

(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2017-138090

(P2017-138090A)

(43) 公開日 平成29年8月10日 (2017.8.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 2 5 B 1/00 (2006.01)	F 2 5 B 1/00 3 8 3	
F 2 5 B 1/10 (2006.01)	F 2 5 B 1/00 3 3 1 D	
F 2 5 B 43/00 (2006.01)	F 2 5 B 1/10 A	
	F 2 5 B 43/00 M	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2017-4148 (P2017-4148)	(71) 出願人	314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(22) 出願日	平成29年1月13日 (2017.1.13)	(74) 代理人	100107641 弁理士 鎌田 耕一
(31) 優先権主張番号	特願2016-19980 (P2016-19980)	(74) 代理人	100163463 弁理士 西尾 光彦
(32) 優先日	平成28年2月4日 (2016.2.4)	(72) 発明者	河野 文紀 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ ソニック株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	田村 朋一郎 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ ソニック株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 冷凍サイクル装置

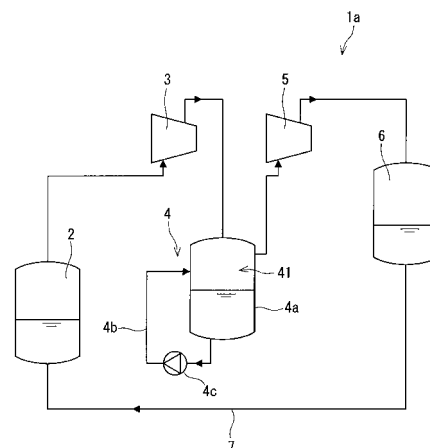
(57) 【要約】

【課題】 高いCOPを発揮できる冷凍サイクル装置を提供する。

【解決手段】

本開示の冷凍サイクル装置 (1a) は、蒸発器 (2) と、第一圧縮機 (3) と、中間冷却器 (4) と、第二圧縮機 (5) と、凝縮器 (6) と、冷媒液供給路 (7) とを備えている。中間冷却器 (4) は、冷媒液を貯留するとともに、第一圧縮機 (3) で圧縮された冷媒蒸気を冷却したうえで吐出する。第二圧縮機 (5) は、中間冷却器 (4) から吐出された冷媒蒸気を吸入して圧縮する。中間冷却器 (4) は、容器 (4a) と、中間冷却路 (4b) と、ポンプ (4c) とを備えている。容器 (4a) は、蒸気空間 (41) を有し、かつ、冷媒液を貯留する。中間冷却路 (4b) は、容器 (4a) に貯留されている冷媒液の一部を流通させて蒸気空間 (41) に供給する。ポンプ (4c) は、容器 (4a) に貯留されている冷媒液の一部を蒸気空間 (41) に送出する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

冷媒液を貯留するとともに、前記冷媒液を蒸発させて冷媒蒸気を生成する蒸発器と、
前記蒸発器において生成された前記冷媒蒸気を圧縮する第一圧縮機と、
前記第一圧縮機によって圧縮された前記冷媒蒸気を冷却する中間冷却器と、
前記中間冷却器によって冷却された前記冷媒蒸気を圧縮する第二圧縮機と、
前記第二圧縮機によって圧縮された前記冷媒蒸気を凝縮させることによって冷媒液を生成する凝縮器であって、当該凝縮器において生成された前記冷媒液を貯留する凝縮器と、
前記凝縮器に貯留されている前記冷媒液が前記凝縮器から前記蒸発器に流れる冷媒液供給路と、を備え、

10

前記中間冷却器は、

前記第一圧縮機によって圧縮された前記冷媒蒸気を受け入れるための蒸気空間を有し、かつ、冷媒液を貯留する容器と、

前記容器に貯留されている前記冷媒液の一部を流通させて前記蒸気空間に供給する中間冷却路と、

前記中間冷却路に配置され、前記容器に貯留されている前記冷媒液の一部を前記蒸気空間に送出するポンプと、を備え、

前記中間冷却器は、前記容器に貯留されている前記冷媒液と前記第一圧縮機によって圧縮された前記冷媒蒸気とを直接接触させることによって、前記第一圧縮機によって圧縮された前記冷媒蒸気を冷却する、

20

冷凍サイクル装置。

【請求項 2】

前記凝縮器に貯留されている前記冷媒液の一部を流通させて前記容器の内部に供給する補充流路をさらに備えた、請求項 1 に記載の冷凍サイクル装置。

【請求項 3】

前記冷媒液供給路は、前記凝縮器から排出された前記冷媒液を流通させて前記容器の内部に供給する第一冷媒流路と、前記容器に貯留された前記冷媒液の一部を流通させて前記蒸発器に供給する第二冷媒流路と、を含む、請求項 1 に記載の冷凍サイクル装置。

【請求項 4】

前記第二冷媒流路は、前記中間冷却路の入口から前記ポンプの吐出口と前記中間冷却路の出口との間に位置する分岐点まで延びている前記中間冷却路の一部によって形成された上流側流路と、前記分岐点から前記中間冷却路を流れる前記冷媒液の一部を流通させて前記蒸発器に供給する下流側流路とを含む、請求項 3 に記載の冷凍サイクル装置。

30

【請求項 5】

冷媒は、水である、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の冷凍サイクル装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、冷凍サイクル装置に関する。

【背景技術】

40

【0002】

従来、冷凍サイクル装置として、複数の圧縮機を直列に設けた装置が知られている。例えば、図 5 に示すように、特許文献 1 には、遠心型圧縮機 315 とルーツ式圧縮機 316 とが直列に設けられている蒸発式冷却装置 300 が記載されている。遠心型圧縮機 315 が前段に設けられ、ルーツ式圧縮機 316 が後段に設けられている。

