

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年11月23日(23.11.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/199516 A1

- (51) 国際特許分類:
F25B 1/00 (2006.01) *C10N 30/00* (2006.01)
C09K 5/04 (2006.01) *C10N 30/04* (2006.01)
C10M 105/38 (2006.01) *C10N 40/30* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/007091
- (22) 国際出願日: 2017年2月24日(24.02.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
 特願 2016-098626 2016年5月17日(17.05.2016) JP
- (71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者:水野 康太(MIZUNO, Kota); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 杉浦 幹一郎(SUGIURA, Kanichiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 松永 訓明(MATSUNAGA, Noriaki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 平川 寛(HIRAKAWA,

Yutaka); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人:特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目2番7号 中之島セントラルタワー Osaka (JP).

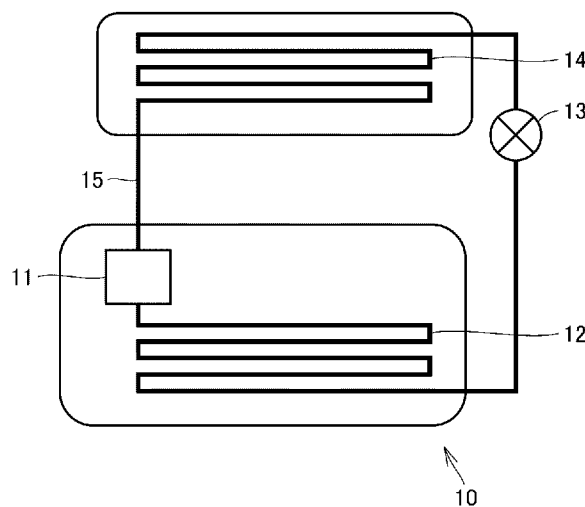
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,

(54) Title: REFRIGERATION CYCLE DEVICE

(54) 発明の名称: 冷凍サイクル装置

FIG.1



(57) Abstract: This refrigeration cycle device comprises a refrigerant circuit that includes a compressor, a condenser, and an evaporator. A refrigerant is sealed in the refrigerant circuit. The compressor is filled with refrigeration oil. In an electric motor unit of the compressor, an insulating material that contains a polyester resin is immersed in the refrigeration oil. The solubility parameter for the mixture of refrigerant and refrigeration oil is 8.2 to 9.0, inclusive. The refrigeration oil is a polyol ester oil. The polyol ester oil is a product of an ester reaction of a fatty acid with at least one of pentaerythritol and neopentyl glycol, where the fatty acid has 4 to 9 carbon atoms, inclusive. The ratio of straight-chain fatty acid contained in the fatty acid is 10 mass% to 70 mass%, inclusive.



WO 2017/199516 A1

LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：本発明の冷凍サイクル装置は、圧縮機、凝縮機および蒸発機を含む冷媒回路を備える。冷媒回路内に冷媒が封入されている。圧縮機内に冷凍機油が充填されている。圧縮機の電動機部において、冷凍機油中にポリエステル系樹脂を含む絶縁材料が浸漬されている。冷媒と冷凍機油との混合物の溶解性パラメータが8.2以上9.0以下である。冷凍機油がポリオールエステル油である。ポリオールエステル油は、ペンタエリスリトールおよびネオペンチルグリコールの少なくともいずれかと脂肪酸とのエステル反応生成物であって、脂肪酸の炭素数は4以上9以下である。脂肪酸に含まれる直鎖脂肪酸の比率が10質量%以上70質量%以下である。

明 細 書

発明の名称： 冷凍サイクル装置

技術分野

[0001] 本発明は、冷凍サイクル装置に関する。

背景技術

[0002] 地球温暖化防止対策の一環として、空気調和機などの冷凍サイクルを構成する装置（冷凍サイクル装置）に使用される冷媒（作動流体）を、従来主として使用されてきたHFC-410A冷媒から、より地球温暖化係数（GWP：Global Warming Potential）が低い冷媒へ代替することが検討されている。

[0003] HFC-410Aの主成分の一つであるHFC-32は、HFC-410AのGWP（2090）よりも低いGWP（675）を有している。また、HFC-32の理論COP（成績係数）や熱伝達率が比較的高く、冷媒の圧力損失も低いため、冷凍サイクルに使用した場合にエネルギー効率が高いという特性を備えている。このため、HFC-32は、代替冷媒として導入が進められている。

[0004] しかしながら、HFC-32の熱特性から、冷媒としてHFC-32を用いた場合、冷凍サイクル装置を構成する圧縮機の内部温度が従来よりも高くなる傾向がある。例えば、圧縮機の圧縮機構部を回転駆動させる電動機部の温度は、従来冷媒のHFC-410Aを用いた場合は90℃であるのに対して、HFC-32を用いた場合は最高で130℃程度まで上昇することがある。

[0005] このため、HFC-32が用いられる圧縮機では、冷凍機油や絶縁材料等の有機材料に対して、より高いレベルの化学的安定性（耐熱性、耐油性、耐湿性等）が要求される（特許文献2参照）。

[0006] このような状況下で、低GWP冷媒を用いた圧縮機については、以下のような技術がある。

[0007] 特許文献1（特開平7-188687号公報）には、ハイドロフルオロアルカン冷媒（HFC-32冷媒）と相溶性の優れた冷凍機油として、脂肪酸と脂肪族アルコールとから形成される脂肪族エステルであって、溶解度パラメータが8.8以上、末端アルキル基の炭素数が直鎖部分で炭素数6以下で、かつ分子量が900以下のエステル油を使用した冷凍機油が開示されている。

