噴射エジェクタ 1 2 における冷媒の昇圧量（図 4 では、d 4 点と e 4 点との圧力差）を増加させることができるので、圧縮機 1 1 の吐出冷媒圧力（図 4 では、h 4 点の圧力）を低下させることができる。その結果、圧縮機 1 1 の消費動力を低減させて、サイクルの COP をより一層向上させることができる。

20

【 0 0 7 9 】

また、本実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 では、液噴射エジェクタ 1 2 の末広通路部 1 2 2 e の出口側に放熱器 1 2 が配置されている。従って、凝縮衝撃波によるエントロピ生成が生じても、放熱器 1 2 における放熱によって吸収することができる。このため、凝縮衝撃波によって生じたエントロピが、低圧側蒸発器 1 7 における冷媒の吸熱量に影響を及ぼすことがなく、サイクルの COP の低下させてしまうことがない。

30

【 0 0 8 0 】

（第 2 実施形態）

本実施形態では、第 1 実施形態に対して、図 6 の全体構成図に示すように、高圧側液ポンプ 1 8、高圧側蒸発器 1 9、高圧側エジェクタ 2 0 等を追加したエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 a について説明する。

【 0 0 8 1 】

より具体的には、本実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 a の受液器 1 4 には、第 1 実施形態に対して、さらに別の液相冷媒流出口が設けられている。つまり、本実施形態の受液器 1 4 には、合計 3 つの液相冷媒流出口が設けられている。そして、この別の液相冷媒流出口には、高圧側液ポンプ 1 8 の吸入口側が接続されている。

40

【 0 0 8 2 】

高圧側液ポンプ 1 8 は、受液器 1 4 から流出した液相冷媒を、高圧側蒸発器 1 9 の冷媒流入口側へ圧送する高圧側圧送手段である。高圧側液ポンプ 1 8 の基本的構成は、液ポンプ 1 5 と同様である。従って、高圧側液ポンプ 1 8 は、制御装置から出力される制御電圧によって回転数（液送冷媒圧送量）が制御される電動式の水ポンプである。

【 0 0 8 3 】

高圧側液ポンプ 1 8 の冷媒出口側には、逆止弁 1 8 a を介して、高圧側蒸発器 1 9 の冷媒流入口側が接続されている。逆止弁 1 8 a は、高圧側液ポンプ 1 8 の冷媒出口側から高圧側蒸発器 1 9 の冷媒流入口側へ冷媒が流れることのみを許容するものである。高圧側蒸発器 1 9 は、車両走行用の駆動力を出力する図示しないエンジンの冷却水を熱源として液

50

相冷媒を過熱して蒸発させる水 - 冷媒熱交換器である。

【 0 0 8 4 】

このような高圧側蒸発器 1 9 としては、冷却水通路の内部に冷媒通路を配置して冷却水と冷媒とを熱交換させる二重管構造のものや、冷媒通路として冷媒を流通させる蛇行状のチューブあるいは複数本の直線状のチューブを採用し、隣り合うチューブ間に冷却水通路を形成して冷却水と冷媒とを熱交換させる構造のもの等を採用することができる。

【 0 0 8 5 】

高圧側蒸発器 1 9 の冷媒流出口には、高圧側エジェクタ 2 0 の高圧側ノズル部 2 0 a の入口側が接続されている。高圧側エジェクタ 2 0 は、高圧側蒸発器 1 9 から流出した気相冷媒を高圧側ノズル部 2 0 a から噴射し、高速度で噴射される高圧側噴射冷媒の吸引作用によって圧縮機 1 1 吐出冷媒を吸引（輸送）してサイクル内を循環させる冷媒循環手段（冷媒輸送手段）である。

10

【 0 0 8 6 】

より具体的には、本実施形態の高圧側エジェクタ 2 0 は、高圧側ノズル部 2 0 a および高圧側ボデー部 2 0 b を有して構成されている。高圧側ノズル部 2 0 a は、冷媒の流れ方向に向かって徐々に先細る略円筒状の金属（例えば、ステンレス合金）等で形成されており、その内部に形成された冷媒通路（絞り通路）にて冷媒を等エントロピ的に減圧膨張させるものである。

【 0 0 8 7 】

さらに、本実施形態では、高圧側ノズル部 2 0 a として、エジェクタ式冷凍サイクル 1 0 の通常運転時に、冷媒噴射口から噴射される高圧側噴射冷媒の流速が音速以上となるように設定されたものが採用されている。このような高圧側ノズル部 2 0 a としては、ラバールノズル、先細ノズルのいずれを採用してもよい。

20

【 0 0 8 8 】

高圧側ボデー部 2 0 b は、略円筒状の金属（例えば、アルミニウム）あるいは樹脂で形成されており、内部に高圧側ノズル部 2 0 a を支持固定する固定部材として機能するとともに、高圧側エジェクタ 2 0 の外殻を形成するものである。より具体的には、高圧側ノズル部 2 0 a は、高圧側ボデー部 2 0 b の長手方向一端側の内部に収容されるように圧入にて固定されている。

【 0 0 8 9 】

高圧側ボデー部 2 0 b の外周面のうち、高圧側ノズル部 2 0 a の外周側に対応する部位には、その内外を貫通して高圧側ノズル部 2 0 a の冷媒噴射口と連通するように設けられた高圧側冷媒吸引口 2 0 c が形成されている。この高圧側冷媒吸引口 2 0 c は、高圧側ノズル部 2 0 a から噴射される高圧側噴射冷媒の吸引作用によって、圧縮機 1 1 から吐出された冷媒を高圧側エジェクタ 2 0 の内部へ吸引する貫通穴である。

30

【 0 0 9 0 】

さらに、高圧側ボデー部 2 0 b の内部には、高圧側冷媒吸引口 2 0 c から吸引された吸引冷媒を高圧側ノズル部 2 0 a の冷媒噴射口側へ導く吸引通路、および高圧側冷媒吸引口 2 0 c から吸引通路を介して高圧側エジェクタ 2 0 の内部へ流入した高圧側吸引冷媒と高圧側噴射冷媒とを混合させて昇圧させる高圧側昇圧部としての高圧側ディフューザ部 2 0 d が形成されている。

40

【 0 0 9 1 】

高圧側ディフューザ部 2 0 d は、吸引通路の出口に連続するように配置されて、冷媒通路面積を徐々に拡大させる空間によって形成されている。これにより、高圧側噴射冷媒と高圧側吸引冷媒とを混合させながら、その流速を減速させて高圧側噴射冷媒と高圧側吸引冷媒との混合冷媒の圧力を上昇させる機能、すなわち、混合冷媒の速度エネルギーを圧力エネルギーに変換する機能を果たす。

【 0 0 9 2 】

また、本実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 a では、高圧側エジェクタ 2 0 の高圧側ディフューザ部 2 0 d の出口側に、液噴射エジェクタ 1 2 の冷媒流入口 1 2 1 b が接

50



続されている。従って、本実施形態の液噴射エジェクタ12の冷媒流入口121bには、圧縮機11から吐出された冷媒が、高圧側エジェクタ20を介して流入する。その他のエジェクタ式冷凍サイクル10aの構成は、第1実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル10と同様である。

【0093】

次に、上記構成における本実施形態の作動を、図7のモリエル線図を用いて説明する。なお、図7のモリエル線図にて冷媒の状態を示す各符号は、第1実施形態で説明した図4のモリエル線図に対してサイクル構成上同等の箇所の冷媒の状態を示すものは、同一のアルファベットを用いて示し、添字(数字)のみ変更している。このことは、以下のモリエル線図においても同様である。

10

【0094】

本実施形態では、操作パネルの作動スイッチが投入(ON)されると、制御装置が圧縮機11の電動モータ、冷却ファン13a、液ポンプ15、送風ファン17aに加えて、高圧側液ポンプ18を作動させる。

【0095】

これにより、高圧側液ポンプ18が、受液器14の別の液相冷媒流出口から流出した液相冷媒(図7のa7点)を吸入し、高圧側蒸発器19の冷媒通路へ圧送する。高圧側蒸発器19へ流入した冷媒は、冷却水通路を流れるエンジン冷却水から吸熱して蒸発する(図7のa7点 j7点)。高圧側蒸発器19から流出した気相冷媒は、高圧側エジェクタ20の高圧側ノズル部20aへ流入する。

20

【0096】

高圧側ノズル部20aへ流入した冷媒は、等エントロピ的に減圧されて噴射される(図7のj7点 k7点)。そして、高圧側ノズル部20aから噴射された高圧側噴射冷媒の吸引作用によって、圧縮機11から吐出された冷媒が、高圧側エジェクタ20の高圧側冷媒吸引口20cから吸引される。

【0097】

さらに、高圧側ノズル部20aから噴射された高圧側噴射冷媒および高圧側冷媒吸引口20cから吸引された高圧側吸引冷媒が、高圧側ディフューザ部20dへ流入する(図7のk7点 m7点、h7点 m7点)。高圧側ディフューザ部20dでは、冷媒通路面積の拡大により、高圧側噴射冷媒と高圧側吸引冷媒との混合冷媒の速度エネルギーが圧力エネルギーに変換される。これにより、高圧側噴射冷媒と高圧側吸引冷媒との混合冷媒の圧力が上昇する(図7のm7点 n7点)。

30

【0098】

高圧側ディフューザ部20dから流出した冷媒は、液噴射エジェクタ12の冷媒流入口121bから流入冷媒通路121aへ流入する。換言すると、本実施形態の液噴射エジェクタ12の冷媒流入口121bには、圧縮機11から吐出された気相冷媒と高圧側蒸発器19から流出した気相冷媒との混合気相冷媒が流入する。その他の作動は第1実施形態と同様である。

【0099】

従って、本実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル10aを作動させると、第1実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル10と同様に、低圧側蒸発器17にて車室内へ送風される送風空気を冷却することができる。さらに、液噴射エジェクタ12のエジェクタ効率を充分に向上させて、サイクルのCOPを向上させることができる。

