

(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  
2019年7月25日(25.07.2019)



(10) 国際公開番号  
**WO 2019/142919 A1**

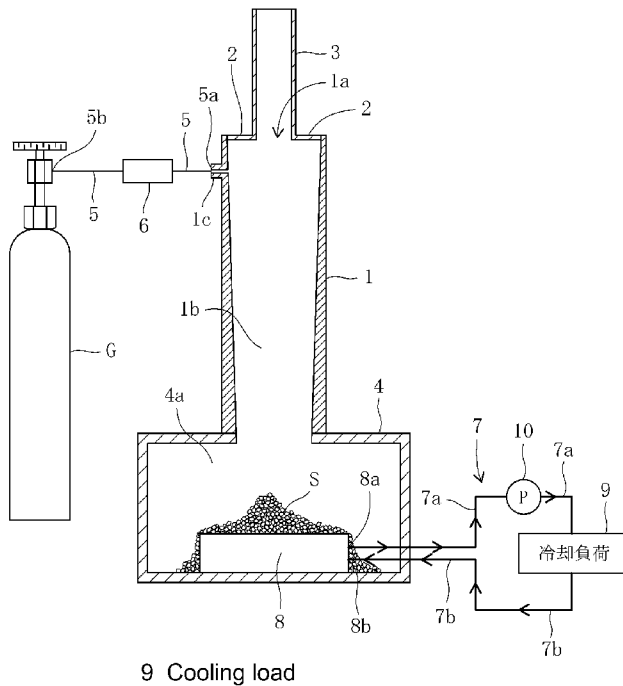
- (51) 国際特許分類:  
F25B 1/00 (2006.01) F25B 39/02 (2006.01)  
F25B 7/00 (2006.01) F25D 3/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/001499
- (22) 国際出願日: 2019年1月18日(18.01.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2018-007071 2018年1月19日(19.01.2018) JP
- (71) 出願人: 学校法人同志社(THE DOSHISHA) [JP/JP]; 〒6028580 京都府京都市上京区今出川通烏丸東入玄武町601番地 Kyoto (JP). 株式会社前川製作所(MAYEKAWA MGF. CO.,

LTD.) [JP/JP]; 〒1358482 東京都江東区牡丹3丁目14番15号 Tokyo (JP).

- (72) 発明者: 山口 博司(YAMAGUCHI Hiroshi); 〒6100394 京都府京田辺市多々羅都谷1-3同志社大学知的財産センター内 Kyoto (JP). 山崎 晴彦(YAMASAKI Haruhiko); 〒6100394 京都府京田辺市多々羅都谷1-3同志社大学知的財産センター内 Kyoto (JP). ネクサペーター(NEKSAA Petter); 7030 トロンハイム、パークヴァイン 9 Trondheim (NO). 服部 一裕(HATTORI Kazuhiro); 〒1358482 東京都江東区牡丹3丁目14番15号 株式会社前川製作所内 Tokyo (JP). 神村 岳(KAMIMURA Takeshi);

(54) Title: CYCLONE REFRIGERATION DEVICE, CYCLONE COOLNESS/HEAT RECOVERY UNIT, AND HEAT PUMP SYSTEM PROVIDED WITH SAID CYCLONE REFRIGERATION DEVICE OR CYCLONE COOLNESS/HEAT RECOVERY UNIT

(54) 発明の名称: サイクロン式冷凍装置、サイクロン式冷熱回収ユニット、および該サイクロン式冷凍装置または該サイクロン式冷熱回収ユニットを備えたヒートポンプシステム



(57) Abstract: The present invention is provided with a cylinder part 1, an exhaust pipe 3, a cooling part 4 having a cavity 4a that passes through an internal space 1b of the cylinder part, a refrigerant inflow pipe 5, and a decompression device 6. A liquid-phase refrigerant that has been condensed under high pressure is supplied to a refrigerant supply pipe and is decompressed by the decompression device to form a solid-gas two-phase refrigerant. The solid-gas two-phase refrigerant flows into the internal space of the cylinder part and forms a downward spiral, and is separated into a solid-phase refrigerant S and a gas-phase refrigerant. The solid-phase refrigerant S accumulates in the cavity, and the gas-phase refrigerant forms an upward spiral passing from a bottom part of the cavity through the interior space inside the downward spiral and flows out from the exhaust pipe. The present invention is also provided with: pipelines 7a, 7b through which a fluid to be cooled circulates, said pipelines 7a, 7b through which a fluid to be cooled circulates extending through the cavity of the cooling part, and a fluid to be cooled from a cooling load 9 is circulated through the interior of the pipelines through which a fluid to be cooled



WO 2019/142919 A1

〒1358482 東京都江東区牡丹3丁目14番15号 株式会社前川製作所内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 特許業務法人みのり特許事務所 (MINORI PATENT PROFESSION CORPORATION); 〒6040835 京都府京都市中京区御池通高倉西入高宮町200番地 千代田生命京都御池ビル8階 Kyoto (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

circulates; a heat exchanger 8 provided to a portion of the pipelines through which a fluid to be cooled circulates that is within the cavity, the heat exchanger 8 performing heat exchange between the solid-phase refrigerant S and the fluid to be cooled; and a pump 10 that circulates the fluid to be cooled.

(57) 要約: 円筒部1と、排気管3と、円筒部の内部空間1bに連通するキャビティ4aを有する冷却部4と、冷媒流入管5と、減圧器6を備える。高圧下で凝縮された液相冷媒が冷媒供給管に供給され、減圧器で減圧されて固相冷媒を形成し、固相冷媒は、円筒部の内部空間に流入して下降渦流を形成すると共に、固相冷媒Sと気相冷媒に分離し、固相冷媒Sがキャビティに堆積する一方、気相冷媒は、キャビティ底部から、下降渦流の内側空間を通る上昇渦流を形成して排気管から流出する。冷却部のキャビティを貫通してのび、内部を冷却負荷9からの被冷却流体が還流する被冷却流体循環管路7a、7bと、キャビティ内における被冷却流体循環管路部分に設けられ、固相冷媒Sと被冷却流体の間で熱交換させる熱交換器8と、被冷却流体を還流させるポンプ10を備える。

## 明 細 書

発明の名称：

サイクロン式冷凍装置、サイクロン式冷熱回収ユニット、および該サイクロン式冷凍装置または該サイクロン式冷熱回収ユニットを備えたヒートポンプシステム

### 技術分野

[0001] 本発明は、サイクロン式冷凍装置、サイクロン式冷熱回収ユニット、および当該サイクロン式冷凍装置または当該サイクロン式冷熱回収ユニットを備えたヒートポンプシステムに関するものである。

### 背景技術

[0002] 従来技術においては、二酸化炭素（ $\text{CO}_2$ ）を冷媒として使用する冷凍装置がいくつか知られている。

この種の冷凍装置は、例えば、 $\text{CO}_2$ を常温レベルの温度で飽和圧力あるいは超臨界圧力に圧縮する圧縮機と、圧縮機からの高圧の気相 $\text{CO}_2$ を冷却、凝縮する凝縮器と、凝縮器によって凝縮された $\text{CO}_2$ を $\text{CO}_2$ の三重点以下の圧力、温度レベルに減圧して固相 $\text{CO}_2$ （ドライアイス）と気相 $\text{CO}_2$ （炭酸ガス）との混合体である固気二相 $\text{CO}_2$ とする $\text{CO}_2$ 膨張装置と、 $\text{CO}_2$ 膨張装置から送給される固気二相 $\text{CO}_2$ の昇華による冷熱を、冷却負荷からの被冷却流体に供給するとともに昇華後の気相 $\text{CO}_2$ を圧縮機に送る $\text{CO}_2$ 昇華手段を備えている（例えば、特許文献1参照）。

[0003]  $\text{CO}_2$ 昇華手段は、直接接触 $\text{CO}_2$ 昇華装置（特許文献1の図1参照）または間接接触 $\text{CO}_2$ 昇華装置（特許文献1の図2参照）からなっている。

そして、直接接触 $\text{CO}_2$ 昇華装置においては、 $\text{CO}_2$ 膨張装置から送給される固気二相 $\text{CO}_2$ が、貯液槽に貯められたブライン中に噴出せしめられ、固気二相 $\text{CO}_2$ がブラインの熱によって昇華せしめられ、この昇華によってブラインが冷却され、冷却されたブラインは、ブライン熱交換器において冷却負荷からの被冷却流体と熱交換する。

- [0004] また、間接接触CO<sub>2</sub>昇華装置においては、冷却負荷からの被冷却流体が、並列配置された多数の冷却管内に流される一方、冷却管の間に設けられたCO<sub>2</sub>通路に、CO<sub>2</sub>膨張装置から送給される固気二相CO<sub>2</sub>が流され、固気二相CO<sub>2</sub>が冷却管内の被冷却流体の熱によって昇華せしめられ、この昇華によって被冷却流体が極低温まで冷却される。
- [0005] しかし、この従来の冷凍装置では、直接接触CO<sub>2</sub>昇華装置とした場合は、貯液槽内に固相CO<sub>2</sub>が堆積して、冷却されたブラインを貯液槽から排出する管路が塞がれ、あるいは、貯液槽への固気二相CO<sub>2</sub>の噴出口に固相CO<sub>2</sub>が付着して噴出口が塞がれることによって、また、間接接触CO<sub>2</sub>昇華装置とした場合は、CO<sub>2</sub>通路内に固相CO<sub>2</sub>が付着、堆積して、CO<sub>2</sub>通路が塞がれることによって、冷凍装置の運転に障害をきたすことがあった。
- [0006] さらには、この冷凍装置は、固気二相状態での固相CO<sub>2</sub>の潜熱を利用しており、固相CO<sub>2</sub>のみの昇華熱を利用した場合に比べると、冷却能力が劣るといふ欠点もあった。