[0008] 特許文献2（特開2015-172204号公報）には、水酸基価が15mg KOH/g以下である、ポリオキシアルキレングリコール類、ポリビニルエーテル類、ポリオキシアルキレングリコールまたはそのモノエーテルとポリビニルエーテルとの共重合体、およびポリオールエステル類の中から選ばれる少なくとも1種からなる含酸素有機化合物を基油として用いる潤滑油組成物が開示される。この潤滑油組成物は、冷媒として炭素数1~3の飽和フッ化炭化水素を含む冷媒を用いた場合でも、熱安定性および化学安定性に優れる旨が記載されている。

[0009] また、特許文献3（特開2015-168769号公報）には、（1）オイル中へのオリゴマー溶出試験において、オリゴマーの溶出量が特定範囲であり、かつ、（2）ポリエステルフィルムの表面をフーリエ変換型赤外分光法（FT-IR）にて測定したとき、特定の2つの波長の各々について観察されるスペクトル強度の比率が特定範囲にある、ポリエステルフィルムを、圧縮機の絶縁材料として用いることが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開平7-188687号公報

特許文献2：特開2015-172204号公報

特許文献3：特開2015-168769号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0011] 本発明者らは、絶縁材料としてポリエチレンテレフタレート（PET）フィルムを用い、冷媒としてHFC-32を用いた圧縮機を作製し、試運転を行った。その結果、冷凍サイクルの絞り部等に異物（スラッジ）が析出し、目詰まりを引き起こすことで、機器が停止する場合があった。
- [0012] 本発明者らは、原因を調査するために、目詰まりの原因となったスラッジ成分を赤外分光法によって調べたところ、スラッジ成分はPETであることが分かった。
- [0013] HFC-32の特性から、HFC-32を冷媒として用いると、圧縮機の電動機部の温度が高くなることが分かっている。電動機部が高温であるため、PETフィルムが冷媒／冷凍機油混合物に曝されたときに、PETフィルム中に含まれるオリゴマーは冷媒／冷凍機油混合物中へ溶出しやすくなる。
- [0014] 一方、HFC-32の特性から、蒸発機の温度は20℃程度低くなることも分かっている。このため、電動機部で溶出したオリゴマーは、低温部では冷媒／冷凍機油混合物中に溶解できなくなり、析出してしまふ。このようにして、冷凍サイクルに動作不良が生じることが分かった。
- [0015] 本発明は、上記の課題に鑑み、冷凍サイクル内で高分子オリゴマーが析出しにくく、動作不良を起こさない冷凍サイクル装置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

- [0016] 本発明の冷凍サイクル装置は、圧縮機、凝縮機および蒸発機を含む冷媒回路と、電動機部と、を備える。冷媒回路内に冷媒が封入されている。圧縮機内に冷凍機油が充填されている。冷凍機油中に電動機部に用いられるポリエステル系樹脂を含む絶縁材料が浸漬されている。冷媒と冷凍機油との混合物の溶解性パラメータが8.2以上9.0以下である。冷凍機油がポリオールエステル油である。ポリオールエステル油は、ペンタエリスリトールおよびネオペンチルグリコールの少なくともいずれかと脂肪酸とのエステル反応生成物であって、脂肪酸の炭素数は4以上9以下である。脂肪酸に含まれる直鎖脂肪酸の比率が10質量%以上70質量%以下である。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、冷凍サイクル内で高分子オリゴマーが析出しにくく、動作不良を起こさない冷凍サイクル装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]実施の形態1の冷凍サイクル装置の一例の基本構成を示す模式図である。

[図2]実施の形態1に用いられる圧縮機の一例の断面図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。なお、図面において、同一の参照符号は、同一部分または相当部分を表す。

[0020] 実施の形態1.

まず、実施の形態1の冷凍サイクル装置の構成等を説明する前に、冷凍サイクル装置の絞り部の閉塞の原因となる高分子オリゴマーの析出を抑制するメカニズムについて説明する。なお、「絞り部」とは、圧縮機内の細管およびキャピラリーチューブ等の冷媒回路内の狭小部を意味する。

[0021] 閉塞の原因となる高分子オリゴマーは、電動機等の絶縁に使われる高分子材料に含まれている。電動機部は、冷凍サイクル装置内において比較的高温である。このため、電動機部においては、オリゴマーが高分子材料（ポリエステル系樹脂）から冷媒と冷凍機油との混合物（冷媒／冷凍機油混合物）に溶出しやすい。

[0022] 冷媒／冷凍機油混合物に溶出したオリゴマーは、この混合物と共に冷凍サイクル（冷媒回路）内を循環する。オリゴマーを含む混合物が、冷凍サイクル内において低温部である蒸発機を通過すると、低温のため冷媒／冷凍機油混合物に対するオリゴマーの溶解性が極端に低くなり、混合物中からオリゴマーが析出する。その結果、析出したオリゴマーが絞り部を閉塞してしまう。

[0023] 本実施の形態においては、高温部でオリゴマーが冷媒／冷凍機油混合物に溶出せず、低温部でオリゴマーが冷媒／冷凍機油混合物から析出しないよ

うにするため、主に特定の冷凍機油を選択して、冷媒／冷凍機油混合物のSP値（溶解性パラメータ）が8.2以上9.0以下となるように調整している。

[0024] SP値は2つの成分の混ざりやすさを表す数値であり、2成分のSP値の差が小さいほど2つの成分の相互の溶解性が高くなる。例えば、絶縁材料に用いられるポリエチレンテレフタレートのSP値は10.7であり、このSP値と冷媒／冷凍機油混合物のSP値の差を調整することでオリゴマーの溶出量を調整することができる。なお、PENのSP値は10.9であり、PBTのSP値は10.0である。

