

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-194302

(P2015-194302A)

(43) 公開日 平成27年11月5日(2015.11.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 2 5 B 1/053 (2006.01)	F 2 5 B 1/053	D
F 2 5 B 43/00 (2006.01)	F 2 5 B 43/00	C
F 2 5 B 1/10 (2006.01)	F 2 5 B 1/10	E
F 2 5 B 39/02 (2006.01)	F 2 5 B 39/02	P

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2014-72681 (P2014-72681)  
 (22) 出願日 平成26年3月31日 (2014. 3. 31)

(71) 出願人 503164502  
 荏原冷熱システム株式会社  
 東京都大田区大森北三丁目2番16号  
 (74) 代理人 100091498  
 弁理士 渡邊 勇  
 (74) 代理人 100118500  
 弁理士 廣澤 哲也  
 (72) 発明者 遠藤 哲也  
 東京都大田区大森北三丁目2番16号 荏原冷熱システム株式会社内

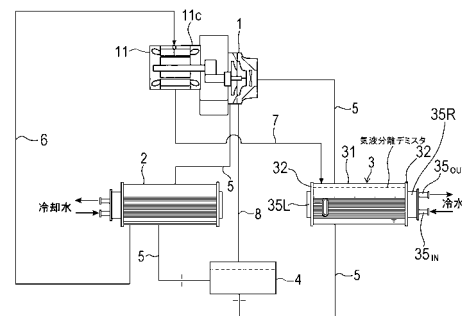
(54) 【発明の名称】 ターボ冷凍機

(57) 【要約】

【課題】電動機を冷却した後の冷媒液を、蒸発器において従来有効な伝熱面積として作用していなかった伝熱管部位に散布することができ、蒸発器の伝熱性能を向上させることができるターボ冷凍機を提供する。

【解決手段】蒸発器3は、一端部側に冷水入口ノズル35<sub>IN</sub>および冷水出口ノズル35<sub>OUT</sub>を有した2パスの蒸発器からなるか、または一端部側に冷水入口ノズル35<sub>IN</sub>を有し他端部側に冷水出口ノズル35<sub>OUT</sub>を有した3パスの蒸発器3からなり、蒸発器3が2パスの蒸発器の場合には、蒸発器3に冷媒液を供給する冷媒供給配管7を蒸発器3の冷水入口ノズル35<sub>IN</sub>および冷水出口ノズル35<sub>OUT</sub>の反対側に配置し、蒸発器3が3パスの蒸発器の場合には、蒸発器3に冷媒液を供給する冷媒供給配管7を蒸発器3の冷水出口ノズル側に配置した。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

冷水から熱を奪って冷媒が蒸発し冷凍効果を発揮する蒸発器と、冷媒を羽根車によって圧縮するターボ圧縮機と、ターボ圧縮機を駆動する電動機と、圧縮された冷媒ガスを冷却水で冷却して凝縮させる凝縮器とを備えたターボ冷凍機において、

前記蒸発器は、一端部側に冷水入口ノズルおよび冷水出口ノズルを有した 2 パスの蒸発器からなるか、または一端部側に冷水入口ノズルを有し他端部側に冷水出口ノズルを有した 3 パスの蒸発器からなり、

前記蒸発器が 2 パスの蒸発器の場合には、前記蒸発器に冷媒液を供給する冷媒供給配管を前記蒸発器の冷水入口ノズルおよび冷水出口ノズルの反対側に配置し、

前記蒸発器が 3 パスの蒸発器の場合には、前記蒸発器に冷媒液を供給する冷媒供給配管を前記蒸発器の冷水出口ノズル側に配置したことを特徴とするターボ冷凍機。

## 【請求項 2】

前記凝縮器から前記電動機に冷却用の冷媒液を供給し、前記冷媒供給配管を前記電動機に接続して前記電動機を冷却した後の冷媒液を前記蒸発器に供給することを特徴とする請求項 1 に記載のターボ冷凍機。

## 【請求項 3】

前記冷媒供給配管を前記蒸発器の底部に接続するとともに前記冷媒供給配管に冷媒散布ポンプを設けたことを特徴とする請求項 1 に記載のターボ冷凍機。

## 【請求項 4】

前記冷媒供給配管を前記エコマイザの底部に接続したことを特徴とする請求項 1 に記載のターボ冷凍機。

## 【請求項 5】

前記冷媒供給配管を前記凝縮器の底部に接続したことを特徴とする請求項 1 に記載のターボ冷凍機。

## 【請求項 6】

前記冷媒供給配管を複数個に分岐して分岐端を前記蒸発器に接続したことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のターボ冷凍機。

## 【請求項 7】

前記蒸発器の内部に、前記冷媒供給配管に接続されるとともに伝熱管群の上方から冷媒液を散布する冷媒散布ヘッドを設けたことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のターボ冷凍機。

## 【請求項 8】

前記冷媒散布ヘッドは、前記蒸発器の長手方向に対して直交する方向に延びていることを特徴とする請求項 7 に記載のターボ冷凍機。

## 【請求項 9】

前記冷媒散布ヘッドは、冷媒液散布用の複数の切欠き又は孔を有したパイプ又は筒状部材からなることを特徴とする請求項 7 または 8 に記載のターボ冷凍機。

## 【請求項 10】

前記冷媒供給配管を複数個に分岐して分岐端に、それぞれ前記冷媒散布ヘッドを接続したことを特徴とする請求項 7 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のターボ冷凍機。

## 【請求項 11】

前記蒸発器は、上部に気液分離デミスタを備え、

前記冷媒散布ヘッドは、前記気液分離デミスタと前記伝熱管群との間に配置されていることを特徴とする請求項 7 乃至 10 のいずれか 1 項に記載のターボ冷凍機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ターボ冷凍機に係り、特にターボ冷凍機の蒸発器に関するものである。

## 【背景技術】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 2 】

従来、冷凍空調装置などに利用されるターボ冷凍機は、冷媒を封入したクローズドシステムで構成され、冷水（被冷却流体）から熱を奪って冷媒が蒸発して冷凍効果を発揮する蒸発器と、前記蒸発器で蒸発した冷媒ガスを圧縮して高圧の冷媒ガスにする圧縮機と、高圧の冷媒ガスを冷却水（冷却流体）で冷却して凝縮させる凝縮器と、前記凝縮した冷媒を減圧して膨張させる膨張弁（膨張機構）とを、冷媒配管によって連結して構成されている。

