

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年6月30日(30.06.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/103295 A1

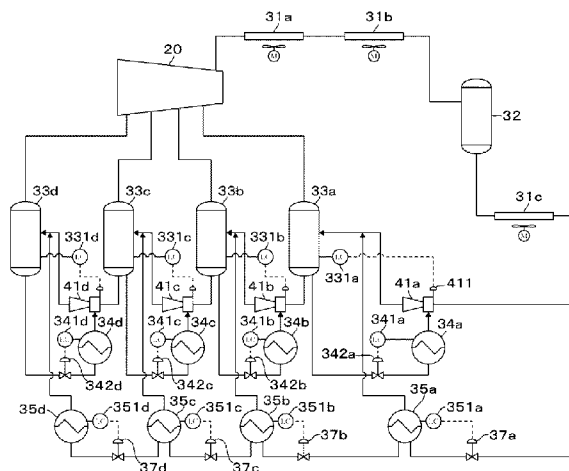
- (51) 国際特許分類:
F25B 5/04 (2006.01) *F25J 1/00* (2006.01)
F25B 1/00 (2006.01) *F25J 1/02* (2006.01)
F25B 9/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/006469
- (22) 国際出願日: 2014年12月25日(25.12.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 日揮株式会社 (JGC CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1000004 東京都千代田区大手町2丁目2番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 綿貫 良祐 (WATANUKI, Ryosuke); 〒2206001 神奈川県横浜市中区みなとみらい2丁目3番1号日揮株式会社内 Kanagawa (JP). 中山 徹 (NAKAYAMA, Toru); 〒2206001 神奈川県横浜市中区みなとみらい2丁目3番1号日揮株式会社内 Kanagawa (JP). 大森 英史 (OMORI, Hidefumi); 〒2206001 神奈川県横浜市中区みなとみらい2丁目3番1号日揮株式会社内 Kanagawa (JP). 山中 裕 (YAMANAKA, Yutaka); 〒2206001 神奈川県横浜市中区みなとみらい2丁目3番1号日揮株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 井上 俊夫 (INOUE, Toshio); 〒2310058 神奈川県横浜市中区弥生町2丁目15番1号ストークタワー大通り公園3601号 Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: REFRIGERATION DEVICE

(54) 発明の名称: 冷凍装置

[図2]



(57) Abstract: Provided is a refrigeration device comprising a refrigeration cycle including an ejector. The ejector 41a sucks a refrigerant gas by the ejection of a high-pressure refrigerant liquid obtained by condensing a high-pressure refrigerant gas emitted from a compressor 20, and increases the pressure of a mixed fluid thereof. A gas-liquid separator 33a separates the mixed fluid into gas and liquid, and sends the separated refrigerant gas to the compressor 20. A heat exchanger 34a exchanges heat between a fluid to be cooled and the refrigerant liquid separated by the gas-liquid separator 33a, and the generated refrigerant gas is sucked by a suction opening in the ejector 41. A liquid level adjustment valve 342a adjusts the flow rate of the refrigerant liquid on the basis of the liquid level of the refrigerant liquid in the heat exchanger 34a. A flow rate adjustment unit 411 adjusts the flow rate of the high-pressure refrigerant liquid supplied to the ejector 41a on the basis of the liquid level in the gas-liquid separator 33a.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/103295 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

エジェクタを含む冷凍サイクルを備えた冷凍装置を提供する。エジェクタ 4 1 a は、圧縮機 2 0 から吐出された高圧冷媒ガスを凝縮させて得られた高圧冷媒液体の噴射により冷媒ガスを吸引してこれらの混合流体を昇圧し、気液分離器 3 3 a は、前記混合流体を気液分離し、分離された冷媒ガスを圧縮機 2 0 に送る。熱交換器 3 4 a は、気液分離器 3 3 a にて分離された冷媒液と被冷却流体との間で熱交換を行い、発生した冷媒ガスが前記エジェクタ 4 1 の吸引口に吸引される。液面調節弁 3 4 2 a は熱交換器 3 4 a の冷媒液の液面に基づいて冷媒液の流量を調整し、流量調整部 4 1 1 は、気液分離器 3 3 a 内の液面レベルに基づいてエジェクタ 4 1 a に供給される高圧冷媒液体の流量を調整する。

明 細 書

発明の名称： 冷凍装置

技術分野

[0001] 本発明は、天然ガスなどの被冷却流体を冷却する冷凍装置に関する。

背景技術

[0002] 液化天然ガスの製造工程は、天然ガスに対して酸性ガス除去及び水分除去などの前処理を行う工程、その後、予冷用冷媒により例えば -40°C 付近まで予備冷却する工程、次いで天然ガスから重質ガスを除去した後、主冷媒により例えば -150°C から -160°C に冷却して液化する工程を備えている。予冷用冷媒としてはプロパンを主成分とする冷媒が用いられ、主冷媒としてはメタン、エタン、プロパン及び窒素を混合した混合冷媒が用いられる。

[0003] これらの冷媒は、蒸気圧縮式の冷凍サイクルにおいて循環利用される。冷凍サイクルにおいては、冷媒は気体の状態で圧縮機により圧縮され、次いで凝縮器により冷却されて液化され、液化した圧力の高い冷媒は、膨張弁などにより降圧されて低温化される。低温化された冷媒は天然ガスとの熱交換により気化して再び気体となる。予冷用冷媒は、圧縮機により圧縮された主冷媒を冷却することにも使用され、主冷媒は予冷用冷媒により冷却された後、天然ガスとの間で熱交換を行う。

[0004] 一般的な冷凍サイクルに着目したとき、例えば特許文献1には、冷凍サイクル内に設けられている膨張弁をエジェクタに置き換えることにより、冷凍サイクルの効率を向上させる技術が提案されている。しかしながら、特許文献1に記載の冷凍サイクルは、エアコンなどの空気調和機やショーケース用の冷凍機などのように、比較的小型の機器に適用されるものである。ところが、天然ガスの液化システムのように、大型プラントの冷凍サイクルにてエジェクタを利用するためには、エジェクタから吐出される気液混合流体からの圧縮機の保護や複数系統の被冷却流体（天然ガス及び主冷媒）に対し、熱交換器を多段に設けて冷却する際のエジェクタの設け方など、小型の冷凍サ

イクルにはない独自の課題が存在する。

[0005] ここで特許文献2には、天然ガスの冷凍サイクルに設けられた冷凍圧縮機を起動する際の動力を低減するために、エジェクタを用いて冷凍圧縮機の出口圧を外気圧以下まで下げる技術が記載されている。また特許文献3には、熱交換器で冷却されて液化された天然ガスをエジェクタによって精留塔内に減圧膨張させ、液化天然ガス中に含まれる窒素を分離する技術が記載されている。

しかしながら、引用文献2に記載のエジェクタは冷凍圧縮機を起動した後には使用を終えるものであり、また引用文献3に記載のエジェクタは被冷却流体側の機器であって、いずれも冷凍サイクルの一部を構成するエジェクタではない。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2009-299911号公報

特許文献2：特許第4976426号公報

特許文献3：米国特許第4112700号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明は、このような背景の下になされたものであり、エジェクタを含む冷凍サイクルを備えた冷凍装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の冷凍装置は、冷媒ガスを圧縮する圧縮機と、

前記圧縮機から吐出された高圧冷媒ガスを凝縮させて得られた高圧冷媒液体が噴射されるノズルと当該高圧冷媒液体の噴射により冷媒ガスを吸引する吸引口とを備え、前記ノズルから噴射された高圧冷媒液体と前記吸引口から吸引された冷媒ガスとの混合流体を昇圧するエジェクタと、

前記エジェクタにて昇圧された混合流体を気液分離し、分離された冷媒ガ

スが前記圧縮機に送られる気液分離器と、

前記気液分離器にて分離された冷媒液が流路を介して供給され、当該冷媒液と被冷却流体との間で熱交換を行って当該被冷却流体を冷却すると共に熱交換されて発生した冷媒ガスとそれに同伴される液が前記エジェクタの吸引口に吸引される熱交換器と、

