

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01802406.8

[43] 公开日 2003 年 1 月 1 日

[11] 公开号 CN 1388872A

[22] 申请日 2001.8.13 [21] 申请号 01802406.8

[30] 优先权

[32]2000.8.15 [33]JP [31]246354/00

[86] 国际申请 PCT/JP01/06987 2001.8.13

[87] 国际公布 WO02/14703 日 2002.2.21

[85] 进入国家阶段日期 2002.4.15

[71] 申请人 大丰工业株式会社

地址 日本爱知县

[72] 发明人 金山弘 出崎亨 川越公男

后藤保明 不破良雄 道冈博文

秋山健优

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

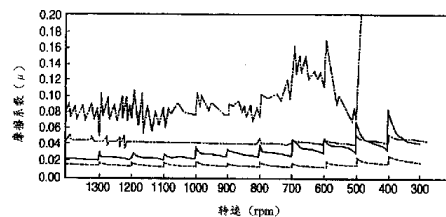
代理人 宋 莉 贾静环

权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 1 页

[54] 发明名称 滑动轴承

[57] 摘要

公开了一种具有优良的最初适应性和抗咬合性，以及所需要的耐久性和耐热性的滑动轴承，这些性能特别是对于高速发动机来说是必需的。其中，在轴承合金层上形成软的热固性树脂和含有固体润滑剂的树脂涂层。



实施例 1	·····	(润滑剂温度: 150℃)
实施例 1	-----	(润滑剂温度: 80℃)
对比实施例 1	————	(润滑剂温度: 150℃)
对比实施例 2	- · - · - ·	(润滑剂温度: 80℃)

1.一种滑动轴承，包括在轴承合金层上形成的树脂涂层，其中该树脂涂层包括：

- 5 热固性树脂，在高温下软化且有好的伸长性，该树脂在 25℃下显示出 70~110MPa 的拉伸强度和 7~20% 的伸长率，在 200℃下显示出不小于 15 MPa 的拉伸强度和不少于 20% 的伸长率，该树脂的用量为 70~30 体积%；
和

固体润滑剂，用量为 30~70 体积%；

- 10 其中软化的热固性树脂和固体润滑剂两部分构成的总量为 100 体积%，树脂涂层的维氏硬度 Hv 不大于 20。

2.根据权利要求 1 所述的滑动轴承，其中热固性树脂是聚酰胺酰亚胺树脂。

3.根据权利要求 1 或 2 所述的滑动轴承，该轴承用于内燃机。

滑动轴承

5 技术领域

本发明涉及一种能用在汽车发动机和其它工业机器的发动机上的滑动轴承。

背景技术

10 用于汽车发动机的滑动轴承通常用铝合金或镀了以铅为主要成分的材料铜铅合金材料。最近几年，汽车发动机的性能明显提高，如已经开发到更大的输出和更快的转速。于是，需要滑动轴承在滑动性能方面有出色的性能，特别是在最初适应性(initial conformability)和抗咬合性方面，以及耐久性和耐热性方面。

15 JP-A-04-83914 公开了一种含有一涂层的滑动轴承材料，该涂层包括 55~95 重量%的固态润滑剂和 10~45 重量%的聚酰亚胺基粘合剂，涂层在铝合金轴承的表面形成。这样的固体润滑剂涂层使提高铝合金轴承的最初适应性成为可能，因此得到优良的耐疲劳性和抗咬合性。上述提到的文献中公开了由于用摩擦调节剂代替 1~20 重量%的固体润滑剂，提高了固体润滑剂涂层的耐磨损性。

20 此外，JP-A-07-247493 公开了在包括 70~97 重量%固体润滑剂和 3~30 重量%粘合剂(聚酰亚胺树脂，环氧树脂，酚醛树脂)的固体滑动剂涂层中加入一种成膜共辅料(coadjuvant)。加入该物料使固体润滑剂坚固地存留在轴承合金上，提供了好的最初适应性，因而提供了良好的抗咬合性，避免了固体润滑剂的脱落，得到好的耐磨损性。