40

【0100】

これに加えて、本実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル10aでは、高圧側エジェクタ20を備えているので、高圧側エジェクタ20の昇圧作用によって、圧縮機11の吐出冷媒圧力(図7では、h7点の圧力)を低下させることができる。その結果、圧縮機11の消費動力を低減させて、サイクルのCOPをより一層向上させることができる。

【0101】

また、エジェクタ式冷凍サイクル10aでは、高圧側蒸発器19を備えているので、エ

50

ンジン排熱を利用して、高圧側エジェクタ20の高圧側ノズル部20aへ冷媒を流入させることができる。換言すると、エンジン排熱を利用して、液噴射エジェクタ12の冷媒流入口121bへ冷媒を流入させることができる。

【0102】

従って、圧縮機11の冷媒吐出能力（具体的には、吐出流量）を低下させることができる。その結果、サイクルのCOPをより一層向上させることができる。

【0103】

ここで、図6に示すように、高圧側エジェクタ20の具体的構成と液噴射エジェクタ12の具体的構成は、極めて類似した構成になっている。例えば、高圧側エジェクタ20の高圧側ノズル部20a、および高圧側ポデー部20bは、それぞれ液噴射エジェクタ12の流入通路形成部121、および液噴射用ポデー部122に類似した構成になっている。

10

【0104】

ところが、高圧側エジェクタ20は、高圧側ノズル部20aから噴射される気相状態の高圧側噴射冷媒と、高圧側冷媒吸引口20cから吸引された気相状態の高圧側吸引冷媒とを混合させ、高圧側ディフューザ部20dにて気相状態の混合冷媒を昇圧させる単相流エジェクタとして構成されている。このため、高圧側エジェクタ20と液噴射エジェクタ12は、互いに全く異なる作動メカニズムで冷媒を昇圧させている。

【0105】

（第3実施形態）

本実施形態では、第1実施形態に対して、図8の全体構成図に示すように、低圧側エジェクタ21、気液分離器22、固定絞り23等を追加したエジェクタ式冷凍サイクル10bについて説明する。

20

【0106】

より具体的には、エジェクタ式冷凍サイクル10bの受液器14の他方の冷媒流出口には、低圧側エジェクタ21の低圧側ノズル部21aの入口側が接続されている。低圧側エジェクタ21は、受液器14から流出した液相状態の冷媒を気液二相状態となるまで減圧して噴射し、高速度で噴射される低圧側噴射冷媒の吸引作用によって低圧側蒸発器17流出冷媒を吸引（輸送）してサイクル内を循環させる冷媒循環手段（冷媒輸送手段）である。

【0107】

この低圧側エジェクタ21の基本的構成は、高圧側エジェクタ20と同様である。つまり、本実施形態の低圧側エジェクタ21は、低圧側ノズル部21aおよび低圧側ポデー部21bを有して構成されている。

30

【0108】

低圧側ポデー部21bには、低圧側蒸発器17から流出した冷媒を吸引する低圧側冷媒吸引口21c、および低圧側ノズル部21aから噴射された低圧側噴射冷媒と低圧側冷媒吸引口21cから吸引された低圧側吸引冷媒との混合冷媒を昇圧させる低圧側昇圧部としての低圧側ディフューザ部21dが形成されている。

【0109】

低圧側ディフューザ部21dの出口側には、気液分離器22の入口側が接続されている。気液分離器22は、低圧側ディフューザ部21dから流出した冷媒の気液を分離する気液分離手段である。さらに、本実施形態では、気液分離器22として、分離された液相冷媒を殆ど蓄えることなく液相冷媒流出口から流出させるように比較的内容積の小さいものを採用している。

40

【0110】

気液分離器22の気相冷媒流出口には、圧縮機11の吸入口側が接続されている。気液分離器22の液相冷媒流出口には、減圧手段としての固定絞り23を介して、低圧側蒸発器17の冷媒入口側が接続されている。この固定絞り23としては、オリフィス、キャピラリーチューブ等を採用することができる。

【0111】

50

低圧側蒸発器 17 の冷媒出口側には、低圧側エジェクタ 21 の低圧側冷媒吸引口 21c 側が接続されている。その他のエジェクタ式冷凍サイクル 10b の構成は、第 1 実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル 10 と同様である。

【0112】

次に、上記構成における本実施形態の作動を、図 9 のモリエル線図を用いて説明する。本実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル 10b では、制御装置が圧縮機 11 の電動モータ、液ポンプ 15 等を作動させる。

【0113】

これにより、受液器 14 の他方の液相冷媒流出口から流出した冷媒が、低圧側エジェクタ 21 の低圧側ノズル部 21a へ流入する。低圧側ノズル部 21a へ流入した冷媒は、等エントロピ的に減圧されて噴射される（図 9 の a9 点 f9 点）。そして、低圧側ノズル部 21a から噴射された低圧側噴射冷媒の吸引作用によって、低圧側蒸発器 17 から流出した冷媒が、低圧側冷媒吸引口 21c から低圧側エジェクタ 21 の内部へ吸引される。

10

【0114】

さらに、低圧側ノズル部 21a から噴射された低圧側噴射冷媒および低圧側冷媒吸引口 21c から吸引された低圧側吸引冷媒が、低圧側ディフューザ部 21d へ流入する（図 9 の f9 点 o9 点、g9 点 o9 点）。低圧側ディフューザ部 21d では、冷媒通路面積の拡大により、低圧側噴射冷媒と低圧側吸引冷媒との混合冷媒の速度エネルギーが圧力エネルギーに変換される。これにより、低圧側噴射冷媒と低圧側吸引冷媒との混合冷媒の圧力が上昇する（図 9 の o9 点 p9 点）。

20

【0115】

低圧側ディフューザ部 21d から流出した冷媒は、気液分離器 22 へ流入して気液分離される（図 9 の p9 点 q9 点、p9 点 r9 点）。気液分離器 22 にて分離された液相冷媒は、固定絞リ 23 にて等エントロピ的に減圧されて、低圧側蒸発器 17 へ流入する（図 9 の r9 点 s9 点）。

【0116】

低圧側蒸発器 17 へ流入した冷媒は、送風ファン 17a から送風された送風空気から吸熱して蒸発する（図 9 の s9 点 g9 点）。これにより、車室内へ送風される送風空気が冷却される。低圧側蒸発器 17 から流出した冷媒は、低圧側冷媒吸引口 21c から吸引される。一方、気液分離器 22 にて分離された気相冷媒は、圧縮機 11 へ吸入されて再び圧縮される（図 9 の q9 点 h9 点）。その他の作動は第 1 実施形態と同様である。

30

【0117】

従って、本実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル 10b を作動させると、第 1 実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル 10 と同様に、低圧側蒸発器 17 にて車室内へ送風される送風空気を冷却することができる。さらに、液噴射エジェクタ 12 のエジェクタ効率を十分に向上させて、サイクルの COP を向上させることができる。

【0118】

これに加えて、エジェクタ式冷凍サイクル 10b では、低圧側エジェクタ 21 を備えているので、低圧側エジェクタ 21 の昇圧作用によって、圧縮機 11 の吸入冷媒圧力（図 9 では、q9 点）を上昇させることができる。その結果、圧縮機 11 の消費動力を低減させて、サイクルの COP をより一層向上させることができる。

40

【0119】

ここで、図 8 に示すように、低圧側エジェクタ 21 の具体的構成と液噴射エジェクタ 12 の具体的構成は、極めて類似した構成になっている。例えば、低圧側エジェクタ 21 の低圧側ノズル部 21a、および低圧側ポデー部 21b は、それぞれ液噴射エジェクタ 12 の流入通路形成部 121、および液噴射用ポデー部 122 に類似した構成になっている。

【0120】

ところが、低圧側エジェクタ 21 は、低圧側ノズル部 21a から噴射される気液二相状態の低圧側噴射冷媒と、低圧側冷媒吸引口 21c から吸引された気相状態の低圧側吸引冷媒とを混合させ、低圧側ディフューザ部 21d にて気液二相状態の混合冷媒を昇圧させる

50

二相流エジェクタとして構成されている。このため、低圧側エジェクタ 2 1 と液噴射エジェクタ 1 2 は、互いに全く異なる作動メカニズムで冷媒を昇圧させている。

【 0 1 2 1 】

( 第 4 実施形態 )

本実施形態では、第 1 実施形態に対して、図 1 0 の全体構成図に示すように、分岐部 2 4、低圧側エジェクタ 2 1、第 2 低圧側蒸発器 2 5 等を追加したエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 c について説明する。

【 0 1 2 2 】

より具体的には、エジェクタ式冷凍サイクル 1 0 c の受液器 1 4 の他方の冷媒流出口には、分岐部 2 4 の冷媒流入口が接続されている。分岐部 2 4 は、受液器 1 4 から流出した過冷却液相冷媒の流れを分岐する三方継手構造のものである。より具体的には、分岐部 2 4 では、3 つの冷媒流入出口のうち、1 つを冷媒流入口とし、残りの 2 つを冷媒流出口として用いている。

10

【 0 1 2 3 】

分岐部 2 4 の一方の冷媒流出口には、低圧側エジェクタ 2 1 の低圧側ノズル部 2 1 a の入口側が接続されている。また、分岐部 2 4 の他方の冷媒流出口には、固定絞り 2 3 を介して低圧側蒸発器 1 7 の冷媒入口側が接続されている。さらに、本実施形態では、低圧側エジェクタ 2 1 の低圧側ディフューザ部 2 1 d の出口側に、第 2 低圧側蒸発器 2 5 の冷媒入口側が接続されている。

【 0 1 2 4 】

第 2 低圧側蒸発器 2 5 の基本的構成は、低圧側蒸発器 1 7 と同様である。第 2 低圧側蒸発器 2 5 は、低圧側エジェクタ 2 1 の低圧側ディフューザ部 2 1 d から流出した低圧冷媒と送風ファン 2 5 a から車室内へ送風される送風空気を熱交換させることによって、低圧冷媒を蒸発させて吸熱作用を発揮させる吸熱用熱交換器である。

