

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B24D 11/00 (2006.01)

B24D 3/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02826252.2

[43] 公开日 2006年5月3日

[11] 公开号 CN 1767926A

[22] 申请日 2002.11.6 [21] 申请号 02826252.2

[30] 优先权

[32] 2001.12.28 [33] US [31] 10/033,464

[86] 国际申请 PCT/US2002/035541 2002.11.6

[87] 国际公布 WO2003/057410 英 2003.7.17

[85] 进入国家阶段日期 2004.6.28

[71] 申请人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 M·J·安能

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 周承泽

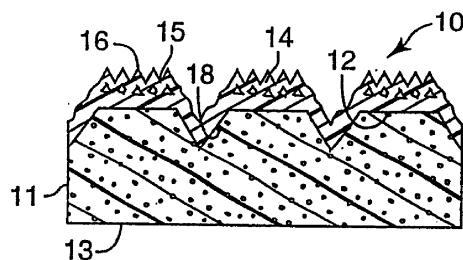
权利要求书 2 页 说明书 30 页 附图 2 页

[54] 发明名称

制造磨具的方法

[57] 摘要

本发明提供了一种制造压花的磨具的方法，它包括提供一种片状泡沫材料背衬，它有一个第一表面和位于背面的第二表面；在所述第一表面上形成含有磨料颗粒和粘合剂的研磨涂层，从而形成磨具；将具有压花表面的有图案的压花工具压到磨具的研磨涂层上，由于压花表面上有至少一种由凸出区域形成的图案，所以能在所述研磨涂层和所述泡沫材料背衬上形成压花图案，该图案至少包含与所述压花表面的凸出区域对应的凹陷区域，从而得到压花的磨具。



1. 一种制造压花的磨具的方法，它包括：

a.提供一片状泡沫材料背衬，它有一个第一表面和位于背面的第二表面；

5 b.在所述第一表面上形成含有磨料颗粒和粘合剂的研磨涂层，从而形成磨具；

c.将具有压花表面的有图案的压花工具压到磨具的研磨涂层上，由于压花表面上有至少一种由凸出区域形成的图案，所以能在所述研磨涂层和所述泡沫背衬上能形成压花图案，该图案至少包含与所述压花表面的凸出区域对应的凹陷区域，从而得到压花的磨具。

2. 权利要求1所述方法，其特征在于所述压花表面还包含凹陷区域，所述压花生成的图案还包含与所述压花表面上的所述凹陷区域相对应的凸出区域。

3. 权利要求1和2任一项所述方法，其特征在于所述图案是均匀图案。

4. 权利要求1和2任一项所述方法，其特征在于所述图案是随机图案。

15 5. 权利要求1-4任一项所述方法，其特征在于研磨涂层可以这样制造，在所述第一表面上施涂流动性可固化粘合剂初始结合涂层，将所述磨料颗粒至少部分包埋在其中，并至少部分固化所述初始结合涂层。

6. 权利要求5所述方法，其特征在于它还包括在所述初始结合涂层和所述磨料颗粒上施涂流动性粘合剂胶结涂层，然后固化所述胶结涂层。

20 7. 权利要求6所述方法，其特征在于所述粘合剂初始结合涂层和所述粘合剂胶结涂层中至少有一个涂层包含可辐射固化的粘合剂，所述固化是辐射固化。

8. 权利要求1所述方法，其特征在于所述研磨涂层可以这样制造，在所述第一表面上施涂流动性可固化粘合剂和磨料颗粒的混合物，然后固化所述流动性可固化粘合剂，形成所述研磨涂层。

25 9. 权利要求8所述方法，其特征在于所述流动性可固化粘合剂是可辐射固化的粘合剂，所述固化是辐射固化。

10. 权利要求8和9任一项所述方法，其特征在于将所述流动性可固化粘合剂和磨料颗粒组成的涂敷混合物施涂到所述第一表面上后，并在固化之前，将所述涂层与一种装置接触，该装置的表面将一种图案转印到研磨涂层上，在研磨涂层中形成凸出区域和凹陷区域，但在泡沫材料背衬上不形成这种图案，然后至少部分固化所得有图案的研磨涂层。

11. 权利要求 1-10 任一项所述方法，其特征在于所述有图案的压花工具是压花辊。
12. 权利要求 1-11 任一项所述方法，其特征在于所述凹陷区域伸入泡沫材料背衬至少 200 μm 深。
- 5 13. 权利要求 1-12 任一项所述方法，其特征在于所述泡沫材料背衬厚度至少约为 0.2 毫米。
14. 权利要求 1-12 任一项所述方法，其特征在于所述泡沫材料背衬厚度在约 1-6 毫米之间。
15. 权利要求 1-14 任一项所述方法，其特征在于所述泡沫材料背衬是开孔泡沫材料。
- 10 16. 权利要求 1-15 任一项所述方法，其特征在于所述泡沫材料背衬是闭孔泡沫材料。
17. 权利要求 1-16 任一项所述方法，其特征在于所述磨料颗粒的平均粒径在 0.1-60 微米之间。
- 15 18. 权利要求 1-17 任一项所述方法，其特征在于所述平均粒径在 1-30 微米之间。
19. 权利要求 1-18 任一项所述方法，其特征在于所述凹陷区域与研磨涂层之间的距离至少为 200 微米。
20. 权利要求 1-19 任一项所述方法，其特征在于所述距离至少为 500 微米。
- 20 21. 权利要求 1-20 任一项所述方法，其特征在于所述泡沫材料背衬是聚乙烯泡沫材料背衬。
22. 权利要求 1-20 任一项所述方法，其特征在于所述泡沫材料背衬是聚氨酯泡沫材料背衬。
23. 权利要求 1-22 任一项所述方法，其特征在于对所述压花工具加热。
- 25 24. 权利要求 1-23 任一项所述方法，其特征在于所述压花工具加热到至少 30 $^{\circ}\text{C}$ 。
25. 权利要求 1-23 任一项所述方法，其特征在于所述压花工具加热到 80 $^{\circ}$ -210 $^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内。
- 30 26. 权利要求 1-25 任一项所述方法，其特征在于所述压花工具在 1.5-200N/每厘米带宽的压力下进行压花。

制造磨具的方法

5 发明领域

本发明涉及制造磨具的方法,是利用有图案的压花工具压花形成以泡沫材料为背衬的可供精磨的三维涂敷磨具。

发明背景

10 在研磨工业中,对表面光洁度有越来越精细的趋势。为获得这种更精细的表面光洁度,在磨具中自然要使用更细的磨料颗粒。在某些情况下,这种小磨料颗粒的粒径小于 $50\mu\text{m}$,通常小于 $25\mu\text{m}$,有时小于 $10\mu\text{m}$ 。在某些情况下采用研磨浆料,而不用固定磨具,在这种磨具上磨料颗粒可以粘合在一起(形成粘合磨具)或者粘结到背衬上(形成涂敷磨具)。多年以前,研磨浆料能获得固
15 定磨具原来从来没有获得过的表面光洁度。但最近几年,固定磨具,特别是涂敷磨具的发展使得它在某些应用中有效地取代了研磨浆料,因而避免使用液体操作装置,也避开了使用浆液时碰到的废物处理问题。

在许多情况下,为获得精细的表面光洁度,抛光过程在液体,通常是水或某些其他类型的润滑剂的存在条件下进行的。使用液体有几个目的,包括最大程
20 度降低热量的聚集,作为介质能清除抛光过程中产生的材料屑或碎片。如果在抛光过程中不能有效清除碎屑,碎屑就有可能重新沉积在研磨涂层上,从而引起不必要的粗糙刮痕。因此,必须清除碎屑,以便在研磨涂层和要抛光的工件表面之间的界面上提供有效的液体流动。

尽管使用液体能带来很多好处,但有时也会带来问题。例如,由于磨料颗粒
25 非常小,所得研磨涂层外表面可能非常光滑。众所周知,液体和光滑研磨涂层一起使用会产生业内称作“粘连”的问题,即液体在研磨涂层和工件表面之间会起类似粘合剂的作用,使这些表面粘连在一起,从而产生不良后果。

粘连通常发生在精磨型涂敷磨具中。常见的涂敷磨具有两种类型。第一种类型中的磨料颗粒通过初始结合涂层粘合在背衬上。磨料颗粒覆盖在胶结涂层
30 上,胶结涂层进一步使磨料颗粒固定。这第一种类型基本上有一层或两层磨料颗粒。精细级别的磨料颗粒太小,得到的涂敷磨具的寿命相对较短。在第二种

涂敷磨具结构中，磨料颗粒分散在粘合剂中，一般均匀分散。这第二种结构有时称作“精磨膜”。精磨膜的寿命更长，因为与含初始结合涂层和胶结涂层的结构相比，它有多个磨料颗粒层。类似地，精磨膜可产生更精细的表面光洁度，因为磨料颗粒更好地包埋在粘合剂当中。反过来，精磨膜的磨削速率较低，因为

5 为第一种类型的结构有更多的磨料颗粒伸出来。

精磨型结构更经常地发生粘连，因为磨料颗粒包埋在粘合剂中，形成了光滑的表面。各种精磨型产品都具有研磨涂层，这种研磨涂层具有一定形状或结构，即具有凸出部分和凹陷部分。这些产品是明尼苏达采矿和制造公司（3M）销售的“TRIZACT™”磨具，美国专利 5152917（Pieper 等）对它们进行了一般介绍。其他精磨磨具也见述于美国专利 5489235（Gagliardi 等）中。

10

美国专利 2115897（Wooddell 等）介绍了一种磨具，它的背衬上用粘合剂附着了许多粘结在一起的研磨片段。这些粘结在一起的研磨片段可通过粘合剂以指定图案固定在背衬上。

美国专利 2242877（Albertson）介绍了一种制备压缩磨盘的方法。它是将几层涂敷的纤维磨盘置于模子中，然后加热加压，形成压缩中心盘。模子有指定图案，能将此图案转移到压缩中心盘上，因此形成涂敷有图案的磨具。

15

美国专利 2755607（Haywood）介绍了一种涂敷磨具，它有平坦部分和凹槽部分。一种粘合剂涂层施涂在背衬的前表面上，然后梳耙此粘合剂涂层，产生峰和谷。接着将磨料颗粒投射到粘合剂中，然后使粘合剂涂层固化。

美国专利 3048482（Hurst）介绍了一种磨具，它包含背衬、粘合系统和通过该粘合系统固定到背衬上的磨料颗粒。磨料颗粒是磨料粒子与独立于粘结系统的胶合剂组成的复合体。所述磨料颗粒具有三维结构，宜为棱锥形。为制造这种磨具，首先通过模塑过程制造磨料颗粒。接着将背衬放到模子中，然后放入粘合系统和磨料颗粒。模具具有组成一定图案的空穴，因而得到背衬上具有指定图案的磨料颗粒。

20

25

美国专利 3605349（Anthon）涉及精磨型磨具。该专利将粘合剂和磨料颗粒混合在一起，然后通过栅格喷射到背衬上。使用栅格就得到了带图案的研磨涂层。

美国专利 4055029（Kalbow）介绍了一种开孔泡沫材料抛光垫，它的毛糙表面上有许多隆起。隆起部分是与隆起的上毛糙表面垂直，并通常与之形成尖锐边缘的周边表面。毛糙表面上可进一步包含包埋在表面上的粘合剂涂层中的磨

30

料颗粒。

美国专利 4055029 的后续专利 4111666 (Kalbow) 介绍了抛光垫, 一种其毛糙面用吸附的活性剂如双组分聚氨酯进行增强。此增强表面比抛光垫的泡沫材料本身更硬。

5 英国专利申请 2094824 (Moore) 涉及带图案的精磨膜。制造磨料/粘合剂树脂浆液, 通过一掩模施涂浆液, 形成一些离散的凸出部分。接着使粘合剂树脂固化。掩模可以是丝网、模版、丝线或筛。

