

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680044720.1

[51] Int. Cl.

C10M 171/00 (2006.01)

C10M 149/14 (2006.01)

C10M 149/20 (2006.01)

C10M 177/00 (2006.01)

F16C 33/66 (2006.01)

F16D 3/20 (2006.01)

[43] 公开日 2008 年 12 月 3 日

[11] 公开号 CN 101316919A

[51] Int. Cl. (续)

C10N 20/00 (2006.01)

C10N 30/06 (2006.01)

C10N 40/02 (2006.01)

C10N 40/04 (2006.01)

C10N 50/08 (2006.01)

C10N 70/00 (2006.01)

[22] 申请日 2006.11.29

[21] 申请号 200680044720.1

[30] 优先权

[32] 2005.11.29 [33] JP [31] 344408/2005

[32] 2006.2.14 [33] JP [31] 036965/2006

[32] 2006.6.5 [33] JP [31] 156534/2006

[32] 2006.6.29 [33] JP [31] 179855/2006

[32] 2006.9.15 [33] JP [31] 251833/2006

[86] 国际申请 PCT/JP2006/323784 2006.11.29

[87] 国际公布 WO2007/063881 日 2007.6.7

[85] 进入国家阶段日期 2008.5.29

[71] 申请人 NTN 株式会社

地址 日本大阪

[72] 发明人 姬野芳英 小原美香 江上正树

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 王文生

权利要求书 2 页 说明书 30 页 附图 3 页

[54] 发明名称

多孔性固态润滑剂及轴承及等速万向接头

[57] 摘要

本发明提供一种提高保持润滑油的固态润滑剂的所述保持力，并且，能够将由于外力引起的变形而渗出的润滑油量抑制在必要的最小限度的固态润滑剂及封入其的轴承或等速万向接头。形成为以含有润滑油的润滑成分及树脂成分为必须成分，所述树脂成分是发泡而被多孔化的固态物，且在树脂内部吸留所述润滑成分而成的多孔性固态润滑剂及封入其的轴承或等速万向接头。以树脂成分发泡的状态，在树脂内吸留润滑成分，因此，能够利用树脂的柔软性，例如，压缩、膨胀、弯曲、扭曲等外力引起的变形，使润滑成分渗出，从树脂的分子间向外部放出。润滑油的保持量大于仅通过气孔内的浸渗保持的保持量。形成为长寿命且以高速旋转也能够运行，能够以低成本制造的轴承，另外，形成为长寿命且橡胶制保护套的损伤也少的等速万向接头。

1. 一种多孔性固态润滑剂，其特征在于，
以含有润滑油的润滑成分及树脂成分为必须成分，所述树脂成分是经过发泡而被多孔化的固态物，且在树脂内部吸留有所述润滑成分。
2. 根据权利要求1所述的多孔性固态润滑剂，其中，
已发泡的树脂成分是发泡为连续气孔率在50%以上的树脂成分。
3. 根据权利要求1或2所述的多孔性固态润滑剂，其中，
树脂成分包含具有橡胶状弹性的树脂或橡胶，且具有由外力导致的变形引起的润滑成分的渗出性。
4. 根据权利要求1或2所述的多孔性固态润滑剂，其中，
树脂成分的发泡倍率为1.1~200倍。
5. 根据权利要求1或2所述的多孔性固态润滑剂，其中，
树脂成分为聚氨酯树脂。
6. 根据权利要求1或2所述的多孔性固态润滑剂，其特征在于，
多孔性固态润滑剂是使含有润滑成分、在分子内具有羟基的液态橡胶、固化剂、和发泡剂的混合物发泡、固化而成的，在所述混合物中，相对于混合物全体，所述润滑成分为1重量%~80重量%，所述液态橡胶为5重量%~80重量%。
7. 根据权利要求6所述的多孔性固态润滑剂，其中，
固化剂为异氰酸酯化合物，发泡剂为水。
8. 根据权利要求6或7所述的多孔性固态润滑剂，其特征在于，
混合物是在滑动部件的周围、或成形用模内填充混合物并使该混合物进行发泡、固化而成的。
9. 权利要求6所述的多孔性固态润滑剂的制造方法，其中，包括：
将含有润滑成分、在分子内具有羟基的液态橡胶、固化剂、和发泡剂的成分混合，得到混合物的混合工序；
在所述混合物的发泡、固化结束之前，将所述混合物填充于滑动部件的周围、或成形用模内的填充工序；
使所述填充的所述混合物进行发泡、固化的发泡、固化工序。

10. 根据权利要求 5 所述的多孔性固态润滑剂，其特征在于，

多孔性固态润滑剂是使含有润滑成分、在分子内具有异氰酸酯基的尿烷预聚物、固化剂、和发泡剂的混合物进行发泡、固化而成的，所述润滑成分的配合比例相对于所述混合物全体为 1 重量%~90 重量%。

11. 根据权利要求 10 所述的多孔性固态润滑剂，其特征在于，

固化剂为芳香族聚胺化合物，所述发泡剂为水。

12. 根据权利要求 10 或 11 所述的多孔性固态润滑剂，其特征在于，

将混合物填充于滑动部或旋转部的周围或成形用模内并进行发泡及固化而成。

13. 权利要求 10 所述的多孔性固态润滑剂的制造方法，其中，包括：

将含有润滑成分、在分子内具有异氰酸酯基的尿烷预聚物、固化剂、和发泡剂的成分混合，得到混合物的混合工序；

在所述混合物的发泡、固化结束之前，将所述混合物填充于滑动部件或旋转部的周围、或成形用模内的填充工序；

使所述填充的所述混合物进行发泡、固化的发泡、固化工序。

14. 一种封入有多孔性固态润滑剂的轴承，其中，

在轴承内部封入有权利要求 1 或 2 所述的多孔性固态润滑剂。

15. 一种等速万向接头，其中，

在外轮和内轮之间保持有权利要求 1 或 2 所述的多孔性固态润滑剂。

多孔性固态润滑剂及轴承及等速万向接头

技术领域

本发明涉及能够向机械装置的滑动部或旋转部供给润滑油的多孔性固态润滑剂及使用其的轴承及等速万向接头。

背景技术

通常，以汽车或工业用机械为代表的大部分的机械的滑动部或旋转部等中使用润滑剂。润滑剂大致分为液体润滑剂和固体润滑剂，但还知道的有使润滑油增长而使其具有自守性的润滑脂或保持液体润滑剂从而能够防止其飞散或流淌的固态润滑剂。

例如，周知的有在润滑油或润滑脂中混合超高分子量聚烯烃、或尿烷树脂及其固化剂，并在树脂的分子间保持液态润滑成分使其缓慢渗出的物性的固态润滑剂（专利文献1、2、3）。

另外，知道的有在润滑剂的存在下使作为聚氨酯原料的多元醇和二异氰酸酯在润滑成分中反应的自润滑性的聚氨酯弹性体（专利文献4）。

这样的固态润滑剂在封入轴承而固化的情况下，润滑油缓慢渗出，若使用其，则不需要用于补充润滑油的维护，在水分多的严酷的使用环境或作用强的惯性力的环境等中也多发挥有助于轴承寿命的长期化的作用。

然而，若将这样的固态润滑剂使用于等速接头的压缩或弯曲等外部应力以高频度反复施加的部位，则为了将其按照压缩或弯曲而变形，需要非常大的力，或非常大的应力施加于固态润滑剂，从而保持其的部分也需要机械强度。

但是，轴承或等速接头等的固态润滑剂所需的强度或填充率通常不容易同时实现，即难以以高填充率保持机械强度高的润滑剂，有时可能妨碍轴承等的长寿命化。

因此，即使在压缩或弯曲等外部应力以高的频度反复发生的部位也寻求能够以高填充率保持机械强度高的润滑剂的固态润滑剂。

知道使润滑油进深发泡而形成连通气孔的柔软的树脂中，并在该气孔内保持润滑油的含油固态润滑剂也填充于轴承或等速接头的内部而使用的技术（专利文献5）。

专利文献1：特开平6—41569号公报

专利文献2：特开平6—172770号公报

专利文献3：特开2000—319681号公报

专利文献4：特开平11—286601号公报

专利文献5：特开平9—42297号公报

但是，在上述以往技术中，润滑油浸渗柔软的树脂中的固态润滑剂具有对应于外力的柔软的变形性，还能够追随压缩或弯曲，但润滑油保持力小，在以轴承等的高速条件使用的情况下，还可能润滑油急速抽出而枯竭。

这样的含油固态润滑剂能够在短时间内的润滑或密闭空间中使用，但若在需要长时间的润滑的部分或在开放空间使用，则导致润滑油供给不足，或若油保持力小，则剩余的润滑油从气孔反复放出及吸收，导致不断在空间内流动。

若从这样的固态润滑剂过剩地渗出的润滑油与橡胶等外装部件接触，则还有时润滑油或其添加剂化学性腐蚀或劣化其原材料。

另外，在制造这样的固态润滑剂的工序中，为了可靠地使润滑油或润滑脂浸渗，需要大量的制造工序，若这样还难以满足低成本化的要求。另外，不仅在工业上有利的经济方面，而且还需要满足针对环境的负荷减少、设计的自由度的要求。

还有，在填充了基于上述以往技术的固态润滑剂的滚动轴承中存在以下缺陷，即：寿命短，在高速旋转中容易烧接，还有，由于放热大，因此，作为母材的树脂成分熔融，导致不能使用。另外，在没有间隙地填充固态润滑剂的全填充方法中，存在如下问题，即：将所述固态润滑剂在轴承内固化的后冷却过程中，固态润滑剂收缩，因此，润滑剂自身吸附在滚动体，旋转扭矩容易变大，导致容易放热的问题。

在制造这样的固态润滑剂的工序中，为了可靠地使润滑油或润滑脂浸渗，需要大量的制造工序，由此还导致难以满足低成本化的要求。

另外，若剩余的润滑油在等速万向接头中与覆盖轴和外轮地安装的保

护套等橡胶制外装接触，则有时润滑油的添加剂等腐蚀或劣化橡胶。

进而，为了可靠地使润滑油或润滑脂浸渗，需要大量的工序，因此，在以低成本制造等速万向接头时存在问题。

发明内容

本发明的目的在于解决上述问题，提供能够提高保持润滑油的固态润滑剂的所述保持力，并且，能够将由于外力引起的变形而渗出的润滑油量抑制在必要的最小限度的多孔性固态润滑剂。

还有，本发明的目的在于提供能够解决上述问题并且使制造工序比较简单，能够满足轴承或等速接头等使用润滑剂的装置的制造工序中的低成本化的要求的固态润滑剂。

进而，本发明的目的在于还提供保持润滑油的固态润滑剂的润滑性能优越，长寿命且能够以高速旋转运行，并且，能够使制造工序比较简单，能够满足低成本化的要求的多孔性固态润滑剂封入轴承。

