(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117321181 A
(43)申请公布日 2023.12.29

(21)申请号 202280035227.2
(22)申请日 2022.05.11
(30)优先权数据
2021-082882 2021.05.17 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.11.15
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/019979 2022.05.11
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/244665 JA 2022.11.24
(71)申请人 株式会社大赛璐
地址 日本大阪府
申请人 大金工业株式会社
(72)发明人 木本训弘 伊藤久义 梅本浩一 柏木健 城大辅 竹内秀一 松浦秀树 诸江将吾 川江亚里沙 田中胜
(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
专利代理师 杨薇
(51)Int.Cl.
C10M 169/04(2006.01)

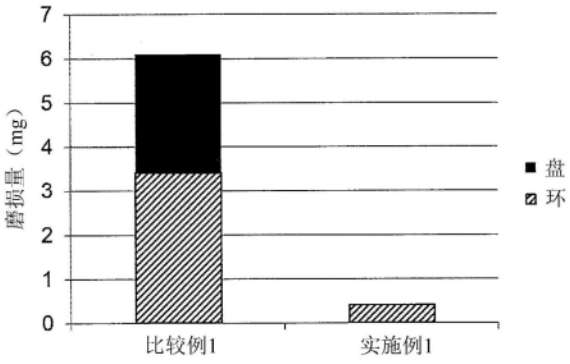
权利要求书1页 说明书20页 附图5页

(54)发明名称

冷冻机用组合物和冷冻机用组合物套件

(57)摘要

本发明提供一种能够降低冷冻机内的滑动构件彼此的摩擦中的摩擦系数的冷冻机用组合物和用于得到该冷冻机用组合物的冷冻机用组合物套件。本公开的冷冻机用组合物包含:冷冻机油;分散于所述冷冻机油中的纳米金刚石粒子;以及分散剂。所述冷冻机油优选包含聚乙烯醚类、多元醇酯类、聚亚烷基二醇类、烷基苯类或矿物油。此外,本公开的冷冻机用组合物套件包含:冷冻机油(A),包含基础油和分散于所述基础油中的纳米金刚石粒子;以及制冷剂(B)。



CN 117321181 A

1.一种冷冻机用组合物,所述冷冻机用组合物包含冷冻机油、分散于所述冷冻机油中的纳米金刚石粒子以及分散剂。

2.根据权利要求1所述的冷冻机用组合物,其中,

所述冷冻机油包含聚乙烯醚类、多元醇酯类、聚亚烷基二醇类、烷基化芳香族烃化合物或矿物油。

3.根据权利要求1或2所述的冷冻机用组合物,其中,

所述分散剂包含质均分子量为500以上且胺值为15mgKOH/g以上的分散剂(I)和/或脂肪酸酯系分散剂(II)。

4.根据权利要求1～3中任一项所述的冷冻机用组合物,其中,

所述冷冻机油的SP值为6.0～12.0$(cal/cm^3)^{1/2}$。

5.根据权利要求1～4中任一项所述的冷冻机用组合物,其中,

在表面压力2MPa、速度1.5m/s的条件下的环盘摩擦试验中用作润滑剂时的摩擦系数为0.08以下。

6.根据权利要求1～5中任一项所述的冷冻机用组合物,其中,

所述冷冻机用组合物用于冷冻机的压缩机。

7.根据权利要求1～6中任一项所述的冷冻机用组合物,其中,

所述冷冻机为空调设备。

8.一种冷冻机用组合物套件,所述冷冻机用组合物套件包含:冷冻机油(A),包含基础油和分散于所述基础油中的纳米金刚石粒子;以及制冷剂(B)。

9.根据权利要求8所述的冷冻机用组合物套件,其中,

所述冷冻机油(A)在表面压力2MPa、速度1.5m/s的条件下的环盘摩擦试验中用作润滑剂时的摩擦系数为0.08以下。

冷冻机用组合物和冷冻机用组合物套件

技术领域

[0001] 本公开涉及冷冻机用组合物和冷冻机用组合物套件(kit)。更详细而言,本公开涉及包含冷冻机油的冷冻机用组合物和用于得到该冷冻机用组合物的套件即冷冻机用组合物套件。本申请主张在2021年5月27日在日本申请的日本特愿2021-082882号的优先权,将其内容援引于此。

背景技术

[0002] 例如压缩型冷冻机等冷冻机一般由压缩机(compressor)、冷凝器、膨胀机构(膨胀阀等)、蒸发器等构成,成为制冷剂和冷冻机油的混合物(冷冻机用组合物)在密闭的体系内循环的结构。

[0003] 在冷冻机用的压缩机中,为了减轻在各种滑动构件之间产生的摩擦而使用冷冻机油。冷冻机油与制冷剂一起封入压缩机内,对例如连杆、活塞等滑动构件进行润滑。

[0004] 作为上述冷冻机用组合物,例如已知含有特定的基础油和特定的纳米金刚石的润滑油组合物(参照专利文献1)。记载有根据上述润滑剂组合物,摩擦特性优异。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2020-180248号公报

[0008] 专利文献2:日本特开2020-76044号公报

[0009] 专利文献3:国际公开第2020/026790号

发明内容

[0010] 发明所要解决的问题

[0011] 冷冻机用的压缩机等中,以往使用磷酸酯等抗磨剂、油性提高剂,但在根据施工状态、运转条件产生的混合润滑状态下,有可能发生磨损、咬粘(seizure)而导致装置破损。虽然记载了专利文献1中记载的润滑剂组合物的摩擦特性优异,但对基础油中的纳米金刚石粒子的分散性有担心,摩擦系数的降低有可能不充分。

[0012] 需要说明的是,专利文献2中公开了包含纳米碳粒子的初期磨合用润滑剂组合物。此外,在专利文献3中公开了特定的表面修饰纳米金刚石分散于有机溶剂中的分散液。

[0013] 然而,在专利文献2中,没有公开模拟出在冷冻机用的压缩机内产生的摩擦的试验(例如环盘摩擦试验)。此外,在专利文献3中,没有公开上述分散液作为冷冻机内的滑动构件彼此的润滑剂发挥效果。如此,在专利文献2和3中,没有公开将上述润滑剂组合物、上述分散液用作冷冻机油、或与制冷剂组合用作冷冻机用组合物。

[0014] 因此,本公开的目的在于,提供一种能够降低冷冻机内的滑动构件彼此的摩擦中的摩擦系数的冷冻机用组合物和用于得到该冷冻机用组合物的冷冻机用组合物套件。

[0015] 用于解决问题的方案

[0016] 为了达到上述目的,本公开的发明人等进行了深入研究,结果发现,根据包含冷冻

机油、分散于上述冷冻机油中的纳米金刚石粒子、以及分散剂的冷冻机用组合物,能够降低冷冻机内的滑动构件彼此的摩擦中的摩擦系数。本公开涉及基于这些见解而完成的方案。

[0017] 本公开提供一种冷冻机用组合物,其包含冷冻机油、分散于所述冷冻机油中的纳米金刚石粒子以及分散剂。

[0018] 优选的是,上述冷冻机油包含聚乙烯醚类、多元醇酯类、聚亚烷基二醇类、烷基化芳香族烃化合物或矿物油。

[0019] 优选的是,上述分散剂包含质均分子量为500以上且胺值为15mgKOH/g以上的分散剂(I)和/或脂肪酸酯系分散剂(II)。

[0020] 优选的是,上述冷冻机油的SP值为6.0~12.0$(cal/cm^3)^{1/2}$。

[0021] 优选的是,上述冷冻机用组合物在表面压力2MPa、速度1.5m/s的条件下的环盘摩擦试验中用作润滑剂时的摩擦系数为0.08以下。

[0022] 优选的是,上述冷冻机用组合物用于冷冻机的压缩机。

[0023] 优选的是,上述冷冻机为空调设备。

[0024] 此外,本公开提供一种冷冻机用组合物套件,其包含:冷冻机油(A),包含基础油和分散于上述基础油中的纳米金刚石粒子;以及制冷剂(B)。

[0025] 优选的是,上述冷冻机油(A)在表面压力2MPa、速度1.5m/s的条件下的环盘摩擦试验中用作润滑剂时的摩擦系数为0.08以下。

[0026] 有益效果

[0027] 根据本公开的冷冻机用组合物,能够降低冷冻机内的滑动构件彼此的摩擦中的摩擦系数。此外,根据本公开的冷冻机用组合物,能够在早期降低上述摩擦系数。此外,根据本公开的冷冻机用组合物套件,能够将冷冻机油和制冷剂混合而得到上述冷冻机用组合物。

附图说明

[0028] 图1是表示将实施例1和比较例1的冷冻机用组合物用作润滑剂时的环盘摩擦试验(大气中,滑动速度0.5m/s)中测定的摩擦系数的图表。

[0029] 图2是表示将实施例1和比较例1的冷冻机用组合物用作润滑剂时的环盘摩擦试验(大气中,滑动速度1.5m/s)中测定的摩擦系数的图表。

[0030] 图3是表示将实施例1和比较例1的冷冻机用组合物用作润滑剂时的环盘摩擦试验(大气中,滑动速度2.5m/s)中测定的摩擦系数的图表。

[0031] 图4是表示将实施例1和比较例1的冷冻机用组合物用作润滑剂时的环盘摩擦试验(大气中)中测定的磨损量的图表。

[0032] 图5是表示将实施例1和比较例1的冷冻机用组合物用作润滑剂时的环盘摩擦试验(制冷剂中,滑动速度0.5m/s)中测定的摩擦系数的图表。

[0033] 图6是表示将实施例1和比较例1的冷冻机用组合物用作润滑剂时的环盘摩擦试验(制冷剂中,滑动速度1.5m/s)中测定的摩擦系数的图表。

[0034] 图7是表示将实施例1和比较例1的冷冻机用组合物用作润滑剂时的环盘摩擦试验(制冷剂中,滑动速度2.5m/s)中测定的摩擦系数的图表。

[0035] 图8是表示将实施例1和比较例1的冷冻机用组合物用作润滑剂时的环盘摩擦试验(制冷剂中)中测定的磨损量的图表。

[0036] 图9是表示将实施例2和比较例1的冷冻机用组合物用作润滑剂时的环盘摩擦试验(制冷剂中,滑动速度0.5m/s)中测定的摩擦系数的图表。

[0037] 图10是表示将实施例2和比较例1的冷冻机用组合物用作润滑剂时的环盘摩擦试验(制冷剂中,滑动速度1.5m/s)中测定的摩擦系数的图表。

[0038] 图11是表示将实施例2和比较例1的冷冻机用组合物用作润滑剂时的环盘摩擦试验(制冷剂中,滑动速度2.5m/s)中测定的摩擦系数的图表。

[0039] 图12是表示将实施例2和比较例1的冷冻机用组合物用作润滑剂时的环盘摩擦试验(制冷剂中)中测定的磨损量的图表。

具体实施方式

[0040] [冷冻机用组合物]

[0041] 本公开的一个实施方式的冷冻机用组合物至少包含:冷冻机油;分散于上述冷冻机油中的纳米金刚石粒子;以及分散剂。上述冷冻机用组合物填充在冷冻机内部使用。上述纳米金刚石粒子至少分散于上述冷冻机油中。

[0042] (冷冻机油)

