

(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
2018年6月7日(07.06.2018)



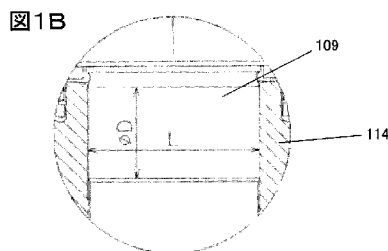
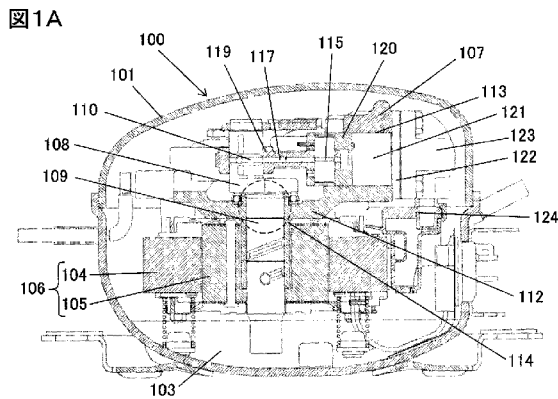
(10) 国際公開番号

WO 2018/101246 A1

- (51) 国際特許分類:
F04B 39/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/042575
- (22) 国際出願日: 2017年11月28日(28.11.2017)
- (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 2016-231272 2016年11月29日(29.11.2016) JP
- (71) 出願人: パナソニック アプライアンス リフリジレーション デヴァイシズ シンガポール(PANASONIC APPLIANCES REFRIGERATION DEVICES SINGAPORE) [SG/SG]; 469267 ベドック サウス ロード ナンバー 1 Singapore (SG).
- (71) 出願人 (MG についてののみ): パナソニック IP マネジメント 株式会社(PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5406207
- (72) 発明者: 林 康司(HAYASHI, Yasushi). 川端 淳太(KAWABATA, Hirotaka). 石田 貴規(ISHIDA, Yoshinori). 大八木 信吾(OYAGI, Shingo). 井出 照正(IDE, Terumasa). 八木 章夫(YAGI, Akio). 明石 浩業(AKASHI, Hironari). 林 寛人(HAYASHI, Hiroto). 横田 和宏(YOKOTA, Kazuhiro). 取柄 宏樹(TORIMASU, Hiroki).
- (74) 代理人: 特許業務法人 有古特許事務所(PATENT CORPORATE BODY ARCO PATENT OFFICE); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町1 2 3 番地の1 貿易ビル3階 Hyogo (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,

(54) Title: REFRIGERANT COMPRESSOR AND REFRIGERATION/COLD STORAGE APPLIANCE IN WHICH SAME IS USED

(54) 発明の名称: 冷媒圧縮機およびそれを用いた冷凍・冷蔵装置



(57) Abstract: Inside a sealed container (101) of a refrigerant compressor (100), lubricating oil (103) having a kinematic viscosity at 40°C of 0.1 mm²/S to 5.1 mm²/S is stored, and an electric element (106) and a compression element (107) are accommodated. The compression element (107) is provided with, as a shaft part, a crankshaft (108) comprising a main shaft (109) and an eccentric shaft (110), and as bearing parts, a main bearing (114) that axially supports the main shaft (109) and an eccentric bearing (119) that axially supports the eccentric shaft (110). At least one surface of the main shaft (109) and the eccentric shaft (110) is subjected to a surface treatment, e.g., formation of an oxide film, having a hardness equal to or greater than that of a bearing part (the main bearing (114) or the eccentric bearing (119)). Satisfactory reliability in sliding parts can thereby be achieved even if lubricating oil having lower viscosity is used.



WO 2018/101246 A1

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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, 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 : 冷媒圧縮機 (100) の密閉容器 (101) 内には、40℃での動粘度が $0.1 \text{ m m}^2 / \text{S}$ ~ $5.1 \text{ m m}^2 / \text{S}$ の潤滑油 (103) が貯留されるとともに、電動要素 (106) および圧縮要素 (107) が収容される。圧縮要素 (107) は、軸部として、主軸 (109) および偏心軸 (110) を備えるクランクシャフト (108) と、軸受部として、主軸 (109) を軸支する主軸受 (114) および偏心軸 (110) を軸支する偏心軸受 (119) と、を備える。主軸 (109) および偏心軸 (110) の少なくとも一方の表面には、軸受部 (主軸受 (114) または偏心軸受 (119)) と同等以上の硬度を有する表面処理、例えば、酸化被膜が施されている。これにより、より粘度の低い潤滑油を用いても、摺動部において良好な信頼性を実現することができる。

明 細 書

発明の名称：冷媒圧縮機およびそれを用いた冷凍・冷蔵装置

技術分野

[0001] 本発明は、冷蔵庫、エアコンディショナー等に使用される冷媒圧縮機およびそれを用いた冷凍・冷蔵装置に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、地球環境保護の観点から化石燃料の使用を少なくする高効率の冷媒圧縮機の開発が進められている。例えば、高効率化を図るために、冷媒圧縮機が備える摺動部材において、その摺動面に種々の被膜を形成するとともに、より低粘度の潤滑油を用いることが提案されている。

[0003] 冷媒圧縮機は、摺動部材として、例えば、クランクシャフト、ピストン、連結手段のコンロッド等を備えており、クランクシャフトの主軸および主軸受、ピストンおよびボア、ピストンピンおよびコンロッド、クランクシャフトの偏心軸およびコンロッド等は、いずれも互いに摺動部を形成している。

[0004] 例えば、特許文献1では、金属材料からなる基材の表面にTi被膜を形成し、このTi被膜の上層に、さらに水素含有量が0原子%である非結晶硬質炭素被膜を形成した摺動部材が開示されている。この摺動部材を備える密閉型圧縮機においては、粘度グレードがVG10以下の低粘度の潤滑油を用いることができる。

[0005] あるいは、特許文献2では、摺動部材の基材の組織を改質した上で、その表面にリン酸塩被膜を形成した摺動部材が開示されている。この摺動部材を備える密閉型圧縮機においても、粘度グレードがVG10以下の低粘度の潤滑油を用いることができる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2010-025075号公報

特許文献2：特開2013-217302号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 最近では、潤滑油の粘度をさらに一層低粘度化することが検討されている。しかしながら、潤滑油の粘度グレードをVG10よりもさらに低くすると、摺動部の信頼性が低下するおそれがある。

[0008] 本発明はこのような課題を解決するためになされたものであって、より粘度の低い潤滑油を用いても、摺動部において良好な信頼性を実現することが可能な冷媒圧縮機と、この冷媒圧縮機を備える冷凍・冷蔵装置と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

[0009] 本発明に係る冷媒圧縮機は、前記の課題を解決するために、密閉容器内に、40℃での動粘度が $0.1\text{ mm}^2/\text{S} \sim 5.1\text{ mm}^2/\text{S}$ の潤滑油を貯留するとともに、電動要素および当該電動要素により駆動され冷媒を圧縮する圧縮要素を收容し、前記圧縮要素は、軸部として、主軸および偏心軸を備えるクランクシャフトと、前記軸部を軸支する軸受部として、主軸を軸支する主軸受および前記偏心軸を軸支する偏心軸受と、を備え、前記主軸および前記偏心軸の少なくとも一方の表面には、前記軸受部と同等以上の硬度を有する表面処理が施されている構成である。

[0010] 前記構成によれば、主軸の表面または偏心軸の表面、もしくは、主軸の表面および偏心軸の表面の双方に高硬度の表面処理が施されている。そのため、潤滑油が低粘度のものであっても、軸部と軸受部とを良好に潤滑することができる。これにより、軸部の摺動面の摩耗を良好に抑制することができるので、冷媒圧縮機の信頼性をより一層良好なものとすることができる。

[0011] また、本発明に係る冷凍・冷蔵装置は、前記構成の冷媒圧縮機と、放熱器と、減圧装置と、吸熱器とを含み、これらを配管によって環状に連結した冷媒回路を備える構成である。

[0012] 本発明の上記目的、他の目的、特徴、及び利点は、添付図面参照の下、以

下の好適な実施態様の詳細な説明から明らかにされる。

発明の効果

[0013] 本発明では、以上の構成により、より粘度の低い潤滑油を用いても、摺動部において良好な信頼性を実現することが可能な冷媒圧縮機と、この冷媒圧縮機を備える冷凍・冷蔵装置とを提供することができる、という効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図1 Aは、本開示の実施の形態に係る冷媒圧縮機の構成の一例を示す模式的断面図であり、図1 Bは、図1 Aに示す冷媒圧縮機において破線円で囲んだ主軸および主軸受の拡大図である。

[図2]図2 Aは、図1 Aに示す冷媒圧縮機の主軸の表面に形成される表面処理の一例である酸化被膜の代表的な構成を示すSEM（走査型電子顕微鏡）画像であり、図2 Bは、酸化被膜の他の構成を示すTEM（透過型電子顕微鏡）画像であり、図2 Cは、酸化被膜の他の構成を示すTEM（透過型電子顕微鏡）画像である。

[図3]図3 Aは、図1 Aに示す冷媒圧縮機の主軸の表面に形成される表面処理の一例である酸化被膜の代表的な構成を示すTEM（透過型電子顕微鏡）画像であり、図3 Bは、酸化被膜の他の構成を示すSIM（走査型イオン顕微鏡）画像である。

[図4]図4は、図1 Aに示す冷媒圧縮機に用いられる潤滑油に添加される極圧添加剤の添加量と、冷媒圧縮機の主軸および主軸受の摩耗量との関係を示すグラフである。

[図5]図5は、図1 Aに示す冷媒圧縮機を備える冷凍・冷蔵装置の構成の一例を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0015] 本開示に係る冷媒圧縮機は、密閉容器内に、40℃での動粘度が $0.1 \text{ m m}^2 / \text{S} \sim 5.1 \text{ m m}^2 / \text{S}$ の潤滑油を貯留するとともに、電動要素および当該電動要素により駆動され冷媒を圧縮する圧縮要素を収容し、前記圧縮要素

は、軸部として、主軸および偏心軸を備えるクランクシャフトと、前記軸部を軸支する軸受部として、主軸を軸支する主軸受および前記偏心軸を軸支する偏心軸受と、を備え、前記主軸および前記偏心軸の少なくとも一方の表面には、前記軸受部と同等以上の硬度を有する表面処理が施されている構成である。

[0016] 前記構成によれば、主軸の表面または偏心軸の表面、もしくは、主軸の表面および偏心軸の表面の双方に高硬度の表面処理が施されている。そのため、潤滑油が低粘度のものであっても、軸部と軸受部とを良好に潤滑することができる。これにより、軸部の摺動面の摩耗を良好に抑制することができるので、冷媒圧縮機の信頼性をより一層良好なものとすることができる。

[0017] 前記構成の冷媒圧縮機においては、前記軸部の基材が鉄系材料であり、前記表面処理が酸化被膜である構成であってもよい。

[0018] 前記構成によれば、表面処理が鉄系の酸化被膜であるため、軸部（主軸および／または偏心軸）の表面を高硬度にできるだけでなく、低粘度の潤滑油を保油できる等の効果も得られる。これにより、軸部の摺動面の摩耗を良好に抑制することができるので、冷媒圧縮機の信頼性をより一層良好なものとすることができる。

[0019] また、前記構成の冷媒圧縮機においては、前記酸化被膜は、最表面に三酸化二鉄（ Fe_2O_3 ）を含有する部分、および、少なくとも微結晶で構成される部分の少なくともいずれかを含むことを構成であってもよい。

[0020] 前記構成によれば、酸化被膜の最表面が高硬度なものとなる。それゆえ、軸部（主軸および／または偏心軸）の摺動面の摩耗を良好に抑制することができるので、冷媒圧縮機の信頼性をより一層良好なものとすることができる。

[0021] また、前記構成の冷媒圧縮機においては、前記軸受部の長さ L と前記軸受部の内径 D との比率 L/D が $0.10 \sim 1.20$ の範囲内である構成であってもよい。

