

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4760843号
(P4760843)

(45) 発行日 平成23年8月31日(2011.8.31)

(24) 登録日 平成23年6月17日(2011.6.17)

(51) Int.Cl.		F I			
F 0 4 F	5/46	(2006.01)	F 0 4 F	5/46	B
F 2 5 B	1/00	(2006.01)	F 2 5 B	1/00	3 8 9 A
B 0 5 B	7/04	(2006.01)	B 0 5 B	7/04	
F 0 4 F	5/20	(2006.01)	F 0 4 F	5/20	E

請求項の数 8 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2008-64664 (P2008-64664)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成20年3月13日 (2008.3.13)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2009-221883 (P2009-221883A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成21年10月1日 (2009.10.1)	(74) 代理人	100106149
審査請求日	平成21年7月14日 (2009.7.14)		弁理士 矢作 和行
		(74) 代理人	100121991
			弁理士 野々部 泰平
		(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	西嶋 春幸
			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】 エジェクタ装置およびエジェクタ装置を用いた蒸気圧縮式冷凍サイクル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内部に円断面の流体通路(143)が形成され、前記流体通路(143)の途中で通路断面積が最も縮小した喉部(144)と、前記喉部(144)から下流側に向かうほど通路断面積が拡大する末広部(145)とを有し、前記喉部(144)に流入する気液二相の流体を減圧して前記末広部(145)下流側先端の噴出口(142)から噴出するノズル(140)、を備えるエジェクタ装置であって、

前記ノズル(140)の軸方向断面における前記末広部(145)の形状は、前記流体を等エントロピ減圧させた際に圧力-エンタルピ線図上に描かれる等エントロピ線の傾きに対応するように、流体流通方向における中間部(147)の通路壁面の第1拡がり角度(1)よりも、前記中間部(147)から前記噴出口(142)までの出口部(148)の通路壁面の第2拡がり角度(2)が大きくなっており、

前記中間部(147)は、前記第1拡がり角度(1)が一定であることを特徴とするエジェクタ装置。

【請求項2】

前記出口部(148)では、下流側に向かって前記第2拡がり角度(2)が漸次増大していることを特徴とする請求項1に記載のエジェクタ装置。

【請求項3】

前記出口部(148)では、前記第2拡がり角度(2)が一定であることを特徴とする請求項1に記載のエジェクタ装置。

【請求項 4】

前記第 1 拡がり角度 (1) が 0.75° であるときに、前記第 1 拡がり角度 (1) に対する前記噴出口 (142) における前記第 2 拡がり角度 (2) の比が 1.33 以上であることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載のエジェクタ装置。

【請求項 5】

前記末広部 (145) は、前記中間部 (147) の通路壁面の第 1 拡がり角度 (1) よりも、前記喉部 (144) から前記中間部 (147) までの導入部 (146) の通路壁面の第 3 拡がり角度 (in) が大きくなっていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載のエジェクタ装置。

【請求項 6】

前記導入部 (146) では、下流側に向かって前記第 3 拡がり角度 (in) が漸次減少していることを特徴とする請求項 5 に記載のエジェクタ装置。

【請求項 7】

前記導入部 (146) では、前記第 3 拡がり角度 (in) が一定であることを特徴とする請求項 5 に記載のエジェクタ装置。

【請求項 8】

請求項 1 ないし請求項 7 のいずれかに記載のエジェクタ装置を用いた蒸気圧縮式の冷凍サイクルであって、

前記流体は冷媒であり、

前記エジェクタ装置 (14) は、前記ノズル (140) で気液二相状態の冷媒を減圧膨張させ、前記ノズル (140) で減圧膨張されて噴射される高速度冷媒流により冷媒が内部に吸引される冷媒吸引口 (14b) と、前記高速度冷媒流と前記冷媒吸引口 (14b) からの吸引冷媒とを混合し、混合した冷媒流の速度エネルギーを圧力エネルギーに変換する昇圧部 (14c、14d) とを有し、

前記エジェクタ装置 (14) から導出された冷媒もしくは前記冷媒吸引口 (14b) に吸引される冷媒の少なくともいずれかを蒸発させる蒸発器 (15、18) と、

前記蒸発器 (15、18) で蒸発した冷媒を吸入圧縮して吐出する圧縮機 (11) と、

前記圧縮機 (11) から吐出された冷媒から放熱して冷却する放熱用熱交換器 (12) と、

前記圧縮機 (11)、前記放熱用熱交換器 (12)、前記エジェクタ装置 (14)、および前記蒸発器 (15、18) を接続して、前記放熱用熱交換器 (12) の下流側の冷媒を前記ノズル (140) に導入するとともに、前記圧縮機 (11) が吐出した後再び吸入する前の冷媒の一部を前記冷媒吸引口 (14b) に導く冷媒配管 (16、20) と、を備えることを特徴とするエジェクタ装置を用いた蒸気圧縮式冷凍サイクル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、流体を噴出させるノズルを備えたエジェクタ装置およびエジェクタ装置を用いた蒸気圧縮式冷凍サイクルに関する。

【背景技術】

【0002】

従来技術として、例えば下記特許文献 1 に開示されたエジェクタ装置がある。このエジェクタ装置では、ノズル本体の噴出口の上流側に 2 つの絞り部を設け、喉部となる下流側の絞り部から噴出口に向かって末広形状をなす流体通路に冷媒を減圧して導入して、冷媒の圧力エネルギーを速度エネルギーに変換している。そして、圧力エネルギーを速度エネルギーに変換するノズル効率の向上を目的として、流体通路の上流側部の通路壁面の拡がり角度よりも下流側部の通路壁面の拡がり角度を小さくし、通路壁面からの冷媒の剥離および渦流の発生を抑制している。

【特許文献 1】特開平 11 - 37577 号公報

【発明の開示】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、上記従来技術のエジェクタ装置では、喉部に導入される流体が気液二相状態である場合には、安定してノズル効率を向上させることが困難であるという問題がある。

【0004】

本発明者らは、この問題点に関して鋭意検討を行い、喉部に導入される流体が気液二相状態である場合には、喉部より下流側の末広部の形状を流体の剥離や渦流の発生のみに着目して決定せずに、減圧に伴うガス発生量に対応した形状とすれば、ノズル効率を安定的に向上することが可能であることを見出した。

【0005】

本発明は、上記点に鑑みてなされたものであり、気液二相状態の流体を減圧する際にノズル効率を安定して向上させることが可能なノズルを備えるエジェクタ装置およびこのエジェクタ装置を用いた蒸気圧縮式冷凍サイクルを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、

内部に円断面の流体通路(143)が形成され、流体通路(143)の途中で通路断面積が最も縮小した喉部(144)と、喉部(144)から下流側に向かうほど通路断面積が拡大する末広部(145)とを有し、喉部(144)に流入する気液二相の流体を減圧して末広部(145)下流側先端の噴出口(142)から噴出するノズル(140)、を備えるエジェクタ装置であって、