【0003】

蒸発式冷却装置 300 は、蒸発器 301、循環ポンプ 302、管路 303、負荷 304、管路 305、凝縮器 306、蒸気ダクト 307、及び蒸気冷却器 317 をさらに備えている。蒸発器 301 は、水等の蒸発性液体を大気圧より低い減圧状態で沸騰蒸発させる。蒸発器 301 における沸騰蒸発により温度が低くなった水は、循環ポンプ 302 によって

50

汲み出され管路 303 を介して負荷 304 に送られて冷房に供される。蒸発器 301 において発生した飽和状態の蒸気は先ず遠心型圧縮機 315 に吸引されて圧縮される。次いで、遠心型圧縮機 315 で圧縮された蒸気はルーツ式圧縮機 316 に吸引されて圧縮された後、凝縮器 306 に導かれる。

【0004】

蒸気冷却器 317 は、蒸気ダクト 307 のうち遠心型圧縮機 315 とルーツ式圧縮機 316 との間の部位に設けられている。蒸気冷却器 317 は、遠心型圧縮機 315 で圧縮された蒸気を過熱蒸気の状態から飽和蒸気の状態に冷却する、又は、飽和蒸気の状態に近づけるように冷却する。その冷却は、蒸気に対して水を直接噴霧すること、又は、蒸気を大気空気又は冷却水と間接的に熱交換させることによって行われる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2008-122012 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献 1 に記載の技術は、装置の COP (coefficient of performance) を高める観点から改良の余地を有している。そこで、本開示は、高い COP を発揮するのに有利な冷凍サイクル装置を提供する。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示は、
冷媒液を貯留するとともに、前記冷媒液を蒸発させて冷媒蒸気を生成する蒸発器と、
前記蒸発器において生成された前記冷媒蒸気を圧縮する第一圧縮機と、
前記第一圧縮機によって圧縮された前記冷媒蒸気を冷却する中間冷却器と、
前記中間冷却器によって冷却された前記冷媒蒸気を圧縮する第二圧縮機と、
前記第二圧縮機によって圧縮された前記冷媒蒸気を凝縮させることによって冷媒液を生成する凝縮器であって、当該凝縮器において生成された前記冷媒液を貯留する凝縮器と、
前記凝縮器に貯留されている前記冷媒液が前記凝縮器から前記蒸発器に流れる冷媒液供給路と、を備え、

30

前記中間冷却器は、

前記第一圧縮機によって圧縮された前記冷媒蒸気を受け入れるための蒸気空間を有し、かつ、冷媒液を貯留する容器と、

前記容器に貯留されている前記冷媒液の一部を流通させて前記蒸気空間に供給する中間冷却路と、

前記中間冷却路に配置され、前記容器に貯留されている前記冷媒液の一部を前記蒸気空間に送出するポンプと、を備え、

前記中間冷却器は、前記容器に貯留されている前記冷媒液と前記第一圧縮機によって圧縮された前記冷媒蒸気とを直接接触させることによって、前記第一圧縮機によって圧縮された前記冷媒蒸気を冷却する、

40

冷凍サイクル装置を提供する。

【発明の効果】

【0008】

上記の冷凍サイクル装置は高い COP を発揮できる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】第 1 実施形態に係る冷凍サイクル装置の構成図

【図 2】第 2 実施形態に係る冷凍サイクル装置の構成図

【図 3】第 3 実施形態に係る冷凍サイクル装置の構成図

50

【図 4】第 4 実施形態に係る冷凍サイクル装置の構成図

【図 5】従来の蒸発式冷却装置を示す構成図

【発明を実施するための形態】

【0010】

＜本発明者らの検討に基づく知見＞

特許文献 1 には、蒸気冷却器 317 において蒸気を冷却するための冷却水の供給源は何ら記載されていない。蒸気冷却器 317 において蒸気を冷却するための冷却水を蒸発式冷却装置 300 に存在している水で賄おうとする場合、蒸発器 301 に存在する水を利用せざるを得ない。なぜなら、蒸気冷却器 317 における蒸気の圧力に相当する中間圧力における飽和温度以下の温度を有する水が蒸発器 301 以外には存在しないからである。しかし、蒸発器 301 に存在する水を蒸気冷却器 317 において蒸気を冷却するための冷却水として利用したうえで蒸発器 301 に戻すと、蒸気冷却器 317 において蒸気から冷却水が受け取った熱により蒸発器 301 で発生する蒸気の量が増加する。これにより、遠心型圧縮機 315 及びルーツ式圧縮機 316 において蒸気の質量流量が増加してしまう。このため、蒸気冷却器 317 によりルーツ式圧縮機 316 に吸入される蒸気の温度を飽和温度まで下げることができても、遠心型圧縮機 315 及びルーツ式圧縮機 316 がなすべき仕事が増加してしまう。その結果、蒸発式冷却装置 300 が発揮する COP が低下してしまう。

10

【0011】

しかし、本発明者らは、中間冷却器を改良することで、中間冷却器において冷媒蒸気を適切に冷却しつつ圧縮機における冷媒蒸気の質量流量の増加を防止できることを見出した。これにより、冷凍サイクル装置の COP を高めることができることも見出された。本開示の冷凍サイクル装置は、本発明者らによるこのような知見に基づいて案出されたものである。なお、蒸発式冷却装置 300 に関する上記の変更は、本発明者らの考察によるものであり、蒸発式冷却装置 300 に関する上記の変更を先行技術として自認するものではない。

