



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102281993 B

(45) 授权公告日 2014. 01. 29

(21) 申请号 200980154705. 6

B24D 3/06 (2006. 01)

(22) 申请日 2009. 12. 01

B24D 3/04 (2006. 01)

(30) 优先权数据

12/337, 112 2008. 12. 17 US

(56) 对比文件

US 2005020190 A, 2005. 01. 27, 全文.

CN 1081948 A, 1994. 02. 16, 全文.

JP 2006192540 A, 2006. 07. 27, 全文.

CN 1549757 A, 2004. 11. 24, 全文.

CN 1359322 A, 2002. 07. 17, 全文.

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 07. 15

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2009/066199 2009. 12. 01

审查员 曹晓兴

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/077518 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 德怀特·D·埃里克森

斯科特·R·卡勒

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

代理人 顾红霞 彭会

(51) Int. Cl.

B24D 18/00 (2006. 01)

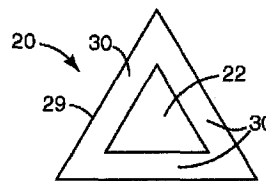
权利要求书2页 说明书14页 附图5页

(54) 发明名称

带开口的成形磨粒

(57) 摘要

本发明公开的研磨剂包含成形磨粒, 所述成形磨粒各带开口。所述成形磨粒由 α -氧化铝形成, 并具有被厚度 t 分隔的第一面和第二面。所述成形磨粒中的每一粒中的所述开口都可通过减小所得磨损平面的尺寸来提高磨削性能, 可提供助磨剂贮存器, 并且可提高与带涂层磨料制品中的背衬的粘附力。



1. 一种磨粒,包括:成形磨粒,所述成形磨粒各具有开口,所述成形磨粒中的每一个都包含 α -氧化铝,并具有被厚度 t 分隔的第一面和第二面。
2. 根据权利要求 1 所述的磨粒,其中所述第一面和所述第二面的周边为三角形形状。
3. 根据权利要求 2 所述的磨粒,其中所述开口具有大致三角形的形状。
4. 根据权利要求 1 所述的磨粒,其中所述开口穿过所述第一面和所述第二面。
5. 根据权利要求 4 所述的磨粒,其具有开口率,所述开口率由位于所述第一面或所述第二面中较大者上的所述开口的面积除以所述第一面或所述第二面中较大者的面积得出,并且其中所述开口率介于 0.05 至 0.95 之间。
6. 根据权利要求 5 所述的磨粒,其中所述开口率介于 0.1 至 0.5 之间。
7. 根据权利要求 6 所述的磨粒,其中所述第一面和所述第二面的周边为三角形形状。
8. 根据权利要求 7 所述的磨粒,其中所述开口具有大致三角形的形状。
9. 根据权利要求 1 所述的磨粒,其中所述成形磨粒的体积密度小于 $1.35\text{g}/\text{cm}^3$ 。
10. 根据权利要求 9 所述的磨粒,其中所述成形磨粒的体积密度小于 $1.00\text{g}/\text{cm}^3$ 。
11. 根据权利要求 1 所述的磨粒,其包括侧壁和拔模角 α ,所述侧壁连接所述第一面和所述第二面,所述拔模角 α 介于所述第二面和所述侧壁之间,并且所述拔模角 α 大于 90 度。
12. 根据权利要求 11 所述的磨粒,其中所述拔模角 α 介于 95 度至 130 度之间。
13. 根据权利要求 1 所述的磨粒,其中所述开口包括内表面,并且所述内表面为曲面,使得所述开口在所述第一面内的尺寸大于所述开口在所述第二面内的尺寸。
14. 根据权利要求 1 所述的磨粒,其中所述开口包括内表面,并且所述内表面为锥形的面。
15. 根据权利要求 1 所述的磨粒,其中所述成形磨粒包括连接成一个整体的多根条,所述多根条在其各自末端处结合,以形成封闭的多边形。
16. 根据权利要求 15 所述的磨粒,其中所述第一面和所述第二面的周边为三角形形状。
17. 根据权利要求 16 所述的磨粒,其中所述开口具有大致三角形的形状。
18. 根据权利要求 15 所述的磨粒,其中所述成形磨粒的体积密度小于 $1.35\text{g}/\text{cm}^3$ 。
19. 根据权利要求 18 所述的磨粒,其中所述成形磨粒的体积密度小于 $1.00\text{g}/\text{cm}^3$ 。
20. 根据权利要求 15 所述的磨粒,其包括侧壁和拔模角 α ,所述侧壁连接所述第一面和所述第二面,所述拔模角 α 介于所述第二面和所述侧壁之间,并且所述拔模角 α 大于 90 度。
21. 根据权利要求 20 所述的磨粒,其中所述拔模角 α 介于 95 度至 130 度之间。
22. 根据权利要求 1 所述的磨粒,其包括粘结剂,所述粘结剂形成磨料制品,所述磨料制品选自粘结磨料制品、带涂层磨料制品、非织造磨料制品、和磨刷。
23. 根据权利要求 1 所述的磨粒,其包括底胶层,所述底胶层位于背衬的主表面上,并且所述成形磨粒附接到所述底胶层从而形成磨料层,所述磨料层涂覆有复胶层,并且其中所述磨料层含有至少 5 重量%的所述成形磨粒。
24. 根据权利要求 23 所述的磨粒,其包括助磨剂,所述助磨剂存在于所述成形磨粒中的至少一些成形磨粒的所述开口中。

25. 根据权利要求 23 所述的磨粒,其包括所述底胶层或所述复胶层,所述底胶层或所述复胶层存在于所述成形磨粒中的至少一些成形磨粒的所述开口中。

26. 一种制备根据权利要求 1 所述的磨粒的方法,包括:

提供模具,所述模具具有多个腔体,所述多个腔体包括聚合物表面;

用溶胶-凝胶填充所述多个腔体,所述溶胶-凝胶包括颗粒,所述颗粒在液体中的可转化为 α -氧化铝,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腔体中时,从所述溶胶-凝胶去除至少一部分所述挥发性组分,从而形成各具有开口的多个成形磨粒前体。

带开口的成形磨粒

背景技术

[0001] 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、整理或磨削多种多样的材料和表面。这样，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。

[0002] 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。三角形磨粒可用于制备切削率提高的磨料制品。

发明内容

[0003] 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。本发明人发现通过制备带开口、洞或孔的成形磨粒，可产生若干意想不到的有益效果。

[0004] 首先，与不带开口的相似成形磨粒相比，带开口的成形磨粒的切削率较高。从不希望受到理论束缚的角度出发，据信切削率的提高是由使用成形磨粒时磨损平面的尺寸减小所导致。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损平面，从而钝化成形磨粒。相比之下，当带开口的成形磨粒磨损时，磨损平面的尺寸初始增加，直到成形磨粒磨穿至开口为止。此时，开口的存在通过形成两个较小的磨损平面而非此前存在的单个较大的磨损平面，来有效地减小磨损平面的总尺寸。新形成的较小磨损平面重新锐化成形磨粒，从而相比不带开口的相似成形磨粒提高了其性能。

[0005] 其次，据信在一些实施例中，成形磨粒中的开口可充当贮存器，以保持相比可设置到不带开口的相似成形磨粒上的更多的助磨剂或顶胶化合物。此外，因为助磨剂存在于带开口的成形磨粒的表面上及其中间，所以在最初使用成形磨粒以及随后当带开口的成形磨粒磨穿至位于开口中的助磨剂贮存器时，均存在助磨剂，从而提高了切削性能。

[0006] 最后，在一些实施例中，据信成形磨粒中的开口可充当锚定点，以通过使用底胶层或复胶层将成形磨粒更稳固地附接到背衬，从而减少在使用过程中成形磨粒的“剥落”。当带开口的成形磨粒用于形成带涂层磨料制品时，固化的底胶层或复胶层可完全穿透成形磨粒。这样，相比仅通过粘附力附接到磨粒侧面的相似成形磨粒，带开口的成形磨粒更稳固地附接到涂层。本质上，由于涂层可穿透开口，故带开口的成形磨粒被“缝合”到底胶层或复胶层中，从而相比仅通过其侧面附接的不带开口的相似成形磨粒更稳固地保持磨粒。

[0007] 因此，在一个实施例中，本公开涉及磨料，该磨料包含：成形磨粒，所述成形磨粒各具有开口，所述成形磨粒中的每一粒都包含 α -氧化铝并具有被厚度为 t 的侧壁分隔的第一面和第二面。

附图说明

[0008] 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。

[0009] 图 1A 示出带开口的成形磨粒的一个实施例的俯视图。

[0010] 图 1B 示出图 1A 的成形磨粒的一个实施例的侧视图。

[0011] 图 1C 示出图 1A 的成形磨粒的另一个实施例的侧视图。

[0012] 图 2A 示出部分磨损的不带开口的成形磨粒的侧视图。

[0013] 图 2B 示出部分磨损的图 1A 的成形磨粒通过三角形的底边附接到磨料制品时的侧视图。

[0014] 图 2C 示出部分磨损的图 1A 的成形磨粒通过三角形的顶端附接到磨料制品时的侧视图。

[0015] 图 3 示出带开口的成形磨粒与不带开口的相似成形磨粒对比的显微照片。

[0016] 图 4 示出带开口的成形磨粒的另一个实施例的显微照片。

[0017] 图 5 示出带开口的成形磨粒的可供选择的实施例。

[0018] 图 6 示出具有多个带开口的成形磨粒的磨料制品。

[0019] 图 7 示出在具有多个模具腔体的生产模具中带开口的成形磨粒的另一个实施例的显微照片。

[0020] 图 8 示出磨削性能的曲线图。

[0021] 图 9 示出磨削性能的另一个曲线图。

[0022] 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。

[0023] 定义

[0024] 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,除列举的元件、功能、步骤或限制之外,还可以有其它未列举的元件、功能、步骤或限制。