ノズル(140)の軸方向断面における末広部(145)の形状は、流体を等エントロピ減圧させた際に圧力-エンタルピ線図上に描かれる等エントロピ線の傾きに対応するように、流体流通方向における中間部(147)の通路壁面の第1拡がり角度(1)よりも、中間部(147)から噴出口(142)までの出口部(148)の通路壁面の第2拡がり角度(2)が大きくなっており、中間部(147)は、通路壁面の第1拡がり角度(1)が一定であることを特徴としている。

【0007】

気液二相状態で喉部(144)に流入した流体が末広部(145)で減圧される際には、減圧に伴って特に出口部(148)で流体中のガス量が大きく増大する。この増大するガス量に対応するように、出口部(148)の第2拡がり角度(2)を上流側の中間部(147)の第1拡がり角度(2)よりも大きくして、中間部(147)よりも出口部(148)の通路断面積の拡大率を大きくすることができる。したがって、末広部(145)内で流体を加速し易くなり、ノズル効率を安定して向上することができる。

【0008】

また、請求項2に記載の発明では、末広部(145)の出口部(148)では、下流側に向かって第2拡がり角度(2)が漸次増大していることを特徴としている。

【0009】

これによると、出口部(148)を流体流通方向において滑らかな曲面とすることができる。したがって、流体をスムーズに流通して加速することができ、ノズル効率をより安定して向上することができる。

【0010】

また、請求項3に記載の発明では、末広部(145)の出口部(148)では、第2拡がり角度(2)が一定であることを特徴としている。

【0011】

これによると、出口部(148)を形成するための加工や検査等が容易であり、エジェクタ装置の製造を容易に行うことができる。

【0012】

また、請求項4に記載の発明のように、中間部(147)の第1拡がり角度(1)が

10

20

30

40

50

0.75°であるときに、中間部(147)の第1拡がり角度(1)に対する出口部噴出口(142)における第2拡がり角度(2)の比を1.33以上とすることにより、確実に流体を加速し易くなり、ノズル効率を確実に安定して向上することができる。

【0013】

また、請求項5に記載の発明では、末広部(145)は、中間部(147)の通路壁面の第1拡がり角度(1)よりも、喉部(144)から中間部(147)までの導入部(146)の通路壁面の第3拡がり角度(in)が大きくなっていることを特徴としている。

【0014】

気液二相状態で喉部(144)に流入した流体が末広部(145)で減圧される際には、喉部(144)を通過した直後に減圧に伴って流体中のガス量が増大する。この喉部(144)直後で増大するガス量に対応するように、導入部(146)の第3拡がり角度(in)を下流側の中間部(147)の第1拡がり角度(1)よりも大きくして、中間部(147)よりも導入部(146)の通路断面積の拡大率を大きくすることができる。したがって、末広部(145)内で一層流体を加速し易くなり、ノズル効率をより一層安定して向上することができる。

【0015】

また、請求項6に記載の発明では、末広部(145)の導入部(146)では、下流側に向かって第3拡がり角度(in)が漸次減少していることを特徴としている。

【0016】

これによると、導入部(146)を流体流通方向において滑らかな曲面とすることができる。したがって、流体をスムーズに流通して加速することができ、ノズル効率をより安定して向上することができる。

【0017】

また、請求項7に記載の発明では、末広部(145)の導入部(146)では、第3拡がり角度(in)が一定であることを特徴としている。

【0018】

これによると、導入部(146)を形成するための加工や検査等が容易であり、エジェクタ装置の製造を容易に行うことができる。

【0031】

また、請求項8に記載の発明では、請求項1ないし請求項7のいずれかに記載のエジェクタ装置を用いた蒸気圧縮式の冷凍サイクルであって、

流体は冷媒であり、

エジェクタ装置(14)は、ノズル(140)で気液二相状態の冷媒を減圧膨張させ、ノズル(140)で減圧膨張されて噴射される高速度冷媒流により冷媒が内部に吸引される冷媒吸引口(14b)と、ノズル(140)から噴射される高速度冷媒流と冷媒吸引口(14b)からの吸引冷媒とを混合し、混合した冷媒流の速度エネルギーを圧力エネルギーに変換する昇圧部(14c、14d)とを有し、

エジェクタ装置(14)から導出された冷媒もしくは冷媒吸引口(14b)に吸引される冷媒の少なくともいずれかを蒸発させる蒸発器(15、18)と、

蒸発器(15、18)で蒸発した冷媒を吸入圧縮して吐出する圧縮機(11)と、

圧縮機(11)から吐出された冷媒から放熱して冷却する放熱用熱交換器(12)と、

圧縮機(11)、放熱用熱交換器(12)、エジェクタ装置(14)、および蒸発器(15、18)を接続して、放熱用熱交換器(12)の下流側の冷媒をエジェクタ装置(14)のノズル(140)に導入するとともに、圧縮機(11)が吐出した後再び吸入される前の冷媒の一部をエジェクタ装置(14)の冷媒吸引口(14b)に導く冷媒配管(16、20)と、を備えることを特徴としている。

【0032】

これによると、エジェクタ装置(14)のノズル(140)のノズル効率を向上してエ

10

20

30

40

50

ジェクタ効率を向上させ、冷凍サイクルの成績係数を向上することが可能である。

【0033】

なお、上記各手段に付した括弧内の符号は、後述する実施形態記載の具体的手段との対応関係を示す一例である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

以下、本発明を適用した実施の形態を図に基づいて説明する。

【0035】

(第1の実施形態)

図1は、本発明を適用した第1の実施形態におけるエジェクタ装置であるエジェクタ14の概略構造を示す断面図であり、図2は、エジェクタ14のノズル140の構成を示す断面図である。また、図3は、エジェクタ14を用いた蒸気圧縮式の冷凍サイクル10の概略構成を示す模式図である。

10

【0036】

図3に示す冷凍サイクル10は、本例では車両用冷凍サイクル装置に適用したものであって、冷媒としてHFC134aを用い高圧圧力が臨界圧力を超えない冷媒を用いるものとする。

【0037】

本実施形態の冷凍サイクル10において、冷媒を吸入圧縮する圧縮機11は、電磁クラッチ11a、ベルト(図示略)等を介して車両走行用エンジン(図示略)により回転駆動される。

20

【0038】

この圧縮機11としては、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、あるいは電磁クラッチ11aの断続により圧縮機作動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のいずれを使用してもよい。また、圧縮機11として電動圧縮機を使用すれば、電動モータの回転数調整により冷媒吐出能力を調整できる。