[0043] 上述冷冻机油可以使用以往的冷冻机用组合物中所使用的合成油、矿物油等公知或惯用的冷冻机油。作为上述冷冻机油,例如可列举出:聚乙烯醚(PVE)类、多元醇酯(POE)类、聚亚烷基二醇(PAG)类、聚酯类、聚碳酸酯类、α-烯烃低聚物的氢化物、脂环式烃化合物、烷基苯(AB)等烷基化芳香族烃化合物、矿物油等。作为矿物油,例如,可列举出:对石蜡系原油、中间基系原油、环烷系原油等原油经常压蒸馏而得到的常压渣油进行减压蒸馏而得到的润滑油馏分,进行溶剂脱沥青、溶剂提取或氢化分解、溶剂脱蜡或接触脱蜡、氢化纯化等而纯化的油;通过将矿物油蜡异构化而制备的油;通过对具有费托法工艺等的GTL工艺中的残渣WAX(天然气蜡)进行加氢异构化脱蜡而制造的油等。其中,从纳米金刚石粒子的分散性、与制冷剂的相容性以及耐水解性优异的观点考虑,优选聚乙烯醚类、多元醇酯类、聚亚烷基二醇类、烷基化芳香族烃化合物、矿物油。上述冷冻机油可以仅使用一种,也可以使用两种以上。

[0044] 上述聚乙烯醚类是包含源自乙烯基醚的结构单元的聚合物。其中,从得到更良好的稳定性的观点考虑,优选包含源自在侧链具有碳原子数1～4的烷基的乙烯基醚的结构单元的聚合物。

[0045] 上述冷冻机油的SP值[基于Hildebrand的溶解性参数(δ),在25℃下,单位:$(cal/cm^3)^{1/2}$]优选为6.0～12.0,更优选为6.0以上且小于11.0。若上述冷冻机油的SP值在上述范围内,则纳米金刚石粒子的分散性优异,此外,与制冷剂的相容性优异。

[0046] 上述冷冻机用组合物中的上述冷冻机油的含有比例没有特别限定,相对于冷冻机用组合物的总量,例如为1质量%～99质量%,优选为20质量%～95质量%。

[0047] (纳米金刚石粒子)

[0048] 上述纳米金刚石粒子没有特别限定,可以使用公知或惯用的纳米金刚石粒子。上述纳米金刚石粒子可以是经表面修饰的纳米金刚石(表面修饰纳米金刚石)粒子,也可以是未经表面修饰的纳米金刚石粒子。需要说明的是,未经表面修饰的纳米金刚石粒子在表面具有羟基(-OH)、羧基(-COOH)。纳米金刚石粒子可以仅使用一种,也可以使用两种以上。

[0049] 优选的是,上述纳米金刚石粒子包含纳米金刚石的一次粒子。除此以外,也可以包含多个上述一次粒子凝聚而成的二次粒子。

[0050] 作为上述纳米金刚石粒子,例如,可以使用爆轰法纳米金刚石(即,利用爆轰法生成的纳米金刚石)、高温高压法纳米金刚石(即,利用高温高压法生成的纳米金刚石)。其中,从冷冻机用组合物中的分散性更优异的观点考虑,即从一次粒子的粒径为一位数纳米的方面考虑,优选爆轰法纳米金刚石。

[0051] 上述爆轰法纳米金刚石包括空冷式爆轰法纳米金刚石(即,利用空冷式爆轰法生成的纳米金刚石)和水冷式爆轰法纳米金刚石(即,利用水冷式爆轰法生成的纳米金刚石)。其中,从与水冷式爆轰法纳米金刚石相比一次粒子小的方面考虑,优选空冷式爆轰法纳米金刚石。

[0052] 作为在上述表面修饰纳米金刚石中对纳米金刚石粒子进行表面修饰的化合物或官能团,例如可列举出:硅烷化合物、膦酸离子或膦酸残基、末端具有乙烯基的表面修饰基团、酰胺基、阳离子表面活性剂的阳离子、包含聚甘油链的基团、包含聚乙二醇链的基团等。

[0053] 在上述表面修饰纳米金刚石中对纳米金刚石粒子进行表面修饰的化合物或官能团优选包含有机基团。上述有机基团更优选为碳原子数为4以上(例如4~25)的有机基团,进一步优选为碳原子数为6以上(例如6~22)的有机基团,特别优选为碳原子数为8以上(例如8~20)的有机基团。若上述进行表面修饰的化合物或官能团包含有机基团(特别是,碳原子数为4以上的有机基团),则由于上述有机基团与冷冻机油的疏水性相互作用,冷冻机油中的纳米金刚石粒子的分散性变得更良好。作为上述有机基团,例如可列举出:取代或未取代的烃基;取代或未取代的杂环式基团,上述烃基和/或上述杂环式基团中的两个以上键合而成的基团等。作为上述有机基团的具体例子,可列举出作为后述的式(I)中的R而举例示出并说明的一价有机基团中的有机基团。

[0054] 上述表面修饰基团优选为下述式(I)所示的基团。即,上述纳米金刚石粒子优选为经下述式(I)所示的基团对纳米金刚石粒子表面进行了修饰的表面修饰纳米金刚石(纳米金刚石粒子)。

[0055] -X-R(I)

[0056] [式(I)中,X表示连接基团,从X向左伸出的键合键与纳米金刚石键合。R表示一价有机基团,与X键合的原子为碳原子]

[0057] 上述式(I)中,X表示连接基团,例如可列举出:氨基(-NR^a-)、醚键(-O-)、酯键(-C(=O)O-)、次膦酸基(-PH(=O)O-)、膦酸基(-P(-OH)(=O)O-)、磷酸酯(-O-P(=O)(OH)-O-)、硫醚键(-S-)、羰基(-C(=O)-)、酰胺基(-C(=O)-NR^a-)、氨基甲酸酯键(-R^aH-C(=O)-O-)、酰亚胺键(-C(=O)-NR^a-C(=O)-)、硫羰基(-C(=S)-)、硅氧烷键(-Si-O-)、硫酸酯基(-O-S(=O)$_2$-O-)、磺酰基(-S(=O)$_2$-O-)、磺酸基(-S(=O)$_2$-)、亚砜(-S(=O)-)、它们中的两个以上键合而成的基团等。在不对称的二价基团中,二价基团相对于纳米金刚石侧和R侧的方向没有特别限制。此外,上述R^a表示氢原子或一价有机基团。作为上述R^a中的一价有机基团,可列举出作为上述R中的一价有机基团所举例示出并说明的一价有机基团。

[0058] 作为上述R中的一价有机基团,例如可列举出:取代或未取代的烃基(一价烃基);取代或未取代的杂环式基团(一价杂环式基团);上述一价烃基和/或上述一价杂环式基团中的两个以上键合而成的基团等。上述键合而成的基团可以直接键合,也可以经由连接基

团键合。作为上述连接基团,例如可列举出:氨基、醚键、酯键、次膦酸基、硫醚键、羰基、有机基团取代酰胺基、有机基团取代氨基甲酸酯键、有机基团取代酰亚胺键、硫羰基、硅氧烷键、它们中的两个以上键合而成的基团等。

[0059] 作为上述一价有机基团中的烃基,例如可列举出:脂肪族烃基、脂环式烃基、芳香族烃基、它们中的两个以上键合而成的基团等。

[0060] 作为上述脂肪族烃基,例如可列举出:烷基、烯基、炔基等。作为烷基,例如可列举出:甲基、乙基、丙基、异丙基、丁基、己基、辛基、异辛基、癸基、十二烷基等C_{1-22}烷基(优选为C_{2-20}烷基,更优选为C_{3-18}烷基)等。作为烯基,例如可列举出:乙烯基、烯丙基、甲代烯丙基、1-丙烯基、异丙烯基、1-丁烯基、2-丁烯基、3-丁烯基、1-戊烯基、2-戊烯基、3-戊烯基、4-戊烯基、5-己烯基、油基等C_{2-22}烯基(优选为C_{4-20}烯基,更优选为C_{8-18}烯基)等。作为炔基,例如可列举出:乙炔基、丙炔基等C_{2-22}炔基(优选为C_{4-20}炔基,更优选为C_{8-18}炔基)等。

[0061] 作为上述脂环式烃基,例如可列举出:环丙基、环丁基、环戊基、环己基、环十二烷基等C_{3-12}环烷基;环己烯基等C_{3-12}环烯基;双环庚基、双环庚烯基等C_{4-15}桥环式烃基等。

[0062] 作为上述芳香族烃基,例如可列举出:苯基、萘基等C_{6-14}芳基(特别是C_{6-10}芳基)等。

[0063] 作为形成上述杂环式基团的杂环,可列举出芳香族性杂环、非芳香族性杂环。作为这样的杂环,可列举出:在构成环的原子中具有碳原子和至少一种杂原子(例如,氧原子、硫原子、氮原子等)三元环~十元环(优选为四元环~六元环)、它们的稠环。具体而言,可列举出:包含氧原子作为杂原子的杂环(例如,环氧乙烷环等三元环;氧杂环丁烷环等四元环;呋喃环、四氢呋喃环、噁唑环、异噁唑环、γ-丁内酯环等五元环;4-氧代-4H-吡喃环、四氢吡喃环、吗啉环等六元环;苯并呋喃环、异苯并呋喃环、4-氧代-4H-苯并吡喃环、色满环、异色满环等稠环;3-氧杂三环[$4.3.1.1^{4,8}$]十一烷-2-酮环、3-氧杂三环[$4.2.1.0^{4,8}$]壬烷-2-酮环等桥环);包含硫原子作为杂原子的杂环(例如,噻吩环、噻唑环、异噻唑环、噻二唑环等五元环;4-氧代-4H-噻喃环等六元环;苯并噻吩环等稠环等);包含氮原子作为杂原子的杂环(例如,吡咯环、吡咯烷环、吡唑环、咪唑环、三唑环等五元环;三聚异氰酸环、吡啶环、哒嗪环、嘧啶环、吡嗪环、哌啶环、哌嗪环等六元环;吲哚环、二氢吲哚环、喹啉环、吖啶环、萘啶环、喹唑啉环、噌呤环等稠环等)等。

[0064] 作为脂肪族烃基与脂环式烃基键合而成的基团,例如可列举出:环己基甲基、甲基环己基等。作为脂肪族烃基与芳香族烃基键合而成的基团,例如可列举出:苄基、苯乙基等C_{7-18}芳烷基(特别是C_{7-10}芳烷基)、肉桂基等C_{6-10}芳基-C_{2-6}烯基、甲苯基等C_{1-4}烷基取代芳基、苯乙烯基等C_{2-4}烯基取代芳基等。

[0065] 作为上述一价烃基和/或上述一价杂环式基团中的两个以上经由连接基团键合而成的基团,例如可列举出上述一价烃基和/或上述一价杂环式基团与下述基团键合而成的基团:烷氧基、烯氧基、炔氧基、芳氧基、芳烷氧基、酰氧基、烷硫基、烯硫基、芳硫基、芳烷硫基、酰基、烯基羰基、芳基羰基、芳烷基羰基、烷氧基羰基、烯氧基羰基、芳氧基羰基、芳烷氧基羰基、二烷基氨基、酰基氨基、含有氧杂环丁基的基团、氨基甲酰基、或它们中的两个以上键合而成的基团。

[0066] 上述一价有机基团任选地具有取代基。作为上述取代基,例如可列举出:氟原子、氯原子、溴原子、碘素原子等卤素原子;氰基;异氰酸酯基;异硫氰酸酯基;羟基;羧基;氨基;单取代氨基;硫醇基;磷酸基等。

[0067] 作为上述式(I)所示的基团,其中,优选下述式(1)所示的基团、包含聚甘油链的基团。

[0068] $-X^1-R^1$ (1)

[0069] [式(I)中,X^1表示-O-Si-、-Si-、-NH-、-O-、-O-C(=O)-、-C(=O)-O-、-NH-C(=O)-、-C(=O)-NH-或-S-,从X^1向左伸出的键合键与纳米金刚石键合。R^1表示取代或未取代的一价烃基,与X^1键合的原子为碳原子。]