另外，本发明目的在于还提供提高固态润滑剂的润滑油保持力，将外力引起的变形而渗出的润滑油量抑制在必要的最小限度，效率良好地使用润滑油，长寿命且橡胶制保护套的损伤也少的等速万向接头，另外，该等速万向接头的制造工序进一步简单，有助于生产成本的降低。

为了解决上述问题，在本发明中，一种多孔性固态润滑剂，其特征在于，以含有润滑油的润滑成分及树脂成分为必须成分，所述树脂成分是经过发泡而被多孔化的固态物，且在树脂内部吸留有所述润滑成分。

在本发明中所述的“吸留”与学术用语的“吸留”的意思相同，是指液体（液体润滑剂等）在不成为化合物的情况下含于固体的树脂中的意思。

在本发明中，以树脂成分发泡的状态将润滑成分吸留于树脂内，因此，能够利用树脂的柔软性，例如，压缩、膨胀、弯曲、扭曲等外力引起的变形，使润滑成分渗出，从树脂的分子间向外部放出。此时，渗出的润滑油量通过选择树脂成分等来改变对应于外力大小的弹性变形的程度，从而能够设为必要最小限度。

还有，优选已发泡的树脂成分是发泡为连续气孔率在50%以上的树脂成分，之所以是因为具有通过变形来使气孔内的润滑成分充分地仅渗出适

当量的作用。

另外，由树脂或橡胶构成的具有橡胶状弹性的树脂成分通过发泡而表面积增大，还能够将渗出的剩余的润滑油再次临时保持于气孔内，从而渗出的润滑油量稳定，另外，通过在树脂内吸留润滑成分，并且，浸渗气孔内，从而与非发泡的状态相比，润滑油的保持量更多。

另外，本发明的多孔性固态润滑剂与非发泡体相比，弯曲时需要的能量非常小，能够以高密度保持润滑油，同时，能够进行柔软的变形。另外，大量具有发泡部分即多孔部分，因此，在轻量化方面也有利。

为了得到起到这样的作用的多孔性固态润滑剂，优选树脂成分的发泡倍率为1.1~200倍，另外，树脂成分为聚氨酯树脂，这是因为使对应于外力大小的弹性或吸留可靠。

在使用具有橡胶状弹性的树脂成分的发明的多孔性固态润滑剂中，优选多孔性固态润滑剂是使含有润滑成分、在分子内具有羟基的液态橡胶、固化剂、和发泡剂的混合物发泡、固化而成的，在那种情况下，在所述混合物中，相对于混合物全体，所述润滑成分为1重量%~80重量%，所述液态橡胶为5重量%~80重量%。

上述混合物是在滑动部件的周围、或成形用模内填充混合物并使该混合物进行发泡、固化而成的。

作为使用液态橡胶的多孔性固态润滑剂的制造方法，优选如下工序为必须工序，即：将含有润滑成分、在分子内具有羟基的液态橡胶、固化剂、和发泡剂的成分混合，得到混合物的混合工序；在所述混合物的发泡、固化结束之前，将所述混合物填充于滑动部件的周围、或成形用模内的填充工序；使所述填充的所述混合物进行发泡、固化的发泡、固化工序。

另外，在作为树脂成分使用聚氨酯树脂的情况下，优选多孔性固态润滑剂是使含有润滑成分、在分子内具有异氰酸酯基的尿烷预聚物、固化剂、和发泡剂的混合物进行发泡、固化而成的，所述润滑成分的配合比例相对于所述混合物全体为1重量%~90重量%。通过控制含有润滑成分、尿烷预聚物、固化剂、和发泡剂的混合物的配合量，能够改变多孔性固态润滑剂的密度。

在上述情况下，进而优选固化剂为芳香族聚胺化合物，所述发泡剂为

水。

在这些使用聚氨酯树脂的发明中，优选将混合物填充于滑动部或旋转部的周围或成形用模内并进行发泡及固化而成。

若润滑成分保持于发泡、固化的固态成分内，则能够进行对外部应力的自如的变形，尤其能够提高柔软性。作为该润滑成分，主要存在于固态成分中，例如，通过压缩、弯曲、扭曲、膨胀等外部因素，能够使润滑成分缓慢放出在必要部位。

另外，这样的多孔性固态润滑剂的制造方法优选包括：将含有润滑成分、在分子内具有异氰酸酯基的尿烷预聚物、固化剂、和发泡剂的成分混合，得到混合物的混合工序；在所述混合物的发泡、固化结束之前，将所述混合物填充于滑动部件或旋转部的周围、或成形用模内的填充工序；使所述填充的所述混合物进行发泡、固化的发泡、固化工序。

若这样，则能够直接制造保持润滑剂的发泡、固化物即多孔性固态润滑剂，不需要切削或后浸渗等后加工，其结果，提高生产效率，能够廉价制造。

另外，在本发明中，为了解决轴承的长寿命化及高速旋转性的问题，形成为将多孔性固态润滑剂封入在轴承内部而成的封入有多孔性固态润滑剂的轴承。

另外，在本发明中，能够在外轮和内轮之间保持润滑剂而成的等速万向接头中效率良好地使用润滑油，而且形成为长寿命且橡胶制保护套的损伤少的等速万向接头，因此，形成为所述规定成分的多孔性固态润滑剂保持于外轮和内轮之间而成的等速万向接头。

以吸留于固体的树脂中的状态含有的润滑油不会由于外力引起的树脂的变形而急剧地渗出，从而能够效率良好地使润滑油渗出而使用，因此，润滑油量为必要最小限度即可，而且形成为长寿命且橡胶制保护套的损伤少的等速万向接头。

另外，在固态润滑剂的制造工序中，未必需要浸渗工序，因此，等速万向接头的制造工序相应地变得简单，从而能够降低生产成本。

为了形成这样的等速万向接头，优选将固态润滑剂的树脂成分的发泡倍率设为 1.1~200 倍，另外，树脂成分为聚氨酯树脂，这是因为为了可靠

地得到对应于外力大小的弹性或吸留。

本发明包含树脂成分和润滑成分，所述树脂成分以发泡的状态将所述润滑成分吸留于树脂内，因此，具有能够提高保持润滑油的固态润滑剂的所述保持力，并且，能够将由于外力引起的变形渗出的润滑油量形成为必要最小限度的优点。

即，润滑成分主要以固态成分存在的本发明的多孔性固态润滑剂按照能够进行对外部应力的自如的变形的方式提高柔软性，例如，能够通过压缩、弯曲、扭曲、膨胀等外部因素将润滑成分缓慢放出在必要部位。

另外，还具有能够比较简单化制造工序，满足低成本化的要求的优点。

进而，使用液态橡胶，在滑动部件的周围、或成形用模内填充混合物，使其发泡、固化而成的多孔性固态润滑剂不需要切削等后加工，润滑成分保持力优越。

另外，在这种情况下，以混合工序、填充工序、发泡、固化工序为必须工序的多孔性固态润滑剂的制造方法能够直接制造保持润滑剂的发泡、固化物，因此，具有不需要切削或后浸渗等后加工，提高生产效率，能够廉价制造的优点。

封入有多孔性固态润滑剂的轴承与仅通过气孔内的浸渗保持的保持量相比，多孔性固态润滑剂中的润滑成分的保持量更多，在运行时从多孔性固态润滑剂中向滚动体周围缓慢放出润滑油，因此，能够以高速旋转运行，能够对长寿命起到贡献作用。

另外，通过封入多孔性固态润滑剂，轴承的滚动面附近可以存在有润滑剂，与润滑脂润滑相比，向滚动面更容易供给润滑剂，另外，多孔性固态润滑剂还发挥针对来自外部的尘、水分等的侵入的密封部件的作用。另外，固态润滑剂具有大量多孔部分，因此，还有利于轴承的轻量化方面。进而，不需要在轴承的组装后封入润滑剂，因此，能够提高其生产效率，能够廉价制造轴承。

另外，等速接头的发明具有：形成为提高固化剂的润滑剂保持力，将由于外力引起的变形而渗出的润滑油量形成为必要最小限度，长寿命且橡胶制保护套的损伤少的等速万向接头，另外，形成为能够更简单化制造工序，还有助于生产成本的降低的等速万向接头的优点。

还有，还具有形成为能够比较简单化制造工序，满足低成本化的要求的等速万向接头的优点。

附图说明

图1是表示第一实施方式的深沟球轴承（无密封部件）中的封入例的示意图。

图2是表示第二实施方式的深沟球轴承（带有密封部件）中的封入例的示意图。

图3是表示第三实施方式的推力球轴承（无密封部件）中的封入例的示意图。

图4是表示第三实施方式中的圆筒夹具的使用的示意图。

图5是封入深槽球轴承中的第四实施方式的剖面图。

图6是第五实施方式的等速万向接头的剖面图。

图7是第六实施方式的等速万向接头的剖面图。

图8是第七实施方式的等速万向接头的剖面图。

图中：1、11—深沟球轴承；2、12、22、32—内轮；3、13、23、33—外轮；4、14、24、34—球（滚动体）、5—铁板；6、16、26—多孔性固态润滑剂成分的混合物；7—轴承外径；15、35—密封部件；21—推力球轴承；25—模具；27—圆筒夹具；28—多孔性固态润滑剂；31—深槽球轴承；36—保持器；37—多孔性固态润滑剂；41—内轮；42—外轮；44—槽；45—滚动体；46—轴承保持架；47—轴；48—保护套；49—发泡弹性树脂；50、51—带状紧固件；52、52a、52b—固态润滑剂。

具体实施方式

首先，对第一方面～第五方面中的多孔性固态润滑剂的实施方式进行说明。

作为构成本发明的多孔性固态润滑剂的树脂成分，在树脂（塑料）或橡胶等中，可以采用弹性体或塑性体的任一种或两者作为掺杂物（アロイ）或共聚成分。

在橡胶的情况下，可以采用天然橡胶、异戊橡胶、丁二烯橡胶、苯乙

烯丁二烯橡胶、氯丁二烯橡胶、丁基橡胶、丁腈橡胶、乙丙橡胶、硅橡胶、聚氨酯弹性体、含氟橡胶氯磺橡胶(クロロスルフォンゴム)等各种橡胶。

另外,在塑料的情况下,可以举出聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯、聚缩醛、聚酰胺 4、6 (PA4、6)、聚酰胺 6、6 (PA6、6)、聚酰胺 6T (PA6T)、聚酰胺 9T (PA9T) 等通用塑料或工程塑料。

另外,不限于上述塑料等,还可以使用软质尿烷成形体、硬质尿烷成形体、半硬质成形体等聚氨酯成形体或聚氨酯弹性体等。

另外,还可以使尿烷系粘接剂、氰基丙烯酸酯系粘接剂、环氧树脂系粘接剂、聚醋酸乙烯酯系粘接剂、聚酰亚胺系粘接剂等各种粘接剂进行发泡及固化而使用。

在固态成分中可以根据需要,添加颜料或抗氧化剂、金属减活剂、防静电剂、难燃剂、防霉剂或填料等各种添加剂等。

实施方式的多孔性固态润滑剂以润滑成分和树脂成分作为必须成分,能够根据压缩、弯曲、离心力及伴随温度上升的气泡的膨胀等外部应力向外部供给润滑油。

在利用发泡而被多孔化时产生的气泡优选连续孔,其根据外部应力将润滑成分经由连续孔从树脂的表面向外部直接供给。在独立孔的情况下,固态成分中的润滑油的总量临时取入在气泡中,有时在必要时不能向外部充分地供给润滑油。

