

(19)日本国特許庁(JP)

**(12)特許公報(B2)**

(11)特許番号  
**特許第7689331号**  
**(P7689331)**

(45)発行日 令和7年6月6日(2025.6.6)

(24)登録日 令和7年5月29日(2025.5.29)

## (51)国際特許分類

F 2 8 D	7/16 (2006.01)	F 2 8 D	7/16	A
F 2 5 B	1/00 (2006.01)	F 2 5 B	1/00	3 8 3
F 2 5 B	39/02 (2006.01)	F 2 5 B	39/02	N
F 2 8 D	3/02 (2006.01)	F 2 8 D	3/02	
F 2 8 F	13/02 (2006.01)	F 2 8 F	13/02	Z

請求項の数 10 (全18頁)

(21)出願番号	特願2021-27382(P2021-27382)
(22)出願日	令和3年2月24日(2021.2.24)
(65)公開番号	特開2022-128910(P2022-128910)
	A)
(43)公開日	令和4年9月5日(2022.9.5)
審査請求日	令和6年2月15日(2024.2.15)

(73)特許権者	314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府門真市元町22番6号
(74)代理人	110004314 弁理士法人青藍国際特許事務所
(74)代理人	100107641 弁理士 鎌田 耕一
(74)代理人	100163463 弁理士 西尾 光彦
(72)発明者	日下 道美 大阪府門真市大字門真1006番地 パ ナソニック株式会社内
審査官	磯部 賢

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 シェルアンドチューブ式熱交換器、冷凍サイクル装置、及び熱交換方法

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

冷凍サイクル装置の蒸発器であるシェルアンドチューブ式熱交換器であって、

シェルと、

前記シェルの内部に配置された伝熱管群と、

前記伝熱管群に向かって液体を噴霧するノズルと、を備え、

前記伝熱管群は、第一平面に沿って配列された複数の伝熱管を有する第一段と、前記第一平面に平行な第二平面に沿って配列された複数の伝熱管を有し、かつ、前記第一平面に垂直な方向において前記第一段と隣り合っている第二段とを含み、

前記ノズルは、前記第一平面に垂直な方向において前記第一段の前記複数の伝熱管の前記第二段に近い第一端部と、前記第一平面に垂直な方向において前記第二段の前記複数の伝熱管の前記第一段に近い第二端部との間を通過する噴霧軸を有し、かつ、前記第一段と前記第二段との間を通過する扁平な噴霧パターンで前記液体を噴霧し、

前記ノズルによって噴霧された前記液体を蒸発させる、

シェルアンドチューブ式熱交換器。

## 【請求項2】

前記第一段と前記第二段との間には、前記第一段の前記複数の伝熱管の配列方向における前記第一段の一端から他端まで有体物に交差しない仮想平面が存在する、請求項1に記載のシェルアンドチューブ式熱交換器。

## 【請求項3】

前記第一段の前記複数の伝熱管及び前記第二段の前記複数の伝熱管は、前記伝熱管の長手方向に垂直な第三平面において、長方形格子、正方形格子、又は平行四辺形格子をなしている、請求項 1 又は 2 に記載のシェルアンドチューブ式熱交換器。

**【請求項 4】**

前記第二段は、重力方向において前記第一段の下方に配置されており、

前記伝熱管群は、複数の伝熱管を有し、かつ、重力方向において前記第二段の下方に配置されている下部伝熱管群を含む、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のシェルアンドチューブ式熱交換器。

**【請求項 5】**

前記下部伝熱管群の前記複数の伝熱管は、前記第二段の前記複数の伝熱管とともに、前記伝熱管の長手方向に垂直な第三平面において長方形格子又は正方形格子をなしている、請求項 4 に記載のシェルアンドチューブ式熱交換器。

10

**【請求項 6】**

前記第一平面に垂直な方向に沿って前記第一段を見たときに、前記噴霧軸は、前記第一段の前記伝熱管の長手方向に垂直に延びる直線に対して所定の大きさの鋭角をなす、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のシェルアンドチューブ式熱交換器。

20

**【請求項 7】**

前記伝熱管群は、前記噴霧軸と交差する位置に配置された遠位伝熱管を有し、

前記第一段は、前記第一段の前記複数の伝熱管の配列方向において、前記ノズルと前記遠位伝熱管との間に配置されている、

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載のシェルアンドチューブ式熱交換器。

**【請求項 8】**

前記伝熱管群は、重力方向において前記遠位伝熱管の真下に配置された下部伝熱管を有する、請求項 7 に記載のシェルアンドチューブ式熱交換器。

**【請求項 9】**

請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載のシェルアンドチューブ式熱交換器を備えた、冷凍サイクル装置。

**【請求項 10】**

冷凍サイクル装置の蒸発器における熱交換方法であって、

第一平面に沿って配列された複数の伝熱管を有する第一段と、前記第一平面に平行な第二平面に沿って配列された複数の伝熱管を有し、かつ、前記第一平面に垂直な方向において前記第一段と隣り合っている第二段とを含む伝熱管群の内部において熱媒体を通過させることと、

30

前記第一平面に垂直な方向において前記第一段の前記複数の伝熱管の前記第二段に近い第一端部と、前記第一平面に垂直な方向において前記第二段の前記複数の伝熱管の前記第一段に近い第二端部との間を通過する噴霧軸を有し、かつ、前記第一段と前記第二段との間を通過する扁平な噴霧パターンで前記伝熱管群に向かって液体を噴霧し、前記熱媒体と前記液体とを熱交換させて前記液体を蒸発させることとを、含む

熱交換方法。

**【発明の詳細な説明】**

40

**【技術分野】**

**【0001】**

本開示は、シェルアンドチューブ式熱交換器、冷凍サイクル装置、及び熱交換方法に関する。

**【背景技術】**

**【0002】**

従来、伝熱管に向けて冷却水を散布することによって、伝熱管の内部の冷媒を冷却する技術が知られている。例えば、特許文献 1 には、冷凍システムに用いられる蒸発式凝縮器が記載されている。この蒸発式凝縮器は、ケーシング、冷媒冷却部、散水部、及び通風ファンを備えている。ケーシングは、空気吸入口と、空気排出口と、集水タンクとを備えて

50

いる。冷媒冷却部は、複数の凝縮コイルを有し、冷媒を冷却して凝縮させる。散水部は、散水ノズルを有し、散水ノズルから凝縮コイルに向けて冷却水が散水される。

**【先行技術文献】**

**【特許文献】**

**【0003】**

**【文献】国際公開第2017/073367号**

**【発明の概要】**

**【発明が解決しようとする課題】**

**【0004】**

本開示は、伝熱管群に向かってノズルから液体を噴霧するときに、ノズルに対して遠方の伝熱管の外面においてドライアウトを抑制する観点から有利なシェルアンドチューブ式熱交換器を提供する。

**【課題を解決するための手段】**

**【0005】**

本開示のシェルアンドチューブ式熱交換器は、

シェルと、

前記シェルの内部に配置された伝熱管群と、

前記伝熱管群に向かって液体を噴霧するノズルと、を備え、

前記伝熱管群は、第一平面に沿って配列された複数の伝熱管を有する第一段と、前記第一平面に平行な第二平面に沿って配列された複数の伝熱管を有し、かつ、前記第一平面に垂直な方向において前記第一段と隣り合っている第二段とを含み、

前記ノズルは、前記第一平面に垂直な方向において前記第一段の前記複数の伝熱管の前記第二段に近い第一端部と、前記第一平面に垂直な方向において前記第二段の前記複数の伝熱管の前記第一段に近い第二端部との間を通過する噴霧軸を有し、かつ、前記第一段と前記第二段との間を通過する扁平な噴霧パターンで前記液体を噴霧する。