20

【 0 1 2 5 】

さらに、本実施形態の車両用空調装置では、低圧側蒸発器 1 7 にて車両前席側へ送風される送風空気を冷却し、第 2 低圧側蒸発器 2 5 にて車両後席側へ送風される送風空気を冷却するようにしている。つまり、本実施形態の車両用空調装置は、いわゆるデュアルエアコンとして構成されている。なお、本実施形態の以下の説明では、説明の明確化のため、低圧側蒸発器 1 7 を第 1 低圧側蒸発器 1 7 と記載する。

30

【 0 1 2 6 】

第 1 低圧側蒸発器 1 7 の冷媒出口側には、低圧側エジェクタ 2 1 の低圧側冷媒吸引口 2 1 c 側が接続されている。また、第 2 低圧側蒸発器 2 5 の冷媒出口側には、圧縮機 1 1 の冷媒吸入口側が接続されている。その他のエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 c の構成は、第 1 実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 と同様である。

【 0 1 2 7 】

次に、上記構成における本実施形態の作動を、図 1 1 のモリエル線図を用いて説明する。本実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 c では、制御装置が圧縮機 1 1 の電動モータ、液ポンプ 1 5 等を作動させる。

【 0 1 2 8 】

これにより、受液器 1 4 から流出して分岐部 2 4 にて分岐された一方の冷媒が、低圧側エジェクタ 2 1 の低圧側ノズル部 2 1 a へ流入して等エントロピ的に減圧されて噴射される(図 1 1 の a 1 1 点 f 1 1 点)。そして、低圧側ノズル部 2 1 a から噴射された低圧側噴射冷媒の吸引作用によって、第 1 低圧側蒸発器 1 7 から流出した冷媒(図 1 1 の g 1 1 点)が、低圧側冷媒吸引口 2 1 c から低圧側エジェクタ 2 1 の内部へ吸引される。

40

【 0 1 2 9 】

さらに、低圧側ノズル部 2 1 a から噴射された噴射冷媒および低圧側冷媒吸引口 2 1 c から吸引された低圧側吸引冷媒が、低圧側ディフューザ部 2 1 d にて合流して昇圧される(図 1 1 の f 1 1 点 o 1 1 点 p 1 1 点、g 1 1 点 o 1 1 点 p 1 1 点)。低圧側ディフューザ部 2 1 d から流出した冷媒は、第 2 低圧側蒸発器 2 5 へ流入する。

50

## 【0130】

第2 低圧側蒸発器2 5へ流入した冷媒は、送風ファン2 5 aによって送風された送風空気から吸熱して蒸発する(図1 1のp 1 1点 q 1 1点)。これにより、車両後席側へ送風される送風空気が冷却される。第2 低圧側蒸発器2 5から流出した冷媒は、圧縮機1 1へ吸入され再び圧縮される(図1 1のg 1 1点 h 1 1点)。

## 【0131】

また、分岐部2 4にて分岐された他方の冷媒は、固定絞り2 3にて減圧されて(図1 1のa 1 1点 s 1 1点)、第1 低圧側蒸発器1 7へ流入する。第1 低圧側蒸発器1 7へ流入した冷媒は、送風ファン1 7 aによって送風された送風空気から吸熱して蒸発する(図1 1のs 1 1点 g 1 1点)。これにより、車両前席側へ送風される送風空気が冷却される。第1 低圧側蒸発器1 7から流出した冷媒は、低圧側冷媒吸引口2 1 cから吸引される。その他の作動は第1 実施形態と同様である。

10

## 【0132】

従って、本実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル1 0 cを作動させると、車両前席側へ送風される送風空気および車両後席側へ送風される送風空気を冷却することができる。この際、車両前席側へ送風される送風空気および車両後席側へ送風される送風空気を異なる温度帯で冷却することができる。さらに、第1 実施形態と同様に、液噴射エジェクタ1 2のエジェクタ効率を十分に向上させて、サイクルのCOPを向上させることができる。

## 【0133】

これに加えて、エジェクタ式冷凍サイクル1 0 cでは、低圧側エジェクタ2 1を備えているので、第3 実施形態と同様に、低圧側エジェクタ2 1の昇圧作用によって、圧縮機1 1の吸入冷媒圧力(図1 1では、q 1 1点)を上昇させることができる。その結果、サイクルのCOPをより一層向上させることができる。

20

## 【0134】

(第5 実施形態)

本実施形態では、図1 2の全体構成図に示すエジェクタ式冷凍サイクル1 0 dについて説明する。このエジェクタ式冷凍サイクル1 0 dは、第2 実施形態で説明したエジェクタ式冷凍サイクル1 0 aに対して、第3 実施形態と同様に低圧側エジェクタ2 1、気液分離器2 2、固定絞り2 3等を追加したものである。その他のエジェクタ式冷凍サイクル1 0 dの構成は、第2 実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル1 0 aと同様である。

30

## 【0135】

次に、上記構成における本実施形態の作動を、図1 3のモリエル線図を用いて説明する。受液器1 4から高圧側液ポンプ1 8側へ流出した液相冷媒は、第2 実施形態と同様に、高圧側エジェクタ2 0の高圧側ノズル部2 0 aへ流入する。そして、高圧側冷媒吸引口2 0 cから吸引された圧縮機1 1吐出冷媒と合流し、高圧側ディフューザ部2 0 dにて昇圧される(図1 3のk 1 3点 m 1 3点 n 1 3点、h 1 3点 m 1 3点 n 1 3点)。

## 【0136】

一方、受液器1 4から低圧側エジェクタ2 1側へ流出した液相冷媒は、第3 実施形態と同様に、低圧側エジェクタ2 1の低圧側ノズル部2 1 aへ流入する。そして、低圧側冷媒吸引口2 1 cから吸引された低圧側蒸発器1 7流出冷媒と合流し、低圧側ディフューザ部2 1 dにて昇圧される(図1 3のf 1 3点 o 1 3点 p 1 3点、g 1 3点 o 1 3点 p 1 3点)。その他の作動は、第2 実施形態と同様である。

40

## 【0137】

従って、本実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル1 0 dを作動させると、第2 実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル1 0 aと同様に、低圧側蒸発器1 7にて車室内へ送風される送風空気を冷却することができる。さらに、液噴射エジェクタ1 2のエジェクタ効率を十分に向上させて、サイクルのCOPを向上させることができる。

## 【0138】

これに加えて、エジェクタ式冷凍サイクル1 0 dによれば、高圧側エジェクタ2 0を備えているので、第2 実施形態と同様に、圧縮機1 1の吐出冷媒圧力(図1 3では、h 1 3

50

点の圧力)を低下させることができる。さらに、低圧側エジェクタ21を備えているので、第3実施形態の吸入冷媒圧力(図13では、 $q_{13}$ 点の圧力)を上昇させることができる。

【0139】

従って、圧縮機11の昇圧量(消費動力)を大幅に低減させることができ、サイクルのCOPを極めて効果的に向上させることができる。

【0140】

なお、本実施形態では、第2実施形態で説明したエジェクタ式冷凍サイクル10aに対して、第3実施形態と同様に低圧側エジェクタ21等を追加した例を説明したが、エジェクタ式冷凍サイクル10aに対して、第4実施形態と同様に、分岐部24、低圧側エジェクタ21、第2低圧側蒸発器25等を追加しても、本実施形態と同様に極めて効果的にCOPを向上させることができる。

10

【0141】

(第6～第10実施形態)

第6～第10実施形態では、液噴射エジェクタ12の構成を変更した例を説明する。なお、以下の実施形態で説明する液噴射エジェクタ12は、上述の実施形態で説明したエジェクタ式冷凍サイクル10～10dのいずれにも適用することができる。

【0142】

まず、第6実施形態の液噴射エジェクタ12では、図14に示すように、流入通路形成部121として、ラバールノズルと同様の構成のものを採用している。

20

【0143】

より具体的には、第6実施形態の流入通路形成部121の流入冷媒通路121aには、通路の途中に通路断面積が最も縮小した喉部121dが形成されている。従って、流入冷媒通路121aの通路断面積は、冷媒流入口121b側から喉部121dへ向かって徐々に縮小し、喉部121dから冷媒流出口121cへ向かって徐々に拡大している。

【0144】

ここで、液噴射エジェクタ12では、圧縮機11吐出冷媒が所定の圧力条件あるいは所定のエンタルピ条件になっている際には、流入通路形成部121としてラバールノズルと同様の構成のものを採用することで、冷媒流出口121cから気液混合部122dへ流入する流入冷媒の流速を効果的に増速させることができる。

30

【0145】

従って、第6実施形態の液噴射エジェクタ12を、圧縮機11吐出冷媒が所定の圧力条件あるいは所定のエンタルピ条件となるエジェクタ式冷凍サイクル10～10dに適用することで、気液混合部122dにて噴射冷媒と流入冷媒とをより一層混合しやすくなる。その結果、混合冷媒を理想的な気液混合状態に近づけて、液噴射エジェクタ12のエジェクタ効率をより一層向上させることができる。

【0146】

次に、第7実施形態の液噴射エジェクタ12は、噴射冷媒通路122aを流通する冷媒が、流入通路形成部121の軸周りに回転する方向の速度成分を有するように構成されている。

40

【0147】

より具体的には、第7実施形態の液噴射エジェクタ12では、図15に示すように、流入通路形成部121の軸方向から見たときに、駆動冷媒流入口122bを介して噴射冷媒通路122aへ冷媒を流入させる通路が、噴射冷媒通路122aの外周側壁面の接線方向に延びている。

