



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119768490 A

(43) 申请公布日 2025. 04. 04

(21) 申请号 202380061000.X

(22) 申请日 2023.11.30

(30) 优先权数据

2022-194284 2022.12.05 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.02.20

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/043012 2023.11.30

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/122448 JA 2024.06.13

(71) 申请人 美蓓亚三美株式会社

地址 日本

(72) 发明人 北岛啄也 八町顺 高田真太郎

(74) 专利代理机构 北京品源专利代理有限公司

11332

专利代理师 吕琳 朴秀玉

(51) Int.Cl.

C10M 169/04 (2006.01)

C10M 105/34 (2006.01)

C10M 105/36 (2006.01)

C10M 105/38 (2006.01)

C10M 133/04 (2006.01)

C10M 139/00 (2006.01)

F16C 17/02 (2006.01)

F16C 17/04 (2006.01)

G11B 19/20 (2006.01)

G11B 33/12 (2006.01)

C10N 30/00 (2006.01)

C10N 40/02 (2006.01)

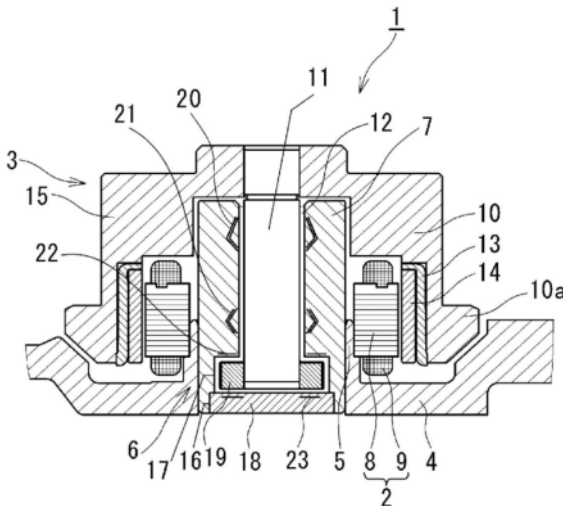
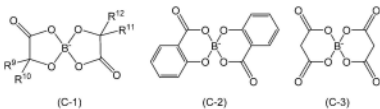
权利要求书2页 说明书14页 附图1页

(54) 发明名称

流体动压轴承、主轴电机以及盘驱动装置

(57) 摘要

提供一种流体动压轴承,其中,封入有包含基础油和离子液体的润滑油组合物,并且提供一种主轴电机和具备该主轴电机的盘驱动装置,通过在该主轴电机中装入该流体动压轴承,能抑制该流体动压轴承所具备的润滑油组合物中的蒸发,乃至抑制HDD的读写错误发生。一种流体动压轴承,其中,封入有包含基础油和离子液体的润滑油组合物,所述离子液体具有:选自由四烷基铵阳离子构成的组中的至少一种阳离子;以及选自由式(C-1)~(C-3)所示的硼酸盐阴离子构成的组中的至少一种阴离子。(式中, $R^9 \sim R^{12}$ 分别独立地表示直链或支链的烷基)。

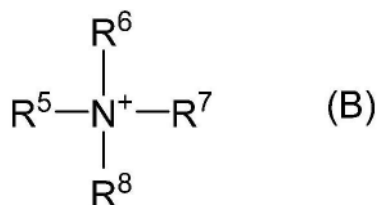


1. 一种硬盘驱动装置用的流体动压轴承,其中,封入有包含基础油和离子液体的润滑油组合物,

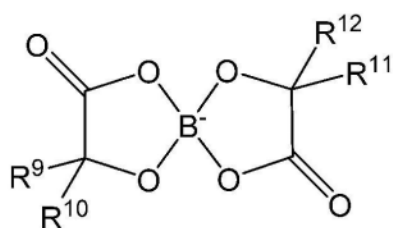
所述离子液体具有:

选自由下述式 (B) 所示的四烷基铵阳离子构成的组中的至少一种阳离子;以及

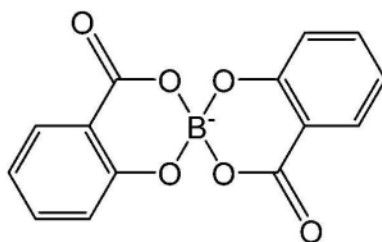
选自由下述式 (C-1) 所示的硼酸盐阴离子、下述式 (C-2) 所示的硼酸盐阴离子以及下述式 (C-3) 所示的硼酸盐阴离子构成的组中的至少一种阴离子,



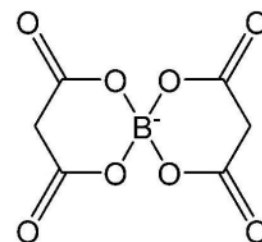
式 (B) 中, R^5 、 R^6 、 R^7 以及 R^8 分别独立地表示直链或支链的碳原子数 1 ~ 18 的烷基,



(C-1)



(C-2)

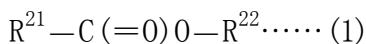


(C-3)

式 (C-1) 中, R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 以及 R^{12} 分别独立地表示直链或支链的碳原子数 1 ~ 22 的烷基。

2. 根据权利要求 1 所述的硬盘驱动装置用的流体动压轴承,其中,

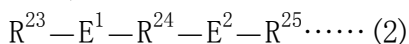
所述基础油包含选自由下述式 (1) 所示的单酯化合物和下述式 (2) 所示的二酯化合物构成的组中的至少一种化合物,



式 (1) 中,

R^{21} 为总碳原子数 10 以上的直链状或支链状烷基,当 R^{21} 为支链状烷基时,支链的碳原子数为 10 以上,

R^{22} 为总碳原子数 9 以上的直链状或支链状烷基,当 R^{22} 为支链状烷基时,支链的碳原子数为 7 以上,



式 (2) 中,

R^{23} 和 R^{25} 分别独立地为总碳原子数 8 以上的直链状或支链状烷基,

当 R^{23} 和 R^{25} 为支链状烷基时,从与 E^1 或 E^2 键合的碳原子开始数起呈最长链的碳链的碳原子数为 9 以上,

R^{24} 为总碳原子数 4 以上的直链状或支链状亚烷基,

E^1 和 E^2 分别独立地表示 $-\text{C}(=\text{O})\text{O}-$ 或 $-\text{OC}(=\text{O})-$ 。

3. 一种主轴电机,其中,具备如权利要求 1 所述的流体动压轴承。

4. 一种盘驱动装置,其中,搭载有如权利要求 3 所述的主轴电机。

5. 一种主轴电机,其中,具备如权利要求 2 所述的流体动压轴承。

6. 一种盘驱动装置,其中,搭载有如权利要求5所述的主轴电机。

流体动压轴承、主轴电机以及盘驱动装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种流体动压轴承和具备该流体动压轴承的主轴电机,所述流体动压轴承封入有包含不易发生读写错误(Read—Write Error)的离子液体的润滑油组合物。本发明还涉及一种具备该主轴电机的盘驱动装置。