[0022] 前記構成によれば、潤滑油が低粘度で軸受部（主軸受および／または偏心

軸受)のL/Dが前記範囲内であっても、軸部の摺動面の摩耗を良好に抑制することができる。それゆえ、冷媒圧縮機の信頼性をより一層良好なものとすることができる。

[0023] また、前記構成の冷媒圧縮機においては、前記潤滑油は、鉱油、アルキルベンゼン油、およびエステル油からなる群から選択される少なくとも1種である構成であってもよく、前記潤滑油は、前記鉱油または前記アルキルベンゼン油であり、かつ、極圧添加剤を0.5～8.0重量%含有する構成であってもよい。あるいは、前記潤滑油は、前記エステル油であり、かつ、極圧添加剤を2.0～4.0重量%含有する構成であってもよい。また、前記極圧添加剤は、リン系化合物である構成であってもよい。

[0024] 前記各構成によれば、潤滑油の種類によらず極圧添加剤の添加による効果を良好に発揮することが可能となる。それゆえ、軸部（主軸および／または偏心軸）の摺動面の摩耗を良好に抑制することができるので、冷媒圧縮機の信頼性をより一層良好なものとすることができる。

[0025] また、前記構成の冷媒圧縮機においては、前記潤滑油は、油性剤を含有する構成であってもよい。

[0026] 前記構成によれば、油性剤の添加により軸部（主軸および／または偏心軸）の摺動面の摩耗を良好に抑制することができるので、冷媒圧縮機の信頼性をより一層良好なものとすることができる。

[0027] また、前記構成の冷媒圧縮機においては、前記電動要素は、複数の運転周波数でインバータ駆動される構成であってもよい。

[0028] さらに、本開示には、前記構成の冷媒圧縮機と、放熱器と、減圧装置と、吸熱器とを含み、これらを配管によって環状に連結した冷媒回路を備える構成の冷凍・冷蔵装置も含まれる。

[0029] 以下、本開示の代表的な実施の形態を、図面を参照しながら説明する。なお、以下では全ての図を通じて同一又は相当する要素には同一の参照符号を付して、その重複する説明を省略する。

[冷媒圧縮機の構成]

まず、本開示の実施の形態 1 に係る冷媒圧縮機の代表的な構成例について、図 1 A を参照して具体的に説明する。図 1 A は、本開示の実施の形態 1 に係る冷媒圧縮機 100 の断面図である。

- [0030] 図 1 A に示すように、冷媒圧縮機 100 は、密閉容器 101 内に冷媒ガスとして、例えば R600a を充填するとともに、底部には、潤滑油 103 として鉱油を貯留している。潤滑油 103 は、本開示においては、粘度が VG0 ~ VG5 の範囲内にある低粘度のもの（40℃での動粘度が $0.1 \text{ mm}^2 / \text{S} \sim 5.1 \text{ mm}^2 / \text{S}$ の範囲内に入るグレードのもの）が用いられている。なお、本実施の形態 1 では、潤滑油 103 は、低粘度の鉱油であるが、後述するように潤滑油 103 はこれに限定されない。また、潤滑油 103 には、後述するように、極圧添加剤が含まれてもよいし、油性剤が含まれてもよい。
- [0031] また、密閉容器 101 内には、電動要素 106 および圧縮要素 107 が収容されている。電動要素 106 は、固定子 104 および回転子 105 から構成される。圧縮要素 107 は、電動要素 106 によって駆動される往復式の構成であり、クランクシャフト 108、シリンダーブロック 112、ピストン 120 等を備えている。
- [0032] クランクシャフト 108 は、回転子 105 を圧入固定した主軸 109 と、この主軸 109 に対して偏心して形成された偏心軸 110 とから構成される。また、クランクシャフト 108 の下端には、図示しない給油ポンプが設けられている。
- [0033] シリンダーブロック 112 は、本実施の形態 1 では、例えば、鋳鉄で構成され、略円筒形のボア 113 を形成するとともに、クランクシャフト 108 の主軸 109 を軸支する主軸受 114 を備えている。
- [0034] ボア 113 には、ピストン 120 が往復可能に挿入されており、これにより、圧縮室 121 が形成される。ピストンピン 115 は、例えば略円筒形状を有し、偏心軸 110 と平行に配置されている。ピストンピン 115 は、ピストン 120 に形成されたピストンピン孔に回転不能に係止されている。
- [0035] 連結手段 117 は、例えばアルミ鋳造品で構成され、偏心軸 110 を軸支

する偏心軸受 119 を備え、ピストンピン 115 を介して偏心軸 110 とピストン 120 とを連結している。ボア 113 の端面はバルブプレート 122 で封止されている。

[0036] なお、本開示においては、クランクシャフト 108 が備える主軸 109 および偏心軸 110 は、まとめて「軸部」と称する。また、主軸 109 を軸支するシリンダーブロック 112 の主軸受 114 と、偏心軸 110 を軸支する連結手段 117 の偏心軸受 119 とは、まとめて「軸受部」と称する。

[0037] シリンダーヘッド 123 は、図示しない高圧室を形成し、バルブプレート 122 におけるボア 113 の反対側に固定されている。図示しないサクシオンチューブは、密閉容器 101 に固定されているとともに、冷凍サイクルの低圧側（図示せず）に接続され、冷媒ガスを密閉容器 101 内に導く。サクシオンマフラー 124 は、バルブプレート 122 とシリンダーヘッド 123 とに挟持されている。

[0038] ここで、クランクシャフト 108 の主軸 109 および主軸受 114、ピストン 120 およびボア 113、ピストンピン 115 および連結手段 117 のコンロッド、クランクシャフト 108 の偏心軸 110 および連結手段 117 の偏心軸受 119 等は、いずれも互いに摺動部を形成する。

[0039] このような構成の冷媒圧縮機 100 においては、まず、図示しない商用電源から供給される電力が電動要素 106 に供給されるので、電動要素 106 の回転子 105 を回転させる。回転子 105 はクランクシャフト 108 を回転させ、偏心軸 110 の偏心運動が連結手段 117 からピストンピン 115 を介してピストン 120 を駆動する。ピストン 120 はボア 113 内を往復運動し、サクシオンチューブを通して密閉容器 101 内に導かれた冷媒ガスをサクシオンマフラー 124 から吸入し、圧縮室 121 内で圧縮する。

[0040] なお、冷媒圧縮機 100 の具体的な駆動方法は特に限定されない。例えば、冷媒圧縮機 100 は単純なオンオフ制御で駆動されてもよいが、複数の運転周波数でインバータ駆動されてもよい。インバータ駆動では、冷媒圧縮機 100 の動作制御を最適化するために、各摺動部に給油量が少なくなるよう

な低速運転時、あるいは、電動要素106の回転数が増加する高速運転時が発生する。ここで、冷媒圧縮機100においては、後述するように、主軸109の摩耗を良好に抑制することができるので、冷媒圧縮機100の信頼性を向上させることができる。

[0041] 冷媒圧縮機100が備える複数の摺動部のうち、クランクシャフト108の主軸109は、主軸受114に対して回転可能に嵌合されて摺動部を構成している。それゆえ、説明の便宜上、主軸109および主軸受114により構成される摺動部を「主軸摺動部」と称する。同様に、クランクシャフト108の偏心軸110は、偏心軸受119に対して回転可能に嵌合されて摺動部を構成している。それゆえ、説明の便宜上、偏心軸110および偏心軸受119により構成される摺動部を「偏心軸摺動部」と称する。また、「主軸摺動部」および「偏心軸摺動部」をまとめて「軸部摺動部」と称する。

[0042] クランクシャフト108の回転に伴って、給油ポンプから潤滑油103が各摺動部に給油される。これにより各摺動部は潤滑される。なお、潤滑油103は、ピストン120およびボア113の間においてシールをつかさどる。

[0043] [軸部摺動部の構成]

次に、本開示に係る軸部摺動部の具体的な構成の一例について、図1Bを参照して具体的に説明する。図1Bは、図1Aに示す冷媒圧縮機100において破線円で囲んだ主軸109および主軸受114の拡大図であり、主軸受114の長さLと主軸受114の内径Dとを図示している。すなわち、図1Bでは、軸部摺動部のうち主軸摺動部を拡大して示している。

[0044] 冷媒圧縮機100の停止中は主軸109の回転速度は0 m/sであるので、主軸109と主軸受114とは金属接触の状態にある。そして、冷媒圧縮機100の起動時には、金属接触状態から回転運動開始になるため主軸摺動部には大きな摩擦抵抗がかかることになる。そこで、本実施の形態1では、主軸109の表面には、主軸受114と同等以上の硬度を有する表面処理が施されている。

- [0045] 偏心軸摺動部についても同様に大きな摩擦抵抗力がかかるので、本実施の形態1では、偏心軸110の表面にも、偏心軸受119と同等以上の硬度を有する表面処理が施されている。なお、軸部の表面処理は、本実施の形態1では、主軸109および偏心軸110の双方の表面に施されているが、主軸109の表面のみに施されてもよいし、偏心軸110の表面のみに施されてもよい。
- [0046] 軸部（主軸109および／または偏心軸110）の表面に施される表面処理は、軸受部（主軸受114および／または偏心軸受119）と少なくとも同等の硬度、あるいは、同等以上の硬度を有するものであれば特に限定されないが、本実施の形態1では、例えば、後述する酸化被膜を好ましい一例として挙げることができる。これにより、起動時の金属接触による異常摩耗を防止できるだけでなく、潤滑油103がVG0～VG5の範囲内の低粘度のものであっても、軸部と軸受部とを良好に潤滑することができるので、軸部摺動部の摩耗を良好に抑制することができる。その結果、冷媒圧縮機100の信頼性をより一層良好なものとすることができる。
- [0047] 主軸109および偏心軸110を含むクランクシャフト108は、本実施の形態1では、基材としてねずみ鋳鉄（FC鋳鉄）を使用し、その表面に表面処理（後述する酸化被膜等）が形成されている。クランクシャフト108の基材は、ねずみ鋳鉄に限定されず、公知の鉄系材料であればよい。代表的な基材としては、ねずみ鋳鉄を含む鋳鉄全般を挙げるができるがこれに限定されず、基材は、鋼材であってもよいし焼結材であってもよいし、それ以外の鉄系材料であってもよい。また、鋳鉄の具体的な種類も特に限定されず、前記の通りねずみ鋳鉄（普通鋳鉄、FC鋳鉄）であってもよいし、球状黒鉛鋳鉄（FCD鋳鉄）であってもよいし、その他の鋳鉄であってもよい。
- [0048] また、軸部摺動部においては、図1Bに示す主軸摺動部のように、主軸受114の長さLと主軸受114の内径Dとの比率 L/D が0.10～1.20の範囲内であることが好ましい。図示しないが偏心軸摺動部においても同様である。 L/D を小さくすることで摺動部における摺動ロスを低減するこ

とができるものの、あまりL/Dを小さくすると、摺動面において潤滑油103の油膜を形成しにくくなる。特に、本開示では、潤滑油103として、より一層低粘度のものを用いているため、L/Dが小さくなれば潤滑油103による潤滑効果が十分に得られなくなる恐れがある。

[0049] これに対しては、本開示では、冷媒圧縮機100の軸部摺動部において、後述する酸化被膜等のように、軸受部と同等かそれ以上の硬度を有する表面処理を用いることで、L/Dが前記の範囲内であり潤滑油103が低粘度であっても良好な潤滑効果を実現することができる。それゆえ、軸部摺動部の信頼性をさらに一層向上することができる。なお、L/Dの上限は1.20以下であればよいが、L/Dの上限は0.45以下にすることが可能である。それゆえ、L/Dのより好ましい範囲としては、0.10~0.45の範囲内を挙げることができる。