还有,在本发明中,优选发泡的树脂成分为连续气孔率在 50%以上的方式发泡的树脂成分。若连续气孔率小于规定值,则树脂成分(固态成分)的润滑油临时取入在独立气泡中的比例增加,必要时也不能向外部供给的情况居多,因此不优选。

在本发明中调节的连续气泡率是能够按以下算出的技术变量。

(1) 首先,将发泡固化的多孔性固态润滑剂切割为适合测量重量的大小,将其设为 A,测定其重量,并且,由组成的加入量算出 A 的润滑成分重量和 A 的树脂成分重量。

(2) 然后,使用石油醚作为溶剂,对已测定上述重量的 A 进行索格利特清洗 3 小时,然后,将其置于 80℃ 的恒温槽 2 小时,完全干燥有机溶剂,得到 B,并测定其(树脂成分+独立气泡中取入的润滑成分)重量 B。

(3) 由得到的 A 的润滑成分重量 A、A 的树脂成分重量、B 的权重的值, 按以下式算出连续气泡率。

$$\text{连续气泡率 (\%)} = \{1 - (\text{B} - \text{A 的树脂成分重量}) / \text{A 的润滑成分重量}\} \times 100$$

根据上述式可知, 由于在 3 小时的索格利特清洗中, 被取入不连续的独立气泡中的润滑成分不向外部排出, 因此, 能够通过上述操作算出连续气泡率。

为了不仅在这样的连续气泡中保持润滑成分, 而且在树脂内部即构成树脂的分子间等中也吸留, 优选采用在润滑剂的存在下使发泡反应和固化反应同时进行的反应型浸渗法。若这样, 则能够将润滑剂高密度填充于树脂内部, 然后能够省略使润滑剂浸渗而补充的后浸渗工序。

相对于此, 仅通过预先成形发泡固态体, 使润滑剂浸渗其中的后浸渗法, 不能使充分的量的液体润滑剂浸渗树脂内部, 因此, 没有充分的润滑剂保持力, 润滑油在短时间内放出, 长期使用的环境下有时导致供给不足。因此, 后浸渗工序优选作为反应型浸渗法的辅助方法采用。

反应型浸渗法优选使用市售的硅酮系整泡剂等表面活性剂, 使各原料分子均一地分散。另外, 可以根据整泡剂的种类和添加量, 控制表面张力, 控制产生的气泡的性质(连续型或独立型)或气泡的大小。

作为表面活性剂, 可以举出阴离子系表面活性剂、非离子系表面活性剂、阳离子系表面活性剂、两性表面活性剂、硅酮系表面活性剂、氟系表面活性剂等。

润滑成分(在将润滑成分设为 100 重量%的情况下)中的润滑油的比例优选 1 重量%~95 重量%, 进而优选 5~80 重量份。润滑油的比例小于 1 重量%的情况下, 难以向必要部位充分供给润滑油。另外, 在超过 95 重量%的大量的配合的情况下, 即使在低温下, 润滑脂也不固化, 保持液态, 有时不能发挥固态润滑剂特有的功能。

作为本发明中使用的润滑油, 只要是不溶解形成发泡体的发泡固态成分, 就可以不择种类而使用, 但例如单独或混合使用润滑油、润滑脂、蜡等也可。

作为本发明中使用的润滑油, 可以举出链烷(パラフィン)系或环烷

(ナフテン)系矿物油、酯系合成油、醚系合成油、烃系合成油、GTL基础油、氟油、硅酮油等通常使用的润滑油或它们的混合油。

在树脂材料和润滑油由于极性等化学相似性而不溶解、分散的情况下，通过使用粘度相近的润滑油，使得容易物理混合，能够防止润滑剂的偏析。

作为在本发明中使用的润滑脂的增稠剂，可以举出锂皂、锂复合皂、钙皂复合皂、铝皂、铝复合皂等皂类、二尿素化合物、聚尿素化合物等尿素系化合物，但不特别限定。

作为尿素系增稠剂，例如，可以举出二尿素化合物、聚尿素化合物，但不特别限定。

二尿素化合物例如可以由二异氰酸酯和单胺的反应得到。作为二异氰酸酯，可以举出苯撑二异氰酸酯、二苯基二异氰酸酯、苯基二异氰酸酯、二苯基甲烷二异氰酸酯、十八烷基二异氰酸酯、癸烷二异氰酸酯、己烷二异氰酸酯等，作为单胺，可以举出辛胺、十二胺、十六胺、十八胺、油胺、苯胺、对甲苯胺、环己胺等。

聚尿素化合物例如由二异氰酸酯和单胺、二胺的反应得到。作为二异氰酸酯、单胺，可以使用与二尿素化合物的生成中使用的物质相同的物质，作为二胺，可以举出乙二胺、丙二胺、丁二胺、己二胺、辛二胺、亚苯基二胺、甲苯二胺、二甲苯胺等。

作为润滑脂的基础油，可以使用与所述润滑油相同的基础油。

另外，作为使用于润滑脂的蜡，可以为烃系合成蜡、聚乙烯蜡、脂肪族酯系蜡、脂肪酸酰胺系蜡、酮·胺类、氢固化油等的任一种。作为使用于这些蜡的油成分，可以使用与所述润滑油相同的油成分。

在上述的润滑成分中也可以进而含有二硫化钼、石墨等固体润滑剂、有机钼等摩擦调节剂、胺、脂肪酸、油脂类等油性剂、胺系、酚系等的抗氧化剂、石油磺酸酯、二壬基萘磺酸酯、山梨糖醇酐酯等防锈剂、硫系、硫一磷系等的特压添加剂、有机锌、磷系等的磨损防止剂、苯并三唑、亚硝酸钠等金属减活剂、聚甲基丙烯酸酯、聚苯乙烯等粘度指数提高剂等各种添加剂。

作为使固态成分发泡的方法，可以采用公知的发泡方法，例如，可以

举出将水、丙酮、己烷等沸点比较低的有机溶剂加热，使其气化的物理方法或从外部鼓入空气或氮等惰性气体的机械发泡方法、使用像偶氮双异丁腈（AIBN）或偶氮二甲酰亚胺（ADCA）等利用温度或光分解，产生氮气等的分解型发泡剂的方法等。另外，作为原料具有反应性高的异氰酸酯基的情况下，使用通过其和水分子的化学反应产生的二氧化碳引起的化学发泡也可。

为了使用伴随这样的反应的发泡，优选根据需要使用催化剂，例如，使用叔胺系催化剂或有机金属催化剂等。

作为叔胺系催化剂，可以举出单胺类、二胺类、三胺类、环状胺类、醇胺类、醚胺类、咪唑衍生物、酸嵌段胺催化剂等。

另外，作为有机金属催化剂，可以举出辛酸锡（スタナオクタエート）、二乙酸二丁基锡、二月桂酸二丁基锡、硫醇二丁基锡、硫代羧酸二丁基锡、马来酸二丁基锡、二硫醇二辛基锡、硫代羧酸二辛基锡、丙酸苯基汞盐、辛酸铅等。另外，出于调节反应的平衡等的目的，可以混合这些多种而使用。

发泡润滑剂的发泡倍率为 1.1~200 倍，优选 1~小于 100 倍。之所以是因为在发泡倍率小于 1.1 的情况下，有时导致气泡体积小，在施加外部应力时不能容许变形，或固态物过硬从而不变形等不妥善情况。另外，在超过 200 倍时，根据用途超过 100 倍时，难以得到经得住外部应力的强度，有时在使用中导致破损或破坏。

固态润滑剂可以流入模内而成形，另外，也可以在常压下固化后通过截断或磨削等而后加工为目的形状。

然后，对第六方面~第九方面的发明的多孔性固态润滑剂及其制造方法的实施方式进行说明。

从耐热性、柔软性、成本性的观点出发，本发明的多孔性固态润滑剂中使用的固态成分使用尿烷树脂为佳，作为其原料，使用含有两个以上异氰酸酯基的化合物和含有两个以上羟基的液态橡胶为佳。

在分子内具有羟基的液态橡胶可以举出羟基末端液态聚丁二烯、羟基末端液态聚异丙烯、羟基末端聚烯烃系多元醇。此时，优选羟值为 45~120mg KOH/g。若羟值小于 45 mg KOH/g，则发泡、固化不充分，若羟值

大于 120 mg KOH/g, 则有时丧失多孔性固态润滑剂的弹力性。另外, 用异氰酸酯基或环氧基等将这些液态橡胶的末端羟基的一部分改性的液态橡胶只要末端含有羟基, 也可以使用。出于控制已制造的发泡体的物性等的目的, 混合使用这些化合物两种以上也可。

上述液态橡胶的分子结构类似于后述的链烷系或环烷系矿物油构成的润滑成分, 因此, 被认为与构成润滑成分的分子的化学亲合性优越, 液态橡胶分子和润滑成分分子通过比较弱的相互作用缠绕。因此, 能够使大量的润滑成分浸渗液态橡胶分子内, 能够发挥高的润滑成分保持性。通过对其赋予热量或离心力等强的力, 破坏液态橡胶和润滑成分的相互作用, 能够缓慢放出润滑成分。

作为本发明中使用的固化剂, 只要是与液态橡胶的末端官能团即羟基反应, 延长分子链, 或交联, 就不特别限定。作为优选的固化剂, 可以举出聚异氰酸酯类。聚异氰酸酯类能够与后述的水反应, 产生气体, 因此尤其优选。

作为聚异氰酸酯类, 可以举出芳香族、脂肪族、或脂环族聚异氰酸酯类。

作为芳香族聚异氰酸酯类, 可以举出甲苯撑二异氰酸酯(以下, 记载为 TDI)、TDI 的三聚体、二苯基甲烷二异氰酸酯(以下, 记载为 MDI)、MDI 的多聚物、萘二异氰酸酯(NDI)、苯撑二异氰酸酯、二亚苯基二异氰酸酯等。

作为脂肪族聚异氰酸酯类, 可以举出十八亚甲基二异氰酸酯、十亚甲基二异氰酸酯、六亚甲基二异氰酸酯、2, 2, 4-三甲基六亚甲基二异氰酸酯、苯二甲基二异氰酸酯等。

作为脂环族聚异氰酸酯类, 可以举出异佛尔酮二异氰酸酯、二环己基甲烷二异氰酸酯等。

另外, 还可以使用上述聚异氰酸酯类和三羟甲基丙烷等多元醇的加成物。

另外, 在作为热固化性尿烷中使用的末端异氰酸酯改性尿烷预聚物固化剂使用的情况下, 能够得到更富有弹力性的尿烷。

在高温下进行与液态橡胶的末端官能团即羟基的反应的情况下, 可以

使用利用酚类、内酰胺类、醇类、肟类等嵌段剂将异氰酸酯基嵌段的嵌段异氰酸酯等。

具有末端羟基的液态橡胶和具有异氰酸酯基的固化剂的配合比例按羟基(—OH)和异氰酸酯基(—NCO)的当量比优选(OH/NCO)=1/(0.9~1.7)的范围,尤其考虑发泡性及弹力性的情况下,优选(OH/NCO)=1/(1.0~1.5)的范围。