[0025] 冷凍サイクル内（蒸発器等の内部）での高分子オリゴマーの析出を抑制し、動作不良の発生を抑制するためには、高温部で、オリゴマーが冷媒／冷凍機油混合物中に溶出しにくく、低温部で、オリゴマーが析出しにくい（オリゴマーが溶解された状態が維持されやすい）ようにする必要がある。

[0026] ここで、冷媒／冷凍機油混合物のSP値とポリエステル系樹脂のSP値との差が特定の値よりも小さくなると、高温部で、ポリエステル系樹脂のオリゴマーの冷媒／冷凍機油混合物への溶出量が多くなり、冷媒／冷凍機油混合物中のオリゴマー濃度が高くなってしまふ。一方、冷媒／冷凍機油混合物のSP値とポリエステル系樹脂のSP値との差が特定の値よりも大きくなると、オリゴマーの冷媒／冷凍機油混合物への溶解性が低くなり、低温部でオリゴマーが析出しやすくなるからである。

[0027] このような観点から、本実施の形態においては、後述する実施例（試験例）の実験結果に基づいて、冷媒／冷凍機油混合物のSP値の範囲を8.2以上9.0以下と規定している。

[0028] なお、SP値は、電動機部の条件を元に基準とした。電動機部の条件は、具体的には、90℃以上130℃以下の温度条件、および、1.9MPa以上4.5MPa以下の圧力条件であり、例えば、130℃の温度条件、および、4.5MPaの圧力条件である。

[0029] 圧縮機の電動機内に充填された冷凍機油は、冷媒とともに（冷媒／冷凍機

油混合物として)、冷媒回路を循環して圧縮機に戻ってくる。冷媒/冷凍機油混合物(冷媒と冷凍機油との混合物)の溶解性パラメータは、冷媒と冷凍機油の種類だけではなく、冷媒と冷凍機油との混合比によっても変化する。

[0030] そして、その混合比は、冷媒回路を循環している間で一定ではなく、冷媒回路内の温度と圧力の条件によって変化するが、温度と圧力が決まれば混合比は定まる。このため、上記の特定の温度および圧力条件において、冷媒と冷凍機油との混合物の溶解性パラメータの範囲(8.2以上9.0以下)を規定している。なお、上記の温度条件および圧力条件は、最もオリゴマーが冷媒/冷凍機油混合物中に溶出しやすい電動機内における一般的な条件に相当する。

[0031] なお、冷凍サイクル内での高分子オリゴマーの析出が抑制され、動作不良が抑制された冷凍サイクル装置を提供するためには、オリゴマーを含まない高分子材料を用いることも考えられる。しかし、この場合は、オリゴマーを含まない高分子材料の作製に高度な精製技術とコストを要するという問題がある。これに比べ、本実施の形態の冷凍サイクル装置は、簡便に低コストで作製することができる。

[0032] (冷凍サイクル装置)

本実施の形態の冷凍サイクル装置は、圧縮機、凝縮機および蒸発機を含む冷媒回路を備える。冷媒回路内に冷媒が封入されている。圧縮機内に冷凍機油が充填されている。冷凍機油中にポリエステル系樹脂を含む絶縁材料が浸漬されている。

[0033] 図1は、本発明の実施の形態1に係わる冷凍サイクル装置の一例の基本構成を示すものである。

[0034] 図1において、冷凍サイクル装置10は、冷媒を圧縮する圧縮機11と、圧縮機11から吐出された冷媒を凝縮する凝縮機12と、凝縮機12から流出した冷媒を膨張させる膨張弁13と、膨張弁13から流出した冷媒を蒸発させる蒸発機14と、これらを接続して、冷媒を循環させる冷媒配管15と、を有している。これらが冷媒回路を構成し、冷媒回路内に冷媒が封入され

ている。

[0035] なお、冷媒配管15としては、例えば、内径1mmのキャピラリーチューブが用いられる。また、必要に応じて、冷媒の流れ方向を変更する切り替え弁（例えば、四方弁）、凝縮機12や蒸発機14に向けて冷媒等を送風するための送風機などがさらに設けられていてもよい。

[0036] 蒸発機14の温度は、 -35°C ～ -25°C 程度であり、HFC-32を使用した場合に特に低温になりやすい。このため、冷媒／冷凍機油混合物に溶解したオリゴマーは、蒸発機14の内部で析出しやすい。

[0037] （圧縮機）

図2は、本実施の形態に用いられる圧縮機の一例の断面図である。図2に示されるように、密閉容器21には、冷媒を圧縮するための圧縮機構部22と、圧縮機構部22を回転駆動させる電動機部23とが設置されている。

[0038] 密閉容器21の底部には、圧縮機構部22を円滑に回転させるための潤滑剤である冷凍機油を貯留するための油溜まり24が設けられている。冷凍機油は、圧縮機構部22によって圧縮された高温高圧の冷媒と共に、吐出口25から吐出される。このため、電動機部23は、高温高圧の冷媒および冷凍機油混合物に曝される。

[0039] （電動機）

電動機部23は、密閉容器に固定された固定子26と、固定子26に包囲されて回転する回転子27とを有し、回転子27には、圧縮機構部を駆動する駆動軸28が設置されている。