[0070] 上述R^1中的碳原子数优选为4~25,更优选为6~22,进一步优选为8~20。若上述碳原子数为4以上,则表面修饰基团彼此的空间位阻变得充分,在冷冻机油中容易分散。若上述碳原子数为25以下,则抑制表面修饰基团彼此相互缠绕,在冷冻机油中容易分散。

[0071] 上述R^1中的一价烃基任选地具有上述取代基。此外,上述一价烃基优选不具有包含活性氢的官能团(羟基、羧基、氨基、单取代氨基、硫醇基、磷酸基等)。

[0072] 上述R^1优选包含四个以上碳原子呈直链状连续而成的烃基。作为这样的烃基,可列举出:四亚甲基、五亚甲基、六亚甲基、七亚甲基、八亚甲基、九亚甲基、十亚甲基等直链状亚烷基;2-乙基六亚甲基等支链状亚烷基;1-亚丁烯基、2-亚丁烯基、1-亚戊烯基、2-亚戊烯基、3-亚戊烯基等直链状亚烯基;2-甲基-2-亚丁烯基等支链状亚烯基;环己基等碳原子数4以上的脂环式烃基;苯基等碳原子数6以上的芳香族烃基等。

[0073] 式(1)中,碳原子与选自由氮原子、氧原子、硫原子以及硅原子构成的组中的杂原子的总量的摩尔比优选为4.5以上,更优选为5以上,进一步优选为5.5以上。若上述摩尔比为4.5以上,则相对于冷冻机油的分散性更优异。上述摩尔比没有特别限定,例如可以为22以下,也可以为20以下。

[0074] 上述式(1)中,X^1优选为-O-Si-、-O-、-O-C(=O)-、-C(=O)-O-、或-NH-。在该情况下,能够更容易地制作相对于冷冻机油的分散性优异的表面修饰纳米金刚石。

[0075] 上述式(1)中,在X^1为-O-Si-、-O-、-O-C(=O)-、或-C(=O)-O-的情况下,R^1更优选为碳原子数8~20的直链状或支链状烃基。

[0076] 上述式(1)中,在X^1为-NH-的情况下,R^1优选为包含8~20个碳原子的取代或未取代的脂肪族烃基,更优选为取代或未取代的不饱和脂肪族烃基。此外,在X为-NH-的情况下,R^1优选为包含四个以上碳原子呈直链状连续而成的烃基的一价烃基。

[0077] 作为上述包含聚甘油链的基团,可列举出:具有聚甘油基的基团;以及上述聚甘油基中的至少一部分的羟基的氢原子被取代为一价有机基团而成的基团。

[0078] 上述包含聚甘油链的基团优选为下述式(2)所示的含聚甘油链的表面修饰基团。

[0079] $-(X^2C_3H_5)-(OC_3H_5)p-(X^3R^2)q$ (2)

[0080] [式(2)中,p表示1以上的整数,q表示满足q=p+2的整数。X^2表示二价基团,$[X^2C_3H_5]$中的从X^2向左伸出的键合键与纳米金刚石键合。$[X^3R^2]$表示聚甘油链的末端,X^3表示单键或二价基团,R^2表示氢原子或一价有机基团]

[0081] 上述式(2)中的$[X^2C_3H_5]$由$[-X^2-CH_2-C(-)H-CH_2-]$表示。上述$[X^2C_3H_5]$中的X^2与纳米金刚石键合,两个C分别与$[OC_3H_5]$中的O或$[X^3R^2]$中的X^3键合。上述$[X^2C_3H_5]$中的X^2表示二价基团。

[0082] 作为上述二价基团,可列举出作为上述式(I)中的X所举例示出并说明的二价基团。作为上述二价基团,其中,优选为$-NR^a-$、-O-、-C(=O)O-、-PH(=O)O-、-S-,更优选为-

NR^a-、-O-、或-C(=O)O-。

[0083] 上述式(2)中的带p的$[OC_3H_5]$为源自[-O-CH_2-C(-)H-CH_2-]所示的甘油的结构,与$[X^2C_3H_5]$一起形成聚甘油链。p表示$[OC_3H_5]$的重复单元,为1以上的整数,优选为3～20,更优选为5～15。p在上述多个包含聚甘油链的基团中任选地相同或不同。

[0084] 上述式(2)中,$[X^3R^2]$表示聚甘油链的末端,与$[X^2C_3H_5]$中的C或$[OC_3H_6]$中的C键合。R^2表示氢原子或一价有机基团。

[0085] 上述$[X^3R^2]$中的X^3表示单键或二价基团,作为该二价基团,可列举出作为上述的$[X^2C_3H_5]$中的X^2所举例示出并说明的二价基团。其中,X^3优选为-NR^a-、-O-、-C(=O)O-、-O-C(=O)-、-PH(=O)O-、-O-P(=O)(OH)-O-、-S-、-O-S(=O)$_2$-O-、-O-S(=O)$_2$-,更优选为-NR^a-或-O-。上述$[X^2C_3H_6]$中的X^2与上述$[X^3R^2]$中的X^3任选地相同或不同。上述多个$[X^3R^2]$任选地相同或不同。此外,上述$[X^3R^2]$中的X^3在上述多个包含聚甘油链的基团中任选地相同或不同。q表示3以上的整数,其值依赖于p的值,满足q=p+2。q在上述多个包含聚甘油链的基团中任选地相同或不同。

[0086] 在上述R^2为一价有机基团的情况下,上述式(2)中的多个R^2优选相同。作为上述一价有机基团,可列举出作为上述式(1)中的R中的一价有机基团所举例示出并说明的一价有机基团。其中,可列举出:取代或未取代的烃基(一价烃基);取代或未取代的杂环式基团(一价杂环式基团);它们中的两个以上键合而成的基团等。此外,上述一价有机基团也可以具有离子的形态。

[0087] 上述键合而成的基团可以直接键合,也可以经由连接基团键合。上述取代或未取代的烃基中的烃基优选为烷基,更优选为碳原子数1～18的烷基,进一步优选为碳原子数1～6的烷基,特别优选为乙基、丙基、丁基、或己基。

[0088] 作为$[X^3R^2]$的具体例子,可列举出:OH、NH_2、CH_3、烷氧基、酰基、单或二烷基氨基、单或二烯基氨基、烷基酰胺基、烯基酰胺基、季铵取代烷氧基、氯代烷氧基、聚环氧烷基等。

[0089] 上述聚甘油链中的甘油的数均聚合度优选为1～100,更优选为2～40,进一步优选为3～20。若上述数均聚合度大,则纳米金刚石间相互的回弹力充分发挥作用,能使冷冻机用组合物中的纳米金刚石的分散性更进一步提高。若上述数均聚合度为100以下,则抑制纳米金刚石粒子间聚甘油链彼此缠结,能够进一步提高冷冻机用组合物中的纳米金刚石粒子的分散性。需要说明的是,上述数均聚合度由与一个原料纳米金刚石的表面官能团键合的基团中的构成聚甘油链的缩水甘油单元的数量来定义,该原料纳米金刚石的表面官能团数量可以通过原料纳米金刚石的元素分析值测定或酸值的测定、或者组合这两者进行测定来求出。

[0090] 上述表面修饰纳米金刚石中的、纳米金刚石与上述表面修饰基团的质量比[纳米金刚石/表面修饰基团]没有特别限定,优选为0.5～1.0,更优选为0.6～0.8。若上述质量比为0.5以上(特别是0.6以上),则不易损害作为纳米金刚石的特性。若上述质量比为1.0以下(特别是0.8以下),则上述表面修饰基团的修饰度变得充分,相对于冷冻机油的分散性更优异。上述质量比基于通过热重分析测定的质量减少率,求出减少的重量作为表面修饰基团的质量。

[0091] 在上述冷冻机用组合物中,纳米金刚石粒子分散于上述冷冻机油中。在上述冷冻机用组合物中,优选纳米金刚石粒子以纳米级分散。上述冷冻机用组合物中纳米金刚石粒

子的平均分散粒径(D50,中值粒径)优选为2nm～240nm,更优选为4nm～200nm,进一步优选为5nm～100nm,进一步优选为6nm～70nm,进一步优选为10nm～60nm,进一步优选为10nm～40nm,特别优选为11nm～30nm。上述平均分散粒径可以通过动态光散射法来测定。若纳米金刚石粒子的平均分散粒径在上述范围内,则冷冻机用组合物中的纳米金刚石粒子的分散性优异,能够充分地降低摩擦系数。

[0092] 上述冷冻机用组合物中的纳米金刚石粒子的含有比例相对于冷冻机油的总量,优选为1质量ppm～10000质量ppm,更优选为5质量ppm～1000质量ppm,进一步优选为10质量ppm～500质量ppm。若上述含有比例为1质量ppm以上,则能够更充分地降低冷冻机内的滑动构件彼此的摩擦中的摩擦系数。若上述含有比例在上述范围内,则纳米金刚石粒子的分散性更优异。此外,上述冷冻机用组合物也可以是以纳米金刚石粒子的含有比例变低的方式使用时稀释的浓缩液。因此,上述含有比例可以超过10000质量ppm,也可以是2质量%以上。上述冷冻机用组合物由于纳米金刚石粒子的分散性优异,因此即使含有比例超过10000质量ppm,也能抑制分散剂的添加量,并且使纳米金刚石粒子以小的分散粒径分散。从纳米金刚石粒子的分散性更优异的观点考虑,上述含有比例优选为10质量%以下。

[0093] 上述纳米金刚石粒子的含有比例可以根据350nm下的吸光度计算出。需要说明的是,在表面修饰纳米金刚石粒子的含有比例为低浓度(例如2000质量ppm以下)的情况下,也可以通过高频电感耦合等离子体发射光谱法(ICP发射光谱法)来检测对纳米金刚石粒子进行表面修饰的化合物,基于其检测量来求出。

[0094] (分散剂)

[0095] 上述冷冻机用组合物包含分散剂。通过配合分散剂,提高冷冻机油中的纳米金刚石粒子的分散性。作为上述分散剂,优选质均分子量为500以上且胺值为15mgKOH/g以上的分散剂(有时称为“分散剂(I)”)、脂肪酸酯系分散剂(有时称为“分散剂(II)”)。通过使用这样的分散剂,上述冷冻机用组合物中的纳米金刚石粒子的分散性特别优异。上述分散剂可以仅使用一种,也可以使用两种以上。

[0096] 分散剂(I)的质均分子量为500以上,优选为650以上,更优选为950以上。此外,上述质均分子量优选为20000以下,更优选为10000以下。在本说明书中,质均分子量是通过凝胶渗透色谱法(GPC)测定的标准聚苯乙烯换算的分子量。

[0097] 分散剂(I)的胺值为15mgKOH/g以上,优选为18mgKOH/g以上,更优选为20mgKOH/g以上,进一步优选为30mgKOH/g以上。此外,上述胺值优选为100mgKOH/g以下,更优选为90mgKOH/g以下,进一步优选为60mgKOH/g以下。

[0098] 作为分散剂(I),其中,优选具有源自聚亚烷基二醇单烷基醚的结构(特别是源自聚乙二醇单烷基醚的结构或源自聚丙二醇单烷基醚的结构)的化合物、具有氨基甲酸酯结构的化合物、具有源自聚己内酯的结构的化合物。上述化合物可以分别仅包含一种,也可以包含两种以上。此外,一种化合物可以单独具有上述结构中的一种或两种以上。

