



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104254429 B

(45)授权公告日 2019.06.14

(21)申请号 201380018827.9

(51)Int.CI.

(22)申请日 2013.03.15

B24D 3/14(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

C09K 3/14(2006.01)

申请公布号 CN 104254429 A

C09C 1/68(2006.01)

(43)申请公布日 2014.12.31

C09G 1/02(2006.01)

(30)优先权数据

(56)对比文件

61/620,224 2012.04.04 US

CN 102281993 A, 2011.12.14,

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

CN 1938129 A, 2007.03.28,

2014.10.08

CN 1291126 A, 2001.04.11,

(86)PCT国际申请的申请数据

CN 1138839 A, 1996.12.25,

PCT/US2013/031972 2013.03.15

CN 1053571 A, 1991.08.07,

(87)PCT国际申请的公布数据

US 2009120009 A1, 2009.05.14,

W02013/151745 EN 2013.10.10

US 2011146509 A1, 2011.06.23,

(73)专利权人 3M创新有限公司

CN 1081948 A, 1994.02.16,

地址 美国明尼苏达州

CN 102281992 A, 2011.12.14,

(72)发明人 尼格斯·B·艾德弗里斯

CN 102317038 A, 2012.01.11,

CN 102300939 A, 2011.12.28,

CN 102300939 A, 2011.12.28,

审查员 董伟

(74)专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

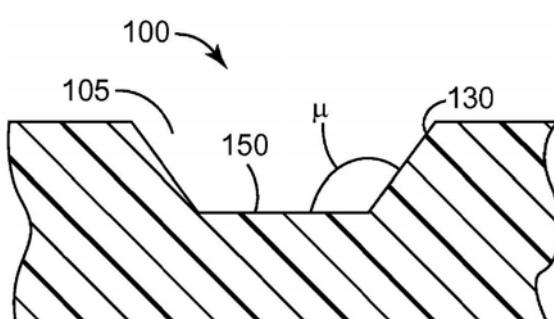
权利要求书3页 说明书22页 附图14页

有限公司 11112

代理人 顾红霞 彭会

(54)发明名称

磨料颗粒、制备磨料颗粒的方法以及磨料制品



(57)摘要

本发明公开了成形陶瓷磨料颗粒，所述成形陶瓷磨料颗粒包括第一表面，所述第一表面具有至少包括第一边缘和第二边缘的周边。所述周边的第一区域包括所述第二边缘并且向内延伸并在限定第一锐角内角和第二锐角内角的两个拐角处终止。所述周边具有最多四个限定锐角内角的拐角。第二表面与所述第一表面相背对并且不接触所述第一表面。周向表面设置在所述第一表面和所述第二表面之间并连接所述第一表面和所述第二表面。所述周向表面具有第一预定的形状。本发明还公开了制备成形陶瓷磨料颗粒的方法和包括所述成形陶瓷磨料颗粒的磨料制品。

1. 一种成形陶瓷磨料颗粒，包括：

第一表面，所述第一表面具有至少包括第一边缘和第二边缘的周边，其中所述周边的第一区域包括所述第二边缘并且向内延伸并在限定第一锐角内角和第二锐角内角的两个锐角拐角处终止，并且其中所述周边具有最多四个限定锐角内角的拐角，所述第一锐角内角为在35至55度的范围内，所述第二锐角内角为在35至55度的范围内；

第二表面，所述第二表面与所述第一表面相背对并且不接触所述第一表面；和

周向表面，所述周向表面设置在所述第一表面和所述第二表面之间并连接所述第一表面和所述第二表面，其中所述周向表面包括在所述第一边缘处接触所述周边的第一壁，其中所述周向表面包括在所述第二边缘处接触所述周边的第二壁，并且其中所述周向表面具有第一预定的形状。

2. 根据权利要求1所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中所述第二表面具有第二预定的形状。

3. 根据权利要求1所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中所述第二表面具有与所述第一表面相同的形状。

4. 根据权利要求1所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中所述第一锐角内角为在40度至55度的范围内，包括端值在内。

5. 根据权利要求1所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中所述周向表面包括在第三边缘处接触所述第一表面的第三壁，其中所述周边的所述第一区域还包括所述第三边缘，并且其中所述第二边缘或所述第三边缘中的至少一者是基本上直的。

6. 根据权利要求5所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中所述第一边缘和所述第三边缘是基本上直的。

7. 根据权利要求5所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中所述周向表面由所述第一壁、所述第二壁和所述第三壁组成。

8. 根据权利要求5所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中所述周向表面还包括在第四边缘处与所述周边相交的第四壁。

9. 根据权利要求8所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中所述第一边缘、所述第二边缘、所述第三边缘和所述第四边缘是向内延伸的。

10. 根据权利要求1所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中所述第二边缘是单调凹的曲线。

11. 根据权利要求1所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中所述成形陶瓷磨料颗粒具有小于或等于其宽度的三分之一的厚度。

12. 根据权利要求11所述的成形陶瓷磨料颗粒，并且其中所述第二锐角内角为在40度至55度的范围内，包括端值在内。

13. 根据权利要求1所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中所述成形陶瓷磨料颗粒具有小于或等于一厘米的长度。

14. 根据权利要求1所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中所述成形陶瓷磨料颗粒基本上由陶瓷材料组成。

15. 根据权利要求14所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中所述陶瓷材料包括 α 氧化铝。

16. 根据权利要求1所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中所述第一表面和所述第二表面是基本上平行的。

17. 根据权利要求1所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中所述周向表面从所述第一表面朝所

述第二表面向内倾斜。

18. 根据权利要求1所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中所述周向表面的斜坡具有在92度至105度范围内，包括端值在内的脱模角。

19. 根据权利要求1所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中所述第一表面大于所述第二表面。

20. 根据权利要求1所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中所述周边的所述第一区域是单调曲线。

21. 根据权利要求1所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中所述周边的所述第一边缘是基本上直的，并且所述第二边缘是弯曲的。

22. 根据权利要求1所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中所述周边是箭头状的。

23. 多个磨料颗粒，其中所述多个磨料颗粒包括以数值计至少10%的根据权利要求1至22中任一项所述的成形陶瓷磨料颗粒。

24. 多个磨料颗粒，其中所述多个磨料颗粒包括以数值计至少30%的根据权利要求1至22中任一项所述的成形陶瓷磨料颗粒。

25. 多个磨料颗粒，其中所述多个磨料颗粒包括以数值计至少50%的根据权利要求1至22中任一项所述的成形陶瓷磨料颗粒。

26. 多个磨料颗粒，其中所述多个磨料颗粒包括以数值计至少70%的根据权利要求1至22中任一项所述的成形陶瓷磨料颗粒。

27. 根据权利要求23所述的多个磨料颗粒，还包括粉碎的磨料颗粒。

28. 一种磨料制品，包括被保持在粘合剂中的根据权利要求23所述的多个磨料颗粒。

29. 根据权利要求28所述的磨料制品，其中所述磨料制品包括粘结的磨料制品。

30. 根据权利要求29所述的磨料制品，其中所述粘结的磨料制品包括粘结的磨轮。

31. 根据权利要求28所述的磨料制品，其中所述磨料制品包括带涂层磨料制品，所述带涂层磨料制品包括固定到背衬的所述多个磨料颗粒，所述背衬具有相背对的第三主表面和第四主表面。

32. 根据权利要求28所述的磨料制品，其中所述磨料制品包括非织造磨料制品，其中所述非织造磨料制品包括固定到膨松有弹性的开放非织造纤维网的所述多个磨料颗粒。

33. 一种制备成形陶瓷磨料颗粒的方法，所述方法包括以下步骤：

a) 提供限定模具腔体的模具，其中所述模具腔体具有由周边限定的外部开口，其中所述周边至少包括第一边缘和第二边缘，其中所述周边的第一区域包括所述第二边缘并且向内延伸并在限定第一锐角内角和第二锐角内角的两个锐角拐角处终止，所述第一锐角内角为在35至55度的范围内，所述第二锐角内角为在35至55度的范围内，并且其中所述周边具有最多四个限定锐角内角的拐角，并且其中所述模具腔体由周向模具表面侧向地界定，所述周向模具表面包括在所述第一边缘处与所述周边相交的第一模具壁和在所述第二边缘处与所述周边相交的第二模具壁；

b) 将陶瓷前体材料设置在所述模具腔体内；

c) 将设置在所述模具腔体内的所述陶瓷前体材料转换加工成成形陶瓷前体颗粒；以及

d) 将所述成形陶瓷前体颗粒转换加工成所述成形陶瓷磨料颗粒。

34. 根据权利要求33所述的方法，其中所述第一锐角内角具有在40度至55度范围内，包括端值在内的值。

35. 根据权利要求33所述的方法,其中所述模具包括敞口模具。
36. 根据权利要求33所述的方法,其中所述模具还包括与所述第一模具壁和所述第二模具壁接触的底部模具表面。
37. 根据权利要求33所述的方法,其中所述模具腔体具有深度,并且其中所述第一模具壁和所述第二模具壁随着深度增大而向内倾斜。
38. 根据权利要求33所述的方法,其中所述第二边缘包括弯曲的边缘。
39. 根据权利要求33所述的方法,其中所述周边的所述第一区域是单调曲线。
40. 根据权利要求33所述的方法,其中所述周边包括至少一个基本上直的边缘和至少一个弯曲的边缘。
41. 根据权利要求33所述的方法,其中所述周边包括至少两个基本上直的边缘和弯曲的边缘。
42. 根据权利要求33所述的方法,其中所述周边由两个基本上直的边缘和弯曲的边缘组成。
43. 根据权利要求33所述的方法,其中所述周向模具表面还包括第三模具壁,并且其中所述第三模具壁在第三边缘处与所述周边相交。
44. 根据权利要求43所述的方法,其中所述第三边缘相对于所述周边向内延伸。
45. 根据权利要求33所述的方法,其中所述周边是箭头状的。
46. 根据权利要求33所述的方法,其中所述周边包括至少两个基本上直的边缘。
47. 根据权利要求46所述的方法,其中所述周向模具表面还包括第四模具壁,并且其中所述第四模具壁在第四边缘处与所述周边相交。
48. 根据权利要求33至47中任一项所述的方法,其中所述方法还包括在步骤d)之前将所述成形陶瓷前体颗粒与所述模具分离。
49. 根据权利要求48所述的方法,其中步骤d)包括烧结所述成形陶瓷前体颗粒。
50. 根据权利要求48所述的方法,其中步骤d)包括煅烧所述成形陶瓷前体颗粒以提供经煅烧的成形陶瓷前体颗粒,并且烧结所述经煅烧的成形陶瓷前体颗粒。
51. 根据权利要求33所述的方法,其中所述成形陶瓷磨料颗粒包括 α 氧化铝。
52. 根据权利要求33所述的方法,其中所述陶瓷前体材料包括溶胶-凝胶。
53. 根据权利要求33所述的方法,其中所述陶瓷前体材料包括 α 氧化铝前体。
54. 根据权利要求33所述的方法,其中每个模具腔体具有小于或等于一厘米的最大侧向尺寸。
55. 根据权利要求33所述的方法,其中所述成形陶瓷磨料颗粒中的每个具有小于或等于其宽度的三分之一的厚度。

磨料颗粒、制备磨料颗粒的方法以及磨料制品

技术领域

[0001] 本公开广义地涉及磨料颗粒、磨料制品及其制备和使用方法。

背景技术

[0002] 近年来,通过模塑溶胶-凝胶、干燥并且烧结所干燥的溶胶-凝胶以获得成形陶瓷磨料颗粒而产生的成形磨料颗粒在磨料行业中已得到普及。金刚石车削技术常常用于制备合适的模具,尤其是用于制备精细级磨料颗粒的模具,但在可制得的模具腔体形状方面受到限制。

发明内容

[0003] 本发明人已发现,通过减小在成形陶瓷磨料颗粒的周边拐角处形成的角可以实现改进的研磨性能。

[0004] 成形磨料颗粒一般来讲可具有超过随机粉碎的磨料颗粒的优异性能。通过控制磨料颗粒的形状,可以控制磨料制品的所得性能。本发明人已发现,通过使成形磨料颗粒的至少一个边缘向内延伸,相邻的拐角通常变尖锐,从而使研磨性能得到意料不到的改进。

[0005] 在一个方面,本公开提供成形陶瓷磨料颗粒,该成形陶瓷磨料颗粒包括:

[0006] 第一表面,该第一表面具有至少包括第一边缘和第二边缘的周边,其中该周边的第一区域包括第二边缘并且向内延伸并在限定第一锐角内角和第二锐角内角的两个拐角处终止,并且其中该周边具有最多四个限定锐角内角的拐角;

[0007] 第二表面,该第二表面与第一表面相背对并且不接触第一表面;以及

[0008] 周向表面,该周向表面设置在第一表面和第二表面之间并且连接第一表面和第二表面,其中周向表面包括第一壁和第二壁,第一壁在第一边缘处接触周边,第二壁在第二边缘处接触周边,并且其中周向表面具有第一预定的形状。

[0009] 在另一方面,本公开提供多个磨料颗粒,其中该多个磨料颗粒包括以数值计至少10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、95%或甚至至少99%的根据本公开所述的成形陶瓷磨料颗粒。

[0010] 根据本公开所述的磨料颗粒在例如制造和使用磨料制品方面是可用的。

[0011] 在另一方面,本公开提供磨料制品,该磨料制品包括保持在粘合剂中的根据本公开所述的成形陶瓷磨料颗粒。

[0012] 本发明人还开发了使得能够制造根据本公开所述的成形陶瓷磨料颗粒(包括精细级)的方法。

[0013] 因此,在另一方面,本公开提供制备成形陶瓷磨料颗粒的方法,该方法包括以下步骤:

[0014] a) 提供限定模具腔体的模具,其中模具腔体具有由周边限定的外部开口,其中该周边至少包括第一边缘和第二边缘,其中周边的第一区域包括第二边缘并且向内延伸并在限定第一锐角内角和第二锐角内角的两个拐角处终止,并且其中周边具有最多四个限定锐

角内角的拐角，并且其中模具腔体由周向模具表面侧向地界定，该周向模具表面包括第一模具壁和第二模具壁，第一模具壁在第一边缘处与周边相交，第二模具壁在第二边缘处与周边相交；

- [0015] b) 将陶瓷前体材料设置在模具腔体内；
- [0016] c) 将设置在模具腔体内的陶瓷前体材料转换加工成成形陶瓷前体颗粒；并且
- [0017] d) 将成形陶瓷前体颗粒转换加工成成形陶瓷磨料颗粒。

[0018] 在一些实施例中，该方法还包括在步骤d)之前将成形陶瓷前体颗粒与模具分离。在一些实施例中，步骤d)包括烧结成形陶瓷前体颗粒。在一些实施例中，步骤d)包括煅烧成形陶瓷前体颗粒以提供经煅烧的成形陶瓷前体颗粒，并且烧结经煅烧的成形陶瓷前体颗粒。