## 先行技術文献

## 特許文献

- [0007] 特許文献1：特開2004-308972号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

- [0008] したがって、本発明の課題は、高い冷却能力を有し、スムーズに連続運転できる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

- [0009] 上記課題を解決するため、本発明によれば、上下にのび、上端開口が閉じた円筒部と、前記円筒部よりも小さい径を有し、前記円筒部の上端に接続されて前記上端から上向きに前記円筒部と同軸にのび、前記円筒部の内部空間に連通する排気管と、前記円筒部の下端に接続され、前記円筒部の前記内部空間に連通するキャビティを有する冷却部と、を備え、前記円筒部の側壁上

部には冷媒流入管が形成されており、さらに、一端が前記冷媒流入管に接続され、他端から高圧下で凝縮された液相冷媒の供給を受ける冷媒流入管と、前記冷媒流入管に設けられた減圧器と、を備え、前記冷媒流入管に供給された前記液相冷媒が、前記減圧器によって減圧されて固気二相冷媒を形成し、前記固気二相冷媒は、前記円筒部の前記内部空間に流入して前記内部空間内を下降する渦流を形成するとともに、固相冷媒と気相冷媒とに分離し、前記固相冷媒が前記キャビティに堆積する一方、前記気相冷媒は前記キャビティの底部から前記下降する渦流の内側空間を通過して上昇する渦流を形成して、前記排気管から流出するようになっており、さらに、前記冷却部の前記キャビティを貫通してのび、両端が前記冷却部の外部において互いに接続され、内部を冷却負荷からの被冷却流体が流れる被冷却流体循環管路と、前記被冷却流体循環管路における前記キャビティ内の部分に設けられ、前記キャビティに堆積した前記固相冷媒と前記被冷却流体との間で熱交換させる熱交換器と、前記冷却部の外部において前記被冷却流体循環管路に設けられたポンプと、を備えたものであることを特徴とするサイクロン式冷凍装置が提供される。

[0010] 本発明の好ましい実施例によれば、前記熱交換器は、導熱体から形成されるとともに、流体出口および流体入口を有し、内部に前記被冷却流体が充填された容器からなり、前記被冷却流体循環管路は、一端が前記容器の前記流体出口に接続されて、前記容器から前記キャビティを通過して前記冷却部の外部に突出した被冷却流体排出管路と、一端が前記容器の前記流体入口に接続されて、前記容器から前記キャビティを通過して前記冷却部の外部に突出した被冷却流体供給管路と、からなり、前記被冷却流体排出管路の他端と前記被冷却流体供給管路の他端が、前記冷却負荷を介して互いに接続され、前記ポンプが前記被冷却流体排出管路または前記被冷却流体供給管路に設けられている。

[0011] 本発明の別の好ましい実施例によれば、前記サイクロン式冷凍装置は、前記円筒部の前記内部空間および前記冷却部の前記キャビティを跨いで配置さ

れて上下にのびる渦流制御体をさらに備え、前記渦流制御体は、円柱状の下部と、前記下部の上端面に接続し、前記下部から上向き先細りにのびる円錐台状の中間部と、前記中間部の上端面に接続し、前記中間部から上向きにのびる円柱状の上部と、からなり、前記渦流制御体の内部には、前記上昇する渦流が流通する軸方向の貫通孔が形成され、前記貫通孔は、横断面が円形であり、前記渦流制御体の底面から上向きに先細り状にのびた後、前記渦流制御体の上端面まで末広がり状にのびており、前記渦流制御体は、前記円筒部に同軸に、かつ、前記底面の下側に一定のスペースが開けられた状態で、前記下部が前記キャビティ内に位置し、前記中間部が前記キャビティおよび前記内部空間にまたがって位置するように、前記冷却部または前記円筒部またはその両方に支持されている

[0012] 本発明のさらに別の好ましい実施例によれば、前記円筒部の前記内部空間が下方に向かって先細り状に形成されている。

[0013] 本発明のさらに別の好ましい実施例によれば、前記冷媒は二酸化炭素または水またはアンモニアである。

[0014] 本発明のさらに別の好ましい実施例によれば、上記のサイクロン式冷凍装置と、前記サイクロン式冷凍装置の前記排気管の出口、および前記冷媒流入管の前記他端を接続する冷媒循環管路と、前記冷媒循環管路に配置され、前記サイクロン式冷凍装置の前記排気管から排出された前記気相冷媒を圧縮する圧縮機と、前記冷媒循環管路における前記圧縮機の下流側に配置され、前記圧縮機によって圧縮された前記気相冷媒を凝縮して前記液相冷媒を形成する凝縮器と、を備えたものであることを特徴とするヒートポンプシステムが提供される。

[0015] 本発明のさらに別の好ましい実施例によれば、上記のサイクロン式冷凍装置と、前記サイクロン式冷凍装置の前記排気管の出口、および前記冷媒流入管の前記他端を接続する冷媒循環管路と、前記冷媒循環管路に配置され、前記サイクロン式冷凍装置の前記排気管から排出された前記気相冷媒を圧縮する圧縮機と、前記冷媒循環管路における前記圧縮機の下流側に直列に配置さ

れ、前記圧縮機によって圧縮された前記気相冷媒を凝縮して前記液相冷媒を形成する第1および第2の凝縮器と、前記冷媒循環管路における前記第1および第2の凝縮器の下流側に配置された別の熱交換器と、前記冷媒循環管路における前記別の熱交換器の下流側と前記圧縮機の上流側を接続するバイパス管路と、前記バイパス管路に配置された別の減圧器と、前記バイパス管路における前記別の減圧器の下流側に配置された蒸発器と、前記冷媒循環管路における前記接続点の下流側および前記バイパス管路における前記別の減圧器の上流側にそれぞれ配置された第1および第2の流量制御器と、前記冷媒循環管路における前記バイパス管路の下流端との接続点の上流側に配置された第3の流量制御器と、前記バイパス管路における前記蒸発器の下流側に配置された第4の流量制御器と、を備えたものであることを特徴とするサイクロン式冷熱回収ユニットが提供される。

[0016] 本発明のさらに別の好ましい実施例によれば、低元側サイクルと高元側サイクルを備えたカスケードヒートポンプシステムであって、前記低元側サイクルが、上記のサイクロン式冷熱回収ユニットから構成され、前記サイクロン式冷熱回収ユニットの前記別の熱交換器がカスケード熱交換器の低元側熱交換器を形成していること特徴とするカスケードヒートポンプシステムが提供される。

[0017] 本発明のさらに別の好ましい実施例によれば、前記高元側サイクルが、前記サイクロン式冷熱回収ユニットの前記別の熱交換器と対となって前記カスケード熱交換器を構成する高元側熱交換器と、前記高元側熱交換器の出口および入口間にのびる高元側冷媒循環管路と、前記高元側冷媒循環管路における前記高元側熱交換器の下流側に配置された別の圧縮機と、前記高元側冷媒循環管路における前記別の圧縮機の下流側に直列に配置された第3および第4の凝縮器と、前記高元側冷媒循環管路における前記第3および第4の凝縮器の下流側に配置された別の減圧器と、を備えている。

### 発明の効果

[0018] 本発明によれば、高圧下で凝縮された液相冷媒を減圧して形成した固気二

相冷媒を、円筒部の内部空間内に流入させて固気二相冷媒の下降する渦流を形成することによって、固気二相冷媒を固相冷媒と気相冷媒に分離し、固相冷媒を冷却部のキャビティに捕集する一方、気相冷媒は下降する渦流の内側空間を通して（上昇する渦流として）排気管から外部に排出するようにしたので、冷凍装置の運転中に、固相冷媒が冷媒流路内に付着、堆積して冷媒流路が塞がれることが防止される。

[0019] また、被冷却流体循環管路内に被冷却流体を還流させて、キャビティに堆積した固相冷媒と熱交換させるようにし、被冷却流体の流路を固相冷媒から分離したので、冷凍装置の運転中に、固相冷媒が被冷却流体の流路内に付着、堆積して被冷却流体流路が塞がれることも防止される。

それによって、冷凍装置のスムーズな連続運転が可能となる。

[0020] さらに、本発明によれば、固気二相冷媒から分離した固相冷媒のみを被冷却流体と熱交換させ、固相冷媒の昇華による冷熱を被冷却流体に供給することで、固相冷媒の昇華熱を全て被冷却流体の冷却に使用できるので、従来例のような、固気二相状態での固相冷媒の潜熱を利用した被冷却流体の冷却に比べて、冷却能力がアップする。