**【0006】**

また、本開示の熱交換方法は、

第一平面に沿って配列された複数の伝熱管を有する第一段と、前記第一平面に平行な第二平面に沿って配列された複数の伝熱管を有し、かつ、前記第一平面に垂直な方向において前記第一段と隣り合っている第二段とを含む伝熱管群の内部において熱媒体を通過させることと、

前記第一平面に垂直な方向において前記第一段の前記複数の伝熱管の前記第二段に近い第一端部と、前記第一平面に垂直な方向において前記第二段の前記複数の伝熱管の前記第一段に近い第二端部との間を通過する噴霧軸を有し、かつ、前記第一段と前記第二段との間を通過する扁平な噴霧パターンで前記伝熱管群に向かって液体を噴霧し、前記熱媒体と前記液体とを熱交換されることとを、含む。

**【発明の効果】**

**【0007】**

本開示によれば、第一段の複数の伝熱管の第一端部と、第二段の複数の伝熱管の第二端部との間を通過する噴霧軸を有し、かつ、第一段と第二段との間を通過する扁平な噴霧パターンで伝熱管群に向かって液体を噴霧できる。そのため、本開示のシェルアンドチューブ式熱交換器及び熱交換方法は、ノズルから遠方の伝熱管の外面においてドライアウトを抑制する観点から有利である。

**【図面の簡単な説明】**

**【0008】**

**【図1】本開示の実施の形態1における冷凍サイクル装置の構成を示す図**

**【図2】図1におけるII-II線を切断線とする蒸発器の縦断面図**

**【図3A】ノズルから噴霧される液相冷媒の噴霧パターンを示す図**

**【図3B】ノズルから噴霧される液相冷媒の噴霧パターンを示す図**

**【図4】図1におけるIV-IV線を切断線とする蒸発器の縦断面図**

10

20

30

40

50

【図 5】液相冷媒が噴霧される領域を示す図

【図 6】液相冷媒の噴霧及び流動の状態を示す図

【図 7】本開示の実施の形態 2において液相冷媒が噴霧される領域を示す図

【図 8】本開示の実施の形態 3において液相冷媒の噴霧及び流動の状態を示す図

【発明を実施するための形態】

【0009】

(本開示の基礎となった知見等)

本発明者が本開示を想到するに至った当時、シェルアンドチューブ式熱交換器において、ノズルを用いて冷却水等の液体を伝熱管に向かって噴霧することが試みられていた。こうした状況下において、本発明者は、ノズルから噴霧された液体の流れをヒントにして、シェルアンドチューブ式熱交換器の性能を高め得るという着想を得た。そして、本発明者は、その着想を実現するには、例えば、液相冷媒の噴霧パターンが円錐形状であると、ノズルに対して遠方の伝熱管の外面には霧状の液相冷媒が到達しにくくドライアウトが发生しやすいという課題があることを発見した。本発明者は、その課題を解決するために、本開示の主題を構成するに至った。

10

【0010】

そこで、本開示は、伝熱管群に向かってノズルから液体を噴霧しつつ、ノズルに対して遠方の伝熱管の外面においてドライアウトを抑制する観点から有利なシェルアンドチューブ式熱交換器を提供する。

【0011】

20

以下、図面を参照しながら、実施の形態を詳細に説明する。ただし、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明、又は、実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が必要以上に冗長になるのを避け、当業者の理解を容易にするためである。

【0012】

なお、添付図面及び以下の説明は、当業者が本開示を十分に理解するために提供されるのであって、これらにより特許請求の範囲に記載の主題を限定することを意図していない。添付の図面において、X軸、Y軸、及びZ軸は互いに直交している。X Z平面は水平であり、Y軸負方向が重力方向である。

【0013】

30

(実施の形態 1)

以下、図1から図6を用いて、実施の形態 1を説明する。

【0014】

[1 - 1 . 構成]

図1は、シェルアンドチューブ式熱交換器を備えた冷凍サイクル装置100の構成を示している。図1に示す通り、冷凍サイクル装置100は、蒸発器101、圧縮機102、凝縮器103、流量弁104、流路110a、流路110b、流路110c、及び流路110dを備えている。蒸発器101の出口は、流路110aによって圧縮機102の入口に接続されている。圧縮機102の出口は、流路110bによって凝縮器103の入口に接続されている。凝縮器103の出口は、流路110cによって流量弁104の入口に接続されている。流量弁104の出口は、流路110dによって蒸発器101の入口に接続されている。流路110a及び110bは気相冷媒が通過する経路である。流路110c及び流路110dは液相冷媒が通過する経路である。各経路は、例えば、少なくとも1つの金属製の配管で構成されている。

40

【0015】

蒸発器101において液相冷媒が加熱されて蒸発し、気相冷媒が生成される。気相冷媒は、圧縮機102に吸入されて圧縮される。圧縮された気相冷媒は圧縮機102から凝縮器103に供給される。気相冷媒は凝縮器103で冷却されて凝縮及び液化する。これにより、液相冷媒が生成される。液相冷媒は、流量弁104を経由して凝縮器103から蒸発器101に戻される。

50

**【 0 0 1 6 】**

冷凍サイクル装置 100 における冷媒は、特定の冷媒に限定されない。冷媒としては、フロン冷媒、低 GWP (Global Warming Potential) 冷媒、自然冷媒などが挙げられる。フロン冷媒としては、ハイドロクロロフルオロカーボン (HCFC) 及びハイドロフルオロカーボン (HFC) が挙げられる。低 GWP 冷媒としては、HFO-1234yf 及び水が挙げられる。自然冷媒としては、二酸化炭素及び水が挙げられる。

**【 0 0 1 7 】**

冷媒は、常温での飽和蒸気圧が負圧の物質を主成分として含む冷媒であってもよい。このような冷媒としては、水、アルコール、又はエーテルを主成分として含む冷媒が挙げられる。「主成分」とは、質量比で最も多く含まれた成分を意味する。「負圧」は、絶対圧で大気圧よりも低い圧力を意味する。「常温」は、日本産業規格 (JIS Z8703) によれば、 $20 \pm 15$  の範囲内の温度を意味する。

10

**【 0 0 1 8 】**

蒸発器 101 は、後述の通り、シェルアンドチューブ式熱交換器によって構成されている。

**【 0 0 1 9 】**

圧縮機 102 は、遠心圧縮機等の速度型圧縮機であってもよく、スクロール圧縮機等の容積型圧縮機であってもよい。

**【 0 0 2 0 】**

凝縮器 103 の型式は特定の形式に限定されない。プレート式熱交換器及びシェルアンドチューブ式熱交換器等の熱交換器が凝縮器 103 に使用されうる。

20

**【 0 0 2 1 】**

冷凍サイクル装置 100 は、例えば、業務用又は家庭用の空気調和装置である。蒸発器 101 で冷却された熱媒体が回路 105 を通じて室内に供給され、室内の冷房に使用される。あるいは、凝縮器 103 で加熱された熱媒体が回路 106 を通じて室内に供給され、室内の暖房に利用される。熱媒体は、例えば、水である。冷凍サイクル装置 100 は、空気調和装置に限定されず、チラー、蓄熱装置など他の装置であってもよい。冷凍サイクル装置 100 は、蒸発器、吸収器、再生器、及び凝縮器を備えた吸収式冷凍機であってもよい。

**【 0 0 2 2 】**

30

回路 105 は、蒸発器 101 に熱媒体を循環させる回路である。回路 106 は、凝縮器 103 に熱媒体を循環させる回路である。回路 105 及び回路 106 は、外気から隔離された密閉回路であってもよい。