[0019] 以下定义适用于整个说明书和权利要求书。

[0020] 术语“角”在下文例如参考图6A-6D进行定义。

[0021] 术语“煅烧”是指通过在比通常用于烧结的温度低的温度条件下加热而从陶瓷前体中去除挥发性物质(如，游离水)。

[0022] 术语“陶瓷磨料颗粒”是指包含陶瓷材料的磨料颗粒。

[0023] 术语“拐角”是指两条会聚线或边缘相遇所形成的地方、位置或角。拐角可以是尖锐的，例如呈点或边缘。拐角还可以是连接相邻线或面的大体圆形区域。

[0024] 术语“脱模角”是指锥形的角，该角结合到模具腔体的壁中使得模具腔体的开口宽于其基部。现在参见图1，其示出模具100和模具腔体105的横截面，脱模角 μ 是模具基部150和模具壁130之间的角。脱模角可变化以改变第一表面和第二表面与周向表面的侧边的相对大小。在本公开的各种实施例中，脱模角 μ 可以为90度，或在约95度至约130度、约95度至约125度、约95度至约120度、约95度至约115度、约95度至约110度、约95度至约105度、或约95度至约100度的范围内。如本文所用，术语脱模角还指模塑主体的壁的对应于用于制备模塑主体的模具的脱模角的锥形角。例如，图3中的示例性成形陶瓷磨料颗粒300的脱模角应当是第二表面370和壁384之间的角。

[0025] 术语“面”是指大体平的表面，其可包括例如在制造期间产生的小瑕疵。

[0026] 术语“内角”是指在周边内由周边的两个相邻边缘限定的角。

[0027] 术语“长度”是指物体沿其最大维度的最大程度。

[0028] 术语“主表面”是指比所提及的物体中的至少一半表面大的表面。

[0029] 术语“周边”是指表面的封闭边界，其可以是平的表面或不平的表面。

[0030] 术语“预定的形状”意指形状从在制备陶瓷磨料颗粒期间使用的模具腔体复制而来。术语“预定的形状”排除通过机械粉碎操作获得的随机形状。

[0031] 术语“烧结”是指加热陶瓷前体材料使其发生到对应的陶瓷材料的基本转化的过程。

[0032] 术语“厚度”是指某物沿正交于长度和宽度两者的维度的最大程度。

[0033] 术语“宽度”是指某物沿正交于长度的维度的最大程度。

[0034] 在考虑具体实施方式以及所附权利要求书之后，将进一步理解本公开的特征和优点。

附图说明

- [0035] 图1是示例性模具的示意性边缘剖视图,其示出如何确定脱模角。
- [0036] 图2是根据本公开的示例性成形陶瓷磨料颗粒的示意透视图。
- [0037] 图3是根据本公开的示例性成形陶瓷磨料颗粒的示意透视图。
- [0038] 图4是根据本公开的另一种示例性成形陶瓷磨料颗粒的示意透视图。
- [0039] 图5A-5C是根据本公开的示例性成形陶瓷磨料颗粒的示意顶视图。
- [0040] 图6A-6D是各种拐角的示意顶视图,其示出如何计算它们的角度。
- [0041] 图7是在制备根据本公开所述的成形陶瓷磨料颗粒中可用的示例性模具的示意性剖面透视图。
- [0042] 图8是根据本公开的示例性带涂层磨料制品的边缘剖视图。
- [0043] 图9是根据本公开的粘结的磨料制品的透视图。
- [0044] 图10是根据本公开的非织造磨料制品的放大侧视图。
- [0045] 图11是成形陶瓷磨料颗粒SAP1的显微照片。
- [0046] 图12是根据美国专利申请公布No.2010/0146867 (Boden等人) 中段落[0128]的公开内容、使用98度的脱模角制备的成形氧化铝磨料颗粒SAPA的显微照片。
- [0047] 图13和图14是比较实例1和比较例A和B的研磨盘的切割速率和累积切割量的点图。
- [0048] 图15是成形陶瓷磨料颗粒SAP2的显微照片。
- [0049] 图16是成形陶瓷磨料颗粒SAP3的显微照片。
- [0050] 图17是比较用实例1、实例2、实例3和比较例C的颗粒制备的研磨盘对1045碳钢的性能的点图。
- [0051] 图18是比较实例4、实例5、实例6和比较例D的研磨盘在用于研磨304不锈钢时的性能的点图。
- [0052] 图19是比较实例4、实例5、实例6和比较例D的研磨盘的性能的点图。
- [0053] 图20A是根据美国专利No.8,142,531 (Adefris等人) 的公开内容制备的成形氧化铝磨料颗粒SAPB的显微照片。
- [0054] 图20B是成形陶瓷磨料颗粒SAP4的显微照片。
- [0055] 图21是比较实例7、比较例E以及比较例F的研磨盘的性能的点图。
- [0056] 图22和图23是实例8和比较例G的研磨盘在分别用于研磨1045碳钢和304不锈钢时的性能的点图。
- [0057] 尽管上述附图示出了本公开的若干实施例,但是例如如讨论中所指出,还可以想到其他实施例。在所有情况下,本公开都以示例性而非限制性方式展示。应当理解,本领域的技术人员可以设计出大量其他修改形式和实施例,这些修改形式和实施例也在本公开的原理的范围和精神内。附图可未按比例绘制。在所有附图中,相同参考标号可以用来表示相同部件。

具体实施方式

- [0058] 现在参见图2,示例性成形陶瓷磨料颗粒200包括第一表面210,该第一表面具有周边220。第二表面270与第一表面210相背对,并且不接触第一表面210。周向表面280具有预

定的形状，并且被设置在第一主表面210和第二主表面270之间并且连接第一主表面210和第二主表面270。周边220包括第一边缘230和第二边缘232。周向表面280包括第一壁282和第二壁284。第一边缘230和第二边缘232分别表示第一壁282和第二壁284与周边220的相交处。周边220的第一区域290包括第一边缘230并且向内延伸并在第一拐角250和第二拐角252处终止，第一拐角250和第二拐角252限定相应的锐角内角260、262。

[0059] 在一些实施例中，根据本公开所述的成形陶瓷磨料颗粒的向内延伸的区域可具有最大深度，最大深度是成形陶瓷磨料颗粒平行于最大深度的最大尺寸的至少5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%或甚至60%。例如，参见图2，其示出平行于最大深度215的最大尺寸218。相似地，在图3中，最大尺寸318平行于最大深度315。

[0060] 在图2所示的实施例中，第一表面210具有对应于用于形成它的模具腔体的基部的第一预定的形状。然而，如果使用具有两个相背对开口的模具(如，像在穿孔板的情况下那样)，第一主表面或第二主表面两者都不会具有预定的形状，而周向表面将会具有预定的形状。

[0061] 在一些实施例中，根据本公开所述的成形陶瓷磨料颗粒具有包括至少三个壁的周向表面。现在参见图3，示例性成形陶瓷磨料颗粒300包括第一表面310，该第一表面具有周边320。周边320包括第一边缘330、第二边缘332和第三边缘334。第一边缘330是凹的单调曲线，而第二边缘332和第三边缘334是基本上直的边缘。第二表面370与第一主表面310相背对，并且不接触第一主表面310。周向表面380具有预定的形状，并且被设置在第一表面310和第二表面370之间并且连接第一表面310和第二表面370。周向表面380包括第一壁382、第二壁384和第三壁386。第一边缘330、第二边缘332和第三边缘334分别表示第一壁382、第二壁384和第三壁386与周边320的相交处。周边320的第一区域390包括向内延伸的第一边缘330并且在第一拐角350和第二拐角352处终止，第一拐角350和第二拐角352限定相应的第一锐角内角360和第二锐角内角362。

[0062] 如图2和图3所示，周边的第一区域可包括单个向内弯曲的延伸边缘，然而还预期周边的第一区域可包括多个边缘(如，2、3、4、5、6、7、8、9、10个或更多个边缘)。

[0063] 现在参见图4，示例性成形陶瓷磨料颗粒400包括第一表面410，该第一表面具有周边420。周边420包括基本上直的第一边缘430、第二边缘432、第三边缘434和第四边缘436。第二表面470与第一表面410相背对，并且不接触第一表面410。周向表面480包括第一壁482、第二壁484、第三壁486和第四壁488。周向表面480具有预定的形状，并且被设置在第一主表面410和第二表面470之间并连接第一主表面410和第二表面470。第一边缘430、第二边缘432、第三边缘434和第四边缘436分别表示第一壁482、第二壁484、第三壁486和第四壁488与周边420的相交处。周边420的第一区域490包括第一边缘430和第四边缘436，并且向内延伸。第一区域490在第一拐角450和第二拐角452处终止，第一拐角450和第二拐角452限定相应的第一锐角内角460和第二锐角内角462。

[0064] 图3和图4示出具有箭头状周边的成形陶瓷磨料颗粒。同样，在一些实施例中，成形陶瓷磨料颗粒本身可以是箭头状的。

[0065] 在一些实施例中，周边的多于一个区域和/或边缘是向内延伸的。例如，现在参见图5A，示例性成形陶瓷磨料颗粒500a具有第一表面510a的周边520a，该周边520a具有两个向内延伸的区域590a、592a，这些区域由边缘530a、532a形成并且各自在锐角拐角550a、

552a、554a中的两个处终止。现在参见图5B,示例性成形陶瓷磨料颗粒500b具有第一表面510b的周边520b,该周边520b具有三个向内延伸的区域590b、592b、594b,这些区域由边缘530b、532b、534b形成并且各自在锐角拐角550b、552b、554b中的两个处终止。同样,现在参见图5C,示例性成形陶瓷磨料颗粒500c具有第一表面510c的周边520c,该周边具有四个向内延伸的区域590c、592c、594c、596c,这些区域由边缘530c、532c、534c、536c形成并且各自在限定锐角内角(未示出)的两个拐角550c、552c、554c、556c处终止。

[0066] 按照定义,第一主表面的周边向外延伸,除了任何向内延伸的区域以外。例如,周边可以向外延伸,除了一个、两个、三个或四个向内延伸的区域以外。周边的向内延伸的区域可包括例如单个弯曲的边缘(如,单调的弯曲的边缘),或多个弯曲的或基本上直的(如,线性的)边缘,或弯曲的边缘和基本上直的边缘的组合。

[0067] 通常,根据本公开所述的成形陶瓷磨料颗粒具有显著小于其长度和/或宽度的厚度,但这不是必需的。例如,成形陶瓷磨料颗粒的厚度可以小于或等于其长度和/或宽度的三分之一、五分之一或十分之一。

[0068] 一般来讲,第一表面和第二表面基本上平行,甚至是平行的;然而,这不是必需的。例如,由于干燥引起的随机偏差可能导致第一主表面和第二主表面之一或二者是不平坦的。同样,第一主表面和/或第二主表面可具有形成于其中的平行的凹槽,例如,在美国专利申请公布No.2010/0146867 A1 (Boden等人)中所描述的。

[0069] 根据本公开所述的成形陶瓷磨料颗粒包含陶瓷材料。在一些实施例中,它们可基本上由陶瓷材料组成或甚至由陶瓷材料组成,但它们可包含非陶瓷相(如,像在玻璃-陶瓷中那样)。合适的陶瓷材料的实例包括 α 氧化铝、熔融的氧化铝-氧化锆以及熔融的氮氧化物。关于适用于根据本公开所述的成形陶瓷磨料颗粒的溶胶-凝胶衍生的陶瓷材料另外细节可见于例如美国专利No.4,314,827 (Leitheiser等人)、美国专利No.4,518,397 (Leitheiser等人)、美国专利No.4,623,364 (Cottringer等人)、美国专利No.4,744,802 (Schwabel)、美国专利No.4,770,671 (Monroe等人)、美国专利No.4,881,951 (Wood等人)、美国专利No.4,960,441 (Pellow等人)、美国专利No.5,139,978 (Wood)、美国专利No.5,201,916 (Berg等人)、美国专利No.5,366,523 (Rowenhorst等人)、美国专利No.5,429,647 (Larmie)、美国专利No.5,547,479 (Conwell等人)、美国专利No.5,498,269 (Larmie)、美国专利No.5,551,963 (Larmie)、美国专利No.5,725,162 (Garg等人) 和美国专利No.6,054,093 (Torre等人)。

[0070] 为了有利于从用于制备根据本公开所述的成形陶瓷磨料颗粒的模具中将其移除并且通常为了提高在研磨应用中的性能,成形陶瓷磨料颗粒可对应于模具的脱模角是锥形的,例如,如在美国专利申请公布No.2010/0151196 A1 (Adefris等人)中所描述的。在其他实施例中,周向表面可以不是锥形的(即,它可以是竖直的),和/或第一表面和第二表面可以具有相同的大小和形状。

[0071] 在一些实施例中,在周边的向内延伸的区域和相邻边缘任一者或两者之间形成的内角小于在向内延伸的区域例如被单个直线段或凸的边缘替换的情况下内角。例如,就等边三角形而言,所有的拐角具有60度的内角,而对于根据本公开的一个实施例的有凹的边缘替换三角形的边缘之一的对应形状,与向内延伸的区域相邻的两个拐角的内角可以为基本上减小的。例如,就大体三角形形状的陶瓷磨料颗粒而言,内角可以为在5、10、15、20、

25或30度至35、40、45、50或55度,或40至55度的范围内。在一些实施例中,内角可以为在35至55度、40至55度、或甚至45至55度的范围内,但其他值也是可以的。相似地,如果三角形的边缘中的两个(或三个)被向内延伸的弯曲的边缘替换,它们相邻拐角的内角可落在相同范围内或甚至更低。在具有四个或更多个边缘的周边的情况下中趋势相同,但内角值可能趋于更大。

[0072] 为了测量周边的拐角的内角(θ),取在相应边缘的切线(T_1 、 T_2)之间形成的角,其中相应边缘在其最靠近拐角的点处形成拐角,拐角相对于向内延伸的区域尚未穿过拐点。就相交的直边缘而言(如,如图6A所示),切线 T_{1a} 和 T_{2a} 具有与边缘本身相同的斜率并且内角可容易地确定。在边缘之一或两者是单调向内延伸曲线的情况下(如,如图6B和图6C所示),切线(T_{1b} 和 T_{2b} 或 T_{1c} 和 T_{2c})同样可通过沿着弯曲的边缘趋近拐角来容易地确定。然而,如果拐角是圆的或换句话讲是变形的(如,如图6D所示),拐角的内角的测量可能变得很成问题。因此,在此类情况下,切线 T_{1d} 和 T_{2d} 应通过在每个相邻边缘的切线在趋近邻近拐角的拐点(如果存在)(图6D中示出为 P_1 和 P_2)时测量它们来确定。

[0073] 根据本公开所述的成形陶瓷磨料颗粒通常作为多个颗粒使用,这些颗粒可包括本公开的成形陶瓷磨料颗粒、其他成形磨料颗粒和/或粉碎的磨料颗粒。例如,根据本公开的多个磨料颗粒可包括以数值计至少10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、95%或甚至99%或更大百分比的本文所述的成形陶瓷磨料颗粒。成形陶瓷磨料颗粒可具有相同的标称大小和形状,但在一些实施例中,使用大小和/或形状的组合可能是有用的。

[0074] 通常,根据本公开所述的成形陶瓷磨料颗粒具有相对较小的最大颗粒尺寸;例如,小于约1厘米(cm)、5毫米(mm)、2mm、1mm、200微米、100微米、50微米、20微米、10微米或甚至小于5微米,但也可采用其他大小。

