



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 90108565.0

[51]Int.Cl<sup>5</sup>

C08L 59/00

[45]授权公告日 1994年9月7日

[24]颁证日 94.6.22

[21]申请号 90108565.0

[22]申请日 90.9.25

[30]优先权

[32]89.9.25 [33]JP[31]248809/89

[73]专利权人 泛塑料株式会社

地址 日本大阪市

[72]发明人 远藤寿彦 鹿户修

高山胜智 松永伸之

C08K 3/34

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 刘元金

说明书页数:

附图页数:

[54]发明名称 聚缩醛树脂组合物及其应用

[57]摘要

一种聚缩醛树脂组合物,它含有:100重量份聚缩醛树脂(A),0.5至40重量份由聚烯烃(a)和至少一种乙烯基聚合物和醚聚合物(b)(它们相互化学键合形成接枝或交联结构)构成的接枝共聚物(B),0.1至20重量份的润滑剂(C),和0.5至30重量份平均颗粒直径为50 $\mu$ m或更小和平均颗粒直径100 $\mu$ m或更小的颗粒含量至少95%的无机粉末(D)。

## 权利要求书

1.一种具有抗摩擦性和耐磨性的聚缩醛树脂组合物，它包含：

(A) 100 重量份聚缩醛基树脂；

(B) 0.5 至 40 重量份接枝的或交联接枝的共聚物，它至少是一种共聚物，该共聚物为聚乙烯和聚甲基丙烯酸甲酯聚合物、聚乙烯和丙烯腈/苯乙烯聚合物，以及乙烯/甲基丙烯酸缩水甘油酯和聚甲基丙烯酸甲酯的接枝反应产物；

(C) 0.1 至 20 重量份的润滑剂；和

(D) 0.5 至 30 重量份选自碳酸钙、滑石、硅石、粘土、云母和炭黑的无机粉末，其中所述粉末的平均颗粒直径为  $50\mu\text{m}$  或更小并且其中颗粒直径为  $100\mu\text{m}$  或更小的颗粒含量至少为 95%。

2.根据权利要求 1 所说的聚缩醛树脂组合物，其中，接枝共聚物 (B) 是通过将聚甲基丙烯酸甲酯或丙烯腈/苯乙烯共聚物接枝到聚乙烯上而制备的。

3.根据权利要求 1 所说的聚缩醛树脂组合物，其中，无机粉末 (D) 是至少一种选自碳酸钙、滑石、硅石、粘土、云母和碳的无机粉末。

4.根据权利要求 1 所说的聚缩醛树脂组合物，其中，无机粉末 (D) 的平均颗粒直径为  $10\mu\text{m}$  或更小。

5.根据权利要求 1 所说的聚缩醛树脂组合物，其中，润滑剂 (C) 是至少一种选自石蜡油、脂肪酸、脂肪酸酯和硅油的润滑剂。

6.权利要求 1 所说的聚缩醛树脂组合物在制造滑动件中的应用。

本发明涉及具有良好摩擦性及研磨性和良好的模塑性及机械性的聚缩醛组合物及由该组合物制成的滑动件。

聚缩醛树脂具有良好平衡的机械性及良好的摩擦性和研磨性、耐化学性、耐热性、电学性能等，并且被广泛用于机动车、电器和电子原件等领域。然而，在这些领域中所要求的性能越来越严格，例如，希望进一步改善滑动性以及通用性。

除了上述性能外，滑动性不仅包括摩擦和具体研磨磨损系数，还包括作为重要性能的摩擦噪声

(吱吱声)。

为了改善上述滑动性能，将树脂（如氟树脂或聚烯烃）或润滑油（如脂肪酸、脂肪酸酯、硅油或矿物油）加入到聚缩醛树脂中。

尽管包括滑动噪声的滑动性能可以通过添加氟树脂和聚烯烃树脂改善到一定程度，然而这些树脂与聚缩醛的相容性差，并且在模制品的表面易于产生脱层或在模具模头上形成沉积物。

虽然添加润滑油有效地降低了摩擦系数和特有的研磨磨损，但它不适于改善滑动噪声并存在许多问题，如挤出困难和使用中渗出困难。

这样，现有技术的方法不能令人满意地提供某种具有良好模塑性和对特定滑动件（部件）在所有应用性中的平衡性、机械性和其它的实用性的滑动件，因此强烈的需要进一步地加以改善。

