



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102281992 B

(45) 授权公告日 2014. 06. 11

(21) 申请号 200980154647. 7

代理人 顾红霞 段斌

(22) 申请日 2009. 11. 24

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

B24D 3/00 (2006. 01)

12/337, 001 2008. 12. 17 US

B24D 3/06 (2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

审查员 陈均伟

2011. 07. 14

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2009/065640 2009. 11. 24

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/077495 EN 2010. 07. 08

(73) 专利权人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 斯科特·R·卡勒

德怀特·D·埃里克森

尼格斯·B·艾德弗里斯

约翰·T·博登 约翰·D·哈斯

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

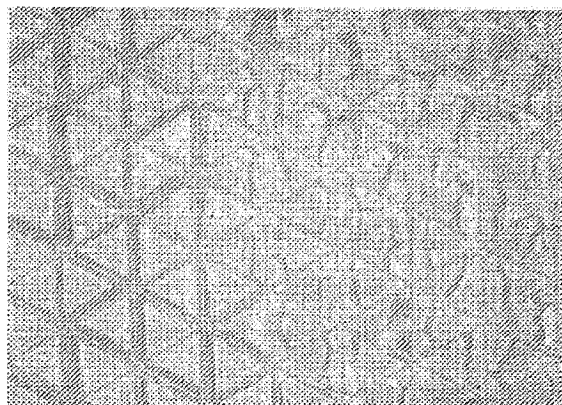
权利要求书2页 说明书15页 附图5页

(54) 发明名称

制造磨料碎片、带开口的成形磨粒或碟形磨粒的方法

(57) 摘要

通过控制工艺参数和使用具有多个模具型腔的聚合物生产工具,可以由完全相同的模具制造选自下列不同类型的成形磨粒:磨料碎片、碟形磨粒和带开口的成形磨粒。在一个实施例中,所述模具包括多个等边三角形型腔,并且用同一模具制造出破碎的磨粒前体、碟形磨粒前体或带开口的成形磨粒前体。



1. 一种制造磨料碎片、带开口的成形磨粒或碟形磨粒的方法,包括:
提供具有多个型腔的模具,所述多个型腔包括聚合物表面;
用溶胶-凝胶填充所述多个型腔,所述溶胶-凝胶包含在液体中的可转化为 α -氧化铝的颗粒,所述液体包含挥发性组分;以及
当所述溶胶-凝胶存在于所述多个型腔内时从所述溶胶-凝胶中除去至少一部分所述挥发性组分,从而形成多个具有选自下列类型的成形磨粒前体:磨料碎片、带开口的成形磨粒和碟形磨粒。
2. 根据权利要求1所述的方法,包括在所述多个成形磨粒前体存在于所述多个型腔内时将所述多个成形磨粒前体的至少大部分破碎成至少两块,从而形成多个破碎的成形磨粒前体。
3. 根据权利要求2所述的方法,包括:从所述多个型腔中移除所述多个破碎的成形磨粒前体;煅烧所述多个破碎的成形磨粒前体,从而形成多个煅烧过的破碎的成形磨粒前体;以及烧结所述多个煅烧过的破碎的成形磨粒前体,从而形成多个 α -氧化铝磨料碎片。
4. 根据权利要求2所述的方法,其中所述破碎包括在高于所述挥发性组分沸点的温度下进行干燥。
5. 根据权利要求2所述的方法,其中所述挥发性组分包含水,并且干燥温度在 105°C 至 150°C 之间。
6. 根据权利要求2所述的方法,其中所述破碎包括使 75% 至 100% 的所述多个成形磨粒前体破碎成至少两块。
7. 根据权利要求2所述的方法,其中所述多个型腔包括聚丙烯表面,并且所述模具中的所述多个型腔未被涂敷脱模剂。
8. 根据权利要求7所述的方法,其中所述破碎包括在 105°C 至 120°C 之间的温度下进行干燥。
9. 根据权利要求8所述的方法,其中所述多个型腔包括等边三角形型腔。
10. 根据权利要求7所述的方法,其中所述溶胶-凝胶包括 30% 至 50% 之间的固体。
11. 根据权利要求2所述的方法,其中所述多个型腔包括等边三角形型腔。
12. 根据权利要求1所述的方法,包括在用所述溶胶-凝胶填充所述多个型腔之前用脱模剂处理所述多个型腔。
13. 根据权利要求12所述的方法,其中所述脱模剂包括花生油。
14. 根据权利要求12所述的方法,其中所述溶胶-凝胶具有大于 6000Pa.s 的屈服应力,从而形成多个碟形磨粒前体。
15. 根据权利要求14所述的方法,包括:从所述多个型腔中移除所述多个碟形磨粒前体;煅烧所述多个碟形磨粒前体,从而形成多个煅烧过的碟形磨粒前体;以及烧结所述多个煅烧过的碟形磨粒前体,从而形成多个碟形磨粒。
16. 根据权利要求14所述的方法,其中所述多个型腔包括等边三角形形状。
17. 根据权利要求12所述的方法,其中所述溶胶-凝胶具有大于 4000Pa.s 的屈服应力,从而形成多个带开口的成形磨粒前体。
18. 根据权利要求17所述的方法,包括:从所述多个型腔中移除所述多个带开口的成形磨粒前体;煅烧所述多个带开口的成形磨粒前体,从而形成多个煅烧过的带开口的成形

磨粒前体 ;以及烧结所述多个煅烧过的带开口的成形磨粒前体,从而形成多个带开口的成形磨粒。

19. 根据权利要求 17 所述的方法,其中所述多个型腔包括等边三角形形状。

制造磨料碎片、带开口的成形磨粒或碟形磨粒的方法

[0001] 本专利申请要求提交于 2007 年 12 月 27 日的名称为“Shaped, Fractured Abrasive Particle, Abrasive Article Using Same and Method Of Making”(成形的破碎磨粒、使用其制造的磨料制品及其制造方法)的美国临时申请 No. 61/016965 的优先权,其全文以引用方式并入本文。

背景技术

[0002] 磨粒和由磨粒制造的磨料制品可用于在产品制造过程中研磨、整理或磨削多种材料和表面。因此,一直存在对磨粒和 / 或磨料制品的成本、性能或寿命进行改善的需求。

[0003] 授予 Berg 的美国专利 5,201,916、授予 Rowenhorst 的美国专利 5,366,523 以及授予 Berg 的美国专利 5,984,988 中公开了三角形磨粒和采用三角形磨粒制造的磨料制品。在一个实施例中,这些磨粒的形状包括等边三角形。三角形磨粒可用于具有增大的切削速率的磨料制品。

发明内容

[0004] 成形磨粒通常可具有优于随机粉碎的磨粒的性能。通过控制磨粒的形状可控制磨料制品的所得性能。不同的研磨应用可能需要不同类型的成形磨粒。因此,非常希望有一种方法能由同一生产线制造若干种不同类型的成形磨粒。

[0005] 发明人已经确定,通过控制工艺参数和使用具有多个模具型腔的聚合物生产工具,可以由完全相同的模具制造不同类型的成形磨粒。具体地讲,发明人已经确定了一种方法,该方法在成形磨粒仍然在模具内时使成形磨粒破裂以制造磨料碎片,而非实心的完整成形磨粒。发明人还确定了一种方法,该方法在成形磨粒位于模具内时控制成形磨粒的形成,以便形成贯穿成形磨粒的开口。最后,发明人还确定了一种方法,该方法在成形磨粒位于模具内时控制成形磨粒的形成,以在成形磨粒上形成凹陷表面,从而制造碟形磨粒。因此,根据工艺参数,具有多个模具型腔的完全相同的生产工具可以制造实心的完整成形磨粒、磨料碎片、带开口的成形磨粒或碟形磨粒。

[0006] 因此,在一个实施例中,本发明涉及一种方法,该方法包括:提供具有多个型腔的模具,所述多个型腔包括聚合物表面;用溶胶-凝胶填充所述多个型腔,所述溶胶-凝胶包含在液体中的可转化为 α -氧化铝的颗粒,所述液体包含挥发性组分;当溶胶-凝胶存在于所述多个型腔内时从溶胶-凝胶中除去至少一部分挥发性组分,从而形成多个具有选自下列类型的成形磨粒前体:磨料碎片、带开口的成形磨粒和碟形磨粒。

附图说明

[0007] 本领域的普通技术人员应当了解,本发明的讨论仅是针对示例性实施例的描述,其并不旨在限制本发明的更广泛的方面,其中更广泛的方面体现在示例性构造中。

[0008] 图 1 为具有包含磨粒前体的多个型腔的模具的俯视照片。

[0009] 图 2 为从图 1 中的模具的左侧得到的碟形磨粒的照片。

- [0010] 图 3 为从图 1 中的模具的右侧得到的破碎磨料碎片的照片。
- [0011] 图 4 示出了模具型腔中的成形磨粒前体的一个实施例的横截面。
- [0012] 图 5 为类似于图 3 所示磨料碎片的代表性磨料碎片的扫描电镜显微照片。
- [0013] 图 6A-6C 示出了带开口的成形磨粒。
- [0014] 图 7 为与带开口的成形磨粒相比较的碟形磨粒的照片。
- [0015] 图 8 为具有包含带开口的成形磨粒前体的多个型腔的模具的俯视图。
- [0016] 图 9 为碟形磨粒的透视图。
- [0017] 图 10 为图 9 的碟形磨粒的侧视图。
- [0018] 图 11 为显示碟形磨粒的凹陷或碟形表面的照片。
- [0019] 在说明书和附图中重复使用的引用字符旨在表示本发明相同或类似的部件或元件。

[0020] 定义

[0021] 如本文所用,词语“包含”、“具有”和“包括”在法律上是具有等同含义的开放型术语。因此,除了列举的元件、功能、步骤或限制之外,还可以有其他未列举的元件、功能、步骤或限制。

[0022] 如本文所用,术语“磨料分散体”意指可转化为引入模具型腔的 α -氧化铝的 α -氧化铝前体。该组合物称为磨料分散体,直到除去足量的挥发性组分使磨料分散体凝固为止。

[0023] 如本文所用,术语“成形磨粒前体”意指通过从磨料分散体(当其位于模具型腔中时)中除去足量的挥发性组分以形成凝固体的方式所产生的未烧结颗粒,该凝固体可从模具型腔中移除,并且在后续加工中基本上保持其模制形状。

