

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7678357号
(P7678357)

(45)発行日 令和7年5月16日(2025.5.16)

(24)登録日 令和7年5月8日(2025.5.8)

(51)国際特許分類 F I
 F 0 4 C 29/02 (2006.01) F 0 4 C 29/02 3 1 1 D
 F 0 4 C 29/00 (2006.01) F 0 4 C 29/00 U

請求項の数 7 (全17頁)

(21)出願番号	特願2023-170568(P2023-170568)	(73)特許権者	000002853 ダイキン工業株式会社 大阪府大阪市北区梅田一丁目13番1号 大阪梅田ツインタワーズ・サウス
(22)出願日	令和5年9月29日(2023.9.29)	(74)代理人	110001427 弁理士法人前田特許事務所
(65)公開番号	特開2025-60066(P2025-60066A)	(72)発明者	岩井田 ゆめみ 大阪府大阪市北区梅田一丁目13番1号 大阪梅田ツインタワーズ・サウス ダイ キン工業株式会社内
(43)公開日	令和7年4月10日(2025.4.10)	(72)発明者	松浦 秀樹 大阪府大阪市北区梅田一丁目13番1号 大阪梅田ツインタワーズ・サウス ダイ キン工業株式会社内
審査請求日	令和6年6月3日(2024.6.3)	(72)発明者	田中 勝

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】

冷媒回路(101)と該冷媒回路(101)に設けられる圧縮機(115)とを備え、冷凍サイクルを行う冷凍装置であって、

前記圧縮機(115)は、ケーシング(11)と、前記ケーシング(11)内に配置される電動機(21)と、前記ケーシング(11)の長手方向に沿って延び、前記電動機(21)に駆動される駆動軸(23)と、前記駆動軸(23)と連結する圧縮機構(30)と、

前記ケーシング(11)の底部に形成される油貯まり(17)に貯留する冷凍機油を所定の摺動部分に搬送する給油機構(29)とを備え、前記冷凍機油は、冷媒と、冷媒溶解度が50wt%以下の冷凍機油とを含み、

前記給油機構(29)には、前記油貯まり(17)の下部に配置され、前記冷凍機油を吸い上げる吸入口(26a)が設けられ、

前記油貯まり(17)の上部よりも下部の方が前記冷凍機油の粘度が高くなる第1運転を実行し、

前記第1運転は、前記油貯まり(17)の少なくとも一部に複数の泡が発生することで前記冷凍機油が白く変化する運転である

冷凍装置。

【請求項2】

前記油貯まり(17)の油面の面積が141mm²以上252mm²以下において、前記圧縮機(115)に流入する冷媒の循環量が、0.3kg/秒以上かつ307kg/秒以下とな

る第 1 運転を実行する

請求項 1 に記載の冷凍装置。

【請求項 3】

複数の前記泡の最小粒径は、前記給油機構 (29) に設けられ、前記油貯まり (17) の前記冷凍機油を吸い上げる吸込口 (26a) の内径よりも小さい

請求項 1 または 2 に記載の冷凍装置。

【請求項 4】

前記第 1 運転では、前記油貯まり (17) の前記冷凍機油中に溶けていない冷媒が存在する

請求項 1 または 2 に記載の冷凍装置。

10

【請求項 5】

前記冷凍機油は、ポリアルキレングリコール (PAG) を含む

請求項 1 または 2 に記載の冷凍装置。

【請求項 6】

前記冷凍機油は、水酸基の割合が全末端基に対して 40 モル % 以上かつ 90 モル % 以下であるポリアルキレングリコール (PAG) を含む

請求項 1 または 2 に記載の冷凍装置。

【請求項 7】

前記冷媒は、ハイドロカーボン系冷媒である

請求項 1 または 2 に記載の冷凍装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、冷凍装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 に記載の冷凍装置は、油分離器および油分離から圧縮機へ油を戻す油戻し通路を備える。圧縮機内には、油貯まりにおける潤滑油中の冷媒濃度を検出するセンサが設けられ、センサの検出値に基づいて、油分離器の油を圧縮機へ戻す。これにより、圧縮機内の摺動部における潤滑油の粘度を調節している。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2015 - 038406 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

このように、圧縮機内の摺動部における摺動性の向上や摩耗の低減などの信頼性を満足させるためには摺動部に供給される冷凍機油の粘度の調節が重要である。具体的に、冷媒が冷凍機油に溶けやすいと、冷媒が冷凍機油に多量に溶け込む結果、摺動部に給油される冷凍機油の粘度が低下するおそれがあり、冷媒と該冷媒が適度に溶ける冷凍機油とを選定することが重要である。

40

【0005】

本開示の目的は、冷媒が比較的溶けにくい冷凍機油でも圧縮機内の摺動部分における潤滑性を確保することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

第 1 の態様は、冷媒回路 (101) と該冷媒回路 (101) に設けられる圧縮機 (115) とを備え、冷凍サイクルを行う冷凍装置である。前記圧縮機 (115) は、ケーシング (11) と、前記ケーシング (11) 内に配置される電動機 (21) と、前記ケーシング (11) の長

50

手方向に沿って延び、前記電動機(21)に駆動される駆動軸(23)と、前記駆動軸(23)と連結する圧縮機構(30)と、

前記ケーシング(11)の底部に形成される油貯まり(17)の冷凍機油を所定の摺動部分に搬送する給油機構(29)とを備え、前記冷凍機油は、冷媒と、冷媒溶解度が50wt%以下の冷凍機油とを含む。

【0007】

第1の態様では、冷媒と冷凍機油(ここでは冷媒が溶けていない状態)との組み合わせにおいて、冷媒の溶解度が50wt%以下となる冷媒と冷凍機油とを選択することで、冷媒の冷凍機油への溶け込みが抑えられ、冷媒が溶解した冷凍機油の粘度低下を抑えることができる。これにより、粘度低下が抑えられた冷凍機油が摺動部分へ供給されるため、摺動部分における潤滑性を確保できる。