[0099] 分散剂(I)也可以使用市售品。作为分散剂(I)的市售品,例如,可列举出:商品名“DISPERBYK-2008”、商品名“BYK-9076”、商品名“BYK-9077”、商品名“ANTI-TERRA-U”(以上,BYK-Chemie公司制)等。

[0100] 分散剂(II)的酸值优选为40mgKOH/g以下,更优选为35mgKOH/g以下,进一步优选为30mgKOH/g以下,进一步优选为20mgKOH/g以下,特别优选为6mgKOH/g以下。此外,上述酸

值例如可以为0.1mgKOH/g以上、0.3mgKOH/g以上、0.5mgKOH/g以上。若上述酸值为40mgKOH/g以下(特别是30mgKOH/g以下),则存在冷冻机油中的分散性更优异的倾向。

[0101] 分散剂(II)的胺值优选为5mgKOH/g以下,更优选为1mgKOH/g以下,进一步优选为0.5mgKOH/g以下,进一步优选为0.1mgKOH/g以下,特别优选为0mgKOH/g。

[0102] 分散剂(II)的平均分子量Mp优选为300以上,更优选为1000以上(例如,1000～100000),进一步优选为3000以上(例如,3000～10000)。若上述平均分子量Mp为300以上,则存在冷冻机油中的分散性更优异的倾向。需要说明的是,上述平均分子量Mp是通过凝胶渗透色谱法(GPC)测定的标准聚苯乙烯换算的分子量。

[0103] 分散剂(II)在温度200℃的空气气氛下维持了180分钟时的质量减少率(有时称为“200℃180分钟质量减少率”)优选为30％以下,更优选为25％以下,进一步优选为20％以下,特别优选为15％以下。若上述质量减少率为30％以下,则上述冷冻机用组合物的耐热性更优异,高温环境下的分散稳定性优异。上述质量减少率可以通过差热热重同时测定法(TG-DTA)来测定。

[0104] 分散剂(II)也可以具有酸性官能团。作为上述酸性官能团,例如可列举出:羧酸、磺酸以及它们的盐。

[0105] 作为构成作为分散剂(II)的脂肪酸酯系分散剂的脂肪酸,例如可列举出:羧酸、磺酸以及它们的盐。作为上述羧酸,例如可列举出:乙酸、丙酸、辛酸(caprylic acid)、壬酸、癸酸、辛酸(octylic acid)、月桂酸、肉豆蔻酸、棕榈酸、硬脂酸、油酸、异壬酸、花生酸等脂肪族单羧酸;苯甲酸、对(叔丁基丁基)苯甲酸等芳香族单羧酸等。作为上述磺酸,例如可列举出萘磺酸等。上述脂肪酸优选为高级脂肪酸。即,分散剂(II)优选为高级脂肪酸酯分散剂。上述脂肪酸可以仅使用一种,也可以使用两种以上。

[0106] 作为构成作为分散剂(II)的脂肪酸酯系分散剂的酯成分的化合物,例如可列举出:丙内酯、戊内酯、己内酯等环状酯化合物;二醇与二元酸的缩合物;甘油等。此外,脂肪酸酯系分散剂中的聚酯的分子量优选为约300～9000,更优选为400～6000。作为分散剂(II),具体而言,例如可列举出单油酸甘油酯。

[0107] 分散剂(II)也可以使用市售品。作为脂肪酸酯系分散剂的市售品,例如可列举出:商品名“AJISPER PA111”、商品名“AJISPER PN411”(以上,Ajinomoto Fine-Techno株式会社制)、商品名“RHEODOL MO-60”(花王株式会社制)等。

[0108] 分散剂(II)的耐热性高,因此不易发生由热导致的分解。因此,在上述冷冻机用组合物在使用中升温的情况下、在高温环境下使用的情况下,上述冷冻机用组合物的高温环境下的分散稳定性也优异,此外也不易发生变色。而且,分散剂(II)为市售而容易获取,因此无需经过繁琐的制造工序来制造,制造容易性优异。

[0109] 上述冷冻机用组合物中的分散剂的含量相对于纳米金刚石粒子的总量100质量份优选为100质量份～10000质量份,更优选为200质量份～5000质量份,进一步优选为400质量份～2000质量份。

[0110] (制冷剂)

[0111] 上述冷冻机油组合物也可以进一步包含制冷剂。上述制冷剂可以使用以往的冷冻机用组合物中使用的公知或惯用的制冷剂。作为上述制冷剂,例如可列举出:氟化烃制冷剂、作为自然系制冷剂的碳氢化合物(HC)系制冷剂、二氧化碳、氨等。在上述冷冻机油组合

物包含制冷剂的情况下,纳米金刚石粒子的一部分也可以分散于上述制冷剂中。上述制冷剂可以仅使用一种,也可以使用两种以上。

[0112] 作为上述制冷剂,其中,优选氟系烃制冷剂。作为上述氟化烃制冷剂,可列举出饱和氟系烃制冷剂和不饱和氟系烃制冷剂。

[0113] 作为上述饱和氟化烃化合物,可列举出烷烃的氟化物。作为上述烷烃,优选碳原子数为1~4的烷烃,更优选碳原子数为1~3的烷烃,进一步优选碳原子数为1~2的烷烃。作为上述烷烃的氟化物,具体而言,例如可列举出:三氟甲烷、二氟甲烷、1,1-二氟乙烷、1,1,1-三氟乙烷、1,1,2-三氟乙烷、1,1,1,2-四氟乙烷、1,1,2,2-四氟乙烷、1,1,1,2,2-五氟乙烷等。

[0114] 作为上述不饱和氟系烃制冷剂,可列举出:直链状或支链状的链状烯烃的氟化物、环状烯烃的氟化物等。

[0115] 作为上述直链状或支链状的链状烯烃,优选碳原子数为2~6的直链状或支链状的链状烯烃。作为上述链状烯烃的氟化物,例如可列举出:导入了1~3个氟原子的乙烯、导入了1~5个氟原子的丙烯、导入了1~7个氟原子的丁烯、导入了1~9个氟原子的戊烯、导入了1~11个氟原子的己烯等。

[0116] 作为上述环状烯烃,优选具有碳原子数为4~6的烃环的环状烯烃。作为上述环状烯烃的氟化物,例如可列举出:导入了1~5个氟原子的环丁烯、导入了1~7个氟原子的环戊烯、导入了1~9个氟原子的环己烯等。

[0117] 作为上述HC系制冷剂,优选为碳原子数为1~8的烃,更优选为碳原子数为1~5的烃,进一步优选为碳原子数为3~5的烃。若烃的碳原子数为8以下,则制冷剂的沸点不会过高而优选作为制冷剂。作为上述HC系制冷剂的具体例子,可列举出:甲烷、乙烷、乙烯、丙烷、环丙烷、丙烯、正丁烷、异丁烷、2-甲基丁烷、正戊烷、异戊烷、环戊烷异丁烷、正丁烷等。

[0118] 上述冷冻机用组合物中的制冷剂的含有比例相对于冷冻机用组合物的总量例如为1质量%~99质量%,优选为2质量%~95质量%。

[0119] (其他成分)

[0120] 上述冷冻机用组合物还可以含有上述各成分以外的其他成分。作为上述其他成分,可列举出在以往的冷冻机油、制冷剂、以及冷冻机用组合物可以含有的公知或惯用的成分。作为上述其他成分,例如可列举出:抗氧化剂、油性提高剂、极压剂、酸捕捉剂、氧捕捉剂、金属钝化剂、防锈剂、消泡剂等。在上述冷冻机用组合物含有上述其他添加剂的情况下,上述其他添加剂的含有比例相对于上述冷冻机用组合物的总量优选为0.05质量%~5质量%,更优选为0.1质量%~3质量%,进一步优选为0.2质量%~2质量%。上述其他成分分别可以仅使用一种,也可以使用两种以上。

[0121] 作为上述极压剂,可以使用以往的冷冻机用组合物可以含有的公知或惯用的极压剂。其中,优选磷系极压剂、羧酸的金属盐、硫系极压剂。

[0122] 作为上述磷系极压剂,例如可列举出:磷酸酯、酸性磷酸酯、亚磷酸酯、酸性亚磷酸酯、它们的胺盐等。作为上述磷系极压剂,具体而言,可列举出:磷酸三甲苯酯(TCP)、磷酸三硫代苯基酯、亚磷酸三(壬基苯基)酯、亚磷酸二(十八烯基)酯、亚磷酸2-乙基已基二苯基酯等。

[0123] 作为上述羧酸的金属盐,例如可列举出碳原子数3~60(优选为3~30)的羧酸的金

属盐等。其中,优选碳原子数为12～30的脂肪酸的金属盐、碳原子数为3～30的二羧酸的金属盐。作为构成上述金属盐的金属,优选碱金属、碱土金属,更优选碱金属。

[0124] 作为上述硫系极压剂,例如可列举出:硫化油脂、硫化脂肪酸、硫化酯、硫化烯烃、二烃基多硫化物、硫代氨基甲酸酯类、硫代萜烯类、二烷基硫代二丙酸酯类等。

[0125] 从能够进一步降低摩擦系数和磨损量的观点考虑,上述极压剂的含有比例相对于冷冻机用组合物的总量优选为0.0005质量%～3质量%,更优选为0.002质量%～2质量%。

[0126] (冷冻机用组合物)

[0127] 上述冷冻机用组合物的雾度值优选为5以下,更优选为3以下,进一步优选为1以下。上述冷冻机用组合物的纳米金刚石粒子的分散性优异,因此能得到上述雾度值的冷冻机用组合物。上述雾度值可以基于JIS K7136来测定。

[0128] 上述冷冻机用组合物在表面压力2MPa、速度1.5m/s的条件下的环盘摩擦试验中用作润滑剂时的摩擦系数优选为0.08以下,更优选为0.05以下,进一步优选为0.04以下,特别优选为0.03以下。若上述摩擦系数为0.08以下,则存在滑动构件的摩擦系数和磨损量进一步降低的倾向。

[0129] 上述冷冻机用组合物例如通过混合包含冷冻机油和分散于上述冷冻机油中的纳米金刚石粒子的冷冻机油(A)与制冷剂(B)而得到。此外,也可以将冷冻机油(A)和制冷剂(B)组合而制成冷冻机用组合物套件,在使用前进行混合等来制作上述冷冻机用组合物。

[0130] [冷冻机用组合物套件]

[0131] 上述冷冻机用组合物套件至少包含冷冻机油(A)和制冷剂(B)(上述制冷剂)。冷冻机油(A)包含基础油、分散于上述基础油中的纳米金刚石粒子以及上述分散剂。作为上述基础油,可列举出作为上述冷冻机用组合物中所含的冷冻机油所举例示出并说明的基础油。冷冻机油(A)和制冷剂(B)可以分别包含作为上述其他成分所举例示出并说明的成分。

[0132] 冷冻机油(A)中的上述基础油的含有比例没有特别限定,相对于冷冻机油(A)的总量,例如为80质量%～98质量%,优选为90质量%～95质量%。

[0133] 在冷冻机油(A)中,优选纳米金刚石粒子以纳米级分散。冷冻机油(A)中的纳米金刚石粒子的平均分散粒径(D50,中值粒径)优选为2nm～240nm,更优选为4nm～200nm,更优选为5nm～100nm,进一步优选为10nm～70nm,特别优选为12nm～40nm。上述平均分散粒径可以通过动态光散射法来测定。