[0024] 如本文所用,术语“精确成形表面”意指磨料分散体位于模具型腔中时对其至少部分地进行干燥、脱水或固化而形成的表面。

[0025] 如本文所用,术语“磨料碎片”意指通过本发明的方法制造的烧结的 α -氧化铝磨粒。

[0026] 如本文所用,术语“成形磨粒”意指至少一部分磨粒具有预定形状的陶瓷磨粒,该预定形状由用于形成成形磨粒前体的模具型腔复制。与磨料碎片的情况(例如,如美国临时申请 61/016965 中所述)不同,成形磨粒通常会具有基本上复制了用来形成成形磨粒的模具型腔的预定几何形状。如本文所用的成形磨粒不包括通过机械破碎操作获得的磨粒。

具体实施方式

[0027] 在描述用来制造不同类型成形磨粒的方法之前,将更详细地描述各种类型。

[0028] 磨料碎片

[0029] 参见图 3 和图 5,其中示出了磨粒 20。磨粒 20 包括成型为多个 α -氧化铝磨料碎片 21 的破碎的 α -氧化铝磨粒。参见图 4,其中示出了模具 34 中的成形磨粒前体 23。每个 α -氧化铝磨料碎片 21 都包括至少第一精确成形表面 22、以预定角度 α 与第一精确成形表面相交的第二精确成形表面 24、与第一精确成形表面 22 相对的第三表面 26 以及破碎表面 28。第一精确成形表面 22 可通过与模具 34 中型腔 32 的底面 30 接触来形成。在图 4 中,横截面中仅显示了模具 34 中型腔 32 的一部分。通常,模具 34 具有多个型腔,以便经济

地制造 α -氧化铝磨料碎片 21。第一精确成形表面 22 基本上复制了型腔 32 的底面 30 的表面粗糙度和形状。

[0030] 磨料碎片 21 的第二精确成形表面 24 可通过与模具 34 中型腔 32 的侧壁 36 接触来形成。侧壁 36 被设计为以预定角度 α 与底面 30 相交。第二精确成形表面 24 基本上复制了型腔 32 的侧壁 36 的表面粗糙度和形状。第二精确成形表面 24 通过与型腔 32 的侧壁 36 接触来模制。因此,使所得磨料碎片的至少两个表面 (22、24) 精确成形,并且两个表面之间的相交角 α 为基于所选模具几何形状的预定角。

[0031] 与第一精确成形表面 22 相对的磨料碎片 21 的第三表面 26 的外观可无规则地波动或起伏,因为其在用磨料分散体填充型腔 32 后与空气接触。第三表面 26 由于未通过与型腔 32 接触来模制而未精确成形。通常,通过刮削或刮除模具 34 的顶面 38 以从模具中除去多余的磨料分散体来形成第三表面 26。刮除或刮削步骤可对第三表面 26 造成经放大可见的细微的波纹或不规则形状。因此,第三表面 26 类似于通过挤出而形成的表面,其也未精确成形。在挤出方法中,溶胶-凝胶从模具中挤出。因此,溶胶-凝胶的表面呈现出因挤出方法而造成的刮痕、凿痕和 / 或划线。此类痕迹通过溶胶-凝胶和模具之间的相对运动而形成。另外,从模具中挤出的表面可通常为光滑平面。相比之下,精确成形表面可复制正弦表面或其他更复杂的几何表面,这些几何表面具有沿其表面长度显著变化的高度。

[0032] 当型腔深度相比底面 30 的面积相对较小时,磨料碎片 21 的破碎表面 28 通常在第一精确成形表面 22 和相对的第三表面 26 之间、以及在型腔 32 的相对的侧壁之间扩展。破碎表面 28 的特征在于锋利的、锯齿状的点,这些点是典型的脆性破碎特征。破碎表面 28 可通过干燥处理而产生,该处理使至少大部分的成形磨粒前体在位于型腔 32 内时破裂或破碎成至少两块。这造成了尺寸小于制造时所用的模具型腔 32 的磨料碎片 21。这些磨料碎片一旦形成,就可像拼图块一样重新组合,以复制制造其的模具的初始型腔形状。据信,通过确保如下情况可使成形磨粒前体发生破裂或破碎:当磨料分散体在型腔内干燥时,磨料分散体对型腔 32 的壁的表面张力大于磨料分散体内部的引力。

[0033] 参见图 5,图示的磨料碎片 21 的破碎表面 28 呈现为沿着磨料碎片的右侧。第二精确成形表面 24 呈现为沿着磨料碎片 21 的左侧倾斜表面。第三表面 26 朝向前面并且具有一些源于刮削操作的不规则形状和波纹。第一精确成形表面 22 面向后方而观察不到。图 5 中磨料碎片在三角形模具型腔中产生。三角形的其中一个角存在于磨料碎片的左下部分。

[0034] 参见图 1,破碎过程在各模具型腔中产生稀疏的破碎的成形磨粒前体。通常,每个型腔 32 内产生约 2 至 4 个破碎的成形磨粒前体。因此,与以往采用粉碎操作来减小图 2 所示的完整三角形颗粒的过程相比,本发明的过程产生很少的极小颗粒 (细粒),从而减少了浪费。由于所述的破碎过程,各磨料碎片保持了其初始模制形状的一部分,这不同于粉碎操作,粉碎操作制造的磨粒未保留任何精确成形表面。因此,破碎的成形磨粒前体的粒度分布相对较小并且比粉碎颗粒更均匀。各型腔内产生的破碎的成形磨粒前体的最终数量可以是变化的,这取决于用于使模具内成形磨粒前体破碎的型腔尺寸与形状、干燥速率以及温度。在本发明的各种实施例中,每个模具型腔内产生少于或等于约 10 个、9 个、8 个、7 个、6 个、5 个、4 个、3 个或 2 个破碎的成形磨粒前体。

[0035] 由于以有意使成形磨粒前体破碎的方式对成形磨粒前体进行处理,因此至少大部分 (超过 50%) 的成形磨粒前体在干燥时于模具型腔 32 内破碎成至少两块。在本发明的

各种实施例中,约 75%至 100%、或约 90%至 100%、或约 98%至 100%的成形磨粒前体在位于模具型腔中时破碎成至少两块。

[0036] 由于有意使成形磨粒前体在模具内存留时破碎,因此其保持了初始模制形状的侧壁和底部的至少一部分。此特点可提供比粉碎颗粒更锋利的磨料碎片,而所述粉碎颗粒的形状可能更加圆形且粗短。这些破碎的成形磨粒前体可具有高纵横比和非常锋利的边缘,破碎表面 28 在该边缘处与精确成形表面相交。因此, α -氧化铝磨料碎片用于制造磨料制品时具有极佳的性能。

[0037] 将破碎的成形磨粒前体煅烧并烧结以形成 α -氧化铝磨料碎片。 α -氧化铝磨料碎片可以在较宽的粒度范围内制造,这取决于模制型腔的尺寸以及通过本方法的破碎步骤所形成的破碎块的数量。通常, α -氧化铝磨料碎片的尺寸范围为 0.1 至 5000 微米、1 至 2000 微米、5 至 1500 微米,或甚至在一些实施例中为 50 至 1000 微米、或甚至 100 至 1000 微米。

[0038] 如提交于 2007 年 12 月 27 日的名称为“Shaped, Fractured Abrasive Particle, Abrasive Article Using Same and Method of Making”(成形的破碎磨粒、使用其制造的磨料制品及其制造方法)的待审的美国临时专利申请 No. 61/016965 中更充分描述的,相比具有相同标称研磨等级的常规粉碎 α -氧化铝颗粒, α -氧化铝磨料碎片具有卓越的磨削性能。

[0039] 带开口的成形磨粒

[0040] 参见图 6A、6B 和 6C,示出了带开口 122 的示例性成形磨粒 120。用于制造带开口 122 的成形磨粒 120 的材料包括 α -氧化铝。通常,带开口 122 的成形磨粒 120 包括薄的本体,该薄的本体具有第一面 124 和由侧壁 128 隔离的第二面 126,并且具有厚度 t 。在一些实施例中,其两个面渐缩至薄边的磨粒的侧壁 128 可被最小化,或者其两个面渐缩至在内部相遇的点上的磨粒可能具有较厚的侧壁 128。在一个实施例中,第一面 124 基本上为平面,第二面 126 基本上为平面,或者两个面都基本上为平面。在一个实施例中,第一面 124 和第二面 126 基本上彼此平行。在其他实施例中,第一面 124 和第二面 126 可以不平行,使得一个面相对于另一个面倾斜,并且与每个面相切的假想线将在某点处相交。带开口 122 的成形磨粒 120 的侧壁 128 可以是变化的,并且其形成第一面 124 和第二面 126 的周边 129。在一个实施例中,第一面 124 和第二面 126 的周边 129 选择为具有一定几何形状,并且第一面 124 和第二面 126 选择为具有相同的几何形状,但它们可能在尺寸上不同,一个面的尺寸可能大于另一个面。在一个实施例中,第一面 124 的周边 129 和第二面 126 的周边 129 为图示的三角形形状。

[0041] 在一个实施例中,开口 122 完全穿透第一面 124 和第二面 126,如图 6B、6C 和 7 中最佳示出的。在其他实施例中,开口 122 包括可以不完全穿透两个面的盲孔。在一个实施例中,开口 122 的尺寸相对于第一面 124 或第二面 126 的面积很大。如图 6A 中最佳示出的,在一个实施例中,开口 122 包括非常接近成形磨粒 120 的周边 129 的形状的三角形形状。这样,带开口 122 的成形磨粒 120 包括在其对应端连接而形成封闭多边形的多条边 130 的完整连接。在其他实施例中,开口 122 可以为圆形、椭圆形或其他几何形状。

[0042] 在本发明的各种实施例中,开口 122 的面积除以第一面 124 或第二面 126 中较大者的表面积得到的开口率可以在约 0.05 至约 0.95 之间、或在约 0.1 至约 0.9 之间,或在约

0.1 至约 0.7 之间,或在约 0.1 至约 0.5 之间。为了进行该计算,表面积基于周边 129 包围的区域而不减掉任何因开口 122 产生的面积。如后文描述的,其开口 122 相对于表面尺寸较大的成形磨粒被认为具有增强的磨削性能。