## 【 0 0 0 3 】

ターボ冷凍機に用いられているターボ圧縮機は、電動機が圧縮機とともに分割型のケーシングに密閉状態で収容されている半密閉型圧縮機を採用する場合が多い。この半密閉型圧縮機においては、電動機の損失により生じた発熱を、冷凍サイクル中の凝縮冷媒液を電動機内部に導入して冷媒の蒸発潜熱を利用して冷却する場合が多い。この冷却には、冷凍サイクルにおける凝縮冷媒液を、蒸発圧力に均圧された電動機に圧力差を利用して供給される。電動機に供給された冷媒は、一部が蒸発ガス化し、残りが冷媒液の状態に蒸発器に戻される。

10

## 【 0 0 0 4 】

一方、ターボ冷凍機の蒸発器は、満液式シェルアンドチューブ型熱交換器が多く採用されている。通常は、凝縮器からエコノマイザおよび各膨張機構を通過した冷媒液が蒸発器の下部に供給され、冷水と熱交換を行い、沸騰蒸発し、蒸発した冷媒ガスは、圧縮機に吸込まれ、圧縮、凝縮、膨張、蒸発の冷凍サイクルを形成する。

20

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開平 7 - 1 2 4 2 8 号 公 報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 6 】

ターボ冷凍機においては、蒸発器内の冷媒の沸騰状態は、不均一である。例えば、冷水 2 パスの蒸発器においては、冷水ノズル側の方が、冷媒と冷水の温度差が大きいため、沸騰が激しく、冷媒液面が高くなり、伝熱管が冷媒液に十分浸される。一方、冷水ノズル反対側は、前述の温度差が小さいため、沸騰状態が穏やかであり、冷媒液面が低下して、上段に配置される伝熱管が冷媒液に浸されないで露出した状態となる。

30

## 【 0 0 0 7 】

図 1 5 は、冷水 2 パスの蒸発器を示す模式的断面図である。図 1 5 に示すように、蒸発器 3 は、円筒形の缶胴 3 1 と缶胴 3 1 の両端部に設けられた管板 3 2 , 3 2 とにより形成された空間内に、多数の伝熱管 3 3 を配列した伝熱管群を配置して構成されている。伝熱管 3 3 は、内部に冷水が流通するようになっており、缶胴 3 1 の長手方向に延びている。管板 3 2 , 3 2 には、それぞれヘッダ部 3 5 R , 3 5 L が接続されている。ヘッダ部 3 5 R は仕切板（図示せず）により上下に区画されており、ヘッダ部 3 5 R の下部には冷水入口ノズル 3 5 <sub>I N</sub> が設けられ、ヘッダ部 3 5 R の上部には冷水出口ノズル 3 5 <sub>O U T</sub> が設けられている。多数の伝熱管 3 3 は、冷水入口ノズル 3 5 <sub>I N</sub> に連通する下段の伝熱管群と冷水出口ノズル 3 5 <sub>O U T</sub> に連通する上段の伝熱管群を形成している。冷水は、ヘッダ部 3 5 R の冷水入口ノズル 3 5 <sub>I N</sub> から流入して下段の伝熱管群を流れた後にヘッダ部 3 5 L で折り返し、上段の伝熱管群を流れた後に冷水出口ノズル 3 5 <sub>O U T</sub> から流出するようになっている。

40

## 【 0 0 0 8 】

図 1 5 に示すように、冷水 2 パスの蒸発器 3 においては、冷水入口ノズル 3 5 <sub>I N</sub> と冷水出口ノズル 3 5 <sub>O U T</sub> がある冷水ノズル側の方が、冷媒と冷水の温度差が大きいため、沸騰が激しく、冷媒液面が高くなり、伝熱管 3 3 が冷媒液に十分浸される。一方、冷水ノズル反対側は、前述の温度差が小さいため、沸騰状態が穏やかであり、冷媒液面が低下し

50

て、上段の伝熱管 3 3 が冷媒液に浸されないで露出した状態となる。

したがって、同じ伝熱管でも、冷水ノズル反対側の部位は、伝熱面積として有効に働いていないという問題があった。その結果、蒸発器の伝熱性能が低下し、冷凍機の効率低下が生じていた。

【0009】

また、上述したように、従来の技術では、電動機を冷却した後の冷却冷媒液は、蒸発器に戻されるが、前述の伝熱に寄与しない冷水ノズル反対側の伝熱管の上部に積極的に戻す処置を講じていなかった。逆に、冷媒液に十分浸された伝熱管部位に電動機を冷却した後の冷媒液を戻していたので、折角、冷水の冷却源となりうる冷媒液を有効活用できていなかった。

10

【0010】

本発明は、上述の事情に鑑みなされたもので、冷媒液を、蒸発器において従来有効な伝熱面積として作用していなかった伝熱管部位に散布することができ、蒸発器の伝熱性能を向上させることができるターボ冷凍機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】

【0011】

上述の目的を達成するため、本発明のターボ冷凍機は、冷水から熱を奪って冷媒が蒸発し冷凍効果を発揮する蒸発器と、冷媒を羽根車によって圧縮するターボ圧縮機と、ターボ圧縮機を駆動する電動機と、圧縮された冷媒ガスを冷却水で冷却して凝縮させる凝縮器とを備えたターボ冷凍機において、前記蒸発器は、一端部側に冷水入口ノズルおよび冷水出口ノズルを有した 2 パスの蒸発器からなるか、または一端部側に冷水入口ノズルを有し他端部側に冷水出口ノズルを有した 3 パスの蒸発器からなり、前記蒸発器が 2 パスの蒸発器の場合には、前記蒸発器に冷媒液を供給する冷媒供給配管を前記蒸発器の冷水入口ノズルおよび冷水出口ノズルの反対側に配置し、前記蒸発器が 3 パスの蒸発器の場合には、前記蒸発器に冷媒液を供給する冷媒供給配管を前記蒸発器の冷水出口ノズル側に配置したことを特徴とする。

