

(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2007-303794

(P2007-303794A)

(43) 公開日 平成19年11月22日(2007.11.22)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 2 5 B 43/00 (2006.01)	F 2 5 B 43/00	M
F 2 5 B 7/00 (2006.01)	F 2 5 B 7/00	A
	F 2 5 B 7/00	D

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2006-135300 (P2006-135300)	(71) 出願人	000001889 三洋電機株式会社 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
(22) 出願日	平成18年5月15日 (2006.5.15)	(74) 代理人	100098361 弁理士 雨笠 敬
		(72) 発明者	▲たか▼杉 勝治 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内

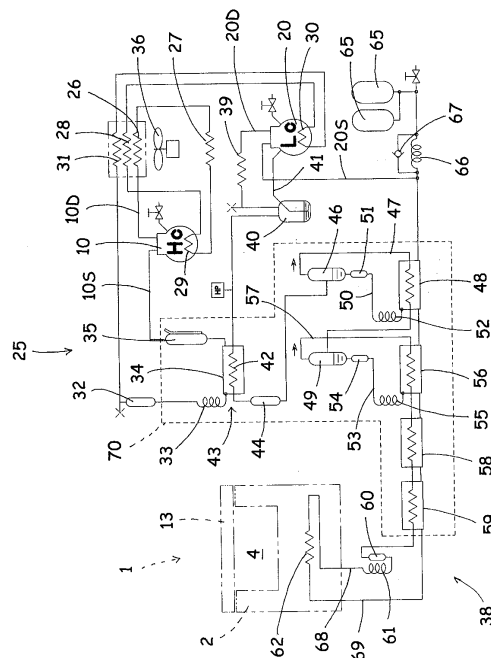
(54) 【発明の名称】 冷凍装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 圧縮機への負荷を軽減することができると共に、運転効率の向上を図ることができる冷凍装置を提供する。

【解決手段】 本発明は、高温側冷媒回路25の蒸発器34と低温側冷媒回路38の凝縮パイプ42とでカスケード熱交換器43を構成し、低温側冷媒回路38の蒸発パイプ62にて超低温を得る所謂二元多段方式の冷凍装置1において、低温側冷媒回路38の圧縮機20の吐出側に設けられ、非共沸混合冷媒中のオイルを分離して圧縮機20に戻すためのオイル分離器40を備え、該オイル分離器40と圧縮機20間に放熱器39を介設した。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

それぞれ圧縮機から吐出された冷媒を凝縮した後蒸発せしめて冷却作用を発揮する独立した冷媒閉回路を構成する高温側冷媒回路と低温側冷媒回路とを備え、該低温側冷媒回路は、前記圧縮機、凝縮器、蒸発器、該蒸発器からの帰還冷媒が流通するように直列接続された複数の中間熱交換器及び複数の減圧装置を有し、複数種の非共沸混合冷媒が封入され、前記凝縮器を経た冷媒中の凝縮冷媒を前記減圧装置を介して前記中間熱交換器に合流させ、該中間熱交換器で前記冷媒中の未凝縮冷媒を冷却することにより、順次より低い沸点の冷媒を凝縮させ、最終段の前記減圧装置を介して最低沸点の冷媒を前記蒸発器に流入させると共に、前記高温側冷媒回路の蒸発器と前記低温側冷媒回路の凝縮器とでカスケード熱交換器を構成し、前記低温側冷媒回路の蒸発器にて超低温を得る冷凍装置において、

前記低温側冷媒回路の圧縮機の吐出側に設けられ、前記非共沸混合冷媒中のオイルを分離して前記圧縮機に戻すためのオイル分離器を備え、該オイル分離器と前記圧縮機間に放熱器を介設したことを特徴とする冷凍装置。

【請求項 2】

前記非共沸混合冷媒には、少なくとも他の冷媒に比して前記オイルとの相溶性が良好であり、且つ、沸点が高い冷媒が含まれることを特徴とする請求項 1 に記載の冷凍装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、独立した二系統の冷媒回路を構成し、高温側冷媒回路の蒸発器と低温側冷媒回路の凝縮器とで熱交換器を構成する所謂二元冷凍方式の冷凍装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、例えば細胞や微生物などを保管するというバイオ分野において用いられる超低温の冷凍装置は、二元冷凍装置が用いられている。図 7 は、二元冷凍装置を用いた冷凍装置 135 の冷媒回路図を示している。冷媒回路 100 は、高温側冷凍サイクル 101 と、低温側冷凍サイクル 102 とから構成されている。高温側冷凍サイクル 101 を構成する圧縮機 103 の吐出側配管 103D は補助凝縮器 105 に接続され、補助凝縮器 105 はフレームパイプ 104 に接続された後、圧縮機 103 のオイルクーラー 106 を介して凝縮器 107 に接続される。凝縮器 107 は、凝縮器用送風機 116 により冷却される。そして、凝縮器 107 の出口側冷媒配管は、乾燥器 108 及び減圧器 109 を順次介して蒸発器を構成する蒸発器部分としての蒸発器 110 に接続される。蒸発器 110 の出口側冷媒配管には、アキュームレータ 111 が接続され、当該アキュームレータ 111 を出た冷媒配管は、圧縮機 103 の吸入側配管 103S に接続される。

【0003】

他方、低温側冷凍サイクル 102 を構成する圧縮機 113 の吐出側配管 113D には、オイル分離器 114 が接続され、このオイル分離器 114 の出口側に接続された冷媒配管は、前記蒸発器 110 内に挿入された高温側配管としての凝縮パイプ 115 に接続される。この凝縮パイプ 115 は、蒸発器 110 と共に、カスケード熱交換器 130 を構成している。

【0004】

そして、凝縮パイプ 115 の出口側に接続される吐出配管は、乾燥器 131 を介して第 1 の気液分離器 116 に接続され、当該気液分離器 116 によって、分離された気相冷媒は、気相配管を介して第 1 の中間熱交換器 117 内を通過し、第 2 の気液分離器 118 に流入する。気液分離器 116 にて分離された液相冷媒は、液相配管を介して乾燥器 119、減圧器 120 を経て第 1 の中間熱交換器 117 に流入して気相冷媒を蒸発することで冷却している。

