



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102666017 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 16

(21) 申请号 201080052633. 7

C09C 1/68(2006. 01)

(22) 申请日 2010. 11. 23

C09K 3/14(2006. 01)

(30) 优先权数据

61/266, 000 2009. 12. 02 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 05. 21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/057713 2010. 11. 23

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/068714 EN 2011. 06. 09

(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 尼格斯·B·艾德弗里斯

埃里克·J·布朗施韦格

史蒂文·J·凯佩特

(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 丁业平 金小芳

(51) Int. Cl.

B24D 3/00(2006. 01)

B24D 3/34(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101432099 A, 2009. 05. 13,

CN 1162283 A, 1997. 10. 15,

CN 19315122 A, 2007. 03. 21,

US 2009/0169816 A1, 2009. 07. 02,

US 5584896 A, 1996. 12. 17,

审查员 郭武

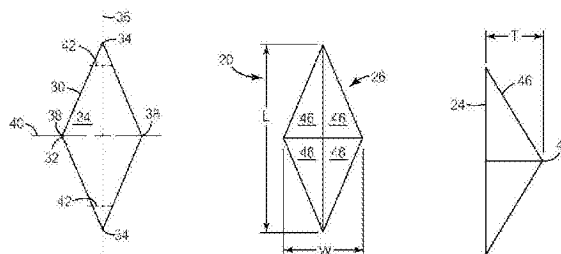
权利要求书1页 说明书17页 附图13页

(54) 发明名称

双锥形成形磨粒

(57) 摘要

本发明提供了一种成形磨粒,所述成形磨粒包括 α 氧化铝并具有第一侧面、第二侧面、沿着纵轴的最大长度和横向于纵轴的最大宽度。该第一侧面包括具有四条边和四个顶点的四边形,该四边形选自菱形、长菱形、风筝形或超椭圆。成形磨粒具有 1.3 或更大的最大长度除以最大宽度所得的长宽比。



1. 成形磨粒, 所述成形磨粒包括 α 氧化铝并具有第一侧面、第二侧面、沿着纵轴的最大长度和横向于所述纵轴的最大宽度; 所述第一侧面包括具有四条边和四个顶点的四边形, 所述四边形选自菱形、长菱形、风筝形或超椭圆; 其中, 所述最大长度除以所述最大宽度所得的长宽比为 1.3 或更大; 并且其中所述成形磨粒是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。

2. 根据权利要求 1 所述的成形磨粒, 其中所述第二侧面包括形成棱锥的一个顶点和四个小面。

3. 根据权利要求 2 所述的成形磨粒, 其中所述小面与所述第一侧面相交成介于 5 度至 65 度之间的角度 β 。

4. 根据权利要求 1 所述的成形磨粒, 其中所述第二侧面包括第二面和四个小面, 所述四个小面与所述第二面相交成拔模角 α , 从而形成截棱锥。

5. 根据权利要求 4 所述的成形磨粒, 其中所述拔模角 α 介于 95 度至 135 度之间。

6. 根据权利要求 1 所述的成形磨粒, 其中所述第二侧面包括第二面和四个小面, 所述四个小面与所述第二面相交成 90 度的拔模角 α 。

7. 根据权利要求 1 所述的成形磨粒, 其中所述第二侧面包括一条脊线和四个小面。

8. 根据权利要求 7 所述的成形磨粒, 其中所述小面与所述第一侧面相交成介于 5 度至 65 度之间的角度 β 。

9. 根据权利要求 1 所述的成形磨粒, 其中所述长宽比介于 1.7 至 5 之间。

10. 根据权利要求 1 所述的成形磨粒, 其中所述顶点中的一个或多个被截去。

11. 根据权利要求 1 所述的成形磨粒, 其中所述第二侧面包括多个凹槽。

12. 根据权利要求 1 所述的成形磨粒, 其中所述第一侧面是凹面。

13. 根据权利要求 1 所述的成形磨粒, 包括穿透所述第一侧面和所述第二侧面的开孔。

14. 根据权利要求 1 所述的成形磨粒, 其中所述第二侧面包括多个脊。

15. 一种研磨制品, 所述研磨制品由权利要求 1 所述的成形磨粒、以及粘结剂形成, 其中所述研磨制品选自涂层研磨制品、粘结研磨制品、非织造研磨制品和研磨刷。

16. 根据权利要求 15 所述的研磨制品, 其中所述涂层研磨制品包括具有第一主表面的背衬、施加于所述第一主表面的底胶层、施加于所述底胶层的磨料层和施加在所述磨料层上的复胶层, 所述磨料层包括至少 10 重量%的所述成形磨粒。

17. 根据权利要求 16 所述的研磨制品, 其中所述磨料层包含具有 100 重量%的所述成形磨粒的紧密涂层。

18. 根据权利要求 16 所述的研磨制品, 其中所述磨料层还包含选自熔融氧化铝、碳化硅、石榴石、熔融氧化铝-氧化锆、立方晶型氮化硼和金刚石的磨粒, 并且所述成形磨粒占所述磨料层的小于或等于 50 重量%。

双锥形成形磨粒

背景技术

[0001] 磨粒和由磨粒制造的研磨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 / 或研磨制品的成本、性能或寿命进行改善的需求。

[0002] 在授予 Berg 的美国专利 No. 5, 201, 916、授予 Rowenhorst 的美国专利 No. 5, 366, 523 (Re 35, 570) 以及授予 Berg 的美国专利 No. 5, 984, 988 中公开了三角形成形磨粒和使用三角形成形磨粒的研磨制品。在一个实施例中,所述磨粒的形状包括等边三角形。三角形成形磨粒可用于制造具有增大的切削速率的研磨制品。

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,可以控制研磨制品的所得性能。发明人已发现,通过制成成形磨粒使得成形磨粒向着其相对的两端逐渐变细(双锥形),显著改善了磨削效果。

[0004] 当使用成形磨粒来制成涂层研磨制品时,通常利用静电场拾取并移动成形磨粒,使磨粒接触构成底胶层的树脂,以粘附于背衬。本发明受权利要求保护的一个优点在于,随着越来越多的成形磨粒附于背衬,各个成形磨粒会趋于取向成进入底胶层,使得在研磨制品的磨削面上存在尖端,如图 6 和图 7 中所示。这个情况之所以发生,是因为成形磨粒的长度大于宽度,并且向着两端逐渐变细。

[0005] 当涂布三角形成形磨粒时,随着施加更多的颗粒,部分三角形将开始填充在现有三角形之间,使它们的顶端附着于底胶层而三角形的底边露出于磨削面,如美国专利 No. 5, 201, 916 的图 3 中所示。在研磨制品的紧密涂层构造中尤其彰显出这种效果,其中,事实上研磨制品的整个磨削面都由成形磨粒覆盖。对于一些应用,当在磨削面上存在水平表面(例如三角形底边而非三角形顶点)时,磨削性能出现降低。

[0006] 耐冲击性提高和脱落减少,被认为是双锥形成形磨粒另外的优点。因为成形磨粒的中部附近比两端宽,所述颗粒能够比其截面一致的颗粒(例如杆状磨粒)具有更好的刚性。当高长宽比杆状磨粒在高负载下经受冲击(例如磨削锋利边缘)时,这些磨粒会轻易在其被锚入底胶和复胶层内的地方即基底处折断。相比之下,当前被要求权利保护的成形磨粒可以有约半截埋入底胶层和复胶层,使成形磨粒在从底胶层和复胶层露出的地方具有宽得多的底,从而提高了耐冲击性。此外,因为成形磨粒的相当大的部分可被埋入底胶层和复胶层内,类似于牙根,可以减少磨粒从研磨制品的脱落。

[0007] 一些实施例的另一个优点在于,成形磨粒可以包括顶点和位于相对侧的四个小面。小面因为其成角度,即使在成形磨粒在附着于底胶层后倾倒或者被直接更水平地附着于底胶层之时,也可以让成形磨粒相对于背衬具有尖端。这又有助于防止这样的情况:向磨削面并且因此也向成形磨粒所研磨的材料呈现成形磨粒的基本上水平的表面。如图 7 所示,在涂层研磨制品的研磨面上水平倒卧的程度大于垂直的成形磨粒(例如标有 H 的颗粒)仍然具有初始接触被磨材料的锋利边缘和尖端而非水平表面,从而提高了切削性能。

[0008] 因此,在一个实施例中,本发明涉及一种成形磨粒,其包括 α 氧化铝并具有第一

侧面、第二侧面、沿着纵轴的最大长度和横向于纵轴的最大宽度；所述第一侧面包括具有四条边和四个顶点的四边形，所述四边形选自菱形、长菱形、风筝形或超椭圆；并且其中最大长度除以最大宽度所得的长宽比为 1.3 或更大。

附图说明

[0009] 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。

[0010] 图 1A、1B 和 1C 示出成形磨粒的一个实施例的第一侧面、第二侧面和侧视图。

[0011] 图 2A、2B 和 2C 示出成形磨粒的另一个实施例的第一侧面、第二侧面和侧视图。

[0012] 图 3A、3B 和 3C 示出成形磨粒的另一个实施例的第一侧面、第二侧面和侧视图。

[0013] 图 4A、4B 和 4C 示出成形磨粒的另一个实施例的第一侧面、第二侧面和侧视图。

[0014] 图 5A、5B 和 5C 示出成形磨粒的另一个实施例的第一侧面、第二侧面和侧视图。

[0015] 图 6 示出由图 1 的成形磨粒制成的涂层研磨制品。

[0016] 图 7 是由图 1 的成形磨粒制成的涂层研磨制品的磨削面显微照片。

[0017] 图 8 是 -50/+60 正斜方锥形(right rhombic pyramidal)成形磨粒与压碎颗粒的显微照片。

[0018] 图 9 是 -70/+80 正斜方锥形成形磨粒(图 1)与压碎颗粒的切削速率随周期数变化的曲线图。

[0019] 图 10 是 -70/+80 正斜方锥形成形磨粒(图 1)与压碎颗粒的累积切削量随周期数变化的曲线图。

[0020] 图 11 是 -60/+70 正斜方锥形成形磨粒(图 1)与压碎颗粒的切削速率随周期数变化的曲线图。

[0021] 图 12 是 -60/+70 正斜方锥形成形磨粒(图 1)与压碎颗粒的累积切削量随周期数变化的曲线图。

[0022] 图 13 是 30% 的具有压碎颗粒的 -50/+60 正斜方锥形成形磨粒(图 1)与 100% 压碎颗粒的切削速率随周期数变化的曲线图。

[0023] 图 14 是接触不锈钢的图 3 的成形磨粒的切削速率随周期数变化的曲线图。

[0024] 图 15 是接触不锈钢的图 1 的成形磨粒的切削速率随周期数变化的曲线图。

[0025] 图 16 是磨削不锈钢的具有两个平行等边三角形面的成形磨粒的切削速率随周期数变化的曲线图。

[0026] 图 17 是磨削软钢的图 3 的成形磨粒的切削速率随周期数变化的曲线图。

[0027] 图 18 是磨削软钢的图 1 的成形磨粒的切削速率随周期数变化的曲线图。

[0028] 图 19 是磨削不锈钢的具有两个平行等边三角形面的成形磨粒的切削速率随累积切削量变化的曲线图。

[0029] 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。

[0030] 定义

[0031] 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。

[0032] 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,直到移除足量的挥发性组分使磨料分散体凝固为止。

[0033] 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)移除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,该凝固体可从模具腔体移除,并且在后续处理操作中基本上保持其模制形状。

[0034] 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。除了磨料碎片(例如,如美国临时专利申请 No. 61/016,965 中所述),成形磨粒可能通常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。如本文所用的成形磨粒不包括通过机械粉碎操作获得的磨粒。

具体实施方式

[0035] 双锥形成形磨粒

[0036] 参照图 1 至图 5,示出示例性的双锥形成形磨粒 20。制备成形磨粒 20 的材料包括 α -氧化铝。 α -氧化铝颗粒可由氧化铝-水合物的分散体制成,如本文随后所讨论,该分散体被胶凝、模制成形、干燥定形、煅烧,再进行烧结。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(随后形成为成形结构)的团聚物。

[0037] 通常,成形磨粒 20 包括薄主体,该薄主体具有第一侧面 24 和第二侧面 26,并且厚度为 T。在一些实施例中,厚度 T 在约 5 微米至约 1 毫米的范围内。在一些实施例中,第一侧面 24 和第二侧面 26 通过至少一个侧壁 28 彼此连接,侧壁 28 可以是如图 3 中所示具有拔模角 α (不是 90 度)的斜侧壁。在一些实施例中,可能存在不止一个斜侧壁 28,并且每个斜侧壁 28 的斜率或角度可以是相同或不同的,如 2008 年 12 月 17 日提交的名称为“Shaped Abrasive Particles With A Sloping Sidewall”(具有斜侧壁的成形磨粒)的待审美国专利申请 Serial No. 2/337,075 中更详尽描述。在其它实施例中,侧壁 28 可以与第一侧面 24 和第二侧面 26 相交成 90 度的角度,如图 5 中所示。