能够使用于本发明的润滑成分只要是不溶解形成发泡体的固态成分,就可以不择种类而使用。作为润滑成分,例如,可以单独或混合使用润滑油、润滑脂、蜡等。

作为润滑油,可以使用与所述第一方面~第四方面的发明中使用的润滑油相同的润滑油,也可以使用润滑脂及其他添加剂。

还有,在润滑油中,优选与液态橡胶的相溶性优越的链烷系或环烷系矿物油、烃系合成油、GTL基础油。

发泡剂只要是能够使液态橡胶进行发泡、固化就可以使用。作为发泡剂可以举出(a)与异氰酸酯化合物反应而产生二氧化碳气体的水等化学发泡剂、(b)通过加热处理或光照射进行化学分解,产生氮气等的偶氮异丁腈(AIBN)、偶氮二甲酰胺(ADCA)等分解型发泡剂、(c)加热丙酮、己烷等沸点比较低的有机溶剂而产生的物理发泡剂、(d)从外部鼓入氮等惰性气体或空气的机械发泡剂。

在本发明中,作为固化剂使用异氰酸酯化合物,因此,优选与异氰酸酯化合物反应而产生二氧化碳气体的水。

关于使含有润滑成分、液态橡胶、固化剂、和发泡剂的混合物进行发泡、固化而得到的多孔性固态润滑剂,润滑成分的配合比例相对于混合物全体为1重量%~80重量%,优选30重量%~80重量%。若润滑成分小于1重量%,则润滑油等供给量少,不能发挥作为多孔性固态润滑剂的功能,若大于80重量%时,难以固化。

上述液态橡胶的配合比例相对于混合物全体为5重量%~80重量%,优选15重量%~80重量%。在小于5重量%时不固化,因此,不具有作为多孔性固态润滑剂的功能,在大于80重量%时,润滑剂的供给少,不具有作为多孔性固态润滑剂的功能。

上述固化剂的配合比例根据液态橡胶的配合量和发泡倍率确定，上述发泡剂的配合比例根据与后述的发泡倍率的关系确定。即，固化剂量（比例）由液态橡胶的羟基当量和水当量的关系来确定。

在本发明中，多孔性固态润滑剂的发泡倍率优选 1.1 倍～200 倍，更优选 1.1 倍～100 倍，进而优选 1.1 倍～10 倍。在发泡倍率小于 1.1 倍的情况下，气泡体积变小，在施加了外部应力时不能容许变形。另外，在大于所述规定倍率的情况下，难以得到根据用途经得住外部应力的强度。

另外，为了促进多孔性固态润滑剂的固化速度，可以使用叔胺系催化剂或有机金属催化剂等。作为使用的叔胺系催化剂，可以举出单胺类、二胺类、三胺类、环状胺类、醇胺类、醚胺类等。另外，作为有机金属催化剂，可以举出辛酸锡（スタナオクタエート）、二乙酸二丁基锡、二月桂酸二丁基锡、硫醇二丁基锡、硫代羧酸二丁基锡、马来酸二丁基锡、二硫醇二辛基锡、硫代羧酸二辛基锡等。另外，出于调节反应的平衡等的目的，混合这些多种而使用。

在本发明中，根据需要向多孔性固态润滑剂中，除了颜料或防静电剂、难燃剂、防霉剂或填料等之外，还可以添加所述各种添加剂。

在本发明中，为了同时实现润滑成分的高密度填充化和材料物性的高强度化，优选使用在润滑油等润滑成分存在下同时进行发泡反应和固化反应的反应型浸渗法。这被认为润滑剂均一地浸渗在发泡体形成阶段形成于发泡体的气泡中，并且润滑成分吸留在发泡・固化的固态成分内，由此同时实现润滑剂的高密度填充化和材料物性的高强度化。

相对于此，在预先制造发泡体，使润滑剂浸渗其中的后浸渗法中，没有充分的润滑剂保持力，润滑油在短时间内放出，长期使用的情况下有时导致润滑剂供给不足。

本发明的多孔性固态润滑剂的制造方法包括：将含有润滑成分、在分子内具有羟基的液态橡胶、固化剂、和发泡剂的成分混合而得到混合物的混合工序；在上述混合物的发泡、固化结束之前，将上述混合物填充于滑动部件的周围或成形用模内的填充工序；使上述填充的上述混合物发泡、固化的发泡、固化工序。

在上述混合工序中，混合液态橡胶、固化剂、润滑成分、和发泡剂的

方法不特别限定，例如，可以使用亨舍尔混合机、螺条混合机、搅拌混合机等通常使用的搅拌机来混合。

混合物利用固化剂迅速固化，因此，优选将除了固化剂的其他成分投入搅拌机中，最后投入固化剂。

在上述填充工序中，将含有液态橡胶、固化剂、润滑成分、和发泡剂的混合物在混合物的发泡、固化结束之前填充于滑动部件的周围、或成形用模内。同时进行将由填充于滑动部件的周围、或成形用模内的混合物中的异氰酸酯和水的化学反应生成的二氧化碳作为发泡剂的液态橡胶的发泡、和混合物中的液态橡胶和固化剂引起的固化反应，在滑动部件的周围、或成形用模具内形成具有填充空间的形状的发泡、固化物即发泡体。该润滑成分浸渗的发泡体为本发明的多孔性固态润滑剂。

在上述制造方法中，优选使用市售的硅酮系整泡剂等表面活性剂，将各原料分子均一地分散。另外，可以通过该整泡剂的种类控制表面张力，将生成的气泡的种类控制为连续气泡或独立气泡。作为这样的表面活性剂，可以举出阴离子系表面活性剂、非离子系表面活性剂、阳离子系表面活性剂、两性表面活性剂、硅酮系表面活性剂、氟系表面活性剂等。

另外，在上述制造方法中，作为具有滑动部件的机械材料，有轴承、万向接头、滚珠丝杠、直线导轨或球面套管等，可以在这些机械材料中的滑动部件的周围填充含有润滑成分、液态橡胶、固化剂、发泡剂的混合物后，使其发泡、固化，直接制造封入有发泡润滑剂的机械材料。

另外，在上述制造方法中可以不使用具有成形用模具或滑动部件的机械部件（以下，记载为成形用模具等）而成形。在这种情况下，需要通过截断或磨削等将发泡·固化物后加工为目的形状。另外，在不使用成形用模具等的情况下，在发泡、固化物中难以保持润滑成分，因此，在润滑剂量不足的情况下，后加工为目的形状后，需要使润滑剂后浸渗。另外，即使润滑剂后浸渗于固化的发泡体，润滑剂保持性也与使用成形用模具等的方法相比降低，或在发泡体的处理时容易发生润滑剂容易泄漏等不妥善情况。

因此，在本发明中，从品质方面、作业方面、成本方面出发，优选采用将混合物填充于成形用模具等的方法。

在这样制造的多孔性固态润滑剂中，以浸渗其的状态含有的润滑成分不会由于外力引起的发泡体的变形而急剧渗出，从而能够效率良好地使润滑成分渗出而使用。其结果，润滑剂成分量为必要最小限度即可，而且能够在长期保持润滑性能。

然后，对第十～第十三方面的发明的多孔性固态润滑剂及其制造方法的实施方式进行说明。

该多孔性固态润滑剂是使尿烷预聚物发泡、固化而多孔化的固态物，而且是在树脂内部吸留有润滑成分而成的多孔性固态润滑剂。

第十～第十三方面的发明中使用的尿烷预聚物是在分子内具有异氰酸酯基的尿烷预聚物，该异氰酸酯基也可以被其他取代基嵌段。尿烷预聚物通过有机聚异氰酸酯和活性氢基反应而得到。

作为有机聚异氰酸酯，包括如上所述的芳香族二异氰酸酯、脂肪族或脂环族及聚异氰酸酯化合物。虽然一部分重复，但列举如下。

芳香族二异氰酸酯例如可以举出二苯基甲烷二异氰酸酯（以下，记载为 MDI）、2，4-甲苯撑二异氰酸酯、2，6-甲苯撑二异氰酸酯及其混合物（以下，记载为 TDI）、1，5-萘二异氰酸酯、1，3-苯撑二异氰酸酯、1，4-苯撑二异氰酸酯。

脂肪族或脂环族二异氰酸酯例如可以举出 1，6-六亚甲基二异氰酸酯（以下，记载为 HDI）、1，12-十二烷二异氰酸酯、1，3-环丁烷二异氰酸酯、1，3-环己烷二异氰酸酯、1，4-环己烷二异氰酸酯、异丙烷二异氰酸酯、2，4-六氢甲苯二异氰酸酯、2，6-六氢甲苯二异氰酸酯、1，3-六氢苯基二异氰酸酯、1，4-六氢苯基二异氰酸酯、2，4'-全氢二苯基甲烷二异氰酸酯、4，4'-全氢二苯基甲烷二异氰酸酯。

作为聚异氰酸酯化合物，可以举出 4，4'，4''-三苯基甲烷三异氰酸酯、4，6，4'-二苯基三异氰酸酯、2，4，4'-二苯基醚三异氰酸酯、聚亚甲基聚苯基聚异氰酸酯。另外，可以举出将这些异氰酸酯的一部分改性为缩二脲、脲基甲酸酯、碳化二亚胺、噁唑啉酮、酰胺、酰亚胺等的聚异氰酸酯化合物。

作为所述具有活性氢基的化合物，可以举出低分子多元醇、聚醚系多元醇、聚酯系多元醇、蓖麻油系多元醇等。这些可以单独或作为两种以上

的混合物使用。作为低分子多元醇，可以举出二价多元醇，例如，乙二醇、二乙二醇、丙二醇、1,4-丁二醇、1,6-己二醇、新戊二醇、加氢双酚A等、三价以上的多元醇（3~8价多元醇），例如，甘油、三羟甲基丙烷、己三醇、季戊四醇、山梨糖醇、蔗糖等。

作为聚醚系多元醇，可以举出上述低分子多元醇的环氧烷烃（碳原子数为2~4的环氧烷烃、例如，环氧乙烷、环氧丙烷、环氧丁烷）加成物及环氧烷烃的开环聚合物，具体来说，包括聚乙二醇、聚丙二醇、聚四亚甲基醚二醇。

作为聚酯系多元醇，可以举出聚酯多元醇、聚己内酯多元醇及聚醚酯多元醇等。聚酯多元醇通过羧酸（脂肪族饱和或不饱和羧酸、例如，己二酸、壬二酸、十二酸、马来酸、富马酸、衣康酸、二聚化亚麻酸及或芳香族羧酸、例如，酞酸、异酞酸）和多元醇（上述低分子多元醇及/或聚醚多元醇）的缩聚得到。