为了改进具有优良滑动性和与其它性能有关的良好特性的聚缩醛树脂组合物，经过广泛的重复研究的结果，本发明人业已发现，通过将特定的接枝共聚物、润滑剂和特定的无机粉末添加到聚缩醛树脂之中，可以得到在摩擦和研究特性、模塑性、防脱层、表面硬度和机械性之间具有良好平衡性的优异特性的聚缩醛树脂组合物，并完成了本发明。

换句话说，本发明提供了一种聚缩醛树脂组合物及由该组合物所形成的滑动件，该聚缩醛树脂组合物由 100 重量份的聚缩醛树脂 (A)、0.5 至 40 重量份的由烯烃聚合物 (a) 和至少一种乙烯基聚合物和醚聚合物 (b)（它们相互化学键合而形成接枝或交联结构）所构成的接枝共聚物 (B)，0.1 至 20 重量份的润滑剂 (C)，和 0.5 至 30 重量份的无机粉末 (D)（具有平均颗粒直径为  $50\mu\text{m}$  或更小及具有平均颗粒直径为  $100\mu\text{m}$  或更小其颗粒含量为至少 95%）混合制备而成。

现在将详细地叙述本发明的构成。

可用于本发明中的聚缩醛树脂 (A) 包括聚缩醛均聚物和具有主要由甲醛链构成主链的聚缩醛共聚物。用已知工艺由交联或接枝而改性的聚缩醛树脂所制备的树脂可以用作基本树脂，就树脂可模塑范围内而言，对其聚合度等没有特别的限制。

用作本发明组分 (B) 的接枝共聚物是由烯烃聚合物 (a) 和至少一种乙烯基聚合物和醚聚合物 (b) 经相互化学键合形成接枝或交联结构而构成的一种共聚物。

3

构成接枝共聚物组分 (B) 主链组分的烯烃聚合物的例子包括了均聚物 (例如聚乙烯、聚丙烯和聚丁烯) 和具有以这些均聚物作为基本成分的共聚物; 共聚物的例子包括乙烯/丙烯共聚物、乙烯/1-丁烯共聚物及含有乙烯和  $\alpha$ 、 $\beta$ -不饱和酸的缩水甘油酯 (例如丙烯酸缩水甘油酯、甲基丙烯酸缩水甘油酯和乙基丙烯酸缩水甘油酯) 的共聚物, 其中, 合乎需要的是使用聚乙烯和含有乙烯和  $\alpha$ 、 $\beta$ -不饱和酸的缩水甘油酯的共聚物 (尤其是乙烯/甲基丙烯酸缩水甘油酯共聚物)。

接枝在烯烃聚合物 (a) 上的聚合物 (b) 包括至少一种下述的乙烯基聚合物和醚聚合物。乙烯基聚合物的例子包括聚甲基丙烯酸甲酯、聚丙烯酸乙酯、聚丙烯酸丁酯、聚-2-乙基己基丙烯酸酯、聚苯乙烯、聚丙烯腈、丙烯腈/苯乙烯共聚物、丙烯酸丁酯/甲基丙烯酸甲酯共聚物和丙烯酸丁酯/苯乙烯共聚物。醚聚合物的例子包括聚环氧乙烷、聚氧杂环丁烷和聚环氧丙烷, 优选的例子是聚甲基丙烯酸甲酯、丙烯腈/苯乙烯共聚物、聚环氧乙烷等。

在包括上述成分的接枝共聚物 (B) 中, 特别合乎需要的是由将聚甲基丙烯酸甲酯或丙烯腈/苯乙烯共聚物 (b) 接枝到聚乙烯 (a) 上而制备的接枝共聚物。

以本发明为特点的接枝共聚物 (B) 的特征在于, 不是分别使用构成主链部分的烯烃聚合物 (a) 和乙烯基聚合物或醚聚合物 (b) 的, 而是他们形成了由不同性质的聚合物 (a) 和 (b) 构成的接枝聚合物, 聚合物 (a) 和 (b) 通过至少一侧化学键合在一起而形成接枝或交联结构, 由将在以后叙述的该接枝结构的优点产生了显著的效果, 而该效果通过仅单独添加 (a) 或 (b) 是得不到的。

