

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

F16D 69/02

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 97193637.4

[43]公开日 1999年4月28日

[11]公开号 CN 1215455A

[22]申请日 97.4.8 [21]申请号 97193637.4

[30]优先权

[32]96.4.8 [33]US [31]08/629,206

[86]国际申请 PCT/US97/05723 97.4.8

[87]国际公布 WO97/38236 英 97.10.16

[85]进入国家阶段日期 98.10.5

[71]申请人 美国 3M 公司

地址 美国明尼苏达州

[72]发明人 D·S·舍茨 E·C·埃德贝露

K·T·姆克埃介

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

代理人 白益华

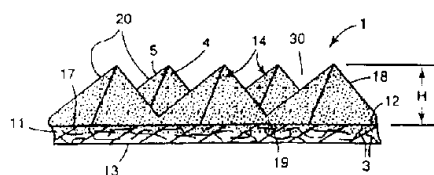
权利要求书 4 页 说明书 33 页 附图页数 3 页

[54]发明名称 图案表面的摩擦材料、离合片部件及其制造和使用方法

[57]摘要

一种用于传递扭矩的摩擦表面部件的摩擦材料(1),它包括具有前表面(12)和后表面(13)的背衬(11)。在背衬(11)的前表面(12)上附着有许多精确成形摩擦复合物(20)形成的图案的摩擦涂层(14)。该精确成形的复合物(20)包括许多分散在粘合剂(5)中的摩擦颗粒(4)。

在一个实例中,摩擦材料(1)的弹性模量约为 10^8 达因/cm²或更小。



ISSN 1008-4274

具有前表面和后表面的背衬; 和

2, 如权利要求 1 所述的摩擦材料, 其特征在于所述许多精确成形的摩擦复合的每一个均包括选自平行管、立方体、圆锥体、截去顶部的棱锥体、圆柱体、体及其混合体的三维形状。

4. 如权利要求 1 所述的摩擦材料, 其特征在于所述许多精确成形的摩擦复合的每一个均包括具有四边形底面的棱锥体。

7. 如权利要求 1 所述的摩擦材料, 其特征在于在约 26.62kJ 的能级下图案的摩擦涂层的摩擦系数约为 0.14 或更高。

9. 如权利要求 8 所述的摩擦材料, 其特征在于所述粘结层包括含氟弹性体。

11. 如权利要求 1 所述的摩擦材料, 其特征在于所述许多精确成形的摩擦复

12. 如权利要求 1 所述的摩擦材料, 其特征在于所述摩擦颗粒选自有机材料、金属材料、半金属材料、无机材料及其混合物。

30 14. 如权利要求 13 所述的摩擦材料, 其特征在于有机材料包括焦炭。

1

16. 如权利要求 1 所述的摩擦材料, 其特征在于所述粘合剂包括加成聚合的树脂。

17. 如权利要求 16 所述的摩擦材料, 其特征在于所述加成聚合的树脂包括自由基聚合的树脂。

5 18. 如权利要求 1 所述的摩擦材料, 其特征在于粘合剂包括丙烯酸酯单体和至少具有一个侧接丙烯酸酯基团的异氰脲酸酯衍生物的聚合反应产物。

19. 如权利要求 1 所述的摩擦材料, 其特征在于所述粘合剂包括由含丙烯酰胺基团的氨基塑料树脂制得的交联体系。

10 20. 如权利要求 1 所述的摩擦材料, 其特征在于所述粘合剂包括由含丙烯酰胺基团的氨基塑料树脂和含丙烯酸酯基团的氨基塑料树脂的混合物制得的交联体系。

21. 如权利要求 1 所述的摩擦材料, 其特征在于所述背衬包括具有许多用丙烯酸胶乳粘结在一起的芳族聚酰胺短纤维的无纺纸。

15 22. 如权利要求 1 所述的摩擦材料, 其特征在于所述粘合剂包括由含丙烯酰胺基团的氨基塑料树脂和含丙烯酸酯基团的氨基塑料树脂的混合物制得的交联体系, 并且至少一种具有至少一个侧接丙烯酸酯基团的树脂选自单官能的丙烯酸酯单体、多官能丙烯酸酯单体、聚氨酯丙烯酸酯、环氧树脂丙烯酸酯、丙烯酸异冰片酯、聚酯丙烯酸酯、丙烯酸酯化的聚丙烯酸类、聚硅氧烷丙烯酸酯、聚醚丙烯酸酯及其混合物。

20 23. 如权利要求 22 所述的摩擦材料, 其特征在于至少一种具有至少一个侧接丙烯酸酯基团的树脂选自聚氨酯-丙烯酸酯、丙烯酸异冰片酯、聚硅氧烷丙烯酸酯及其混合物。

24. 如权利要求 21 所述的摩擦材料, 其特征在于摩擦颗粒选自冶金焦炭、石油焦炭、椰子壳活性炭及其混合物。

25 25. 如权利要求 24 所述的摩擦材料, 其特征在于所述许多精确成形的复合物还包括添加剂。

26. 一种包括权利要求 1 所述摩擦材料的制品, 它还包括粘合在背衬的后表面上的金属基材。

30 27. 一种包括权利要求 1 所述摩擦材料的制品, 它还包括置于所述许多精确成形的摩擦复合物对面的啮合表面。

28. 用于在动力传动装置中传递动力的摩擦表面部件的摩擦材料, 该摩擦材料包括:

含有许多用丙烯酸胶乳粘结在一起的芳族聚酰胺短纤维的无纺纸，该纸具有前表面和后表面；和

附着在背衬的前表面上的棱锥图案的摩擦涂层，该图案的摩擦涂层包括许多精确成形的棱锥摩擦复合物，每个摩擦复合物包括许多分散在粘合剂中的焦炭颗粒，所述粘合剂包括三羟甲基丙烷三丙烯酸酯和异氰脲酸三羟乙酯的三丙烯酸酯的聚合反应产物。

29. 用作摩擦表面部件的摩擦材料，该摩擦材料包括：

具有前表面和后表面的背衬；和

在该背衬的前表面上许多精确成形的复合物形成的图案摩擦涂层，所述精确成形的复合物包括许多分散在粘合剂中的摩擦颗粒，其中所述摩擦材料的弹性模量约为 10^7 达因/cm² 或更低。

30. 如权利要求 29 所述的摩擦材料，其特征在于在约 200 次循环，约 26.62kJ 的能级下摩擦材料的摩擦系数约为 0.14 或更大。

31. 如权利要求 29 所述的摩擦材料，其特征在于摩擦材料还包括在背衬后表面上的粘结层。

32. 如权利要求 29 所述的摩擦材料，其特征在于所述粘合剂包括由具有丙烯酰胺基团的氨基塑料树脂和具有丙烯酸酯基团的氨基塑料树脂的混合物制成的交联体系，并且至少一种树脂具有至少一个侧接丙烯酸酯基团，该树脂选自单官能的丙烯酸酯、丙烯酸异冰片酯、聚酯丙烯酸酯、丙烯酸酯化聚丙烯酸类、聚硅氧烷-丙烯酸酯、聚醚丙烯酸酯及其混合物。

33. 如权利要求 32 所述的摩擦材料，其特征在于具有至少一个侧接丙烯酸酯基团的所述至少一种树脂选自聚氨酯丙烯酸酯、丙烯酸异冰片酯、聚硅氧烷丙烯酸酯及其混合物。

34. 如权利要求 29 所述的摩擦材料，其特征在于所述摩擦材料选自有机材料、金属材料、半金属材料、无机材料及其混合物。

35. 如权利要求 29 所述的摩擦材料，其特征在于所述摩擦颗粒包括有机材料。

36. 如权利要求 35 所述的摩擦材料，其特征在于有机材料包括焦炭。

37. 如权利要求 29 所述的摩擦材料，其特征在于所述许多精确成形的复合物还包括添加剂。

38. 一种传输扭矩的装置，它包括：

在流体介质中运作用于将扭矩传递至对面第二板部件的啮合表面上的第一

板部件，所述第一板部件具有粘结在支承板上的摩擦表面材料，其中该摩擦表面材料包括：

具有前表面和后表面的背衬；

附着在该背衬前表面上的由许多精确成形的摩擦复合物限定的图案摩擦涂

- 5 层，所述精确成形的摩擦复合物包括许多分散在粘合剂中的摩擦颗粒；以及在摩擦表面材料界面上能与该第一板部件啮合的旋转部件。

39. 如权利要求 38 所述的装置，其特征在于所述第一板部件和对面的第二板部件包括离合器。

- 10 40. 如权利要求 36 所述的装置，其特征在于所述第一板部件和对面的第二板部件包括制动器机构。

41. 如权利要求 36 所述的装置，其特征在于所述第一板部件和对面的第二板部件包括自动变速装置中的扭矩变换器。

42. 如权利要求 38 所述的装置，其特征在于所述第一板部件和对面的第二板部件包括制动器机构。

- 15 43. 如权利要求 38 所述的装置，其特征在于所述第一板部件和对面的第二板部件包括自动变速装置中的扭矩变换器。

- 20 44. 一种改变汽车速度的方法，它包括权利要求 38 所述的用于传递扭矩的装置，其特征在于该方法包括在流体的存在下使第一板部件与旋转部件在摩擦表面材料的界面上进行啮合的步骤，使该板部件和旋转部件间的摩擦系数增加，以便在板部件和旋转部件之间传递扭矩，从而改变汽车的速度。

说明书

图案表面的摩擦材料、离合片部件 及其制造和使用方法

5

本发明涉及用于离合片部件、制动器垫片和变速装置等的图案表面的摩擦材料，并涉及制造和使用这种结构的方法。

摩擦材料广泛地用于各种汽车用途中，如用于制动器衬垫、制动器垫片、用于自动变速装置中的扭矩（torque）变换离合器、手动变速装置中的同步器环以及在新式汽车中所谓的“滑动”离合器（扭矩变换离合器的一种变体）。

一般来说，摩擦材料需要满足各种性能要求。摩擦材料所要求的性能包括韧性、强度、耐热性、良好的摩擦性能以及长的寿命。用于变速装置的摩擦材料应具有一般水平的扭矩曲线，在标准使用条件下不出现粘附失效，并具有扭矩曲线水平度和扭矩量的记忆力。另外，由于在传动流体中摩擦调节剂能促进离合器的平稳运行，因此摩擦材料在啮合的表面上应滞留或保留适量的流体。为了达到这些及其它目的，以前提出了用于摩擦材料具有图案的或者有纹理的摩擦表面。

这种用于摩擦材料具有图案的表面的一种制造方法是分批热压成型方法（如 Hara 等的美国专利 5,004,089 公开的方法），其中的模具具有与所需的有凹痕的表面基本相反的形状。由于所述成型方法一般是分批法，需要大量的时间和能量，因此这种方法不适用于大规模制造设备。Black 的美国专利 3,841,949 公开了一种复合摩擦板，它具有呈小岛状的合成橡胶表面，其中嵌有摩擦材料（如烧结粉末的青铜颗粒）以形成真正的摩擦表面。据说较好的是这种颗粒或小岛的形状为凸出于外涂层薄基层（如耐热的合成橡胶）的圆珠体，并相互间隔地分布在所述基层上。据说这种配置能减少对离合器或制动器中用于消除给定量的热量所需的冷却油量的需求。

已知磨料制品具有等高外形的磨料层，它是一种三维形状、辐照固化、在有机粘合剂中的磨料颗粒分散体，如 Pieper 等的美国专利 5,152,917 公开的发明。该专利总体上描述了将可 UV 固化的树脂和磨料颗粒淤浆涂覆在图案表面上，使该涂覆淤浆的图案表面与背衬接触，固化树脂并从图案表面上移去磨料成品而制得的磨料。但是，该专利所述的磨料不适合用作摩擦材料；它们不具有常用于摩擦材料的成分组合，而这种组合是满足用于汽车变速装置的摩擦材料的严格标准试验所必需的。同样，如 Reeves 的美国专利 5,234,740 所述，已知滑动控制片包

括具有第一和第二主表面的背衬，在第一主表面上具有一系列突出物，它适用于覆盖例如健身器械、器具和球拍手柄。Reeves 专利中形成的突出物中不含有与其它材料一起使摩擦材料适合于汽车变速装置用途（如离合片部件）所必需的粒状炭磨粒。

Seitz 等的美国专利 5,083,650 公开了一种具有粗糙表面适合于用作变速装置中的摩擦表面部件的摩擦部件。Seitz 的摩擦部件包括通过位于上面和下面含炭填料颗粒的热固性聚合物粘合剂用树脂粘结的载在耐热纸上的粒状炭磨粒。在 Seitz 等的摩擦部件表面上形成波形的（粗糙的）外形。需要形成一种能增强纹理控制，无需 Seitz 等所使用的连续涂层的摩擦表面层。

发明的概述

本发明提供一种具有图案摩擦表面的摩擦材料和离合片部件。还提供本发明摩擦材料的制备和使用方法。本发明的一个实例是用作摩擦表面部件的摩擦材料，所述摩擦材料包括：具有前表面和后表面的背衬；在所述背衬的前表面上许多精确成形的复合物(composites)构成图案的摩擦涂层，所述精确成形的复合物包括分散在粘合剂中的许多磨粒。