[0038] 总体上,成形磨粒的第一侧面 24 包括具有四条边 30 和四个顶角 32 的四边形,所述四边形选自菱形、长菱形、风筝形或超椭圆。所述四边形的顶点可以进一步分为与纵轴 36 相交的一对相对的主顶点 34 和位于纵轴 36 相对侧的一对相对的次顶点 38。

[0039] 菱形一种四边形,其四边等长并且其中相对顶点具有度数相等的夹角,如图 1 和图 3 中所示。长菱形是一种平行四边形,其中纵轴 36 一侧的两条相交边 30 的长度不等并且这些边之间的顶点 32 具有倾斜的夹角,如图 4 中所示。如图 5 中所示,风筝形是一种四边形,其中横轴 40 之上的两条相对边 30 的长度相等并且横轴 40 之下的两条相对边 30 的长度相等,但是与横轴之上的两条边的长度不同。如果取一菱形并且移动相对主顶点 34 之一使其要么靠近横轴 40 要么远离横轴,则形成风筝形。超椭圆是由 Lam' e 曲线定义的几何图,所述曲线满足公式 $(x/a)^n + (y/b)^n = 1$,其中, n、a 和 b 是正数。其中, n 介于 0 和 1 之间,超椭圆看上去像具有凹边(无弯折)的四臂星形,如图 2 中所示。当 n 等于 1 时,形成菱形 $a=b$ 或风筝形 $a \neq b$ 。当 n 介于 1 和 2 之间时,边 30 变成凸的。

[0040] 第一侧面 24 的形状选自以上集合,因为这些形状将导致成形磨粒具有沿着纵轴 36 的相对主顶点 34 并且其形状为从横轴 40 向着各相对主顶点倾斜。如此,当使用静电场向涂附背衬施加成形磨粒时;尤其,当向背衬施加越来越多的成形磨粒时,成形磨粒将往往使一个主顶点 34 位于底胶层中并且使第二主顶点 34 露出于磨削面。

[0041] 可以通过选择颗粒的特定长宽比来控制锥形角度,长宽比由沿纵轴 36 的最大长度 L 除以沿与纵轴 36 垂直的横轴 40 的最大宽度 W 定义。图 1、2 和 3 中的成形磨粒都具有大约 2.4 的长宽比。图 4 中的成形磨粒具有大约 6.2 的长宽比。图 5 中的成形磨粒具有大约 1.8 的长宽比。长宽比应该大于 1.0,使成形磨粒按需要形成锥度以改善静电涂敷。在本发明的各种实施例中,长宽比介于约 1.3 至约 10 之间,或介于约 1.5 至约 8 之间,或介于约 1.7 至约 5 之间。当长宽比变得太大时,成形磨粒可能变得太脆弱。这样会造成:当成形磨粒在重负荷下用于磨削具有锋利边缘的物体(其中,加载在成形磨粒上的冲击可能非常大)时,成形磨粒发生断裂,而不是逐渐磨损。可取的方式是,选择长宽比,使得成形磨粒有足够的宽度和/或厚度埋入底胶和复胶层中,以防止成形磨粒就在尖端处折断以及颗粒从涂层研磨制品脱落。

[0042] 在一些实施例中,可以如图 1 中的虚线 42 所示略微截去一个或多个顶点并且将成形磨粒模制成这种构造。据信,这种颗粒将使初始切削量减少,并且一定程度地类似磨粒短时间用于研磨材料之后得到的形状。因此,对于需要较大初始承压面或减少的初始切削量的应用,可以设计具有一个或多个截平顶点的成形磨粒。在这些实施例中,如果有截头的边可以被延伸而形成随后可完成被要求权利保护的 quadrilateral 的一个或多个假想顶点,则第一侧面 24 可被认为是被要求权利保护的形状。例如,假设如虚线 42 所示两个相对的主顶点 34 都被截平,所得形状仍将被视为是菱形,因为各边延伸过截头时可形成两个假想顶点,从而完成第一侧面 24 的菱形形状。

[0043] 在一些实施例中,如图 1 和图 2 中所示,第二侧面 26 包括顶点 44 和形成棱锥的四个小面 46。在这种实施例中,可以控制成形磨粒的厚度 T,以选择第一侧面 24 和小面 46 之间的角度 β 。小面 46 因为其成角度,即使在成形磨粒在附着于底胶层后倾倒或者被直接更水平地附着于底胶层之时,也可以让成形磨粒相对于背衬具有尖端。这又有助于防止这样的情况:向磨削面并且因此也向成形磨粒所研磨的材料呈现成形磨粒的基本上水平的表面。如图 7 所示,在涂层研磨制品的研磨面上水平倒卧的程度大于垂直的成形磨粒(例如标有 H 的颗粒)仍然具有初始接触被磨材料的锋利边缘和相对次顶点 38 而非水平表面,从而提高了切削性能。第二侧面 26 的这个实施例可以与任何所详述的第一侧面 24 的形状一起使用。

[0044] 在本发明的各种实施例中,第一侧面 24 和小面 46 之间的角度 β 可以介于 20 度至约 50 度之间、或介于约 10 度至约 60 度之间、或介于约 5 度至约 65 度之间。

[0045] 在一些实施例中,第二侧面 26 可以包括形成如图 4 所示的类似于四坡顶的结构四个小面 46 和脊线 47。因此,两个相对小面将具有三角形形状并且两个相对小面将具有梯形形状。在这个实施例中,可以使用第一侧面和小面 46 之间的角度 β 的类似范围。第二侧面 26 的这个实施例可以与任何所详述的第一侧面 24 的形状一起使用。

[0046] 在一些实施例中,第二侧面 26 包括第二面 48 和形成侧壁 28(侧壁 28 和第二面 48 之间的拔模角 α 等于 90 度,如图 5 中所示)或者倾斜侧壁 28(侧壁 28 和第二面 48 之间的

拔模角 α 大于 90 度,如图 3 中所示)的四个小面。随着这个成形磨粒的厚度 T 变大,当拔模角 α 大于 90 度时,成形磨粒类似截棱锥。可改变成形磨粒 20 的侧壁 28 与第二面 48 之间的拔模角 α ,以改变第二面 48 的相对尺寸。在本发明的各种实施例中,拔模角 α 可介于大约 90 度至大约 135 度之间、或介于大约 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。如提交于 2008 年 12 月 17 日、名称为“Shaped Abrasive Particles With A Sloping Sidewall”(具有倾斜侧壁的成形磨粒)的美国专利申请 Serial No. 12/337,075 中所讨论的,已发现,拔模角 α 的特定范围使由具有倾斜侧壁的成形磨粒制成的涂层研磨制品的磨削性能方面有意想不到的提高。具体地讲,已发现 98 度、120 度或 135 度的拔模角与 90 度的拔模角相比具有改善的磨削性能。如见于美国专利申请 Serial No. 12/337,075 的图 6 和图 7 中,磨削性能的改善对于 98 度或 120 度的拔模角尤其显著。第二侧面 26 的这个实施例可以与任何所详述的第一侧面 24 的形状一起使用。

[0047] 在一些实施例中,第一侧面 24 基本上为平面,第二面 48 基本上为平面,或两者均基本上为平面。或者,如提交于 2008 年 12 月 17 日、名称为“Dish-Shaped Abrasive Particles With A Recessed Surface”(具有凹面的碟形磨粒)的共同待审的美国专利申请 Serial No. 12/336,961 中更详细讨论的,第一侧面 24 可为凹的或凹陷的 50。图 5 示出具有凹的 50 第一侧面 24 的成形磨粒。如在美国专利申请 Serial No. 12/336,961 中讨论的,通过在溶胶-凝胶驻留在使溶胶-凝胶中形成凹凸面的模具腔体中从而往往将溶胶-凝胶的边缘芯吸至模具侧面的同时,选择其干燥条件,可以形成凹的或凹陷的 50 表面。第一侧面 24 上的凹的表面 50 会有助于提高一些应用中的切削性能,与中空刃磨凿形刀片类似。虽然在图 5 的实施例中只示出凹陷 50,但是这种特征可以与本专利申请中示出或描述的任何特征或特征组合或实施例一起使用。

[0048] 另外,如提交于 2008 年 12 月 17 日、名称为“Shaped Abrasive Particles With An Opening”(带开孔的成形磨粒)的共同待审的美国专利申请 Serial No. 12/337,112 中更详细讨论的,可能存在贯穿成形磨粒的一个或多个开孔 52,这些开孔穿过第一侧面 24 和第二侧面 26。图 2 示出贯穿成形磨粒的两个开孔 52。贯穿成形磨粒的开孔 52 可以减小成形磨粒的体密度,从而在通常需要提高孔隙度的一些应用(例如砂轮)中提高所得研磨制品的孔隙度。或者,开孔也可以将颗粒更牢固地锚入复胶层中来减少脱落或可以充当助磨剂的容器。通过选择可加大以上所讨论的凹凸面现象的干燥条件,或者通过使具有一个或多个柱子的模具从底部伸出(类似于 Bundt 蛋糕烤盘),可以在成形磨粒内形成开孔。在美国专利申请 Serial No. 12/337,112 中讨论了带开孔的成形磨粒的制成方法。虽然在图 2 的实施例中只示出开孔 52,但是这种特征可以与本专利申请中示出或描述的任何特征、或特征组合或实施例一起使用。

[0049] 另外,如提交于 2008 年 12 月 17 日、名称为“Shaped Abrasive Particles With Grooves”(具有凹槽的成形磨粒)的共同待审的美国临时专利申请 Serial No. 61/138,268 中描述的,成形磨粒可以在第二侧面 26 上具有多个凹槽 53(图 3)。所述凹槽由在模具腔体的底面中的多个脊形成,已发现该多个脊使从模具中移除成形磨粒前体变得更容易。据信,具有三角形截面的脊可充当在干燥条件下将成形磨粒前体抬离模具底表面的楔条,所述干

干燥条件促进溶胶-凝胶驻留在模具腔体中时的收缩。通过仔细观察图 6 中的成形磨粒,可以看到第二侧面 26 上的多个凹槽 53。虽然在图 3 的实施例中只示出凹槽 53,但是这种特征可以与本专利申请中示出或描述的任何特征、或特征组合或实施例一起使用。

[0050] 另外,如图 8 中所示,成形磨粒可以具有从第二侧面 26 延伸的多个脊。这些脊可以设置于小面 46 (或第二侧面 48) 上,使得通过同心脊在第二侧面 26 上形成阶梯状外观。在其它实施例中,这些脊可以形成平行不相交的线或平行相交的线(交叉格图案)。在一个实施例中,同心脊包括等边三角形截面,其超出第二侧面上的小面表面,具有 8-10 微米的底边尺寸、3-5 微米的高度,并且大约每隔 40-45 微米线性地间隔开。在其它实施例中,这些脊的截面可以是方形、矩形、梯形、三角形或其它几何形状。据信,这些脊增加了第二侧面 26 的表面积,从而促进涂层研磨制品的树脂涂层中的粘附性提高。可以通过在模具腔体的底表面中切割出多个凹槽来形成多个脊。虽然这些脊仅在图 8 的实施例中示出,但是这种特征可以与本专利申请中示出或描述的任何特征、或特征组合或实施例一起使用。

[0051] 成形磨粒 20 可具有各种体积长宽比。体积长宽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倾斜、成角度、或偏斜的平面。例如,球体的体积长宽比将为 1.000 而立方体的体积长宽比将为 1.414。每侧边等于长度 A 并且均匀厚度等于 A 的等边三角形形式的成形磨粒的体积长宽比将为 1.54,而如果该均匀厚度减至 0.25A,则体积长宽比增加至 2.64。据信,具有较大体积长宽比(volumetric aspect ratio)的双锥形成形磨粒使切削性能提高。在本发明的各种实施例中,成形磨粒的体积长宽比可为大于约 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。

[0052] 根据本发明制成的成形磨粒 20 可掺入到研磨制品中、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。此类分布通常具有一定范围的粒度,即从粗粒到细粒。在磨料领域中,此范围有时是指“粗”、“对照”和“细”粒度级。根据磨料行业公认的分级标准分级的磨粒将每一个标称粒级的粒度分布规定在若干数值范围内。此类行业公认的分级标准(即磨料行业规定的标称粒级)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、和日本工业标准(JIS)的标准。