【0039】

この圧縮機11の冷媒吐出側には凝縮器12(放熱用熱交換器に相当)が配置されている。凝縮器12は圧縮機11から吐出された高圧冷媒と冷却ファン(図示略)により送風される外気(車室外空気)との間で熱交換を行って高圧冷媒を冷却する。

30

【0040】

凝縮器12の出口側には、受液器12aが設けられている。この受液器12aは縦長のタンク形状のものであり、冷媒の気液を分離してサイクル内の余剰液冷媒を溜める気液分離器を構成する。受液器12aは、タンク形状内部の下部側から液冷媒を導出するようになっている。なお、受液器12aは本例では凝縮器12と一体的に設けられている。

【0041】

受液器12aの出口側には、温度式膨張弁13(感温式膨張弁)が配置されている。この温度式膨張弁13は受液器12aからの液冷媒を減圧する減圧手段であって、圧縮機11の吸入側通路に配置された感温部(図示略)を有している。

【0042】

温度式膨張弁13は、圧縮機11の吸入側冷媒(後述の蒸発器出口側冷媒)の温度と圧力とに基づいて圧縮機吸入側冷媒の過熱度を検出し、圧縮機吸入側冷媒の過熱度が予め設定された所定値となるように弁開度(冷媒流量)を調整するものである。

40

【0043】

温度式膨張弁13に代わる減圧手段として、電動可変式の膨張弁や絞り固定式の膨張弁を採用するものであってもよい。

【0044】

温度式膨張弁13の出口側には、エジェクタ14が配置されている。このエジェクタ14は冷媒を減圧する減圧手段であるとともに、高速で噴出する冷媒流の吸引作用(巻き込み作用)によって冷媒の循環を行う冷媒循環手段(運動量輸送式ポンプ)でもある。

50

【 0 0 4 5 】

図 1 にも示すように、エジェクタ 1 4 には、温度式膨張弁 1 3 を通過後の冷媒（中間圧冷媒）の通路面積を小さく絞って、冷媒をさらに減圧膨張させるノズル 1 4 0 と、ノズル 1 4 0 の冷媒噴出口と同一空間に配置され、後述する第 2 蒸発器 1 8 からの気相冷媒を吸引する冷媒吸引口 1 4 b が備えられている。

【 0 0 4 6 】

さらに、ノズル 1 4 0 および冷媒吸引口 1 4 b の冷媒流れ下流側部位には、ノズル 1 4 0 からの高速度の冷媒流と冷媒吸引口 1 4 b の吸引冷媒とを混合する混合部 1 4 c が設けられている。そして、混合部 1 4 c の冷媒流れ下流側に昇圧部をなすディフューザ部 1 4 d が配置されている。このディフューザ部 1 4 d は冷媒の通路面積を徐々に大きくする形状に形成されており、冷媒流れを減速して冷媒圧力を上昇させる作用、つまり、冷媒の速度エネルギーを圧力エネルギーに変換する作用を果たす。

10

【 0 0 4 7 】

なお、本実施形態のエジェクタ 1 4 では、混合部 1 4 c も冷媒の通路面積を徐々に大きくする形状に形成されており、混合部 1 4 c とディフューザ部 1 4 d とからなる構成が本実施形態のエジェクタ 1 4 における昇圧部に相当する。

【 0 0 4 8 】

エジェクタ 1 4 のディフューザ部 1 4 d の出口側には、第 1 蒸発器 1 5 が接続され、この第 1 蒸発器 1 5 の出口側は圧縮機 1 1 の吸入側に接続されている。

【 0 0 4 9 】

一方、圧縮機 1 1、凝縮器 1 2、温度式膨張弁 1 3、エジェクタ 1 4、第 1 蒸発器 1 5 を環状に接続する冷媒循環配管 2 0 のエジェクタ 1 4 の入口側（温度式膨張弁 1 3 の出口側とエジェクタ 1 4 の入口側との間の中間部位 = 分岐点 Z）から冷媒分岐配管 1 6 が分岐され、この冷媒分岐配管 1 6 の下流側はエジェクタ 1 4 の冷媒吸引口 1 4 b に接続されている。

20

【 0 0 5 0 】

この冷媒分岐配管 1 6 には、絞り機構 1 7 が配置され、この絞り機構 1 7 よりも冷媒流れ下流側には第 2 蒸発器 1 8 が配置されている。本例の絞り機構 1 7 には、固定絞りタイプが採用されているが、絞り量可変タイプを採用することも可能である。冷媒循環配管 2 0 および冷媒分岐配管 1 6 が本実施形態における冷媒配管に相当する。

30

【 0 0 5 1 】

さらに、本実施形態の冷凍サイクル 1 0 は、蒸発器 1 5 の上流側に配置される電動送風機 1 9 を備え、この電動送風機 1 9 により空気を矢印の方向（図 1 において上から下）へ送風し、この送風空気を 2 つの蒸発器 1 5、1 8 で冷却するようになっている。

【 0 0 5 2 】

2 つの蒸発器 1 5、1 8 で冷却された冷風を共通の冷却対象空間（図示略）に送り込み、これにより、2 つの蒸発器 1 5、1 8 で共通の冷却対象空間を冷却するようになっている。ここで、2 つの蒸発器 1 5、1 8 のうち、エジェクタ 1 4 下流側の主流路に接続される第 1 蒸発器 1 5 を空気流れの上流側（風上側）に配置し、エジェクタ 1 4 の冷媒吸引口 1 4 b に接続される第 2 蒸発器 1 8 を空気流れの下流側（風下側）に配置している。

40

【 0 0 5 3 】

なお、本実施形態では、冷凍サイクル 1 0 を車両空調用冷凍サイクル装置に適用しているため、車室内空間が冷却対象空間となる。また、本実施形態の蒸気圧縮サイクル 1 0 を冷凍車用冷凍サイクル装置に適用する場合は冷凍車の冷凍冷蔵庫内空間が冷却対象空間となる。2 つの蒸発器 1 5、1 8 は外部流体である空気流れにおいて上下流の位置関係に限定されるものではなく、異なる空間や領域にそれぞれ送風される空気を冷却するものでもよい。

【 0 0 5 4 】

図 2 に示すように、本実施形態のエジェクタ 1 4 のノズル 1 4 0 は、筒状をなしており、図示左方端の入口 1 4 1 から図示右方端の出口をなす噴出口 1 4 2 にまで繋がる流体通

50

路 1 4 3 が内部に形成されている。流体通路 1 4 3 は直線状に延びており、中心軸に直交する各部の断面は全て円形状をなし、軸線方向において断面積を変化させている。

【 0 0 5 5 】

流体通路 1 4 3 の途中には、図 2 図示中央よりも左方側（入口 1 4 1 側）に、通路断面積が最も縮小した喉部 1 4 4 が形成されている。そして、喉部 1 4 4 よりも図示右方側（噴出口 1 4 2 側）の部分は、喉部 1 4 4 から下流側に向かうほど通路断面積が拡大する末広部 1 4 5 となっている。

