

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5407157号
(P5407157)

(45) 発行日 平成26年2月5日(2014.2.5)

(24) 登録日 平成25年11月15日(2013.11.15)

(51) Int.Cl.	F 1
F 0 4 B 39/02 (2006.01)	F O 4 B 39/02 Z
F 2 5 B 1/00 (2006.01)	F 2 5 B 1/00 3 9 6 Z
F 0 4 B 39/00 (2006.01)	F 2 5 B 1/00 3 9 6 T
F 0 4 C 29/00 (2006.01)	F O 4 B 39/00 A
F 0 4 C 29/02 (2006.01)	F O 4 C 29/00 U

請求項の数 9 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2008-70354 (P2008-70354)	(73) 特許権者	000002853 ダイキン工業株式会社
(22) 出願日	平成20年3月18日 (2008.3.18)		大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル
(65) 公開番号	特開2009-222034 (P2009-222034A)	(74) 代理人	110001427 特許業務法人前田特許事務所
(43) 公開日	平成21年10月1日 (2009.10.1)	(72) 発明者	松浦 秀樹 大阪府堺市西区築港新町3丁目2番地 ダイキン工業株式会社 堺製作所 臨海工場 内
審査請求日	平成22年12月3日 (2010.12.3)	(72) 発明者	田中 勝 大阪府堺市西区築港新町3丁目2番地 ダイキン工業株式会社 堺製作所 臨海工場 内
前置審査			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 冷凍装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

圧縮機(30)によって冷媒を循環させて冷凍サイクルを行う冷媒回路(10)を備え、
上記圧縮機(30)は、冷媒を圧縮する流体機械(82)と、該流体機械(82)を駆動する電動機(85)とを備え、

上記冷媒回路(10)には、分子式 $1 : C_3 H_m F_n$ (但し、 m 及び n は1以上5以下の整数で、 $m + n = 6$ の関係が成立する。)で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒、又は該冷媒を含む混合冷媒が充填されている冷凍装置であって、

上記冷凍機油は、主成分がポリオールエステル及びポリビニルエーテルのうち少なくとも1つで構成され、

上記圧縮機(30)には、体積抵抗率が 20 において $10^{10} \cdot m$ 以上で、表面張力が 20 において $0.02 N/m$ 以上 $0.04 N/m$ 以下の冷凍機油が用いられていることを特徴とする冷凍装置。

【請求項2】

請求項1において、
上記冷凍機油は、動粘度が 40 において $30 cSt$ 以上 $400 cSt$ 以下であることを特徴とする冷凍装置。

【請求項3】

請求項1又は2において、
上記冷凍機油は、流動点が -30 以下であることを特徴とする冷凍装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 の何れか 1 つにおいて、

上記圧縮機 (30) では、上記電動機 (85) の絶縁材料として、ポリビニルフォルマール、ポリエステル、T H E I C 変性ポリエステル、ポリアミド、ポリアミドイミド、ポリエステルイミド、ポリエステルアミドイミド、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリフェニレンサルファイド、ポリエーテルエーテルケトン、液晶ポリマー、エポキシ樹脂の群から選ばれる 1 又は 2 以上の物質が用いられていることを特徴とする冷凍装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 の何れか 1 つにおいて、

上記分子式 1 : $C_3 H_m F_n$ (但し、 m 及び n は 1 以上 5 以下の整数で、 $m + n = 6$ の関係が成立する。) で表され且つ分子構造中に二重結合を 1 個有する冷媒は、2, 3, 3, 3 - テトラフルオロ - 1 - プロペンであることを特徴とする冷凍装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 の何れか 1 つにおいて、

上記冷媒回路 (10) に充填される冷媒は、上記分子式 1 : $C_3 H_m F_n$ (但し、 m 及び n は 1 以上 5 以下の整数で、 $m + n = 6$ の関係が成立する。) で表され且つ分子構造中に二重結合を 1 個有する冷媒と、ジフルオロメタンとを含む混合冷媒であることを特徴とする冷凍装置。

【請求項 7】

請求項 6 において、

上記冷媒回路 (10) に充填される冷媒は、上記分子式 1 : $C_3 H_m F_n$ (但し、 m 及び n は 1 以上 5 以下の整数で、 $m + n = 6$ の関係が成立する。) で表され且つ分子構造中に二重結合を 1 個有する冷媒である 2, 3, 3, 3 - テトラフルオロ - 1 - プロペンと、ジフルオロメタンとからなる混合冷媒であり、

上記混合冷媒では、2, 3, 3, 3 - テトラフルオロ - 1 - プロペンの割合が 77 質量% 以上 79 質量% 以下でジフルオロメタンの割合が 21 質量% 以上 23 質量% 以下であることを特徴とする冷凍装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 5 の何れか 1 つにおいて、

上記冷媒回路 (10) に充填される冷媒は、上記分子式 1 : $C_3 H_m F_n$ (但し、 m 及び n は 1 以上 5 以下の整数で、 $m + n = 6$ の関係が成立する。) で表され且つ分子構造中に二重結合を 1 個有する冷媒と、ペンタフルオロエタンとを含む混合冷媒であることを特徴とする冷凍装置。

【請求項 9】

圧縮機 (30) によって冷媒を循環させて冷凍サイクルを行う冷媒回路 (10) を備え、

上記圧縮機 (30) は、冷媒を圧縮する流体機械 (82) と、該流体機械 (82) を駆動する電動機 (85) とを備え、

上記冷媒回路 (10) の冷媒には、分子式 1 : $C_3 H_m F_n$ (但し、 m 及び n は 1 以上 5 以下の整数で、 $m + n = 6$ の関係が成立する。) で表され且つ分子構造中に二重結合を 1 個有する冷媒、又は該冷媒を含む混合冷媒が充填されている冷凍装置であって、

上記圧縮機 (30) では、上記電動機 (85) の絶縁材料に、ポリビニルフォルマール、ポリエステル、T H E I C 変性ポリエステル、ポリアミド、ポリアミドイミド、ポリエステルイミド、ポリエステルアミドイミド、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリフェニレンサルファイド、ポリエーテルエーテルケトン、液晶ポリマー、エポキシ樹脂の群から選ばれる 1 又は 2 以上の物質が用いられ、

上記冷凍機油は、主成分がポリオールエステル及びポリビニルエーテルのうち少なくとも 1 つで構成され、

上記圧縮機 (30) には、表面張力が 20 において 0.02 N/m 以上 0.04 N/m

10

20

30

40

50

以下の冷凍機油が用いられていることを特徴とする冷凍装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、冷凍サイクルを行う冷凍装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、冷凍サイクルを行う冷媒回路を備えた冷凍装置は、空気調和装置や給湯機等に広く適用されている。

【0003】

特許文献1には、この種の冷凍装置が開示されている。この冷凍装置は、冷媒が充填されて閉回路を構成する冷媒回路を備えている。冷媒回路には、圧縮機、凝縮器、膨張弁、蒸発器が接続されている。圧縮機が運転されると、圧縮機で圧縮された冷媒が凝縮器で空気へ放熱して凝縮する。凝縮器で凝縮した冷媒は、膨張弁で減圧された後、蒸発器で蒸発する。蒸発後の冷媒は、圧縮機に吸入されて再び圧縮される。

【0004】

また、特許文献1の冷媒回路には、分子式1： $C_3H_mF_n$ （但し、 m 及び n は1以上5以下の整数で、 $m+n=6$ の関係が成立する。）で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒が用いられている。この冷媒は、塩素原子や臭素原子を含まず、オゾン層の破壊への影響が小さいことが知られている。

【特許文献1】特開平4-110388号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、上記分子式1で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒は、体積抵抗率が比較的低い冷媒である。つまり、この冷媒は、絶縁性が比較的低い冷媒である。従って、この冷媒を冷凍装置に用いた場合には、圧縮機において体積抵抗率が低くなり、電圧絶縁性が低下する。また、電動機の電流が冷媒を介して漏れやすく、漏れ電流が増加するおそれがある。

【0006】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的は、分子式1： $C_3H_mF_n$ （但し、 m 及び n は1以上5以下の整数で、 $m+n=6$ の関係が成立する。）で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒を用いる冷凍装置において、圧縮機において電圧絶縁性の低下を防ぎ、電動機の漏れ電流を抑制することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

第1の発明は、圧縮機(30)によって冷媒を循環させて冷凍サイクルを行う冷媒回路(10)を備え、上記圧縮機(30)は、冷媒を圧縮する流体機械(82)と、該流体機械(82)を駆動する電動機(85)とを備え、上記冷媒回路(10)には、分子式1： $C_3H_mF_n$ （但し、 m 及び n は1以上5以下の整数で、 $m+n=6$ の関係が成立する。）で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒、又は該冷媒を含む混合冷媒が充填されている冷凍装置を対象とする。そして、上記冷凍機油は、主成分がポリオールエステル及びポリビニルエーテルのうち少なくとも1つで構成され、この冷凍装置の圧縮機(30)には、体積抵抗率が 2.0×10^{-10} 以上で、表面張力が 2.0×10^{-2} N/m以上 0.04 N/m以下の冷凍機油が用いられている。