【0148】

従って、噴射冷媒通路122aへ流入した冷媒が、図15の太実線矢印に示すように、噴射冷媒通路122aの外周側壁面に沿って流れ、流入通路形成部121の軸周りに回転する。さらに、冷媒噴射口122cから気液混合部122dへ噴射される噴射冷媒も、流入通路形成部121の軸周りに回転する方向の速度成分を有する。

50

## 【 0 1 4 9 】

これにより、気液混合部 1 2 2 d にて噴射冷媒と流入冷媒とを混合しやすくなり、混合冷媒を理想的な気液混合状態に近づけることができる。

## 【 0 1 5 0 】

次に、第 8 実施形態の液噴射エジェクタ 1 2 は、流入冷媒通路 1 2 1 a を流通する冷媒が、流入通路形成部 1 2 1 の軸周りに旋回する方向の速度成分を有するように構成されている。

## 【 0 1 5 1 】

より具体的には、第 8 実施形態の液噴射エジェクタ 1 2 では、図 1 6 に示すように、流入通路形成部 1 2 1 の筒状側面に冷媒流入口 1 2 1 b が形成されている。そして、図 1 7 に示すように、流入通路形成部 1 2 1 の軸方向から見たときに、冷媒流入口 1 2 1 b を介して流入冷媒通路 1 2 1 a へ冷媒を流入させる通路が、流入冷媒通路 1 2 1 a の外周側壁面の接線方向に延びている。

10

## 【 0 1 5 2 】

従って、流入冷媒通路 1 2 1 a へ流入した冷媒が、図 1 7 の太実線矢印に示すように、流入冷媒通路 1 2 1 a の外周側壁面に沿って流れ、流入冷媒通路 1 2 1 a の軸周りに旋回する。さらに、冷媒流出口 1 2 1 c から気液混合部 1 2 2 d へ流入する流入冷媒も、流入通路形成部 1 2 1 の軸周りに旋回する方向の速度成分を有する。

## 【 0 1 5 3 】

これにより、気液混合部 1 2 2 d にて噴射冷媒と流入冷媒とを混合しやすくなり、混合冷媒を理想的な気液混合状態に近づけることができる。なお、第 7 実施形態のように、噴射冷媒通路 1 2 2 a を流通する冷媒を流入通路形成部 1 2 1 の軸周りに旋回させる場合は、流入冷媒通路 1 2 1 a を流通する冷媒の旋回方向と噴射冷媒通路 1 2 2 a を流通する冷媒の旋回方向とを互いに逆方向に旋回させることが望ましい。

20

## 【 0 1 5 4 】

次に、第 9 実施形態の液噴射エジェクタ 1 2 では、図 1 8 に示すように、ステッピングモータからなる電動アクチュエータ 1 2 3 を備えている。この電動アクチュエータ 1 2 3 は、流入通路形成部 1 2 1 を軸方向に変位させて、噴射冷媒通路 1 2 2 a の通路断面積を変化させる駆動手段である。さらに、電動アクチュエータ 1 2 3 は、制御装置から出力される制御パルスによって、その作動が制御される。

30

## 【 0 1 5 5 】

第 9 実施形態の液噴射エジェクタ 1 2 では、電動アクチュエータ 1 2 3 を備えているので、適用されたエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 ~ 1 0 d の負荷変動に応じて、噴射冷媒通路 1 2 2 a の通路断面積を調整することができる。従って、エジェクタ式冷凍サイクル 1 0 ~ 1 0 d の負荷変動に応じて液噴射エジェクタ 1 2 を適切に作動させることができる。

## 【 0 1 5 6 】

次に、第 1 0 実施形態の液噴射エジェクタ 1 2 では、図 1 9 に示すように、気液混合部 1 2 2 d を、軸方向が冷媒流れ方向に伸びる円柱状空間によって形成している。これによれば、気液混合部 1 2 2 d を冷媒流れ方向に向かって通路断面積が徐々に縮小する円錐台形状の空間で形成する場合よりも、混合冷媒の流速を低下させやすい。従って、混合冷媒を確実に超音速状態から亜音速状態へ移行させることができる。

40

## 【 0 1 5 7 】

つまり、第 1 0 実施形態の液噴射エジェクタ 1 2 によれば、混合冷媒に確実に凝縮衝撃波を発生させて、液噴射エジェクタ 1 2 に安定した昇圧性能を発揮させることができる。

## 【 0 1 5 8 】

さらに、第 1 0 実施形態の液噴射エジェクタ 1 2 の変形例として、図 2 0 に示すように、末広通路部 1 2 2 e を廃止してもよい。この場合は、気液混合部 1 2 2 d 内で凝縮衝撃波を発生させることができる程度に、気液混合部 1 2 2 d を形成する円柱状空間の軸方向長さを十分に確保しておくことが望ましい。

## 【 0 1 5 9 】

50

## (第11実施形態)

上述の実施形態で説明したように、液噴射エジェクタ12では、混合冷媒の流速が超音速状態から亜音速状態へ移行する際に生じる衝撃波を利用して、昇圧作用を発揮している。つまり、衝撃波を水撃作用の如く液噴射エジェクタ12下流側の冷媒に伝搬させることによって、液噴射エジェクタ12下流側冷媒（放熱器13入口側冷媒）の圧力を流入冷媒（圧縮機11吐出冷媒）の圧力よりも上昇させている。

## 【0160】

そこで、本発明者らは、液噴射エジェクタ12の更なる昇圧能力の向上を図るために、衝撃波の有するエネルギーを効果的に冷媒に伝搬させるための検討を行った。

## 【0161】

この検討によって本発明者らは以下の知見を得ている。まず、衝撃波は、液噴射エジェクタ12下流側の冷媒に伝搬する際に、凝縮した液相冷媒の液面あるいは乾き度の高い気液二相冷媒中の液滴に反射して、液面あるいは液滴側から気液混合部122d側へ進行する反射波を生じさせる。この反射波は、音速に依存する速度、および位相差を有し、低周波から高周波の成分を有している。

## 【0162】

ここで、通常の配管に生じる水撃現象では、音速で伝搬する反射波は上流側に遡り、上流端でさらに反射し、音、流量変動等を生じさせる。これに対して、液噴射エジェクタ12では、気液混合部122dへ流入した直後の混合冷媒が超音速状態となっているので、反射波は気液混合部122dの入口側から液面（あるいは液滴）までの間に定在する。つまり、反射波は、液面と気液混合部122dの入口側との間を往復動している。

## 【0163】

そして、この反射波の定在によって、液噴射エジェクタ12では、液噴射エジェクタ12下流側冷媒（放熱器13入口側冷媒）の圧力を、流入冷媒（圧縮機11吐出冷媒）の圧力よりも上昇させている。

## 【0164】

従って、図21の断面図に示すように、気液混合部122dの入口側から液面までの距離Lを、音速の半波長の整数倍と合致させることができれば、気液混合部122dの入口側から液面までの間に定在する反射波を共振（共鳴）させることができる。そして、この共振によって、衝撃波の有するエネルギーを冷媒に効果的に伝搬させ、液噴射エジェクタ12の昇圧能力の向上を図ることができると判った。

## 【0165】

さらに、本発明者らの検討によれば、液面の位置（すなわち、図21の距離L）は、液噴射エジェクタ12の末広通路部122e出口側の冷媒の圧力を調整することで、変化させることができることが判った。

## 【0166】

そこで、本実施形態では、第1実施形態で説明したエジェクタ式冷凍サイクル10に対して、図22に示すように、液噴射エジェクタ12の末広通路部122eの出口側から放熱器13の冷媒入口側へ至る冷媒通路に、面積調整弁26を追加した例を説明する。この面積調整弁26は、液噴射エジェクタ12の出口側から放熱器13の冷媒入口側へ至る冷媒通路の通路断面積を変化させる面積変更手段である。

## 【0167】

より具体的には、面積調整弁26は、冷媒通路面積を変更可能に構成された弁体、およびこの弁体を変位させる電動アクチュエータを有して構成されている。さらに、面積調整弁26は、制御装置30から出力させる制御信号によって、その作動が制御される。従って、面積調整弁26の基本的構成は、一般的な電気式の流量調整弁と同等である。

## 【0168】

ところが、本実施形態では、面積調整弁26として、通路断面積の変化量が小さい流量調整弁を採用している。このため、面積調整弁26が通路断面積を変化させても、液噴射エジェクタ12から流出して放熱器13へ流入する冷媒の流量を殆ど変化させることなく

10

20

30

40

50



、液噴射エジェクタ 1 2 の出口側冷媒の圧力を変化させることができる。

【 0 1 6 9 】

さらに、本実施形態の制御装置 3 0 には、上述のセンサ群に加えて、液噴射エジェクタ 1 2 の末広通路部 1 2 2 e 出口側の冷媒の圧力（液噴射エジェクタ出口冷媒圧力）を検出する出口側圧力センサ 3 1、液ポンプ 1 5 から圧送された液相冷媒の圧力（液噴射エジェクタ駆動冷媒圧力）を検出する駆動側圧力センサ 3 2 等が接続されている。

【 0 1 7 0 】

なお、図 2 2 では、第 1 実施形態の図 1 では図示を省略した制御装置 3 0、および制御装置 3 0 と各種制御対象機器 1 1、1 3 a、1 5、1 7 a、2 6 等との接続態様についても図示している。

【 0 1 7 1 】

また、本実施形態の制御装置 3 0 では、圧縮機 1 1 の作動を制御する構成（ハードウェアおよびソフトウェア）が、吐出能力制御手段 3 0 a を構成しており、液ポンプ 1 5 の作動を制御する構成が、圧送能力制御手段 3 0 b を構成しており、面積調整弁 2 6 の作動を制御する構成が、面積制御手段 3 0 c を構成している。その他のエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 の構成は、第 1 実施形態と同様である。