[0075] 在本公开中提及的任何磨料颗粒都可根据磨料行业认可并规定的标称等级来设定大小。示例性的磨料行业认可的分级标准包括ANSI(美国国家标准学会)、FEPA(欧洲磨料生产联合会)以及JIS(日本工业标准)颁布的标准。这种工业认可的分级标准包括例如:ANSI 4、ANSI 6、ANSI 8、ANSI 16、ANSI 24、ANSI 30、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 P8、FEPA P12、FEPA P16、FEPA P24、FEPA P30、FEPA P36、FEPA P40、FEPA P50、FEPA P60、FEPA P80、FEPA P100、FEPA P120、FEPA P150、FEPA P180、FEPA P220、FEPA P320、FEPA P400、FEPA P500、FEPA P600、FEPA P800、FEPA P1000和FEPA P1200;以及JIS 8、JIS 12、JIS 16、JIS 24、JIS 36、JIS 46、JIS 54、JIS 60、JIS 80、JIS 100、JIS 150、JIS 180、JIS 220、JIS 240、JIS 280、JIS 320、JIS 360、JIS 400、JIS 400、JIS 600、JIS 800、JIS 1000、JIS 1500、JIS 2500、JIS 4000、JIS 6000、JIS 8000和JIS 10,000。更通常地,根据ANSI 60和80或者FEPA P60和P80分级标准将成形陶瓷磨料颗粒独立地设定大小。

[0076] 术语“磨料行业认可并规定的标称等级”还包括磨料行业认可并规定的标称筛选等级。例如,规定的标称筛选等级可以使用符合ASTM E-11-09“Standard Specification for Wire Cloth and Sieves for Testing Purposes(测试用丝布和筛网的标准规格)”的美国标准测试筛网。ASTM E-11-09阐明了测试筛网的设计和构造需求,该测试筛网利用安装在框架中的织造丝布为介质,根据指定粒度对材料进行分类。典型名称可表示为-18+20,

意思是成形陶瓷磨料颗粒通过了符合ASTM E-11-09“Standard Specification for Wire Cloth and Sieves for Testing Purposes(测试用丝布和筛网的标准规格)”针对18号筛网的规格的测试筛网并且保留在符合ASTM E11-09针对20号筛网的规格的测试筛网上。在一个实施例中,成形陶瓷磨料颗粒具有的粒度使得:至少90%的颗粒通过18目测试筛网,并且可以保留在20目、25目、30目、35目、40目、45目或50目测试筛网上。在各种实施例中,成形陶瓷磨料颗粒可具有的标称筛选等级包括:-18+20、-20/+25、-25+30、-30+35、-35+40、5-40+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。

[0077] 在一些实施例中,可根据多步骤工艺来制备成形陶瓷磨料颗粒。该工艺可使用陶瓷前体分散体(如,包含陶瓷前体材料的分散体(如,溶胶-凝胶)来实施。

[0078] 简而言之,该方法包括以下步骤:制备可被转变为对应的陶瓷的有晶种或无晶种的陶瓷前体分散体(如,可转变成 α -氧化铝的勃姆石溶胶-凝胶);用陶瓷前体分散体填充具有期望的成形磨料颗粒外部形状的一个或多个模具腔体,干燥陶瓷前体分散体以形成成形陶瓷前体颗粒;从模具腔体移除成形陶瓷前体颗粒;煅烧成形陶瓷前体颗粒以形成经煅烧的成形陶瓷前体颗粒,然后烧结经煅烧的成形陶瓷前体颗粒以形成成形陶瓷磨料颗粒。

[0079] 在一些实施例中,省略煅烧步骤并且成形陶瓷前体颗粒在从模具中移除之后直接进行烧结。在一些实施例中,模具由在煅烧或烧结期间烧尽的牺牲材料(如,聚烯烃材料)制成,从而在加工期间消除将陶瓷前体颗粒与模具分离的步骤。

[0080] 现在,将在含 α -氧化铝的成形陶瓷磨料颗粒的上下文中对该工艺进行更详细的描述。

[0081] 第一工艺步骤涉及提供可被转变为陶瓷材料的有晶种或无晶种的陶瓷前体材料分散体(即,陶瓷前体分散体)。陶瓷前体分散体常常包含挥发性液体组分。在一个实施例中,挥发性液体组分是水。陶瓷前体分散体应当包含足量的液体以使分散体的粘度足够低,从而能够填充模具腔体并且复制模具表面,但是液体的量不能太多,以致引起随后将液体从模具腔体中移除的成本过高。在一个实施例中,陶瓷前体分散体包含2重量%至90重量%的可以被转变为陶瓷的颗粒(例如,氧化铝一水合物(勃姆石)或另一种氧化铝前体的颗粒),以及至少10重量%至98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)。相反地,在一些实施例中,陶瓷前体分散体包含30重量%至50重量%、或40重量%至50重量%的固体。

[0082] 可用的陶瓷前体分散体的实例包括氧化锆溶胶、氧化钒溶胶、氧化铈溶胶、氧化铝溶胶以及它们的组合。可用的氧化铝分散体包括例如勃姆石分散体以及其他氧化铝水合物分散体。勃姆石可以通过已知的技术来制备或者可以从市场购得。可商购获得的勃姆石的实例包括均得自沙索尔北美有限公司(Sasol North America, Inc.)的商品名为“DISPERAL”和“DISPAL”的产品,或者得自巴斯夫公司(BASF Corporation)的商品名为“HIQ-40”的产品。这些氧化铝一水合物是相对纯的;即,它们除了一水合物外只包含相对少的(如果有的话)其他水合物相,并且具有高表面积。

[0083] 所得成形陶瓷磨料颗粒的物理特性一般将取决于陶瓷前体分散体中使用的材料类型。如本文所用,“凝胶”是分散在液体中的固体的三维网络。

[0084] 陶瓷前体分散体可以包含改性添加剂或者改性添加剂的前体。改性添加剂可以用

于增强磨料颗粒的某些所需性质,或者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以采用可溶性盐的形式,通常为水溶性盐。它们通常由含金属的化合物组成,并且可以是镁、锌、铁、硅、钴、镍、锆、铪、铬、钇、镥、钐、钆、铈、镝、铒、铥、钬、铒、铥、钛的氧化物的前体,以及它们的混合物。能够存在于陶瓷前体分散体中的这些添加剂的特定浓度可以由本领域技术人员进行调整。

[0085] 通常,引入改性添加剂或改性添加剂前体将导致陶瓷前体分散体胶凝。也可以通过以下方式使陶瓷前体分散体胶凝:在一定时期内进行加热,从而通过蒸发来减少分散体中的液体含量。陶瓷前体分散体还可以包含成核剂。适用于本公开的成核剂可以包括 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,或者会使所述转化成核的任何其他物质。如果使用,那么成核剂的量应当足够使 α 氧化铝的转化得以实现。使 α 氧化铝前体分散体成核的方法在美国专利No.4,744,802(Schwabe1)中进行了公开。

[0086] 可以将胶溶剂添加到陶瓷前体分散体中,以产生更稳定的水溶胶或胶态陶瓷前体分散体。合适的胶溶剂是单质子酸或酸性化合物,例如乙酸、盐酸、甲酸和硝酸。也可以使用多质子酸,但是它们可能使陶瓷前体分散体快速胶凝,从而使得难以对其进行处理或难以向其引入附加组分。某些商业来源的勃姆石包含有助于形成稳定陶瓷前体分散体的酸滴度(例如,所吸收的甲酸或硝酸)。

[0087] 陶瓷前体分散体可以通过任何合适的手段形成;例如,就溶胶-凝胶氧化铝前体而言,将氧化铝一水合物与包含胶溶剂的水简单混合,或者形成添加有胶溶剂的氧化铝一水合物浆液。

[0088] 可以加入去沫剂或其他合适的化学品,以降低混合时形成气泡或夹带空气的趋势。如果需要,可以加入其他化学品,例如润湿剂、醇类或偶联剂。

[0089] 第二工艺步骤涉及提供模具,该模具具有至少一个模具腔体,并且优选地具有形成于模具的至少一个主表面中的多个腔体。

[0090] 现在参见图7,示例性模具700限定模具腔体795。模具腔体795由包括第一模具壁782、第二模具壁784和第三模具壁786的周向模具表面780侧向界定。模具腔体795具有由周边720限定的外部开口797。第一模具壁782在第一边缘730处与周边720相交。第二模具壁784在第二边缘732处与周边720相交。周边720的第一区域790向内延伸并且包括第一边缘730,第一边缘730在第一拐角750和第二拐角752处终止,第一拐角750和第二拐角752限定相应的第一锐角内角760和第二锐角内角762。

[0091] 在一些实施例中,模具被形成为生产工具,其可以是例如束带、片材、连续纤维网、轮转凹辊等涂布辊、安装在涂布辊上的套筒、或者模具。在一个实施例中,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等热塑性材料,或者热固性材料。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,在进行干燥时与陶瓷前体分散体接触的模具的表面(如所述多个腔体的表面)包含聚合物材料或热塑性材料,并且该模具的其他部分可以由其他材料制成。举例而言,可将合适的聚合物涂层施加到金属模具上,以改变其表面张力特性。

[0092] 聚合物型或热塑性生产工具可以由金属母模工具复制而成。母模工具将具有生产工具所需的反转图案。母模工具可以采用与生产工具相同的方式制成。在一个实施例中,母

模工具由金属(如,镍)制成,并且经过金刚石车削。在一个实施例中,母模工具至少部分地使用立体光照型技术形成。可以将聚合物片材连同母模工具加热,使得通过将二者压制在一起而对聚合物材料压印出母模工具图案。还可以将聚合物材料或热塑性材料挤出或浇注到母模工具上,然后对其进行压制。冷却热塑性材料以硬化以及制备生产工具。如果利用热塑性生产工具,那么应当注意不要产生过多热量,因为这些热量可以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工具的设计和制造的更多信息可见于美国专利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)。

[0093] 可以从模具顶部表面或底部表面中的开口进入腔体。在一些情况下,腔体可以延伸过模具的整个厚度。作为另外一种选择,腔体可以仅延伸过模具厚度的一部分。在一个实施例中,模具的顶部表面基本上平行于模具的底部表面,其中模具腔体具有基本上均匀的深度。模具的至少一个边缘,即,其中形成腔体的边缘可以在其中移除挥发性组分的步骤中保持暴露于周围大气环境。

[0094] 腔体具有特定三维形状以制备成形陶瓷磨料颗粒。深度尺寸等于从顶部表面到底部表面上的最低点的垂直距离。给定腔体的深度可以是均匀的,或者可以沿其长度和/或宽度而发生变化。给定模具的腔体可以具有相同形状或者不同形状。

[0095] 第三工艺步骤涉及使用陶瓷前体分散体填充模具中的腔体(如,通过常规技术进行填充)。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,那么可以使用脱模剂,以有助于将颗粒从模具中移除。典型脱模剂包括油类(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。一般来讲,将在液体(例如水或酒精)中的脱模剂(例如花生油)施加到与陶瓷前体分散体接触的生产模具的表面,使得当需要脱模时,每单位面积模具上存在介于约 0.1mg/in^2 (0.02mg/cm^2)至约 3.0mg/in^2 (0.5mg/cm^2)之间、或介于约 0.1mg/in^2 (0.02mg/cm^2)至约 5.0mg/in^2 (0.8mg/cm^2)之间的脱模剂。在一些实施例中,模具的顶部表面涂布有陶瓷前体分散体。陶瓷前体分散体可以被抽吸到该顶部表面上。

[0096] 接着,可使用刮刀或矫直棒(即,刮板)将陶瓷前体分散体完全压入模具的腔体中。未进入腔体的陶瓷前体分散体的剩余部分可以从模具的顶部表面移除,并且进行回收利用。在一些实施例中,陶瓷前体分散体的一小部分可以保留在顶部表面上,并且在其他实施例中,顶部表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(0.7MPa)、小于50psi(0.3MPa)或甚至小于10psi(69kPa)。在一些实施例中,陶瓷前体分散体的暴露表面基本上不会延伸超过顶部表面。

[0097] 在期望使用腔体的暴露表面形成成形陶瓷磨料颗粒的基本上平的面的那些实施例中,可能需要过度填充腔体(如,使用微喷嘴阵列)并且缓慢地干燥陶瓷前体分散体。

[0098] 第四工艺步骤涉及移除挥发性组分,以便对分散体进行干燥。有利地,以较快蒸发速率移除挥发性组分。在一些实施例中,通过蒸发来移除挥发性组分是在高于挥发性组分的沸点的温度下进行的。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,温度应当低于该塑料的熔点。在一个实施例中,针对含约40%至50%之间的固体的水分散体以及聚丙烯模具,干燥温度可以为在约90°C至约165°C之间,或者在约105°C至约150°C之间,或者在约105°C至约120°C之间。更高的温度可提高生产速度,但是也可能导致聚丙烯模

具的降解,从而限制其作为模具的使用寿命。

[0099] 第五工艺步骤涉及将所得成形陶瓷前体颗粒从模具腔体中移除。通过对模具单独使用或结合使用以下工艺可将成形陶瓷前体颗粒从腔体中移除:重力、振动、超声振动、真空或加压的空气,以将这些颗粒从模具腔体中移除。

[0100] 成形陶瓷前体颗粒还可以在模具之外进行干燥。如果陶瓷前体分散体在模具中干燥至所需程度,则不需要此额外干燥步骤。然而,在一些情况下,采用此额外干燥步骤来使陶瓷前体分散体停留在模具中的时间最小化可能是经济的。通常,将成形陶瓷前体颗粒在50°C至160°C、或在120°C至150°C的温度下干燥10至480分钟、或120至400分钟。

[0101] 第六工艺步骤涉及煅烧成形陶瓷前体颗粒。在煅烧期间,基本上所有的挥发性物质都被去除,并且存在于陶瓷前体分散体中的各种组分均转化成金属氧化物。一般将成形陶瓷前体颗粒加热到400°C至800°C的温度,并且将其保持在此温度范围内,直至去除游离水和90重量%以上的任何结合的挥发性物质为止。在一个可选的步骤中,可能需要通过浸渍工艺引入改性添加剂。可通过浸渍将水溶性盐引入经煅烧的成形陶瓷前体颗粒的孔隙中。然后再次对成形陶瓷前体颗粒进行预焙烧。该可选步骤在美国专利No.5,164,348(Wood)中进行了进一步描述。

[0102] 第七工艺步骤涉及对经煅烧的成形陶瓷前体颗粒进行烧结,以形成陶瓷颗粒。烧结之前,经煅烧的成形陶瓷前体颗粒并未完全致密化,并且因此缺乏用作成形陶瓷磨料颗粒的期望硬度。通过将经煅烧的成形陶瓷前体颗粒加热到1000°C至1650°C的温度来进行烧结。为了实现此转变程度而必须使经煅烧的成形陶瓷前体颗粒暴露于烧结温度下的时间长度取决于多种因素,但通常为5秒至48小时。

[0103] 在另一个实施例中,烧结步骤的持续时间为在1分钟至90分钟的范围内。烧结之后,成形陶瓷磨料颗粒可具有10GPa(吉帕斯卡)、16GPa、18GPa、20GPa或更大的维氏硬度。

[0104] 可以使用其他步骤来改变所述工艺,所述步骤例如像,使材料从煅烧温度快速加热至烧结温度,对陶瓷前体分散体进行离心处理以去除油泥和/或垃圾。此外,如果需要,那么可以通过组合这些工艺步骤中的两者或更多者来改变该工艺。可以用来改变本公开的工艺的常规工艺步骤在美国专利No.4,314,827(Leitheiser)中进行了更完整的描述。

[0105] 可以根据例如美国专利No.5,213,591(Celikkaya等人)以及美国公开专利申请No.2009/0165394 A1(Culler等人)和No.2009/0169816 A1(Erickson等人)中描述的方法,使用溶胶-凝胶 α 氧化铝前体颗粒来制备由 α 氧化铝、镁铝尖晶石以及稀土六铝酸盐的微晶构成的成形陶瓷磨料颗粒。 α 氧化铝磨料颗粒可包含氧化锆,如美国专利No.5,551,963(Larmie)中所公开。作为另外一种选择, α 氧化铝磨料颗粒可以具有微观结构或添加剂,例如,如美国专利No.6,277,161(Castro)中所公开。关于制备成形陶瓷磨料颗粒的方法的更多信息在共同未决的美国专利申请公布No.2009/0165394A1号(Culler等人)中进行了公开。