【0008】

第1の発明では、冷媒回路(10)の冷媒として、上記分子式1で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒、又は該冷媒を含む混合冷媒が用いられている。また、圧縮機(30)には、体積抵抗率が 2.0×10^{-10} 以上の冷凍機油が用いられている。つまり、体積抵抗率が比較的大きい範囲の冷凍機油が、圧縮機(30)に用いられ

10

20

30

40

50

ている。

【0009】

第1の発明では、ポリオールエステル及びポリビニルエーテルのうち少なくとも1つを主成分とする冷凍機油が、圧縮機(30)に用いられている。ポリオールエステル及びポリビニルエーテルは、何れも、体積抵抗率が比較的高く、上記分子式1で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒に対して溶解しやすい相溶性を有する冷凍機油である。このため、冷媒回路(10)では、冷凍機油に冷媒がある程度溶解する。

【0010】

第2の発明は、上記第1の発明において、上記冷凍機油の動粘度が40 cSt以上400 cSt以下である。

10

【0011】

第2の発明では、冷凍機油の動粘度が、40 cStにおいて400 cSt以下である。このため、冷媒が冷凍機油にある程度溶解する。また、冷凍機油の動粘度が40 cStにおいて30 cSt以上であるため、動粘度が低すぎて油膜強度が不十分になることはなく、潤滑性能が確保される。

【0012】

第3の発明は、上記第1又は第2の発明において、上記冷凍機油の流動点が-30以下である。

【0013】

第3の発明では、流動点が-30以下の冷凍機油が圧縮機(30)に用いられている。このため、冷媒の蒸発温度が-30を上回る条件で冷凍サイクルを行う場合には、冷媒回路(10)において圧縮機(30)から吐出された冷凍機油は、低温部位でも流動性が確保され、圧縮機(30)に戻る事が可能となる。

20

【0014】

第4の発明は、上記第1乃至第3の何れか1つの発明において、上記圧縮機(30)では、上記電動機(85)の絶縁材料に、ポリビニルフォルマール、ポリエステル、THEIC変性ポリエステル、ポリアミド、ポリアミドイミド、ポリエステルイミド、ポリエステルアミドイミド、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリフェニレンサルファイド、ポリエーテルエーテルケトン、液晶ポリマー、エポキシ樹脂の群から選ばれる1又は2以上の物質が用いられている。

30

【0015】

第5の発明は、上記第1乃至第4の何れか1つの発明において、上記分子式1： $C_3H_mF_n$ (但し、m及びnは1以上5以下の整数で、 $m+n=6$ の関係が成立する。)で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒は、2,3,3,3-テトラフルオロ-1-プロペンである。

【0016】

第5の発明では、冷媒回路(10)に充填された冷媒が、2,3,3,3-テトラフルオロ-1-プロペンからなる単一冷媒、又は2,3,3,3-テトラフルオロ-1-プロペンを含む混合冷媒である。

【0017】

第6の発明は、上記第1乃至第5の何れか1つの発明において、上記冷媒回路(10)に充填される冷媒は、上記分子式1： $C_3H_mF_n$ (但し、m及びnは1以上5以下の整数で、 $m+n=6$ の関係が成立する。)で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒と、ジフルオロメタンとを含む混合冷媒である。

40

【0018】

第6の発明では、冷媒回路(10)の冷媒として、上記分子式1で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒とジフルオロメタンとを含む混合冷媒が用いられている。ここで、上記分子式1で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒は、いわゆる低圧冷媒である。このため、例えば上記分子式1で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒からなる単一冷媒を用いる場合には、冷媒の圧力損失が冷凍装置(20)の運転

50

効率に与える影響が比較的大きく、理論上の運転効率に対して実際の運転効率が比較的大きく低下してしまう。従って、この第7の発明では、上記分子式1で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒に、いわゆる高圧冷媒であるジフルオロメタンが加えられている。

【0019】

第7の発明は、上記第6の発明において、上記冷媒回路(10)に充填される冷媒は、上記分子式1： $C_3H_mF_n$ （但し、 m 及び n は1以上5以下の整数で、 $m+n=6$ の関係が成立する。）で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒である2,3,3,3-テトラフルオロ-1-プロペンと、ジフルオロメタンとからなる混合冷媒であり、上記混合冷媒では、2,3,3,3-テトラフルオロ-1-プロペンの割合が77質量%以上79質量%以下でジフルオロメタンの割合が21質量%以上23質量%以下である。

10

【0020】

第8の発明は、上記第1乃至第5の何れか1つの発明において、上記冷媒回路(10)に充填される冷媒は、上記分子式1： $C_3H_mF_n$ （但し、 m 及び n は1以上5以下の整数で、 $m+n=6$ の関係が成立する。）で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒と、ペンタフルオロエタンとを含む混合冷媒である。

【0021】

第8の発明では、冷媒回路(10)の冷媒として、上記分子式1で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒とペンタフルオロエタンとを含む混合冷媒が用いられている。ここで、上記分子式1で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒は、微燃性の冷媒である。従って、この第9の発明では、上記分子式1で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒に、難燃性の冷媒であるペンタフルオロエタンが加えられている。

20

【0022】

第9の発明は、圧縮機(30)によって冷媒を循環させて冷凍サイクルを行う冷媒回路(10)を備え、上記圧縮機(30)は、冷媒を圧縮する流体機械(82)と、該流体機械(82)を駆動する電動機(85)とを備え、上記冷媒回路(10)の冷媒には、分子式1： $C_3H_mF_n$ （但し、 m 及び n は1以上5以下の整数で、 $m+n=6$ の関係が成立する。）で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒、又は該冷媒を含む混合冷媒が充填されている冷凍装置を対象とする。そして、この冷凍装置の圧縮機(30)では、上記電動機(85)の絶縁材料に、ポリビニルフォルマール、ポリエステル、T H E I C変性ポリエステル、ポリアミド、ポリアミドイミド、ポリエステルイミド、ポリエステルアミドイミド、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリフェニレンサルファイド、ポリエーテルエーテルケトン、液晶ポリマー、エポキシ樹脂の群から選ばれる1又は2以上の物質が用いられ、上記冷凍機油は、主成分がポリオールエステル及びポリビニルエーテルのうち少なくとも1つで構成され、上記圧縮機(30)には、表面張力が20 において0.02N/m以上0.04N/m以下の冷凍機油が用いられている。

30

【0023】

第4、第9の各発明では、電動機(85)の絶縁材料に、ポリビニルフォルマール、ポリエステル、T H E I C変性ポリエステル、ポリアミド、ポリアミドイミド、ポリエステルイミド、ポリエステルアミドイミド、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリフェニレンサルファイド、ポリエーテルエーテルケトン、液晶ポリマー、エポキシ樹脂の群から選ばれる1又は2以上の物質が用いられている。これら物質は、高温高圧の冷媒により物理的や化学的に変性を受けにくい性質を有している。このため、電動機(85)では、絶縁材料に冷媒が接触しても、絶縁材料が変性しにくく、その絶縁材料の絶縁性が低下しにくい。

40

【0024】

さらに、第1、第9の各発明では、冷凍機油の表面張力を、20 において0.02N/m以上0.04N/m以下の範囲にしている。ここで、冷凍機油の表面張力が小さすぎ

50

ると、圧縮機(30)内のガス冷媒中で冷凍機油が小さな油滴になりやすく、比較的多量の冷凍機油が冷媒と共に圧縮機(30)から吐出されてしまう。従って、圧縮機(30)から冷媒と共に吐出される冷凍機油の量が多くなりすぎるおそれがある。一方、冷凍機油の表面張力が大きすぎると、圧縮機(30)から吐出された冷凍機油が、冷媒回路(10)において大きな油滴になりやすい。このため、圧縮機(30)から吐出された冷凍機油が、冷媒によって押し流されにくくなり、圧縮機(30)に戻ってきにくくなる。この第1、第10の発明では、圧縮機(30)から多量に吐出されるような小さな油滴になりやすく、冷媒によって流れにくくなるような大きな油滴になりにくい範囲の表面張力の冷凍機油が用いられている。

【発明の効果】

10

【0025】

本発明では、上記分子式1で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒を用いる冷凍装置において、体積抵抗率が比較的大きい範囲の冷凍機油が、圧縮機(30)に用いられている。このため、圧縮機(30)のケーシング(70)内では、冷媒と冷凍機油の混合流体の体積抵抗率がある程度高い値になる。従って、圧縮機(30)において電動機(85)からの漏れ電流を抑制することができる。

【0026】

また、上記第1の発明では、上記分子式1で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒に対して溶解しやすいポリオールエステル及びポリビニルエーテルのうち少なくとも1つを主成分とする冷凍機油が圧縮機(30)に用いられているので、冷媒回路(10)では冷媒が冷凍機油にある程度溶解する。