【0005】

第 2 の気液分離器 118 により分離された液相冷媒は、液相配管により乾燥器 121 を

経た後減圧器 1 2 2 を経て第 2 の中間熱交換器 1 2 3 に流入する。第 2 の気液分離器 1 1 8 により分離された気相冷媒は、気相配管を介して第 2 の中間熱交換器 1 2 3 内を通過し、第 3 の中間熱交換器 1 2 4 内を通過し、更に乾燥器 1 2 5 を経て減圧器 1 2 6 に流入する。減圧器 1 2 6 は、冷凍装置の断熱箱体 1 3 2 の貯蔵室側の内壁に交熱的に配設される蒸発器としての蒸発パイプ 1 2 7 に接続され、更に蒸発パイプ 1 2 7 は第 3 の中間熱交換器 1 2 4 に接続される。

【 0 0 0 6 】

第 3 の中間熱交換器 1 2 4 は第 2 及び第 1 の中間熱交換器に次々に接続された後、圧縮機 1 1 3 の吸入側配管 1 1 3 S に接続される。この吸入側配管 1 1 3 S には更に圧縮機 1 1 3 の停止時に冷媒を貯溜する膨張タンク 1 2 8 が減圧器 1 2 9 を介して接続されている。

10

【 0 0 0 7 】

このような冷凍装置 1 3 5 では、特に低温側冷凍サイクル 1 0 2 に沸点の異なる複数種の混合冷媒を用いることで、低温側冷凍サイクル 1 0 2 の蒸発パイプ 1 2 7 は、 - 1 5 0 以下の超低温を得ることが可能となる。

【特許文献 1】特許第 3 2 0 8 1 5 1 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

しかしながら、上述した如き構成の冷凍装置では、同一の能力の圧縮機を用いてより大きな容積の貯蔵室内を約 - 1 5 0 程度の超低温に冷却する場合には、圧縮機に加わる負荷が増大する問題がある。そのため、貯蔵室の容量に応じた圧縮機を選択する必要がある。しかし、より大きな貯蔵室を冷却するには、より能力の大きい圧縮機を選択しなければならず、係る場合には、装置の大型化、コストの高騰を伴う問題があった。また、使用する圧縮機の能力が大きくなるに従い、消費電力量の増加を伴うことから、より効率的に貯蔵室内を - 1 5 0 以下の超低温にまで冷却可能とする冷凍装置の開発が望まれていた。

20

【 0 0 0 9 】

そこで、本発明は従来 of 技術的課題を解決するためになされたものであり、圧縮機への負荷を軽減することができると共に、運転効率の向上を図ることができる冷凍装置を提供する。

30

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本発明の冷凍装置は、それぞれ圧縮機から吐出された冷媒を凝縮した後蒸発せしめて冷却作用を発揮する独立した冷媒閉回路を構成する高温側冷媒回路と低温側冷媒回路とを備え、該低温側冷媒回路は、圧縮機、凝縮器、蒸発器、該蒸発器からの帰還冷媒が流通するように直列接続された複数 of 中間熱交換器及び複数 of 減圧装置を有し、複数種の非共沸混合冷媒が封入され、凝縮器を経た冷媒中の凝縮冷媒を減圧装置を介して中間熱交換器に合流させ、該中間熱交換器で冷媒中の未凝縮冷媒を冷却することにより、順次より低い沸点の冷媒を凝縮させ、最終段 of 減圧装置を介して最低沸点の冷媒を蒸発器に流入させると共に、高温側冷媒回路の蒸発器と低温側冷媒回路の凝縮器とでカスケード熱交換器を構成し、低温側冷媒回路の蒸発器にて超低温を得るものであって、低温側冷媒回路の圧縮機の吐出側に設けられ、非共沸混合冷媒中のオイルを分離して圧縮機に戻すためのオイル分離器を備え、該オイル分離器と圧縮機間に放熱器を介設したことを特徴とする。

40

【 0 0 1 1 】

請求項 2 の発明の冷凍装置は、上記発明において、非共沸混合冷媒には、少なくとも他の冷媒に比してオイルとの相溶性が良好であり、且つ、沸点が高い冷媒が含まれることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、それぞれ圧縮機から吐出された冷媒を凝縮した後蒸発せしめて冷却作

50

用を發揮する独立した冷媒閉回路を構成する高温側冷媒回路と低温側冷媒回路とを備え、該低温側冷媒回路は、圧縮機、凝縮器、蒸発器、該蒸発器からの帰還冷媒が流通するように直列接続された複数の中間熱交換器及び複数の減圧装置を有し、複数種の非共沸混合冷媒が封入され、凝縮器を経た冷媒中の凝縮冷媒を減圧装置を介して中間熱交換器に合流させ、該中間熱交換器で冷媒中の未凝縮冷媒を冷却することにより、順次より低い沸点の冷媒を凝縮させ、最終段の減圧装置を介して最低沸点の冷媒を蒸発器に流入させると共に、高温側冷媒回路の蒸発器と低温側冷媒回路の凝縮器とでカスケード熱交換器を構成し、低温側冷媒回路の蒸発器にて超低温を得る冷凍装置において、低温側冷媒回路の圧縮機の吐出側に設けられ、非共沸混合冷媒中のオイルを分離して圧縮機に戻すためのオイル分離器を備え、該オイル分離器と圧縮機間に放熱器を介設したことにより、低温側冷媒回路における各冷媒の蒸発温度の差を利用して複数の熱交換器でまだ気相状態にある冷媒を次々に凝縮させ、最終段の蒸発器において - 150 という超低温を達成することができる。

10

【0013】

特に、低温側冷媒回路の圧縮機の吐出側には、オイル分離器との間に放熱器が介設されていることから、当該放熱器によって低温側冷媒回路のカスケード熱交換器に入る冷媒温度を下げる事が可能となる。これによって、両冷媒回路の圧縮機の負荷を軽減することが可能となり、運転効率の改善を実現することが可能となる。