前記流路に設けられ、前記熱交換器の冷媒液の液面に基づいて冷媒液の流量が調整される液面調節弁と、

前記気液分離器内の液面レベルに基づいて前記エジェクタのノズルに供給される高圧冷媒液体の流量を調整する流量調整部と、を備えたことを特徴とする。

この冷凍装置は、前記エジェクタ、気液分離器、流路、熱交換器、液面調節弁及び流量調整部の組を複数段設け、２段目以降の前記組のエジェクタのノズルの入り口は、一つ前の段の気液分離器にて分離された冷媒液が供給されるように構成されてもよい。

[0009] また、他の発明に係る冷凍装置は、冷媒ガスを圧縮する圧縮機と、

前記圧縮機から吐出された高圧冷媒ガスを凝縮させて得られた高圧冷媒液体が噴射されるノズルと当該高圧冷媒液体の噴射により冷媒ガスを吸引する吸引口とを備え、前記ノズルから噴射された高圧冷媒液体と前記吸引口から吸引された冷媒ガスとの混合流体を昇圧するエジェクタと、

前記エジェクタにて昇圧された混合流体を気液分離し、分離された冷媒ガスが前記圧縮機に送られる気液分離器と、

前記気液分離器にて分離された冷媒液が第１の分流路を介して供給され、当該冷媒液と第１の被冷却流体との間で熱交換を行って当該第１の被冷却流体を冷却すると共に熱交換されて発生した冷媒ガスとそれに同伴される液が前記エジェクタの吸引口に吸引される第１の熱交換器と、

前記気液分離器にて分離された冷媒液が第２の分流路を介して供給され、当該冷媒液と第２の被冷却流体との間で熱交換を行って当該第２の被冷却流体を冷却すると共に熱交換されて発生した冷媒ガスとそれに同伴される液が

前記エジェクタの吸引口に吸引される第２の熱交換器と、

前記第１の分流路及び第２の分流路に夫々設けられ、前記第１の熱交換器及び第２の熱交換器の冷媒液の液面に基づいて夫々冷媒液の流量が調整される第１の液面調節弁及び第２の液面調節弁と、

前記気液分離器内の液面レベルに基づいて前記エジェクタのノズルに供給される高圧冷媒液体の流量を調整する流量調整部と、を備えたことを特徴とする。

この冷凍装置は、前記エジェクタ、気液分離器、第１の分流路及び第２の分流路、第１の熱交換器、第２の熱交換器、第１の液面調節弁、第２の液面調節弁及び流量調整部の組を複数段設け、２段目以降の前記組のエジェクタのノズルの入り口は、一つ前の段の気液分離器にて分離された冷媒液が供給されるように構成されてもよい。

[0010] さらに上述の各冷凍装置は、天然ガスを予冷用冷媒により予備冷却し、次いで主冷媒により主冷却し、主冷却を終えた主冷媒を圧縮後、前記予冷用冷媒により冷却する天然ガスの液化システムに用いられる冷凍装置であって、

前記高圧冷媒は予冷用冷媒であり、第１の被冷却流体及び第２の被冷却流体の一方及び他方は、夫々天然ガス及び主冷媒であってもよい。

発明の効果

[0011] 本発明は、圧縮機で圧縮後、冷却されて得られた高圧冷媒液体をエジェクタで断熱膨張する際、熱交換器にて被冷却液体の冷却に用いられた後の冷媒ガスを吸引し、昇圧された高圧冷媒液体と冷媒ガスとの混合流体をエジェクタより吐出させて気液分離器に送り込み、気液分離された冷媒ガスを圧縮機へ戻す一方、冷媒液を前記熱交換器に供給する冷凍サイクルを有する。そして、この熱交換器に供給される冷媒液の流量は当該熱交換器内の冷媒液の液面に基づいて調整される一方、前記エジェクタに供給される高圧冷媒液体の流量は、気液分離器の液面レベルに基づいて調整される。この結果、被冷却流体の冷却に必要な量の冷媒液を熱交換器へ供給しつつ、気液分離器においては、熱交換器へ供給される冷媒液の液切れや圧縮機への液の流入を防止す

ることができる。

また、熱交換器において熱交換されて発生した冷媒ガスとそれに同伴される液はエジェクタにより吸引されるので、熱交換器の圧力は気液分離器よりも低い圧力、すなわち、低い温度で運転されるため、被冷却流体をより低い温度まで冷却することが可能である。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]天然ガスの液化システムの概略構成図である。

[図2]前記液化システムに設けられた本発明の実施の形態に係る冷凍装置の構成図である。

[図3]前記冷凍装置に設けられているエジェクタの縦断側面図である。

[図4]第2の実施の形態に係る冷凍装置の構成図である。

[図5]従来の冷凍装置の構成図である。

発明を実施するための形態

[0013] 本発明に係る冷凍装置を備えた天然ガス（LNG：Liquefied Natural Gas）の液化システムについて説明する。

初めに、本液化システムの概略構成について、図1を参照しながら説明する。

[0014] 天然ガス（以下、「NG」と記す）を処理する順序に沿って説明すると、LNG製造設備は、NG中の酸性ガスを除去する酸性ガス除去部101と、NG中に含まれる水分を除去する水分除去部102と、酸性ガス及び水分を除去する前処理が行われたNGを予備冷却して、約 -20°C ～ -70°C の範囲の例えば -35°C ～ -39°C の中間温度に冷却する予冷熱交換部103と、中間温度に冷却された気液混合ガスを不図示の重質分除去部に送って、炭素数2以上の重質分（エタン及びそれよりも重い成分）を除去した後、メタンを主成分とし、若干のエタン、プロパン、ブタンを含むNGを -150°C ～ -160°C に冷却して液化し、液化ガスであるLNGを得る液化部104とを備える。

ここで図1中に示した太い白抜きの矢印が原料のNGまたは製品LNGの

流れを示している。

[0015] 予冷熱交換部 103 は、予冷用冷媒である例えばプロパンを用いて前処理後の NG を予冷する。予冷用冷媒は、後段の液化部 104 にて用いられる主冷媒の冷却にも用いられている。以下、予冷用冷媒による主冷媒の冷却を「補助冷却」と呼ぶ。図 1 には、プロパンの流れを「C3」と併記した細い矢印で記す一方、主冷媒の流れを「MR (Mixed Refrigerant)」と併記した斜線のハッチングを付した矢印で記してある。

[0016] さらに図 1 に示すように、既述の予冷熱交換部 103、及び主冷媒の冷却を行う補助熱交換部 105 には、NG の予冷、及び主冷媒 (MR) の予備冷却に用いられた予冷用冷媒 (C3) を圧縮する第 1 の圧縮部 2a が設けられている。一方、液化部 104 は、NG の液化に用いられた主冷媒を圧縮する第 2 の圧縮部 2b を備える。各圧縮部 2a、2b には、予冷用冷媒や主冷媒の処理量や吸込側と吐出側との圧力差などに応じ、複数の圧縮機が並列、直列に組み合わせて設けられている。

[0017] 本例の冷凍装置は、上述の液化システムを構成する予冷熱交換部 103 及び補助熱交換部 105 にて用いられた予冷用冷媒の冷却を行う冷凍サイクルとして構成されている。

当該冷凍装置の具体的な構成を説明する前に、図 5 を参照しながら、従来の冷凍装置の例を説明しておく。

[0018] 従来の冷凍装置においては、第 1 の圧縮部 2a を構成する圧縮機 20 にて昇圧された予冷用冷媒のガス (高圧冷媒ガス) が、AFC (Air Fin Cooler) 31a、31b によって冷却されて凝縮し、液レシーバー 32 にて予冷用冷媒の液体 (高圧冷媒液体) が滞留される。この予冷用冷媒 (液体) は、AFC 31c にて過冷却された後、予冷熱交換部 103 側に設けられている予冷熱交換器 34a~34d、及び補助熱交換部 105 側に設けられている補助熱交換器 35a~35d に分かれて供給される。圧縮機 20 は、ガスタービン駆動であってもよいし、スチーム駆動、モーター駆動であってもよい。また、AFC 31a、31b、31c に替えて水冷による熱交換器を設けて