[0025] 如本文所用,术语“磨料分散体”意指可转化为引入模具腔体中的 α -氧化铝的 α -氧化铝前体。该组合物称为磨料分散体,直到去除足量的挥发性组分使磨料分散体硬化为止。

[0026] 如本文所用,术语“成形磨粒前体”意指通过从磨料分散体(当其位于模具腔体中时)去除足量的挥发性组分以形成硬化主体的方式所产生的未烧结磨粒,可从模具腔体去除该硬化主体,并且在后续处理操作中基本上保持其模制形状。

[0027] 如本文所用,术语“成形磨粒”意指磨粒的至少一部分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腔体复制而得。与磨料碎片的情况(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腔体的预定几何形状。如本文所用,成形磨粒不包括通过机械粉碎操作获得的磨粒。

[0028] 具体实施方式

[0029] 带开口的成形磨粒

[0030] 参见图 1A、图 1B 和图 1C,该图示出带开口 22 的示例性成形磨粒 20。制备带开口 22 的成形磨粒 20 的材料包括 α -氧化铝。 α -氧化铝成形磨粒可由氧化铝-水合物的分散体制成,如本文随后所讨论,该分散体被胶凝、模塑成形、干燥定形、煅烧和烧结。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括磨粒(随后被成型为成形结构)的聚集体。

[0031] 通常,带开口 22 的成形磨粒 20 包括薄主体,该薄主体具有第一面 24 和第二面 26,并且厚度为 t 。在一些实施例中,第一面 24 和第二面 26 彼此通过较厚的侧壁 28 相连。在其它实施例中,对于具有较厚侧壁 28 的面渐缩到薄边缘或点(面在其内部相遇)的磨粒,侧壁 28 可以被最小化。在一些实施例中,第一面 24 为基本上平面,第二面 26 为基本上平面、或两个面均为基本上平面。或者,该面可为凹面或凸面。在一个实施例中,第一面 24 和第二面 26 基本上彼此平行。在其它实施例中,第一面 24 和第二面 26 可以不平行,使得一个面相对于另一个面倾斜,并且与每一个面相切的虚线会在点处相交。带开口 22 的成形磨粒 20 的侧壁 28 可以是变化的,并且其形成第一面 24 和第二面 26 的周边 29。在一个实施例中,第一面 24 和第二面 26 的周边 29 选择为具有一定几何形状,并且第一面 24 和第二面 26 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 24 的周边 29 和第二面 26 的周边 29 为所示出的三角形形状。

[0032] 在一个实施例中,开口 22 完全穿过第一面 24 和第二面 26,如图 1B 和图 1C 最佳所示。在其它实施例中,开口 22 包括可以不完全穿过全部两个面的盲孔。如后文将要讨论的,盲孔或开口仍可减小所得磨损平面的尺寸、有助于将成形磨粒附接到基底或显著降低成形磨粒的体积密度。在一个实施例中,开口 22 的尺寸相对于第一面 24 或第二面 26 的面积相当大。如图 1A 最佳所示,开口 22 具有非常接近成形磨粒 20 的周边 29 形状的三角形形状。这样,带开口 22 的成形磨粒 20 包括连接成一个整体的多根条 30,该条在其各自末端处结合,以形成封闭的多边形。

[0033] 在本发明的各种实施例中,开口的面积除以第一面 24 或第二面 26 中较大者的表面积得到的开口率可介于约 0.05 至约 0.95 之间、或介于约 0.1 至约 0.9 之间、或介于约 0.1 至约 0.7 之间、或介于约 0.05 至约 0.5 之间、或介于约 0.05 至约 0.3 之间。出于此计算的目的,表面积为基于周边 29 所封闭的面积,而不减去由于开口 22 的任何面积。如下文所述,据信带有相对于表面尺寸较大的开口 22 的成形磨粒 20 具有提高的磨削性能。图 3 中带开口 22 的成形磨粒 20 的平均开口率为 0.23,而图 4 中带开口 22 的成形磨粒 20 的开口率为 0.05。

[0034] 在本发明的各种实施例中,第一面 24 的面积或尺寸和第二面 26 的面积或尺寸为基本上相等。在本发明的其它实施例中,第一面 24 或第二面 26 可以比另一个面更小。参见图 1B 和图 1C,可改变介于成形磨粒 20 的第二面 26 和侧壁 28 之间的拔模角 α ,以改变每一个面的相对尺寸。在本发明的一个实施例中,拔模角 α 可为大约 90 度,使得全部两个面的面积为基本上相等。在本发明的另一个实施例中,拔模角 α 可为大于 90 度,使得第一面 24 的面积大于第二面 26 的面积。在本发明的另一个实施例中,拔模角 α 可为小于 90 度,使得第一面 24 的面积小于第二面 26 的面积。在本发明的各种实施例中,拔模角 α 可为介于大约 95 度至大约 130 度之间、或介于约 95 度至约 125 度之间、或介于约 95 度至约 120 度之间、或介于约 95 度至约 115 度之间、或介于约 95 度至约 110 度之间、或介于约 95 度至约 105 度之间、或介于约 95 度至约 100 度之间。

[0035] 从不希望受到理论束缚的角度出发,据信除 90 度之外的拔模角导致成形磨粒 20 倾斜,而不是相对于带涂层磨料制品 50 中的背衬 52 具有 90 度的取向,因为在带涂层磨料

中的成形磨粒 20 的基部（侧壁 28）由于拔模角而倾斜。因为成形磨粒 20 大多由于该磨粒搁置在其上的成角度基部而倾斜或倾向于一侧，所以它们相对于背衬 52 的取向角度可为小于 90 度，从而提高切削率，如提交于 2008 年 12 月 17 日的名称为“Shaped Abrasive Particles With A Sloping Sidewal”（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）中更详细地所述。

[0036] 现在参见图 2A-2C，该图示出三个已磨损如虚线所示磨粒初始高度的约 1/3 的成形磨粒。图 2A 示出相似成形的实心成形磨粒，该磨粒常常取向成制备带涂层磨料制品 50。当磨粒的顶端磨掉后，便出现开始使磨粒钝化的磨损平面 32。由于磨粒的形状，当成形磨粒中的更多者被耗尽时，磨损平面的尺寸通常变得越来越大。因此，成形磨粒的切削性能可在磨损平面的尺寸继续增加的同时而显著减小。

[0037] 图 2B 示出顶端或顶点向上取向在带涂层磨料制品 50 中的带开口 22 的磨损成形磨粒 20。当成形磨粒 20 的顶端磨掉后，无论磨粒的当前高度如何，磨损平面的尺寸都保持相对恒定。随着成形磨粒的高度减小，当开口 22 的形状使成形磨粒的相对恒定面积接触工件时，可出现该结果。对于所示的成形磨粒，在初始峰被耗尽后，两个磨损平面 32 的尺寸可一直为相当小，直至两个侧条被耗尽，此时磨损平面的长度接近成形磨粒的宽度。从不希望受到理论束缚的角度出发，据信带有较大开口 22 和较小磨损平面 32 的成形磨粒 20 的切削性能将优于带有较小开口 22 或无开口并具有较大磨损平面 32 的成形磨粒 20。

[0038] 图 2C 示出顶端或顶点向下取向在带涂层磨料制品 50 中的带开口 22 的磨损成形磨粒 20。最初存在较大的磨损平面 32；但在该材料去除后，一旦成形磨粒向下磨损到开口 22，磨损平面 32 的尺寸就显著下降。因此，甚至是底边向上和顶端向下取向的成形磨粒也可获益于开口 22 的存在。

[0039] 相比不带开口的实心成形磨粒，带开口 22 的成形磨粒 20 可具有若干意想不到的有益效果。首先，与实例和图 7 和图 8 中所示的实心成形磨粒相比，带开口 22 的成形磨粒 20 的切削率较高。从不希望受到理论束缚的角度出发，据信切削率的提高是由使用成形磨粒时磨损平面 32 的尺寸减小所导致。在成形磨粒磨损时，通常在成形磨粒的工作面上出现越来越大的磨损平面 32，从而钝化成形磨粒。相比之下，当带开口 22 的成形磨粒 20 磨损时，磨损平面 32 的尺寸可初始增加，直到磨粒磨穿至开口 22 为止。此时，开口 22 的存在通过形成两个较小的磨损平面而非此前存在的单个较大的磨损平面，来有效地减小磨损平面 32 的总尺寸。新形成的较小磨损平面 32 重新锐化成形磨粒 20，从而相比实心成形磨粒提高了其性能。