【 0 0 5 6 】

末広部 1 4 5 は、喉部 1 4 4 から噴出口 1 4 2 側へ向かつては、通路壁面の拡がり角度 1（第 1 拡がり角度に相当）が一定である中間部 1 4 7 となっており、中間部 1 4 7 の下流端から噴出口 1 4 2 までは、中間部 1 4 7 よりも通路壁面の拡がり角度が大きい出口部 1 4 8 となっている。

【 0 0 5 7 】

出口部 1 4 8 の拡がり角度 2（第 2 拡がり角度に相当）は、中間部 1 4 7 の拡がり角度 1 よりも大きくなっている。そして、出口部 1 4 8 上流端における拡がり角度 2 は中間部 1 4 7 の拡がり角度 1 と一致しており、出口部 1 4 8 では下流側（噴出口 1 4 2 側）に向かつて漸次増大して、下流端の噴出口 1 4 2 において拡がり角度 2 は最大となっている。

【 0 0 5 8 】

すなわち、流体通路 1 4 3 の喉部 1 4 4 よりも下流側の末広部 1 4 5 は、中間部 1 4 7 と出口部 1 4 8 とが滑らかに繋がっており、中心線（軸線）を含む断面（中心線を含み中心線と平行に切断した断面）における流体通路 1 4 3 を形成する通路壁面（内壁面）は、中間部 1 4 7 では直線となっており、出口部 1 4 8 では内側に凸となる湾曲した曲線となっており、両者は滑らかに連続している。

【 0 0 5 9 】

また、換言すれば、末広部 1 4 5 では円断面の径が下流側に向かつて増大しており、中間部 1 4 7 では軸線方向への移動量に対する径の増加量は一定であり、出口部 1 4 8 では軸線方向への移動量に対する径の増加量は、下流側ほど徐々に大きくなっている。

【 0 0 6 0 】

次に、上記構成に基づき冷凍サイクル 1 0 の作動を説明する。圧縮機 1 1 を車両エンジンにより駆動すると、圧縮機 1 1 で圧縮され吐出された高温高圧状態の冷媒は凝縮器 1 2 に流入する。凝縮器 1 2 では高温の冷媒が外気により冷却されて凝縮する。凝縮器 1 2 から流出した高圧冷媒は受液器 1 2 a 内に流入し、この受液器 1 2 a 内にて冷媒の気液が分離され、液冷媒が受液器 1 2 a から導出され温度式膨張弁 1 3 を通過する。

【 0 0 6 1 】

この温度式膨張弁 1 3 では、第 1 蒸発器 1 5 の出口冷媒（圧縮機吸入冷媒）の過熱度が所定値となるように弁開度（冷媒流量）が調整され、高圧冷媒が減圧されて、液冷媒から気液二相の冷媒となる。この温度式膨張弁 1 3 通過後の冷媒流れは、エジェクタ 1 4 に向かう冷媒流れと、冷媒分岐配管 1 6 から絞り機構 1 7 に向かう冷媒流れとに分流する。

【 0 0 6 2 】

そして、エジェクタ 1 4 に流入した気液二相の冷媒はノズル 1 4 0 の流体通路 1 4 3 で減圧され膨張する。従って、ノズル 1 4 0 で冷媒の圧力エネルギーが速度エネルギーに変換され、このノズル 1 4 0 の噴出口 1 4 2 から冷媒は高速度となって噴出する。この際の冷媒圧力低下により、冷媒吸引口 1 4 b から冷媒分岐配管 1 6 内の第 2 蒸発器 1 8 通過後の冷媒（気相冷媒）を吸引する。

【 0 0 6 3 】

ノズル 1 4 0 から噴出した冷媒と冷媒吸引口 1 4 b に吸引された冷媒は、ノズル 1 4 0 下流側の混合部 1 4 c で混合してディフューザ部 1 4 d に流入する。このディフューザ部 1 4 d では通路面積の拡大により、冷媒の速度（膨張）エネルギーが圧力エネルギーに変換されるため、冷媒の圧力が上昇する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 4 】

そして、エジェクタ 1 4 のディフューザ部 1 4 d から流出した冷媒は第 1 蒸発器 1 5 に流入する。そして、第 1 蒸発器 1 5 では、低温の低圧冷媒が電動送風機 1 9 による送風空気から吸熱して蒸発する。この蒸発後の気相冷媒は、圧縮機 1 1 に吸入され、再び圧縮される。

【 0 0 6 5 】

一方、冷媒分岐配管 1 6 に流入した冷媒流れは絞り機構 1 7 で減圧されて低圧冷媒となり、この低圧冷媒が第 2 蒸発器 1 8 に流入する。そして、第 2 蒸発器 1 8 では、低温の低圧冷媒が、第 1 蒸発器 1 5 通過後の送風空気から吸熱して蒸発する。この蒸発後の気相冷媒は、冷媒吸引口 1 4 b を介してエジェクタ 1 4 内に吸引される。

10

【 0 0 6 6 】

以上のように構成される蒸気圧縮サイクル 1 0 によれば、エジェクタ 1 4 のディフューザ部 1 4 d の下流側冷媒を第 1 蒸発器 1 5 に供給するとともに、冷媒分岐配管 1 6 側の冷媒を絞り機構 1 7 を通して第 2 蒸発器 1 8 にも供給できるので、第 1、第 2 蒸発器 1 5、1 8 で同時に冷却作用を発揮できる。そのため、第 1、第 2 蒸発器 1 5、1 8 の両方で冷却された冷風を冷却対象空間に吹き出して、冷却対象空間を冷房（冷却）できるようになっている。

【 0 0 6 7 】

上述の構成および作動によれば、ノズル 1 4 0 の末広部 1 4 5 は、冷媒流通方向における中間部 1 4 7 の通路壁面の拡がり角度 θ_1 よりも、中間部 1 4 7 から噴出口 1 4 2 までの出口部 1 4 8 の通路壁面の拡がり角度 θ_2 が大きくなっており、出口部 1 4 8 では、下流側に向かって拡がり角度 θ_2 が漸次増大している。

20

【 0 0 6 8 】

気液二相状態で喉部 1 4 4 に流入した冷媒が末広部 1 4 5 で減圧される際には、二相冷媒中の細かい気泡を核として沸騰が起こり、減圧に伴って特に出口部 1 4 8 で流体中のガス量が大きく増大する。この増大するガス量に対応するように、出口部 1 4 8 の拡がり角度 θ_2 を上流側の中間部 1 4 7 の拡がり角度 θ_1 よりも大きくして、中間部 1 4 7 よりも出口部 1 4 8 の通路断面積の拡大率を大きくしている。