聚己内酯多元醇通过在有机金属化合物、金属螯合物化合物、脂肪酸金属酰化物等催化剂的存在下，使二醇类或三醇类的聚合引发剂与 ϵ -己内酯、 α -甲基- ϵ -己内酯、 ϵ -甲基- ϵ -己内酯等进行加聚而得到。聚醚酯多元醇通过在末端具有羧基及/或OH基的聚酯与环氧烷烃例如，环氧乙烷、环氧丙烷等加成反应而得到。作为蓖麻油系多元醇，可以举出蓖麻油及蓖麻油或蓖麻油脂肪酸和上述低分子多元醇、聚醚多元醇、聚酯多元醇的酯交换或酯化多元醇。

本发明中使用的尿烷预聚物优选异氰酸酯基（-NCO）的含量为2重量%以上。若异氰酸酯基（-NCO）含量小于2重量%，则难以同时实现发泡性和弹性。

作为本发明中使用的固化剂，可以单独或合用以3,3-二氯-4,4'-二氨基苯基甲烷（以下，记载为MOCA）或4,4'-二氨基-3,3'-二乙基-5,5'-二甲基二苯基甲烷为代表的芳香族聚胺、以1,4-丁二醇或三羟甲基丙烷为代表的低分子多元醇、聚醚多元醇、蓖麻油系多元醇、聚酯系多元醇等。其中，芳香族聚胺从成本来说具有优势，因此优选。

具有异氰酸酯基的尿烷预聚物、和具有末端羟基或末端氨基的固化剂的配合比例按羟基（-OH）或胺基（-NH₂）和异氰酸酯基（-NCO）的

当量比优选 $(\text{OH 或 NH}_2/\text{NCO}) = 1/(0.9 \sim 1.7)$ 的范围, 若特别考虑发泡性及弹力性, 则优选 $(\text{OH 或 NH}_2/\text{NCO}) = 1/(1.0 \sim 1.5)$ 的范围。

另外, 可以根据需要, 在固态成分中使用添加剂。作为添加剂, 可以举出以受阻酚为代表的抗氧化剂、加强剂(炭黑、白炭、胶体二氧化硅等)、无机填充剂(碳酸钙、硫酸钡、滑石、粘土、硅石粉等)、老化抑制剂、难燃剂、金属减活剂、防静电剂、防霉剂或填料及着色剂等。

能够使用于本发明的润滑成分只要是不溶解形成发泡体的固态成分, 就可以不择种类而使用。作为润滑成分, 可以单独或混合如上所述的润滑油、润滑脂、蜡等而使用。

能够使用于本发明的发泡剂只要是如上所述地使尿烷预聚物发泡, 就可以使用, 尤其由于使用在分子内具有异氰酸酯基的尿烷预聚物, 因此优选与异氰酸酯化合物反应而产生二氧化碳气体的水。

本发明的多孔性固态润滑剂通过使含有上述润滑成分、尿烷预聚物、固化剂、和发泡剂的混合物发泡、固化而得到。

上述润滑成分的配合比例相对于混合物全体为 1~90 重量%, 优选 5~80 重量%。若润滑成分小于 1 重量%, 则润滑油等供给量少, 不能发挥作为多孔性固态润滑剂的功能, 在大于 90 重量%时不固化。

上述在分子内具有异氰酸酯基的尿烷预聚物的配合比例相对于混合物全体为 8~98 重量%, 优选 20~80 重量%。小于 8 重量%时不固化, 因此, 不能发挥作为多孔性固态润滑剂的功能, 大于 98 重量%时, 润滑油的供给少, 不具有作为多孔性固态润滑剂的功能。

上述固化剂的配合比例根据尿烷预聚物的配合量和发泡倍率确定, 上述发泡剂的配合比例根据与后述的发泡倍率的关系确定。即, 固化剂量(比例)由在分子内具有异氰酸酯基的尿烷预聚物的羟基当量和水当量的关系确定。

在本发明中, 多孔性固态润滑剂的发泡倍率优选 1.1 倍~100 倍, 更优选 1.1 倍~10 倍。在发泡倍率小于 1.1 倍的情况下, 气泡体积变小, 在施加了外部应力时不能容许变形。另外, 在大于 100 倍的情况下, 难以得到经得住外部应力的强度。

另外, 在使用伴随这样的反应的发泡法的情况下, 优选根据需要使用

催化剂，如上所述地使用例如叔胺系催化剂或有机金属催化剂等。

在本发明中，从同时实现润滑成分的高密度填充化和材料物性的高强度化，优选使用在润滑剂的存在下使发泡反应和固化反应同时进行的反应型浸渗法。

本发明的多孔性固态润滑剂的制造方法包括：将含有润滑成分、在分子内具有异氰酸酯基的尿烷预聚物、固化剂、和发泡剂的成分混合而得到混合物的混合工序；在上述混合物的发泡、固化结束之前，将上述混合物填充于滑动部件的周围或成形用模内的填充工序；使上述填充的上述混合物发泡、固化的发泡、固化工序。

基于图1～图5，说明多孔性固态润滑剂封入轴承的实施方式。

首先，如图5所示，轴承31包括：内轮32、与内轮32同心配置的外轮33、其中夹在外轮间的多个滚动体34、保持该多个滚动体34的保持器36、固定于外轮33等的密封部件35。

基于图1～图3，说明向这样的轴承的多孔性固态润滑剂的封入方法的例子。

图1表示深沟球轴承（无密封部件）中的封入例，如图1所示，在比轴承外径7大的铁板5或与其类似的夹具上放置具有内轮2、外轮3、夹在内、外轮间的滚动体4的轴承1，使良好搅拌的发泡临前的多孔性固态润滑剂成分的混合物6流入由内轮2、外轮3、铁板5围成的空间中，使其发泡、固化。

在这种情况下，使混合物6流入轴承1内后，进而在轴承1上部盖上比轴承外径7大的铁板5或与其类似的夹具也可。在盖上铁板或夹具的情况下，提高轴承内中的多孔性固态润滑剂的填充率。在混合物6的发泡、固化结束后，卸下铁板5或与其类似的夹具，得到多孔性固态润滑剂封入轴承。

图2表示深沟球轴承（无密封部件）中的封入例，将具有内轮12、外轮13、夹在内外轮间的滚动体14、和仅装配在单侧的密封部件15的轴承11按照密封部件15位于下侧的方式静置。

还有，使良好搅拌的发泡临前的多孔性固态润滑剂成分的混合物16流入轴承11，使其发泡、固化。在这种情况下，与图1相同地，为了提高

轴承内中的多孔性固态润滑剂的填充率，使混合物 16 流入轴承 11 内后，进而在轴承 11 上部盖上比轴承外径大的铁板或与其类似的夹具也可。上侧的密封部件作为用于提高填充率的夹具的替代品，在发泡过程中装配也可，也可以发泡、固化结束后装配于轴承 11。

图 3 表示推力球轴承中的封入例，图 4 是表示通过图 3 的圆筒夹具的使用的示意图。

如图 3 及图 4 所示，准备收容推力球轴承 21 的模具 25，设置具有内轮 22、外轮 23、和夹在内外轮间的滚动体 24 的轴承 21。使良好搅拌的发泡临前的多孔性固态润滑剂成分的混合物 26 从轴承 21 的内径侧流入轴承 21 中，将与内径相同直径的圆筒夹具 27 插入内径部，使混合物 26 发泡、固化。在混合物 26 发泡、固化而成为多孔性固态润滑剂 28 后，卸下模具 25 和圆筒夹具 27，得到多孔性固态润滑剂封入轴承。

另外，在轴承中的润滑剂的封入中也可以使用注塑成型机等。在这种情况下，轴承装配于模具，在螺旋（screw）内混合的多孔性固态润滑剂成分从喷嘴封入轴承内。

这样，如图 5 所示，在轴承 31 的滚动体 34 的周围封入上述多孔性固态润滑剂 37。

如上所述地制造的多孔性固态润滑剂封入轴承中，以浸渗多孔性固态润滑中的状态含有的润滑成分不会由于外力引起的发泡体的变形而急剧渗出，能够使润滑成分效率良好地渗出在滑动移动面而使用。其结果，该轴承的润滑成分量为必要最小限度即可，长寿命且以高速旋转也能够运行。

基于以下的附图，对与等速接头有关的发明的实施方式进行说明。

如图 6 所示，第五实施方式的等速万向接头是如下所述的球固定接头（BJ; ball fixed joint），即：在内轮 41 的外周面及外轮 42 的内周面上对置配置地设置有沿轴向延伸的多个槽 43、44，用轴承保持架（保持器）46 保持球状滚动体 45，使其在这些成对的槽 43、44 中旋转自如地被引导，由此，通过在滚动体 45 的槽 43、44 的轴向上移动容许内轮 41 和外轮 42 的各轴的交叉角度的变动，而且能够经由滚动体 45 将旋转力从各槽 43、44 向内轮 41 及外轮 42 传递。

在这样的结构的等速万向接头中，在外轮 42 的内部按照覆盖内轮 41、滚动体 45、轴承保持架 46 的整体的方式填充固态润滑剂 52，另一方面，按照横跨外轮 42 的外周和内轮 41 的保持的轴 47 的外周的方式装配橡胶制的蛇腹性保护套 48，用带状紧固件（所谓保护套带（boot band））50、51 紧固保护套 48 而密闭。

保护套 48 由橡胶材质构成，可以采用以经得住使用的具备对大气中的粉尘或水的密封性、耐撕裂性、耐油性、耐热性、耐磨损性等的材质，例如，氯丁二烯橡胶或热塑性聚酯弹性体（东レ・デュパン公司制：ハイトレル）等。另外，添加增塑剂、柔软剂、润滑剂、抗氧化剂、加强剂等也可。

多孔性固态润滑剂如上所述，在作为树脂成分的塑料或橡胶等中，可以将弹性体或塑性体的任一种或两者作为掺杂物（アロイ）或共聚成分采用。

另外，如上所述地采用润滑成分或发泡方法即可，作为润滑油，只要是不溶解形成发泡体的固态物，就可以不择种类而使用，但例如单独或混合使用润滑油、润滑脂、蜡等也可。

固态润滑剂流入模内成形也可，另外，也可以在常压下固化后，通过截断或磨削等后加工为目的的形状。另外，向等速万向接头的外轮的内部，通常是内轮和外轮之间发泡填充而进行固化反应也可，然后能够组装保护套而制造等速万向接头。

除了所述第五实施方式以外，多孔性固态润滑剂也可以封入各种公知的形式的等速万向接头中。例如，作为固定式等速万向接头，除了第五实施方式中说明的球固定接头（有时简称为 BJ）之外，还可以举出无暗槽耦合球接头（undercut free joint）（有时简称为 UJ）。这样的 BJ 或 UJ 的球数有 6 个或 8 个的情况。