所述许多精确成形的摩擦复合物限定了具有三维图案的摩擦表面总体外形（如具有非任意图案的阵列）。这种图案的摩擦表面一般包括许多与各个摩擦复合物的形状有关的峰或凹凸(asperity)，相邻的摩擦复合物峰或凹凸相互独立。由于所述峰相互独立，因此在这些峰之间形成空腔。这些空腔为动态地滞留流体（如传动流体）提供了一种手段。各个精确成形的摩擦复合物具有由清楚并可察觉的边界限定的精确形状。相邻的成形复合物最好具有相同的形状，尽管不同的形状也包括在本发明范围内。复合物之间最好具有相同的间距，尽管无规的间距也包括在本发明范围内。

较好的是，所述许多精确成形的摩擦复合物中的每一个均包括选自平行管、立方体、圆锥体、截去顶部的棱锥、圆柱体、棱锥体、及其混合体的三维形状，所述许多精确成形的复合物中的每一个较好包括具有三角形底面的棱锥，所述许多精确成形的摩擦复合物中的每一个最好包括具有四边形底面的棱锥，优选的是，各个棱锥具有平的上表面。所述精确成形的复合物还任选地含有添加剂。

在另一个实例中，摩擦材料具有回弹性，即摩擦材料的弹性模量约为 10^7 达因/cm² 或更低，较好约为 10^6 - 10^7 达因/cm²。弹性模量通常是用购自 Rheometrics Scientific of Piscataway, NJ 的 RSA II 型 Rheometrics Solids Analyzer 测定的。在一

个较好的实例中，所述摩擦材料还包括在背衬后表面上的粘结层(tie layer)，较好的是，该粘结层包括含氟弹性体，其弹性模量较好约为 3.5×10^6 达因/cm²。在另一个较好的实例中，其弹性模量约为 4.5×10^6 达因/cm²，其中图案的摩擦涂层的摩擦系数在约 26.62kJ 的能级下约为 0.14 或更大。

5 较好的是，摩擦材料包括选自有机材料、金属材料、半金属材料、无机材料及其混合物的摩擦颗粒，更好的是，该摩擦颗粒包括有机材料，最好的是，该有机材料包括焦炭，其中所述焦炭选自冶金焦炭、石油焦炭、椰子壳活性炭及其混合物。

10 图案的摩擦涂层是由含有许多摩擦颗粒和树脂(宜为热固性树脂)的可涂覆粘合剂前体淤浆形成的。在淤浆形态，其中的树脂是未聚合或未固化的。从而使淤浆能流动，或能涂覆在背衬上，或者涂覆在制造模具的空腔中(由此限定术语“可涂覆”)。随后将粘合剂前体淤浆置于某些条件(如能源)下，将粘合剂前体淤浆中的树脂固化或聚合成粘合剂，最终将粘合剂前体淤浆转化成摩擦涂层。

15 如上所述，尽管热固性树脂通常是较好的，但是将热塑性树脂用作粘合剂也包括在本发明范围内。在本发明方法中，热塑性树脂处于熔融态或可流动的状态。对该热塑性树脂进行冷却后，它被转化成固态粘合剂从而形成摩擦复合物。较好的热固性粘合剂通过可成聚合树脂，最好是可自由基固化的树脂而制得。较好的能源是辐射能(如电子束)。一种优选的粘合剂包括丙烯酸酯单体和至少具有一个侧接丙烯酸酯基团的异氰脲酸衍生物的聚合反应产物。另一种较好的粘合剂是由含丙烯酰胺基团的氨基塑料树脂，较好由含丙烯酰胺基团的氨基塑料树脂和具有丙烯酸酯基团的氨基塑料树脂的混合物制得的交联体系。另一种较好的粘合剂是由含丙烯酰胺基团的氨基塑料树脂和含丙烯酸酯基团的氨基塑料树脂的混合物制得的交联体系，所述树脂中的至少一种具有至少一个侧接丙烯酸酯基团。较好的是，所述至少具有一个侧接丙烯酸酯基团的至少一种树脂选自单官能的丙烯酸酯单体、多官能的丙烯酸酯单体、聚氨酯丙烯酸酯、环氧树脂丙烯酸酯、丙烯酸异冰片酯、聚酯丙烯酸酯、丙烯酸酯化聚丙烯酸类、聚硅氧烷丙烯酸酯、聚醚丙烯酸酯及其混合物。最好的是，所述至少具有一个侧接丙烯酸酯基团的至少一种树脂选自聚氨酯丙烯酸酯、丙烯酸异冰片酯、聚硅氧烷丙烯酸酯及其混合物。摩擦材料的弹性模量最好约为 10^7 达因/cm² 或更小。

30 本发明摩擦材料的背衬最好是含许多用丙烯酸胶乳粘结在一起的芳族聚酰胺短纤维的无纺布。

在本发明另一个实例中，用作在动力传动机械中适用于传输动力的摩擦表面

部件的摩擦材料包括含有许多用丙烯酸胶乳粘结在一起的芳族聚酰胺短纤维的无纺布，该纸具有前表面和后表面，在背衬的前表面上附有棱锥图案的摩擦涂层，该图案的摩擦涂层包括许多精确成形的棱锥摩擦复合物，每个摩擦复合物包括许多分散在粘合剂中的焦炭颗粒，所述粘合剂包括三羟甲基丙烷三丙烯酸酯和异氰脲酸三羟乙酯的三丙烯酸酯的聚合反应产物。

在本发明另一个实例中，用作摩擦表面部件的摩擦材料包括具有前表面和后表面的背衬，和在该背衬的前表面上许多精确成形的复合物形成的图案摩擦涂层，所述精确成形的复合物包括许多分散在粘合剂中的摩擦颗粒，其中所述摩擦材料的弹性模量约为 10^7 达因/cm² 或更低。较好的是，在约 200 次循环，约 26.62kJ 的能级下摩擦材料的摩擦系数约为 0.14 或更大。最好的是，粘合剂包括由具有丙烯酰胺基团的氨基塑料树脂和具有丙烯酸酯基团的氨基塑料树脂的混合物制成的交联体系，并且至少有一种树脂具有至少一个侧接丙烯酸酯基团，该树脂选自单官能的丙烯酸酯单体、多官能的丙烯酸酯单体、聚氨酯丙烯酸酯、环氧树脂丙烯酸酯、丙烯酸异冰片酯、聚酯丙烯酸酯、丙烯酸酯化聚丙烯酸类、聚硅氧烷丙烯酸酯、聚醚丙烯酸酯及其混合物，最好选自聚氨酯丙烯酸酯、丙烯酸异冰片酯、聚硅氧烷丙烯酸酯及其混合物。

可将本发明摩擦材料粘合在基材（如金属离合片、同步器环、制动器垫、车轨等）上。因此，本发明的另一方面是一种制品，它包括粘附在基材，最好是金属基材上的一种本发明摩擦材料。例如，在本发明的一个实例中，具有一种在流体介质中运作的用于将扭矩传递至对面离合片部件的金属啮合表面上的离合片部件，它包括粘结在金属支承板上的与上述摩擦材料相同结构的摩擦表面层。通常，使用耐热粘合剂（如脘-酚醛树脂）将摩擦材料粘结在金属板上，尽管这不是必需的。

在本发明另一个实例中，用于传递扭矩的装置包括在流体介质中运作用于将扭矩传递至对面第二板（plate）部件的啮合表面上的第一板部件和在摩擦表面材料界面上能与该第一板部件啮合的旋转部件，所述第一板部件具有粘结在支承板上的摩擦表面材料，其中该摩擦表面材料包括具有前表面和后表面的背衬，附着在该背衬前表面上的由许多精确成形的摩擦复合物限定的图案摩擦涂层，上述精确成形的摩擦复合物包括许多分散在粘合剂中的摩擦颗粒。该装置适用于许多扭矩传递用途，其中第一板部件和对面的第二板部件包括离合器、并且第一板部件和对面的第二板部件包括制动机构或第一板部件和对面的第二板部件包括自动变速装置中的扭矩变换器。

另一个实例是用上述传递扭矩的装置改变汽车速度的方法，它包括在流体的存在下在摩擦表面材料的界面使第一板部件与旋转部件啮合的步骤，从而使上述板部件和旋转部件之间的摩擦系数增加，以在板部件和旋转部件之间传递扭矩，改变汽车的速度。

- 5 可用各种方法使用本发明摩擦材料。使用本发明摩擦材料的一种方法包括将摩擦材料附着在第一部件上，在流体中并在第二部件的存在下旋转该第一部件，从而使所述第二部件转动。使用本发明摩擦材料的另一种方法是使汽车减速或停止，其方法包括将摩擦材料施加在汽车的固定部件(stationary member)上，以与摩擦材料接触的方式旋转汽车的第二部件，从而增加该固定部件与第二部件之间的摩擦系数，有助于降低汽车速度。本发明摩擦材料的另一种用途是帮助在轨道上运行的车辆减速，其方法包括将摩擦材料施加在车辆和/或轨道的一部分上，以与施加在轨道上的摩擦材料接触的方式旋转车辆部件，从而增加轨道和旋转部件之间的摩擦系数，帮助车辆减速。

从下面的附图和描述中将可更清楚地了解本发明的其它优点。

15

附图简述

- 图 1-2 是本发明摩擦材料放大的侧视图；
图 3 以平面图说明图 1 的摩擦材料；
图 4-5 是图 1-2 摩擦材料的制造方法示意图；
20 图 6 是附着在金属基材上的图 1 摩擦材料的一个实例放大的侧视图；
图 7 是附着在金属基材上的图 1 摩擦材料的另一个实例放大的侧视图。

较好实例的详细描述

- 25 本发明提供摩擦材料和离合片部件。如果将本发明摩擦材料用于自动变速装置中的扭矩变换离合器（即油浴式离合器）和滑动离合器，本发明材料能将自动变速装置流体滞留在摩擦表面和接触表面之间的界面上。随后在齿轮变速中，由于在界面上滞留传动流体，因此能更容易并更有效地进行变速。本发明摩擦材料还能用于手动变速装置中的同步器环中。在这种同步器环的情况下，图案的表面具有穿透常存在于同步器环上的油膜的能力。

- 30 本发明摩擦材料的中点动态扭矩较好约为 150-180 牛顿米（N·m）， δ 扭矩小于 30N·m，最大扭矩大于 150N·m，啮合时间约 0.40-0.60 秒，所有这些均是用标准摩擦材料试验测定的（参见实施例部分）。

参照图 1，摩擦材料 1 包括具有前表面 12 和后表面 13 的背衬 11。该背衬可任选地包括许多增强纤维 3，例如下面将描述的芳族聚酰胺聚合物短纤维。摩擦涂层 14 粘附在背衬 11 的前表面 12 上。本文所述的摩擦涂层 14 是经固化后留在背衬的上或前表面上但不渗入背衬中的含有摩擦颗粒的可涂覆粘合剂前体淤浆部分。摩擦涂层 14 具有内表面 17 和由许多精确成形的摩擦复合物 20（在本图中它是棱锥体）限定的图案摩擦表面 18。如本文所述摩擦复合物 20 包括粘合剂 5 和许多摩擦颗粒 4。粘合剂 5 的作用是将复合物粘附在前表面 12 上。摩擦复合物 20 被在其下面延伸的并延伸于摩擦复合物 20 之间的摩擦复合物材料的连续基层 19 粘附在前表面 12 上。可使用摩擦复合物 20 和基层 19 连续地覆盖背衬 11，从而不露出背衬 11。在用本文所述的制造模具和技术将摩擦复合物 20 和基层 19 沉积在背衬 11 上的时候，它们可使用相同的淤浆同时形成。复合物 20 的高度“H”相对于前表面 12 而定。基层 19 离前表面 12（或前表面加上任何底涂层）的垂直厚度一般不超过复合物的垂直高度 H 的 50 % 较好约为 1-25%。通常，基层 19 的厚度约小于 10 微米，而复合物 20 的高度约为 50-1020 微米。同时，由图 1（和图 2）可见，部分粘合剂 5 和分散在该粘合剂中的摩擦颗粒 4 渗入并充满纤维背衬 11 和 21 的部分厚度。

本文中术语“精确成形的摩擦复合物”指摩擦复合物，它的形状是在摩擦颗粒和可固化的粘合剂的可流动混合物涂覆在背衬上并填入制造模具（本文所述的模具）表面的空腔中的同时，对该混合物进行固化而形成的。因此这种精确成形的摩擦复合物具有与所述空腔精确地相同的形状。许多这种复合物形成突出于背衬表面三维形状的非任意图案和基层部分，即与制造模具相反的图案。各个复合物由边界所确定，边界的底部一般是与该精确成形的复合物粘附的背衬的前表面之间的界面。边界的剩余部分由复合物在其中固化的制造模具表面上的空腔所限定。