【0014】

また、請求項2の発明によれば、上記発明において、非共沸混合冷媒には、少なくとも他の冷媒に比してオイルとの相溶性が良好であり、且つ、沸点が高い冷媒が含まれることにより、非共沸混合冷媒に混合されるオイルキャリア冷媒が放熱器で液化することで、オイルと共にオイル分離器から圧縮機に帰還されるので、より純度の高い低沸点冷媒がカスケード熱交換器より後段の回路に流れるようになり、より一層効率的に超低温が得られるようになる。

20

【0015】

これにより、同一の能力の圧縮機であっても、より大きな容積の被冷却対象である貯蔵室内を所定の超低温にまで冷却することが可能となり、装置全体が大型化することなく収納容量の増大を図ることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0016】**

以下、図面を参照して本発明の実施形態を詳述する。図1は本発明を適用した冷凍装置1の斜視図、図2は冷凍装置1の正面図、図3は冷凍装置1の平面図、図4は冷凍装置1の貯蔵室4内を透視した状態の側面図、図5は天面パネル5を開放した状態の冷凍装置1の斜視図を示している。本実施例の冷凍装置1は、例えば長期低温保存を行う生体組織や検体などの超低温保存に好適なものであり、上面に開口する断熱箱体2と、当該断熱箱体2の側方に位置して内部に圧縮機10等が設置される機械室3とにより本体が構成されている。

30

【0017】

この断熱箱体2は、いずれも上面を開放した鋼板製の外箱6と熱伝導性の良いアルミニウム等の金属製の内箱7と、これら両箱6、7の上端間を接続する合成樹脂製のブレーカ8と、これら外箱6、内箱7及びブレーカ8にて囲繞された空間内を現場発泡方式にて充填されたポリウレタン樹脂製の断熱材9とから構成されており、内箱7内を上面が開口した貯蔵室4としている。

40

【0018】

本実施例では、目標とする貯蔵室4内温度(以下、庫内温度と称する。)を例えば - 150 以下とするため、貯蔵室4内と外気とを区画する断熱箱体2は、庫内温度を0 付近に設定する低温に比して大きな断熱能力が必要とされる。そのため、上述したようなポリウレタン樹脂製の断熱材9のみにより当該断熱能力を確保するためには、極めて厚く形成しなければならず、限られた本体寸法では、貯蔵室4内の収納量を十分に確保することができないという問題がある。

50

【0019】

そのため、本実施例における断熱箱体2は、外箱6の前壁6A、後壁6B及び機械室3が設けられる側とは反対側に位置する側壁6Cの各内壁面にグラスウール製の真空断熱パネル12が配置され、一旦両面粘着テープにて仮に固定した後、これら両箱6、7との間に断熱材9を現場発泡方式にて充填する。

【0020】

この真空断熱パネル12は、通気性を有しないアルミニウムや合成樹脂等から成る多層フィルムにより構成される容器に断熱性を有するグラスウールを収納する。その後、所定の真空排気手段により容器内の空気を排出して、当該容器の開口部を熱溶着により接合することにより構成されるものである。そのため、この真空断熱パネル12は当該断熱性能により、従来よりも断熱材9の厚さ寸法を薄くしながら、同一の断熱効果を得ることができる。

10

【0021】

他方、内箱7の断熱材9側の周面には、詳細は後述する冷却装置Rの冷媒回路を構成する蒸発器(蒸発パイプ)62が交熱的に取り付けられる。

【0022】

そして、上述の如く構成される断熱箱体2のブレーカ8の上面は、図2や図4に示されるように階段状に成形されており、そこに図示しないパッキンを介して断熱扉13が一端、本実施例では、後端を中心に枢支部材14、14により回動自在に設けられる。また、当該貯蔵室4の上面開口は、断熱材料にて構成される内蓋15が開閉自在に設けられている。また、断熱扉13の下面には、下方に突出して構成される押さえ部が形成されており、これにより、断熱扉13の押さえ部が内蓋15を押圧し、これにより、貯蔵室4の上面開口は開閉自在に閉塞される。また、断熱扉13の他端、本実施例では前端には、把手部16が設けられており、当該把手部16を操作することで、断熱扉13が開閉操作される。

20

【0023】

他方、断熱箱体2の側方には、前面パネル3A、図示しない後面パネル及び断熱箱体2が設けられる側とは反対側の側面を構成する側面パネル3Bにより機械室3が設けられている。本実施例における機械室3は、内部を上下に区画する仕切板17が設けられている。仕切板17の下方には、上述した如き冷却装置Rを構成する圧縮機10、20等が収容設置されており、当該仕切板17下方に位置する前面パネル3A及び側面パネル3Bには、通気用スリット3Cが形成されている。

30

【0024】

仕切板17の上方には、上面が開口する上部機械室18とされている。当該上部機械室18の上面開口には、天面パネル5が一端、本実施例では、後端を中心に回動自在に設けられており、これにより、上部機械室18内は開閉自在に閉塞される。尚、上部機械室18の前面に位置して設けられるパネルは、当該冷凍装置1を操作するための操作パネル21である。

【0025】

この上部機械室18を構成する断熱箱体2側の側面には、測定孔19が形成されている。この測定孔19は、隣接して設けられる断熱箱体2内に形成される貯蔵室4と連通するように、断熱箱体2を構成する外箱6、断熱材9及び内箱7を貫通して形成される。測定孔19は、外部から貯蔵室4内に温度センサを挿入することが可能であり、当該温度センサから引き出される配線は、測定孔19を介して外部の記録装置本体に接続されている。そして、この測定孔19は、配線との隙間をスポンジ状の変形可能、且つ、断熱性を有する特殊材料にて構成される栓19Aによって閉塞される。尚、温度センサが取り付けられていない状態では、測定孔19は、当該栓19Aによって、断熱的に閉塞される。