[0040] 其次，在一些实施例中，据信成形磨粒 20 中的开口 22 可充当贮存器，以保持相比可设置到不带开口 22 的实心成形磨粒上的更多的助磨剂或顶胶化合物。此外，由于助磨剂存在于带开口 22 的成形磨粒 20 的表面上及其中间，所以在初始使用成形磨粒以及随后当带开口 22 的成形磨粒 20 磨穿至位于开口 22 中的助磨剂贮存器时，都存在助磨剂，从而提高了切削性能。

[0041] 最后，在一些实施例中，据信成形磨粒 20 内的开口 22 可充当锚定点，以通过使用底胶层 54 或复胶层 58 将成形磨粒 20 更稳固地附接到背衬 52，从而减少在使用过程中带开口 22 的成形磨粒 20 的“剥落”。当带开口 22 的成形磨粒 20 用于形成带涂层磨料制品 50 时，固化的底胶层或复胶层 58 可完全穿透成形磨粒 20。这样，与仅通过粘附力附接到成形

磨粒侧面的实心成形磨粒相比,带开口 22 的成形磨粒 20 更稳固地附接到涂层。本质上,因为涂层可穿过开口 22,所以带开口 22 的成形磨粒 20 被“缝合”到底胶层或复胶层 58 中,从而相比仅通过其侧面附接的实心成形磨粒更稳固地保持成形磨粒。

[0042] 在本发明的各种实施例中,在带涂层磨料制品 50 中,带开口 22 的成形磨粒 20 中的开口 22 可容纳底胶涂层、复胶涂层、顶胶涂层、助磨剂、空的空间、或它们的任何组合。

[0043] 现在参见图 3 和图 4,该图示出带开口 22 的成形磨粒 20 的显微照片。图 3 示出带开口 22 的成形磨粒 20 与相似成形的碟形磨粒的对比。关于由碟形磨粒所得的磨削改进的更多信息在提交于 2008 年 12 月 17 日的名称为“Dish-Shaped Abrasive Particles With A Recessed Surface”(带凹面的碟形磨粒)的美国专利申请 No. 12/336,961(代理人档案号 64716US002)中有所公开。在图 3 中,第一面 24 和第二面 26 的上周边或下周边 29 形成等边三角形。在图 4 中,第一面 24 和第二面 26 的上周边或下周边 29 形成等腰三角形。

[0044] 有两种主要的用于制备带开口 22 的成形磨粒 20 的方法。在这两种方法中,均使用具有多个模具腔体的塑性或聚合物型生产模具,以形成多个成形磨粒前体。在一种方法中,控制溶胶-凝胶的干燥速率,使得溶胶-凝胶在干燥过程中趋于朝模具腔体的边缘和侧面迁移,从而在成形磨粒 20 中形成开口 22。在图 3 中,示出的所有成形磨粒 20 均使用相同的生产模具制备;然而,改变了干燥条件和干燥速率以制备示于右侧的带开口 22 的成形磨粒 20。在另一种预示方法中,据信生产模具中的模具腔体可具有呈开口 22 的形状的直立模具元件,该元件可防止溶胶-凝胶占据模具腔体的中心或其它部分,从而在成形磨粒前体中形成开口 22。通过使用类似于在 Bundt 蛋糕中心留下洞的“Bundt”(圆环式)蛋糕烘模的模具腔体,可在成形磨粒 20 中的每一个中形成开口 22。

[0045] 由于上述制备带开口 22 的成形磨粒 20 的不同方法,所得开口 22 的轮廓可大不相同。如图 1B 和图 3-4 最佳所示,当使用受控制的干燥方法时,开口 22 的内表面 34 为凸面或曲面,使得开口在第一面 24 内的尺寸大于开口在第二面 26 内的尺寸。据信曲率是由受控制的干燥过程中溶胶-凝胶中形成的凹凸部所致。在干燥过程中,溶胶-凝胶朝聚丙烯模具边缘及其上聚集,从而在成形磨粒 20 中留下开口 22 和弯曲内表面 34。如图 1C 最佳所示,当通过具有直立模具元件的模具形成开口 22 时,可对内表面 34 的轮廓进行控制。根据直立模具元件的形状,内表面 34 的轮廓可以为平面、凸面或凹面。另外,内表面 34 可为锥形表面,使得每一个面内的开口 22 的尺寸不同。据信内表面 34 应当是锥形表面,使得开口 22 在模具腔体的顶部处较窄,而在模具腔体的底部处较宽,以用于使成形磨粒 20 最易于从模具中释放,并防止成形磨粒 20 在干燥过程中破裂。

[0046] 参见图 5,带开口 22 的成形磨粒 20 可具有各种三维形状。周边 29 的几何形状可为三角形、矩形、圆形、椭圆形、星形或其它规则或不规则多边形。开口 22 可选择为具有与如图 5A 所示周边 29 相同的形状。因此,带开口 22 的成形磨粒 20 可具有在其各自的末端处接合以形成封闭多边形的多根条 30 的完整连接。或者,开口 22 的形状可选择为与图 5B 和图 5C 所示的周边 29 形状不同。根据开口 22 的主要功能(提高切削率、助磨剂贮存器、或减少剥落),可改变开口 22 的尺寸和/或形状,以更有效地实现不同功能。在一个实施例中,周边 29 构成等边三角形。出于本公开的目的,大致为三角形的形状也包括三边多边形,其中该边中的一条或多条可为弧形边,并且/或者三角形的顶端可为弧形顶端。

[0047] 在多数情况下,成形磨粒 20 的最短面尺寸长度与成形磨粒 20 的厚度之比为至少

1 比 1、或至少 2 比 1、或至少 5 比 1、或至少 6 比 1。如本文所用,术语“厚度”在应用到其厚度随其平面构型而变的磨粒时,应指最小厚度。如果磨粒的厚度为基本上均一的厚度,那么厚度的最小值、最大值、平均值以及中值应基本上相等。例如,就三角形而言,如果厚度为等于“a”,那么三角形最短边的长度优选地为至少“2a”。就最短面尺寸长度中的两个或更多个为相等的磨粒而言,上述关系仍可保持。在多数情况下,成形磨粒 20 是具有至少三条边的多边形磨粒,每一条边的长度为大于磨粒的厚度。在圆形、椭圆形、或边非常短的多边形的特殊情况下,将圆的直径、椭圆的最小直径、或可在边非常短的多边形周围外接的圆的直径视为磨粒的最短面尺寸。磨粒的厚度优选地在约 10 微米至 1000 微米的范围内。该纵横比可提供成形磨粒 20 的改善性能。

[0048] 带开口 22 的成形磨粒 20 可具有各种体积纵横比。体积纵横比被定义为穿过体积重心的最大横截面积除以穿过该重心的最小横截面积之比。对于某些形状而言,最大或最小横截面可以是相对于该形状的外部几何形状的倾斜、成角度或偏斜的平面。例如,球体的体积纵横比应当为 1.000,而立方体的体积纵横比将为 1.414。采用每一条边长度为等于 A 的等边三角形并且厚度为等于 A 的形式的成形磨粒的体积纵横比将为 1.54,并且如果厚度减小到 0.25A,则其体积纵横比增加到 2.64。据信体积纵横比较大的带开口的成形磨粒具有提高的切削性能。在本发明的各种实施例中,带开口的成形磨粒的体积纵横比可为大于约 1.15、或大于约 1.50、或大于约 2.0、或介于约 1.15 至约 10.0 之间、或介于约 1.20 至约 5.0 之间、或介于约 1.30 至约 3.0 之间。

[0049] 带开口 22 的成形磨粒 20 的另一个特征可为极其低的体积密度,所述体积密度通过 ANSI B74.4-1992 Procedure for Bulk Density of Abrasive Grains(ANSI B74.4-1992 磨粒体积密度测定程序)进行测定。因为开口 22 可显著减小成形磨粒 20 的质量,而不会减小其总体尺寸,所以所得的体积密度可为极其低。此外,通过简单地改变磨粒中开口 22 的尺寸和形状,可易于改变和控制成形磨粒 20 的体积密度。对于某些应用,例如陶瓷粘结磨料砂轮,体积密度低的磨粒可具有较好的磨削性能。

[0050] 图 3 中实心三角形的体积密度被确定为 $1.40\text{g}/\text{cm}^3$ 。图 3 中带开口的三角形的体积密度被确定为 $0.91\text{g}/\text{cm}^3$ 。图 4 中带开口的等腰三角形的体积密度被确定为 $0.89\text{g}/\text{cm}^3$ 。在本发明的各种实施例中,带开口 22 的成形磨粒 20 的体积密度可为小于 $1.35\text{g}/\text{cm}^3$ 、或小于 $1.20\text{g}/\text{cm}^3$ 、或小于 $1.00\text{g}/\text{cm}^3$ 、或小于 $0.90\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0051] 根据本发明制备的带开口 22 的成形磨粒 20 可掺入到磨料制品中、或以松散的形式使用。磨粒使用前通常按给定的粒度分布进行分级。此类分布通常具有从粗粒到细粒的一定范围的粒度。在磨料领域中,此范围有时是指“粗”、“对照”和“细”的级分。根据磨料行业公认的分级标准分级的磨粒将用于每一个标称等级的粒度分布规定在数值范围内。此类行业公认的分级标准(即磨料行业规定的标称等级)包括如下已知标准:美国国家标准协会(ANSI)的标准、欧洲研磨产品制造商联合会(FEPA)的标准以及日本工业标准(JIS)的标准。