[0134] 冷冻机油(A)中的纳米金刚石粒子的含有比例相对于冷冻机油(A)的总量,优选为1质量ppm～10000质量ppm,更优选为5质量ppm～1000质量ppm,进一步优选为10质量ppm～500质量ppm。若含有比例为1质量ppm以上,则能够更充分地降低冷冻机内的滑动构件彼此的摩擦中的摩擦系数。若含有比例在上述范围内,则纳米金刚石粒子的分散性更优异。此外,冷冻机油(A)也可以是以纳米金刚石粒子的含有比例变低的方式使用时稀释的浓缩液。因此,上述含有比例可以超过10000质量ppm,也可以是2质量%以上。冷冻机油(A)由于纳米金刚石粒子的分散性优异,因此即使含有比例超过10000质量ppm,也能抑制分散剂的添加量并且使纳米金刚石粒子以小的分散粒径分散。从纳米金刚石粒子的分散性更优异的观点考虑,上述含有比例优选为10质量%以下。

[0135] 上述纳米金刚石粒子的含有比例可以根据350nm下的吸光度计算出。需要说明的是,在表面修饰纳米金刚石粒子的含有比例为低浓度(例如2000质量ppm以下)的情况下,也

可以通过高频电感耦合等离子体发射光谱法(ICP发射光谱法)来检测对纳米金刚石粒子进行了表面修饰的化合物,基于其检测量来求出。

[0136] 冷冻机油(A)中的分散剂的含量相对于纳米金刚石粒子的总量100质量份,优选为100质量份～10000质量份,更优选为200质量份～5000质量份,进一步优选为400质量份～2000质量份。

[0137] 从能够进一步降低摩擦系数和磨损量的观点考虑,上述极压剂的含有比例相对于冷冻机油(A)的总量优选为0.001质量％～5质量％,更优选为0.005质量％～3质量％。

[0138] 冷冻机油(A)在表面压力2MPa、速度1.5m/s的条件下的环盘摩擦试验中用作润滑剂时的摩擦系数优选为0.08以下,更优选为0.07以下,进一步优选为0.05以下,特别优选为0.03以下。若上述摩擦系数为0.08以下,则存在滑动构件的摩擦系数和磨损量进一步降低的倾向。

[0139] 冷冻机油(A)例如可以通过在上述基础油中混合纳米金刚石粒子、分散剂,进而根据需要混合其他成分,使纳米金刚石粒子分散来制造。此外,使用了表面修饰纳米金刚石粒子的冷冻机油(A)也可以在基础油中,经过使实施表面处理的化合物与纳米金刚石粒子反应的工序(修饰化工序)来制造。在该情况下,可以将修饰化工序中使用的溶剂直接作为冷冻机油(A)中的基础油。此外,可以将在修饰化工序中使用的溶剂直接作为冷冻机油(A)中的基础油,也可以在修饰化工序之后进行溶剂交换。

[0140] 在上述修饰化工序中,在纳米金刚石粒子中包含纳米金刚石粒子凝聚而形成二次粒子的纳米金刚石粒子凝聚体的情况下,优选一边将纳米金刚石粒子破碎或分散化一边进行实施表面处理的化合物与纳米金刚石粒子的反应。其原因在于,能将纳米金刚石粒子凝聚体破碎至一次粒子,能对纳米金刚石一次粒子的表面进行修饰,能提高冷冻机油(A)中的纳米金刚石粒子的分散性。

[0141] 作为将纳米金刚石粒子破碎或分散化的方法,例如可列举出利用下述装置来处理的方法:高剪切混合机、高切力混合机(high shear mixer)、均质混合器、球磨机、珠磨机、高压均化器、超声波均化器、胶体磨、喷磨机等。其中,优选在破碎介质(例如氧化锆珠等)的存在下实施超声波处理。

[0142] 上述冷冻机用组合物例如可以通过将如上所述制作的冷冻机油(A)和制冷剂(B)一边维持纳米金刚石粒子分散的状态,一边进行混合来制造。如上所述,得到纳米金刚石粒子分散在基础油中的冷冻机油(A)和上述冷冻机用组合物。此外,通过使冷冻机油(A)和制冷剂(B)组合,可以得到上述冷冻机用组合物套件。

[0143] 上述冷冻机用组合物和上述冷冻机用组合物套件冷冻机用组合物是冷冻机中使用的组合物。通过将上述冷冻机用组合物用于冷冻机,能够降低冷冻机内的滑动构件彼此的摩擦中的摩擦系数。此外,包含制冷剂的冷冻机用组合物在用于冷冻机的方案中,要求在减压条件下施加压力的状态下促进滑动构件彼此的润滑的性能,要求在比大气中更严酷的条件下的充分的润滑性能。与此相对,本公开的冷冻机用组合物即使在这样严酷的条件下使用,也能够降低滑动构件彼此的摩擦系数。进而,为了降低冷冻机内的滑动构件彼此的摩擦系数,可以考虑降低作为润滑剂使用的冷冻机用组合物的粘度,但若降低粘度,则有容易产生滑动构件的咬粘的倾向。与此相对,根据本公开的冷冻机用组合物,能抑制滑动构件的咬粘,降低滑动构件的磨损量。

[0144] 上述冷冻机例如具备压缩机、冷凝器、膨胀机构(膨胀阀等)、蒸发器、干燥器等。因此,上述冷冻机用组合物可以用于上述冷冻机可以具备的那样的各种设备。上述冷冻机用组合物例如作为用于润滑设于压缩机(compressor)等的滑动部分的润滑剂而使用。此外,在该情况下,上述冷冻机用组合物可以用作冷冻机用工作流体。

[0145] 上述润滑剂也可以是在具有滑动构件的冷冻机的使用初期用于形成低摩擦面(磨合面)的初期磨合用润滑剂。通过初期磨合用润滑剂,例如使滑动构件表面的凹凸平整而平滑化,或者形成改性面。在形成磨合面后,初期磨合用润滑剂通过清洗等来去掉,进行使用了进行正式润滑的润滑剂的滑动。在此,进行正式润滑的润滑剂是指,通常在滑动构件的运转中(冷冻机的使用中)不被去除而持续存在于滑动部的润滑剂。需要说明的是,上述初期磨合用润滑剂也可以在形成磨合面后不去除而直接供给至滑动部、或暂时去除后再次供给至滑动部,用作进行正式润滑的润滑剂。例如,也可以将后述的冷冻机油(A)用作初期磨合用润滑剂。

[0146] 作为上述冷冻机,例如可列举出:空调设备、冰箱、自动售货机、陈列柜、冷冻系统、热水供给系统、供暖系统等。作为上述空调设备,可列举出:开放型汽车空调、电动汽车空调等汽车空调;燃气热泵(GHP)空调;室内用空调等。

[0147] 本说明书所公开的各种方案可以与本说明书所公开的其他任何特征组合。各实施方式中的各构成和各构成的组合等是一个例子,可以在不脱离本公开的主旨的范围内进行适当的构成的附加、省略、置换以及其他变更。此外,本公开的各发明不由实施方式、以下实施例限定,仅由专利权利要求限定。

[0148] 实施例

[0149] 以下,基于实施例对本公开的一个实施方式更详细地进行说明。

[0150] 实施例1

[0151] (表面纳米金刚石粒子的制作)

[0152] 首先,进行了基于爆轰法的纳米金刚石的生成工序。在本工序中,首先,将成型后的炸药装接有电雷管而成的物体设置于爆轰用的耐压性容器的内部,将容器密闭。容器为铁制,容器的容积为15m^3。作为炸药,使用了TNT与RDX的混合物0.50kg。该炸药中的TNT与RDX的质量比(TNT/RDX)为50/50。接着,使电雷管起爆,在容器内使炸药爆轰(基于爆轰法的纳米金刚石的生成)。接着,通过在室温下放置24小时,使容器及其内部降温。在该放冷之后,进行用刮刀刮取凝集于容器的内壁的纳米金刚石粗产物(包含通过上述爆轰法生成的纳米金刚石粒子的凝集体和煤)的作业,回收纳米金刚石粗产物。

[0153] 接着,对通过进行多次如上所述的生成工序而获取到的纳米金刚石粗产物进行了酸处理工序。具体而言,对向该纳米金刚石粗产物200g中加入6L的10质量%盐酸而得到的浆料,在常压条件下的回流下进行了1小时的加热处理。该酸处理中的加热温度为85℃~100℃。接着,冷却后,通过倾析,进行了固体成分(包含纳米金刚石凝集体和煤)的水洗。反复进行了基于倾析的该固体成分的水洗直至沉淀液的pH从低pH侧达到2为止。

[0154] 接着,进行了氧化处理工序。具体而言,向经过酸处理后的倾析而得到的沉淀液(包含纳米金刚石凝集体)中加入6L的98质量%硫酸和1L的69质量%硝酸制成浆料后,对该浆料在常压条件下的回流下进行了48小时的加热处理。该氧化处理中的加热温度为140℃~160℃。接着,冷却后,通过倾析,进行了固体成分(包含纳米金刚石凝集体)的水洗。水洗

最初的上清液被着色,但反复进行了基于倾析的该固体成分的水洗,直至上清液通过目视观察变得透明。

[0155] 接着,使用喷雾干燥装置(商品名“Spray Dryer B-290”,日本BUCHI株式会社制)对经过上述的水洗处理而得到的含有纳米金刚石的液体1000mL实施了喷雾干燥(干燥工序)。由此,得到了50g的纳米金刚石粉体。

[0156] 在反应容器中量取在上述干燥工序中得到的纳米金刚石粒子0.3g,添加MIBK13.5g和作为硅烷化合物的己基三甲氧基硅烷1.2g,搅拌10分钟。

[0157] 搅拌后,添加了氧化锆珠(东曹株式会社制,注册商标“YTZ”,直径30μm)36g。添加后,一边在冰水中冷却,一边使用超声波分散机(型式“UP-400s”,Hielscher公司制),在将超声波分散机的振子的顶端浸于反应容器内的溶液的状态下进行20小时超声波处理,使纳米金刚石粒子与硅烷化合物反应。最初为灰色,但逐渐小粒径化,分散状态也变好,最后成为了均匀的黑色液体。这可认为是由于纳米金刚石粒子从纳米金刚石粒子凝聚体中依次被拆解(破碎),硅烷化合物作用于处于解离状态的纳米金刚石粒子而键合,经表面修饰的纳米金刚石粒子在MIBK中分散稳定化。如此,得到了纳米金刚石分散液(MIBK分散液)。

[0158] (纳米金刚石分散冷冻机用组合物的制作)

[0159] 在上述得到的表面修饰纳米金刚石分散液中加入分散剂(商品名“BYK-9077”,BYK-Chemie公司制)并搅拌后,利用旋转蒸发器蒸馏去除MIBK,加入冷冻机油(商品名“Daphne Hermetic Oil FVC68D”,出光兴产株式会社制)。如此,制作出纳米金刚石分散冷冻机用组合物(纳米金刚石浓度:10质量ppm,分散剂浓度:100质量ppm)。需要说明的是,纳米金刚石浓度根据350nm下的吸光度来求出。

[0160] 实施例2

[0161] (纳米金刚石分散冷冻机用组合物的制作)

[0162] 在实施例1中制作出的表面修饰纳米金刚石分散液中加入分散剂(商品名“AJISPER PN411”,Ajinomoto Fine-Techno株式会社制)并搅拌后,利用旋转蒸发器蒸馏去除MIBK,加入冷冻机油(商品名“Daphne Hermetic Oil FVC68D”,出光兴产株式会社制)。如此,制作出纳米金刚石分散冷冻机用组合物(纳米金刚石浓度:10质量ppm,分散剂浓度:50质量ppm)。需要说明的是,纳米金刚石浓度根据350nm下的吸光度来求出。

[0163] 比较例1

[0164] 将商品名“Daphne Hermetic Oil FVC68D”(出光兴产株式会社制)作为冷冻机油。

[0165] <评价>

[0166] 对于实施例和比较例中得到的各纳米金刚石分散冷冻机用组合物,如下所述进行了评价。

[0167] (1)环盘摩擦试验(大气中)