图 3 以平面图的形式说明图 1 的摩擦材料。在制造模具中三组交错平行的 V-形边缘的图案形成了图案的摩擦表面 18。由制造模具的边缘构成并标为 a、b 和 c 的各组交错凹槽限定了三维复合物的结构。每个摩擦复合物 20 的底部由三组交错平行边缘的每一组的一个凹槽所限定。每个三棱锥底部的三个边的长度通常相等。该长度可通过选择三组凹槽之间的夹角（即 α 、 β 、 γ ）来控制。由摩擦复合物底部的各个侧边和该复合物的峰限定了一个平面，本文将其称为摩擦复合物的表面。每个突起物表面的面积最好相等。形成由制造模具中的四个交错凹槽围成的正方形底面的棱锥体也包括在本发明范围内。一般来说，离背衬越远，形状

物的截面积越小,

图 2 所示的第二种摩擦材料 2 在所有方面均与图 1 所示的摩擦材料相似，但是含有分散在粘合剂 5 中的摩擦颗粒 4 的棱锥摩擦复合物 20' 在形状上被截去了顶部（平顶）。这使得表面 26 一般与背衬 21 平行。复合物 20' 具有通过基层部分 19 与背衬 21 的前表面 22 粘附在一起的底面 27。平顶棱锥可用本文所述的平底空腔的制造模具直接形成，或者，先形成具有峰的棱锥，随后磨去顶部或用另一种相似的机械或研磨的方法使之成为“平顶”。

参见图 6，图 1 的摩擦材料 1 被直接粘结在基材 16（如金属基材）上。层 15 将背衬 11 粘结在基材 16 上。较好的是，层 15 是耐热粘合剂，如腈酚醛树脂。或者，如图 7 所示，背衬 11 通过粘结层 15' 与基材 16 相粘结。具有粘结层 15' 的摩擦材料的弹性模量较好约 10^7 达因/cm² 或更小，最好约 10^6 - 10^7 达因/cm²，优选约 3.5×10^6 达因/cm²。较好的是，粘结层 15' 由弹性材料制成，并且是耐热的和耐石油化学品（如传动流体）的。例如，粘结层 15' 可由包括含氟聚合物，最好是含氟弹性体的组合物制成。不受任何理论的束缚，认为具有粘结层并且弹性模量约为 10^7 达因/cm² 或更小的摩擦材料或摩擦材料混合物可增加摩擦材料的挠性、回弹性和/或柔顺性。还认为这种提高了的柔顺性可随后提高摩擦材料对对面的基材的适应性，从而能提高摩擦系数。

摩擦涂层

如图 1 和图 2 所示, 每个相邻摩擦复合物 20(20') 具有远离背衬 11(21) 的不相连的顶点而在其底部相互连接。这种形状物外部的分离在相邻摩擦复合物之间形成凹谷或空腔。尽管图 1 显示底部邻接的复合物, 但是复合物也可以是相互隔开的, 从而露出复合物之间的基层区。还可以提供形成图 1 和 2 中的单个摩擦复合物的边界, 使该边界具有不规则的形状并未很好限定。当用显微镜 (如光学或扫描电子显微镜) 观察摩擦材料的截面时, 可容易地并清楚地观察到各别的并可辨别的边界。这些各别的并可辨别的边界构成了所示精确形状的外形或轮廓。这些边界在某种程度上使一个摩擦复合物与另一个复合物相分离, 还还能将一个摩擦复合物与另一个复合物相区别。

在某些情况下，构成形状的边界是平坦的。对具有平面的形状物，至少具有三个平面（不包括底面或形状物的任何顶面）。给定形状物的平面数量随所需的几何形状而异，例如平面的数量可从三个至多于 20 个。一般来说，具有 3-10 个平面，较好有 3-6 个平面。这些平面相交成所需的形状物。这些平面的夹角决定

了形状的尺寸。

摩擦复合物的可以具有任何形状，但是其截面或三维的几何形状最好是矩形、锥形、截去顶部的棱锥、半圆、圆、三角形、正方形、六边形、棱锥、八边形、树胶滴状、圆锥形等。较好的形状是三角形底面和四边形底面的棱锥。并且，
5 较好的是所有摩擦复合物的截面积沿离开背衬朝顶端的方向而变小，而与顶端是尖的、平的或圆的无关。这种变化的截面积改善了固化的复合物从模具上的剥离性能。在使用时，变化的截面积增加，从而降低了负载/面积以及相应的磨耗。一般来说，每平方厘米至少有 5 个摩擦复合物，某些情况下每平方厘米至少有 500 个摩擦复合物（如在图 1 和 2 所示的实例中）。通常，每平方厘米约有 120-1150
10 个复合物是合适的，尽管根据情况较高或较低的数值可以是最佳的。对于摩擦材料的应用，摩擦复合物的高度 H（例如参见图 1）一般约为 88-534 微米。

在本发明的另一方面，部分摩擦复合物具有不同尺寸的相邻摩擦复合物。在本发明这一方面中，至少约 10 %，宜至少约为 30 %，较好至少约为 50 %，最好至少约为 60 % 的摩擦复合物具有不同尺寸的相邻摩擦复合物。这些不同尺寸
15 可以是摩擦复合物的形状、摩擦复合物平界面之间的夹角或尺寸。此类制造模具的制造方法可参见 Hoopman 等的国际专利 WO 95/07797。

摩擦涂层的粘合剂

配制摩擦涂层使本发明摩擦材料具有其预定用途所需的性能。摩擦涂层一般
20 在不同的温度和压力下具有适用于各种用途的摩擦系数和摩擦一致性，并且寿命较长。另外，摩擦涂层一般与啮合表面以及与该摩擦涂层接触的流体相适应。在自动变速装置和制动器用途中，最好配制摩擦涂层使得运行过程中摩擦材料在最小的粘附下就能相对静止和/或在啮合过程中能滑动（如颤动(shudder)）。

本发明摩擦涂层包括粘合剂和分散于该粘合剂中的许多摩擦颗粒。摩擦涂层
25 （最好通过粘合剂）被粘合在背衬的前面，尽管可以使用中间粘结剂。所述粘合剂可以能提供使摩擦材料具有良好的性能和长寿命的所需性能的任何材料。粘合剂还应该能承受摩擦材料所承受的热和压力。

摩擦涂层是由包括许多摩擦颗粒和粘合剂前体的粘合剂前体淤浆制得的。如下面将进一步描述的那样，粘合剂前体淤浆能被涂覆在背衬或制造模具上，而该
30 粘合剂前体处于能凝固的可流动状态。在加工过程中，粘合剂前体中的树脂被凝固成低聚物或聚合物材料。所述凝固可通过固化（即聚合和/或交联）或通过干燥（如除去液体）和固化而实现。粘合剂前体可以是有机溶剂基的，水基的或 100

% 固体（即基本无溶剂的）组合物。也就是说，粘合剂可以由 100 % 固体制剂制成，或者使用溶剂（如酮、THF 或水）进行涂覆，随后干燥并固化。当使用溶剂时，该溶剂不与前体中其它组分发生反应，但能通过例如加热而除去，尽管没有必要完全清除。较好的是，粘合剂前体是 100 % 固体制剂，它基本是无溶剂的（即溶剂含量小于约 1 %）。

粘合剂前体是不可逆地形成固化的低聚物/聚合物材料的前体，它通常可与术语“热固性”前体互换使用。本文中术语“热固性”前体指通过加热和/或施加其它能源（如电子束、紫外光、可见光等），或者在加入化学催化剂、水分等一段时间后能不可逆地固化的反应性体系。术语“反应性”指粘合剂前体组分利用上述任一机理通过聚合、交联或同时聚合又交联而相互反应（或自反应）。这些组分通常指树脂。在本文中，术语“树脂”指含单体、低聚物、聚合物及其混合物的多分散性体系。

因此，适用于形成粘合剂的材料是包括反应性组分（即能通过各种机理交联和/或聚合的材料）的粘合剂前体。其例子包括，但不限于：氨基树脂如烷基化的脲醛树脂、蜜胺-甲醛树脂和烷基化的苯胍胺-甲醛树脂；丙烯酸酯（包括丙烯酸酯和甲基丙烯酸酯）树脂如丙烯酸酯；醇酸树脂如聚氨酯-醇酸树脂，聚酯树脂、氨基塑料树脂、聚氨酯树脂；苯酚-甲醛树脂（即酚醛树脂）如可熔酚醛树脂(resole)和酚醛清漆树脂；环氧树脂如双酚环氧树脂；异氰酸酯；异氰脲酸酯；硅氧烷树脂；腰果壳树脂；聚酰亚胺树脂等。可通过不同的机理（如缩聚或加成聚合）使用例如热能、辐射能等，或者组合上述机理对这种反应性粘合剂前体组分进行固化。

能使用快速作用形式的辐射能（如所需时间小于 5 分钟，较好小于 5 秒钟）进行固化的粘合剂前体是最好的。由于电子束能穿透深颜色涂层、它的速度和有效利用能量以及其容易控制，使得电子束辐射是特别需要的。其它适用形式的辐射能包括紫外/可见光、核辐射、红外和微波辐射。根据具体的固化机理，粘合剂前体还可包括催化剂、引发剂或固化剂以帮助引发和/或加速聚合和/或交联过程。

另一种特别需要的引发剂体系是热引发剂，即需要加热以引发聚合的试剂。热引发剂是较好的原因还在于它能透过深颜色涂层、它的速度和有效利用能量以及其容易控制。热引发剂可单独使用或与其它引发剂（如 UV 光引发剂，它能用于适合于热引发剂的放热体系）组合使用。在这种类型的体系中，可使用 UV 辐射引发反应，该反应随后放出引发热引发剂所需的热量。随着向体系中加入热引

发剂，可省去材料对后固化的需要。市售的热引发剂的例子包括 VAZO 52 和 VAZO 64 FREE RADICAL SOURCES，它们均购自 DuPont, Wilmington, DE；以及购自 Akzo Nobel, Chicago, IL 的 TRIGONOX 21-C50（己酸叔丁基过氧-2-乙酯）。当然，对于用途的引发剂选择取决于体系的化学性质和反应中所获得的热量。

通过热能和/或加入催化剂一段时间后能固化的反应性粘合剂前体组分包括，例如酚醛树脂如可熔酚醛树脂和酚醛清漆树脂，环氧树脂如双酚 A 环氧树脂，以及氨基树脂如烷基化的脲醛树脂、蜜胺-甲醛树脂和烷基化的苯胍胺-甲醛树脂。含有例如如上所述反应性组分的粘合剂前体根据树脂体系可包括自由基热引发剂、酸催化剂等。热自由基引发剂的例子包括过氧化物如过氧化苯甲酰，偶氮化合物，二苯甲酮和醌。通常，这种反应性密封涂料前体组分需要大于室温（即 25-30 °C）的温度进行固化，尽管可室温固化的体系是已知的。

可熔酚醛树脂中甲醛与苯酚的摩尔比大于或等于 1:1，通常约 1.5:1.0-3.0:1.0。酚醛清漆树脂中甲醛与苯酚的摩尔比小于约 1:1。市售的酚醛树脂的例子包括已知购自 Occidental Chemicals Corp. Dallas, TX，商品名称为 DUREZ 和 VARCUM、购自 Monsanto, St. Louis, MO，商品名称为 RESINOX 商品和购自 Ashland Chemical Co., Columbus, OH，商品名称为 AEROFENE 和 AEROTAP 的酚醛树脂。

环氧树脂具有环氧乙烷（oxirane）并开环聚合。它们可以随主链和取代基的性质有很大的不同。例如，主链可以是通常与环氧树脂相关的任何类型，取代基可以不含在室温与环氧乙烷环反应的活性氢原子的任何基团。可接受的取代基的代表性例子包括卤素、酯基、醚基、磺酸基、硅氧烷基、硝基和磷酸基。最常见的可购得环氧树脂之一是二酚基丙烷（即双酚 A）与表氯醇反应形成 2,2-[4-(2,3-环氧丙氧基)苯基]丙烷（双酚 A 的二缩水甘油醚）。这种材料可以 EPON（如 EPON 828、1004 和 1001F）的商品名称购自 Shell Chemical Co.，以 DER（DER 331、332 和 334）的商品名称购自 Dow Chemical Co., Midland, MI。其它合适的环氧树脂包括购自 Dow Chemical Co.，的商品名为 DEN（如 DEN 431 和 428）的酚醛清漆的缩水甘油醚。

氨基树脂是甲醛和胺的反应产物。胺通常是脲或蜜胺。常见的氨基树脂是烷基化的脲醛树脂和蜜胺甲醛树脂，尽管还已知烷基化的苯胍胺-甲醛树脂。在需求户外寿命和耐化学性的场合通常使用蜜胺-甲醛树脂。但是，通常由于氨基树脂的脆性而不单独使用它们。因此，它们常与其它树脂体系组合使用。例如，它们可