[0052] ANSI 等级标号(即规定的标称等级)包括:ANSI 4、ANSI 6、ANSI 8、ANSI 16、ANSI 24、ANSI 36、ANSI 40、ANSI 50、ANSI 60、ANSI 80、ANSI 100、ANSI 120、ANSI 150、ANSI 180、ANSI 220、ANSI 240、ANSI 280、ANSI 320、ANSI 360、ANSI 400、和 ANSI 600。FEPA 等级标号包括:P8、P12、P16、P24、P36、P40、P50、P60、P80、P100、P120、P150、P180、

P220、P320、P400、P500、P600、P800、P1000、和 P1200。JIS 等级标号包括：JIS8、JIS12、JIS16、JIS24、JIS36、JIS46、JIS54、JIS60、JIS80、JIS100、JIS150、JIS180、JIS220、JIS240、JIS280、JIS320、JIS360、JIS400、JIS600、JIS800、JIS1000、JIS1500、JIS2500、JIS4000、JIS6000、JIS8000、和 JIS 10,000。

[0053] 或者,可采用符合 ASTM E-11 “Standard Specification for Wire Cloth and Sieves for Testing Purposes”(试验用金属丝布和筛的标准规范)的美国标准试验筛将带开口 22 的成形磨粒 20 按照标称筛分等级进行分级。ASTM E-11 规定了对采用金属丝编织网介质的试验筛的设计和构造的要求,该金属丝编织网安装在机架中,以用于按照指定的粒度对材料进行分级。典型标号可以表示为 -18+20,其意指磨粒可通过符合 18 目筛的 ASTM E-11 规范的试验筛,并且保留在符合 20 目筛的 ASTM E-11 规范的试验筛上。在一个实施例中,带开口 22 的成形磨粒 20 具有这样的粒度,使得该磨粒中的大多数通过 18 目试验筛,并可保留在 20 目、25 目、30 目、35 目、40 目、45 目、或 50 目试验筛上。在本发明的各种实施例中,带开口 22 的成形磨粒 20 可具有包括以下的标称筛分等级:-18+20、-20+25、-25+30、-30+35、-35+40、-40+45、-45+50、-50+60、-60+70、-70+80、-80+100、-100+120、-120+140、-140+170、-170+200、-200+230、-230+270、-270+325、-325+400、-400+450、-450+500、或 -500+635。

[0054] 在一个方面,本发明提供了多个具有磨料行业规定的标称等级或标称筛分等级的成形磨粒,其中多个磨粒的至少一部分为带开口 22 的成形磨粒 20。在另一方面,本发明提供了一种方法,该方法包括对根据本发明制成的带开口 22 的成形磨粒 20 进行分级,从而得到多个具有磨料行业规定的标称等级或标称筛分等级的带开口 22 的成形磨粒 20。

[0055] 如果需要,可将具有磨料行业规定的标称等级或标称筛分等级的带开口 22 的成形磨粒 20 与其它已知的磨粒或非磨粒混合。在一些实施例中,基于多个磨粒的总重量,至少 5 重量%、10 重量%、15 重量%、20 重量%、25 重量%、30 重量%、35 重量%、40 重量%、45 重量%、50 重量%、55 重量%、60 重量%、65 重量%、70 重量%、75 重量%、80 重量%、85 重量%、90 重量%、95 重量%、或甚至 100 重量%的具有磨料行业规定的标称等级或标称筛分等级的多个磨粒为根据本发明制成的带开口 22 的成形磨粒 20。

[0056] 适用于与带开口 22 的成形磨粒 20 混合的粒子包括常规磨粒、稀释剂颗粒或可侵蚀的聚集体,例如美国专利 No. 4,799,939 和 No. 5,078,753 中所述的那些。常规磨粒的代表性实例包括熔融氧化铝、碳化硅、石榴石、熔融氧化铝-氧化锆、立方氮化硼、金刚石等等。稀释剂颗粒的代表性实例包括大理石、石膏和玻璃。不同的带开口 22(例如三角形和正方形)的成形磨粒 20 的共混物或具有不同尺寸的开口的成形磨粒 20 的共混物可用于本发明的制品中。

[0057] 带开口 22 的成形磨粒 20 也可以具有表面涂层。已知表面涂层可以提高介于磨粒与磨料制品中的粘结剂之间的粘附力、或可有助于成形磨粒 20 的静电沉积。此类表面涂层在美国专利 No. 5,213,591、No. 5,011,508、No. 1,910,444、No. 3,041,156、No. 5,009,675、No. 5,085,671、No. 4,997,461 以及 No. 5,042,991 中有所描述。另外,表面涂层可以防止成形磨粒被封堵。“封堵”这一术语用来描述来自正在研磨的工件的金属粒子被焊接到成形磨粒顶部的现象。实现上述功能的表面涂层对本领域的技术人员而言是已知的。

[0058] 具有带开口的成形磨粒的磨料制品

[0059] 参见图 6,带涂层磨料制品 50 具有背衬 52,所述背衬具有施用到背衬 52 一个主表面上的第一层粘结剂(以下简称底胶层 54)。多个带开口 22 的成形磨粒 20 附接到或局部嵌入底胶层 54,从而形成磨料层。在带开口 22 的成形磨粒 20 上方是第二层粘结剂(以下简称复胶层 58)。底胶层 54 的目的是将带开口 22 的成形磨粒 20 固定到背衬 52,而复胶层 58 的目的是加固带开口 22 的成形磨粒 20。带开口 22 的成形磨粒 20 可被取向为使得顶端或顶点如图所示远离背衬 52 或朝向背衬 52。如此前所述,根据带涂层磨料制品 50 的制造方式以及具体的磨料制品应用中开口 22 的主要目的,带开口 22 的成形磨粒 20 中的开口 22 可容纳底胶层 54、复胶层 58、顶胶层、助磨剂、空的空间、或它们的任何组合。

[0060] 底胶层 54 和复胶层 58 包含树脂粘合剂。底胶层 54 的树脂粘合剂可与复胶层 58 的树脂粘合剂相同或不同。适用于这些涂层的树脂粘合剂的实例包括酚醛树脂、环氧树脂、脲醛树脂、丙烯酸酯树脂、氨基塑料树脂、三聚氰胺树脂、丙烯酸改性环氧树脂、氨基甲酸乙酯树脂以及它们的组合。除树脂粘合剂之外,底胶层 54 或复胶层 58 或这两者还可以包含本领域已知的添加剂,例如为填料、助磨剂、润湿剂、表面活性剂、染料、颜料、偶联剂、增粘剂、以及它们的组合。填料的实例包括碳酸钙、二氧化硅、滑石、粘土、偏硅酸钙、白云石、硫酸铝以及它们的组合。

[0061] 助磨剂被定义为颗粒物质,所述颗粒物质的加入显著地影响研磨的化学过程和物理过程,从而导致改善的性能。如上所述,据信由于开口 22 充当助磨剂贮存器,故带开口 22 的成形磨粒 20 可具有增加的性能。据信在静电沉积带开口 22 的成形磨粒 20 之前,可将成形磨粒 20 的开口 22 填充助磨剂,从而实现该功能。

[0062] 助磨剂涵盖各种不同的材料,并且可为无机材料或有机材料。助磨剂的化学组成的实例包括石蜡、有机卤化物、卤化物盐、金属以及它们的合金。有机卤化物通常在研磨过程中分解,并释放氢卤酸或气态卤化物。此类材料的实例包括氯化石蜡,例如四氯萘、五氯萘、和聚氯乙烯。卤化物盐的实例包括氯化钠、钾冰晶石、钠冰晶石、铵冰晶石、四氟硼酸钾、四氟硼酸钠、氟化硅、氯化钾、氯化镁。金属的实例包括锡、铅、铋、钴、铈、镉、铁、和钛。其它助磨剂包括硫、有机硫化合物、石墨、和金属硫化物。本发明还涵盖使用不同助磨剂的组合;在某些情况下,这可以产生协同增强效应。在一个实施例中,助磨剂为冰晶石或四氟硼酸钾。可对此类添加剂的量进行调整,以赋予所需性质。本发明还涵盖顶胶涂层的应用。顶胶涂层通常包含粘结剂和助磨剂。粘结剂可由如下材料形成:酚醛树脂、丙烯酸酯树脂、环氧树脂、脲醛树脂、三聚氰胺树脂、氨基甲酸乙酯树脂、以及它们的组合。

[0063] 本发明还涵盖的带开口 22 的成形磨粒 20 可用于粘结磨料制品、非织造磨料制品或磨刷。粘结磨料可包含多个带开口 22 的成形磨粒 20,这些磨粒通过粘结剂粘结在一起,以形成成形团块。用于粘结磨料的粘结剂可为金属粘结剂、有机粘结剂或玻璃质粘结剂。非织造磨料包含多个带开口 22 的成形磨粒 20,这些磨粒通过有机粘结剂粘结成纤维非织造网。

[0064] 制备带开口的成形磨粒的方法

[0065] 第一步工序涉及提供有晶种或无晶种的磨料分散体中的任一者,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。磨料分散体应当包含足量的液体,以使磨料分散体的粘度足够低,以允许能够填充模具腔体并复制模具表面,但液体量不能太多,以引起后续从模具腔体去除液体

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）。反之，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。