[0043] 在本发明的各种实施例中,第一面 124 的面积或尺寸与第二面 126 的面积或尺寸基本上相等。在本发明的其他实施例中,第一面 124 或第二面 126 可以比另一个面更小。参见图 6B 和 6C,可以改变成形磨粒 120 的第二面 126 和侧壁 128 之间的拔模角 α ,从而改变各个面的相对尺寸。在本发明的一个实施例中,拔模角 α 可以为大约 90 度,使得两个面的面积基本上相等。在本发明的另一个实施例中,拔模角 α 可以大于 90 度,使得第一面 124 的面积大于第二面 126 的面积。在本发明的另一个实施例中,拔模角 α 可以小于 90 度,使得第一面 124 的面积小于第二面 126 的面积。在本发明的其他实施例中,拔模角 α 可以在约 95 度至约 130 度之间、在约 95 度至约 125 度之间、或在约 95 度至约 115 度之间。不希望受到理论束缚,但可以相信:90 度之外的拔模角导致了成形磨粒 120 倾斜而不是相对于涂附磨料制品中的背基成 90 度取向,因为在涂附磨料内的成形磨粒 120 的基底(侧壁 128)因拔模角而倾斜。由于成形磨粒 120 在多数情况下由于其所在的成角度基底而倾斜或倾向于一侧,所以其可以具有相对于背基小于 90 度的取向角度,从而提高切削速率,如提交于 2008 年 12 月 17 日的名称为“Shaped Abrasive Particles With A Sloping Sidewall”(具有倾斜侧壁的成形磨粒)的共同待审的美国专利申请 No. 12/337,075(代理人档案号 64869US002)中的更详细描述。在本专利申请中描述的一个实施例中,采用 98 度的拔模角 α ,该角度下的切削速率是具有 90 度的拔模角 α 的类似成形磨粒的切削速率的大约两倍。

[0044] 相比不带开口的实心的完整成形磨粒,带开口 122 的成形磨粒 120 可具有若干意想不到的有益效果。首先,与实心的成形磨粒相比,带开口 122 的成形磨粒 120 具有增强的切削速率。不希望受到理论束缚,但可以相信:切削速率的提高是由使用磨粒时磨平面积减小所导致。在成形磨粒磨损时,通常在成形磨粒工作面上出现越来越大的磨平面,从而钝化成形磨粒。相比之下,当带开口 122 的成形磨粒 120 磨损时,磨平面的尺寸最初可以增大,直到成形磨粒磨穿至开口 122 为止。此时,开口 122 的存在通过形成两个较小的磨平面而非先前存在的单个较大的磨平面,从而有效地减小了总的磨平面积。新形成的较小磨平面使成形磨粒 120 重新变锋利,从而相比实心成形磨粒提高了其性能。

[0045] 其次,在一些实施例中,可以认为成形磨粒 120 内的开口 122 可充当容器,以保持相比可以设置在不带开口 122 的实心成形磨粒上的更多的助磨剂或 SS 浆料化合物。此外,由于助磨剂存在于带开口 122 的成形磨粒 120 的表面和中间,所以在开始使用磨粒以及随后当带开口 122 的成形磨粒 120 磨穿至位于开口 122 内的助磨剂容器时,都存在助磨剂,从而增强了切削性能。

[0046] 最后,在一些实施例中,据信成形磨粒 120 内的开口 122 可充当锚固点,以通过使用底胶层或涂胶层将成形磨粒 120 更牢固地附接到背基上,从而减少在使用过程中成形磨粒 120 的“剥落”。当带开口 122 的成形磨粒 120 用于形成涂附磨料制品时,固化的底胶层或涂胶层可以完全穿透成形磨粒 120。因此,相比仅通过粘合力附接到磨粒侧面的实心成形磨粒,带开口 122 的成形磨粒 120 更牢固地附接到涂层上。本质上,由于涂层可以穿透开口 122,故带开口 122 的成形磨粒 120 被“缝合”到底胶层或涂胶层内,从而相比仅用其侧面附

接的实心成形磨粒更牢固地保持磨粒。

[0047] 在本发明的各种实施例中,在涂附磨料制品内,带开口 122 的成形磨粒 120 内的开口 122 可以容纳底胶涂层、胶接涂层、SS 浆料涂层、助磨剂、空隙或它们的任何组合。

[0048] 图 7 为将每个都带开口 122 的成形磨粒 120 与碟形磨粒 220 进行比较的照片。图 8 为具有多个型腔的生产工具的照片。成形磨粒前体在模具内加工,以便在成形磨粒前体干燥时导致在每个成形磨粒前体内形成开口 122。提交于 2008 年 12 月 17 日的名称为“Shaped Abrasive Particles With An Opening”(带开口的成形磨粒)的共同待审的美国专利申请 No. 12/337,112(代理人档案号 64765US002)提供了有关制造此类成形磨粒的有益效果和方法的更多信息。

[0049] 碟形磨粒

[0050] 参见图 9、10 和 11,其中示出了示例性的碟形磨粒 220。用于制造碟形磨粒 220、磨料碎片或带开口的成形磨粒的材料包括 α -氧化铝。 α -氧化铝粒子可由氧化铝-水合物的分散体制成,如后面讨论的,该分散体被胶凝、模制成形、干燥定形、煅烧,然后被烧结。成形磨粒的形状得以保持,而无需粘结剂以在粘结剂中形成包含磨粒(随后被成型为成形结构)的附聚物。

[0051] 通常,碟形磨粒 220 包括薄的本体,该薄的本体具有第一面 224 和第二面 226,这两个面由具有不同厚度 T 的侧壁 228 分隔开。通常,碟形磨粒拐角处的侧壁厚度较大,而沿每个边缘的中点处的侧壁厚度则较薄。因此, T_m 小于 T_c 。在一些实施例中,侧壁 228 为具有大于 90 度的拔模角 α 的倾斜侧壁,后面将详细讨论。可以存在不止一个倾斜侧壁,并且碟形磨粒的各个倾斜侧壁的倾斜度或拔模角可以相同,如图 9 和 10 中所示,或者各个倾斜侧壁的倾斜度或拔模角不同,如提交于 2008 年 12 月 17 日的名称为“Shaped Abrasive Particle With a Sloping Sidewall”(具有倾斜侧壁的成形磨粒)的共同待审的美国专利申请 No. 12/337,075(代理人档案号 64869US002)中所讨论的。

[0052] 碟形磨粒 220 的侧壁 228 形状可以是变化的,并且其形成第一面 224 和第二面 226 的周边 229。在一个实施例中,第一面 224 和第二面 226 的周边 229 选择为具有一定几何形状,并且第一面 224 和第二面 226 选择为具有相同的几何形状,但它们可能在尺寸上不同,一个面的尺寸可能大于另一个面。在一个实施例中,第一面 224 的周边 229 和第二面 226 的周边 229 为图示的三角形形状。在一些实施例中,采用等边三角形形状,在其他实施例中采用等腰三角形形状。

[0053] 在一些实施例中,第一面 224 凹进,第二面 226 基本上为平面。所谓“凹进”,是指第一面 224 的内部厚度 T_i 小于成形磨粒沿周边的厚度。在一个实施例中,凹进的面具有基本上平坦的中央部分和上翘的拐角,如图所示。在其他实施例中,凹进的面为基本上凹陷的。如后文将更详细讨论,可以认为凹进的面通过在形成弯月面的模具 34 内的溶胶-凝胶形成,如图 7 左侧最佳示出的那样让第一面凹进。

[0054] 如上所述,第一面 224 凹进,使得在尖端或拐角 230 处的厚度 T_c 往往大于第一面 224 内部的厚度 T_i 。因此,当碟形磨粒 220 如图 10 中的布置方式安放时,尖端或拐角 230 高于第一面 224 的内部。不希望受到理论束缚,但可以相信:凹进的第一面 224 增加了由碟形磨粒 220 移除的材料量。特别是,冰淇淋勺或匙子就具有可有效挖入材料内并移除大量材料的凹形末端。在挖入和移除大量材料时,勺子远比刀或扁平物体有效。类似地,具有凹

陷表面的凹磨凿可产生更锋利的刃口。可以相信,以类似的方式在碟形磨粒 220 上设置凹面,能够使碟形磨粒的磨削性能比具有平坦的第一面 224 和平坦的第二面 226 的类似成形的磨粒提高。

[0055] 另外,可以认为:在锋利的上翘尖端或拐角磨掉之后,成形磨粒具有较薄的内部可以有助于提高碟形磨粒的磨削性能。当内部较薄时,两个因素可以在改善磨削性能方面发挥作用。首先,相比具有较厚内部的成形磨粒,在使用碟形磨粒过程中产生的对应磨平面的面积可能较小。如果一个颗粒只有相邻颗粒的一半厚,那么由于厚度的改变,所产生的磨平面将只有一半大小。其次,较薄的内部可以导致碟形磨粒在使用过程中的破碎增加,从而提高颗粒通过断裂力学作用将自身再次磨锐的能力。厚的颗粒的断裂可能性比薄的颗粒小。

[0056] 在本发明的各种实施例中,厚度比 T_c/T_i 可以在 1.25 至 5.00 之间、或在 1.30 至 4.00 之间、或在 1.30 至 3.00 之间。为了计算厚度比,筛选了 15 个随机选择的碟形颗粒。对每个颗粒的每个拐角的高度进行测量,然后对所有高度求平均值,以确定 T_c 平均值。例如,三角形的成形磨粒各具有 3 个 T_c 测量值,总共具有 45 个测量值,以用于确定 T_c 的平均值。如果成形磨粒为圆形、椭圆形或不具有拐角或尖端的其他形状,则对于每个成形磨粒,应测量沿周边彼此等距的三个点。然后,测量各颗粒第一面 224 内部的最小厚度 T_i 。通常,可以利用成形磨粒的半透明性来找到最小内部厚度,并将 15 个结果平均以确定 T_i 平均值。通过用 T_c 平均值除以 T_i 平均值确定厚度比。装有纵横移动载物台和竖直位置测量镜台的光学显微镜可用来测量碟形磨粒各部分的厚度。经测量,在一些实施例中,根据本发明制造的三角形碟形磨粒具有在 1.55 至 2.32 之间的厚度比。经测量,根据授予 Rowenhorst 等人的名称为“Abrasive Article Containing Shaped Abrasive Particles”(含有成形磨粒的磨粒制品)的美国专利 No. 5,366,523 中所公开的现有技术方法制造的三角形成形磨粒具有在 0.94 至 1.15 之间的厚度比,这意味着该磨粒为基本上平坦的,并且中间略厚的可能性与中间略薄的可能性相同。具有大于 1.20 的厚度比的碟形磨粒在 95% 置信区间内在统计意义上不同于 Rowenhorst 颗粒。