### 図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の1実施例によるサイクロン式冷凍装置の概略構成を示す正面図である。

[図2]本発明の別の実施例によるサイクロン式冷凍装置の概略構成を示す図1に類似の図である。

[図3]図1のサイクロン式冷凍装置が蒸発器として組み込まれたヒートポンプシステムの概略構成を示す図である。

[図4]図3のヒートポンプシステムにおいて冷媒としてCO<sub>2</sub>を使用した場合のモリエル線図である。

[図5]図3のヒートポンプシステムにおいて、図1のサイクロン式冷凍装置の代わりに図2のサイクロン式冷凍装置を備え、冷媒としてCO<sub>2</sub>を使用した場合のモリエル線図である。

[図6]図3のヒートポンプシステムにおいて、サイクロン式冷凍装置の代わりに公知の蒸発器を備え、冷媒としてCO<sub>2</sub>を使用した場合のモリエル線図である。

[図7]図1のサイクロン式冷凍装置を備えたサイクロン式冷熱回収ユニットの概略構成を示す図である。

[図8]図7のサイクロン式冷熱回収ユニットが低元側サイクルとして組み込まれたカスケードヒートポンプシステムの概略構成を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0022] 以下、添付図面を参照しつつ、本発明の構成を好ましい実施例に基づいて説明する。

図1は、本発明の1実施例によるサイクロン式冷凍装置の概略構成を示す正面図である。

図1を参照して、本発明によれば、上下にのびる円筒部1と、円筒部1の上端開口1aに設けられた内側フランジ2と、内側フランジ2の開口径に対応する外径を有し、一端において内側フランジ2に接続されて円筒部1の上端開口1aから上向きに突出した排気管3が備えられる。

なお、円筒部1と排気管3との接続部の構成はこの実施例に限定されず、円筒部1は上下にのびて上端開口が閉じ、円筒部1よりも小さい径の排気管3が円筒部1の上端に接続されて当該上端から上向きに円筒部1と同軸にのびておれば、どのような構成であってもよい。

[0023] この実施例では、円筒部1の内部空間1bは、下方に向かって先細り状に（内径が徐々に小さくなるように）形成されているが、内部空間1bの内径が一定であってもよい。

また、円筒部1の下端には、円筒部1の内部空間1bに連通するキャビティ4aを有する冷却部4が接続されている。

[0024] 円筒部1の側壁上部に冷媒流入口1cが形成されている。冷媒流入口1cは、好ましくは、円筒部1の横断面の接線方向にのびている。

そして、円筒部1の冷媒流入口1cには、冷媒流入管5の一端5aが接続

されている。冷媒流入管 5 は、他端 5 b から、高圧下で凝縮された液相冷媒の供給を受けるようになっている。冷媒流入管 5 には膨張弁（減圧器） 6 が設けられている。

なお、この実施例では、冷媒流入管 5 の他端 5 b に、液相冷媒の供給源としてポンペ G が接続されている。

[0025] こうして、冷媒流入管 5 に供給された液相冷媒が、膨張弁 6 によって減圧されて固気二相冷媒を形成し、固気二相冷媒は円筒部 1 の冷媒流入口 1 c から内部空間 1 b に流入し、内部空間 1 b の内壁面に沿って流れることによって渦流を形成する。

[0026] この場合、渦流外側の圧力は渦流内側の圧力よりも大きく、また、この渦流の外側と内側の圧力差が内部空間 1 b の上部から下部に向かって減少する。それによって、渦流は、円筒部 1 の冷媒流入口 1 c から冷却部 4 のキャビティ 4 a まで伸長し、そのまま維持される。

[0027] この円筒部 1 の内部空間 1 b を下降する渦流によって、固気二相冷媒が固相冷媒 S と気相冷媒とに分離し、固相冷媒 S がキャビティ 4 a 内に堆積する。一方、気相冷媒はキャビティ 4 a の底部に達するが、このとき、渦流の外側と内側の圧力差が小さいので、気相冷媒は下降する渦流の内側空間を通過して上昇する渦流を形成し、排気管 3 を通って外部に流出する。

[0028] そして、この冷媒の相変化を実現するため、本発明で使用される冷媒は、サイクロン式冷凍装置の内部において、三重点以下の圧力および温度レベルに維持され得るものでなければならず、この条件を満たす冷媒としては、例えば、二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）、水およびアンモニア等を挙げることができる。

[0029] 本発明によれば、また、冷却部 4 のキャビティ 4 a を貫通してのび、両端が冷却部 4 の外部において互いに接続され、内部を冷却負荷 9 からの被冷却流体が流れる被冷却流体循環管路 7 と、被冷却流体循環管路 7 におけるキャビティ 4 a 内の部分に設けられて、キャビティ 4 a に堆積した固相冷媒 S と被冷却流体との間で熱交換させる熱交換器 8 が備えられる。

[0030] この実施例では、熱交換器 8 は、導熱体から形成されるとともに、流体出

口 8 a および流体入口 8 b を有し、内部に被冷却流体が充填された容器からなっている。

この場合、被冷却流体としては、不凍液やエタノール等を使用することができ、容器（熱交換器）8 は、高い熱伝導性を有し、かつ被冷却流体による腐食等の影響を受けにくい金属、例えばアルミニウムから形成されていることが好ましい。

[0031] また、被冷却流体循環管路 7 は、一端が容器（熱交換器）8 の流体出口 8 a に接続されて、容器（熱交換器）8 からキャビティ 4 a を通って冷却部 4 の外部に突出した被冷却流体排出管路 7 a と、一端が容器（熱交換器）8 の流体入口 8 b に接続されて、容器（熱交換器）8 からキャビティ 4 a を通って冷却部 4 の外部に突出した被冷却流体供給管路 7 b からなり、被冷却流体排出管路 7 a の他端と被冷却流体供給管路 7 b の他端が、冷却負荷 9 を介して互いに接続されている。

[0032] 本発明によれば、さらに、ポンプ 10 が被冷却流体排出管路 7 a または被冷却流体供給管路 7 b に設けられ、ポンプ 10 の作動によって、被冷却流体が、容器（熱交換器）8 → 被冷却流体排出管路 7 a → 冷却負荷 9 → 被冷却流体供給管路 7 b → 容器（熱交換器）8 の順序で還流する。

[0033] こうして、本発明のサイクロン式冷凍装置においては、液相冷媒が減圧されて形成された固気二相冷媒が、円筒部 1 の内部空間 1 a に流入して下降する渦流を形成するとともに、固相冷媒 S と気相冷媒に分離され、固相冷媒 S が冷却部 4 のキャビティ 4 a に堆積する一方、気相冷媒は下降する渦流の内側空間を通過して上昇する渦流を形成して、排気管 3 から外部に流出する。

[0034] そして、キャビティ 4 a に堆積した固相冷媒 S は、容器（熱交換器）8 に充填された被冷却流体の熱によって昇華され、この昇華による冷熱が被冷却流体に供給され、冷却された被冷却流体は、被冷却流体排出管路 7 a を通って冷却負荷 9 に送出される。

[0035] この構成によれば、固気二相冷媒の下降渦流を円筒部 1 の内部空間 1 b に発生させて固気二相冷媒を固相冷媒 S と気相冷媒に分離し、固相冷媒 S を冷

却部4のキャビティ4aに捕集する一方、気相冷媒は下降渦流の内側空間を通して排気管3から外部に排出するので、冷凍装置の運転中に、固相冷媒Sが冷媒流路内に付着、堆積して冷媒流路が塞がれることが防止される。

[0036] また、被冷却流体は、被冷却流体循環管路内を還流しつつ、キャビティ4aに堆積した固相冷媒Sと熱交換し、よって被冷却流体の流路が固相冷媒Sから分離されているので、冷凍装置の運転中に、固相冷媒Sが被冷却流体の流路内に付着、堆積して被冷却流体流路が塞がれることも防止され、それによって、冷凍装置のスムーズな連続運転が可能となる。

[0037] さらには、固気二相冷媒から分離した固相冷媒Sのみを被冷却流体と熱交換させ、固相冷媒Sの昇華による冷熱を被冷却流体に供給することで、固相冷媒Sの昇華熱を全て被冷却流体の冷却に使用できる。そのため、従来例のような、固気二相冷媒を被冷却流体と熱交換させ、固気二相状態での固相冷媒Sの潜熱を利用して被冷却流体を冷却する場合に比べて、冷却能力がアップする。

[0038] 図2は、本発明の別の実施例によるサイクロン式冷凍装置の概略構成を示す図1に類似の図である。

図2の実施例は、円筒部1の内部空間1bおよび冷却部4のキャビティ4aにわたって渦流を制御する構造を設けた点のみが図1の実施例と異なる。よって、図2中、図1に示したものと同一構成要素には同一番号を付し、以下ではそれらの詳細な説明を省略する。

[0039] 図2を参照して、この実施例では、円筒部1の内部空間1bおよび冷却部4のキャビティ4aに跨って渦流制御体11が配置されて、上下にのびている。

渦流制御体11は、円柱状の下部11aと、下部11aの上端面に接続し、下部11aから上向き先細りにのびる円錐台状の中間部11bと、中間部11bの上端面に接続し、中間部11bから上向きにのびる円柱状の上部11cとからなっている。

[0040] 渦流制御体11は、その内部に、気相冷媒の上昇する渦流が流通する軸方

向の貫通孔 1 2 を有している。

貫通孔 1 2 は、横断面が円形であり、渦流制御体 1 1 の底面 1 1 e から上向きに先細り状にのびた後、渦流制御体 1 1 の上端面 1 1 d まで末広がり状にのびている。