[0066] 也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备或可商购获得。市售水软铝石的实例包括均得自 Sasol North America, Inc. 的商标为“DISPERAL”和“DISPAL”的产品、或得自 BASF 公司的商标为“HiQ-40”的产品。这些氧化铝一水合物相对较纯，即它们除一水合物之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。所得带开口 22 的成形磨粒 20 的物理特性将大致取决于磨料分散体中所用材料的类型。

[0067] 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三维网。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提高磨粒的某些所需性质、或提高后续烧结步骤的效率。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。它们通常由含金属化合物构成，并且可为镁、锌、铁、硅、钴、镍、锆、钨、铬、钒、镨、钆、镱、钆、镧、钪、铈、钕、钽、铌、钛的氧化物的前体、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根据本领域的技术人员的要求而变。通常，引入改性添加剂或改性添加剂前体将引起磨料分散体胶凝。通过加热一段时间也可诱发磨料分散体胶凝。

[0068] 磨料分散体也可包含成核剂，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、氧化铬的细粒、或使转化成核的任何其它物质。如果使用的话，则成核剂的量应当足够多，以对 α -氧化铝进行转化。使此类磨料分散体成核的步骤在授予 Schwabel 的美国专利 No. 4, 744, 802 中有所公开。

[0069] 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，但其可使磨料分散体迅速胶凝，从而使得其不易处理并且难以向其中引入额外组分。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）。

[0070] 可通过任何合适的方式，例如为简单地将氧化铝一水合物与包含胶溶剂的水混合的方式，或通过形成氧化铝一水合物浆液，再向该浆液加入胶溶剂的方式，来形成磨料分散体。可加入消泡剂或其它合适的化学品，以减小混合时形成气泡或夹带空气的趋势。如果需要，可加入其它化学品，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。

[0071] 第二步工序涉及提供具有至少一个模具腔体、优选多个腔体的模具。该模具可具有大致平坦的底面和多个模具腔体。该多个腔体在生产工具中形成。生产工具可为带状物、片状物、连续纤维网、涂布辊（例如轮转凹版辊）、安装在涂布辊上的套管、或模具。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、或热固性材料。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,在干燥时接触溶胶-凝胶的模具表面(例如多个腔体的表面(模具底面和模具侧壁))包含聚合物材料或热塑性材料,并且模具的其它部分可由其它材料制成。以举例的方式,合适的聚合物涂层可以涂覆到金属模具,以改变其表面张力性质。

[0072] 聚合物型工具或热塑性工具可从金属母模复制而成。母模将具有生产工具所需的反转图案。母模可按照与生产工具相同的方式制成。在一个实施例中,母模由金属(如镍)制成,并且经金刚石车削。可将聚合物片状材料或热塑性片状材料连同母模一起加热,使得通过将两者压在一起将母模的图案压印到该聚合物材料或热塑性材料。也可将聚合物材料或热塑性材料挤出或浇注到母模上,然后对其进行压制。将热塑性材料冷却,以硬化并且制备生产工具。如果利用热塑性生产工具,则应当注意不要产生过多热量,这些热量可能使热塑性生产工具变形,从而限制其寿命。关于生产模具或母模的设计和制造的更多信息可见于以下美国专利: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)和 6,129,540(Hoopman 等人)。

[0073] 从模具顶面或底面内的开口均可进入腔体。在某些情况下,腔体可延续模具的整个厚度。或者,腔体可仅延续模具厚度的一部分。在一个实施例中,顶面基本上平行于模具的底面,其中该模具的腔体具有基本上均一的深度。模具的至少一侧,即形成腔体的一侧在去除挥发性组分的步骤中可一直为暴露于围绕的大气环境。

[0074] 腔体具有预定的三维形状。在一个实施例中,当从顶部观察时,腔体的形状可描述为三角形,其具有倾斜侧壁,使得腔体的底面略小于顶面内的开口。据信倾斜侧壁能够使成形磨粒前体更易于从模具去除,并且可提高磨粒的磨削性能。在本发明的各种实施例中,拔模角 α 可介于约 95 度至约 130 度之间、或介于约 95 度至约 125 度之间、或介于约 95 度至约 120 度之间、或介于约 95 度至约 115 度之间、或介于约 95 度至约 110 度之间、或介于约 95 度至约 105 度之间、或介于约 95 度至约 100 度之间。在另一个实施例中,模具包括多个三角形腔体。该多个三角形腔体中的每一个均构成等边三角形。

[0075] 或者,可使用其它腔体形状,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一的深度尺寸。该深度尺寸等于从顶面到底面上的最低点的垂直距离。另外,腔体的形状可为其它几何形状的反转,例如为角锥形、截头角锥形、截球形、截椭球形、圆锥形、和截头圆锥形。给定腔体的深度可为均一的或可沿其长度和/或宽度变化。给定模具的腔体的形状可以相同或不同。

[0076] 模具腔体可包括从腔体底部升高足够距离的直立模具元件,以在模铸步骤中制备穿过成形磨粒前体的开口。这样,模具腔体可类似于用于制备“Bundt”(圆环式)蛋糕的“Bundt”(圆环式)蛋糕烘模。可使用如上所述工序将直立模具元件复制到腔体中,以制备聚合物型生产模具。

[0077] 第三步工序涉及通过任何常规技术来用磨料分散体填充模具中的腔体。在一些实施例中,可使用刀辊涂布机或真空槽模涂布机。如果需要,可使用脱模剂以有助于从模具去除磨粒。通常的脱模剂包括油类(例如花生油或矿物油、鱼油)、有机硅、聚四氟乙烯、硬脂

酸锌、和石墨。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-凝胶的生产模具表面，使得当需要脱模时，每单位面积模具上存在介于约 $0.1\text{mg}/\text{in}^2$ 至约 $3.0\text{mg}/\text{in}^2$ 之间、或介于约 $0.1\text{mg}/\text{in}^2$ 至约 $5.0\text{mg}/\text{in}^2$ 之间的脱模剂。在一个实施例中，模具的顶面涂覆有磨料分散体。磨料分散体可被泵送到顶面上。然后，可用刮刀或矫直棒迫使磨料分散体完全进入模具的腔体中。可将未进入腔体的磨料分散体的剩下的部分从模具的顶面处去除，并将其回收利用。在一些实施例中，磨料分散体的一小部分可保留在顶面上，并且在其它实施例中，顶面基本上不含分散体。刮刀或矫直棒所施加的压力通常为小于 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，以确保所得的成形磨粒 20 厚度的均匀度。

[0078] 第四步工序涉及去除挥发性组分以干燥分散体，从而在成形磨粒 20 中形成开口 22。有利地，以较快的蒸发速率去除挥发性组分。必须从磨料分散体中快速去除足量的挥发性组分，以使其快速硬化，从而形成导致开口 22 形成的大的凹凸部。

[0079] 在一些实施例中，通过蒸发去除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，温度应当为小于该塑料的熔点。

[0080] 在一个实施例中，就固体含量介于约 40%至 50%之间的水分散体和聚丙烯模具而言，干燥温度可为从约 90°C 至约 165°C 、或介于约 105°C 至约 150°C 之间、或介于约 105°C 至约 120°C 之间。较高的温度可导致较大开口的形成，但也可导致聚丙烯模具劣化，从而限制了其作为模具的使用寿命。

[0081] 在一个实施例中，通过将 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（以商品名 Nycol 215 得自 Eka Nobel, Inc. (Augusta GA)）和 76.2 份 9%的氧化铁（如 Fe_2O_3 ）水溶液合并，然后在高速搅拌器中混合 2 分钟，以制备溶胶。让混合物静置 1 小时，以形成溶胶-凝胶。

[0082] 通过用油灰刀迫使溶胶-凝胶进入每一边长度为大约 90 密耳 (2.286mm)、厚度为 30 密耳 (0.762mm) 的等边三角形形状的开口中，而将溶胶-凝胶涂敷到具有该开口的聚合物模具中。将被涂敷的模具附接到拉幅机，并置于设为 145°C 的烘箱 (LABDRYER LTE, Warner Mathis USA, Inc. (Concord, North Carolina)) 中，并用设定为 2000RPM 的风扇在涂层表面上吹风，直到涂层的表面温度达到 21°C 为止。所得的成形磨粒前体内部均一地具有中心开口 22，如图 7 所示。可将这些成形磨粒前体煅烧，以制备带开口 22 的成形磨粒 20。

[0083] 第五步工序涉及从模具腔体去除带开口的成形磨粒前体。通过在模具上单独使用或结合使用以下方法，可将带开口的成形磨粒前体从腔体去除：通过重力、振动、超声振动、真空或增压空气将这些颗粒从模具腔体去除。

[0084] 带开口的成形磨粒前体可在模具的外部进一步干燥。如果在模具中将磨料分散体干燥至所需程度，则此额外的干燥步骤并非为必要的步骤。然而，在某些情况下采用此额外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 的温度下干燥的时间介于 10 分钟至 480 分钟、或介于 120 分钟至 400 分钟。

[0085] 第六道工序涉及煅烧带开口的成形磨粒前体。在煅烧期间,大致所有的挥发性物质都被去除,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℃至 800℃的温度,并且保持在此温度范围内,直到去除游离水和 90 重量%以上的任何所结合的挥发性物质为止。在任选步骤中,可能需要用注入法引入改性添加剂。水溶性盐可通过注入引入煅烧过的成形磨粒前体的孔中。然后再次预烧成形磨粒前体。此选项在欧洲专利申请 No. 293, 163 中有进一步的描述。