10

【0008】

第2の態様は、第1の態様において、

前記給油機構(29)には、前記油溜まり(17)の下部に配置され、前記冷凍機油を吸い上げる吸込口(26a)が設けられ、

前記油貯まり(17)の上部よりも下部の方が前記冷凍機油の粘度が高くなる第1運転を実行する。

【0009】

冷媒と該冷媒が比較的溶けにくい冷凍機油(ここでは冷媒が溶けていない状態)とを組み合わせた場合、冷媒が冷凍機油に均一に溶けるまで時間を要する結果、油貯まり(17)における上部と下部とで冷媒の溶解度に差があることが知見として得られた。具体的に、油貯まり(17)において、下部の冷凍機油の冷媒の溶解度は、上部のそれよりも低くなる。言い換えると、油貯まり(17)では粘度勾配が生じ、油貯まり(17)の下部の冷凍機油の粘度は上部の冷凍機油よりも高くなる。このことに対して、第2の態様では、吸込口(26a)を油貯まり(17)の下部に配置することで、給油機構(29)は比較的粘度の高い冷凍機油を吸い上げることができる。これにより摺動部分における潤滑性を確保できる。

20

【0010】

第3の態様は、第1または2の態様において、

油貯まり(17)の油面の面積が 141mm^2 以上 252mm^2 以下において、前記圧縮機(115)に流入する冷媒の循環量が、 0.3kg/秒 以上かつ 307kg/秒 以下となる第1運転を実行する

30

第3の態様では、この運転条件により、油貯まり(17)において上部よりも下部の方の冷凍機油の粘度を高くなる粘度勾配を形成できる。

【0011】

第4の態様は、第2または第3の態様において、

前記第1運転は、前記油貯まり(17)の少なくとも一部に複数の泡が発生することで前記冷凍機油が白く変化する運転であり、

複数の前記泡の最小粒径は、前記給油機構(29)に設けられ、前記油貯まり(17)の前記冷凍機油を吸い上げる吸込口(26a)の内径よりも小さい。

【0012】

第4の態様では、油貯まり(17)の冷凍機油の一部に発生する複数の泡により冷凍機油が白く変化する。この状態において、油貯まり(17)の冷凍機油では上下方向に粘度勾配が形成される。

40

【0013】

第5の態様は、第2または第3の態様において、

前記第1運転では、前記油貯まり(17)の前記冷凍機油中に溶けていない冷媒が存在する。

【0014】

第5の態様では、冷凍機油中に溶けていない冷媒により、冷凍機油の一部が白く変化する。

50

【 0 0 1 5 】

第 6 の態様は、第 1 ～ 第 5 の態様のいずれか 1 つにおいて、
前記冷凍機油は、ポリアルキレングリコール（ P A G ）を含む。

【 0 0 1 6 】

第 6 の態様では、冷凍機油をポリアルキレングリコール（ P A G ）とすることで、冷媒の溶解度の比較的低い冷凍機油を得ることができる。

【 0 0 1 7 】

第 7 の態様は、第 1 ～ 第 6 の態様のいずれか 1 つにおいて、
前記冷凍機油は、水酸基の割合が全末端基に対して 4 0 モル % 以上かつ 9 0 モル % 以下であるポリアルキレングリコール（ P A G ）を含む。

10

【 0 0 1 8 】

第 7 の態様では、このような水酸基の割合の範囲内となる P A G を選択することで、圧縮機（ 1 1 5 ）内の摺動部分における摺動性を向上できる。

【 0 0 1 9 】

第 8 の態様は、第 1 ～ 第 7 の態様のいずれか 1 つにおいて、
前記冷媒は、ハイドロカーボンである。

【 0 0 2 0 】

第 8 の態様では、冷凍機油の溶解度は比較的低いため、冷媒回路（ 1 0 1 ）に封入する冷媒量を低下できる。

【 図面の簡単な説明 】

20

【 0 0 2 1 】

【 図 1 】 図 1 は、本実施形態の冷凍装置の配管系統図である。

【 図 2 】 図 2 は、制御部と各種の機器との関係を示すブロック図である。

【 図 3 】 図 3 は、圧縮機の構成を示す縦断面図である。

【 図 4 】 図 4 は、冷凍機油が白く変化する現象について検討した結果を示す。

【 図 5 】 図 5 は、冷凍機油の粘度の検討結果を示す。

【 図 6 】 図 6 は、冷凍機油による耐摩耗性の検討結果を示す。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 2 】

以下、本発明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、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。また、以下に説明する各実施形態、変形例、その他の例等の各構成は、本発明を実施可能な範囲において、組み合わせたり、一部を置換したりできる。

30

【 0 0 2 3 】

（ 1 ） 空気調和装置の全体構成

空気調和装置（ 1 0 0 ）は、室内空間を空調する。空気調和装置（ 1 0 0 ）は、冷凍装置の一例である。図 1 に示すように、空気調和装置（ 1 0 0 ）は、室外ユニット（ 1 1 0 ）と室内ユニット（ 1 2 0 ）と液連絡管（ 1 0 2 ）とガス連絡管（ 1 0 3 ）とを備える。室外ユニット（ 1 1 0 ）と室内ユニット（ 1 2 0 ）とは、液連絡管（ 1 0 2 ）及びガス連絡管（ 1 0 3 ）を介して互いに接続される。これらが接続されることにより、冷媒回路（ 1 0 1 ）が構成される。冷媒回路（ 1 0 1 ）には、蒸気圧縮式の冷凍サイクルを行う冷媒が充填される。冷媒の詳細は後述する。冷媒回路（ 1 0 1 ）は、主として、圧縮機（ 1 1 5 ）と室外熱交換器（ 1 1 1 ）と膨張弁（ 1 1 3 ）と室内熱交換器（ 1 2 1 ）と四方切換弁（ 1 1 4 ）とを有する。

40

【 0 0 2 4 】

（ 1 - 1 ） 室外ユニット

室外ユニット（ 1 1 0 ）は、室外に設置される。室外ユニット（ 1 1 0 ）は、圧縮機（ 1 1 5 ）、室外熱交換器（ 1 1 1 ）、膨張弁（ 1 1 3 ）、四方切換弁（ 1 1 4 ）、及び室外ファン（ 1 1 2 ）を有する。

【 0 0 2 5 】

50

圧縮機（115）は、低圧のガス冷媒を吸入し、圧縮する。圧縮機（115）は、圧縮した冷媒を吐出する。圧縮機（115）は、インバータ回路から電動機へ電力が供給される、可変容量式である。言い換えると、圧縮機（115）は、電動機の運転周波数（回転数）が調節可能に構成される。

【0026】

室外熱交換器（111）は、室外ファン（112）が搬送する室外空気と、冷媒とを熱交換させる。室外ファン（112）は、室外熱交換器（111）を通過する室外空気を搬送する。