[0053] ANSI 粒级标号(即规定的标称粒级)包括:ANSI 4、ANSI 6、ANSI8、ANSI 16、ANSI 24、ANSI 36、ANSI 40、ANSI 50、ANSI 60、ANSI80、ANSI 100、ANSI 120、ANSI 150、ANSI 180、ANSI 220、ANSI 240、ANSI 280、ANSI 320、ANSI 360、ANSI 400、和 ANSI 600。FEPA 粒级标号包括:P8、P12、P16、P24、P36、P40、P50、P60、P80、P100、P120、P150、P180、P220、P320、P400、P500、P600、P800、P1000、和 P1200。JIS 粒级标号包括: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 JIS10,000。

[0054] 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成形磨粒 20 按照标称筛分粒级进行分级。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, 其意指成形磨粒 20 可通过符合 ASTM E-11 规范的 18 目试验筛, 并且保留在符合 ASTM E-11 规范的 20 目试验筛上。在一个实施例中, 成形磨粒 20 具有这样的粒度: 使得大多数磨粒通过 18 目试验筛并且可保留在 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, 成形磨粒 20 可具有的标称筛选粒级包括: -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。或者, 可以使用诸如 -90+100 的定制网目尺寸。

[0055] 在一个方面, 本发明提供具有磨料行业规定的标称粒级或标称筛分粒级的多个成形磨粒, 其中这些多个磨粒的至少一部分为成形磨粒 20。在另一方面, 本发明提供一种方法, 其包括对根据本发明制成的成形磨粒 20 进行分级, 以得到具有磨料行业规定的标称粒级或标称筛分粒级的多个成形磨粒 20。

[0056] 如果需要, 具有磨料行业规定的标称粒级或标称筛分粒级的成形磨粒 20 可与其他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粒级或标称筛分粒级的多个磨粒为根据本发明制成的成形磨粒 20。

[0057] 适于与成形磨粒 20 混合的颗粒包括常规磨粒、稀释剂颗粒、或可侵蚀的团聚物, 例如在美国专利 No. 4, 799, 939 和 No. 5, 078, 753 中描述的那些。常规磨粒的代表性例子包括熔融氧化铝、碳化硅、石榴石、熔融氧化铝-氧化锆、立方晶型氮化硼、金刚石等。稀释剂颗粒的代表性例子包括大理石、石膏、和玻璃。不同的成形磨粒 20 (例如, 菱形、风筝形或三角形) 的共混物或包括具有不同拔模角的倾斜侧壁的成形磨粒 20 的共混物 (例如, 拔模角为 98 度的颗粒与拔模角为 120 度的颗粒混合) 可用于本发明的制品中。

[0058] 对于一些应用, 已发现成形磨粒和常规磨粒的共混物极为奏效。在一些应用中, 如实例中示出的, 甚至少量的成形磨粒 (例如 10 重量%) 也显著提高了性能。在成形磨粒与常规磨粒或稀释剂颗粒的共混物中, 成形磨粒在共混物中的重量可以小于或等于 50%、40%、30%、25%、20%、15% 或 10% 并且仍然显著提高性能。

[0059] 成形磨粒 20 还可以具有表面涂层。已知表面涂层用于改善研磨制品中磨粒和粘结剂之间的粘附力, 或可用于辅助成形磨粒 20 的静电沉积。在一个实施例中, 使用的是如美国专利 No. 5, 352, 254 中描述的无机物在成形磨料重量中的量为 0.1% 至 2% 的表面涂层。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; 和 No. 5, 042, 991 中有所描述。另外, 该表面涂层可防止成形磨粒封堵。“封堵”这一术语用来描述来自正在研磨的工件的金属颗粒熔焊在成形磨粒顶部的现象。发挥上述功能的表面涂层对本领域的技术人员而言是已知的。

[0060] 具有双锥形成形磨粒的研磨制品

[0061] 参见图 6, 涂层研磨制品 54 包括背衬 56, 在背衬 56 的第一主表面 60 上涂覆有第一粘结剂层 (下文称为底胶层 58)。多个成形磨粒 20 附着于或部分地嵌入底胶层 58, 形成磨料层。覆盖在成形磨粒 20 上的是第二粘结剂层 (下文称为复胶层 62)。底胶层 58 的用途

是将成形磨粒 20 固定至背衬 56 上,复胶层 62 的用途是加固成形磨粒 20。还可以施加本领域的技术人员已知的任选项胶层。大部分(大于 50%)成形磨粒 20 取向成使得一个相对的主顶点 34 背向着背衬 56 而另一个相对的主顶点 34 嵌入底胶层 58。

[0062] 为了进一步优化双锥形成形磨粒的效用,可以使用紧密涂布磨料层。密涂层磨料层定义为可在单次穿过制备机时涂覆到研磨制品底胶层的最大重量的磨粒或磨粒共混物。疏涂层是一定量的磨粒或磨粒共混物,其重量为小于可涂覆到涂层研磨制品底胶层的最大重量(以克为单位)。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。

[0063] 底胶层 58 和复胶层 62 包含树脂粘合剂。底胶层 58 与复胶层 62 的树脂粘合剂可相同或不同。适用于这些涂层的树脂粘合剂的例子包括酚醛树脂、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 58 或复胶层 62、或这两层还可以包含本领域已知的添加剂,例如(如) 填料、助磨剂、润湿剂、表面活性剂、染料、颜料、偶联剂、粘合促进剂、以及它们的组合。填料的例子包括碳酸钙、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。

[0064] 助磨剂可涂覆到涂层研磨制品。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和物理过程,从而导致性能提高。助磨剂涵盖各种不同的材料,并且可为无机物或有机物。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,释放卤氢酸或气态卤化物。这些材料的例子包括氯化石蜡,例如四氯化萘、五氯化萘;和聚氯乙烯。卤化物盐的例子包括氯化钠、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。金属的例子包括锡、铅、铋、钴、锑、镉、铁、和钛。其他助磨剂包括硫、有机硫化物、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,以赋予所需的性质。本发明还涵盖顶胶层的应用。顶胶层通常包含粘结剂和助磨剂。粘合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。在一些实施例中,使用包含热固性环氧树脂、固化剂、热塑性烃树脂、助磨剂、分散剂和颜料的顶胶涂层,如美国专利 No. 5, 441, 549 (Helmin) 中所公开。

[0065] 本发明还涵盖的是成形磨粒 20 可用于粘结研磨制品、非织造研磨制品或研磨刷。粘结磨料可包括通过粘结剂粘结在一起以形成成形团块的多个成形磨粒 20。用于粘结磨料的粘结剂可以是金属粘结剂、有机粘结剂、或玻璃质粘结剂。非织造磨料包括通过有机粘结剂粘结到纤维质非织造网中的多个成形磨粒 20。

[0066] 制造双锥形成形磨粒的方法

[0067] 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。磨料分散体应包含足量的液体,以使磨料分散体的粘度足够低,以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移除液体的成本过高。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。

[0068] 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备或可商购获得。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。

[0069] 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、铬、钇、镧、钕、钐、铈、铟、铊、铋的氧化物的前体、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。

[0070] 磨料分散体也可包含成核剂(种子),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。在授予 Schwabel 的美国专利 No. 4, 744, 802 中公开了使此类磨料分散体成核的步骤。

[0071] 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)。

[0072] 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观结构或添加剂,如 2001 年 8 月 21 日授予 Castro 的美国专利 No. 6, 277, 161 中所公开。

[0073] 第二步工序涉及提供具有至少一个模具腔体、优选具有多个腔体的模具。该模具可具有大致平坦的底面和多个模具腔体。该多个腔体可成形于生产工具中。生产工具可以是带状物、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。在一个实施例中,生产工具包括聚合物材料。适合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物、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,在干燥时与溶胶-凝胶接触的模具表面(例如多个腔体的表面)包含聚合物材料或热塑性材料,并且该模具的其他部分可由其他材料制成。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。

[0074] 聚合物型工具或热塑性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转图案。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(如镍)制成,并且经金刚石车削。可以将聚合物片状材料连同母模加热,使得通过将二者压在一起,在聚合物材料上压印出母模的图案。还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: No. 5,152,917 (Pieper 等人)、No. 5,435,816 (Spurgeon 等人)、No. 5,672,097 (Hoopman 等人)、No. 5,946,991 (Hoopman 等人)、No. 5,975,987 (Hoopman 等人)、和 No. 6,129,540 (Hoopman 等人)。

[0075] 从模具顶面或底面中的开口均可进入腔体。在某些情况下,腔体可延续至模具的整个厚度。或者,腔体可仅延续至模具的厚度的一部分。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匀的深度。模具的至少一侧,即形成腔体的一侧在移除挥发性组分的步骤中可保持暴露在周围大气环境下。

[0076] 该腔体具有用于制造图 1 至图 5 中示出的成形磨粒的特定三维形状。该深度尺寸等于从顶面到底面上的最低点的垂直距离。给定腔体的深度可为均匀的或可沿其长度和/或宽度变化。给定模具的腔体的形状可以相同或不同。

[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移除颗粒。典型的模具脱模剂包括油类(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余部分从模具的顶面移除,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] 第四步工序涉及移除挥发性组分,以干燥分散体。期望以较快的蒸发速率移除挥发性组分。在一些实施例中,通过蒸发移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,温度应小于该塑料的熔点。

[0079] 在一个实施例中,对于固体含量介于约 40% 至 50% 之间的水分散体和聚丙烯模具而言,干燥温度可为介于约 90°C 至约 165°C 之间、或介于约 105°C 至约 150°C 之间、或介于约 105°C 至约 120°C 之间。较高的温度可导致生产速度提高,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。

[0080] 第五步工序涉及从模具腔体去除成形磨粒前体。可这样从腔体中移除成形磨粒前体：在模具上单独使用重力操作、振动、超声振动、真空操作或加压空气工艺或者使用这些工艺的组合从模具腔体中移除颗粒。

[0081] 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最小化可能是经济的。通常将成形磨粒前体在 50℃ 至 160℃、或 120℃ 至 150℃ 的温度下干燥 10 至 480 分钟、或 120 至 400 分钟。

[0082] 第六步工序涉及煅烧成形磨粒前体。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℃ 至 800℃ 的温度，并且保持在此温度范围内，直至移除游离水和 90 重量 % 以上的任何结合的挥发性物质。在一个任选的步骤中，用注入法引入改性添加剂可能是理想的。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。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。

[0083] 第七步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未完全致密化，因此缺乏用作成形磨粒所需的硬度。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，直到基本上所有的 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。

[0084] 可采用其他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移除淤渣、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步骤在授予 Leitheiser 的美国专利 No. 4, 314, 827 中有更完整的描述。

[0085] 关于成形磨粒制备方法的更多信息在提交于 2008 年 12 月 17 日、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、带开孔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 Serial No. 12/337, 001 中有所公开。

[0086] 实例

[0087] 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，否则在实例及本说明书的其余部分中的所有份数、百分数、比率等均为以重量计。

[0088] 实例 1-3：制备成形磨粒

[0089] 实例 1-3 是如图 8 所示的正斜方锥形成形磨粒。使用以下配方制成水软铝石的溶胶-凝胶：通过将含水(7087 份)和 70% 硝酸(212 份)的溶液进行高剪切混合 13 分钟，分散商标为“DISPERAL”(Sasol North America, Houston, TX)的氧化铝一水合物粉末(4824 份)。使所得溶胶-凝胶在涂敷前老化 1 小时。将溶胶-凝胶压入生产模具中，该模具具有

如表 1 所示尺寸的正斜方锥形成形模具腔体。在构造生产模具的过程中,模具腔体的表面被制造成具有三角形截面的一系列凹槽。这些凹槽为 6 微米深并且具有 110 度的顶角。这种特征之间的间距为 0.065mm。将脱模剂(2% 花生油水溶液)涂布在生产模具上,以施加约 1mg/平方英寸(1.55g/平方米)的花生油。用真空缝口模头涂布站将溶胶-凝胶压入腔体,从而使生产工具的所有开口都完全充满。使溶胶-凝胶涂附生产模具以每分钟 10 英尺(每分钟 3 米)穿过 27 英尺(8.2 米)强制对流空气烘箱,该烘箱被设置成在 13.5 英寸(4.1m)第 1 区段中为 135 摄氏度、空气流速为 60% 并且在 13.5 英寸(4.1m)第 2 区段中为 121 摄氏度、空气流速为 40%。通过使成形磨粒前体穿过超声波焊头来将其从生产模具移除。将成形磨粒前体在大约 650℃ 下煅烧,然后用以下浓度的混合硝酸盐溶液(记录为氧化物)浸透:各自均为 1.8% 的 MgO 、 $Y_2O_3Nd_2O_3$ 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℃ 下再次煅烧磨粒,并在大约 1400℃ 下烧结。煅烧和烧结均采用管式回转炉来进行。如图 8 中示出代表性的成形磨粒。