背景技术

[0002] 内置于在HDD(Hard Disk Drive:硬盘驱动器)的致动器的支点部分使用的枢轴组件、主轴电机的轴承中使用了润滑脂、油等各种润滑剂,以使这些部件的动作、装置的驱动顺畅。

[0003] 例如在装入于硬盘驱动器致动器的滚动轴承中,存在如下滚动轴承的提案,所述滚动轴承封入有在含有芳香族酯油的基础油中配合双脲化合物作为增稠剂而成的润滑脂,所述双脲化合物在骨架中具有脂环族烃基和脂肪族烃基中的至少一种(专利文献1)。

[0004] 离子液体为仅由离子(阴离子、阳离子)构成的处于液体状态的盐。离子液体具有低蒸气压(非挥发性)、高的热稳定性、难燃性、低粘度、高的离子导电性等特征,此外可以通过阳离子和阴离子的组合来设计各种物性,因此期待向以电解液、溶剂为首的各种技术领域的应用。

[0005] 根据上述的低蒸气压、高的热稳定性、低粘度这样的特征,还研究了向上述的润滑剂的应用,例如存在如下润滑剂组合物的提案,所述润滑剂组合物以在高载荷条件下长期维持低摩擦性为目的添加有离子液体(专利文献2)。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开2006—236410号公报

[0009] 专利文献2:日本特开2019—065256号公报

发明内容

[0010] 发明所要解决的问题

[0011] 作为HDD的读写错误的发生原因之一,可列举出内置于上述致动器、主轴电机的轴承中封入的润滑剂成分的挥发、蒸发。挥发或蒸发的润滑剂的成分在磁盘表面、磁头上冷却而凝结,相变为液体或固体,其结果是,磁盘和磁头会发生吸附等,无法进行正常的读写,这可认为是读写错误的一个原因。针对这样的与HDD驱动时的温度上升相伴的润滑剂成分的挥发、蒸发,例如考虑通过选择低挥发性的基础油等成分来谋求抑制挥发/蒸发量,但难以使成分的挥发、蒸发本身完全消失。

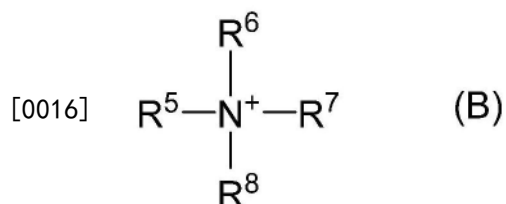
[0012] 此外迄今为止,包括专利文献2中记载的润滑剂组合物在内,在添加有离子液体的现有润滑剂中,尚未存在考虑到润滑剂所含的成分,例如基础油等成分的蒸发的提案。

[0013] 本发明的目的在于,提供一种流体动压轴承,其中,封入有包含基础油和特定的离子液体的润滑油组合物,并且提供一种主轴电机和具备该主轴电机的盘驱动装置,通过在

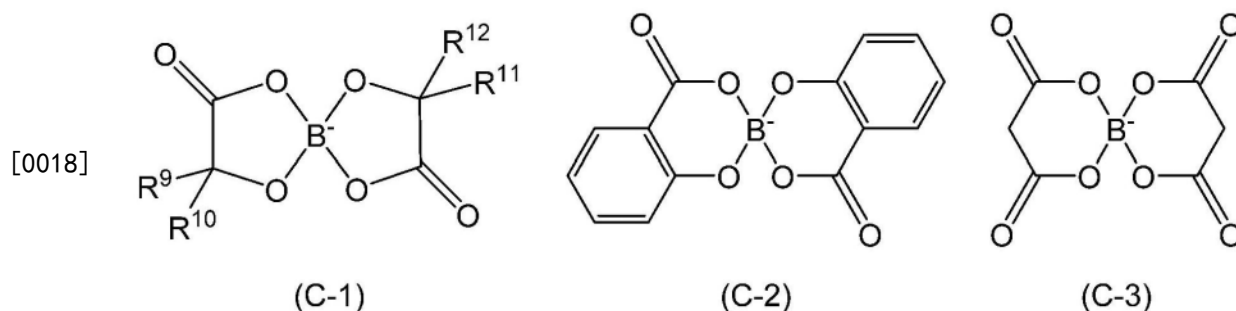
主轴电机中装入该流体动压轴承,能抑制该流体动压轴承所具备的润滑油组合物中的蒸发,此外假设即使在该润滑油组合物的成分蒸发、挥发的情况下也抑制蒸发/挥发成分附着于磁盘等,乃至抑制HDD的读写错误发生。

[0014] 用于解决问题的方案

[0015] 本发明的一个方案是一种流体动压轴承,其中,封入有包含基础油和离子液体的润滑油组合物,所述离子液体具有:选自由下述式(B)所示的四烷基铵阳离子构成的组中的至少一种阳离子;以及选自由下述式(C-1)所示的硼酸盐阴离子、下述式(C-2)所示的硼酸盐阴离子以及下述式(C-3)所示的硼酸盐阴离子构成的组中的至少一种阴离子。



[0017] (式(B)中, R^5 、 R^6 、 R^7 以及 R^8 分别独立地表示直链或支链的碳原子数1~18的烷基)



[0019] (式(C-1)中, R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 以及 R^{12} 分别独立地表示直链或支链的碳原子数1~22的烷基。)

[0020] 本发明还涉及一种具备流体动压轴承的主轴电机。

[0021] 而且,本发明涉及一种搭载有主轴电机的盘驱动装置。

附图说明

[0022] 图1是对本发明的主轴电机的主要部分结构的一个例子进行说明的概念图。

[0023] 图2是对本发明的驱动装置(盘驱动装置)的结构的一个例子进行说明的示意图。

具体实施方式

[0024] 如上所述,在润滑剂组合物的挥发/蒸发成分中所含的成分附着于记录盘等的情况下,可能导致读写错误,因此希望尽可能抑制润滑剂成分的挥发/蒸发。

[0025] 特别是,随着近年来HDD的记录信息的大容量化和高密度化以及处理速度的高速化,盘驱动装置的飞行高度(磁头与磁盘间的距离)窄至几nm左右,对润滑剂成分的蒸发、伴随于此的附着可能带来的不良状况的担忧提高。因飞行高度变小,磁头与盘之间可能成为负压状态,在该情况下,周围的气体朝向磁头与盘之间压缩/冷凝,由此即使是微量的蒸发/挥发成分也可能会液化而导致附着于盘等。此外,近年来随着每台HDD的记录容量的增大,装置内的盘张数增加,具备9张以上3.5英寸直径的盘的盘驱动装置也开始发售。在这样的