[0050] ここで、後述する酸化被膜等のような高硬度の表面処理を評価する観点から、本開示における硬さの計測方法について説明する。

[0051] 軸部の表面処理（後述する酸化被膜等）または軸受部の表面の硬さ（計測対象の硬さ）の計測には、シエンタ・オミクロン株式会社製のナノインデントーション装置（トライポインデントー）を用いることができる。具体的な硬さの計測方法としては、圧子を押し込み一定時間維持させた後、少しだけ除荷し、次に前よりも高い荷重で押し込むというステップを15回、最大1Nまで負荷-除荷試験を繰り返す。これにより、計測対象の硬さ、並びに、計測対象の深さ方向の硬さ分を計測することができる。

[0052] また、軸部摺動部のうち軸受部のビッカース硬さの計測について説明すると、シリンダーブロック112の主軸受114または連結手段117の偏心軸受119の内周面の一部をファインカッターで切り出して計測用試料とする。そして、荷重0.5kgfの条件でこの計測用試料のビッカース硬さを計測すればよい。

[0053] 本実施の形態1においては、これらの計測方法の結果から、軸部（クランクシャフト108の主軸109および偏心軸110の少なくとも一方）の表

面処理は、相手摺動部材である軸受部（主軸受 1 1 4 および偏心軸受 1 1 9 の少なくとも一方）に比べて同等またはそれ以上の硬さを有していることがわかる。

[0054] ここで、本開示における硬さとは、物質または材料の特に表面または表面近傍の機械的性質の一つであり、材料が異物によって変形または傷を与えられようとするときの、物体の変形し難さ、物体の傷つきにくさであると定義することができる。硬さには、さまざまな測定手段（定義）と、それに対応する値（硬さの尺度）が存在する。

[0055] 摺動部材同士が金属または非鉄金属であれば、同じ押し込み硬さ試験法（例えば、先に挙げたナノインデントーション法、ビッカース硬さ法、ロックウェル硬さ法等）を用いて、摺動部材の表面の被膜が相手摺動部材よりも硬いか判断すればよい。

[0056] また、摺動部材の表面に樹脂膜またはリン酸塩被膜等が形成されている場合には、押し込み方試験法の適用が困難である。そこで、例えば、リング・オン・ディスク方式の摩耗試験で判断することができる。評価方法の一例としては、ディスク表面に被膜を形成し、荷重 1 0 0 0 N、回転速度 1 m / s、油中に浸漬した状態で 1 時間程度運転させて、摺動面の状態を観察する方法を挙げることができる。結果的に、リングと被膜を設けたディスクのうち、相対的に大きく摩耗した方について硬さが低いと判断してもよい。

[0057] [酸化被膜の構成]

次に、本開示に係る軸部摺動部において、軸部（主軸 1 0 9 および／または偏心軸 1 1 0）の表面に施される表面処理の特に代表的な一例である酸化被膜の具体的な構成例について、図 2 A ~ 図 2 C および図 3 A, 図 3 B を参照して具体的に説明する。

[0058] 図 2 A は、代表的な酸化被膜 1 6 0 の構成例を示す SEM（走査型電子顕微鏡）画像であり、図 2 B は、他の代表的な酸化被膜 1 7 0 A の構成を示す TEM（透過型電子顕微鏡）画像であり、図 2 C は、他の代表的な酸化被膜 1 7 0 B の構成を示す TEM（透過型電子顕微鏡）画像である。また、図 3

Aは、他の代表的な酸化被膜180Aの代表的な構成を示すTEM（透過型電子顕微鏡）画像であり、図3Bは、他の代表的な酸化被膜180Bの他の構成を示すSIM（走査型イオン顕微鏡）画像である。

[0059] 本開示において、軸部の表面に施される高硬度の表面処理の代表的な一例である酸化被膜は、基材が鉄系材料であり、この鉄系材料の表面を酸化することにより形成されるものであればよいが、好ましくは、最表面に三酸化二鉄（ Fe_2O_3 ）を含有する部分、および、少なくとも微結晶で構成される部分の少なくともいずれかを含む構成を挙げることができる。このような好ましい構成の酸化被膜として、図2A～図3Bにそれぞれ示す酸化被膜160、170A、170B、180Aまたは180Bを挙げることができる。

[0060] （酸化被膜の構成例1）

まず、図2Aに示す酸化被膜160について説明すると、この酸化被膜160は、最表面側に、三酸化二鉄（ Fe_2O_3 ）を含有する部分を含むとともに、基材150側に、当該基材150よりもケイ素（Si）が多く含有されるケイ素含有部分を含む構成である。

[0061] この酸化被膜160は、ケイ素含有部分よりも表面側に位置し、その周囲よりも部分的にケイ素（Si）の含有量が多い、スポット状ケイ素含有部分を含んでもよい。また、この酸化被膜160は、最表面から順に、最も多く占める成分が三酸化二鉄（ Fe_2O_3 ）である部分と、最も多く占める成分が四酸化三鉄（ Fe_3O_4 ）である部分と、で少なくとも構成されてもよい。

[0062] さらに、この酸化被膜160は、最表面から順に、最も多く占める成分が三酸化二鉄（ Fe_2O_3 ）である部分と、最も多く占める成分が四酸化三鉄（ Fe_3O_4 ）である部分と、最も多く占める成分が酸化鉄（ FeO ）である部分と、で少なくとも構成されてもよい。

[0063] 図2Aを参照して酸化被膜160について具体的に説明する。この酸化被膜160は、本実施の形態1では、球状黒鉛鑄鉄（FCD鑄鉄）からなる基材150の上（図2Aでは基材150の右側）に形成されている。

[0064] この酸化被膜160をエネルギー分散型X線分光法（EDS）で分析した

ところ、具体的な結果は図示しないが、鉄 (Fe) の強度比は、基材 150 よりも酸化被膜 160の方が小さく、さらに酸化被膜 160の内部でやや増加に転じる傾向を示す。また、酸素 (O) の強度比は、基材 150よりも酸化被膜 160中で顕著に高い。さらに、ケイ素 (Si) の強度比は、基材 150よりも酸化被膜 160の基材 150側が高い。また、酸化被膜 160の内部では、ケイ素 (Si) の強度比は一気に減少し、最表面側では、ほとんど検出限界以下に転じる。

- [0065] これは、基材 150の表面に酸化被膜 160を形成する際に、酸化反応の初期には、基材 150側の界面近傍には、例えば、ファイアライト (Fe₂SiO₄) といったような鉄およびケイ素の酸化物が形成される。この酸化物は、いわゆる鉄拡散バリア機能を発揮し、酸化反応の進行に伴い、基材 150の表面に鉄が不足したような状態を作り出すと考えられる。これにより、酸化反応の進行により酸素の内方拡散を助長させていると推察される。
- [0066] その結果として、酸化反応の初期に形成された酸化鉄 (FeO) の酸化が加速されるので、酸化被膜 160には、三酸化二鉄 (Fe₂O₃) および／または四酸化三鉄 (Fe₃O₄) といった、耐摩耗性に寄与する結晶構造が生成されたと考えられる。
- [0067] ここで、図 2 A に示す酸化被膜 160では、最表面 (摺動面) から順に、最も多く占める成分が三酸化二鉄 (Fe₂O₃) である部分 (便宜上、三酸化二鉄 (Fe₂O₃) すなわち「酸化鉄 (III)」の名称に基づいて「III部分」と称する。) と、最も多く占める成分が四酸化三鉄 (Fe₃O₄) である部分 (便宜上、四酸化三鉄 (Fe₃O₄) すなわち「酸化鉄 (III) 鉄 (II)」の名称に基づいて「II, III部分」と称する。) と、で少なくとも構成されていけばよい (被膜構成 1)。
- [0068] あるいは、図 2 A に示す酸化被膜 160では、最表面 (摺動面) から順に、最も多く占める成分が三酸化二鉄 (Fe₂O₃) である III部分と、最も多く占める成分が四酸化三鉄 (Fe₃O₄) である II, III部分と、最も多く占める成分が酸化鉄 (FeO) である部分 (便宜上、酸化鉄 (FeO) すな

わち「酸化鉄(11)」の名称に基づいて「11部分」と称する。)と、少なくとも構成されてもよい(被膜構成2)。

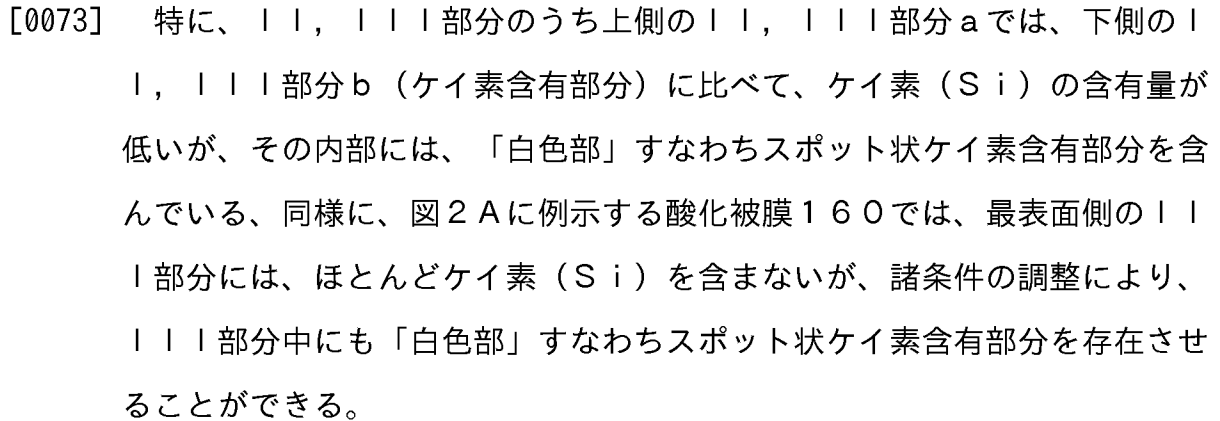
[0069] 酸化被膜160における被膜構成1および被膜構成2のいずれも、最表面の111部分では、三酸化二鉄(Fe_2O_3)を主成分としており、その下方には、四酸化三鉄(Fe_3O_4)を主成分とする11, 111部分が位置する。四酸化二鉄(Fe_3O_4)は、三酸化二鉄(Fe_2O_3)よりも結晶構造上より強い立方晶であるので、111部分は、下層の11, 111部分により支えられることになる。

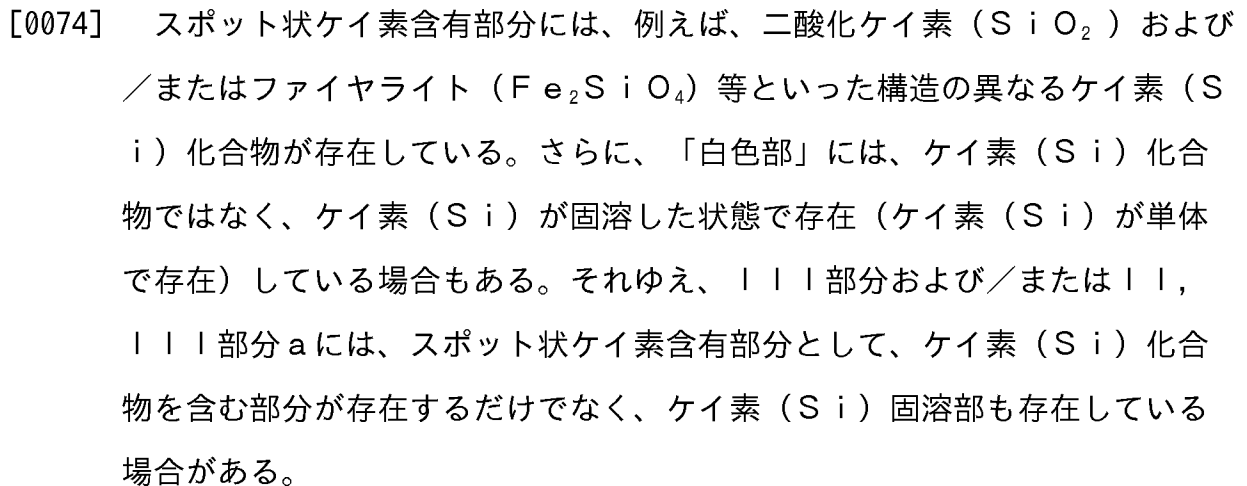
[0070] さらに、酸化被膜160の被膜構成2では、11, 111部分の下方に、酸化鉄(FeO)を主成分とする11部分が位置する。酸化鉄(FeO)は、基材150の表面の界面に結晶構造を有しないアモルファス状で存在するので、結晶粒界または格子欠陥のような弱い構造の存在を十分に抑制することができる。そのため、摺動部材が摺動するとき、負荷に対する酸化被膜160の耐力が向上する。その結果、酸化被膜160の剥離の抑制、並びに、基材150に対する酸化被膜160の密着力の向上に寄与している可能性が考えられる。