即使对制备含有 (a) 部分和 (b) 部分的接枝共聚物的方法没有加以特别的限定, 但是一般通过已知的自由基反应则可以很容易地制备该共聚物, 例如, 通过包括将游离基催化剂加入单体中形成聚合物 (a) 和 (b) 并由捏和而进行接枝的方法, 或者通过包括将游离基催化剂 (如过氧化物) 加到聚合物 (a) 和 (b) 中的一种中形成自由基, 并与其它聚合物组分熔融捏合该混合物的方法来制备接枝共聚物 (B)。用于构成接枝共聚物

4

(B) 的 (a) 与 (b) 的比为 95:5 至 5:95, 最好是 80:20 至 20:80, 而更好是 60:40 至 40:60。

组分 (B) 的用量, 对每 100 重量份的组分 (A) 为 0.5 至 40 重量份, 最好是 1 至 30 重量份。

当组分 (B) 的量过分小时, 改进滑动特性, 尤其是抑制滑动噪声的效果 (即本发明的目的) 将不能得到, 而当该量过分大时, 机械性能如刚性会受到不希望有的破坏。

用于本发明中的润滑剂 (C) 包括在常温下是液体或者至少在挤出温度下是液体的所有已知的润滑剂, 它的例子是多种多样的, 包括矿物油, 例如轴油、致冷机油、涡轮机油、机油、液压缸油、齿轮油和石蜡油; 烃类, 例如, 液体石蜡、石蜡和聚乙烯蜡; 脂肪酸, 例如, 月桂酸、肉豆蔻酸、棕榈酸、硬脂酸、花生酸、山萘酸、褐煤酸; 醇, 例如, 己醇、辛醇、十六烷醇、十八烷醇、山萘醇、1, 2-乙二醇、丙三醇、聚丙三醇和季戊四醇; 脂肪酸酯, 例如, 上述脂肪酸与上述醇的酯, 例如, 硬脂酸硬脂醇酯、山萘酸山萘醇酯、季戊四醇三硬脂酸酯、季戊四醇四硬脂酸酯、丙三醇单硬脂酸酯和丙三醇单山萘醇酯; 脂肪酸酰胺, 例如, 硬脂酰胺、棕榈酸酰胺、油酸酰胺、亚甲基双硬脂酰胺和亚乙基双硬脂酰胺; 金属皂, 例如, 硬脂酸钙、硬脂酸锌和硬脂酸镁、天然蜡, 例如褐煤蜡; 及硅油。

在本发明中, 至少使用由这些润滑剂中选择的一种, 由于易于操作, 加工性、摩擦和研磨特性、机械性等, 以石蜡油、脂肪酸、脂肪酸酯和硅油为最好, 碳原子总数为 20 的脂肪酸酯或硅油则更好。

在本发明中, 润滑剂的添加量对每 100 重量份的聚缩醛树脂为 0.1 至 20 重量份, 当用量小于 0.1 重量份时, 改进滑动性的效果则不能得到, 当用量大于 20 重量份时, 有时发生作为基础树脂聚缩醛的性能受到破坏的情况, 最好的量是 0.5 至 10 重量份。

通过将接枝聚合物 (B) 和润滑剂 (C) 的混合物加到聚缩醛 (A) 中所产生的效果在于, 由此可使摩擦和研磨性能得到显著的改进。然而, 如上所述, 当使用组分 (B) 和组分 (C) 的混合物

5

6

时，模制品的表面硬度降低，使得这种混合物的使用限制了具体滑动件的应用，并且还带来了机械性的问题。现已发现，当接枝共聚物 (B) 与某些类型的润滑剂，尤其是与大量润滑剂混合时，根据模塑条件和模件形成，脱层往往不适宜地发生在模件部分上。