装置中,装置内的空间容积进一步变小。如此,在空间容积小、而且飞行高度为几nm级别的环境下,就连微量的污染物也可能会导致读写错误。

[0026] 此外,还开始普及内部空间被密度比空气小的气体(例如氦气等)充满的盘驱动装置。在这样的盘驱动装置中,有时装置内部的气压小于1个大气压。在该情况下,更难以抑制润滑剂成分的蒸发/挥发。而且,在采用了作为下一代记录技术的热辅助磁记录(HAMR:Heat Assisted Magnetic Recording)方式的HDD的情况下,致动器的头部的温度可能局部达到400℃的高温。由此,HDD内部温度上升,润滑剂成分的蒸发、挥发比以往更容易发生,引起与盘读写相关的不良状况的可能性提高。

[0027] 应用于本发明的流体动压轴承的润滑油组合物的特征在于,如后所述配合特定的离子液体。该润滑油组合物的配合即使在如采用了热辅助磁记录方式的盘驱动装置那样在更高温环境下的应用中,也能期待抑制该组合物的蒸发量,即使在成分的蒸发、挥发的情况下也能期待抑制这些成分附着于磁盘等,能有助于抑制由蒸发等成分引起的HDD的读写错误的发生。

[0028] 以下具体地进行说明。

[0029] [流体动压轴承]

[0030] 首先,以下参照附图对本发明的流体动压轴承的优选实施方式详细地进行说明。

[0031] 图1是用于对作为本发明的一个实施方式的流体动压轴承和具备该流体动压轴承的主轴电机进行说明的示意图。需要说明的是,下述所示的实施方式是本发明的示例性的实施方式,本发明不限于于此。

[0032] 如图1所示,主轴电机1用作用于驱动数据存储装置的电机,所述数据存储装置具备在计算机中使用的磁盘、光盘等。整体上由定子组件2和转子组件3构成。需要说明的是,图1的主轴电机1为轴旋转型的电机,但本发明也可以应用于轴固定型的电机。

[0033] 定子组件2固定于圆筒部5,该圆筒部5以向上方突出的方式设于构成数据存储装置的壳体的壳4(底板)。在圆筒部5的外周部嵌装装配有卷绕有定子线圈9的定子铁心8。

[0034] 转子组件3具有转子轮毂10,该转子轮毂10固定于轴部11的上端部,与轴部11一起旋转。轴部11插入于作为轴承构件的套筒7内,由该套筒7支承为可旋转。套筒7嵌入并固定于圆筒部5的内部。转子轮毂10的下方圆筒部10a在壳4的内侧旋转,在该下方圆筒部10a的内周面装接有背轭铁(back yoke)13,而且在该背轭铁13的内侧嵌入固定有转子磁铁14,磁化为N极和S极多个极。

[0035] 当对定子线圈9通电时,由定子铁心8形成磁场,该磁场作用于配置在该磁场内的转子磁铁14,转子组件3旋转。在转子组件3的转子轮毂10的中间圆筒部15的外周面装接有构成数据存储装置的存储部的记录盘,例如磁盘(未图示),通过主轴电机1的工作而旋转或者停止,通过(未图示的)记录用头进行信息的写入/数据处理。

[0036] 在这样的实施方案的主轴电机1中,在套筒7将轴部11支承为可旋转的部分提供流体动压轴承6。

[0037] 在套筒7的下端部形成有向下方开口的大直径的第一凹部16,而且在该第一凹部16的顶面形成有小直径的第二凹部17。在大直径的第一凹部16嵌合有对面板(counter plate)(推力承受板)18,通过熔接/粘接等方法固接于其上,套筒7内成为气密状态。

[0038] 在轴部11的下端部嵌合、压入并固定有推力垫圈19,该推力垫圈19配置为:在套筒

7的第二凹部17内,与对面板18和第二凹部17的顶面对置,与轴部11一起旋转。

[0039] 套筒7与轴部11之间的间隙、推力垫圈19与第二凹部17之间的间隙、推力垫圈19和轴部11与对面板18的间隙相互连通,在该连通间隙中封入有后述的润滑油组合物12。润滑油组合物12从套筒7与轴部11之间注入。

[0040] 在与轴部11对置的套筒7的内周面在轴向上分离地形成有产生动压的第一径向动压槽20和第二径向动压槽21。该径向动压槽20和21通过轴部11的旋转,产生轴部11与套筒7在径向上成为非接触状态的动压。此外,在与推力垫圈19的上端面对置的第二凹部17的顶面和与推力垫圈19的下端面对置的对面板18的上端面分别形成有第一推力动压槽22和第二推力动压槽23。该推力动压槽22和23通过轴部11的旋转,产生用于使轴部11在推力方向上稳定地浮起的动压。通过这些动压槽的作用,轴部11能在与套筒7非接触状态下稳定地高速旋转。作为动压槽,可以使用鱼骨槽、螺旋槽等公知的样式。

[0041] [盘驱动装置]

[0042] 图2是表示使用了本实施方式的主轴电机的盘驱动装置30的整体构成的立体图。

[0043] 如图2所示,作为本实施方式的盘驱动装置30具备:大致矩形箱状的基台(底板)31;主轴电机1,载置于该基台31;磁盘32,通过该主轴电机1而旋转;摆臂33,具有向磁盘32的规定位置写入信息,并且从任意位置读出信息的磁头34;枢轴组件轴承装置35,将摆臂33支承为可摆动;致动器36,驱动摆臂33;以及控制部37,控制这些设备。

[0044] 本发明的盘驱动装置例如可以制成具备9张以上3.5英寸直径的磁盘的盘驱动装置。在这样的盘张数大的装置中,装置内的空间容积进一步变小。所述盘驱动装置的内部空间可以被密度比空气小的气体充满。在这样的内部空间被低密度气体充满的盘驱动装置中,有时装置内部的气压小于1个大气压。此外,所述盘装置可以采用热辅助磁记录(HAMR)方式作为记录方式。在采用了热辅助磁记录(HAMR)方式的盘驱动装置中,致动器的头部的温度可能局部达到400℃的高温。

[0045] 后述的在本实施方式中使用的润滑油组合物通过采用特定的离子液体,进而采用特定的基础油,显示低蒸发性/低挥发性,并且挥发、蒸发的成分显示对盘等的低附着性。因此,在使用了该润滑油组合物的流体动压轴承和主轴电机中,即使在高温下的驱动中也能抑制该润滑油组合物的成分的蒸发等,抑制由蒸发等成分附着于磁盘等引起的盘驱动装置的盘读写错误。

[0046] [润滑油组合物]