20

【0027】

ここで、圧縮機(30)から冷媒と共に吐出された冷凍機油は、冷媒が溶け込むことで流動性が低下して冷媒回路(10)を移動しやすくなる。このため、冷凍機油に冷媒が溶解しにくい場合には、圧縮機(30)から吐出された冷凍機油が、圧縮機(30)に戻ってきにくくなる。従って、圧縮機(30)において冷凍機油が不足するおそれがあり、圧縮機(30)において潤滑不良が生じるおそれがある。そして、圧縮機(30)において潤滑不良が生じると、摩擦熱によって冷媒が分解し、冷媒の体積抵抗率が低下してしまう。上記分子式1で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒は、安定性が比較的低いので、潤滑不良が生じると、体積抵抗率が大きく低下するおそれがある。

30

【0028】

これに対して、この第1の発明では、冷凍機油に冷媒がある程度溶解するので、圧縮機(30)から吐出された冷凍機油が圧縮機(30)に戻りやすい。このため、圧縮機(30)における冷凍機油の貯留量を十分に確保することができ、圧縮機(30)において冷凍機油不足による潤滑不良が生じることを抑制することができる。そして、潤滑不良によって冷媒が分解することを抑制でき、冷媒の体積抵抗率が低下することを抑制することができる。従って、冷媒の分解が原因で電動機(85)からの漏れ電流が増加することを抑制することができる。

【0029】

また、上記第2の発明では、潤滑性能が確保されて且つ冷媒がある程度溶解する範囲の動粘度の冷凍機油が用いられている。このため、圧縮機(30)において潤滑不良が生じることを抑制することができ、潤滑不良によって冷媒が分解することを抑制することができる。従って、冷媒の分解が原因で電動機(85)からの漏れ電流が増加することを抑制することができる。

40

【0030】

また、上記第3の発明では、冷媒の蒸発温度が-30℃を上回る条件で冷凍サイクルを行う場合に、冷媒回路(10)の低温部位でも冷凍機油の流動性が確保され、圧縮機(30)から吐出された冷凍機油が圧縮機(30)に戻ってくるのが可能にしている。このため、圧縮機(30)において冷凍機油が不足することを抑制できるので、圧縮機(30)において潤滑不良が生じることを抑制することができ、潤滑不良によって冷媒が分解することを抑

50

制することができる。従って、冷媒の分解が原因で電動機（85）からの漏れ電流が増加することを抑制することができる。

【0031】

また、上記第8の発明では、上記分子式1で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒に、いわゆる高圧冷媒であるジフルオロメタンが加えられている。このため、冷媒の圧力損失が冷凍装置（20）の運転効率に与える影響を小さくすることができるので、冷凍装置（20）の実際の運転効率を向上させることができる。

【0032】

また、上記第8の発明では、上記分子式1で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒に、難燃性の冷媒であるペンタフルオロエタンが加えられている。従って、冷媒回路（10）の冷媒が燃えにくくなるので、冷凍装置（20）の信頼性を向上させることができる。

【0033】

また、上記第4、上記第9の各発明では、冷媒に接触しても絶縁性が低下しにくい物質が、電動機（85）の絶縁材料に用いられている。このため、電動機（85）の絶縁材料の絶縁性が低下することを回避することができ、電動機（85）からの漏れ電流が増加することを抑制することができる。

【0034】

また、上記第1、上記第9の各発明では、圧縮機（30）から多量に吐出されるような小さな油滴になりやすく、冷媒によって流れにくくなるような大きな油滴になりやすい範囲の表面張力の冷凍機油が用いられている。このため、圧縮機（30）から冷媒と共に吐出される冷凍機油の量が低く抑えこまれ、また圧縮機（30）から吐出されてしまった冷凍機油は冷媒に溶け込んで圧縮機（30）に戻ってくることになる。従って、圧縮機（30）における冷凍機油の貯留量を十分に確保することができるので、圧縮機（30）において冷凍機油不足によって潤滑不良が生じることを抑制することができ、潤滑不良によって冷媒が分解することを抑制することができる。よって、従って、冷媒の分解が原因で電動機（85）からの漏れ電流が増加することを抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0035】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0036】

本実施形態は、本発明に係る冷凍装置（20）によって構成された空気調和装置（20）である。本実施形態の空気調和装置（20）は、図1に示すように、室外機（22）と3台の室内機（23a, 23b, 23c）とを備えている。なお、室内機（23a, 23b, 23c）の台数は、単なる例示である。

【0037】

上記空気調和装置（20）は、冷媒を充填されて冷凍サイクルを行う冷媒回路（10）を備えている。冷媒回路（10）は、室外機（22）に収容される室外回路（9）と、各室内機（23a, 23b, 23c）に収容される室内回路（17a, 17b, 17c）とを備えている。これらの室内回路（17a, 17b, 17c）は、液側連絡配管（18）及びガス側連絡配管（19）によって室外回路（9）に接続されている。これらの室内回路（17a, 17b, 17c）は、互いに並列に接続されている。

【0038】

本実施形態の冷媒回路（10）には、冷媒として2, 3, 3, 3-テトラフルオロ-1-プロペン（以下、「HFO-1234yf」という。）の単一冷媒が充填されている。なお、HFO-1234yfの化学式は、 $CF_3-CF=CH_2$ で表される。

【0039】

室外回路の構成

室外回路（9）には、圧縮機（30）、室外熱交換器（11）、室外膨張弁（12）、及び四路切換弁（13）が設けられている。

【 0 0 4 0 】

圧縮機（30）は、例えば運転容量が可変なインバータ式の圧縮機として構成されている。圧縮機（30）には、インバータを介して電力が供給される。圧縮機（30）は、吐出側が四路切換弁（13）の第2ポート（P2）に接続され、吸入側が四路切換弁（13）の第1ポート（P1）に接続されている。なお、圧縮機（30）についての詳細は後述する。

【 0 0 4 1 】

室外熱交換器（11）は、クロスフィン型のフィン・アンド・チューブ熱交換器として構成されている。室外熱交換器（11）の近傍には、室外ファン（14）が設けられている。室外熱交換器（11）では、室外空気と冷媒との間で熱交換が行われる。室外熱交換器（11）は、一端が四路切換弁（13）の第3ポート（P3）に接続され、他端が室外膨張弁（12）に接続されている。また、四路切換弁（13）の第4ポート（P4）は、ガス側連絡配管（19）に接続されている。

10

【 0 0 4 2 】

室外膨張弁（12）は、室外熱交換器（11）と室外回路（9）の液側端との間に設けられている。室外膨張弁（12）は、開度可変の電子膨張弁として構成されている。

【 0 0 4 3 】

四路切換弁（13）は、第1ポート（P1）と第4ポート（P4）とが連通して第2ポート（P2）と第3ポート（P3）とが連通する第1状態（図1に実線で示す状態）と、第1ポート（P1）と第3ポート（P3）とが連通して第2ポート（P2）と第4ポート（P4）とが連通する第2状態（図1に破線で示す状態）とが切り換え自在に構成されている。

20

【 0 0 4 4 】

室内回路の構成

各室内回路（17a, 17b, 17c）には、そのガス側端から液側端へ向かって順に、室内熱交換器（15a, 15b, 15c）と、室内膨張弁（16a, 16b, 16c）とが設けられている。

【 0 0 4 5 】

室内熱交換器（15a, 15b, 15c）は、クロスフィン型のフィン・アンド・チューブ熱交換器として構成されている。室内熱交換器（15a, 15b, 15c）の近傍には、室内ファン（21a, 21b, 21c）が設けられている。室内熱交換器（15a, 15b, 15c）では、室内空気と冷媒との間で熱交換が行われる。また、室内膨張弁（16a, 16b, 16c）は、開度可変の電子膨張弁として構成されている。

30

【 0 0 4 6 】

圧縮機の構成

圧縮機（30）は、例えば全密閉の高圧ドーム型のスクロール圧縮機として構成されている。圧縮機（30）の構成を図2及び図3に従って説明する。

【 0 0 4 7 】

圧縮機（30）は、いわゆる縦型の圧縮機で、密閉容器を形成するケーシング（70）を備えている。ケーシング（70）の内部には、下から上へ向かって、電動機（85）と流体機械（82）とが配置されている。

【 0 0 4 8 】

電動機（85）は、ステータ（83）とロータ（84）とを備えている。ステータ（83）は、ケーシング（70）の胴部に固定されている。一方、ロータ（84）は、ステータ（83）の内側に配置され、クランク軸（90）が連結されている。

40

【 0 0 4 9 】

流体機械（82）は、可動スクロール（76）と固定スクロール（75）とを備えている。可動スクロール（76）は、略円板状の可動側鏡板（76b）と、渦巻き状の可動側ラップ（76a）とを備えている。可動側ラップ（76a）は可動側鏡板（76b）の前面（上面）に立設されている。また、可動側鏡板（76b）の背面（下面）には、クランク軸（90）の偏心部が挿入された円筒状の突出部（76c）が立設されている。可動スクロール（76）は、オルダムリング（79）を介して、可動スクロール（76）の下側に配置されたハウジング（77）に支持されている。一方、固定スクロール（75）は、略円板状の固定側鏡板（75b）と、渦巻