因此，本发明组合物的特征在于，将特定直径的无机粉末 (D) 加到上述 (A)、(B)、和 (C) 组分中，并且业已发现，通过 (A)、(B)、(C)、(D) 四种组份的共混，可以得到显著改进上述问题的良好平衡的滑动件，并且可以得到具有良好的滑动性、模塑性、机械性和实用性等性能。用于本目的无机填料 (D) 的平均颗粒直径为  $50\mu\text{m}$  或更小，并且颗粒直径为  $100\mu\text{m}$  或更小的颗粒含量至少为 95%。

随着无机粉末颗粒直径的增加，粉末在模塑件表面形成凹凸不平，增加了所谓表面粗糙度，并且在模件滑动时损坏了配合材料。

虽然所用无机粉末的种类没有特别限定，但无机粉末的例子包括碳酸钙、碳酸镁、滑石、硅石、粘土、高岭土、硅藻土、珠光体、膨润土、长石、碳和白碳、特别好的是使用碳酸钙、滑石、硅石、粘土、云母和碳。

在本发明中，无机粉末的添加量对每 100 重量份的聚缩醛树脂为 0.5 至 30 重量份。当该量小于 0.5 重量份时，认为在改善表面硬度和机械性能上没有效果，而当该量大于 30 重量份时，有时发生由于模件表面粗糙而损害滑动性和损坏配合材料。

如上所述，本发明的特征和效果在于，通过将特定接枝共聚物 (B) 与润滑剂 (C) 和特定无机粉末 (D) 的混合物加到聚缩醛树脂 (A) 中，可以得到良好性能和得到在包括摩擦和研磨性、模塑性、模件的表面性能 (硬度和脱层) 和机械性的所有性能中所具有的良好平衡性。

尽管添加无机刚性物质通常会损坏滑动性 (如摩擦和研磨)，然而意外的发现，在本发明中具有特定的颗粒直径的颗粒物质，尤其是包括碳酸钙、滑石、硅石、粘土、云母或碳的细颗粒物质，不仅无此缺点，而且还显著地改善了由于组分 (B) 和组分 (C) 结合使用所产生的问题。在同时完成具有特定尺寸和特定形状的模塑及完成滑动件通常要

求的性能中，本发明的组合物对于磁带转动零件 (如磁带录像机或 8—mm 磁带录像机的零件) 所需要的特殊滑动性能、机械性能上均具有极好的效果，并且能够提供一种适用于滑动部分 (例如导轮和磁带转动棒) 的组合物。

也可以将已知的稳定剂加到本发明的组合物中，以进一步增加其稳定性。为了改进其性能，也可以按照其所需要的用途而将已知的添加剂添加于本发明的组合物中。

添加剂的例子包括着色剂、不同于上述润滑剂的脱模剂、成核剂、抗静电剂、其它表面活性剂和不同于上述接枝共聚物的共聚物。

在不明显损坏本发明组合物所要求的性能的范围，还可以添加至少一种无机、有机、金属或诸如如此的纤维或片状填料或其它的颗粒填料。

通过通常用于制备常用树脂组合物的已知工艺可以很容易地制备本发明的组合物或模塑件。例如，可以是任意一种的包括将各组分在一起混合、捏和并用单或双螺杆挤出机挤出混合物成粒料、模塑该粒料的方法；另一种方法包括：制备不同组合物的粒料 (母体混合物)，通过混合 (稀释) 特定量的该粒料形成模塑混合物，再通过可以使用的模塑方法而得到所需要的组合物的模塑件。

在本发明组合物的制备中，希望进一步改善添加剂的分散性，采用的方法包括研磨至少部分的作为基料的聚缩醛树脂，再将所得到的粉末与其它组分相混合，并将所得到的混合物进行挤出或其它同类的工艺。

当使用润滑剂 (C)，尤其是使用一种液体时，考虑到能容易地制备该组合物和改进加工性及滑动性，一种包括用预混合使润滑剂 (C) 浸渍接枝共聚物 (B)、将预混物与聚缩醛树脂进行捏和、并将所得到的混合物进行挤出或其它同类的工艺等的方法是合乎需要的。

与仅仅混合接枝共聚物和润滑剂所制备的组合物相比较，通过将聚缩醛与特定的接枝共聚物 (B)、润滑剂 (C) 和特定的无机粉末 (D) 相混合所制备的本发明的聚缩醛树脂组合物具有极好的滑动 (研磨) 性，并显著地改善了表面硬度和机械性能、在注塑件的表面没有脱层，并得到了更合乎需要的滑动件。