【 0 0 6 9 】

また、末広部 1 4 5 の出口部 1 4 8 では、下流側に向かって拡がり角度 θ_2 を漸次増大させて、出口部 1 4 8 を流体流通方向において滑らかな曲面とするとともに、中間部 1 4 7 と出口部 1 4 8 とを滑らかに連続させている。

30

【 0 0 7 0 】

これにより、末広部 1 4 5 内で冷媒を加速し易くなり、冷媒の圧力エネルギーを速度エネルギーに変換するノズル効率を安定して向上することができる。その結果、エジェクタ効率を向上して、冷凍サイクル 1 0 の成績係数を向上することができる。

【 0 0 7 1 】

従来の冷凍サイクルに使われるエジェクタのノズルには、図 4 (b) に示すように、サブクール域から液冷媒が流入されるものが一般的である。その際、高いノズル効率で減圧するには、破線で図示した等エントロピ線に沿うような形で減圧することが好ましいが、ノズルにおける減圧量が大きいので、喉部から出口（噴出口）までの全域で末広部の拡がり角度を一定としても、図 4 (b) に示すように等エントロピ線に近似した減圧を行うことが可能であった。

40

【 0 0 7 2 】

これに対し、本実施形態のように、ノズル 1 4 0 に流入する冷媒が膨張弁 1 3 によって既に減圧されており、喉部 1 4 4 に流入する冷媒が気液二相冷媒となっている場合には、末広部 1 4 5 における減圧量は比較的小さく、比較的低圧領域の減圧を受け持つこととなる。

【 0 0 7 3 】

図 4 (a) に示すように、末広部 1 4 5 が冷媒を減圧する低圧領域では、等エントロピ

50

線は逆C字状に図示左方向（エンタルピ減少方向）に湾曲している。この領域のみの減圧に、図4（b）に示した減圧を行う末広部の拡がり角度が一定であるノズルを採用すると、図4（a）に一点鎖線に示したような減圧を行い、破線で示した等エントロピ線に沿った減圧を行うことができず、エントロピが増大してしまう。

【0074】

本実施形態のエジェクタ14のノズル140は、末広部145の出口部148において中間部147よりも拡がり角度を大きくし、中間部147よりも出口部148の通路断面積の拡大率を大きくしている。これにより、末広部145内で剥離や渦の発生等がないエントロピ線に沿った冷媒の減圧を行い、末広部145内で冷媒を加速し易く、高いノズル効率を安定して得られるようになっている。

10

【0075】

本発明者らは、ノズル140の末広部145における中間部147の拡がり角度 θ_1 と出口部148下流端の噴出口142の拡がり角度 θ_2 との関係について評価を行い、中間部147の拡がり角度 θ_1 に対する出口部噴出口142における拡がり角度 θ_2 の比を1.33以上とすることにより、確実に流体を加速し易くなり、ノズル効率を確実に安定して向上することができることを確認している。

【0076】

図5は、ノズル140入口を一定圧力の二相状態とし、エジェクタ下流側の蒸発器の外部環境条件等を変化させてノズル140出口圧力を0.248MPa～0.428MPaまで振ったさいのノズル効率の実測データである。

20

【0077】

評価に用いたノズルの拡がり角度 θ_1 はいずれも0.75°であり、拡がり角度 θ_2 を0.5°～1.5°まで振って評価している。したがって、 θ_2 が0.5°である場合は中間部の拡がり角度よりも出口部の拡がり角度の方が小さい比較例であり、 θ_2 が0.75°である場合は、末広部の拡がり角度が一定である比較例である。

【0078】

図5から明らかのように、 θ_2 が0.5°～1°の間ではほぼ同等のノズル効率を示しているが、 θ_2 が1°以上（すなわち θ_2/θ_1 が1.33以上）である場合には、比較例に対して高いノズル効率を示すことが解る。

【0079】

上述した本実施形態の例に対し、図6に示すように、ノズル240の末広部145を喉部144から噴出口142に向かって導入部146、中間部147、出口部148の順に形成し、中間部147の通路壁面の拡がり角度 θ_1 （第1拡がり角度に相当）よりも、喉部144から中間部147までの導入部146の通路壁面の拡がり角度 θ_{in} （第3拡がり角度に相当）を大きくしたものであってもよい。そして、導入部146では、下流側に向かって拡がり角度 θ_{in} が漸次減少させ、導入部146を冷媒流通方向において滑らかな曲面とするとともに、導入部146と中間部147とを滑らかに連続させている。

30

【0080】

すなわち、本例では、流体通路143の喉部144よりも下流側の末広部145は、導入部146、中間部147、出口部148が滑らかに繋がっており、中心線（軸線）を含む断面（中心線を含み中心線と平行に切断した断面）における流体通路143を形成する通路壁面（内壁面）は、導入部146では外側に凸となる湾曲した曲線、中間部147では直線、出口部148では内側に凸となる湾曲した曲線となっており、相互に滑らかに連続している。

40

【0081】

また、換言すれば、末広部145では円断面の径が下流側に向かって増大しており、導入部146では軸線方向への移動量に対する径の増加量は、下流側ほど徐々に小さくなっており、中間部147では軸線方向への移動量に対する径の増加量は一定であり、出口部148では軸線方向への移動量に対する径の増加量は、下流側ほど徐々に大きくなっている。

50

【 0 0 8 2 】

図 4 (a) において破線で示した等エントロピ線は、図からは読み取り難いが、ノズルの喉部直後では C 字状に若干湾曲しており、ノズル喉部からノズル出口まででは略 S 字状をなしているといえることができる。

【 0 0 8 3 】

したがって、気液二相状態で喉部 1 4 4 に流入した冷媒が末広部 1 4 5 で減圧される際には、喉部 1 4 4 を通過した直後の導入部 1 4 6 で減圧に伴って冷媒中のガス量が増大する。この導入部 1 4 6 で増大するガス量に対応するように、導入部 1 4 6 の拡がり角度 i_n を下流側の中間部 1 4 7 の拡がり角度 1 よりも大きくして、中間部 1 4 7 よりも導入部 1 4 6 の通路断面積の拡大率を大きくしている。これにより、末広部 1 4 5 内に冷媒をスムーズに流通して一層冷媒を加速し易くなり、ノズル効率をより一層安定して向上することができる。

10

【 0 0 8 4 】

なお、図 2、図 6 に例示したノズルにおいて、中心線を含み中心線と平行に切断した断面における通路壁面が、中間部は直線をなしていたが曲線をなすものであってもよい。

【 0 0 8 5 】

(第 2 の実施形態)

次に、第 2 の実施形態について図 7 および図 8 に基づいて説明する。

【 0 0 8 6 】

本第 2 の実施形態は、前述の第 1 の実施形態と比較して、導入部や出口部の拡がり角度を一定とした点が異なる。なお、第 1 の実施形態と同様の部分については、同一の符号をつけ、その説明を省略する。