[0090] 表面涂层处理

[0091] 采用与用于制备 CUBITON 324AV 压碎磨粒的方法(如美国专利 5,352,254 中所公开)类似的方式,处理部分成形磨粒,以增强成形磨粒的静电施加效果。用含有 1.4% MgO 、1.7% Y_2O_3 、5.7% La_2O_3 和 0.07% CoO 的稀土氧化物(REO)溶液浸渍经煅烧的成形磨粒前体。通过将得自 Almatiss(Pittsburg, PA) 的 1.4g Hydral Coat 5 粉末(平均粒径为大约 0.5 微米)在敞口烧杯中搅拌,将其分散在 70g 的 REO 溶液中。然后,用 71.4g 的 REO 溶液中的 Hydral Coat 5 粉末分散体浸渍约 100g 经煅烧的成形磨粒前体。然后,再次煅烧经过浸渍、煅烧的成形磨粒前体,之后烧结到最终硬度。

[0092] 表 1:磨粒说明

[0093]

实例	粒级 ¹	腔体最大中值 长度 L(mm)	腔体最大中值 宽度 W(mm)	腔体高度/颗粒中 值厚度 T(mm)	表面涂 层处理
1	-70/+80	0.76	0.31	0.20	否
2	-60/+70	0.86	0.31	0.20	否
3	-50/+60	0.96	0.41	0.3	否
11	-35/+40	3.34	1.69	0.81	是
12	-35/+40	3.34	1.69	0.85	是
比较例 A	-70/+80	n/a ²	不适用	不适用	否
比较例 B	-60/+70	不适用	不适用	不适用	否
比较例 C	60	不适用	不适用	不适用	是
比较例 H	-35/+40	1.45	1.68	0.70	是

[0094] ¹粒级注释“-X/+Y”表明这些颗粒将穿过尺寸 X 的筛但保留在尺寸 Y 的筛上。

[0095] ²n/a 意指“不适用”。

[0096] 比较例 A-C

[0097] 比较例 A-C 是商购的得自溶胶-凝胶的压碎磨粒,这些磨粒被筛选成如实例 1-3 的那样的对比筛切削量。这些磨粒购自 3M 公司,商品名为“CUBITRON 321”。在表 1 中,-70/+80 表明磨粒可通过网目尺寸 70,而被留在网目尺寸 80 上。

[0098] 实例 4-6 和比较例 D-F

[0099] 实例 4-6 和比较例 D-F 是由如实例 1-3 和比较例 A-C 制备的磨粒制成的磨粒。这些磨粒被涂布在有一个 7/8 英寸 (2.2cm) 孔的 7 英寸 (17.8cm) 直径的纤维盘片上。底胶层和复胶层组分示出于表 2 中。在厚度为 0.83mm (33 密耳) 的硫化纤维背衬(以商标“DYNOS VULCANIZED FIBRE”得自 DYNOS GmbH(Troisdorf, Germany))涂布 3.0g/ 盘片的胶层组分, 在该背衬上静电涂布 5.0g/ 盘片的磨粒, 然后施加 10.0g/ 盘片的复胶层组分。就实例 6 而言, 磨粒是 30% 实例 3 成形磨粒和 70% 的棕刚玉颗粒(粒级 P100 “FSX”, 得自 Treibacher Schleifmittel North America 有限公司 (Niagra Falls, N.Y.))的混合物。在 102 摄氏度下固化 10 小时后, 将盘片折曲, 然后根据磨削测试 1 来测试这些盘片。测试结果在图 9-19 中示出。

[0100] 表 2 :底胶层和复胶层树脂

[0101]

材料	说明	底胶	复胶
甲阶酚醛树脂	经金属氢氧化物催化的苯酚甲醛树脂, 大约 75%的水溶液	49.15%	29.42%
水	水	10.19%	18.12%
填料	碳酸钙, 粒径小于 46 微米并且平均粒径为约 15 微米, 以品名 “Georgia Marble No. 10” 得自 Georgia Marble(Gantts Quarry, AL)	40.56%	无
助磨剂	冰晶石, 以品名 “RTN Cryolite” 得自 TR International Trading 公司(Houston, TX)	无	50.65%
表面活性剂	0.5%乙氧基化油酸表面活性剂, 以品名 “EMULON A” 得自 BASF 公司(Mount Olive, NJ)	0.10%	1.81%
合计		100%	100%

[0102] 磨削测试 1

[0103] 研磨盘片用以下程序测试。将待评估的 7 英寸 (17.8cm) 直径的研磨盘片附于装配有 7 英寸 (17.8cm) 盘片垫面板((“45193Medium Gray”, 得自 3M 公司 (St. Paul, Minn))的转台磨床上。然后启动磨床, 并且磨床在 8 磅 (3.6kg) 的负载下抵靠在 0.75 英寸 × 0.75 英寸 (1.9cm × 1.9cm) 的、预称重的 1045 中碳钢条的端面。在此负载下并且紧靠此工件的磨床的所得转速为 5000rpm。该工件在这些条件下被研磨总共五十(50)个 15 秒的磨削周期(遍数)。每一个 15 秒周期后, 让工件冷却至室温并称重, 以确定研磨操作的切削量。测试结果被记录为实例 4 和 5 的累积切削量和切削速率和实例 6 的每个周期的切削增量。如果需要, 可采用合适的设备自动进行该试验。

[0104] 结果

[0105] 由粒级 -70/+80 的斜方锥形几何体的成形磨粒制成的盘片优于由得自常规辊筒压碎的类似颗粒制成的盘片。由成形磨粒制成的盘片的切削速率和累积切削量明显高于由压碎颗粒制成的盘片。对于网目尺寸为 -70/+80 的颗粒, 这些效果在图 9 中以切削速率随周期数变化来呈现, 在图 10 以总切削量随时间变化来呈现。

[0106] 由粒级 -60/+70 斜方锥形几何体的颗粒制成的盘片优于由得自常规辊筒压碎的类似颗粒制成的盘片。由成形磨粒制成的盘片的切削速率和累积切削量也明显高于由压碎颗粒制成的盘片。对于网目尺寸为 -60/+70 的颗粒, 这些效果在图 11 中以切削速率随周期

数变化来呈现,在图 12 中以总切削量随时间变化来呈现。

[0107] 由 30% 的粒级 -50/+60 斜方锥形成磨粒与相同筛号压碎磨粒的共混物制成的盘片的切削量明显高于由 100% 的粒级 -50/+60 的压碎磨粒制成的盘片。这些效果在图 13 中以每周期切削量随周期数变化来呈现。因此,只需少量的双锥形成磨粒就能显著提升性能。

[0108] 实例 7 至 10 和比较例 G

[0109] 实例 7 至 10 和比较例 G 展示本发明的成形磨粒配成少量与商购的压碎颗粒的共混物的功效。由实例 2 的成形磨粒和市售的近似尺寸的压碎颗粒(棕刚玉颗粒,粒级 P80 “FSX”,得自 Treibacher Schleifmittel North America 有限公司(Niagra Falls, N. Y.))制备共混物。这些研磨混合物的组分在表 3 中标明。使用这些颗粒混合物来制备研磨片。

[0110] 由带涂布侧阻挡层的 16×24 英寸(40.6×61.0cm)标准 C 重量(120gsm)纸背衬来制备实例 7,使用有棱纹的涂布杆,用包含在 55% 的含有 0.5% 的非离子表面活性剂(“Interwet 33”,得自 Interstab Chemicals(Interstab Chemicals))的水中分散的甲阶酚醛树脂的底胶层涂布该涂布侧阻挡层。称取 25g 的矿物共混物并将其均匀分布在矿物托盘上,以备静电涂布使用。所述涂附背衬被静电涂布 10 秒钟。在强制对流烘箱中,将颗粒涂附片在 210 度 F(99C) 下固化 50 分钟,之后将其在 220 度 F(104C) 下固化 60 分钟。然后,通过刷涂施加与底胶层具有相同组分的复胶层,直至得到均匀的湿外观。随后,在后续步骤中,将带复胶层制品在 185 度 F(85C) 下固化 60 分钟,在 210F(99C) 下固化 60 分钟,在 220 度 F(104C) 下固化 30 分钟并且在 235 度 F (113C) 下固化 30 分钟。通过刷涂方式施加商品名为“E-1058”、购自 E-Chem(Leeds, England) 的 50% 含水硬脂酸钙分散体的顶胶层,并将其干燥过夜。通过将附连层施加于非磨料侧并切割出 5 英寸(12.7cm)直径的圆盘片,对此完成的研磨制品作评估前准备。

[0111] 实例 8 至 10 和比较例 G 的盘片的制备方式与实例 7 的盘片的制备方式相同,不同之处在于,磨粒共混物的组分有所不同,如表 3 中所示。根据木材测试来评估实例 7-10 和比较例 G 的盘片。

[0112] 木材测试

[0113] 将盘片附接到 12.7cm (5.0 英寸) 直径 × 0.95cm (3/8 英寸) 厚的泡沫托盘,该托盘商品名为“3M STIKIT or HOOKIT BACKUP PAD, #20206”,可得自 3M 公司(St. Paul, Minnesota)。然后,将托盘-盘片组件安装到 12.7cm (5 英寸) 直径、中等光洁度、双功能定轨砂光机上,该砂光机型号为“050237”,得自 Air Vantage Tools(El Monte, California)。将预称重的灰尘收集装置(11.43cm×15.24cm) 附接于砂光机的灰尘出口。用手将盘片的研磨表面与得自 Woodcrafts Industrial(St. Cloud, MN) 的预称重的 40.6cm×40.6cm (16 英寸 × 16 英寸) 硬质枫木测试工件接触。在 620kPa(90psi) 空气压力下运行砂光机,并施加 15 磅(44N) 的向下压力达 8 个周期,每个周期 150 秒。采用与工件表面成 0 度的角度。每个周期由 48 个重叠的横向路径组成,总路径长度合计 1008 英寸(25.16 米),在整个板面上的磨具速度为 17cm/s (6.7in/s),从而在测试板上形成磨砂均匀的区域。“切削量”:记录从木板去除的重量(单位:克)。所记录的数据基于 3 个测试样品的平均值。对比测试结果示出于表 3 中。

[0114] 表 3:研磨混合物组分和所得切削量

[0115]

实例	重量 % 实例 2 成形颗粒	重量 %P80FSX 颗粒	切削量(克)
比较例 G	0	100	20.13
7	10	90	36.10
8	25	75	40.20
9	50	50	45.43
10	100	0	46.85

[0116] 通过添加少量的达 10 重量 % 的实例 2 (表 1) 成形磨粒几乎使研磨制品的累积切削性能加倍。再增大实例 2 的成形磨粒的相对含量,可进一步提高切削性能,但是显著程度降低。

[0117] 实例 11 和 12 和比较例 H

[0118] 实例 11 和 12 和比较例 H 的磨粒的制备方式与实例 1 的磨粒的制备方式相同,不同之处在于,模具中的模具腔体发生变化。

[0119] 实例 11 的模具腔体是成形为细长菱形的开口和模具中的也是细长菱形的底。细长菱形的底略小,在腔体壁上形成 8 度的拔模角,以形成如图 3 中所示的成形磨粒。

[0120] 实例 12 的模具腔体是成形为细长菱形的开口。菱形的四个侧面向下减缩至顶点,在腔体壁上成 45 度拔模角,以形成如图 1 中所示的成形磨粒。比较例 H 的模具腔体是成形为等边三角形的开口和也成形为等边三角形的底。三角形的底边略小,以在腔体壁上形成 8 度的拔模角。

[0121] 实例 13 和 14 和比较例 J

[0122] 实例 13 和 14 和比较例 J 的研磨制品的制成方式与实例 4 的研磨制品的制成方式相同,不同之处在于,1) 取代了实例 11 的磨粒(图 3 中所示的细长菱形)、实例 12(图 1 所示的细长菱形棱锥)和比较例 H (等边三角形棱柱);2) 将包含酚醛树脂中 KBF₄ 的顶胶层施加于每个盘片;和 3) 准备了 10g/ 盘片磨料重量的疏涂层和 100% 的紧密涂层(实例 11 为 34g/ 盘片、实例 12 为 22g/ 盘片和比较例 J 为 22g/ 盘片) 两种形式。根据磨削测试 2 (图 14-16 中所示的结果) 在不锈钢上评估了实例 13-14 和比较例 J 的磨削性能并且根据磨削测试 1 在 1045 中碳钢上评估了其磨削性能,但是限于 42-45 个周期而非 50 个周期(结果示出于图 17-19)。随着磨粒含量的增加,实例 13 和 14 的切削性能提高。实例 13 和 14 中的紧密涂层盘片优于疏涂层盘片。比较例 J 盘片表现出相反的情况,疏涂层的切削性能比紧密涂层的切削性能高。