美国专利 4644703 (Kaczmarek 等) 和 4773920 (Chasman 等) 涉及一种精磨型磨具, 它包含背衬和粘着在背衬上的磨料涂层。所述磨料涂层包含精磨级
10 磨料颗粒与用自由基聚合反应固化的粘合剂组成的悬浮液。磨料涂层可用轮转凹印辊形成一定图案。

美国专利 4930266 (Calhoun 等) 介绍了一种带图案的研磨片, 其中的磨料颗粒牢固地粘合在一起, 这些颗粒以预定横向间距排列在一个平面上。在此发明中, 磨料颗粒通过撞击技术施涂, 因而所有的颗粒基本上都是彼此独立地施
15 涂在磨料背衬上的。在这样得到的研磨片上, 可以精确控制磨料颗粒的间距。

美国专利 5014468 (Ravipati 等) 涉及适用于眼科的精磨膜。精磨膜具有磨料颗粒按照一定图案形成的表面涂层, 这些磨料颗粒分散在辐射固化的粘合剂中。为制造有图案的表面, 在轮转凹印辊的表面上使磨料/可固化粘合剂的浆液成形, 从辊表面剥下成形的浆液, 接着用辐射能使之固化。

20 美国专利 5015266 (Yamamoto) 涉及一种研磨片, 它在一压花片材上均匀涂敷磨料/粘合剂浆液形成的研磨涂层, 由于浆液存在表面张力, 该涂层固化后会形成有高有低的研磨部分, 对应于基片上的不规则结构。

美国专利 5107626 (Mucci) 介绍了在基底上形成有图案面的方法, 即用含有许多精确成形的研磨复合体的涂敷磨具进行研磨。所述研磨复合体呈非随机
25 排列, 每个复合体中是许多分散在粘合剂中的磨料颗粒。

日本专利申请 02-083172 (Tsukada 等, 1990 年 3 月 23 日公布) 介绍了一种制造具有指定图案的精磨膜的方法。将磨料/粘合剂浆液涂敷到一模具的凹痕中, 然后将背衬盖在该模具上, 并固化研磨浆液中的粘合剂。接着, 从模具中取下所得的涂敷磨具, 用辐射能或热能固化其中的粘合剂。

30 日本专利申请 JP 4-159084 (Nishio 等, 1992 年 6 月 2 日公布) 介绍了一种制造精磨带的方法, 它是将含有磨料颗粒和可电子束固化树脂的磨料浆液施涂

在凹雕辊或有凹痕的板上。接着，使研磨浆受电子束辐射，固化其中的粘合剂，然后从辊上取下所得精磨带。

转让给与本发明申请转让给的受让人的美国专利 5437754 (Calhoun)，介绍了一种制造磨具的方法。它是将磨料浆液涂敷到压花基底的凹陷部分，将所得结构层压到背衬上，固化磨料液浆中的粘合剂，取下压花基底，研磨浆液就粘着在背衬上。

转让给与本发明申请转让给的受让人的美国专利 5219462 (Bruxvoort 等)，介绍了一种制造磨具的方法。它是将磨料/粘合剂/膨化剂的浆液只涂敷到压花背衬的凹陷部分。涂敷后，固化粘合剂，激活膨化剂。这使得浆液膨胀到压花背衬表面以上。

转让给与本发明申请转让给的受让人的美国专利 5435816 (Spurgeon 等) 介绍了一种制造磨具的方法。该专利的一个方面是将磨料/粘合剂的浆液涂敷到压花基底的凹陷部分。让辐射能透过压花基底，进入研磨浆液，固化其中的粘合剂。

美国专利 5658184 (Hoopman 等) 描述了一种钉用工具。所述钉用工具包含许多位于基底上的研磨复合体，所述基底附着在泡沫材料载体上。

转让给与本发明申请转让给的受让人的美国专利 5672097 (Hoopman) 介绍了一种磨具，其特点是精确成形的，但其本身形状各不相同。

美国专利 5692950 (Rutherford 等) 描述了一种包含许多位于背衬上的三维复合体的研磨结构，背衬上粘着了弹性泡沫材料元件。

美国专利 5714259 (Holmes 等) 介绍了一种包含精确成形研磨复合体的磨具。所述复合体粘合在可以是聚合物泡沫材料的基底上。

美国专利 5910471 (Christianson 等) 介绍了一种包含许多位于背衬上的研磨复合体的磨具，所述背衬粘着在背垫上，而背垫又粘着在一泡沫材料垫上，泡沫材料垫为磨具的抛光过程提供了缓冲。背衬也可以起支撑垫的作用。例如，背衬可以是泡沫材料背衬，如聚氨酯泡沫材料背衬。

在工业上，需要一种以泡沫材料为基底的磨具，该制品能最大程度地减少研磨界面上聚集的碎屑；迅速生成精细的表面光洁度；寿命长；粘连最少。

30 发明概述

本发明提供了一种制造以泡沫材料为背衬的压花磨具，它克服了上面提到的

某些问题。

具体地说，本发明提供了一种制造压花的磨具的方法，它包括：

a.提供一种片状泡沫材料背衬，它有一个第一表面和位于背面的第二表面；

b.在所述第一表面上形成含有磨料颗粒和粘合剂的研磨涂层，从而形成磨

5 具；

c.将具有压花表面的有图案的压花工具压到磨具的研磨涂层上，由于压花表面包含至少一种由凸出区域形成的图案，所以能在所述研磨涂层和所述泡沫背衬上形成压花图案，该图案至少包含与所述压花表面的凸出区域对应的凹陷区域，从而得到压花的磨具。

10 压花工具的压花表面也可以具有凹陷区域，因而压花形成的磨具也可以具有与该压花表面的凹陷区域对应的凸出区域。压花图案可以是均一图案，也可以是随机图案。

研磨涂层可利用流动性可固化粘合剂初始结合涂层制造，磨料颗粒沉积在初始结合涂层中，使得它们至少部分包埋在未固化的初始结合涂层中，接着至少部分固化的所述初始结合涂层，形成可搬运的制品，然后也可涂敷上可流动粘

15

合剂胶结涂层。随后充分固化这两个涂层，形成涂敷磨具。

研磨涂层也可以这样制造，在第一表面上施涂流动性可固化粘合剂和磨料颗粒的混合物，然后使流动性可固化粘合剂固化。用这种方法形成的研磨涂层较好再与一个装置接触，该装置的表面能在研磨涂层固化前将一种图案转移到研

20

磨涂层上，在研磨涂层中形成凸出区域和凹陷区域，但在泡沫背衬上不形成这种图案。随后，以一定方式固化有图案或有一定结构的研磨涂层，得以保持有图案的研磨表面。

优选的压花工具是个压花辊，其表面包含大小合适的凹陷部分和凸出部分，形成所需的图案。进行压花时，凹陷区域宜伸入泡沫背衬至少约 200 μm 。

25

优选泡沫材料背衬的厚度至少为 0.2mm，宜在约 1-6mm 之间。泡沫材料可以是开孔泡沫材料或闭孔泡沫材料。

压花法通常在泡沫材料中形成凹陷部分，其中凹陷部分的低点与凸出区域顶部的高点之间的距离至少大约为 200 微米，宜至少约 500 微米。

任何可以进行压花的泡沫材料背衬都可以用作泡沫材料背衬。优选的泡沫材

30

料背衬为聚乙烯泡沫材料背衬，可以商品名 4496W 购于 3M 公司。

适用的泡沫材料背衬的厚度大约为 0.2-25mm，密度约为 0.02-0.5g/cm³，(肖

氏) 硬度宜约为 15-100, 但在某些应用中可以适用硬度低于 15 的泡沫材料。

压花温度完全取决于泡沫材料类型, 例如压缩形变泡沫可用不需要加热到室温以上的压花工具进行压花操作。而对于其他类型的泡沫材料, 宜将压花工具加热到至少约 30℃, 以利于压花操作, 宜加热到大约 80-210℃。

- 5 压花工具宜在约 1.5-200N/cm 带宽的压力下适用, 但此范围可以变化, 具体取决于泡沫材料背衬的组成和结构。

术语定义

术语“泡沫材料”指开孔和闭孔泡沫材料。

- 10 术语“背衬”指泡沫片材。

术语“成形的研磨涂层”指固化的粘合剂和磨料的涂层, 它有一个包含凸出部分和凹陷部分的暴露面即工作面。

术语“至少部分固化”指“部分”或“所有”可固化前体材料已经固化到可以搬运和收集的程度。

- 15 术语“至少部分固化”不是说部分或所有可固化粘合剂前体总是完全固化的, 但在至少部分固化后, 它的固化程度足以承受搬运和收集操作。

这里所用“可搬运和收集”指所涉及的材料受到能使其产生应变或变形的外力作用时, 基本上不会流动或发生实质变化。

- 20 术语“完全固化”指粘合剂前体经过充分固化, 所得产物可作为磨具, 例如涂敷磨具。

- 25 本发明的磨具具有较长的有效寿命, 因为它上面存在的压花图案形成了预成形区域, 这些区域被压花凹陷线分隔, 这些凹陷线形成了收集研磨操作中产生的碎屑的区域。因此, 所述磨具可包含非常精细的磨料颗粒, 为许多工作表面提供极其精细的表面光洁度。用本发明产品替代研磨浆是可行的, 并可避免使用浆液操作通常需要的液体输送设备, 还避免为用过的浆液寻找合适的处置地点。由压花线在涂有磨料的有图案结构体之间形成的凹陷区域, 使液体在本发明磨具的工作表面上能够有效流动, 而不会发生“粘连”现象, 这种不利的粘连现象对位于光滑工件表面上的光滑表面精磨膜来说经常遇到。

- 30 附图简述

图 1 是用本发明方法制造的磨具局部截面放大图。

图 2 是用本发明方法制造的压花磨盘的顶部平视图。

图 3 是磨具制造方法的示意图，该磨具可再用本发明方法进行压花。

图 4 是制造磨具用的一个辊子的顶部示意图，该模具用来制造可用本发明方法进行压花的磨具。

5 图 5 是图 4 所示辊子沿线 5-5 一个片段的截面放大图，用以显示表面细节。

图 6 是图 4 所示辊子有图案的表面沿线 6-6 另一个片段的截面放大图。

图 7 是制造本发明压花磨具方法的示意图。

发明详述

10 图 1 所示为用本发明方法制造的磨具 10 的局部截面放大图。磨具 10 包括具有第一表面 12 和背表面 13 的泡沫材料背衬 11。进行压花前，在其第一表面 12 上先形成研磨涂层。

研磨涂层可以用含有部分包埋磨料颗粒的初始结合涂层制造，涂层和颗粒上宜再涂敷一个胶结涂层或研磨复合物，其中的磨料颗粒均匀分散在固化的粘合剂中。图 1 所示研磨涂层 14 通过在背衬表面 12 上施涂磨料颗粒和可固化粘合剂 15 的混合物来制造，固化之前，将模具表面压在未固化涂层上，产生包含凹陷区域 15 和凸出区域 16 的压花图案，形成有一定结构的研磨表面。

可用图 3 所示设备制造此类产品。图 3 示出了用来在泡沫背衬 25 的第一主表面上施加出成形的涂层的设备。模具 24 是带子形的，在其背面 38 的反面上 20 有含孔穴的接触表面 30，接触表面 30 上有许多大小合适的孔穴。从辊 28 上将含有第一主表面 26 和第二主表面 27 的背衬 25 展开。在背衬 25 同时从辊 28 上展开的同时，模具 27 从辊 29 上展开。模具 24 的接触表面 30 涂有磨料颗粒和粘合剂前体的混合物。可以加热混合物，以便在涂敷步骤之前或当中降低粘度。涂敷站可包括任何常规的涂敷工具，如刮涂器、落模式涂布器、幕涂器、真空 25 模涂布器或挤压模涂布器。在模具 24 的接触表面 30 上涂敷以成层后，使背衬 25 和模具 24 接触，以便混合物润湿背衬 25 的第一主表面 26。图 3 中，接触咬合辊 33 使混合物与背衬 25 接触，它还把模具/混合物/背衬的结构压向支撑鼓 35。接着，辐射源 37 发射足够量的辐射能，透过模具 24 的背面 38，进入混合物，使粘合剂前体至少部分固化，由此形成有形的可搬运结构 39。然后从此有 30 形的可搬运结构 39 上分离模具 24，这种分离发生在辊 40 上。通过辊 40 之后，形成的有形可搬运结构 39 和模具 24 之间的夹角 α 宜为大角，例如超过 30 度，