50

き状の固定側ラップ（75a）とを備えている。固定側ラップ（75a）は固定側鏡板（75b）の前面（下面）に立設されている。流体機械（82）では、固定側ラップ（75a）と可動側ラップ（76a）とが互いに噛み合うことによって、両ラップ（75a,76a）の接触部の間に複数の圧縮室（73a,73b）が形成されている。

【0050】

なお、本実施形態の圧縮機（30）では、いわゆる非対称渦巻き構造が採用されており、固定側ラップ（75a）と可動側ラップ（76a）とで巻き数（渦巻きの長さ）が相違している。上記複数の圧縮室（73a,73b）は、固定側ラップ（75a）の内周面と可動側ラップ（76a）の外周面との間に構成される第1圧縮室（73a）と、固定側ラップ（75a）の外周面と可動側ラップ（76a）の内周面との間に構成される第2圧縮室（73b）とから構成されている。

10

【0051】

流体機械（82）では、固定スクロール（75）の外縁部に吸入ポート（98）が形成されている。吸入ポート（98）には、ケーシング（70）の頂部を貫通する吸入管（57）が接続されている。吸入ポート（98）は、可動スクロール（76）の公転運動に伴って、第1圧縮室（73a）と第2圧縮室（73b）のそれぞれに間欠的に連通する。また、吸入ポート（98）には、圧縮室（73a,73b）から吸入管（57）へ戻る冷媒の流れを禁止する吸入逆止弁が設けられている（図示省略）。

【0052】

また、流体機械（82）では、固定側鏡板（75b）の中央部に吐出ポート（93）が形成されている。吐出ポート（93）は、可動スクロール（76）の公転運動に伴って、第1圧縮室（73a）と第2圧縮室（73b）のそれぞれに間欠的に連通する。吐出ポート（93）は、固定スクロール（75）の上側に形成されたマフラー空間（96）に開口している。

20

【0053】

ケーシング（70）内は、円盤状のハウジング（77）によって、上側の吸入空間（101）と下側の吐出空間（100）とに区画されている。吸入空間（101）は、図示しない連通ポートを通じて、吸入ポート（98）に連通している。吐出空間（100）は、固定スクロール（75）とハウジング（77）とに亘って形成された連絡通路（103）を通じて、マフラー空間（96）に連通している。運転中の吐出空間（100）は、吐出ポート（93）から吐出された冷媒がマフラー空間（96）を通じて流入するので、流体機械（82）で圧縮された冷媒で満たされる高圧空間になる。吐出空間（100）には、ケーシング（70）の胴部を貫通する吐出管（56）が開口している。

30

【0054】

本実施形態の圧縮機（30）では、電動機（85）の絶縁材料に、高温高圧の冷媒に接触した場合でも、冷媒により物理的や化学的に変性を受けない物質で、特に耐溶剤性、耐抽出性、熱的・化学的安定性、耐発泡性を有する物質が用いられている。電動機（85）の絶縁材料としては、ステータ（83）の巻き線の絶縁被覆材料、ステータ（83）及びロータ（84）の絶縁フィルム等がある。

【0055】

具体的に、ステータ（83）の巻き線の絶縁被覆材料は、ポリビニルフォルマール、ポリエステル、THEIC変性ポリエステル、ポリアミド、ポリアミドイミド、ポリエステルイミド、ポリエステルアミドイミドのうちから選ばれる1種類又は複数種類の物質が用いられている。なお、好ましいのは、上層がポリアミドイミド、下層がポリエステルイミドの二重被覆線である。また、上記物質以外に、ガラス転移温度が120以上のエナメル被覆を用いてもよい。

40

【0056】

また、絶縁フィルムには、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート、ポリフェニレンサルファイド（PPS）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）のうちから選ばれる1種類又は複数種類の物質が用いられている。なお、絶縁フィルムに、発泡材料が冷凍サイクルの冷媒と同じ発泡フィルムを用いることも可能である。イン

50

シュレーター等の巻き線を保持する絶縁材料には、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、液晶ポリマー（LCP）のうちから選ばれる1種類又は複数種類の物質が用いられている。ワニスには、エポキシ樹脂が用いられている。

【0057】

また、圧縮機（30）では、シール材料に、ポリテトラフルオロエチレン、アラミド繊維やNBRからなるパッキン、パーフルオロエラストマー、シリコンゴム、水素化NBRゴム、フッ素ゴム、ヒドリンゴムのうちから選ばれる1種類又は複数種類の物質が用いられている。

【0058】

また、ケーシング（70）の底部には、冷凍機油が貯留される油溜まりが形成されている。また、クランク軸（90）の内部には、油溜まりに開口する第1給油通路（104）が形成されている。また、可動側鏡板（76b）には、第1給油通路（104）に接続する第2給油通路（105）が形成されている。この圧縮機（30）では、油溜まりの冷凍機油が第1給油通路（104）及び第2給油通路（105）を通じて低圧側の圧縮室（73a,73b）に供給される。

10

【0059】

本実施形態では、ポリオールエステル及びポリビニルエーテルの2種類の基油のうち少なくとも1種類を主成分とする冷凍機油を圧縮機（30）に用いることが可能である。例えば、本実施形態の冷凍機油には、この2種類のうちポリビニルエーテルだけを主成分とする冷凍機油が用いられている。

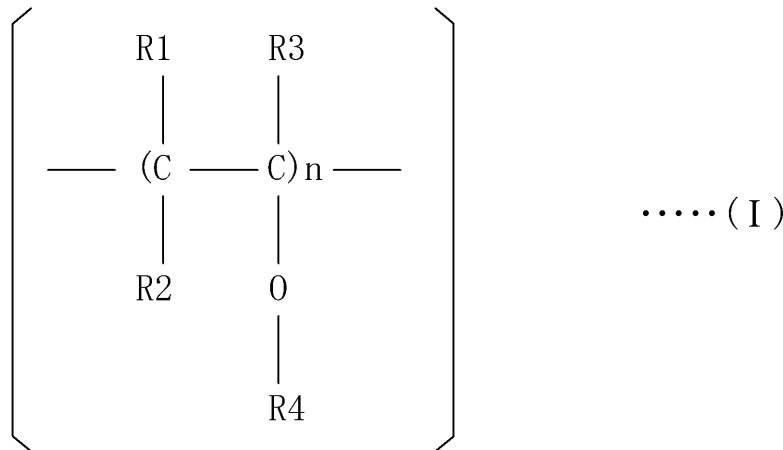
【0060】

本実施形態の冷凍機油では、下記一般式（I）で表される構成単位を有するポリビニルエーテルを主成分とする冷凍機油が用いられている。この構造のポリビニルエーテルは、ポリビニルエーテルの中でも、上記分子式1で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒との相溶性に優れている。

20

【0061】

【化1】



30

40

【0062】

一般式（I）において、R1、R2、及びR3は、水素又は炭素数が1以上8以下の炭化水素基を表している。R1、R2、及びR3は、同一でもよく、互いに異なっていてもよい。また、一般式（I）においては、構成単位毎において、R4が炭素数が1又は2のアルキル基が40%以上100%以下、炭素数が3又は4のアルキル基が0%以上60%以下の構成比を有している。

【0063】

また、本実施形態の冷凍機油は、体積抵抗率が10¹⁰・m以上10¹⁵・m以下で、動粘度が40において30cSt以上400cSt以下で、流動点が-30以下で、表面張力が20において0.02N/m以上0.04N/m以下で、密度が15

50

において 0.8 g/cm^3 以上 1.8 g/cm^3 以下で、飽和水分量が温度 30 、相対湿度 90% において 2000 ppm 以上で、さらにアニリン点が所定の数値範囲内の値になっている。なお、これらの冷凍機油の物性値は、後述する変形例、及びその他の実施形態に記載した冷凍機油も同じである。これらの物性値は、冷媒が溶解しない状態の冷凍機油自体の値である。

【0064】

流動点の値は、「JIS K 2269」に規定された試験方法によって得られる。また、「アニリン点」は、例えば炭化水素系溶剤等の溶解性を示す数値であり、試料（ここでは冷凍機油）を等容積のアニリンと混合して冷やしたときに、互いに溶解し合えなくなつて濁りがみえ始めたときの温度を表すものである。アニリン点の値は、「JIS K 2256」に規定された試験方法によって得られる。なお、上記分子式 1 で表され且つ分子構造中に二重結合を 1 個有する冷媒と適合する樹脂材料を選定する際には、冷凍機油のアニリン点を考慮して樹脂材料を選定することが重要である。

10

【0065】

本実施形態では、体積抵抗率が比較的大きい範囲の冷凍機油が用いられている。このため、圧縮機 (30) のケーシング (70) 内では、冷媒と冷凍機油の混合流体の体積抵抗率がある程度高い値になる。従つて、圧縮機 (30) において電動機 (85) からの漏れ電流が比較的少なくなる。