【0027】

膨張弁（113）は、冷媒を減圧する。膨張弁（113）は、開度が調節可能な電動膨張弁である。

【0028】

四方切換弁（114）は、第1ポート（P1）と第2ポート（P2）と第3ポート（P3）と第4ポート（P4）とを有する。第1ポート（P1）は圧縮機（115）の吐出部に繋がる。第2ポート（P2）は圧縮機（115）の吸入部に繋がる。第3ポート（P3）は室外熱交換器（111）のガス端部に繋がる。第4ポート（P4）はガス連絡管（103）に繋がる。四方切換弁（114）は、第1状態（図1の実線で示す状態）と、第2状態（図1の破線で示す状態）とに切り換わる。

【0029】

（1-2）室内ユニット

室内ユニット（120）は、室内に設置される。室内ユニット（120）は、主に室内熱交換器（121）および室内ファン（122）を有する。

【0030】

室内熱交換器（121）は、室内ファン（122）が搬送する室内空気と、冷媒とを熱交換させる。室内ファン（122）は、室外熱交換器（111）を通過する室外空気を搬送する。

【0031】

冷媒回路（101）は、四方切換弁（114）の切換に応じて第1冷凍サイクルと第2冷凍サイクルとを行う。第1冷凍サイクルは、室内熱交換器（121）を蒸発器とする冷凍サイクルである。第2冷凍サイクルは、室内熱交換器（121）を放熱器とする冷凍サイクルである。

【0032】

（1-3）制御部

図2に示すように空気調和装置（100）は、制御部（AC）を有する。制御部（AC）は、圧縮機（115）の運転を制御する。また、制御部（AC）は、空気調和装置（100）の各種の装置（膨張弁（113）、室内ファン（122）、室外ファン（112）など）の運転を制御する。制御部（AC）は、空気調和装置（100）の各種の機器と有線または無線により接続され、各種の機器の運転を制御する。制御部（AC）は、マイクロコンピュータ、および該マイクロコンピュータを動作させるためのソフトウェアを格納するメモリデバイスを有する。

【0033】

（2）圧縮機

本実施形態の圧縮機（115）は、スクロール圧縮機である。圧縮機（115）は、ケーシング（11）と、回転式の圧縮機構（30）と、圧縮機構（30）を回転駆動する駆動機構（20）とを備えている。圧縮機構（30）と駆動機構（20）はケーシング（11）に収容されている。

【0034】

（2-1）ケーシング

ケーシング（11）は、両端が閉塞された縦長円筒状の密閉容器で構成されている。ケーシング（11）の内部は、ケーシング（11）の内周面に接合された上部軸受ハウジング（50）によって上下に区画されている。上部軸受ハウジング（50）よりも上側の空間が上部空間部（15）を構成し、上部軸受ハウジング（50）よりも下側の空間が下部空間部（16

10

20

30

40

50

)を構成する。

【0035】

ケーシング(11)における下部空間部(16)の底部には、圧縮機(115)の摺動部分を潤滑する冷凍機油が貯留する油貯まり(17)が形成される。油貯まり(17)は圧縮機(115)内の冷凍機油がケーシング(11)の底部に溜まることで形成される。すなわち、油貯まり(17)の冷凍機油の油量は、ケーシング(11)内の環境や圧縮機の運転状態などで異なる。以下の説明において、冷媒回路(101)に封入される冷媒の一部が冷凍機油に溶けた状態または混合した状態の冷凍機油を単に冷凍機油と呼ぶ場合がある。

【0036】

ケーシング(11)には、吸入管(18)及び吐出管(19)が取り付けられている。吸入管(18)の一端部は、吸入管継手(47)に接続されている。吐出管(19)は、胴部(12)を貫通している。吐出管(19)の端部は、ケーシング(11)の下部空間部(16)に開口している。

10

【0037】

(2-2) 駆動機構

駆動機構(20)は、モータ(21)と、クランク軸(駆動軸)(23)とを備えている。モータ(21)は、ケーシング(11)の下部空間部(16)に收容されている。モータ(21)は、円筒状に形成されたステータ(21a)及びロータ(21b)を備えている。ステータ(21a)は、ケーシング(11)の内周面に固定されている。

20

【0038】

ステータ(21a)の中空部には、ロータ(21b)が配置されている。ロータ(21b)の中空部には、ロータ(21b)を貫通するようにクランク軸(23)が固定されており、ロータ(21b)とクランク軸(23)が一体で回転するようになっている。モータ(21)は、電動機の一例である。

【0039】

(2-3) 圧縮機構

圧縮機構(30)は、可動スクロール(35)と、固定スクロール(40)と、上部軸受ハウジング(50)とを備えた、いわゆるスクロール型の圧縮機構である。上部軸受ハウジング(50)及び固定スクロール(40)は、互いにボルトで締結されており、その間に可動スクロール(35)が收容されている。

30

【0040】

(2-3-1) 可動スクロール

可動スクロール(35)は、略円板状の可動側鏡板部(36)を有している。この可動側鏡板部(36)の上面に可動側ラップ(37)が立設している。この可動側ラップ(37)は、可動側鏡板部(36)の中心付近から径方向外方へ渦巻き状に延びる壁体である。また、可動側鏡板部(36)の下面にボス部(38)が突設されている。

【0041】

(2-3-2) 固定スクロール

固定スクロール(40)は、略円板状の固定側鏡板部(41)を有している。この固定側鏡板部(41)の下面に固定側ラップ(42)が立設している。この固定側ラップ(42)は、固定側鏡板部(41)の中心付近から径方向外方へ渦巻き状に延び、且つ可動スクロール(35)の可動側ラップ(37)と噛み合うように形成された壁体である。この固定側ラップ(42)と可動側ラップ(37)との間に圧縮室(31)が形成されている。

40

【0042】

固定スクロール(40)は、固定側ラップ(42)の最外周壁から径方向外方へ連続する外縁部(43)を有している。この外縁部(43)の下端面が上部軸受ハウジング(50)の上端面に固定される。また、この外縁部(43)には、上方へ開口する開口部(44)が形成されている。そして、この開口部(44)の内部と圧縮室(31)の最外周端とを連通する吸入ポート(34)が外縁部(43)に形成されている。この吸入ポート(34)は、圧縮室(31)の吸入位置に開口している。なお、この外縁部(43)の開口部(44)には、上

50

述した吸入管継手（４７）が接続されている。

【 ０ ０ ４ ３ 】

固定スクロール（４０）の固定側鏡板部（４１）には、固定側ラップ（４２）の中心付近に位置して上下方向へ貫通する吐出ポート（３２）が形成されている。この吐出ポート（３２）の下端は、圧縮室（３１）の吐出位置に開口している。吐出ポート（３２）の上端は、固定スクロール（４０）の上部に区画された吐出室（４６）に開口している。また、図示しないが、この吐出室（４６）は、ケーシング（１１）の下部空間部（１６）に連通している。