[0057] 参见图 9,碟形磨粒 220 的第二面 226 和侧壁 228 之间的拔模角 α 可以不同以改变各个面的相对尺寸。不希望受到理论束缚,但可以相信:90 度之外的拔模角导致碟形磨粒 220 倾斜而不是相对于涂附磨料制品中的背基成 90 度取向,因为在涂附磨料内的碟形磨粒 220 的基底(侧壁 228)会因拔模角而倾斜。由于碟形磨粒 220 在多数情况下由于其所在的成角度基底而倾斜或倾向于一侧,所以其可以具有相对于工件小于 90 度的前角,从而提高切削速率,如提交于 2008 年 12 月 17 日的名称为“Shaped Abrasive Particles With A Sloping Sidewall”(具有倾斜侧壁的成形磨粒)的共同待审的美国专利申请 No. 12/337,075(代理人档案号 64869US002)中的更详细描述。如在该专利申请中讨论的,已发现拔模角从 90 度略微增加至 98 度会使三角形成形磨粒的切削性能翻倍。

[0058] 在本发明的各种实施例中,拔模角 α 可在大约 95 度至大约 130 度之间、或在约 95 度至约 125 度之间、或在约 95 度至约 120 度之间、或在约 95 度至约 115 度之间、或在约 95 度至约 110 度之间、或在约 95 度至约 105 度之间、或在约 95 度至约 100 度之间。

[0059] 通过凹进第一面 224 在侧壁 228 和第一面 224 之间产生锐角 λ 。这赋予碟形磨粒以能够确实挖入并移除材料的锯齿尖端 247;在拔模角 α 大于 90 度而使得磨粒在成形为涂附磨料制品时倾斜时,尤为如此。

[0060] 为了进一步优化倾斜取向,将碟形磨粒涂敷到疏涂磨料层内的背基中。密涂磨料层被定义为可以由制造厂以单个步骤涂敷到磨料制品的底胶层的最大重量的磨粒或磨粒共混物。疏涂磨料层是以克为单位的重量小于最大可涂敷重量的磨粒或磨粒共混物,涂敷到涂附磨料制品的底胶层上。疏涂磨料层将导致具有磨粒的底胶层的覆盖百分比少于100%,从而在磨粒之间留下敞开区域和可见树脂层。在本发明的各种实施例中,磨料层内的敞开区域百分比可以在约10%至约90%之间、或在约30%至约80%之间。

[0061] 可以认为:如果在背基上涂敷过多的具有倾斜侧壁的碟形磨粒,则在颗粒之间将出现空间不足,从而让颗粒在底胶层和涂胶层固化之前倾斜。在本发明的各种实施例中,具有疏涂磨料层的涂附磨料制品内超过 50%、60%、70%、80%或 90%的碟形磨粒是倾斜的,并且具有小于 90 度的取向角 β 。

[0062] 在碟形磨粒的另一个实施例中,第一面 224 可以是凸出的,第二面 226 可以是凹陷的。这些碟形磨粒通常具有基本上恒定的厚度,并且类似于取自球形壳体的三角形部分。现在参见图 11,图中示出了具有凹陷的第二面 226 和凸出的第一面 224 的碟形磨粒 220 的显微照片。每个三角形的边在第一面 224 周边处测得为约 1.2mm。颗粒具有大约 0.35mm 的厚度。提交于 2008 年 12 月 17 日的名称为“Dish-Shaped Abrasive Particles With A Recessed Surface”(具有凹面的碟形磨粒)的美国专利申请 No. 12/336,961(代理人档案号 64716US002)中更详细地描述了碟形磨粒的另外的实施例。

[0063] 制造不同类型成形磨粒的方法

[0064] 第一工步涉及提供有晶种或无晶种的磨料分散体,该分散体可转化为 α -氧化铝。 α -氧化铝前体组合物常常包含为挥发性组分的液体。在一个实施例中,该挥发性组分为水。磨料分散体应包含足量的液体,以使磨料分散体的粘度足够低,从而能够填充模具型腔并复制模具表面,但是液体量不能太多,以致随后从模具型腔中去除液体的成本过高。在一个实施例中,磨料分散体包含 2 重量%至 90 重量%的可转化为 α -氧化铝的颗粒(例如 α -氧化铝一水合物(水软铝石)的颗粒)以及至少 10 重量%、或 50 重量%至 70 重量%、或 50 重量%至 60 重量%的挥发性组分(例如水)。相反,一些实施例中的磨料分散体包含 30 重量%至 50 重量%、或 40 重量%至 50 重量%的固体。

[0065] 还可使用除水软铝石之外的氧化铝水合物。水软铝石可通过已知的技术来制造或者可商购获得。市售水软铝石的例子包括均得自 Sasol North America, Inc. 的商标为“DISPERAL”和“DISPAL”的产品,或者得自 BASF 公司的商标为“HiQ-40”的产品。这些氧化铝-水合物相对较纯,即它们除了一水合物外只包括相对较少的(如果有的话)水合物相,并且具有高表面积。所得成形磨粒的物理特性和颗粒的所得粒径将大致取决于磨料分散体中所用材料的类型。

[0066] 在一个实施例中,磨料分散体为凝胶态。如本文所用,“凝胶”为分散在液体中的固体的三维网状结构。磨料分散体可以包含改性添加剂或改性添加剂前体。改性添加剂的作用在于增强磨粒的某些所需性质,或提高后续的烧结步骤的效率。改性添加剂或改性添加剂前体可为可溶性盐的形式,通常为水溶性盐。它们通常由包含金属的化合物构成,并且可为镁、锌、铁、硅、钴、镍、铅、钨、铬、钇、镨、钕、钆、镧、铈、镉、铟、钛等的氧化物的前体以及它们的混合物。可存在于磨料分散体中的这些添加剂的具体浓度可由本领域技术人员进行调整。通常,引入改性添加剂或改性添加剂前体会使磨料分散体胶凝。通过加热一段

时间也可诱发磨料分散体胶凝。

[0067] 磨料分散体还可包含成核剂以促进水合氧化铝或煅烧氧化铝向 α -氧化铝的转化。适用于本发明的成核剂包括 α -氧化铝、 α -氧化铁或其前体、二氧化钛和钛酸盐、氧化铬等的细粒,或者为在转化中起成核作用的任何其他物质。如果使用的话,则成核剂的量应足够多,以实现 α -氧化铝的转化。使此类磨料分散体成核公开于授予 Schwabel 的美国专利 No. 4, 744, 802 中。

[0068] 可将胶溶剂加入磨料分散体中,以生成更稳定的水溶胶或胶态的磨料分散体。合适的胶溶剂为单质子酸或酸性化合物,例如乙酸、盐酸、甲酸和硝酸。也可使用多质子酸,但是其使磨料分散体迅速胶凝,使得其不易处理并且难以向其中引入附加组分。某些商业来源的水软铝石具有有助于形成稳定磨料分散体的酸滴定度(例如吸收的甲酸或硝酸)。

[0069] 可通过任何合适的方法来形成磨料分散体,例如,简单地将氧化铝一水合物与包含胶溶剂的水混合的方法,或者通过形成氧化铝一水合物浆液再向其中加入胶溶剂的方法。可加入去沫剂或其他合适的化学品,以减小混合时形成气泡或夹带空气的趋势。如果需要,可加入其他化学品,例如润湿剂、醇类或偶联剂。 α -氧化铝磨粒可以包含二氧化硅和氧化铁,如 1997 年 7 月 8 日授予 Erickson 等人的美国专利 No. 5, 645, 619 中所公开。 α -氧化铝磨粒可以包含氧化锆,如 1996 年 9 月 3 日授予 Larmie 的美国专利 No. 5, 551, 963 中所公开。或者, α -氧化铝磨粒可具有微结构或添加剂,如 2001 年 8 月 21 日授予 Castro 的美国专利 No. 6, 277, 161 中所公开。

[0070] 第二工步涉及提供具有至少一个型腔 32、优选具有多个型腔的模具 34。参见图 1、图 4 和图 8,模具 34 具有大致平坦的底面 30 和多个型腔 32。这些多个型腔可在生产工具中形成。生产工具可以是带状物、片状物、连续纤维网、涂布辊(如轮转凹版辊)、安装在涂布辊上的套管或模具。所述生产工具包含聚合物材料。合适的聚合物材料的实例包括热塑性材料(例如,聚酯、聚碳酸酯、聚醚砜、聚(甲基丙烯酸甲酯)、聚氨酯、聚氯乙烯、聚烯烃、聚苯乙烯、聚丙烯、聚乙烯、或它们的组合)和热固性材料。在一个实施例中,整个模具由聚合物材料或热塑性材料制成。在另一个实施例中,在干燥时与溶胶-凝胶接触的生产工具表面(例如多个型腔的表面)包含聚合物材料或热塑性材料,并且生产工具的其他部分可由其他材料制成。作为举例,合适的聚合物涂层可以涂覆到金属模具上改变其表面张力性质。

[0071] 聚合物工具可由金属母模复制而成。母模将具有生产工具所需的反向图案。母模可以按照与生产工具相同的方式制得。在一个实施例中,母模由金属(例如镍)制成,并且经金刚石车削。可以将聚合物片状材料与母模一起加热,以通过将二者压在一起在聚合物材料上压印出母模的图案。也可将聚合物材料或热塑性材料挤出或浇注在母模上,然后进行压制。冷却热塑性材料使其凝固,然后制造出生产工具。如果利用热塑性生产工具,则应注意不要产生过多热量,这些热量可使热塑性生产工具变形,从而限制其寿命。关于生产工具或母模的设计和制造的更多信息可见于以下专利中:美国专利 5, 152, 917(Pieper 等人)、5, 435, 816(Spurgeon 等人)、5, 672, 097(Hoopman 等人)、5, 946, 991(Hoopman 等人)、5, 975, 987(Hoopman 等人)以及 6, 129, 540(Hoopman 等人)。