**【 0 0 2 3 】**

熱媒体は、回路 105 及び回路 106 のそれぞれを流れる流体である。熱媒体は水に限らず、オイル、ブラインなどの液体であってもよく、空気などの気体であってもよい。回路 105 の熱媒体の組成は回路 106 の熱媒体の組成と異なっていてもよい。

**【 0 0 2 4 】**

図 2 は、図 1 におけるII-II線を切断線とする蒸発器 101 の縦断面図である。図 2 に示す通り、蒸発器 101 は、シェルアンドチューブ式熱交換器として構成されている。蒸発器 101 は、シェル 21 と、伝熱管群 22 と、ノズル 24 とを備えている。伝熱管群 22 は、シェル 21 の内部に配置されている。ノズル 24 は、伝熱管群 22 に向かって液相冷媒を噴霧する。伝熱管群 22 は、例えば、平行に配置された伝熱管 22 p によって構成されている。例えば、伝熱管 22 p の長手方向に垂直な断面が円形を有する。伝熱管 22 p の内面、伝熱管 22 p の外面、又はその両方に溝加工が施されていてもよい。

40

**【 0 0 2 5 】**

図 2 に示す通り、シェル 21 は、例えば、矩形の断面形状を有している。シェル 21 は、円形の断面形状を有していてもよい。シェル 21 は、耐圧容器であってもよい。

**【 0 0 2 6 】**

蒸発器 101 は、例えば、ヘッダー 23、循環回路 25、ポンプ 26、流入管 27 a、

50

流出管 27 b、第一カバー 29 a、及び第二カバー 29 b をさらに備えている。

【0027】

ノズル 24 は、ヘッダー 23 によって循環回路 25 に接続されている。ポンプ 26 は、循環回路 25 に配置されている。シェル 21 の底部には液相冷媒が貯留されている。ポンプ 26 の働きにより、シェル 21 の底部に貯留された液相冷媒が循環回路 25 及びヘッダー 23 を通じてノズル 24 に供給される。

【0028】

流入管 27 a は及び流出管 27 b は、シェル 21 に取り付けられている。流入管 27 a は、シェル 21 の内部に冷媒を導く流路を形成している。排出管 27 b は、蒸発器 101 の内部で生成された気相冷媒をシェル 21 の外部に導く流路を形成している。流入管 27 a 及び排出管 27 b がなす流路には、それぞれ、流路 110 d 及び流路 110 a が接続されうる。

10

【0029】

第一カバー 29 a は、シェル 21 に取り付けられており、伝熱管 22 p の長手方向 (X 軸方向) における伝熱管群 22 の一端部を覆っている。第二カバー 29 b は、シェル 21 に取り付けられており、伝熱管 22 p の長手方向における伝熱管群 22 の他端部を覆っている。第一カバー 29 a は、その内部に 2 つの仕切板 29 c を有する。第二カバー 29 b は、その内部に 1 つの仕切板 29 d を有する。第一カバー 29 a は、例えば、二次側流入口 28 a 及び二次側流出口 28 b を有する。二次側流入口 28 a 及び二次側流出口 28 b のそれぞれは、第二カバー 29 b に形成されていてもよい。蒸発器 101 におけるパス数は、伝熱管 22 p の内部の熱媒体の流れ方向が流路カバー 29 a 又は 29 b において反転する毎に「1」増加する。本実施の形態では、パス数が「4」となるように、流路カバー 29 a が二次側流入口 28 a 及び二次側流出口 28 b を有する。

20

【0030】

図 2 に示す通り、蒸発器 101 は、複数のノズル 24 を備えている。複数のノズル 24 は、伝熱管 22 p の長手方向 (X 軸方向) において所定の間隔で配置されている。また、複数のノズル 24 は、伝熱管 22 p の長手方向において、Y 軸方向に平行な一対の直線上に交互に配置されている。また、各ノズル 24 は、例えば、Y 軸方向において隣り合う伝熱管 22 p の間に向かって液相冷媒を噴霧するように配置されている。

30

【0031】

図 3 A 及び図 3 B は、ノズル 24 から噴霧される液相冷媒の噴霧パターンを示す。図 3 A 及び図 3 B に示す通り、ノズル 24 は、噴霧軸 A m を有する扁平な噴霧パターンで液相冷媒を噴霧する。噴霧軸 A m は、ノズル 24 の中心軸と捉えることもできる。噴霧軸 A m は、ノズル 24 の開口の中心を通る軸でありうる。図 3 A に示す通り、ノズル 24 から噴霧される液相冷媒は、扇形状の噴霧エリア M を形成する。また、噴霧軸 A m に垂直な平面 H にこの噴霧パターンを投影したときに現れる噴霧領域 S の形状は扁平である。このような噴霧パターンで噴霧される液相冷媒が伝熱管 22 p 同士の間を通過する。

【0032】

図 4 は、図 1 における IV-IV 線を切断線とする蒸発器 101 の縦断面図である。伝熱管群 22 において、Z 軸方向に配列される伝熱管 22 p の本数は特定の値に限定されない。伝熱管群 22 において、例えば、Z 軸方向に 12 本の伝熱管 22 p が配列されている。ノズル 24 は、伝熱管 22 p の長手方向に垂直な方向 (Z 軸方向) においてノズル 24 に最も近い一対の伝熱管 22 p 同士の間を噴霧軸 A m が通過し、かつ、噴霧領域 S が一対の伝熱管 22 p 同士の間を通過するように、液相冷媒を噴霧する。噴霧軸 A m は、例えば、水平に延びている。

40

【0033】

図 4 に示す通り、ノズル 24 は、例えば、Z 軸方向における伝熱管群 22 の一端部のみに配置されており、Z 軸方向における伝熱管群 22 の他端部には配置されていない。このため、ノズル 24 は、伝熱管 22 p の長手方向に垂直な平面 (YZ 平面) において、例えば Z 軸正方向に液相冷媒を噴霧する。

50

### 【 0 0 3 4 】

図 5 は、ノズル 2 4 から液相冷媒が噴霧される領域を示している。図 5において、Y 軸方向に沿って伝熱管群 2 2 及びノズル 2 4 から噴霧される液相冷媒の噴霧エリア M を見て いる。ノズル 2 4 は、例えば、伝熱管群 2 2 において Z 軸方向に最も近い伝熱管 2 2 p か ら距離 L だけ離れて配置されている。また、噴霧エリア M は、中心角  $\theta$  をなすように形成 された第一輪郭線 W 1 及び第二輪郭線 W 2 を有する。中心角  $\theta$  は特定の大きさに限定され ない。中心角  $\theta$  は、例えば、90° 以上 120° 以下である。

### 【 0 0 3 5 】

図 6 は、ノズル 2 4 から伝熱管群 2 2 に向かって噴霧された液相冷媒の噴霧及び流動の 状態を示す図である。図 6 に示す通り、伝熱管群 2 2 は、第一段 2 2 a と、第二段 2 2 b とを含んでいる。第一段 2 2 a は、第一平面に沿って配列された複数の伝熱管 2 2 p を有 する。第二段 2 2 b は、第一平面に平行な第二平面に沿って配列された複数の伝熱管 2 2 p を有し、かつ、第一平面に垂直な方向 (Y 軸方向) において第一段 2 2 a と隣り合っ ている。第一平面及び第二平面は、Z X 平面に平行な平面である。

10

### 【 0 0 3 6 】

図 6 に示す通り、例えば、第一段 2 2 a と第二段 2 2 bとの間には、第一段 2 2 a の複 数の伝熱管 2 2 p の配列方向における第一段 2 2 a の一端から他端まで有体物に交差しな い仮想平面が存在する。