与醇酸树脂、环氧树脂、丙烯酸类树脂或含有与氨基树脂反应的官能团的其它树脂组合使用，以利用两种树脂体系的良好性能。

5 在一个较好的实例中，粘合剂前体包括至少一种具有至少一个侧接丙烯酸酯基的树脂。具有至少一个侧接的丙烯酸酯基的合适树脂较好选自单官能的丙烯酸酯单体、多官能丙烯酸酯单体、聚氨酯丙烯酸酯、环氧树脂丙烯酸酯、丙烯酸异冰片酯、聚酯丙烯酸酯、丙烯酸酯化聚丙烯酸类、聚硅氧烷丙烯酸酯、聚醚丙烯酸酯及其混合物。最好的是，具有至少一个侧接丙烯酸酯基的至少一种树脂选自聚氨酯丙烯酸酯、丙烯酸异冰片酯、聚硅氧烷丙烯酸酯及其混合物。不希望受任何具体理论的束缚，认为含有至少一种具有侧接丙烯酸酯基的树脂可增加摩擦材

10 料的挠性、回弹性和/或柔顺性。认为提高摩擦材料的回弹性还可以增加摩擦材料的适应性，同样增加摩擦材料与其对面的基材的接触表面积。还认为这种现象能使摩擦系数明显增加。但是，增加摩擦材料的挠性、回弹性和/或柔顺性仅是一个特点。与增加摩擦系数相矛盾的其它特点是，例如摩擦材料的耐化学性（如对石油化学品如传动流体的耐受性）和摩擦材料的耐久性，特别是将摩擦材料用作例

15 如传动离合器或制动器衬垫这种用途时。较好的是，包括含有至少一种具有至少一个侧接丙烯酸酯基的树脂的粘合剂前体的摩擦材料的弹性模量约为 10^7 达因/cm²或更小，较好约为 $10^6 - 10^7$ 达因/cm²，最好约 4.5×10^6 达因/cm²。

在本文中，术语“丙烯酸酯”和“丙烯酸酯官能”化合物包括丙烯酸酯和甲基丙烯酸酯，无论它们是单体、低聚物或聚合物。聚氨酯丙烯酸酯是羟基封端的

20 异氰酸酯扩链聚酯或聚醚的二丙烯酸酯。它可以是脂族的或芳族的。市售的聚氨酯丙烯酸酯的例子包括已知购自 Henkel Corp., Hoboken, NJ 商品名为 PHOTOMER（如 PHOTOMER 6010）；购自 UCB Chemical, Smyrna, GA 的 EBERCRYL 220（分子量为 1000 的六官能芳族聚氨酯丙烯酸酯）、EBECRYL 284（分子量为 1200 用 1,6-己二醇二丙烯酸酯稀释的脂族聚氨酯二丙烯酸酯）、

25 EBERCRYL 4827（分子量为 1600 的芳族聚氨酯二丙烯酸酯）、EBECRYL 4830（四甘醇二丙烯酸酯稀释的分子量为 1200 的脂族聚氨酯二丙烯酸酯）、EBECRYL 6602（三羟甲基丙烷乙氧基三丙烯酸酯稀释的分子量为 1300 的三官能芳族聚氨酯丙烯酸酯）以及 EBERCRYL 8402（分子量 1000 的脂族聚氨酯二丙烯酸酯），购自 Sartomer Co., West Chester, PA 的 SARTOMER（如 SARTOMER

30 9635、9645、9655、963-B80、966-A80 等）；和购自 Morton International, Chicago, IL UVITHANE（如 UVITHANE 782）。其它适用的含有至少一个侧接丙烯酸酯基的树脂包括购自 Sartomer Co., West Chester, PA 的 SARTOMER CN

966-J75 (掺有 25 % 丙烯酸异冰片酯的二官能脂族聚氨酯丙烯酸酯低聚物) 以及购自 UCB Chemical, Smyrna, GA 的 EBECRYL 350 (硅氧烷酯丙烯酸酯低聚物); 商品名称分别为 SB570A20 和 SB510G35 的掺有二官能 (SR506) 或三官能 (SR454) 单体的芳香酸甲基丙烯酸酯半酯; 商品名称分别为 SB520E35 和 SB520M35 的掺有单官能(SR334)或三官能(SR454)单体的芳香酸丙烯酸酯半酯, 它们均购自 Sartomer Co., West Chester, PA.

摩擦颗粒

本文中术语“摩擦颗粒”指加入摩擦涂层中以增加、减小或改变摩擦系数的任何材料。摩擦颗粒可以是非无规的或无规形状的单颗粒、用粘合剂粘合在一起的单个颗粒组成的精确成形的预制颗粒 (如 Homes 等的美国专利 5,500,273) 或碎纤维 (milled fiber)。所述无规形状的单颗粒的尺寸约为 0.1-1000 微米, 较好约为 1-500 微米, 最好约为 50-250 微米。使用时精确成形的预制颗粒的尺寸不大于 2500 微米, 它最好包括许多无规形状的单颗粒。使用时碎纤维的长度约为 0.1-1000 微米, 较好约 50-500 微米。该纤维的长径比较好至少约 1:1, 最好至少约 2:1。

适用于本发明的合适种类的摩擦颗粒的例子包括有机材料、金属材料、半金属材料和非金属无机材料。合适的有机颗粒材料的例子包括天然和合成的石墨、焦炭等。金属材料的例子包括金属颗粒和由碳钢、灰口铸铁、不锈钢、铜、铝、钛、黄铜、镍、锌等组成的纤维。适用的半金属材料的例子包括拌有少量钢纤维的铁粉。适用的非金属无机材料的例子包括陶瓷材料如氧化铝、煅烧氧化铝、碳化硅、煅烧蓝晶石和氧化硅。适用的非无规形状的颗粒有, 例如已知购自美国 3M 公司的商品名为 MACROLTTE 和 ZEEOSPHERES, 它们是陶瓷颗粒。在选择具体的摩擦颗粒时, 应注意摩擦涂层不应太能“磨”的, 否则会磨损或过早损耗啮合表面。

一种较好的摩擦颗粒是颗粒炭, 如大致具有无规形状的冶金焦炭或石油焦炭。这种炭颗粒可购自供应商如 Asbury Graphite Mills, Inc., Asbury, NJ。特别好的是购自 Asbury Graphite Mills, Inc.的商品名为 4249 和 4349 的炭颗粒。这些炭颗粒的尺寸分布列于实施例 1 中。较好的是, 摩擦颗粒主要由平均粒径约为 20-50 微米的炭颗粒组成。这种炭颗粒主要包括元素碳, 尽管焦炭主要包括炭黑或石墨。“焦炭”是无定形碳, 它是在隔绝空气下由煤或石油残渣炭化而成。

如上所述, 有几种合适类型的焦炭, 包括冶金焦炭和石油焦炭。由煤制得的

焦炭一般含有约 6-16% 的灰。另一方面，石油焦炭颗粒一般含有小于 5 重量 % 的非碳无机材料，如硫和重金属如镍和钒。

“炭黑”是另一种由烃热分解或氧化分解制成的无定形碳。石墨天然存在，或它可在电阻炉中将石油焦炭加热至约 2400 °C 而合成制得。同时，椰子壳活性炭（如 Masushima 的美国专利 3,738,901 所述）是另一种可以用的炭黑形态。

可使用 Holmes 等的美国专利 5,500,273 所述的方法制造含有分散并粘结在粘合剂中的摩擦颗粒的精确成形的预制颗粒。对于最好的实例，炭颗粒/粘合剂的重
量比约为 1-5 份炭颗粒比 1 份粘合剂，较好为约 1.3-2 份炭颗粒比 1 份粘合剂。

10 背衬

背衬的一个作用是保持并支承摩擦涂层。所使用背衬的具体选择取决于摩擦材料所需的用途。通常，背衬应耐热并具有强度。耐热性和强度是必需的以保证在使用时摩擦材料能承受产生的力和热。在某些用途中，例如将本发明摩擦材料用于同步器环中，背衬应具有挠性以与阻断环（即同步器）相符。在其它应用（如
15 圆盘制动器组件的制动器垫）中，（粘结后）背衬应基本不可压缩的，因为制动器垫应基本刚性的和非共形(nonconforming)的。在较好的实例中，背衬可以是多孔的，在摩擦材料的制造过程中使粘合剂前体淤浆渗入背衬至所需的程度，以便将摩擦涂层固定
在无纤背衬的表面上。

在背衬的长度和宽度方向上其厚度最好非常一致或非常均匀。在任何点厚度
20 变化不应超过约 20 %，较好不超过约 10 %。背衬的厚度可以约为 0.05-10mm，通常约 0.05-1.0mm。对于大多数用途来说约 0.13mm 的厚度是合适的。本发明背衬的厚度可按照 TAPPI 7411 OM 试验方法测得。背衬厚度的选择受多个因素的影响，如具有足够的厚度以满足回弹性的需要、出于经济的考虑而尽可能薄、对于具体离合器环境的条件而具有所需的厚度。

25 背衬可以是多孔纺织或无纺布，或者是一种或多种所述织物的层压物。织物背衬通常由针织机械制得，并可以是例如斜纹织法（2 比 1（2 over 1））或棉缎织法（4 比 1）。通常较好是无纤背衬，例如用造纸机制得的背衬。

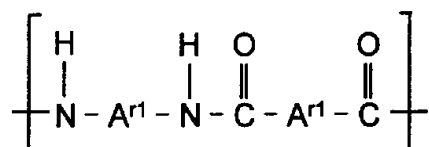
在本发明背衬卷材中，术语“多孔的”指在 25 °C 施加在背衬表面上的粘合剂前体能渗入背衬卷材并进入背衬卷材厚度的至少一部分。也就是说，当涂布至
30 背衬表面上时，粘合剂前体不会仅滞留在背衬表面上而没有一点渗入卷材。可使用能浸透（即穿透）背衬卷材整个厚度的粘合剂前体（即摩擦颗粒的粘合剂淤浆）的量或涂覆速率（coating rate）。为达到本发明的目的，还可以涂布这种量的粘

合剂前体淤浆，它足以浸入背衬卷材的厚度至这样的程度，即能有效地将摩擦材料的图案部分固定或滞留在背衬的表面上，以在一般的传动装置和离合片用途中防止涂覆摩擦层的粘合剂失效。达到这种效果的涂覆量可以以直接的方式凭经验决定。

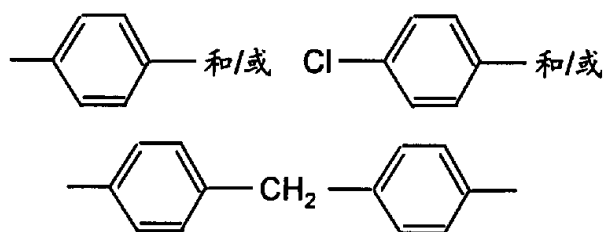
5 背衬通常并最好包括纤维材料或者由纤维材料制成。该纤维材料的纤维可以是有机纤维（合成的或天然的）或无机纤维，或者两者的混合物。合成纤维的例子包括由聚碳酸酯、聚氯乙烯、聚醚酰亚胺、聚乙烯、聚氨酯、聚酯、聚砜、聚苯乙烯、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物、聚丙烯、缩醛聚合物、尼龙、芳族聚酰胺、聚酰亚胺共聚物及其物理共混物。天然有机纤维的例子包括棉、羊毛、
10 丝绸、纤维素、人造纤维、大麻、木棉、亚麻、剑麻、黄麻、马尼拉麻(manila)及其混合物。合适的无机纤维的例子包括金属纤维、铝纤维、玻璃纤维和由陶瓷材料（如购自 3M 的商品名 NEXTEL，它包括约 60-70%氧化铝、20-30%氧化硅和 1-20%氧化硼(boria)）制得的纤维。用这些纤维制得的无纺毡片的商品名称为 NEXTEL 312 和 NEXTEL 440，还可使用碳纤维卷材。

15 一种特别合适的用作本发明摩擦材料背衬的材料是无纺纸，它包括芳族聚酰胺短纤维与丙烯酸胶乳粘合在一起形成密度均匀的背衬。业已发现应注意必须获得密度均匀、厚度均匀的芳族聚酰胺短纤维无纺物以便形成合适的摩擦背衬。为了达到这个目的，芳族聚酰胺短纤维的长度较好约为 0.5-5cm，最好约为 1.0-1.5cm。长度大于约 2cm（例如 5cm 或更长），该纤维会形成致密区，使得背衬
20 不可接受地致密。短于约 0.5cm（如 0.05cm 或更短）的纤维难以形成具有适当操作强度的背衬。背衬的重量还较好约 5-50g/m²（最好约 10-25g/m²）以便向摩擦涂层提供足够的结构支承。

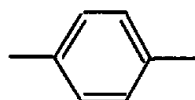
适用于制造芳族聚酰胺短纤维的芳族聚酰胺聚合物可以是购自 I.E. DuPont de Nemours Company, Wilmington, DE 的商品名为 KEVLAR、KEVLAR 29、
25 KEVLAR 49 和 NOMEX。本文中术语“芳族聚酰胺”指在本领域这一般称为芳族聚酰胺的合成聚合物树脂。这种“芳族聚酰胺”公开在美国专利 3,652,510（Blomberg）和 3,699,085（Johnson）中，被认为是高分子聚合物（如特性粘度至少约 0.7）并可用下式重复单元表示：