以便从模具 24 上干净地分离有形的可搬运结构 39。模具 24 重新卷绕成一卷 41，以备重复使用。有形的可搬运结构 39 则卷绕成一卷 43。如果粘合剂前体没有彻底固化，可再增加能量处理，使之完全固化形成涂敷磨具，所述能量如热量或其他辐射能量。或者，不利用额外的能量也能最终完成彻底固化，形成涂敷磨具。这里所用术语“彻底固化”指粘合剂前体得到充分固化，所得产品可作为磨具，例如涂敷磨具。

用图 3 所示设备制造的固化泡沫背衬的磨具具有较光滑的表面，除了模具 24 产生的表面波纹外。如图 7 所示，使磨具 39 的表面与压花工具接触，所述压花工具是具有凸出区域图案 71 的压花辊 70。使辊 70 滚过邻近的未受热光滑支撑辊 72，这样压花辊 70 上的凸出区域 71 就在研磨涂层上印出压花图案，并压进泡沫背衬，压进泡沫背衬的深度宜至少为 200 μm 。图 2 所示压花线划分出了许多研磨岛，其特征是纵向压花线 21 和横向压花线 22 产生图 1 所示的凹陷部分。

这里将介绍用本发明方法压花制成的磨具的各个部分。

15

磨料颗粒

本发明磨具一般包含至少一层研磨复合物，它有许多磨料颗粒分散在前体聚合物亚单元中。粘合剂由包含前体聚合物亚单元的粘合剂前体形成。磨料颗粒可均匀分散在粘合剂中，也可以不均匀分散。磨料颗粒宜均匀分散在粘合剂中，这样得到的磨具具有更加一贯的切割能力。

磨料颗粒的平均粒径在约 0.01-1500 微米范围内，宜在 0.01-500 微米之间，最好在 1-100 微米之间。磨料颗粒的粒径通常规定为磨料颗粒的最长尺寸。多数情况下，粒径有一个分布范围。某些情况下，宜严格控制粒径范围，以便所得磨具能在要研磨的工件上形成一致的表面光洁度。

常规硬磨料颗粒的例子有熔凝氧化铝、热处理氧化铝、白熔凝氧化铝、黑色碳化硅、绿色碳化硅、二硼化钛、碳化硼、碳化钨、碳化钛、金刚石（天然的和合成的）、氧化硅、氧化铁、氧化铬、氧化铈、氧化锆、氧化钛、硅酸盐、氧化锡、立方氮化硼、石榴石、熔凝氧化锆铝、溶胶凝胶法磨料颗粒等。溶胶凝胶法磨料颗粒的例子见述于美国专利 4314827（Leitheiser 等）、4623364（Cottringer 等）、4744802（Schwabel）、4770671（Monroe 等）和 4881951（Wood 等）中。

30

这里所用的术语磨料颗粒还包括许多单颗磨料颗粒用聚合物粘合在一起形成的磨料团聚物。磨料团聚物还见述于美国专利 4311489(Kressner)、4652275 (Bloecher 等)、4799939 (Bloecher 等) 和 5500273 (Holmes 等) 中。磨料颗粒也可以通过颗粒之间的吸引力结合在一起。

5 磨料颗粒也可以具有一定的形状，例如棒状、三角形、棱锥形、圆锥形、实心球形、空心球形等。或者，磨料颗粒可具有混乱形状。

磨料颗粒上面可用某些材料进行涂敷，以获得所需特性。例如，研究表明，在磨料颗粒表面上施涂的材料会改善磨料颗粒与聚合物之间的粘着力。此外，在磨料颗粒表面上施涂的材料可改善磨料颗粒在前体聚合物亚单元中的分散性。或者，表面涂层会改变并提高所得磨料颗粒的磨削性能。这样的表面涂层见述于美国专利 5011508 (Wald 等)、1910444 (Nicholson)、3041156 (Rowse 等)、5009675 (Kunz 等)、4997461 (Markhoff-Matheny 等)、5213591 (Celikkaya 等)、5085671 (Martin 等) 和 5042991 (Kunz 等) 等中。

15 填料

本发明的磨具可包含还含有填料的研磨涂层。填料是平均粒径在 0.1-50 微米之间，宜在 1-30 微米之间的颗粒材料。适用于本发明的填料的例子包括金属碳酸盐（如碳酸钙、碳酸镁钙、碳酸钠、碳酸镁）、氧化硅（如石英、玻璃珠、玻璃泡和玻璃纤维）、硅酸盐（如滑石、粘土、蒙脱土、长石、云母、硅酸钙、硅铝酸钠、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、糖、木粉、三水合铝、炭黑、金属氧化物（如氧化钙、氧化铝、氧化锡、二氧化钛）、金属亚硫酸盐（如亚硫酸钙）、热塑性颗粒（如聚合碳酸酯、聚醚亚酰胺、聚酯、聚乙烯、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、聚氨酯、尼龙颗粒）和热固性颗粒（如酚醛泡、酚醛珠、聚氨酯泡沫颗粒等）。填料也可以是盐，如卤盐。卤盐的例子包括氯化钠、钾冰晶石、铵冰晶石、四氟硼酸钾、四氟硼酸钠、氟化硅、氯化钾、氯化镁。金属填料的例子包括锡、铅、铋、钴、铈、镉、铁、钛。其他各种填料包括硫、有机硫化物、石墨和金属硫化物和悬浮剂。

悬浮剂的例子是表面积小于 $150\text{m}^2/\text{g}$ 的无定形氧化硅颗粒，可以商品名“OX-50”购于 DeGussa 公司，德国 Rheinfelden。加入悬浮剂可降低研磨浆液的整体粘度。美国专利 5368619 (Culler) 进一步介绍了悬浮剂的使用。

研磨复合材料的粘合剂

本发明的研磨涂层由可固化研磨复合材料形成,所述复合材料包含磨料颗粒与前体聚合物亚单元的混合物。可固化研磨复合材料宜包含有机前体聚合物亚单元。前体聚合物亚单元宜具有足够的流动性,以便能够涂敷表面。前体聚合物亚单元可通过固化(例如聚合反应和/或交联)、干燥(例如除去液体)和/或简单冷却来固化。前体聚合物亚单元可以是基于有机溶剂、基于水或 100% 固体(即基本上不含溶剂)的组合物。可以使用热塑性和/或热固性聚合物或材料以及它们的混合物作为前体聚合物亚单元。对前体聚合物亚单元固化后,可固化的研磨复合材料转化为固化的研磨复合体。优选的前体聚合物亚单元可以是可缩合固化树脂或可加成聚合树脂。可加成聚合树脂可以是烯键式不饱和单体和/或低聚物。适用的可交联材料的例子包括酚醛树脂、双马来酰亚胺、乙烯基·乙基醚、具有 α 、 β 不饱和侧羰基的氨基塑料树脂、聚氨酯树脂、环氧树脂、丙烯酸树脂、丙烯酸化异氰酸酯树脂、脲甲醛树脂、异氰酸酯树脂、丙烯酸化聚氨酯树脂、丙烯酸化环氧树脂或它们的混合物。

研磨复合材料可含约 1-90 重量份磨料颗粒和 10-99 重量份前体聚合物亚单元。研磨复合材料宜包含约 30-85 重量份磨料颗粒和约 15-70 重量份前体聚合物亚单元。研磨复合材料更宜包含约 40-70 重量份磨料颗粒和约 30-60 重量份前体聚合物亚单元。

前体聚合物亚单元宜为可固化的有机材料(即在受热的和/或在其他能量,如电子束、紫外线、可见光等作用下能够聚合和/或交联的聚合物亚单元或材料,或者加入化学催化剂、水分或其他试剂后能发生固化或聚合的聚合物亚单元或材料)。前体聚合物亚单元的例子包括氨基聚合物或氨基塑料聚合物,如烷基化脲甲醛聚合物、蜜胺-甲醛聚合物和烷基化苯胍胺-甲醛聚合物;丙烯酸类聚合物,包括丙烯酸和甲基丙烯酸烷基丙烯酸酯、丙烯酸氧化物、丙烯酸化聚氨酯、丙烯酸化聚酯、丙烯酸化聚醚、乙烯醚、丙烯酸化油和丙烯酸化硅树脂;醇酸聚合物,如氨基甲酸乙酯醇酸聚合物、聚酯聚合物、活性氨基甲酸乙酯聚合物;酚醛聚合物,如甲阶段酚醛聚合物和酚醛清漆聚合物、酚醛/胶乳聚合物;环氧聚合物,如双酚环氧聚合物;异氰酸酯;异氰脲酸酯;聚硅氧烷聚合物,包括烷基烷氧基硅烷聚合物或活性乙烯类聚合物。所得粘合剂的形式可以是单体、低聚物、聚合物或它们的组合。

氨基塑料前体聚合物亚单元中，每个分子或低聚物至少有一个 α 、 β 不饱和和侧羰基。美国专利 4903440 (Larson 等) 和 5236472 (Kirk 等) 对这些聚合物材料有进一步的描述。

5 固化研磨涂层较好由可自由基固化的前体聚合物亚单元产生。这些前体聚合物亚单元受到热量和/或受到辐射后能迅速发生聚合。可自由基固化的前体聚合物亚单元的一个优选亚组，包括烯键式不饱和前体聚合物亚单元。这种烯键式不饱和前体聚合物亚单元的例子，包括含 α 、 β 不饱和和侧羰基的氨基塑料单体或低聚物，烯键式不饱和单体或低聚物，丙烯酸化异氰酸脲酸酯单体，丙烯酸化氨基甲酸乙酯低聚物，丙烯酸化环氧单体或低聚物，烯键式不饱和单体或
10 稀释物，丙烯酸酯分散体和它们的混合物。术语丙烯酸化，包括丙烯酸化和甲基丙烯酸化。

烯键式不饱和前体聚合物亚单元包括单体和聚合物，它们含有碳、氢和氧原子，或可包含氮和卤素原子。氧和/或氮原子一般存在于醚、酯、氨基甲酸乙酯、酰胺和脲基等形式中。烯键式不饱和单体可以具有单官能度、双官能度、
15 三官能度、四官能度或更高的官能度，且同时包含基于丙烯酸和甲基丙烯酸的单体。合适的烯键式不饱和化合物较好为通过含脂族单羟基或脂族多羟基的化合物与不饱和羧酸反应制造的酯，所述不饱和羧酸如丙烯酸、甲基丙烯酸、衣康酸、巴豆酸、异巴豆酸或马来酸。烯键式不饱和单体的代表性例子包括甲基丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸乙酯、苯乙烯、二乙烯苯、丙烯酸羟基乙酯、甲基丙
20 烯酸羟基乙酯、丙烯酸羟基丙酯、甲基丙烯酸羟基丙酯、丙烯酸羟基丁酯、甲基丙烯酸羟基丁酯、丙烯酸月桂酯、丙烯酸辛酯、丙烯酸己内酯、甲基丙烯酸己内酯、甲基丙烯酸四氢糠酯、丙烯酸环己酯、丙烯酸十八烷基酯、丙烯酸 2-苯氧乙酯、丙烯酸异辛酯、丙烯酸异冰片酯、丙烯酸异癸酯、聚乙二醇单丙烯酸酯、聚丙二醇单丙烯酸酯、乙烯基甲苯、二丙烯酸乙二酯、聚乙二醇二丙烯酸酯、二甲基丙烯酸乙二酯、二丙烯酸己二酯、二丙烯酸三乙二酯、丙烯酸 2-(2-
25 乙氧基乙氧基)乙酯、丙氧基化三羟甲基丙烷三丙烯酸酯、三羟甲基丙烷三丙烯酸酯、三丙烯酸甘油酯、三丙烯酸季戊四醇酯、三甲基丙烯酸季戊四醇酯、四甲基丙烯酸季戊四醇酯和四甲基丙烯酸季戊四醇酯。其他烯键式不饱和材料包括单烯丙基、多烯丙基或多甲基烯丙基酯和羧酸酰胺，如邻苯二甲酸二烯丙酯、
30 己二酸二烯丙酯或 N,N-二烯丙基己二酰胺。其他含氮烯键式不饱和单体包括三(2-丙烯氧乙基)异氰酸脲酸酯、1,3,5-三(2-甲基丙烯氧乙基)-s-三嗪、丙烯酰胺、