20

【0012】

本開示の第 1 態様は、
冷媒液を貯留するとともに、前記冷媒液を蒸発させて冷媒蒸気を生成する蒸発器と、
前記蒸発器において生成された前記冷媒蒸気を圧縮する第一圧縮機と、
前記第一圧縮機によって圧縮された前記冷媒蒸気を冷却する中間冷却器と、
前記中間冷却器によって冷却された前記冷媒蒸気を圧縮する第二圧縮機と、
前記第二圧縮機によって圧縮された前記冷媒蒸気を凝縮させることによって冷媒液を生成する凝縮器であって、当該凝縮器において生成された前記冷媒液を貯留する凝縮器と、
前記凝縮器に貯留されている前記冷媒液が前記凝縮器から前記蒸発器に流れる冷媒液供給路と、を備え、

30

前記中間冷却器は、

前記第一圧縮機によって圧縮された前記冷媒蒸気を受け入れるための蒸気空間を有し、かつ、冷媒液を貯留する容器と、

前記容器に貯留されている前記冷媒液の一部を流通させて前記蒸気空間に供給する中間冷却路と、

40

前記中間冷却路に配置され、前記容器に貯留されている前記冷媒液の一部を前記蒸気空間に送出するポンプと、を備え、

前記中間冷却器は、前記容器に貯留されている前記冷媒液と前記第一圧縮機によって圧縮された前記冷媒蒸気とを直接接触させることによって、前記第一圧縮機によって圧縮された前記冷媒蒸気を冷却する、

冷凍サイクル装置を提供する。

【0013】

本開示の第 1 態様の別の表現は、

冷凍サイクル装置であって、

50

冷媒が流れる経路と、
前記経路上に現われる蒸発器、
前記経路上に現われる第一圧縮機、
前記経路上に現われる中間冷却器、及び
前記経路上に現われる第二圧縮機と、を備え、
前記経路上において、前記蒸発器、前記第一圧縮機、前記中間冷却器、及び前記第二圧縮機は、この順に現われ、
前記中間冷却器は、
容器と、
前記容器の第 1 の部位と前記容器の第 2 の部位とを接続する第一経路と、
前記第一経路上に現われるポンプと、を備え、
前記容器は、冷媒液を貯留しており、
前記容器の前記第 1 の部分は、前記冷媒液と接触しており、
前記容器の前記第 2 の部分は、前記第 1 の部位よりも重力方向上方に位置し、かつ前記冷媒液と接触しておらず、
前記ポンプは、前記冷媒液を前記第 1 の部位から前記第 2 の部位に向かって圧送し、
前記中間冷却器は、前記容器に貯留されている冷媒液と前記第一圧縮機によって圧縮された冷媒蒸気とを直接接触させることによって、前記第一圧縮機によって圧縮された冷媒蒸気を冷却する、ものである。

10

【0014】

20

第 1 態様によれば、中間冷却器の容器に貯留された冷媒液の温度は中間冷却器に受け入れられた冷媒蒸気の圧力における飽和温度になる。なぜなら、冷媒液の温度における飽和圧力と中間冷却器の冷媒蒸気の圧力との差に起因する冷媒の相変化により冷媒液の温度が中間冷却器に受け入れられた冷媒蒸気の圧力における飽和温度になるからである。第一圧縮機から吐出された過熱状態の冷媒蒸気は飽和温度の冷媒液と直接接触することにより冷却され、冷媒液は、冷媒蒸気がある熱を受け取って蒸発する。このようにして発生した冷媒蒸気は、第二圧縮機に吸入される。蒸発器に貯留されている冷媒液が中間冷却器に供給されることはなく、第一圧縮機における冷媒蒸気の質量流量が中間冷却器によって増加することはないので、第一圧縮機がなすべき仕事の増加を防止できる。加えて、中間冷却器によって、第二圧縮機に吸入される冷媒蒸気の温度が飽和温度又は飽和温度付近の温度になるように冷媒蒸気を冷却できる。その結果、第 1 態様の冷凍サイクル装置は高い COP を発揮できる。

30

【0015】

本開示の第 2 態様は、第 1 態様に加えて、前記凝縮器に貯留されている前記冷媒液の一部を流通させて前記容器の内部に供給する補充流路をさらに備えた、冷凍サイクル装置を提供する。第 2 態様によれば、凝縮器に貯留されている冷媒液の一部は、補充流路を通過して中間冷却器の容器の内部に供給されるとともにフラッシュ蒸発して中間冷却器に受け入れられた冷媒蒸気の圧力における飽和温度を有する冷媒液と冷媒蒸気に変化する。このようにして発生した冷媒蒸気は、第二圧縮機に吸入される。これにより、中間冷却器に貯留された冷媒液の温度は第一圧縮機がなすべき仕事を増加させることなく飽和温度に保たれ、かつ、中間冷却器に貯留されている冷媒液の量が不足することを防止できる。このため、冷凍サイクル装置を長期間運転する場合にも、第一圧縮機がなすべき仕事を増加させることがない。加えて、中間冷却器によって、第二圧縮機に吸入される冷媒蒸気の温度が飽和温度又は飽和温度付近の温度になるように冷媒蒸気を冷却できる。その結果、第 2 態様の冷凍サイクル装置は高い COP を発揮できる。