20

【 0 0 8 7 】

本実施形態では、図 7 に示すように、ノズル 3 4 0 の中間部 1 4 7 の下流側に形成した出口部 1 4 8 では、拡がり角度 2 (第 2 拡がり角度に相当) を全域で一定 (一様) としている。また、図 8 に示す例では、ノズル 4 4 0 の中間部 1 4 7 の下流側に形成した出口部 1 4 8 の拡がり角度 2 (第 2 拡がり角度に相当) を全域で一定とし、さらに、中間部 1 4 7 より上流側に形成した導入部 1 4 6 の拡がり角度 i_n (第 3 拡がり角度に相当) を全域で一定としている。

【 0 0 8 8 】

したがって、ノズル 3 4 0、4 4 0 の中心線 (軸線) を含む断面 (中心線を含み中心線と平行に切断した断面) における流体通路 1 4 3 を形成する通路壁面 (内壁面) は、末広部 1 4 5 では直線を組み合わせたものとなる。

30

【 0 0 8 9 】

これにより、第 1 の実施形態において図 2、図 6 に示したノズル 1 4 0、2 4 0 よりも末広部 1 4 5 を形成する際の加工や検査等が容易であり、エジェクタ装置の製造を容易に行うことができる。

【 0 0 9 0 】

(他の実施形態)

本発明は、前述の第 1、第 2 の実施形態で例示したようなノズルばかりでなく、ニードル弁体を有し冷媒流量を可変するノズルにも適用することが可能である。

40

【 0 0 9 1 】

例えば図 9 に示すように、内部に流体通路 5 4 3 が形成され、流体通路 5 4 3 の途中で通路断面積が最も縮小した喉部 1 4 4 を有する本体部 5 4 0 A と、流体通路 5 4 3 内に喉部 1 4 4 から流体通路 5 4 3 下流側先端の噴出口 1 4 2 に向かって突出するニードル弁体 5 4 0 B とを具備し、喉部 1 4 4 に流入する気液二相の冷媒を減圧して噴出口 1 4 2 から噴出するノズル 5 4 0 にも適用することができる。

【 0 0 9 2 】

本体部 5 4 0 A の喉部 1 4 4 より下流側の内面 5 4 0 1 とニードル弁体 5 4 0 B の外面 5 4 0 2 の間に形成される流体通路 5 4 3 の冷媒流通方向 (軸線方向) における各部の断

50

面を等価直径の円断面とした仮想流体通路を想定した場合に、この仮想流体通路が喉部から下流側に向かうほど通路断面積が拡大する末広形状となっており、冷媒流通方向における中間部の仮想流体通路表面の第1拡がり角度 θ_1 よりも、中間部から噴出口までの出口部の仮想流体通路表面の第2拡がり角度 θ_2 が大きくなっていけばよい。

【0093】

さらに、仮想流体通路は、中間部の仮想流体通路表面の第1拡がり角度 θ_1 よりも、喉部から中間部までの導入部の仮想流体通路表面の第3拡がり角度 θ_{in} が大きくなっていけばより好ましい。

【0094】

これによると、ニードル弁体540Bを有するノズル540を備えるエジェクタ装置であっても、中間部よりも出口部の通路断面積の拡大率を大きくして、喉部144より下流側で冷媒を加速し易くなり、ノズル効率を安定して向上することができる。さらに、中間部よりも導入部の通路断面積の拡大率を大きくして、喉部144直後の領域で冷媒を加速し易くなり、ノズル効率をより一層安定して向上することができる。

【0095】

図9に例示したノズル540では、冷媒流通方向において本体部540Aの内面5401の拡がり角度を変更し、冷媒流通方向においてニードル弁体540Bの外表面5402のテーパ角度を一定とすることで、仮想流体通路が上記特徴を有する流体通路543を形成していたが、この組み合わせに限定されるものではない。

【0096】

例えば、図10に示すノズル640のように、冷媒流通方向において本体部640Aの内面5401の拡がり角度を一定とし、冷媒流通方向においてニードル弁体640Bの外表面5402のテーパ角度を変更することによっても、仮想流体通路が上記特徴を有する流体通路643を形成することができる。

【0097】

また、例えば、図11に示すノズル740のように、冷媒流通方向において本体部540Aの内面5401の拡がり角度を変更するとともに、冷媒流通方向においてニードル弁体640Bの外表面5402のテーパ角度を変更することによっても、仮想流体通路が上記特徴を有する流体通路743を形成することができる。

【0098】

図9ないし図11に例示したようなノズルにおいても、仮想流体通路の出口部では下流側に向かって第2拡がり角度を漸次増大させることにより、流体をスムーズに流通して加速することができ、ノズル効率をより安定して向上することができる。また、仮想流体通路の導入部では下流側に向かって第3拡がり角度を漸次減少させることにより、流体をスムーズに流通して加速することができ、ノズル効率をより安定して向上することができる。

【0099】

また、仮想流体通路が上記特徴を有する流体通路となるように本体部の内面やニードル弁体の外表面を形成する際に、中心線(軸線)を含む断面(中心線を含み中心線と平行に切断した断面)における各面が直線の組み合わせとなるように形成すれば、ニードル弁体を有するノズルの加工や検査等が容易であり、エジェクタ装置の製造を容易に行うことができる。

【0100】

また、上記各実施形態では、ノズルの入口141に気液二相状態の冷媒が流入する場合について説明したが、ノズルの喉部144に流入する冷媒が気液二相状態であれば、本発明を適用して有効である。

【0101】

また、上記各実施形態では、本発明を適用したエジェクタ装置14を、図3に示すエジェクタ上流側の高圧配管から冷媒分岐配管が分岐する冷凍サイクル10に用いた場合について説明したが、冷凍サイクルはこれに限定するものではない。例えば、図12、図13

10

20

30

40

50

に示すような低圧配管から冷媒分岐配管が分岐する構成の冷凍サイクルを採用することができる。

【0102】

また、例えば、図14に示すような高圧配管から冷媒分岐配管が分岐し、この分岐配管のみに蒸発器を備える冷凍サイクルを採用することもできる。また、例えば、図15に示すようなエジェクタ直後の低圧配管から冷媒分岐配管が分岐する冷凍サイクルを採用することも可能である。

【0103】

また、受液器（レシーバ）もしくはアキュムレータを備えた冷凍サイクルを例示しているが、レシーバを備えた冷凍サイクル、アキュムレータを備えた冷凍サイクル、両者とも備えない冷凍サイクルのいずれであっても採用することが可能である。