[0168] 将实施例1和比较例1中得到的各纳米金刚石分散冷冻机用组合物作为润滑油样品。摩擦试验使用环盘型的推力摩擦磨损试验机(盘接面方式)(装置名“AT-800”,株式会社A&D制)进行。作为试验片的环和盘,使用接面的外径44mm、内径32mm的铸铁制的环和接面的直径50mm的铸铁的盘,均实施了平面研磨加工(Ra=0.3μm以下)。试验开始时将盘浸渍于冷冻机用组合物中,在室温下进行试验。

[0169] 将实施例1和比较例1的对比结果示于图1~图3(摩擦系数)和图4(磨损量)。分别

由图1表示滑动速度为0.5m/s,图2表示滑动速度为1.5m/s,图3表示滑动速度为2.5m/s的图表。图中,黑色方形(■)表示实施例(有纳米金刚石粒子),黑色圆形(●)表示比较例(无纳米金刚石粒子)。

[0170] (2)环盘摩擦试验(制冷剂中)

[0171] 将实施例1、2以及比较例1中得到的纳米金刚石分散冷冻机用组合物作为润滑油样品。摩擦试验使用环盘型的推力摩擦磨损试验机(盘接面方式)(装置名"AT-800",株式会社A&D制)进行。作为试验片的环和盘,使用接面的外径44mm、内径32mm的铸铁制的环和接面的直径50mm的铸铁的盘,均实施了平面研磨加工(Ra=0.3μm以下)。试验开始时,在盘表面的滑动面上投入300mL润滑油样品,在真空泵减压的状态下投入制冷剂0.2kg,然后在加压的状态下进行试验。需要说明的是,就上述制冷剂而言,在实施例1和比较例1的对比试验中使用R32,在实施例2和比较例1的对比试验中使用R410A。

[0172] 分别将实施例1和比较例1的对比结果示于图5~图7(摩擦系数)和图8(磨损量),将实施例2和比较例1的对比结果示于图9~图11(摩擦系数)和图12(磨损量)。分别由图5和图9表示滑动速度为0.5m/s、图6和图10表示滑动速度为1.5m/s、图7和图11表示滑动速度为2.5m/s的图表。图中,黑色方形(■)表示实施例(有纳米金刚石粒子),黑色圆形(●)表示比较例(无纳米金刚石粒子)。

[0173] 上述(1)和(2)的环盘摩擦试验中的试验条件采用了将滑动速度阶段性地变更为0.5m/s、1.5m/s以及2.5m/s,并且在各滑动速度下,将面间接触压力从0.5MPa阶段性地变更为1.0MPa、2.0MPa、3.0MPa、4.0MPa、以及5.0MPa的分步式。具体而言,首先,在维持滑动速度为0.5m/s的同时,将面间接触压力从0.5MPa阶段性地变更为1.0MPa、2.0MPa、3.0MPa、4.0MPa、以及5.0MPa。然后,在将滑动速度变更为1.5m/s的同时,使面间接触压力返回0.5MPa,同样地,在维持滑动速度的同时,使面间接触压力阶段性地变更到5.0MPa。进而,然后,在将滑动速度变更为2.5m/s的同时,使面间接触压力返回0.5MPa,同样地,在维持滑动速度的同时,使面间接触压力阶段性地变更到5.0MPa。各阶段的维持时间为5分钟。

[0174] 环和盘的磨损量设为环盘试验前后的环和盘的质量差。

[0175] 如图1~图3、图5~图7以及图9~图11所示,判断为将分散有纳米金刚石粒子的冷冻机用组合物用作润滑剂时(实施例),与将不含纳米金刚石粒子的冷冻机用组合物用作润滑剂时(比较例)相比,摩擦系数存在降低的倾向。此外,结果是在面间接触压力为4MPa以下的范围内,摩擦系数特别减轻。此外,如图4、图8以及图12所示,在将分散有纳米金刚石粒子的冷冻机用组合物用作润滑剂的情况(实施例)下,与将不含纳米金刚石粒子的冷冻机用组合物用作润滑剂的情况(比较例)相比,磨损量同等、或者磨损大幅度减轻。

[0176] 以下,记载本公开的发明的变形。

[0177] [附记1]一种冷冻机用组合物,所述冷冻机用组合物包含冷冻机油、分散于所述冷冻机油中的纳米金刚石粒子以及分散剂。

[0178] [附记2]根据附记1所述的冷冻机用组合物,其中,所述冷冻机油包含聚乙烯醚类、多元醇酯类、聚亚烷基二醇类、烷基化芳香族烃化合物或矿物油。

[0179] [附记3]根据附记1或2所述的冷冻机用组合物,其中,所述分散剂包含质均分子量为500以上且胺值为15mgKOH/g以上的分散剂(I)和/或脂肪酸酯系分散剂(II)。

[0180] [附记4]根据附记3所述的冷冻机用组合物,其中,分散剂(I)的质均分子量为650

以上(优选为950以上)。

[0181] [附记5]根据附记3或4所述的冷冻机用组合物,其中,分散剂(I)的质均分子量为20000以下(优选为10000以下)。

[0182] [附记6]根据附记3～5中任一项所述的冷冻机用组合物,其中,分散剂(I)的胺值为18mgKOH/g以上(优选为20mgKOH/g以上,更优选为30mgKOH/g以上)。

[0183] [附记7]根据附记3～6中任一项所述的冷冻机用组合物,其中,分散剂(I)的胺值为100mgKOH/g以下(优选为90mgKOH/g以下,更优选为60mgKOH/g以下)。

[0184] [附记8]根据附记3～7中任一项所述的冷冻机用组合物,其中,分散剂(I)是选自具有源自聚亚烷基二醇单烷基醚的结构(特别是源自聚乙二醇单烷基醚的结构或源自聚丙二醇单烷基醚的结构)的化合物、具有氨基甲酸酯结构的化合物、以及具有源自聚己内酯的结构的化合物中的一种以上的化合物。

[0185] [附记9]根据附记3～8中任一项所述的冷冻机用组合物,其中,分散剂(II)的酸值为40mgKOH/g以下(优选为35mgKOH/g以下,更优选为30mgKOH/g以下,进一步优选为20mgKOH/g以下,特别优选为6mgKOH/g以下)。

[0186] [附记10]根据附记3～9中任一项所述的冷冻机用组合物,其中,分散剂(II)的酸值为0.1mgKOH/g以上(优选为0.3mgKOH/g以上,更优选为0.5mgKOH/g以上。

[0187] [附记11]根据附记3～10中任一项所述的冷冻机用组合物,其中,分散剂(II)的胺值为5mgKOH/g以下(优选为1mgKOH/g以下,更优选为0.5mgKOH/g以下,进一步优选为0.1mgKOH/g以下,特别优选为0mgKOH/g)。

[0188] [附记12]根据附记3～11中任一项所述的冷冻机用组合物,其中,分散剂(II)的平均分子量Mp为300以上(优选为1000以上(例如1000～100000),更优选为3000以上(例如3000～10000))。

[0189] [附记13]根据附记3～12中任一项所述的冷冻机用组合物,其中,分散剂(II)在温度200℃的空气气氛下维持了180分钟时的质量减少率为30％以下(优选为25％以下,更优选为20％以下,进一步优选为15％以下)。

[0190] [附记14]根据附记3～13中任一项所述的冷冻机用组合物,其中,分散剂(II)具有酸性官能团。

[0191] [附记15]根据附记3～14中任一项所述的冷冻机用组合物,其中,分散剂(II)为高级脂肪酸酯分散剂。

[0192] [附记16]根据附记1～15中任一项所述的冷冻机用组合物,其中,所述冷冻机油的SP值为6.0～12.0$(cal/cm^3)^{1/2}$。

[0193] [附记17]根据附记1～16中任一项所述的冷冻机用组合物,其中,所述纳米金刚石粒子是具有表面修饰基团的表面修饰纳米金刚石,该表面修饰基团对纳米金刚石粒子进行表面修饰并含有有机基团。

[0194] [附记18]根据附记17所述的冷冻机用组合物,其中,所述有机基团为碳原子数4以上(例如4～25)、6以上(例如6～22)或碳原子数8以上(例如8～20)的有机基团。

[0195] [附记19]根据附记17或18所述的冷冻机用组合物,其中,所述表面修饰基团为下述式(I)所示的基团。

[0196] -X-R (I)

[0197] [式(I)中,X表示连接基团,从X向左伸出的键合键与纳米金刚石键合。R表示一价有机基团,与X键合的原子为碳原子。]

[0198] [附记20]根据附记19所述的冷冻机用组合物,其中,所述式(I)所示的基团为下述式(1)所示的基团、或包含聚甘油链的基团。

[0199] $-X^1-R^1$ (1)

[0200] [式(I)中,X^1表示-O-Si-、-Si-、-NH-、-O-、-O-C(=O)-、-C(=O)-O-、-NH-C(=O)-、-C(=O)-NH-或-S-,从X^1向左伸出的键合键与纳米金刚石键合。R^1表示取代或未取代的一价烃基,与X^1键合的原子为碳原子。]

[0201] [附记21]根据附记20所述的冷冻机用组合物,其中,所述R^1中的碳原子数为4~25(优选为6~22,更优选为8~20)。

[0202] [附记22]根据附记1~21中任一项所述的冷冻机用组合物,其中,所述纳米金刚石粒子以纳米级分散。

[0203] [附记23]根据附记1~22中任一项所述的冷冻机用组合物,其中,所述冷冻机用组合物中的纳米金刚石粒子的平均分散粒径(D50,中值粒径)为2nm~240nm(优选为4nm~200nm,更优选为5nm~100nm,进一步优选为6nm~70nm,进一步优选为10nm~60nm,进一步优选为10nm~40nm,特别优选为11nm~30nm)。

[0204] [附记24]根据附记1~23中任一项所述的冷冻机用组合物,其中,所述冷冻机用组合物中的纳米金刚石粒子的含有比例相对于冷冻机油的总量为1质量ppm~10000质量ppm(优选为5质量ppm~1000质量ppm,更优选为10质量ppm~500质量ppm)。

[0205] [附记25]根据附记1~24中任一项所述的冷冻机用组合物,其中,所述冷冻机用组合物中的分散剂的含量相对于纳米金刚石粒子的总量100质量份,为100质量份~10000质量份(优选为200质量份~5000质量份,更优选为400质量份~2000质量份)。

[0206] [附记26]根据附记1~25中任一项所述的冷冻机用组合物,其中,还包含极压剂(优选为磷系极压剂、羧酸的金属盐、硫系极压剂,更优选为磷系极压剂)。

[0207] [附记27]根据附记26所述的冷冻机用组合物,其中,所述极压剂的含有比例相对于所述冷冻机用组合物的总量为0.0005质量%~3质量%(优选为0.002质量%~2质量%)。

[0208] [附记28]根据附记1~27中任一项所述的冷冻机用组合物,其中,雾度值为5以下(优选为3以下,更优选为1以下)。

[0209] [附记29]根据附记1~28中任一项所述的冷冻机用组合物,其中,在表面压力2MPa、速度1.5m/s的条件下的环盘摩擦试验中用作润滑剂时的摩擦系数为0.08以下。