25 然而，因为上文所述的相关技术中的固体润滑剂层有 55~97 或更多重量%的额外量的固体润滑剂，涂层的内部强度和固体润滑剂的保持力不够。相应的，由于膜的脱落或其它缺陷，适应性变差，发生咬合等。

30 发明内容

本发明的目的是提供一种具有优良的最初适应性和抗咬合性，以及所需

和固体润滑剂。

被用在轴承上的树脂涂层中的热固性树脂是一种在高温下有好的伸长性的软化热固性树脂。在某种程度上，优选在 25℃ 下拉伸强度为 70~110MPa，优选为 80~100MPa，和伸长率为 7~20%，优选 7~15% 的热固性树脂。更希望热固性树脂是符合上述要求且在 200℃ 下拉伸强度不小于 15 MPa 的，优选 15~50 MPa，伸长率不小于 20% 的热固性树脂，这样的热固性树脂是在高温下有好的伸长性的软化热固性树脂的典型实例。

这里可以使用的优选的热固性树脂不特定地限制，只要满足上述要求的热固性树脂即可。热固性树脂的具体实例包括聚酰亚胺树脂，聚酰胺酰亚胺树脂，其二异氰酸酯改性的树脂，其 BPDA - 改性的树脂，和其砜改性的产品，环氧树脂、酚醛树脂等。这些树脂中优选的是聚酰胺酰亚胺树脂。

可以通过使非固化树脂的数均分子量小于 20000 来减小末端交联点的数目，和加入含有环氧基的聚合物到树脂中以加快固化，得到满足上述拉伸强度和伸长率要求的聚酰胺酰亚胺树脂。

15 根据 ASTM D - 1708，测量上述热固性树脂的上述的拉伸强度和伸长率。

固体润滑剂的实例包括二硫化钼(MoS₂)、石墨、BN(氮化硼)、二硫化钨(WS₂)、PTEF(聚四氟乙烯)、氟树脂、Pb 等。这些固体润滑剂可以单独使用，或两种或多种混合使用。

20 天然或人造石墨都可以使用，但从耐磨的角度人造石墨是所需要的。

这些固体润滑剂起到减小摩擦系数和使树脂涂层稳定的作用，显示出适应性。为了完全达到这样作用，固体润滑剂的平均粒径优选不大于 15 μm，特别是 0.2~10 μm。

上述固体润滑剂中特别优选的是二硫化钼、石墨、氮化硼和二硫化钨。

25 本发明的滑动轴承上的树脂涂层包括分别为 30~70 体积%的热固性树脂，优选为 50~70 体积%，和 30~70 体积%的固体润滑剂，优选为 30~50 体积%(总量为 100 体积%)。

30 根据该混合比例，固体润滑剂能坚固地保留在树脂涂层中，该树脂涂层包括在高温下有好的伸长性的软化热固性树脂，以提供足够的抗咬合性和最初适应性以及足够的耐久性和耐热性。

在本发明的滑动轴承上的树脂涂层优选包括一种摩擦调节剂和/或添加

要的耐久性和耐热性的滑动轴承，这些性能特别是对于高速发动机来说是必需的。

根据本发明，提供具有下列组成的滑动轴承，以完成本发明的上述目的。

5 1、滑动轴承，包括在轴承合金层上形成的树脂涂层，其中该树脂涂层包括：热固性树脂，在高温下软化且有好的伸长率，该树脂在 25℃ 下显示出 70~110MPa 的拉伸强度和 7~20% 的伸长率，在 200℃ 下显示出不小于 15 MPa 的拉伸强度和不少于 20% 的伸长率，该树脂的用量为 70~30 体积%；和固体润滑剂，用量为 30~70 体积%；其中软化的热固性树脂和固体润滑剂两部分构成的总量为 100 体积%，树脂涂层的维式硬度 Hv 不大于 20。