[0123] 磨削测试 2

[0124] 使用以下程序测试研磨盘片。将待评估的 7 英寸 (17.8cm) 直径的研磨盘片附于装配有 7 英寸 (17.8cm) 盘片垫面板((“45193Medium Gray”,得自 3M 公司 (St. Paul, Minn)) 的转台磨床上。然后启动磨床,并且磨床在 12 磅 (5.4kg) 的负载下抵靠 0.75 英寸 × 0.75

英寸 (1.9cm×1.9cm)、预称重的 304 不锈钢条的端面。在此负载下并且紧靠此工件的磨床的所得转速为 5000rpm。在总共 6 和 12 个 15 秒的磨削周期(遍数)的这些条件下对该工件进行研磨。每一个 15 秒周期后,让工件冷却至室温并称重,以确定研磨操作的切削量。测试结果被记录为实例 4 和 5 的累积切削量和切削速率以及实例 6 的每个间隔的切削增量。如果需要,可采用合适的设备自动进行该试验。

[0125] 图 14 表现具有两个细长菱形平行面(图 3)的成形磨粒的性能,并且图 15 示出在不锈钢上的一个细长菱形面(图 1)成形磨粒的性能。这些颗粒的中值粒径是 40 目。可以看到,在这两种情况下,紧密涂层构造的初始切削速率高于疏涂层构造的初始切削速率。另一方面,在示出具有 40 目粒径的两个等边三角形平行面的对比成形磨粒的图 16 中,紧密涂层的磨削性能低于疏涂层的磨削性能。因此,紧密涂层构造中的本发明的成形磨粒的表现优于之前的成形磨粒。

[0126] 图 17 表现出具有两个细长菱形平行面(图 3)的成形磨粒的性能,并且图 18 表现出在软钢上的具有一个细长菱形面(图 1)的成形磨粒的性能。这些颗粒的中值粒径是 40 目。可以看到,在这两种情况下,紧密涂层构造的初始切削速率高于疏涂层构造的初始切削速率。另一方面,在示出具有 40 目粒径的两个等边三角形平行面的对比成形磨粒的图 19 中,紧密涂层的磨削性能低于疏涂层的磨削性能。因此,紧密涂层构造中的本发明的成形磨粒的表现优于之前的成形磨粒。

[0127] 这些结果表明这些创新的几何形状可以被优化以供低压磨削应用。此前,为了得到良好的磨削切削速率,具有三角形颗粒的疏涂层构造是必须的。通过在这些磨削条件下进行比较,对于具有至少一个细长菱形形成面的成形颗粒,可见磨削性能的提高,而其矿物料的空旷度降低。

[0128] 油漆砂光性能

[0129] 根据油漆砂光测试比较实例 9、10 和比较例 G 的研磨制品。结果示于表 4 中。

[0130] 油漆砂光测试

[0131] 将盘片附接到 12.7cm (5.0 英寸) 直径 ×0.95cm (3/8 英寸) 厚的泡沫托盘,该托盘商品名为“3M STIKIT or HOOKIT BACKUP PAD, #20206”,可得自 3M 公司。然后,将托盘-盘片组件安装到 12.7cm (5 英寸) 直径、中等光洁度、双功能定轨砂光机上,该砂光机型号为“050237”,得自 Air Vantage Tools(EI Monte, CA)。用手将盘的研磨表面与得自 ACT Laboratories 有限公司(Hillsdale, MI) 的预称重的 46cm×76cm(18 英寸 ×30 英寸) 油漆、底漆和电泳喷涂钢板接触。在 620kPa(90psi) 空气压力下运行砂光机,并施加与工件表面成 2.5 度的角度的 15 磅 (44N) 的向下压力达大约 6 个周期,每个周期 150 秒。每个砂光周期包括 48 个重叠的横向路径,总路径长度合计 1008 英寸 (25.16 米),在整个面板表面上的磨具速度为大约 17cm/s (6.7 英寸/秒),从而在测试板上形成均匀砂光区域。一个周期代表操作者在停止砂光来检查工件之前的上述的总砂光时间和动作,随后又重复进行直到磨至金属。钢面板通常需要 6 个周期。

[0132] 第一个砂光周期之后,用压缩空气吹扫整个磨砂板的顶部,去除可见的粉尘,从而清洁测试板。称量该面板,然后用 Taylor Hobson 公司的轮廓曲线仪测量成品。报告数据是 3 个测试样本的平均值。数据表明本发明的成形磨粒不仅具有较高切削性能而且还实现了较低的表面粗糙度。这二者均为所需的特性。

[0133] 表 4 :油漆砂光结果

[0134]

实例	切削量(克)	光洁度 Ra (微英寸)
比较例 G	7.91	98.5
实例 9	13.03	80
实例 10	13.66	78.7

[0135] 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。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被要求权利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。