貫通孔 1 2 は、ディフューザーの機能を有している。

[0041] 渦流制御体 1 1 は、円筒部 1 に同軸に、かつ、底面 1 1 e の下側に一定のスペースが開けられた状態で、下部 1 1 a が冷却部 4 のキャビティ 4 a 内に位置し、中間部 1 1 b がキャビティ 4 a および円筒部 1 の内部空間 1 b にまたがって位置するように、適当な支持部材（図示しない）によって、冷却部 4 または円筒部 1 またはその両方に支持されている。

[0042] そして、固気二相冷媒の下降する渦流は、渦流制御体 1 1 の外側を通り、固気二相冷媒から分離された気相冷媒の上昇する渦流は、渦流制御体 1 1 の貫通孔 1 2 を通過し、通過の間に貫通孔 1 2 のディフューザー機能によって昇圧される。

[0043] この実施例によれば、渦流制御体 1 1 を備えたことにより、内部空間 1 b の下部およびキャビティ 4 a において、下降する渦流内の気相冷媒の渦流内側への移動が促進され、さらに、気相冷媒の安定した強い上昇渦流が形成される。

それによって、図 1 の実施例よりも、固相冷媒 S の捕集効率が上がり、その結果、冷凍装置の冷却性能もアップする。

[0044] 図 3 は、図 1 のサイクロン式冷凍装置が蒸発器として組み込まれたヒートポンプシステムの概略構成を示す図である。なお、図 3 中、図 1 に示したものと同一構成要素には同一番号を付し、以下ではそれらの詳細な説明を省略する。

図 3 を参照して、ヒートポンプシステム 1 6 は、図 1 に示したサイクロン式冷凍装置と、サイクロン式冷凍装置の排気管 3 の開口、および冷媒流入管 5 の他端 5 b を接続する冷媒循環管路 1 5 を備えている。

[0045] ヒートポンプシステム 1 6 は、さらに、冷媒循環管路 1 5 に配置され、サ

イクロン式冷凍装置の排気管 3 から排出された気相冷媒を圧縮する圧縮機 13 と、冷媒循環管路 15 における圧縮機 13 の下流側に配置され、圧縮機 13 によって圧縮された気相冷媒を凝縮して液相冷媒を形成する凝縮器 14 を備えている。

[0046] 図 4 は、このヒートポンプシステム 16 において冷媒として  $\text{CO}_2$  を使用した場合のモリエル線図である。

次に、図 3 および図 4 を参照して、ヒートポンプシステム 16 の動作を説明する。

冷媒循環管路 15 を通じて圧縮機 13 に取り込まれた気相  $\text{CO}_2$  は、圧縮機 13 において圧縮されて（図 4 の  $D \rightarrow A$ ）、高圧の気相  $\text{CO}_2$  を形成し、冷媒循環管路 15 を通じて凝縮器 14 に供給される。

[0047] 次に、凝縮器 14 において、気相  $\text{CO}_2$  は高圧状態のまま冷却されて液相  $\text{CO}_2$  を形成し（図 4 の  $A \rightarrow B$ ）、冷媒流入管 5 を通じて膨張弁 6 に供給される。

高圧の液相  $\text{CO}_2$  は、膨張弁によって膨張、減圧されて固気二相  $\text{CO}_2$  を形成し（図 4 の  $B \rightarrow C$ ）、固気二相  $\text{CO}_2$  は蒸発器（サイクロン式冷凍装置）の冷媒流入口 1c から蒸発器（サイクロン式冷凍装置）の円筒部 1 の内部空間 1b に流入する。

[0048] 流入した固気二相  $\text{CO}_2$  は、内部空間 1b を下降する渦流を形成するとともに、固相  $\text{CO}_2$  と気相  $\text{CO}_2$  に分離する（図 4 の  $C \rightarrow E$ （固気二相  $\text{CO}_2$  からの固相  $\text{CO}_2$  の分離過程に対応）および図 4 の  $C \rightarrow D$ （固気二相  $\text{CO}_2$  からの気相  $\text{CO}_2$  の分離過程に対応））。

[0049] 固相  $\text{CO}_2$  は、蒸発器（サイクロン式冷凍装置）の冷却部 4 のキャビティ 4a に堆積する一方、気相  $\text{CO}_2$  は、下降する渦流の内側空間を通過して上昇する渦流を形成して、排気管 3 から冷媒循環管路 15 を通って圧縮機 13 に取り込まれる。

[0050] そして、蒸発器（サイクロン式冷凍装置）のキャビティ 4a に堆積した固相  $\text{CO}_2$  は被冷却流体の熱によって昇華し（図 4 の  $E \rightarrow D$ ）、この昇華による

冷熱が被冷却流体に供給される。

[0051] 図6は、図3のヒートポンプシステム16において、本発明のサイクロン式冷凍装置の代わりに公知の蒸発器を備え、冷媒としてCO<sub>2</sub>を使用した場合のモリエル線図であり、D→Aは圧縮機13における圧縮過程に対応し、A→Bは凝縮器14における凝縮過程に対応し、B→Cは膨張弁（減圧器）6における膨張過程に対応し、C→Dは蒸発器における蒸発過程に対応する。

[0052] 図4のグラフと図6のグラフの比較から明らかなように、本発明のヒートポンプシステム16によれば、蒸発器（サイクロン式冷凍装置）における蒸発過程で得られるエンタルピーが、従来例よりも大幅に増大している。

これは、従来例では、固気二相CO<sub>2</sub>を被冷却流体と熱交換させ、固気二相状態での固相CO<sub>2</sub>の潜熱を利用して被冷却流体を冷却しており、そのため、固相CO<sub>2</sub>の昇華熱を被冷却流体の冷却に効率的に使用できないのに対し、本発明では、固気二相CO<sub>2</sub>から分離した固相CO<sub>2</sub>のみを被冷却流体と熱交換させ、固相CO<sub>2</sub>の昇華による冷熱を被冷却流体に供給することで、固相CO<sub>2</sub>の昇華熱を全て被冷却流体の冷却に使用できることに起因する。

その結果、本発明のヒートポンプシステム16によれば、従来例に比べて冷却能力がアップする。

[0053] 図5は、図3のヒートポンプシステム16において、蒸発器として、図1のサイクロン式冷凍装置に代えて図2のサイクロン式冷凍装置を備えた場合のモリエル線図であり、D→Aは圧縮機13における圧縮過程に対応し、A→Bは凝縮器14における凝縮過程に対応し、B→Cは膨張弁（減圧器）6における膨張過程に対応し、C→Eは蒸発器（サイクロン式冷凍装置）における固気二相冷媒からの固相冷媒Sの分離過程に対応し、C→Dは蒸発器（サイクロン式冷凍装置）における固気二相冷媒からの気相冷媒の分離過程に対応し、E→Dは蒸発器（サイクロン式冷凍装置）における固相冷媒Sの蒸発過程に対応する。

[0054] 図5のグラフと図4のグラフとの比較から、図5の実施例では、図4の実施例よりも、D点での圧力値が高くなることがわかる。

これは、渦流制御体 11 の貫通孔 12 のディフューザー作用に起因するものである。

それによって、圧縮機 13 の吸入圧力が上昇し、圧縮機 13 の作動効率がアップするという効果が得られる。

[0055] なお、本発明の構成は上記実施例に限定されず、当業者が添付の特許請求の範囲に記載した事項の範囲内で種々の変形例を案出し得ることは言うまでもない。

例えば、上記実施例では、CO<sub>2</sub>の圧縮過程(D→A)に圧縮機を単体で使用したが、圧縮機を低圧段圧縮機と高圧段圧縮機を直列に接続したのから形成し、低圧段圧縮機および高圧段圧縮機間に中間冷却器を設けて、気相CO<sub>2</sub>を2段階圧縮するようにしてもよい。

この構成によれば、気相CO<sub>2</sub>を飽和圧力または超臨界圧力まで容易に圧縮することができる。

[0056] また、上記実施例のCO<sub>2</sub>の凝縮過程(A→B)において、カスケード熱交換器を設け、カスケード熱交換器を介して高圧の気相CO<sub>2</sub>を冷却、凝縮することも可能であり、この構成によれば、凝縮器の冷却能力がアップし、高圧の気相CO<sub>2</sub>を1段冷却で、より低温まで冷却することができる。

[0057] 図7は、図1のサイクロン式冷凍装置を備えたサイクロン式冷熱回収ユニットの概略構成を示す図である。

なお、図7中、図1に示したものと同一構成要素には同一番号を付し、以下ではそれらの詳細な説明を省略する。

[0058] 図7を参照して、本発明のサイクロン式冷熱回収ユニット17は、図1に示したサイクロン式冷凍装置と、サイクロン式冷凍装置の排気管3の出口、および冷媒流入管5の他端5bを接続する冷媒循環管路18を備えている。

[0059] 冷媒循環管路18にサイクロン式冷凍装置の排気管3から排出された気相冷媒を圧縮する圧縮機19が配置され、冷媒循環管路18における圧縮機19の下流側には、圧縮機18によって圧縮された気相冷媒を凝縮して液相冷媒を形成する第1および第2の凝縮器20、21が直列に配置されている。