[0086] 第七道工序涉及对煅烧过的成形磨粒前体进行烧结,以形成 α -氧化铝颗粒。在烧结之前,煅烧过的成形磨粒前体并不完全致密,因此缺乏用作磨粒的所需硬度。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℃至 1,650℃的温度,并且保持在此温度范围内,直到大致所有的 α -氧化铝一水合物(或等同物质)均转化为 α -氧化铝,并且孔隙度减小到小于 15 体积%为止。为了实现此转化程度,煅烧过的成形磨粒前体在烧结温度下必须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为在 1 分钟到 90 分钟的范围内。烧结之后,成形磨粒的维氏硬度可为 10GPa、16GPa、18GPa、20GPa、或更大。

[0087] 可采用其它步骤来修改所述方法,例如将材料从煅烧温度迅速加热到烧结温度,将磨料分散体离心以去除淤渣、废料等。此外,如果需要,可通过合并该工序中的两个或更多个来对本方法进行修改。可用来修改本发明方法的常规工序在授予 Leitheiser 的美国专利 No. 4, 314, 827 中有更完整的描述。关于制备带开口的成形磨粒的更多信息在提交于 2008 年 12 月 17 日的名称为“Method of Making Abrasive Shards, Shaped Abrasive Particles With An Opening, Or Dish-Shaped Abrasive Particles”(制备磨料碎片、带开口的成形磨粒或碟形磨粒的方法)的共同待审的美国专利申请 No. 12/337, 001(代理人档案号 63512US002)中有所描述。另外,带开口的成形磨粒可在该面之一上具有凹槽,如提交于 2008 年 12 月 17 日的名称为“Shaped Abrasive Particles With Grooves”(带凹槽的成形磨粒)的共同待审的美国专利申请 No. 61/138, 268(代理人档案号 64792US002)中所述。这些凹槽由模具腔体底面内的多个脊形成,已发现这些脊可以使从模具去除成形磨粒前体变得更加容易。

[0088] 实例

[0089] 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,以及其它条件和细节,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。

[0090] 制备掺杂 REO 的成形磨粒 20

[0091] 利用下列配方制备水软铝石溶胶-凝胶的样品:将商品名为“DISPERAL”的氧化铝一水合物粉末(4824 份)通过高剪切混合方式在包含水(7087 份)和 70%硝酸水溶液(212 份)的溶液中分散 13 分钟。使所得溶胶-凝胶在涂敷前老化 1 小时。迫使溶胶-凝胶进入具有三角形模具腔体的生产模具中,该腔体深度为 28 密耳、每一边长度为 110 密耳。介于模具的侧壁和底部之间的拔模角 α 为 98 度。该生产模具被制造成 50%的模具腔体具有从腔体底面升起的 8 条平行脊,这些脊以 90 度的角度与三角形的一边相交,剩下的腔体具有平滑的底模表面。平行脊的间距为 0.277mm,并且该脊的横截面为三角形形状,该三角形的高为 0.0127mm、在顶点处每一个脊的边之间的角度为 45 度,如上文提到的专利申请(代

理人档案号 64792US002) 中所述。用真空槽模涂布工位迫使溶胶-凝胶进入腔体中,从而使生产模具的所有开口都被完全填充。在生产模具上使用脱模剂(水中含 2% 的花生油),使约 $1\text{mg}/\text{in}^2$ 的花生油涂敷到生产模具。让涂敷溶胶-凝胶的生产模具以 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 部分中为 135°C ,在 40% 空气流速下在 13.5 英尺区域 2 部分中为 121°C 。通过使成形磨粒前体在超声波焊头的上方通过来将其从生产模具去除。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)的混合硝酸盐溶液来饱和: MgO 、 Y_2O_3 、 Nd_2O_3 和 La_2O_3 中的每一个的浓度为 1.8%。去除过量的硝酸盐溶液,并让饱和的带开口成形磨粒前体干燥,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来进行。

[0092] 制备掺杂 REO 的带开口成形磨粒 20

[0093] 遵照上述工序,不同的是在第二次使用时不用花生油脱模剂重新处理生产模具。据信减少模具腔体中存在的花生油是在每一个单独的三角形磨粒内制备开口 22 的条件。

[0094] 所得的三角形磨粒在中心附近各具有开口 22。图 3 示出由两种制备工序获得的成形磨粒 20。

[0095] 将上述带开口 22 的成形磨粒 20 的两个样品分级为 -18+20 目尺寸(美国标准试验筛)以去除任何碎片或破碎的形状,随后使用填充碳酸钙的底胶涂层、填充冰晶石的复胶涂层和填充硼氟化钾(KBF_4)的顶胶涂层将它们涂敷到纤维盘背衬。总共制备了以下四批:

[0096] 1. 带开口的三角形,18 克矿物/盘

[0097] 2. 带开口的三角形,9 克矿物/盘

[0098] 3. 不带开口的三角形,18 克矿物/盘

[0099] 4. 321 CUBITRON 磨粒(随机粉碎)-18+20 目,18 克矿物/盘

[0100] 采用滑动磨削试验评价磨盘对 304 不锈钢工件的磨削性能,其中在介于磨料和工件之间使用 12 磅或 18 磅中的任一者的荷载力。滑动测试设计用于测量涂覆磨盘的切削率。每一个磨盘都用于磨削面积为 $1.25\text{cm} \times 18\text{cm}$ 的 304 不锈钢工件表面。所用研磨机是恒定荷载盘式研磨机。介于工件与磨盘之间的恒定荷载由荷载弹簧提供。用于研磨机的支撑片为铝支撑片,其倾斜大约 7 度,从边缘朝中心延伸 3.5cm。通过锁紧螺母将磨盘固定到该铝片,并以 5,000rpm 驱动。记录每隔一分钟去除的金属的克数。磨盘上的工件荷载为约 5.4kg(12 磅)(图 8)或 8.2kg(18 磅)(图 9)。

[0101] 参见图 8 和图 9,带开口 22 的三角形磨粒 20 的性能显著优于实心的三角形磨粒或随机粉碎的磨粒。具体地讲,仅具有 9 克带开口 22 的成形磨粒 20 的磨盘的性能优于具有 18g 磨粒(具有相同的形状但不带开口)的磨盘。

[0102] 在不脱离所附权利要求书中更具体地示出的本发明的精神和范围的前提下,本领域的普通技术人员可以实践本发明的其它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它方面互换或结合。以上获得专利证书的专利申请中所有引用的参考文献、专利或专利申请按照一致的方式以引用方式全文并入本文中。在介于并入的参考文献部分与本专利申请之间存在不一致或矛盾的情况下,应以前述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