[0106] 在成形陶瓷磨料颗粒上的表面涂层可用于提高磨料制品中的成形陶瓷磨料颗粒和粘合剂材料之间的粘附力,或者可有助于成形陶瓷磨料颗粒的静电沉积。在一个实施例中,可以使用美国专利No.5,352,254(Celikkaya)中描述的表面涂层,相对于成形磨料颗粒的重量,表面涂层的量为0.1%至2%。此类表面涂层在美国专利No.5,213,591(Celikkaya等人)、No.5,011,508(Wald等人)、No.1,910,444(Nicholson)、No.3,041,156(Rowse等人)、

No.5,009,675 (Kunz等人)、No.5,085,671 (Martin等人)、No.4,997,461 (Markhoff-Matheny等人)、和No.5,042,991 (Kunz等人) 中有所描述。另外,该表面涂层可以防止成形磨料颗粒封堵。“封堵”这一术语用来描述来自正被研磨的工件的金属颗粒被焊接到成形陶瓷磨料颗粒顶部的现象。执行上述功能的表面涂层对本领域的技术人员而言是已知的。

[0107] 本公开的成形陶瓷磨料颗粒通常可以使用由金刚石模具切割的工具(或为其反转复制品的模具)制备,从而提供比其他制造替代方法(例如压印或冲压)更高的特征清晰度。通常,工具表面中的腔体具有沿着尖锐边缘汇合的平滑表面,但这不是必需的。所得的成形陶瓷磨料颗粒具有对应于工具表面中腔体的形状的相应标称平均形状;然而,进行制造期间可能产生标称平均形状的变型(如,无规变型),并且表现出此类变型的成形陶瓷磨料颗粒包括在本文所用的成形陶瓷磨料颗粒的定义内。

[0108] 成形陶瓷磨料颗粒可用于例如构造磨料制品,包括例如团聚物磨料颗粒、带涂层磨料制品(例如,常规的带底胶和复胶涂层磨料制品、带浆液涂层磨料制品和结构化磨料制品)、磨料刷、非织造磨料制品,以及粘结的磨料制品(例如砂轮、磨刀石和磨砂石)。一般来讲,磨料制品包含保持在粘合剂中的多个磨料颗粒。

[0109] 带涂层磨料制品大体包括背衬、磨料颗粒以及将磨料颗粒固定至背衬的至少一种粘合剂。背衬可以是任何合适的材料,包括布料、聚合物膜、纤维、非织造网、纸、它们的组合以及它们经处理的型式。合适的粘合剂包括无机粘合剂或有机粘合剂(包括热固化性树脂和辐射固化性树脂)。磨料颗粒可存在于带涂层磨料制品中的一个层中或两个层中。

[0110] 带涂层磨料制品的实例在图8中示出。参见图8,示例性的带涂层磨料制品800具有背衬(衬底)802和磨料层803。磨料层803包括通过底胶层805和复胶层806固定至背衬802的主表面的成形陶瓷磨料颗粒804。在一些情况下,使用顶胶涂层(未示出)。

[0111] 粘结的磨料制品通常包括通过有机粘合剂、金属粘合剂或玻璃化粘合剂而保持在一起的磨料颗粒成形块。这种成形块可以是例如轮的形式,例如磨削轮或切割轮。磨削轮的直径通常为约1cm至1米以上;切割轮的直径为约1cm至80cm以上(更通常为3cm至约50cm)。切割轮的厚度通常为约0.5mm至约5cm,更通常为约0.5mm至约2cm。成形块还可以是例如珩磨石、段、磨头、研磨盘(如,双研磨盘磨削机)形式或其他常规粘结磨料形状。基于粘结的磨料制品的总体积,粘结的磨料制品通常包含约3体积%-50体积%的粘结材料,约30体积%-90体积%的磨料颗粒(或磨料颗粒共混物),最多至50体积%的添加剂(包括助磨剂),和最多至70体积%的孔隙。

[0112] 示例性磨削轮如图9所示。参见图9,其示出示例性磨削轮900,其包括根据本公开所述的成形陶瓷磨料颗粒911,这些成形陶瓷磨料颗粒模塑在轮中并且安装在轮毂912上。

[0113] 非织造磨料制品通常包括开放、多孔的膨松有弹性的聚合物长丝结构,其中根据本公开制备的成形陶瓷磨料颗粒分布在整个结构中并且通过有机粘合剂粘附性地粘结在其中。长丝结构的实例包括聚酯纤维、聚酰胺纤维和芳族聚酰胺纤维。示例性非织造磨料制品如图10所示。参见图10,其示出典型非织造磨料制品1000的多倍放大的示意图,包括作为衬底的膨松有弹性的开放多孔垫1050,根据本公开制备的成形陶瓷磨料颗粒1052通过粘合剂1054粘附到该垫上。

[0114] 可用的磨料刷包括具有与背衬成一体的多根刷毛的那些磨料刷(参见如美国专利No.5,427,595 (Pihl等人)、美国专利No.5,443,906 (Pihl等人)、美国专利No.5,679,067

(Johnson等人) 和美国专利No.5,903,951 (Ionta等人))。有利地,通过注塑聚合物和磨料颗粒的混合物来制备此类刷。

[0115] 适于制备磨料制品的有机粘合剂包括热固性有机聚合物。合适的热固性有机聚合物的实例包括:酚醛树脂、脲醛树脂、三聚氰胺甲醛树脂、聚氨酯树脂、丙烯酸酯树脂、聚酯树脂、带 α , β -不饱和羧基侧基的氨基塑料树脂、环氧树脂、丙烯酸酯化聚氨酯、丙烯酸改性环氧树脂以及它们的组合。粘合剂和/或磨料制品也可包括:添加剂,例如纤维、润滑剂、润湿剂、触变材料、表面活性剂、颜料、染料、防静电剂(如,炭黑、氧化钒或石墨)、偶联剂(如,硅烷、钛酸盐或锆铝酸盐)、增塑剂、悬浮剂。对这些可选添加剂的量进行选择以提供期望的特性。偶联剂可以提高对磨料颗粒和/或填料的粘附力。粘合剂化学性质可以是热固化的、辐射固化的或其组合。关于粘合剂化学性质的更多细节,可见于美国专利No.4,588,419 (Caul等人)、美国专利No.4,751,138 (Tumey等人) 和美国专利No.5,436,063 (Follett等人)。

[0116] 更具体地,对于玻璃化粘结磨料,表现出非晶态结构并且通常较硬的玻璃质粘结材料在本领域中为人们所熟知。在一些情况下,玻璃质粘结材料包括结晶相。根据本公开制备的玻璃化磨料制品可以是轮(包括切割轮)、珩磨石、磨头的形状或其他常规粘结磨料形状。在一些实施例中,根据本公开制备的玻璃化粘结的磨料制品是磨削轮的形式。

[0117] 用于形成玻璃质粘结材料的金属氧化物的实例包括:二氧化硅、硅酸盐、氧化铝、苏打、氧化钙、氧化钾、二氧化钛、氧化铁、氧化锌、氧化锂、氧化镁、氧化硼、硅酸铝、硼硅酸盐玻璃、硅酸锂铝、它们的组合。通常,玻璃质粘结材料可以用包含10%到100%的玻璃料的组合物制成,但更通常地,组合物包含20%至80%的玻璃料、或30%至70%的玻璃料。玻璃质粘结材料的其余部分可以是非玻璃料材料。作为另外一种选择,玻璃质粘结材料可衍生自含非玻璃料的组合物。玻璃质粘结材料通常为在约700°C至约1500°C范围内,常常在约800°C至约1300°C范围内,有时在约900°C至约1200°C范围内,或甚至在约950°C至约1100°C范围内的温度下熟化。粘结材料熟化的实际温度取决于例如特定的粘结材料化学性质。

[0118] 在一些实施例中,玻璃化粘结材料包括含有二氧化硅、氧化铝(有利地,至少10重量%的氧化铝)和氧化硼(有利地,至少10重量%的氧化硼)的那些材料。在大多数情况下,玻璃化粘结材料还包含碱金属氧化物(如,Na₂O和K₂O)(在一些情况下,至少10重量%的碱金属氧化物)。

[0119] 粘合剂材料也可含有填充材料或助磨剂,通常以颗粒物质的形式存在。通常,颗粒物质为无机材料。本公开可用的填料的实例包括:金属碳酸盐(如,碳酸钙(如白垩、方解石、泥灰土、石灰华、大理石和石灰石)、碳酸钙镁、碳酸钠、碳酸镁)、二氧化硅(如,石英、玻璃小珠、玻璃泡和玻璃纤维)、硅酸盐(如,滑石粉、粘土、(蒙脱石)长石、云母、硅酸钙、偏硅酸钙、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、木粉、三水合铝、炭黑、金属氧化物(如,氧化钙(石灰)、氧化铝和二氧化钛)以及金属亚硫酸盐(如,亚硫酸钙)。

[0120] 通常,助磨剂的加入可增加磨料制品的使用寿命。助磨剂是一种能显著影响研磨的化学过程和物理过程、使性能得到改善的材料。虽然不想受到理论的限制,据信,助磨剂可以(a)降低磨料颗粒和研磨的工件之间的摩擦;(b)防止磨料颗粒“封堵”(即,防止金属颗粒被焊接到磨料颗粒的顶部),或至少降低磨料颗粒封堵的趋势;(c)降低磨料颗粒和工件

之间的界面温度;或(d)减小磨削力。

[0121] 助磨剂涵盖众多不同的材料,并且可以是无机基或有机基的。助磨剂的化学群组的实例包括石蜡、有机卤化物、卤化物盐和金属以及它们的合金。有机卤化物通常在研磨过程中分解,并且释放卤氢酸或气态卤化物。此类材料的实例包括氯化石蜡,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、四氟化硅、氯化钾和氯化镁。金属的实例包括锡、铅、铋、钴、锑、镉、和铁钛。其他杂项助磨剂包括硫、有机硫化合物、石墨和金属硫化物。本公开还涵盖使用不同助磨剂的组合,并且在一些情况下,这可产生协同增强效应。

[0122] 助磨剂可特别用于带涂层磨料制品和粘结的磨料制品。在带涂层磨料制品中,助磨剂通常用于顶胶涂层,该顶胶涂层是施加在磨料颗粒的表面上的。然而,有时将助磨剂加入到复胶涂层中。通常,结合到带涂层磨料制品中的助磨剂的量为约50–300g/m²(有利地,约80–160g/m²)。在玻璃化粘结的磨料制品中,助磨剂通常浸渍入制品的孔隙中。

[0123] 磨料制品可含有100%的根据本公开制备的成形陶瓷磨料颗粒,或此类磨料颗粒与其他磨料颗粒和/或稀释剂颗粒的共混物。然而,磨料制品中至少约2重量%、有利地至少约5重量%、并且更有利地约30重量%-100重量%的磨料颗粒应当是根据本公开制备的成形陶瓷磨料颗粒。在一些情况下,根据本公开制备的磨料颗粒可以5重量%至75重量%之间、约25重量%至75重量%、约40重量%至60重量%或约50重量%至55重量%(即,以相等的重量)的比率与其他磨料颗粒和/或稀释剂颗粒共混。合适的常规磨料颗粒的实例包括:熔融氧化铝(包括白熔融氧化铝、热处理氧化铝和棕色氧化铝)、碳化硅、碳化硼、碳化钛、金刚石、立方氮化硼、石榴石、熔融氧化铝-氧化锆、和溶胶-凝胶衍生的磨料颗粒。在一些情况下,与包含100%任一类型的磨料颗粒的磨料制品相比,磨料颗粒的共混物可产生表现出改善的磨削性能的磨料制品。

[0124] 合适的稀释剂颗粒的实例包括大理石、石膏、燧石、二氧化硅、氧化铁、硅酸铝、玻璃(包括玻璃泡和玻璃小珠)、氧化铝泡、氧化铝小珠和稀释剂团聚物。

[0125] 磨料颗粒可以均匀地分布在磨料制品内、或者集中在磨料制品的所选择的区域或部分内。例如,在带涂层磨料中,可以存在两层磨料颗粒。第一层包括不是根据本公开制备的成形陶瓷磨料颗粒的磨料颗粒,而第二(最外侧)层包括根据本公开制备的成形陶瓷磨料颗粒的磨料颗粒。同样,在粘结磨料中,磨削轮可以有两个不同的部分。最外侧部分可包括根据本公开制备的磨料颗粒,而最内侧层不包括根据本公开制备的磨料颗粒。作为另外一种选择,根据本公开制备的成形陶瓷磨料颗粒可均匀分布在整个粘结的磨料制品中。

[0126] 关于带涂层磨料制品的更多细节可见于例如美国专利No.4,734,104(Broberg)、美国专利No.4,737,163(Larkey)、美国专利No.5,203,884(Buchanan等人)、美国专利No.5,152,917(Pieper等人)、美国专利No.5,378,251(Culler等人)、美国专利No.5,417,726(Stout等人)、美国专利No.5,436,063(Follett等人)、美国专利No.5,496,386(Broberg等人)、美国专利No.5,609,706(Benedict等人)、美国专利No.5,520,711(Helmin)、美国专利No.5,954,844(Law等人)、美国专利No.5,961,674(Gagliardi等人)和美国专利No.5,975,988(Christianson)。关于粘结的磨料制品的更多细节可见于例如美国专利No.4,543,107(Rue)、美国专利No.4,741,743(Narayanan等人)、美国专利No.4,800,685(Haynes等人)、美国专利No.4,898,597(Hay等人)、美国专利No.4,997,461(Markhoff-Matheny等人)、美国专

利No.5,037,453 (Narayanan等人)、美国专利No.5,110,332 (Narayanan等人) 和美国专利No.5,863,308 (Qi等人)。关于玻璃质粘结磨料的更多细节可见于例如美国专利No.4,543,107 (Rue)、美国专利No.4,898,597 (Hay等人)、美国专利No.4,997,461 (Markhoff-Matheny等人)、美国专利No.5,094,672 (Giles Jr.等人)、美国专利No.5,118,326 (Sheldon等人)、美国专利No.5,131,926 (Sheldon等人)、美国专利No.5,203,886 (Sheldon等人)、美国专利No.5,282,875 (Wood等人)、美国专利No.5,738,696 (Wu等人) 和美国专利No.5,863,308 (Qi)。关于非织造磨料制品的更多细节可见于例如美国专利No.2,958,593 (Hoover等人)。

[0127] 本公开提供一种研磨表面的方法,该方法包括使根据本公开制备的至少一种成形陶瓷磨料颗粒与工件的表面相接触;以及移动成形陶瓷磨料颗粒或接触表面中的至少一者,以用磨料颗粒研磨所述表面的至少一部分。用根据本公开制备的成形陶瓷磨料颗粒进行研磨的方法在从荒磨(即,高压高切削)到抛光(如,用带涂层磨带抛光医用植入物)的范围内,其中,后者通常采用更精细等级(如ANSI 220和更精细)的磨料颗粒来完成。成形陶瓷磨料颗粒还可用于精密研磨应用,例如用玻璃化粘结轮磨削凸轮轴。用于特定研磨应用的磨料颗粒的大小对于本领域的技术人员将是显而易见的。