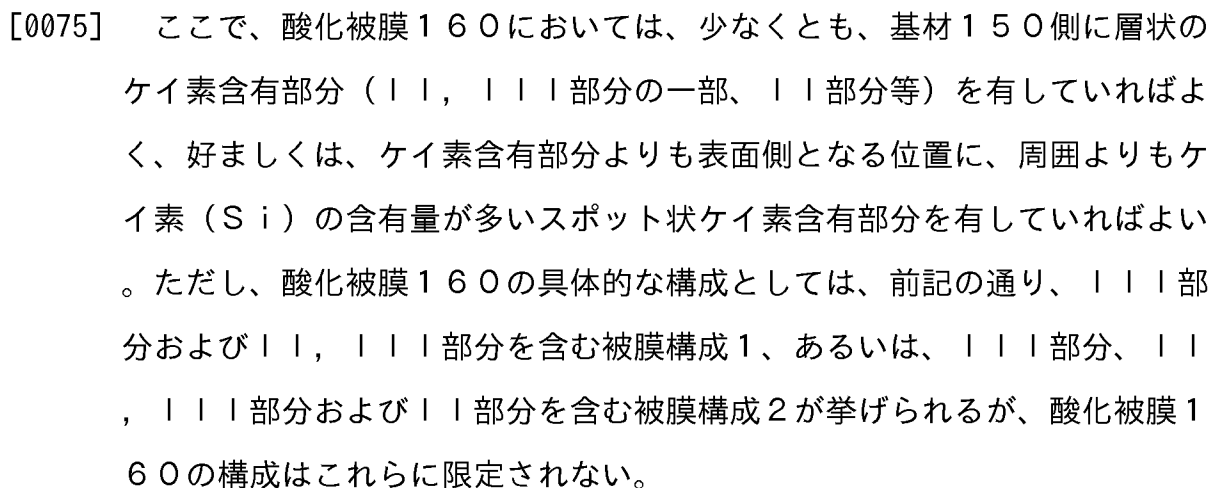
[0071] ここで、11, 111部分は、ケイ素(Si)の含有量を基準として、表面側の含有量の少ない部分と、基材150側の含有量の少ない部分と、に区分することができる。ケイ素(Si)の含有量が少ない上側の部分を、便宜上「11, 111部分a」と称し、ケイ素(Si)の含有量が多い下側の部分を、便宜上「11, 111部分b」と称する。11, 111部分aと11, 111部分bとの界面は、前述したEDS分析において、酸化被膜160の内部でケイ素(Si)の強度比が一気に減少に転ずる箇所に一致する。

[0072] また図示しないが、酸化被膜160において基材150側に位置する部分(11, 111部分、または、11, 111部分および11部分)は、基材150よりもケイ素(Si)が多く含有されるケイ素含有部分となっている。さらに、酸化被膜160において、ケイ素含有部分よりも表面側となる部位(11, 111部分および111部分の少なくともいずれか)には、図示

しないが、周囲の組成物に比較して部分的にケイ素（Si）の含有量が多いスポット状ケイ素含有部分を含んでいる。このスポット状ケイ素含有部分は、例えばTEM（透過型電子顕微鏡）観察等では白色のスポットとして観察されるので「白色部」ということもできる。この「白色部」では、ケイ素（Si）の濃度または強度の上昇が見られる。

[0073] 特に、部分のうち上側の11, 111部分aでは、下側の11, 111部分b（ケイ素含有部分）に比べて、ケイ素（Si）の含有量が低い。その内部には、「白色部」すなわちスポット状ケイ素含有部分を含んでいる。同様に、図2Aに例示する酸化被膜160では、最表面側の111部分には、ほとんどケイ素（Si）を含まないが、諸条件の調整により、111部分中にも「白色部」すなわちスポット状ケイ素含有部分を存在させることができる。

[0074] スポット状ケイ素含有部分には、例えば、二酸化ケイ素（SiO₂）および／またはファイヤライト（Fe₂SiO₄）等といった構造の異なるケイ素（Si）化合物が存在している。さらに、「白色部」には、ケイ素（Si）化合物ではなく、ケイ素（Si）が固溶した状態で存在（ケイ素（Si）が単体で存在）している場合もある。それゆえ、部分および／または11, 111部分aには、スポット状ケイ素含有部分として、ケイ素（Si）化合物を含む部分が存在するだけでなく、ケイ素（Si）固溶部も存在している場合がある。

[0075] ここで、酸化被膜160においては、少なくとも、基材150側に層状のケイ素含有部分（11, 111部分の一部、11部分等）を有していればよく、好ましくは、ケイ素含有部分よりも表面側となる位置に、周囲よりもケイ素（Si）の含有量が多いスポット状ケイ素含有部分を有していればよい。ただし、酸化被膜160の具体的な構成としては、前記の通り、部分および11, 111部分を含む被膜構成1、あるいは、111部分、11, 111部分および11部分を含む被膜構成2が挙げられるが、酸化被膜160の構成はこれらに限定されない。

[0076] 好ましい一例として、酸化被膜160は、前述したように、最表面から111部分、111、111部分a、および111、111部分b（並びに111部分）の順で積層されている構成を挙げることができるが、酸化被膜160は、これら3層または4層構成に限定されない。これら以外の他の層を含んでもよいし、一部の層を含まない構成であってもよいし、一部の層が入れ替わる構成であってもよい。このように、酸化被膜160において、他の層を含む構成、一部の層を含まない構成、あるいは、各層の積層順が異なる構成は、後述する諸条件を調整することにより容易に実現することができる。

[0077] （酸化被膜の構成例2）

次に、図2Bに示す酸化被膜170Aまたは図2Cに示す酸化被膜170Bについて説明すると、これら酸化被膜170A、170Bは、最も多く占める成分が三酸化二鉄（ Fe_2O_3 ）である組成A部分と、最も多く占める成分が四酸化三鉄（ Fe_3O_4 ）であり、かつ、ケイ素（Si）化合物を含む組成B部分と、最も多く占める成分が四酸化三鉄（ Fe_3O_4 ）であり、かつ、組成B部分よりもケイ素の含有量が多い組成C部分と、を含む構成である。

[0078] これら酸化被膜170A、170Bは、さらに、図2Bまたは図2Cに示すように、最表面から順に、組成A部分である最外部分171、175、組成B部分である中間部分172、176、および、組成C部分である内部分173、177から少なくとも構成されてもよい。

[0079] これら酸化被膜170A、170Bにおいては、ケイ素（Si）化合物は、組成A部分にも含まれる構成であってもよく、このケイ素（Si）化合物は特に限定されないものの、二酸化ケイ素（ SiO_2 ）もしくはファイヤライト（ Fe_2SiO_4 ）の少なくとも一方を挙げることができる。

[0080] まず、図2Bに示す酸化被膜170Aについて具体的に説明する。図2Bに示すように、酸化被膜170Aは、例えば、ねずみ鑄鉄（FC鑄鉄）からなる基材150の上（図2Bでは基材150の右側）に形成されている。この酸化被膜170Aは、前述したように、最表面から、最外部分171（第1層）、中間部分172（第2層）、および内部分173（第3層）の三部

分構造（三層構造）になっていることが明確に確認される。また、第2層である中間部分172には、部分的に白色部174が存在することが確認される。

[0081] また、この酸化被膜170Aについて、前述した酸化被膜160と同様にEDS分析したところ、具体的な結果は図示しないが、酸化被膜170Aの最外部分171から内部分173まで全体に亘って鉄（Fe）および酸素（O）の各元素が存在する。しかしながら、最外部分171には、ケイ素（Si）はほとんど存在していないか存在量が少ない。また、中間部分172の一部と、内部分173のほとんどの部位では、ケイ素（Si）が存在している。

[0082] さらに、中間部分172に含まれる白色部174には、鉄（Fe）と結合せずケイ素（Si）に結合する酸素（O）が存在するとともに、鉄（Fe）およびケイ素（Si）のいずれにも結合する酸素（O）が存在する。したがって、白色部174には、二酸化ケイ素（ SiO_2 ）およびファイヤライト（ Fe_2SiO_4 ）等のように、構造の異なる複数種類のケイ素（Si）化合物が存在している。

[0083] 次に、図2Cに示す酸化被膜170Bについて具体的に説明する。図2Cに示すように、酸化被膜170Bは、図示しない基材150の上に形成されており、酸化被膜170Aと同様に、最表面から、最外部分175（第1層）、中間部分176（第2層）、および内部分177（第3層）の三部分構造（三層構造）になっていることが明確に確認される。

[0084] 最外部分175は、酸化被膜170Aの最外部分171と同様に組成A部分であり、最も多く占める成分が三酸化二鉄（ Fe_2O_3 ）である部分である。中間部分176は、酸化被膜170Aの中間部分172と同様に組成B部分であり、最も多く占める成分が四酸化三鉄（ Fe_3O_4 ）であり、かつ、ケイ素（Si）化合物を含む部分である。内部分177は、酸化被膜170Aにおける内部分173と同様に、最も多く占める成分が四酸化三鉄（ Fe_3O_4 ）であり、かつ、組成B部分よりもケイ素の含有量が多い、組成C部分である。

- [0085] また、酸化被膜170Bにおいて、特にケイ素(Si)についてEDS分析したところ、具体的な結果は図示しないが、基材150ではケイ素(Si)の濃度が高く、酸化被膜170Bのうち基材150側である内部分177でもケイ素(Si)の濃度が高い。これに対して、内部分177と中間部分176との界面では、ケイ素(Si)の濃度が一気に低下する。
- [0086] ここで、図2Cには明確に図示されないが、中間部分176には、酸化被膜170Aの中間部分172と同様に白色部174が存在している。この白色部174に相当する一部の箇所では、EDS分析ではケイ素(Si)の濃度の上昇が見られる。さらに、酸化被膜170Aの最外部分171には、ケイ素(Si)はほとんど確認されなかったが、酸化被膜170Bの最外部分175には白色部174の存在が確認され、この白色部174に相当する一部の箇所では、ケイ素(Si)の濃度上昇が見られる。また、酸化被膜170Bについて、電子線エネルギー損失分光法(EELS)によりケイ素(Si)の存在を分析すると、図示しないが、酸化被膜170Bのいずれの箇所においても、酸素(O)と結合するケイ素(Si)が存在することが確認される。
- [0087] つまり、図2Cに示す酸化被膜170Bは、基本的には、図2Bに示す酸化被膜170Aと同様の構成を有するが、内部分177および中間部分176だけでなく、最外部分175にも、二酸化ケイ素(SiO₂)等のケイ素(Si)化合物が存在している点で異なっている。
- [0088] なお、図2Bに示す酸化被膜170Aまたは図2Cに示す酸化被膜170Bは、前述したように、最表面から順に、組成A部分である最外部分171または最外部分175、組成B部分である中間部分172または中間部分176、および、組成C部分である内部分173または内部分177から少なくとも構成されている。しかしながら、これら酸化被膜170A、170Bの構成はこの三層構造に限定されない。
- [0089] 酸化被膜170A、170Bは、前述した組成A部分、組成B部分、および組成C部分を含む構成であればよいので、これら以外の組成となる部分を