20

【0012】

本発明によれば、蒸発器に冷媒液を供給する冷媒供給配管を 2 パスの蒸発器の冷水ノズル反対側に配置することにより、冷媒液を、蒸発器において従来有効な伝熱面積として作用していなかった冷水ノズル反対側の伝熱管部位に積極的に散布することができる。これにより、蒸発器の伝熱性能を向上させることができ、冷凍機の効率改善が可能となる。また、冷媒液を供給する冷媒供給配管を 3 パスの冷水出口ノズル側に配置することにより、冷媒液を、蒸発器において従来有効な伝熱面積として作用していなかった冷水出口ノズル側の伝熱管部位に積極的に散布することができる。これにより、蒸発器の伝熱性能を向上させることができ、冷凍機の効率改善が可能となる。

30

【0013】

本発明の好ましい態様によれば、前記凝縮器から前記電動機に冷却用の冷媒液を供給し、前記冷媒供給配管を前記電動機に接続して前記電動機を冷却した後の冷媒液を前記蒸発器に供給することを特徴とする。

本発明によれば、電動機を冷却した後の冷媒液を、蒸発器において従来有効な伝熱面積として作用していなかった伝熱管部位に積極的に散布することができる。これにより、蒸発器の伝熱性能を向上させることができ、冷凍機の効率改善が可能となる。

40

【0014】

本発明の好ましい態様によれば、前記冷媒供給配管を前記蒸発器の底部に接続するとともに前記冷媒供給配管に冷媒散布ポンプを設けたことを特徴とする。

本発明によれば、蒸発器の底部から供給された冷媒液を、蒸発器において従来有効な伝熱面積として作用していなかった伝熱管部位に積極的に散布することができる。これにより、蒸発器の伝熱性能を向上させることができ、冷凍機の効率改善が可能となる。

【0015】

本発明の好ましい態様によれば、前記冷媒供給配管を前記エコマイザの底部に接続し

50

たことを特徴とする。

本発明によれば、エコマイザの底部から供給された冷媒液を、蒸発器において従来有効な伝熱面積として作用していなかった伝熱管部位に積極的に散布することができる。これにより、蒸発器の伝熱性能を向上させることができ、冷凍機の効率改善が可能となる。

【0016】

本発明の好ましい態様によれば、前記冷媒供給配管を前記凝縮器の底部に接続したことを特徴とする。

本発明によれば、凝縮器の底部から供給された冷媒液を、蒸発器において従来有効な伝熱面積として作用していなかった伝熱管部位に積極的に散布することができる。これにより、蒸発器の伝熱性能を向上させることができ、冷凍機の効率改善が可能となる。

10

【0017】

本発明の好ましい態様によれば、前記冷媒供給配管を複数個に分岐して分岐端を前記蒸発器に接続したことを特徴とする。

本発明によれば、冷媒供給配管を複数個に分岐して2パスの蒸発器の冷水ノズル反対側(3パスの蒸発器の冷水出口ノズル側)に接続することにより、蒸発器の長手方向の複数の位置で冷媒液を散布することができる。したがって、冷水ノズル反対側(又は冷水出口ノズル側)の伝熱管群の広い範囲に亘って冷媒液を散布することができる。

【0018】

本発明の好ましい態様によれば、前記蒸発器の内部に、前記冷媒供給配管に接続されるとともに伝熱管群の上方から冷媒液を散布する冷媒散布ヘッドを設けたことを特徴とする。

20

本発明によれば、冷媒散布ヘッドから2パスの蒸発器にあつては冷水ノズル反対側(3パスの蒸発器にあつては冷水出口ノズル側)の冷媒液に浸されずに露出した伝熱管に散布される。散布された冷媒液は、冷水と熱交換することで冷凍効果に寄与した後、蒸発ガス化して、圧縮機に導入される。このように、冷媒散布ヘッドを介して、冷媒液に浸されずに露出した伝熱管に万遍なく冷媒液を散布することができるので、蒸発器の伝熱性能が向上するため、冷凍機の効率向上が可能になる。

【0019】

本発明の好ましい態様によれば、前記冷媒散布ヘッドは、前記蒸発器の長手方向に対して直交する方向に延びていることを特徴とする。

30

本発明の好ましい態様によれば、前記冷媒散布ヘッドは、冷媒液散布用の複数の切欠き又は孔を有したパイプ又は筒状部材からなることを特徴とする。

【0020】

本発明の好ましい態様によれば、前記冷媒供給配管を複数個に分岐して分岐端に、それぞれ前記冷媒散布ヘッドを接続したことを特徴とする。

本発明によれば、蒸発器内に設置される冷媒散布ヘッドを蒸発器の長手方向に間隔をおいて複数個設けることにより、伝熱管群の広い範囲に亘って冷媒液を散布することができる。

【0021】

本発明の好ましい態様によれば、前記蒸発器は、上部に気液分離デミスタを備え、前記冷媒散布ヘッドは、前記気液分離デミスタと前記伝熱管群との間に配置されていることを特徴とする。

40

冷媒液を気液分離デミスタの上方から散布すると、蒸発器の伝熱性能向上のために散布した冷媒液が、既に冷水と熱交換して蒸発した冷媒ガスに同伴され、キャリアオーバーを生じる場合がある。本発明によれば、蒸発器内のキャリアオーバーを回避するために冷媒散布ヘッドを蒸発器内の気液分離デミスタの下方に配置している。

【発明の効果】

【0022】

本発明は、以下に列挙する効果を奏する。

(1) 冷媒液を、蒸発器において従来有効な伝熱面積として作用していなかった伝熱管部

50

位に積極的に散布することができ、蒸発器の伝熱性能を向上させることができる。したがって、冷凍機の効率改善が可能となる。

(2) 冷媒液を散布する冷媒散布ヘッダの位置を気液分離デミスタ下方に配置することで蒸発器のキャリーオーバーを回避することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】図1は、本発明に係るターボ冷凍機の第1の実施形態を示す模式図である。