40

【0026】

これにより、貯蔵室4内の温度等を測定、記録等を行う機器を用いる際には、機械室3に設けられる天面パネル5を開放し、上部機械室18内に位置する断熱箱体2側の側面に

50

形成される測定孔 19 を介して当該測定機器を貯蔵室 4 内に挿入することが可能となる。そのため、測定機器を所定の超低温にまで冷却された貯蔵室 4 内に設置する作業が容易となる。

【0027】

特に、本実施例における測定孔 19 は、従来の冷凍装置に設けられる測定孔と異なり、断熱箱体 2 の機械室 18 側の側面に形成されているため、当該冷凍装置 1 を実験室などの設置環境の壁や他の機器に隣接して設置する場合であっても、格別に測定孔 19 を使用するために必要な間隔を存する必要がなくなる。これにより、冷凍装置 1 の設置に要するための面積の狭小化を図ることが可能となり、実験室などのレイアウトを行う上で好適なものとなる。

10

【0028】

また、測定孔 19 が機械室 3 と隣接する側の断熱箱体 2 の壁面に形成されていることで、機械室 3 と隣接する以外の側面、即ち、外部に面して構成される断熱箱体 2 の前後壁及び側面に、測定孔 19 の形成位置に影響を及ぼすことなく、上述したような真空断熱パネル 12 を配設することが可能となる。これにより、貯蔵室 4 内の冷熱の漏洩量を低減させることができ、無駄な冷却エネルギーの浪費を抑制することが可能となる。

【0029】

そのため、貯蔵室 4 内を本実施例の如く例えば -150 以下のような超低温とした場合であっても、断熱箱体 2 自体の断熱性能を向上させることが可能となり、断熱壁の寸法の縮小を図ることができ、従来と同様の外形寸法であっても、貯蔵室 4 内の収容容積の拡大を図ることが可能となる。若しくは、従来と同様の収納容積であっても、外形寸法を縮小することが可能となり、これによっても、冷凍装置 1 の設置に要するための面積の狭小化を図ることが可能となる。

20

【0030】

更にまた、本実施例における測定孔 19 は、上部機械室 18 の上面開口を開閉可能な天面パネル 5 にて隠蔽可能とされることから、外観に測定孔 19 が露出しない構成とすることができ、外観の向上を図ることが可能となる。また、天面パネル 5 を開放することで、容易に測定孔 19 への操作を行うことが可能となり、作業性の向上を図ることができる。また、仕切板 17 を取り外すことで、仕切板 17 下方に設置される他の冷却装置 R を構成する機器への操作も容易となり、メンテナンス作業の向上を図ることが可能となる。当該天面パネル 5 は、測定孔 19 への操作を行う場合以外には、機械室 18 内を閉塞した状態とすることで、当該天面パネル 5 を作業用の側台としても用いることが可能となり、貯蔵室 4 内へのサンプル等の物品の納出作業等に好適なものとなる。

30

【0031】

尚、本実施例では、測定孔 19 は、上部機械室 18 の上面開口を閉塞する天面パネル 5 にて隠蔽しているが、これ以外に限定されるものではなく、測定孔 19 近傍に、当該測定孔 19 を隠蔽するための蓋部材などを設けても良いものとする。

【0032】

次に、図 6 を参照して本実施例の冷凍装置 1 の冷媒回路について説明する。本実施例における冷凍装置 1 の冷媒回路は、多元多段の冷媒回路として、それぞれ独立した第 1 の冷媒回路としての高温側冷媒回路 25 と、第 2 の冷媒回路としての低温側冷媒回路 38 の二元二段の冷媒回路により構成されている。

40

【0033】

高温側冷媒回路 25 を構成する圧縮機 10 は、一相若しくは三相交流電源を用いる電動圧縮機であり、当該圧縮機 10 の吐出側配管 10D は、補助凝縮器 26 に接続される。この補助凝縮器 26 は貯蔵室 4 開口縁を加熱して露付きを防止するためのフレームパイプ 27 に接続される。また、このフレームパイプ 27 は、圧縮機 10 のオイルクーラー 29 に接続された後、凝縮器 28 に接続される。そして、凝縮器 28 を出た冷媒配管は、低温側冷媒回路 38 を構成する圧縮機 20 のオイルクーラー 30 に接続された後、凝縮器 31 に接続され、当該凝縮器 31 を出た冷媒配管は、乾燥器 32 及び減圧装置としてのキャピラ

50

リーチューブ 33 を順次介して蒸発器を構成する蒸発器部分としての蒸発器 34 に接続される。蒸発器 34 の出口側冷媒配管には、冷媒液溜としてのアキュムレータ 35 が接続され、当該アキュムレータ 35 を出た冷媒配管は、圧縮機 10 の吸入側配管 10S に接続される。尚、本実施例における補助凝縮器 26 と凝縮器 28 及び 31 は、一体の凝縮器として構成されており、凝縮器用送風機 36 により冷却される。

【0034】

高温側冷媒回路 25 には沸点の異なる非共沸冷媒として、R407D と n - ペンタンとから成る冷媒が充填される。R407D は、R32 (ジフルオロメタン: CH_2F_2) と、R125 (ペンタフルオロエタン: CHF_2CF_3) と、R134a (1, 1, 1, 2 - テトラフルオロエタン: CH_2FCF_3) とから構成され、その組成は、R32 が 15 重量%、R125 が 15 重量%、R134a が 70 重量% である。各冷媒の沸点は、R32 が - 51.8、R125 が - 48.57、R134a が - 26.16 である。また、n - ペンタンの沸点は、+ 36.1 である。

10

【0035】

圧縮機 10 から吐出された高温ガス状冷媒は、補助凝縮器 26、フレイムパイプ 27、オイルクーラー 29、凝縮器 28、低温側冷媒回路 38 の圧縮機 20 のオイルクーラー 30、凝縮器 31 にて凝縮されて放熱液化した後、乾燥器 32 で含有する水分が除去され、キャピラリーチューブ 33 にて減圧されて蒸発器 34 に次々に流入して冷媒 R32、R125 及び R134a が蒸発し、気化熱を周囲から吸収して蒸発器 34 を冷却し、冷媒液溜めとしてのアキュムレータ 35 を経て圧縮機 10 に帰還する。