【 0 1 7 2 】

次に、上記構成における本実施形態の作動について説明する。前述の如く、反射波の共振は、図 2 1 を用いて説明した距離  $L$  と音速の半波長の整数倍とを合致させた際に生じる。従って、放熱器 1 3 入口側冷媒の圧力から流入冷媒の圧力を減算した圧力差は、距離  $L$  の変化に対して、極大値を有するように変化する。そこで、本実施形態の面積制御手段 3 0 c は、圧力差が極大値に近づくように、面積調整弁 2 6 の作動を制御する。

【 0 1 7 3 】

より具体的には、面積制御手段 3 0 c は、圧縮機 1 1 の冷媒吐出能力および液ポンプ 1 5 の圧送能力等に基づいて、予め制御装置 3 0 の記憶回路に記憶されている制御マップを参照して、液噴射エジェクタ 1 2 出口側の冷媒の目標出口側圧力を決定する。そして、フィードバック制御手法を用いて、出口側圧力センサ 3 1 の検出値が目標出口側圧力に近づくように、面積調整弁 2 6 の作動を制御している。

【 0 1 7 4 】

このような制御マップとしては、距離  $L$  が概ね音速の半波長の 1 倍となった際に実測値として得られた圧力を目標出口側圧力として記憶したものを採用することができる。その他の作動は第 1 実施形態と同様である。

【 0 1 7 5 】

従って、本実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 を作動させると、図 2 3 のモリエル線図に示すように、冷媒噴射口 1 2 2 c から噴射された液相状態の噴射冷媒と冷媒流入口 1 2 1 b を介して流入した気相状態の流入冷媒が、第 1 実施形態と同様に、気液混合部 1 2 2 d にて混合する（図 2 3 の c 2 3 点 d 2 3 点、i 2 3 点 d 2 3 点）。

【 0 1 7 6 】

そして、噴射冷媒と流入冷媒との混合冷媒の流速が、超音速状態から亜音速状態へ移行する際に、衝撃波が発生する。この衝撃波の作用によって混合冷媒が昇圧するとともに、混合冷媒中の気相冷媒が凝縮する（図 2 3 の d 2 3 点 d' 2 3 点）。

【 0 1 7 7 】

この際、本実施形態では、制御装置 3 0 の面積制御手段 3 0 c が、放熱器 1 3 入口側冷媒の圧力から流入冷媒の圧力を減算した圧力差（図 2 3 では、e 2 3 点の圧力から i 2 3 点の圧力を減算した圧力差）が極大値に近づくように面積調整弁 2 6 の作動を制御する。そして、衝撃波によって凝縮した冷媒の液面が末広通路部 1 2 2 e 内に形成される。

【 0 1 7 8 】

さらに、末広通路部 1 2 2 e 内で凝縮した冷媒の運動エネルギーは、末広通路部 1 2 2 e の通路断面積の拡大により、圧力エネルギーに変換される。これにより、末広通路部 1 2 2 e から流出する冷媒の圧力がさらに上昇する（図 2 3 の d' 2 3 点 e 2 3 点）。末広通

10

20

30

40

50

路部 1 2 2 e から流出した冷媒は、面積調整弁 2 6 を介して、放熱器 1 3 へ流入する。その他の作動は、第 1 実施形態と同様である。

【 0 1 7 9 】

従って、本実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 によれば、第 1 実施形態と同様に、低圧側蒸発器 1 7 にて車室内へ送風される送風空気を冷却することができる。さらに、液噴射エジェクタ 1 2 の昇圧作用によって、圧縮機 1 1 の吐出冷媒圧力（冷媒吐出能力）を低下させて、サイクルの COP を向上させることができる。

【 0 1 8 0 】

また、本実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 では、面積調整弁 2 6 を備えているので、末広通路部 1 2 2 e 内で凝縮した液面の位置（すなわち、図 2 1 の距離 L）を変化させることができる。さらに、放熱器 1 3 入口側冷媒の圧力から流入冷媒の圧力を減算した圧力差が極大値に近づくように、面積調整弁 2 6 の作動を制御している。

10

【 0 1 8 1 】

従って、本実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 によれば、放熱器 1 3 入口側冷媒の圧力から流入冷媒の圧力を減算した圧力差を効果的に拡大させることができ、サイクルの COP をより一層向上させることができる。

【 0 1 8 2 】

（第 1 2 実施形態）

第 1 1 実施形態では、液噴射エジェクタ 1 2 の末広通路部 1 2 2 e 内に液面を生じさせた例を説明したが、液噴射エジェクタ 1 2 では、末広通路部 1 2 2 e 内に液面が生じていなくても、昇圧作用を発揮することができる。これは、液噴射エジェクタ 1 2 では、混合冷媒の流速が超音速状態から亜音速状態へ移行する際に生じる衝撃波を利用して、昇圧作用を発揮しているからである。

20

【 0 1 8 3 】

例えば、図 2 4 のモリエル線図に示すように、冷媒が末広通路部 1 2 2 e 内で昇圧する過程（図 2 4 の d 2 4 点 e 2 4 点）で、冷媒が細破線で示す等音速線を横切るように乾き度を低下させると、液噴射エジェクタ 1 2 の末広通路部 1 2 2 e 内に液面を生じさせることなく衝撃波を発生させることができる。以下、説明の明確化のために、この衝撃波を二相流衝撃波と記載する。

【 0 1 8 4 】

この二相流衝撃波の近傍には液面が生じていないので、図 2 5 に示すように、液相冷媒と気相冷媒との速度差が縮小しにくい。従って、二相流衝撃波が生じた直後の混合冷媒の流速は、冷媒が衝撃波の直後で凝縮を開始する場合よりも緩やかに変化する。このため、二相流衝撃波は、液噴射エジェクタ 1 2 の末広通路部 1 2 2 e 内に液面を生じさせる凝縮衝撃波よりもエネルギー損失の少ない、弱い衝撃波となる。

30

【 0 1 8 5 】

また、本発明者らの検討によれば、二相流衝撃波も、第 1 1 実施形態で説明したように、乾き度の高い気液二相冷媒中の液滴に反射して反射波を生じさせる。そして、液噴射エジェクタ 1 2 内に定在する反射波を共振させることで、放熱器 1 3 入口側冷媒の圧力から流入冷媒の圧力を減算した圧力差を拡大することができることが判った。

40

【 0 1 8 6 】

さらに、本発明者らの検討によれば、弱い衝撃波である二相流衝撃波を利用して液噴射エジェクタ 1 2 に昇圧作用を発揮させる際には、液ポンプ 1 5 から吐出されて駆動冷媒流入口 1 2 2 b へ流入する液相冷媒の圧力を変化させることによって、液噴射エジェクタ 1 2 の昇圧能力が変化することが判明した。

【 0 1 8 7 】

そこで、本実施形態では、図 2 2 に示す第 1 1 実施形態と全く同様のエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 において、放熱器 1 3 入口側冷媒の圧力から流入冷媒の圧力を減算した圧力差が極大値に近づくように、面積制御手段 3 0 c が面積調整弁 2 6 の作動を制御するとともに、圧送能力制御手段 3 0 b が液ポンプ 1 5 の作動を制御している。

50

## 【 0 1 8 8 】

より具体的には、圧送能力制御手段 3 0 b は、圧縮機 1 1 の冷媒吐出能力等に基づいて、予め制御装置 3 0 の記憶回路に記憶されている制御マップを参照して、目標駆動側圧力を決定する。そして、フィードバック制御手法を用いて、駆動側圧力センサ 3 2 の検出値が目標駆動側圧力に近づくように、液ポンプ 1 5 の作動を制御している。

## 【 0 1 8 9 】

このような制御マップとしては、実際に面積調整弁 2 6 が通路断面積を変化させた際に、極大値を得ることのできた液噴射エジェクタ駆動冷媒圧力を、目標駆動側圧力として記憶したものを採用することができる。

## 【 0 1 9 0 】

さらに、面積制御手段 3 0 c は、圧縮機 1 1 の冷媒吐出能力および液ポンプ 1 5 の圧送能力に基づいて、予め制御装置 3 0 の記憶回路に記憶されている制御マップを参照して、液噴射エジェクタ 1 2 出口側の冷媒の目標出口側圧力を決定する。そして、フィードバック制御手法を用いて、出口側圧力センサ 3 1 の検出値が目標出口側圧力に近づくように、面積調整弁 2 6 の作動を制御している。その他の作動は第 1 実施形態と同様である。

## 【 0 1 9 1 】

従って、本実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 を作動させると、図 2 4 のモリエル線図に示すように、冷媒噴射口 1 2 2 c から噴射された液相状態の噴射冷媒と冷媒流入口 1 2 1 b を介して流入した気相状態の流入冷媒が、第 1 実施形態と同様に、気液混合部 1 2 2 d にて混合する（図 2 4 の c 2 4 点 d 2 4 点、i 2 4 点 d 2 4 点）。

## 【 0 1 9 2 】

気液混合部 1 2 2 d にて混合された混合冷媒は、末広通路部 1 2 2 e へ流入する。末広通路部 1 2 2 e では、通路断面積の拡大により、混合冷媒の運動エネルギーが圧力エネルギーに変換される。これにより、混合冷媒が乾き度を低下させながら圧力を上昇させる。そして、混合冷媒の流速が、超音速状態から亜音速状態へ移行する際に、二相流衝撃波が発生する。この二相流衝撃波の作用によって混合冷媒は、さらに昇圧される（図 2 4 の d 2 4 点 e 2 4 点）。

## 【 0 1 9 3 】

この際、本実施形態では、制御装置 3 0 の面積制御手段 3 0 c が、放熱器 1 3 入口側冷媒の圧力から流入冷媒の圧力を減算した圧力差（図 2 4 では、e 2 4 点の圧力から i 2 4 点の圧力を減算した圧力差）が極大値に近づくように面積調整弁 2 6 の作動を制御する。

## 【 0 1 9 4 】

末広通路部 1 2 2 e から流出した気液二相状態の混合冷媒は、面積調整弁 2 6 を介して、放熱器 1 3 へ流入する。放熱器 1 3 へ流入した液相冷媒は、冷却ファン 1 3 a により送風された外気と熱交換して凝縮し、さらにエンタルピを低下させる（図 2 4 の e 2 4 点 a 2 4 点）。放熱器 1 3 から流出した過冷却液相冷媒は、受液器 1 4 に貯められる。その他の作動は、第 1 実施形態と同様である。