含んでもよいことは言うまでもない。また、酸化被膜170A、170Bは、最表面から組成A部分、組成B部分、および組成C部分の順で積層されている構成に限定されない。例えば、酸化被膜170A、170Bの他の構成としては、最表面から組成B部分、組成A部分、および組成C部分の順で積層される構成が挙げられる。このように、他の部分を含む構成、あるいは、各部分の積層順が異なる構成は、後述する諸条件を調整することにより容易に実現することができる。

[0090] (酸化被膜の構成例3)

次に、図3Aに示す酸化被膜180Aまたは図3Bに示す酸化被膜180Bについて説明すると、これら酸化被膜180A、180Bは、少なくとも微結晶からなる第一の部分181と、柱状組織を含有する第二の部分182、および／または、層状組織を含有する第三の部分183と、を含む構成である。

[0091] これら酸化被膜180A、180Bの好ましい一例としては、最表面に位置する第一の部分181、当該第一の部分181の下方に位置する第二の部分182、さらに、当該第二の部分182の下方に位置する第三の部分183から少なくとも構成されているものを挙げるることができる。

[0092] 第一の部分181の結晶粒径は、第二の部分182のそれよりも小さい構成であってもよい。第一の部分181を構成する微結晶の結晶粒径は特に限定されないが、0.001~1 μ mの範囲内を挙げるることができる。

[0093] また、図3Aに示すように、酸化被膜180Aにおいては、第一の部分181は実質的に単一の部分で構成されているが、第一の部分181の構成はこれに限定されず、図3Bに示す酸化被膜180Bのように、第一の部分181は、少なくとも、互いに結晶密度の異なる第一aの部分181aおよび第一bの部分181bから構成されてもよい。これら第一aの部分181aおよび第一bの部分181bの具体的な構成は特に限定されないが、第一aの部分181aは表面側に位置し、第一bの部分181bは、当該第一aの部分181aの下方に位置するとともに、当該第一aの部分181aの結晶

密度は、第一bの部分181bの結晶密度よりも小さい構成であってもよい。

[0094] また、第一の部分181～第三の部分183の具体的構成も特に限定されないが、第一の部分181が第一aの部分181aを含む場合には、第一aの部分181aは、アスペクト比が1から1000の範囲内となる縦長の針状組織を含有してもよい。また、第二の部分182は、アスペクト比が1から20の範囲内となる縦長の結晶組織を含有してもよい。また、第三の部分183は、アスペクト比が0.01から1の範囲内となる横長の結晶組織を含有してもよい。

[0095] まず、図3Aに示す酸化被膜180Aについて具体的に説明する。図3Aに示すように、酸化被膜180Aは、最表面から、微結晶からなる第一の部分181、その下に縦長の柱状組織を含有する第二の部分182、さらにその下方に横長の層状組織を含有する第三の部分183から少なくとも構成されており、第三の部分183の下方が基材150となっている。

[0096] この酸化被膜180Aにおいては、第二の部分182の下方には第三の部分183が位置する。この第三の部分183は、縦方向の径が数十nm以下、横方向の径が数百nm程度の組織で構成されている。この組織の縦方向の径を横方向の径で除したアスペクト比は、0.01から0.1の範囲となるので、この組織は横方向に長いものである。それゆえ、第三の部分183は、アスペクト比の小さい「横長」の層状組織が形成されていることが分かる。

[0097] 第三の部分183には基材150の組織であるセメントイトが確認される。これに対して、第一の部分181および第二の部分182には、セメントイトは確認されない。それゆえ、第三の部分183は、基材150の酸化処理により、基材150に酸素が拡散されることにより形成されると推測される。これに対して、第一の部分181および第二の部分182は、基材150の表面に酸化物が成長することにより形成されると推測される。

[0098] ここで、酸化被膜180Aは（あるいは図3Bに示す酸化被膜180Bも

）、第一の部分181と、第二の部分182および第三の部分183の少なくとも一方を含む構成であればよい。つまり、酸化被膜180A、180Bは、後述する諸条件を調整することにより、第一の部分181および第二の部分182の2層を含む構成であるか、第一の部分181および第三の部分183の2層を含む構成となり得る。また、後述する諸条件を調整することにより、酸化被膜180A（または酸化被膜180B）は、前述したように、第一の部分181、第二の部分182および第三の部分183の3層を含む構成となる。

[0099] 特に、酸化被膜180Aの代表的な構成としては、図3Aに示すように、最表面から順に、第一の部分181、第二の部分182および第三の部分183となる3層構造を挙げることができるが、これら以外の部分を含んでもよいし、これら部分の積層順も諸条件の調整により適宜設定することができる。

[0100] ここで、第一の部分181は、微結晶からなる組織で構成されるが、第一の部分181には、これは微結晶以外の組織等を全く含まないという意味ではない。本開示においては、第一の部分181は、実質的に微結晶からなる構成であり、「不純物」の範囲内で他の組織等を含んでもよい。したがって、第一の部分181は、少なくとも微結晶からなる構成、言い換えれば、微結晶を主たる組織とする構成であればよく、他の組織を含んでもよい。

[0101] また、第二の部分182は、柱状組織を含有していればよく、他の組織を含有してもよいし、実質的に柱状組織から構成されてもよい。同様に、第三の部分183は、層状組織を含有していればよく、他の組織を含有してもよいし、実質的に層状組織から構成されてもよい。第一の部分181、第二の部分182および第三の部分183は、基材150の表面に酸化被膜180A（または酸化被膜180B）として構成されることで、軸受部に比べて同等またはそれ以上の硬さを発揮できるものであればよいので、これら部分に必須の組織以外の組織を含んでもよいことは言うまでもない。

[0102] 酸化被膜180Aにおいては、第一の部分181は、ナノレベルの微結晶

が敷き詰められたような組織であればよく、微結晶の粒径の上限は100nm以下に限定されない。例えば、微結晶の粒径は、0.001 μ m(1nm)～1 μ m(1000nm)の範囲内であればよい。

[0103] 同様に、酸化被膜180Aにおいては、第二の部分182は、アスペクト比の大きい「縦長」の柱状組織が同じ方向に無数に形成されている構成であればよく、柱状組織のアスペクト比は3～10の範囲内に限定されない。例えば、柱状組織のアスペクト比は、1～20の範囲内であればよい。

[0104] 同様に、酸化被膜180Aにおいては、第三の部分183は、アスペクト比の小さい「横長」の層状組織が形成されている構成であればよく、層状組織のアスペクト比は、0.01～0.1の範囲内に限定されない。例えば、層状組織のアスペクト比は、0.01～1の範囲内であればよい。

[0105] なお、第一の部分181の微結晶の粒径、第二の部分182の柱状組織のアスペクト比、および第三の部分183の層状組織のアスペクト比は、後述する諸条件を適宜設定することで、好適な範囲内に設定することができる。

[0106] 次に、図3Bに示す酸化被膜180Bについて具体的に説明する。図3Bに示すように、酸化被膜180Bは、最表面から、微結晶からなる第一の部分181、その下に縦長の柱状組織を含有する第二の部分182、さらにその下方に横長の層状組織を含有する第三の部分183から少なくとも構成されており、第三の部分183の下方が基材150となっている。ここで、第一の部分181は、図3Aに示す酸化被膜180Aとは異なり、結晶密度が異なる第一aの部分181aおよび第一bの部分181bに区分することが可能となっている。

[0107] また、酸化被膜180Bにおいては、最表面に形成される第一の部分181は、酸化被膜180Aの第一の部分181と同様に、粒径100nm以下の微結晶が敷き詰められたような組織で構成されている。ここで、酸化被膜180Bにおける第一の部分181は、実質的に微結晶からなる構成である、という点で、酸化被膜180Aにおける第一の部分181と同様に「単一層」と見なすことができる。しかしながら、微結晶の密度を基準として見れ

ば、最表面側の第一 a の部分 181 a と、基材 150（第二の部分 182）側の第一 b の部分 181 b とに区分することができる。第一 a の部分 181 a は、その下の第一 b の部分 181 b に比べて結晶密度が小さい（低密度である）。

[0108] 具体的には、図 3 B に示すように、第一 a の部分 181 a は、少なくとも微結晶からなるとともに、所々に空隙部（図 3 B において黒っぽく見える部分）を有する。また、第一 a の部分 181 a は、短径側の長さが 100 nm 以下で、かつ、アスペクト比が 1 から 10 の範囲内となる縦長の針状組織を含有している。これに対して、第一 a の部分 181 a の下方の第一 b の部分 181 b には、空隙部も針状組織もあまり含有されていない。第一 b の部分 181 b は、ナノレベルの微結晶が敷き詰められたような組織となっている。

[0109] また、酸化被膜 180 B においては、第一 b の部分 181 b の下方には第二の部分 182 が位置する。この第二の部分 182 は、縦方向の径が 500 nm から 1 μ m 程度、横方向の径が 100 nm から 150 nm 程度の組織で構成されている。この組織の縦方向の径を横方向の径で除したアスペクト比は、約 3 から 10 の範囲となるので、この組織は縦方向に長いものである。それゆえ、第二の部分 182 は、アスペクト比の大きい「縦長」の柱状組織が同じ方向に無数に形成されていることになる。

[0110] また、酸化被膜 180 B においては、第二の部分 182 の下方には第三の部分 183 が位置する。この第三の部分 183 は、縦方向の径が数十 nm 以下、横方向の径が数百 nm 程度の組織で構成されている。この組織の縦方向の径を横方向の径で除したアスペクト比は、0.01 から 0.1 の範囲となるので、この組織は横方向に長いものである。それゆえ、第三の部分 183 は、アスペクト比の小さい「横長」の層状組織が形成されていることになる。

[0111] 酸化被膜 180 B においては、第一の部分 181（第一 a の部分 181 a および第一 b の部分 181 b）は、ナノレベルの微結晶が敷き詰められたよ

うな組織であればよく、微結晶の粒径の上限は100nm以下に限定されない。酸化被膜180Aにおける第一の部分181と同様に、微結晶の粒径は、例えば、0.001 μ m(1nm)~1 μ m(1000nm)の範囲内であればよい。

[0112] また、第一aの部分181aにおいては、空隙部の占める割合は10%以上であることが望ましい。これにより、摺動面に油膜を形成させやすくする(摺動面の「保油性」を高める)ことができるとともに、相手攻撃性をより良好に抑制することができる。これに対して、第一bの部分181bにおいては、空隙部の占める割合は10%未満であることが望ましい。空隙部の占める割合が大きすぎると、第一aの部分181aとの対比にもよるが、組織の緻密性(機械的強度)が十分に向上されず、第一aの部分181aを良好に支持できなくなる恐れがある。

[0113] このような理由から、第一の部分181においては、第一aの部分181aおよび第一bの部分181bを区分する際の境界値(もしくは閾値)として、例えば、空隙部の体積占有率(例えば10%)を用いることができる。

[0114] また、第一aの部分181aは、微結晶だけでなく縦長の針状組織も含有しているが、この針状組織のアスペクト比は特に限定されない。酸化被膜180Bでは、針状組織は、短径側の長さが100nm以下で、アスペクト比が1から10の範囲内であるが、アスペクト比は1から1000の範囲内であってもよい。

[0115] このような酸化被膜160~180Bのいずれにおいても、その膜厚は特に限定されないが、例えば、1~5 μ mの範囲内を挙げることができる。また、前述した酸化被膜160~180Bのいずれにおいても、基材150としては公知の鉄系材料を好適に用いることができるが、酸化被膜160~180Bの種類によっては、基材150である鉄系材料は、ケイ素を0.5~10%の範囲内で含有するものであってもよい。