另外，本发明的组合物不存在挤出和模塑问题

(即该类材料所存在的问题), 也没有明显的组分分离和渗漏等问题。

本发明的滑动件组合物具有作为滑动件的上述优良性能, 因此它适合于音响和录像机部件的滑动件, 如磁带录像机和 8—mm 磁带录像机的齿轮、凸轮、旋转杆、导轮和导杆, 而且也适用于纺织机、照像机、收音机及办公室自动装置(如传真机、计算机等)的机械零件等。

图 1 中 (A) 和 (B) 是用作机械性能评价的导轮的侧视和平面图。

虽然现在将用参考实施例更详细地叙述本发明, 但是并不意味着对本发明的限定。

实施例 1 至 15 和比较实施例 1 至 13

如表 1 所示, 将聚缩醛树脂(商标为 Duracon, Polyplastic 产品)与接枝聚合物组分(B)、润滑剂组分(C)和无机粉末组分(D)按表 1 所述的比例进行混合, 用双螺杆挤出机熔融捏合混合物, 制成粒化组合物, 通过注塑而制成试验片并对其进行评价, 表 1 给出了结果。

为了进行比较, 在表 2 中所列出的组合物是由接枝共聚物(B)、润滑剂(C)和无机粉末(D)当中, 省略出一种或两种组分而制成的, 或者是由用较大颗粒直径的无机粉末作为组分(D)所形成的组合物及类似的组合物, 对其以同样的方法进行评价, 其结果也列在表 2 中。

评价的项目和方法如下:

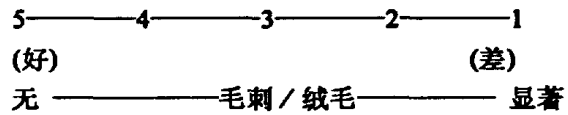
模件的外观:

用下述两种模塑条件来模塑用于评价的试片(50mm×50mm×1mm, 中心浇口体系), 用 5 个等级来评价其表面脱层状况(特别是在浇口附近)

	5	4	3	2	1
	(好)				(差)
	无 ←————— 脱 层 —————→				显著的
模塑条件	A		B		
[注塑机]料筒温度(℃)	190		190		
注塑压力(公斤/厘米 <sup>2</sup> )	750		750		
注塑速度(米/分)	1		3		

机械性能:

制备如图 1 所示的导轮, 并于 140℃老化 3 小时, 在电子显微镜(×2000)下, 用精密车床转动设备来加工轮的内滑动部分, 并观察内表面的外观(毛刺和绒毛), 并以 5 个级别对其进行评价:



维氏硬度:

用微维克斯硬度计(由 Matsuzawa Seiki 制造)测量摩擦和研磨试验用模件(一种内部直径为 20mm 和外部直径为 25.6mm 的圆形模件)的摩擦面的表面; 数值越大、模件硬度越大。

摩擦系数和特殊的研磨磨损

在压力为 0.9 公斤/厘米<sup>2</sup>、线速度为 180 毫米/秒和接触面积为 2.0 厘米<sup>2</sup>的条件下, 通过使用普通的聚缩醛树脂(商标为 Duracon M90—02, polyplastic 产品)作为配合料, 用 suzuki 摩擦和研磨测试仪来测量摩擦系数和特殊的研磨磨损。

用作组分(B)的物质和其组成表示如下, 以及列在表 1 和表 2 中的缩写术语也列出如下:

(a) PE: 聚乙烯

(a) E/GMA: 乙烯/甲基丙烯酸缩水甘油酯(85:15)共聚物

(b) PMMA: 聚甲基丙烯酸甲酯

(b) AN/S: 丙烯腈/苯乙烯共聚物

(B) PE-g-PMMA: 聚乙烯(50)与聚甲基丙烯酸甲酯(50)的接枝共聚物

(B) PE-g-AN/S: 聚乙烯(50)与丙烯腈/苯乙烯(50)的接枝共聚物

(B) E/GMA-g-PMMA: 聚乙烯/甲基丙烯酸缩水甘油酯(70)与聚甲基丙烯酸甲酯(30)的接枝共聚物

表 1

		(重量份)	实施例号								
			1	2	3	4	5	6	7	8	
(A)	聚缩醛树脂	(重量份)	100	100	100	100	100	100	100	100	
(B)	PE-g-PMMA	(重量份)	10	10	10	10	10	10	—	—	
	PE-g-AN/S	(重量份)	—	—	—	—	—	—	5	10	
	E/GMA-g-PMMA	(重量份)	—	—	—	—	—	—	—	—	
(C)	石蜡油	(重量份)	1	2	5	—	—	—	—	—	
	硬脂酸硬脂醇酯	(重量份)	—	—	—	5	5	5	2	2	
	单山 <sub>10</sub> 酸甘油酯	(重量份)	—	—	—	—	—	—	—	—	
	硅油	(重量份)	—	—	—	—	—	—	—	—	
(D)	碳酸钙 (平均颗粒直径 3 $\mu$ m) <sup>*1</sup>	(重量份)	5	5	5	—	—	5	5	5	
	碳酸钙 (平均颗粒直径 20 $\mu$ m) <sup>*2</sup>	(重量份)	—	—	—	—	5	—	—	—	
	碳酸钙 (平均颗粒直径 70 $\mu$ m) <sup>*3</sup>	(重量份)	—	—	—	—	—	—	—	—	
	滑石 (平均颗粒直径 3 $\mu$ m) <sup>*4</sup>	(重量份)	—	—	—	—	—	—	—	—	
	硅石 (平均颗粒直径 2 $\mu$ m) <sup>*5</sup>	(重量份)	—	—	—	5	—	—	—	—	
	碳黑 (平均颗粒直径 30nm)	(重量份)	—	—	—	—	—	—	—	—	
评价	模件(A)的表现		5	5	5	5	5	5	5	5	
	模件(B)的表现		5	5	4	4	5	5	5	5	
	机械性能		5	5	4	5	5	5	5	5	
	维氏硬底		16	16	15	19	18	17	18	17	
	摩擦和研磨特性	动态摩擦系数		0.23	0.21	0.20	0.23	0.22	0.22	0.21	0.21
		特殊研磨 磨损	试验材料(mm <sup>3</sup> /kg.km)	4x10 <sup>-2</sup>	2x10 <sup>-2</sup>	2x10 <sup>-2</sup>	2x10 <sup>-2</sup>	3x10 <sup>-2</sup>	2x10 <sup>-2</sup>	2x10 <sup>-2</sup>	2x10 <sup>-2</sup>
配合材料(mm <sup>3</sup> /kg.km)			6x10 <sup>-2</sup>	5x10 <sup>-2</sup>	4x10 <sup>-2</sup>	6x10 <sup>-2</sup>	5x10 <sup>-2</sup>	4x10 <sup>-2</sup>	4x10 <sup>-2</sup>	4x10 <sup>-2</sup>	

\*1 颗粒直径 $<50\mu\text{m}$ : 99%  $<$ ;  $<50\mu\text{m}$ : 96% \*2 颗粒直径 $<100\mu\text{m}$ : 98%;  $<50\mu\text{m}$ : 95% \*3 颗粒直径 $<100\mu\text{m}$ : 92% \*4 颗粒直径 $<100\mu\text{m}$ : 99%  $<$ ;  $<50\mu\text{m}$ : 96% \*5 颗粒直径 $<100\mu\text{m}$ : 99%  $<$ ;  $<50\mu\text{m}$ : 97%

表 1(续)