もよい。

[0019] 予冷熱交換部 103 の各予冷熱交換器 34 a ~ 34 d は、チューブ側に被冷却流体である NG を流す一方、シェル側に予冷用冷媒を流して NG の予冷を行う。予冷熱交換器 34 a ~ 34 d のチューブ及びシェルは、予冷熱交換器 34 a を最上流段（１段目）、予冷熱交換器 34 d を最下流段（４段目）として直列に接続されている。これらの予冷熱交換器 34 a ~ 34 d において、NG は 1 段目の予冷熱交換器 34 a から順に、４段目の予冷熱交換器 34 d へ向けて流れていく。なお、図示の便宜上、予冷熱交換器 34 a ~ 34 d 間を繋ぐ NG の配管については記載を省略してある（図 2、４において同じ）。

[0020] AFC 31 c にて過冷却された予冷用冷媒（液体）は、１段目の予冷熱交換器 34 a の入口側に設けられた膨張弁 36 a にて断熱膨張し、さらに温度が低下した状態で予冷熱交換器 34 a に供給される。予冷熱交換器 34 a においては、予冷用冷媒と NG との熱交換が行われ、NG が冷却される。予冷熱交換器 34 a のシェル内においては、膨張弁 36 a における断熱膨張や NG との熱交換によって発生した予冷用冷媒のガスと、液体との気液分離が行われる。当該ガスは、予冷熱交換器 34 a から抜き出された後、ロックアウトドラム 33 a にて同伴する液体が除去された後、圧縮機 20 の高圧側の吸込口に戻される。一方で、予冷熱交換器 34 a 内の液体は 2 段目の予冷熱交換器 34 b へ向けて抜き出される。ロックアウトドラム 33 a には、例えばデミスタが設けられている。

[0021] 以上に説明した 1 段目の予冷熱交換器 34 a と同様に、２段目以降の予冷熱交換器 34 b ~ 34 d の入口側にも各々膨張弁 36 b ~ 36 d が設けられ、上流段側の予冷熱交換器 34 a ~ 34 c から供給された予冷用冷媒（液体）を断熱膨張させて、その温度を低下させてから下流側の予冷熱交換器 34 b ~ 34 d に供給する。この結果、予冷熱交換器 34 a ~ 34 d に供給される予冷用冷媒は、上流側の段から下流側の段へ向けて、その温度が次第に低くなる。

[0022] この予冷用冷媒の温度低下に伴って、予冷熱交換器 34 a～34 d にて冷却される N G の温度も次第に低くなり、4 段目の予冷熱交換器 34 d からは、例えば -35°C ～ -39°C に冷却された気液混合状態の N G が抜き出され、後段の液化部 104 へ供給される。

なお、2 段目以降の予冷熱交換器 34 b～34 d にて発生したガスについても、各々ロックアウトドラム 33 b～33 d にて同伴する液体が除去された後、各ロックアウトドラム 33 b～33 d の圧力に対応する圧縮機 20 の吸込口に戻される。

[0023] ここで各予冷熱交換器 34 a～34 d には、シェル内の液体の液面の高さ位置（液面レベル）を検出する液面計 34 1 a～34 1 d が設けられている。そして各予冷熱交換器 34 a～34 d の入口側に設けられている膨張弁 36 a～36 d は、その下流側予冷熱交換器 34 a～34 d に設けられている液面計 34 1 a～34 1 d にて検出された液面レベルに基づいて、当該膨張弁 36 a～36 d に供給する予冷用冷媒の供給量を増減する。

[0024] 即ち、各予冷熱交換器 34 a～34 d 内の液面レベルが目標値よりも低い場合には、膨張弁 36 a～36 d の開度を大きくして予冷用冷媒の供給量を増やす一方、当該液面レベルが目標値よりも高い場合には、膨張弁 36 a～36 d の開度を小さくして予冷用冷媒の供給量を減らす制御が行われる。

なお、予冷熱交換器 34 a～34 d の段数は、必要に応じて増減してもよいし、これら予冷熱交換器 34 a～34 d が直列に接続された熱交換器系統を複数系統、並列に設けてもよい。

[0025] 以上、予冷熱交換部 103 に設けられている予冷熱交換器 34 a～34 d の構成について説明したが、補助熱交換部 105 側に設けられている補助熱交換器 35 a～35 d についてもほぼ同様の構成となっている。

即ち、補助熱交換器 35 a～35 d は、チューブ側に被冷却流体である主冷媒（MR）を流す一方、シェル側に予冷用冷媒を流して主冷媒の予備冷却を行い、これら補助熱交換器 35 a～35 d のチューブ及びシェルが、この順番に直列に接続されている。また、補助熱交換器 35 a～35 d 間を繋ぐ

主冷媒の配管の記載を省略してある点については、予冷熱交換器 34 a ~ 34 d の場合と同じである。

[0026] そして、各補助熱交換器 35 a ~ 35 d の入口側には、各々膨張弁 37 a ~ 37 d が設けられ、上流側から供給された予冷用冷媒（液体）を断熱膨張させて、その温度を低下させてから各補助熱交換器 35 a ~ 35 d に供給することにより、主冷媒を冷却する。これら補助熱交換器 35 a ~ 35 d においても、予冷用冷媒の温度低下に伴って、主冷媒の温度が次第に低くなり、例えば -35℃ ~ -39℃ に冷却された主冷媒が液化部 104 へ供給される。

[0027] さらに、各補助熱交換器 35 a ~ 35 d にて発生したガスは、各々圧力に応じて既述のロックアウトドラム 33 a ~ 33 d に導入され、同伴する液体が除去された後、各圧力に対応する圧縮機 20 の吸込口に戻されること、及び、膨張弁 37 a ~ 37 d による流量調整が補助熱交換器 35 a ~ 35 d に設けられた液面計 351 a ~ 351 d にて検出された液面レベルに基づいて行われることについても、予冷熱交換部 103 側の予冷熱交換器 34 a ~ 34 d と同様である。

また、これら補助熱交換器 35 a ~ 35 d の段数についても、必要に応じて増減してもよいし、これら補助熱交換器 35 a ~ 35 d が直列に接続された熱交換器系統を複数系統、並列に設けてもよい。

[0028] 以上、図 5 を用いて説明したように、冷凍装置は、「圧縮機 20 → AFC 31 a ~ 31 c → 予冷熱交換器 34 a ~ 34 d → 圧縮機 20」の経路で予冷用冷媒が流れる予冷熱交換部 103 側の冷凍サイクルと、「圧縮機 20 → AFC 31 a ~ 31 c → 補助熱交換器 35 a ~ 35 d → 圧縮機 20」の経路で予冷用冷媒が流れる補助熱交換部 105 側の冷凍サイクルとを備える。そして、各冷凍サイクル内における予冷用冷媒の温度は、膨張弁 36 a ~ 36 d、37 a ~ 37 d における断熱膨張によって低下する。

[0029] しかしながら、膨張弁 36 a ~ 36 d、37 a ~ 37 d においては、断熱膨張の過程において予冷用冷媒が持っているエネルギーの一部が失われるの

で、高い冷凍サイクル効率が得られない。この点、予冷用冷媒の断熱膨張の過程にて、液のなす仕事を予冷用冷媒（ガス）の圧力エネルギーとして回収すれば、予冷熱交換器 34 a～34 d 内の圧力を低下させ、その温度を低下させることで、冷凍サイクルの効率を向上させることができる。

[0030] 上述の考えに基づき、本実施の形態の冷凍装置は、予冷用冷媒の断熱膨張の過程において、予冷用冷媒が持っているエネルギーを利用して予冷熱交換器 34 a～34 d の圧力を低下させるエジェクタ 41 a～41 d を備えている。以下、図 2、3 を参照しながらエジェクタ 41 a～41 d を備えた冷凍装置の構成例について説明する。