【 ０ ０ ４ ４ 】

（ ２ - ４ ） 上部軸受ハウジング

上部軸受ハウジング（５０）は、略円筒状に形成されている。上部軸受ハウジング（５０）の外周面は、その下側部分に対して上側部分が大径になるように形成されている。そして、この外周面の上側部分がケーシング（１１）の内周面に固定されている。

10

【 ０ ０ ４ ５ 】

上部軸受ハウジング（５０）は、ケーシング（１１）の内部を上下に区画する部材である。上部軸受ハウジング（５０）の中空部には、クランク軸（２３）が挿入されている。上部軸受ハウジング（５０）の中空部は、大径部と小径部とに分かれている。大径部は小径部よりも上側に配置される。大径部には後述するクランク室（５４）が形成される。小径部は、上部軸受部（５３）である。上部軸受部（５３）には、上部軸受（６２）が装着されている。

【 ０ ０ ４ ６ 】

（ ２ - ５ ） クランク室

クランク室（５４）は、上部軸受ハウジング（５０）の大径部と可動スクロール（３５）の背面とにより形成される空間である。クランク室（５４）には、可動スクロール（３５）のボス部（３８）が位置している。ボス部（３８）には、ピン軸受（６１）が装着されている。

20

【 ０ ０ ４ ７ 】

上部軸受ハウジング（５０）にはシール部材（５５）が設けられている。シール部材（５５）は、上部軸受ハウジング（５０）の上面と可動スクロール（３５）の背面との間に挟まれている。シール部材（５５）は、上部軸受ハウジング（５０）上面において大径部を囲うように設けられる。シール部材（５５）により、クランク室（５４）は、その外側の空間と仕切られる。

【 ０ ０ ４ ８ 】

（ ２ - ６ ） 下部軸受ハウジング

下部軸受ハウジング（２８）は、ケーシング（１１）における胴部（１２）の下端付近に設けられる。下部軸受ハウジング（２８）には、下部軸受ハウジング（２８）が固定されている。下部軸受ハウジング（２８）には、下部軸受（６３）が装着されている。

30

【 ０ ０ ４ ９ 】

（ ２ - ７ ） クランク軸

クランク軸（２３）は、主軸部（２４）と偏心部（２５）とを有する。主軸部（２４）は、上下方向に延びる。偏心部（２５）は、主軸部（２４）の上端側に設けられる。偏心部（２５）は、主軸部（２４）の最大径よりも小径に形成されている。偏心部（２５）の軸心は、主軸部（２４）の軸心に対して所定距離だけ偏心している。偏心部（２５）は、ボス部（３８）のピン軸受（６１）に係合している。これにより、クランク軸（２３）の回転駆動に伴って可動スクロール（３５）が公転運動する。クランク軸（２３）の主軸部（２４）の上端部分は、上部軸受ハウジング（５０）の上部軸受部（５３）の上部軸受（６２）に回転自在に支持されている。主軸部（２４）の下端部分は、下部軸受ハウジング（２８）の下部軸受（６３）に回転自在に支持されている。クランク軸（２３）は、駆動軸の一例である。

40

【 ０ ０ ５ ０ 】

（ ２ - ８ ） 給油機構

圧縮機（１１５）は、油貯まり（１７）の冷凍機油を摺動部に供給する給油機構（２９）を有する。給油機構（２９）は、給油路（２７）および給油ノズル（２６）を有する。

【 ０ ０ ５ １ 】

50

給油ノズル(26)は、クランク軸(23)の内部において軸心方向に沿って延びる。給油路(27)は、軸心方向に沿って延びる途中で、ピン軸受(61)、上部軸受(62)、及び下部軸受(63)に向かって分岐している。

【0052】

給油ノズル(26)は、クランク軸(23)の下端部に設けられている。給油ノズル(26)の吸込口(26a)は、ケーシング(11)の油貯まり(17)の冷凍機油を吸い上げる。吸込口(26a)の高さ位置は、油貯まり(17)の下部に位置する。油貯まり(17)の下部とは、下部空間部(16)の底面と油貯まり(17)に貯留する冷凍機油の油面との中間の高さ位置よりも下方を指す。冷凍機油の油面は、ケーシング(11)の油貯まり(17)の冷凍機油と冷媒ガスを含む気体との境界である。なお、冷凍機油の油面は、ケーシング(11)内の環境や圧縮機(115)の運転状態等によって変化するため、ここで定義される冷凍機油の油面の高さ位置は、油面の最も高い位置(すなわち、ケーシング(11)内に貯留した冷凍機油の油量が最大のときの油面の高さ位置)であってもよいし、油面の最も低い位置(すなわち、ケーシング(11)内に貯留した冷凍機油の油量が最小のときの油面の高さ位置)であってもよいし、圧縮機(115)の運転開始時の油貯まり(17)の油面の高さ位置であってもよい。また、油貯まり(17)が最大で下部空間部(16)の上端にまで形成されると想定される場合、上記定義される冷凍機油の油面の高さ位置は、下部空間部(16)の上端の高さ位置としてもよい。具体的に本実施形態形態では、給油ノズル(26)の高さ位置は、下部空間部(16)の底面から1mm~30mmであり、好ましくは10mm~20mmである。

10

20

【0053】

給油ノズル(26)の吐出口は、クランク軸(23)の内部に設けられた給油路(27)に接続されている。給油ノズル(26)によってケーシング(11)の油貯まり(17)から吸い上げられた冷凍機油は、ピン軸受(61)、上部軸受(62)、及び下部軸受(63)等の圧縮機(10)の摺動部分へ供給される。冷凍機油は、主に圧縮機(115)の摺動部分を潤滑するために用いられる。

【0054】

給油路(27)からピン軸受(61)と偏心部(25)との摺動面に供給された冷凍機油は、自重によって流下してクランク室(54)に流れ込む。したがって、このクランク室(54)は、ケーシング(11)の下部空間部(16)と同じ圧力となる。そして、このクランク室(54)の圧力が可動スクロール(35)の背面に作用して、可動スクロール(35)を固定スクロール(40)へ押し付ける。

30

【0055】

(3) 空気調和装置の運転

(3-1) 冷房運転

冷房運転では、制御部(AC)は四方切換弁(114)を第1状態とする。冷房運転では、制御部(AC)は、圧縮機(115)、室外ファン(112)、及び室内ファン(122)を運転し、膨張弁(113)の開度を調整する。