20

【0036】

このとき、圧縮機 10 の能力は例えば 1.5 HP であり、運転中の蒸発器 34 の最終到達温度は - 27 乃至 - 35 になる。かかる低温下では冷媒中の n - ペンタンは沸点が + 36.1 であるので蒸発器 34 では蒸発せず液状態のままであり、従って冷却には殆ど寄与しないが、圧縮機 10 の潤滑油や乾燥器 32 で吸収しきれなかった混入水分をその中に溶け込ませた状態で圧縮機 10 に帰還せしめる機能と、その液冷媒の圧縮機 10 内での蒸発により、圧縮機 10 の温度を低減させる機能を奏する。

【0037】

他方、低温側冷媒回路 38 は、圧縮機 20 は、前記圧縮機 10 と同様に一相若しくは三相交流電源を用いる電動圧縮機であり、当該圧縮機 20 の吐出側配管 20D には、ワイヤコンデンサにて構成される放熱器 39 を介してオイル分離器 40 が接続される。このオイル分離器 40 は、圧縮機 20 に戻るオイル戻し管 41 が接続される。オイル分離器 40 の出口側に接続された冷媒配管は、前記蒸発器 34 内に挿入された高圧側配管としての凝縮パイプ 42 に接続される。この凝縮パイプ 42 は、蒸発器 34 と共に、カスケード熱交換器 43 を構成している。

30

【0038】

そして、凝縮パイプ 42 の出口側に接続される吐出配管は乾燥器 44 を介して第 1 の気液分離器 46 に接続される。気液分離器 46 により分離された気相冷媒は、気相配管 47 を介して第 1 の中間熱交換器 48 内を通過し、第 2 の気液分離器 49 に流入する。第 1 の気液分離器 46 により分離された液相冷媒は、液相配管 50 を介して乾燥器 51、減圧装置としてのキャピラリーチューブ 52 を経て第 1 の中間熱交換器 48 に流入する。

40

【0039】

第 2 の気液分離器 49 により分離された液相冷媒は、液相配管 53 により、乾燥器 54 を経た後減圧装置としてのキャピラリーチューブ 55 を経て第 2 の中間熱交換器 56 に流入する。第 2 の気液分離器 54 により分離された気相冷媒は、気相配管 57 を介して、第 2 の中間熱交換器 56 内を通過し、第 3、第 4 の中間熱交換器 58、59 内を通過する間に冷却されて液化し、配管 68 を介して乾燥器 60 を経て減圧装置としてのキャピラリーチューブ 61 に流入する。キャピラリーチューブ 61 は、蒸発器としての蒸発パイプ 62 に接続され、更に蒸発パイプ 62 は戻り配管 69 を介して第 4 の中間熱交換器 59 に接続される。

50

【0040】

第4の中間熱交換器59は第3、第2及び第1の中間熱交換器58、56、48に次々に接続された後、圧縮機20の吸入側配管20Sに接続される。吸入側配管20Sには更に圧縮機20停止時に冷媒を貯溜する膨張タンク65が減圧装置としてのキャピラリーチューブ66を介して接続されており、当該キャピラリーチューブ66には、膨張タンク65の方向を順方向とした逆止弁67が並列に接続されている。

【0041】

低温側冷媒回路38には沸点の異なる7種類の混合冷媒として、R245faと、R600と、R404Aと、R508と、R14と、R50、R740とを含む非共沸混合冷媒が封入される。R245faは、1, 1, 1, -3, 3-ペンタフルオロプロパン($\text{C}_2\text{F}_5\text{CH}_2\text{CHF}_2$)であり、R600はブタン(C_4H_{10})である。R245faの沸点は、+15.3、R600の沸点は、-0.5である。そのため、これらを所定割合で混合することで、従来用いられていた沸点が+8.9のR21の代替として使用可能となる。

10

【0042】

尚、R600は、可燃性物質であるため、不燃性であるR245faと所定割合、本実施例ではR245fa/R600:70/30の割合で混合することにより、不燃性として冷媒回路38に封入するものとする。尚、本実施例では、R245faとR600を合わせた総重量に対してR245faを70重量%としているが、それ以上であれば不燃性となるため、それ以上であっても良いものとする。

20

【0043】

R404Aは、R125(ペンタフルオロエタン: $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_5$)と、R143a(1, 1, 1-トリフルオロエタン: $\text{C}_2\text{H}_3\text{F}_3$)と、R134a(1, 1, 1, 2-テトラフルオロエタン: $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$)とから構成され、その組成は、R125が44重量%、R143aが52重量%、R134aが4重量%である。当該混合冷媒の沸点は、-46.48である。そのため、従来用いられていた沸点が-40.8のR22の代替として使用可能となる。

【0044】

R508は、R23(トリフルオロメタン: CHF_3)と、R116(ヘキサフルオロエタン: C_2F_6)とから構成され、その組成は、R23が39重量%、R116が61重量%である。当該混合冷媒の沸点は、-88.64である。

30

【0045】

また、R14は、テトラフルオロメタン(四弗化炭素: CF_4)であり、R50は、メタン(CH_4)、R740は、アルゴン(Ar)である。これらの沸点は、R14が-127.9、R50が-161.5、R740が-185.86である。尚、R50は酸素との結合にて爆発を生じる危険があるが、R14と混合することによって爆発の危険は無くなる。従って、混合冷媒の漏洩事故が発生したとしても爆発は発生しない。

【0046】

尚、これら上述した如き冷媒は、一旦、R245faとR600、及び、R14とR50を予め混合し、不燃化状態とした後、R245faとR600の混合冷媒と、R404Aと、R508Aと、R14とR50の混合冷媒と、R740とを予め混合した状態で、冷媒回路に封入される。若しくは、R245faとR600、次にR404A、R5080A、R14とR50、最後にR740と沸点の高い順に封入される。各冷媒の組成は、例えば、R245faとR600の混合冷媒が10.3重量%、R404Aが28重量%、R508Aが29.2重量%、R14とR50の混合冷媒が26.4重量%、R740が5.1重量%であるものとする。