[0116] また、本開示で表面処理として用いられる酸化被膜160~180Bは、前述した構成例1(酸化被膜160)、構成例2(酸化被膜170A, 17

0 B)、または構成例3(酸化被膜180A, 180B)に限定されるものではなく、他の構成を有する酸化被膜であってもよいことは言うまでもない。さらに、前述した各構成例の酸化被膜160~180Bにおいては、各部分または層等の具体的構成、積層順、厚さ等のバリエーションについては、前述したように、諸条件を適宜調整することで実現可能である。ここで、このような諸条件は特に限定されないが、代表的には、酸化被膜160~180Bの製造方法(形成方法)が挙げられる。

[0117] 酸化被膜160~180Bの製造方法は、公知の鉄系材料の酸化方法を好適に用いることができ、特に限定されない。基材150である鉄系材料の種類、その表面状態(前述した研磨仕上げ等)、求める酸化被膜160~180Bの物性等の諸条件に応じて、製造条件等については適宜設定することができる。本開示では、炭酸ガス(二酸化炭素ガス)等の公知の酸化性ガスおよび公知の酸化設備を用いて、数百℃の範囲内、例えば400~800℃の範囲内で基材150であるねずみ鋳鉄を酸化することにより、基材150の表面に前述した酸化被膜160~180Bを形成することができる。

[0118] また、他の諸条件としては、基材150の具体的な材質(前述した鋳鉄、鋼材、焼結材等)、基材150に含まれる成分(例えば鋳鉄であればケイ素(Si)の含有量、あるいは、他の鉄系材料であれば、炭素(C)または合金成分の含有量等)、酸化被膜160~180Bを形成する前の基材150の表面状態(例えば、事前の表面処理等)等を挙げることができるが、特に限定されない。

[0119] [潤滑油の構成]

次に、密閉容器101内に貯留されている潤滑油103のより具体的な構成について、図4を参照して具体的に説明する。図4は、潤滑油103に添加することができる極圧添加剤の添加量と、冷媒圧縮機100の軸部摺動部のうち主軸摺動部(主軸109および主軸受114)の摩耗量との関係を示すグラフである。

[0120] 前述したように、本開示に係る冷媒圧縮機100においては、前述したよ

うに、(1) 潤滑油 103 が VG0~VG5 の範囲内の低粘度のものを用いるとともに、(2) 軸部の表面に対して、軸受部と同等以上の硬度を有する表面処理を施す(好ましい一例として前述した酸化被膜 160~180B を形成する) ことにより、軸部摺動部の摩耗を良好に抑制し、冷媒圧縮機 100 の信頼性をより一層良好なものとする事ができる。

[0121] さらに、本開示に係る冷媒圧縮機 100 においては、前記 (1) および (2) の構成に加えて、前述したように、(3) 軸受部の長さ L と軸受部の内径 D との比率 L/D が 0.10~1.20 の範囲内に設定することで、軸部摺動部の摩耗をより一層良好に抑制し、冷媒圧縮機 100 の信頼性をさらに一層良好なものとする事ができる。

[0122] また、本開示に係る冷媒圧縮機 100 においては、少なくとも前記 (1) および (2) の構成、好ましくは (3) の構成に加えて、(4) 潤滑油 103 として用いられる潤滑油組成物の組成を調整する(特に、後述する極圧添加剤および/または油性剤を添加する) ことで、軸部摺動部の摩耗をさらに一層良好に抑制することができ、冷媒圧縮機 100 の信頼性を特に良好なものとする事ができる。

[0123] 潤滑油 103 として用いられる潤滑油組成物は、前述した構成 (1) すなわち VG0~VG5 の範囲内の低粘度を満たす油状物質を主成分として含んでいればよいが、好ましい油状物質としては、鉱油、アルキルベンゼン油、およびエステル油からなる群から選択される少なくとも 1 種の油状物質を好適に用いることができる。これら油状物質は、1 種類のみを用いてもよいし、2 種類以上を適宜組み合わせ用いてもよい。ここでいう 2 種類以上の油状物質の組合せとは、例えば、鉱油に該当する異なる油状物質を 2 種類以上組み合わせる場合だけでなく、例えば、鉱油に該当する油状物質を 1 種類以上、アルキルベンゼン油に該当する油状物質を 1 種類以上(もしくはエステル油に該当する油状物質を 1 種類以上) 組み合わせる場合も含む。

[0124] さらに、潤滑油 103 として用いられる潤滑油組成物は、前述した 1 種類以上の油状物質に対して、種々の添加剤を添加してもよい。このような添加

剤としては、潤滑油 103 の分野で公知の様々なものを好適に用いることができるが、代表的には、極圧添加剤、油性剤、摩耗防止剤、酸化防止剤、酸捕捉剤、金属不活性剤、消泡剤、腐食防止剤、または分散剤等を挙げることができる。これら添加剤のうち、本開示において特に好ましいものとして、極圧添加剤を挙げることができる。

[0125] 極圧添加剤は、摺動部を構成する複数の摺動部材の表面すなわち摺動面同士の摩耗低減あるいは焼付抑制を目的として潤滑油組成物（1種類または2種類以上の油状物質）に添加されるものであり、摺動面と反応することにより摺動面に被膜を形成して摩耗低減または焼付抑制を実現する。

[0126] 具体的な極圧添加剤としては、公知のものを好適に用いることができ、特に限定されないが、例えば、リン酸エステル等のリン系化合物、硫化脂肪酸またはそのエステル等の硫黄系化合物、塩素系炭化水素またはフッ素系炭化水素等のハロゲン化合物等を挙げることができる。これら極圧添加剤は、1種類のみを潤滑油組成物に添加してもよいし2種類以上を適宜組み合わせで添加してもよい。

[0127] これら極圧添加剤の中でも、リン系化合物を好ましく用いることができる。代表的なリン系化合物としては、トリクレジルホスフェイト（TCP）、トリブチルホスフェイト（TBP）、トリフェニルホスフェイト（TPP）を挙げることができ、中でもTCPをより好ましく用いることができる。

[0128] 極圧添加剤の潤滑油組成物に対する添加量は特に限定されないが、例えば、潤滑油 103（油状物質）が鉱油またはアルキルベンゼン油のような低極性物質である場合には、好適な添加量として、0.5～8.0重量%の範囲内を挙げることができ、1～3重量%をより好ましい範囲内として挙げることができる。

[0129] 具体的には、図4に示すグラフは、潤滑油組成物の油状物質が鉱油等の低極性物質であるときに、前記の通り、極圧添加剤の添加量と主軸摺動部（軸部摺動部）の摩耗量との関係を示している。なお、主軸摺動部（軸部摺動部）の摩耗量は、公知のファレックス型摩擦試験機により評価している。

[0130] 図4に示すように、極圧添加剤を少しでも添加すれば、無添加の場合（添加量0重量%）よりも主軸摺動部（軸部摺動部）の摩耗量を有意に低減することができるが、特に、図4における範囲M_iに示すように、0.5重量%以上8重量%以下の範囲内では、摩耗量を大幅に低減することができる。添加量が0.5重量%未満であれば、図4に示すように摩耗量の低減効果は十分とは言えず、添加量が8重量%を超えると、添加量に見合った摩耗量の低減効果が得られないだけでなく、添加量の増加によりわずかに摩耗量が増加する傾向にある。

[0131] 特に、図4に示すグラフは、添加量2重量%前後を極小値とする曲線となっているので、図4における範囲M_{ii}に示すように、2重量%±1重量%、すなわち、1重量%以上3重量%以下の範囲内であれば、特に良好な摩耗量の低減効果を得ることが可能になると考えられる。

[0132] さらに、本開示においては、潤滑油103（油状物質）がエステル油である場合には、極圧添加剤を2.0～4.0重量%の範囲内で添加することができる。エステル油は極性を有する油状物質であるため、鉄系材料に吸着されやすい。それゆえ、エステル油を含有する潤滑油組成物（潤滑油103）に対して極圧添加剤を添加しても、この極圧添加剤よりも先にエステル油が摺動面に吸着されるので、極圧添加剤が摺動面に反応して被膜を形成することが困難となる。それゆえ、通常、エステル油を主成分とする潤滑油103（潤滑油組成物）に対しては極圧添加剤は添加されない。

[0133] しかしながら、本開示においては、冷媒圧縮機100が、前記の通り、（1）および（2）の構成を少なくとも備えており、特に、（2）の構成として前述した酸化被膜160～180Bが好適に用いられる。このような酸化被膜160～180Bが軸部摺動部を構成する軸部の摺動面に形成されていることにより、（1）の構成を満たす低粘度の潤滑油103がエステル油を主成分とする潤滑油組成物であっても、極圧添加剤による摩耗低減等の効果を良好に発揮することが可能となる。

[0134] このように、本開示においては、低粘度の潤滑油103を用い、軸部摺動

部を構成する軸部の表面に高硬度の表面処理（前述した酸化被膜160～180B等）を施すことで、潤滑油103の種類によらず極圧添加剤による効果を良好に実現することができる。それゆえ、軸部摺動部において、軸受部の長さLと軸受部の内径Dとの比率L/Dを従来よりも小さくすることができる（前記（3）の構成）ので、冷媒圧縮機100の信頼性をさらに一層良好なものとするすることができる。

[0135] ここで、潤滑油103に対しては、油性剤を添加してもよい。前記の通り、軸部摺動部の摺動面には、酸化被膜160～180B等の高硬度の表面処理が施されている。油性剤の添加によっても摺動面に被膜を形成することができるため、このような表面処理により油性剤による摩耗低減の効果をより一層良好なものとするすることができる。

[0136] 油性剤の具体的な種類は特に限定されず、高級脂肪酸、高級アルコール、エステル、金属せっけん等を挙げることができる。これら油性剤は1種類のみを用いてもよいし2種類以上を適宜組み合わせ用いてもよい。また、油性剤の添加量は特に限定されないが、例えば、0.01～1重量%の範囲内を挙げることができる。また、潤滑油103（潤滑油組成物）に対しては、少なくとも1種類の極圧添加剤を添加することが好ましく、さらに、少なくとも1種類の油性剤を添加することができるが、極圧添加剤を添加せずに油性剤のみを添加してもよい。他の添加剤も同様である。

[0137] （実施の形態2）

本実施の形態2では、前記実施の形態1で説明した冷媒圧縮機100を備える冷凍・冷蔵装置の一例について、図5を参照して具体的に説明する。図5は、前記実施の形態1に係る冷媒圧縮機100を備える冷凍・冷蔵装置の概略構成を模式的に示している。そのため、本実施の形態2では、冷凍・冷蔵装置の基本構成の概略についてのみ説明する。

[0138] 図5に示すように、本実施の形態2に係る冷凍・冷蔵装置は、本体275、区画壁278、および冷媒回路270等を備えている。本体275は、断熱性の箱体および扉体等により構成されており、箱体はその一面が開口した

構成であり、扉体は箱体の開口を開閉する構成である。本体 275 の内部は、区画壁 278 により物品の貯蔵空間 276 と機械室 277 とに区画される。貯蔵空間 276 内には、図示しない送風機が設けられている。なお、本体 275 の内部は、貯蔵空間 276 および機械室 277 以外の空間等に区画されてもよい。

[0139] 冷媒回路 270 は、貯蔵空間 276 内を冷却する構成であり、例えば、前記実施の形態 1 で説明した冷媒圧縮機 100 と、放熱器 272 と、減圧装置 273 と、吸熱器 274 とを備え、これらが環状に配管で接続された構成となっている。吸熱器 274 は、貯蔵空間 276 内に配置されている。吸熱器 274 の冷却熱は、図 5 の破線の矢印で示すように、図示しない送風機によって貯蔵空間 276 内を循環するように攪拌される。これにより貯蔵空間 276 内は冷却される。

[0140] 冷媒回路 270 が備える冷媒圧縮機 100 は、前記実施の形態 1 で説明したように、(1) 潤滑油 103 が VG0~VG5 の範囲内の低粘度のものであるとともに、(2) 軸部の表面に対して、軸受部と同等以上の硬度を有する表面処理を施しており（好ましい一例として前述した酸化被膜 160~180B を形成しており）、さらに、(3) 軸受部の長さ L と軸受部の内径 D との比率 L/D を従来よりも小さくすることができ、(4) 極圧添加剤（および/または油性剤）の添加による摩耗低減の効果をより一層良好なものとすることができる。これにより、冷媒圧縮機 100 の信頼性をより一層良好なものとすることができる。