【図2】図2は、本発明に係るターボ冷凍機の第2実施形態を示す模式図である。

【図3】図3は、本発明に係るターボ冷凍機の第3の実施形態を示す模式的断面図である。

10

【図4】図4は、本発明に係るターボ冷凍機の第4の実施形態を示す模式図である。

【図5】図5は、本発明に係るターボ冷凍機の第5の実施形態を示す模式的斜視図である。

【図6】図6は、本発明に係るターボ冷凍機の第6の実施形態を示す模式図である。

【図7】図7は、本発明に係るターボ冷凍機の第7の実施形態を示す模式図である。

【図8】図8は、本発明に係るターボ冷凍機の第8の実施形態を示す模式図である。

【図9】図9は、本発明に係るターボ冷凍機の第9の実施形態を示す模式的断面図である。

【図10】図10は、本発明に係るターボ冷凍機の第10の実施形態を示す模式図である。

20

【図11】図11は、本発明に係るターボ冷凍機の第11の実施形態を示す模式的斜視図である。

【図12】図12は、本発明に係るターボ冷凍機の第12の実施形態を示す模式図である。

【図13】図13は、本発明に係るターボ冷凍機の第13の実施形態を示す模式図である。

【図14】図14は、本発明に係るターボ冷凍機の第14の実施形態を示す模式図である。

【図15】図15は、冷水2パスの蒸発器を示す模式的断面図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0024】

以下、本発明に係るターボ冷凍機の実施形態を図1乃至図14を参照して説明する。図1乃至図14において、同一または相当する構成要素には、同一の符号を付して重複した説明を省略する。

図1は、本発明に係るターボ冷凍機の第1の実施形態を示す模式図である。図1に示すように、ターボ冷凍機は、冷媒を圧縮するターボ圧縮機1と、圧縮された冷媒ガスを冷却水（冷却流体）で冷却して凝縮させる凝縮器2と、冷水（被冷却流体）から熱を奪って冷媒が蒸発し冷凍効果を発揮する蒸発器3と、凝縮器2と蒸発器3との間に配置される中間冷却器であるエコマイザ4とを備え、これら各機器を冷媒が循環する冷媒配管5によって連結して構成されている。

40

【0025】

図1に示す実施形態においては、ターボ圧縮機1は、多段ターボ圧縮機から構成されており、電動機11によって駆動されるようになっている。ターボ圧縮機1は、電動機11が圧縮機とともに分割型のケーシングに密閉状態で収容されている半密閉型ターボ圧縮機である。ターボ圧縮機1は、流路8によってエコマイザ4と接続されており、エコマイザ4で分離された冷媒ガスはターボ圧縮機1の多段の圧縮段（この例では2段）の中間部分（この例では一段目と二段目の間の部分）に導入されるようになっている。

【0026】

図1に示すように構成されたターボ冷凍機の冷凍サイクルでは、ターボ圧縮機1と凝縮器2と蒸発器3とエコマイザ4とを冷媒が循環し、蒸発器3で得られる冷熱源で冷水が

50

製造されて負荷に対応し、冷凍サイクル内に取り込まれた蒸発器 3 からの熱量および電動機 1 1 から供給されるターボ圧縮機 1 の仕事に相当する熱量が凝縮器 2 に供給される冷却水に放出される。一方、エコマイザ 4 にて分離された冷媒ガスはターボ圧縮機 1 の多段圧縮段の中間部分に導入され、一段目圧縮機からの冷媒ガスと合流して二段目圧縮機により圧縮される。2 段圧縮単段エコマイザサイクルによれば、エコマイザ 4 による冷凍効果部分が付加されるので、その分だけ冷凍効果が増加し、エコマイザ 4 を設置しない場合に比べて冷凍効果の高効率化を図ることができる。

#### 【 0 0 2 7 】

図 1 に示すように、凝縮器 2 から冷媒液を電動機 1 1 に導く配管 6 が設置されている。配管 6 は電動機 1 1 のケーシング 1 1 c に接続されており、凝縮器 2 で凝縮した冷媒液が電動機 1 1 のケーシング 1 1 c 内に導入されるようになっている。電動機 1 1 のケーシング 1 1 c 内に導入された冷媒液は、ケーシング 1 1 c 内を流れる間に一部が蒸発し、このときの蒸発潜熱を利用して電動機 1 1 の熱を奪い電動機 1 1 を冷却するようになっている。電動機 1 1 を含むターボ圧縮機 1 は蒸発器 3 の上方に設置されている。電動機 1 1 を冷却した後の冷媒液は、その位置ヘッドにより冷媒供給配管 7 によって蒸発器 3 に供給される。

10

#### 【 0 0 2 8 】

図 1 に示す実施形態では、蒸発器 3 は、図 1 5 に示す蒸発器 3 と同様に 2 パスの蒸発器である。そして、電動機 1 1 を冷却した後の冷媒液を蒸発器 3 に供給する冷媒供給配管 7 を 2 パスの蒸発器 3 の冷水入口ノズル 3 5 <sub>I N</sub> , 冷水出口ノズル 3 5 <sub>O U T</sub> の反対側に配置している。すなわち、図 1 において、蒸発器 3 の左側の管板 3 2 の近くに冷媒供給配管 7 の出口を接続している。ここで、冷水入口ノズル 3 5 <sub>I N</sub> , 冷水出口ノズル 3 5 <sub>O U T</sub> の反対側とは、缶胴 3 1 の長手方向の中心面に対して、冷水入口ノズル 3 5 <sub>I N</sub> , 冷水出口ノズル 3 5 <sub>O U T</sub> 側の缶胴と反対の対称側の缶胴を表している。

20

本発明者らは、実験により、図 1 5 の冷水入口ノズル 3 5 <sub>I N</sub> , 冷水出口ノズル 3 5 <sub>O U T</sub> と反対側の管板 3 2 から缶胴全体の長さの略 1 / 4 の箇所に設置された確認用ガラス窓 3 6 及び蒸発器缶胴内に設置した液面センサ 3 7 により、蒸発器において有効な伝熱面積として作用していなかった伝熱管部位が缶胴の略中心から冷水入口ノズル 3 5 <sub>I N</sub> , 冷水出口ノズル 3 5 <sub>O U T</sub> 側の反対側であることを確認した。