40

【0016】

本開示の第 3 態様は、第 1 態様に加えて、冷媒液供給路は、前記凝縮器から排出された前記冷媒液を流通させて前記容器の内部に供給する第一冷媒流路と、前記容器に貯留された前記冷媒液の一部を流通させて前記蒸発器に供給する第二冷媒流路と、を含む、冷凍サイクル装置を提供する。第 3 態様によれば、冷媒液供給路を通過して蒸発器に供給される冷

50

媒液のエンタルピを低下させることができる。これにより、蒸発器において生成される冷媒蒸気の量が減少する。このため、第一圧縮機から中間冷却器に受け入れられる過熱状態の冷媒蒸気量も減少し、中間冷却器で発生する冷媒蒸気量も減少する。これにより、第一圧縮機がなすべき仕事の増加を防ぎつつ第二圧縮機がなすべき仕事を低減できる。加えて、第二圧縮機に吸入される冷媒蒸気の温度が飽和温度又は飽和温度付近の温度となるように冷媒蒸気を冷却できる。その結果、第3態様の冷凍サイクル装置は高いCOPを発揮できる。

【0017】

本開示の第4態様は、第3態様に加えて、前記第二冷媒流路は、前記中間冷却路の入口から前記ポンプの吐出口と前記中間冷却路の出口との間に位置する分岐点まで延びている前記中間冷却路の一部によって形成された上流側流路と、前記分岐点から前記中間冷却路を流れる前記冷媒液の一部を流通させて前記蒸発器に供給する下流側流路とを含む、冷凍サイクル装置を提供する。第4態様によれば、中間冷却器における冷媒蒸気の圧力と蒸発器における冷媒蒸気の圧力との差が小さい場合でも、ポンプの吐出圧力により蒸発器へ冷媒液が供給されやすい。このため、冷凍サイクル装置の蒸発器における吸熱量が小さいときでも、第一圧縮機がなすべき仕事の増加を防ぎつつ第二圧縮機がなすべき仕事を低減できる。加えて、第二圧縮機に吸入される冷媒蒸気の温度が飽和温度又は飽和温度付近の温度になるように冷媒蒸気を冷却できる。その結果、第4態様の冷凍サイクル装置は高いCOPを発揮できる。

【0018】

本開示の第5態様は、第1態様～第4態様のいずれか1つの態様に加えて、冷媒は、水である、冷凍サイクル装置を提供する。水の蒸発潜熱は大きいので、中間冷却器で発生する冷媒蒸気量が低減される。これにより、第二圧縮機がなすべき仕事を低減しながら第二圧縮機に吸入される冷媒蒸気の温度が飽和温度又は飽和温度付近の温度になるように冷媒蒸気を冷却できる。その結果、第5態様の冷凍サイクル装置は高いCOPを発揮できる。

【0019】

以下、本開示の実施形態について図面を参照しながら説明する。なお、以下の実施形態は例示に過ぎず、これらによって本発明が限定されるものではない。

【0020】

<第1実施形態>

図1に示すように、冷凍サイクル装置1aは、蒸発器2と、第一圧縮機3と、中間冷却器4と、第二圧縮機5と、凝縮器6と、冷媒液供給路7とを備えている。蒸発器2は、冷媒液を貯留するとともに、冷媒液を蒸発させて冷媒蒸気を生成する。第一圧縮機3は、蒸発器2で生成された冷媒蒸気を吸入して圧縮する。中間冷却器4は、冷媒液を貯留するとともに、第一圧縮機3で圧縮された冷媒蒸気を受け入れて冷却したうえで吐出する。中間冷却器4は、中間冷却器4に貯留されている冷媒液と中間冷却器4に受け入れられた冷媒蒸気とを直接接触させることによって冷媒蒸気を冷却する。第二圧縮機5は、中間冷却器4から吐出された冷媒蒸気を吸入して圧縮する。凝縮器6は、第二圧縮機5で圧縮された冷媒蒸気を吸入して凝縮させることによって冷媒液を生成する。凝縮器6は、凝縮器6において生成された冷媒液を貯留するとともに冷媒液の一部を排出する。冷媒液供給路7は、凝縮器6から排出された冷媒液を流通させるとともに蒸発器2に冷媒液を供給する。

【0021】

中間冷却器4は、容器4aと、中間冷却路4b（第一経路）と、ポンプ4cとを備えている。容器4aは、冷媒蒸気を受け入れる蒸気空間41を有し、かつ、冷媒液を貯留する。中間冷却路4bは、蒸発器2に貯留されている冷媒液ではなく、容器4aに貯留されている冷媒液の一部を流通させて蒸気空間41に供給する。ポンプ4cは、中間冷却路4bに配置され、容器4aに貯留されている冷媒液の一部を蒸気空間41に送出する。

【0022】

冷凍サイクル装置1aには、同一種類の冷媒が充填されている。冷凍サイクル装置1a

に充填される冷媒としては、H C F C (hydrochlorofluorocarbon) 及び H F C (hydrofluorocarbon) 等のフロン系冷媒、H F O - 1 2 3 4 y f 等の地球温暖化係数の低い冷媒、並びに C O₂ 及び水等の自然冷媒を用いることができる。冷凍サイクル装置 1 a の冷媒は、望ましくは水である。水の蒸発潜熱は大きいので、発生する冷媒蒸気の量を有利に低減できる。例えば、中間冷却器 4 で発生する冷媒蒸気の量が少なくなるので、第二圧縮機 5 がなすべき仕事を有利に低減できる。