【0066】

また、本実施形態では、冷凍機油の主成分となるポリビニルエーテルが、 HFO-1234yf に対して相溶性を有している。そして、冷凍機油の動粘度は、 40 において 400 cSt 以下である。このため、 HFO-1234yf が、冷凍機油にある程度溶解する。また、冷凍機油の流動点が -30 以下であるため、冷媒回路 (10) において低温の冷媒が流れる領域で、流動しない状態にはならない。また、冷凍機油の表面張力が 20 において 0.04 N/m 以下であるため、圧縮機 (30) から吐出された冷凍機油が冷媒によって押し流されにくくなるような大きな油滴になりにくい。また、冷凍機油の密度が 15 において 1.8 g/cm^3 以下であるため、密度が大きすぎて圧縮機 (30) から吐出された冷凍機油が圧縮機 (30) に戻りにくくなるのが回避される。従つて、圧縮機 (30) から吐出された冷凍機油は、 HFO-1234yf に溶解して HFO-1234yf と共に圧縮機 (30) に戻ってくる。

20

30

【0067】

また、冷凍機油の表面張力が 20 において 0.02 N/m 以上であるため、圧縮機 (30) 内のガス冷媒中で小さな油滴になりにくく、圧縮機 (30) から多量に冷凍機油が吐出されることがない。また、冷凍機油の密度が 15 において 0.8 g/cm^3 以下であるため、密度が小さすぎて、圧縮機 (30) から多量に冷凍機油が吐出されることが回避される。

【0068】

このように、本実施形態では、圧縮機 (30) から冷媒と共に吐出される冷凍機油の量が低く抑えられ、また圧縮機 (30) から吐出されてしまった冷凍機油は冷媒に溶け込んで戻ってくることになる。従つて、圧縮機 (30) における冷凍機油の貯留量を十分に確保することができる。

40

【0069】

さらに、冷凍機油の動粘度が 40 において 30 cSt 以上であるため、動粘度が低すぎて油膜強度が不十分になることがなく、潤滑性能が確保される。このように、本実施形態では、圧縮機 (30) において冷凍機油が不足することがなく、十分な油膜強度を確保することができる。このため、圧縮機 (30) において潤滑不良が生じることが抑制され、摩擦熱によって冷媒が分解して冷媒の体積抵抗率が低下することが抑制される。従つて、冷媒の分解が原因で電動機 (85) からの漏れ電流が増加することが抑制される。

【0070】

また、本実施形態では、冷凍機油の飽和水分量が、温度 30 / 相対湿度 90% におい

50

て2000ppm以上であるため、冷凍機油の吸湿性が比較的高いものとなる。これにより、HFO-1234yf中の水分を冷凍機油によって有る程度捕捉することが可能となる。HFO-1234yfは、含有される水分の影響により、変質/劣化し易い分子構造を有する。よって、冷凍機油による吸湿効果により、このような劣化を抑制することができる。

【0071】

また、本実施形態では、樹脂によって構成された電動機(85)の絶縁材料の絶縁性が低下しない所定の数値範囲内のアニリン点の冷凍機油が用いられている。ここで、アニリン点が低すぎると、冷凍機油が、樹脂によって構成された電動機(85)の絶縁材料を膨潤させ、絶縁性を低下させる。一方、アニリン点が高すぎると、冷凍機油が、電動機(85)の絶縁材料を収縮させて、絶縁材料の硬度が高くなる。このため、圧縮機(30)の振動によって絶縁材料が破損しやすくなり、電動機(85)の絶縁性が低下するおそれがある。従って、この実施形態では、電動機(85)の絶縁材料を膨潤させることがなく、その絶縁材料が硬くならない所定の数値範囲内のアニリン点の冷凍機油が用いられている。つまり、電動機(85)の絶縁性が低下しない所定の数値範囲内のアニリン点の冷凍機油が用いられている。このため、冷凍機油の影響を受けて電動機(85)の絶縁材料の絶縁性が低下することが回避される。

【0072】

また、本実施形態の冷凍機油には、添加剤として、酸捕捉剤、極圧添加剤、酸化防止剤、消泡剤、油性剤、及び銅不活性化剤が添加されている。なお、本実施形態では上記6種類の添加剤を全て使用しているが、各添加剤は必要に応じて添加すればよく、添加剤が1種類だけであってもよい。個々の添加剤の配合量は、冷凍機油に含まれる割合が0.01質量%以上5質量%以下になるように設定されている。なお、酸捕捉剤の配合量、及び酸化防止剤の配合量は、0.05質量%以上3質量%以下の範囲が好ましい。

【0073】

酸捕捉剤には、フェニルグリシジルエーテル、アルキルグリシジルエーテル、アルキレングリコールグリシジルエーテル、シクロヘキセンオキシド、 α -オレフィンオキシド、エポキシ化大豆油などのエポキシ化合物を用いることができる。なお、これらの中で相溶性の観点から好ましい酸捕捉剤は、フェニルグリシジルエーテル、アルキルグリシジルエーテル、アルキレングリコールグリシジルエーテル、シクロヘキセンオキシド、 α -オレフィンオキシドである。アルキルグリシジルエーテルのアルキル基、及びアルキレングリコールグリシジルエーテルのアルキレン基は、分岐を有していてもよい。これらの炭素数は、3以上30以下であればよく、4以上24以下であればより好ましく、6以上16以下であれば更に好ましい。また、 α -オレフィンオキシドは、全炭素数が4以上50以下であればよく、4以上24以下であればより好ましく、6以上16以下であれば更に好ましい。酸捕捉剤は、1種だけを用いてもよく、複数種類を併用することも可能である。

【0074】

なお、極圧添加剤には、リン酸エステル類を含むものを用いることができる。リン酸エステル類としては、リン酸エステル、亜リン酸エステル、酸性リン酸エステル、及び酸性亜リン酸エステル等を用いることができる。また、極圧添加剤には、リン酸エステル類には、リン酸エステル、亜リン酸エステル、酸性リン酸エステル、及び酸性亜リン酸エステルのアミン塩を含むものを用いることもできる。

【0075】

リン酸エステルには、トリアリールホスフェート、トリアルキルホスフェート、トリアルキルアリールホスフェート、トリアリールアルキルホスフェート、トリアルケニルホスフェート等がある。さらに、リン酸エステルを具体的に列挙すると、トリフェニルホスフェート、トリクレジルホスフェート、ベンジルジフェニルホスフェート、エチルジフェニルホスフェート、トリブチルホスフェート、エチルジブチルホスフェート、クレジルジフェニルホスフェート、ジクレジルフェニルホスフェート、エチルフェニルジフェニルホスフェート、ジエチルフェニルフェニルホスフェート、プロピルフェニルジフェニルホスフ

10

20

30

40

50

エート、ジブロピルフェニルフェニルホスフェート、トリエチルフェニルホスフェート、トリプロピルフェニルホスフェート、ブチルフェニルジフェニルホスフェート、ジブチルフェニルフェニルホスフェート、トリブチルフェニルホスフェート、トリヘキシルホスフェート、トリ(2-エチルヘキシル)ホスフェート、トリデシルホスフェート、トリラウリルホスフェート、トリミリスチルホスフェート、トリパルミチルホスフェート、トリステアリルホスフェート、トリオレイルホスフェート等がある。

【0076】

また、亜リン酸エステル具体例としては、トリエチルホスファイト、トリブチルホスファイト、トリフェニルホスファイト、トリクレジルホスファイト、トリ(ノニルフェニル)ホスファイト、トリ(2-エチルヘキシル)ホスファイト、トリデシルホスファイト、トリラウリルホスファイト、トリイソオクチルホスファイト、ジフェニルイソデシルホスファイト、トリステアリルホスファイト、トリオレイルホスファイト等がある。

10

【0077】

また、酸性リン酸エステル具体例としては、2-エチルヘキシルアシッドホスフェート、エチルアシッドホスフェート、ブチルアシッドホスフェート、オレイルアシッドホスフェート、テトラコシルアシッドホスフェート、イソデシルアシッドホスフェート、ラウリルアシッドホスフェート、トリデシルアシッドホスフェート、ステアリルアシッドホスフェート、イソステアリルアシッドホスフェート等がある。

【0078】

また、酸性亜リン酸エステル具体例としては、ジブチルヒドロゲンホスファイト、ジラウリルヒドロゲンホスファイト、ジオレイルヒドロゲンホスファイト、ジステアリルヒドロゲンホスファイト、ジフェニルヒドロゲンホスファイト等がある。以上のリン酸エステル類の中で、オレイルアシッドホスフェート、ステアリルアシッドホスフェートが好適である。