反対側の位置については、略中心に限定されるものではなく、機器の設計条件の異なる機器毎に実験を行い、効果的な位置を適宜定めれば良い。

30

#### 【 0 0 2 9 】

このように、冷媒供給配管 7 を 2 パスの蒸発器 3 の冷水ノズル反対側に配置することにより、電動機 1 1 を冷却した後の冷媒液を、蒸発器 3 において従来有効な伝熱面積として作用していなかった冷水ノズル反対側の伝熱管部位に積極的に散布することができる。これにより、蒸発器 3 の伝熱性能を向上させることができ、冷凍機の効率改善が可能となる。

#### 【 0 0 3 0 】

図 2 は、本発明に係るターボ冷凍機の第 2 実施形態を示す模式図である。図 2 に示すように、本実施形態においては、蒸発器 3 は 3 パスの蒸発器から構成されている。すなわち、蒸発器 3 において、冷水は、ヘッダ部 3 5 R の冷水入口ノズル 3 5 <sub>I N</sub> から流入して下段の伝熱管群を流れた後にヘッダ部 3 5 L で折り返し、中段の伝熱管群を流れた後にヘッダ部 3 5 R で折り返し、さらに上段の伝熱管群を流れた後にヘッダ部 3 5 L の冷水出口ノズル 3 5 <sub>O U T</sub> から流出する。

40

本実施形態においては、電動機 1 1 を冷却した後の冷媒液を蒸発器 3 に供給する冷媒供給配管 7 を 3 パスの蒸発器 3 の冷水出口ノズル側に配置している。このように、冷媒供給配管 7 を 3 パスの冷水出口ノズル側に配置することにより、電動機 1 1 を冷却した後の冷媒液を、蒸発器 3 において従来有効な伝熱面積として作用していなかった冷水出口ノズル側の伝熱管部位に積極的に散布することができる。これにより、蒸発器 3 の伝熱性能を向上させることができ、冷凍機の効率改善が可能となる。

50

## 【 0 0 3 1 】

図 3 は、本発明に係るターボ冷凍機の第 3 の実施形態を示す模式的断面図である。図 3 に示すように、蒸発器 3 の内部には、電動機 1 1 を冷却した後の冷媒液を散布する冷媒散布ヘッダ 1 2 が設置されている。冷媒散布ヘッダ 1 2 は、2 パスの蒸発器 3 においては冷水ノズルの反対側に配置され、3 パスの蒸発器 3 においては冷水出口ノズル側に配置されている。

冷媒散布ヘッダ 1 2 は、冷媒供給配管 7 の下端に接続されたパイプ又は溝型鋼を溶接で組合せて形成された筒状部材からなり、蒸発器 3 の伝熱管群の上方にあって蒸発器 3 の長手方向と直交する方向に延びている。

## 【 0 0 3 2 】

冷媒散布ヘッダ 1 2 には、伝熱管との相対位置を考慮した複数の切欠き又は孔 1 2 n を設け、冷媒液は、切欠き又は孔 1 2 n を通過して 2 パスの蒸発器 3 にあっては冷水ノズル反対側（3 パスの蒸発器 3 にあっては冷水出口ノズル側）の冷媒液に浸されずに露出した伝熱管に散布される。散布された冷媒液は、冷水と熱交換することで冷凍効果に寄与した後、蒸発ガス化して、圧縮機に導入される。

このように、冷媒散布ヘッダ 1 2 を介して、冷媒液に浸されずに露出した伝熱管に万遍なく冷媒液を散布することができるので、蒸発器 3 の伝熱性能が向上するため、冷凍機の効率向上が可能になる。

## 【 0 0 3 3 】

図 4 は、本発明に係るターボ冷凍機の第 4 の実施形態を示す模式図である。図 4 に示すように、2 パスの蒸発器 3 では、蒸発器 3 に冷媒液を供給する冷媒供給配管 7 を複数個に分岐して冷水ノズル反対側へ接続してもよい。なお、3 パスの蒸発器では、冷媒供給配管 7 を複数個に分岐して冷水出口ノズル側へ接続する。このように、冷媒供給配管 7 を複数個に分岐して 2 パスの蒸発器 3 の冷水ノズル反対側（3 パスの蒸発器の冷水出口ノズル側）に接続することにより、蒸発器 3 の長手方向の複数の位置で冷媒液を散布することができる。したがって、冷水ノズル反対側（又は冷水出口ノズル側）の伝熱管群の広い範囲に亘って冷媒液を散布することができる。

## 【 0 0 3 4 】

図 5 は、本発明に係るターボ冷凍機の第 5 の実施形態を示す模式的斜視図である。本実施形態において、蒸発器 3 内に設置される冷媒散布ヘッダ 1 2 を蒸発器の長手方向に間隔をおいて複数個設けている。このように、蒸発器 3 の長手方向の複数の位置に冷媒散布ヘッダ 1 2 を設けることにより、伝熱管群の広い範囲に亘って冷媒液を散布することができる。

## 【 0 0 3 5 】

冷水ノズル反対側（2 パス蒸発器）あるいは冷水出口ノズル側（3 パス蒸発器）の伝熱管部位が有効な伝熱面として作動していないことは、本発明者らの実験から明らかであり、図 1 乃至 5 に示すように、本発明によれば、冷媒液に浸されずに露出した伝熱管部位に対して、積極的に電動機 1 1 からの冷媒液を散布して蒸発器 3 の伝熱性能向上を図ることができる。

## 【 0 0 3 6 】

また、蒸発器には、通常、沸騰蒸発した冷媒ガスと、それに同伴される冷媒液滴を分離する気液分離デミスタが設けられる場合が多い。これは、冷媒液が蒸発した冷媒ガスに同伴されて圧縮機に吸込まれるいわゆるキャリーオーバーを回避するためである。キャリーオーバーが生じると、圧縮機の効率低下、ひいては、長期間、圧縮機羽根車に液滴が衝突することによって羽根車自体が損傷を受ける可能性があり、冷凍機の安定運転が継続できなくなる。