40

【0047】

尚、本実施例では、R404A中に4重量%のn-ペンタン(非共沸冷媒の総重量に対して0.5~2重量%の範囲)を添加しても良いものとする。

【0048】

50

次に、低温側の冷媒の循環を説明する。圧縮機 20 から吐出された高温高圧のガス状混合冷媒は、吐出側配管 20D を介して放熱器 39 内に流入し、そこで放熱されて混合冷媒中の沸点が高く、オイル相溶性の良好なオイルキャリア冷媒としての n - ペンタンや R 600 の一部が凝縮液化する。

【0049】

放熱器 39 を経た混合冷媒は、オイル分離器 40 内に流入し、冷媒と混合している圧縮機 20 の潤滑オイルの大部分と放熱器 39 にて凝縮液化した冷媒の一部 (n - ペンタン、R 600 の一部) が油戻し管 41 にて圧縮機 20 に帰還される。これにより、カスケード熱交換器 43 より後段の冷媒回路 38 には、より純度の高い低沸点冷媒が流れることとなり、効率的に超低温を得ることが可能となる。これにより、同一の能力の圧縮機 10 及び 20 であっても、より大きな容積の被冷却対象である貯蔵室 4 内を所定の超低温にまで冷却することが可能となり、冷凍装置 1 全体が大型化することなく収納容量の増大を図ることが可能となる。

10

【0050】

ここで、本実施例では、オイル分離器 40 内に流入される冷媒は、一旦、放熱器 39 にて冷却されているため、カスケード熱交換器 43 に入る冷媒温度を下げる事が可能となる。具体的には、従来では、カスケード熱交換器 43 内に流入される冷媒温度が + 65 程度であったものを本実施例では、+ 45 程度にまで下げることが可能となる。

【0051】

そのため、カスケード熱交換器 43 において、低温側冷媒回路 35 内の冷媒を冷却するための高温側冷媒回路 25 の圧縮機に加わる負荷を軽減することが可能となる。また、効果的に低温側冷媒回路 35 内の冷媒を冷却することが可能となるため、当該低温側冷媒回路 35 を構成する圧縮機 20 に加わる負荷を軽減することが可能となる。これにより、冷凍装置 1 全体の運転効率の改善を実現することが可能となる。

20

【0052】

他の混合冷媒自体はカスケード熱交換器 43 にて蒸発器 34 より - 40 ~ - 30 程度に冷却されて混合冷媒中の沸点の高い一部の冷媒 (R 245 f a、R 600、R 404 A、R 508 の一部) を凝縮液化する。そして、カスケード熱交換器 43 の凝縮パイプ 42 を出た混合冷媒は乾燥器 44 を経て第 1 の気液分離器 46 に流入する。この時点では混合冷媒中の R 14 と R 50 と R 740 は沸点が極めて低いために未だ凝縮されておらずガス状態であり、R 245 f a、R 600、R 404 A、R 508 の一部のみが凝縮液化されているため、R 14 と R 50 と R 740 は気相配管 47 に、R 245 f a と R 600 と R 404 A と R 508 A は液相配管 50 へと分離される。

30

【0053】

気相配管 47 に流入した冷媒混合物は第 1 の中間熱交換器 48 と熱交換して凝縮された後、第 2 の気液分離器 49 に至る。ここで第 1 の中間熱交換器 48 には蒸発パイプ 62 より帰還してくる低温の冷媒が流入し、更に液相配管 50 に流入した液冷媒が乾燥器 51 を経てキャピラリーチューブ 52 で減圧された後、第 1 の中間熱交換器 48 に流入してそこで蒸発することにより、冷却に寄与するため、未凝縮の R 14、R 50、R 740、及び R 508 の一部を冷却する結果、第 1 の中間熱交換器 48 の中間温度は - 60 程となっている。従って、気相配管 47 を通過した混合冷媒中の R 508 は完全に凝縮液化され、第 2 の気液分離器 49 に分流される。R 14、R 50、R 740 は更に沸点が低いために未だガス状態である。

40

【0054】

第 2 の中間熱交換器 56 では、第 2 の気液分離器 49 で分流された R 508 が乾燥器 54 で水分が除去され、キャピラリーチューブ 55 で減圧された後、第 2 の中間熱交換器 56 へ流入し、蒸発パイプ 62 から帰還してくる低温の冷媒と共に気相配管 57 中の R 14、R 50 及び R 740 を冷却し、このうちで蒸発温度が最も高い R 14 を凝縮させる。この結果、第 2 の中間熱交換器 56 の中間温度は - 90 程となる。

【0055】

50

この第2の中間熱交換器56を通過する気相配管57は、続いて第3の中間熱交換器58を経て第4の中間熱交換器59を通過する。ここで、第4の中間熱交換器59には蒸発器62を出て直ぐの冷媒が帰還されており、実験によれば第4の中間熱交換器59の中間温度が-130程とかなり低い温度に達する。

【0056】

このため、第4の中間熱交換器59では気相配管57中のR50及びR740の一部が凝縮し、これら液化したR14、R50及びR740の一部が乾燥器60で水分が除去され、キャピラリーチューブ61で減圧された後、蒸発パイプ62に流入し、そこで蒸発して周囲を冷却する。実験によれば、このとき、蒸発パイプ62の温度は-160.3~-157.3という超低温となった。

10

【0057】

このように、低温側冷媒回路38における各冷媒の蒸発温度の差を利用して各中間熱交換器48、56、58、59でまだ気相状態にある冷媒を次々に凝縮させ、最終段の蒸発パイプ42において-150以下という超低温を達成することができる。そのため、当該蒸発パイプ62が内箱6の断熱材9側に沿って熱交換的に巻回して構成されることで、冷凍装置1の貯蔵室4内は、-152以下の庫内温度を実現することが可能となる。