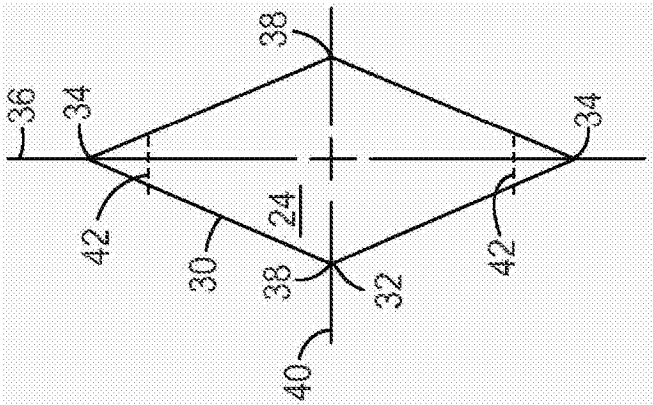


图 1A

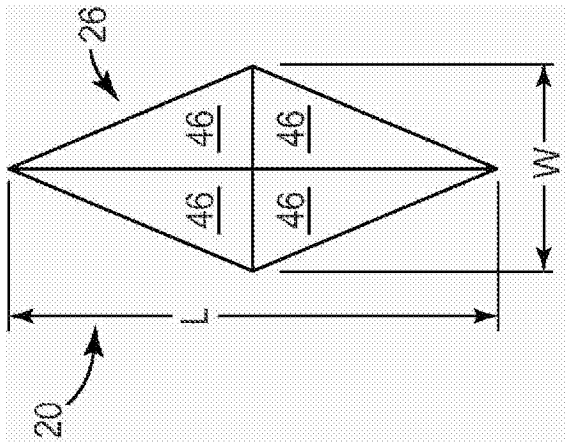


图 1B

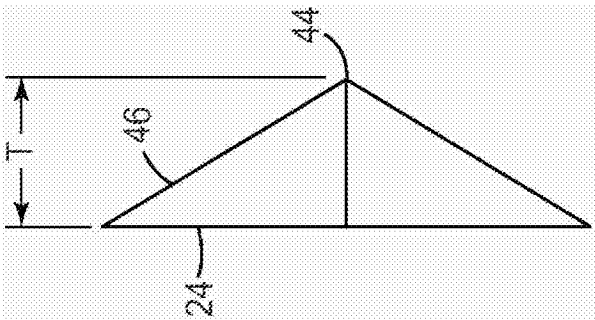


图 1C

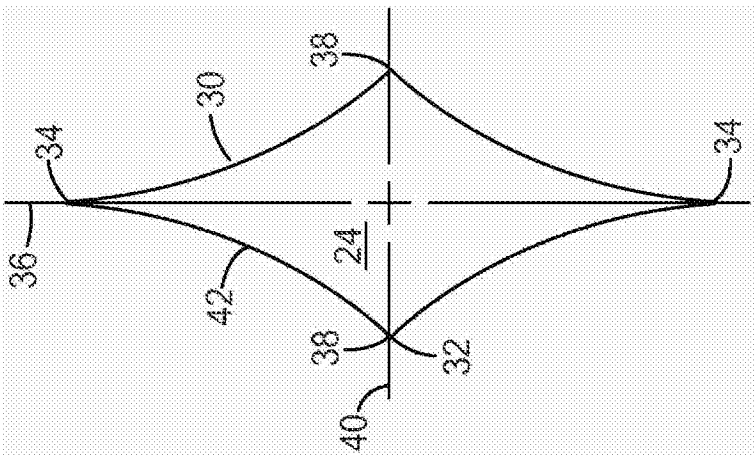


图 2A

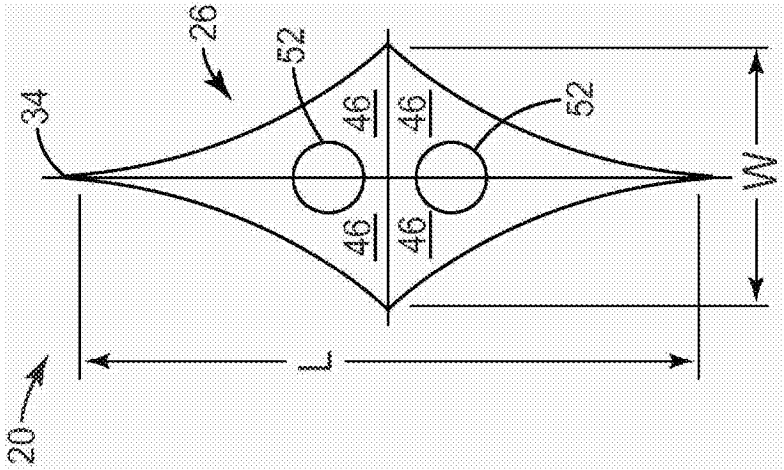


图 2B

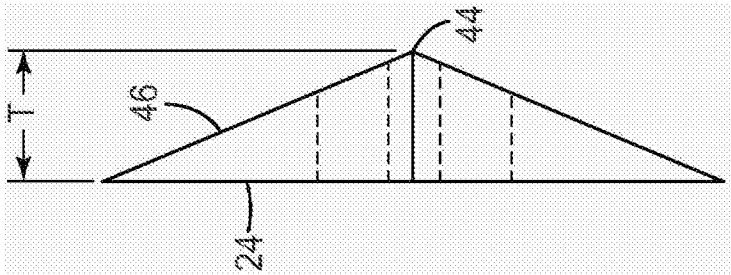


图 2C

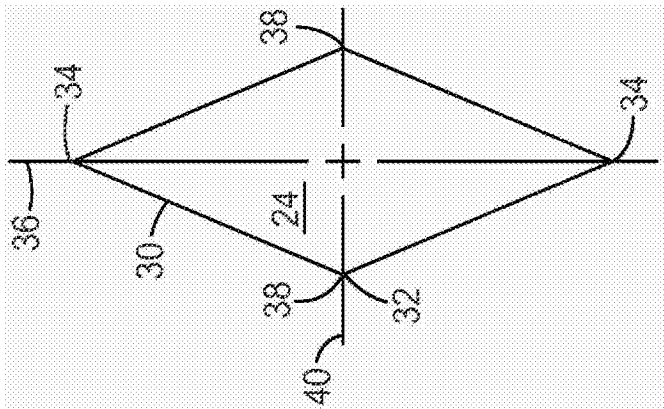


图 3A

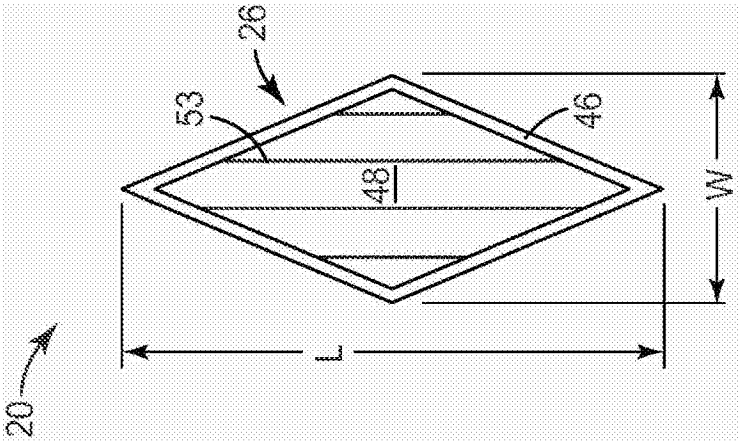


图 3B

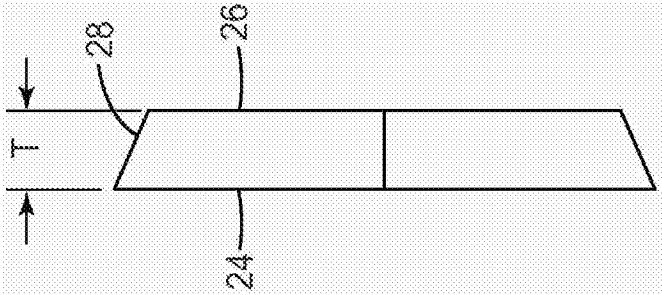


图 3C

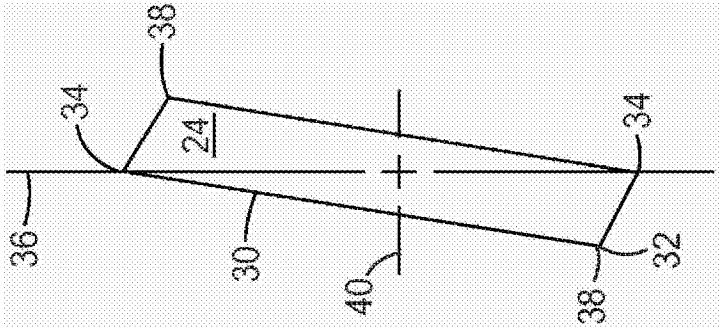