なお、以下に説明する図 2、図 4 において、図 5 を用いて説明したものと共通の構成要素には、図 5 に付したものと共通の符号を付してある。

[0031] 図 2 に記載の冷凍装置は、予冷熱交換部 103 側に設けられた各予冷熱交換器 34 a～34 d からの予冷用冷媒のガス（冷媒ガス）の抜き出し側とノックアウトドラム 33 a～33 d との間に、エジェクタ 41 a～41 d を設けている点が、図 5 に記載の従来の冷凍装置と異なる。

一方で、当該冷凍装置は、補助熱交換部 105 側の補助熱交換器 35 a～35 d においては、図 5 に示した例と同様に、膨張弁 37 a～37 d を用いて予冷用冷媒の温度を低下させる構成となっている。

[0032] 図 3 は、各エジェクタ 41 a～41 d の構成例を示している（図 3 には各エジェクタ 41 a～41 d を総括して「41」の符号を付してある）。エジェクタ 41 は、後端部が封止された管状の本体部 416 に対し、予冷用冷媒の液体（高圧冷媒液体）の供給を行うノズル 412 が、前記後端部側から同軸状に挿入されている。また本体部 416 の側面には、本体部 416 内への予冷用冷媒のガスの吸引を行う吸引口 413 が設けられ、当該吸引口 413 は予冷熱交換器 34 a～34 d からガスを抜き出す配管と接続されている。また、本体部 416 の先端部側は、ノズル 412 からの液体の吐出方向へ向けて縮径し、ノズル 412 の吐出口の下流側は、本体部 416 よりも径の小さな配管からなる混合部 414 となっている。混合部 414 の出口側には管

径が次第に拡大するディフューザ部415が設けられ、当該エジェクタ41は、このディフューザ部415を介して気液分離器（図5に示したノックアウトドラムに対応する）33a～33dへの予冷用冷媒の導入配管に接続される。

[0033] 上述の構成を備えたエジェクタ41において、ノズル412内で高速に加速された予冷用冷媒（液体）をノズル412から吐出すると、高速で流れる予冷用冷媒に向けて本体部416内の流体が引き込まれ、吸引口413から予冷用冷媒（ガス）が吸引される。ここで、予冷熱交換器34a～34dから抜き出された予冷用冷媒の大部分はガスであるが、多くて1.0wt%程度のミスト状の液体が同伴される。エジェクタ41は、これら予冷用冷媒のガス及びそれに同伴される液体を予冷熱交換器34a～34dから吸引する。以下の説明では、予冷用冷媒のガス及びそれに同伴される液体をまとめて「ガス」という場合がある。

[0034] さらにノズル412から吐出された予冷用冷媒は、断熱膨張によりその温度が低下する。

そしてノズル412から吐出された予冷用冷媒（液体）、及び吸引口413から吸引された予冷用冷媒（ガス）は、互いに混合されながら気液混合流体として混合部414を流れ、ディフューザ部415内にて減速して圧力が回復する。

なお、冷凍装置に設けるエジェクタ41の構成は、図3に示した例のみに限定されるものではなく、予冷用冷媒（液体）を用いて予冷用冷媒（ガス）を吸引し、これらの混合流体を昇圧する限りにおいて、各部の構成を適宜、変更してもよい。

[0035] 次に図2を参照しながら、上述のエジェクタ41a～41dを備える冷凍装置について詳述する。

AFC31cにて過冷却された予冷用冷媒（液体）は、エジェクタ41aに設けられたノズル412に供給される一方、1段目の予冷熱交換器34aの出口側（予冷用冷媒のガス側）の配管は、エジェクタ41aの吸引口41

3に接続されている。さらに予冷用冷媒の気液混合流体が流出するエジェクタ41aのディフューザ部415の出口側は、気液分離器33aに接続されている。

[0036] ここで、図5に示した従来の冷凍装置に設けられているノックアウトドラム33aに対して流入する液体は、予冷熱交換器34aから抜き出された予冷用冷媒のガスに同伴する少量のミストなどに過ぎない。

これに対して図2に示す気液分離器33aに対しては、エジェクタ41aにて混合された予冷用冷媒のガスと液体の混合流体が流入し、流入後の流速低下によりガスと液体とが気液分離される。従って、図5を用いて説明したノックアウトドラム33aは、図2に示す冷凍装置においては気液混合流体を気体と液体とを気液分離する気液分離器に相当するため、気液分離器33aと呼ぶことにする（図4において同じ）。

[0037] そして、気液分離後の予冷用冷媒のガスは、圧縮機20の高圧側の吸込口に戻される。気液分離器33aの下部側には、エジェクタ41aにて温度が低下した予冷用冷媒の液体の液溜まりが形成される。そして、気液分離器33aの底部と予冷熱交換器34aとの間に設けられた流路を介して、上記液溜まりから予冷用冷媒（液体）が予冷熱交換器34aに向けて抜き出される。そこで、予冷用冷媒とNGとの熱交換が行われ、予冷熱交換器34aのシェル側で発生したガス（同伴する液体を含む）がエジェクタ41aへ吸引される。その結果、図5に示した冷凍装置の予冷熱交換器34aの温度よりも低い温度レベルまでNGが冷却される。

なお、補助熱交換部105側の補助熱交換器35aから抜き出されたガスは、エジェクタ41aの出口側の流路に合流して気液分離器33aへ導入される。

[0038] また2段目以降については、予冷熱交換器34b～34dの出口側に設けられているエジェクタ41b～41d（ノズル412）に対して、1つ前の段の気液分離器33a～33cにて分離された予冷用冷媒の液体が供給される点を除いて、1段目と同様の構成となっている。即ち、各段のエジェクタ

4 1 b ~ 4 1 d の出口側には気液分離器 3 3 b ~ 3 3 d が設けられ、気液分離後の予冷用冷媒のガスは、各々の圧力に対応する圧縮機 2 0 の吸込口に戻される。

[0039] また、気液分離器 3 3 b ~ 3 3 d の底部と予冷熱交換器 3 4 b ~ 3 4 d との間に設けられた流路を介して、気液分離器 3 3 b ~ 3 3 d の液溜まりから予冷用冷媒（液体）が抜き出され、N G の冷却に利用される。そして、予冷熱交換器 3 4 b ~ 3 4 d のシェル側で発生したガス（同伴する液体を含む）はエジェクタ 4 1 b ~ 4 1 d によって吸引される。各々の予冷熱交換器 3 4 b ~ 3 4 d では図 5 の冷凍装置に示した熱交換器よりも低い温度まで N G が冷却される。さらに、補助熱交換部 1 0 5 側の補助熱交換器 3 5 b ~ 3 5 d から抜き出されたガスが、エジェクタ 4 1 b ~ 4 1 d の出口側の流路に合流する点についても同様である。

[0040] 以上に説明した構成を備えた図 2 に示す本例の冷凍装置と、図 5 に示す従来の冷凍装置とを比較すると、本例の冷凍装置には、予冷熱交換器 3 4 a ~ 3 4 d の液面レベルを調節する膨張弁 3 6 a ~ 3 6 d が設けられていない。そこで、図 2 に示すように、気液分離器 3 3 a ~ 3 3 d と予冷熱交換器 3 4 a ~ 3 4 d との間の流路には、予冷熱交換器 3 4 a ~ 3 4 d に設けられた液面計 3 4 1 a ~ 3 4 1 d による液面レベルの検出結果に基づいて、気液分離器 3 3 a ~ 3 3 d から供給される予冷用冷媒（液体）の流量を調整する液面調節弁 3 4 2 a ~ 3 4 2 d が設けられている。

[0041] これら液面調節弁 3 4 2 a ~ 3 4 2 d により実行される制御の例を挙げると、各予冷熱交換器 3 4 a ~ 3 4 d 内の液面レベルが目標値よりも低い場合には、液面調節弁 3 4 2 a ~ 3 4 2 d の開度を大きくして予冷用冷媒の供給量を増やす一方、当該液面レベルが目標値よりも高い場合には、液面調節弁 3 4 2 a ~ 3 4 2 d の開度を小さくして予冷用冷媒の供給量を減らす制御が行われる。