[0128] 用根据本公开制备的成形陶瓷磨料颗粒进行的研磨可以干法或湿法完成。对于湿法研磨,可以轻雾或完全水流的形式提供液体。常用液体的实例包括:水、水溶性油、有机润滑剂和乳液。这些液体可以帮助减少与研磨相关的热和/或作为润滑剂使用。液体可含有微量添加剂,例如杀菌剂、消泡剂。

[0129] 根据本公开制备的成形陶瓷磨料颗粒可用于例如研磨工件,例如铝金属、碳钢、低碳钢、工具钢、不锈钢、硬化钢、钛、玻璃、陶瓷、木材、类木材材料(如,胶合板和刨花板)、涂料、涂漆表面、有机带涂层表面等。研磨过程中所施加的力通常为在约1至约100千克的范围内。

[0130] 本公开的精选实施例

[0131] 在实施例1中,本公开提供成形陶瓷磨料颗粒,该成形陶瓷磨料颗粒包括:

[0132] 第一表面,该第一表面具有至少包括第一边缘和第二边缘的周边,其中该周边的第一区域包括第二边缘并且向内延伸并在限定第一锐角内角和第二锐角内角的两个拐角处终止,并且其中该周边具有最多四个限定锐角内角的拐角;

[0133] 第二表面,该第二表面与第一表面相背对并且不接触第一表面;以及

[0134] 周向表面,该周向表面设置在第一表面和第二表面之间并连接第一表面和第二表面,其中周向表面包括第一壁和第二壁,第一壁在第一边缘处接触周边,第二壁在第二边缘处接触周边,并且其中周向表面具有第一预定的形状。

[0135] 在实施例2中,本公开提供根据实施例1所述的成形陶瓷磨料颗粒,其中第二表面具有第二预定的形状。

[0136] 在实施例3中,本公开提供根据实施例1或2所述的成形陶瓷磨料颗粒,其中第二表面具有与第一表面相同的形状。

[0137] 在实施例4中,本公开提供根据实施例1至3中任一项所述的成形陶瓷磨料颗粒,其中第一锐角内角为在5度至55度的范围内,包括端值在内。

[0138] 在实施例5中,本公开提供根据实施例1至4中任一项所述的成形陶瓷磨料颗粒,其中周向表面包括第三壁,该第三壁在第三边缘处接触第一表面,其中周边的第一区域还包

括第三边缘，并且其中第二边缘或第三边缘中的至少一者是基本上直的。

[0139] 在实施例6中，本公开提供根据实施例5所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中第一边缘和第三边缘是基本上直的。

[0140] 在实施例7中，本公开提供根据实施例4至6中任一项所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中周向表面由第一壁、第二壁和第三壁组成。

[0141] 在实施例8中，本公开提供根据实施例4至7中任一项所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中周向表面还包括第四壁，该第四壁在第四边缘处与周边相交。

[0142] 在实施例9中，本公开提供根据实施例8所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中第一边缘、第二边缘、第三边缘和第四边缘是向内延伸的。

[0143] 在实施例10中，本公开提供根据实施例1至9中任一项所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中第二边缘是单调凹的曲线。

[0144] 在实施例11中，本公开提供根据实施例1至10中任一项所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中成形陶瓷磨料颗粒具有小于或等于其宽度的三分之一的厚度。

[0145] 在实施例12中，本公开提供根据实施例11所述的成形陶瓷磨料颗粒，并且其中第二锐角内角为在5度至55度的范围内，包括端值在内。

[0146] 在实施例13中，本公开提供根据实施例1至12中任一项所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中成形陶瓷磨料颗粒具有小于或等于一厘米的长度。

[0147] 在实施例14中，本公开提供根据实施例1至13中任一项所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中成形陶瓷磨料颗粒基本上由陶瓷材料组成。

[0148] 在实施例15中，本公开提供根据实施例14所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中陶瓷材料包括 α 氧化铝。

[0149] 在实施例16中，本公开提供根据实施例1至15中任一项所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中第一表面和第二表面是基本上平行的。

[0150] 在实施例17中，本公开提供根据实施例1至16中任一项所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中周向表面从第一表面朝第二表面向内倾斜。

[0151] 在实施例18中，本公开提供根据实施例1至17中任一项所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中周向表面斜坡具有在92度至105度范围内的脱模角，包括端值在内。

[0152] 在实施例19中，本公开提供根据实施例1至18中任一项所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中第一表面大于第二表面。

[0153] 在实施例20中，本公开提供根据实施例1至19中任一项所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中周边的第一区域是单调曲线。

[0154] 在实施例21中，本公开提供根据实施例1至20中任一项所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中周边的第一边缘是基本上直的并且第二边缘是弯曲的。

[0155] 在实施例22中，本公开提供根据实施例1至21中任一项所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中周边第一边缘是基本上直的并且第二边缘是弯曲的。

[0156] 在实施例23中，本公开提供根据实施例1至22中任一项所述的成形陶瓷磨料颗粒，其中周边是箭头状的。

[0157] 在实施例24中，本公开提供多个磨料颗粒，其中多个磨料颗粒包括以数值计至少10%的根据实施例1至23中任一项所述的成形陶瓷磨料颗粒。

[0158] 在实施例25中,本公开提供多个磨料颗粒,其中多个磨料颗粒包括以数值计至少30%的根据实施例1至23中任一项所述的成形陶瓷磨料颗粒。

[0159] 在实施例26中,本公开提供多个磨料颗粒,其中多个磨料颗粒包括以数值计至少50%的根据实施例1至23中任一项所述的成形陶瓷磨料颗粒。

[0160] 在实施例27中,本公开提供多个磨料颗粒,其中多个磨料颗粒包括以数值计至少70%的根据实施例1至23中任一项所述的成形陶瓷磨料颗粒。

[0161] 在实施例28中,本公开提供根据实施例24至27中任一项所述的多个磨料颗粒,该多个磨料颗粒还包括粉碎的磨料颗粒。

[0162] 在实施例29中,本公开提供一种磨料制品,该磨料制品包括被保持在粘合剂中的根据实施例24至28中任一项所述的多个磨料颗粒。

[0163] 在实施例30中,本公开提供根据实施例29所述的磨料制品,其中磨料制品包括粘结的磨料制品。

[0164] 在实施例31中,本公开提供根据实施例30所述的磨料制品,其中粘结的磨料制品包括粘结的磨轮。

[0165] 在实施例32中,本公开提供根据实施例29所述的磨料制品,其中磨料制品包括带涂层磨料制品,该带涂层磨料制品包括固定到背衬的多个磨料颗粒,该背衬具有相背对的第三主表面和第四主表面。

[0166] 在实施例33中,本公开提供根据实施例29所述的磨料制品,其中磨料制品包括非织造磨料制品,其中非织造磨料制品包括固定到膨松有弹性的开放非织造纤维网的多个磨料颗粒。

[0167] 在实施例34中,本公开提供制备成形陶瓷磨料颗粒的方法,该方法包括以下步骤:

[0168] a) 提供限定模具腔体的模具,其中模具腔体具有由周边限定的外部开口,其中该周边至少包括第一边缘和第二边缘,其中周边的第一区域包括第二边缘并且向内延伸并在限定第一锐角内角和第二锐角内角的两个拐角处终止,并且其中周边具有最多四个限定锐角内角的拐角,并且其中模具腔体由周向模具表面侧向界定,周向模具表面包括第一模具壁和第二模具壁,第一模具壁在第一边缘处与周边相交,第二模具壁在第二边缘处与周边相交;

[0169] b) 将陶瓷前体材料设置在模具腔体内;

[0170] c) 将设置在模具腔体内的陶瓷前体材料转换加工成成形陶瓷前体颗粒;以及

[0171] d) 将成形陶瓷前体颗粒转换加工成成形陶瓷磨料颗粒。

[0172] 在实施例35中,本公开提供根据实施例34所述的方法,其中第一拐角具有第一锐角内角,其值为在5度至55度的范围内,包括端值在内。

[0173] 在实施例36中,本公开提供根据实施例34或35所述的方法,其中模具包括敞口模具。

[0174] 在实施例37中,本公开提供根据实施例34或35所述的方法,其中模具还包括与第一模具壁和第二模具壁接触的底部模具表面。

[0175] 在实施例38中,本公开提供根据实施例34至37中任一项所述的方法,其中模具腔体具有深度,并且其中第一模具壁和第二模具壁随着深度增大而向内倾斜。

[0176] 在实施例39中,本公开提供根据实施例34至38中任一项所述的方法,其中第二边

缘包括弯曲的边缘。

[0177] 在实施例40中,本公开提供根据实施例34至39中任一项所述的方法,其中周边的第一区域是单调曲线。

[0178] 在实施例41中,本公开提供根据实施例34至40中任一项所述的方法,其中周边包括至少一个基本上直的边缘和至少一个弯曲的边缘。

[0179] 在实施例42中,本公开提供根据实施例34至41中任一项所述的方法,其中周边包括至少两个基本上直的边缘和一个弯曲的边缘。

[0180] 在实施例43中,本公开提供根据实施例34至42中任一项所述的方法,其中周边由两个基本上直的边缘和一个弯曲的边缘组成。

[0181] 在实施例44中,本公开提供根据实施例34至42中任一项所述的方法,其中周向模具表面还包括第三模具壁,并且其中第三模具壁在第三边缘处与周边相交。

[0182] 在实施例45中,本公开提供根据实施例44所述的方法,其中第三边缘相对于周边向内延伸。

[0183] 在实施例46中,本公开提供根据实施例34至45中任一项所述的方法,其中周边是箭头状的。

[0184] 在实施例47中,本公开提供根据实施例34至46中任一项所述的方法,其中周边包括至少两个基本上直的边缘。

[0185] 在实施例48中,本公开提供根据实施例47所述的方法,其中周向表面还包括第四模具壁,并且其中第四模具壁在第四边缘处与周边相交。

[0186] 在实施例49中,本公开提供根据实施例34至48中任一项所述的方法,其中该方法还包括在步骤d)之前将成形陶瓷前体颗粒与模具分离。

[0187] 在实施例50中,本公开提供根据实施例49所述的方法,其中步骤d)包括烧结成形陶瓷前体颗粒。

[0188] 在实施例51中,本公开提供根据实施例49所述的方法,其中步骤d)包括煅烧成形陶瓷前体颗粒以提供经煅烧的成形陶瓷前体颗粒,并且烧结经煅烧的成形陶瓷前体颗粒。

[0189] 在实施例52中,本公开提供根据实施例34至51中任一项所述的方法,其中成形陶瓷磨料颗粒包括 α 氧化铝。

[0190] 在实施例53中,本公开提供根据实施例34至52中任一项所述的方法,其中陶瓷前体材料包括溶胶-凝胶。

[0191] 在实施例54中,本公开提供根据实施例34至53中任一项所述的方法,其中陶瓷前体材料包括 α 氧化铝前体。

[0192] 在实施例55中,本公开提供根据实施例34至54中任一项所述的方法,其中每个模具腔体具有小于或等于一厘米的最大侧向尺寸。

[0193] 在实施例56中,本公开提供根据实施例34至55中任一项所述的方法,其中成形陶瓷磨料颗粒中的每个具有小于或等于其宽度的三分之一的厚度。

[0194] 通过以下非限制性实例进一步说明本公开的目的和优点,但这些实例中所述的具体材料及其用量、以及其他条件和细节不应视为对本公开进行不当限定。

[0195] 实例

[0196] 除非另有说明,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。

[0197] 成形陶瓷磨料颗粒的制备

[0198] 利用下列配方制备勃姆石溶胶-凝胶的样品：通过在含水溶液(2400份)和70水性硝酸(72份)中进行高剪切混合11分钟，来分散以商品名“DISPERAL”购自沙索北美有限公司(Sasol North America, Inc.)的氧化铝一水合物粉末(1600份)。在涂布之前，使所得溶胶-凝胶老化至少1小时。将溶胶-凝胶压入具有表1(下方)所记录的尺寸的成形模具腔体的生产模具中，在表中“NA”意指不适用。根据美国专利申请公布No.2010/0146867(Boden等人)的段落[0128]的公开内容、使用98度的脱模角来制备SAPA成形氧化铝颗粒。根据美国专利No.8,142,531(Adefris等人)的公开内容来制备与SAPB具有相同的总体形状和组成的成形陶瓷磨料颗粒。

表1

成形陶瓷 磨料颗粒	形状, 代表图	直边缘最大长度, mm	向内延伸的 边缘的数量	与向内延伸的边缘的交角, 度	所有边缘上的脱模角, 度	颗粒中值厚度, mm
SAP1	三角形, 图11	2.8	1	30	8	0.71
SAP2	三角形, 图15	3.8	1	45	8	0.71
SAP3	三角形, 图16	2.8	1	25	8	0.71
SAP4	正方形, 图20B	2.8	4	60	8	0.71
SAP5	三角形, SAP1的缩小 型式	1.3	1	30	8	0.33
SAPA	三角形, 图12 使用98度的 脱模角	2.8	0	NA	8	0.71
SAPB	正方形, 图20A	2.8	0	NA	8	0.71
SAPC	三角形 SAPA的缩小 型式	1.3	0	NA	8	0.33

[0200] 使用脱模剂，即含1%花生油的甲醇溶液，其中约0.5mg/in²(0.08mg/cm²)的花生油

被施用到具有模具腔体阵列的生产模具上。通过将生产模具的薄板置于空气对流烘箱中在45°C下持续5分钟的方法来去除过量的甲醇。用油灰刀将溶胶-凝胶压入腔体中,使得生产模具的开口被完全填满。所述经溶胶-凝胶涂布的生产模具被置于空气对流烘箱中在45°C下持续至少45分钟,以进行干燥。通过使成形陶瓷前体颗粒在超声波焊头的上方通过来将其从生产模具中移除。将成形陶瓷前体颗粒在约650°C下煅烧,并随后用MgO、Y₂O₃、CoO和La₂O₃的混合硝酸盐溶液使之饱和。

[0201] 采用与用于制备粉碎磨料颗粒的方法(如美国专利No.5,352,254(Celikkaya)中所公开)类似的方式,处理实例中所述的所有成形陶瓷磨料颗粒,以增强成形陶瓷磨料颗粒的静电应用。经煅烧的成形陶瓷磨料颗粒前体用稀土氧化物(REO)溶液浸渍,这一溶液含有1.4%的MgO、1.7%的Y₂O₃、5.7%的La₂O₃和0.07%的CoO。通过在敞口烧杯中搅动来将1.4克的从宾夕法尼亚州利茨代尔的安迈公司(Almatis of Leetsdale,Pennsylvania)购得的HYDRAL COAT 5三氢氧化铝粉末(0.5微米粒度)分散到70克的REO溶液中。然后将约100克的煅烧后成形陶瓷磨料颗粒前体用71.4克的HYDRAL COAT 5粉末在REO溶液中的分散体浸渍。使经浸渍的煅烧后成形陶瓷磨料颗粒前体干燥,之后在650°C下再次煅烧颗粒并且在约1400°C下烧结至最终硬度。煅烧和烧结均使用旋转管炉在环境大气下进行。所得组合物为含有1重量%的MgO、1.2重量%的Y₂O₃、4重量%的La₂O₃和0.05重量%的CoO以及微量的TiO₂、SiO₂和CaO的氧化铝组合物。