[0141] このように、本実施の形態 2 に係る冷凍・冷蔵装置は、前記実施の形態 1 に係る冷媒圧縮機 100 を搭載している。冷媒圧縮機 100 が備える摺動部は、耐摩耗性に優れ、摺動面への密着性にも優れている。そのため、冷媒圧縮機 100 は、摺動部の摺動ロスを低減することが可能となり、優れた信頼性かつ優れた効率を実現することができる。その結果、本実施の形態 2 に係る冷凍・冷蔵装置は、消費電力を低減することができるので、省エネルギー化を実現することができるとともに、信頼性も向上させることができる。

[0142] なお、本発明は前記実施の形態の記載に限定されるものではなく、特許請求の範囲に示した範囲内で種々の変更が可能であり、異なる実施の形態や複数の変形例にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせ得られる実施の形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

[0143] また、上記説明から、当業者にとっては、本発明の多くの改良や他の実施形態が明らかである。従って、上記説明は、例示としてのみ解釈されるべきであり、本発明を実行する最良の態様を当業者に教示する目的で提供されたものである。本発明の精神を逸脱することなく、その構造及び／又は機能の詳細を実質的に変更できる。

産業上の利用可能性

[0144] 以上のように、本発明によれば、低粘度の潤滑油を用いながら信頼性に優れた冷媒圧縮機と、この冷媒圧縮機を用いた冷凍・冷蔵装置を提供することが可能となる。そのため、本発明は、冷凍サイクルを用いた各種機器に幅広く適用することができる。

符号の説明

- [0145] 100：冷媒圧縮機
101：密閉容器
103：潤滑油
106：電動要素
107：圧縮要素
108：クランクシャフト
109：主軸（軸部）
110：偏心軸（軸部）
112：シリンダーブロック
114：主軸受（軸受部）
119：偏心軸受（軸受部）
150：基材
160：酸化被膜

170A : 酸化被膜

170B : 酸化被膜

180A : 酸化被膜

180B : 酸化被膜

270 : 冷媒回路

272 : 放熱器

273 : 減圧装置

274 : 吸熱器

請求の範囲

- [請求項1] 密閉容器内に、 40°C での動粘度が $0.1\text{mm}^2/\text{S} \sim 5.1\text{mm}^2/\text{S}$ の潤滑油を貯留するとともに、電動要素および当該電動要素により駆動され冷媒を圧縮する圧縮要素を収容し、
- 前記圧縮要素は、軸部として、主軸および偏心軸を備えるクランクシャフトと、前記軸部を軸支する軸受部として、主軸を軸支する主軸受および前記偏心軸を軸支する偏心軸受と、を備え、
- 前記主軸および前記偏心軸の少なくとも一方の表面には、前記軸受部と同等以上の硬度を有する表面処理が施されていることを特徴とする、
- 冷媒圧縮機。
- [請求項2] 前記軸部の基材が鉄系材料であり、前記表面処理が酸化被膜であることを特徴とする、
- 請求項1に記載の冷媒圧縮機。
- [請求項3] 前記酸化被膜は、最表面に三酸化二鉄 (Fe_2O_3) を含有する部分、および、少なくとも微結晶で構成される部分の少なくともいずれかを含むことを特徴とする、
- 請求項2に記載の冷媒圧縮機。
- [請求項4] 前記軸受部の長さLと前記軸受部の内径Dとの比率 L/D が $0.10 \sim 1.20$ の範囲内であることを特徴とする、
- 請求項1から3のいずれか1項に記載の冷媒圧縮機。
- [請求項5] 前記潤滑油は、鉱油、アルキルベンゼン油、およびエステル油からなる群から選択される少なくとも1種であることを特徴とする、
- 請求項1から4のいずれか1項に記載の冷媒圧縮機。
- [請求項6] 前記潤滑油は、前記鉱油または前記アルキルベンゼン油であり、かつ、極圧添加剤を $0.5 \sim 8.0$ 重量%含有することを特徴とする、
- 請求項5に記載の冷媒圧縮機。
- [請求項7] 前記潤滑油は、前記エステル油であり、かつ、極圧添加剤を 2.0

～4. 0重量%含有することを特徴とする、
請求項5に記載の冷媒圧縮機。

[請求項8] 前記極圧添加剤は、リン系化合物であることを特徴とする、
請求項6または7に記載の冷媒圧縮機。

[請求項9] 前記潤滑油は、油性剤を含有することを特徴とする、
請求項1から8のいずれか1項に記載の冷媒圧縮機。

[請求項10] 前記電動要素は、複数の運転周波数でインバータ駆動されることを
特徴とする、
請求項1から9のいずれか1項に記載の冷媒圧縮機。

[請求項11] 請求項1から10のいずれか1項に記載の冷媒圧縮機と、放熱器と
、減圧装置と、吸熱器とを含み、これらを配管によって環状に連結し
た冷媒回路を備えることを特徴とする、
冷凍・冷蔵装置。

[図1]

図1A

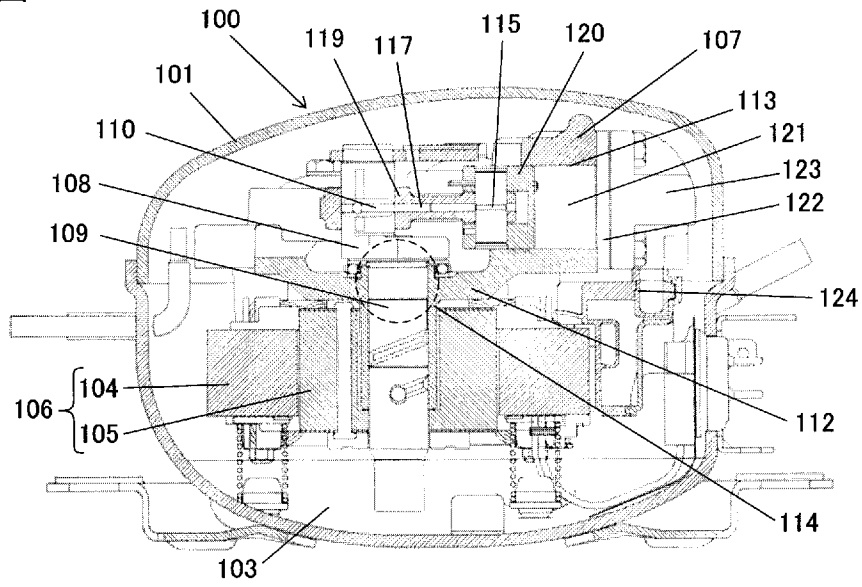
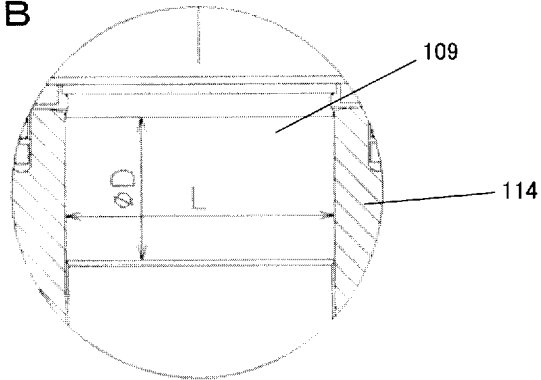


図1B



[図2]

図2A

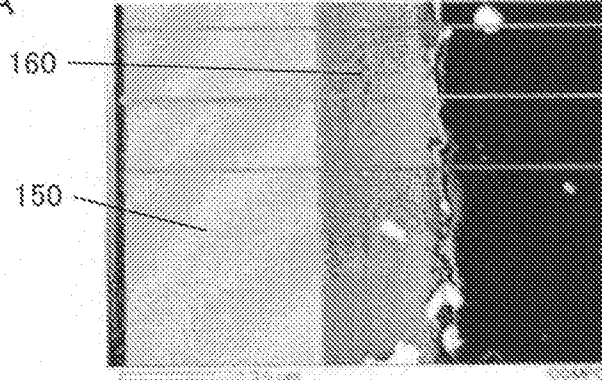


図2B

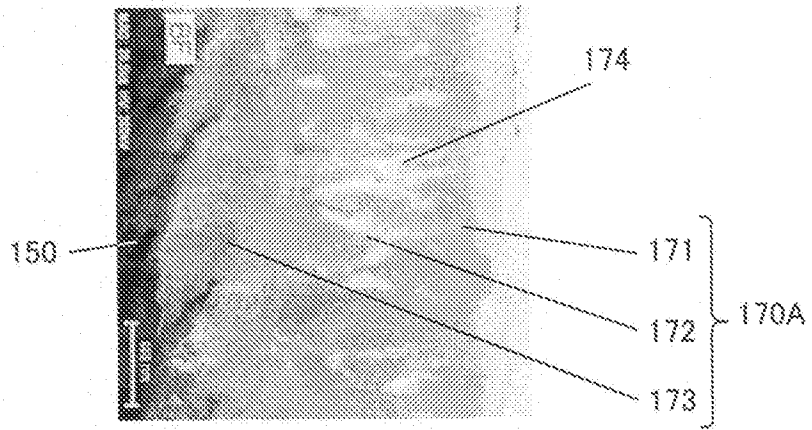
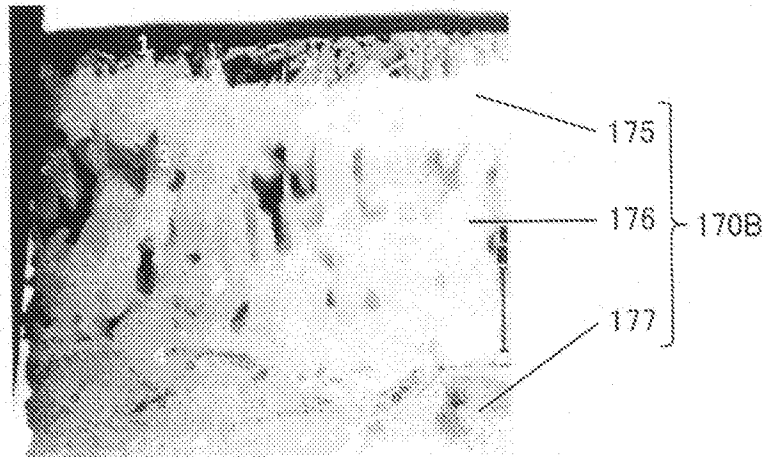


図2C



[図3]