さらに、冷媒循環管路 18 における第 1 および第 2 の凝縮器 20、21 の下流側に熱交換器 22 が配置されている。

[0060] また、冷媒循環管路 18 における熱交換器 22 の下流側と圧縮機 18 の上流側がバイパス管路 23 によって接続されている。

バイパス管路 23 には膨張弁（減圧器）24 が配置され、バイパス管路 23 における膨張弁 24 の下流側に蒸発器 25 が配置されている。

[0061] また、冷媒循環管路 18 とバイパス管路 23 の上流端との接続点 26 の下流側に第 1 の流量制御器 27 が配置され、バイパス管路 23 における膨張弁 24 の上流側に第 2 の流量制御器 28 が配置されている。

[0062] さらに、冷媒循環管路 18 におけるバイパス管路 23 の下流端との接続点 29 の上流側に第 3 の流量制御器 30 a が配置され、バイパス管路 23 における蒸発器 25 の下流側には第 4 の流量制御器 30 b が配置されている。

[0063] 第 3 および第 4 の流量制御器 30 a、30 b は圧力制御を主たる目的としている。

つまり、この実施例では、冷媒として CO<sub>2</sub> が用いられる場合、サイクロン式冷凍装置は、CO<sub>2</sub> が固気二相状態となる三重点以下の圧力条件で動作する一方、蒸発器 25 は、CO<sub>2</sub> が気液二相状態となる三重点以上の圧力条件で動作するようになっており、第 3 および第 4 の流量制御器 30 a、30 b は、上記の圧力条件が維持されるように動作する。

[0064] この実施例では、サイクロン式冷凍装置の熱交換器 8 において固相冷媒 S との間で熱交換する被冷却流体は、低温冷却媒体（二酸化炭素、エタノール、ヘリウム等々）からなっていることが好ましい。

低温冷却媒体を被冷却流体として用いることによって、より低温度の冷熱源を得ることができる。

[0065] また、サイクロン式冷熱回収ユニット 17 をより安定的に動作させるためには、サイクロン式冷凍装置内の圧力を 1 MP a 以下に維持することが好ましいが、これは、圧縮機 19 をシーケンス制御することによって容易に達成される。

[0066] この実施例によれば、冷媒循環管路 18 を流れる液相冷媒の一部をバイパス管路 23 に分流させてサイクロン式冷凍装置と蒸発器 25 を同時に動作させること、あるいは、バイパス管路 23 への液相冷媒の供給を停止してサイクロン式冷凍装置のみを動作させること、あるいは、サイクロン式冷凍装置への液相冷媒の供給を停止して蒸発器 25 のみを動作させることができる。

それによって、図 1 に示した実施例の場合よりも、回収可能な冷熱の温度範囲が広がる。

[0067] 図 8 は、図 7 のサイクロン式冷熱回収ユニットが低元側サイクルとして組み込まれたカスケードヒートポンプシステムの概略構成を示す図である。

なお、図 8 中、図 7 に示したものと同一構成要素には同一番号を付し、以下ではそれらの詳細な説明を省略する。

[0068] 図 8 に示すように、カスケードヒートポンプシステム 31 は、低元側サイクル 32 と高元側サイクル 33 を備えており、低元側サイクル 32 が、図 7 に示したサイクロン式冷熱回収ユニット 17 から構成されている。

この場合、サイクロン式冷熱回収ユニット 17 の熱交換器 22 は、カスケードヒートポンプシステム 31 のカスケード熱交換器 34 の低元側熱交換器 35 を形成している。

[0069] 高元側サイクル 33 は、低元側熱交換器 35 と対となってカスケード熱交換器 34 を構成する高元側熱交換器 36 と、高元側熱交換器 36 の出口 36a および入口 36b 間にのびる高元側冷媒循環管路 37 と、高元側冷媒循環管路 37 における高元側熱交換器 36 の下流側に配置された圧縮機 38、高元側冷媒循環管路 37 における圧縮機 38 の下流側に直列に配置された第 3 および第 4 の凝縮器 39、40 と、高元側冷媒循環管路 37 における第 3 および第 4 の凝縮器 39、40 の下流側に配置された膨張弁（減圧器）41 を備えている。

## 符号の説明

[0070] 1 円筒部

1a 上端開口

- 1 b 内部空間
- 1 c 冷媒流入口
- 2 内側フランジ
- 3 排気管
- 4 冷却部
- 4 a キャビティ
- 5 冷媒流入管
- 5 a 一端
- 5 b 他端
- 6 膨張弁（減圧器）
- 7 被冷却流体循環管路
- 7 a 被冷却流体排出管路
- 7 b 被冷却流体供給管路
- 8 熱交換器
- 8 a 流体出口
- 8 b 流体入口
- 9 冷却負荷
- 10 ポンプ
- 11 渦流制御体
- 11 a 下部
- 11 b 中間部
- 11 c 上部
- 11 d 上端面
- 11 e 底面
- 12 貫通孔
- 13 圧縮機
- 14 凝縮器
- 15 冷媒循環管路

- 16 ヒートポンプシステム
- 17 サイクロン式冷熱回収ユニット
- 18 冷媒循環管路
- 19 圧縮機
- 20 第1の凝縮器
- 21 第2の凝縮器
- 22 熱交換器
- 23 バイパス管路
- 24 膨張弁（減圧器）
- 25 蒸発器
- 26 接続点
- 27 第1の流量制御器
- 28 第2の流量制御器
- 29 接続点
- 30 a 第3の流量制御器
- 30 b 第4の流量制御器
- 31 カスケードヒートポンプシステム
- 32 低元側サイクル
- 33 高元側サイクル
- 34 カスケード熱交換器
- 35 低元側熱交換器
- 36 高元側熱交換器
- 36 a 出口
- 36 b 入口
- 37 高元側冷媒循環管路
- 38 圧縮機
- 39 第3の凝縮器
- 40 第4の凝縮器

4 1 膨張弁（減圧器）

S 固相冷媒

## 請求の範囲

[請求項1]

上下にのび、上端開口が閉じた円筒部と、

前記円筒部よりも小さい径を有し、前記円筒部の上端に接続されて前記上端から上向きに前記円筒部と同軸にのび、前記円筒部の内部空間に連通する排気管と、

前記円筒部の下端に接続され、前記円筒部の前記内部空間に連通するキャビティを有する冷却部と、を備え、前記円筒部の側壁上部には冷媒流入口が形成されており、さらに、

一端が前記冷媒流入口に接続され、他端から高圧下で凝縮された液相冷媒の供給を受ける冷媒流入管と、

前記冷媒流入管に設けられた減圧器と、を備え、

前記冷媒流入管に供給された前記液相冷媒が、前記減圧器によって減圧されて固気二相冷媒を形成し、前記固気二相冷媒は、前記円筒部の前記内部空間に流入して前記内部空間内を下降する渦流を形成するとともに、固相冷媒と気相冷媒とに分離し、前記固相冷媒が前記キャビティに堆積する一方、前記気相冷媒は前記キャビティの底部から前記下降する渦流の内側空間を通過して上昇する渦流を形成して、前記排気管から流出するようになっており、さらに、

前記冷却部の前記キャビティを貫通してのび、両端が前記冷却部の外部において互いに接続され、内部を冷却負荷からの被冷却流体が流れる被冷却流体循環管路と、

前記被冷却流体循環管路における前記キャビティ内の部分に設けられ、前記キャビティに堆積した前記固相冷媒と前記被冷却流体との間で熱交換させる熱交換器と、

前記冷却部の外部において前記被冷却流体循環管路に設けられたポンプと、を備えたものであることを特徴とするサイクロン式冷凍装置。

[請求項2]

前記熱交換器は、導熱体から形成されるとともに、流体出口および

流体入口を有し、内部に前記被冷却流体が充填された容器からなり、  
前記被冷却流体循環管路は、

一端が前記容器の前記流体出口に接続されて、前記容器から前記キャビティを  
通って前記冷却部の外部に突出した被冷却流体排出管路と、  
、

一端が前記容器の前記流体入口に接続されて、前記容器から前記キャビティを  
通って前記冷却部の外部に突出した被冷却流体供給管路と、  
、からなり、

前記被冷却流体排出管路の他端と前記被冷却流体供給管路の他端が、  
前記冷却負荷を介して互いに接続され、前記ポンプが前記被冷却流体  
排出管路または前記被冷却流体供給管路に設けられていることを特徴  
とする請求項 1 に記載のサイクロン式冷凍装置。

[請求項3]

前記円筒部の前記内部空間および前記冷却部の前記キャビティを跨  
いで配置されて上下にのびる渦流制御体をさらに備え、

前記渦流制御体は、

円柱状の下部と、

前記下部の上端面に接続し、前記下部から上向き先細りにのびる円  
錐台状の中間部と、

前記中間部の上端面に接続し、前記中間部から上向きにのびる円柱  
状の上部と、からなり、

前記渦流制御体の内部には、前記上昇する渦流が流通する軸方向の  
貫通孔が形成され、前記貫通孔は、横断面が円形であり、前記渦流制  
御体の底面から上向きに先細り状にのびた後、前記渦流制御体の上端  
面まで末広がり状にのびており、

前記渦流制御体は、前記円筒部に同軸に、かつ、前記底面の下側に  
一定のスペースが開けられた状態で、前記下部が前記キャビティ内に  
位置し、前記中間部が前記キャビティおよび前記内部空間にまたがっ  
て位置するように、前記冷却部または前記円筒部またはその両方に支