		(重量份)	实施例号							
			9	10	11	12	13	14	15	
(A)	聚缩醛树脂	(重量份)	100	100	100	100	100	100	100	
(B)	PE-g-PMMA	(重量份)	—	—	—	—	—	—	—	
	PE-g-AN/S	(重量份)	10	10	10	10	10	10	—	
	E/GMA-g-PMMA	(重量份)	—	—	—	—	—	—	10	
(C)	石蜡油	(重量份)	—	—	—	—	—	—	2	
	硬脂酸硬脂醇酯	(重量份)	5	5	5	—	—	—	—	
	单山 <sup>2</sup> 酸甘油酯	(重量份)	—	—	—	5	5	—	—	
	硅油	(重量份)	—	—	—	—	—	5	—	
(D)	碳酸钙 (平均颗粒直径 3 $\mu$ m) <sup>*1</sup>	(重量份)	5	10	20	—	—	5	5	
	碳酸钙 (平均颗粒直径 20 $\mu$ m) <sup>*2</sup>	(重量份)	—	—	—	—	—	—	—	
	碳酸钙 (平均颗粒直径 70 $\mu$ m) <sup>*3</sup>	(重量份)	—	—	—	—	—	—	—	
	滑石 (平均颗粒直径 3 $\mu$ m) <sup>*4</sup>	(重量份)	—	—	—	5	—	—	—	
	硅石 (平均颗粒直径 2 $\mu$ m) <sup>*5</sup>	(重量份)	—	—	—	—	—	—	—	
	碳黑 (平均颗粒直径 30nm)	(重量份)	—	—	—	—	3	—	—	
评价	模件(A)的表现		5	5	5	5	5	5	5	
	模件(B)的表现		4	5	5	4	5	4	5	
	机械性能		5	5	5	5	5	4	5	
	维氏硬底		16	15	16	16	18	15	16	
	摩擦和研磨特性	动态摩擦系数		0.20	0.20	0.21	0.20	0.21	0.20	0.21
		特殊研磨 磨损	试验材料(mm <sup>3</sup> /kg.km)	2x10 <sup>-2</sup>	2x10 <sup>-2</sup>	3x10 <sup>-2</sup>	3x10 <sup>-2</sup>	2x10 <sup>-2</sup>	2x10 <sup>-2</sup>	3x10 <sup>-2</sup>
配合材料(mm <sup>3</sup> /kg.km)			4x10 <sup>-2</sup>	4x10 <sup>-2</sup>	5x10 <sup>-2</sup>	4x10 <sup>-2</sup>	4x10 <sup>-2</sup>	3x10 <sup>-2</sup>	6x10 <sup>-2</sup>	

\*1 颗粒直径<50 $\mu$ m: 99% < \*2 颗粒直径<100 $\mu$ m: 98%; <50 $\mu$ m: 95% \*3 颗粒直径<100 $\mu$ m: 92% \*4 颗粒直径<100 $\mu$ m: 99% <; <50 $\mu$ m: 96% \*5 颗粒直径<100 $\mu$ m: 99% <; <50 $\mu$ m: 97%

表 2

		(重量份)	比较实施例号							
			1	2	3	4	5	6	7	
(A)	聚缩醛树脂	(重量份)	100	100	100	100	100	100	100	
(B)	PE-g-PMMA	(重量份)	10	10	10	10	—	10	10	
	PE-g-AN/S	(重量份)	—	—	—	—	—	—	—	
	E/GMA-g-PMMA	(重量份)	—	—	—	—	—	—	—	
(C)	石蜡油	(重量份)	1	2	5	—	5	—	—	
	硬脂酸硬脂醇酯	(重量份)	—	—	—	—	—	5	5	
	单山 <sub>1</sub> 酸甘油酯	(重量份)	—	—	—	—	—	—	—	
	硅油	(重量份)	—	—	—	—	—	—	—	
(D)	碳酸钙 (平均颗粒直径 3 $\mu$ m) <sup>*1</sup>	(重量份)	—	—	—	5	5	—	—	
	碳酸钙 (平均颗粒直径 20 $\mu$ m) <sup>*2</sup>	(重量份)	—	—	—	—	—	—	—	
	碳酸钙 (平均颗粒直径 70 $\mu$ m) <sup>*3</sup>	(重量份)	—	—	—	—	—	—	5	
	滑石 (平均颗粒直径 3 $\mu$ m) <sup>*4</sup>	(重量份)	—	—	—	—	—	—	—	
	硅石 (平均颗粒直径 2 $\mu$ m) <sup>*5</sup>	(重量份)	—	—	—	—	—	—	—	
	碳黑 (平均颗粒直径 30nm)	(重量份)	—	—	—	—	—	—	—	
评价	模件(A)的表观		5	5	3	4	1	3	4	
	模件(B)的表观		3	2	1	2	1	1	2	
	机械性能		2	1	1	4	5	1	4	
	维氏硬底		12	12	11	18	19	11	17	
	摩擦和研磨特性	动态摩擦系数		0.23	0.22	0.20	0.35	0.32	0.19	0.23
		特殊研磨 磨 损	试验材料(mm <sup>3</sup> /kg.km)	11x10 <sup>-2</sup>	7x10 <sup>-2</sup>	7x10 <sup>-2</sup>	10x10 <sup>-2</sup>	11x10 <sup>-2</sup>	7x10 <sup>-2</sup>	6x10 <sup>-2</sup>
配合材料(mm <sup>3</sup> /kg.km)			15x10 <sup>-2</sup>	8x10 <sup>-2</sup>	6x10 <sup>-2</sup>	12x10 <sup>-2</sup>	13x10 <sup>-2</sup>	6x10 <sup>-2</sup>	9x10 <sup>-2</sup>	