【0023】

冷媒が水である場合を例に冷凍サイクル装置 1 a の動作を説明する。蒸発器 2 は、蒸発器 2 に貯留されている冷媒液への入熱により冷媒液を蒸発させる熱交換器である。蒸発器 2 は、例えば、直接型の熱交換器として構成されていてもよいし、フィン等の部材によって形成された伝熱面を介して熱交換を行う間接型の熱交換器として構成されてもよい。蒸発器 2 は、例えば、熱負荷を発生させる外部の吸熱熱交換器に接続されていてもよい。この場合、例えば、蒸発器 2 に貯留されている冷媒液が外部の吸熱熱交換器を通過して蒸発器 2 に戻るように冷媒液の流路が形成されている。蒸発器 2 において生成された冷媒蒸気の温度は例えば 5℃ である。

【0024】

蒸発器 2 において生成された冷媒蒸気は、第一圧縮機 3 及び第二圧縮機 5 によって二段階で圧縮される。第一圧縮機 3 及び第二圧縮機 5 は、それぞれ、容積型の圧縮機であってもよいし、速度型の圧縮機であってもよい。容積型の圧縮機とは、容積変化により冷媒蒸気を圧縮する圧縮機であり、速度型の圧縮機とは、冷媒に運動量を与えることにより圧縮する圧縮機である。第一圧縮機 3 及び第二圧縮機 5 は、それぞれ、インバータにより駆動されるモーターによって回転数を変化させる機構を備えていてもよい。第一圧縮機 3 及び第二圧縮機 5 の圧縮比は特に制限されず適宜調整することができる。第一圧縮機 3 の圧縮比及び第二圧縮機 5 の圧縮比は同一であってもよい。第一圧縮機 3 から吐出される冷媒蒸気の温度は、例えば 120℃ である。

【0025】

第一圧縮機 3 で圧縮された冷媒蒸気は中間冷却器 4 に受け入れられて、中間冷却器 4 において冷却される。中間冷却器 4 は、冷媒液と冷媒蒸気とを直接接触させる直接型の熱交換器として構成されている。中間冷却路 4 b の入口は、容器 4 a の内部空間のうち冷媒液が貯留されている空間に接している。また、中間冷却路 4 b の出口は、容器 4 a の蒸気空間 4 1 に接している。中間冷却器 4 の容器 4 a に貯留された冷媒液は、ポンプ 4 c の働きにより中間冷却路 4 b を流れて容器 4 a の蒸気空間 4 1 に吐出される。このとき、冷媒液は、例えば、容器 4 a の蒸気空間 4 1 に霧状に噴霧される。これにより、蒸気空間 4 1 において冷媒液と冷媒蒸気とが直接接触して冷媒液が蒸発する。冷媒液の蒸発により蒸気空間 4 1 における冷媒蒸気が冷却される。また、蒸気空間 4 1 から第二圧縮機 5 に向かって中間冷却器 4 の外部に冷媒蒸気が吐出される。中間冷却器 4 の容器 4 a に貯留された冷媒液の温度は、例えば 21℃ である。また、中間冷却器 4 から吐出される冷媒蒸気の温度は、例えば 23℃ である。

【0026】

ポンプ 4 c は、容積型のポンプであってもよいし、速度型のポンプであってもよい。容積型のポンプは、容積変化により冷媒液を昇圧するポンプであり、速度型のポンプとは運動量を冷媒に付与することにより冷媒液を昇圧するポンプである。ポンプ 4 c は、インバータにより駆動されるモーター等のポンプ 4 c の回転数を変化させる機構を備えていてもよい。ポンプ 4 c の吐出圧力は、特に制限されないが、例えば、100～1000 kPa である。

【0027】

中間冷却器 4 から吐出された冷媒蒸気は、第二圧縮機 5 に吸入されて圧縮され、第二圧縮機 5 から吐出される。第二圧縮機 5 から吐出される冷媒蒸気の温度は、例えば 120℃ である。

【0028】

第二圧縮機 5 から吐出された冷媒蒸気は、凝縮器 6 に吸入される。凝縮器 6 は、吸入された冷媒蒸気が有する熱を放熱させることにより冷媒蒸気を凝縮させ、冷媒液を生成させる。凝縮器 6 は、例えば、直接型の熱交換器として構成されていてもよいし、フィン等の部材によって形成された伝熱面を介して熱交換を行う間接型の熱交換器として構成されていてもよい。凝縮器 6 は、例えば、熱負荷を発生させる外部の放熱熱交換器に接続されていてもよい。この場合、例えば、凝縮器 6 に貯留されている冷媒液が外部の放熱熱交換器を通過して凝縮器 6 に戻るように冷媒液の流路が形成されている。凝縮器 6 において生成された冷媒液の温度は例えば 35℃である。凝縮器 6 において生成された冷媒液の一部は排出される。

【0029】

凝縮器 6 から排出された冷媒液は、冷媒液供給路 7 を通って蒸発器 2 に供給される。これにより、蒸発器 2 における冷媒液の蒸発により減少した冷媒液を補うように、かつ、凝縮器 6 における冷媒蒸気の凝縮により凝縮器 6 に冷媒液が増えすぎないように、凝縮器 6 から冷媒液が排出されて蒸発器 2 に供給される。蒸発器 2 から、第一圧縮機 3、中間冷却器 4、及び第二圧縮機 5 を経由して凝縮器 6 まで延びている冷媒蒸気の流路及び冷媒液供給路 7 によって、冷媒が冷凍サイクル装置 1a を循環する。冷媒液供給路 7 には、凝縮器 6 から排出される冷媒液の質量流量、換言すると、蒸発器 2 に供給される冷媒液の質量流量を調整する、流量調整弁等の流量調整機構が設けられていてもよい。流量調整弁は、例えば、開度が調整可能な電動弁である。図 1 に示すように、冷媒液供給路 7 は、例えば、凝縮器 6 に接続された一端と蒸発器 2 に接続された他端とを有する単一の流路として形成されている。