[0047] 本发明人等着眼于在应用于流体动压轴承的润滑油组合物中添加离子液体。并且,发现由特定的阳离子和阴离子构成的离子液体抑制润滑油组合物的蒸发量。

[0048] 以下,对封入于本发明的流体动压轴承中的润滑油组合物进行说明。

[0049] <离子液体>

[0050] 应用于本实施方式的流体动压轴承的润滑油组合物必须包含特定的离子液体。

[0051] 以往,就润滑剂而言,为了放出因旋转摩擦而在部件间产生的静电,根据需要赋予导电性,作为其中的一种方法,研究了添加离子液体。

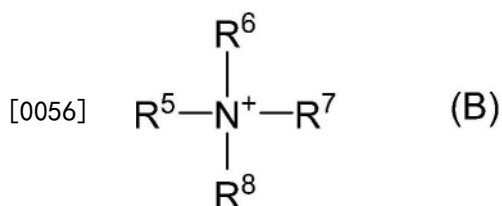
[0052] 在本发明中使用的离子液体中,除了赋予导电性以外,还起到如下作用:抑制润滑油组合物的蒸发量,此外在使用酯油作为基础油的情况下,抑制该酯油的水解。

[0053] 上述离子液体具有:选自由下述式(B)所示的四烷基铵阳离子构成的组中的至少

一种阳离子；以及选自由下述式 (C-1) 所示的硼酸盐阴离子、下述式 (C-2) 所示的硼酸盐阴离子以及下述式 (C-3) 所示的硼酸盐阴离子构成的组中的至少一种阴离子。

[0054] <阳离子>

[0055] 在本发明的离子液体中使用的四烷基铵阳离子由式 (B) 表示。



[0057] 上述式 (B) 中, R^5 、 R^6 、 R^7 以及 R^8 分别独立地表示直链或支链的碳原子数 1 ~ 18 的烷基。

[0058] 优选的是, R^5 、 R^6 、 R^7 以及 R^8 分别独立地表示直链或支链的碳原子数 5 ~ 18 的烷基。

[0059] 作为上述式 (B) 中的碳原子数 1 ~ 18 的烷基, 可列举出: 甲基、乙基、正丙基、正丁基、仲丁基、叔丁基、戊基、己基、庚基、辛基、壬基、癸基、十一烷基、十二烷基、十三烷基、十四烷基、十五烷基、十六烷基、十七烷基、十八烷基等。

[0060] 作为上述式 (B) 中的 R^5 、 R^6 、 R^7 以及 R^8 的组合, 例如可列举出: R^5 为直链或支链的碳原子数 1 ~ 4 的烷基, $\text{R}^6 \sim \text{R}^8$ 分别独立地为直链或支链的碳原子数 6 ~ 14 的烷基的组合; 此外 R^5 为直链或支链的碳原子数 11 ~ 16 的烷基, $\text{R}^6 \sim \text{R}^8$ 分别独立地为直链或支链的碳原子数 6 ~ 10 的烷基的组合; 或者 $\text{R}^5 \sim \text{R}^8$ 分别独立地为直链或支链结构的碳原子数 6 ~ 12 的烷基的组合等。

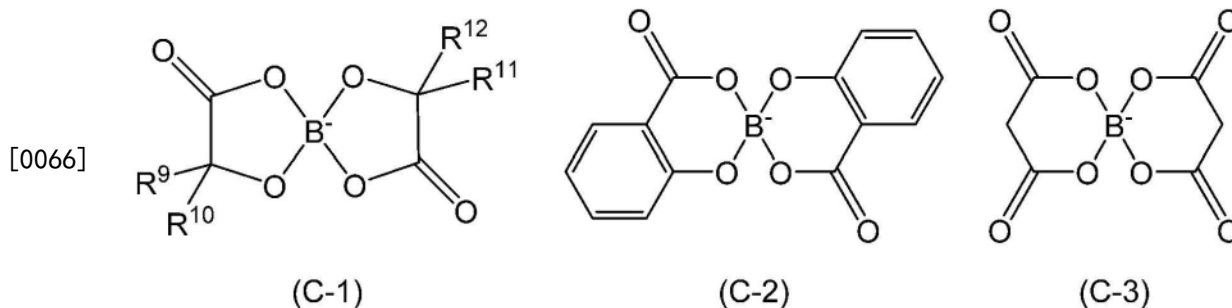
[0061] 上述式 (B) 中的式中的 R^5 、 R^6 、 R^7 以及 R^8 的合计碳原子数例如可以设为 24 ~ 40。

[0062] 作为式 (B) 所示的四烷基铵阳离子, 例如可列举出: $\text{R}^5 \sim \text{R}^8$ 为己基的四己基铵阳离子、 R^5 为甲基且 $\text{R}^6 \sim \text{R}^8$ 为辛基的甲基三(辛基)铵阳离子、 R^5 为十四烷基且 $\text{R}^6 \sim \text{R}^8$ 为己基的(十四烷基)三(己基)铵阳离子、 $\text{R}^5 \sim \text{R}^8$ 为辛基的四辛基铵阳离子、 $\text{R}^5 \sim \text{R}^8$ 为癸基的四癸基铵阳离子等。

[0063] <阴离子>

[0064] 在本发明的离子液体中使用的阴离子选自由式 (C-1) 所示的硼酸盐阴离子、式 (C-2) 所示的硼酸盐阴离子以及式 (C-3) 所示的硼酸盐阴离子构成的组中。

[0065] 从近来氟系化合物的禁止使用、限制使用等控制正在推进的观点考虑, 上述硼酸盐阴离子也可以说是优选的方案。



[0067] 上述式 (C-1) 中, R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 以及 R^{12} 分别独立地表示直链或支链的碳原子数 1 ~ 22 的烷基。

[0068] 在一个方案中,上述(C-1)中的 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 以及 R^{12} 分别独立地表示直链或支链的碳原子数1~22的烷基,或者分别独立地表示直链或支链的碳原子数1~10的烷基,或者分别独立地表示直链或支链的碳原子数6~10的烷基,或者分别独立地表示直链或支链的碳原子数1~8的烷基,或者分别独立地表示直链或支链的碳原子数1~6的烷基,或者分别独立地表示直链或支链的碳原子数1~2的烷基。

[0069] 作为上述 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 以及 R^{12} 中的上述碳原子数1~22的烷基,例如可列举出:甲基、乙基、正丙基、异丙基、正丁基、仲丁基、叔丁基、戊基、己基、庚基、辛基、壬基、癸基、十一烷基、十二烷基、十三烷基、十四烷基、十五烷基、十六烷基、十七烷基、十八烷基、十九烷基、二十烷基、二十一烷基、二十二烷基等。

[0070] 作为上述式(C-1)中的 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 以及 R^{12} 的组合,例如可列举出: $R^9 \sim R^{12}$ 分别独立地为直链或支链结构的碳原子数1~8的烷基的组合;或者 $R^9 \sim R^{12}$ 全部为甲基的组合等。

[0071] 在本发明中使用的离子液体例如可以使用以下的(a)~(k)所示的阳离子和阴离子的组合。

[0072] (a)

[0073] 选自由上述式(B)所示的、式中的 R^5 、 R^6 、 R^7 以及 R^8 分别独立地表示直链或支链的碳原子数5~18的烷基的四烷基铵阳离子构成的组中的至少一种阳离子;以及选自由上述式(C-1)所示的硼酸盐阴离子、上述式(C-2)所示的硼酸盐阴离子以及上述式(C-3)所示的硼酸盐阴离子构成的组中的至少一种阴离子的组合。