【0056】

冷房運転中の冷媒回路(101)は、室外熱交換器(111)が放熱器として機能し、室内熱交換器(121)が蒸発器として機能する冷凍サイクル(冷房サイクル)を行う。

40

【0057】

(3-2) 暖房運転

暖房運転では、制御部(AC)が四方切換弁(114)を第2状態とする。暖房運転では、制御部(AC)は、圧縮機(115)、室外ファン(112)、及び室内ファン(122)が運転し、膨張弁(113)の開度が調整される。

【0058】

暖房運転中の冷媒回路(101)は、室内熱交換器(121)が放熱器として機能し、室外熱交換器(111)が蒸発器として機能する冷凍サイクル(暖房サイクル)を行う。

【0059】

50

(4) 冷媒と冷凍機油

(4-1) 冷媒

本実施形態の冷媒は、ハイドロカーボン系冷媒である。ハイドロカーボン系冷媒は、ハイドロカーボン（炭化水素化合物）を主成分とする冷媒である。冷媒の主成分である炭化水素化合物の炭素数は、好ましくは1 - 8であり、より好ましくは1 - 5である。冷媒の主成分である炭化水素化合物は、例えば、メタン、エタン、プロパン、n - ブタン、イソブタン、n - ペンタン、イソペンタン、エチレン、およびプロピレンである。本実施形態の冷媒は、R 2 9 0である。

【0060】

(4-2) 冷凍機油

ここで説明する冷凍機油は冷媒を含まない。本実施形態では、冷媒が比較的溶けにくい冷凍機油が選択される。本実施形態の冷凍機油は、冷媒溶解度が50wt%以下である。冷媒溶解度は40wt%以下であってもよいし、30wt%以下であってもよい。なお、前記の冷媒溶解度の条件の一例としては、冷媒の凝縮飽和温度（Tc）が65、かつ、冷凍機油温度が67での冷媒の溶解度が37wt%、であってもよい。冷凍機油のさらに具体的な例としては、冷媒の凝縮飽和温度（Tc）が65、かつ、冷凍機油温度が67での冷媒の溶解度が37wt%となる冷凍機油が好ましい。なお、冷媒溶解度（wt%）は、冷凍機油に溶け込む冷媒量を示す。具体的に、冷媒溶解度は次式で表される。

$$\text{冷媒溶解度 (wt\%)} = \frac{\text{冷凍機油中の冷媒の重量 (wt)}}{\text{冷媒を含む冷凍機油の重量 (wt)}}$$

ここで、冷媒を含む冷凍機油の重量は、冷媒の重量と冷凍機油の重量との和である。

【0061】

冷凍機油は、ポリアルキレングリコール（PAG）を含む。PAGは、アルキレンオキサイドを付加重合させた化合物である。冷凍機油は、例えば、ポリエチレングリコール、ポリプロピレングリコール、または、ポリエチレングリコールとポリプロピレングリコールとの共重合化合物を含む。なお、冷凍機油には、添加剤（極圧剤、酸捕捉剤、酸化防止剤など）が含まれていてもよい。

【0062】

PAGは、水酸基の割合が全末端基に対して40モル%以上かつ90モル%以下であることが好ましい。例えばPAGがポリエチレングリコール（R1 - [CH₂CH₂O]_m - R2）である場合（R1は、水素原子、水酸基（-OH）、または炭素数1 - 8の炭化水素基またはアルコキシ基であり、R2は、水素原子、または炭素数1 - 8の炭化水素基またはアルコキシ基である）、末端基は、R1およびR2となる。水酸基の割合は、全てのR1およびR4の数に占める、水酸基を構成するR1およびR2の数の割合である。R1が水酸基である場合、または、R4が水素原子である場合に、末端基が水酸基となる。例えば、冷凍機油が組成物Aのみからなり、かつ、全ての組成物Aの分子に含まれるR1が炭化水素基であり、かつ、R4が水素原子である場合、R4を含む末端基は水酸基となり、水酸基率は50モル%となる。

【0063】

(5) 冷凍機油による摺動部分の潤滑について

圧縮機（115）は、2つの部材が互いに摺動する摺動部分を複数有する。具体的に、摺動部分は、上部軸受部（53）とクランク軸（23）とが互いに摺動する部分と、下部軸受（63）とクランク軸（23）とが互いに摺動する部分と、ピン軸受（61）とクランク軸（23）とが互いに摺動する部分を含む。

【0064】

給油機構（29）によって油貯まり（17）から搬送される冷凍機油が摺動部分に供給されることで、該摺動部分の焼き付けや摩耗が抑制される。しかし、冷凍機油の溶解度によって冷媒を含んだ冷凍機油の粘度は異なり、該粘度が高すぎたり低すぎたりすると摺動部分における2つの部材間の潤滑性または摺動性が低下する場合がある。そのため、摺動部分の潤滑性を向上させるためには、冷媒を含んだ冷凍機油の適切な粘度が求められる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 5 】

ここで、冷凍機油はその種類によって粘度や冷媒の溶けやすさは異なるため、冷凍機油を選定する際は、冷凍機油に冷媒が溶け込んだ状態または混合した状態の冷凍機油の粘度を考慮する必要がある。例えば、冷媒が比較的溶けにくい冷凍機油の場合、冷凍機油の粘度が比較的高くなる一方、摺動部分における冷凍機油のせん断抵抗も高くなってしまい、摺動部分での摺動性が低下するおそれがある。このように、冷媒が比較的溶けにくい冷凍機油は、圧縮機の潤滑油として利用には適しにくい。また、冷媒が比較的溶けやすい冷凍機油の場合、油貯まり(17)中の冷凍機油の温度(油温度)及び圧力に基づいて冷媒溶解度の理論値を求めることはできるが、空気調和装置の運転条件によっては、冷媒溶解度は理論値よりも高く(すなわち粘度が低く)なる場合があり、このような冷凍機油についても摺動部分の潤滑性が十分であるとは言えない。

10

【 0 0 6 6 】

このことに対して、本実施形態では冷媒溶解度が50wt%以下であり、空気調和装置(100)の所定の運転状態において、油貯まり(17)の下部がその上部よりも粘度の高い状態となる冷凍機油を採用した。これにより、摺動部分における潤滑性の低下を抑制することが知見として得られた。以下、所定の運転状態である第1運転について説明する。