[0040] 回転子27は、筒状であり、バックヨーク部から中心に向かって突出する複数のティース部（図示せず）と、ティース部に絶縁材（インシュレータ）を介して巻線が設けられている。

[0041] 絶縁材料は、ポリエステル系樹脂を含む。ポリエステル系樹脂としては、例えば、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（PEN）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）などが挙げられる。なお、絶縁材料中に含まれるオリゴマーの含有量は、特に制限されない。

[0042] ポリエステル系樹脂は、PET、PENおよびPBTからなる群から選択される少なくとも1種であることが好ましい。これらの樹脂については、SP値が近似しているため、PETについて実験的に規定された冷媒／冷凍機油混合物のSP値の範囲（8.2以上9.0以下）を満たせば、同様に本発明の効果が得られるためである。

[0043] 電動機の圧力（内部圧力）は、1.9MPa以上4.5MPa以下であり、暖房運転時には冷房運転時よりも低くなる。

[0044] また、電動機内の最高温度は、90℃以上130℃以下の範囲である。冷媒としてHFC-32を使用した場合に、特に電動機内の最高温度が高くなる傾向があり、絶縁材料に含まれるポリエステル系樹脂のオリゴマーが冷媒／冷凍機油混合物に溶解しやすくなる。

[0045] （冷媒）

冷媒は、ジフルオロメタン（HFC-32）およびハイドロフルオロオレフィン（HFO）系冷媒の少なくとも1種の冷媒であることが好ましい。冷媒が、HFC-32とHFO系冷媒の混合物である場合、HFC-32に対するハイドロフルオロオレフィン系冷媒の比率が10～70質量%であることが好ましい。ただし、この場合でも、冷媒が他の成分を含んでいてもよく、例えば、10質量%以下のペンタフルオロエタン（HFC-125）を含んでいてもよい。冷媒は、好ましくはHFC-32のみからなる冷媒である。

[0046] HFO系冷媒としては、例えば、2,3,3,3-テトラフルオロ-1-プロペン（HFO-1234yf）、トランス-1,3,3,3-テトラフルオロプロペン（HFO-1234ze）、トランス-1,2-ジフルオロエチレン（HFO-1132（E））、1,1-ジフルオロエチレン（HFO-1132a）、シス-1,2-ジフルオロエチレン（HFO-1132（Z））、フルオロエチレン（HFO-1141）、1,1,2-トリフルオロエチレン（HFO-1123）などが挙げられる。なお、HFO系冷媒は、1種のHFO系冷媒であってもよく、複数のHFO系冷媒からなる混

合冷媒であってもよい。

[0047] (冷凍機油)

冷凍機油としては、温度が90℃以上130℃以下であり、圧力が1.9 MPa以上4.5 MPa以下である場合（電動機部23内の条件）において、冷媒／冷凍機油の混合物の溶解性パラメータ（SP値）が8.2以上9.0以下となるような冷凍機油が選定される。

[0048] 具体的な冷凍機油としては、例えば、ポリオールエステル油（POE油）、ポリビニルエーテル油（PVE油）、アルキルベンゼン油（AB油）、ポリアルキレングリコール油（PAG油）、ポリ α オレフィン油（PAO油）、ナフテン系鉱油、および、パラフィン系鉱油から選択される少なくとも1種の冷凍機油が挙げられる。

[0049] これらの冷凍機油の中でも、極性の高いPOE油またはAB油を用いることが好ましい。冷媒／冷凍機油の混合物のSP値を8.2以上9.0以下の範囲にするのに適しているからである。

[0050] POE油は、多価アルコールと脂肪酸とのエステル反応生成物、すなわち、多価アルコールに由来する基と脂肪酸に由来する基とがエステル結合により結合してなるエステル化合物である。

[0051] 上記多価アルコールは、ペンタエリスリトールおよびネオペンチルグリコールの少なくともいずれかであることが好ましい。圧縮機用潤滑剤として適切な粘度範囲になるからである。

[0052] 上記脂肪酸の炭素数は4以上9以下であることが好ましい。圧縮機用潤滑剤として適切な粘度範囲になるからである。また、上記脂肪酸に含まれる直鎖脂肪酸の比率が10質量%以上70質量%以下であることが好ましい。これによって、冷媒／冷凍機油の混合物のSP値の範囲が8.2以上9.0以下になるからである。

[0053] 直鎖脂肪酸としては、例えば、ブタン酸、ペンタン酸、ヘキサン酸、ヘプタン酸、オクタン酸、ノナン酸などが挙げられる。これらの脂肪酸を用いることで上記エステル化合物のSP値を高く（例えば、9.3～10.0）す