30 其中，Ar¹是对亚苯基和/或氯代对亚苯基和/或 4,4-取代的二苯基甲烷，即：



和 Ar² 是对亚苯基, 即



由上式定义的聚碳酰胺的说明性例子有聚(对亚苯基对苯二甲酰胺)、氯取代的聚(对亚苯基对苯二甲酰胺)及其共聚物。在芳族聚酰胺芳香环上取代基位置的命名涉及在芳族二胺、二酸或制备芳族聚酰胺聚合物的共反应试剂的取代基位置。

尽管芳族聚酰胺聚合物或芳族聚碳酰胺主要由与上面通式相一致的碳酰胺键 (-CONH-) 和芳香环核组成, 但是该聚合物还可含有高达约 20 摩尔%, 较好高达约 5 摩尔% 与该通式不相一致的共聚单体单元, 它向聚碳酰胺链提供的单元 (例如扩链键是共轴或平行的并且方向相反的, 如间亚苯基单元、非芳族和非酰胺基团的芳族碳酰胺单元) 与上式所示的不同。重要的是为获得本发明独特优点所采用的芳族聚酰胺聚合物是短纤维形式的芳族聚酰胺纤维。如上所述短纤维的长度约为 0.5-2cm。

上面所述的芳族聚酰胺纤维无纺布是由常规造纸技术制成的, 并可购自 International Paper of Tuxedo, NY 的商品名为 KEVLAR Mat 系列 “8000050”、“8000051”、“8000052”、“8000054”、“8000065” 和 “8000068”。这些纸张包括约 8-18 重量% 用于将纤维凝固成完整卷材的丙烯酸胶乳, 余量为芳族聚酰胺纤维。

背衬可任选地包括一种处理(treatment), 以便 1)密封背衬的背面 (即非涂覆一面); 2)改善背衬的某些物理性能; 和/或 3)有助于加工。改善的物理性能可以是强度、刚度、内部粘结强度、耐热性、促进粘合、均匀性等。这种处理的例子包括丙烯酸胶乳、苯乙烯-丁二烯橡胶、硫化橡胶、尼龙聚氨酯、酚醛树脂、环氧树脂、丙烯酸酯树脂、异氰酸酯树脂及其混合物。较好的处理是丙烯酸胶乳。还可对背衬无摩擦涂层的那一面用各种方法中的任何一种 (包括手工用钢丝刷) 进行机械打毛, 以便在用粘合剂将其粘合在基材上时能增加摩擦材料的附着。这种打毛处理应在摩擦材料制成后进行, 以便在这种随后的背面打毛处理前浸渍的淤浆能加强卷材的完整性并有助于承受这种打毛处理。

图 6 表示用粘合剂层 15 粘合在金属基材 16 上的图 1 摩擦材料。粘合在金属基材 16 上的精确成形的摩擦复合物 20 的组合物一般位于啮合表面 61 的对面，形成动力传动机构 60（如离合器、传动条或制动器部件）。啮合表面通常为金属，尽管应理解在本发明中它可以是摩擦材料。粘合剂层 15 可以是单层粘合剂或多层粘合剂层，它包括任选的纤维增强剂。当粘合剂层是单层时，适用的粘合剂包括脲酚醛粘合剂膜，如已知购自 Raybestos Inc., Crawfordsville, IN 的商品名为 MACTAK 的粘合剂膜。其它适用的粘合剂包括购自美国 3M 公司商品名为 AF15 的脲酚醛树脂膜。多层粘合剂层 15 的合适的例子是两层单独的脲酚醛膜的多种(variegated)结构，如用 3M EC-2174（购自 3M）放置在居中的酚醛饱和的芳族聚酰胺纤维纸层两侧制成的脲酚醛膜。在这种多样化结构的粘合剂层 15 中的芳族聚酰胺纤维纸根据 Seitz 等的美国专利 5,083,650 的实施例 1 的描述、涂层配方和方法进行挑选并用酚醛树脂和碳的混合物进行饱和，条件是与美国专利 5,083,650 的实施例 1 不同，第一和第二树脂涂层依次涂布在芳族聚酰胺纸上，在涂布第一和第二涂层中间不在饱和纸的外表面上沉积任何颗粒状的炭颗粒。填充焦炭的酚醛树脂饱和的纸允许对这些层压制使其粘结在钢板上，使得运作时摩擦活性表面平行于啮合的摩擦元件并与之完全接触。另外，如有必要，该纸层增加粘结的摩擦片的厚度有助于符合任何离合器间隙需求。预计也可使用具有足够强度和热耐久性的各种其它可压缩材料代替任何这种酚醛树脂饱和的纸张，如上所述用于粘合剂层 15。

背衬还可含有能改变其化学和物理性能的添加剂。选择添加剂的量以符合涂覆摩擦背衬所需的性能。这种添加剂的例子包括增韧材料、形状稳定剂、填料、染料、颜料、湿润剂、表面活性剂、偶合剂、抗静电剂、油、阻燃剂、紫外光稳定剂、内润滑剂、抗氧剂和加工助剂。

添加剂

摩擦涂层还可包括任选的添加剂，例如非摩擦填料和纤维、颜料、染料和抗静电剂。可涂覆的粘合剂前体淤浆可含有润滑剂、湿润剂、触变材料、表面活性剂、偶合剂、抗静电剂、增塑剂和悬浮剂。选择这些材料的加入量以达到所需的性能。某些这些添加剂还能改变最终摩擦材料的摩擦性能。

适用的填料较好是粒径约为 0.1-100 微米，最好约为 1-50 微米的颗粒。适用的非摩擦填料的例子包括固化的腰果壳树脂、固化的酚醛树脂颗粒、橡胶颗粒（如丁腈橡胶颗粒）、金属碳酸盐（如碳酸钙、白垩、方解石、泥灰、石灰华、大

理石和石灰石、碳酸钙镁、碳酸钠、碳酸镁)、氧化硅(如石英、玻璃珠、玻璃泡、玻璃纤维、玻璃粉)、硅酸盐(如滑石粉、粘土(蒙脱土)、长石、云母、硅酸钙、正硅酸钙、硅酸铝钠、硅酸钠)、金属硫酸盐(如硫酸钙、硫酸钡、硫酸钠、硫酸铝钠、硫酸铝)、石膏、蛭石、木粉、氢氧化铝、金属氧化物(如氧化钙(石灰)、氧化铝、二氧化钛)和金属亚硫酸盐(如亚硫酸钙)。

偶合剂可在粘合剂中的固化树脂和填料颗粒和/或摩擦颗粒之间起桥接的作用。偶合剂似乎还能提供流变性以促进涂覆并改进摩擦材料从制造模具上的剥离性能。适用的偶合剂的例子包括硅烷、钛酸盐和锆铝酸盐。偶合剂特别合适的例子是购自 Union Carbide 商品名为 A-174 的硅氧烷偶合剂。粘合剂前体淤浆最好含有约 0.01-3 重量% 的偶合剂。

适用的悬浮剂的例子是购自 DeGussa Corp, Rochelle Park, NJ 商品名为 OX-50 的表面积小于 $150\text{m}^2/\text{g}$ 的无定形氧化硅颗粒。在摩擦涂层中适用无定形氧化硅颗粒作为填料是较好的原因在于它能改善磨损控制。在 100 重量份摩擦涂料淤浆中无定形氧化硅的用量一般不超过约 20 重量份。

本发明摩擦材料的制造方法

本发明图 1 和图 2 摩擦材料的一种制备方法是分批成型法。如本文所述在背衬上涂覆粘合剂前体淤浆。随后将该背衬置于具有与所需摩擦表面图案相反图形的模具中。闭合模具并将粘合剂前体淤浆置于足以固化或硬化该粘合剂前体淤浆树脂的条件下(通常通过加热)。尽管这种方法是一种制备本发明摩擦材料的途径,但是它需要劳动强度大。

一种更经济的方法是用连续方法使用制造模具。在制备本发明图 1 和图 2 所示的摩擦材料的这些较好的方法中第一步是将所需的树脂、所需的摩擦颗粒和任何所需的任选添加剂混合在一起(使用许多合适的混合技术中的任何一种)以制备粘合剂前体淤浆。混合技术的例子包括低剪力和高剪力混合,其中高剪力混合是较好的。在混合步骤中还可组合使用超声波能量和热能(加热至约 $30-70^\circ\text{C}$)以降低淤浆的粘度。通常,摩擦颗粒是逐渐加入粘合剂前体中的。在混合过程中在粘合剂前体淤浆上抽真空可将粘合剂前体淤浆中的气泡量减至最少。使粘合剂前体淤浆具有能喷涂或涂覆在背衬或制造模具上并且摩擦颗粒不从粘合剂前体淤浆中析出的流变性是重要的。

在本发明的一个实例中,将淤浆至少涂覆在背衬的前表面上。这种涂覆可采用任何常规的技术,如辊涂、凹槽辊涂覆、刮刀涂覆、喷涂、移转涂覆、真空口

模式涂覆、口模式涂覆等。淤浆涂布在背衬上以后，使用一种装置（如本文所示的制造模具）将图案赋予淤浆。如本文所述，将一塑料膜临时施加在背衬的背面上，并使用刮浆辊或其它工具将淤浆至少部分压入背衬中。或者，先将淤浆涂料施加在模具的空腔中，并在淤浆固化过程中将模具的涂覆表面压在背衬的前表面上。

能源

在将粘合剂前体淤浆涂覆在背衬上以后，将其置于能源中以引发粘合剂前体淤浆中树脂的聚合反应。合适的并且是较好的能源的例子包括热能和辐射能。能量取决于数种因素，如树脂的化学性质、涂覆后淤浆的尺寸、摩擦颗粒的量和类型以及任选的添加剂的量和类型。对于热能，温度约为 30-150 °C，一般约为 40-120 °C。辐照时间可约为 5 分钟至超过 24 小时，对于低温较好采用较长的时间。

用于本发明的合适的辐射能包括电子束、紫外光或可见光。可使用能量范围约为 0.1-10Mrad，较好约 1-10Mrad，加速电压值约 75keV-5Mev，较好加速电压值约 250-300keV 的电子束辐射（也称为电离辐射）。紫外光辐射属于非粒子辐射，其波长约为 200-400nm，较好约 250-400nm。最好使用 300-600 瓦/英寸的紫外光。可见光属于非粒子辐射，其波长约为 400-800nm，较好约 400-550nm。当使用辐射能时，某些摩擦颗粒和/或任选的添加剂会吸收辐射能从而抑制粘合剂前体淤浆中树脂的聚合反应。如果观察到这种现象，可使用较大剂量的辐射能，其增大的程度能补偿颗粒的这种辐射吸收的需要。同样可增加电子束加速电压从而增加电离辐射能的穿透。或者，可使用摩擦颗粒不吸收的另一种形式的辐射能。

该聚合反应完成后，粘合剂前体淤浆的树脂转变成粘合剂，淤浆转变成摩擦涂层。形成的摩擦材料通常易于转变成所需的形状。

制造模具

在图 1-2 摩擦材料的制造方法的至少一个步骤中需要具有许多精确成形空腔的制造模具。这些空腔与摩擦复合物的形状基本相反，用于构成摩擦复合物的形状。选择空腔的尺寸以形成所需的摩擦复合物形状和尺寸。所有摩擦复合物可具有相同的形状，或者摩擦复合物可全部具有无规的形状。如果空腔的尺寸和形状制得不合适，制成的制造模具将不能提供所需的摩擦复合物尺寸。

在用于制造图 1 和图 2 摩擦材料的制造模具中，空腔可以点状图案存在，相

邻空腔具有间隔，或者空腔可相互紧挨在一起。较好的是空腔相互紧挨在一起。另外，选择空腔的形状使得摩擦复合物的表面积随远离背衬而缩小。

5 制造模具可以是带、片、连续片或卷材、涂覆辊（如轮转凹辊）、安装在涂覆辊上的套筒或模头。制造模具可由金属（如镍）、金属合金或塑料制成。可使用任何常规的技术（如雕刻、切压(hobbing)、电子成形、蚀刻、金刚石车削、滚花等）制得金属制造模具。对于金属制造模具的一种较好的技术是金刚石车削。

10 可从金属母模中复制热塑性模具。母模具有制造模具所需的相反的图案。母模可用与金属制造模具相同的方法制得。母模最好由金属（如铜）制成并能金刚石车削。随后可从金刚石车削的铜模具中复制镍模具。可将热塑性片材加热（任选地与金属模具一起加热），通过将两者压在一起而在热塑性材料上压出母模的凸形图案。还可将热塑性塑料挤出或流延在金属模具上并随后挤压制。将热塑性材料冷至硬化，制成制造模具。较好的热塑性制造模具的材料例子包括聚酯、聚碳酸酯、聚氯乙烯、聚丙烯、聚乙烯及其混合物。当采用热塑性制造模具时，应注意不要过热以免热塑性制造模具变形。