本发明而给定的前述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。

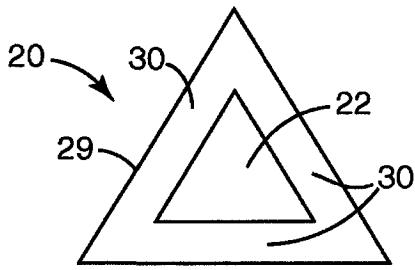


图 1A

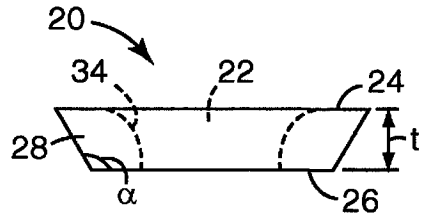


图 1B

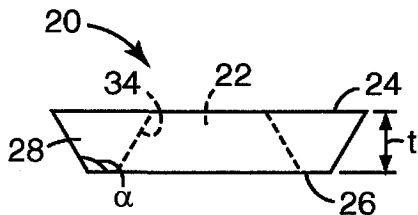


图 1C

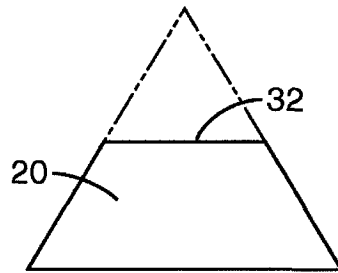


图 2A

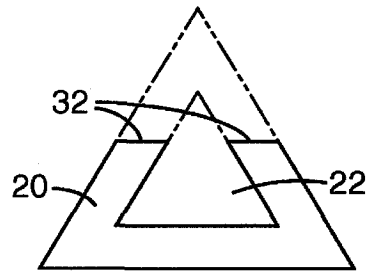


图 2B

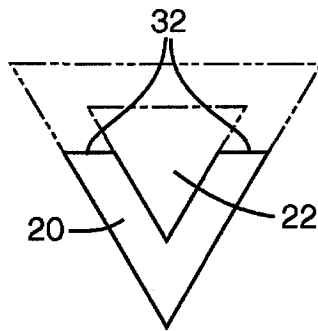


图 2C

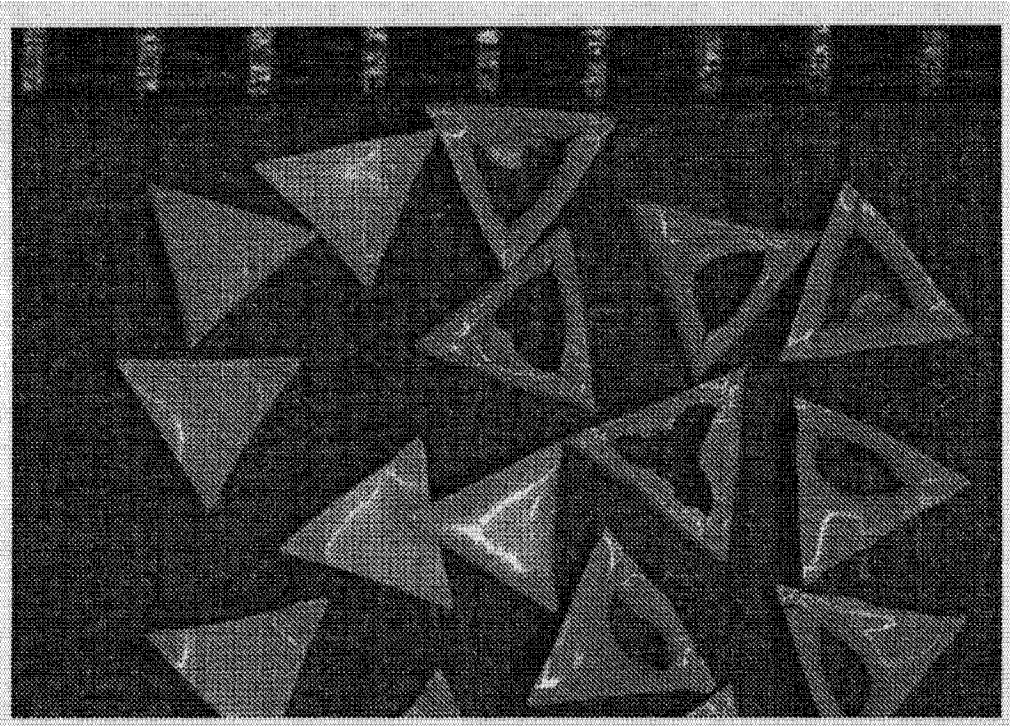