甲基丙烯酰胺、N-甲基-丙烯酰胺、N,N-二甲基丙烯酰胺、N-乙基吡咯烷酮或N-乙基哌啶酮。

前体聚合物亚单元优选含有两种或多种丙烯酸酯单体的混合物。例如，前体聚合物亚单元可以是三官能丙烯酸酯和单官能丙烯酸酯单体的混合物。一种前体聚合物亚单元的例子是丙氧基化三羟甲基丙烷三丙烯酸酯和丙烯酸 2-(2-乙氧基乙氧基)乙酯的混合物。多官能丙烯酸酯与单官能丙烯酸酯这两种聚合物的重量比可以是约 1-90 重量份多官能丙烯酸酯和约 10-99 重量份单官能丙烯酸酯。

也有可能用丙烯酸酯与环氧聚合物的混合物制造前体聚合物亚单元，如美国专利 4751138 (Tumey 等) 所述。

其他前体聚合物亚单元，包括含有至少一个丙烯酸侧基的异氰尿酸酯衍生物，美国专利 4652274 (Boettcher 等) 对至少含有一个丙烯酸侧基的异氰尿酸酯衍生物有进一步的介绍。异氰尿酸酯材料优选三(羟乙基)异氰尿酸酯的三丙烯酸酯。

其他前体聚合物亚单元，包括羟基端接的异氰酸酯延伸聚酯或聚醚的二丙烯酸氨基甲酸乙酯和聚丙烯酸酯或聚甲基丙烯酸氨基甲酸乙酯。市售丙烯酸化氨基甲酸乙酯有 Morton Chemical, Moss Point, MS 生产的“UVITHANE 782”；UCB Radcure Specialties, Smyrna, Ga 生产的“CMD 8400”和“CMD 8805”；Henkel 公司, Hoboken, N.J. 生产的“PHOTOMER”树脂(例如 PHOTOMER 6010)；UCB Radcure Specialties 生产的“EBECRYL 220” (丙烯酸六官能团芳基氨基甲酸乙酯)、“EBECRYL 284” (用二丙烯酸 1,6-己二酯稀释的二丙烯酸脂基氨基甲酸乙酯)、“EBECRYL 4827” (二丙烯酸芳基氨基甲酸乙酯)、“EBECRYL 4830” (用二丙烯酸三缩四乙二酯稀释的脂基氨基甲酸乙酯)、“EBECRYL 6602” (用三丙烯酸三羟甲基丙烷乙氧酯)、“EBECRYL 840” (二丙烯酸脂基氨基甲酸乙酯) 和“EBECRYL 8402” (二丙烯酸脂基氨基甲酸乙酯)；Sartomer 公司, Exton, Pa 生产的“SARTOMER”树脂(例如“SARTOMER” 9635、9645、9655、963-B80、966-A80、CN980M50 等)。

其他前体聚合物亚单元，包括二丙烯酸环氧酯和多丙烯酸或多甲基丙烯酸环氧酯，如双酚 A 环氧聚合物的二丙烯酸酯。市售丙烯酸环氧化物的例子包括 UCB Radcure Specialties 生产的“CMD 3500”、“CMD 3600”和“CMD 3700”。

其他前体聚合物亚单元，也可以是丙烯酸化聚酯聚合物。丙烯酸化聚酯是

丙烯酸与基于二元酸/脂族二元醇的聚酯的反应产物。市售丙烯酸化聚酯的例子有 Henkel 公司生产的“PHOTOMER 5007”(六官能团丙烯酸酯)和“PHOTOMER 5018”(四官能团四丙烯酸酯); UCB Radcure Specialties 生产的“EBECRYL 80”(四官能团改性丙烯酸酯)、“EBECRYL 450”(脂肪酸改性六丙烯酸酯)和“EBECRYL 830”(六官能团丙烯酸酯)。

另一些优选前体聚合物亚单元,是烯键式不饱和低聚物和单体的混合物。例如,前体聚合物亚单元,可以包含丙烯酸官能氨基甲酸乙酯低聚物和一种或多种单官能团丙烯酸酯单体的混合物。这种丙烯酸酯单体可以是五官能团丙烯酸酯、四官能团丙烯酸酯、三官能团丙烯酸酯、二官能团丙烯酸酯、单官能团丙烯酸酯或它们的混合物。

前体聚合物亚单元也可以是丙烯酸酯的分散体,如美国专利 5378252 (Follensbee)所述的。

除了热固性聚合物外,也可以用热塑性粘合剂。合适的热塑性聚合物的例子,包括聚酰胺、聚乙烯、聚丙烯、聚酯、聚氨酯、聚醚亚酰胺、聚砜、聚苯乙烯、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物、苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物、苯乙烯-异戊烯-苯乙烯嵌段共聚物、缩醛聚合物、聚氯乙烯和它们的混合物。

可以使用或可与热固性树脂混合的水溶性前体聚合物亚单元。水溶性前体聚合物亚单元的例子包括聚乙烯醇、皮胶,或水溶性纤维素醚如羟丙基甲基纤维素、甲基纤维素或羟乙基甲基纤维素。美国专利 4255164 (Butkze 等)报道了这些粘合剂。

初始结合涂层和胶结涂层粘合剂

用于涂敷磨具,如初始结合涂层、胶结涂层或上胶结涂层的粘合剂一般由树脂粘合剂或粘合剂形成。所选树脂粘合剂一般要具有磨具粘合剂所需的合适性质。适用于本发明的树脂粘合剂的典型例子包括热固性树脂,如酚醛树脂、具有 α 、 β 不饱和侧羰基的氨基塑料树脂、氨基甲酸乙酯树脂、环氧树脂、烯键式不饱和树脂、丙烯酸化异氰脲酸酯树脂、脲-甲醛树脂、异氰脲酸酯树脂、丙烯酸化氨基甲酸乙酯树脂、丙烯酸化环氧树脂、二马来酰亚胺树脂、苄改性环氧树脂和它们的混合物。

可用作粘合剂的环氧树脂具有一个环氧乙烷环,是通过开环反应聚合的。这种环氧树脂包括单体环氧树脂和聚合环氧树脂。这些树脂的主链和取代基在

性质上可以有很大差异。例如，主链可以是与环氧树脂正常相关的任何类型的主链，而它上面的取代基可以是不含在室温下能与环氧乙烷环反应的活性氢原子的任何基团。合适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。优选环氧树脂的一些例子包括 2,2-二[4-(2,3-环氧基-丙氧基)苯基]丙烷(双酚二环氧丙醚)和壳牌化学公司(Houston, TX)生产的“EPON 828”、“EPON 1004”和“EPON 1001 F”树脂，以及陶氏化学公司(Midland, MI)生产的“DER 331”、“DER 332”和“DER 334”树脂。双酚 A 二环氧丙醚的水乳状液约含有 50-90wt%的固体，宜含有约 50-70wt%的固体，还包含非离子乳化剂。符合上述情形的乳状液有壳牌化学公司(Louisville, KY)生产的“CMD 35201”。其他合适的环氧树脂包括酚甲醛清漆的缩水甘油醚[陶氏化学公司(Midland, MI)生产的“DEN 431”和“DEN 438”]。

酚醛树脂广泛应用于磨具的粘接剂，因为它们热学性质好、易得、成本低且便于操作。有两种类型的百分醛树脂，即百分醛树脂 A 和百分醛清漆树脂。百分醛树脂 A 中甲醛与苯酚的摩尔比大于或等于 1:1，通常在 1.5:1.0-3.0:1.0 之间。百分醛清漆树脂中甲醛与苯酚的摩尔比小于 1:1。酚醛树脂的例子包括 Occidental 化学公司(Tonawanda, NY)生产的“DUREZ”和“VARCUM”、孟山都公司(St. Louis, MO)生产的“RESINOX”、Ashland 化学有限公司(Columbus, OH)生产的“AROFENE”和“AROTAP”。

可用作粘合剂的氨基塑料树脂中，每个分子或低聚物至少包含一个 α 、 β 不饱和侧基。这些材料见述于美国专利 4903440 和 5236472 中。

可用于本发明的烯键式不饱和树脂包括单体和聚合物，它们包含碳、氢和氧原子，或可包含氮和卤素原子。氧或氮原子通常存在于醚、酯、氨基甲酸乙酯、酰胺和脲基中。烯键式不饱和化合物的分子量宜低于约 4000，并且宜为通过含脂族单羟基或脂族多羟基的化合物与不饱和羧酸反应制造的酯，所述不饱和羧酸如丙烯酸、甲基丙烯酸、衣康酸、巴豆酸、异巴豆酸或马来酸等。烯键式不饱和树脂的代表性例子包括甲基丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸乙酯、苯乙烯、二乙烯苯、丙烯酸羟基乙酯、甲基丙烯酸羟基乙酯、丙烯酸羟基丙酯、甲基丙烯酸羟基丙酯、丙烯酸羟基丁酯、甲基丙烯酸羟基丁酯、丙烯酸月桂酯、丙烯酸辛酯、丙烯酸己内酯、甲基丙烯酸己内酯、甲基丙烯酸四氢糠酯、丙烯酸环己酯、丙烯酸十八烷基酯、丙烯酸 2-苯氧乙酯、丙烯酸异辛酯、丙烯酸异冰片酯、丙烯酸异癸酯、聚乙二醇单丙烯酸酯、聚丙二醇单丙烯酸酯、乙烯基甲苯、

二丙烯酸乙二酯、聚乙二醇二丙烯酸酯、二甲基丙烯酸乙二酯、二丙烯酸己二酯、二丙烯酸三乙二酯、丙烯酸 2-(2-乙氧基乙氧基)乙酯、丙氧基化三羟甲基丙烷三丙烯酸酯、三羟甲基丙烷三丙烯酸酯、三丙烯酸甘油酯、三丙烯酸季戊四醇酯、三甲基丙烯酸季戊四醇酯、四甲基丙烯酸季戊四醇酯和四甲基丙烯酸季戊四醇酯。其他烯键式不饱和材料包括单烯丙基、多烯丙基或多甲基烯丙基酯和羧酸酰胺，如邻苯二甲酸二烯丙酯、己二酸二烯丙酯或 N,N-二烯丙基己二酰胺。其他含氮烯键式不饱和单体包括三(2-丙烯氧乙基)异氰酸脲酸酯、1,3,5-三(2-甲基丙烯氧乙基)-s-三嗪、丙烯酰胺、甲基丙烯酰胺、N-甲基-丙烯酰胺、N,N-二甲基丙烯酰胺、N-乙基吡咯烷酮或 N-乙基哌啶酮。

10 丙烯酸化氨基甲酸乙酯是羟基端接的异氰酸酯延伸聚酯或聚醚的二丙烯酸酯聚酯。可用于本发明初始结合涂层的丙烯酸化氨基甲酸乙酯有 Radcure 特种化学品公司 (Atlanta, GA) 生产的“UVITHANE 782”、“CMD 6600”、“CMD 8400”和“CMD 8805”。可用于初始结合涂层的丙烯酸化环氧化物有环氧树脂的二丙烯酸酯，如双酚 A 环氧树脂。丙烯酸化环氧化物的例子包括 Radcure
15 特种化学品公司 (Atlanta, GA) 生产的“CMD 3500”、“CMD 3600”和“CMD 3700”。