[0072] 可从顶面 38 中的开口或从底面 30 中的开口(未示模具 34 的出)进入型腔 32。在某些情况下,型腔 32 可延续至模具 34 的整个厚度。或者,型腔 32 也可仅延续至模具 34

的厚度的一部分。在一个实施例中,顶面 38 基本上平行于底面 30,其中模具 34 的型腔具有基本上一致的深度。模具 34 的至少一侧,即成型腔的一侧在除去挥发性组分的步骤中可保持暴露在周围大气环境下。

[0073] 型腔 32 具有规定的三维形状。在一个实施例中,当从顶部观察时,型腔的形状可描述为三角形,其具有倾斜侧壁 36,使得型腔的底面 30 略小于顶面 38 中的开口。据信,倾斜侧壁能够使磨粒前体易于从模具中移除。在本发明的各种实施例中,预定角度 α 可在约 95 度至约 130 度之间、或在约 95 度至约 120 度之间,例如 98 度。在另一个实施例中,模具 34 包括多个三角形型腔。这些多个三角形型腔中的每个型腔均包括等边三角形。

[0074] 或者,可使用其他型腔形状,例如圆形、矩形、正方形、六边形、星形或它们的组合,所有形状均具有基本上均匀的深度尺寸。该深度尺寸等于从顶面 38 到底面 30 最低点的垂直距离。此外,型腔的形状可为其他几何形状的反转,例如角锥形、截头角锥形、截球形、截椭球形、圆锥形和截头圆锥形。给定型腔的深度可为均匀的或可沿其长度和 / 或宽度变化。给定模具的型腔的形状可以相同或不同。

[0075] 第三工步涉及通过任何常规技术来用磨料分散体填充模具中的型腔。在一个实施例中,模具 34 的顶面 38 涂覆有磨料分散体。磨料分散体可泵送到顶面 38 上。然后,可用刮刀或矫直棒将磨料分散体完全压入模具 34 的型腔 32 中。可将未进入型腔 32 中的磨料分散体的剩余部分从模具 34 的顶面 38 处去除,并将其回收利用。在一些实施例中,可使用刀辊涂布机或真空缝口模头。在一些实施例中,磨料分散体的一小部分可保留在顶面 38 上,并且在其他实施例中,顶面基本上不含分散体。刮刀或矫直棒所施加的压力通常小于 100psi、或小于 50psi、或小于 10psi。在一些实施例中,磨料分散体无暴露表面大幅度延伸超过顶面 38,以保证所得磨粒厚度的均匀度。

[0076] 在一个实施例中,包括侧壁 36 和底面 30 在内的型腔内表面不含脱模剂。典型的脱模剂包括(例如)油类(如花生油、鱼油或矿物油)、有机硅、聚四氟乙烯、硬脂酸锌、以及石墨。不含脱模剂有助于在干燥磨料分散体时确保成形磨粒前体粘着在型腔壁上,从而使模具中至少大部分的成形磨粒前体破裂。在其他实施例中,使用脱模剂形成完整的成形磨粒。通常,在液体(例如水或酒精)中的介于约 0.1 重量%至约 5 重量%之间的脱模剂(例如花生油)被涂敷到接触溶胶-凝胶的生产工具表面,使得当需要脱模时,每单位面积模具上存在介于约 0.1mg/in² 至约 3.0mg/in² 之间、或介于约 0.1mg/in² 至约 5.0mg/in² 之间的脱模剂。

[0077] 第四工步涉及控制溶胶-凝胶在模具中的流变性,以制造不同类型的成形磨粒。具体地讲,发明人已经确定使用热塑性模具或聚合物模具时溶胶-凝胶的粘度、脱模剂的存在与否、以及干燥速率相互作用,以清晰地使最终磨粒成形。通过控制这些变量,使系统达到动力学和热力学平衡,从而影响所制造的成形磨粒的类型。因此,完全相同的模具型腔可以制造磨料碎片、带开口的成形磨粒、碟形磨粒或具有两个平行平面的成形磨粒。

[0078] 通常,取消脱模剂并使用聚合物模具或热塑性模具可导致形成磨料碎片,这是因为溶胶-凝胶更多地粘合到模具并断裂。通常,使用脱模剂和更快速地干燥的更高屈服应力的溶胶-凝胶往往会在形成碟形磨粒的溶胶-凝胶模具内形成弯月面。通常,当在聚合物模具表面上存在脱模剂时,通过增大干燥速率将增加与碟形磨粒内的空气接触的弯月面的尺寸。更大的弯月面的形成最终在成形磨粒内产生开口。溶胶-凝胶屈服应力(随剪切

速率而变的最大粘度)可以使用流变仪(例如可得自在英国 Worcestershire 有办事处的 Malvern instruments Ltd 的 Bohlin Gemini 200 流变仪)进行测量。

[0079] 下表 1 列出已发现可产生不同类型成形磨粒的一些工艺参数。然而,由于成形磨粒的所得类型取决于模具内的溶胶-凝胶干燥时的复杂流变性,故在工艺条件上存在一定的重叠,并且可能需要根据使用的准确溶胶-凝胶和模具的表面张力特性调整变量。

[0080] 表 1:控制磨粒类型的典型工艺参数

[0081]

变量	碟形磨粒	磨料碎片	带开口的成形磨粒	具有平行表面的成形磨粒
脱模剂	0 至 5.0mg/in ² 如 1.0mg/in ²	0 至 <0.05mg/in ² 如 0mg/in ²	0.5mg/in ² 至 5.0mg/in ² 如 0.25mg/in ²	0mg/in ² 至 5.0mg/in ² 如 0.5mg/in ²
溶胶-凝胶屈服应力	$\eta > 6000 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 如 $> 12000 \text{ Pa}\cdot\text{s}$	$\eta > 1000 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 如 $> 6000 \text{ Pa}\cdot\text{s}$	$\eta > 4000 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 如 $> 8000 \text{ Pa}\cdot\text{s}$	$\eta > 4000 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 如 $\eta > 8000 \text{ Pa}\cdot\text{s}$
允许脱模的干燥时间	2 至 7.5 分钟 通常, 温度越低, 干燥越慢 如 2.5 分钟	1.5 至 7.5 分钟 如 2.0 分钟	1.5 至 7.5 分钟 通常, 温度越高, 干燥越快 如 2.0 分钟	10 分钟至 24 小时 如 1 小时

[0082] 磨料碎片

[0083] 为了制造磨料碎片,使溶胶-凝胶在模具内干燥时破碎。理想的是,通过快速蒸发除去溶胶-凝胶的挥发性组分。必须将足量的挥发性组分迅速从磨料分散体中除去,以使其迅速凝固,从而形成破碎成至少两块的多个成形磨粒前体。破碎的成形磨粒前体与模具型腔的形状大致相似,但被破碎成两块或更多块。通常,在此步骤中,从磨料分散体中除去高达 40% 的液体。

[0084] 在一些实施例中,通过蒸发除去挥发性组分的操作在高于挥发性组分沸点的温度下进行。干燥温度的上限通常取决于制成模具的材料。就聚丙烯模具而言,模具温度应低于该塑料的熔点。使至少大部分的成形磨粒前体破碎成至少两块或更多块的干燥温度,还取决于磨料分散体的固体含量和该分散体中的挥发性组分。

[0085] 在一个实施例中,就固体含量在约 40% 至 50% 之间的水分散体和聚丙烯模具而言,干燥温度可在约 90℃ 至约 165℃ 之间、或约 105℃ 至约 150℃ 之间、或约 105℃ 至约 120℃ 之间。较高的温度可使成形磨粒前体破碎得更快,但也可使聚丙烯模具劣化,从而限制了其作为模具的使用寿命。

[0086] 作为另一种选择或者还结合快速蒸发,可用机械装置将成形磨粒前体在位于模具型腔内时破裂成至少两块。例如,可使用一对夹辊对模具施加法向力,以使成形磨粒前体挠曲并破裂。当模具横穿过辊隙时,这对夹辊可包括紧靠顶面 38 装载的网纹夹辊或压花辊以及可紧靠模具底面装载的弹性体辊。也可以使模具折曲或急剧弯曲,以使成形磨粒前体在模具内存留时破裂。

[0087] 具体参见图 1,其中示出了具有多个型腔 32 的模具。多个成形磨粒前体 23 包含

在模具的型腔内。该模具由聚丙烯材料形成。各型腔均包括等边三角形,当在顶面 38(图 4)处测量时,该等边三角形的各边的长度为大约 0.110 英寸(2.8mm)。各型腔 32 被设计为使得侧壁 36 以大约 98 度的预定角度 α 与底面 30 相交。当从底面 30 到顶面 38 垂直测量时,各型腔 32 的深度大约为 0.28 英寸(7.1mm)。

[0088] 模具左侧中各型腔 32 涂覆有用作脱模剂的一薄层含 0.1%花生油的甲醇。模具右侧中各型腔不作处理并且不含任何脱模剂。经含 0.1%花生油的甲醇处理的聚丙烯生产工具的表面能大约为 35 达因/厘米,这导致产生很少的破碎的成形磨粒前体。未使用任何脱模剂的未处理过的模具的润湿张力大约为 32 达因/厘米,这导致几乎所有的成形磨粒前体破碎。理想的是,生产工具接触表面的润湿张力小于约 33 达因/厘米。润湿张力可采用 Enercon Industries 公司制造的润湿张力试验溶液来测量。使用棉签涂覆试验溶液,根据 ASTI D2578-04a “Standard Test Method for Wetting Tension of Polyethylene and Polypropylene Films”(聚乙烯薄膜和聚丙烯薄膜润湿张力的标准试验方法)将这些溶液涂布到生产工具上。

[0089] 用磨料分散体填充各型腔后,将模具置于烘箱中并在大约 110℃的温度下加热 45 分钟。图 1 中模具右侧的大约 99.7 重量%的磨粒前体被破碎成大约 2 至 4 块,从而在每个模具型腔内产生多个破碎的成形磨粒前体。模具中破碎的成形磨粒前体横向通过超声变幅杆,以从模具中移除。将煅烧后所得磨料碎片筛分至 -35+40 的筛分粒度,然后拍照(如图 3 所示)。相比之下,当用花生油脱模剂处理并且在相同条件下干燥时,图 1 中模具的左侧有大约 18 重量%的破碎磨粒。