[0210] [附记30]根据附记1~29中任一项所述的冷冻机用组合物,其中,所述冷冻机用组合物用于冷冻机的压缩机。

[0211] [附记31]根据附记1~30中任一项所述的冷冻机用组合物,其中,所述冷冻机为空调设备。

[0212] [附记32]一种冷冻机用组合物套件,所述冷冻机用组合物套件包含:冷冻机油(A),包含基础油和分散于所述基础油中的纳米金刚石粒子;以及制冷剂(B)。

[0213] [附记33]根据附记32所述的冷冻机用组合物套件,其中,冷冻机油(A)中的所述基础油的含有比例相对于冷冻机油(A)的总量为80质量%~98质量%(优选为90质量%~95

质量%)。

[0214] [附记34]根据附记32或33所述的冷冻机用组合物套件,其中,所述冷冻机油包含聚乙烯醚类、多元醇酯类、聚亚烷基二醇类、烷基化芳香族烃化合物或矿物油。

[0215] [附记35]根据附记32～34中任一项所述的冷冻机用组合物套件,其中,所述分散剂包含质均分子量为500以上且胺值为15mgKOH/g以上的分散剂(I)和/或脂肪酸酯系分散剂(II)。

[0216] [附记36]根据附记35所述的冷冻机用组合物套件,其中,分散剂(I)的质均分子量为650以上(优选为950以上)。

[0217] [附记37]根据附记35或36所述的冷冻机用组合物套件,其中,分散剂(I)的质均分子量为20000以下(优选为10000以下)。

[0218] [附记38]根据附记35～37中任一项所述的冷冻机用组合物套件,其中,分散剂(I)的胺值为18mgKOH/g以上(优选为20mgKOH/g以上,更优选为30mgKOH/g以上)。

[0219] [附记39]根据附记35～38中任一项所述的冷冻机用组合物套件,其中,分散剂(I)的胺值为100mgKOH/g以下(优选为90mgKOH/g以下,更优选为60mgKOH/g以下)。

[0220] [附记40]根据附记35～39中任一项所述的冷冻机用组合物套件,其中,分散剂(I)是选自具有源自聚亚烷基二醇单烷基醚的结构(特别是源自聚乙二醇单烷基醚的结构或源自聚丙二醇单烷基醚的结构)的化合物、具有氨基甲酸酯结构的化合物、以及具有源自聚己内酯的结构的化合物中的一种以上的化合物。

[0221] [附记41]根据附记35～40中任一项所述的冷冻机用组合物套件,其中,分散剂(II)的酸值为40mgKOH/g以下(优选为35mgKOH/g以下,更优选为30mgKOH/g以下,进一步优选为20mgKOH/g以下,特别优选为6mgKOH/g以下)。

[0222] [附记42]根据附记35～41中任一项所述的冷冻机用组合物套件,其中,分散剂(II)的酸值为0.1mgKOH/g以上(优选为0.3mgKOH/g以上,更优选为0.5mgKOH/g以上。

[0223] [附记43]根据附记35～42中任一项所述的冷冻机用组合物套件,其中,分散剂(II)的胺值为5mgKOH/g以下(优选为1mgKOH/g以下,更优选为0.5mgKOH/g以下,进一步优选为0.1mgKOH/g以下,特别优选为0mgKOH/g)。

[0224] [附记44]根据附记35～43中任一项所述的冷冻机用组合物套件,其中,分散剂(II)的平均分子量Mp为300以上(优选为1000以上(例如,1000～100000),更优选为3000以上(例如,3000～10000))。

[0225] [附记45]根据附记35～44中任一项所述的冷冻机用组合物套件,其中,分散剂(II)在温度200℃的空气气氛下维持了180分钟时的质量减少率为30%以下(优选为25%以下,更优选为20%以下,进一步优选为15%以下)。

[0226] [附记46]根据附记35～45中任一项所述的冷冻机用组合物套件,其中,分散剂(II)具有酸性官能团。

[0227] [附记47]根据附记35～46中任一项所述的冷冻机用组合物套件,其中,分散剂(II)为高级脂肪酸酯分散剂。

[0228] [附记48]根据附记32～47中任一项所述的冷冻机用组合物套件,其中,所述冷冻机油的SP值为6.0～12.0$(cal/cm^3)^{1/2}$。

[0229] [附记49]根据附记32～48中任一项所述的冷冻机用组合物套件,其中,所述纳米

金刚石粒子是具有表面修饰基团的表面修饰纳米金刚石,该表面修饰基团对纳米金刚石粒子进行表面修饰并含有有机基团。

[0230] [附记50]根据附记49所述的冷冻机用组合物套件,其中,所述有机基团为碳原子数4以上(例如4～25)、6以上(例如6～22)或碳原子数8以上(例如8～20)的有机基团。

[0231] [附记51]根据附记49或50所述的冷冻机用组合物套件,其中,所述表面修饰基团为下述式(I)所示的基团。

[0232] -X-R (I)

[0233] [式(I)中,X表示连接基团,从X向左伸出的键合键与纳米金刚石键合。R表示一价有机基团,与X键合的原子为碳原子。]

[0234] [附记52]根据附记51所述的冷冻机用组合物套件,其中,所述式(I)所示的基团为下述式(1)所示的基团、或包含聚甘油链的基团。

[0235] $-X^1-R^1$ (1)

[0236] [式(I)中,X^1表示-O-Si-、-Si-、-NH-、-O-、-O-C(=O)-、-C(=O)-O-、-NH-C(=O)-、-C(=O)-NH-或-S-,从X^1向左伸出的键合键与纳米金刚石键合。R^1表示取代或未取代的一价烃基,与X^1键合的原子为碳原子。]

[0237] [附记53]根据附记52所述的冷冻机用组合物套件,其中,所述R^1中的碳原子数为4～25(优选为6～22,更优选为8～20)。

[0238] [附记54]根据附记32～53中任一项所述的冷冻机用组合物套件,其中,在冷冻机油(A)中,纳米金刚石粒子以纳米级分散。

[0239] [附记55]根据附记32～54中任一项所述的冷冻机用组合物套件,其中,冷冻机油(A)中的纳米金刚石粒子的平均分散粒径(D50,中值粒径)为2nm～240nm(优选为4nm～200nm,更优选为5nm～100nm,进一步优选为10nm～70nm,特别优选为12nm～40nm)。

[0240] [附记56]根据附记32～55中任一项所述的冷冻机用组合物套件,其中,冷冻机油(A)中的纳米金刚石粒子的含有比例相对于冷冻机油(A)的总量,为1质量ppm～10000质量ppm(优选为5质量ppm～1000质量ppm,更优选为10质量ppm～500质量ppm)。

[0241] [附记57]根据附记32～56中任一项所述的冷冻机用组合物套件,其中,冷冻机油(A)中的分散剂的含量相对于纳米金刚石粒子的总量100质量份,为100质量份～10000质量份(优选为200质量份～5000质量份,更优选为400质量份～2000质量份)。

[0242] [附记58]根据附记32～57中任一项所述的冷冻机用组合物套件,其中,冷冻机油(A)包含极压剂。

[0243] [附记59]根据附记58所述的冷冻机用组合物套件,其中,极压剂的含有比例相对于冷冻机油(A)的总量为0.001质量%～5质量%(优选为0.005质量%～3质量%)。

[0244] [附记60]根据附记32～53中任一项所述的冷冻机用组合物套件,其中,所述冷冻机油(A)在表面压力2MPa、速度1.5m/s的条件下的环盘摩擦试验中用作润滑剂时的摩擦系数为0.08以下。

[0245] [附记61]根据附记32～60中任一项所述的冷冻机用组合物套件,其中,所述冷冻机用组合物套件用于冷冻机的压缩机。

[0246] [附记62]根据附记32～61中任一项所述的冷冻机用组合物套件,其中,所述冷冻机为空调设备。

[0247] 工业上的可利用性

[0248] 本公开的冷冻机用组合物可以用于冷冻机、使用冷冻机的空调设备。

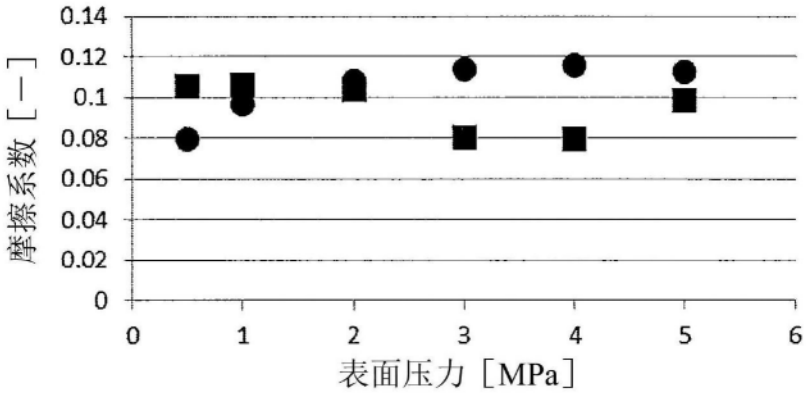

摩擦系数［－］
0.14
0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
0
1
2
3
4
5
6
表面压力［MPa］

图1

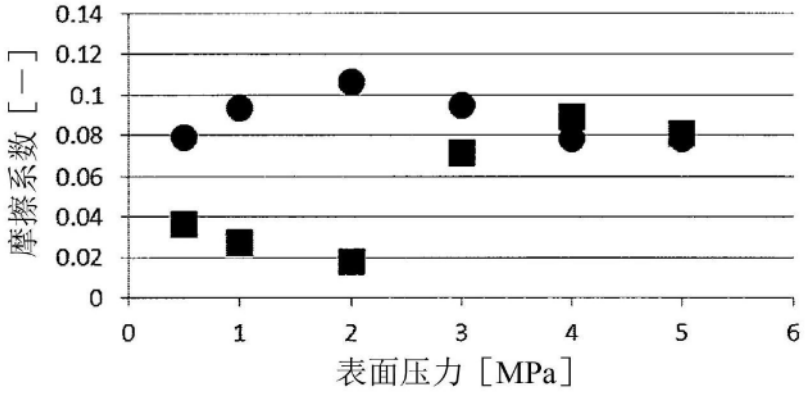

摩擦系数［－］
0.14
0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
0
1
2
3
4
5
6
表面压力［MPa］

图2

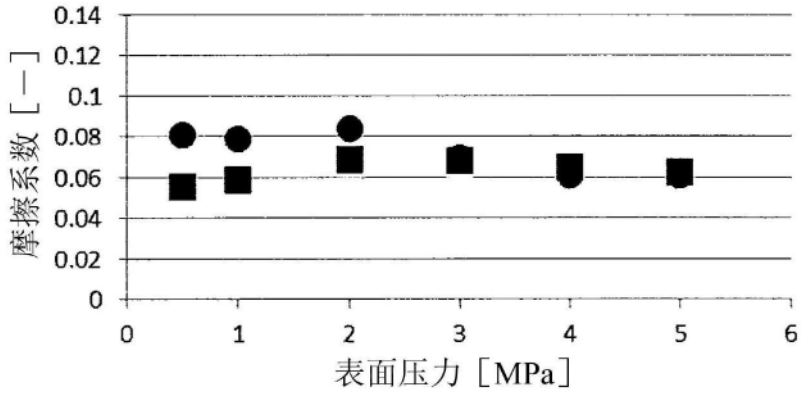

摩擦系数［－］
0.14
0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
0
1
2
3
4
5
6
表面压力［MPa］