[0074] (b)

[0075] 选自由上述式(B)所示的、式中的 R^5 、 R^6 、 R^7 以及 R^8 分别独立地表示直链或支链的碳原子数5~18的烷基的四烷基铵阳离子构成的组中的至少一种阳离子;以及选自由上述式(C-1)所示的硼酸盐阴离子和上述式(C-3)所示的硼酸盐阴离子构成的组中的至少一种阴离子的组合。

[0076] (c)

[0077] 选自由上述式(B)所示的、式中的 R^5 、 R^6 、 R^7 以及 R^8 的合计碳原子数为24~40的四烷基铵阳离子构成的组中的至少一种阳离子;以及选自由上述式(C-1)所示的、式中的 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 以及 R^{12} 为甲基的硼酸盐阴离子和所述式(C-3)所示的硼酸盐阴离子构成的组中的至少一种阴离子的组合。

[0078] (d)

[0079] 四己基铵阳离子以及上述式(C-1)所示的、式中的 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 以及 R^{12} 为甲基的硼酸盐阴离子的组合。

[0080] (e)

[0081] 四辛基铵阳离子以及上述式(C-1)所示的、式中的 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 以及 R^{12} 为甲基的硼酸盐阴离子的组合。

[0082] (f)

[0083] 四癸基铵阳离子以及上述式(C-1)所示的、式中的 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 以及 R^{12} 为甲基的硼酸盐阴离子的组合。

[0084] (g)

[0085] 四辛基铵阳离子以及上述式(C-2)所示的硼酸盐阴离子的组合。

[0086] (h)

[0087] 四癸基铵阳离子以及上述式 (C-3) 所示的硼酸盐阴离子的组合。

[0088] (i)

[0089] 四己基铵阳离子以及上述式 (C-1) 所示的、式中的 R^9 和 R^{11} 为甲基且 R^{10} 和 R^{12} 为乙基的硼酸盐阴离子的组合。

[0090] (j)

[0091] 四己基铵阳离子以及上述式 (C-1) 所示的、式中的 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 以及 R^{12} 为乙基的硼酸盐阴离子的组合。

[0092] (k)

[0093] 四己基铵阳离子以及上述式 (C-1) 所示的、式中的 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 以及 R^{12} 为正辛基的硼酸盐阴离子的组合。

[0094] 作为润滑油组合物中的上述离子液体的配合量,没有特别限制,可以根据目的来适当选择。

[0095] 例如相对于后述的基础油,可以设为0.01质量%以上且10质量%以下、或者0.03质量%以上且1质量%以下、此外0.03质量%以上且0.5质量%以下等。

[0096] <基础油>

[0097] 在应用于本实施方式的流体动压轴承的润滑油组合物中,作为基础油,没有特别限制,可以单独或混合使用通常用作润滑油中的基础油的矿物油、烃系合成油、酯系合成油、醚系合成油等合成油。

[0098] 其中,从容易溶解上述离子液体的观点考虑,可以优选使用酯系合成油。

[0099] 作为所述酯系合成油(也简称为酯油),例如可列举出:单酯油、二酯油、多元醇酯油、芳香族酯油等。

[0100] 在一个方案中,在本实施方式中使用的基础油包含选自后述的具有特定的烷基链长的脂肪族的单酯化合物(单酯油)和二酯化合物(二酯油)构成的组中的至少一种化合物。

[0101] 本发明人等在润滑油组合物中配合的成分的挥发更进一步被视为问题时,从使其构成成分为低挥发性这一以往的问题进一步深入,基于假设即使产生挥发,所述挥发成分也不易附着(即使附着也不停留)于盘等这一新想法,进行了构成成分的研究。作为实现上述想法的成分,采用上述烷基链长具有一定以上的长度的脂肪族的单酯化合物或二酯化合物。

[0102] 需要说明的是,在一个方案中,作为在本实施方式中使用的基础油,也可以使用或并用下述列举出的具有特定的烷基链长的脂肪族的单酯化合物(单酯油)和二酯化合物(二酯油)以外的单酯油和二酯油。

[0103] <单酯化合物(单酯油)>

[0104] 上述单酯化合物由式(1)表示。

[0105] $R^{21}-C(=O)O-R^{22}\cdots\cdots$ (1)

[0106] 上述式(1)中, R^{21} 为总碳原子数10以上,优选为总碳原子数23以下的直链状或支链状烷基。当 R^{21} 为支链状烷基时,支链的碳原子数为10以上,优选可以设为15以下。

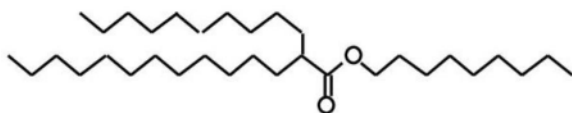
[0107] 此外, R^{22} 为总碳原子数9以上,优选为总碳原子数20以下的直链状或支链状烷基。

当 R^{22} 为支链状烷基时,支链的碳原子数为7以上,优选可以设为8以下。

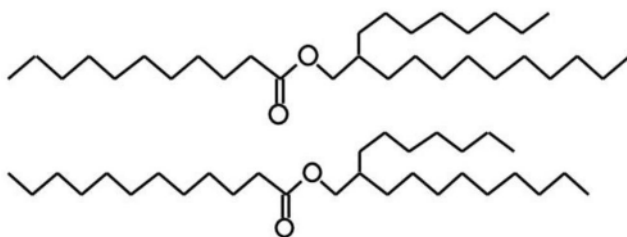
[0108] 需要说明的是,在本说明书中,支链的碳原子数是指支链状烷基的支链部分的碳原子数,不是从与羰基($-C(=O)-$)或氧原子($-O-$)键合的碳原子开始数起的碳原子数。此外,支链是指从主链(从与羰基或氧原子键合的碳原子开始数起呈最长链的碳链)起的支链部分,支链的数量没有特别限定。

[0109] 在一个方案中,可以是, R^{21} 和 R^{22} 中的一个为直链状烷基,另一个设为支链状烷基。

[0110] 作为上述单酯化合物(单酯油)的具体例子,例如可列举出下述所示的化合物,但不限于此。



[0111]



[0112] <二酯化合物(二酯油)>

[0113] 上述二酯化合物由式(2)表示。

[0114] $R^{23}-E^1-R^{24}-E^2-R^{25}\cdots\cdots(2)$

[0115] 式(2)中, R^{23} 和 R^{25} 分别独立地表示总碳原子数8以上,优选为总碳原子数10以下的直链状或支链状烷基。当 R^{23} 和 R^{25} 为支链状烷基时,从与 E^1 或 E^2 键合的碳原子开始数起呈最长链的碳链的碳原子数为9以上,优选可以将呈最长链的碳原子数设为9。