2、如上述 1 所述的滑动轴承，其中热固性树脂是聚酰胺酰亚胺树脂。

3、如上述 1 或 2 所述的滑动轴承，该轴承用于内燃机。

15 为了提高在高速下的最初适应性和抗咬合性，当润滑剂膜的厚度局部变薄或将要发生固体物接触时，需要通过树脂涂层的磨损或变形来保证流体膜为所需要的厚度。

迄今为止，通过增加固体润滑剂的用量来达到这种要求。然而，当固体润滑剂的用量增加太多时，树脂涂层变脆，固体润滑剂脱落或产生其它缺陷使滑动轴承很容易咬合，于是树脂涂层具有变差的最初适应性。

20 在这些情况下，发明者注意到树脂粘合固体润滑剂。通过使用一种树脂如高温下显示出好的伸长性的软化热固性树脂，开发了一种有固体润滑剂树脂涂层的滑动轴承，其具有好的最初适应性和抗咬合性以及好的耐久性和耐热性。于是作出本发明。

附图说明

25 图 1 为图解说明实施例 1 和对比实施例 1 和 2 制备的滑动轴承的摩擦系数随转速逐步变小而变化的测量结果。

实施本发明最好的模式

以下进一步描述本发明的滑动轴承。

30 本发明的滑动轴承是有一层树脂涂层的滑动轴承，该树脂涂层形成在轴承合金层上。该树脂涂层包括一种在高温下有好的伸长性的软化热固性树脂

到其中的极端压力添加剂。

这里使用的极端压力添加剂的实例包括含硫金属化合物如 ZnS、Ag₂S、CuS、FeS、FeS₂、Sb₃S₂、PbS、Bi₂S₃ 和 CdS，含硫化合物如秋兰姆(thiraum)、二硫化吗啉、连二硫酸盐、硫化物、亚砷、磺酸盐、硫代磷酸盐、硫代碳酸盐、二硫代碳酸盐、烷基硫代氨基甲酰和烯烃硫化物；卤素化合物如氯化烃；
5 硫代磷酸盐如二硫代磷酸锌；有机金属化合物如硫代氨基甲酸盐；和有机钼化合物如二硫代磷酸钼和二硫代氨基甲酸钼。

极端压力添加剂的平均粒径优选不大于 5 μm，更优选不大于 2 μm。加入极端压力添加剂的情况下，优选上述固体润滑剂用 0.5~10 体积%的极端压力添加剂替代，特别是从 30~70 体积%的固体润滑剂中替代 1~5 体积%。
10

加入的极端压力添加剂使提供足够的耐磨损或抗咬合性成为可能，特别是在不充分润滑产生瞬时的固体接触或一个面的接触的情况下。该作用的机理还不清楚，但可以假定为瞬时的固体接触所产生的摩擦热或剪切应力能产生树脂涂层的断裂，在这种情况下，分散在树脂涂层中的极端压力添加剂有效地发挥作用。换句话说，可以假定在膜中含有的固体润滑剂和极端压力添加剂使润滑油紧密地保留在轴承上，使边缘润滑剂膜很难被破坏，得到一个平滑的滑动表面，该表面保持所需的抗咬合性和耐磨损性。
15

摩擦调节剂的实例包括氧化物如 CrO₂、Fe₃O₄、PbO、ZnO、CdO、Al₂O₃、SiO₂ 和 SnO₂，和化合物如 SiC 和 Si₃N₄。在加入摩擦调节剂的情况下，优选上述固体润滑剂用 0.3~10 体积%的极端摩擦调节剂替代，特别是从 30~70 体积%的固体润滑剂中替代 0.5~5 体积%。加入摩擦调节剂使提高耐磨损性成为可能。特别是，当摩擦调节剂和极端压力添加剂混合使用时，由摩擦调节剂产生的耐磨损性的提高和由极端压力添加剂产生的润滑油的保持，协同作用使耐磨损性急剧提高。
20

摩擦调节剂和极端压力调节剂可以混合使用。在这种情况下，二种成分的加入量的总和优选为从 30~70 体积%的固体润滑剂中替代 0.3~10 体积%，特别为 0.5~5 体积%。
25