[0042] ここで、既述の液面調節弁 3 4 2 a ~ 3 4 2 d は、予冷熱交換器 3 4 a ~ 3 4 d 内の予冷用冷媒の液面レベルに応じて開閉が行われ、気液分離器 3 3

a～34d内の液溜まりの量とは独立して予冷用冷媒の抜き出し量を変化させる。このとき、気液分離器33a～33dの液溜まりの量の調節を行わないと、気液分離器33a～33dから抜き出す予冷用冷媒（液体）が無くなったり、液溜まりの高さが高くなりすぎて圧縮機20側へ予冷用冷媒（液体）が流出したりするおそれもある。

[0043] そこで本例の気液分離器33a～33dには、液溜まりの液面レベルを検出する液面計331a～331dが設けられている。一方で、図2、図3に示すように、各エジェクタ41a～41d（41）に設けられたノズル412の基端部には、液体の予冷用冷媒（高圧冷媒液体）の流量を調整する流量調整弁（流量調整部）411が設けられている。ここで流量調整弁411は、エジェクタ41を構成する機器の一部として、ノズル412と一体に設けられていることが好ましい。但し、例えば流量調整弁411を備えないノズル412に接続される予冷用冷媒（液体）の供給配管の上流側に、流量調整弁411を独立して設けてもよいことは勿論である。

[0044] これらエジェクタ41a～41dの流量調整弁411により実行される制御の例を挙げると、各気液分離器33a～33d内の液面レベルが目標値よりも低い場合には、流量調整弁411の開度を大きくして予冷用冷媒の供給量を増やす一方、当該液面レベルが目標値よりも高い場合には、流量調整弁411の開度を小さくして予冷用冷媒の供給量を減らす制御が行われる。

[0045] 以上に説明した冷凍装置の作用について説明する。AFC31cにて過冷却された供給された予冷用冷媒（液体）は、予冷熱交換部103側においては、気液分離器33aの液面レベルに応じてエジェクタ41aへの供給量が増減される。エジェクタ41aにおいては、予冷用冷媒（液体）の供給量に対応して、予冷熱交換器34a側から吸引する予冷用冷媒のガス（同伴される液体を含む）の吸引量が増減する。

[0046] エジェクタ41aから吐出されて温度が低下した予冷用冷媒の気液混合流体は気液分離器33a内で気液分離され、気体は圧縮機20の吸込口へ戻される一方、液体は気液分離器33a内に液溜まりを形成する。この液溜まり

を構成する予冷用冷媒の一部は、予冷熱交換器 34 a 内の液面レベルに応じて予冷熱交換器 34 a に向けて抜き出され、N G の冷却に用いられる。さらに液溜まり中の予冷用冷媒の一部は、2 段目のエジェクタ 4 1 b へ向けて抜き出され、その抜き出し量は、2 段目の気液分離器 33 b 内の予冷用冷媒の液面レベルに応じて増減される。

[0047] ここで予冷熱交換器 34 a ~ 34 d の液面レベルは、冷却される N G の流量や各予冷熱交換器 34 a ~ 34 d における N G の入口温度などによって変動する。また、2 段目の気液分離器 33 b 内の液面レベルも 2 段目の予冷熱交換器 34 b や 3 段目の気液分離器 33 c 内の液面レベルに応じて変化する。

[0048] このように、当該気液分離器 33 a に接続された予冷熱交換器 34 a やエジェクタ 4 1 b における予冷用冷媒（液体）のトータルの使用量を気液分離器 33 a 内の液面レベルとしてまとめて検出し、例えば当該液面レベルが一定となるように、エジェクタ 4 1 a への予冷用冷媒（液体）の供給量が増減される。この結果、圧縮機 20 や A F C 3 1 a ~ 3 1 c の機器能力の範囲内で、予冷熱交換器 34 a やエジェクタ 4 1 b はその負荷に応じて自由に予冷用冷媒を使用することが可能となり、個別の機器における予冷用冷媒の使用量に制約を発生させずに冷凍装置を運転することができる。

[0049] また、2 段目以降のノックアウトドラム 33 b ~ 33 d においても同様に、各段に設けられた予冷熱交換器 34 b ~ 34 d、及びその後段のエジェクタ 4 1 c ~ 4 1 d の負荷（但し、ノックアウトドラム 33 d については、予冷熱交換器 34 d の負荷のみ）に応じてエジェクタ 4 1 b ~ 4 1 d への予冷用冷媒（液体）の供給量が増減される。この結果、2 段目以降の予冷熱交換器 34 b ~ 34 d、エジェクタ 4 1 c、4 1 d においても、その負荷に応じて自由に予冷用冷媒を使用することが可能となり、個別の使用量制約を発生させない。

[0050] こうして A F C 3 1 c にて過冷却された予冷用冷媒（液体）の一部は、各エジェクタ 4 1 a ~ 4 1 d で冷却された後、その下流の気液分離器 33 a ~

33dを介して各予冷熱交換器34a～34dに供給され、ここでNGの冷却に用いられる。そして、予冷熱交換器34a～34d内で発生した予冷用冷媒のガスは、同伴する液体と共にエジェクタ41a～41dに吸引され、気液分離器33a～33dを介して、図5に示した従来の冷凍装置の予冷熱交換器34a～34dよりも低い温度までNGを冷却することが可能となる。

[0051] 一方で、AFC31cにて過冷却された予冷用冷媒（液体）の残る一部は、図5を用いて説明した従来の冷凍装置と同様に、補助熱交換部105側の各膨張弁37a～37dにて次第に温度低下した予冷用冷媒が主冷媒の冷却に用いられると共に、各膨張弁37a～37dの開度調整により、補助熱交換器35a～35dの液面レベルが調整される。そして、各補助熱交換器35a～35dから抜き出された予冷用冷媒のガスは、同伴する液体と共に予冷熱交換部103側の予冷用冷媒のガスに合流し、気液分離器33a～33dを介して圧縮機20の吸込口に戻される。

[0052] 本実施の形態に係る冷凍装置によれば以下の効果がある。本冷凍装置は、圧縮機20で圧縮後、冷却されて得られた液体の予冷用冷媒（高圧冷媒液体）をエジェクタ41a～41dで断熱膨張させ、予冷熱交換器34a～34dにてNG（被冷却液体）の冷却に用いられた後の予冷用冷媒（冷媒ガス）を吸引して気液分離器33a～33dに送り込み、気液分離された冷媒ガスを圧縮機20へ戻す一方、液体の予冷用冷媒（冷媒液）を前記予冷熱交換器34a～34dに供給する冷凍サイクルを有する。そして、この予冷熱交換器34a～34dに供給される予冷用冷媒の流量は各予冷熱交換器34a～34d内の予冷用冷媒の液面レベルに基づいて調整される一方、前記エジェクタ41a～41dに供給される予冷用冷媒（液体）の流量は、気液分離器33a～33dの液面レベルに基づいて調整される。この結果、NGの冷却に必要な量の予冷用冷媒を予冷熱交換器34a～34dへ供給しつつ、気液分離器33a～33dにおいては、予冷熱交換器34a～34dへ供給される予冷用冷媒の液切れや圧縮機20への予冷用冷媒の流出を防止することが

できる。

[0053] ここで図2を用いて説明した冷凍装置においては、予冷熱交換部103側の予冷熱交換器34a～34dにエジェクタ41a～41dを設けた例について説明したが、エジェクタの設置場所は41a～41dのいずれか一つ、例えば41aのみとしてもよく、二つ以上のエジェクタ、例えば41aと42bに設けてもよく、その組み合わせは自由である。さらに、エジェクタ41を設ける系統は補助熱交換部105側であってもよい。

[0054] また、エジェクタ41を設ける系統は、予冷熱交換部103と液化部104とのいずれか一方に限定されるものではなく両系統に設けてもよい。例えば図4は、予冷熱交換部103及び補助熱交換部105の両系統に共通のエジェクタ41a～41dを設けた冷凍装置の例を示している。