20

【0079】

また、リン酸エステル、亜リン酸エステル、酸性リン酸エステル又は酸性亜リン酸エステルのアミン塩に用いられるアミンのうちモノ置換アミン具体例としては、ブチルアミン、ペンチルアミン、ヘキシルアミン、シクロヘキシルアミン、オクチルアミン、ラウリルアミン、ステアリルアミン、オレイルアミン、ベンジルアミン等がある。また、ジ置換アミン具体例としては、ジブチルアミン、ジペンチルアミン、ジヘキシルアミン、ジシクロヘキシルアミン、ジオクチルアミン、ジラウリルアミン、ジステアリルアミン、ジオレイルアミン、ジベンジルアミン、ステアリル・モノエタノールアミン、デシル・モノエタノールアミン、ヘキシル・モノプロパノールアミン、ベンジル・モノエタノールアミン、フェニル・モノエタノールアミン、トリル・モノプロパノール等がある。また、トリ置換アミン具体例としては、トリブチルアミン、トリペンチルアミン、トリヘキシルアミン、トリシクロヘキシルアミン、トリオクチルアミン、トリラウリルアミン、トリステアリルアミン、トリオレイルアミン、トリベンジルアミン、ジオレイル・モノエタノールアミン、ジラウリル・モノプロパノールアミン、ジオクチル・モノエタノールアミン、ジヘキシル・モノプロパノールアミン、ジブチル・モノプロパノールアミン、オレイル・ジエタノールアミン、ステアリル・ジブプロパノールアミン、ラウリル・ジエタノールアミン、オクチル・ジブプロパノールアミン、ブチル・ジエタノールアミン、ベンジル・ジエタノールアミン、フェニル・ジエタノールアミン、トリル・ジブプロパノールアミン、キシリル・ジエタノールアミン、トリエタノールアミン、トリプロパノールアミン等がある。

30

40

【0080】

また、上記以外の極圧添加剤を添加することも可能である。例えば、モノスルフィド類、ポリスルフィド類、スルホキシド類、スルホン類、チオスルフィネート類、硫化油脂、チオカーボネート類、チオフエン類、チアゾール類、メタンスルホン酸エステル類等の有機硫黄化合物系の極圧添加剤、チオリン酸トリエステル類等のチオリン酸エステル系の極圧添加剤、高級脂肪酸、ヒドロキシアリアル脂肪酸類、多価アルコールエステル類、アクリル酸エステル類等のエステル系の極圧添加剤、塩素化炭化水素類、塩素化カルボン酸誘

50

導体等の有機塩素系の極圧添加剤、フッ素化脂肪族カルボン酸類、フッ素化エチレン樹脂、フッ素化アルキルポリシロキサン類、フッ素化黒鉛等の有機フッ素化系の極圧添加剤、高級アルコール等のアルコール系の極圧添加剤、ナフテン酸塩類（ナフテン酸鉛等）、脂肪酸塩類（脂肪酸鉛等）、チオリン酸塩類（ジアルキルジチオリン酸亜鉛等）、チオカルバミン酸塩類、有機モリブデン化合物、有機スズ化合物、有機ゲルマニウム化合物、ホウ酸エステル等の金属化合物系の極圧添加剤を用いることが可能である。

【 0 0 8 1 】

また、酸化防止剤には、フェノール系の酸化防止剤やアミン系の酸化防止剤を用いることができる。フェノール系の酸化防止剤には、2, 6 - ジ - tert - ブチル - 4 - メチルフェノール（DBPC）、2, 6 - ジ - tert - ブチル - 4 - エチルフェノール、2, 2' - メチレンビス（4 - メチル - 6 - tert - ブチルフェノール）、2, 4 - ジメチル - 6 - tert - ブチルフェノール、2, 6 - ジ - tert - ブチルフェノール等がある。また、アミン系の酸化防止剤には、N, N' - ジイソプロピル - p - フェニレンジアミン、N, N' - ジ - sec - ブチル - p - フェニレンジアミン、フェニル - p - ナフチルアミン、N, N' - ジ - フェニル - p - フェニレンジアミン等がある。

【 0 0 8 2 】

また、銅不活性化剤としては、ベンゾトリアゾールやその誘導体等を用いることができる。消泡剤としては、ケイ素化合物を用いることができる。油性剤としては、高級アルコール類を用いることができる。

【 0 0 8 3 】

また、本実施形態の冷凍機油には、必要に応じて、耐荷重添加剤、酸素捕捉剤、塩素捕捉剤、清浄分散剤、粘度指数向上剤、防錆剤、安定剤、腐食防止剤、及び流動点降下剤等を添加することも可能である。酸素捕捉剤は、酸素を捕捉する添加剤である。個々の添加剤の配合量は、冷凍機油に含まれる割合が0.01質量%以上5質量%以下であればよく、0.05質量%以上3質量%以下であることが好ましい。また、本実施形態の冷凍機油は、塩素濃度が50ppm以下、さらに硫黄濃度が50ppm以下になっている。

【 0 0 8 4 】

- 運転動作 -

上記空気調和装置（20）の運転動作について説明する。この空気調和装置（20）は、冷房運転と暖房運転とが実行可能になっており、四路切換弁（13）によって冷房運転と暖房運転との切り換えが行われる。

【 0 0 8 5 】

《冷房運転》

冷房運転時には、四路切換弁（13）が第1状態に設定される。この状態で、圧縮機（30）の運転が行われると、圧縮機（30）から吐出された高圧冷媒が、室外熱交換器（11）において室外空気へ放熱して凝縮する。室外熱交換器（11）で凝縮した冷媒は、各室内回路（17a, 17b, 17c）へ分配される。各室内回路（17a, 17b, 17c）では、流入した冷媒が、室内膨張弁（16a, 16b, 16c）で減圧された後に、室内熱交換器（15a, 15b, 15c）において室内空気から吸熱して蒸発する。一方、室内空気は冷却されて室内へ供給される。

【 0 0 8 6 】

各室内回路（17a, 17b, 17c）で蒸発した冷媒は、他の室内回路（17a, 17b, 17c）で蒸発した冷媒と合流して、室外回路（9）へ戻ってくる。室外回路（9）では、各室内回路（17a, 17b, 17c）から戻ってきた冷媒が、圧縮機（30）で再び圧縮されて吐出される。なお、冷房運転中は、各室内膨張弁（16a, 16b, 16c）の開度が、室内熱交換器（15a, 15b, 15c）の出口における冷媒の過熱度が一定値（例えば5）になるように過熱度制御される。

【 0 0 8 7 】

《暖房運転》

暖房運転時には、四路切換弁（13）が第2状態に設定される。この状態で、圧縮機（30）の運転が行われると、圧縮機（30）から吐出された高圧冷媒が、各室内回路（17a, 17b, 17c）へ分配される。各室内回路（17a, 17b, 17c）では、流入した冷媒が室内熱交換器（15

10

20

30

40

50

a, 15b, 15c) において室内空気へ放熱して凝縮する。一方、室内空気は加熱されて室内へ供給される。室内熱交換器 (15a, 15b, 15c) で凝縮した冷媒は、他の室内熱交換器 (15a, 15b, 15c) で凝縮した冷媒と合流し、室外回路 (9) へ戻ってくる。

【0088】

室外回路 (9) では、各室内回路 (17a, 17b, 17c) から戻ってきた冷媒が、室外膨張弁 (12) で減圧された後に、室外熱交換器 (11) において室外空気から吸熱して蒸発する。室外熱交換器 (11) で蒸発した冷媒は、圧縮機 (30) で再び圧縮されて吐出される。なお、暖房運転中は、各室内膨張弁 (16a, 16b, 16c) の開度が、室内熱交換器 (15a, 15b, 15c) の出口における冷媒の過冷却度が一定値 (例えば 5) になるようにサブクール制御される。

10

【0089】

- 実施形態の効果 -

本実施形態では、上記分子式 1 で表され且つ分子構造中に二重結合を 1 個有する冷媒を用いる冷凍装置において、体積抵抗率が比較的大きい範囲の冷凍機油が、圧縮機 (30) に用いられている。このため、圧縮機 (30) のケーシング (70) 内では、冷媒と冷凍機油の混合流体の体積抵抗率がある程度高い値になる。従って、圧縮機 (30) において電動機 (85) からの漏れ電流を抑制することができる。

【0090】

また、本実施形態では、上記分子式 1 で表され且つ分子構造中に二重結合を 1 個有する冷媒に対して溶解しやすいポリオールエステル及びポリビニルエーテルのうち少なくとも 1 つを主成分とする冷凍機油が圧縮機 (30) に用いられているので、冷媒回路 (10) では冷媒が冷凍機油にある程度溶解し、圧縮機 (30) から吐出された冷凍機油が圧縮機 (30) に戻りやすい。このため、圧縮機 (30) における冷凍機油の貯留量を十分に確保することができ、圧縮機 (30) において冷凍機油不足による潤滑不良が生じることを抑制することができる。そして、潤滑不良によって冷媒が分解することを抑制でき、冷媒の体積抵抗率が低下することを抑制することができる。従って、冷媒の分解が原因で電動機 (85) からの漏れ電流が増加することを抑制することができる。