10

【0104】

また、上記各実施形態では、車両に搭載する冷凍サイクルについて説明したが、これに限定されず、定置式の冷凍サイクルであってもかまわない。

【0105】

また、上記各実施形態では、冷媒としてHFC-134aを用いた場合について説明していたが、冷媒はこれに限定されるものではない。フロン系冷媒や炭化水素系冷媒、二酸化炭素冷媒等を広く採用することができる。例えば、HFCR404A、HFC407C、HFC410、イソブタン等を採用することも可能である。また、冷媒の高圧側圧力も臨界圧を超えないサイクルに限定されず、高圧側圧力が臨界圧を超える、所謂超臨界冷凍

20

【0106】

また、上記各実施形態では、エジェクタ内を流通する流体は冷媒であり、エジェクタを冷凍サイクルに用いた場合について説明したが、流体は冷媒以外でもよく、ノズルの喉部に気液二相状態の流体が流入するエジェクタに本発明を適用すれば有効である。

【図面の簡単な説明】

【0107】

【図1】本発明を適用した第1の実施形態におけるエジェクタ14の概略構成を示す断面図である。

【図2】エジェクタ14のノズル140の構成を示す断面図である。

30

【図3】エジェクタ14を用いた冷凍サイクル10の概略構成を示す模式図である。

【図4】圧力-エンタルピ線図上においてエジェクタノズルの減圧過程を説明する図であり、(a)は本発明を適用した例、(b)は比較例を示している。

【図5】ノズル効率の評価結果を示すグラフである。

【図6】第1の実施形態の変形例におけるノズル240の構成を示す断面図である。

【図7】第2の実施形態におけるノズル340の構成を示す断面図である。

【図8】第2の実施形態の変形例におけるノズル440の構成を示す断面図である。

【図9】他の実施形態におけるノズル540の構成を示す断面図である。

【図10】他の実施形態におけるノズル640の構成を示す断面図である。

【図11】他の実施形態におけるノズル740の構成を示す断面図である。

40

【図12】他の実施形態における冷凍サイクルの概略構成を示す模式図である。

【図13】他の実施形態における冷凍サイクルの概略構成を示す模式図である。

【図14】他の実施形態における冷凍サイクルの概略構成を示す模式図である。

【図15】他の実施形態における冷凍サイクルの概略構成を示す模式図である。

【符号の説明】

【0108】

- 10 冷凍サイクル
- 11 圧縮機
- 12 凝縮器（放熱用熱交換器）
- 14 エジェクタ（エジェクタ装置）

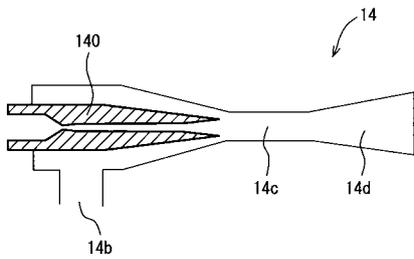
50

- 1 4 b 冷媒吸引口
- 1 4 c 混合部（実質的な昇圧部の一部）
- 1 4 d ディフューザ部（昇圧部、実質的な昇圧部の一部）
- 1 5 第 1 蒸発器（蒸発器）
- 1 6 冷媒分岐配管（冷媒配管の一部）
- 1 8 第 2 蒸発器（蒸発器）
- 2 0 冷媒循環配管（冷媒配管の一部）
- 1 4 0、2 4 0、3 4 0、4 4 0、5 4 0、6 4 0、7 4 0 ノズル
- 1 4 2 噴出口
- 1 4 3、5 4 3、6 4 3、7 4 3 流体通路
- 1 4 4 喉部
- 1 4 5 末広部
- 1 4 6 導入部
- 1 4 7 中間部
- 1 4 8 出口部
- 5 4 0 A、6 4 0 A 本体部
- 5 4 0 B、6 4 0 B ニードル弁体
- 5 4 0 1 内面（本体部の内面）
- 5 4 0 2 外面（ニードル弁体の外面）
- 1 中間部の拡がり角度（第 1 拡がり角度）
- 2 出口部の拡がり角度（第 2 拡がり角度）
- i n 導入部の拡がり角度（第 3 拡がり角度）

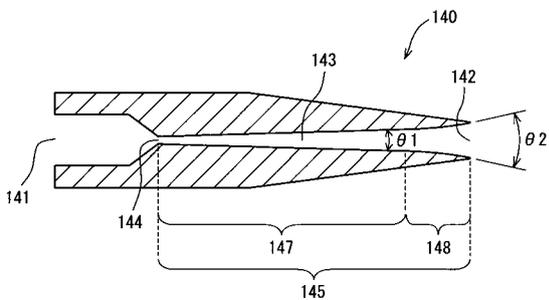
10

20

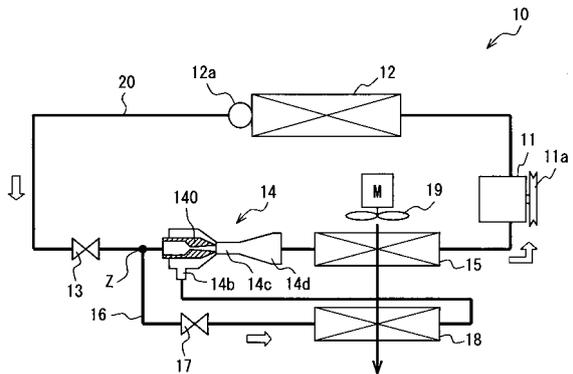
【 図 1 】



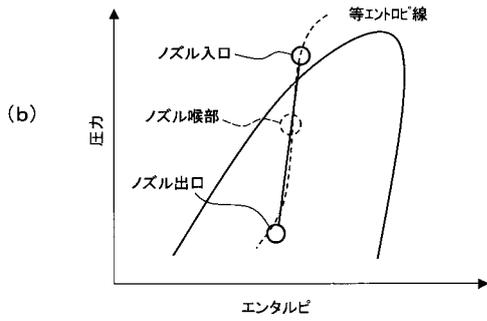
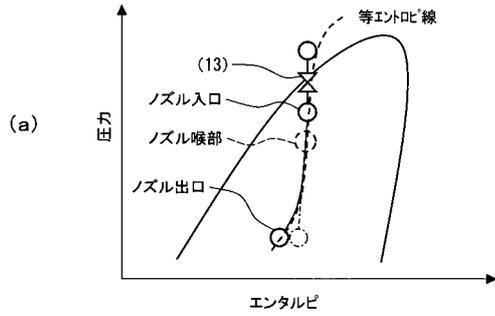
【 図 2 】