## 【 0 1 9 5 】

従って、本実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 によれば、第 1 1 実施形態と同様に、放熱器 1 3 入口側冷媒の圧力から流入冷媒の圧力を減算した圧力差を効果的に拡大させることができ、エジェクタ式冷凍サイクル 1 0 の COP をより一層向上させることができる。

## 【 0 1 9 6 】

ここで、第 1 1、第 1 2 実施形態では、第 1 実施形態で説明したエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 に対して、面積変更手段（面積調整弁 2 6）を追加し、圧力差が極大値に近づくように面積調整弁 2 6 の作動を制御する例を説明したが、面積変更手段を追加可能なエジェクタ式冷凍サイクルは、これに限定されない。もちろん、面積変更手段を第 2 ~ 第 5 実施形態で説明したエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 a ~ 1 0 d に適用してもよい。

## 【 0 1 9 7 】

例えば、図 2 6 は、第 3 実施形態で説明したエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 b に面積変

10

20

30

40

50

更手段を追加した例である。これによれば、液噴射エジェクタ 1 2 の昇圧作用を拡大させることができるとともに、低压側エジェクタ 2 1 の昇圧作用によって圧縮機 1 1 吸入冷媒の圧力を上昇させることができる。従って、極めて効果的にエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 c の COP を向上させることができる。

【 0 1 9 8 】

( 第 1 3、第 1 4 実施形態 )

第 1 1、第 1 2 実施形態で説明した、面積変更手段 ( 面積調整弁 2 6 ) による COP の向上効果は、必ずしも気液混合部 1 2 2 d 内の混合冷媒が理想的な気液混合状態になっていなくても得られる。従って、液噴射エジェクタ 1 2 として、気液混合部 1 2 2 d へ圧縮機 1 1 吐出冷媒を流入させる流入冷媒通路の内周側に、気液混合部 1 2 2 d へ液ポンプ 1 5 圧送冷媒を噴射する噴射冷媒通路が配置されたものを採用してもよい。

10

【 0 1 9 9 】

そこで、第 1 3 実施形態では、図 2 7 に示すように、第 1 1 実施形態で説明したエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 のサイクル構成を変更している。具体的には、第 1 3 実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 では、圧縮機 1 1 の吐出口を液噴射エジェクタ 1 2 の冷媒流入口 1 2 2 b 側へ接続し、液ポンプ 1 5 の吐出口を液噴射エジェクタ 1 2 の噴射冷媒通路の流入口 1 2 1 b 側へ接続している。

【 0 2 0 0 】

その他の構成および作動は、第 1 1 実施形態と同様である。従って、本実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 においても、放熱器 1 3 入口側冷媒の圧力から流入冷媒の圧力を減算した圧力差が極大値に近づくように面積調整弁 2 6 の作動を制御することで、サイクルの COP を効果的に向上させることができる。

20

【 0 2 0 1 】

また、第 1 4 実施形態では、図 2 8 に示すように、第 1 2 実施形態で変形例として説明したエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 b のサイクル構成を変更している。具体的には、第 1 4 実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 b では、圧縮機 1 1 の吐出口を液噴射エジェクタ 1 2 の冷媒流入口 1 2 2 b 側へ接続し、液ポンプ 1 5 の吐出口を液噴射エジェクタ 1 2 の噴射冷媒通路の流入口 1 2 1 b 側へ接続している。

【 0 2 0 2 】

その他の構成および作動は、第 1 1 実施形態と同様である。従って、本実施形態のエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 においても、放熱器 1 3 入口側冷媒の圧力から流入冷媒の圧力を減算した圧力差が極大値に近づくように面積調整弁 2 6 の作動を制御することで、サイクルの COP を効果的に向上させることができる。

30

【 0 2 0 3 】

以上の説明から明らかなように、第 1 3、第 1 4 実施形態では、第 1、第 3 実施形態で説明した、流入冷媒通路、流入通路形成部、冷媒流入口、駆動冷媒流入口が、それぞれ噴射冷媒通路、噴射冷媒通路形成部 1 2 1、噴射冷媒通路の流入口 1 2 1 b、冷媒流入口 1 2 2 b に対応している。

【 0 2 0 4 】

( 他の実施形態 )

本発明は上述の実施形態に限定されることなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で、以下のように種々変形可能である。また、上記各実施形態に開示された手段は、実施可能な範囲で適宜組み合わせてもよい。

40

【 0 2 0 5 】

( 1 ) 上述の各実施形態では、本発明に係るエジェクタ式冷凍サイクル 1 0 ~ 1 0 d を車両用空調装置に適用した例を説明したが、エジェクタ式冷凍サイクル 1 0 ~ 1 0 d の適用はこれに限定されない。例えば、車両用の冷凍冷蔵装置に適用してもよいし、据置型空調装置、冷温保存庫等に適用してもよい。

【 0 2 0 6 】

( 2 ) エジェクタ式冷凍サイクル 1 0 ~ 1 0 d を構成する各構成機器は、上述の実施形

50

態に開示されたものに限定されない。

【0207】

上述の実施形態では、圧縮機11として、電動圧縮機を採用した例を説明したが、圧縮機11はこれに限定されない。

【0208】

例えば、圧縮機11として、プーリ、ベルト等を介して内燃機関（エンジン）から伝達された回転駆動力によって駆動されるエンジン駆動式の圧縮機を採用してもよい。この種のエンジン駆動式の圧縮機は、吐出容量の変化により冷媒吐出能力を調整できる可変容量型圧縮機であってもよいし、電磁クラッチの断続により圧縮機の稼働率を変化させて冷媒吐出能力を調整する固定容量型圧縮機であってもよい。

10

【0209】

また、上述の実施形態では、放熱器13および受液器14として、互いに別部材で構成されたものを採用した例を説明したが、放熱器13および受液器14を一体的に構成してもよい。

【0210】

また、上述の第1実施形態では、膨張弁16として温度式膨張弁を採用した例を説明したが、もちろん電気式の膨張弁を採用して同様に作動させてもよい。

【0211】

また、上述の第3実施形態では、気液分離器22として比較的内容積の小さいものを採用した例を説明したが、もちろん、サイクル内の余剰液相冷媒を蓄える貯液手段としての機能を有するものを採用してもよい。

20

【0212】

また、上述の第4実施形態では、分岐部24を採用した例を説明したが、受液器14に分岐部24を一体的に構成してもよい。より詳細には、受液器14に3つの液相冷媒流出口を設け、1つの液相冷媒流出口には5の入口側を接続し、別の液相冷媒流出口に低圧側エジェクタ21の低圧側ノズル部21aの入口側を接続し、さらに別の液相冷媒流出口に固定絞り23の入口側を接続すればよい。

【0213】

また、上述の高圧側エジェクタ20および低圧側エジェクタ21についても、第8実施形態の液噴射エジェクタ12と同様に、ノズル部20a、21a内の冷媒通路を流通する冷媒が、ノズル部20a、21aの軸方向に旋回する方向の速度成分を有するように構成されていてもよい。

30

【0214】

(3) 上述の第2実施形態では、高圧側エジェクタ20にて、高圧側蒸発器19から流出した気相冷媒と圧縮機11から吐出された気相冷媒とを合流させて、液噴射エジェクタ12の冷媒流入口121b側へ流出させているが、高圧側エジェクタ20に代えて、分岐部24と同様の三方継手構造のもので構成された合流部を採用してもよい。

【0215】

より具体的には、圧縮機11吐出冷媒の圧力が、高圧側蒸発器19から流出した気相冷媒と同程度の圧力となるように、圧縮機11の作動を制御すればよい。このことは、第5実施形態においても同様である。

40

【0216】

(4) 上述の実施形態では、冷媒としてR134aを採用した例を説明したが、冷媒はこれに限定されない。例えば、R600a、R1234yf、R410A、R404A、R32、R1234yxf、R407C等を採用することができる。または、これらの冷媒のうち複数種を混合させた混合冷媒等を採用してもよい。

【0217】

(5) 上述の第11～第14実施形態では、液噴射エジェクタ12の出口側から面積調整弁26の入口側へ至る冷媒流路の冷媒圧力（液噴射エジェクタ出口側冷媒圧力）を検出する出口側圧力センサ31を採用した例を説明したが、出口側圧力センサ31はこれに限

50

定されない。もちろん、面積調整弁 26 の出口側から放熱器 12 の入口側へ至る冷媒流路の冷媒圧力（放熱器入口側冷媒圧力）を検出するものであってもよい。

【0218】

また、上述の第 11 ~ 第 14 実施形態で説明したエジェクタ式冷凍サイクル 10 ~ 10 d に、第 6 ~ 第 10 実施形態で説明した液噴射エジェクタ 12 を適用してもよい。

【符号の説明】

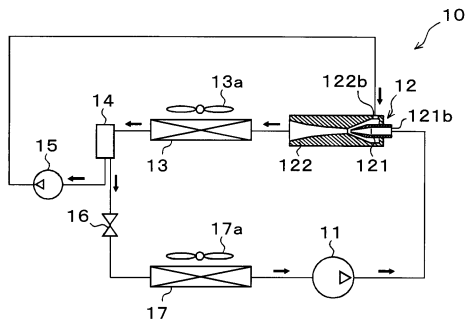
【0219】

- 10 ~ 10 d エジェクタ式冷凍サイクル
- 11 圧縮機
- 12 液噴射エジェクタ
- 13 放熱器
- 15 液ポンプ（圧送手段）
- 16 膨張弁（減圧手段）
- 17 低压側蒸発器
- 121 流入通路形成部
- 121a 流入冷媒通路
- 121c 冷媒流出口
- 122 液噴射用ボデー部
- 122a 噴射冷媒通路
- 122c 冷媒噴射口