本发明中，为了形成树脂涂层，制备有上述成分溶解或分散到其中的涂层溶液。在这步中，可以使用适量的有机溶剂(稀释剂)。有机溶剂意在调节涂层溶液的粘度，从而容易混合。这里使用的任何一种可以溶解热固性树脂的有机溶剂可以被没有任何限制地使用。例如，如果热固性树脂是聚酰胺酰
30

亚胺树脂，可以使用二甲苯、N-甲基-2-吡咯烷酮、甲苯等，用量为100~300重量份，以100重量份的上述成分的总量为基准。

本发明中，含有上述热固性树脂和固体润滑剂及任选的摩擦调节剂和/或极压添加剂的涂层溶液涂布到轴承合金的表面以形成涂层(树脂涂层)，使得得到在润滑性能如最初适应性、抗咬合性和耐磨损性方面优良的滑动轴承。

树脂涂层的维氏硬度 Hv 优选不大于 20，更优选为 5~17(通过 Akashi Seisakujo Co.,Ltd 生产的 MVK-1 型超轻微硬度测试仪在 5g 负载下测得)。由此减小树脂涂层的硬度，当负载突然施加到滑动轴承上导致局部固体接触时，局部固体接触的点承受着局部磨损以避免固体接触，因而保证了所需厚度的润滑油层，提高了最初适应性和抗咬合性。当树脂涂层的维氏硬度 Hv 超过 20，树脂涂层很难承受局部摩擦或变形，导致固体接触，产生涂层的突然破坏，引起咬合、损坏。

用作轴承基质的轴承合金的实例包括铜合金、铝合金等。

没有特别限定轴承合金的配方。然而，对于铝合金，优选使用的铝合金分别包括 Cr、Si、Mn、Sb、Sr、Fe、Ni、Mo、Ti、W、Zr、V、Cu、Mg、Zn 等，优选用量不大于 10 重量%，和 Sn、Pb、In、Ti、和 Bi 的一种或多种，优选用量不大于 20 重量%。前一组元素主要提供强度和耐磨损性，而后一组元素主要提供适应性。前一组和后一组元素优选混合使用。

在滑动轴承层上形成树脂涂层的方法将在下文中进一步描述。

轴承合金如铜合金和铝合金被锻造成滑动轴承形的衬层，该衬层在碱处理如苛性钠处理脱脂，然后用冷水或热水清洗，去掉衬层上的碱。举例说明，当需要提高涂层的粘附力时，可以使用的方法：通过化学处理使衬层的表面变得粗糙的方法，如脱脂后用碱腐蚀，用酸清洗；通过机械处理如喷砂清理使衬层的表面变得粗糙的方法；通过打孔等形成不平整的衬层表面的方法。当需要提高涂层的粘附力时，衬层的表面可化学形成 0.1~5 μm 厚的磷酸锌或磷酸锌钙。当基础处理如打孔和化学形成组合使用时，能得到高粘合力的树脂涂层。

用热水清洗的衬层接着用热空气干燥。已经用合适的稀释剂稀释的涂层溶液通过喷涂施加到衬层上，然后干燥，并在 150~300 $^{\circ}\text{C}$ 的温度下烧结。当表面有涂层形成的衬层的表面粗糙度高时，衬层易于变平滑如通过擦光。不用喷涂，可以使用如辊转印、滚光、浸渍、刷涂和印刷的方法来形成树脂涂

1 和对比实施例 1 和 2 制得的滑动轴承的摩擦系数变化的测量结果见表 1。

以下列方式进行各种测试。

5 抗咬合性测试：润滑剂为 5W-30SJ，29MPa 的转动负荷和 150℃ 润滑剂温度，以 500rpm/30 分钟逐步增加速度，当滑动轴承在上述条件下运转时，测量发生咬合的转动值。

耐磨损测试：润滑剂为 10W-30CD，润滑剂温度为 100℃，负荷为 30MPa 和转速为 3000rpm，轴承在上述条件下运转 5 小时后，测量轴承的磨损程度。