持されていることを特徴とする請求項 1 に記載のサイクロン式冷凍装置。

[請求項4] 前記円筒部の前記内部空間が下方に向かって先細り状に形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載のサイクロン式冷凍装置。

[請求項5] 前記冷媒が二酸化炭素または水またはアンモニアであることを特徴とする請求項 1 に記載のサイクロン式冷凍装置。

[請求項6] 請求項 1 ～請求項 5 のいずれかに記載のサイクロン式冷凍装置と、  
前記サイクロン式冷凍装置の前記排気管の出口、および前記冷媒流入管の前記他端を接続する冷媒循環管路と、  
前記冷媒循環管路に配置され、前記サイクロン式冷凍装置の前記排気管から排出された前記気相冷媒を圧縮する圧縮機と、  
前記冷媒循環管路における前記圧縮機の下流側に配置され、前記圧縮機によって圧縮された前記気相冷媒を凝縮して前記液相冷媒を形成する凝縮器と、を備えたものであることを特徴とするヒートポンプシステム。

[請求項7] 請求項 1 ～請求項 5 のいずれかに記載のサイクロン式冷凍装置と、  
前記サイクロン式冷凍装置の前記排気管の出口、および前記冷媒流入管の前記他端を接続する冷媒循環管路と、  
前記冷媒循環管路に配置され、前記サイクロン式冷凍装置の前記排気管から排出された前記気相冷媒を圧縮する圧縮機と、  
前記冷媒循環管路における前記圧縮機の下流側に直列に配置され、前記圧縮機によって圧縮された前記気相冷媒を凝縮して前記液相冷媒を形成する第 1 および第 2 の凝縮器と、  
前記冷媒循環管路における前記第 1 および第 2 の凝縮器の下流側に配置された別の熱交換器と、  
前記冷媒循環管路における前記別の熱交換器の下流側と前記圧縮機の上流側を接続するバイパス管路と、  
前記バイパス管路に配置された別の減圧器と、

前記バイパス管路における前記別の減圧器の下流側に配置された蒸発器と、

前記冷媒循環管路における前記接続点の下流側および前記バイパス管路における前記別の減圧器の上流側にそれぞれ配置された第1および第2の流量制御器と、

前記冷媒循環管路における前記バイパス管路の下流端との接続点の上流側に配置された第3の流量制御器と、

前記バイパス管路における前記蒸発器の下流側に配置された第4の流量制御器と、を備えたものであることを特徴とするサイクロン式冷熱回収ユニット。

[請求項8] 低元側サイクルと高元側サイクルを備えたカスケードヒートポンプシステムであって、前記低元側サイクルが、請求項7に記載のサイクロン式冷熱回収ユニットから構成され、前記サイクロン式冷熱回収ユニットの前記別の熱交換器がカスケード熱交換器の低元側熱交換器を形成していること特徴とするカスケードヒートポンプシステム。

[請求項9] 前記高元側サイクルが、  
前記サイクロン式冷熱回収ユニットの前記別の熱交換器と対となって前記カスケード熱交換器を構成する高元側熱交換器と、

前記高元側熱交換器の出口および入口間にのびる高元側冷媒循環管路と、

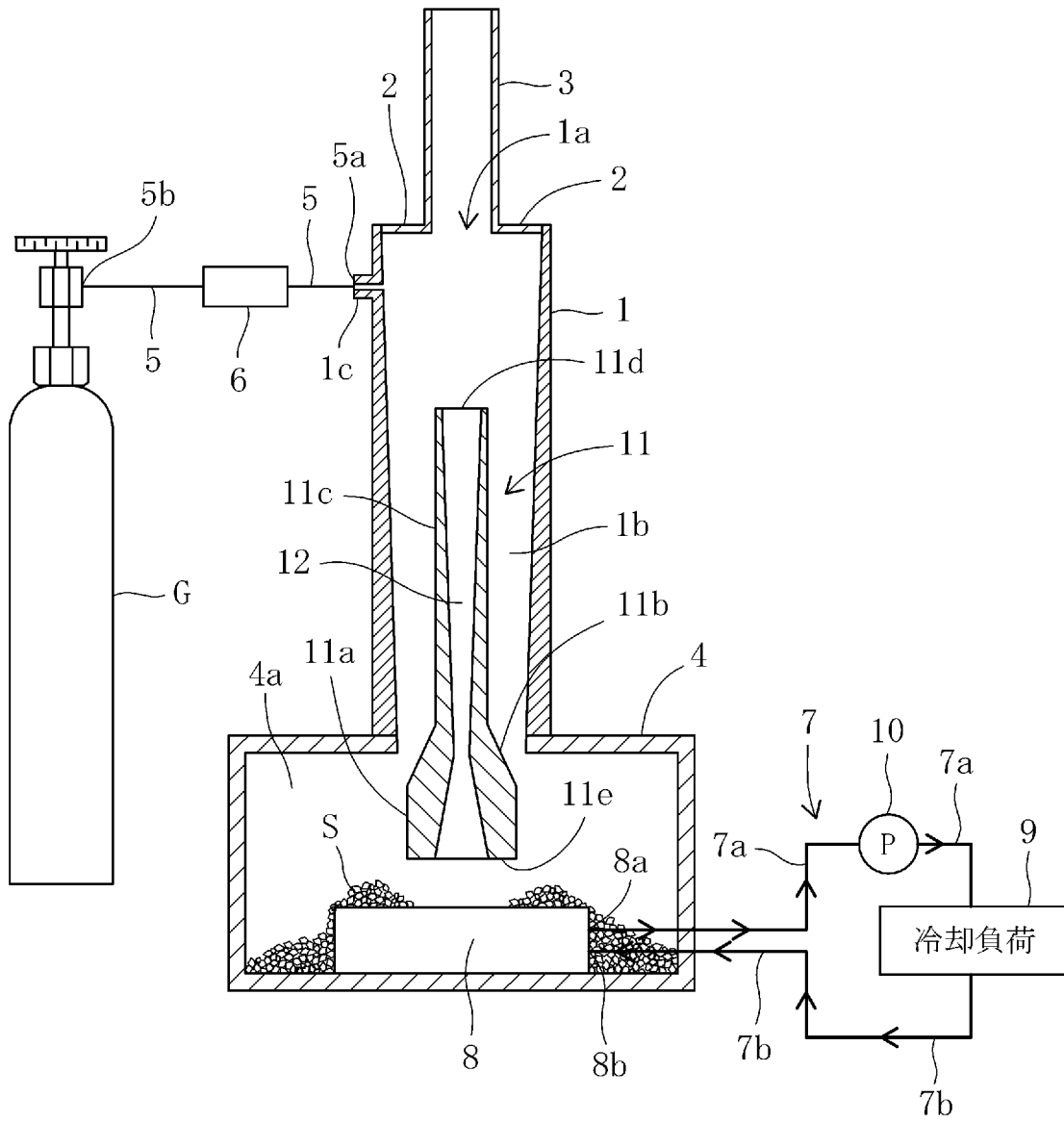
前記高元側冷媒循環管路における前記高元側熱交換器の下流側に配置された別の圧縮機と、

前記高元側冷媒循環管路における前記別の圧縮機の下流側に直列に配置された第3および第4の凝縮器と、

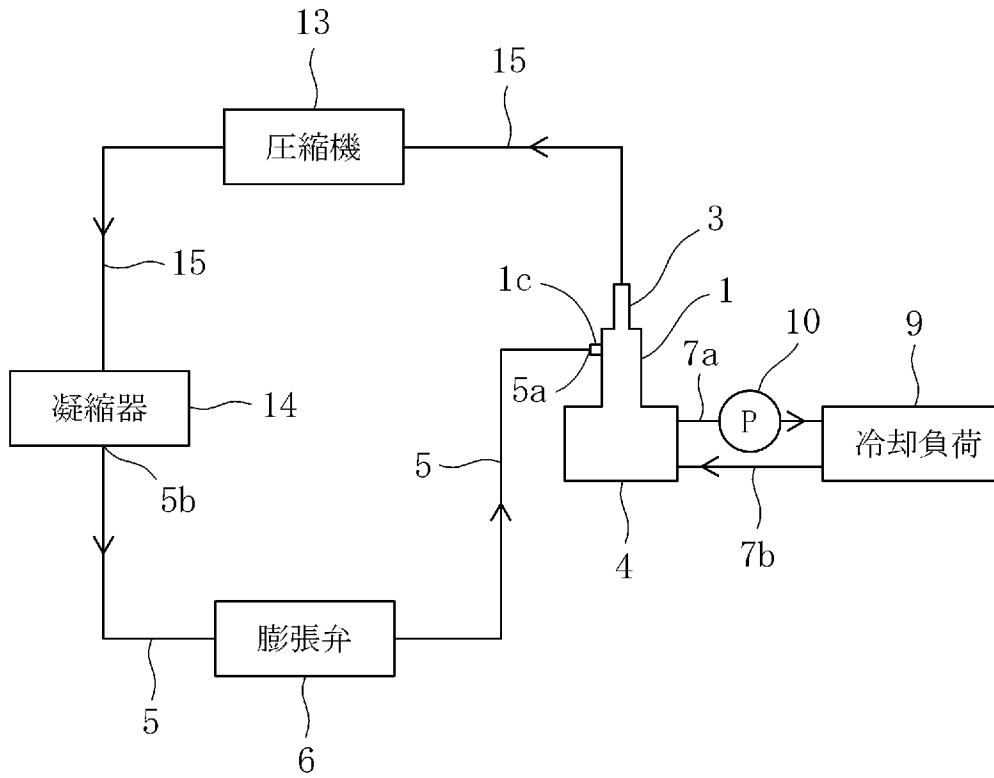
前記高元側冷媒循環管路における前記第3および第4の凝縮器の下流側に配置された別の減圧器と、を備えたものであることを特徴とする請求項8に記載のカスケードヒートポンプシステム。