美国专利 5314513 (Miller 等) 对同样可用作粘合剂的二马来亚酰胺作了进一步描述。

20 引发剂

对于含有烯键式不饱和单体和低聚物的前体聚合物亚单元，可以使用聚合引发剂，例子包括有机过氧化物、叠氮化合物、醌、亚硝基化合物、酰基卤化物、脞、巯基化合物、吡喃鎓化合物、咪唑、氯三嗪、苯偶姻、苯偶姻烷基醚、二酮、酚或它们的混合物。合适的市售紫外线活化引发剂的例子有汽巴特种化
25 学品公司 (Tarrytown, NY) 生产的“IRGACURE 651”、“IRGACURE 184”和“DAROCUR 1173”。另一种可见光活化引发剂有汽巴-嘉基 (Ciba Geigy) 公司生产的“IRGACURE 369”。美国专利 4735632 (Oxman 等) 和 5674122 (Krech 等) 对合适的可见光活化引发剂的例子有报道。

合适的引发剂物系可包含光敏剂。代表性光敏剂可含有羰基或叔氨基，或
30 同时含有它们。含羰基的光敏剂优选是二苯甲酮、苯乙酮、苯偶酰、苯甲醛、邻氯苯甲醛、咕咕吨酮、噻吨酮、9,10-蒽醌或其他芳基酮。含叔胺基的光敏剂

优选甲基二乙醇胺、乙基二乙醇胺、三乙醇胺、苯基甲基乙醇胺或二甲基氨基乙基苯甲酸酯。市售光敏剂包括 Biddle Sawyer 公司 (New York, NY) 生产的“QUANTICURE ITX”、“QUANTICURE QTX”、“QUANTICURE PTX”、“QUANTICURE EPD”。

5 一般地，光敏剂或光引发剂的用量可在约 0.01-10wt% 之间变化，宜为 0.25-4.0wt% (以前体聚合物亚单元各组分重量计)。

此外，引发剂较好在加入任何颗粒材料，如磨料颗粒和/或填料颗粒之前，分散在前体聚合物亚单元中。

10 一般地，前体聚合物亚单元较好受到辐射能作用，较好受到紫外线或可见光辐射，使得前体聚合物亚单元发生固化或聚合。在一些情况下，某些磨料颗粒和/或某些添加剂会吸收紫外线和可见光，这将妨碍前体聚合物亚单元的适度固化。例如，氧化铈磨料颗粒就会发生这种情况。使用含磷酸酯的引发剂，特别是含酰基氧化磷的光引发剂可最大程度避免这种问题。这种酰基磷酸酯氧化物的例子有 2,4,6-三甲基苯甲酰基二苯基氧化磷，可以商品名“LUCERIN
15 TPO-L”购于 BASF 公司 (Ludwigshafen, 德国)。其他市售酰基氧化磷的例子包括“DAROCUR 4263”和“DAROCUR 4265”，汽巴特种化学品公司生产。

如果粘合剂是基于环氧化物或乙烯基醚，可用阳离子引发剂来引发聚合反应。阳离子引发剂的例子包括鎇阳离子的盐，如芳基鎇盐，以及有机金属盐如芳基离子物系。其他例子在美国专利 4751138 (Tumey 等)、5256170 (Harmer
20 等)、4985340 (Palazotto) 和 4950696 中有报道。

也可以采用双重固化和混合固化光引发剂物系。在双重固化光引发剂物系中，固化或聚合反应分两个独立步骤发生，通过相同或不同的反应机理。在混合固化光引发剂物系中，受到紫外线/可见光或电子束辐射后，两种固化机理同时发生。

25

背衬

背衬可以是任何回弹性泡沫片材，只要它适用于根据本发明方法制造的磨具。例子包括开孔泡沫材料、闭孔泡沫材料和它们的组合。有用的增强泡沫材料基底在用稀布或其他载体如机织或非织造材料增强时，基本上不会产生径向
30 或纬向的伸长。非增强泡沫材料基底的伸长量 (即泡沫材料的伸长后长度减去未伸长泡沫材料的长度，再除以未伸长泡沫材料的长度，然后乘以 100) 可达

150%或更大。泡沫材料背衬的厚度在约 0.2-25mm 之间，宜在 1-6mm 之间。

一般适用来制成开孔或闭孔泡沫材料的原料是经过发泡或吹制产生的多孔有机结构的有机聚合物，它们通常称作泡沫材料。这些泡沫材料可从天然或合成橡胶或其他热塑性弹性体，如聚烯烃、聚酯、聚酰胺、聚氨酯和它们的共聚物等。合适的合成热塑性弹性体材料包括（但不限于）氯丁橡胶、交联聚烯烃、5 乙烯/丙烯橡胶、丁基橡胶、聚丁二烯、聚异戊二烯、EPDM 聚合物、聚氯乙烯、聚氯乙烯或苯乙烯/丁二烯共聚物。有用的闭孔泡沫材料的例子有聚乙烯材料泡沫，可以商品名 4496W 购于 3M 公司（St. Paul, MN）。有用的开孔泡沫材料是聚酯聚氨酯泡沫材料，可以商品名 R 200U、R 400U、R 600U 和 EF3-700C 10 购于 Illbruck 公司（Minneapolis, MN）。

可将背衬材料层压到其他片材上，例如起增强作用，或者施加在双件连接系统中的—个部件上。例如，可将增强织物施加在背衬的表面 13 上，使背衬获得耐撕性能。此外，双件机械连接系统的—个部件可连接在表面 13 上，如在表面上有扣合圈的毛圈织物，用来连接表面上的钩子，或者连接同样位于表面上、15 具有扁平顶端的柄，所述表面是磨具要施加于其上的。关于合适的毛圈织物的其他信息见美国专利 4609581（Ott）和 5254194（Ott）。或者，背衬可以是含有从反面第二主表面伸出来的扣合钩子的片状结构。这种带扣合钩子的片状结构的例子可参见美国专利 5505747（Chesley）、5667540（Chesley）、5672186（Chesley）和 6197076（Braunschweig）。

20

隔离涂层

某些情况下，在泡沫材料上施涂研磨层之前可能需要先进行隔离涂敷。优选的隔离涂层组合物包含合适的可涂材料，例如，在合适的液体媒介材料如溶剂中溶解或分散成胶乳的聚合物。这种组合物较能方便地涂敷到泡沫材料基底的一个主表面上，涂敷之后，马上固化，形成多孔涂层或非多孔隔离涂层。形成25 隔离涂层的合适材料有丙烯酸乳胶乳液。形成隔离涂层的优选组合物是丙烯酸乳液，可以商品名“HYCAR”2679 乳胶购于 BF Goodrich 公司（Cleveland, OH）。涂敷在泡沫材料上的隔离涂层的干涂层重量宜至少为 50g/m^2 （gsm），通常在 65-250gsm 之间。丙烯酸胶乳乳状液在施涂到泡沫材料表面之前可加以稠化。30 丙烯酸乳状液可通过加入增稠剂来增加稠度，所述增稠剂如以商品名“CARBOPOL”EZ-1 购于 BF Goodrich 的聚丙烯酸溶液，该溶液已经加入了氢

氧化铵水溶液增稠，它是“CARBOPOL”EZ-1 聚丙烯酸溶液的活化剂。适合给泡沫材料基底施加隔离涂层的涂敷技术包括辊涂、喷涂和幕涂。隔离涂层组合物的固化可在加热到隔离涂层组合物的固化温度的鼓风烘箱中进行，在涂敷背衬上形成隔离涂层。

5

压花产品

如图 2 所示，压花产品的特征是，它包含被压花线分隔结构即小岛，其顶部被磨料涂敷。

如图 1 所示，压花产生的小岛的高度是从压花泡沫材料上凹陷区 18 的最低点到泡沫材料原始平面 12 的距离，可表征为泡沫材料凸出部分的高度。此高度可在约 0.2-20mm 之间，一般在约 0.25-10mm 之间，宜在约 0.3-5mm 之间。研磨涂层凸出部分的高度可在约 5-1000 微米之间，一般在约 25-500 微米之间，宜在约 25-250 微米之间。

涂敷了磨料的泡沫材料表面上的压花图案可以具有任何形状，包括任意形状和规整形状。压花图案可以是六边形、矩形、正方形，也可以具有凹陷区域，使凸出区域成为环形结构。

磨料复合体涂层

本发明以泡沫材料为背衬的压花产品的磨料复合体层，一般包含许多磨料颗粒，它们分散并固定在固化的前体聚合物亚单元中，但也可以包含其他添加剂，如偶联剂、填料、膨化剂、纤维、抗静电剂、引发剂、悬浮剂、光敏剂、润滑剂、湿润剂、表面活性剂、颜料、染料和 UV 稳定剂。这些添加剂的用量以能提供所需性质为准。

研磨复合材料也可包含增塑剂。一般地，加入增塑剂可提高研磨复合物的磨蚀性，并软化整体粘合剂组合物。某些情况下，增塑剂可以作为前体聚合物亚单元的稀释剂。增塑剂较与前体聚合物亚单元相容，用以最大程度地减少相分离。合适的增塑剂的例子包括聚乙二醇、聚氯乙烯、邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸烷基苄基酯、聚乙烯乙酸酯、聚乙烯醇、纤维素酯、硅树脂油、己二酯和癸二酯、多元醇、多元醇衍生物、叔丁基苯基二苯基磷酸酯、磷酸三甲苯酯、蓖麻油或它们的组合。邻苯二甲酸酯衍生物是一类优选的增塑剂。

磨料颗粒或研磨涂层上还可有表面修饰剂，包括湿润剂（有时也称表面活

性剂)和偶联剂。偶联剂可在前体聚合物亚单元与磨料颗粒之间形成联系的桥梁。此外,偶联剂还能在粘合剂与填料颗粒之间形成联系的桥梁。偶联剂的例子包括硅烷、钛酸酯和锆铝酸盐。

此外,研磨复合材料中可加入水和/或有机溶剂。所选水和/或有机溶剂的
5 量要使得前体聚合物亚单元和磨料颗粒获得所需涂敷粘度。一般地,水和/或有机溶剂应当与前体聚合物亚单元相容。水和/或溶剂可在前体发生聚合之后除去,但也可以保留在研磨复合材料中。合适的水溶性和/或水敏性添加剂有聚乙烯醇、聚乙烯乙酸酯或纤维素颗粒。

烯键式不饱和稀释剂或单体的例子见美国专利 5236472 (Kirk 等)。某些
10 情况下,这些烯键式不饱和稀释剂非常有用,因为它们倾向于与水相容。其他活性稀释剂见述于美国专利 5178646 (Barber 等)中。

研磨复合体结构的构型

本发明磨具具有至少含有一个研磨复合体层的研磨涂层,所述研磨复合体
15 层包含许多具有一定形状,宜具有精确形状的研磨复合体结构。术语“有一定形状”用来修饰术语“研磨复合体结构”时,既指“有精确形状”的研磨复合体结构,也指“具有无规则形状”的研磨复合体结构。本发明磨具可有许多这种有一定形状的研磨复合体结构,它们以预定阵列形式排列在背衬上。研磨复合体结构可通过固化前体聚合物亚单元等方式形成在背衬上和模具的空穴中。

研磨复合体的形状可以是任何几何构型。一般地,与背衬接触的成形体底
20 面面积大于复合体结构的顶端面积。研磨复合体可选自许多几何实体,如立方体、圆柱体、棱柱体、平行管状、棱锥体、截棱锥体、圆锥体、半球体、截圆锥体或具有任何截面的柱体。一般地,具有棱锥结构的成形复合体除底面外,还有三个、四个、五个或六个侧面。研磨复合体在底面的横截面形状可不同于
25 顶部的横截面形状。这些形状之间的过渡段可以是光滑连续的,也可以是不连续的几个阶梯。研磨复合体也可以具有混合形状。研磨复合体可以排成行列、螺旋或点阵,也可以随机排列。