10 随逐步降低的转速摩擦系数的改变：润滑剂为 5W-30SH，负荷 20 MPa，润滑剂温度 80℃ 和 150℃，在 600 秒内从 1300 rpm 降低到 100 rpm 逐步降低速度，在上述条件下进行测试。实施例 1 制得的滑动轴承的测试在润滑剂温度为 80℃ 和 150℃ 下进行，对比实施例 1 制得的滑动轴承的测试在润滑剂温度为 150℃ 下进行，对比实施例 2 制得的滑动轴承的测试在润滑剂温度为 80℃ 下进行。

15

表 1

	PAI 种类		
	A	B	C
拉伸强度(Mpa)			
25℃	95	98	125
200℃	22	45	30
伸长率(%)			
25℃	9	15	9
200℃	31	15	15

20

表 2

	配方					涂层的 维氏硬 度 Hv	抗咬 合性 (rpm)	耐磨 损性 (μm)
	PAI		MoS ₂	ZnS	Al ₂ O ₃			
	种类	体积 %	体积 %	体积 %	体积 %			

层。树脂涂层的厚度优选为 1~50 μm 。

- 在涂层形成在铝合金轴承等的表面上的情况下，当固化温度提高到不低于 200℃ 时，很可能含 Sn 的铝合金轴承的熔化使轴承的性能变差。在这种情况下，优选使用在不高于 200℃ 的固化温度下显示出最高的拉伸强度和伸长率的热固性树脂。

实施例

在下列实施例中将进一步描述本发明，但实施例不应限制本发明的保护范围。

10 实施例 1、对比实施例 1 和 2

60 体积 % 的聚酰胺酰亚胺树脂 A(Hitachi Chemical Co.,Ltd.生产)如表 1 所示，40 体积 % 的作为固体润滑剂的二硫化钼和适量的有机溶剂(N-甲基-2-吡咯烷酮)被加入到球磨机中，然后在球磨机中混合研磨 3 小时来制备形成树脂涂层的涂层溶液。

- 15 随后，将含有衬层材料的形状为半圆柱形等的轴承表面脱脂，该衬层材料由铝合金(Al-11Sn-1.8Pb-1Cu-3Si)紧密连接到衬背钢板上而制得，然后喷砂清理，得到粗糙度 Rz 为 1 μm 。随后，将上述涂层溶液空气喷涂到轴承上，达到约 6 μm 的厚度，然后在 180℃ 下热固化约 60 分钟，以在轴承上形成树脂涂层。于是，制得滑动轴承(覆盖了金属)。(实施例 1)

- 20 另一方面，以实施例 1 的方式形成树脂涂层以制备滑动轴承，除了分别用聚酰胺酰亚胺树脂 B(Hitachi Chemical Co.,Ltd. 生产)作为聚酰胺酰亚胺树脂制备对比涂层溶液(对比实施例 1)，用聚酰胺酰亚胺树脂 C(Hitachi Chemical Co.,Ltd. 生产)作为聚酰胺酰亚胺树脂制备对比涂层(对比实施例 2)。

25 实施例 2-5 和对比实施例 3 和 4

以实施例 1 的方式形成树脂涂层以制备滑动轴承，除了改变了使用的聚酰胺酰亚胺树脂(PAI)的种类和用量，二硫化钼(MoS₂)的用量，及任选作为极压添加剂硫化锌(ZnS)的用量和作为摩擦调节剂的氧化铝(Al₂O₃)的用量，如表 2 所示。

- 30 为了评价得到的各种轴承的性能，测量这些轴承的树脂涂层的维氏硬度，和抗咬合测试和耐磨损测试。结果见表 2。随转速的逐步减少，实施例

实施例	1	A	60	40	-	-	14	8,000	3
	2	A	44	56	-	-	10	8,000	5
	3	A	60	37	3	-	14	8,000	2
	4	A	60	37	-	3	15	8,000	2
	5	A	60	37	1.5	1.5	14	8,000	2
对比实施例	1	B	60	40	-	-	29	7,500	6
	2	C	60	40	-	-	35	6,500	2
	3	B	60	37	3	-	29	7,500	4
	4	C	60	37	3	-	35	6,000	2