【 0 0 6 7 】

(6) 第1運転

第1運転は、油貯まり(17)の上部よりも下部の方が冷凍機油の粘度が高くなる運転である。本実施形態の第1運転は、油貯まり(17)の油面の面積が、 141mm^2 以上 252mm^2 以下において、圧縮機(115)内に流入する冷媒の循環量が 0.3kg/秒 以上かつ 307kg/秒 以下となる運転である。このとき、圧縮機(115)内に流入する冷媒の循環量は、圧縮機(115)が単位時間あたりに冷媒を圧縮する量である。第1運転における冷媒の循環量は、好ましくは、 0.5kg/秒 以上かつ 250kg/秒 以下であり、より好ましくは、 2.3kg/秒 以上かつ 200kg/秒 以下であり、さらに好ましくは、 3.2kg/秒 以上かつ 136kg/秒 以下である。

20

【 0 0 6 8 】

また、第1運転は、油貯まり(17)の中の冷凍機油の少なくとも一部に複数の泡が発生することで白く変化する運転である。複数の泡の最小粒径は、給油ノズル(26)の吸込口(26a)の内径よりも小さい。言い換えると、給油ノズル(26)の吸込口(26a)の内径は、冷凍機油に発生する複数の泡の最小粒径よりも大きい。この第1運転は、制御部(AC)が圧縮機(115)の周波数や膨張弁(113)の開度等を制御することで行われる。

30

【 0 0 6 9 】

「冷凍機油の少なくとも一部が白く変化する」とは、冷凍機油の一部が白濁することを含む。また、「冷凍機油の一部が白く変化する」とは、冷凍機油が白く見えるように変化することを含む。「冷凍機油の一部が白く変化する」とは、油貯まり(17)の冷凍機油が透明な状態から白い濁りが発生する変化も含まれる。

【 0 0 7 0 】

また、第1運転では、空気調和装置(100)は、油貯まり(17)の上部よりも下部の方が冷凍機油の粘度の高い運転状態となるように制御される。油貯まり(17)の下部が上部よりも粘度が高くなるのは、冷媒の循環量が高くなると、油貯まり(17)の冷凍機油に溶け込んだ冷媒が、冷凍機油に均一に溶解する前に冷媒が冷凍機油中から放出されるため、油貯まり(17)の上部では冷媒の濃度が高く、下部では冷媒の濃度が低い状態になるため、冷媒溶解度の勾配が生じる。すなわち、油貯まり(17)における冷凍機油の粘度は、上部よりも下部のほうが高くなる。例えば、冷媒圧力が 1.9MPa 、かつ、冷凍機油の油温が 70 における油貯まり(17)の上部の粘度を基準値としたとき、下部の粘度は基準値よりも10%以上高い粘度を有する。具体的には、第1運転において、下部の粘度は基準値よりも40%~60%程度高い粘度を有する。

40

【 0 0 7 1 】

(7) 実験例

50

(7-1) 冷凍機油が白く変化する現象について

圧縮機(115)の回転数による冷凍機油の変化の違いについて検討を行った。冷媒をR290とし、冷凍機油をSUNICE P-60M5(日本サン石油株式会社製)とした。図示していないが、空気調和装置(100)の運転開始後、圧縮機(115)の回転数が11 rpsに達した時に冷凍機油の一部に白濁が見られた。

【0072】

図4は、空気調和装置(100)が定常状態になったときの冷凍機油の様子である。図4は、液面計内の冷凍機油の様子を示す写真である。定常状態は、圧縮機(115)内の温度および圧力が安定した状態で、かつ、吐出過熱度がある状態である。具体的に、凝縮飽和温度(T_c)、蒸発飽和温度(T_e)、過冷却度(SC)、過熱度(SH)は、それぞれ

10

【0073】

(7-2) 冷凍機油の粘度について

圧縮機(115)の回転数による冷凍機油の粘度の違いについて検討を行った。冷媒および冷凍機油は上記と同じである。定常状態($T_c = 50$ 、 $T_e = 0$ 、 $SC = 4$ K、 $SH = 3$ K)のときの各回転数、粘度の理論値、および粘度の実測値を求めた。粘度の理論値と実測値は既知の方法で求めることができる。

20

【0074】

粘度の実測値の理論値に対する割合を評価した。粘度の実測値が理論値に近いほど(すなわち実測値の理論値に対する割合が1に近いほど)、実測値と理論値との差は小さく、実際の粘度(実測値)の信用性は高いことがいえる。図5に示すように、圧縮機(115)の回転数が40 rps以上において、粘度の実測値の理論値に対する割合はいずれも2を下回っており、実際の粘度は、理論値に比べて比較的高くないことがわかる。

【0075】

(7-3) 摺動部分における潤滑性について

圧縮機(115)の摺動部の磨耗量は、密閉ファレックス摩耗試験によって測定された。ファレックス試験で使用したピンは、FC250 鋳鉄であり、Vブロック材はA390 アルミニウム合金である。ピンおよびVブロック材は、以下のようにファレックス試験機にセットした。冷凍機油に浸漬させたVブロック材に冷媒を吹き込んだ後、該Vブロック材をピンに押し付けてピンを回転させることにより、ピンおよびVブロック材の磨耗量を測定した。

30

【0076】

試験条件は、図6に示す通りである。具体的に、試験条件は、荷重が667 N、回転数が290 rpm、冷凍機油の温度が80、試験時間が60分、冷媒の吹き込み量が10リットル/分である。比較対象の冷媒はR410A、および冷凍機油はFVC68D(出光興産株式会社製)である。試験を複数回実施し、ピンおよびVブロック材の磨耗量を測定した。図6に示すように、本実施形態の冷凍機油では比較対象のそれよりも磨耗量が低減されていることがわかった。

40

【0077】

(8) 特徴

(8-1) 特徴1

本実施形態の空気調和装置(100)は、圧縮機(115)は、ケーシング(11)と、ケーシング(11)内に配置される電動機(21)と、ケーシング(11)の長手方向に沿って延び、電動機(21)に駆動される駆動軸(23)と、駆動軸(23)と連結する圧縮機構(30)と、ケーシング(11)の底部に形成される油貯まり(17)に貯留する冷凍機油を所定の摺動部分に搬送する給油機構(29)とを備え、冷凍機油は、冷媒と、冷媒溶解度が50 wt%以下の冷凍機油とを含む。