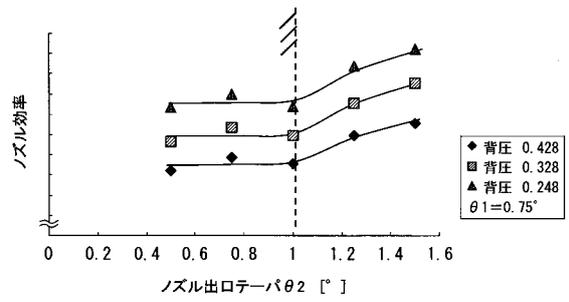
【 図 3 】



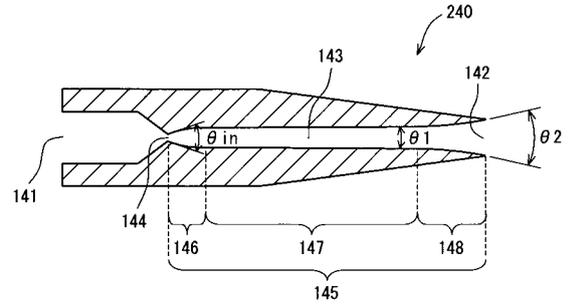
【図4】



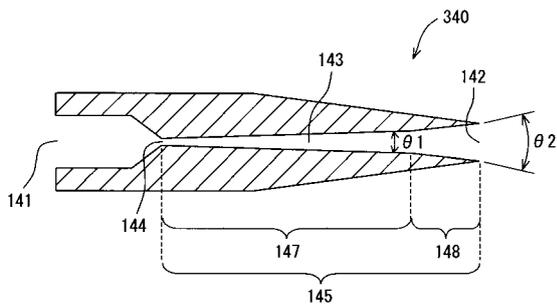
【図5】



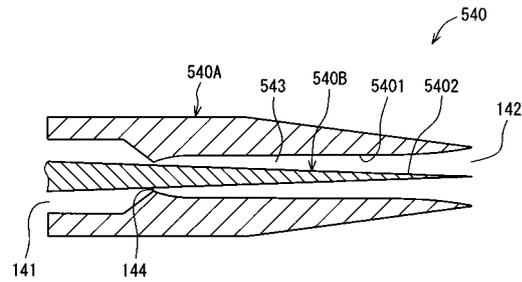
【図6】



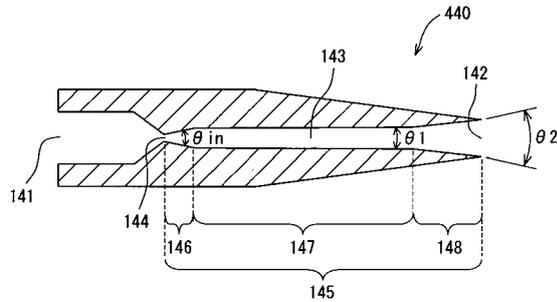
【図7】



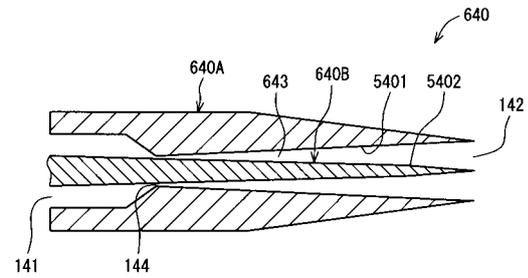
【図9】



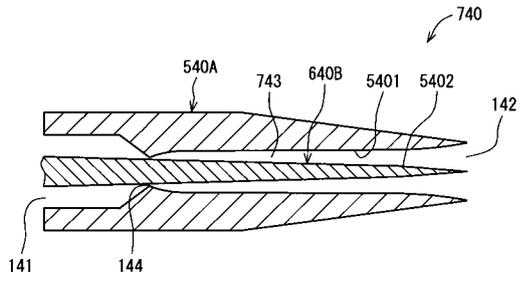
【図8】



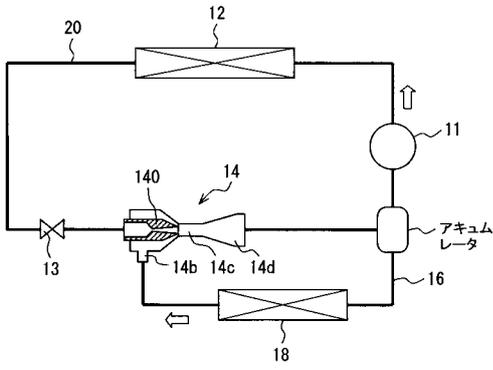
【図10】



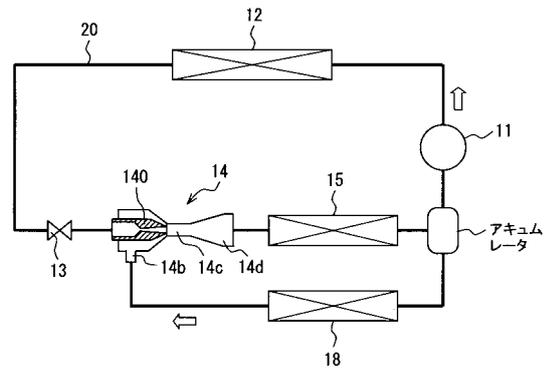
【図11】



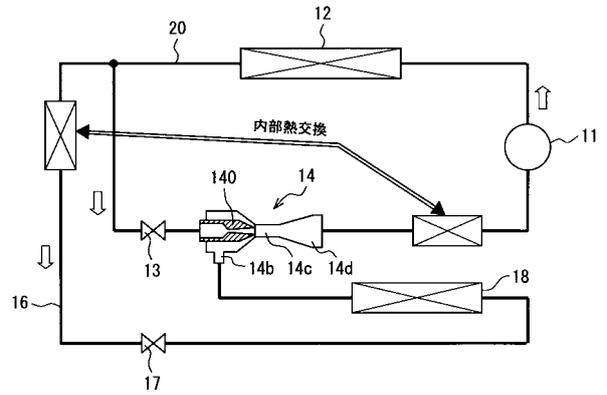
【図12】



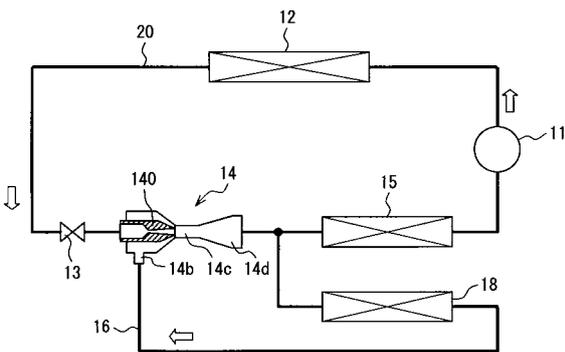
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

- (72)発明者 山田 悦久
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 五丁 美歌
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 松井 秀也
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 茅野 健太
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 羽野 照幸
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 井上 茂夫

- (56)参考文献 特開平11-037577(JP,A)
実開昭62-184375(JP,U)
特公昭46-014645(JP,B1)
特表平09-511566(JP,A)
特開2004-044412(JP,A)
特開2003-279657(JP,A)
特開2007-120441(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F04F 5/46
F04F 5/20
F25B 1/00
B05B 7/04