如表 2 的结果所示，实施例的滑动轴承在抗咬合和耐磨损方面性能优良。

相反，明显看出对比实施例的滑动轴承，它的树脂涂层包括高温下软度差和伸长率小的聚酰胺酰亚胺，显示出变差的抗咬合性。

5 如图 1 所示的随转速的逐步减小摩擦系数的改变证明实施例 1 的滑动轴承表现出低且稳定的摩擦系数，因此有优良的最初适应性。同样明显看出，对比实施例 1 和 2 的滑动轴承表现出高的摩擦系数和摩擦系数大的变化，因此有差的最初适应性。

10 虽然已经详细地和参考着具体的实例描述了本发明，但是可以从中得到的各种变化和改性没有脱离本发明的发明本质，是落入本发明的保护范围内的。

本申请基于日本专利申请 No.2000-246354，申请日为 2000 年 8 月 15，该申请的内容这里作为参考加入。

15 实用性

本发明的滑动轴承在最初适应性和抗咬合性方面，及抗咬合性、耐久性和耐热性方面优良，于是被优选用作，特别是，汽车发动机或其它工业机器的发动机的滑动轴承。

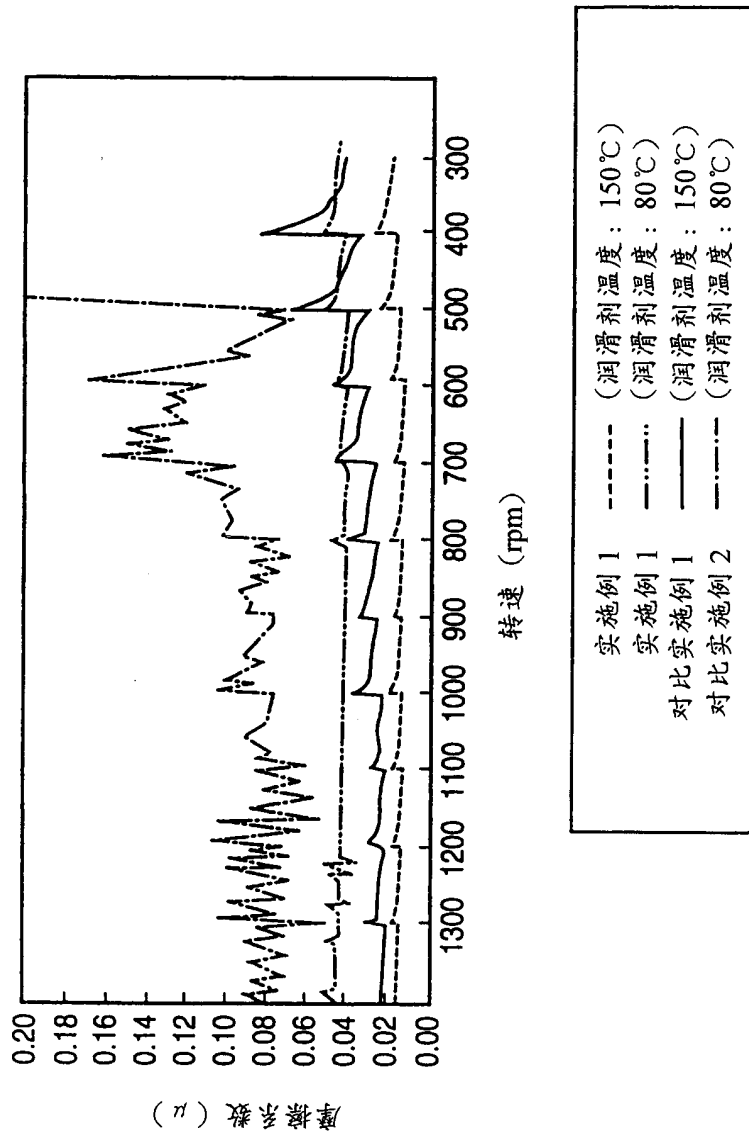


图 1