[0116] R^{24} 为总碳原子数4以上,优选为总碳原子数6以下的直链状或支链状亚烷基。

[0117] 在此,优选的是, R^{23} 和 R^{25} 均为直链状烷基且 R^{24} 为支链状亚烷基;或者 R^{23} 和 R^{25} 均为支链状烷基且 R^{24} 为直链状亚烷基。

[0118] E^1 和 E^2 分别独立地表示 $-C(=O)O-$ 或 $-OC(=O)-$ 。

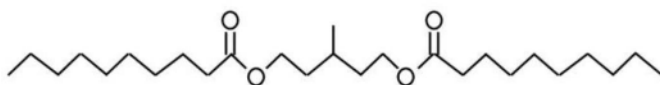
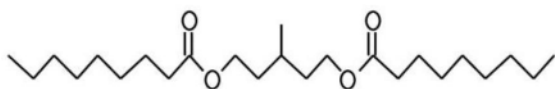
[0119] 在优选的方案中, R^{23} 和 R^{25} 可以设为相同的基团。

[0120] 此外, E^1 和 E^2 可以设为 E^1 表示 $-C(=O)O-$ 且 E^2 表示 $-OC(=O)-$;或者 E^1 表示 $-OC(=O)-$ 且 E^2 表示 $-C(=O)O-$ 。

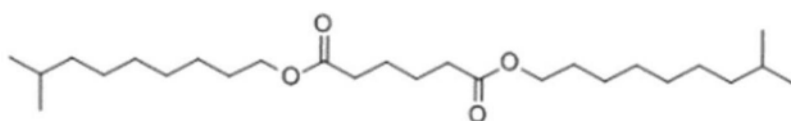
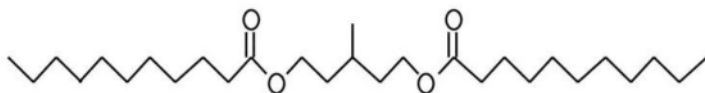
[0121] 例如,可以设为 R^{23} 和 R^{25} 表示相同的直链状烷基, R^{24} 表示支链状亚烷基, E^1 表示 $-C(=O)O-$ 且 E^2 表示 $-OC(=O)-$ 的化合物。

[0122] 或者,此外可以设为 R^{23} 和 R^{25} 表示相同的支链状烷基, R^{24} 表示直链状亚烷基, E^1 表示 $-OC(=O)-$ 且 E^2 表示 $-C(=O)O-$ 。

[0123] 作为上述二酯化合物(二酯油)的具体例子,例如可列举出下述所示的化合物,但不限于此。



[0124]



[0125] <多元醇酯油>

[0126] 作为多元醇酯油,例如可举例示出:多元醇[三醇(例如三羟甲基丙烷)、四醇(例如季戊四醇)、六醇(例如二季戊四醇)等]与碳原子数4~22的直链状和/或支链状的脂肪酸的全酯。

[0127] 具体而言,可列举出:三羟甲基丙烷三庚酸酯、三羟甲基丙烷三辛酸酯、三羟甲基丙烷三壬酸酯、季戊四醇四庚酸酯、季戊四醇三(2-乙基己酸酯)、季戊四醇四油酸酯、新戊基多元醇等。

[0128] <芳香族酯油>

[0129] 作为芳香族酯油,可举例示出:苯二甲酸、偏苯三酸、均苯四酸等芳香族多元羧酸与碳原子数4~16的脂肪族一元醇的酯。

[0130] 具体而言,可列举出:邻苯二甲酸双十三烷基酯、偏苯三酸三辛酯、偏苯三酸三-2-乙基己酯、偏苯三酸十三烷基酯、均苯四酸四辛酯、均苯四酸四-2-乙基己酯等。

[0131] 相对于在本发明的流体动压轴承中应用的润滑油组合物总量,基础油的比例可以设为除去上述离子液体的配合量和根据需要可以配合的其他添加剂的配合量后的剩余部分。

[0132] <添加剂>

[0133] 在润滑油组合物中,除了包含上述必需成分以外,还可以根据需要,在不损害本发明的效果的范围内包含通常用于润滑油组合物的添加剂。

[0134] 作为上述添加剂,例如可列举出:极压添加剂、抗氧化剂、金属净化剂、油性剂、防磨耗剂、金属钝化剂、防腐蚀剂、防锈剂、粘度指数提高剂、倾点降低剂、导电性赋予剂、分散剂、消泡剂、水解抑制剂等。

[0135] 在配合这些添加剂的情况下,其配合量以添加剂总量计,相对于润滑油组合物例如可以设为0.5质量%~5质量%、或者1质量%~3质量%。

[0136] 作为上述添加剂的具体例子,可列举出以下,不过不限于这些示例。

[0137] 作为极压添加剂,可以使用包含硫、氯、磷等的以往公知的添加剂,例如可列举出:

磷酸酯、亚磷酸酯、磷酸酯胺盐等磷系化合物；硫化物类、二硫化物类等硫系化合物；氯化石蜡、氯化联苯(chlorinated diphenyl)等氯系化合物；二烷基二硫代磷酸锌、二烷基二硫代氨基甲酸铝等硫系化合物的金属盐等。

[0138] 作为抗氧化剂,可列举出:酚系抗氧化剂、二苯胺类、磷系抗氧化剂、吩噻嗪等硫系化合物等。这些抗氧化剂可以单独使用或组合多种来使用。

[0139] 其中,从盘附着性的观点考虑,优选酚系抗氧化剂,特别优选选自3-(3,5-二叔丁基-4-羟基苯基)丙酸十八烷基酯、2,4-二(正辛硫基)-6-(4-羟基-3,5-二叔丁基苯胺基)-1,3,5-三嗪、三乙二醇-双[3-(3-叔丁基-5-甲基-4-羟基苯基)丙酸酯]、2,2-硫代-二亚乙基双[3-(3,5-二叔丁基-4-羟基苯基)丙酸酯]以及3,5-二叔丁基-4-羟基-氢化肉桂酸辛酯构成的组中的受阻酚系抗氧化剂。此外,从盘附着性的观点考虑,理想的是避免使用烷基化苯基- α -萘胺。