### 【 0 0 3 7 】

図 6 に示す通り、例えば、第一段 2 2 a の複数の伝熱管 2 2 p 及び第二段 2 2 b の複数 の伝熱管 2 2 p は、伝熱管 2 2 p の長手方向 (X 軸方向) に垂直な第三平面において長方 形格子、正方形格子、又は平行四辺形格子をなす。第三平面は、Y Z 平面に平行な平面で ある。

20

### 【 0 0 3 8 】

図 6 に示す通り、ノズル 2 4 から噴霧される液相冷媒の噴霧パターンの噴霧軸 A m は、 第一段 2 2 a の複数の伝熱管 2 2 p の第一端部 2 2 j と、第二段 2 2 b の複数の伝熱管 2 2 p の第二端部 2 2 k との間を通過する。第一端部 2 2 j は、第一平面に垂直な方向 (Y 軸 方向) において第二段 2 2 b に近い端部である。第二端部 2 2 k は、第一平面に垂直な 方向 (Y 軸方向) において第一段 2 2 a に近い端部である。ノズル 2 4 から噴霧される液 相冷媒の噴霧パターンは、第一段 2 2 a と第二段 2 2 b との間を通過する。

30

### 【 0 0 3 9 】

第二段 2 2 b は、例えば、重力方向において第一段 2 2 a の下方に配置されている。伝 热管群 2 2 は、例えば、下部伝熱管群 2 2 c を含む。下部伝熱管群 2 2 c は、複数の伝熱 管 2 2 p を有し、かつ、重力方向において第二段 2 2 b の下方に配置されている。下部伝 热管群 2 2 c の複数の伝熱管 2 2 p のそれぞれは、例えば、第二段 2 2 b の複数の伝熱管 2 2 p のいずれかの真下に配置されている。

### 【 0 0 4 0 】

図 6 に示す通り、下部伝熱管群 2 2 c の複数の伝熱管 2 2 p は、例えば、第二段 2 2 b の複数の伝熱管 2 2 p とともに、第三平面において長方形格子又は正方形格子をなして いる。

40

### 【 0 0 4 1 】

#### [ 1 - 2 . 動作 ]

以上のように、シェルアンドチューブ式熱交換器として構成された蒸発器 1 0 1 につい て、以下その動作、作用を説明する。

### 【 0 0 4 2 】

冷凍サイクル装置 1 0 0 の定常運転において、蒸発器 1 0 1 では、ポンプ 2 6 が作動し 、液相冷媒が循環回路 2 5 及びヘッダー 2 3 を通ってノズル 2 4 に供給される。これによ り、ノズル 2 4 から伝熱管群 2 2 に向かって液相冷媒が噴霧される。一方、蒸発器 1 0 1 の外部から二次側流入口 2 8 a を通って第一カバー 2 9 a の内部に熱媒体が導かれる。次 に、熱媒体は、X 軸正方向に伝熱管 2 2 p の内部を通過して第二カバー 2 9 b の内部の仕

50

切板 29d の下方の空間に導かれる。第二カバー 29b の内部において熱媒体の流れの向きが反転し、熱媒体は、X 軸負方向に伝熱管 22p の内部を通過して第一カバー 29a の内部の 2 つの仕切板 29c の間の空間に導かれる。次に、第一カバー 29a の内部において熱媒体の流れの向きが反転し、熱媒体は、X 軸正方向に伝熱管 22p の内部を通過して第二カバー 29b の内部の仕切板 29d の上方の空間に導かれる。第二カバー 29b の内部において熱媒体の流れの向きが反転し、熱媒体は、X 軸負方向に伝熱管 22p の内部を通過して第一カバー 29a の内部に導かれる。その後、熱媒体は、二次側流出口 28b を通って、蒸発器 101 の外部に導かれる。

#### 【 0 0 4 3 】

図 4 に示す通り、ノズル 24 は、Y 軸方向において隣り合った 2 つの段の伝熱管の間の空間に向かって液相冷媒を噴霧する。液相冷媒は、2 つの段の間で噴霧軸 A m が延びる噴霧パターンで噴霧される。液相冷媒の噴霧により生じた霧状の液相冷媒は、伝熱管 22p の外面に付着する。伝熱管 22p の内部の熱媒体と伝熱管 22p の外面に付着した液相冷媒との間の熱交換により、液相冷媒が蒸発して気相冷媒が生成される。蒸発しなかった液相冷媒は、伝熱管 22p の外面に沿って流動し、下方の伝熱管 22p に向かって滴下される。

10

#### 【 0 0 4 4 】

図 5 に示す通り、例えば、第一平面に垂直な方向 (Y 軸方向) から第一段 22a を見たときに、第一段 22a の伝熱管 22p の中心軸 A x に垂直に噴霧軸 A m が延びるように、液相冷媒の噴霧パターンが形成される。伝熱管群 22 において Z 軸方向においてノズル 24 に最も近い伝熱管 22p とノズル 24 との間の距離 L が所定の大きさを有する。このため、第一段 22a における最前列の伝熱管 22p から最後列の伝熱管 22p に向かって液相冷媒の噴霧エリア M が徐々に拡大し、第一段 22a の最後列の伝熱管 22p の外面の十分な範囲が液相冷媒で濡れる。

20

#### 【 0 0 4 5 】

図 6 に示す通り、ノズル 24 から噴霧された液相冷媒は、第三平面において長方形格子、正方形格子、又は平行四辺形格子をなすように配置された第一段 22a 及び第二段 22b における伝熱管 22p 同士の間を通過する。第一段 22a と第二段 22b との間には、ノズル 24 から噴霧された液相冷媒の進行を直接妨げる伝熱管等の部材は存在しない。このため、第一段 22a と第二段 22b との間においてノズル 24 から噴霧された液相冷媒が直進しやすい。一方、ノズル 24 から噴霧された液相冷媒の一部は、第一段 22a の伝熱管 22p の第一端部 22j 及び第二段 22b の伝熱管 22p の第二端部 22k に接触する。第一段 22a の伝熱管 22p に接触した液相冷媒の一部は、液相冷媒の流れに対する伝熱管 22p の前縁に沿って Y 軸正方向に流動する。一方、第二段 22b の伝熱管 22p に接触した液相冷媒の一部は、伝熱管 22p の前縁に沿って Y 軸負方向に流動する。加えて、液相冷媒の別の一部は、第二段 22b の伝熱管 22p の後縁に沿って Y 軸負方向に流動する。このような液相冷媒の流動が第一段 22a 及び第二段 22b の各列の伝熱管 22p の周囲で生じる。

30

#### 【 0 0 4 6 】

図 6 に示す通り、第一段 22a 及び第二段 22b からなる上部伝熱管群 22m において、液相冷媒が伝熱管 22p の外面に直接接觸して強制対流を伴う熱伝達が生じ、液相冷媒と熱媒体との間の熱交換が促進される。

40

#### 【 0 0 4 7 】

第二段 22b の伝熱管 22p の外面において液相冷媒は Y 軸負方向に流動しながら液膜を形成し、液膜をなす液相冷媒の一部が蒸発する。上部伝熱管群 22m において蒸発しなかった未蒸発の液相冷媒は、第二段 22b の伝熱管 22p の最下部から下部伝熱管群 22c の伝熱管 22p に向かって滴下される。滴下された液相冷媒は、伝熱管 22p の外面で液膜を形成しながら下方に流動し、一部の液相冷媒は蒸発し、別の一部の液相冷媒はさらに下方の伝熱管 22p に向かって滴下される。このような液相冷媒の流動及び滴下が下部伝熱管群 22c の各列の伝熱管 22p の周囲で生じる。このように、下部伝熱管群 2

50

2 c の伝熱管 2 2 p の周囲には、ノズル 2 4 から噴霧された液相冷媒が上部伝熱管群 2 2 m の伝熱管 2 2 p から滴下されて間接的に供給される。滴下後に残った液相冷媒は、シェル 2 1 の底部に貯留される。