20

【0091】

また、本実施形態では、潤滑性能が確保されて且つ冷媒がある程度溶解する範囲の動粘度の冷凍機油が用いられている。このため、圧縮機 (30) において潤滑不良が生じることを抑制することができ、潤滑不良によって冷媒が分解することを抑制することができる。これにより、冷媒の体積抵抗率が低下することを抑制することができ、さらには電動機 (85) からの漏れ電流が増加することを抑制することができる。

30

【0092】

また、本実施形態では、冷凍機油の流動点が -30 以下であるため、冷媒回路 (10) の低温部位でも冷凍機油の流動性が確保され、圧縮機 (30) から吐出された冷凍機油が圧縮機 (30) に戻ってくるのが可能にしている。このため、圧縮機 (30) から吐出された冷凍機油が、圧縮機 (30) に戻らなくなることが回避されるので、圧縮機 (30) において潤滑不良が生じることを抑制することができ、潤滑不良によって冷媒が分解することを抑制することができる。これにより、冷媒の体積抵抗率が低下することを抑制することができ、さらには電動機 (85) からの漏れ電流が増加することを抑制することができる。

40

【0093】

また、本実施形態では、圧縮機 (30) から多量に吐出されるような小さな油滴になりやすく、冷媒によって流れにくくなるような大きな油滴になりにくい範囲の表面張力の冷凍機油が用いられている。このため、圧縮機 (30) から冷媒と共に吐出される冷凍機油の量が低く抑えこまれ、また圧縮機 (30) から吐出されてしまった冷凍機油は冷媒に溶け込んで圧縮機 (30) に戻ってくることになる。従って、圧縮機 (30) における冷凍機油の貯留量を十分に確保することができるので、圧縮機 (30) において冷凍機油不足によって潤滑不良が生じることを抑制することができ、潤滑不良によって冷媒が分解することを抑制することができる。これにより、冷媒の体積抵抗率が低下することを抑制することができ、

50

さらには電動機（85）からの漏れ電流が増加することを抑制することができる。

【0094】

また、本実施形態では、電動機（85）の絶縁性が低下しない範囲のアニン点の冷凍機油が用いられている。このため、冷凍機油の影響を受けて電動機（85）の絶縁性が低下することを回避することができ、電動機（85）からの漏れ電流が増加することを抑制することができる。

【0095】

また、本実施形態は、冷媒に接触しても絶縁性が低下しにくい物質が、電動機（85）の絶縁材料に用いられている。このため、電動機（85）の絶縁材料の絶縁性が低下することを回避することができる。

10

【0096】

- 実施形態の変形例 -

本実施形態の変形例では、ポリオールエステル、及びポリビニルエーテルの3種類の基油のうちポリオールエステルだけを主成分とする冷凍機油が、圧縮機（30）に用いられている。ポリオールエステルには、「脂肪族多価アルコールと直鎖状若しくは分岐鎖状の脂肪酸とのエステル」、「脂肪族多価アルコールと直鎖状若しくは分岐鎖状の脂肪酸との部分エステル」、及び、「脂肪族多価アルコールと炭素数が3以上9以下の直鎖状若しくは分岐鎖状の脂肪酸との部分エステルと、脂肪族二塩基酸若しくは芳香族二塩基酸とのコンプレックスエステル」の何れかが用いられている。これらのポリオールエステルは、ポリオールエステルの中でも、上記分子式1で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒との相溶性に優れている。

20

【0097】

「脂肪族多価アルコールと直鎖状又は分岐鎖状の脂肪酸とのエステル又は部分エステル」を形成する脂肪族多価アルコールには、エチレングリコール、プロピレングリコール、ブチレングリコール、ネオペンチルグリコール、トリメチロールエタン、ジトリメチロールエタン、トリメチロールプロパン、ジトリメチロールプロパン、グリセリン、ペンタエリスリトール、ジペンタエリスリトール、トリペンタエリスリトール、ソルビトール等を用いることができる。このうち脂肪族多価アルコールとしては、ペンタエリスリトール、ジペンタエリスリトール、及びトリペンタエリスリトールが好ましい。

30

【0098】

また、脂肪酸には、炭素数が3以上12以下のものを用いることができ、例えばプロピオン酸、酪酸、ピバリン酸、吉草酸、カプロン酸、ヘプタン酸、オクタン酸、ノナン酸、デカン酸、ドデカン酸、イソ吉草酸、ネオペンタン酸、2-メチル酪酸、2-エチル酪酸、2-メチルヘキサン酸、2-エチルヘキサン酸、イソオクタン酸、イソノナン酸、イソデカン酸、2,2-ジメチルオクタン酸、2-ブチルオクタン酸、3,5,5-トリメチルヘキサン酸を用いることができる。脂肪酸としては、炭素数が5以上12以下の脂肪酸が好ましく、炭素数が5以上9以下の脂肪酸が更に好ましい。具体的には、吉草酸、ヘキサン酸、ヘプタン酸、2-メチルヘキサン酸、2-エチルヘキサン酸、イソオクタン酸、イソノナン酸、イソデカン酸、2,2-ジメチルオクタン酸、2-ブチルオクタン酸、3,5,5-トリメチルヘキサン酸等が好ましい。

40

【0099】

また、「脂肪族多価アルコールと炭素数が3以上9以下の直鎖状若しくは分岐鎖状の脂肪酸との部分エステルと、脂肪族二塩基酸若しくは芳香族二塩基酸とのコンプレックスエステル」では、炭素数が5以上7以下の脂肪酸が好ましく、炭素数が5又は6の脂肪酸が更に好ましい。具体的には、吉草酸、ヘキサン酸、イソ吉草酸、2-メチル酪酸、2-エチル酪酸又はその混合物が好ましい。また、炭素数が5の脂肪酸と炭素数が6の脂肪酸を重量比で10:90以上90:10以下の割合で混合した脂肪酸を使用することができる。

【0100】

また、脂肪族二塩基酸には、コハク酸、アジピン酸、ピメリン酸、スベリン酸、アゼラ

50

イン酸、セバシン酸、ウンデカン二酸、ドデカン二酸、トリデカン二酸、ドコサンナ二酸がある。また、芳香族二塩基酸には、フタル酸、イソフタル酸がある。コンプレックスエステルを調製するためのエステル化反応は、多価アルコールと二塩基酸を所定の割合で反応させて部分エステル化した後に、その部分エステルと脂肪酸とを反応させる。なお、二塩基酸と脂肪酸の反応順序を逆にしてもよく、二塩基酸と脂肪酸を混合してエステル化に供してもよい。

【0101】

《その他の実施形態》

上記実施形態は、以下のように構成してもよい。

【0102】

上記実施形態について、ポリオールエステル及びポリビニルエーテルの両方を主成分とする冷凍機油を用いてもよい。

【0103】

また、上記実施形態では、冷媒回路(10)の冷媒として、上記分子式1で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒のうちHFO-1234yf以外の冷媒の単一冷媒を用いてもよい。具体的には、1,2,3,3,3-ペンタフルオロ-1-プロペン(「HFO-1225ye」といい、化学式は $CF_3-CF=CHF$ で表される。)、1,3,3,3-テトラフルオロ-1-プロペン(「HFO-1234ze」といい、化学式は $CF_3-CH=CHF$ で表される。)、1,2,3,3-テトラフルオロ-1-プロペン(「HFO-1234yf」といい、化学式は $CHF_2-CF=CHF$ で表される。)、3,3,3-トリフルオロ-1-プロペン(「HFO-1243zf」といい、化学式は $CF_3-CH=CH_2$ で表される。)、1,2,2-トリフルオロ-1-プロペン(化学式は $CH_3-CF=CF_2$ で表される。)、2-フルオロ-1-プロペン(化学式は $CH_3-CF=CH_2$ で表される。)等を用いることができる。

【0104】

また、上記実施形態について、上記分子式1で表され且つ分子構造中に二重結合を1個有する冷媒(1,2,3,3,3-ペンタフルオロ-1-プロペン、2,3,3,3-テトラフルオロ-1-プロペン、1,3,3,3-テトラフルオロ-1-プロペン、1,2,3,3-テトラフルオロ-1-プロペン、3,3,3-トリフルオロ-1-プロペン、1,2,2-トリフルオロ-1-プロペン、2-フルオロ-1-プロペン)に、HFC-32(ジフルオロメタン)、HFC-125(ペンタフルオロエタン)、HFC-134(1,1,2,2-テトラフルオロエタン)、HFC-134a(1,1,1,2-テトラフルオロエタン)、HFC-143a(1,1,1-トリフルオロエタン)、HFC-152a(1,1-ジフルオロエタン)、HFC-161、HFC-227ea、HFC-236ea、HFC-236fa、HFC-365mfc、メタン、エタン、プロパン、プロペン、ブタン、イソブタン、ペンタン、2-メチルブタン、シクロペンタン、ジメチルエーテル、ビス-トリフルオロメチル-サルファイド、二酸化炭素、ヘリウムのうち少なくとも1つを加えた混合冷媒を用いてもよい。