在将发泡固态润滑剂封入 BJ 或 UJ 的情况下，仅填充需要润滑剂的部位，因此，能够对低成本化、轻量化起到贡献作用，并且，由于使用的工作角大，因此，容易受到压缩、弯曲，向滑动部更容易供给润滑剂。

另外，作为滑动移动式等速万向接头，可以举出双效补偿接头（double offset joint）（有时简称为 DOJ）、丁字接头（triple joint）（有时简称为 TJ）、

横向花纹沟接头 (cross groove joint) (有时简称为 LJ) 等。

参照附图详细说明如下, 如图 7 所示, 第六实施方式的双效补偿接头 (DOJ) 在外轮 53 的内表面及球形内轮 54 的外表面沿轴向以围绕轴的等角度配置形成有 6 条或 8 条轨道槽 55、56, 将在该轨道槽 55、56 间组入的 6 个或 8 个球 57 用轴承保持架 58 支承, 将该轴承保持架 58 的外周形成为球面, 且轴承保持架 58 的内周也形成为与内轮的外周匹配的球面, 连接旋转的外轮轴 59、和连动于其而围绕轴线旋转的内轮轴 60, 使其经由球 57 等速旋转。

在外轮轴 59 和内轮轴 60 带有交叉角度地旋转时, 沿轨道槽 55 移动的球 57 被保持为在轨道槽 55、56 内沿槽反方向不浮动, 从而难以沿槽方向滚动运动, 主要通过滑动移动进行往返移动。

向这样的 DOJ 的内部的要部填充发泡的固态润滑剂 52a。

如图 8 所示, 第七实施方式的丁字接头 (TJ) 包括: 在内轮轴 61 的前端周围具有三根脚轴 62 的丁字轴部 63; 在一端设置有该丁字轴部 63 能够插入的筒状部 64 的接头轴部 65。

TJ 在筒状部 64 的内周面具有沿轴向延伸的三条轨道槽 66, 在三个脚轴 62 上能够旋转地嵌合滚柱单元 (所谓的球面滚柱), 按照该滚柱单元的滚柱 67 被形成轨道槽 66 的一对侧壁面引导的方式将丁字轴部 63 组入接头轴部 65 的筒状部 64, 将发泡的固态润滑剂 52b 填充于要部中。

这样的 TJ 或所述 DOJ 在轴向上需要滑动移动区域, 因此, 润滑脂封入量 (润滑剂封入空间容积) 比所述的 BJ 等固定式接头多。

然而, 发泡的固态润滑剂 52 仅能够填充必要的部位, 因此, 在将发泡的固态润滑剂封入 DOJ 或 TJ 的情况下, 对低成本化和轻量化起到的贡献作用进一步变大。

实施例 1

以下, 将实施例及比较例中使用的使用原料汇总列绝如下, 将固态润滑剂的组成和测定结果示出在表 1 中。

- (a) 尿烷预聚物 (ダイセル化学工业制: プラクセル EP-1130)
- (b) 胺系固化剂 (イハラケミカル公司制: イハラキュアミン MT)
- (c) 水 (离子交换水)

(d) 硅酮系整泡剂（东レダウ公司制：SRX298）

(e) 尿素系润滑脂（新日本石油公司制 パイロロックユニバーサル N6C）

(f) 异氰酸酯（日本聚氨酯公司制：コロネート T80）

(g) 聚醚多元醇（旭玻璃公司制：プレミノール SX4004）

(h) 胺系催化剂（东ソー公司制：TOYOCAT DB2）

(i) 润滑油（新日本石油公司制：タービン 100）

[实施例 1、2]

按表 1 所示的成分量（组成）向尿烷预聚物中添加硅酮系整泡剂和尿素润滑脂，在 120℃下良好地搅拌。向其中添加胺系固化剂，搅拌后，添加作为发泡剂的水，在设定为 120℃的恒温槽中放置 1 小时，使其固化，得到发泡固态润滑体。

[实施例 3]

按表 1 所示的成分量（组成）向聚醚多元醇中添加硅酮系整泡剂、矿物油、胺系催化剂、作为发泡剂的水，在 90℃下加热并良好地搅拌。向其中添加异氰酸酯，良好地搅拌，确认发泡反应后，在设定为 90℃的恒温槽中放置 15 分钟，得到了发泡固态润滑体。

[比较例 1]

按表 1 所示的成分量（组成），以与上述实施例 1 相同的制造方法得到非发泡润滑剂。

[比较例 2]

表 1 所示的成分（组成）中，除了矿物油的组成之外，以与实施例 2 相同的方法合成发泡体。使油从后面浸渗，形成为后浸渗型发泡润滑剂。

[参考例 1]

表 1 所示的成分（组成）中，除了硅酮系整泡剂的组成以外，按与实施例 3 相同的方法，合成发泡体，形成为连续气泡率小于 50%的固态润滑剂。

对于得到的固态润滑剂，测定发泡倍率及回弹弹性、离心力油分离的各项目，综合判断使用的可否。还有，回弹弹性的测定方法按照 JISK6400

—3 进行。

离心力油分离表示在转子半径 75mm、转速 1500rpm/分钟的条件下旋转 1 小时后的相对于油填充量的油减少率。另外，连续气泡率按照使用了上述式的测定方法算出。

[表 1]

成分(重量%)和判断项目		编号			实施例		比较例		参考例	
					1	2	3	1	2	1
成分	(a) 尿烷预聚物				55	50	—	56	—	—
	(b) 胺系固化剂				4	4	—	4	—	—
	(c) 水				2	2	0.5	—	0.5	0.5
	(d) 硅酮系整泡剂				2	2	0.5	—	0.5	—
	(e) 尿素系润滑脂				37	25	—	40	—	—
	(f) 异氰酸酯				—	—	8.5	—	8.5	8.5
	(g) 聚醚多元醇				—	—	20	—	20	20
	(h) 胺系催化剂				—	—	0.5	—	0.5	0.5
	(i) 润滑油				—	17	70	—	(70)	70.5
	润滑油浸渗方法				反应型	反应型	反应型	非发泡 反应型	后浸渗型	反应型
①	发泡倍率				5	4	20	1	18	15
②	回弹弹性模量(%)				8.8	9.5	5.9	25	5.9	5.5
③	油重量减少率(%)				5	10	7	6	40	5
④	连续气泡率(%)				80	70	75	0	60	40
综合判断					○	○	○	×	×	△
轴承耐久试验(寿命时间:h)					1200 (实施例 13)	1500 (实施例 14)		300 (比较例 6)	50 (比较例 7)	

从表 1 所示的结果明确可知，发泡体的实施例 1 与非发泡体的比较例 1 相比，即使在相同的运动能量（惯性力下）下，弹性变形量也更大（回弹弹性模量小），形状追随压缩变形的性质也更强。由此可知，实施例的发泡固态润滑剂在以往不能使用的压缩等外部应力施加的驱动空间中也经得住使用。

另外，即使在相同组成的发泡树脂的情况下，仅通过后浸渗工序保持矿物油的比较例 2 的固态润滑剂与将矿物油与发泡的同时吸留的实施例 1 相比，相同的离心力下的油分离量也多。由此可知，通过反应型的润滑剂浸渗，润滑油充分吸留在树脂固态成分中，能够制造具有缓慢放出性的固态润滑剂。

另外，从这些实施例和比较例可知，通过与发泡同时进行的反应型，润滑油吸留在树脂的内部，从而与仅通过使润滑油浸渗发泡树脂成形体而

使气泡内具有润滑油的情况相比，吸留引起的油保持力更高。

进而，在连续气泡率小于 50% 的参考例中，与实施例 3 相比，在离心力下的油分离量少这一点差，但如果综合考虑回弹弹性模量和其他，则在本发明的范围内经得住使用。

[第六方面～第九方面的使用液态橡胶的发明的实施例 4～实施例 7 及比较例 3～比较例 4]

将除了异氰酸酯的配合材料按表 1 所示的配合比例混合，最后添加异氰酸酯，迅速得到混合物，将该混合物 20.6g 填充于聚四氟乙烯树脂制容器（直径 100mm×高度 150mm）中。在经过几秒后，开始发泡反应，在常温下放置几小时，使其固化，得到试片。在该试片中正确量取约 1g 左右，进行利用离心分离器的油缓慢放出试验（转子半径 9.9mm、转速 850rpm）。在此，通过以下式算出润滑剂重量变化率而进行评价。

润滑剂重量变化率 (%) = $100 \times (\text{试验前润滑剂重量} - \text{试验后润滑剂重量}) / \text{试验前润滑剂重量}$ 。

算出的重量变化率 (%) 越小，油放出量越少，可以说润滑剂保持力大。在本发明中，将重量变化率为 0.5% 以上且 10% 以下的情况评价为润滑剂保持力优越。

[表 2]

		实施例				比较例	
		4	5	6	7	3	4
发泡润滑剂配合 (重量 %)							
液态橡胶	poly bd (出光兴产公司制)	42	28	14	28	42	—
异氰酸酯	コロネート T80 (日本聚氨酯公司制)	15	10	5	10	15	—
水	离子交换水	0.75	0.5	0.25	0.5	0.75	—
整泡剂	SRX298 (东レダウ制)	0.75	0.5	0.25	0.5	0.75	—
催化剂	三乙撑二胺 (和光纯药公司制)	1.5	1	0.5	1	1.5	—
润滑油	タービン 100 (新日本石油公司制)	40	60	80	30	40 ¹⁾	40 ¹⁾
润滑脂	N6D (日石三菱公司制)	—	—	—	30	—	—
多元醇 MIX	NEF-337 (日本聚氨酯公司制)	—	—	—	—	—	40
异氰酸酯 MIX	CEF-268 (日本聚氨酯公司制)	—	—	—	—	—	20
配合总计		100	100	100	100	100	100
润滑剂重量变化率 (%)							
1 小时后		2.5	3.4	5.8	4.1	28.2	32.9

1) 对于发泡体，用后浸渗配合

从表 2 的结果明确可知，在比较例 3～比较例 4 中，润滑油的放出性

过多，并且在离心力作用下被一次抽出，因此，不能期待其长寿命化。相对于此，在实施例 4~7 中，利用离心力缓慢放出润滑剂，因此，能够以必要最低限度的油量提供润滑。

[第十~第十三方面的使用尿烷预聚物的发明的实施例 8~12 及比较例 5]

在 80℃的聚四氟乙烯制烧杯（直径 60mm×高度 150mm）内，按表 1 所示的配合比例良好地混合除了固化剂、胺催化剂及发泡剂以外的配合材料。然后，将在 120℃下溶解的 MOCA 投入烧杯内，良好地搅拌。接着，投入胺催化剂及发泡剂而搅拌。在几秒后，开始发泡反应，在 100℃下放置 30 分钟，使其固化，得到试片。使用目视或光学显微镜，观察该试片。将在用手指按压时油渗出的形状的弹性橡胶状的发泡体评价为优越的多孔性固态润滑剂，将“○”标记一并记载于表 1 中。比较例 1 中没有进行固化。