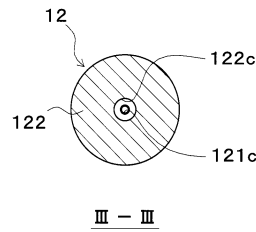
10

20

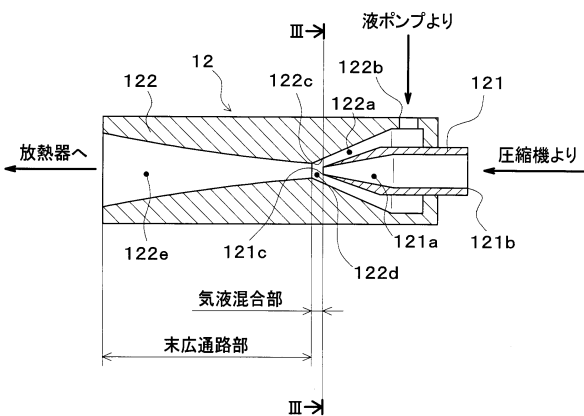
【図 1】



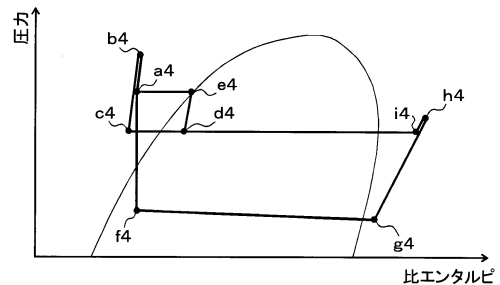
【図 3】



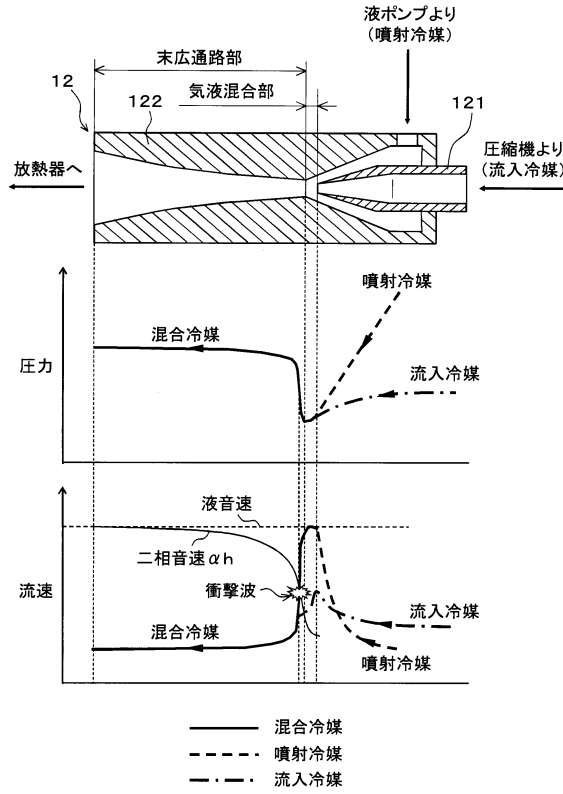
【図 2】



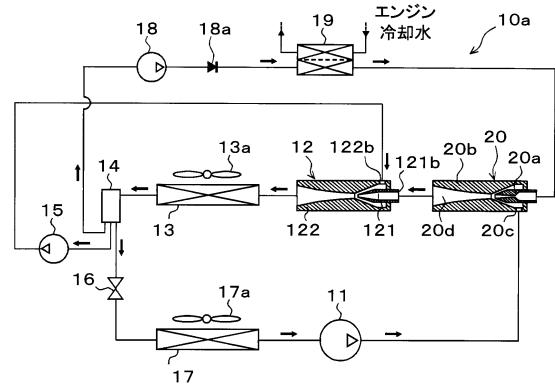
【図 4】



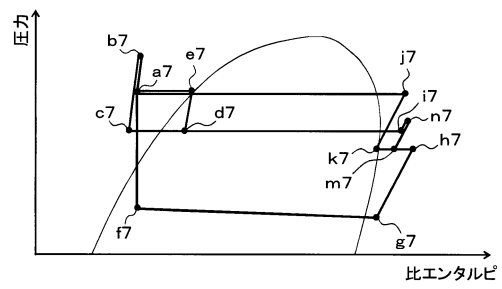
【図5】



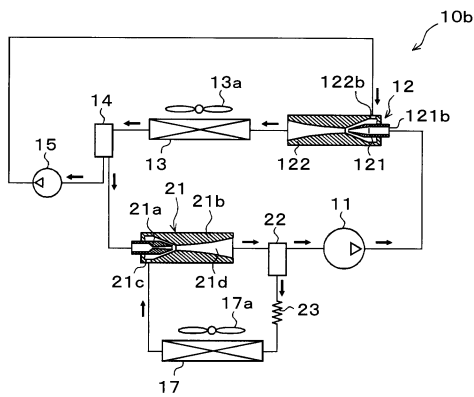
【図6】



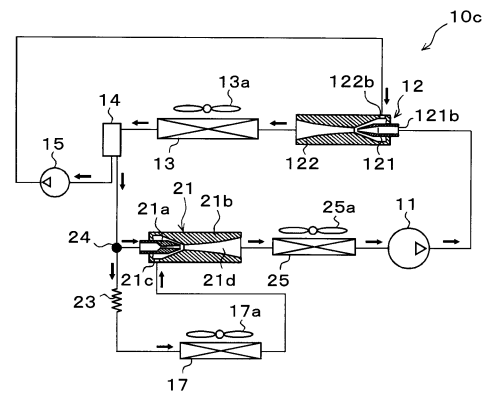
【図7】



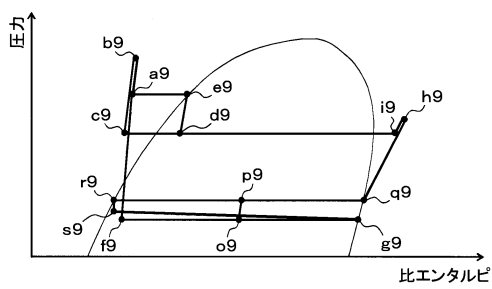
【図8】



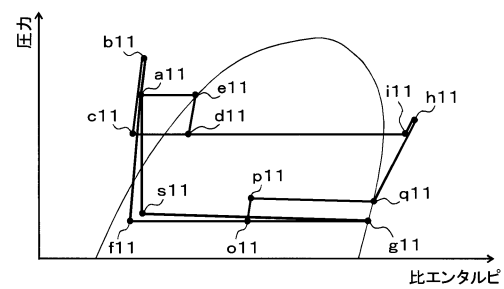
【図10】



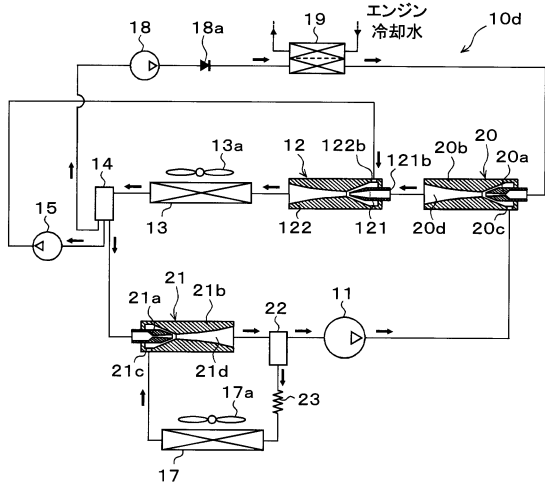
【図9】



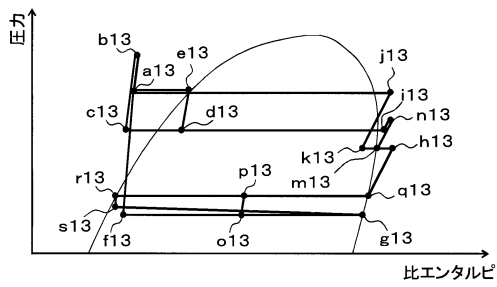
【図11】



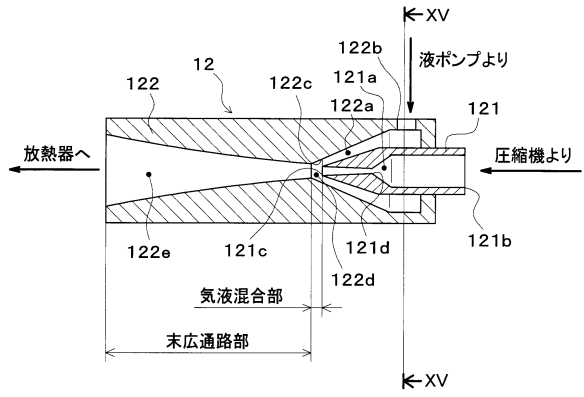
【図12】



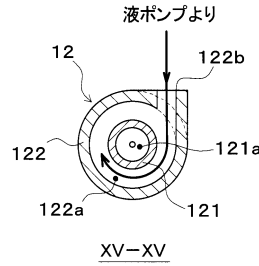
【図13】



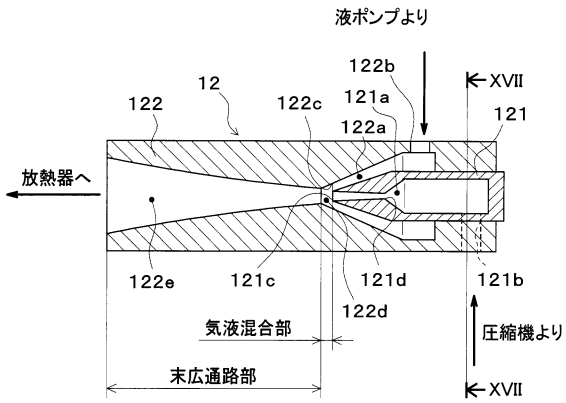
【図14】



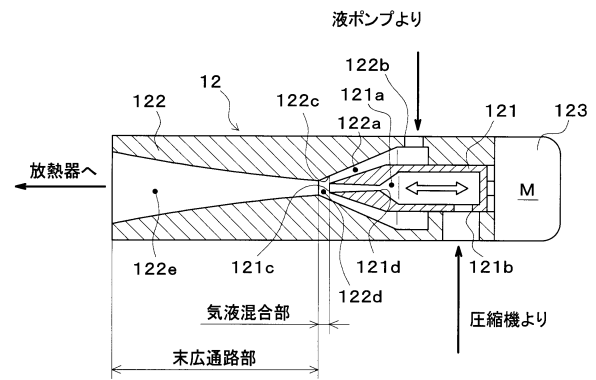
【図15】



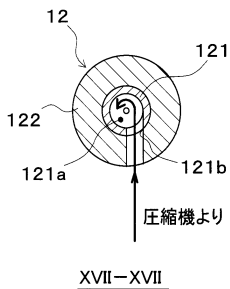
【図16】



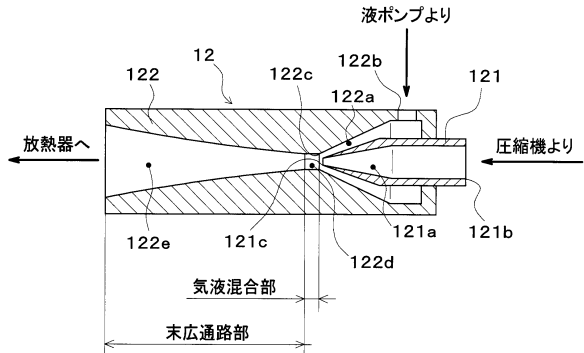
【図18】



【図17】

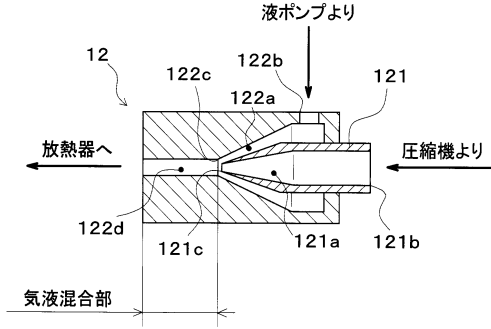


【図19】

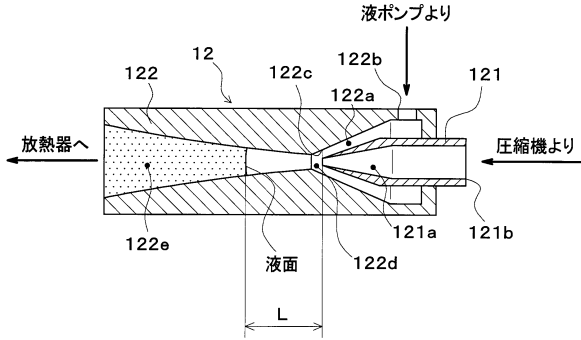