## 【 0 0 3 7 】

図 1 乃至 5 に示す実施形態においては、電動機 1 1 からの冷媒液を気液分離デミスタの上方から散布している。このようにして蒸発器の伝熱性能向上のために散布した冷媒液が、既に冷水と熱交換して蒸発した冷媒ガスに同伴され、キャリーオーバーを生じる場合が

10

20

30

40

50



ある。蒸発器内のキャリーオーバーを回避するために前述の冷媒散布ヘッダ 1 2 を蒸発器内の気液分離デミスタの下方に配置しても良い。

【 0 0 3 8 】

図 6 は、本発明に係るターボ冷凍機の第 6 の実施形態を示す模式図である。本実施形態においては、蒸発器内のキャリーオーバーを回避するために冷媒散布ヘッダ 1 2 を蒸発器 3 内の気液分離デミスタの下方に配置している。

【 0 0 3 9 】

図 7 は、本発明に係るターボ冷凍機の第 7 の実施形態を示す模式図である。

図 7 に示すように、蒸発器 3 の底部から冷媒液を蒸発器 3 の上部に導く冷媒供給配管 1 6 が設置されている。冷媒供給配管 1 6 には冷媒散布ポンプ 1 7 が設けられている。

10

【 0 0 4 0 】

図 7 に示す実施形態では、蒸発器 3 は、図 1 5 に示す蒸発器 3 と同様に 2 パスの蒸発器である。そして、蒸発器 3 の底部から冷媒液を蒸発器 3 の上部に導く冷媒供給配管 1 6 を 2 パスの蒸発器 3 の冷水入口ノズル 3 5<sub>I N</sub>、冷水出口ノズル 3 5<sub>O U T</sub>の反対側に配置している。すなわち、図 7 において、蒸発器 3 の左側の管板 3 2 の近くに冷媒供給配管 1 6 の出口を接続している。

【 0 0 4 1 】

このように、冷媒供給配管 1 6 を 2 パスの蒸発器 3 の冷水ノズル反対側に配置することにより、蒸発器 3 の底部から供給された冷媒液を、蒸発器 3 において従来有効な伝熱面積として作用していなかった冷水ノズル反対側の伝熱管部位に積極的に散布することができる。これにより、蒸発器 3 の伝熱性能を向上させることができ、冷凍機の効率改善が可能となる。

20

【 0 0 4 2 】

図 8 は、本発明に係るターボ冷凍機の第 8 の実施形態を示す模式図である。図 8 に示すように、本実施形態においては、蒸発器 3 は 3 パスの蒸発器から構成されている。すなわち、蒸発器 3 において、冷水は、ヘッダ部 3 5 R の冷水入口ノズル 3 5<sub>I N</sub> から流入して下段の伝熱管群を流れた後にヘッダ部 3 5 L で折り返し、中段の伝熱管群を流れた後にヘッダ部 3 5 R で折り返し、さらに上段の伝熱管群を流れた後にヘッダ部 3 5 L の冷水出口ノズル 3 5<sub>O U T</sub> から流出する。

本実施形態においては、蒸発器 3 の底部から冷媒液を蒸発器 3 の上部に導く冷媒供給配管 1 6 を 3 パスの蒸発器 3 の冷水出口ノズル側に配置している。このように、冷媒供給配管 1 6 を 3 パスの冷水出口ノズル側に配置することにより、蒸発器 3 の底部から供給された冷媒液を、蒸発器 3 において従来有効な伝熱面積として作用していなかった冷水出口ノズル側の伝熱管部位に積極的に散布することができる。これにより、蒸発器 3 の伝熱性能を向上させることができ、冷凍機の効率改善が可能となる。

30

【 0 0 4 3 】

図 9 は、本発明に係るターボ冷凍機の第 9 の実施形態を示す模式的断面図である。図 9 に示すように、蒸発器 3 の内部には、蒸発器 3 の底部から供給された冷媒液を散布する冷媒散布ヘッダ 1 2 が設置されている。冷媒散布ヘッダ 1 2 は、2 パスの蒸発器 3 においては冷水ノズルの反対側に配置され、3 パスの蒸発器 3 においては冷水出口ノズル側に配置されている。

40

冷媒散布ヘッダ 1 2 は、冷媒供給配管 1 6 の下端に接続されたパイプ又は溝型鋼を溶接で組合せて形成された筒状部材からなり、蒸発器 3 の伝熱管群の上方にあって蒸発器 3 の長手方向と直交する方向に延びている。

【 0 0 4 4 】

冷媒散布ヘッダ 1 2 には、伝熱管との相対位置を考慮した複数の切欠き又は孔 1 2 n を設け、蒸発器 3 の底部から供給された冷媒液は、切欠き又は孔 1 2 n を通過して 2 パスの蒸発器 3 においては冷水ノズル反対側（3 パスの蒸発器 3 においては冷水出口ノズル側）の冷媒液に浸されずに露出した伝熱管に散布される。散布された冷媒液は、冷水と熱交換することで冷凍効果に寄与した後、蒸発ガス化して、圧縮機に導入される。

50

このように、冷媒散布ヘッダ 12 を介して、冷媒液に浸されずに露出した伝熱管に万遍なく冷媒液を散布することができるので、蒸発器 3 の伝熱性能が向上するため、冷凍機の効率向上が可能になる。

【0045】

図 10 は、本発明に係るターボ冷凍機の第 10 の実施形態を示す模式図である。図 10 に示すように、2 パスの蒸発器 3 では、冷媒供給配管 16 を複数個に分岐して冷水ノズル反対側へ接続してもよい。なお、3 パスの蒸発器では、冷媒供給配管 16 を複数個に分岐して冷水出口ノズル側へ接続する。このように、冷媒供給配管 16 を複数個に分岐して 2 パスの蒸発器 3 の冷水ノズル反対側（3 パスの蒸発器の冷水出口ノズル側）に接続することにより、蒸発器 3 の長手方向の複数の位置で冷媒液を散布することができる。したがって、冷水ノズル反対側（又は冷水出口ノズル側）の伝熱管群の広い範囲に亘って冷媒液を散布することができる。