15 制造模具还可含有剥离涂层以便更容易地将摩擦材料或摩擦复合物从制造模具中剥离。对于金属这种剥离涂层的例子包括硬质碳化物、氮化物或硼化物涂层。对于热塑性塑料的剥离涂层的例子包括硅氧烷和含氟化合物，它可以接枝在聚合物中。

20 本发明图 1 和图 2 的摩擦材料的一种制造方法示于图 4。在背衬 41 离开退卷台 42 的同时制造模具 46 离开退卷台 45。通过涂覆台 44 使制造模具 46 涂覆淤浆。在涂覆前可加热淤浆或利用超声波能量以降低淤浆粘度。涂覆台可以是任何常规的涂覆设备，如刮刀涂覆机、帘流涂覆机或口模涂覆机。较好的涂覆技术是真空流体承载口模。制造模具被涂覆后，用任何方法使涂覆淤浆的模具与背衬接触，使得淤浆湿润背衬的前表面。在图 4 中，用接触夹辊（contact nip roll）47 使背衬与淤浆接触。随后，接触夹辊 47 再将形成的结构压在支承鼓 43 上。在该步骤过程中，可将任选的塑料膜或剥离纸层压在背衬的背面（支承鼓 43 和背衬 41 之间），以便将淤浆压入制造模具的空腔中，并确保在使用无纺背衬时部分淤浆渗入背衬。淤浆湿润背衬的前表面，使得部分淤浆至少浸透背衬的部分厚度，而未渗入部分留在前表面上作为背衬前表面和制造模具的空腔表面之间的涂
30 层。在固化摩擦涂层的粘合剂前体使之具有纹理前可剥离该剥离层，或者，在固化后但在使用摩擦材料前剥离该层。接着可任选地将背衬的背面机械地划痕或打毛，以便在粘合剂和离合片或其它部件之间形成改进的粘合界面。

接着，将某些形态的能量 48（例如光化辐照如紫外光、电子束等）传输至粘合剂前体淤浆上，以至少部分固化粘合剂前体淤浆树脂。术语“部分固化”指树脂聚合至这种状态，即淤浆不会从颠倒的试管中流出。在树脂和模具的界面之间树脂的部分固化对于移去模具是重要的。如本领域的普通技术人员常采用的那样，部分固化可通过调节剂量和辐照来完成。

为了更完全和基本完全固化，可使粘合剂前体淤浆中的树脂多次通过辐射能量源和/或调节剂量和电压。较好的是，在所述多次通过辐射源之间将模具/摩擦材料至少翻转一次，以使两个表面都受到辐照，确保完全照射。同样，作为最后的辐照，在分离和除去模具后，可将摩擦材料在辐射源下面再通过至少一次，使形成的最终摩擦表面直接受辐射能的粒子辐射。

实施摩擦材料辐照固化的一个总流程包括如下步骤：(1) 以模具的背面最靠近电子束辐射源的方式使涂覆淤浆的模具/无纺背衬/塑料膜通过 300keV 的电子束辐射源，辐照约 1Mrad 剂量；(2) 翻转涂覆淤浆的模具/背衬/塑料膜，并使该层叠物再次通过电子束，但是使塑料膜最靠近电子束辐射源并且辐照剂量约为 2Mrad；(3) 移去模具，留下形成于背衬表面上的至少部分固化的成形摩擦复合物层；(4) 以摩擦复合物最靠近并面向电子束辐射源的方式使该形成的摩擦复合物再次通过电子束辐射源，辐照约 6Mrad；以及(5) 从背衬的背面除去塑料膜，提供形成的摩擦材料。

无论怎样，制造模具从摩擦材料上分离以后，其都再缠卷在卷筒 49 上使之能重复使用。另外，在辐照固化后，摩擦材料 120 被缠卷在卷筒 121 上。如果粘合剂前体淤浆中的树脂仍未完全固化，则可通过环境热量和/或将其置于另一种能源（如热能源）中使树脂完全固化。

辐射能可穿透制造模具，只要制造模具不明显吸收辐照能。另外，辐射能源应不会使制造模具明显降解。

当摩擦复合物包括炭颗粒时，粘合剂前体淤浆中的树脂较好能用热能或电子束能量进行固化，最好使用电子束能量。

还可将粘合剂前体淤浆涂覆在背衬上而不填入制造模具的空腔。如有必要，可使用塑料膜用手或辊将淤浆压入空腔中。随后使涂覆淤浆的背衬与制造模具接触从而使淤浆流入制造模具的空腔中。制造摩擦材料的其余步骤与上述的相同。

另一种方法示于图 5。背衬 51 离开退卷台 52，利用涂覆台 53 将粘合剂前体淤浆 54 涂覆在制造模具 55 的空腔中。可使用任何技术（如辊涂覆机、刮刀涂覆机、帘流涂覆机或口模涂覆机）将粘合剂前体淤浆涂覆在制造模具上。同时，

作为后一方法的另一种途径,可首先将粘合剂前体淤浆涂覆在背衬的前表面上而非涂覆在模具空腔中。随后使涂覆淤浆的背衬与制造模具接触,从而使淤浆湿润制造模具的空腔。制造摩擦材料的其余步骤与上面详细描述相同。

实施例

TMPTA 三羟甲基丙烷三丙烯酸酯, 购自 Sartomer, Exton, PA 名为 SARTOMER 351 的商品

GUAM 甘脲丙烯酰胺, 根据 Larson 等的美国专利 5,055,113 的制造例 5 方法, 但用大规模方法制得

AMP	丙烯酰氨基甲基化的酚, 根据 Larson 等的美国专利 5,055,113 的制造例 4 方法, 但用大规模方法制得
DAP	邻苯二甲酸二丙烯酸酯, 根据 Thurber 等的美国专利申请 08/334,717 所述的方法制得
NPGDA	新戊二醇二丙烯酸酯, 购自 Sartomer 名为 247 MONOMER 的商品
PH2	2-苄基-2-N,N-二甲基氨基-1-(4-吗啉代苯基)-1-丁酮, 购自 Ciba Geigy Corp. 名为 IRGACURE 369 的商品
PH3	α -二甲氧基- α -苯基乙酰苯, 购自 Ciba Geigy Corp. 名为 IRGACURE 651 的商品
FP1	石油焦炭摩擦颗粒, 最多 5 % 留在 200 目筛网上, 购自 Asbury Mills of New Jersry 名为 4249 的商品
FP2	石油焦炭摩擦颗粒, 45-60%通过 200 目筛网, 购自 Asbury Mills of New Jersry 名为 4349 的商品
NPR	脞酚醛树脂, 购自 3M, St Paul, MN 名为 AF15 的商品
ASF	无定形氧化硅填料, 购自 De Gussa, Dublin, OH 名为 OX-50 的商品
SCA	硅烷偶合剂, 3-甲基丙烯酰氧基-丙基三甲氧基硅烷, 购自 Union Carbide 名为 A-174 的商品
SFL	氧化硅粉末, 购自 U.S. Silica, Berkeley Springs, WV 名为 Sil-O-Sil 的商品
URO	掺有 25 % 丙烯酸异冰片酯的二官能脂族聚氨酯丙烯酸酯低聚物, 购自 Sartomer, Exton, PA 名为 CN966J75 的商品
NRP	脞橡胶颗粒, 100 目, 购自 Midwest Elastomers, Inc., Wapakoneta, OH
EBC	硅氧烷酯丙烯酸酯低聚物, 购自 UCB Chemical, Smyrna, GA 名为 Ebecryl 350 的商品
V52	2,2-偶氮二, 购自 Dupont, Wilmington, DE 名为 Vazo 52 的商品
FLE	含氟弹性体聚合物, 购自 Dyneon, LLC, St. Paul, MN 名为 FC-2144 的商品
FP3	热炭黑, 购自 Huber, Akron, OH 名为 Huber N990 的商品
CAH	氢氧化钙
MGO	氧化镁
CWX	carnuba 蜡

和 2，将 123.8 份 TATHEIC、123.8 份 TMPTA、2.5 份 PH2、93.6 份 FP1、200 份 FP2、28.7 份 ASF 和 2.5 份 SCA 混合成均匀的淤浆制得粘合剂前体淤浆。在加热至 60 ℃ 的同时将形成的粘合剂前体淤浆脱气至 63.5cm Hg。使用牛鼻刮刀涂覆机并调节使之与塑料模具的间隙为 51 微米来将淤浆涂覆在制造模具中。这种 51 微米间隙的刮刀涂覆重复 5 次，在每次重复均添加新的淤浆。使用这种方法以减少夹杂在涂覆淤浆的模具空腔中的气泡。随后，用 254 微米的间隙将额外的淤浆施加在模具空腔中淤浆的露出表面上。施加这种额外淤浆树脂有助于确保在随后背衬与涂覆模具的接触时淤浆树脂能饱和背衬。

对于实施例 1 和 2，在辐照处理前立即用夹辊将背衬与模具涂覆淤浆一侧加压接触，例如如图 4 的流程所示。在背衬与涂覆淤浆的模具的接触步骤中，将一塑料薄膜置于背衬的背面，该背面与面朝模具的那一侧相反。这种方法能很好地进行复制并明显减少空穴。接着用 300keV 的电子束透过模具（从模具那一侧）射入摩擦淤浆对形成的中间试样进行辐照，照射 1Mrad 剂量。

接着，翻转该中间试样并用电子束再次辐照，但此时塑料膜最靠近电子束辐照源并且照射剂量约为 2Mrad。随后，除去模具和塑料膜，留下在背衬表面形成的至少部分固化的成形摩擦复合物层。接着以摩擦复合物最靠近并面向电子束源的方式使该形成的摩擦材料通过电子束辐射源，照射约 6Mrad 剂量。

根据制备摩擦材料的通用方法制得实施例 3 的摩擦材料。将 98.5 份 GUAM、24.5 份 AMP、74.0 份 DAP、49.25 份 NPGDA、3.75 份 PH3、93.6 份 FP1、200.0 份 FP2、28.7 份 ASF 和 2.5 份 SCA 混合成均匀的淤浆制得粘合剂前体淤浆。在加热至 80 ℃ 的同时将形成的粘合剂前体淤浆脱气至 63.5cm Hg。使用刮刀涂覆机并调节使之与塑料模具的间隙为 51 微米来将淤浆涂覆在制造模具中。这种 51 微米刮刀间隙的涂覆重复 5-10 次，每次重复均添加新的淤浆。使用这种方法以减少夹杂在涂覆淤浆的模具空腔中的气泡。随后，用 254 微米的刮刀间隙将额外的淤浆厚度施加在模具空腔中淤浆的露出表面上。施加这种额外淤浆树脂厚度可以在背衬与涂覆模具接触时淤浆树脂将饱和背衬。

对于实施例 3，在辐照处理前立即用夹辊将背衬与模具涂覆淤浆那一侧加压接触，如图 4 的流程所示。在背衬与涂覆淤浆的模具接触时，将一薄剥离纸置于背衬的背面，该背面与面朝模具的那一侧相反。这种剥离纸在防止树脂淤浆挤压在夹辊和电子束表面上的同时明显地减少了空穴。将形成的中间试样附着在运行的卷材上以每分钟 25 英尺的速度通过电子束，使得电子束分别透过剥离纸、饱和的背衬、树脂淤浆和塑料模具进行照射。在第一次通过时，电子束为 275keV，

照射 5Mrad 剂量。在第二次通过时，照射 5Mrad 剂量，但是试样置于卷材上使电子束分别透过塑料模具、树脂淤浆、饱和的背衬和剥离纸进行照射。在第三次通过时，剥离纸被除去，透过背衬照射 3Mrad 剂量。随后，除去模具，留下在背衬表面形成的至少部分固化的成形摩擦复合物层。为确保完全固化，将实施例 3 的试样在 177 °C 的烘箱中放置 3 小时。

实施例 1-3 的各种摩擦试样制成后，使用 NPR 将试样的一部分粘结在购自 General Motors Corporation 零件名为 8643741 的单张钢板的一个面上。在将摩擦材料放置在钢板上以前，先对钢板表面喷砂处理，随后在钢板的两个表面上底涂购自美国 3M 公司的 3M EC-2174 脲醛树脂液体底涂料，使钢板的表面能接受本文所述的试验的摩擦材料。将经底涂的钢板在 25 °C 干燥 1 小时，随后在 150 °C 部分固化 1 小时。接着在 6360kg 的压力下将形成的钢板试样在 177 °C 加热 1 小时以固化 NPR。

用具有下列结构的复合粘合剂层将摩擦材料粘合在经底涂的钢板上。对于粘合剂层，形成一种结构，它包括在作为中间层的含炭酚醛树脂饱和的纸的相反两面上粘附两层单独的脲醛树脂膜（即购自美国 3M 公司的 3M EC-2174 脲醛树脂膜）。使用芳族聚酰胺纤维纸，根据 Seitz 等的美国专利 5,083,650 实施例 1 的描述、涂层配方和方法进行挑选并用酚醛树脂和炭的混合物进行饱和，条件是与美国专利 5,083,650 的实施例 1 不同，第一和第二树脂涂层依次涂布在芳族聚酰胺纸上，在涂布第一和第二涂层中间不在饱和纸的外表面上沉积任何颗粒状的炭颗粒。切割出粘合剂膜/酚醛树脂饱和的粘合剂膜复合物的环，这些环是实施例 1-3 摩擦材料的附加尺寸的环。施加设定在“亚麻”档的熨斗中发出的热量将摩擦材料/复合粘合剂层/底涂层/钢板/底涂层/复合粘合剂层/摩擦材料轻轻地粘附在一起。随后将该层叠物在 177 °C 加热的水压机下加压 1 小时。