[0140] 作为防磨耗剂,可列举出:磷酸酯、亚磷酸酯、酸式磷酸酯等。

[0141] 其中,从盘附着性的观点考虑,理想的是避免使用惯用用作防磨耗剂的酸式磷酸酯的胺盐。

[0142] 作为防锈剂,可举例示出十二碳烯基琥珀酸半酯等。

[0143] 作为金属钝化剂,可举例示出:苯并三唑系化合物、噻二唑系化合物等。

[0144] 作为粘度指数提高剂,可举例示出:聚甲基丙烯酸烷基酯、聚烷基苯乙烯、聚丁烯等。

[0145] 作为倾点降低剂,可举例示出:上述的作为粘度指数提高剂的聚甲基丙烯酸烷基酯、聚烷基苯乙烯、聚丁烯等。

[0146] 作为导电性赋予剂,可举例示出:非离子性表面活性剂、苯磺酸等。

[0147] 作为分散剂,可举例示出:聚烯基琥珀酰亚胺、聚烯基琥珀酰胺、聚烯基苄基胺、聚烯基琥珀酸酯等。

[0148] 作为水解抑制剂,可举例示出:烷基缩水甘油醚型环氧化合物、缩水甘油酯型环氧化合物、脂环式环氧化合物或碳化二亚胺等。

[0149] 本发明不限于本说明书所记载的实施方式、具体的实施例,可以在权利要求书所记载的技术思想的范围内进行各种变更、变形。

[0150] 实施例

[0151] 以下,通过实施例对本发明进一步详细地进行说明。不过,本发明不限于此。

[0152] 使用表1所示的具有阳离子和阴离子的实施例1~实施例8以及比较例1~比较例3的离子液体和基础油A,按后述的顺序实施了读写错误发生试验。在以后的说明中,也将离子液体的例子编号作为各试验的评价的例子编号来处理。

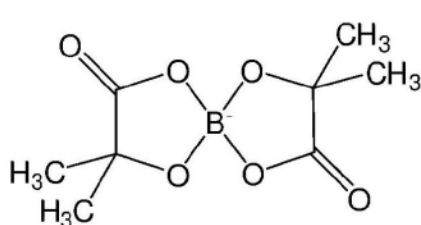
[0153] [表1]

[0154] [表1]离子液体

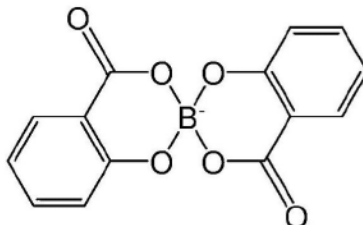
[0155]

	阳离子	阴离子
实施例1	四己基铵阳离子	下述式(C-1-1)所示的硼酸盐阴离子
实施例2	四辛基铵阳离子	下述式(C-1-1)所示的硼酸盐阴离子
实施例3	四癸基铵阳离子	下述式(C-1-1)所示的硼酸盐阴离子
实施例4	四辛基铵阳离子	下述式(C-2)所示的硼酸盐阴离子

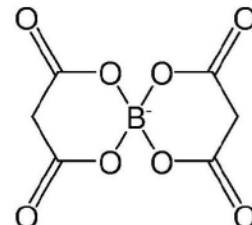
实施例5	四癸基铵阳离子	下述式 (C-3) 所示的硼酸盐阴离子
实施例6	四己基铵阳离子	下述式 (C-1-3) 所示的硼酸盐阴离子
实施例7	四己基铵阳离子	下述式 (C-1-4) 所示的硼酸盐阴离子
实施例8	四己基铵阳离子	下述式 (C-1-6) 所示的硼酸盐阴离子
比较例1	甲基三(辛基)铵阳离子	双(三氟甲基磺)酰、亚胺阴离子
比较例2	十四烷基三己基磷阳离子	下述式 (C-4) 所示的硼酸盐阴离子
比较例3	十四烷基三己基磷阳离子	下述式 (C-3) 所示的硼酸盐阴离子



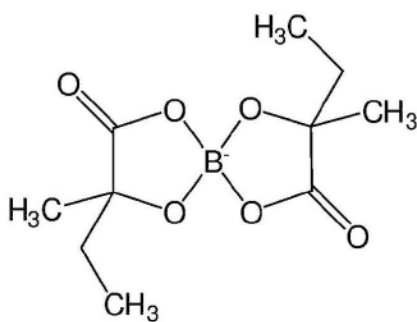
(C-1-1)



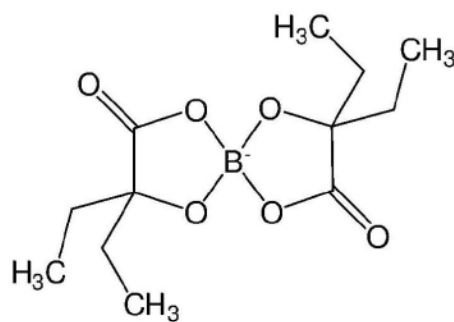
(C-2)



(C-3)

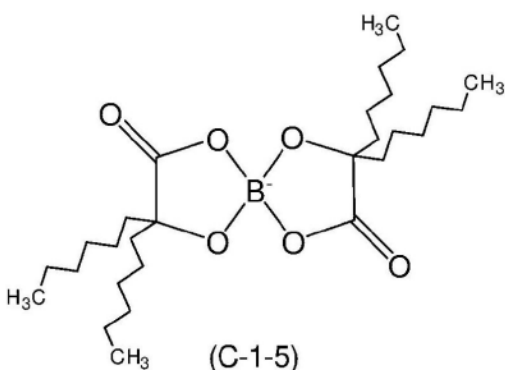


(C-1-3)

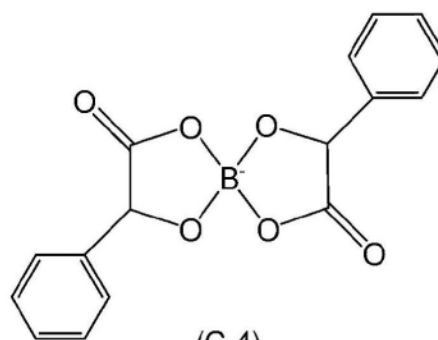


(C-1-4)

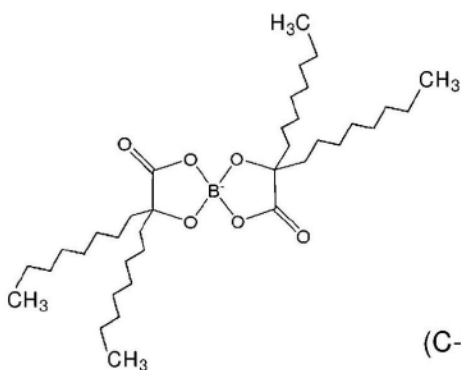
[0156]



(C-1-5)

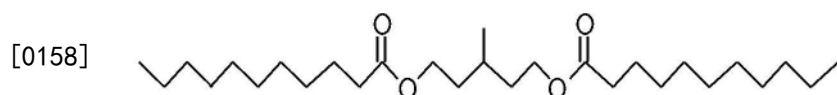


(C-4)



(C-1-6)

[0157] 基础油A:3-甲基-1,5-戊二醇二(正十一烷酸酯), CAS No.1265799-70-9。



[0159] (1) 读写错误发生试验

[0160] 取下未使用的盘驱动装置的罩,将表1所示的实施例或比较例的离子液体以10质量%溶解于上述基础油A中而成的样品油约20mg涂布于罩的背面(壳体内部侧的面,图2中未图示)的控制部(图2:控制部37)上部周边,然后,将涂布有样品油的罩装接于盘驱动装置。盘驱动装置在所有的样品中使用相同的种类。在各个试验条件下进行两台(N=2)的试验。