ることができる。

[0054] 上記脂肪酸のうち上記直鎖脂肪酸以外の成分は、分岐脂肪酸でよい。分岐脂肪酸としては、例えば、2-メチルプロピオン酸、2-メチルブタン酸、3-メチルブタン酸、2,2-ジメチルプロパン酸、3-メチルペンタン酸、4-メチルペンタン酸、2,2-ジメチルブタン酸、2,3-ジメチルブタン酸、2,4-ジメチルブタン酸、3,3-ジメチルブタン酸、2-エチルブタン酸、ヘプタン酸、2-メチルヘキサン酸、3-メチルヘキサン酸、4-メチルヘキサン酸、5-メチルヘキサン酸、2,2-ジメチルペンタン酸、2,3-ジメチルペンタン酸、2,4-ジメチルペンタン酸、3,3-ジメチルペンタン酸、3,4-ジメチルペンタン酸、4,4-ジメチルペンタン酸、2-エチルペンタン酸、3-エチルペンタン酸、1,1,2-トリメチルブタン酸、1,2,2-トリメチルブタン酸、1-エチル-1-メチルブタン酸、1-エチル-2-メチルブタン酸、オクタン酸、2-エチルヘキサン酸、3-エチルヘキサン酸、3,5-ジメチルヘキサン酸、2,4-ジメチルヘキサン酸、3,4-ジメチルヘキサン酸、4,5-ジメチルヘキサン酸、2,2-ジメチルヘキサン酸、2-メチルヘプタン酸、3-メチルヘプタン酸、4-メチルヘプタン酸、5-メチルヘプタン酸、6-メチルヘプタン酸、2-プロピルペンタン酸、2,2-ジメチルヘプタン酸、3,5,5-トリメチルヘキサン酸、3-メチル-5-ジメチルヘキサン酸、2-メチルオクタン酸、2-エチルヘプタン酸、3-メチルオクタン酸、2-エチル-2,3,3-トリメチル酪酸、2,2,4,4-テトラメチルペンタン酸、2,2,3,3-テトラメチルペンタン酸、2,2,3,4-テトラメチルペンタン酸、2,2-ジイソプロピルプロピオン酸等が挙げられる。

[0055] これらの冷凍機油は、一般的な潤滑油用添加剤を含んでいてもよい。潤滑油用添加剤としては、例えば、酸化防止剤（2,6-ジ-tert-ブチル-p-クレゾール等）、極圧剤（リン酸トリクレジル等）、酸捕捉剤（4-ビニルシクロヘキセンジオキシド等）が挙げられる。

[0056] （冷媒／冷凍機油混合物のSP値）

冷媒／冷凍機油混合物のSP値は、以下のように計算される。

[0057] まず、冷媒および冷凍機油の各々のSP値を計算する。冷媒および冷凍機油の各々のSP値、電動機部における冷媒／冷凍機油の混合比を用いて、SP値の平均値を冷媒／冷凍機油混合物のSP値として算出する。

[0058] まず、冷媒および冷凍機油の各々（単体）のSP値（ δ ）は、下記式（1）によって算出される。

[0059]

$$\delta = [\sum E_{coh} / \sum V]^{1/2} \quad \dots \text{式 (1)}$$

ここで、 E_{coh} は凝集エネルギーを、 V はモル分子容を示す。ここでの凝集エネルギーの単位はcal/molを用いることにする。表1に、種々の置換基についての凝集エネルギーとモル分子容（Fedorsの提案した E_{coh} と V ）の値を記す。

[0060]

[表1]

	Ecoh	V
$-\text{CH}_3$	1125	33.5
$-\text{CH}_2-$	1180	16.1
$-\text{CH}<$	820	-1.0
$>\text{C}<$	350	-19.2
$=\text{CH}_2$	1030	28.5
$=\text{CH}-$	1030	13.5
$>\text{C}=\text{}$	1030	-5.5
$\text{HC}\equiv$	920	27.4
$-\text{CN}$	1690	6.5
$-\text{OH}$	6100	24.0
$-\text{O}-$	7120	3.8
$-\text{CHO}$	800	22.3
$-\text{CO}-$	5100	10.8
$-\text{COOH}$	4149	28.5
$-\text{COO}-$	6600	18.0
$-\text{HCO}_3$	3000	18.0
F	1000	18.0
$-\text{F}$ (2基置換)	850	20.0
$-\text{F}$ (3基置換)	550	22.0
$-\text{CF}_2-$ (全フッ素置換化合物)	1020	23.0
$-\text{CF}_3$ (全フッ素置換化合物)	1020	57.5
$-\text{Cl}$	2760	24.0
$-\text{Cl}$ (2基置換)	2300	26.0

[0061] 冷凍機油中に溶け込んでいる冷媒の割合は、実験室的に求める必要がある。「冷媒／冷凍機油の混合物」の溶解性パラメータを求める方法については、例えば、圧力容器内に所定量の冷媒と冷凍機油を充填し、各温度における圧力の測定と気相の冷媒量を除いて液相の冷媒量を算出し、液相の冷媒量と冷凍機油量から算出するのが一般的である。

[0062] 具体的には、冷凍機油350mLと液冷媒100mLを950ccの圧力容器に封入して試験を行った。この圧力容器内の圧力を計測しながら温度を

変化させて冷凍機油中の冷媒量を推定した。

- [0063] 冷媒／冷凍機油混合物は、冷媒回路内で気体または液体の状態が存在するが、本実施の形態において、溶解性パラメータは液体についての値である。なお、温度が90℃以上130℃以下、圧力が1.9MPa以上4.5MPa以下である場合、冷媒／冷凍機油の混合物は液体である。

実施例

- [0064] 以下、実施例を挙げて本発明をより詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

- [0065] (試験例)

本試験例では、実施の形態1で説明した冷凍サイクル装置の構成により、目詰まりによる機器の停止が起こらないことを実証するための実機試験を行った。

- [0066] 各試験条件を表2に示す。表2に示すように、試験機A-1、A-2、A-3およびA-4の冷媒にはHFC-32を用いた。これらの試験機の電動機部23の温度は130℃で内部圧力は4.5MPaである。さらに蒸発機14の温度は-35℃となっている。電動機部23に用いられる絶縁材料は、PETである。