#### 【 0 0 4 8 】

上部伝熱管群 2 2 m の伝熱管 2 2 p の周囲には、ノズル 2 4 から噴霧された液相冷媒が直接供給されて強制対流が生じる。ノズル 2 4 は、噴霧軸 A m を有する扁平な噴霧パターンで液相冷媒を噴霧するので、液相冷媒が第一段 2 2 a と第二段 2 2 b との間で直進しやすい。これにより、上部伝熱管群 2 2 m において、ノズル 2 4 に対して遠方の伝熱管 2 2 p の周囲でも液相冷媒の強制対流が生じやすい。このため、ノズル 2 4 に対して遠方の伝熱管 2 2 p の外面が液相冷媒で濡れやすく、遠方の伝熱管 2 2 p の外面においてドライアウトが発生しにくい。10

#### 【 0 0 4 9 】

加えて、上部伝熱管群 2 2 m の伝熱管 2 2 p から下部伝熱管群 2 2 c に向かって液相冷媒の滴下が生じるので、下部伝熱管群 2 2 c において、ノズル 2 4 に対して遠方の伝熱管 2 2 p の外面でも液相冷媒の液膜が形成されやすい。このため、ノズル 2 4 に対して遠方に位置する伝熱管 2 2 p の外面が液相冷媒で濡れやすく、遠方の伝熱管 2 2 p の外面においてドライアウトが発生しにくい。

#### 【 0 0 5 0 】

##### [ 1 - 3 . 効果等 ]

以上のように、本実施形態において、シェルアンドチューブ式熱交換器として構成された蒸発器 1 0 1 は、シェル 2 1 と、伝熱管群 2 2 と、ノズル 2 4 とを備えている。伝熱管群 2 2 は、シェル 2 1 の内部に配置されている。ノズル 2 4 は、伝熱管群 2 2 に向かって液相冷媒を噴霧する。伝熱管群 2 2 は、第一段 2 2 a と、第二段 2 2 b とを含んでいる。第一段 2 2 a は、第一平面に沿って配列された複数の伝熱管 2 2 p を有する。第二段 2 2 b は、第一平面に平行な第二平面に沿って配列された複数の伝熱管 2 2 p を有し、かつ、第一平面に垂直な方向において第一段 2 2 a と隣り合っている。ノズル 2 4 は、噴霧軸 A m を有し、かつ、第一段 2 2 a と第二段 2 2 b との間を通過する扁平な噴霧パターンで液相冷媒を噴霧する。噴霧軸 A m は、第一段 2 2 a の複数の伝熱管 2 2 p の第一端部 2 2 j と、第二段 2 2 b の複数の伝熱管 2 2 p の第二端部 2 2 k との間を通過する。第一端部 2 2 j は、第一平面に垂直な方向において第一段 2 2 a の複数の伝熱管 2 2 p の第二段 2 2 b に近い端部である。第二端部 2 2 k は、第一平面に垂直な方向において第二段 2 2 b の複数の伝熱管 2 2 p の第一段 2 2 a に近い端部である。20

#### 【 0 0 5 1 】

これにより、ノズル 2 4 は、噴霧軸 A m を有する扁平な噴霧パターンで液相冷媒を噴霧するので、液相冷媒が第一段 2 2 a と第二段 2 2 b との間で直進しやすい。このため、第一段 2 2 a 及び第二段 2 2 b において、ノズル 2 4 に対して遠方の伝熱管 2 2 p の周囲でも液相冷媒の強制対流が生じやすい。その結果、ノズル 2 4 に対して遠方の伝熱管 2 2 p の外面が液相冷媒で濡れやすく、遠方の伝熱管 2 2 p の外面においてドライアウトが発生しにくい。30

#### 【 0 0 5 2 】

本実施形態のように、第一段 2 2 a と第二段 2 2 b との間には、第一段 2 2 a の複数の伝熱管 2 2 p の配列方向における第一段 2 2 a の一端から他端まで有体物に交差しない仮想平面が存在していてもよい。これにより、第一段 2 2 a と第二段 2 2 b との間において、第一段 2 2 a の一端から他端まで液相冷媒が直進しやすく、遠方の伝熱管 2 2 p の外面においてより確実にドライアウトが発生しにくい。40

#### 【 0 0 5 3 】

本実施形態のように、第一段 2 2 a の複数の伝熱管 2 2 p 及び第二段 2 2 b の複数の伝熱管 2 2 p は、伝熱管 2 2 p の長手方向に垂直な第三平面において、長方形格子、正方形格子、又は平行四辺形格子をなしていてもよい。これにより、第一段 2 2 a と第二段 2 2 b との間における液相冷媒の流れが安定しやすく直進しやすい。その結果、遠方の伝熱管50

22pの外面においてより確実にドライアウトが発生しにくい。

#### 【0054】

本実施形態のように、第二段22bは、重力方向において第一段22aの下方に配置されてもよい。加えて、伝熱管群22は、複数の伝熱管22pを有し、かつ、重力方向において第二段22bの下方に配置されている下部伝熱管群22cを含んでいてもよい。これにより、第二段22bから下部伝熱管群22cに向かって液相冷媒の滴下が生じ、下部伝熱管群22cにおいてノズル24に対して遠方の伝熱管22pの外面も液相冷媒で濡れやすい。その結果、下部伝熱管群22cの遠方の伝熱管22pの外面においてドライアウトが発生しにくい。この場合、第一段22aの複数の伝熱管22p及び第二段22bの複数の伝熱管22pは、伝熱管22pの長手方向に垂直な第三平面において、長方形格子又は正方形格子をなしてもよい。これにより、下部伝熱管群22cに向かってより確実に液相冷媒の滴下が生じやすい。

#### 【0055】

本実施形態のように、下部伝熱管群22cの複数の伝熱管22pは、第二段22bの複数の伝熱管22pとともに、第三平面において長方形格子又は正方形格子をなしている。これにより、第二段22bの複数の伝熱管22pから滴下された液相冷媒が下部伝熱管群22cの各伝熱管22pの外面においてより確実に液膜を形成してその外面を濡らしやすい。その結果、下部伝熱管群22cの遠方の伝熱管22pの外面においてより確実にドライアウトが発生しにくい。

#### 【0056】

本実施形態のように、シェルアンドチューブ式熱交換器として構成された蒸発器101を備えた、冷凍サイクル装置100を提供できる。ノズル24に対して遠方の伝熱管22pの外面においてドライアウトが発生しにくいので、冷凍サイクル装置100が高い成績係数(COP)を発揮しやすい。

#### 【0057】

本実施形態によれば、下記の事項(I)及び(II)を含む熱交換方法を提供できる。  
(I)第一段22aと、第二段22bとを含む伝熱管群22の内部において熱媒体を通過させる。第一段22aは、第一平面に沿って配列された複数の伝熱管を有する。第二段22bは、第一平面に平行な第二平面に沿って配列された複数の伝熱管22pを有し、かつ、第一平面に垂直な方向において第一段22aと隣り合っている。

(II)噴霧軸Amを有し、かつ、第一段22aと第二段22bとの間を通過する扁平な噴霧パターンで伝熱管群22に向かって液相冷媒を噴霧し、熱媒体と液相冷媒とを熱交換させる。噴霧軸Amは、第一段22aの複数の伝熱管22pの第二段22bに近い第一端部22jと、第二段22bの複数の伝熱管22pの第一段22aに近い第二端部22kとの間を通過する。