[0161] 使油涂布部周边的罩表面(壳体外部侧的面,图2中未图示)侧接触加热器,使接触的加热器的温度在120℃下保持48小时,进而然后关闭加热器并保持48小时,期间继续盘驱动装置的动作(合计96小时)。动作中,将计算机连接到盘驱动装置,通过盘驱动装置的状态监视软件(例如CrystalDiskInfo、HD Tune等)继续反复测定。通过连接到盘驱动装置的计算机对动作中的盘驱动装置的停止(软件判断为因发生读写错误而装置故障的时间点)进行监视。在96小时的试验时间中,将盘驱动装置未停止的情况作为试验合格。将所得到的结果示于表2。

[0162] <判定基准>

[0163] A:96小时的试验时间中盘驱动装置未停止的情况。

[0164] N:96小时的试验时间中盘驱动装置停止的情况。

[0165] 需要说明的是,在因周围温度的上升而成分挥发/蒸发的情况下,当温度下降时挥发/蒸发的成分的一部分凝结,该凝结的成分例如附着于盘驱动装置的盘、头,由此可能引起装置的错误。即,虽然说在降温的时机下容易发生错误,但另一方面,若在该降温的时间内不发生错误,则降温前的升温水平可以判断为合格。

[0166] 此外,就本试验的特别是取下盘驱动装置的罩并再次装接之前的工序而言,在避免来自外部的污染物的性质上,在洁净室内实施是极为重要的。需要说明的是,在实施本试验时,在不涂布样品油的情况下实施上述试验,确认即使在经过试验截止时间即96小时后,盘驱动装置也不停止。

[0167] [表2]

[0168] [表2] 读取错误发生试验 结果

[0169]

	判定
实施例1	A
实施例2	A
实施例3	A
实施例4	A
实施例5	A
实施例6	A
实施例7	A
实施例8	A
比较例1	N(在19小时装置停止)

比较例2	N(在31小时装置停止)
比较例3	N(在23小时装置停止)

[0170] 如表2所示,实施例1~实施例8没有发生读写错误,另一方面,在比较例1中在19小时,在比较例2中在31小时,此外在比较例3中在23小时装置停止,成为发生读写错误的结果。

[0171] (2) 蒸发量试验

[0172] 在基础油A中以离子液体的浓度为500ppm的方式添加实施例1~8以及比较例1的离子液体,制备润滑油组合物(蒸发量试验样品)。此外,作为比较例4,准备了仅基础油A(不含离子液体)的润滑油组合物(蒸发量试验样品)。将该试验样品在湿度约40~60%RH、大气压下保持为140℃的烘箱内放置2000小时。对试验(放置)前后的样品质量进行测定,计算出放置后的质量减少量。

[0173] 计算出将比较例4(不含离子液体)中测定出的质量减少量设为100时,各试验样品的质量减少量的相对值。将所得到的结果示于表3。

[0174] (3) 水解试验

[0175] 供酯油水解的量在常温常湿环境下为微量,因此根据JIS C60068—2—66,“环境试验方法(电气/电子、高温高湿、稳定状态(不饱和加压水蒸汽)”,进行了高加速应力试验(HAST试验:Highly Accelerated Stress Test)。

[0176] 在基础油A中以离子液体的浓度为500ppm的方式添加实施例1~8以及比较例1的离子液体,制备润滑油组合物(水解试验样品)。此外,与上述同样,作为比较例4,准备了仅基础油A的润滑油组合物(水解试验样品)。将该试验样品在湿度约90%RH、2个大气压下保持为120℃的烘箱内放置250小时,由此实施加速应力试验。对试验(放置)前后的样品质量进行测定,计算出放置后的质量减少量。

[0177] 作为基础油的酯通过热和水分(湿度)水解为酸和醇。因水解而产生的酸和醇比作为水解原料的酯容易蒸发,因此酸和醇中的任一者或两者比酯优先蒸发。

[0178] 在本加速应力试验中,发生水解的样品的质量减少比未发生水解的样品的质量减少显著,质量减少量越多,表示水解越推进。需要说明的是,本加速试验在样品的质量减少几乎都是由水解引起的前提下实施。

[0179] 与(2)蒸发量试验同样,计算出将比较例4(不含离子液体)中测定出的质量减少量设为100时,各试验样品的质量减少量的相对值。基于所得到的结果,按以下的判定基准进行评价。将所得到的结果与质量减少量的相对值一并示于表3。

[0180] <判定基准>

[0181] E(优异):质量减少量的相对值小于95。

[0182] A(合格):质量减少量的相对值为95以上。

[0183] 需要说明的是,可以评价为上述A(合格)的相对值的上限值大致为110左右。

[0184] [表3]

[0185] [表3]

[0186]

评价项目		实施例								比较例	
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	4
蒸发量特性	测定结果（相对值）*1	94.6	96.2	92.7	94.5	95.2	92.5	93.2	92.3	95.3	100
水解特性	测定结果（相对值）*1	90.4	83.0	91.7	83.4	92.7	92.1	90.2	91.5	108.5	100
	判定*2	E	E	E	E	E	E	E	E	A	—

[0187] *1测定结果 将比较例4设为100时的相对值

[0188] *2判定（水解特性） E（优异）：小于95 A（合格）：95以上

[0189] 如表3所示，使用了实施例1～8的离子液体的样品成为蒸发量特性优异，此外水解特性也优异的结果（E评价）。

[0190] 此外，使用了比较例1的离子液体的样品成为与实施例1～8相比水解特性差的结果。

[0191] 需要说明的是，比较例1的样品虽然得到了与实施例相同程度的蒸发量特性的结果，但如上述表2所示，成为发生读写错误的结果。这是因为，在实施例的样品中，不仅抑制成分的蒸发，而且即使在产生了蒸发/挥发的情况下也抑制这些成分附着于磁盘等，这是实现抑制读写错误的一个原因。

[0192] 以上，对最佳实施方式详细地进行了说明，但本发明不限于上述实施方式，能实现本发明的目的的范围内的变形、改良等包括在本发明中。

[0193] 附图标记说明

[0194] 1：主轴电机；2：定子组件；3：转子组件；4：壳；5：圆筒部；6：流体动压轴承；7：套筒；8：定子铁心；9：定子线圈；10：转子轮毂；10a：下方圆筒部；11：轴部；12：润滑油组合物；13：背轭铁；14：转子磁铁；15：中间圆筒部；16：第一凹部；17：第二凹部；18：对面板；19：推力垫圈；20：第一径向动压槽；21：第二径向动压槽；22：第一推力动压槽；23：第二推力动压槽；30：盘驱动装置；31：基台（底板）；32：磁盘；33：摆臂；34：磁头；35：枢轴组件轴承装置；36：致动器；37：控制部。