[0202] 制备研磨盘的通用程序

[0203] 从如上所述制备的磨料颗粒和表2所示的涂料组合物制备磨料制品。将带有厚度为0.83mm(33密耳)的硫化纤维背衬(以商品名“DYNOS VULCANIZED FIBRE”购自德国特罗斯多夫的戴诺斯有限公司(DYNOS GmbH,Troisdorf,Germany))的具有7/8英寸(2.2cm)直径心轴孔的7英寸(17.8cm)直径的纤维盘用3.5克/研磨盘的底胶涂层组合物涂布,用15.0克/研磨盘的磨料颗粒静电涂布,并且然后涂覆13.0克/研磨盘的复胶涂层组合物。在90°C下将用于磨削不锈钢样品的所有研磨盘部分地固化90分钟之后,对这些研磨盘进一步涂布10克的顶胶涂层。在102°C下固化10小时之后,使这些研磨盘挠曲。

[0204] 表2

[0205]

材料	说明	重量份		
		底胶	复胶	顶胶
甲阶酚醛树脂	金属氢氧化物催化的苯酚-甲醛树脂，大约75%水溶液	49.15	29.42	无
环氧树脂	EPON 828 环氧树脂，可购自俄亥俄州哥伦布的迈图特用化学品公司 (Momentive Specialty Chemicals, Columbus, Ohio)	无	无	30.96
水	水	10.19	18.12	11.52
填料	碳酸钙，具有小于 46 微米的粒度和约 15 微米的平均粒度，以商品名“GEORGIA MARBLE NO. 10”购自阿拉巴马州甘茨采石场的格鲁吉亚大理石公司 (Georgia Marble, Gants Quarry, Alabama)	40.56	无	无
助磨剂	冰晶石，以商品名“RTN Cryolite”购自得克萨斯州休斯敦的 TR 国际贸易有限公司 (TR International Trading Co., Houston, Texas)	无	50.65	无
助磨剂	四氟硼酸钾，可购自得克萨斯州休斯敦的苏威氟化物有限责任公司 (Solvay Fluorides LLC, Houston, Texas)	无	无	56.34
表面活性剂	0.5%的乙氧基化油酸表面活性剂，以商品名“EMULON”购自新泽西州橄榄山的巴斯夫公司 (BASF Corp., Mount Olive, New Jersey)	0.10	1.81	无
表面活性剂	AEROSOL OT-NV 表面活性剂，可购自新泽西州森林公园的氰特工业公司 (Cytec Industries, Woodland Park, New Jersey)	无	无	0.78
固化剂	IMICURE EMI 24 固化剂，可购自宾夕法尼亚州阿伦敦的空气化工产品有限公司 (Air Products and Chemicals, Allentown, Pennsylvania)	无	无	0.36
消泡剂	ANTIFOAM 1430 消泡剂，可购自密歇根州米德兰的道康宁公司 (Dow Corning Corporation, Midland, Michigan)	无	无	0.04

[0206] 磨损测试

[0207] 采用以下程序测试研磨盘。将待评估的研磨盘(直径为7英寸(17.8cm))附接到配有7英寸(17.8cm)有棱纹的研磨盘垫面板80514EXTRA HARD RED(购自明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M Company, St. Paul, Minnesota))的旋转磨削机。然后启动磨削机，并且将磨削机在12磅(4.5kg)的负载下推靠在0.75英寸×0.75英寸(1.9cm×1.9cm(预称重的1045碳钢(或者304不锈钢)条的端面上。研磨盘垫面板在上述负载条件下推靠工件的旋转速度维持在5000rpm。使工件在这些条件下研磨总共五十(50)个10秒的磨削间隔(循环)。每个10秒循环后，使工件冷却至室温并称重，以确定研磨操作的切割量。测试结果记录为切割速率、增

量切割量和/或累积切割量对循环次数。

[0208] 实例1和比较例A-B

[0209] 实例1和比较例A和B展示了在与包括先前已知的磨料颗粒的磨料制品相比较时包括本公开的颗粒的磨料制品的效果。

[0210] 实例1根据制备研磨盘的通用程序、使用SAP1磨料颗粒来制备。

[0211] 比较例A是用SAPA制备的具有7/8英寸(2.2cm)孔的7英寸(17.8cm)直径的纤维盘并且可以商品名“CUBITRON II FIBER DISC 982C,36+”从明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M Company, St.Paul, Minnesota)商购获得。

[0212] 比较例B是用常规粉碎的3M陶瓷磨料颗粒制备的具有7/8英寸(2.2cm)孔的7英寸(17.8cm)直径的纤维盘，并且可以商品名“988C”从明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M Company, St.Paul, Minnesota)商购获得。

[0213] 根据磨损测试来测试根据实例1和比较例A和B的研磨盘。比较切割速率和累积切割量数据如图13和图14所示，其中实例1的带涂层磨料表现出切割量比比较例A(一种能与之相比的具有直边缘的成形陶瓷磨料颗粒)好至少60%，并且比能与之相比的比较例B的粉碎陶瓷磨料颗粒好两倍以上。

[0214] 实例2-6和比较例C

[0215] 制备实例2-6来与实例1比较，以展示通过改变由向内延伸的边缘与另一个边缘产生的交角所带来的效果。

[0216] 以与实例1相同的方式制备实例2，除了磨料颗粒是SAP2而非SAP1。

[0217] 以与实例1相同的方式制备实例3，除了磨料颗粒是SAP3而非SAP1。

[0218] 以与实例1相同的方式制备实例4，除了涂覆了顶胶涂层。

[0219] 以与实例2相同的方式制备实例5，除了涂覆了顶胶涂层。

[0220] 以与实例3相同的方式制备实例6，除了涂覆了顶胶涂层。

[0221] 以与实例1相同的方式制备比较例C，除了磨料颗粒是SAPA而非SAP1。

[0222] 以与比较例C相同的方式制备比较例D，除了涂覆了顶胶涂层。

[0223] 根据磨损测试来测试实例1、2和3。图17示出用实例1、实例2、实例3和比较例C的颗粒制备的研磨盘对1045碳钢的性能的比较。用具有向内延伸的(凹的)壁的颗粒制备的全部研磨盘的初始切割速率都高于用具有直边缘的颗粒制备的那些研磨盘的初始切割速率。实例2的研磨盘表现最佳。它在整个测试中维持较高的切割速率。

[0224] 图18示出实例4、实例5、实例6和比较例D的研磨盘在用于研磨304不锈钢时的性能的比较。用具有凹面的颗粒制备的全部研磨盘的初始切割速率都高于用常规颗粒制备的那些研磨盘的初始切割速率。具体地讲，实例6的用SAP3颗粒制备的研磨盘表现最佳。它在整个测试中维持高于比较例D以及其他实例的研磨盘的切割速率。此更高的性能以作为循环次数的函数的累积切割量得到更好地展示，如图19所示。

[0225] 实例7和比较例E

[0226] 实例7和比较例E是展示与具有直边缘的类似颗粒以及与常规粉碎陶瓷磨料颗粒(可以商品名“321 3M Ceramic Abrasive Grain 321”从明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M, Saint Paul, Minnesota)商购获得)进行比较时本发明颗粒的另选实施例的效果。

[0227] 以与实例1相同的方式制备实例7，除了以SAP4替代SAP1。

- [0228] 以与实例1相同的方式制备比较例E,除了以SAPB替代SAP1。
- [0229] 以与实例1相同的方式制备比较例F,除了以“3M Ceramic Abrasive Grain 321”(明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M,Saint Paul,Minnesota))替代SAP1。
- [0230] 根据磨损测试针对1045碳钢来测试实例7以及比较例E和F。测试结果如图21所示,再次示出在研磨盘制品中,与常规粉碎颗粒进行比较时,在成形陶瓷磨料颗粒中包括向内延伸的(如,凹的)区域可将性能较差的成形颗粒转化成性能更佳的颗粒。
- [0231] 实例8和比较例G
- [0232] 实例8和比较例G展示在与包括先前已知的磨料颗粒的磨料制品进行比较时包括本公开的颗粒的另一个实施例的磨料制品的效果。根据制备研磨盘的通用程序、使用SAP5磨料颗粒制备实例8。以与实例1相同的方式制备比较例G,除了磨料颗粒是SAPC而非SAP1,并且对研磨盘涂布2.5克/研磨盘的底胶涂层组合物,静电涂布5.5克/研磨盘的磨料颗粒,并且然后涂覆6.0克/研磨盘的复胶涂层和6.0克/研磨盘的顶胶涂层组合物。
- [0233] 根据磨损测试针对1045碳钢和304不锈钢来测试实例8和比较例G。针对碳钢的比较切割速率数据如图22所示,而针对不锈钢的比较切割速率数据如图23所示。
- [0234] 本文所提及的所有专利和出版物据此全文以引用方式并入。除非另外指明,否则本文给出的所有实例均被认为是非限制性的。在不脱离本公开的范围和精神的条件下,本领域的技术人员可对本公开进行各种修改和更改,并且应当理解,本公开不应不当地受限于本文所述的示例性实施例。