图 4A

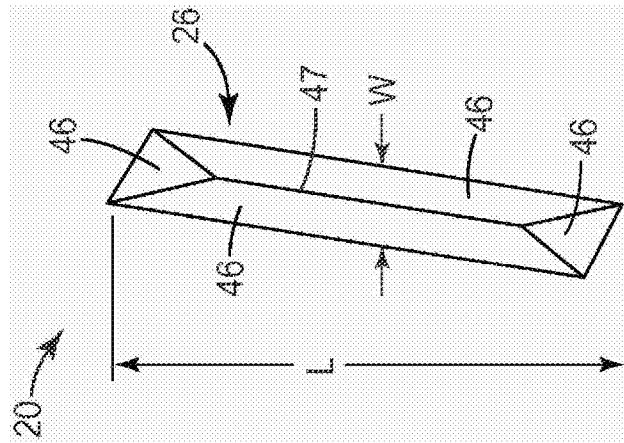


图 4B

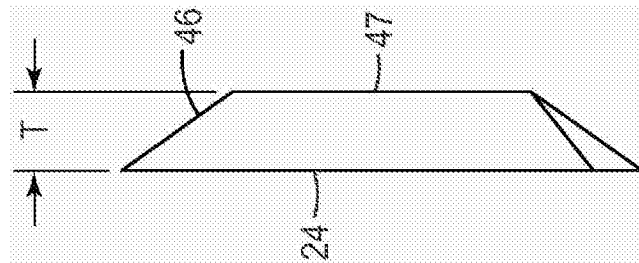


图 4C

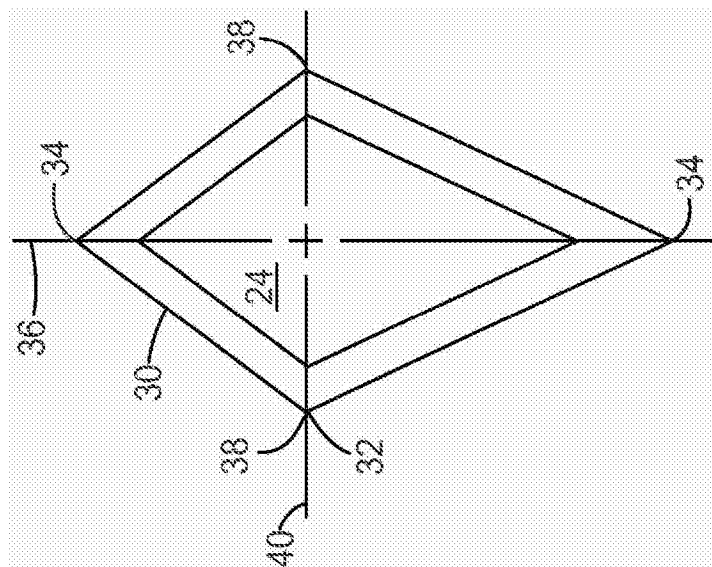


图 5A

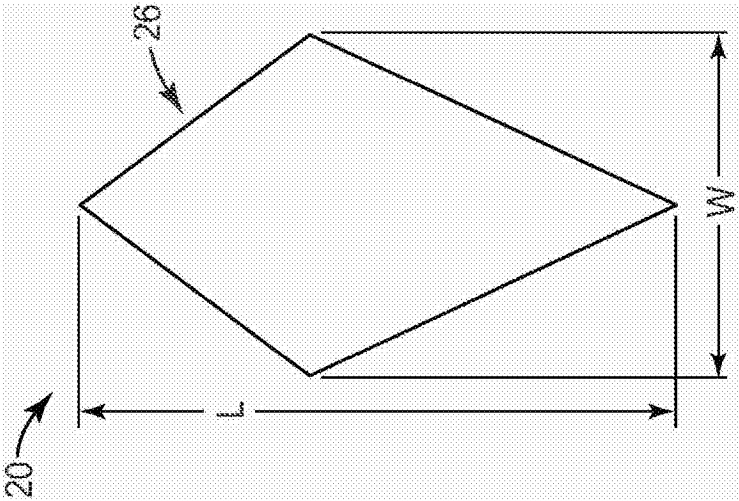


图 5B

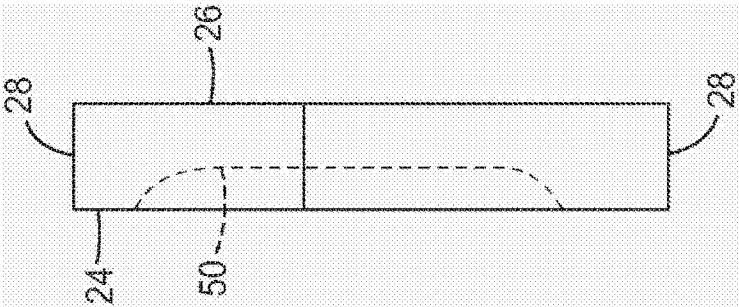


图 5C

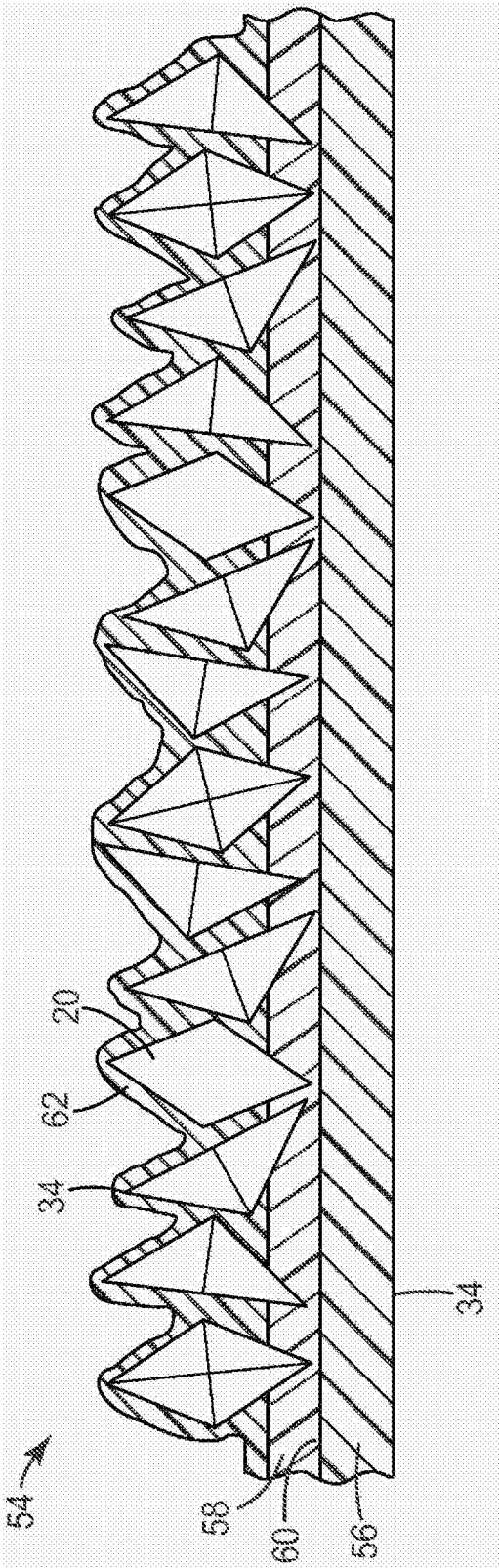


图 6

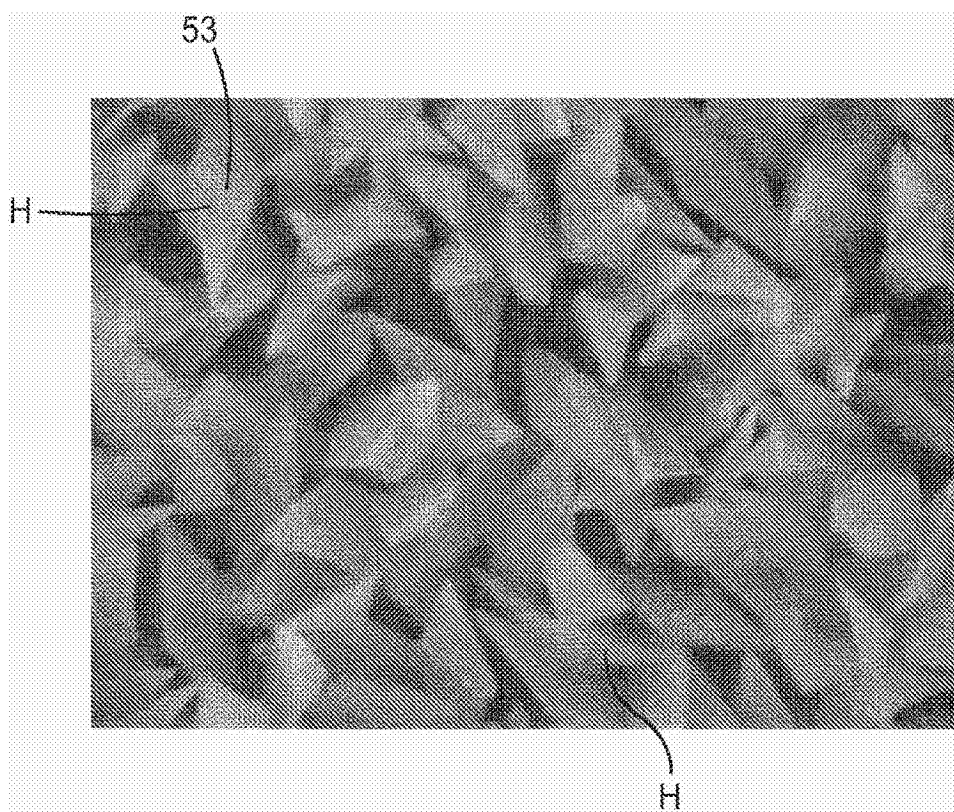


图 7

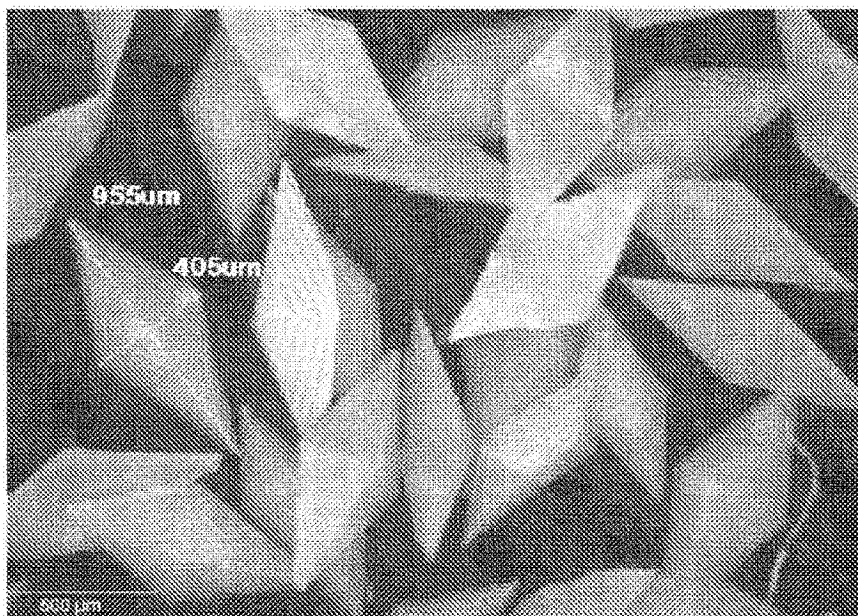


图 8

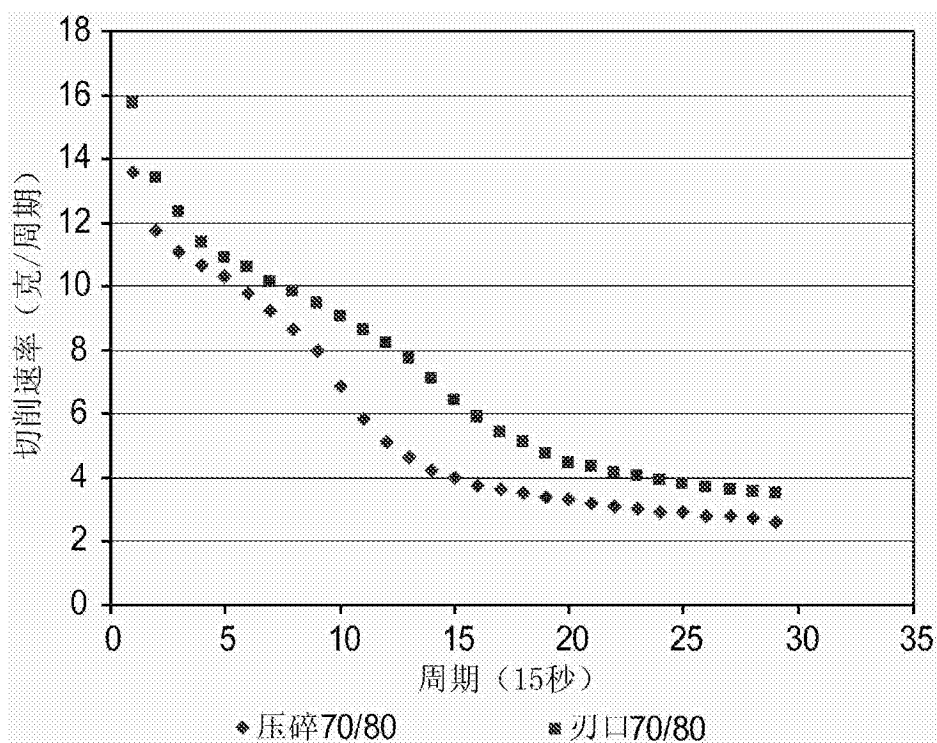


图 9