比较例 A 的摩擦材料包括粘结在购自 General Motors Corporation 的 8643741 号零件上的酚醛树脂饱和的摩擦纸，这种摩擦纸是市售的标准摩擦纸。

然后按上面所述的测试方法测试实施例 1 - 3 和对比例 A 的摩擦材料，结果列于表 1。表 1 中的结果是测试过程中在 1 小时和在 100 小时的测试点所测到的。在每一试验后对实施例 1 - 3 的钢板所作的检查表明，摩擦材料并未发生严重损坏（即未从钢板上脱层）；而且摩擦材料一般保持其原来的微观外型，只有很少磨损。因此，证明了本发明的摩擦材料是一种可使用的产品，而且可作为常规摩擦材料的可行的替换品。

表 1

测 量	对比例 A	实施例 1	实施例 2	实施例 3
测试点(小时)	1/100	1/100	1/100	1/100
每小时循环数	180/180	180/180	180/180	180/180
中点动态扭矩(N-m)	154/167	140/130	149/1136	146/106
δ 扭矩 ¹ (N-m)	5/4	30/69	21/43	16/68
最大扭矩(N-m)	159/171	170/199	170/179	162/174
啮合时间(秒)	0.580/0.539	0.615/0.651	0.588/0.635	0.609/0.771

¹ δ 扭矩 = 最大扭矩 - 中点扭矩

实施例 4 - 10 和对比例 B

实施例 4 - 10 说明本发明的其它实施方式。

5

制造摩擦材料 2 的一般方法

用真空缝形模头将淤浆涂复至所述制造模具内。当该模具在模头面下通过时，真空窄缝将模具空腔内的空气抽出，而淤浆窄缝将前体淤浆输送至抽空的空腔使其充满。模头装配成使真空窄缝与浆料窄缝之间有 8 密耳的偏移，而真空窄缝更靠近模具，因此淤浆窄缝可输送为了使无纺背衬饱和和所需的额外的 10 密耳膜。真空缝口位于模具之上 2 至 3 密耳。涂复膜的厚度由卷材速率和淤浆泵的速率二者相结合来调节。真空由在 27 英寸真空压力下运行的真空泵提供。

将这涂复有粘合剂前体淤浆的制造模具与无纺背衬(如制造摩擦材料 1 的一般方法中所述)和剥离衬层接触。再让剥离衬层、无纺背衬和已涂复的模具组成的层叠物通过两个轧辊之间，将过剩的淤浆压入无纺背衬中。涂复的中间摩擦制品/模具层叠物通过辐射固化，辐射固化是使用 300KeV 电子束，在不同辐射剂量下多次通过电子束辐照来进行，或者是用紫外光(UV)多次辐照来进行，下文将更详细说明。一般来说，依次地从剥离衬层/摩擦材料/模具层叠物的两面辐射摩擦材料，将其从模具中取出，然后将摩擦材料再次在同一电子束下通过，或者(对 UV 固化材料而言)放入烘箱内。

20

试验方法 2

按 SAE(汽车工程师协会, Socety of Automotive Engineens)提出的低速级测试方法和 SAE JI646 所定义的条件，在装有离合片头组件 (购自 Greening

Associates, Inc., Detroit, MI)的 SAE No.2 摩擦测试机上测试摩擦材料。在这种对湿摩擦材料的标准测试中，是将待测的每一摩擦圆片放在测力计(两个)钢质作用盘之间构成一个离合器组件。摩擦圆片连接于旋转轴，而钢质作用盘是固定的并装有扭矩传感器。在测试过程中，用传动油(transmission oil)供应给整个离合器组件。

每个锁定(lockup)循环开始时使摩擦圆片、连接的旋转轴、和惯性质量达到 3600rpm 的转速。用活塞向离合器组件施加压力，使摩擦圆片与作用盘接触。当转轴停止旋转时，锁定循环结束。锁定时间是指摩擦圆片停止旋转所需的时间，从活塞施加的压力达到 30KPa 的限值时起算。将油的温度、锁定时间和初始 RPM 保持为常数，而改变施加的压力和扭矩。利用所需施加的压力和所测得的扭矩来计算锁定期间的系数。每个能级运行 200 次锁定循环。初始能级设定为 15.13KJ，以 2.89KJ 的步幅增加，直至摩擦材料损坏或是完成在 44.40KJ 的第 11 个能级。每个能级是通过增加测力计转轴上的惯性质量来得到的。测试中所用的传动液是购自 GM，商品名为“DEXRON III”。

所关注的变量是锁定循环初始点、中点和结束点的摩擦系数，以及材料损坏时的能级。当测力计施加的压力不能维持 0.5 秒的锁定时，就认为材料损坏了。

评价摩擦材料时，最好是摩擦系数尽可能地高，但结束点摩擦系数应小于或等于中点摩擦系数。这表明包含测试摩擦材料的离合器具有较平稳的离合变换特性。

实施例 4 - 10 的粘合剂前体淤浆是根据表 2 所示的配方制备。对比例 B 是一个常规的离合器环，是购自 Ford Motor Company, Dearborn, MI, 商品名为 E8DZ - 7B164 - A。

表 2

实施例	4	5	6	7	8	9	10
树脂前体							
TATHEIC	2475.0	2475.0	2475.0	2475.0	1104.9	567.0	982.0
TMPTA	2457.0	2457.0	2475.0	2475.0	1104.9	850.5	982.0
PH2	50.0	50.0	50.0	50.0	22.0	45.0	40.0
FP1	1873.6	1873.6	1873.6	1873.6	931.5		
FP2	4000.0	4000.0	4000.0	4000.0		936.0	800.0
ASF	574.8	574.8	574.8	574.8			
SCA	46.0	46.0	46.0	46.0	22.5	22.5	16.0
SFL					1314.0	1314.0	780.0
EBC					67.5		60.0
URO						765.0	
V52						21.8	9.8
NRP							400.0

实施例 4 和 5

实施例 4 和 5 的摩擦材料是用按以下方式得到的粘合剂前体淤浆制成：将
 5 2475.0 份 TATHEIC，2475.0 份 TMPTA，50.0 份 PH2，1873.6 份 FP1，4000.0
 份 FP2，574.8 份 ASF 和 46.0 份 SCA 混合成均匀的淤浆。然后将上述淤浆加热
 至 60 ℃，并按上面制造摩擦材料 2 的一般方法所述进行涂覆。所得的涂层用
 300KeV 下操作的电子束辐照(剥离衬层朝上)，剂量为 6Mrad。再将涂层翻转，
 使模具朝上，通过 300KeV 和 2Mrad 剂量的辐照。将这组材料从模具中取出，留
 10 下至少部分固化的在背衬表面形成的摩擦复合物层。该摩擦材料再经受 7Mrad 剂
 量的 300KeV 辐照使其最终固化。

将从 Ford Motor Company 购得的钢盘(零件号为 E8DZ - 7B164 - A)处理，
 以便粘结摩擦材料。将购来的钢盘浸在碱性浸液中去掉存在于其上的纸。然后用水
 冲洗这些盘并在空气中干燥。盘的两个表面都用 3M EC - 2174 脞酚醛液态底
 15 涂料底涂(底涂料是购自 3M，St. Paul, MN)。底涂后的盘片在 25 ℃干燥 1 小时，
 然后在 204 ℃部分固化 1 小时。

摩擦材料通过具有以下结构的复合粘合剂层粘合在底涂后的盘片上。该粘合
 层的结构是在作为中间层的含碳的酚醛树脂饱和的芳族聚酰胺纸的两个相反的

5

实施例 6 和 7

15

20

实施例 8

25

其在 176°F 的烘箱内放置 6 小时使其完全固化。

离合器环是用含氟弹性体按实施例 6 和 7 中所述的步骤粘合至钢板上。

实施例 9

5 按制备摩擦材料 2 的一般方法中所述的真空缝形模头方法涂布实施例 9 的摩擦材料，并按实施例 8 的方法用紫外光将其固化。但是使用了不同的粘合剂前体淤浆。所用的 UV 粘合剂前体淤浆的制法是：将 567.0 份 TATHEIC，850.5 份 TMPTA，765.0 份 URO，45.0 份 PH2，936.0 份 FP2，1314.0 份 SFL，22.5 份 SCA 和 21.8 份 V52 混合成均匀的淤浆。URO 添加剂使固化产品的挠性和柔顺性增加，因而可不需要含氟弹性体次层。V52 通过利用 UC 灯的热能和由光引发的交联放出的热量来增加固化作用，从而可免去实施例 8 中所用的后期烘箱固化。

15 实施例 9 的摩擦材料是直接粘合在钢质摩擦盘上。摩擦盘的两个表面都用购自 3M, St. Paul, MN 的 3M EC-2174 脲酚醛液态底涂料底涂。底涂后的钢盘片在 25 °C 下干燥 1 小时，然后在 204 °C 下部分固化 1 小时，摩擦材料用粘合剂层粘合至底涂后的盘片上，粘合层是粘合于每一钢盘片表面与摩擦材料之间的两层脲酚醛树脂膜(即用 Mac Tac 制成的脲酚醛树脂膜)形成的。测出未压缩时的总厚度，并选择垫片以限制压机的间隙，使摩擦材料的压缩量为 3 密耳。将垫片和盘片放在加热至 204 °C 的压机下，以 5000 磅加压 2 分钟从而完成制备。

20

实施例 10

按制备摩擦材料 2 的一般方法中所述的真空缝形模头方法涂布实施例 10 的摩擦材料，并按实施例 8 的方法用紫外光将其固化。但是使用了不同的粘合剂前体淤浆。所用的 UV 粘合剂前体淤浆的制法是：将 982.0 份 TATHEIC，982.0 份 TMPTA，40.0 份 PH2，800.0 份 FP2，780.0 份 SFL，400.0 份 NRP，16.0 份 SCA，60.0 份 EBC 和 9.8 份 V52 混合成均匀的淤浆。NRP 添加剂使固化产品的挠性和柔顺性增加，因而可不需要含氟弹性体次层，而 V52 可免去实施例 8 中所用的后期烘箱固化。

30 实施例 10 的摩擦材料是用实施例 9 中所述的粘合方法直接粘合在钢质摩擦盘上。

以上各实施例中的每种摩擦材料都用试验方法 2 中所述的方法进行评价。下表综合列出了测力计测得的结果。初始摩擦系数(μ_l)，中点摩擦系数(μ_m)和结束

5 摩擦系数(μ_e)是按 SAE J1646 从测得的扭矩和施加压力计算而得。对比例 B 和实施例 4,5,6 的摩擦材料的结果示于表 3a, 而实施例 7 - 10 的摩擦材料的结果示于表 3b. 能级(以 KJ 为单位)表示在最左一栏, “An” 表示如上所述的 11 个能级. 该表表明每种摩擦材料在所完成的最高能级下的最大耐久性(初始点、中点和结束点摩擦系数)表示为, 该能级或者是材料损坏前的最高能级, 或者是测试结束的能级.