[0055] 詳細には、各気液分離器33a～33dの液溜まりから予冷熱交換部103側の予冷熱交換器34a～34dへ向けて予冷用冷媒（液体）を抜き出す流路が途中で分岐し、補助熱交換部105側の補助熱交換器35a～35dに接続されている。また、これら補助熱交換器35a～35dの出口側（予冷用冷媒のガス側）の配管は、予冷熱交換部103側の予冷熱交換器34a～34d側の出口側配管に合流して、各エジェクタ41a～41dの吸引口413に接続されている。

[0056] この構成により、各エジェクタ41a～41dは、予冷熱交換部103及び補助熱交換部105の両系統に設けられた予冷熱交換器34a～34d、35a～35dを上段側から2つずつセットにして、各セットの予冷熱交換器34a～34d、35a～35d内で発生したガス（同伴する液体を含む）を吸引することができる。

[0057] さらに補助熱交換部105側の各補助熱交換器35a～35dに対しても、内部の液面レベルを検出する液面計351a～351dと、これら液面計351a～351dによる液面レベルの検出結果に基づいて、気液分離器33a～33dから補助熱交換器35a～35dに供給される予冷用冷媒（液体）の流量を調整する液面調節弁352a～352dとが設けられている。

一方で、各エジェクタ 4 1 a ~ 4 1 d は、気液分離器 3 3 a ~ 3 3 d の液面レベルに基づいて、液体の予冷用冷媒の流量を調整する点については、図 2 を用いて説明した冷凍装置と同じである。

[0058] 図 4 に示す冷凍装置において、例えば予冷熱交換部 1 0 3 側の予冷熱交換器 3 4 a ~ 3 4 d は第 1 の熱交換器に相当し、気液分離器 3 3 a ~ 3 3 d から予冷熱交換器 3 4 a ~ 3 4 d までの予冷用冷媒の流路は第 1 の分流路に相当する。これら予冷熱交換器 3 4 a ~ 3 4 d にて冷却される NG は第 1 の被冷却流体に相当し、各予冷熱交換器 3 4 a ~ 3 4 d に設けられた液面調節弁 3 4 2 a ~ 3 4 2 d は第 1 の液面調節弁に相当している。

[0059] また、補助熱交換部 1 0 5 側の補助熱交換器 3 5 a ~ 3 5 d は第 2 の熱交換器に相当し、気液分離器 3 3 a ~ 3 3 d から補助熱交換器 3 5 a ~ 3 5 d までの予冷用冷媒の流路は第 2 の分流路に相当する。これら補助熱交換器 3 5 a ~ 3 5 d にて冷却される主冷媒は第 2 の被冷却流体に相当し、各補助熱交換器 3 5 a ~ 3 5 d に設けられた液面調節弁 3 5 2 a ~ 3 5 2 d は第 2 の液面調節弁に相当している。

図 4 に示す冷凍装置の効果として、熱交換器（予冷熱交換器 3 4 a ~ 3 4 d、補助熱交換器 3 5 a ~ 3 5 d）の圧力を気液分離器 3 3 a ~ 3 3 d よりも低い圧力、すなわち、低い温度で運転することができるため、被冷却流体をより低い温度まで冷却することが可能となる。あるいは、これら熱交換器の温度レベルを従来と同じとし、圧縮機 2 0 の吸引圧を上昇させることで圧縮機 2 0 の負荷を軽減することが可能となり、いずれかを自由に選択して冷凍装置を運転することができる。

[0060] さらに、上述したように、予冷熱交換部 1 0 3 の予冷熱交換器 3 4 a ~ 3 4 d や補助熱交換部 1 0 5 の補助熱交換器 3 5 a ~ 3 5 d にエジェクタ 4 1 a ~ 4 1 d を設ける場合において、全ての段にエジェクタ 4 1 a ~ 4 1 d を設けることも必須ではない。例えば従来の膨張弁 3 6 a ~ 3 6 d、3 7 a ~ 3 7 d をエジェクタ 4 1 a ~ 4 1 d に置き換えることによる効果とコストとを比較し、メリットが最も大きくなる位置にエジェクタ 4 1 a ~ 4 1 d を設

けてもよい。例えば最上流段の膨張弁36aまたは／および37aのみをエジェクタ41aに置き換える場合などが挙げられる。

一般に、膨張弁36a～36d、37a～37dのうち上流段側の膨張弁ほど、断熱膨張前後の圧力差が大きく、エジェクタ41a～41dに置き換える効果が大きくなる一方、エジェクタ41a～41dのサイズは上流段側ほど大きくなる傾向がある。

符号の説明

[0061]	20	圧縮機
	33a～33d	
		気液分離器またはノックアウトドラム
	331a～331d	
		液面計
	34a～34d	
		予冷熱交換器
	341a～341d	
		液面計
	342a～342d	
		液面調節弁
	35a～35d	
		補助熱交換器
	36a～36d	
		膨張弁
	37a～37d	
		膨張弁
	41、41a～41d	
		エジェクタ
	411	流量調整弁

請求の範囲

[請求項1]

冷媒ガスを圧縮する圧縮機と、

前記圧縮機から吐出された高圧冷媒ガスを凝縮させて得られた高圧冷媒液体が噴射されるノズルと当該高圧冷媒液体の噴射により冷媒ガスを吸引する吸引口とを備え、前記ノズルから噴射された高圧冷媒液体と前記吸引口から吸引された冷媒ガスとの混合流体を昇圧するエジェクタと、

前記エジェクタにて昇圧された混合流体を気液分離し、分離された冷媒ガスが前記圧縮機に送られる気液分離器と、

前記気液分離器にて分離された冷媒液が流路を介して供給され、当該冷媒液と被冷却流体との間で熱交換を行って当該被冷却流体を冷却すると共に熱交換されて発生した冷媒ガスとそれに同伴される液が前記エジェクタの吸引口に吸引される熱交換器と、

前記流路に設けられ、前記熱交換器の冷媒液の液面に基づいて冷媒液の流量が調整される液面調節弁と、

前記気液分離器内の液面レベルに基づいて前記エジェクタのノズルに供給される高圧冷媒液体の流量を調整する流量調整部と、を備えたことを特徴とする冷凍装置。

[請求項2]

請求項1に記載されたエジェクタ、気液分離器、流路、熱交換器、液面調節弁及び流量調整部の組を複数段設け、

2段目以降の前記組のエジェクタのノズルの入り口は、一つ前の段の気液分離器にて分離された冷媒液が供給されるように構成されていることを特徴とする冷凍装置。

[請求項3]

冷媒ガスを圧縮する圧縮機と、

前記圧縮機から吐出された高圧冷媒ガスを凝縮させて得られた高圧冷媒液体が噴射されるノズルと当該高圧冷媒液体の噴射により冷媒ガスを吸引する吸引口とを備え、前記ノズルから噴射された高圧冷媒液体と前記吸引口から吸引された冷媒ガスとの混合流体を昇圧するエジ

エクタと、

前記エジェクタにて昇圧された混合流体を気液分離し、分離された冷媒ガスが前記圧縮機に送られる気液分離器と、

前記気液分離器にて分離された冷媒液が第1の分流路を介して供給され、当該冷媒液と第1の被冷却流体との間で熱交換を行って当該第1の被冷却流体を冷却すると共に熱交換されて発生した冷媒ガスとそれに同伴される液が前記エジェクタの吸引口に吸引される第1の熱交換器と、

前記気液分離器にて分離された冷媒液が第2の分流路を介して供給され、当該冷媒液と第2の被冷却流体との間で熱交換を行って当該第2の被冷却流体を冷却すると共に熱交換されて発生した冷媒ガスとそれに同伴される液が前記エジェクタの吸引口に吸引される第2の熱交換器と、

前記第1の分流路及び第2の分流路に夫々設けられ、前記第1の熱交換器及び第2の熱交換器の冷媒液の液面に基づいて夫々冷媒液の流量が調整される第1の液面調節弁及び第2の液面調節弁と、