形成研磨复合体结构的侧面可以垂直于背衬,倾斜于背衬,或者朝顶部方
30 向渐缩。顶端截面大于底部截面的研磨复合体结构也可以采用,但生产起来更加困难。

各个研磨复合体的高度宜相同,但在同一个固定磨具中,也可以具有不同

高度的复合体。复合体高度一般约小于 2000 微米，特别宜在约 25-1000 微米之间。研磨复合体的直径或截面宽度可在约 5-500 微米之间，一般在约 10-250 微米之间。

研磨复合体结构的底面可彼此相连，也可以彼此隔开一定距离。

- 5 研磨复合体结构的线性分布可以是约 1-24000 个复合体/cm²，宜至少约 50-1500 个研磨复合体/cm²。线性分布可以变化，使得一个地方的复合体结构浓度高于另一个地方。复合体结构的面积分布约为 1-100 个研磨体复合/cm，宜为约 5-80 个研磨复合体/cm。

- 10 覆盖面百分数可以约为 5-95%，一般约为 10-80%，宜为约 25-75%，更宜为约 30-70%。覆盖面积指凸出区域顶部的总表面积。覆盖面百分数是覆盖面积除以背衬总面积再乘以 100 得到的。

有一定形状的研磨复合体结构宜以预定图案排布在背衬上，或先前固化的研磨复合体层上。一般地，研磨复合体结构的预定排布图案对应于模具上空穴的图案。因此，一个图案可以在许多磨具上复制。

- 15 在一种实施方式中，本发明磨具可包含按一定方式排列的研磨复合体结构。对于单研磨复合体层，规则排列指研磨复合体结构的行列对齐。在另一实施方式中，研磨复合体结构可“随机”排列。这是指研磨复合体结构没有按行列对齐的排列。例如，研磨复合体结构可按美国专利 5681217 (Hoopman 等) 所述方式排列。但应当理解，这里所说的“随机”排列也有预定图案，意思是
20 复合体的位置是预定的，并对应于制造磨具的模具中空穴的位置。术语“排列”包括“随机”和“规则”排列。

模具

- 25 图 4 所示为用于制造图 3 所示模具 24 的辊。辊 50 的以下具体实施方式是用来制造模具 24 的，所述模具可用来制造本发明的研磨复合体结构。辊 50 有一个轴 51 和转轴 52。在此情况中，有图案的表面包含辊周围的第一组相邻圆周凹槽 53 和第二组与转轴 52 成 30° 夹角的等间距凹槽 54。

- 30 图 5 所示为图 4 中辊 50 的有图案表面片段的截面放大图，该片段沿垂直于凹槽组 53 的线 5-5 截取。从图 5 可以看出，有图案表面上有一些峰，峰-峰间距 x 为 54.8 μ m，从谷底到峰顶的峰高 y 为 55 μ m，夹角 z 为 53°。

图 6 所示为图 4 所示辊 50 的有图案表面片段的截面放大图，该片段沿垂直

于凹槽组 54 的线 6-6 截取。从图 6 可以看出，凹槽 55 相邻峰坡间的夹角 w 为 99.5° ，谷距 t 为 $250\mu\text{m}$ ，谷深 s 为 $55\mu\text{m}$ 。

5 模具可用来形成研磨复合体层，该复合层上排列着具有精确形状或不规则形状的研磨复合体结构。模具表面有许多空穴。这些空穴的形状与研磨复合体结构的形状相反，研磨复合体结构的形状和位置是通过这些空穴来产生的。这些空穴可具有任何几何形状，所述形状与研磨复合体结构的几何形状相反。空穴形状较好这样选择，使研磨复合体结构的表面积从背衬向上递减。

10 模具可以是带、片、连续片或带、涂敷辊如轮转凹印辊、安装在涂敷辊上的套管或模子。模具可由金属（例如镍）、金属合金或塑料组成。金属模具可利用任何常规技术制造，如光刻术、滚花技术、雕刻技术、滚削技术、电铸技术、金刚石车削技术等。制造金属母模具的优选方法见述于美国专利 5975987（Hoopman 等）中。

15 可从金属母模具复制出热塑性模具。母模具的图案与所需模具的图案相反。母模具宜用金属制造，例如镀镍金属如铝、铜或青铜。热塑性片材可任选与母模具一道加热，将二者压到一起，热塑性材料上就压花出母模具图案。热塑性材料也可以挤出到或浇注到母模具上，然后压到一起。将热塑性材料冷却到不流动状态，然后从母模具上分离，得到模具。模具上也可包有可剥离涂层，使生成的磨具更容易从模具上分离。这种可剥离涂层的例子包括硅树脂和氟化物。

20 合适的热塑性模具在美国专利 5435816（Spurgeon 等）有报道。用来形成模具的热塑性材料的例子包括聚酯、聚丙烯、聚乙烯、聚酰胺、聚氨酯、聚碳酸酯或它们的组合。热塑性模具较好包含诸如抗氧化剂和/或 UV 稳定剂的添加剂。这些添加剂可延长模具的使用寿命。

25 制造磨具的方法

制造本发明磨具的方法有很多。一方面，研磨涂层包含许多具有精确形状的研磨复合体。另一方面，研磨涂层包含没有精确形状的研磨复合体，有时称作不规则形状研磨复合体。美国专利 5152917（Pieper 等）和 5435816（Spurgeon 等）介绍了制造含研磨复合体层的磨具的方法，所述研磨复合体层含有形状精
30 确的研磨复合体结构。对合适方法的其他描述在美国专利 5454844（Hibbard 等）、5437754（Calhoun）和 5304223（Pieper 等）中有报道。

制造具有精确形状的研磨复合体结构的研磨复合体层的合适方法，包括制造可固化研磨复合材料，该复合材料包含磨料颗粒、前体聚合物亚单元和可用的添加剂；准备具有前表面的模具；将可固化研磨复合材料加入模具的空穴中，所述模具含有许多空穴；将磨具的背衬或预固化研磨复合体层加入可固化研磨
5 复合材料；使可固化研磨复合材料固化，然后使磨具脱离模具的空穴，形成包含研磨复合体结构的固化研磨复合体层。将可固化研磨复合材料加在模具上，使可固化研磨复合材料层的厚度小于或等于其实际厚度限制。

基本上不含具有精确形状的研磨复合体结构的研磨复合体层是这样制造，将可固化研磨复合材料置于背衬上，或独立于模具的预固化研磨复合体层上，
10 然后使研磨复合材料发生固化，形成固化的研磨复合体层。将可固化研磨复合材料加在表面上，这样研磨复合体层的厚度小于或等于其实际厚度限制。重复上述步骤，可在磨具中加上其他研磨复合体层。

用任何合适的混合技术使前体聚合物亚单元、磨料颗粒和可用的添加剂合并到一起，可以制造可固化研磨复合层。混合技术的例子包括低剪切和高剪切
15 混合，宜采用高剪切混合技术。在混合步骤中还可结合使用超声能量，以降低可固化研磨复合材料的粘度（粘度在磨具的生产中很重要），和/或影响所得可固化研磨复合材料的流变性。或者，可将可固化研磨复合材料加热到 30-70℃，进行微流化或球磨，以混合可固化研磨复合材料。

一般地，可将磨料颗粒逐渐加入前体聚合物亚单元中。可固化研磨复合材料
20 料宜为前体聚合物亚单元、磨料颗粒和可用添加剂的均匀混合物。如果需要，可加入水和/或溶剂，以降低粘度。在混合期间或之后抽真空，可最大程度减少气泡的形成。

涂敷站可配有任何常规涂敷工具，如落模涂布器、刮涂器、幕涂器、真空模涂布器或模涂器。一种优选涂敷技术是真空液体模，在美国专利 3594865、
25 4959265（Wood）和 5077870（Melbye 等）中有报道。在涂敷过程中，较好最大程度地减少气泡的形成。

模具被涂敷后，可用任何方法使背衬或磨具的预固化研磨复合层与下一层可固化研磨复合材料接触，使下一层可固化研磨复合材料湿润背衬或磨具的预
30 固化研磨复合体层的表面。通过接触咬合辊，可以使可固化研磨复合材料与背衬或磨具的预固化研磨复合体层接触，咬合辊能使所得结构合并到一起。咬合辊可由任何材料制造；但是，咬合辊较好由结构材料，如金属、金属合金、橡

皮或陶瓷制造。咬合辊硬度约为 30-120，宜为约 60-100，更宜为约 90。

接着，向可固化研磨复合材料发射能量，使前体聚合物亚单元至少部分固化。能量来源的选择部分取决于前体聚合物亚单元的化学性质、模具的类型及其他加工条件。能量来源不应当使模具或背衬发生明显降解。前体聚合物亚单元的部分固化指前体聚合物亚单元聚合到这样一种状态，可固化研磨复合材料转移到模具中时不会流动。如果需要，前体聚合物亚单元从模具上取下后，可用常规能量来源彻底固化。

前体聚合物亚单元至少部分固化后，将模具和磨具分离。如果前体聚合物亚单元没有完全固化，可通过静置并/或用能量辐射使之基本完全固化。最后，将模具重新卷绕在心轴上，以便模具可再次使用，而固定磨具则卷绕在另一个心轴上。

在此第一种方法的另一种形式中，将可固化研磨复合材料涂敷到背衬上，但不要加入模具的空穴中。使涂敷了可固化研磨复合材料的背衬与模具接触，使浆液流进模具的空穴中。制造磨具的余下步骤同上。

前体聚合物亚单元宜通过辐射能固化。辐射能可透过背衬或模具。背衬或模具不能明显吸收辐射能。此外，辐射能量不能应明显降解背衬或模具。例如，可用紫外光透射聚酯背衬。或者，如果模具由特定热塑性材料制造，如聚乙烯、聚丙烯、聚酯、聚碳酸酯、聚(醚砜)、聚(甲基丙烯酸甲酯)、聚氨酯、聚氯乙烯或它们的混合物，则可用紫外线或可见光透射模具和浆液。对基于热塑性材料的模具，设定制造固定磨具的操作条件时，要避免过热。如果产生过多热量，则可能使热塑性工具变形或熔化。

所述能量来源可以是热能或辐射能，如电子束、紫外线或可见光。所需能量大小取决于前体聚合物亚单元中反应活性基团的化学性质及粘合剂浆液的厚度和密度。对于热能，约 50-250℃的炉温和约 15 分钟-16 小时的持续时间一般就足够了。电子束辐射或离子辐射的能量水平可约为 0.1-10Mrad，宜约为 1-10Mrad。紫外线辐射包括波长在约 200-400nm，宜在约 250-500nm 范围内的辐射。可见光辐射包括波长在约 400-800nm，宜在约 400-550nm 范围内的辐射。

所得固化研磨复合体层的图案与模具的图案相反。通过在模具上至少部分固化或固化，研磨复合体层具有精确的预定图案。

有许多方法可以制造形状不规则的研磨复合体结构。虽然形状不规则，但这些研磨复合体结构可具有预定排布图案，也就是它们的位置是预定的。在一

种方法中，可固化研磨复合材料涂敷到模具的空穴中形成研磨复合体结构后，研磨复合层的厚度在实际厚度限度之内。模具可与上述制造具有精确形状的复合体结构时所用模具相同。但是，可固化研磨复合材料在前体聚合物亚单元充分固化之前就要从模具中取出，以便它在从模具中取出时保持形状。随后，可
5 固化前体聚合物亚单元。因为前体聚合物亚单元在模具的空穴中时还没有固化，这使得可固化研磨复合材料可以流动，并使研磨复合体结构变形。

在制造形状不规则的复合结构的另一种方法中，可固化研磨复合材料可涂敷到轮转凹印辊的表面上。背衬与轮转凹印辊接触，可固化研磨复合材料湿润背衬。然后，轮转凹印辊将图案或织构形式转移到可固化研磨复合材料上。接
10 着，从轮转凹印辊上除去浆液/背衬混合物，以一定条件作用于所得结构，固化前体聚合物亚单元，从而形成研磨复合结构。本方法的一个变化形式是将可固化研磨复合材料涂敷到背衬上，使背衬与轮转凹印辊接触。