[0090] 带开口的成形磨粒

[0091] 为了在磨粒还在模具内时在磨粒内产生开口 122,需以快的蒸发速率除去挥发性组分。必须从磨料分散体中除去足量的挥发性组分以使其快速硬化,从而形成可导致开口 122 形成的大的弯月面。

[0092] 在一些实施例中,通过蒸发除去挥发性组分的操作在高于挥发性组分沸点的温度下进行。干燥温度的上限通常取决于制成模具的材料。就聚丙烯模具而言,温度应低于该塑料的熔点。

[0093] 在一个实施例中,就固体含量在约 40%至 50%之间的水分散体和聚丙烯模具而言,干燥温度可在约 90℃至约 165℃之间、或约 105℃至约 150℃之间、或约 105℃至约 120℃之间。较高的温度导致较大开口的形成,但也可使聚丙烯模具劣化,从而限制了其作为模具的使用寿命。

[0094] 在一个实施例中,通过如下方法制备溶胶:将 600 份去离子水、24 份硝酸 400、400 份一水软铝石(DISPERAL, Sasol North America Inc. (Houston, TX))、45.6 份二氧化硅溶胶(得自 Eka Nobel, Inc. (Augusta, GA) 的 Nycol 215) 和 76.2 份 9%的氧化铁(Fe_2O_3)水溶液合并,然后在高速混合机内混合 2 分钟。混合物被静置 1 小时,以形成溶胶-凝胶。

[0095] 用油灰刀将溶胶-凝胶压入各边长度为大约 90 密耳(2.286mm)、厚度为 30 密耳(0.762mm)的等边三角形形状的开口内,从而将溶胶-凝胶涂敷到具有该开口的聚合物模具内。涂敷后的模具被附接到拉幅机框架上,并置于设为 145℃的烘箱(LABDRYER LTE, Warner Mathis USA, Inc. (Concord, North Carolina))内,用设为 2000RPM 的风扇向涂层表面吹风,直到涂层的表面温度达到 21℃为止。所得的成形干燥颗粒内部一致地具有中心

开口 122, 如图 8 所示。这些磨粒前体可被煅烧来制造带开口 122 的成形磨粒 120。

[0096] 碟形磨粒

[0097] 在一个实施例中, 利用下列配方制造水软铝石溶胶-凝胶的样品: 在 13 分钟内, 将商标名称为“DISPERAL”的氧化铝-水合物粉末 (4824 份) 通过高剪切混合方式分散在包含水 (7087 份) 和 70% 硝酸水溶液 (212 份) 的溶液中。使所得溶胶-凝胶在涂敷前老化 1 小时。将溶胶-凝胶压入具有三角形模具型腔的生产工具中, 该型腔深度为 28 密耳、各边长度为 110 密耳。模具的侧壁和底部之间的拔模角 α 为 98 度。用真空缝口模头涂布站将溶胶-凝胶压入型腔, 从而使生产工具的所有开口都完全充满。在生产工具上使用 2% 花生油水溶液脱模剂, 涂敷约 $1\text{mg}/\text{in}^2$ 。涂敷溶胶-凝胶的生产工具以 10 英尺/分钟的速度通过 27 英尺的空气对流烘箱, 烘箱温度设为在 60% 空气流速下在 13.5 英尺区域 1 部分内为 135°C , 在 40% 空气流速下在 13.5 英尺区域 2 部分内为 121°C 。让碟形磨粒前体在超声变幅杆上通过, 从而将其从生产工具中移除。将碟形磨粒前体在大约 650°C 下煅烧, 然后用以下浓度 (记录为氧化物) 的混合硝酸盐溶液浸透: 各自均为 1.8% 的 MgO 、 Y_2O_3 、 Nd_2O_3 以及 La_2O_3 。移除过量的硝酸盐溶液, 并让浸透的碟形磨粒前体干燥, 然后在 650°C 下再次煅烧磨粒, 并在大约 1400°C 下烧结, 从而最后形成碟形磨粒。煅烧和烧结均采用管式回转炉来进行。

[0098] 第五工步涉及将多个成形磨粒前体从模具型腔中移除。通过对模具单独使用或结合使用以下工艺可将多个成形磨粒前体从型腔中移除: 通过重力、振动、超声振动、真空或压缩空气将这些颗粒从模具中移除。如果制造破碎的成形磨粒前体, 则一度从型腔中移除的颗粒可像拼图一样重新组合, 具有与形成其的模具型腔大致相同的形状。

[0099] 成形磨粒前体可在模具外进一步干燥。如果在模具中将磨料分散体干燥至所需程度, 则此附加的干燥步骤并不必要。然而, 在某些情况下采用此附加的干燥步骤来使磨料分散体在模具中的停留时间减至最小可能是经济的。通常将成形磨粒前体在 50°C 至 160°C 、或 120°C 至 150°C 的温度下干燥 10 至 480 分钟、或 120 至 400 分钟。

[0100] 第六工步涉及煅烧多个成形磨粒前体。在煅烧期间, 基本上所有的挥发性物质都被除去, 并且存在于磨料分散体中的各种组分均转化成金属氧化物。通常将成形磨粒前体加热至 400°C 至 800°C 的温度, 并且保持在此温度范围内, 直到除去游离水和 90 重量% 以上的任何所结合的挥发性物质为止。在一个任选的步骤中, 用浸渍法引入改性添加剂可能是理想的。水溶性盐可通过浸渍引入煅烧过的成形磨粒前体的孔中。然后将多个成形磨粒前体再次预烧。欧洲专利申请 No. 293, 163 中对这一任选步骤作了进一步的说明。

[0101] 第七工步涉及烧结煅烧过的多个成形磨粒前体, 以形成成形磨粒, 例如磨料碎片 21、带开口 122 的成形磨粒 120 或碟形磨粒 220。在烧结之前, 煅烧过的成形磨粒前体并不完全致密, 因而缺乏作为磨粒使用的所需硬度。烧结按以下步骤进行: 将煅烧过的成形磨粒前体加热至 $1,000^\circ\text{C}$ 至 $1,650^\circ\text{C}$ 的温度, 并且保持在此温度范围内, 直到基本上所有的 α -氧化铝-水合物 (或等同物质) 均转化为 α -氧化铝, 并且孔隙度按体积计降至低于 15% 为止。为实现此转化程度而必须将煅烧过的成形磨粒前体在烧结温度下暴露的时间长度取决于多种因素, 但通常为 5 秒至 48 小时。在另一个实施例中, 烧结步骤的持续时间在 1 分钟到 90 分钟的范围内。烧结后, 这些磨粒可具有 10GPa、16GPa、18GPa、20GPa 或更高的维氏硬度。

[0102] 可采用其他步骤来修改所述方法,例如将材料从锻烧温度迅速加热到烧结温度,将磨料分散体离心以除去淤渣、废料等。此外,如果需要,可通过合并两个或更多个工序来对本方法进行修改。授予 Leitheiser 的美国专利 No. 4,314,827 中更全面地描述了可用于修改本发明方法的常规工序。另外,如提交于 2008 年 12 月 17 日的名称为“Shaped Abrasive Particles With Grooves”(具有凹槽的成形磨粒)的共同待审的美国专利 No. 61/138,268(代理人档案号 64792US002)中有所描述的,任何成形磨粒都可在其中一个面上具有凹槽。这些凹槽由模具型腔底面内的多个脊形成,已发现这些脊可以使从模具中移除成形磨粒前体变得更加容易。

[0103] 实例

[0104] 本发明的目的和优点通过下面的非限制性实例进一步说明。这些实例中所提到的具体材料及其量,以及其他条件和细节,均不应被解释为对本发明的不当限制。除非另外指明,否则实例以及说明书其余部分中的所有份数、百分数、比例等均按重量计。

[0105] 实例 1:磨料碎片的制备

[0106] 水软铝石凝胶通过以下步骤来制造:商标名称为“DISPERAL”的氧化铝-水合物粉末(1,235份)以连续混合方式分散在包含水(3,026份)和70%硝酸水溶液(71份)的溶液中。然后将所得溶胶在连续烘干机内加热至大约125℃的温度,以制造44%固体的分散体。将溶胶-凝胶压入具有三角形模具型腔的生产工具中,该型腔深度为28密耳、各边长度为110密耳。模具的侧壁和底部之间的拔模角 α 为98度。在构造生产工具的过程中,50%的模具型腔被制造成具有从型腔底面爬升的8条平行的脊,这些脊以90度的角度与三角形的一边相交。这些平行的脊间隔0.277mm,并且这些脊的横截面为三角形形状,该三角形的高为0.0127mm,并且在顶点处各脊的边之间的角度为45度,如上文提到的代理人档案号64792US002的专利申请中所述。用油灰刀将溶胶-凝胶压入型腔内,直到模具的所有开口均完全充满为止。生产工具上未使用脱模剂,将涂覆有溶胶-凝胶的生产工具置于温度设置在110℃的空气对流烘箱中并干燥40分钟,以使成形磨粒前体在位于生产工具型腔中时破碎。让破碎的成形磨粒前体在超声变幅杆上通过,从而将其从生产工具中移除。将破碎的成形磨粒前体在大约650℃下煅烧,然后用以下浓度(记录为氧化物)的混合硝酸盐溶液浸透:各自均为1.8%的 MgO 、 Y_2O_3 、 Nd_2O_3 以及 La_2O_3 。除去过量的硝酸盐溶液,并使浸透的破碎的成形磨粒前体干燥,然后再次将颗粒在650℃下煅烧并且在大约1400℃下烧结。煅烧和烧结均采用管式回转炉。通过上述方法制造的具代表性的 α -氧化铝磨料碎片如图3所示。

[0107] 按上述类似的方式制备了碟形 α -氧化铝三角形颗粒的样品,不同的是,在这种情况下,在填充前将由含0.1%花生油的甲醇构成的脱模剂喷涂到生产工具上。通过该方法制造的典型 α -氧化铝磨料三角形如图2中所示。通过近距离观察,可能看到溶胶-凝胶弯月面(出现沿边缘的光反射线的区域)的结果,使得碟形磨粒的周边比第一面凹进或凹陷的中央部分更厚。