50

【0078】

冷媒と冷凍機油（ここでは冷媒が溶けていない状態）との組み合わせにおいて、冷媒の溶解度が50wt%以下となる冷媒と冷凍機油とを選択することで、冷媒の冷凍機油への溶け込みが抑えられ、冷媒が溶解した冷凍機油の粘度低下を抑えることができる。これにより、粘度低下が抑えられた冷凍機油が摺動部分へ供給されるため、摺動部分における潤滑性を確保できる。

【0079】

(8-2) 特徴2

本実施形態では、給油機構(29)には、油溜まり(17)の下部に配置され、冷凍機油を吸い上げる吸込口(26a)が設けられる。空気調和装置(100)は、油溜まり(17)の上部よりも下部の方が冷凍機油の粘度が高くなる第1運転を実行する。

10

【0080】

上述の通り、本実施形態の冷媒と冷凍機油との組み合わせでは、油溜まり(17)において粘度勾配が生じ、油溜まり(17)の下部の冷凍機油の粘度は上部の冷凍機油よりも高くなるという知見に基づいて、給油機構(29)の吸込口(26a)を油溜まり(17)の下部に配置した。このことで、給油機構(29)は比較的粘度の高い冷凍機油を吸い上げることができ、摺動部分における潤滑性を確保できる。

【0081】

加えて、冷媒の方が冷凍機油よりも比重が高い場合において、該冷媒が冷凍機油に溶けにくいと油溜まりにおいて冷媒と冷凍機油とが分離し、冷媒は油だまりの下部に溜まるため、吸込口(26a)は冷凍機油よりも冷媒を多く吸い上げてしまう結果、摺動部分の潤滑不良が生じるが、本実施形態の冷媒と冷凍機油との組み合わせによると、冷媒の比重は冷凍機油の比重よりも高くない、かつ、油溜まり(17)において冷媒と油だまりとの分離が抑制されるため、上述のような摺動部分の潤滑不良が生じることを抑制できる。

20

【0082】

(8-3) 特徴3

本実施形態の空気調和装置(100)は、油溜まり(17)の油面の面積が 141mm^2 以上 252mm^2 以下において、圧縮機(115)内に流入する冷媒の循環量が、 0.3kg/秒 以上かつ 307kg/秒 以下となる第1運転を実行する。

【0083】

この運転条件により、油溜まり(17)において上部よりも下部の方の冷凍機油の粘度を高くなる粘度勾配を形成できる。

30

【0084】

(8-4) 特徴4

本実施形態の第1運転は、油溜まり(17)の少なくとも一部に複数の泡が発生することで冷凍機油が白く変化する運転であり、複数の泡の最小粒径は、吸込口(26a)の内径よりも小さい。この状態において、油溜まり(17)では、上部から下部に向かって粘度が高くなる冷凍機油の粘度勾配を形成できる。

【0085】

(8-5) 特徴5

本実施形態の冷凍機油は、ポリアルキレングリコール(PAG)を含む。これにより、冷媒の溶解度の比較的低い冷凍機油を得ることができる。

40

【0086】

(8-6) 特徴6

本実施形態の冷凍機油は、水酸基の割合が全末端基に対して40モル%以上かつ90モル%以下であるポリアルキレングリコール(PAG)を含む。

【0087】

冷凍機油の水酸基率が40モル%以下の範囲では磨耗量が高く、冷凍機油の水酸基率が40モル%まで上昇するに従って磨耗量は減少することが知見として得られている。これによると、磨耗量が十分に低減されるための条件として、冷凍機油の水酸基率は、40モ

50

ル%以上であることが好ましい。また、冷凍機油の水酸基率は90モル%を超えると、油貯まり(17)中の冷凍機油の濃度が高くなり、圧縮機に冷凍機油が戻りにくくなるということが確認されている。そのため、冷凍機油の水酸基率は90モル%以下であることが好ましい。

【0088】

(8-7)特徴7

本実施形態の冷媒は、ハイドロカーボンである。冷凍機油の溶解度は比較的低いため、冷媒回路(101)に封入する冷媒量を低下できる。

【0089】

(9)その他の実施形態

上記実施形態は、以下のように構成されてもよい。

【0090】

第1運転では、油貯まり(17)の冷凍機油中に溶けていない冷媒が存在してもよい。このように油貯まり(17)において冷凍機油に溶けずに該冷凍機油に混合され冷媒が存在することで、第1運転を行うことにより冷凍機油の一部が白く変化する。このことにより、油貯まり(17)では、上部から下部に向かって粘度が高くなる冷凍機油の粘度勾配が形成される。

【0091】

ハイドロカーボン系冷媒は、炭化水素化合物のみからなる冷媒でもよく、炭化水素化合物と、炭化水素化合物以外の冷媒との混合物であってもよい。炭化水素化合物以外の冷媒は、例えば、R-134aなどのフッ素含有冷媒、および二酸化炭素である。炭化水素系冷媒が、炭化水素化合物以外の冷媒を含む場合、炭化水素化合物の含有量は50wt%以上、60wt%以上、70wt%以上、80wt%以上、または90wt%以上である。炭化水素系冷媒は、1種のみ炭化水素化合物を含んでもよく、2種以上の炭化水素化合物を含んでもよい。

【0092】

冷凍機油は、PAGのみからなる冷媒でもよく、PAGと、PAG以外の潤滑油との混合物であってもよい。PAG以外の潤滑油は、例えば、鉱油およびアルキルベンゼンである。冷凍機油が、PAG以外の潤滑油を含む場合、PAGの含有量は50wt%以上、60wt%以上、70wt%以上、80wt%以上、または90wt%以上である。冷凍機油は、1種のみPAGを含んでもよく、2種以上のPAGを含んでもよい。

【0093】

冷凍機油がポリプロピレングリコール($R_3 - [CH(CH_3)CH_2O]_n - R_4$)の場合、末端基は、ポリプロピレングリコールの化学式に含まれる R_3 、 R_4 、および、繰り返し単位 $[CH(CH_3)CH_2O]_n$ に含まれるメチル基である。この場合、水酸基率は、全ての R_3 、 R_4 およびメチル基の数に占める、水酸基を構成する R_3 および R_4 の数の割合である。 R_3 が水酸基である場合、または、 R_4 が水素原子である場合に、末端基が水酸基となる。また、冷凍機油がポリエチレングリコールとポリプロピレングリコールとの共重合体($R_5 - [CH_2CH_2O]_m - [CH(CH_3)CH_2O]_n - R_6$)の場合、末端基は、該共重合体の化学式に含まれる R_5 、 R_6 、および、繰り返し単位 $[CH(CH_3)CH_2O]_p$ に含まれるメチル基である。この場合、水酸基率は、全ての R_5 、 R_6 およびメチル基の数に占める、水酸基を構成する R_5 および R_6 の数の割合である。 R_5 が水酸基である場合、または、 R_6 が水素原子である場合に、末端基が水酸基となる。なお、 R_3 および R_5 は、水素原子、水酸基(-OH)、または炭素数1-8の炭化水素基またはアルコキシ基であり、 R_4 および R_6 は、水素原子、または炭素数1-8の炭化水素基またはアルコキシ基である。