#### 【0058】

##### (実施の形態2)

以下、図7を用いて、実施の形態2を説明する。実施の形態2は、特に説明する部分を除き、実施の形態1と同様に構成されている。実施の形態1の構成要素と同一又は対応する実施の形態2の構成要素には同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。実施の形態1に関する説明は、技術的に矛盾しない限り、実施の形態2にもあてはまる。

#### 【0059】

##### [2-1.構成]

図7は、実施の形態2において、ノズル24から液相冷媒が噴霧される領域を示している。図7において、Y軸方向に沿って伝熱管群22及びノズル24から噴霧される液相冷媒の噴霧エリアMを見ている。図7に示す通り、第一平面に垂直な方向(Y軸方向)に沿って第一段22aを見たときに、ノズル24から噴霧される液相冷媒の噴霧パターンの噴霧軸Amは、直線Pに対して所定の大きさの鋭角をなす。直線Pは、第一段22aの伝熱管22pの長手方向(X軸方向)に垂直に延びている。

#### 【0060】

10

20

30

40

50

鋭角  $\theta$  は特定の値に限定されない。鋭角  $\theta$  は、例えば、 $\pi/2$  である。 $\theta$  は、噴霧エリニア M の中心角である。例えば、中心角  $\theta$  が  $80^\circ$  であり、鋭角  $\theta$  が  $40^\circ$  である。

#### 【0061】

##### [2-2. 動作]

以上のように構成された実施の形態 2 について、以下その動作、作用を説明する。

#### 【0062】

図 7 に示す通り、噴霧軸 A m が直線 P に対して鋭角  $\theta$  をなすようにノズル 24 から液相冷媒が噴霧される。ノズル 24 が伝熱管群 22 の近くに配置された場合でも、X Z 平面において噴霧エリニア M と重なる伝熱管群 22 の範囲が大きくなりやすい。例えば、噴霧エリニア M の第一輪郭線 W1 が直線 P に沿って延び、噴霧エリニア M の第二輪郭線 W2 が伝熱管 22 p の中心軸 A x に沿って延びやすい。

10

#### 【0063】

噴霧軸 A m が直線 P と平行になるようにノズル 24 が配置されている場合、換言すると、噴霧軸 A m が伝熱管 22 p の中心軸 A x に垂直になるようにノズル 24 が配置されている場合を考える。この場合、距離 L が小さく、ノズル 24 が伝熱管群 22 の近くに配置されると、X Z 平面において、伝熱管群 22 のノズル 24 に近い伝熱管 22 p と噴霧エリニア M とが重なる範囲が小さくなる。特に、伝熱管 22 p の長手方向においてノズル 24 から離れた部分が噴霧エリニア M と重なりにくい。これにより、伝熱管群 22 の伝熱管 22 p の外面において、ノズル 24 から噴霧された液相冷媒が到達しにくい部分が生じやすい。一方、本実施形態によれば、このような状態が発生することを抑制できる。このため、伝熱管群 22 の伝熱管 22 p の外面の広い範囲を液相冷媒で濡らすことができ、伝熱管 22 p の外面においてドライアウトが発生しにくい。

20

#### 【0064】

図 7 に示す通り、噴霧軸 A m が直線 P に対して鋭角  $\theta$  をなすように液相冷媒が噴霧されると、ノズル 24 から噴霧された液相冷媒は流れ C1 及び流れ C2 を生じさせる。流れ C1 は、第一段 22 a 及び第二段 22 b における伝熱管 22 p 同士の間を通過する液相冷媒の流れである。流れ C2 は、伝熱管 22 p の外面の前縁に衝突して伝熱管 22 p の長手方向 (X 軸方向) に沿って移動する液相冷媒の流れである。ノズル 24 から噴霧された液相冷媒の一部は、X 軸方向の速度成分を有している状態で伝熱管 22 p の外面の前縁に衝突するので、このような液相冷媒の流れが生じる。

30

#### 【0065】

流れ C1 は、ノズル 24 から噴霧された中心角  $\theta$  の噴霧エリニア M をなすように広がる液相冷媒の流れである。この流れ C1 における液相冷媒は、第一段 22 a の複数の伝熱管 22 p の第一端部 22 j 又は第二段 22 b の複数の伝熱管 22 p の第二端部 22 k に接触しながら、第一段 22 a と第二段 22 bとの間を通過する。

#### 【0066】

流れ C1 及び流れ C2 の発生により、第一段 22 a における複数の伝熱管 22 p の配列方向 (Z 軸方向) への液相冷媒の移動に加え、伝熱管 22 p の長手方向 (X 軸方向) への液相冷媒の移動も生じる。このため、強制対流を伴う熱伝達が促進される。加えて、上記の通り、ノズル 24 に近い伝熱管 22 p を含む、伝熱管群 22 の伝熱管 22 p の外面の広い範囲が液相冷媒で濡れる。

40

#### 【0067】

##### [2-3. 効果等]

以上のように、本実施の形態においては、第一平面に垂直な方向 (Y 軸方向) に沿って第一段 22 a を見たときに、噴霧軸 A m は、直線 P に対して所定の大きさの鋭角  $\theta$  をなす。

#### 【0068】

これにより、ノズル 24 が伝熱管群 22 の近くに配置されていても、伝熱管群 22 の伝熱管 22 p の外面の広い範囲を液相冷媒で濡らすことができ、伝熱管 22 p の外面においてドライアウトが発生しにくい。

#### 【0069】

50

例えば、冷凍サイクル装置 100 の軽負荷条件での運転に対応させるために、ノズル 24 への液相冷媒の供給圧力を低下させることが考えられる。この場合、ノズル 24 から噴霧される液相冷媒の噴霧パターンにおける中心角が小さくなり、噴霧エリア M が狭くなってしまう。また、ノズル 24 から噴霧される液相冷媒の流量が低下しうる。しかし、本実施形態によれば、このような場合であっても、伝熱管群 22 の伝熱管 22p の外面の所望の範囲を液相冷媒で濡らすことができ、伝熱管 22p の外面においてドライアウトが発生しにくい。

#### 【0070】

##### (実施の形態 3)

以下、図 8 を用いて、実施の形態 3 を説明する。実施の形態 3 は、特に説明する部分を除き、実施の形態 1 と同様に構成されている。実施の形態 1 の構成要素と同一又は対応する実施の形態 3 の構成要素には同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。実施の形態 1 に関する説明は、技術的に矛盾しない限り、実施の形態 3 にもあてはまる。

10

#### 【0071】

##### [3 - 1. 構成]

図 8 は、実施の形態 3 に係る蒸発器 101 における液相冷媒の噴霧及び流動の状態を示す。図 8 に示す通り、伝熱管群 22 は、遠位伝熱管 22d を有する。遠位伝熱管 22d は、噴霧軸 Am と交差する位置に配置されている。例えば、遠位伝熱管 22d は、ノズル 24 の中心軸と交差している。第一段 22a は、第一段 22a の複数の伝熱管 22p の配列方向 (Z 軸方向) において、ノズル 24 と遠位伝熱管 22dとの間に配置されている。

20

#### 【0072】

図 8 に示す通り、伝熱管群 22 は、例えば下部伝熱管 22e を有する。下部伝熱管 22e は、重力方向において遠位伝熱管 22d の真下に配置されている。

#### 【0073】

遠位伝熱管 22d 及び下部伝熱管 22e は、例えば、第一段 22a、第二段 22b、又は下部伝熱管群 22c における伝熱管 22p と同様の形状及び寸法を有している。