[0108] 如提交于2007年12月27日的名称为“Shaped, Fractured Abrasive Particle, Abrasive Article Using Same, and Method of Making”(破碎的成形磨粒、使用该破碎的成形磨粒的磨料制品及其制造方法)的共同待审的美国临时专利申请 No. 61/016965 中更详细地讨论的,磨料碎片的性能优于随机粉碎的 α -氧化铝磨粒和按照授予 Rowenhorst 的

美国专利 No. 5, 366, 523 中公开的方法制造的现有技术的三角形磨料。

[0109] 实例 2 :制造掺杂 REO 的碟形磨粒

[0110] 利用下列配方制造水软铝石溶胶-凝胶的样品:在 13 分钟内,将商标名称为“DISPERAL”的氧化铝-水合物粉末(4824 份)通过高剪切混合方式分散在包含水(7087 份)和 70%硝酸水溶液(212 份)的溶液中。将所得溶胶-凝胶在涂敷前老化 1 小时。将溶胶-凝胶压入具有三角形模具型腔的生产工具中,该型腔深度为 28 密耳、各边长度为 110 密耳。模具的侧壁和底部之间的拔模角 α 为 98 度。在构造生产工具的过程中,50%的模具型腔被制造成具有从型腔底面爬升的 8 条平行的脊,这些脊以 90 度的角度与三角形的一边相交。这些平行的脊间隔 0.277mm,并且这些脊的横截面为三角形形状,该三角形的高为 0.0127mm、顶点处各脊的边之间的角度为 45 度,如上文提到的代理人档案号 64792US002 的专利申请中所述。用真空缝口模头涂布站将溶胶-凝胶压入型腔,从而使生产工具的所有开口都完全充满。在生产工具上涂敷 2%花生油水溶液脱模剂,以涂敷约 $1\text{mg}/\text{in}^2$ 的花生油。让涂敷溶胶-凝胶的生产工具以 10 英尺/分钟的速度通过 27 英尺的空气对流烘箱,烘箱温度设为在 60%空气流速下在 13.5 英尺区域 1 内为 135°C ,在 40%空气流速下在 13.5 英尺区域 2 内为 121°C 。让成形磨粒前体在超声变幅杆上通过,从而将其从生产工具中移除。将成形磨粒前体在大约 650°C 下煅烧,然后用以下浓度(记录为氧化物)的混合硝酸盐溶液浸透:各自均为 1.8%的 MgO 、 Y_2O_3 、 Nd_2O_3 以及 La_2O_3 。移除过量的硝酸盐溶液,并让浸透的成形磨粒前体干燥,然后在 650°C 下再次煅烧磨粒,并在大约 1400°C 下烧结。煅烧和烧结均采用管式回转炉。

[0111] 实例 3 :制造掺杂 REO 的带开口的成形磨粒

[0112] 进行上述有关碟形磨粒的工序,不同的是第二次使用时不用花生油脱模剂重新处理生产工具。减少模具型腔内存在的花生油,被认为是在每个单独的三角形磨粒内制造开口 122 的条件。所得的每个三角形磨粒在中心附近都有开口 122。图 7 示出了由两种制备工序获得的成形磨粒。碟形磨粒往往在顶点和沿周边处较厚,并且具有凹进或凹陷的中央部分。此外,并非图 7 中的所有碟形磨粒均示出为具有可见的凹进面。左上角的其中一个碟形磨粒示出为具有可见的平坦第二面 226。

[0113] 在不脱离本发明的精神和范围的情况下,更具体地讲,在不脱离所附权利要求书中所示出的精神和范围的情况下,本领域的普通技术人员可以采用本发明的其他修改形式和变型形式。应当理解,多种实施例的方面可以整体地或部分地与多种实施例的其他方面互换或结合。以上获得专利证书的专利申请中所有引用的参考文献、专利或专利申请的全文通过一致的方式以引用方式并入本文中。如果包含的参考文献的部分与本专利申请存在不一致或矛盾的地方,以前面具体实施方式中的信息为准。为了使本领域的普通技术人员能够实践受权利要求书保护的本发明而给定的之前描述的具体实施方式不应理解为是对本发明的范围的限制,本发明的范围由权利要求书及其所有等同形式所限定。