- [0067] 試験機A-1は上記の条件で、冷媒／冷凍機油混合物のSP値が9.1となるように、ペンタエリスリトールと3,5,5-トリメチルヘキサン酸からなるエステル化合物の組成比が約30%とペンタエリスリトールとペンタン酸からなるエステル化合物の組成比が約60%とペンタエリスリトールとヘプタン酸からなるエステル化合物の組成比が約10%となる冷凍機油を使用した。

- [0068] 試験機A-1には、上記の条件で、冷媒／冷凍機油混合物のSP値が9.1となるように、ペンタエリスリトールと3,5,5-トリメチルヘキサン酸からなるエステル化合物（組成比：約30%）と、ペンタエリスリトールとペンタン酸からなるエステル化合物（組成比：約60%）と、ペンタエリスリトールとヘプタン酸からなるエステル化合物（組成比：約10%）とか

らなる冷凍機油を使用した。

[0069] 試験機 A-2 には、冷媒／冷凍機油混合物の SP 値が 9.0 となるように、ペンタエリスリトールと 3,5,5-トリメチルヘキサン酸からなるエステル化合物（組成比：約 40%）と、ペンタエリスリトールとペンタン酸からなるエステル化合物（組成比：約 50%）と、ペンタエリスリトールとヘプタン酸からなるエステル化合物（組成比：約 10%）とからなる冷凍機油を使用した。

[0070] 試験機 A-3 には、上記の温度と圧力条件で、冷媒／冷凍機油混合物の SP 値が 8.2 となるように、アルキルベンゼン油を用いた。

[0071] 試験機 A-4 には、上記の温度と圧力条件で、冷媒／冷凍機油混合物の SP 値が 8.1 となるように、ポリビニルエーテル油を用いた。A-4 に用いたポリビニルエーテル油は、出光興産（株）製のダフニーハーメチックオイルである。

[0072] 表 2 に、絞り部の目詰まりの有無を示す。

[0073] [表2]

試験機	冷媒	電動機の温度	蒸発器の温度	油中の冷媒濃度	電動機部での冷媒/冷凍機油のSP値	絞り部の目詰まり
A-1	HFC -32	130°C	-27°C	4%	9.1	有
A-2				4%	9.0	無
A-3				4%	8.2	無
A-4				5%	8.1	有

[0074] 表 2 に示されるように、SP 値が 9.0 の試験機 A-2 では目詰まりが発生しなかった。しかしながら、SP 値が 9.1 の試験機 A-1 では目詰まりが発生した。一方、SP 値が 8.1 の試験機 A-3 では目詰まりが発生しなかった。しかしながら、SP 値が 8.0 の試験機 A-4 では目詰まりが発生した。

[0075] 以上述べたように、冷媒／冷凍機油混合物の SP 値が 9.0 よりも大きくなると PET の SP 値 10.7 に対する混合物の SP 値の差が小さくなり、混合物へオリゴマーが多量に溶出されて混合物中のオリゴマー濃度が高くな

る。

[0076] 一方、冷媒／冷凍機油のSP値が8.2よりも小さくなるとPETのSP値10.7と混合物のSP値の差が大きくなり、オリゴマーの溶解性が低くなる。その結果、低温部でオリゴマーが析出しやすくなる。

[0077] これらの実験結果から、上記実施の形態1では、冷媒／冷凍機油混合物のSP値の範囲を8.2以上9.0以下に規定した。

[0078] なお、冷媒のSp値（溶解性パラメータ）、および、各冷凍機油のSp値は、式（1）と上記表1の値を用いて計算した。例えば、HFC-32（ CH_2F_2 ）は、表1の $-\text{CH}_2-$ とF（二基置換）の値を用いて計算することができ、具体的には、 $\text{SP値} = \sqrt{[(1180 \times 2 \times 850) / (16.1 + 20 \times 2)]}$ で計算することができる。冷凍機油の場合は、脂肪酸とアルコールとのエステル化反応物のSP値を計算し、複数のエステル化反応物を含む場合は、それらの混合比率から冷凍機油のSP値を計算することができる。

[0079] 冷媒と冷凍機油の混合物（冷媒が溶解した冷凍機油）のSp値は、混合比の平均値から算出される。冷凍機油350mLと液冷媒100mLを950ccの圧力容器に封入して試験を行った。この圧力容器内の圧力を計測しながら温度を変化させて、冷凍機油中の冷媒量を推定した。

[0080] （参考例）

本参考例では、実機試験機B-1、B-2を用いて、冷媒としてHFC-410Aを用いた場合について、上記試験例1と同様の試験を実施した。各試験条件を表3に示す。

[0081] 表3に示されるように、試験機B-1、B-2には現行冷媒であるHFC-410Aを用いており、試験機B-1、B-2での電動機部23の温度は100℃であり、内部圧力は2MPaである。蒸発機14の温度は、-10℃となっている。電動機部23に用いられる絶縁材料は、PETである。

[0082] 試験機B-1には、上記の条件で、冷媒／冷凍機油混合物のSP値が9.1となるように、ペンタエリスリトールと3,5,5-トリメチルヘキサン

酸からなるエステル化合物（組成比：約50％）と、ペンタエリスリトールとペンタン酸からなるエステル化合物（組成比：約40％）と、ペンタエリスリトールとヘプタン酸からなるエステル化合物（組成比：約10％）とからなる冷凍機油を使用した。

[0083] 試験機B-2には、上記の条件で、冷媒／冷凍機油混合物のSP値が9.0となるように、ペンタエリスリトールと3,5,5-トリメチルヘキサン酸からなるエステル化合物（組成比：約50％）と、ペンタエリスリトールとペンタン酸からなるエステル化合物（組成比：約20％）と、ペンタエリスリトールとヘプタン酸からなるエステル化合物（組成比：約30％）とからなる冷凍機油を使用した。