【0058】

蒸発パイプ62を出た冷媒は、第4の中間熱交換器59、第3の中間熱交換器58、第2の中間熱交換器56、第1の中間熱交換器48に次々に流入し、各熱交換器で蒸発した冷媒と合流して吸入配管20Sから圧縮機20に帰還する。

20

【0059】

圧縮機20から冷媒に混入して吐出されるオイルは、大部分がオイル分離器40により分離されて圧縮機20に戻されているが、ミスト状となって冷媒と共にオイル分離器40から吐出されてしまったものは、オイルとの相溶性の高いR600に溶け込んだ状態で圧縮機20に戻される。これにより、圧縮機20の潤滑不良やロックを防止できる。また、R600は液状態のまま圧縮機20へ帰還してこの圧縮機20内で蒸発されるので、圧縮機20の吐出温度を低減できる。

【0060】

上述した如き低温側冷媒回路38を構成する圧縮機20は、貯蔵室4内の庫内温度に基づき、図示しない制御装置により、ON-OFF制御が行われる。この場合、制御装置により圧縮機20の運転が停止されると、低温側冷媒回路38内の混合冷媒は、膨張タンク65方向を順方向とする逆止弁67を介して、膨張タンク65内に回収される。

30

【0061】

そのため、圧縮機20の停止時においてキャピラリーチューブ66を介して膨張タンク65内に冷媒が回収される場合に比して、著しく迅速に逆止弁67を介して冷媒回路38中の冷媒を膨張タンク65内に回収することが可能となる。

【0062】

これにより、冷媒回路38内の圧力が上昇することを防止することができ、制御装置により圧縮機20が起動された際には、キャピラリーチューブ66を介して徐々に膨張タンク65から冷媒回路38中に冷媒を戻すことで、圧縮機20の起動負荷を軽減することが可能となる。

40

【0063】

従って、圧縮機20の停止時における冷媒の膨張タンク65への回収を迅速に行うことで、冷媒回路38内の圧力を迅速に平衡とすることが可能となり、圧縮機20の再起動時に、圧縮機20に負荷をかけることなく、円滑に圧縮機20の再起動を実行することができる。これにより、圧縮機起動時における冷媒回路38内が平衡圧となるまでに要する時間を著しく短縮することで、圧縮機20の運転効率を向上することができ、例えばプルダウン運転に要する時間を短縮することができ、利便性の向上を図ることができる。

【0064】

尚、本実施例では、冷凍装置1を構成する冷媒回路をそれぞれ圧縮機10又は20から

50

吐出された冷媒を凝縮した後、蒸発せしめて冷却作用を発揮する独立した冷媒閉回路を構成する高温側冷媒回路 25 と、低温側冷媒回路 38 とから構成し、低温側冷媒回路 38 は、圧縮機 20、凝縮パイプ 42、蒸発パイプ 62、この蒸発パイプ 62 からの帰還冷媒が流通するように直列接続された複数の、具体的には、4 つの中間熱交換器 48、56、58、59 と、複数の、具体的には、3 つのキャピラリーチューブ 42、55、61 を有し、複数種の非共沸混合冷媒が封入され、凝縮パイプ 42 を経た冷媒中の凝縮冷媒を各キャピラリーチューブを介して各中間熱交換器に合流させ、該中間熱交換器で冷媒中の未凝縮冷媒を冷却することにより、順次より低い沸点の冷媒を凝縮させ、最終段のキャピラリーチューブ 61 を介して最低沸点の冷媒を蒸発パイプ 62 に流入させると共に、高温側冷媒回路 25 の蒸発器 34 と低温側冷媒回路 38 の凝縮パイプ 42 とでカスケード熱交換器 43 を構成し、低温側冷媒回路 38 の蒸発パイプ 42 にて超低温を得る二元多段方式の冷凍装置 1 として説明しているが、本発明は、これに限定されるものではなく、多元多段方式の冷凍装置であっても良いものとする。

10

【図面の簡単な説明】

【0065】

【図 1】本発明を適用した冷凍装置の斜視図である。

【図 2】図 1 の冷凍装置の正面図である。

【図 3】図 1 の冷凍装置の平面図である。

【図 4】図 1 の冷凍装置の貯蔵室内を透視した状態の側面図である。

【図 5】天面パネルを開放した状態の冷凍装置の斜視図である。

20

【図 6】図 1 の冷凍装置の冷媒回路図である。

【図 7】従来の冷凍装置の冷媒回路図である。

【符号の説明】

【0066】

- 1 冷凍装置
- 2 断熱箱体
- 3 機械室
- 4 貯蔵室
- 6 外箱
- 7 内箱
- 9 断熱材
- 10 高温側圧縮機
- 11 真空断熱パネル
- 13 断熱扉
- 20 低温側圧縮機
- 25 高温側冷媒回路
- 26 補助凝縮器
- 27 フレームパイプ
- 28、31 凝縮器
- 29、30 オイルクーラー
- 32、44、51、54、60 乾燥器
- 33、52、55、61 キャピラリーチューブ
- 34 蒸発器
- 35 アキュムレータ
- 36 凝縮器用送風機
- 38 低温側冷媒回路
- 39 放熱器
- 40 オイル分離器
- 41 オイル戻し管
- 42 凝縮パイプ