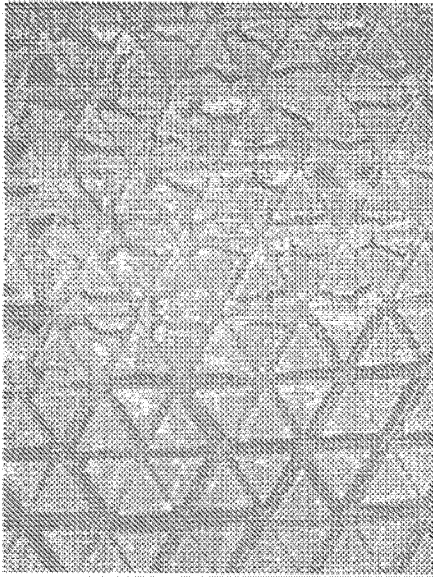


图 1

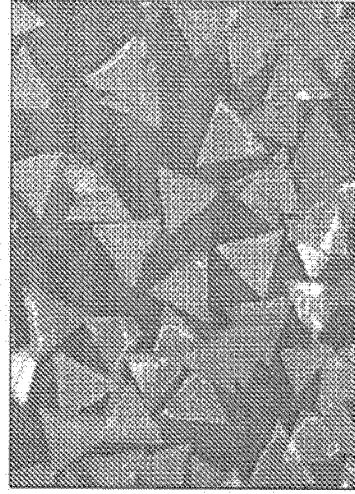


图 2

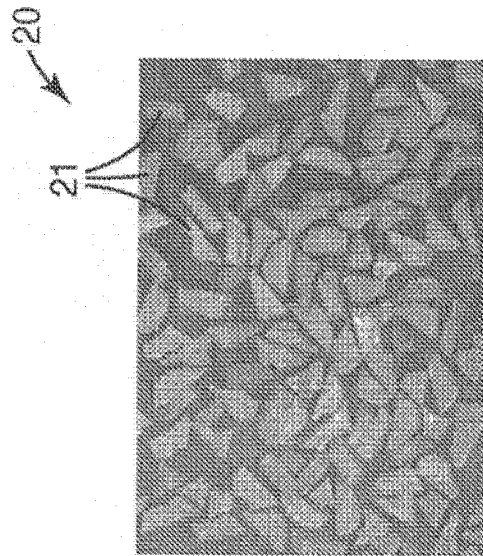


图 3

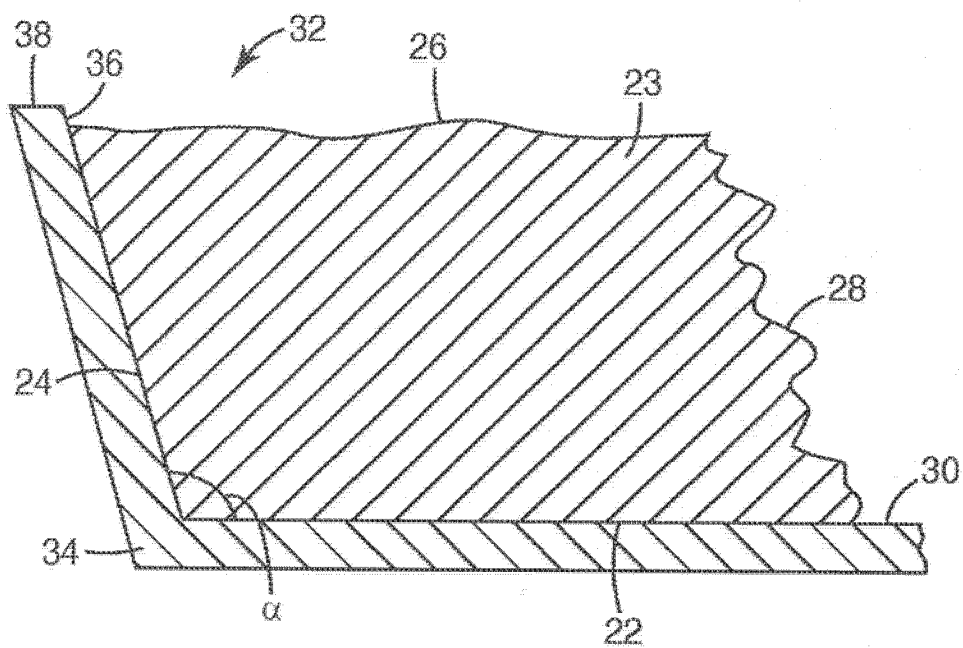


图 4

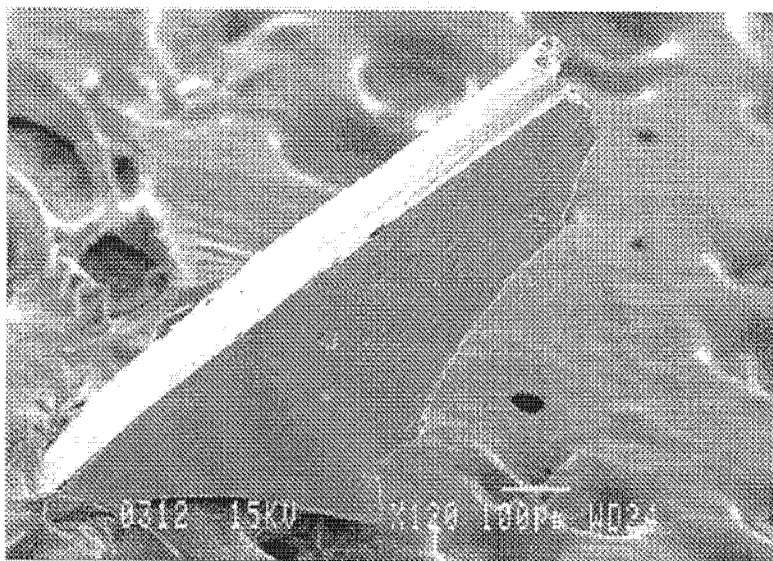


图 5

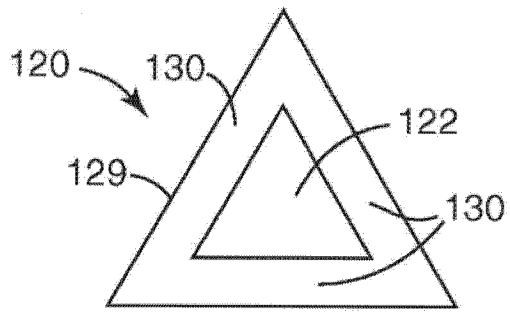


图 6A

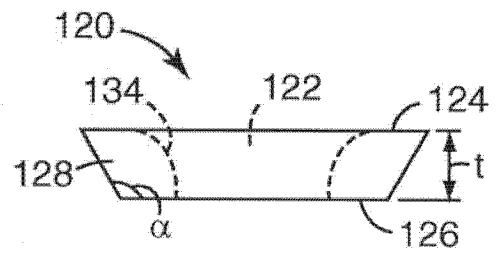


图 6B

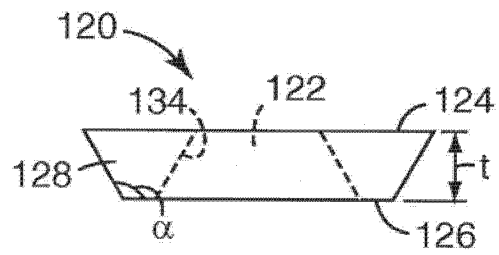


图 6C

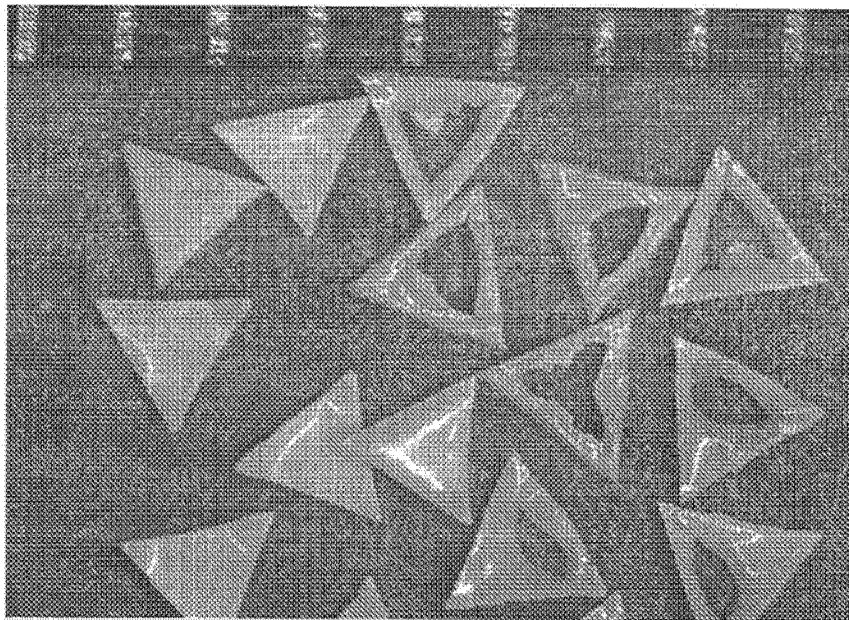


图 7

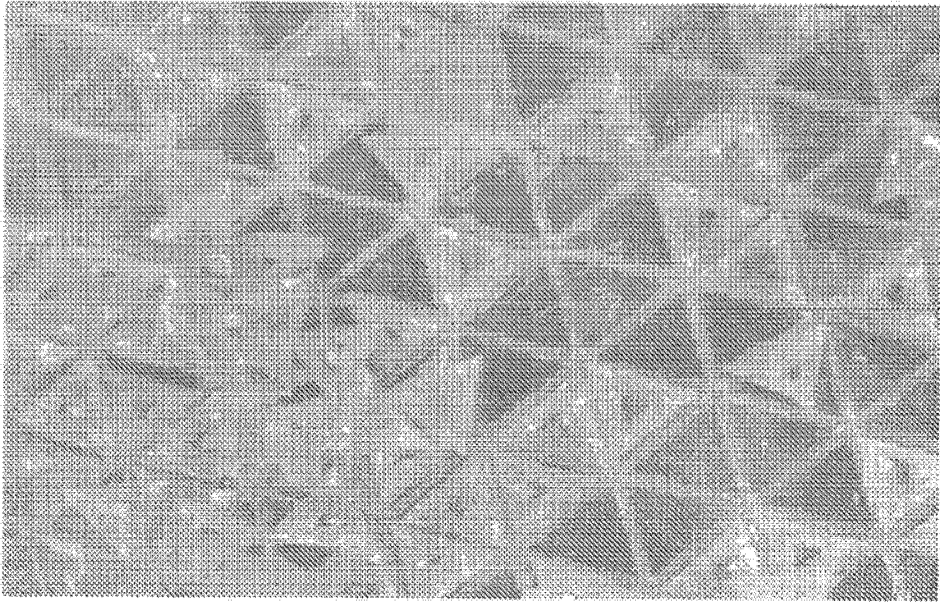


图 8

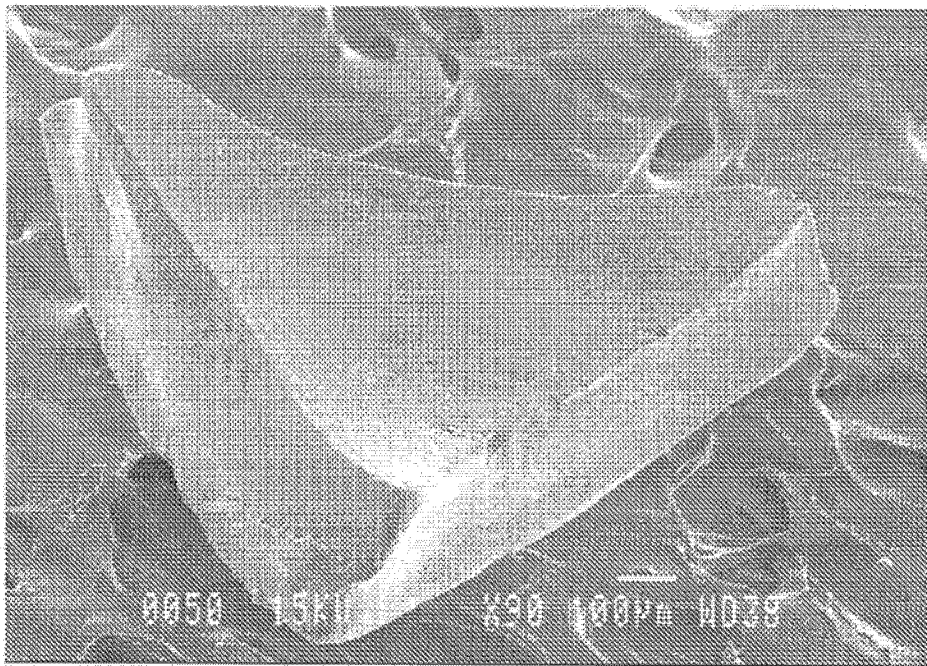


图 11

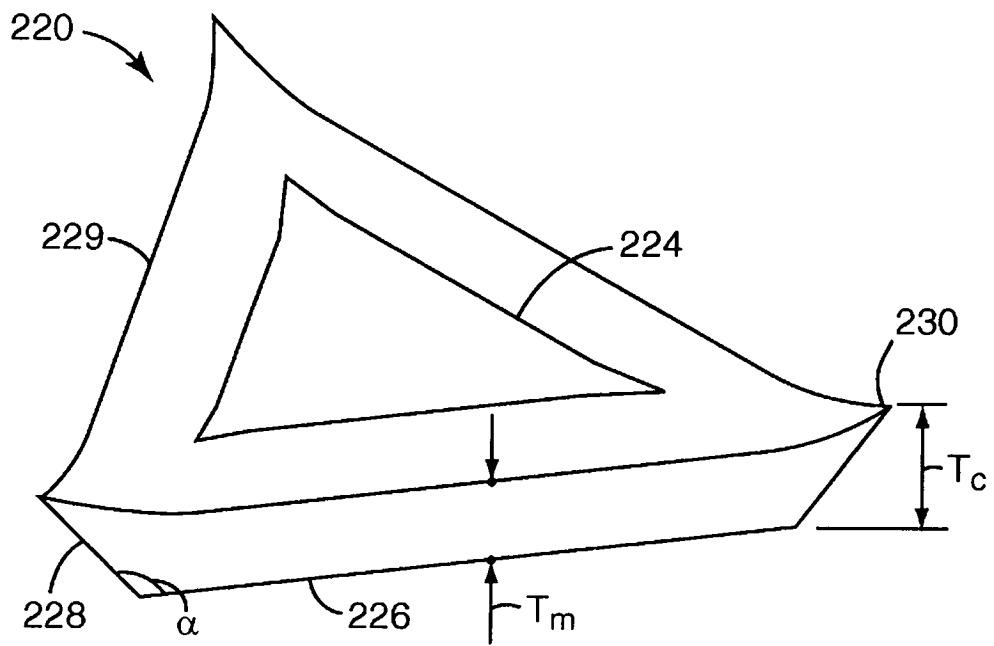


图 9

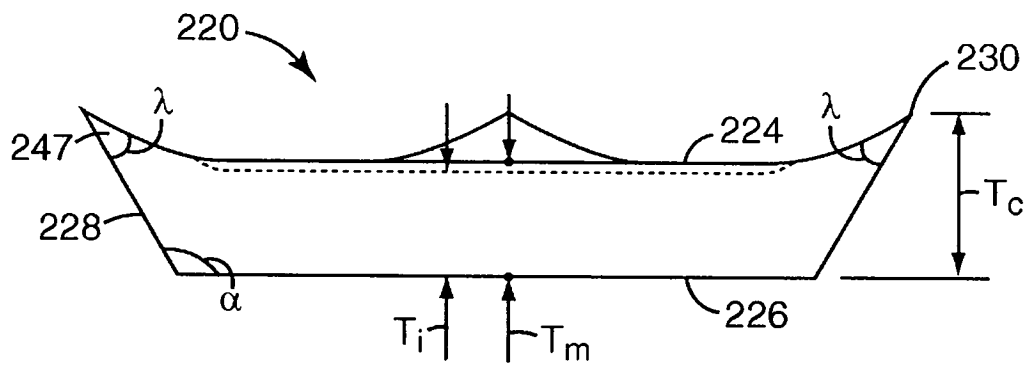


图 10