轮转凹印辊可提供所需图案，如六边形、山脊形、点阵形、球形、棱锥形、截棱锥形、圆锥形、立方形、块形或棒形。轮转凹印辊也可以提供这样一种图
15 案，使相邻研磨复合结构之间存在平地区域。此平地区域可包含磨料颗粒和粘合剂的混合物。或者，轮转凹印辊可提供这样的图案，使得背衬位于相邻研磨复合成形体之间。类似地，轮转凹印辊可提供这样的图案，它混合了不同的研磨复合成形体。

另一种方法是通过丝网喷射或涂敷可固化研磨复合材料，产生一定图案的
20 研磨复合体。然后固化前体聚合物亚单元，形成研磨复合体结构。利用丝网可形成任何所需图案，如六边形、山脊形、点阵形、球形、棱锥形、截棱锥形、圆锥形、立方形、块形或棒形。丝网也可以提供这样一种图案，使相邻研磨复合结构之间存在平地区域。此平地区域可包含磨料颗粒和粘合剂的混合物。或者，丝网可提供这样的图案，使得背衬位于相邻研磨复合成形体之间。类似地，
25 丝网可提供这样的图案，它混合了不同的研磨复合成形体。

本发明制造的压花研磨泡沫材料可转化为任何成形体，如片、带或盘。用于表面光洁度的压花研磨泡沫材料盘是本发明制造的特别有用的制品。这种盘可用在打磨装置上，如双功能打磨机上，例如 Dynabrade 公司 (Clarence, NY) 生产的 56964 型“DYNORBITAL”双功能打磨机。打磨机一般需要一个承载垫，
30 它的一个表面可安装磨盘。非常普遍的做法是将压敏粘合剂 (PSA) 组合物的涂层置于磨盘的非研磨面上，或者打磨机的承载垫上。还有其他已知机械连接

系统。例如，磨具的背面可以有一个毛圈织物基底。其作用是提供将磨具如盘固定到位于承载垫上的钩子上的工具。毛圈织物基底可安置在研磨片材的背面，也可以安置在安装研磨片材的承载垫上，而另一面是啮合部件，即包含多个钩子或具有扁平顶端的主干的片材。

5

测试过程

以下测试过程用来测定本发明的树脂组合物和涂敷磨具。

SCHIEFER 润湿试验

- 10 将研磨涂层层压到具有扁平啮合凸出部分的片状背衬上，并转化成 10.16cm(4 英寸)的盘，所述背衬可以商品名 HOOK-IT II™背衬购于 3M 公司。将支承垫固定到 SCHIEFER 研磨测试机的驱动板上，并使之竖直，然后进行润湿实验，所述研磨测试机可购于 Frazier Precision 公司 (Gaithersburg, MD)。商品名为“POLYCAST”丙烯酸塑料的盘状丙烯酸塑料工件外径为 10.16cm(4
- 15 英寸)，厚为 1.27cm (0.5 英寸)，购于 Sielye 塑料公司 (Bloomington, MN)。水的流量设定为 60g/min。将 454 克 (1 磅) 重物放在研磨测试机的载重平台上，将安装好的磨具样品下移到工件上，开动测试机。让测试机运转 90 个循环，30 个循环一组。在工件上的四个位置测定表面光洁度值 Rz，每 30 个循环后测定一次，每个实验样品测三次。

20

板试验

- 从磨具试验材料上切下直径为 15.2cm(6 英寸)的圆形样品，并安装到 56964 型 DYNABRADE 精细打磨机上，所述打磨机购于 Dynabrade 公司 (Clarence, NY)。研磨试验共进行 1 分钟，分别以 10 秒、20 秒和 30 秒的间隔试验测试
- 25 板上三个相邻部分，气压为 344kPa (50psi)。测试板是漆有黑色基涂层/透明涂层的冷轧钢板 (E-涂层: ED5000; 打底涂层: 764-204; 基涂层: 542AB921; 透明涂层: RK8010A)，购于 ACT 实验用品公司 (Hillsdale, MI)。在测试板上每个部分测定五个点的表面光洁度值 Rz，每个测试样品测定三次。

30

表面光洁度

Rz 是测量长度上各个粗糙度深度的平均值，其中各个粗糙度深度是最高点

和最低点之间的垂直距离。进行了 SCHIEFER 润湿实验和板实验的研磨工件的表面光洁度用表面光洁度仪测定,所述表面光洁度仪是 Marh 公司(Cincinnati, OH)生产的“PERTHOMETER MODEL M4P”。

5 实施例

以下是实施例中所用缩略语。实施例中所有的份、百分数和比例都是以重量计,除非另有说明。

A-174	甲基丙烯氧基丙基三甲氧基硅烷, 商品名“SILQUEST A-174”, 购于 Crompton 公司 (Friendly, WV)
AMOX	草酸二叔戊酯
CHDM	CHDM 是环己烷二甲醇的商品名, 购于 Eastman 化学公司 (Kingsport, CT)。
COM	η -[二甲苯 (异构体混合物)]- η -环戊二烯基铁(II)-六氟锑酸酯。
DAROCUR 1173	2-羟基-2-甲基苯基 乙基酮, 商品名“DAROCUR 1173”, 购于汽巴特殊化学品公司 (Tarrytown, NY)。
EPON 828	商品名为“EPON 828”的双酚 A 环氧树脂, 环氧化物当量重量为 185-192, 购于壳牌化学公司 (Houston, TX)。
EPON 1001F	商品名为“EPON 1001F”的双酚 A 表氯醇基环氧树脂, 环氧化物当量重量为 525-550, 购于壳牌化学公司 (Houston, TX)。
ERL 4221	3,4-环氧基环己基甲基-3,4-环氧基环己基羧酸酯的商品名, 购于联碳公司, 现在可购于陶氏化学公司 (Midland, MI)。
GC2500	绿碳化硅矿物, JIS2500 级, 购于 Fujimi 公司 (Elmhurst, IL)
GC3000	绿碳化硅矿物, JIS3000 级, 购于 Fujimi 公司 (Elmhurst, IL)
IRGACURE 651	2,2-二甲氧基-1,2-二苯基-1-乙酮, 商品名为“IRGACURE 651”, 购于汽巴-嘉基 (Ciba Geigy) 公司 (Ardsley, NY)
P400 FSX	氧化铝, 商品名 ALUDOR BFRPL, 购于 Treibacher Chemische Werke AG (Villach, Austria)。
PD9000	阴离子聚酯分散体, 商品名“ZEPHYRM PD 9000”, 购于 Uniqema(Wilmington, DE)。

S-1227	高分子聚酯，商品名“DYNAPOL S-1227”，购于 Creanova(Piscataway, NJ)。
SR339	SR339 是 2-苯氧基乙基丙烯酸酯，购于 Sartomer 公司(Exton, PA)。
TMPTA	TMPTA 是三羟甲基丙烷三丙烯酸酯树脂，商品名“SR351”，购于 Sartomer 公司 (Exton, PA)。
TPO-L	氧化膦，商品名“LUCIRIN TPO-L”，购于 BASF 化学公司 (Ludwigshafen, 德国)。
UVI-6974	UVI-6974 是三芳基硫六氟锑酸酯，丙烯酸酯中的 50%溶液，购于联碳公司 (Hahnville, LA)。

实施例 1

预混料#1：用手混合 33.6 份 SR339 和 50.6 份 TMPTA，再向其中加入 8 份 PD9000，保持在 60℃直到溶解。冷却溶液至室温，向其中加入 2.8 份 TPO-L 和 5 份 A-174，再次搅拌混合物直到形成均匀溶液。

浆液#1：用购于 Premier Mill 公司 (Reading, PA) 的 DISPERSATOR 混合器将 61.5 份 GC2500 混入 38.5 份预混料#1 中。

然后将此磨料浆液手涂到聚丙烯微复制工具上，所述工具用图 5 和 6 所示母辊制造，其中： $s=55\mu\text{m}$ ， $t=250\mu\text{m}$ ， $w=99.53^\circ$ ， $x=54.84\mu\text{m}$ ， $y=55\mu\text{m}$ ， $z=53.00^\circ$ 。

然后将填充了磨料浆液的工具面朝下，层压到 60cm×30.5cm 聚乙烯泡沫材料带上，具体方法是使泡沫材料带通过一组橡皮咬合辊，辊速 26cm/min，咬合压力 275kPa (40psi)，其中所述聚乙烯泡沫材料带可以商品名 3M 4496W 购于 3M 公司。然后使浆液两次通过 UV 处理器，以固化浆液，其中所述 UV 处理器购于美国紫外线公司 (Murray Hill, NJ)，采用两个顺序排列的 V 灯泡，它们在 157.5W/cm (400W/in) 和 9.1m/min 带速的条件下操作。在第一次通过时，在层合物上放置一块 6mm 石英板，以维持层合物上的压力。然后将工具从背衬上分离，在聚乙烯泡沫材料背衬顶部可以看到一个三维研磨涂层。以 61cm/min 的速度和 70N/cm 带宽使聚乙烯泡沫材料通过一组图 7 所示咬合辊，对聚乙烯泡沫材料上的几个 30.5cm×35cm 的三维研磨涂层进行热压花。咬合辊中有一个未加热的光滑钢辊。另一个辊加热到 121℃，上面有图案 (如图 7 所示)，有横向的线性凹槽，每 2.54cm 上形成 3 个粘合点。为了在泡沫材料磨具上压花出

凹槽十字网络，可将压花磨具旋转 90°，再次送入咬合辊。这样，线性凹槽就沿着两个垂直方向压花在磨具上。

实施例 2

5 在聚氨酯醚泡沫材料 R600U-125（购于 Illbruck, Minneapolis, MN）上喷涂水基胶乳 Hycar 2679（购于 BF Goodrich, Cleveland, OH），得到 8.6g/1000cm² 干涂层重量。用购于 Premier Mill 公司（Reading, PA）的 DISPERSATOR 混合器将 61.5 份 GC3000 混入 38.5 份预混料#1 中，以此制造浆液#2。首先将浆液#2 刮涂到一聚丙烯工具上，从而将有结构的研磨涂层施涂到所得泡沫材料上，所
10 述聚丙烯工具具有图 6 和 7 所示细部特征，其中： $s=55\mu\text{m}$ ， $t=250\mu\text{m}$ ， $w=99.53^\circ$ ， $x=54.84\mu\text{m}$ ， $y=55\mu\text{m}$ ， $z=53.00^\circ$ 。然后将经涂敷的工具层压到涂有胶乳的泡沫材料上，通过 UV 处理器一次，随后除去工具，其中所述 UV 处理器采用 236W/cm（600W/in）的 D-灯泡辐射，带速 9.1m/min（30ft/min），咬合压力为 344kPa（50psi）。聚氨酯醚泡沫材料上的三维研磨片如实施例 1 所述进行热压花。但
15 是，有图案辊的温度为 204℃，线速度为 30cm/min。

实施例 3

按如下方法制造初始结合涂层树脂：将 EPON 100F 小球（25%）和 DYNAPOL S-1227 小球（28%）与一预混料混合，所述预混料包含下列物质：
20 EPON 828 树脂（34.5%）、IRGACURE 651（1%）、CHDM（2.8%）、TMPTA（7.5%）、AMOX（0.6%）和 COM（0.6%）。这些原料（EPON 100F、DYNAPOL S1227 和预混料）在双螺杆挤出机中混合。

将 25.4cm 宽×61cm 长×1.6mm 厚的双面聚乙烯泡沫材料带（4496W，购于 3M 公司（St. Paul, MN））以其单面层压到 267mm 宽的 JE 重人造丝布上（购
25 于 Milliken 公司（Spartanburg, SC））。在 105℃下，以 20g/m² 的速度将初始结合涂层树脂挤涂到所得泡沫材料/布的复合的表面上，并通过 UV 处理器一次，以固化树脂，所述 UV 处理器商品名为“EPIQ 6000”，Fusion Systems 公司（Rockville, MD）生产，采用 FUSION V 灯泡，辐射强度 0.9J/cm²，带速 30m/min。然后通过静电方法以 36g/m² 的单重施涂 P400 FSX 氧化铝，在 77-122℃进一步
30 固化。