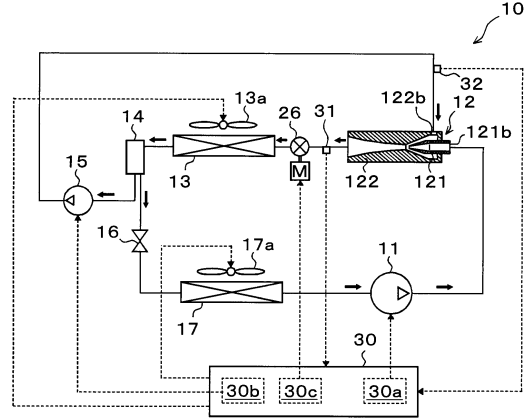
【図20】



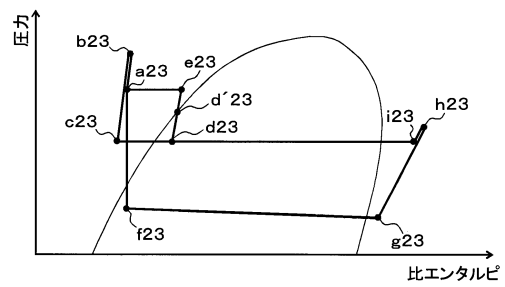
【図21】



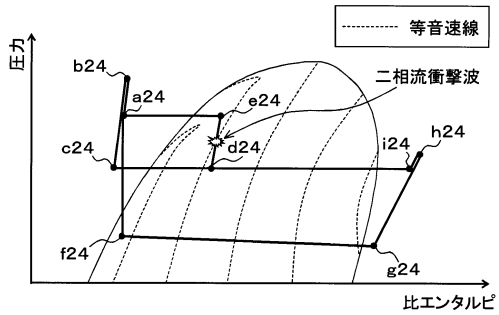
【図22】



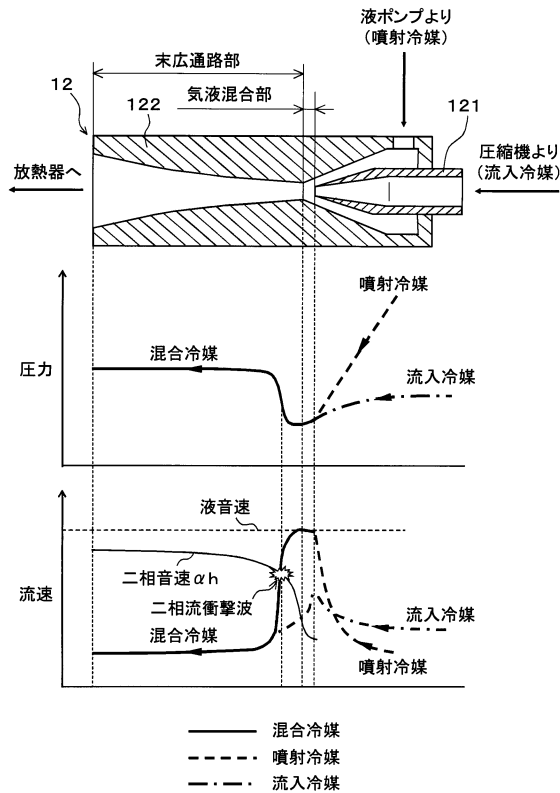
【図23】



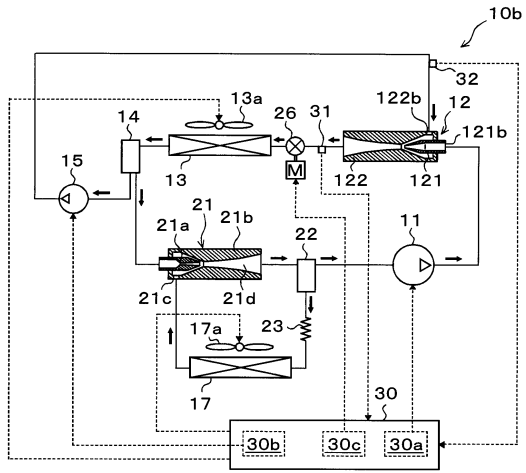
【図24】



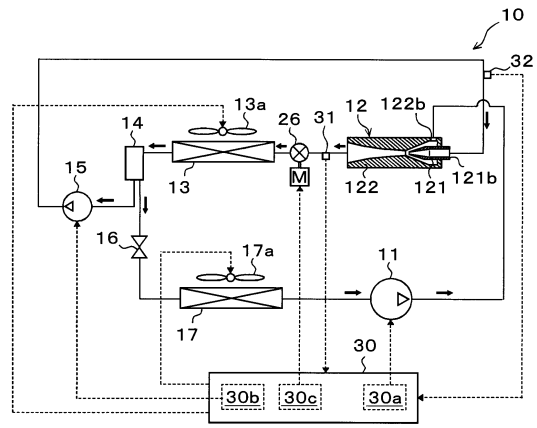
【図25】



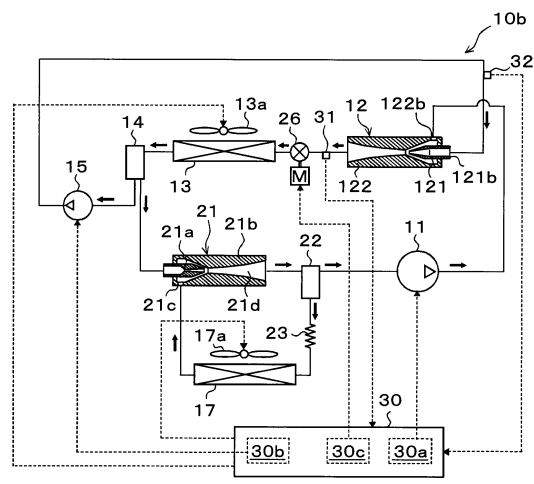
【図 26】



【図 27】



【図 28】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
<i>F 2 5 B 43/00</i>	<i>(2006.01)</i>	F 0 4 F	5/10	B
		F 0 4 F	5/44	C
		F 0 4 F	5/46	A
		F 2 5 B	43/00	B

審査官 伊藤 紀史

(56)参考文献 特表2012-533046(JP,A)  
 米国特許出願公開第2007/0101760(US,A1)  
 米国特許出願公開第2010/0313582(US,A1)  
 国際公開第2014/057656(WO,A1)  
 特開2008-209028(JP,A)  
 特開2004-301491(JP,A)  
 特開2014-016085(JP,A)  
 国際公開第2013/005270(WO,A1)  
 特開2010-002169(JP,A)  
 特開2006-233807(JP,A)  
 米国特許第3698839(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 2 5 B 1 / 0 0  
 F 0 4 F 5 / 0 0 - 5 / 5 4  
 F 2 5 B 5 / 0 0 - 5 / 0 4  
 F 2 5 B 4 3 / 0 0