\*1 颗粒直径<50 $\mu$ m: 99% <; <100 $\mu$ m: 98%; <50 $\mu$ m: 95% \*2 颗粒直径<100 $\mu$ m: 92% \*3 颗粒直径<100 $\mu$ m: 99% <; <50 $\mu$ m: 96% \*4 颗粒直径<100 $\mu$ m: 99% <; <50 $\mu$ m: 97%

表 2(续)

(重量份)		比较实施例号							
		8	9	10	11	12	13		
(A)	聚缩醛树脂 (重量份)	100	100	100	100	100	100		
(B)	PE-g-PMMA (重量份)	—	—	—	—	—	—		
	PE-g-AN/S (重量份)	5	10	10	10	10	—		
	E/GMA-g-PMMA (重量份)	—	—	—	—	—	10		
(C)	石蜡油 (重量份)	—	—	—	—	—	2		
	硬脂酸硬脂醇酯 (重量份)	2	5	5	—	—	—		
	单山 <sub>3</sub> 酸甘油酯 (重量份)	—	—	—	5	—	—		
	硅油 (重量份)	—	—	—	—	5	—		
(D)	碳酸钙 (平均颗粒直径 3 $\mu$ m) <sup>*1</sup> (重量份)	—	—	—	—	—	—		
	碳酸钙 (平均颗粒直径 20 $\mu$ m) <sup>*2</sup> (重量份)	—	—	—	—	—	—		
	碳酸钙 (平均颗粒直径 70 $\mu$ m) <sup>*3</sup> (重量份)	—	—	—	—	—	—		
	滑石 (平均颗粒直径 3 $\mu$ m) <sup>*4</sup> (重量份)	—	—	—	—	—	—		
	硅石 (平均颗粒直径 2 $\mu$ m) <sup>*5</sup> (重量份)	—	—	—	—	—	—		
	碳黑 (平均颗粒直径 30nm) (重量份)	—	—	—	—	—	—		
评价	模件(A)的表现		4	4	4	4	2	4	
	模件(B)的表现		2	1	1	2	1	1	
	机械性能		2	1	1	1	1	2	
	维氏硬度		13	12	11	11	11	12	
	摩擦和研磨特性	动态摩擦系数		0.22	0.21	0.20	0.20	0.20	0.21
		特殊研磨 磨损	试验材料(mm <sup>3</sup> /kg.km)	8x10 <sup>-2</sup>	7x10 <sup>-2</sup>	7x10 <sup>-2</sup>	7x10 <sup>-2</sup>	6x10 <sup>-2</sup>	6x10 <sup>-2</sup>
配合材料(mm <sup>3</sup> /kg.km)			9x10 <sup>-2</sup>	7x10 <sup>-2</sup>	6x10 <sup>-2</sup>	6x10 <sup>-2</sup>	6x10 <sup>-2</sup>	6x10 <sup>-2</sup>	

\*1 颗粒直径<50 $\mu$ m: 99% < \*2 颗粒直径<100 $\mu$ m: 98%; <50 $\mu$ m: 95% \*3 颗粒直径<100 $\mu$ m: 92% \*4 颗粒直径<100 $\mu$ m: 99% <; <50 $\mu$ m: 96% \*5 颗粒直径<100 $\mu$ m: 99% <; <50 $\mu$ m: 97%

# 说明书附图

图 1