表 3a

能级		对比例 B			实施例 4			实施例 5			实施例 6		
	(kJ)	μ_l	μ_m	μ_e	μ_l	μ_m	μ_e	μ_l	μ_m	μ_e	μ_l	μ_m	μ_e
A1	15.13	0.172	0.163	0.157	0.120	0.131	0.129	0.113	0.123	0.133	0.126	0.163	0.151
A2	18.02	0.160	0.152	0.147	0.108	0.120	0.130	0.105	0.116	0.134	0.126	0.148	0.146
A3	20.91	0.151	0.148	0.147	0.098	0.109	0.131	0.099	0.116	0.133	0.123	0.147	0.146
A4	23.80	0.151	0.147	0.143	0.066	0.102	0.124	0.090	0.114	0.129	0.132	0.151	0.141
A5	26.62	0.141	0.142	0.140				0.087	0.104	0.129	0.115	0.136	0.146
A6	29.58	0.136	0.138	0.133							0.119	0.139	0.114
A7	32.47	0.130	0.134	0.130							0.105	0.133	0.141
A8	35.36										0.091	0.126	0.139
A9	38.25										0.093	0.126	0.139
A10	41.15										0.090	0.123	0.130
A11	44.04										0.097	0.125	0.126

表 3b

能级		实施例 7			实施例 8			实施例 9			实施例 10		
	(kJ)	μl	μm	μe	μl	μm	μe	μl	μm	μe	μl	μm	μe
A1	15.13	0.110	0.173	0.165	0.139	0.145	0.144	0.172	0.196	0.193	0.171	0.172	0.169
A2	18.02	0.103	0.181	0.170	0.133	0.142	0.142	0.157	0.185	0.176	0.162	0.167	0.160
A3	20.91	0.108	0.177	0.168	0.134	0.143	0.141	0.153	0.177	0.169	0.158	0.164	0.160
A4	23.80	n/r	n/r	n/r	0.131	0.145	0.140	0.147	0.162	0.159	0.149	0.155	0.153
A5	26.62	0.107	0.167	0.159	0.130	0.150	0.149	0.141	0.154	0.151	0.148	0.153	0.149
A6	29.58	0.107	0.170	0.161	0.127	0.139	0.136	0.135	0.143	0.144	0.134	0.140	0.146
A7	32.47	0.095	0.168	0.158	0.125	0.138	0.134	0.130	0.135	0.137	0.124	0.128	0.139
A8	35.36	0.096	0.166	0.152	0.124	0.135	0.130	n/r	n/r	n/r	0.117	0.122	0.133
A9	38.25	0.102	0.159	0.144	0.125	0.134	0.131	0.060	0.064	0.068	0.114	0.118	0.125
A10	41.15	0.091	0.157	0.145	0.125	0.133	0.128				0.114	0.118	0.123
A11	44.04	0.089	0.140	0.131	0.120	0.126	0.122				0.078	0.085	0.089

n/r - 未记录

由表 3a 和 3b 可见，对比例 B 包含一种用作对比的市售纸质材料。在整个测试过程中，其结束点摩擦系数(μe)都小于中点摩擦系数(μm)，表明与整个测试过程中都具有良好的离合变换特性。

实施例 4 和 5 表明具有低挠性的摩擦材料的效果。在实施例 4 和 5 中，弹性模量约为 1.35×10^8 达因/平方厘米。如表 3a 所示，说明这两个例子的摩擦材料与实施例 6 - 10 的相比，其耐久时间较短。

实施例 6 - 8 包括含有含氟弹性体的组合物所构成的粘结层。虽然实施例 6 和 8 没有显示可与对比例 B 匹配的摩擦系数，但它们显示良好的耐久性，因为它们直至测试结束都不损坏。实施例 7 显示良好的摩擦系数和耐久性。而且，通过比较其结束点摩擦系数(μe)与中点摩擦系数(μm)，实施例 6 - 8 都显示良好的变换特性。

实施例 9 显示摩擦系数有所提高。据信其中的粘合剂更富回弹性或柔顺性，因为它是由包括至少一种具有至少一个侧接丙烯酸酯基团的树脂的混合物构成，其中所述的树脂是选自聚氨酯丙烯酸酯、丙烯酸异冰片酯、聚硅氧烷丙烯酸酯及其混合物。虽然实施例 9 的摩擦材料的耐久性未超过实施例 6 - 8 的摩擦材料的耐久性，但却超过对比例 B 的耐久性。由结束点摩擦系数(μe)与中点摩擦系数(μm)的对比，表明该材料具有良好的变换特性。

实施例 10 在测试中间点之间的前半段显示了提高的摩擦系数。据信该材料更富回弹性或柔顺性，因为它由包含丁腈橡胶颗粒的混合物构成。其耐久性超过对比例 B，但在试验的后半段显示不大有利的变换特性。

- 5 所有的专利、专利申请和出版物的全部公开内容都参考引用于本申请中，如同它们是分别参考引用一样。对于本领域的技术人员而言，在不偏离本发明的范围和精神的情况下可对本发明作各种改动和变化是显而易见的，因此应理解本发明不受这些举出的说明性实施例的限制。

说明书附图

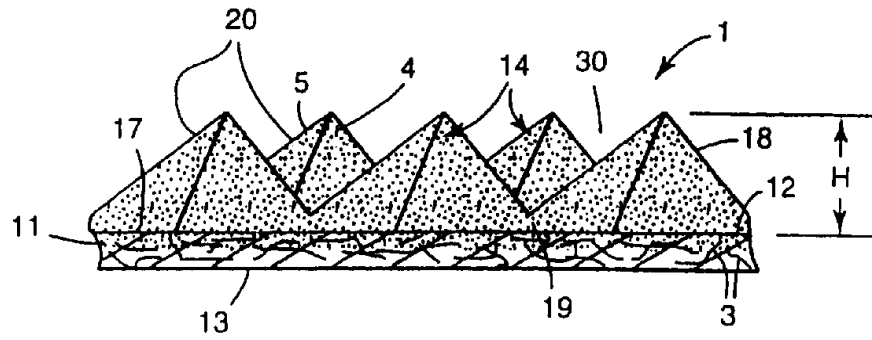


图 1

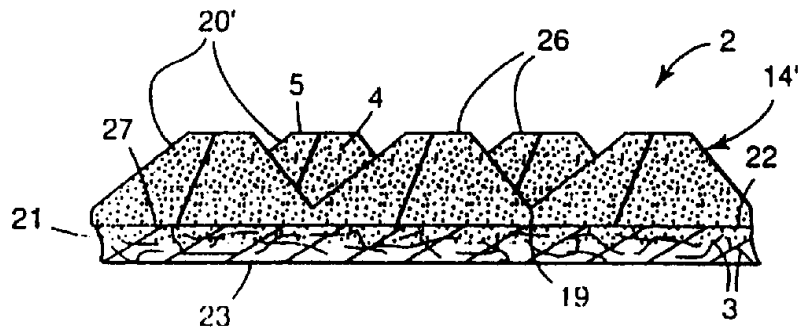


图 2

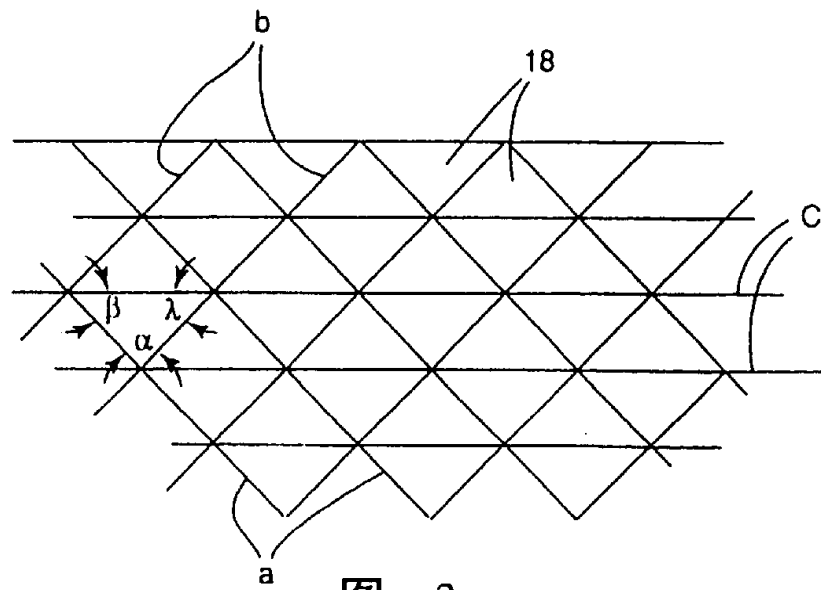


图 3

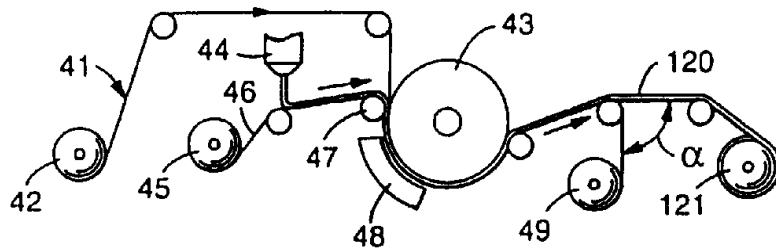


图 4

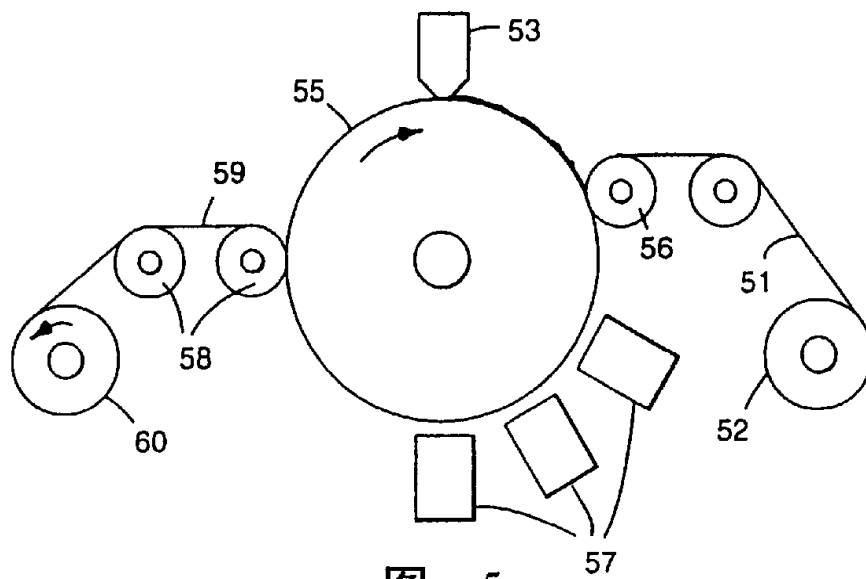


图 5

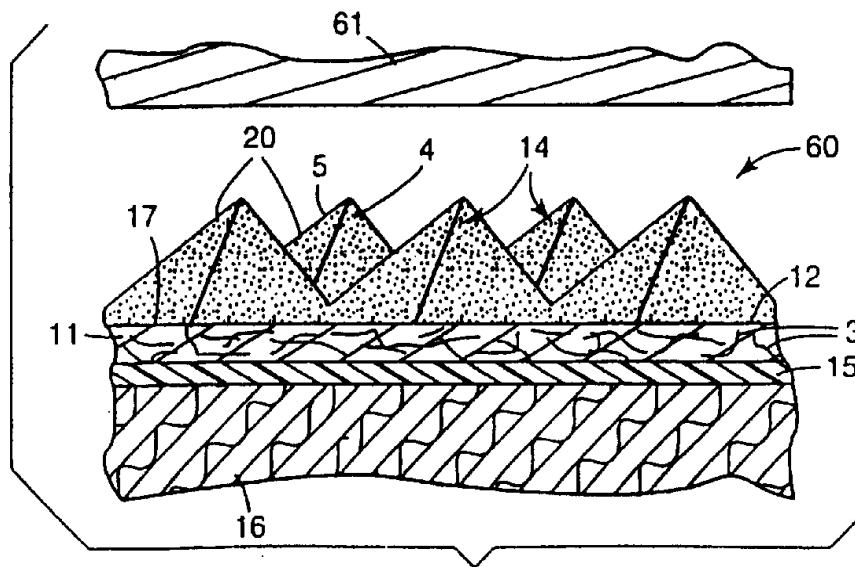


图 6

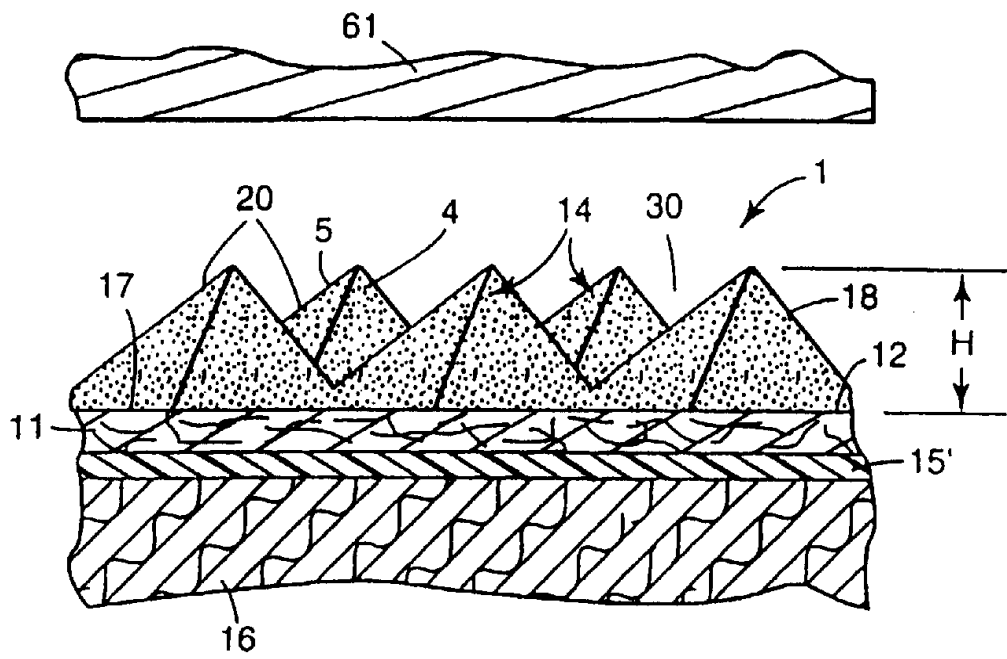


图 7