图 3

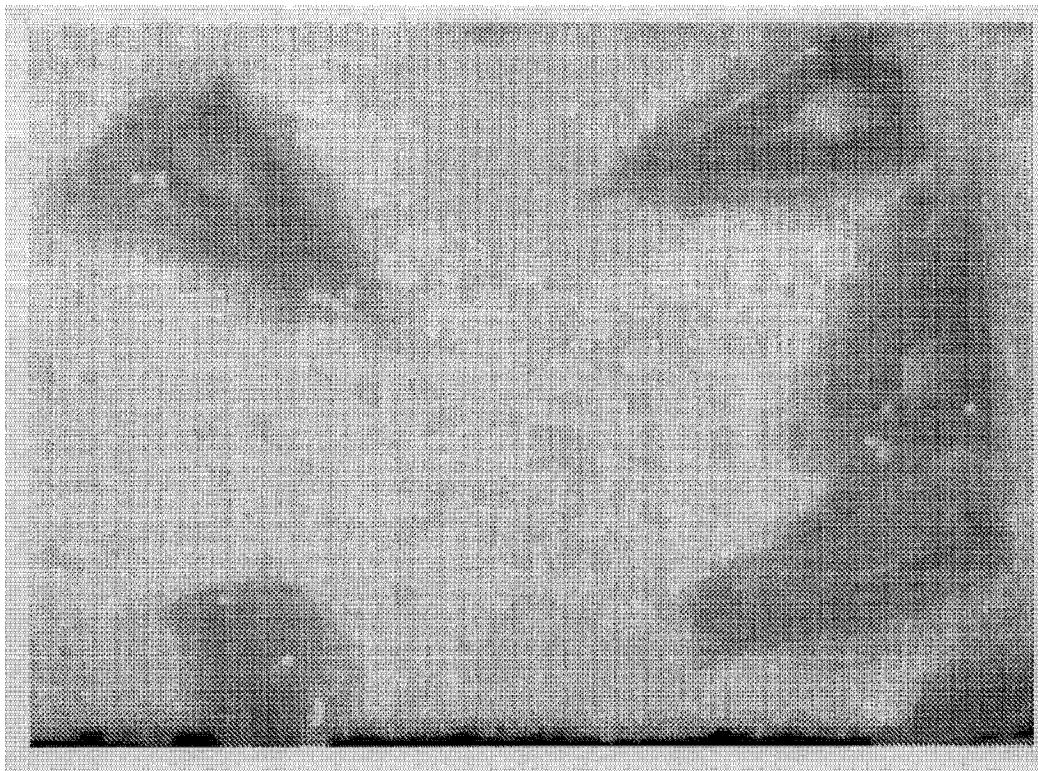


图 4

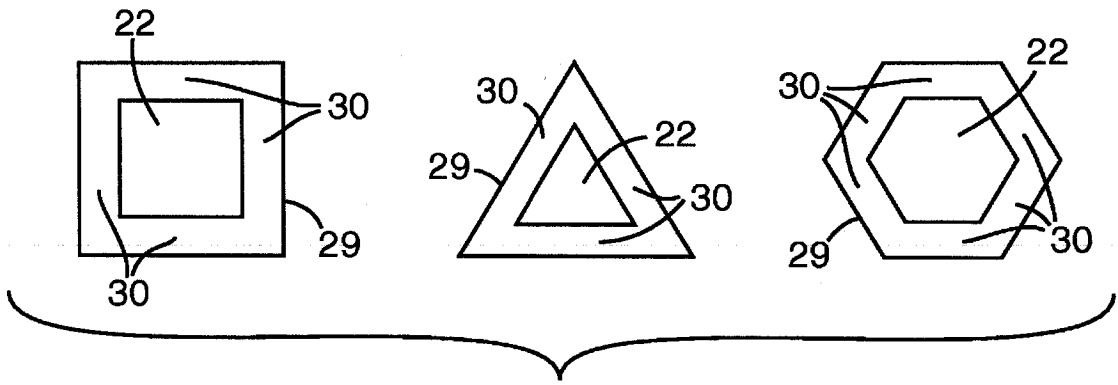


图 5A

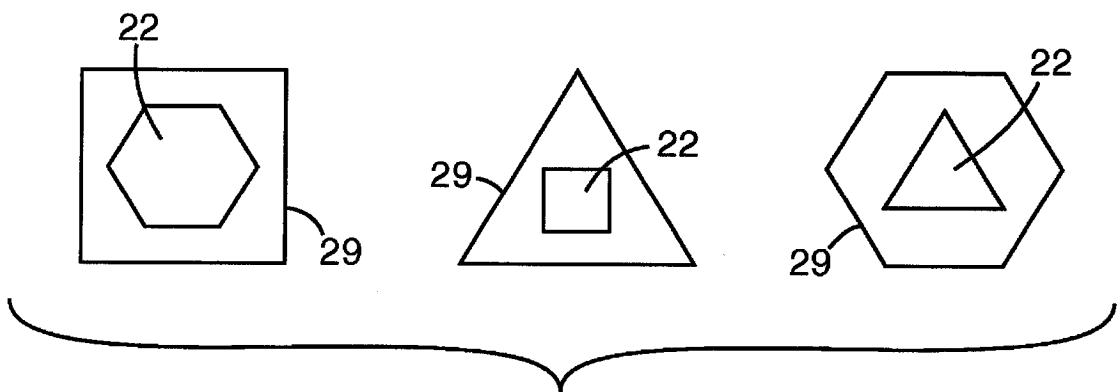


图 5B

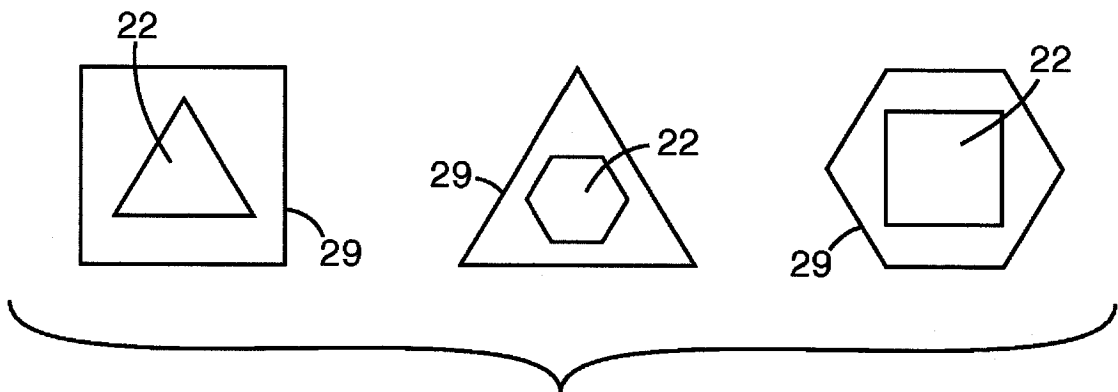


图 5C

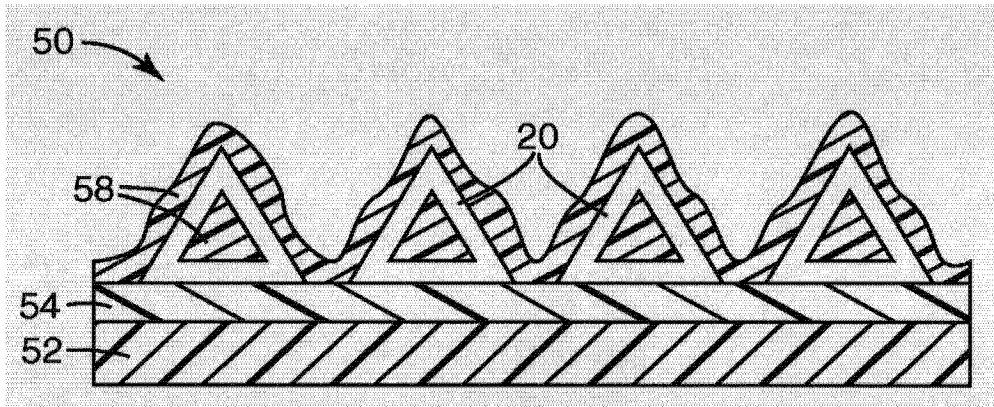


图 6

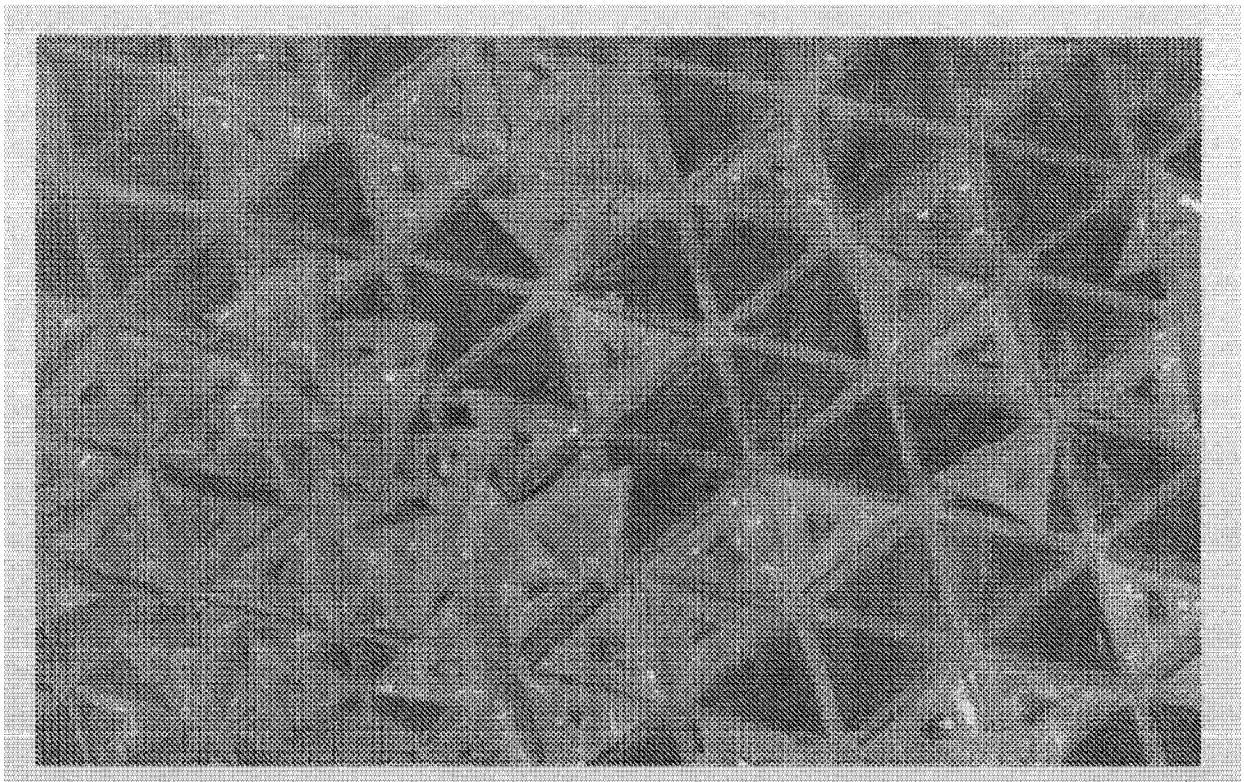


图 7

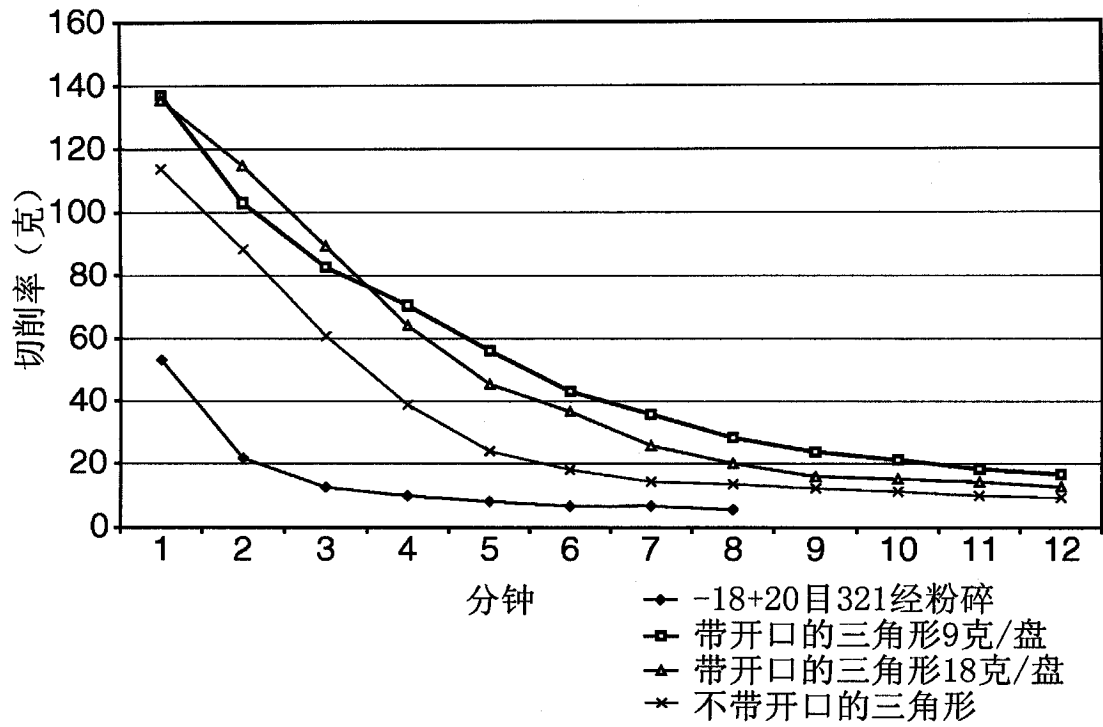


图 8

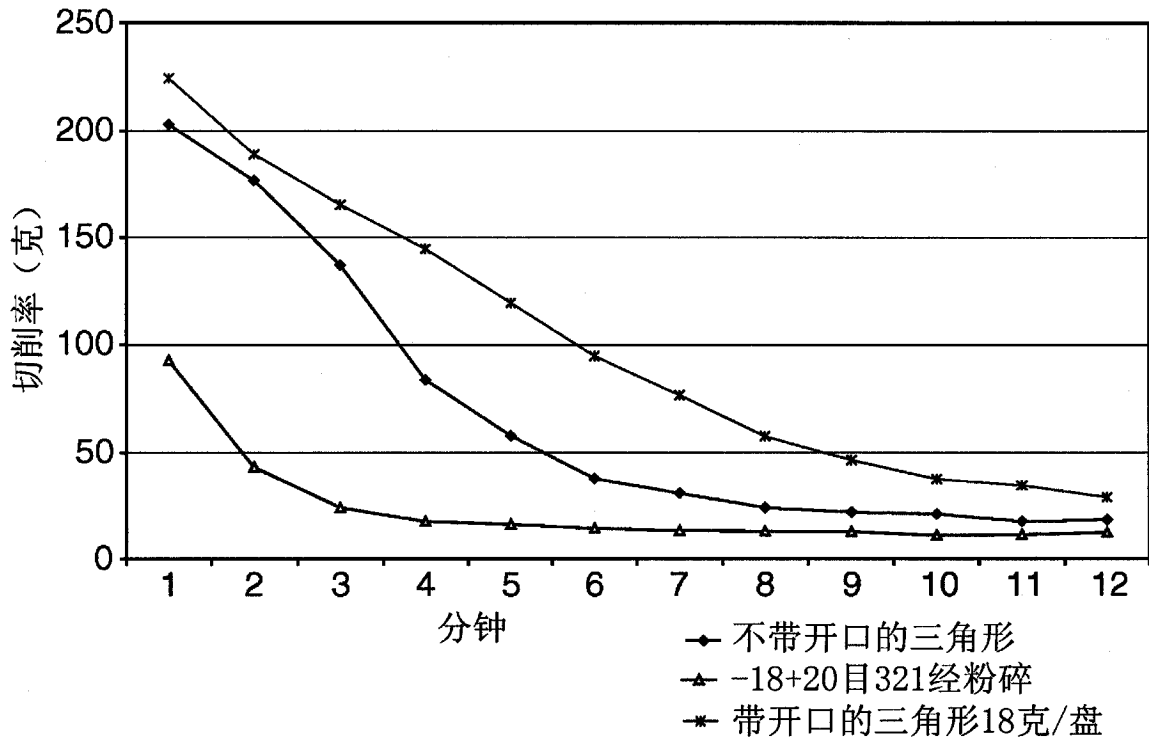


图 9