另外，为了对得到的试片调查润滑剂的缓慢放出性，将其提供于以下所示的润滑油缓慢放出试验中，结果一并记载于表 3 中。

<润滑油缓慢放出试验>

在转子半径 75mm 的离心分离器中投入试片，以转速 1500rpm 旋转 1 小时，测定试验前后的润滑剂重量变化率。在此，润滑剂重量变化率按以下式算出而评价。

润滑剂重量变化率(%) = $100 \times (\text{试验前润滑剂重量} - \text{试验后润滑剂重量}) / \text{试验前润滑剂重量}$

算出的重量变化率(%) 越小，油放出量越少，可以说润滑剂保持力大。

[表 3]

		实施例					比较例
		8	9	10	11	12	5
发泡润滑剂配合 (重量%)							
尿烷预聚物	ブラクセル EP1130 (ダイセル化学工业制) ¹⁾	48	48	55	—	—	7
尿烷预聚物	コロネート 4090 (日本聚氨酯公司制) ²⁾	—	—	—	48	—	—
尿烷预聚物	コロネート 4047 (日本聚氨酯公司制) ³⁾	—	—	—	—	48	—
固化剂	MOCA (イハラケミカル公司制)	2.5	2.5	2.5	3.3	3.3	0.5
发泡剂	离子交换水	0.35	0.35	0.35	0.36	0.36	0.125
整泡剂	SRX298 (东レダウ公司制)	0.25	0.25	0.3	0.24	0.24	0.125
胺催化剂	DM70 (东ソー公司制)	0.3	0.3	0.3	0.24	0.24	0.25
润滑油	タービン 100 (新日本石油公司制)	36.6	—	41.55	29.86	22.86	92
润滑脂	バイロノックユニバーサル 新日本石油公司制	12	48.6	—	18	25	—
配合总计		100	100	100	100	100	100
用触感评价		○	○	○	○	○	不固化
润滑剂重量变化率 (%)		35	7	55	20	42	不固化

1) 己内酯系尿烷预聚物

2) 醚系尿烷预聚物

3) 酯系尿烷预聚物

如表 3 所示可知, 在实施例 8~12 中是用手指按压时油渗出的形状的弹性橡胶状的发泡体, 确认到优越的多孔性固态润滑剂, 但在比较例 5 中进行了发泡, 但一部分没有固化, 没有作为多孔性固态润滑剂发挥功能。相对于此, 在实施例 8~12 中施加了离心力的状态下, 从发泡体不立即抽出, 润滑剂缓慢地放出。

[实施例 13]

按表 1 的实施例 1 所示的配合比例, 向作为树脂成分的尿烷预聚物中添加硅酮系整泡剂和尿素润滑脂, 在 120℃ 下良好地搅拌。向其中添加胺系固化剂, 搅拌后, 添加作为发泡剂的水, 向滚珠轴承 6204 的内部空间中填充后, 在设定为 120℃ 的恒温槽中放置 1 小时, 使其固化, 得到多孔性固态润滑剂封入轴承的试片。对于得到的试片, 实施以下所示的轴承耐久试验, 测定轴承寿命时间, 将结果一并记载于表 1 中。

<轴承耐久试验>

对得到的试片施加径向负荷 6N、轴向负荷 67N, 在 100℃ 下以 10000rpm 旋转, 测定驱动旋转轴的电动机的输入电流超过限制电流时 (旋

转扭矩超过起动扭矩的两倍时)为止的寿命时间。

[实施例 14]

按表 1 的实施例 2 所示的配合比例,向作为树脂成分的聚醚多元醇中添加硅酮系整泡剂、润滑油、胺系催化剂、作为发泡剂的水,在 90℃下良好地搅拌。向其中添加异氰酸酯,良好地搅拌,向滚珠轴承 6204 的内部空间中填充后,在设定为 90℃的恒温槽中放置 15 分钟,得到多孔性固态润滑剂封入轴承的试片。对于得到的试片,实施以下所示的轴承耐久试验,测定轴承寿命时间,将结果一并记载于表 1 中。

[比较例 6]

除了没有使树脂成分发泡以外,按表 1 所示的配合比例,以与实施例 13 相同的制造方法得到非发泡润滑剂封入轴承的试片。对于得到的试片,实施上述轴承耐久试验,测定轴承寿命时间,将结果一并记载于表 1 中。

[比较例 7]

按表 1 所示的配合比例中的除了润滑油的配合,以与实施例 14 相同的方法,在滚珠轴承 6204 的内部空间中形成发泡体。使润滑油浸渗到得到的发泡体,得到后浸渗型的发泡润滑剂封入轴承的试片。对于得到的试片,实施上述轴承耐久试验,测定轴承寿命时间,将结果一并记载于表 1 中。

从表 1 所示的结果明确确认到,实施例 13、14 与比较例 6、7 相比,在高速时也能够保持良好的润滑性,而且为长寿命。

另外,如图表 4 所示,实施例 15、16 及比较例 8、9 中使用的原料及润滑油浸渗方法与实施例 1、3、比较例 1、2 中使用的完全相同,仅改变了发泡倍率。

[实施例 15、16]

如图 6 所示,在等速万向接头(NTN 公司制:EBJ82)的外轮 42 上组装内轮 41、轴承保持架 46 及滚动体(钢球)45。另外,按表 4 所示的成分量(组成),向尿烷预聚物中添加硅酮系整泡剂和尿素润滑脂,在 120℃下良好地搅拌。向其中添加胺系固化剂,搅拌后,添加作为发泡剂的水,向如上所述地组装的等速万向接头的外轮 42 和内轮 41 之间填充并发泡固态润滑剂 52,并且,将其放置于设定为 120℃的恒温槽中 1 小时,使其固

化, 得到保持了发泡固态润滑剂的等速万向接头。

[实施例 17]

按表 4 所示的成分量(组成), 向聚醚多元醇中添加硅酮系整泡剂、矿物油、胺系催化剂、作为发泡剂的水, 在 90℃下加热并良好地搅拌。向其中添加异氰酸酯, 良好地搅拌, 向组装的等速万向接头的外轮 42 和内轮 41 之间填充发泡固态润滑剂 52, 并且, 放置于设定为 90℃的恒温槽中 15 分钟, 得到保持了发泡固态润滑剂的等速万向接头。

[比较例 8]

在表 4 所示的成分量(组成)中除了使用非发泡润滑剂以外, 与实施例 14 完全相同地得到保持了固态润滑剂的等速万向接头。

[比较例 9]

按表 4 所示的成分(组成)中除了矿物油的组成, 以与实施例 15 相同的方法, 合成发泡体。使油从后面浸渗, 得到保持了后浸渗型的发泡润滑剂的等速万向接头。对于这些实施例 14、15、比较例 8、9 中得到的发泡体, 将发泡后体积除以发泡前体积得到的值作为发泡倍率求出, 将其示出在表 4 中。

[参考例 2]

按表 4 所示的成分(组成)中除了硅酮系整泡剂的组成, 以与实施例 3 相同的方法合成发泡体, 形成连续气泡率小于 50%的固态润滑剂。

对于这些实施例 15~17、比较例 8、9、参考例 2 中得到的发泡体, 将发泡后体积除以发泡前体积得到的值作为发泡倍率求出, 将其示出在表 4 中。另外, 连续气泡率按照使用上述式的测定方法算出。

对于得到的实施例和比较例的等速万向接头, 以扭矩 245Nm、角度 6deg、转速 1000r/分钟的条件进行耐久试验, 使用目视或光学显微镜, 观察旋转 10 小时后的固态润滑剂的破坏或破损的程度而进行评价。其结果评价为, ○标记: 没有破坏及破损, 能够继续使用, △标记: 固态润滑剂没有被破坏, 但油分离量过剩, ×标记: 有固态润滑剂的破损或破坏, 不能继续使用, 记号示出在表 4 中。

[表 4]

成分(重量%)和判断项目		编号			实施例		比较例		参考例	
		15	16	17	8	9	2			
成分	(a) 尿烷预聚物	55	50	—	56	—	—			
	(b) 胺系固化剂	4	4	—	4	—	—			
	(c) 水	2	2	0.5	—	0.5	0.5			
	(d) 硅酮系整泡剂	2	2	0.5	—	0.5	—			
	(e) 尿素系润滑脂	37	25	—	40	—	—			
	(f) 异氰酸酯	—	—	8.5	—	8.5	8.5			
	(g) 聚醚多元醇	—	—	20	—	20	20			
	(h) 胺系催化剂	—	—	0.5	—	0.5	0.5			
	(i) 润滑油	—	17	70	—	(70)	70.5			
润滑油浸渗方法		反应型	反应型	反应型	非发泡 反应型	后浸渗型	反应型			
①	发泡倍率	5	4	20	1	18	15			
②	连续气泡率(%)	80	70	75	0	60	40			
等速万向接头的耐久试验的评价		○	○	○	×	△	△			

从表4所示的结果明确可知,在相同的组成下,填充发泡固态润滑剂的实施例15与填充非发泡性的固态润滑剂的比较例8相比,润滑剂没有破损或破坏,具备能够继续长时间使用的耐久性。

另外可知,在相同组成的发泡树脂的情况下,使用仅通过后浸渗工序保持矿物油的固态润滑剂的比较例9与使用在发泡的同时将矿物油吸留于树脂内的固态润滑剂的实施例16相比,相同的离心力下的油分离量更多,供给了对润滑不起贡献作用的过剩的油。另一方面可知,实施例17的等速万向接头中,反应型的固态润滑剂中,润滑油充分地吸留于树脂固态成分中,即使离心力作用也为适度的油分离速度,具备能够长时间使用的耐久性。

另外,从这些实施例及比较例可知,通过与发泡的同时进行的反应型的浸渗,润滑油吸留于树脂的内部,仅使润滑油浸渗发泡树脂成形体,因此,与在气泡内保持润滑油的情况相比,吸留引起的油保持力更高。