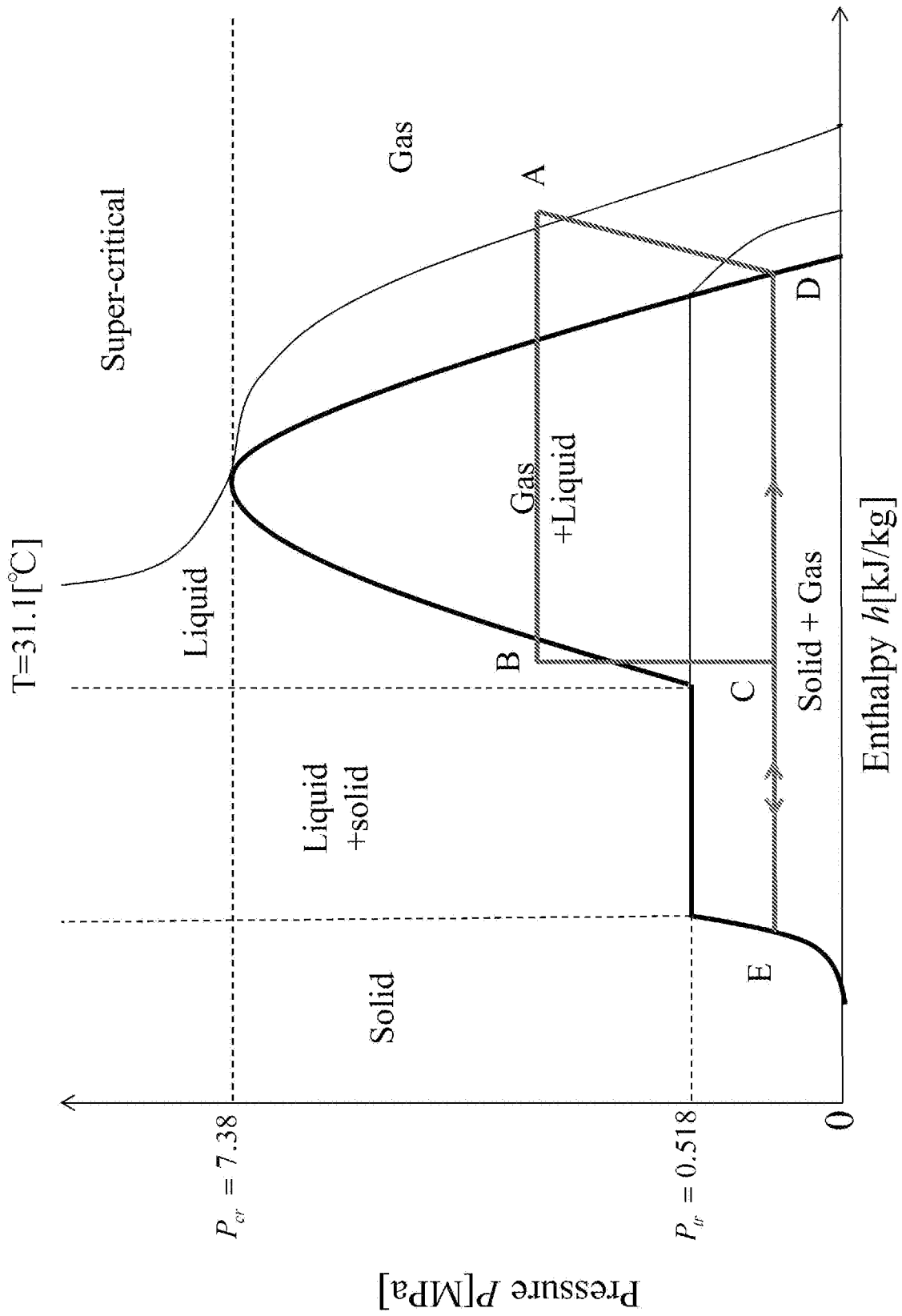
[図2]



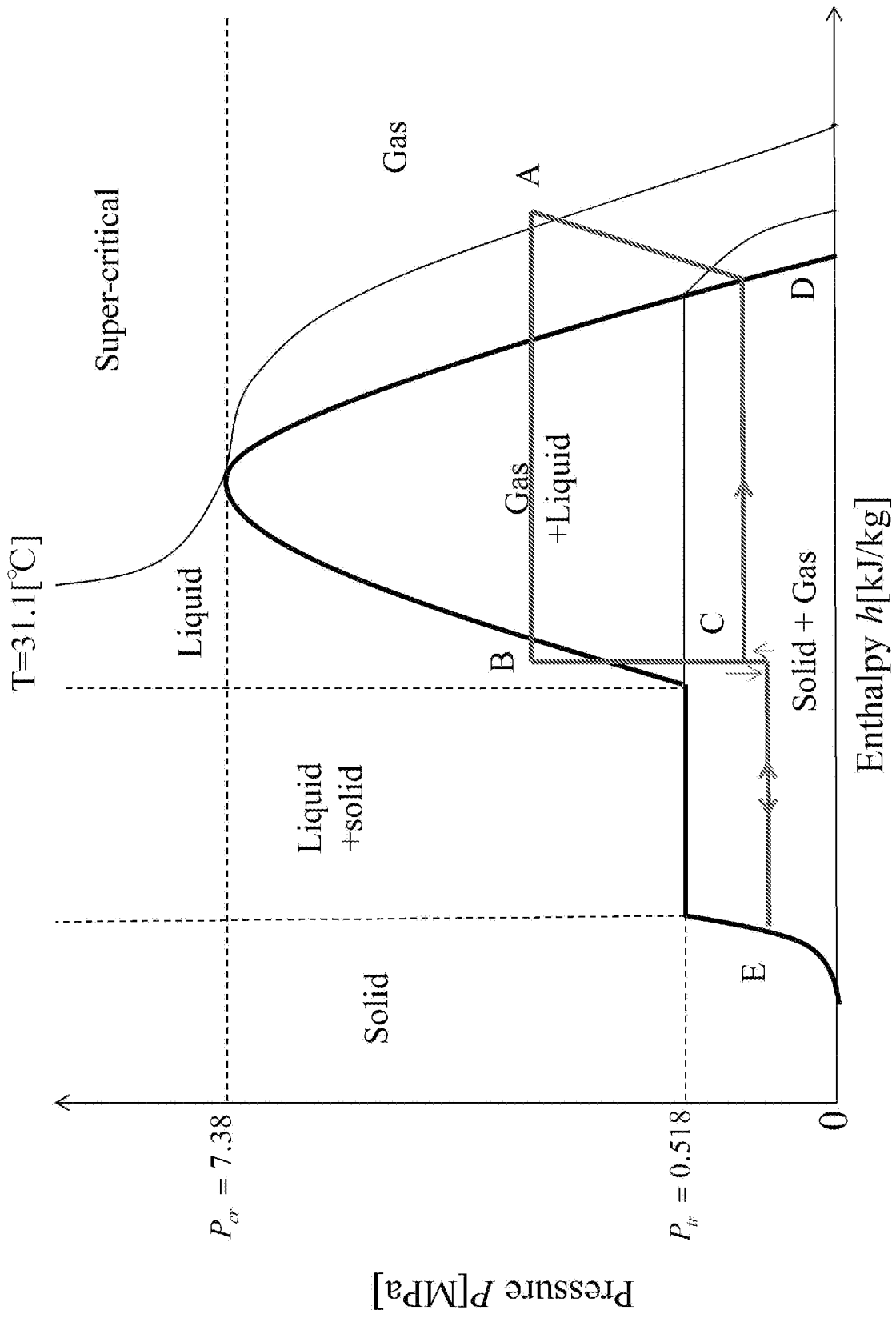
[図3]