【0094】

上記実施形態の圧縮機は、ロータリー式またはスクリー式の圧縮機であってもよい。

【0095】

上記実施形態の第1運転は、圧縮機(115)の回転数が11rps以上となる運転であ

10

20

30

40

50

ってもよい。このとき、油貯まり（17）の冷凍機油の一部が白く変化する。また、第1運転では、圧縮機（115）の回転数は、15 rps以上、30 rps以上、50 rps以上、または70 rps以上であってもよい。

【0096】

上記実施形態において、第1運転において発生する油貯まり（17）の複数の泡は、冷凍機油中に存在する液冷媒またはガス冷媒によるものである。

【0097】

以上、実施形態および変形例を説明したが、特許請求の範囲の趣旨および範囲から逸脱することなく、形態や詳細の多様な変更が可能なが理解されるであろう。また、以上の実施形態および変形例は、本開示の対象の機能を損なわない限り、適宜組み合わせたり、置換したりしてもよい。以上に述べた「第1」、「第2」という記載は、これらの記載が付与された語句を区別するために用いられており、その語句の数や順序までも限定するものではない。

10

【産業上の利用可能性】

【0098】

以上説明したように、本開示は、冷凍装置について有用である。

【符号の説明】

【0099】

- 11 ケーシング
- 21 モータ（電動機）
- 23 クランク軸（駆動軸）
- 26a 吸込口
- 29 給油機構
- 30 圧縮機構
- 100 空気調和装置（冷凍装置）
- 101 冷媒回路
- 115 圧縮機

20

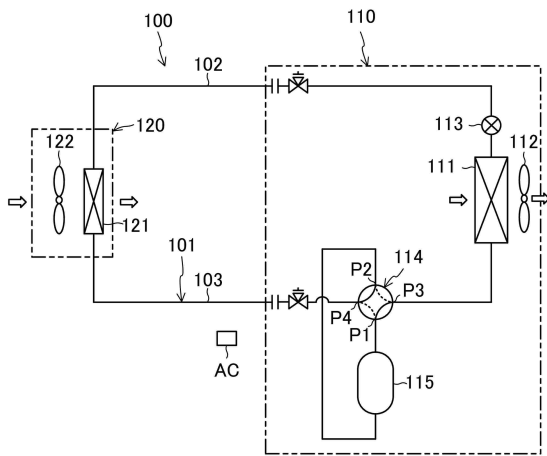
30

40

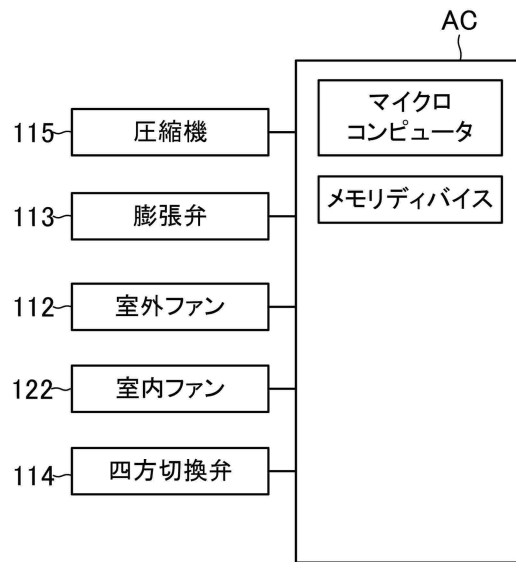
50

【図面】

【図 1】



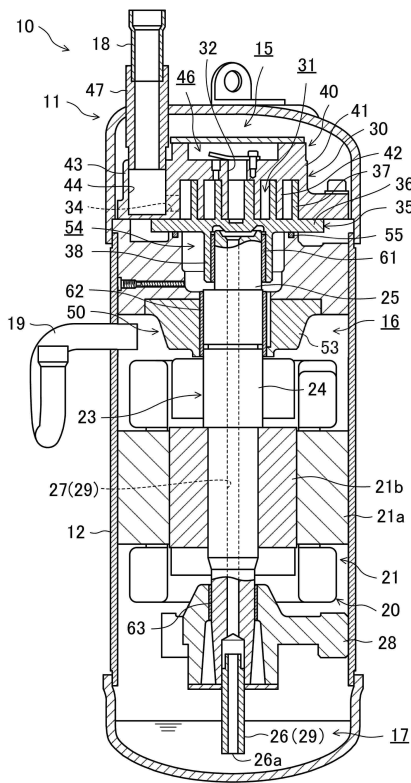
【図 2】



10

20

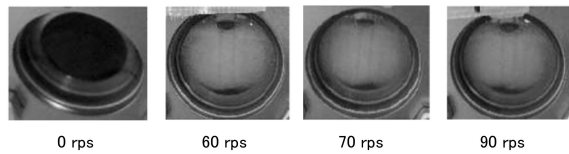
【図 3】



30

40

【図 4】



50

【 図 5 】

rpm	40	70	90
粘度の実測値／ 粘度の理論値	1.8	1.5	1.5

【 図 6 】

冷媒	R410	R290
冷凍機油	FV68D	SUNICE P-60M5
摩耗量	11.2mg	4.4mg

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 大阪府大阪市北区梅田一丁目13番1号 大阪梅田ツインタワーズ・サウス ダイキン工業株式会社
内
- (72)発明者 宮澤 金敬
大阪府大阪市北区梅田一丁目13番1号 大阪梅田ツインタワーズ・サウス ダイキン工業株式会社
内
- (72)発明者 前島 有希子
大阪府大阪市北区梅田一丁目13番1号 大阪梅田ツインタワーズ・サウス ダイキン工業株式会社
内
- (72)発明者 新宅 遥
大阪府大阪市北区梅田一丁目13番1号 大阪梅田ツインタワーズ・サウス ダイキン工業株式会社
内
- 審査官 森 秀太
- (56)参考文献 特開2023-122122(JP, A)
特開2017-089468(JP, A)
国際公開第2021/084569(WO, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F04C29/02
F04C29/00
C09K 5/04
F25B 1/00