【0105】

例えば、HFO-1234yfとHFC-32の2成分からなる混合冷媒を用いてもよい。この場合は、HFO-1234yfの割合が78.2質量%でHFC-32の割合が21.8質量%の混合冷媒を用いることができる。また、HFO-1234yfの割合が77.6質量%でHFC-32の割合が22.4質量%の混合冷媒を用いることができる。なお、HFO-1234yfとHFC-32の混合冷媒は、HFO-1234yfの割合が70質量%以上94質量%以下でHFC-32の割合が6質量%以上30質量%以下であればよく、好ましくは、HFO-1234yfの割合が77質量%以上87質量%以下でHFC-32の割合が13質量%以上23質量%以下であればよく、更に好ましくは、HFO-1234yfの割合が77質量%以上79質量%以下でHFC-32の割合が21質量%以上23質量%以下であればよい。

【0106】

10

20

30

40

50

また、HFO - 1234yf と HFC - 125 の混合冷媒を用いてもよい。この場合は、HFC - 125 の割合が 10 質量% 以上であるのが好ましく、さらに 10 質量% 以上 20 質量% 以下であるのが更に好ましい。

【0107】

また、HFO - 1234yf と HFC - 32 と HFC - 125 の 3 成分からなる混合冷媒を用いてもよい。この場合は、52 質量% の HFO - 1234yf と、23 質量% の HFC - 32 と、25 質量% の HFC - 125 とからなる混合冷媒を用いることができる。

【0108】

また、上記実施形態について、ケイ酸や合成ゼオライトが乾燥剤として充填された乾燥機を冷媒回路 (10) に設けてもよい。

10

【0109】

また、上記実施形態について、圧縮機 (30) が、横型の圧縮機であってもよく、またレシプロ式、ロータリ式及びスクリー式など他のタイプの圧縮機であってもよい。

【0110】

また、上記実施形態について、冷凍装置 (20) が、暖房専用の空気調和装置であってもよいし、食品を冷却するための冷蔵庫や冷凍庫であってもよいし、空調機と冷蔵庫や冷凍庫とを組み合わせた冷凍装置であってもよいし、冷媒回路 (10) の放熱器で水を加熱する給湯装置であってもよい。また、実施例では、冷媒回路 (10) の熱源を空気としているが、これを水熱源や地中熱源としてもよい。

【0111】

20

なお、以上の実施形態は、本質的に好ましい例示であって、本発明、その適用物、あるいはその用途の範囲を制限することを意図するものではない。

【産業上の利用可能性】

【0112】

以上説明したように、本発明は、冷凍サイクルを行う冷凍装置について有用である。

【図面の簡単な説明】

【0113】

【図1】図1は、実施形態に係る冷凍装置の概略構成図である。

【図2】図2は、実施形態に係る圧縮機の縦断面図である。

【図3】図3は、実施形態に係る圧縮機の流体機械の横断面図である。

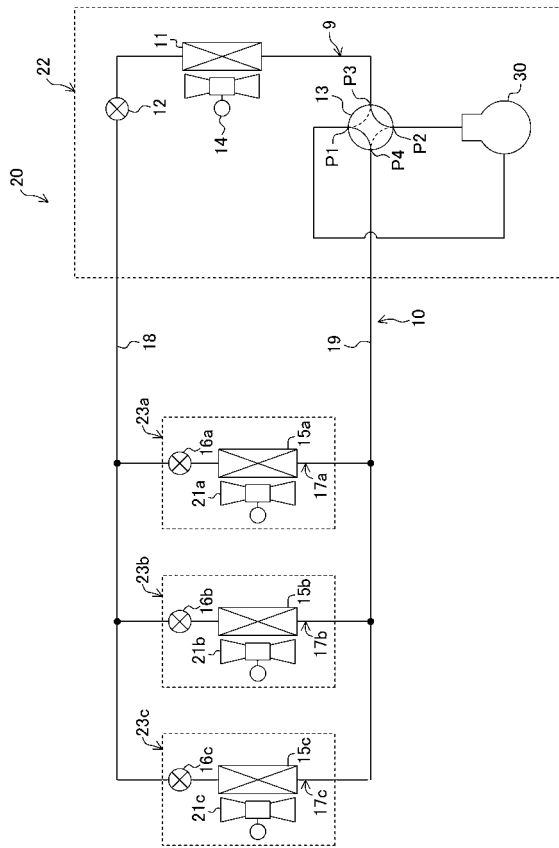
30

【符号の説明】

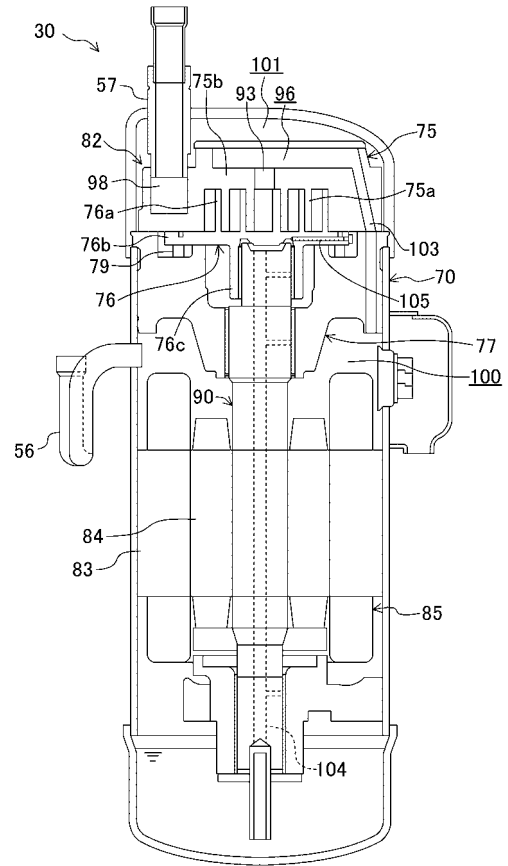
【0114】

- 10 冷媒回路
- 11 室外熱交換器
- 15 室内熱交換器
- 20 冷凍装置
- 22 室外機
- 23 室内機
- 30 圧縮機

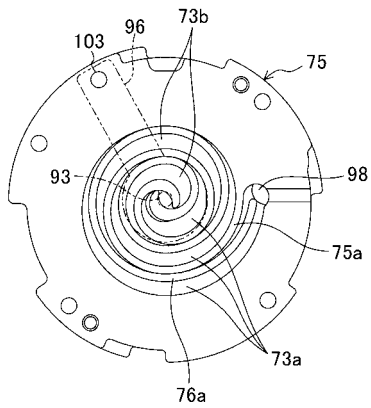
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
F 0 4 C 18/02 (2006.01)		F 0 4 C 29/02	B
H 0 2 K 5/02 (2006.01)		F 0 4 C 18/02	3 1 1 Y
C 0 9 K 5/04 (2006.01)		H 0 2 K 5/02	
C 1 0 M 107/24 (2006.01)		C 0 9 K 5/04	
C 1 0 M 105/38 (2006.01)		C 1 0 M 107/24	
C 1 0 M 171/00 (2006.01)		C 1 0 M 105/38	
C 1 0 N 20/00 (2006.01)		C 1 0 M 171/00	
C 1 0 N 20/02 (2006.01)		C 1 0 N 20:00	A
C 1 0 N 30/00 (2006.01)		C 1 0 N 20:00	Z
C 1 0 N 30/02 (2006.01)		C 1 0 N 20:02	
C 1 0 N 30/06 (2006.01)		C 1 0 N 30:00	Z
C 1 0 N 40/30 (2006.01)		C 1 0 N 30:02	
		C 1 0 N 30:06	
		C 1 0 N 40:30	

(72)発明者 原 日出樹

大阪府堺市北区金岡町1304番地 ダイキン工業株式会社 堺製作所 金岡工場内

審査官 佐藤 秀之

- (56)参考文献 特開平10-147682(JP,A)
 特開2006-274057(JP,A)
 特開2005-281603(JP,A)
 特開平01-319589(JP,A)
 国際公開第2007/086972(WO,A2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 4 B 3 9 / 0 2
 C 0 9 K 5 / 0 4
 C 1 0 M 1 0 5 / 3 8
 C 1 0 M 1 0 7 / 2 4
 C 1 0 M 1 7 1 / 0 0
 F 0 4 B 3 9 / 0 0
 F 0 4 C 1 8 / 0 2
 F 0 4 C 2 9 / 0 0
 F 0 4 C 2 9 / 0 2
 F 2 5 B 1 / 0 0
 H 0 2 K 5 / 0 2
 C 1 0 N 2 0 / 0 0
 C 1 0 N 2 0 / 0 2
 C 1 0 N 3 0 / 0 0
 C 1 0 N 3 0 / 0 2
 C 1 0 N 3 0 / 0 6
 C 1 0 N 4 0 / 3 0