16

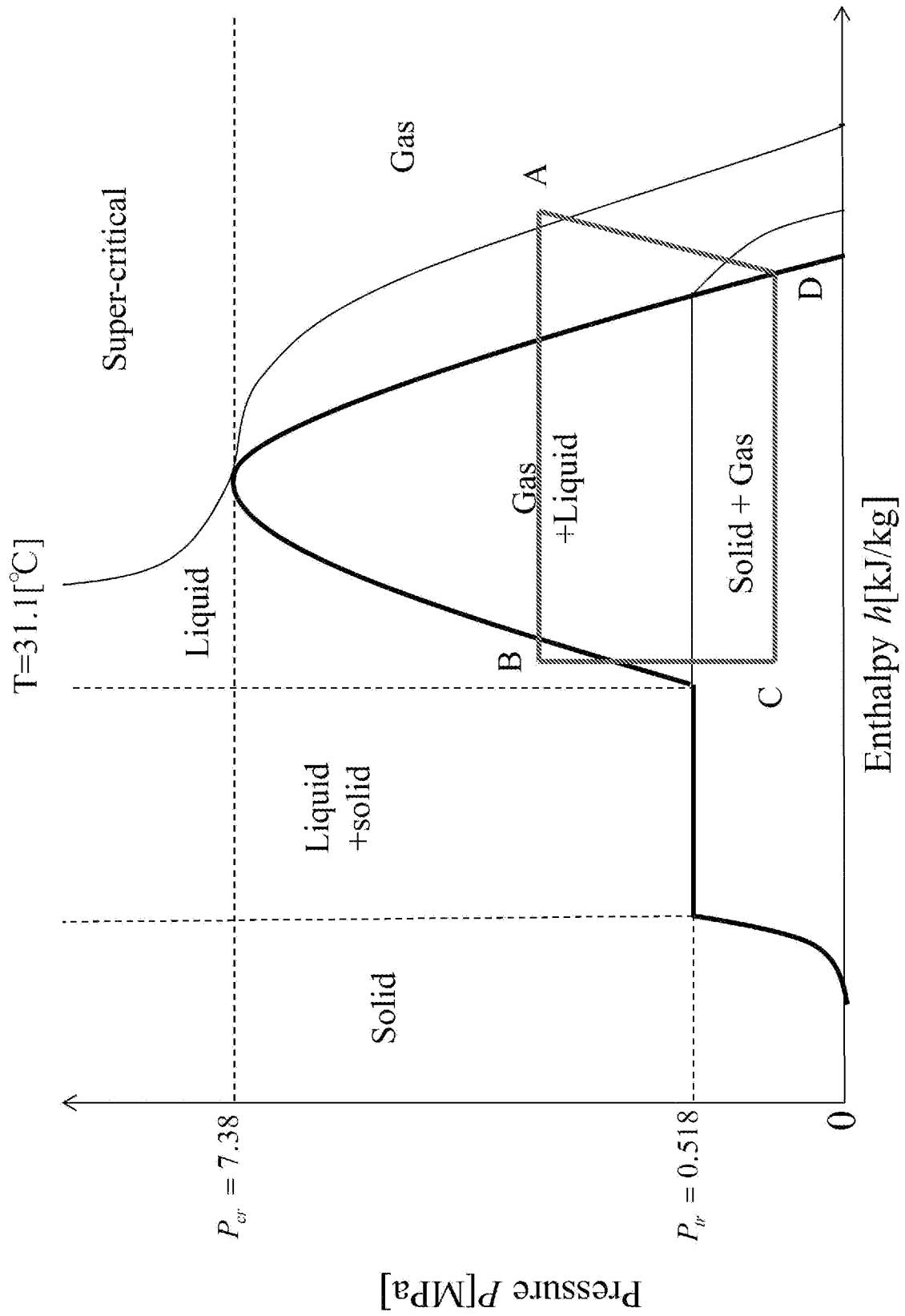
[図4]



[図5]



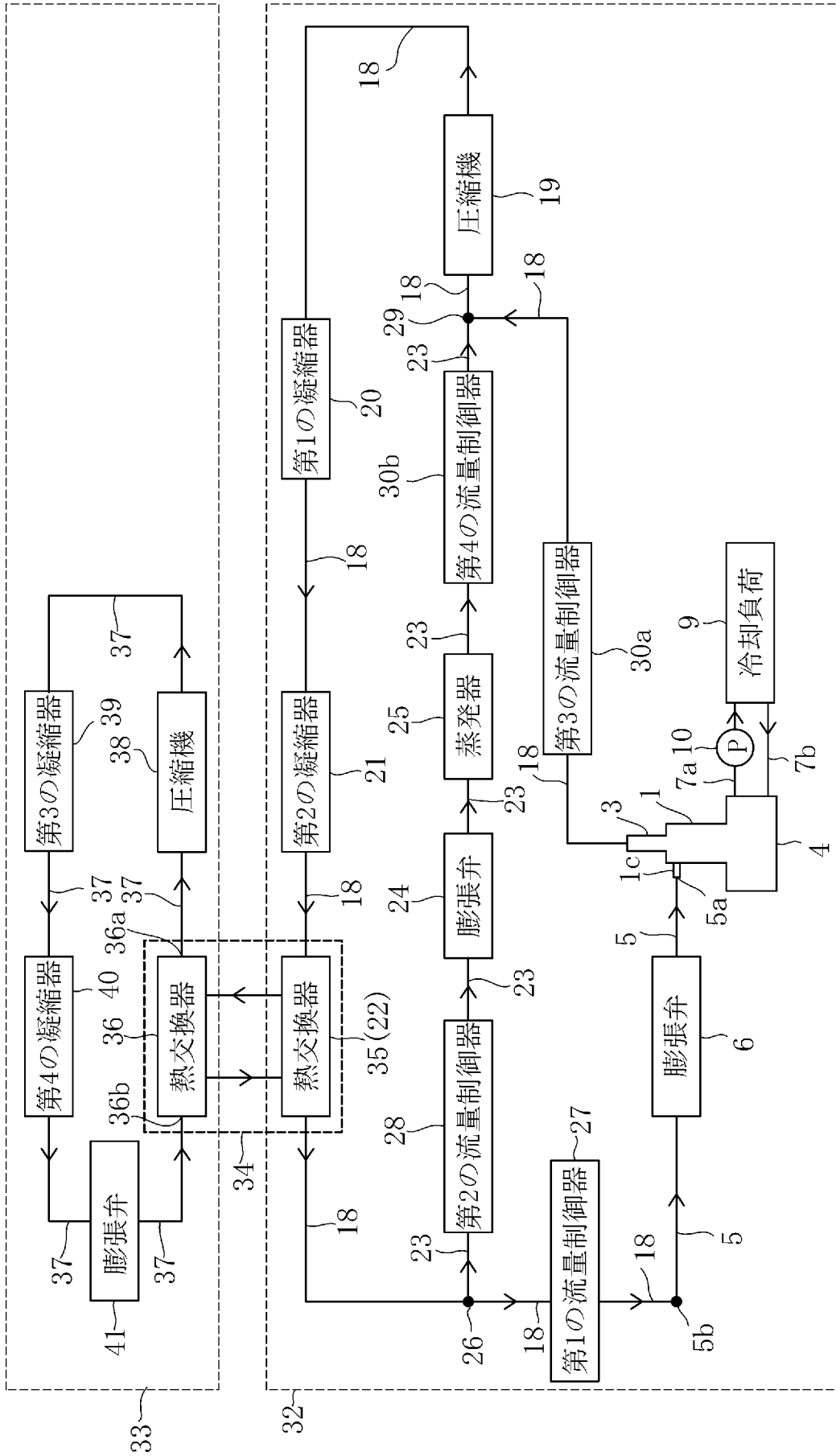
[図6]





[図8]

31



32

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2019/001499

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int.Cl. F25B1/00 (2006.01) i, F25B7/00 (2006.01) i, F25B39/02 (2006.01) i,  
F25D3/12 (2006.01) n

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)

Int.Cl. F25B1/00, F25B7/00, F25B39/02, F25D3/12

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 145145/1974 (Laid-open No. 98359/1975) (L AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME POUR L ETUDE ET L EXPLOITA) 15 August 1975, specification, page 15, line 8 to page 17, line 14, page 19, line 19 to page 24, line 12, fig. 1-4 & FR 2253193 A1 & BE 822694 A & NL 7415776 A & IT 1025606 B	1-9
A	JP 11-30599 A (TOYO ENGINEERING WORKS, LTD.) 02 February 1999, paragraphs [0007]-[0014], fig. 1 (Family: none)	1-9
A	JP 2004-308972 A (MAYEKAWA MFG., CO., LTD.) 04 November 2004, paragraphs [0017]-[0031], fig. 1-2 (Family: none)	1-9

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  
20 March 2019 (02.03.2019)

Date of mailing of the international search report  
02 April 2019 (02.04.2019)

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

Authorized officer  
  
Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F25B1/00(2006.01)i, F25B7/00(2006.01)i, F25B39/02(2006.01)i, F25D3/12(2006.01)n			
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 (IPC)) Int.Cl. F25B1/00, F25B7/00, F25B39/02, F25D3/12			
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2019年 日本国実用新案登録公報 1996-2019年 日本国登録実用新案公報 1994-2019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	
A	日本国実用新案登録出願49-145145号(日本国実用新案登録出願公開 50-98359号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影した マイクロフィルム (ル、エール、リクイツド、ソシエテ、アノニム、 プール、ル、エチユド、エ、ル、エクスプルワテション、デ、 プロセデ、ジエオルジエ、クロード) 1975.08.15, 明細書 15 ページ 8 行-17 ページ 14 行, 19 ページ 19 行-24 ページ 12 行, 図 1-4 & FR 2253193 A1 & BE 822694 A & NL 7415776 A & IT 1025606 B	1-9	
<input checked="" type="checkbox"/> C 欄の続きにも文献が列挙されている。 <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</span>			
* 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 20.03.2019		国際調査報告の発送日 02.04.2019	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/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) 笹木 俊男 電話番号 03-3581-1101 内線 3377	
		3M	3750

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
A	JP 11-30599 A (株式会社東洋製作所) 1999. 02. 02, [0007]-[0014], 図 1 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2004-308972 A (株式会社前川製作所) 2004. 11. 04, [0017]-[0031], 図 1-2 (ファミリーなし)	1-9