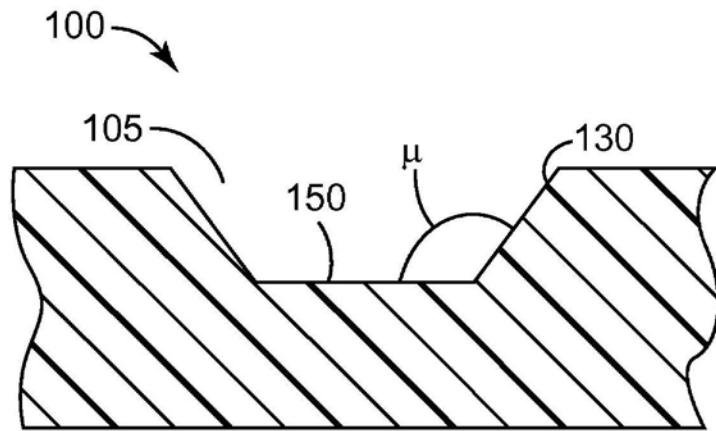


图1

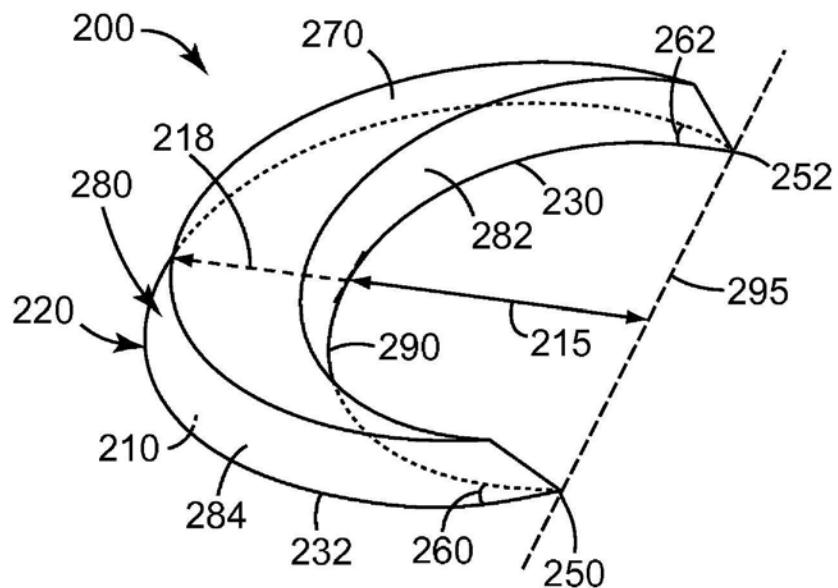


图2

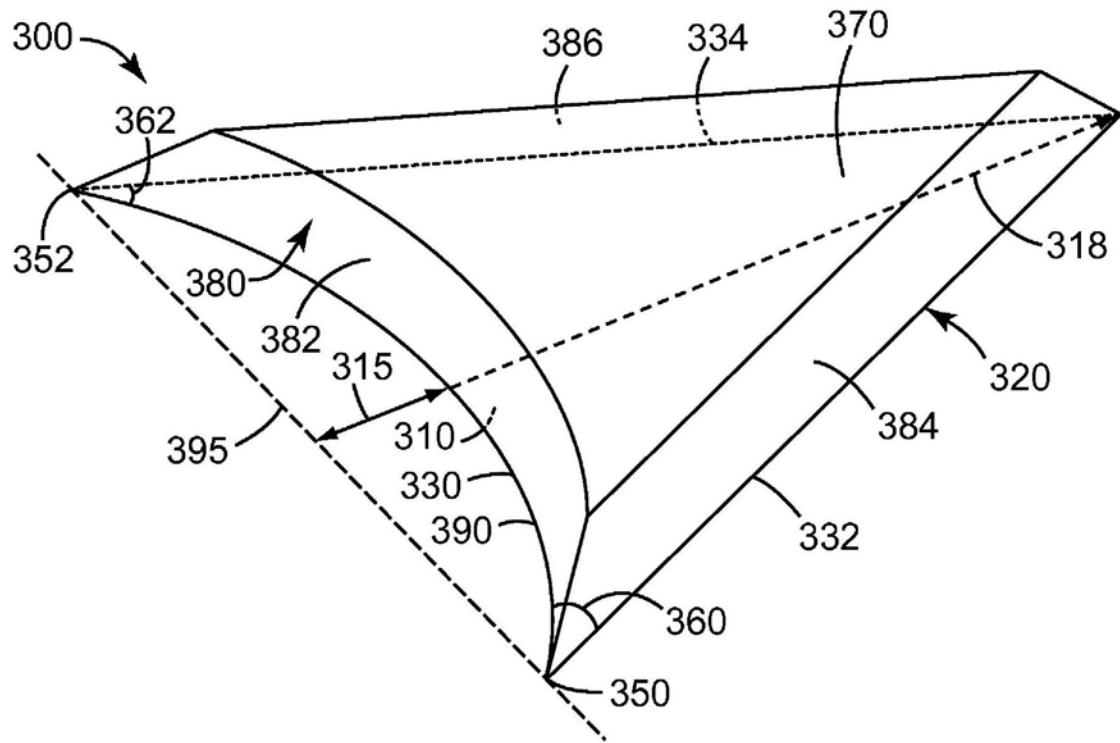


图3

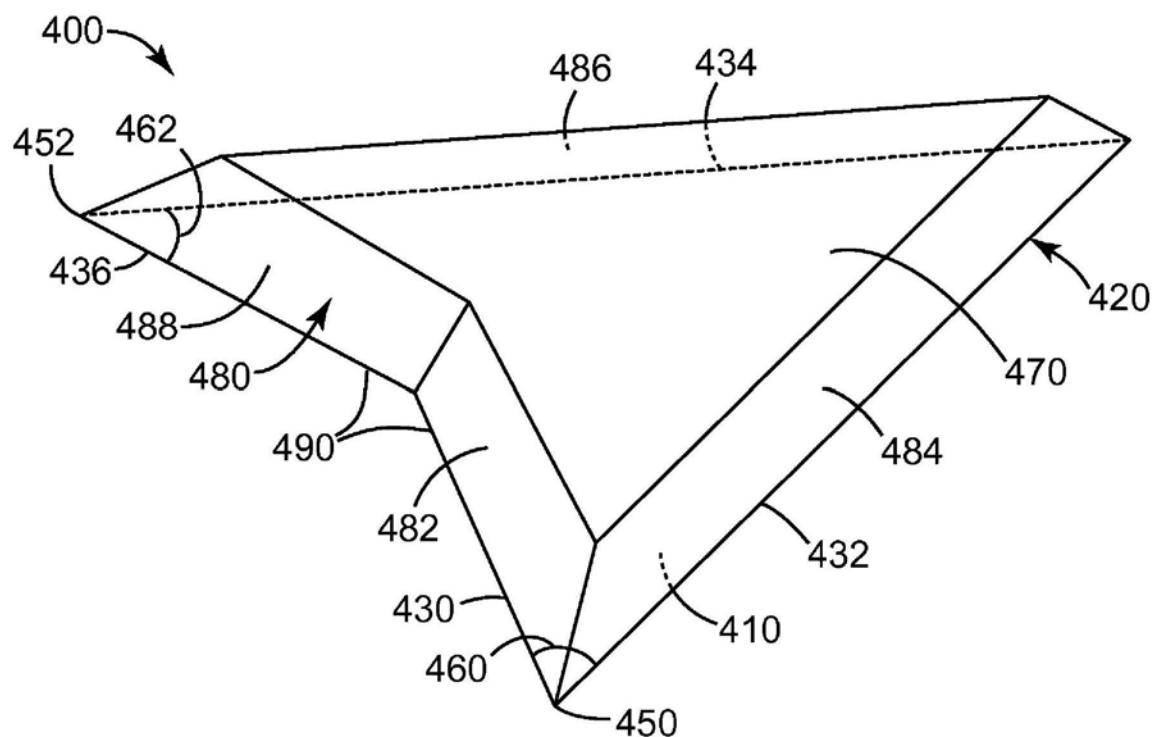


图4

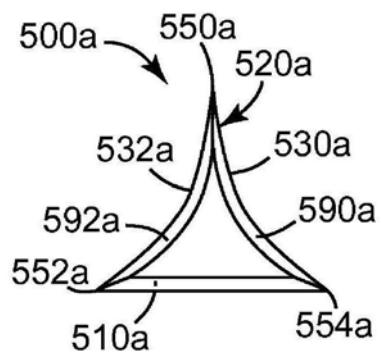


图5A

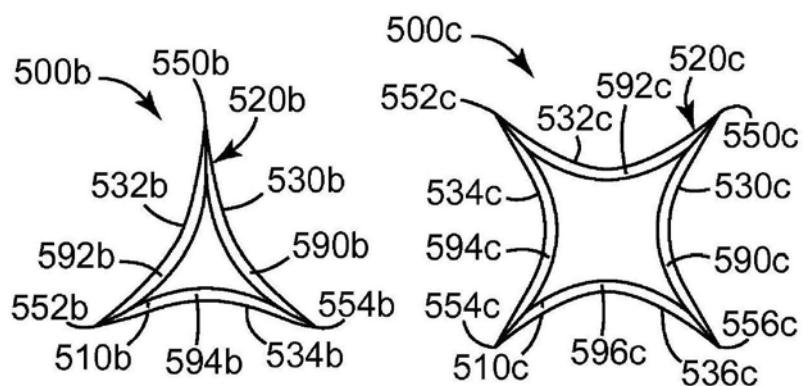


图5B

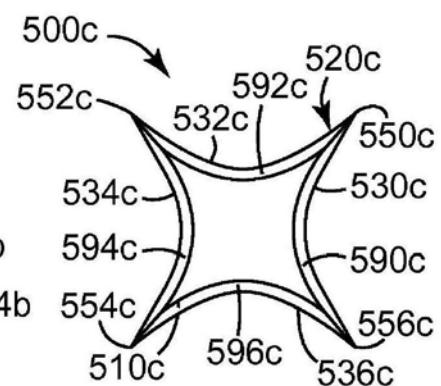


图5C

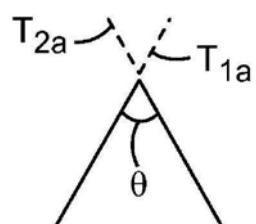


图6A

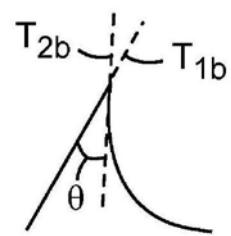


图6B

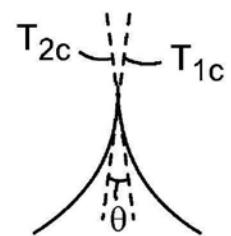


图6C

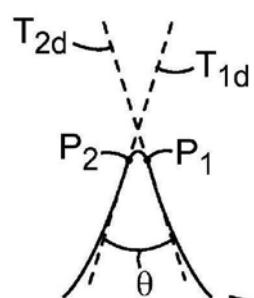


图6D

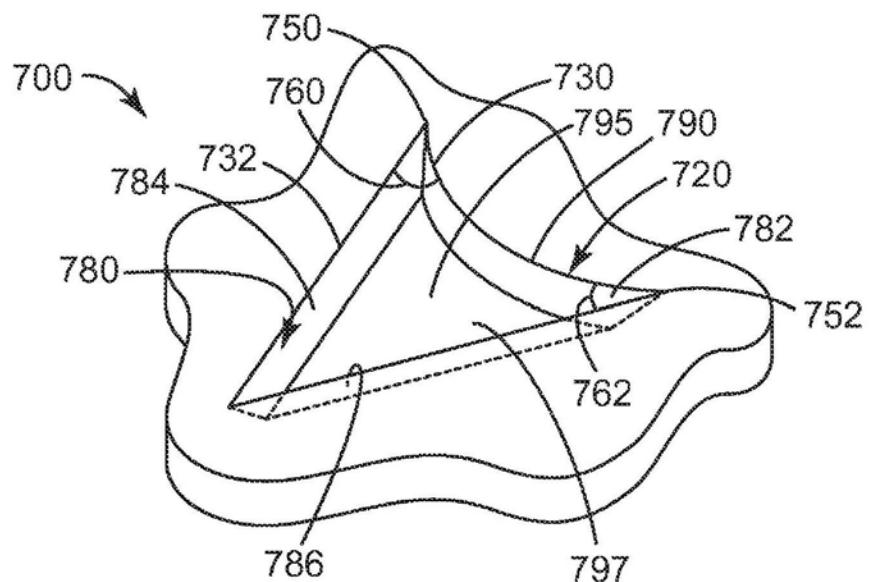


图7

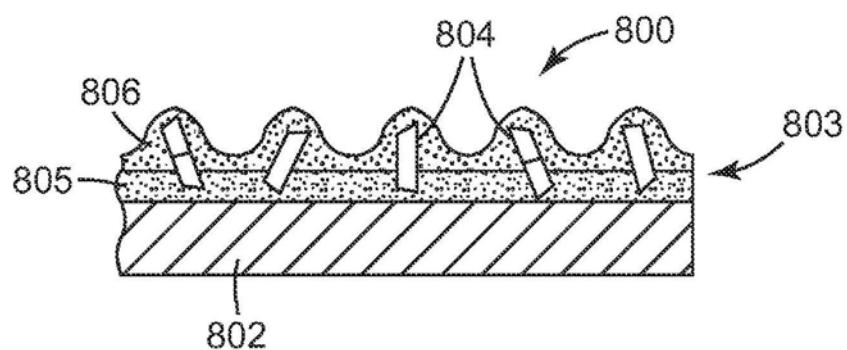


图8

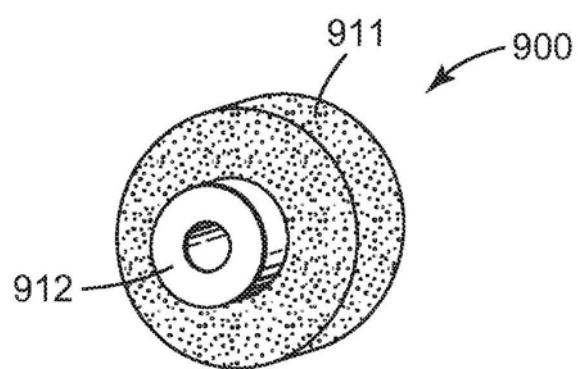


图9

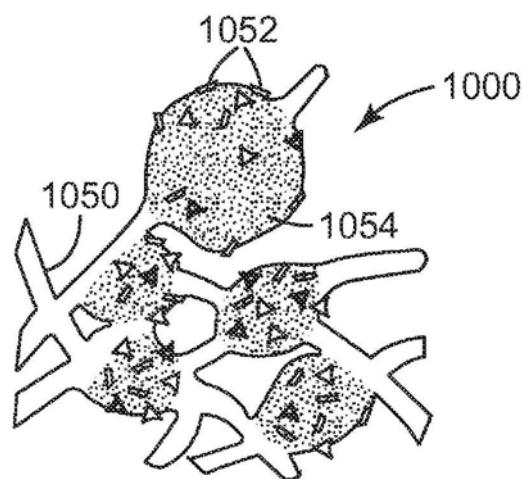


图10

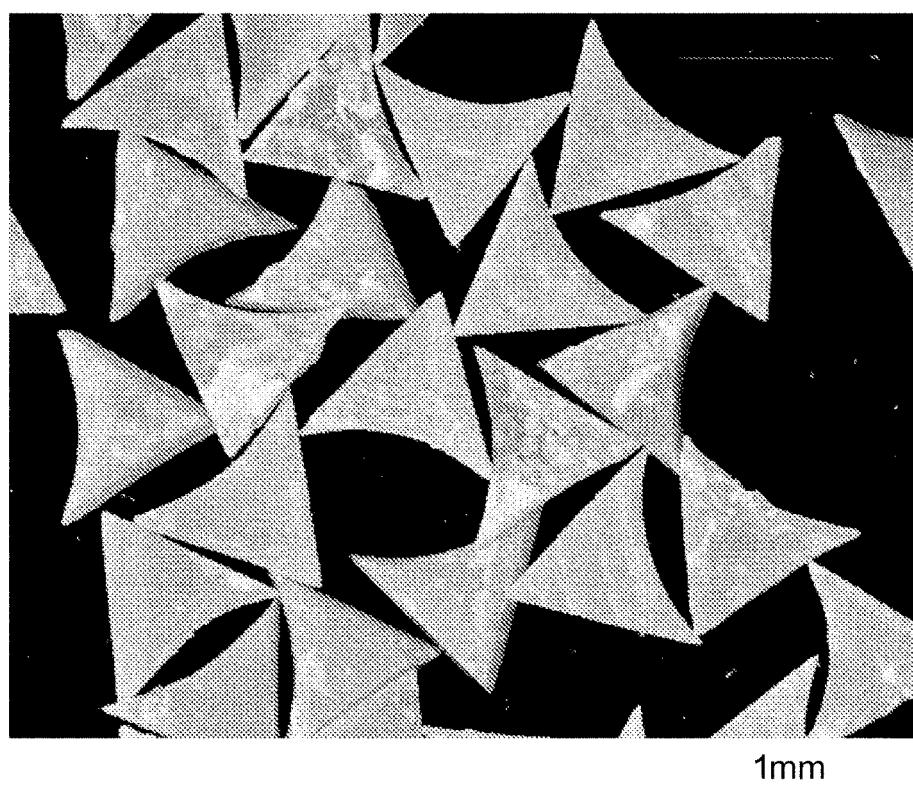
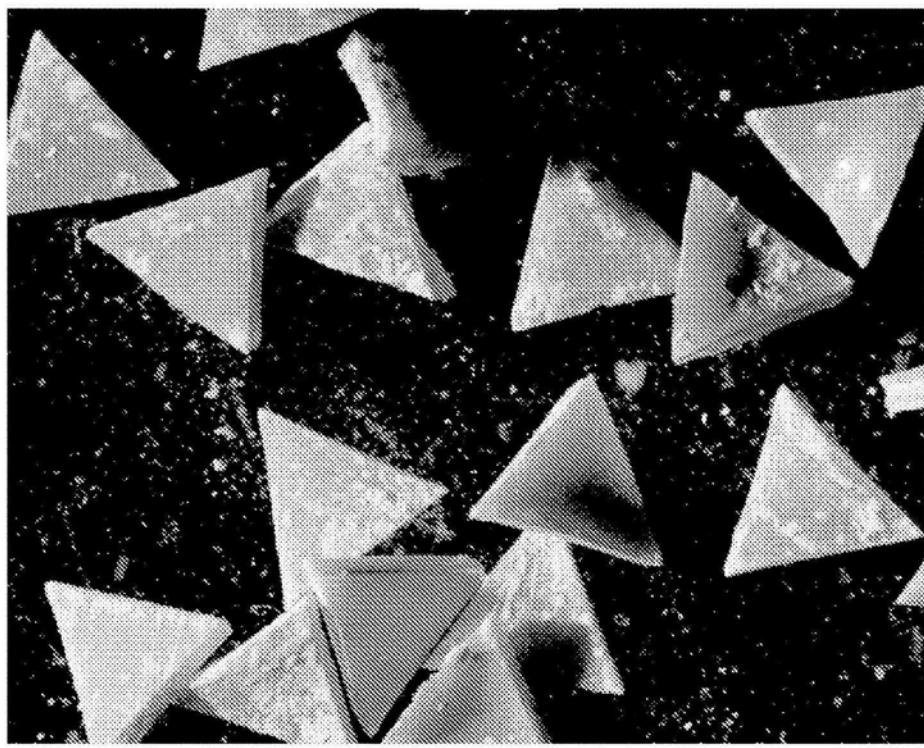