前記気液分離器内の液面レベルに基づいて前記エジェクタのノズルに供給される高圧冷媒液体の流量を調整する流量調整部と、を備えたことを特徴とする冷凍装置。

[請求項4] 請求項3に記載されたエジェクタ、気液分離器、第1の分流路及び第2の分流路、第1の熱交換器、第2の熱交換器、第1の液面調節弁、第2の液面調節弁及び流量調整部の組を複数段設け、

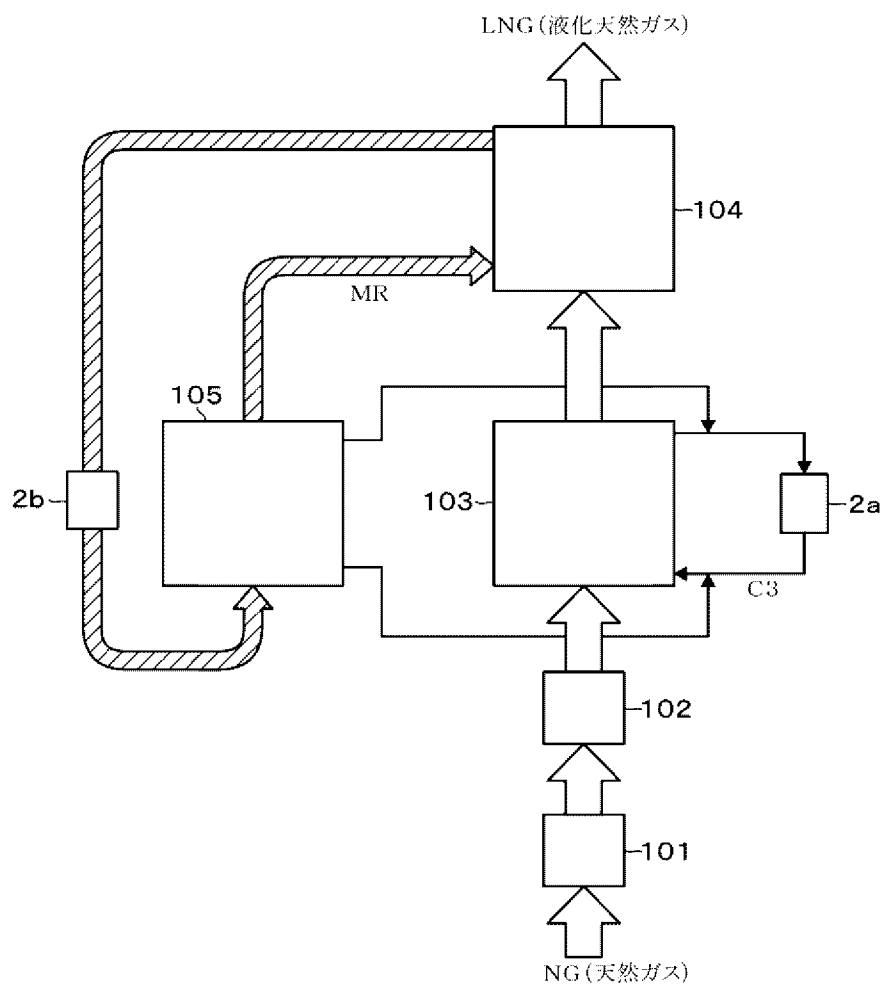
2段目以降の前記組のエジェクタのノズルの入り口は、一つ前の段の気液分離器にて分離された冷媒液が供給されるように構成されていることを特徴とする冷凍装置。

[請求項5] 天然ガスを予冷用冷媒により予備冷却し、次いで主冷媒により主冷却し、主冷却を終えた主冷媒を圧縮後、前記予冷用冷媒により冷却する天然ガスの液化システムに用いられる冷凍装置であって、

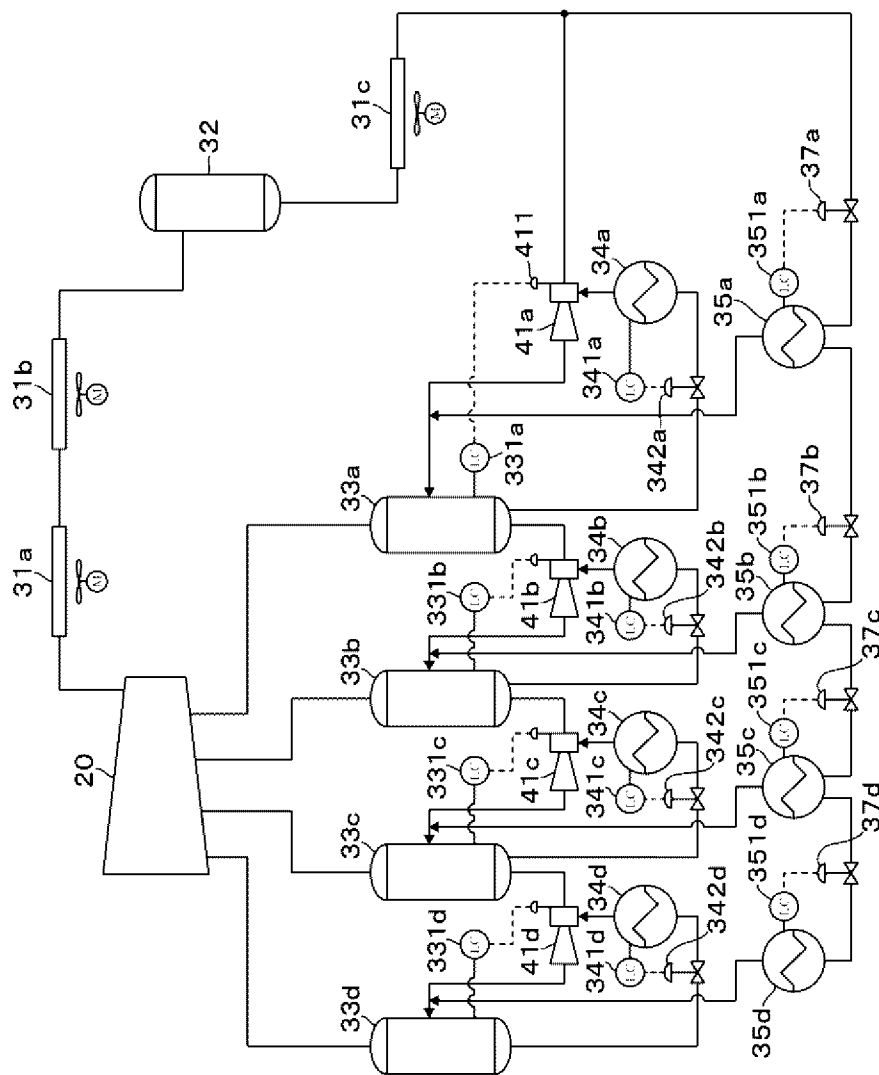
前記高圧冷媒は予冷用冷媒であり、

第 1 の被冷却流体及び第 2 の被冷却流体の一方及び他方は、夫々天然ガス及び主冷媒であることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の冷凍装置。

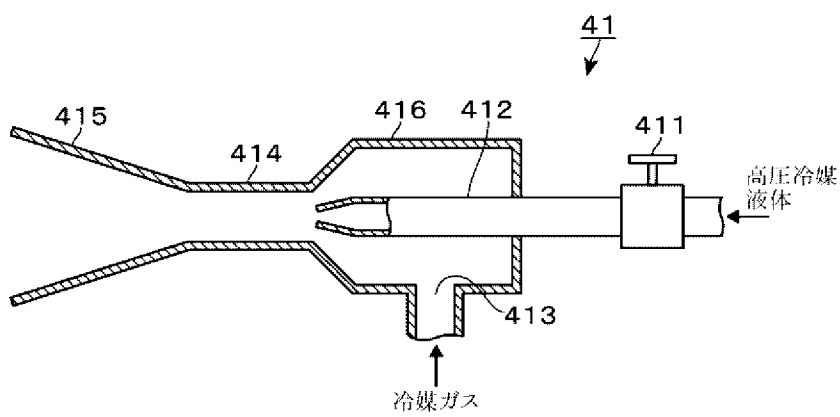
[図1]