10

【0046】

図 11 は、本発明に係るターボ冷凍機の第 11 の実施形態を示す模式的斜視図である。本実施形態において、蒸発器 3 内に設置される冷媒散布ヘッダ 12 を蒸発器の長手方向に間隔をおいて複数個設けている。このように、蒸発器 3 の長手方向の複数の位置に冷媒散布ヘッダ 12 を設けることにより、伝熱管群の広い範囲に亘って冷媒液を散布することができる。

【0047】

冷水ノズル反対側（2 パス蒸発器）あるいは冷水出口ノズル側（3 パス蒸発器）の伝熱管部位が有効な伝熱面として作動していないことは、本発明者らの実験から明らかであり、図 7 乃至 11 に示すように、本発明によれば、冷媒液に浸されずに露出した伝熱管部位に対して、積極的に蒸発器 3 の底部からの冷媒液を散布して蒸発器 3 の伝熱性能向上を図ることができる。

20

【0048】

また、蒸発器には、通常、沸騰蒸発した冷媒ガスと、それに同伴される冷媒液滴を分離する気液分離デミスタが設けられる場合が多い。これは、冷媒液が蒸発した冷媒ガスに同伴されて圧縮機に吸込まれるいわゆるキャリアオーバーを回避するためである。キャリアオーバーが生じると、圧縮機の効率低下、ひいては、長期間、圧縮機羽根車に液滴が衝突することによって羽根車自体が損傷を受ける可能性があり、冷凍機の安定運転が継続できなくなる。

30

【0049】

図 7 乃至 11 に示す実施形態においては、蒸発器 3 の底部からの冷媒液を気液分離デミスタの上方から散布している。このようにして蒸発器の伝熱性能向上のために散布した冷媒液が、既に冷水と熱交換して蒸発した冷媒ガスに同伴され、キャリアオーバーを生じる場合がある。蒸発器内のキャリアオーバーを回避するために前述の冷媒散布ヘッダ 12 を蒸発器内の気液分離デミスタの下方に配置しても良い。

【0050】

図 12 は、本発明に係るターボ冷凍機の第 12 の実施形態を示す模式図である。本実施形態においては、蒸発器内のキャリアオーバーを回避するために冷媒散布ヘッダ 12 を蒸発器 3 内の気液分離デミスタの下方に配置している。

40

【0051】

図 13 は、本発明に係るターボ冷凍機の第 13 の実施形態を示す模式図である。本実施形態においては、エコマイザ 4 の底部から冷媒液を蒸発器 3 の上部に導く冷媒供給配管 18 が設置されている。蒸発器 3 は、図 15 に示す蒸発器 3 と同様に 2 パスの蒸発器である。そして、エコマイザ 4 の底部から冷媒液を蒸発器 3 の上部に導く冷媒供給配管 18 を 2 パスの蒸発器 3 の冷水入口ノズル 35<sub>IN</sub>、冷水出口ノズル 35<sub>OUT</sub> の反対側に配置している。すなわち、図 13 において、蒸発器 3 の左側の管板 32 の近くに冷媒供給配管 18 の出口を接続している。

【0052】

50

このように、冷媒供給配管 18 を 2 パスの蒸発器 3 の冷水ノズル反対側に配置することにより、エコマイザ 4 の底部から供給された冷媒液を、蒸発器 3 において従来有効な伝熱面積として作用していなかった冷水ノズル反対側の伝熱管部位に積極的に散布することができる。これにより、蒸発器 3 の伝熱性能を向上させることができ、冷凍機の効率改善が可能となる。

【 0 0 5 3 】

図 14 は、本発明に係るターボ冷凍機の第 14 の実施形態を示す模式図である。本実施形態においては、凝縮器 2 の底部から冷媒液を蒸発器 3 の上部に導く冷媒供給配管 19 が設置されている。蒸発器 3 は、図 15 に示す蒸発器 3 と同様に 2 パスの蒸発器である。そして、凝縮器 2 の底部から冷媒液を蒸発器 3 の上部に導く冷媒供給配管 19 を 2 パスの蒸発器 3 の冷水入口ノズル 35<sub>I N</sub>、冷水出口ノズル 35<sub>O U T</sub> の反対側に配置している。すなわち、図 14 において、蒸発器 3 の左側の管板 32 の近くに冷媒供給配管 19 の出口を接続している。

10

【 0 0 5 4 】

このように、冷媒供給配管 19 を 2 パスの蒸発器 3 の冷水ノズル反対側に配置することにより、凝縮器 2 の底部から供給された冷媒液を、蒸発器 3 において従来有効な伝熱面積として作用していなかった冷水ノズル反対側の伝熱管部位に積極的に散布することができる。これにより、蒸発器 3 の伝熱性能を向上させることができ、冷凍機の効率改善が可能となる。

【 0 0 5 5 】

これまで本発明の実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されず、その技術思想の範囲内において、種々の異なる形態で実施されてよいことは勿論である。

20

【 符号の説明 】

【 0 0 5 6 】

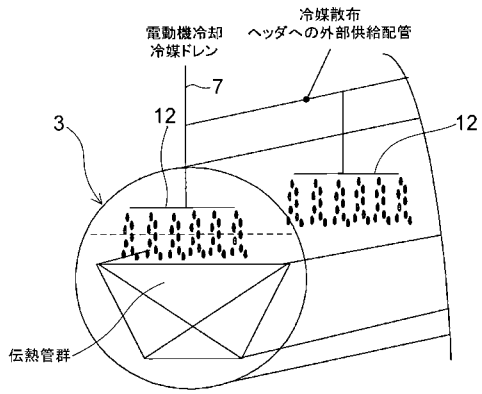
- 1 ターボ圧縮機
- 2 凝縮器
- 3 蒸発器
- 4 エコマイザ
- 5 冷媒配管
- 6 配管
- 7 , 16 , 18 , 19 冷媒供給配管
- 8 流路
- 11 電動機
- 11c ケーシング
- 12 冷媒散布ヘッダ
- 31 缶胴
- 32 管板
- 33 伝熱管
- 35<sub>I N</sub> 冷水入口ノズル
- 35<sub>O U T</sub> 冷水出口ノズル
- 36 確認用ガラス窓
- 37 液面センサ