【0030】

中間冷却器 4 の容器 4a に貯留された冷媒液の温度は、冷媒液の飽和圧力と中間冷却器 4 に受け入れられた冷媒蒸気の圧力との差に起因する冷媒の相変化により、中間冷却器 4 に受け入れられた冷媒蒸気の圧力における飽和温度になる。中間冷却器 4 の容器 4a に貯留された冷媒液は、ポンプ 4c の働きにより中間冷却路 4b を流れて蒸気空間 41 に吐出され、第一圧縮機 3 から吐出された過熱状態の冷媒蒸気と直接接触する。これにより、冷媒蒸気が冷却され、冷媒液は冷媒蒸気が有する熱により蒸発する。冷媒液の蒸発により発生した冷媒蒸気は、第二圧縮機 5 に吸入される。このため、中間冷却器 4 の容器 4a に貯留された冷媒液の温度は飽和温度に保たれる。中間冷却器 4 の動作によって蒸発器 2 において発生する蒸気の量は増加しないので、第一圧縮機 3 がなすべき仕事の増加を防止できる。また、中間冷却器 4 は、第二圧縮機 5 に吸入される冷媒蒸気が飽和温度又は飽和温度付近の温度になるように冷媒蒸気を冷却できる。その結果、冷凍サイクル装置 1a は高い COP を発揮できる。

【0031】

中間冷却路 4b に代えて流路 A 及び流路 B を備える以外は冷凍サイクル装置 1a と同様にして比較例に係る冷凍サイクル装置を構成することを考える。ここで、流路 A は、蒸発器 2 に貯留されている冷媒液を中間冷却器 4 に受け入れられた冷媒蒸気を冷却するように中間冷却器 4 の容器 4a に供給する流路であり、流路 B は、容器 4a に貯留された冷媒液を蒸発器 2 に戻す流路である。また、冷凍サイクル装置 1a の運転に必要な動力は 30 kW であると仮定する。比較例に係る冷凍サイクル装置では、蒸発器 2 において発生する冷媒蒸気の量が増加する。これにより、比較例に係る冷凍サイクル装置における第一圧縮機 3 がなすべき仕事は、例えば、冷凍サイクル装置 1a に比べて 0.68 kW 増加する。一方、冷凍サイクル装置 1a におけるポンプ 4c の動作に必要な動力は、例えば、せいぜい 0.20 kW である。このため、冷凍サイクル装置 1a は、比較例に係る冷凍サイクル装置に比べて、装置の運転に要する動力を 0.48 kW (= 0.68 kW - 0.20 kW) 削減できる。この必要動力の削減量は、冷凍サイクル装置 1a の運転に必要な動力の 1.6% にも及ぶ。このように、冷凍サイクル装置 1a は高い COP を発揮できる。

【0032】

< 第 2 実施形態 >

第2実施形態に係る冷凍サイクル装置1bは、特に説明する場合を除き、冷凍サイクル装置1aと同様に構成されている。冷凍サイクル装置1aの構成要素と同一又は対応する冷凍サイクル装置1b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。冷凍サイクル装置1aに関する説明は、技術的に矛盾しない限り、冷凍サイクル装置1bにもあてはまる。

【0033】

図2に示すように、冷凍サイクル装置1bは、補充流路8をさらに備えている。補充流路8は、凝縮器6に貯留されている冷媒液の一部を流通させて容器4aの内部に供給する流路である。補充流路8の入口は凝縮器6の冷媒液が貯留されている空間に接している。また、補充流路8の出口は中間冷却器4の容器4aの内部空間に接している。補充流路8には、凝縮器6から中間冷却器4に供給される冷媒液の質量流量を調整する流量調整弁等の流量調整機構が設けられていてもよい。

10

【0034】

中間冷却器4の容器4aに貯留された冷媒液は、第一圧縮機3から吐出された過熱状態の冷媒蒸気と接触することにより蒸発して中間冷却器4から吐出され、第二圧縮機5に吸入される。このため、冷凍サイクル装置1aでは、運転が継続されるにつれて、中間冷却器4の容器4aに貯留されている冷媒液が減少する。しかし、冷凍サイクル装置1bは補充流路8を備えているので、補充流路8を通して凝縮器6に貯留されている冷媒液が中間冷却器4の容器4aに供給される。補充流路8を通して中間冷却器4の容器4aに供給された高温の冷媒液はフラッシュ蒸発し中間冷却器4の容器4aの内部において飽和温度の冷媒液と冷媒蒸気とに分かれる。高温の冷媒液のフラッシュ蒸発により発生した冷媒蒸気は中間冷却器4から吐出され第二圧縮機5に吸入される。これにより、第一圧縮機3でなすべき仕事の増加を防ぎつつ中間冷却器4の容器4aに貯留されている冷媒液の量が不足することを防止できる。このため、冷凍サイクル装置1bを長期間運転しても、第一圧縮機3がなすべき仕事の増加を防ぎつつ第二圧縮機5に吸入される冷媒蒸気の温度が飽和温度又は飽和温度付近の温度になるように冷媒蒸気を冷却できる。その結果、冷凍サイクル装置1bは高いCOPを発揮できる。