胶结涂层按照如下方法制造：加入 TMPTA（28.8%）、ERL 4221（67.2%）、

UVI6974(3%)和 DAROVUR 1173 (1%)。以 25g/m² 的单重辊涂胶结涂层，以 30m/min 的速度通过 UV 处理器一次，进行固化，其中 UV 处理器采用 0.9J/cm² 的 FUSION D 灯泡，然后在 110-120℃ 进行热固化。

如实施例 1 所述，对聚乙烯泡沫材料上所得的 25cm×35cm 涂敷磨具片材进行热压花。但是，有图案辊的温度为 121℃。

用 SCHIEFER 润湿实验和板实验对实施例 1 和 2 中的未压花母磨具和随后得到的压花磨具进行测定。比较样品 1 是市售涂敷磨具，商品名为 TRIZACT™ HOOKIT™II 泡沫材料盘，P3000 级，PN02075，购于 3M 公司 (St. Paul, MN)。

所得结果分别列于表 1 和表 2。

10

表 1-SCHIEFER 润湿实验

样品	初始 Rz μm (μ 英寸)	30 个循环后的 Rz μm (μ 英寸)	60 个循环后的 Rz μm (μ 英寸)	90 个循环后的 Rz μm (μ 英寸)
比较样品 1	1.74(68.5)	0.76(30.0)	0.66(25.8)	0.67(26.4)
实施例 1 未压花磨具	1.67(65.8)	0.80(31.6)	0.52(20.7)	0.40(15.6)
实施例 1 压花磨具	1.70(67.0)	0.76(29.8)	0.62(24.6)	0.60(23.7)
实施例 2 未压花磨具	1.70(67.3)	0.76(30.0)	0.48(19.0)	0.39(15.5)
实施例 2 压花磨具	1.67(65.6)	0.82(32.3)	0.53(20.7)	0.45(17.8)

表 2-板实验

样品	粘连	初始 Rz μm (μ 英寸)	30 个循环后 的 Rz μm (μ 英寸)	60 个循环后 的 Rz μm (μ 英寸)	90 个循环后 的 Rz μm (μ 英寸)
比较样品 1	没有	1.70(67.1)	0.69(27.3)	0.56(22.1)	0.56(22.1)
实施例 1 未压花磨具	有	1.66(65.4)	0.41(16.1)	0.4(17.3)	0.44(17.5)
实施例 1 压花磨具	没有	1.70(66.9)	0.65(25.7)	0.56(22.2)	0.55(21.7)
实施例 2 未压花磨具	没有	1.71(67.4)	0.68(26.8)	0.55(21.5)	0.55(21.7)
实施例 2 压花磨具	没有	1.73(68.0)	0.66(26.1)	0.56(22.0)	0.57(22.3)

表 2 中的结果表明，在湿磨过程中，如果三维磨具没有导流途径，不管是通过磨具的多孔体还是通过直接设计在磨具中的结构，都会出现粘连。表 1 结果也可能受到粘连问题的影响，但是由于 SCHIEFER 测试是通过机器进行的，很难弄清这种情况是否发生。虽然粘连的存在使磨具不适用于湿磨，但它也使磨具与工件靠得更紧密，因而增加了磨具对工件的压力，使得研磨作用更强。这从表 1 和表 2 中的表面光洁度数据可以看出来。

上述实施例还表明，涂敷在低成本闭孔聚乙烯泡沫材料带上的无孔三维磨具可以通过压花等技术设计，它既能消除粘连问题，而且其功能与成本更高的多孔型三维磨具相差无几。对闭孔泡沫材料背衬上的无孔三维磨具进行压花的方法可形成开孔泡沫材料背衬上多孔型三维磨具的低成本替代品。此外还可以看到，聚氨酯醚泡沫材料上的磨具也可以进行热压花，如表 2 所示。实施例 3 表明，泡沫材料背衬上的常规磨具也很容易进行压花。

上面结合若干实施方式对本发明进行了阐述。前面所给详细描述和实施例仅仅是为了方便理解，不应理解为它们构成什么不必要的限制。本领域技术人员不难明白，对所述实施方式可以作出许多改变，只要不背离本发明范围。因此，本发明范围不受这里所描述的具体细节和结构的限制，而只受权利要求中所描述的结构及其等价结构的限制。

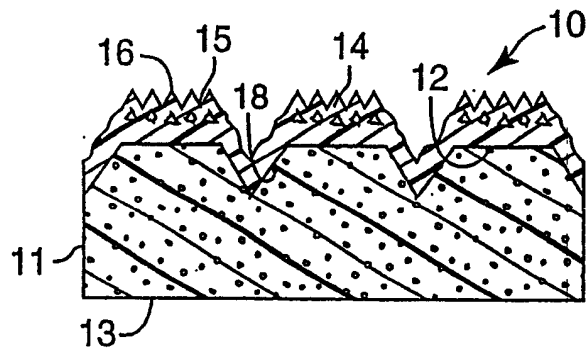


图 1

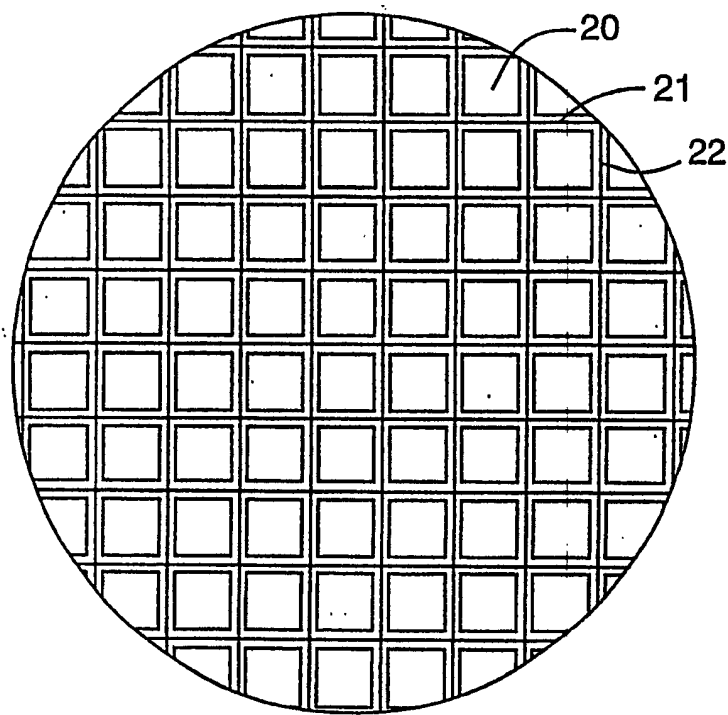


图 2

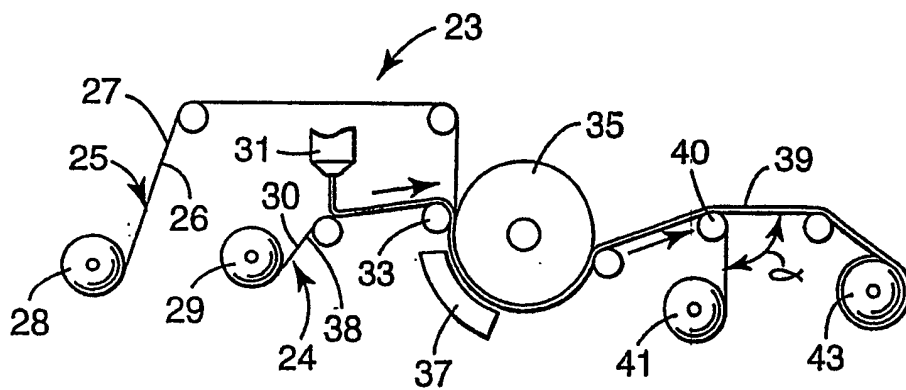


图 3

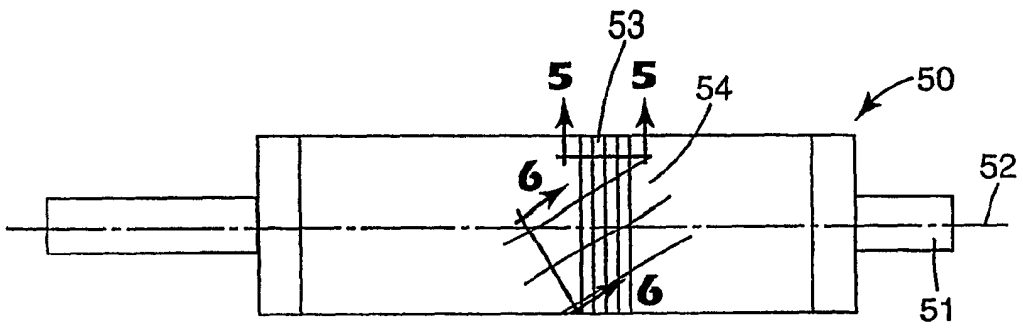


图 4

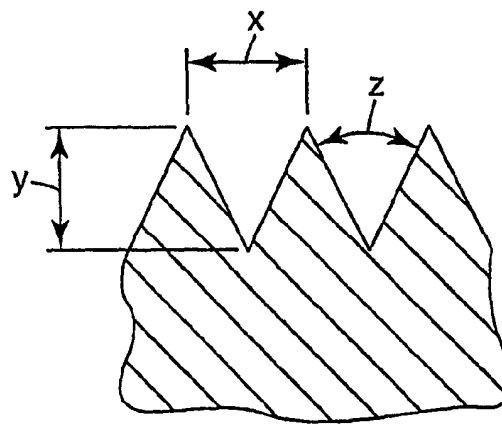


图 5

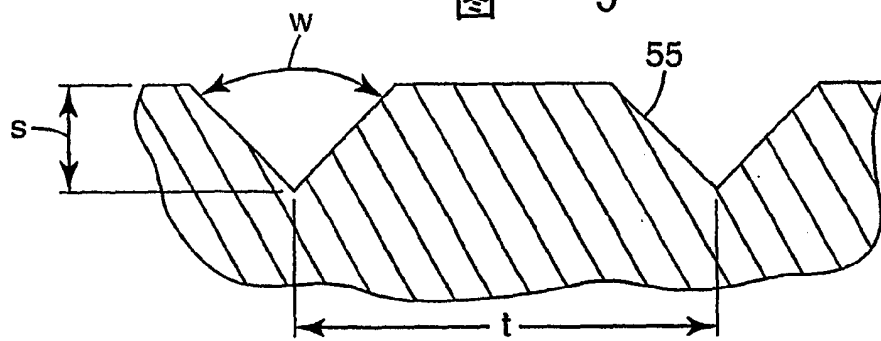


图 6

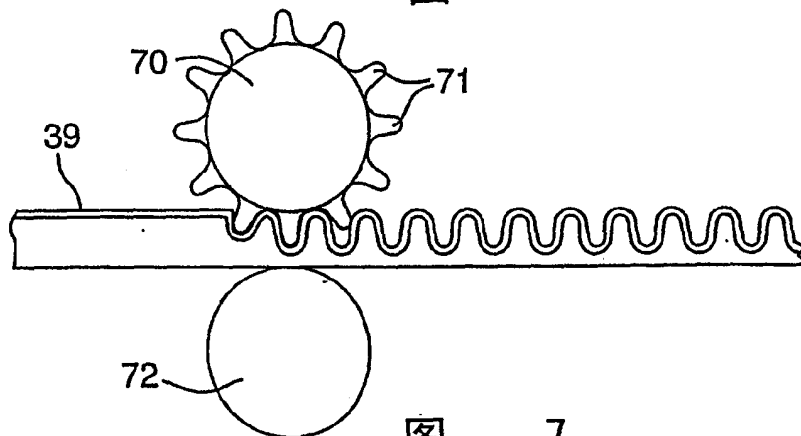


图 7