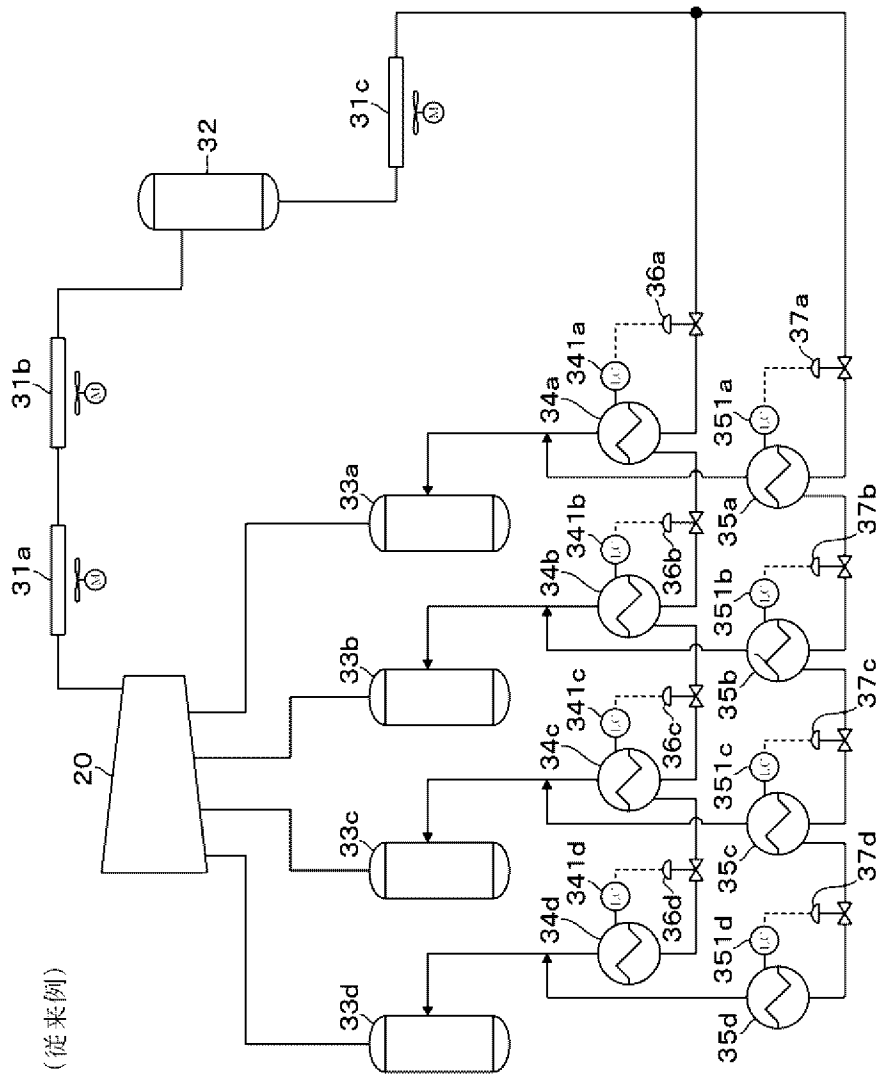
[図2]



[図3]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/006469

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F25B5/04(2006.01)i, F25B1/00(2006.01)i, F25B9/10(2006.01)i, F25J1/00(2006.01)i, F25J1/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F25B5/04, F25B1/00, F25B9/10, F25J1/00, F25J1/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-228118 A (Fuji Electric Retail Systems Co., Ltd.), 31 August 2006 (31.08.2006), entire text; all drawings (particularly, paragraphs [0020] to [0063]; fig. 3, 15 to 22) (Family: none)	1-5
Y	JP 6-272977 A (Daikin Industries, Ltd.), 27 September 1994 (27.09.1994), entire text; all drawings (particularly, paragraph [0039]; fig. 7) (Family: none)	1-5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 March 2015 (25.03.15)

Date of mailing of the international search report
07 April 2015 (07.04.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/006469

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-118726 A (Denso Corp.), 11 May 2006 (11.05.2006), entire text; all drawings (particularly, paragraphs [0024] to [0060]; fig. 1) (Family: none)	1-5
Y	US 2013/0111944 A1 (CARRIER CORP.), 09 May 2013 (09.05.2013), entire text; all drawings (particularly, paragraphs [0020] to [0031]; fig. 3) & WO 2012/012488 A1 & EP 2596303 A & CN 103003641 A	2, 4
Y	JP 51-28101 A (Linde AG.), 09 March 1976 (09.03.1976), entire text; all drawings (particularly, page 4, upper right column, line 7 to page 7, upper left column, line 6; fig. 1) & US 4112700 A & GB 1487466 A & DE 2438443 A & FR 2281550 A & SU 1029833 A & NO 752394 A	5
A	JP 2010-243095 A (Mitsubishi Electric Corp.), 28 October 2010 (28.10.2010), entire text; all drawings (particularly, paragraphs [0011] to [0045]; fig. 1, 7) (Family: none)	1, 3
A	JP 2002-349978 A (Denso Corp.), 04 December 2002 (04.12.2002), entire text; all drawings (particularly, paragraphs [0035] to [0050]; fig. 1) & US 2001/0025499 A1 & US 2002/0184903 A1 & EP 1134517 A2 & EP 1589301 A3 & AU 2802001 A & BR 101084 A & AU 747941 B & ID 29675 A & KR 10-2001-0092335 A & CN 1316636 A	1, 3
A	JP 6-11199 A (Nippon Sanso Corp.), 21 January 1994 (21.01.1994), entire text; all drawings (Family: none)	5
A	JP 6-265230 A (Kobe Steel, Ltd.), 20 September 1994 (20.09.1994), entire text; all drawings (Family: none)	5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F25B5/04(2006.01)i, F25B1/00(2006.01)i, F25B9/10(2006.01)i, F25J1/00(2006.01)i, F25J1/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F25B5/04, F25B1/00, F25B9/10, F25J1/00, F25J1/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2006-228118 A（富士電機リテイルシステムズ株式会社） 2006.08.31, 全文、全図（特に、【0020】－【0063】、図3、 図15－図22）（ファミリーなし）	1-5
Y	JP 6-272977 A（ダイキン工業株式会社）1994.09.27, 全文、全図（特 に、【0039】、図7）（ファミリーなし）	1-5
Y	JP 2006-118726 A（株式会社デンソー）2006.05.11, 全文、全図（特 に、【0024】－【0060】、図1）（ファミリーなし）	1-5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 5 . 0 3 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 4 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

柿沼 善一

3 M

3 5 3 0

電話番号 03-3581-1101 内線 3377

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	US 2013/0111944 A1 (CARRIER CORPORATION) 2013.05.09, 全文、全図 (特に、[0020]-[0031]、FIG. 3) & WO 2012/012488 A1 & EP 2596303 A & CN 103003641 A	2, 4
Y	JP 51-28101 A (リンデ・アクチエンゲゼルシャフト) 1976.03.09, 全文、全図 (特に、第4ページ右上欄第7行目-第7ページ左上欄第6行目、Fig. 1) & US 4112700 A & GB 1487466 A & DE 2438443 A & FR 2281550 A & SU 1029833 A & NO 752394 A	5
A	JP 2010-243095 A (三菱電機株式会社) 2010.10.28, 全文、全図 (特に、【0011】-【0045】、図1、図7) (ファミリーなし)	1, 3
A	JP 2002-349978 A (株式会社デンソー) 2002.12.04, 全文、全図 (特に、【0035】-【0050】、図1) & US 2001/0025499 A1 & US 2002/0184903 A1 & EP 1134517 A2 & EP 1589301 A3 & AU 2802001 A & BR 101084 A & AU 747941 B & ID 29675 A & KR 10-2001-0092335 A & CN 1316636 A	1, 3
A	JP 6-11199 A (日本酸素株式会社) 1994.01.21, 全文、全図 (ファミリーなし)	5
A	JP 6-265230 A (株式会社神戸製鋼所) 1994.09.20, 全文、全図 (ファミリーなし)	5