20

【0035】

<第3実施形態>

第3実施形態に係る冷凍サイクル装置1cは、特に説明する場合を除き、冷凍サイクル装置1aと同様に構成されている。冷凍サイクル装置1aの構成要素と同一又は対応する冷凍サイクル装置1c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。冷凍サイクル装置1aに関する説明は、技術的に矛盾しない限り、冷凍サイクル装置1cにもあてはまる。

30

【0036】

図3に示すように、冷凍サイクル装置1cの冷媒液供給路7は、第一冷媒流路71と、第二冷媒流路72とを含んでいる。第一冷媒流路71は、凝縮器6から排出された冷媒液を流通させて容器4aの内部に供給する流路である。第二冷媒流路72は、容器4aに貯留された冷媒液の一部を流通させて蒸発器2に供給する流路である。第一冷媒流路71の入口は凝縮器6の冷媒液が貯留されている空間に接しており、第一冷媒流路71の出口は容器4aの内部空間に接している。また、第二冷媒流路72の入口は容器4aの冷媒液が貯留されている空間に接しており、第二冷媒流路72の出口は蒸発器2の内部空間に接している。

40

【0037】

凝縮器6から排出された冷媒液は、第一冷媒流路71を通して中間冷却器4の容器4aの内部に供給される。これにより、凝縮器6から中間冷却器4の容器4aの内部に供給された冷媒液は、フラッシュ蒸発して飽和温度の冷媒液と冷媒蒸気とに分かれる。第一冷媒流路71には、凝縮器6から排出されて中間冷却器4に供給される冷媒液の質量流量を調整する流量調整弁等の流量調整機構が設けられていてもよい。

【0038】

50

中間冷却器 4 の容器 4 a に貯留されている冷媒液の一部は、第二冷媒流路 7 2 を通過して蒸発器 2 に供給される。中間冷却器 4 の容器 4 a に貯留されている冷媒液には凝縮器 6 から排出されて中間冷却器 4 に供給された冷媒液が含まれている。このため、第二冷媒流路 7 2 によって蒸発器 2 に供給される冷媒液には凝縮器 6 から排出された冷媒液が含まれる。第二冷媒流路 7 2 には、中間冷却器 4 の容器 4 a から蒸発器 2 に供給される冷媒液の質量流量を調整する流量調整弁等の流量調整機構が設けられていてもよい。

【0039】

中間冷却器 4 の容器 4 a には、第一圧縮機 3 から吐出された冷媒蒸気の圧力に相当する中間圧における飽和温度を有する冷媒液が貯留されている。この中間圧における飽和温度の冷媒液が第二冷媒流路 7 2 を通って蒸発器 2 に供給される。このため、蒸発器 2 に供給される冷媒液のエンタルピは、凝縮器 6 に貯留されている冷媒液のエンタルピと中間冷却器 4 の容器 4 a に貯留されている冷媒液のエンタルピとの差分だけ低下し、蒸発器 2 で生成される冷媒蒸気の量が減少する。これにより、第一圧縮機 3 から吐出されて中間冷却器 4 が受け入れる過熱状態の冷媒蒸気の量も減少し、中間冷却器 4 において過熱状態の冷媒蒸気を冷却することによって発生する冷媒蒸気の量も減少する。このため、第一圧縮機 3 がなすべき仕事を低減できるとともに、第二圧縮機 5 がなすべき仕事も低減できる。一方、中間冷却器 4 は、第二圧縮機 5 に吸入される冷媒蒸気の温度が飽和温度又は飽和温度付近の温度になるように冷媒蒸気を冷却できる。その結果、冷凍サイクル装置 1 c は高い COP を発揮できる。

【0040】

< 第 4 実施形態 >

第 4 実施形態に係る冷凍サイクル装置 1 d は、特に説明する場合を除き、冷凍サイクル装置 1 c と同様に構成されている。冷凍サイクル装置 1 c の構成要素と同一又は対応する冷凍サイクル装置 1 d 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。冷凍サイクル装置 1 a 及び冷凍サイクル装置 1 c に関する説明は、技術的に矛盾しない限り、冷凍サイクル装置 1 d にもあてはまる。

【0041】

図 4 に示すように、冷凍サイクル装置 1 d の第二冷媒流路 7 2 は、上流側流路 7 2 a と、下流側流路 7 2 b とを含んでいる。上流側流路 7 2 a は、中間冷却路 4 b の入口（第 1 の部分）からポンプ 4 c の吐出口と中間冷却路 4 b の出口（第 2 の部分）との間に位置する分岐点 B P まで延びている中間冷却路 4 b の一部によって形成されている。下流側流路 7 2 b は、分岐点 B P から中間冷却路 4 b を流れる冷媒液の一部を流通させて蒸発器 2 に供給する流路である。下流側流路 7 2 b の入口は分岐点 B P に位置しており、下流側流路 7 2 b の出口は蒸発器 2 の内部空間に接している。

【0042】

ポンプ 4 c の働きにより、中間冷却器 4 の容器 4 a に貯留されている冷媒液の一部が上流側流路 7 2 a を流れて分岐点 B P に到達する。分岐点 B P に到達した冷媒液の一部は分岐点 B P から中間冷却路 4 b の出口に向かって流れ蒸気空間 4 1 に導かれる。分岐点 B P に到達した冷媒液の残りは下流側流路 7 2 b を通過して蒸発器 2 に供給される。下流側流路 7 2 b を通って蒸発器 2 に供給される冷媒液の流速は、ポンプ 4 c の吐出圧力と下流側流路 7 2 b の出口における圧力との差によって定まる。