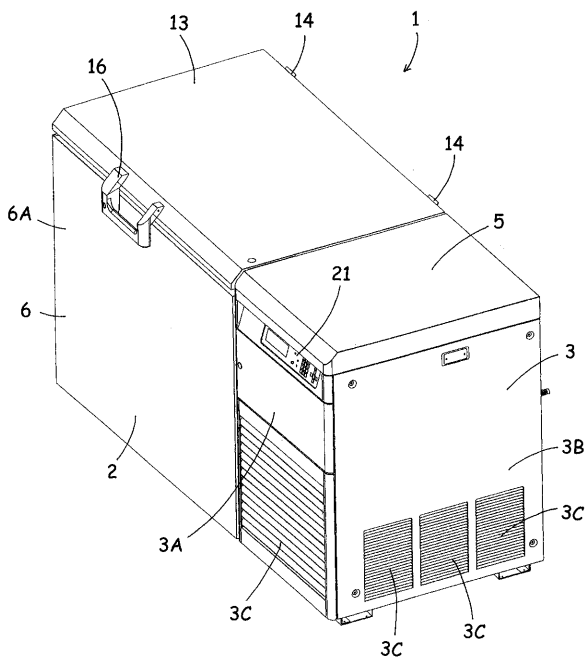
30

40

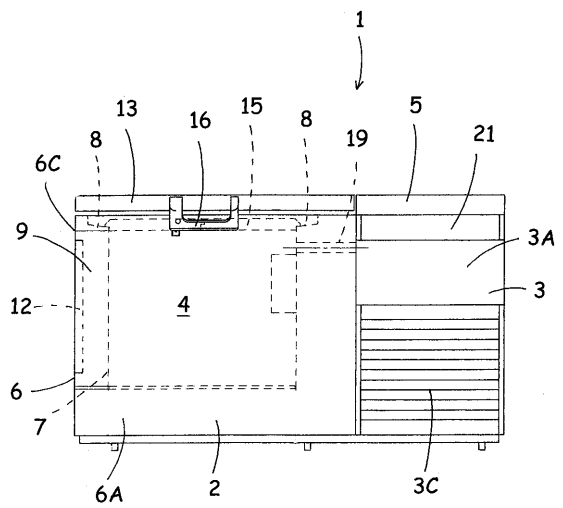
50

- 4 3 カスケード熱交換器
- 4 6 第1の気液分離器
- 4 8 第1の中間熱交換器
- 4 9 第2の気液分離器
- 5 6 第2の中間熱交換器
- 5 8 第3の中間熱交換器
- 5 9 第4の中間熱交換器
- 6 2 蒸発パイプ

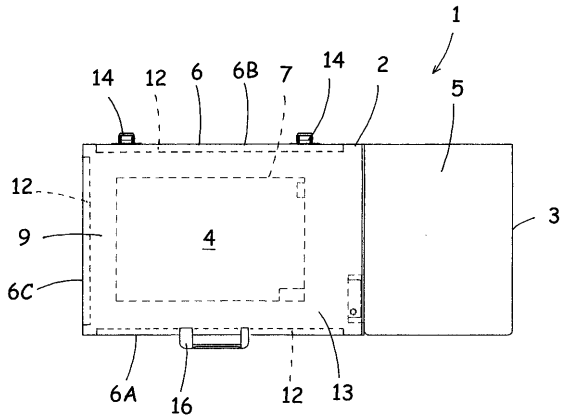
【図1】



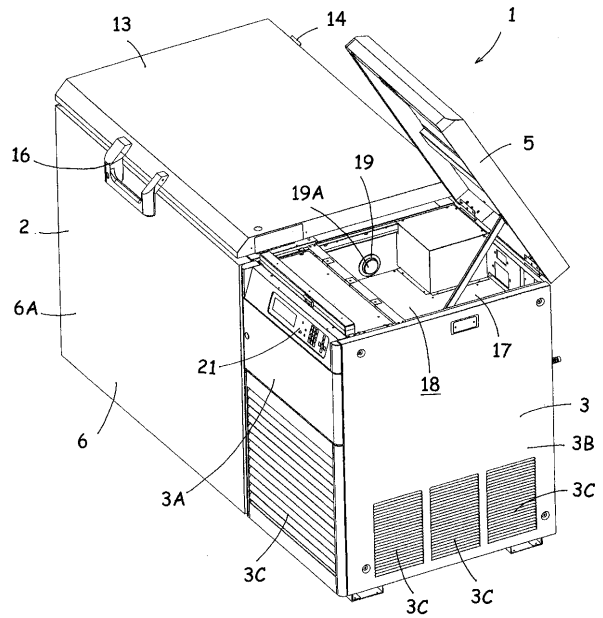
【図2】



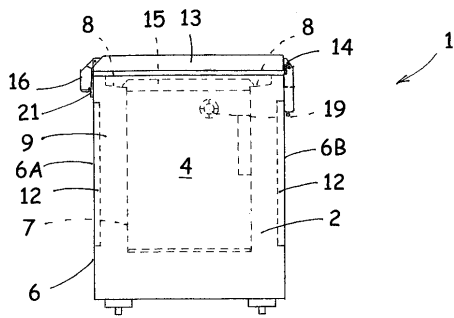
【図 3】



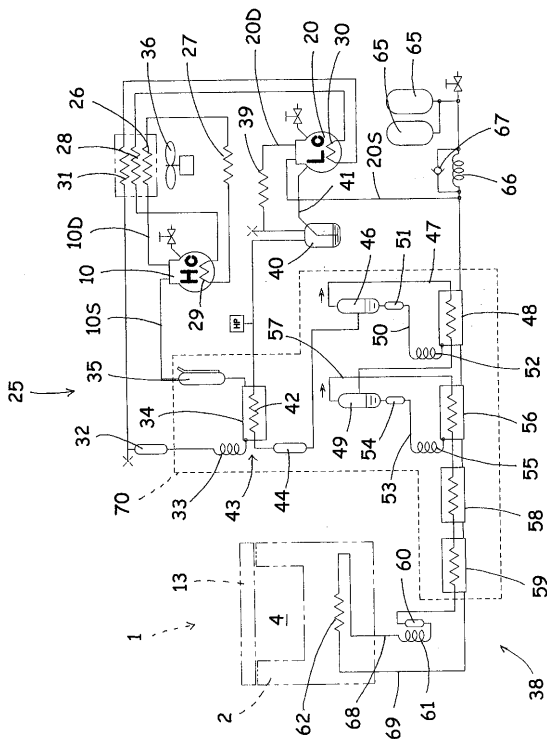
【図 5】



【図 4】



【図 6】



【図 7】