[0084] 試験機B-3には、上記の温度と圧力条件で、冷媒／冷凍機油混合物のSP値が8.2となるように、アルキルベンゼン油を用いた。

[0085] 試験機B-4には、上記の温度と圧力条件で、冷媒／冷凍機油混合物のSP値が8.0となるように、ポリビニルエーテル油を用いた。試験機B-4に用いたポリビニルエーテル油は、出光興産（株）製のダフニーハーメチックオイルである。

[0086] 表3に、絞り部の目詰まりの有無を示す。

[0087] [表3]

試験機	冷媒	電動機の温度	蒸発器の温度	油中の冷媒濃度	電動機部での冷媒/冷凍機油のSp値	絞り部の目詰まり
B-1	HFC-410A	130℃	-27℃	11%	9.1	無
B-2				12%	9.0	無
B-3				7%	8.2	無
B-4				12%	8.0	無

[0088] 表3に示されるように、全ての試験機で目詰まりが発生しなかった。このことから、HFC-410Aを用いた場合では、いずれの冷凍機油を使用しても目詰まりのない冷凍サイクル装置を作製できる。このことから、特に冷媒がHFC-32等の電動機の温度が高くなる冷媒のときに、上記実施の形態は有効であることが分かる。

[0089] 今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0090] 10 冷凍サイクル装置、11 圧縮機、12 凝縮機、13 膨張弁、14 蒸発機、15 冷媒配管、21 密閉容器、22 圧縮機構部、23 電動機部、24 油溜まり、25 吐出口、26 固定子、27 回転子、28 駆動軸。

請求の範囲

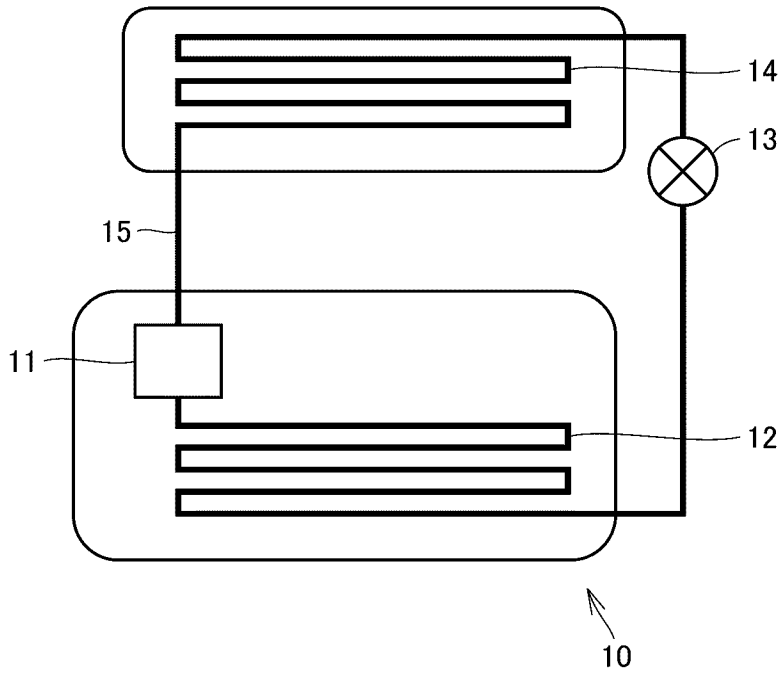
- [請求項1] 圧縮機、凝縮機および蒸発機を含む冷媒回路と、電動機部と、を備える冷凍サイクル装置であって、
前記冷媒回路内に冷媒が封入されており、
前記圧縮機内に冷凍機油が充填されており、前記冷凍機油中に前記電動機部に用いられるポリエステル系樹脂を含む絶縁材料が浸漬されており、
前記冷媒と前記冷凍機油との混合物の溶解性パラメータが8.2以上9.0以下であり、
前記冷凍機油がポリオールエステル油であり、
前記ポリオールエステル油は、ペンタエリスリトールおよびネオペンチルグリコールの少なくともいずれかと脂肪酸とのエステル反応生成物であって、
前記脂肪酸の炭素数は4以上9以下であり、
前記脂肪酸に含まれる直鎖脂肪酸の比率が10質量%以上70質量%以下である、
冷凍サイクル装置。
- [請求項2] 圧縮機、凝縮機および蒸発機を含む冷媒回路と、電動機部と、を備える冷凍サイクル装置であって、
前記冷媒回路内に冷媒が封入されており、
前記圧縮機内に冷凍機油が充填されており、前記電動機部に用いられるポリエステル系樹脂を含む絶縁材料が浸漬されており、
前記冷媒と前記冷凍機油との混合物の溶解性パラメータが8.2以上9.0以下であり、
前記冷凍機油がアルキルベンゼン油である、
冷凍サイクル装置。
- [請求項3] 前記電動機部の温度が90℃以上130℃以下であり、
前記電動機部の圧力が1.9MPa以上4.5MPa以下であり、

前記冷媒がジフルオロメタンである、請求項 1 または 2 に記載の冷凍サイクル装置。

[請求項4] 前記ポリエステル系樹脂が、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および、ポリブチレンテレフタレートからなる群から選択される少なくとも 1 種である、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の冷凍サイクル装置。