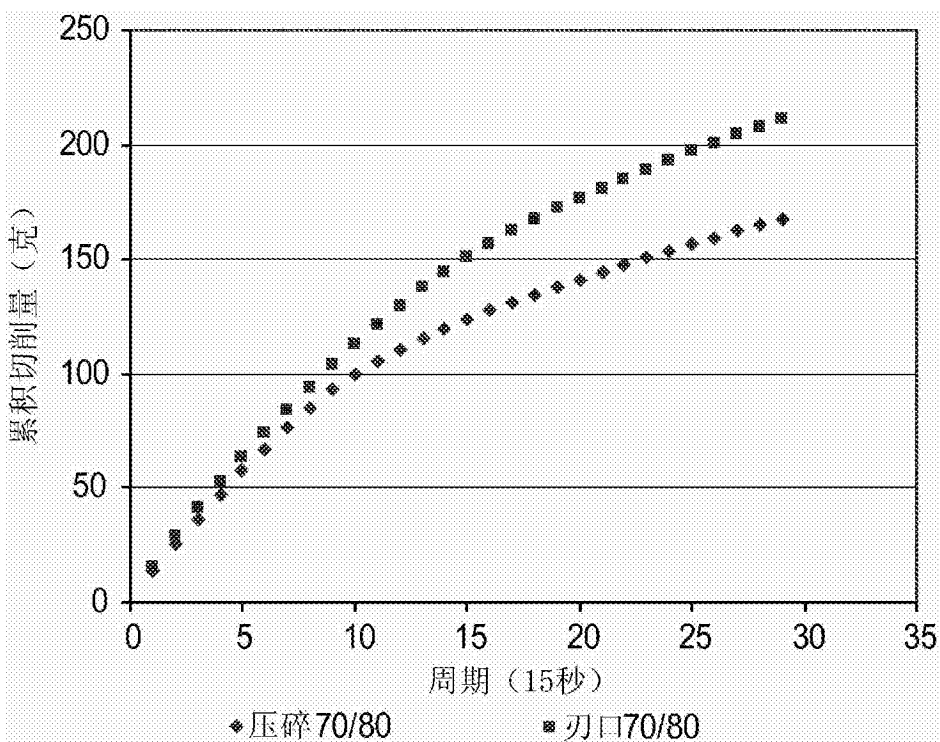


图 10

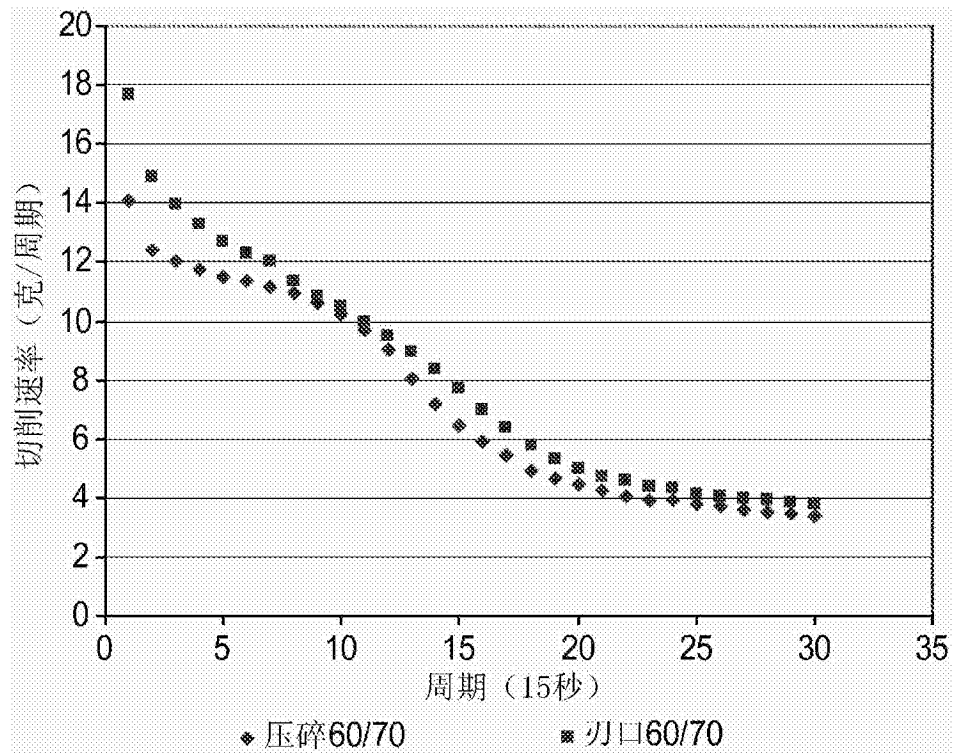


图 11

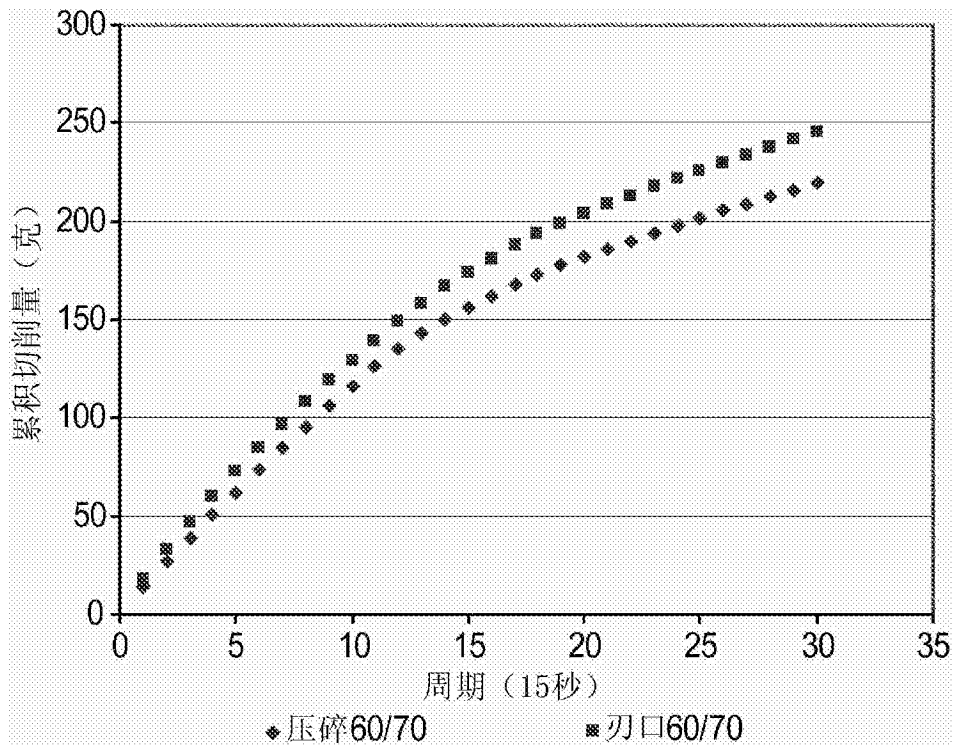


图 12

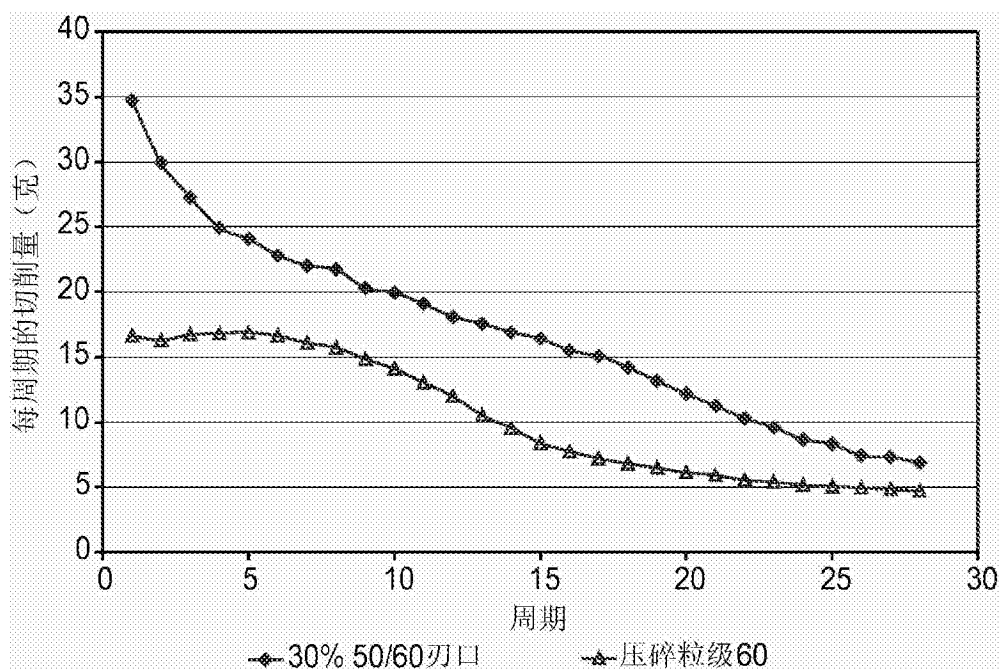


图 13

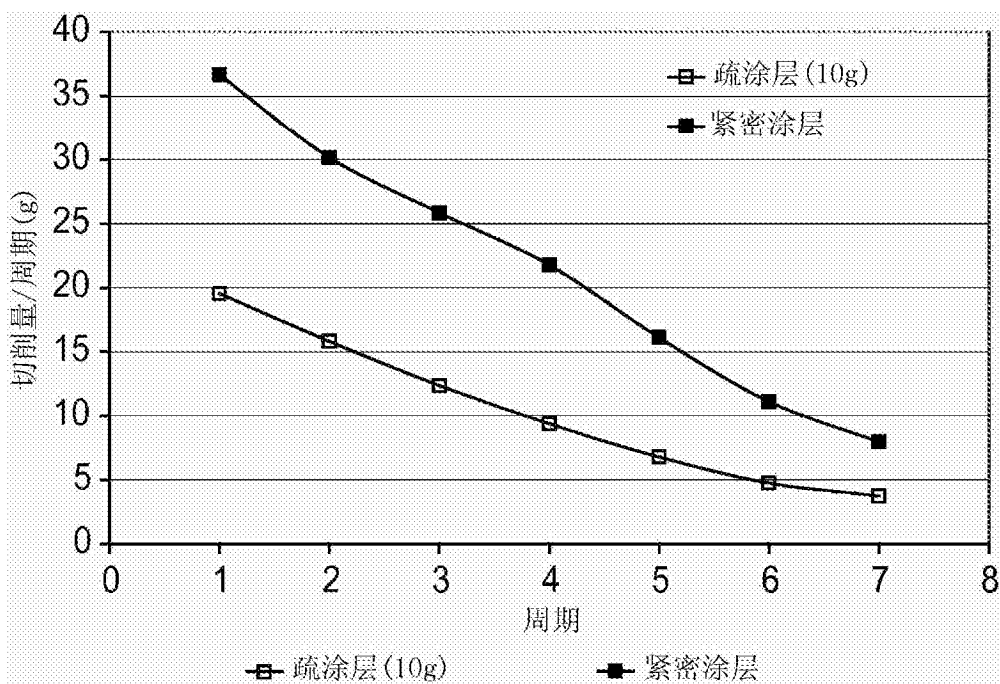


图 14

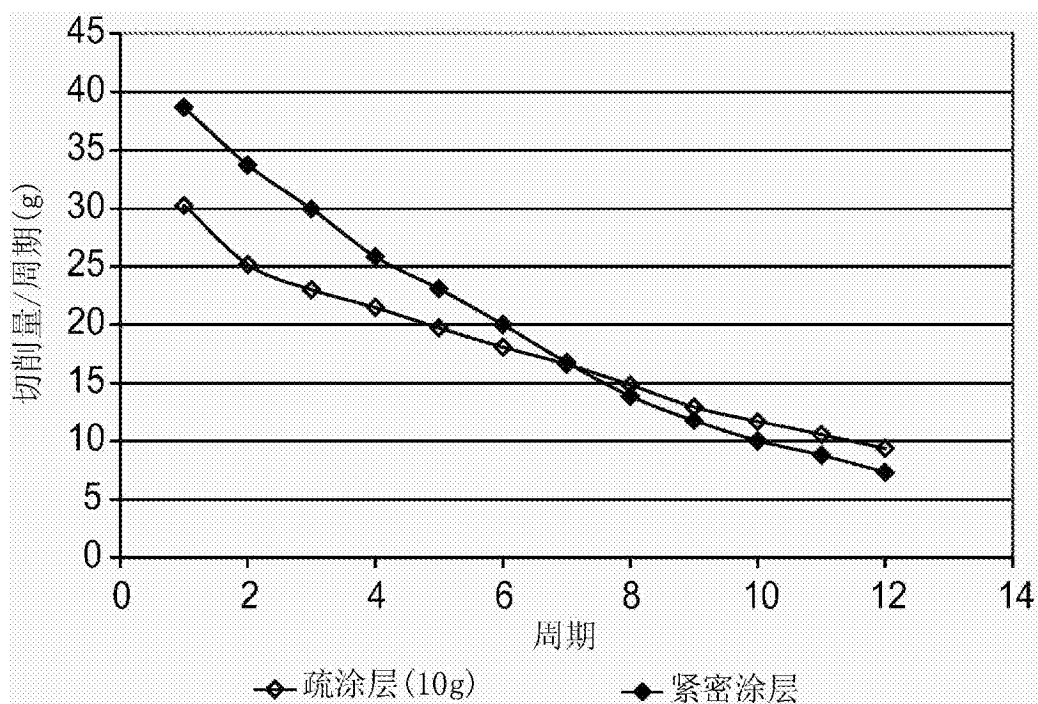


图 15

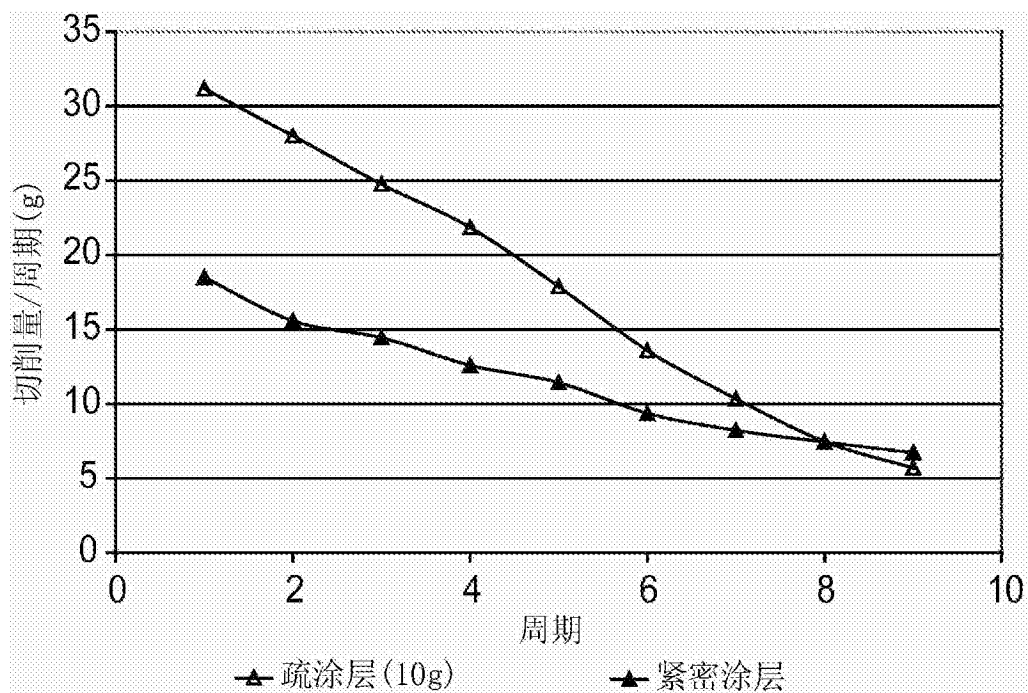


图 16

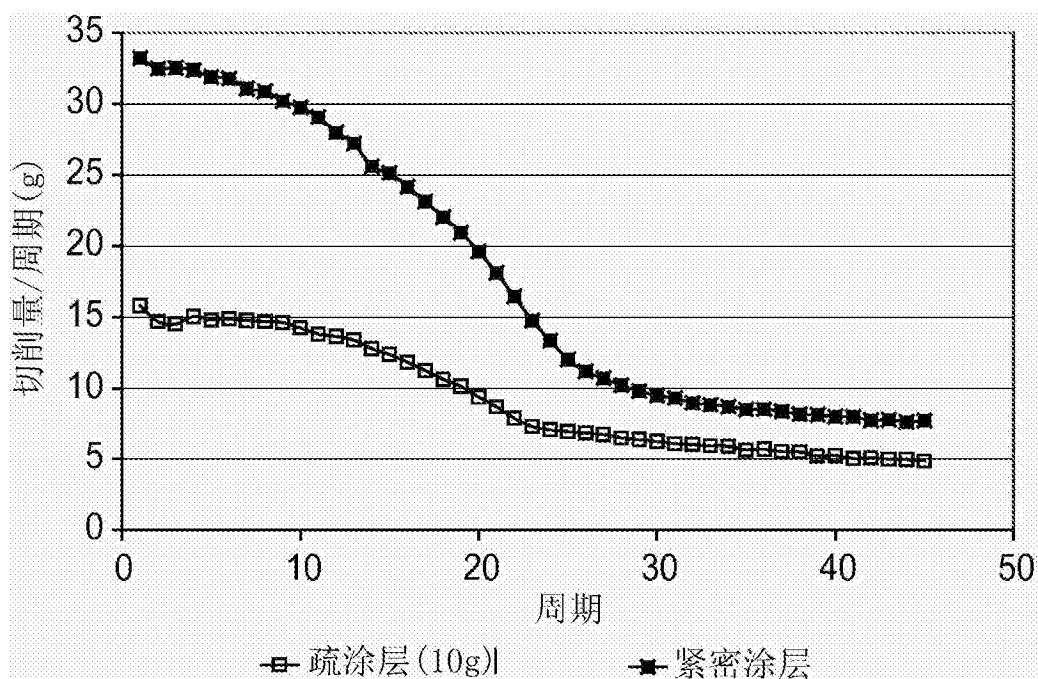


图 17

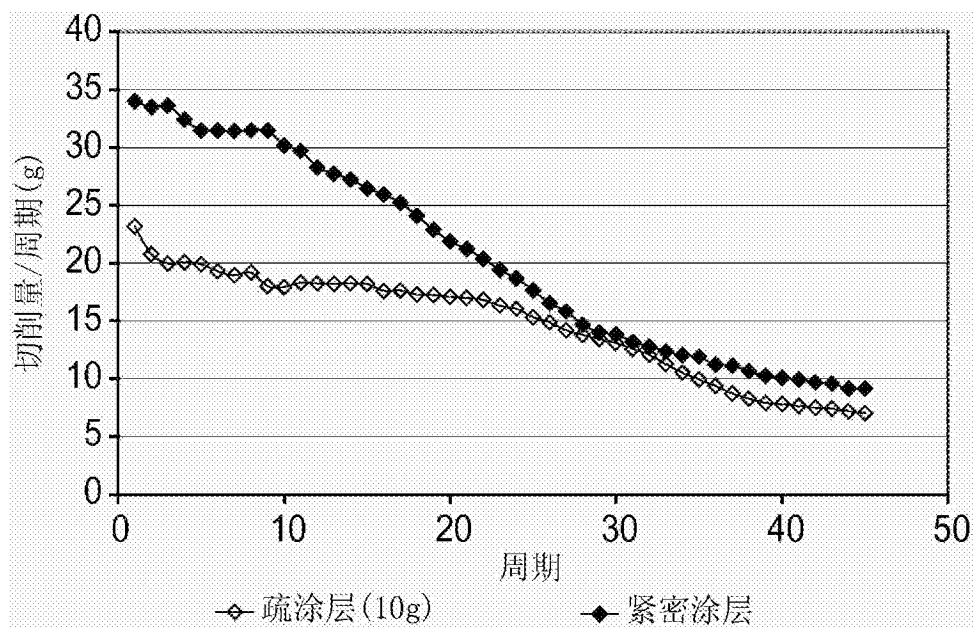


图 18

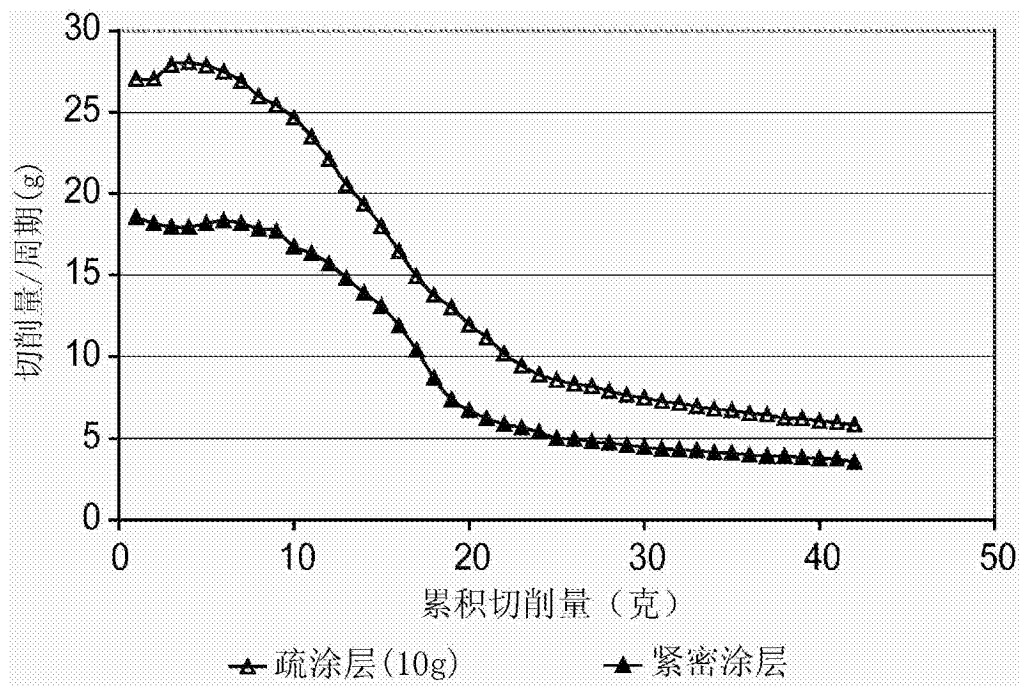


图 19