#### 【0074】

##### [3 - 2. 動作]

以上のように構成された実施の形態 3 について、以下その動作、作用を説明する。

30

#### 【0075】

第一段 22a と第二段 22b との間を通過した液相冷媒は、遠位伝熱管 22d に衝突して捕捉される。このため、遠位伝熱管 22d の周囲における強制対流に伴う熱伝達は、第一段 22a 及び第二段 22b における伝熱管 22p の周囲における強制対流に伴う熱伝達に比べて、大幅に促進される。加えて、ノズル 24 に対して遠方に位置する遠位伝熱管 22d の外面を液相冷媒で濡らすことができ、ノズル 24 に対して遠方の伝熱管の外面においてドライアウトを抑制できる。

#### 【0076】

遠位伝熱管 22d に衝突した液相冷媒は、遠位伝熱管 22d の外面に沿って流動し、下部伝熱管 22e に向かって滴下される。これにより、ノズル 24 に対して遠方に位置する下部伝熱管 22e の外面を液相冷媒で濡らすことができ、ノズル 24 に対して遠方の伝熱管の外面においてドライアウトを抑制できる。

40

#### 【0077】

##### [3 - 3. 効果等]

以上のように、本実施の形態においては、伝熱管群 22 は、遠位伝熱管 22d を有し、遠位伝熱管 22d が噴霧軸 Am と交差する位置に配置されている。加えて、第一段 22a は、第一段 22a の複数の伝熱管 22p の配列方向において、ノズル 24 と遠位伝熱管 22d との間に配置されている。

#### 【0078】

これにより、遠位伝熱管 22d の周囲における強制対流に伴う熱伝達が大幅に促進されるとともに、ノズル 24 に対して遠方に位置する遠位伝熱管 22d の外面においてドライ

50

アウトを抑制できる。

**【 0 0 7 9 】**

例えば、冷凍サイクル装置 100において急激な負荷変動が生じ、ノズル 24への液相冷媒の供給圧力が変化する場合でも、ノズル 24への液相冷媒の供給圧力によらずに安定的に伝熱管群 22 の伝熱管 22p の外面を濡らすことができる。このため、軽負荷条件及び過負荷条件を含む広範囲の運転条件において伝熱管群 22 の伝熱管 22p の外面を液相冷媒で所望の状態に濡らすことができる。

**【 0 0 8 0 】**

例えば、冷凍サイクル装置 100が吸収式冷凍機である場合、蒸発器 101で発生した気相冷媒が吸収器に向かって供給されうる。このとき、吸収式冷凍機の COP を高める観点から、蒸発器 101から供給される気相冷媒の流れに乗って液相冷媒が吸収器に導かれることを阻止することが望ましい。本実施の形態によれば、第一段 22a と第二段 22bとの間を通過した液相冷媒は、遠位伝熱管 22d に衝突して捕捉される。このため、蒸発器 101から吸収器に向かって液相冷媒が導かれることを阻止しやすい。

10

**【 0 0 8 1 】**

本実施形態のように、伝熱管群 22 は、重力方向において遠位伝熱管 22d の真下に配置された下部伝熱管 22e を有していてもよい。これにより、遠位伝熱管 22d から滴下された液相冷媒で下部伝熱管 22e の外面を濡らすことができる。

**【 0 0 8 2 】**

20

(他の実施の形態)

以上のように、本出願において開示する技術の例示として、実施の形態 1、2、及び 3を説明した。しかし、本開示における技術は、これに限定されず、変更、置き換え、付加、省略などを行った実施の形態にも適用できる。また、上記実施の形態 1、2、及び 3で説明した各構成要素を組み合わせて、新たな実施の形態とすることも可能である。そこで、以下、他の実施形態を例示する。

**【 0 0 8 3 】**

実施の形態 1では、シェルアンドチューブ式熱交換器の一例として、液相冷媒を噴霧するノズル 24 を備えた蒸発器 101を示した。シェルアンドチューブ式熱交換器において、ノズル 24 は、液体を噴霧するものであればよい。したがって、ノズル 24 から噴霧される液体は、液相冷媒に限定されない。したがって、ノズル 24 から噴霧される液体は、冷凍サイクル装置の凝縮器で気相冷媒を凝縮させるために用いられる冷却液であってもよいし、他の液体であってもよい。ただし、ノズル 24 から噴霧される液体が液相冷媒であると、シェルアンドチューブ式熱交換器を冷凍サイクル装置における蒸発器として利用できる。

30

**【 0 0 8 4 】**

実施の形態 1では、シェルアンドチューブ式熱交換器の一例として、噴霧軸 Am が水平に延びている蒸発器 101を示した。噴霧軸 Am は、第一段 22a の複数の伝熱管 22p の第二段 22b に近い第一端部 22j と、第二段 22b の複数の伝熱管 22p の第一段 22a に近い第二端部 22kとの間を通過するものであればよい。したがって、噴霧軸 Am は、水平面に対して傾斜していてもよい。ただし、噴霧軸 Am が水平に延びていると、第一段 22a 及び第二段 22b における複数の伝熱管 22p の配置が容易である。

40

**【 0 0 8 5 】**

実施の形態 1では、第一段 22a と第二段 22bとの間には、第一段 22a の複数の伝熱管 22p の配列方向における第一段 22a の一端から他端まで有体物に交差しない仮想平面が存在していてもよいことを説明した。シェルアンドチューブ式熱交換器において、第一段 22a の複数の伝熱管 22p の第一端部 22j と、第二段 22b の複数の伝熱管 22p の第二端部 22kとの間を噴霧軸 Am が通過していればよい。したがって、第一段 22a と第二段 22bとの間には、ノズル 24 から噴霧された液体の流れに影響をほとんど及ぼさず、噴霧軸 Am の形成に影響を及ぼさない線材又は棒材等の部材が配置されていてもよい。

50

## 【0086】

実施の形態3では、遠位伝熱管22dが伝熱管22pと同様の形状及び寸法を有している例を説明した。シェルアンドチューブ式熱交換器において、遠位伝熱管22dは、噴霧軸A mと交差する位置に配置できるものであればよい。したがって、遠位伝熱管22dの形状及び寸法は、伝熱管22pの形状及び寸法と同一のものに限定されない。ただし、遠位伝熱管22dが伝熱管22pと同様の形状及び寸法を有していれば、遠位伝熱管22dを伝熱管22pと別に準備する必要がなく、生産管理が容易である。また、遠位伝熱管22dとして、伝熱管22pの外径よりも大きい外径を有する管を用いてもよい。この場合、遠位伝熱管22dによって液相冷媒をより確実に捕捉できる。

## 【産業上の利用可能性】

10

## 【0087】

本明細書に開示されたシェルアンドチューブ式熱交換器は、業務用エアコンなどの空気調和装置に特に有用である。シェルアンドチューブ式熱交換器は、蒸発器のみならず、凝縮器として使用されてもよい。本明細書に開示された冷凍サイクル装置は、空気調和装置に限定されず、吸収式冷凍機、チラー、蓄熱装置などの他の装置であってもよい。

## 【符号の説明】

## 【0088】

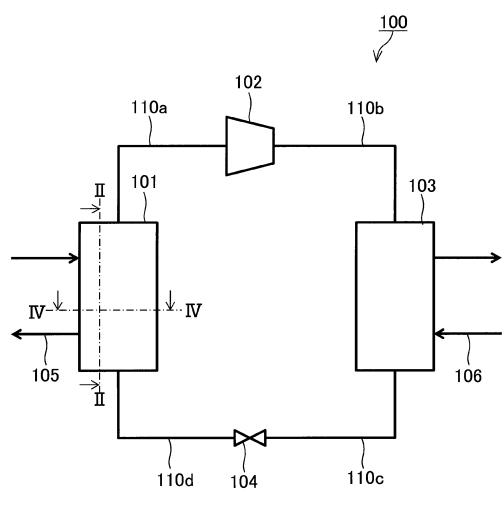
2 1	シェル	
2 2	伝熱管群	
2 2 a	第一段	20
2 2 b	第二段	
2 2 c	下部伝熱管群	
2 2 d	遠位伝熱管	
2 2 e	下部伝熱管	
2 2 j	第一端部	
2 2 k	第二端部	
2 2 p	伝熱管	
2 4	ノズル	
1 0 0	冷凍サイクル装置	
1 0 1	蒸発器（シェルアンドチューブ式熱交換器）	30
A m	噴霧軸	
P	直線	
	鋭角	