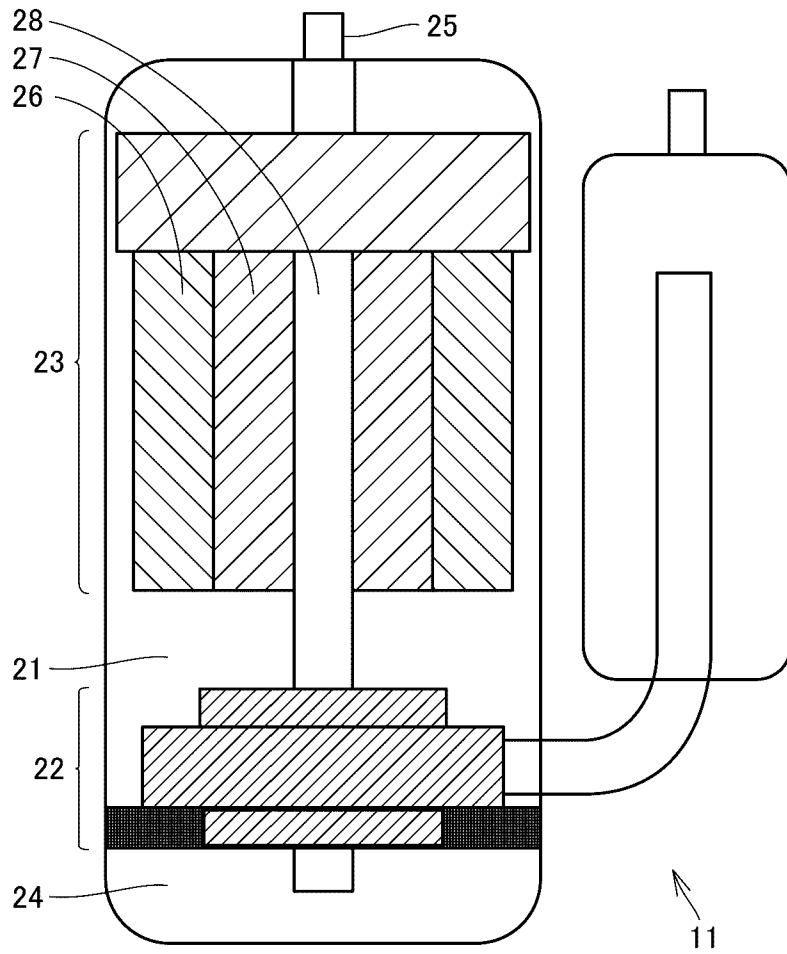
[図1]

FIG.1



[図2]

FIG.2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/007091

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F25B1/00(2006.01)i, C09K5/04(2006.01)i, C10M105/38(2006.01)i, C10N30/00(2006.01)n, C10N30/04(2006.01)n, C10N40/30(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F25B1/00, C09K5/04, C10M105/38, C10N30/00, C10N30/04, C10N40/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2002-129179 A (Mitsubishi Electric Corp.), 09 May 2002 (09.05.2002), claims; paragraphs [0041] to [0049]; fig. 3 (Family: none)	1, 3-4
X	JP 2002-227767 A (Mitsubishi Electric Corp.), 14 August 2002 (14.08.2002), claims; paragraphs [0031] to [0035]; fig. 5 (Family: none)	2, 4
A	WO 2015/141679 A1 (Asahi Glass Co., Ltd.), 24 September 2015 (24.09.2015), entire text; all drawings & US 2017/0002244 A1	1-4

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 15 May 2017 (15.05.17)	Date of mailing of the international search report 23 May 2017 (23.05.17)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/007091

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 09-031450 A (Daikin Industries, Ltd.), 04 February 1997 (04.02.1997), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 08-120288 A (Hitachi, Ltd.), 14 May 1996 (14.05.1996), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 07-188687 A (Tonen Corp.), 25 July 1995 (25.07.1995), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 05-157379 A (Mitsubishi Electric Corp.), 22 June 1993 (22.06.1993), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2010-139171 A (Hitachi Appliances, Inc.), 24 June 2010 (24.06.2010), entire text; all drawings & KR 10-2010-0068143 A & CN 101749891 A	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F25B1/00(2006.01)i, C09K5/04(2006.01)i, C10M105/38(2006.01)i, C10N30/00(2006.01)n, C10N30/04(2006.01)n, C10N40/30(2006.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F25B1/00, C09K5/04, C10M105/38, C10N30/00, C10N30/04, C10N40/30

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2002-129179 A (三菱電機株式会社) 2002.05.09, 特許請求の範囲, [0041] - [0049], 第3図 (ファミリーなし)	1, 3-4
X	JP 2002-227767 A (三菱電機株式会社) 2002.08.14, 特許請求の範囲, [0031] - [0035], 第5図 (ファミリーなし)	2, 4
A	WO 2015/141679 A1 (旭硝子株式会社) 2015.09.24, 全文, 全図 & US 2017/0002244 A1	1-4

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.05.2017

国際調査報告の発送日

23.05.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

伊藤 紀史

3M

3545

電話番号 03-3581-1101 内線 3377

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 09-031450 A (ダイキン工業株式会社) 1997. 02. 04, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 08-120288 A (株式会社日立製作所) 1996. 05. 14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 07-188687 A (東燃株式会社) 1995. 07. 25, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 05-157379 A (三菱電機株式会社) 1993. 06. 22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2010-139171 A (日立アプライアンス株式会社) 2010. 06. 24, 全文, 全図 & KR 10-2010-0068143 A & CN 101749891 A	1-4