【0043】

例えば、蒸発器 2 の負荷が低く蒸発器 2 における吸熱量が小さいと、中間冷却器 4 の容器 4 a に受け入れられた冷媒蒸気の圧力と蒸発器 2 の内部における冷媒蒸気の圧力との差が小さくなる。このような場合でも、冷凍サイクル装置 1 d の上流側流路 7 2 a がポンプ 4 c を含む中間冷却路 4 b の一部によって形成され、ポンプ 4 c の働きによって冷媒液を蒸発器 2 に安定的に供給できる。これにより、蒸発器 2 における吸熱量が小さいときでも、第一圧縮機 3 がなすべき仕事を低減できるとともに第二圧縮機 5 がなすべき仕事も低減できる。加えて、中間冷却器 4 は、第二圧縮機 5 に吸入される冷媒蒸気の温度が飽和温度又は飽和温度付近の温度になるように冷媒蒸気を冷却できる。その結果、冷凍サイクル装

置 1 d は高い C O P を発揮できる。

【産業上の利用可能性】

【0044】

本開示の冷凍サイクル装置は、空気調和装置、チラー、及び蓄熱装置等の装置として利用でき、特に、家庭用空気調和装置及び業務用空気調和装置として有利に利用できる。

【符号の説明】

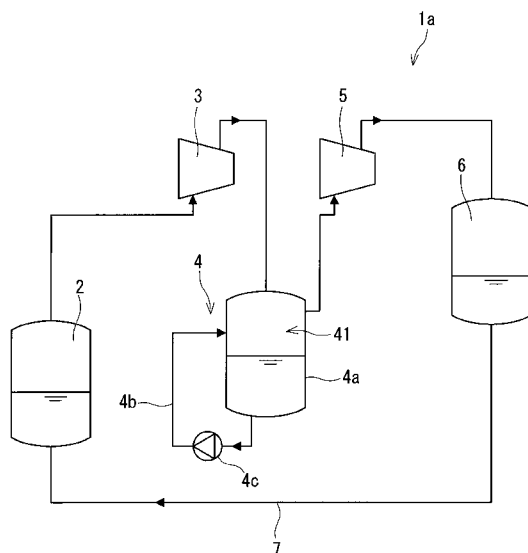
【0045】

1 a、1 b、1 c、1 d 冷凍サイクル装置
 2 蒸発器
 3 第一圧縮機
 4 中間冷却器
 4 a 容器
 4 b 中間冷却路
 4 c ポンプ
 5 第二圧縮機
 6 凝縮器
 7 冷媒液供給路
 8 補充流路
 4 1 蒸気空間
 7 1 第一冷媒流路
 7 2 第二冷媒流路
 7 2 a 上流側流路
 7 2 b 下流側流路
 B P 分岐点

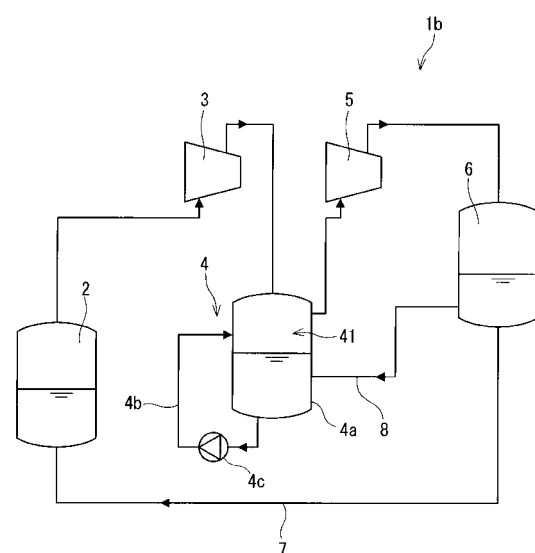
10

20

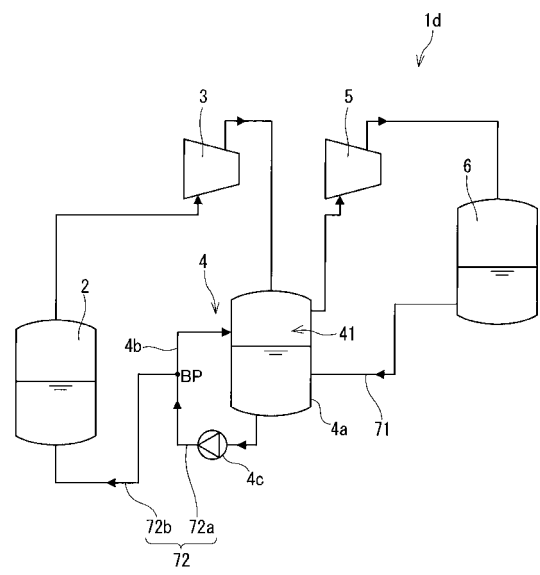
【図 1】



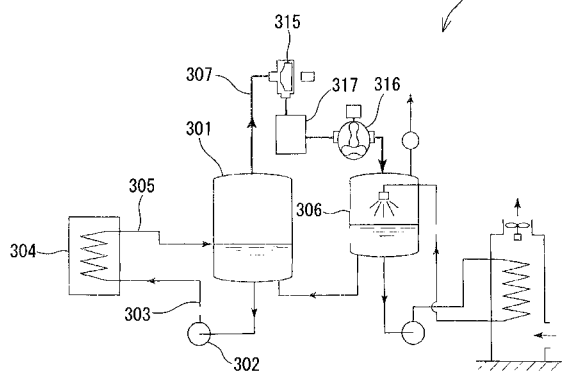
【図 2】



【図 4】



300



フロントページの続き

(72)発明者 丸橋 伊織

大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

(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