在连续气泡率小于50%的参考例2中,与实施例17相比,离心力下的油分离量少这一点差,但从耐久试验结果来说,在本发明的范围内经得住使用。

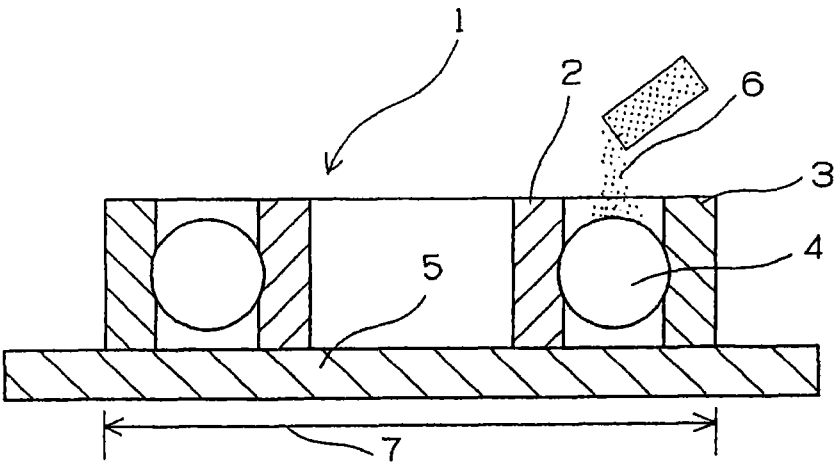


图 1

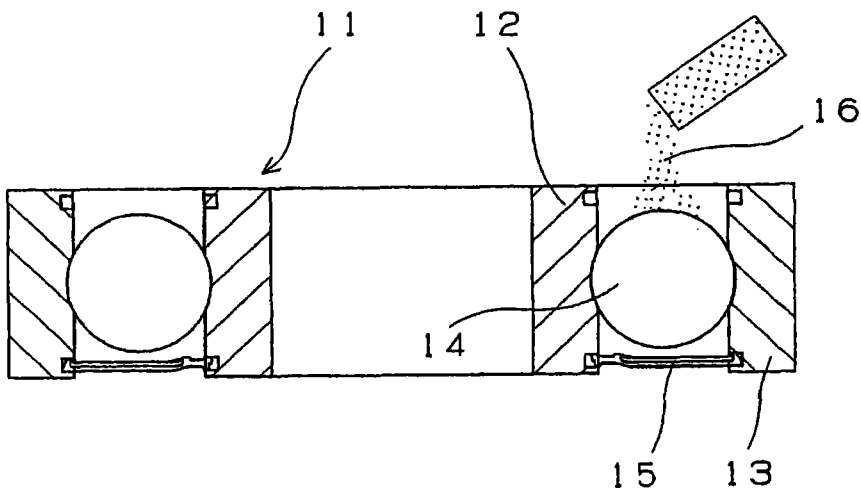


图 2

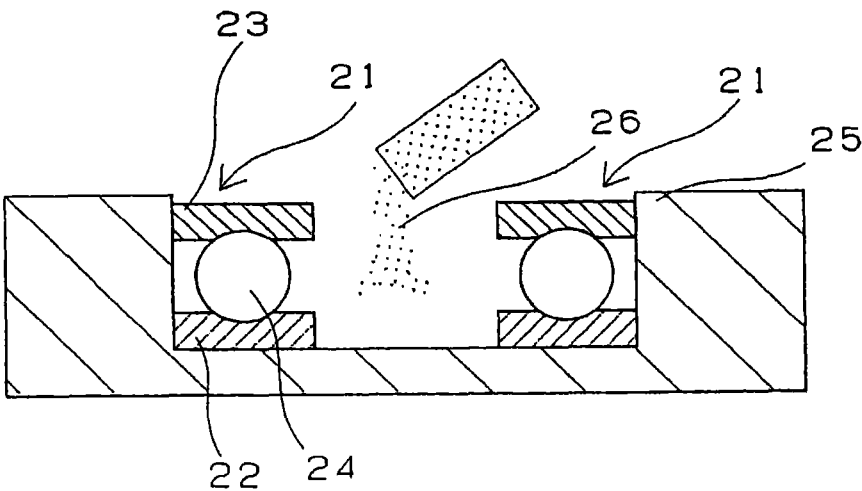


图 3

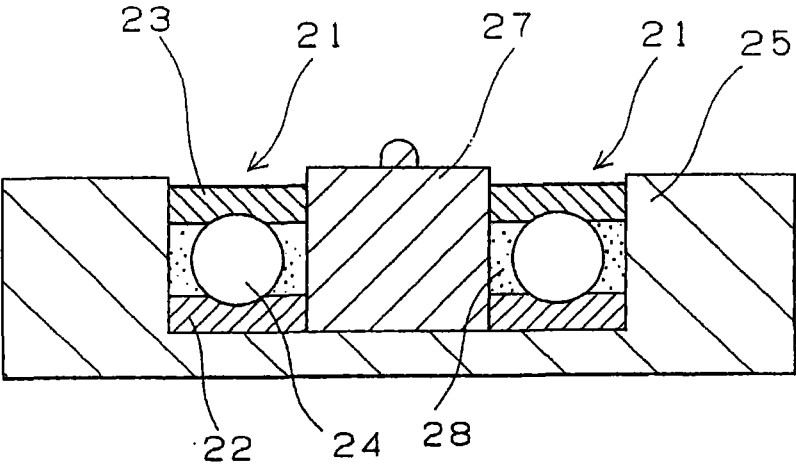


图 4

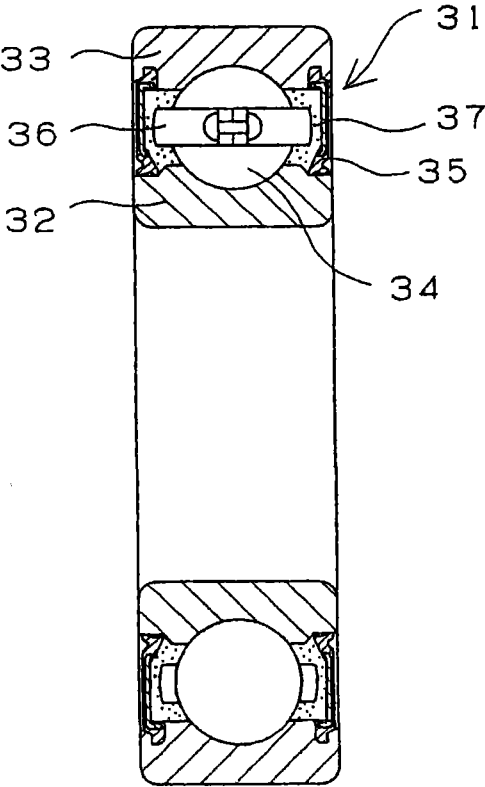


图 5

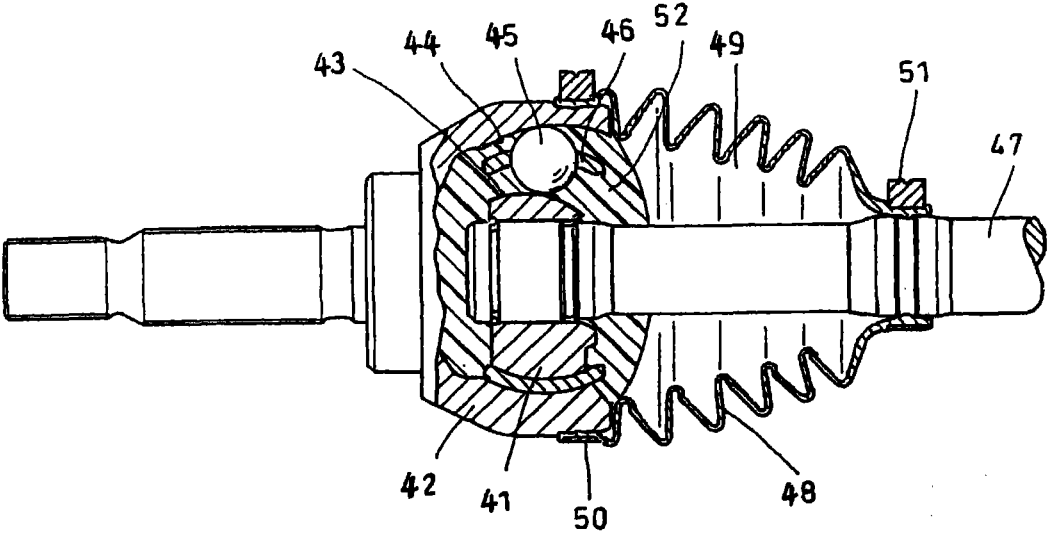


图 6

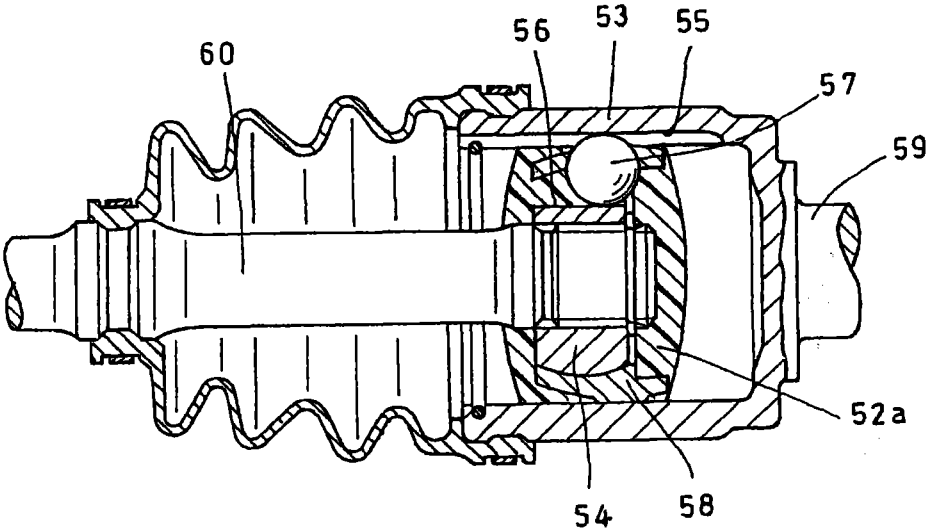


图 7

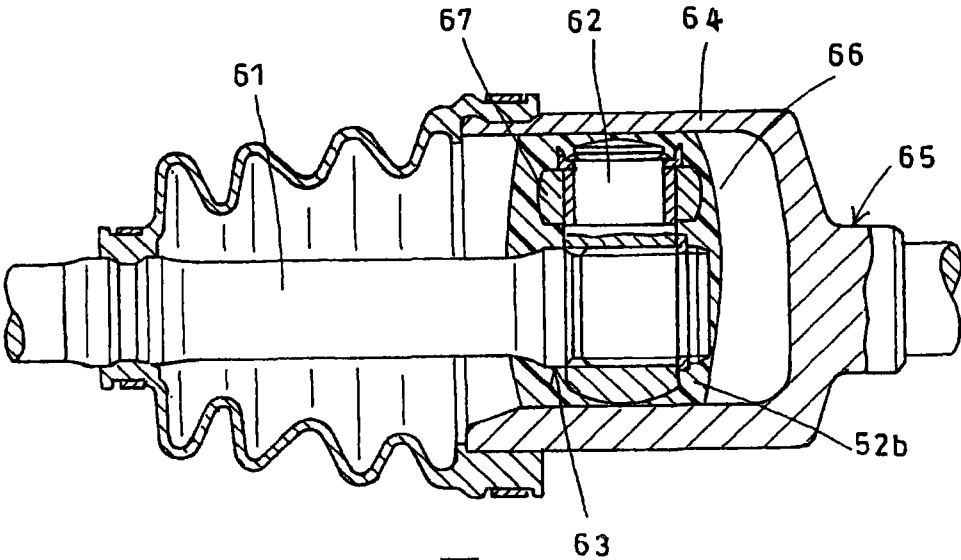


图 8