30

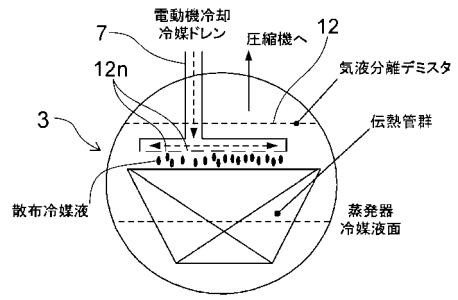
40



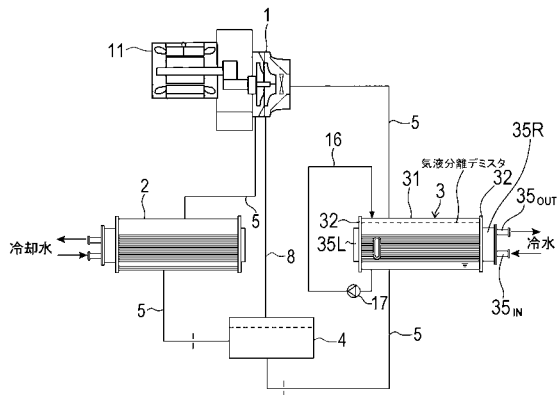
【 図 5 】



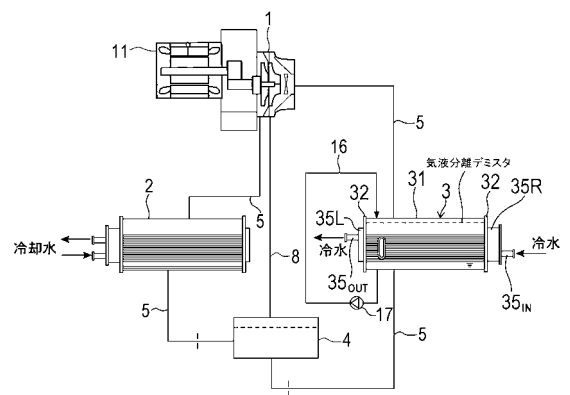
【 図 6 】



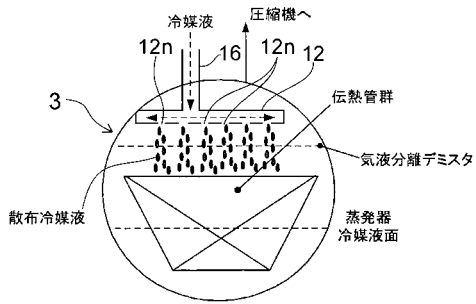
【 図 7 】



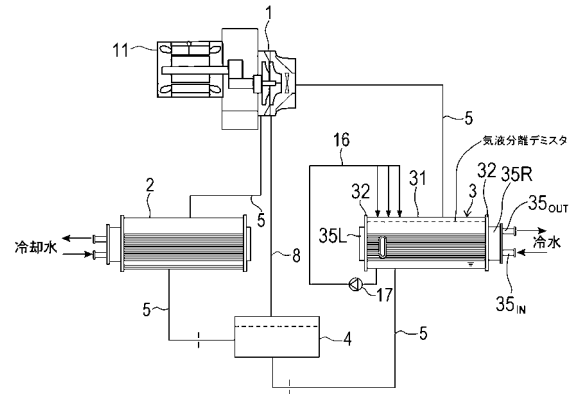
【 図 8 】



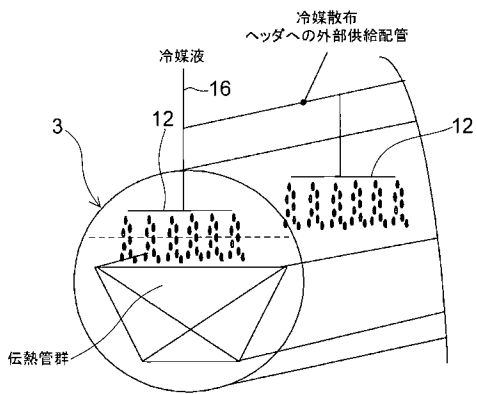
【 図 9 】



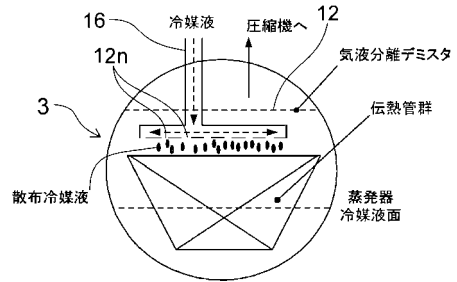
【 図 1 0 】



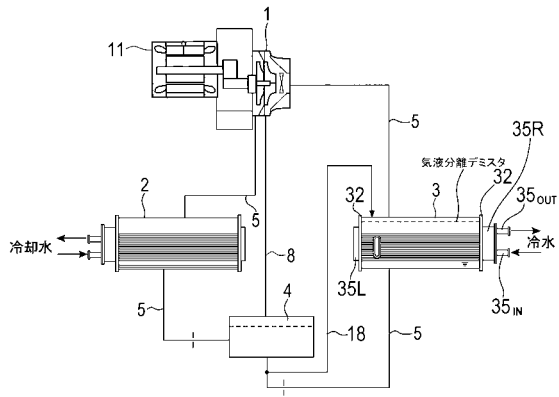
【 図 1 1 】



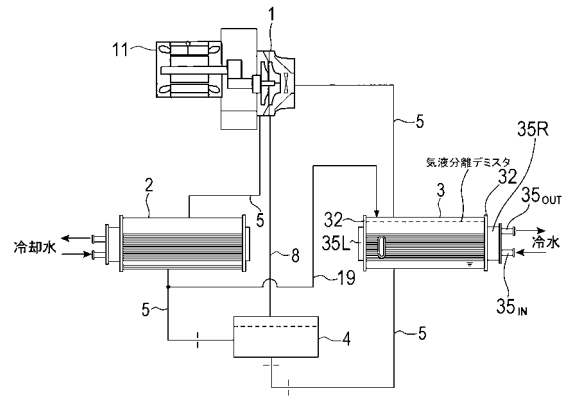
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】