図3A

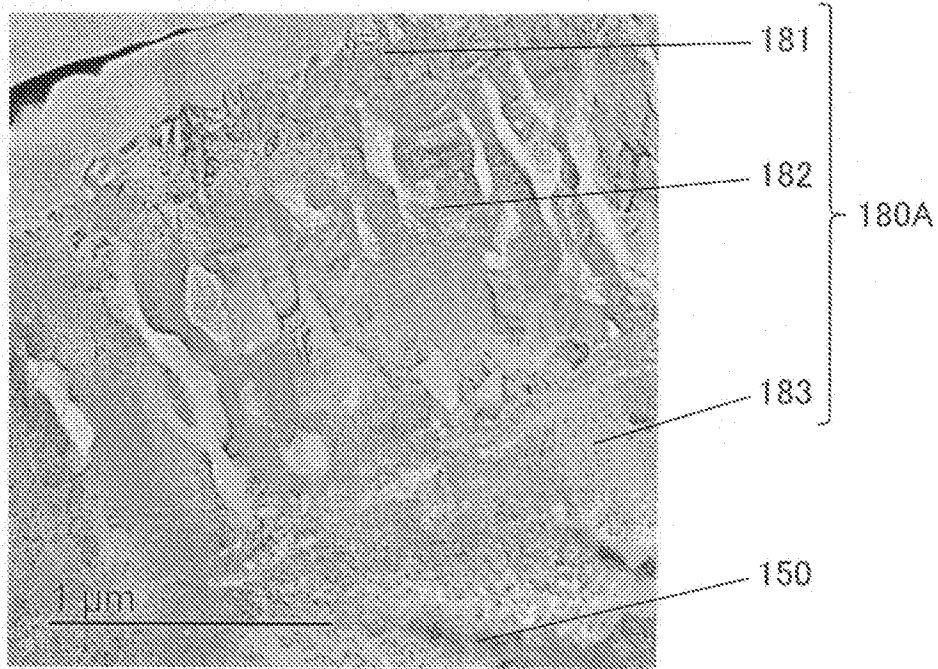
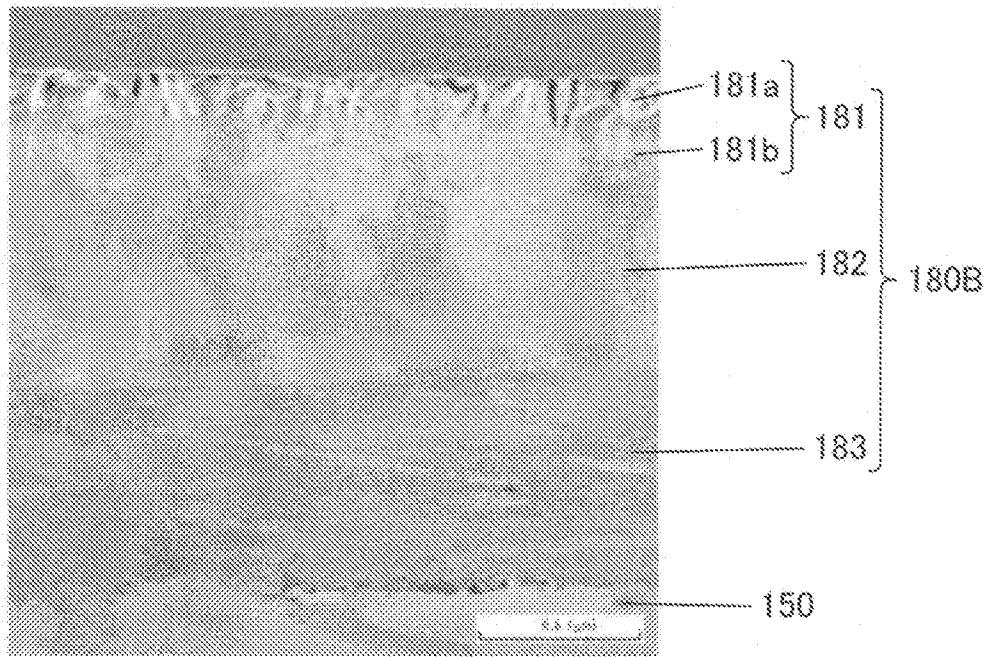
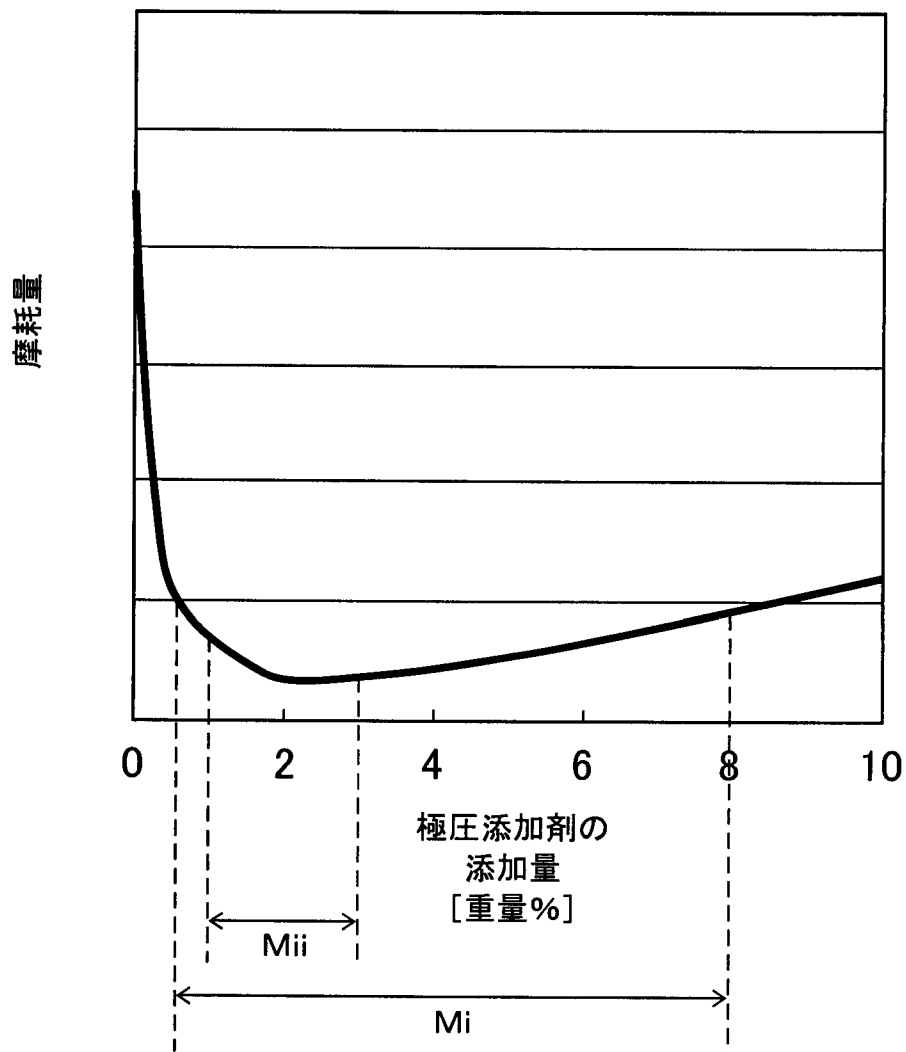


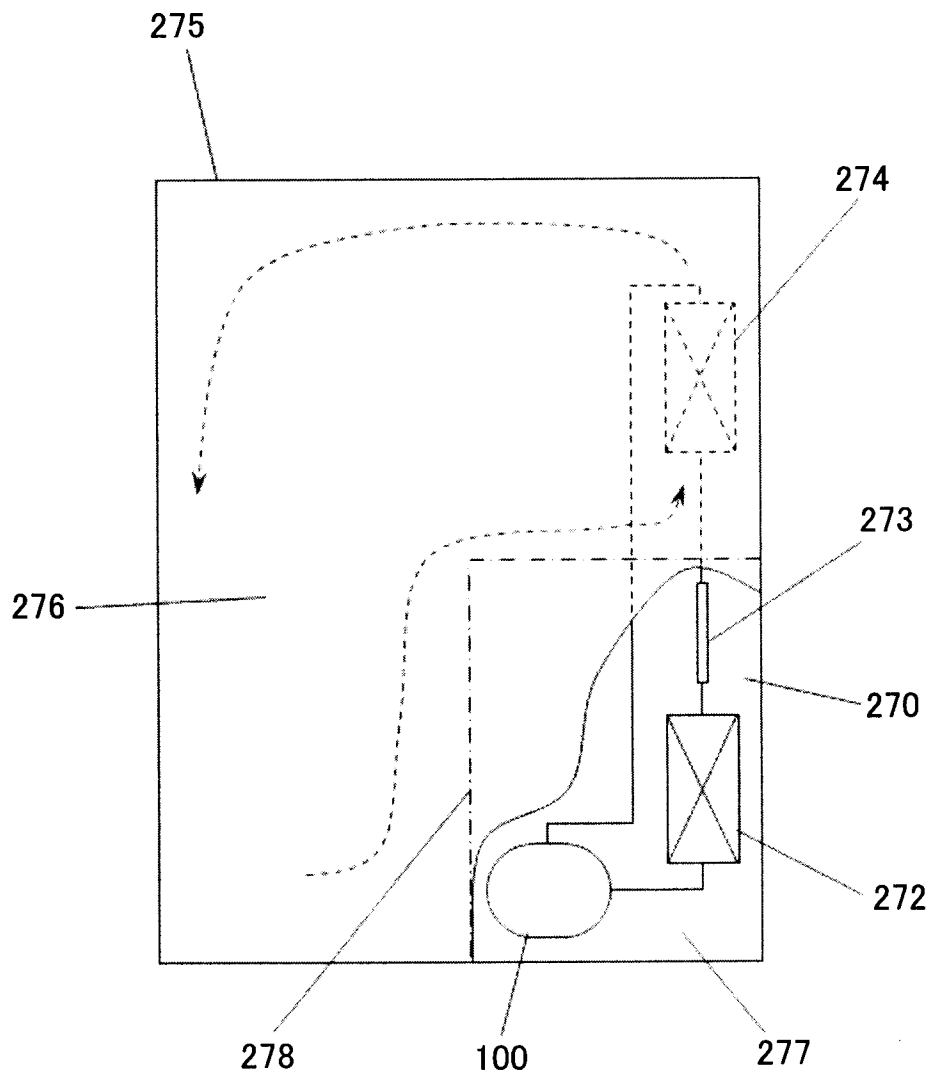
図3B



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/042575

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. F04B39/00 (2006.01) i

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)
Int.Cl. F04B39/00

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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 Y	WO 2013/125197 A1 (PANASONIC CORP.) 29 August 2013, paragraphs [0027]-[0136], fig. 1, 4-5A & US 2016/0017874 A1, paragraphs [0040]-[0154], fig. 1, 4-5A & EP 2818716 A1 & CN 104066988 A	1-5 6-11

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 08 February 2018 (08.02.2018)	Date of mailing of the international search report 20 February 2018 (20.02.2018)
--	---

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/JP2017/042575

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-297753 A (MATSUSHITA REFRIGERATION COMPANY) 24 October 2000, paragraphs [0023]-[0025], [0033]-[0034], fig. 1 & EP 1170506 A1, paragraphs [0021]-[0024], fig. 1 & WO 2000/063559 A1 & CN 1347478 A	6, 10-11
Y	JP 9-303264 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 25 November 1997, paragraphs [0001]-[0002], [0022]-[0029], [0050] & US 5966949 A, column 1, lines 4-20, column 4, line 62 to column 6, line 22, column 9, lines 22-33 & KR 10-0201207 B1 & CN 1170089 A	7-8, 10-11
Y	JP 2010-168436 A (HITACHI APPLIANCES, INC.) 05 August 2010, paragraphs [0036]-[0041] (Family: none)	9-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F04B39/00(2006.01)i

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. F04B39/00

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 Y	WO 2013/125197 A1 (パナソニック株式会社) 2013.08.29, 段落[0027]-[0136], 図 1, 4-5A & US 2016/0017874 A1, 段落[0040]-[0154], 図 1, 4-5A & EP 2818716 A1 & CN 104066988 A	1-5 6-11

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 08.02.2018	国際調査報告の発送日 20.02.2018
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) 所村 陽一 電話番号 03-3581-1101 内線 3358

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
Y	JP 2000-297753 A (松下冷機株式会社) 2000. 10. 24, 段落[0023]-[0025], [0033]-[0034], 図 1 & EP 1170506 A1, 段落[0021]-[0024], 図 1 & WO 2000/063559 A1 & CN 1347478 A	6, 10-11
Y	JP 9-303264 A (松下電器産業株式会社) 1997. 11. 25, 段落[0001]-[0002], [0022]-[0029], [0050] & US 5966949 A, 第 1 欄第 4 行-第 20 行, 第 4 欄第 62 行-第 6 欄第 22 行, 第 9 欄第 22 行-第 33 行 & KR 10-0201207 B1 & CN 1170089 A	7-8, 10-11
Y	JP 2010-168436 A (日立アプライアンス株式会社) 2010. 08. 05, 段落[0036]-[0041] (ファミリーなし)	9-11