40

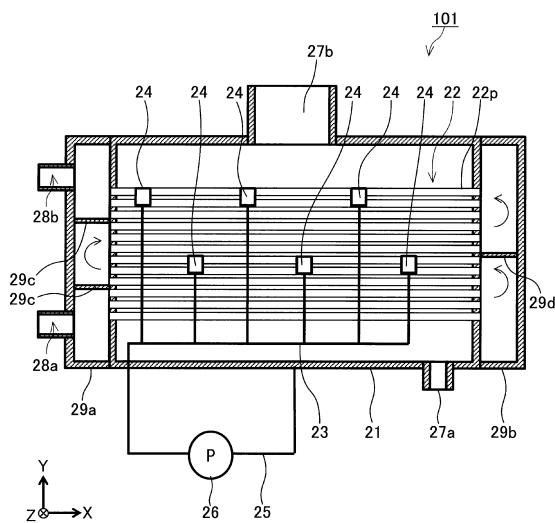
50

【図面】

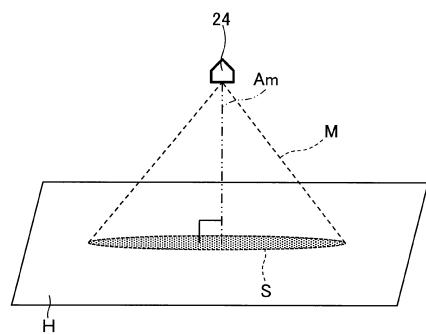
【図 1】



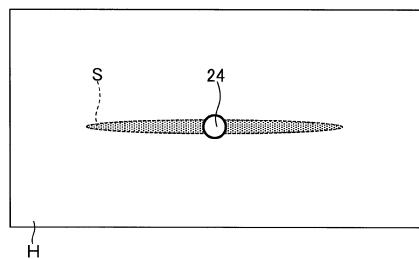
【図 2】



【図 3 A】



【図 3 B】



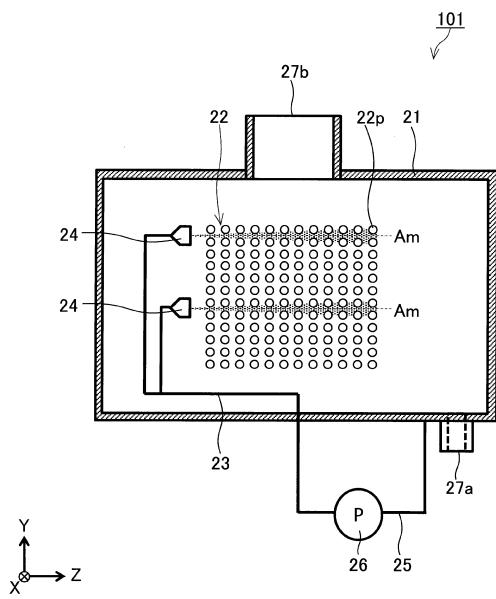
20

30

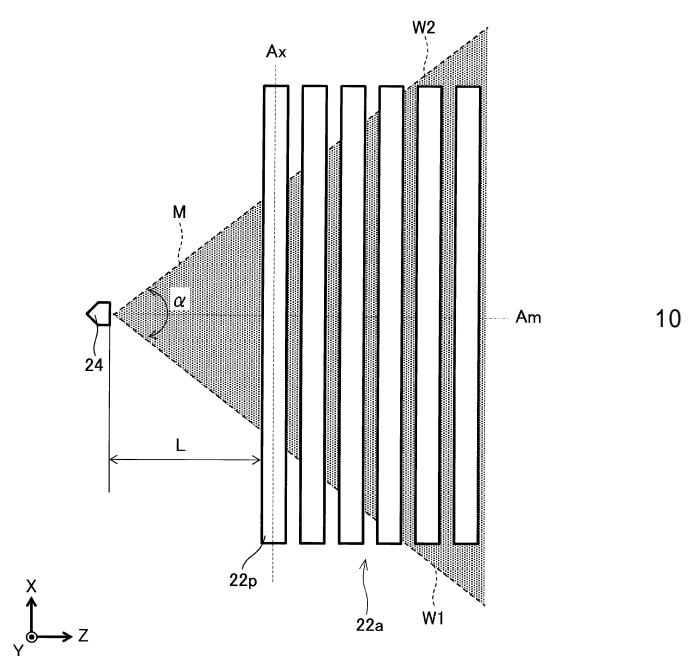
40

50

【図4】

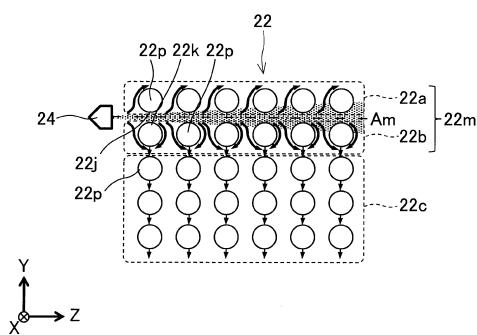


【図5】

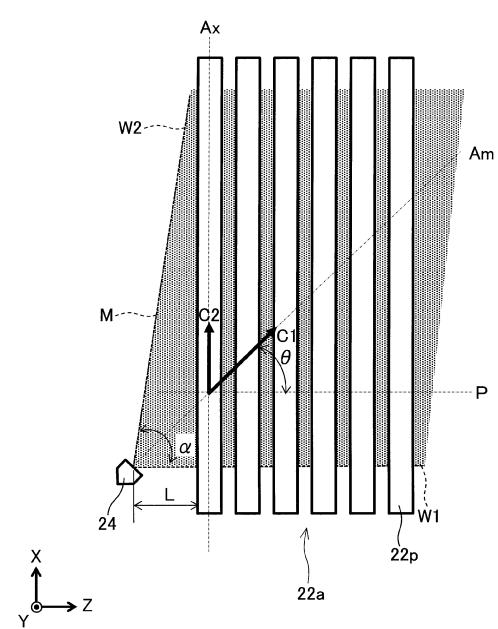


20

【図6】



【図7】

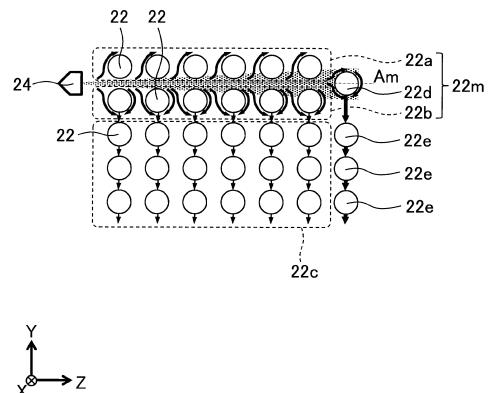


30

40

50

【図 8】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

(56)参考文献  
特開2013-053620(JP,A)  
特開2020-056532(JP,A)  
特開2019-132460(JP,A)  
特開2020-153592(JP,A)  
米国特許出願公開第2019/0107332(US,A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

F28D 1/00 - 13/00  
F28F 1/00 - 99/00  
F25B 39/00 - 39/04  
F25B 1/00  
F28B 1/00 - 11/00  
F28C 1/00 - 3/18  
F24F 1/42