图3

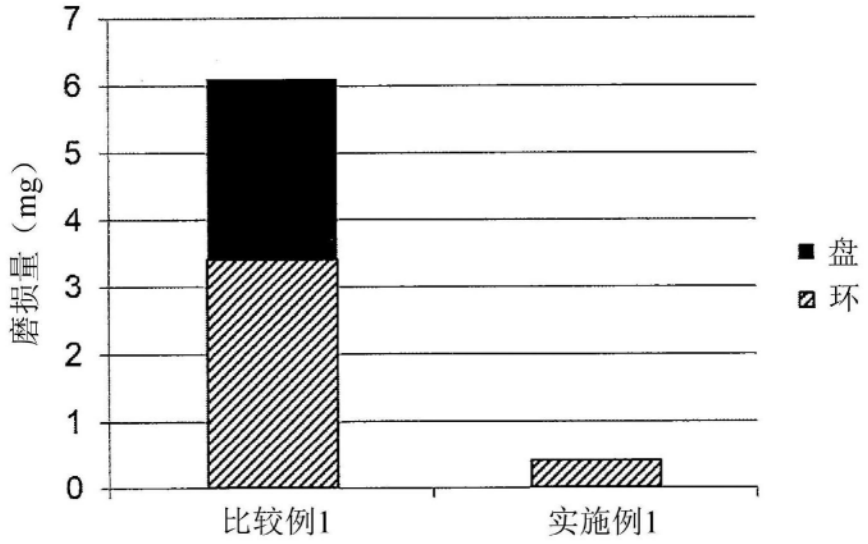

磨损量（mg）
7
6
5
4
3
2
1
0
比较例1
实施例1
盘
环

图4

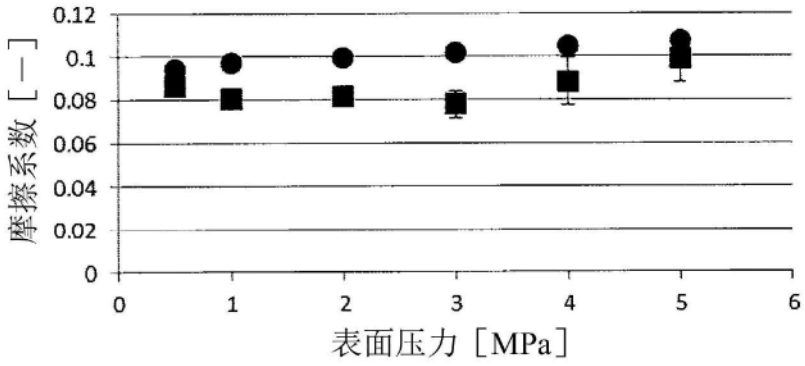

摩擦系数［－］
0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
0
1
2
3
4
5
6
表面压力［MPa］

图5

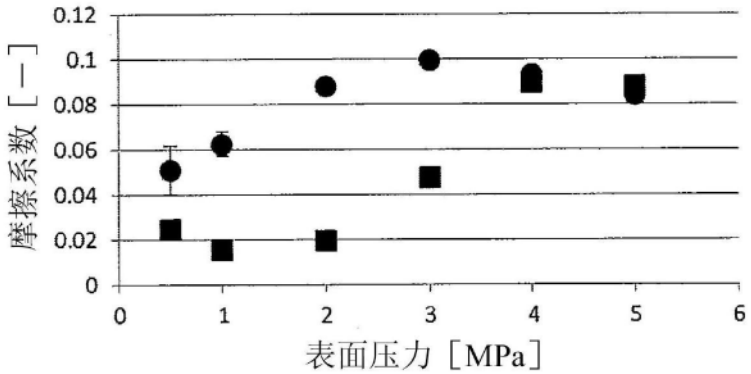

摩擦系数［－］
0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
0
1
2
3
4
5
6
表面压力［MPa］

图6

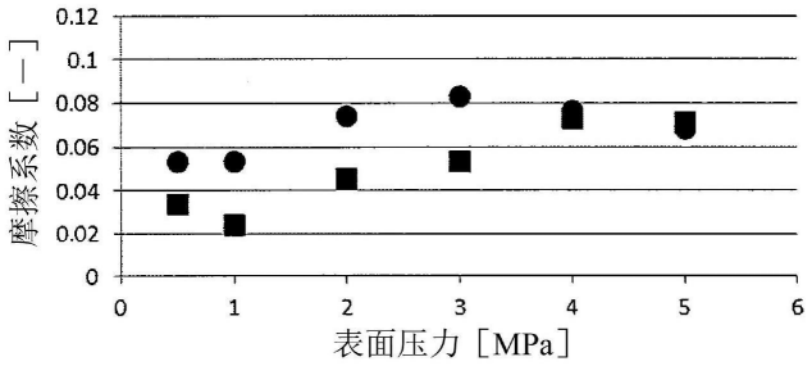

摩擦系数［—］
0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
0
1
2
3
4
5
6
表面压力［MPa］

图7

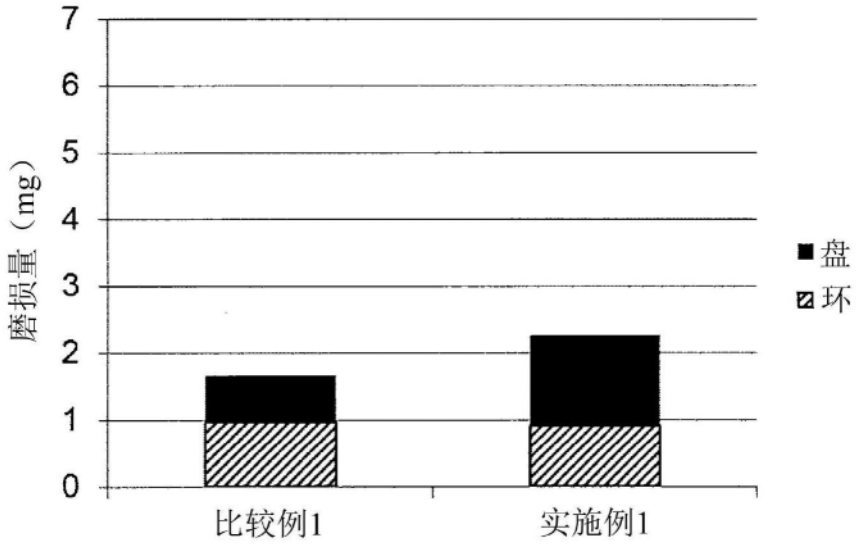

磨损量（mg）
7
6
5
4
3
2
1
0
盘
环
比较例1
实施例1

图8

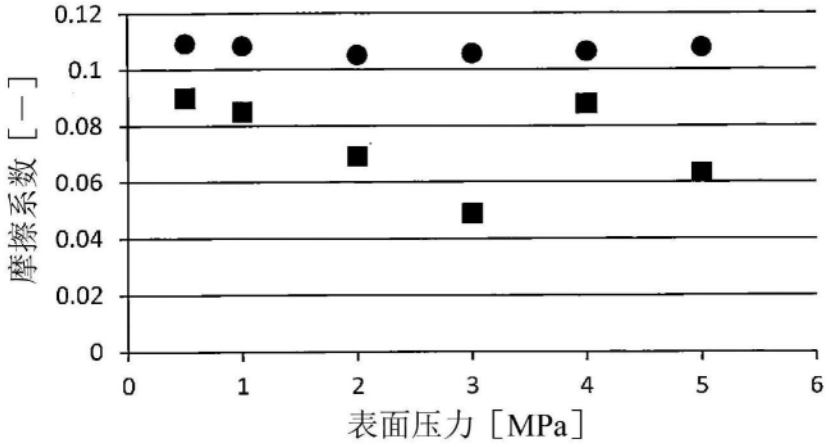

摩擦系数［—］
0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
0
1
2
3
4
5
6
表面压力［MPa］

图9

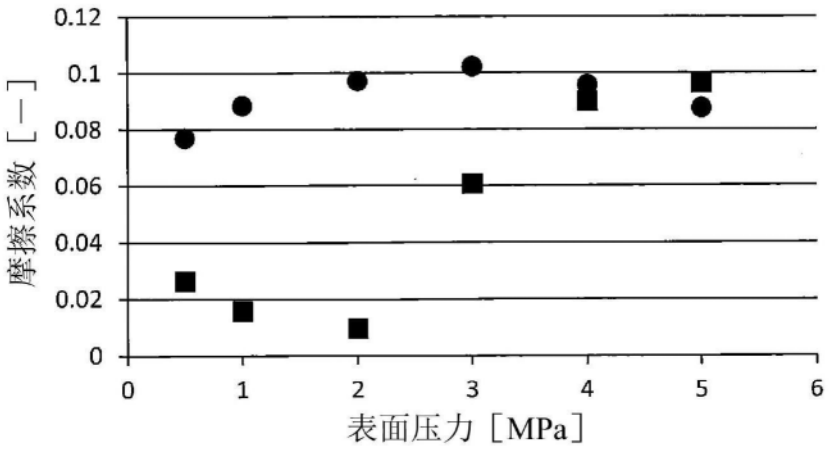

0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
摩擦系数 [—]
0
1
2
3
4
5
6
表面压力 [MPa]

图10

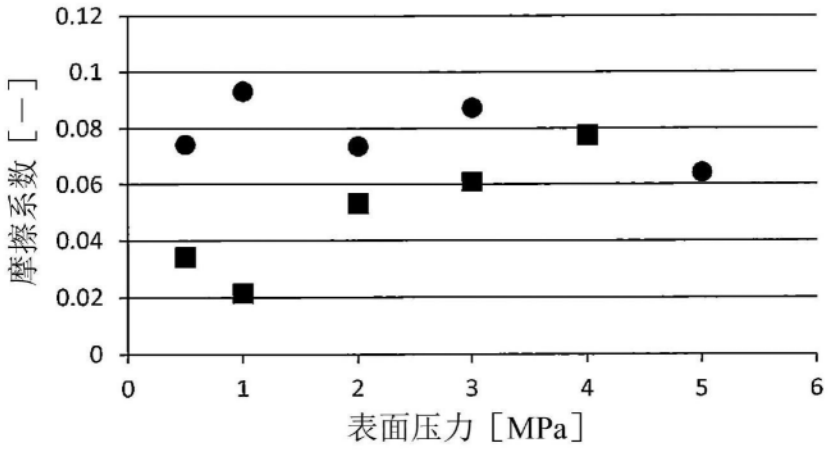

0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
摩擦系数 [—]
0
1
2
3
4
5
6
表面压力 [MPa]

图11

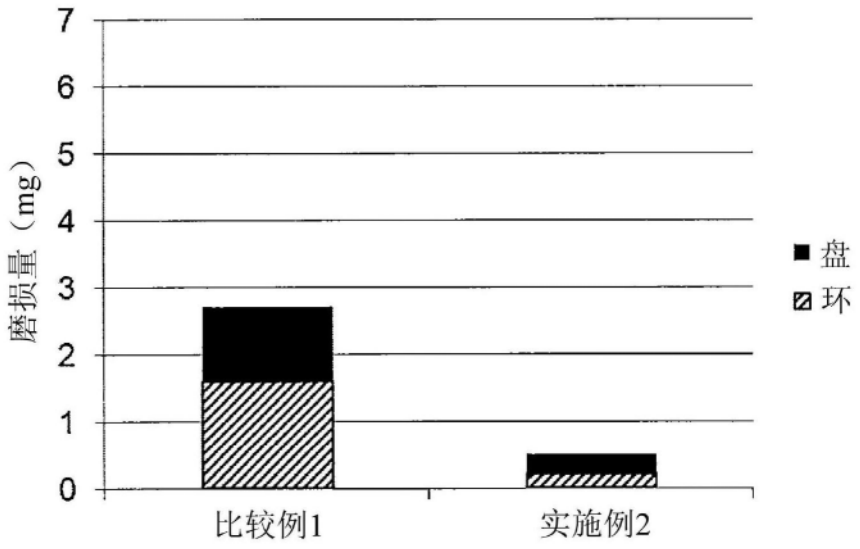


图12