图11



现有技术

1mm

图12

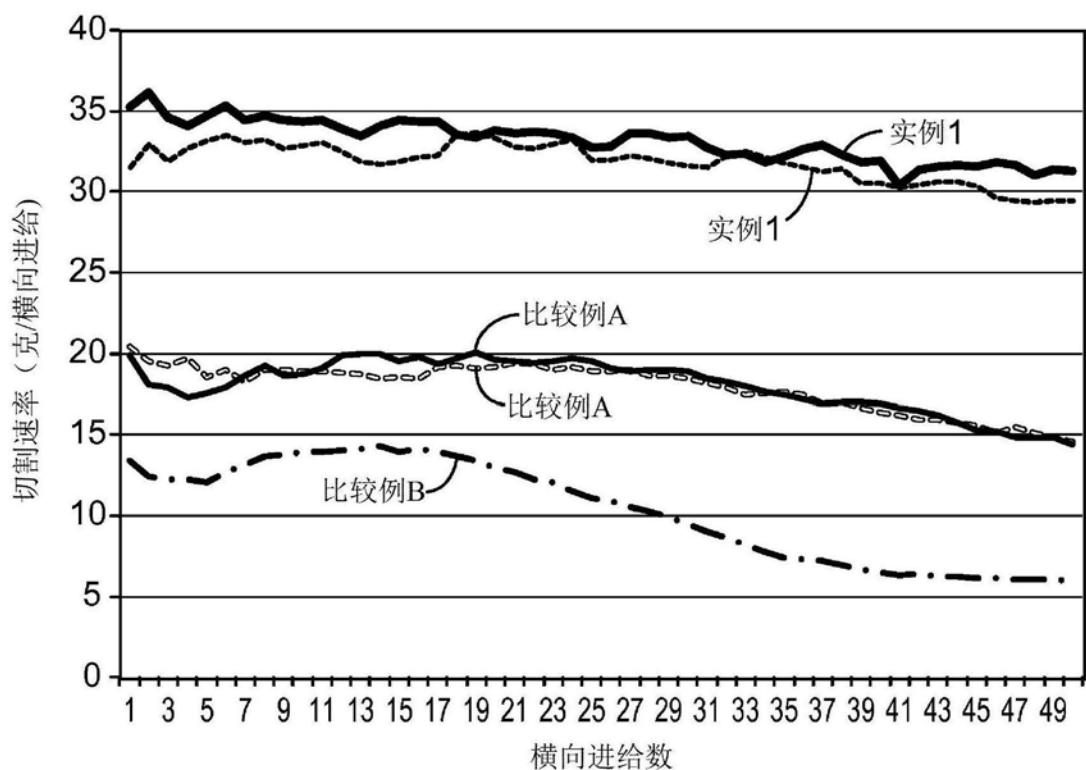


图13

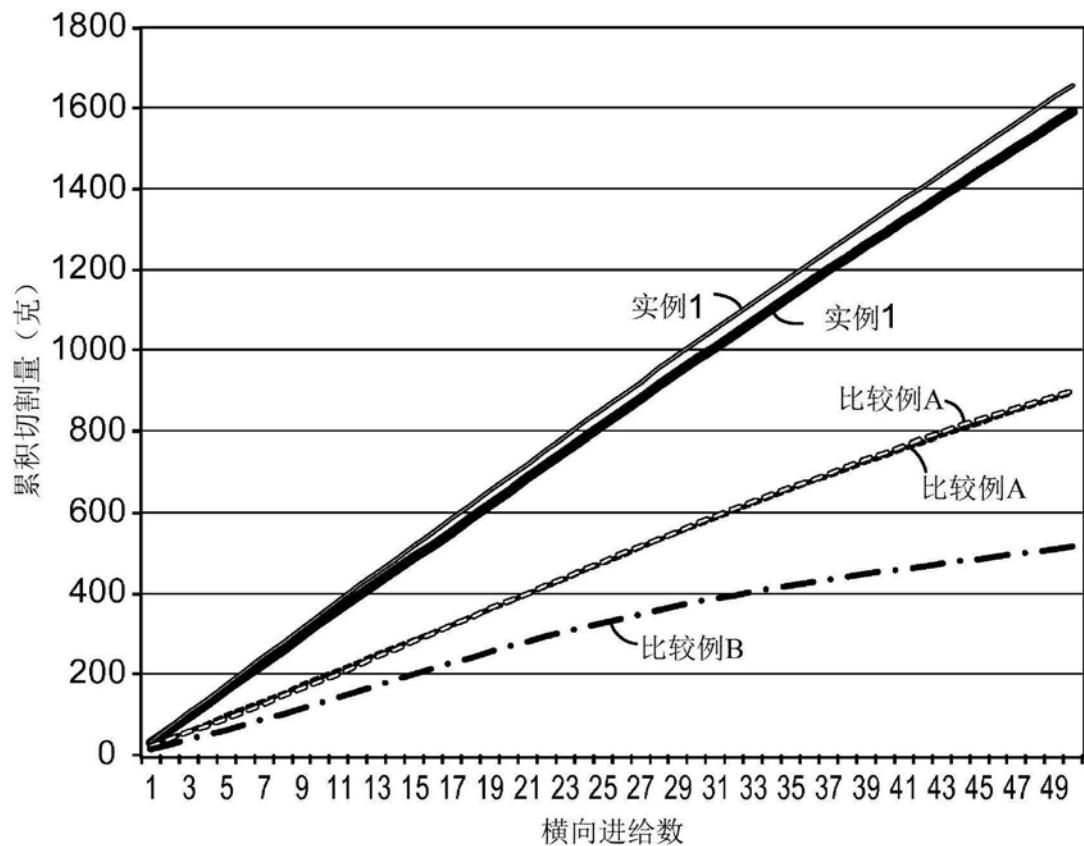


图14

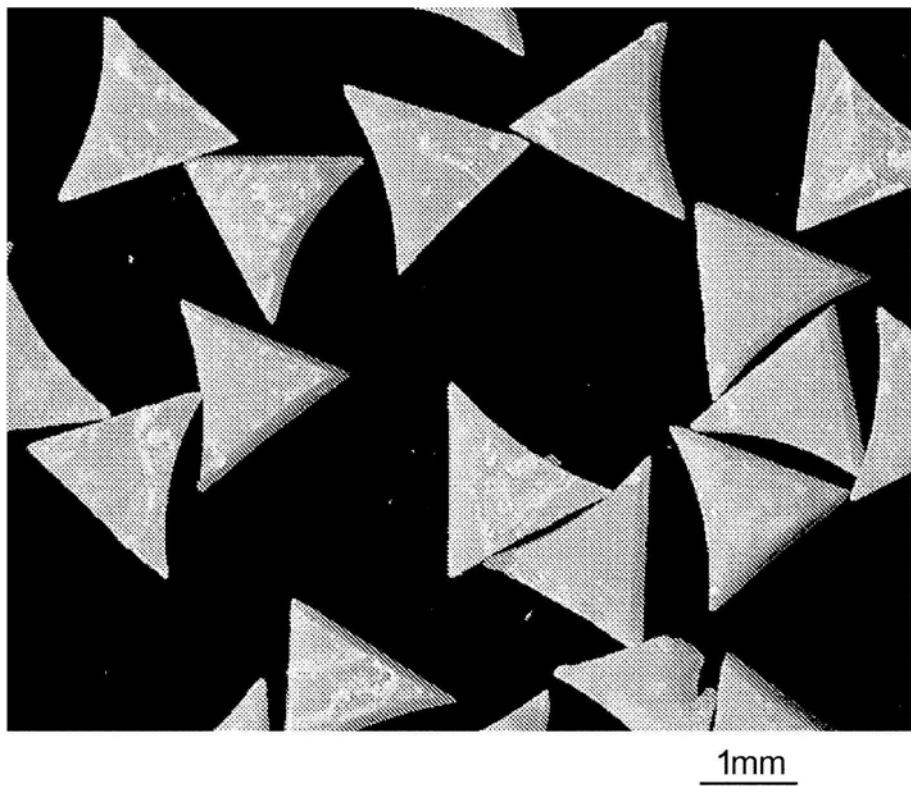


图15

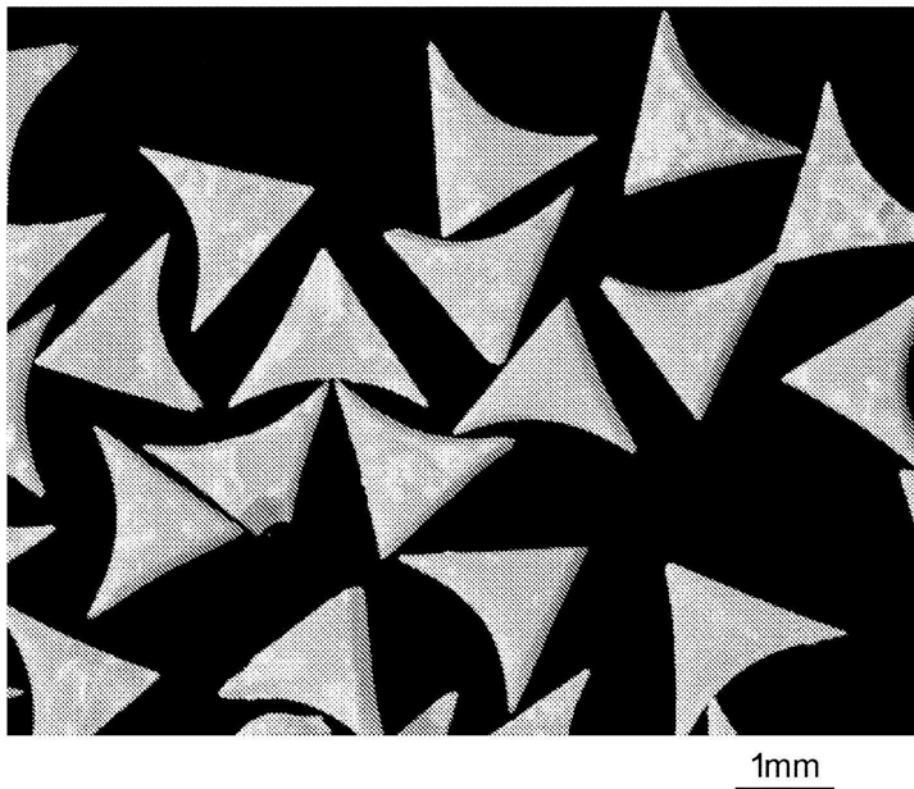


图16

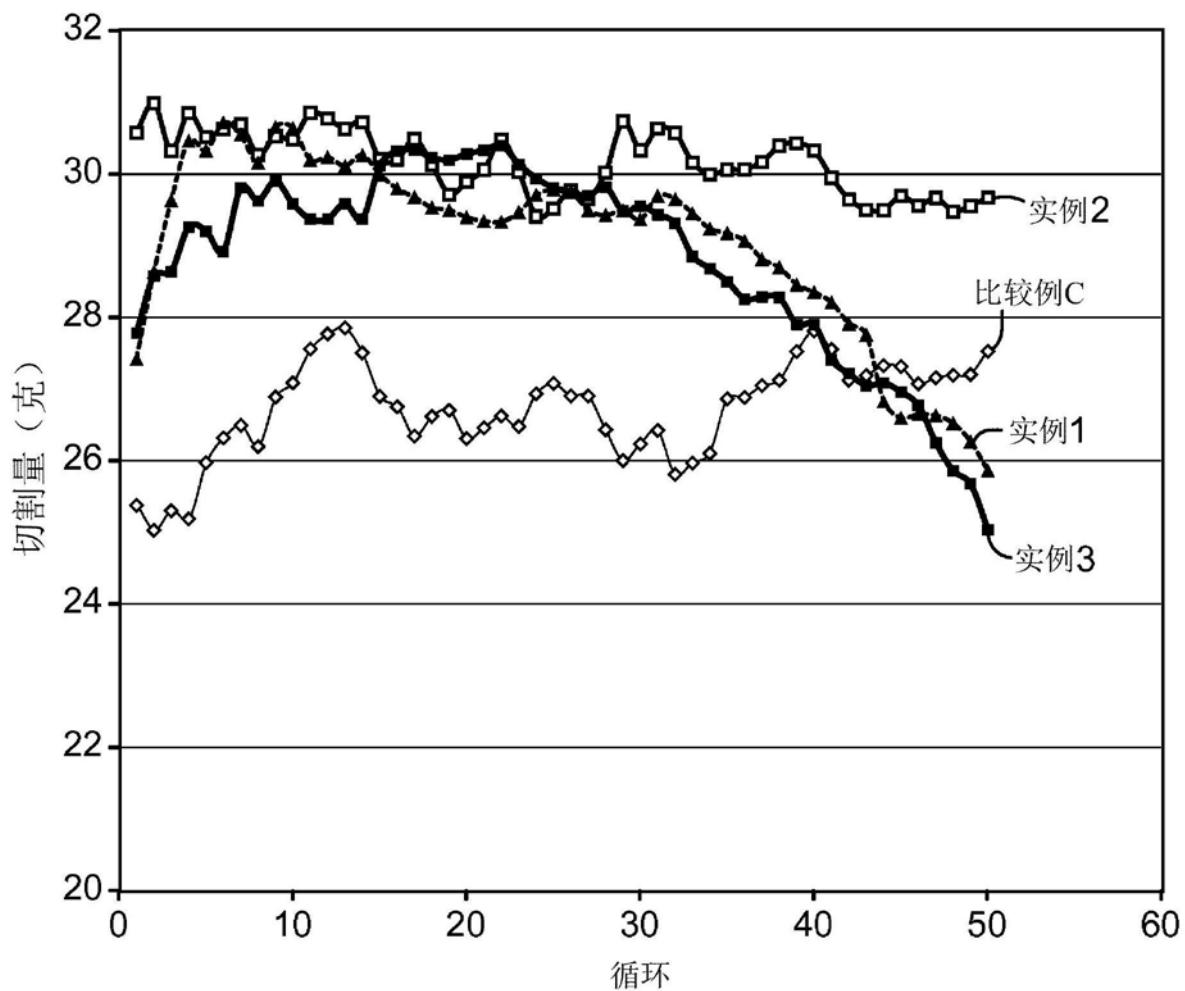


图17

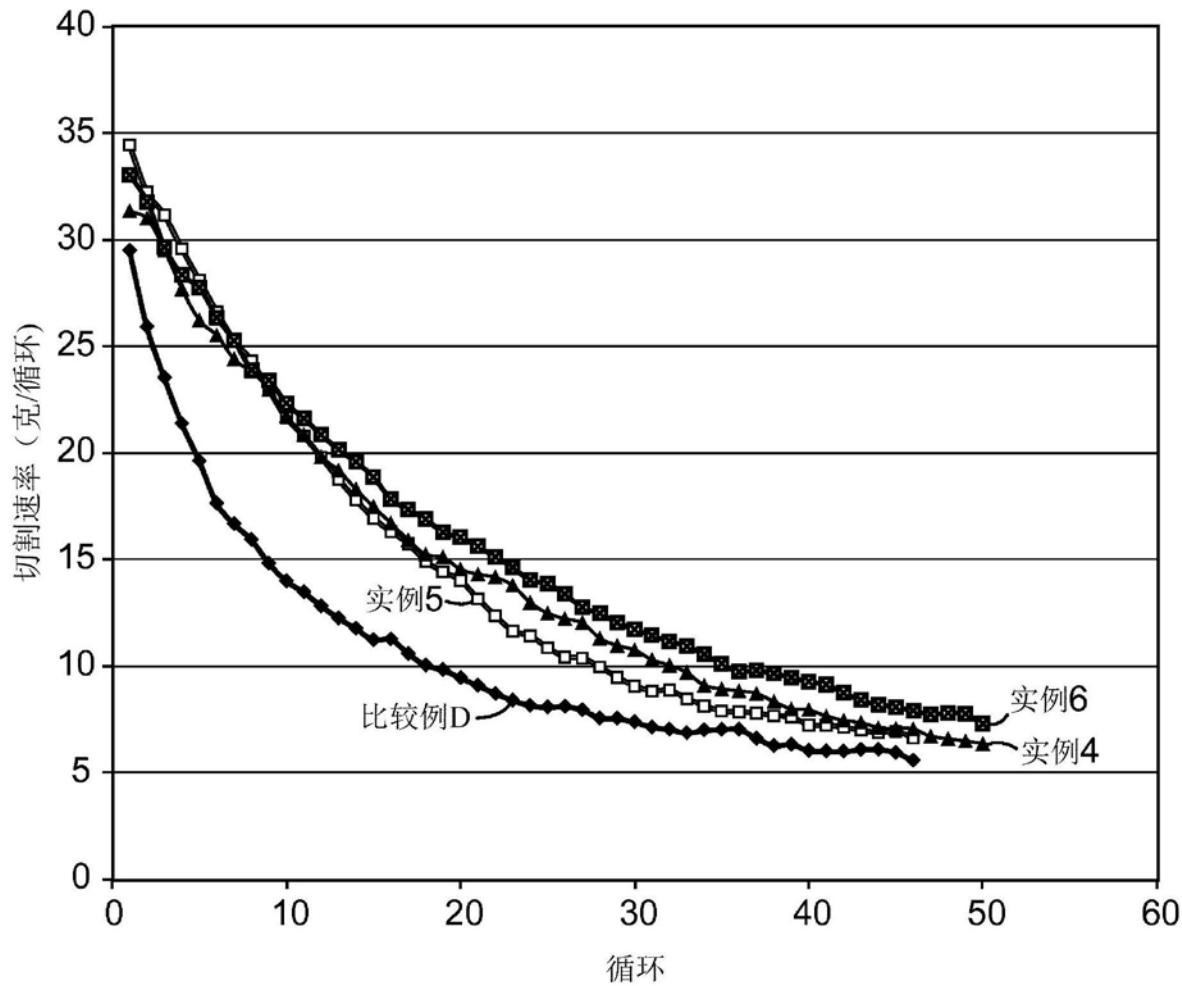


图18

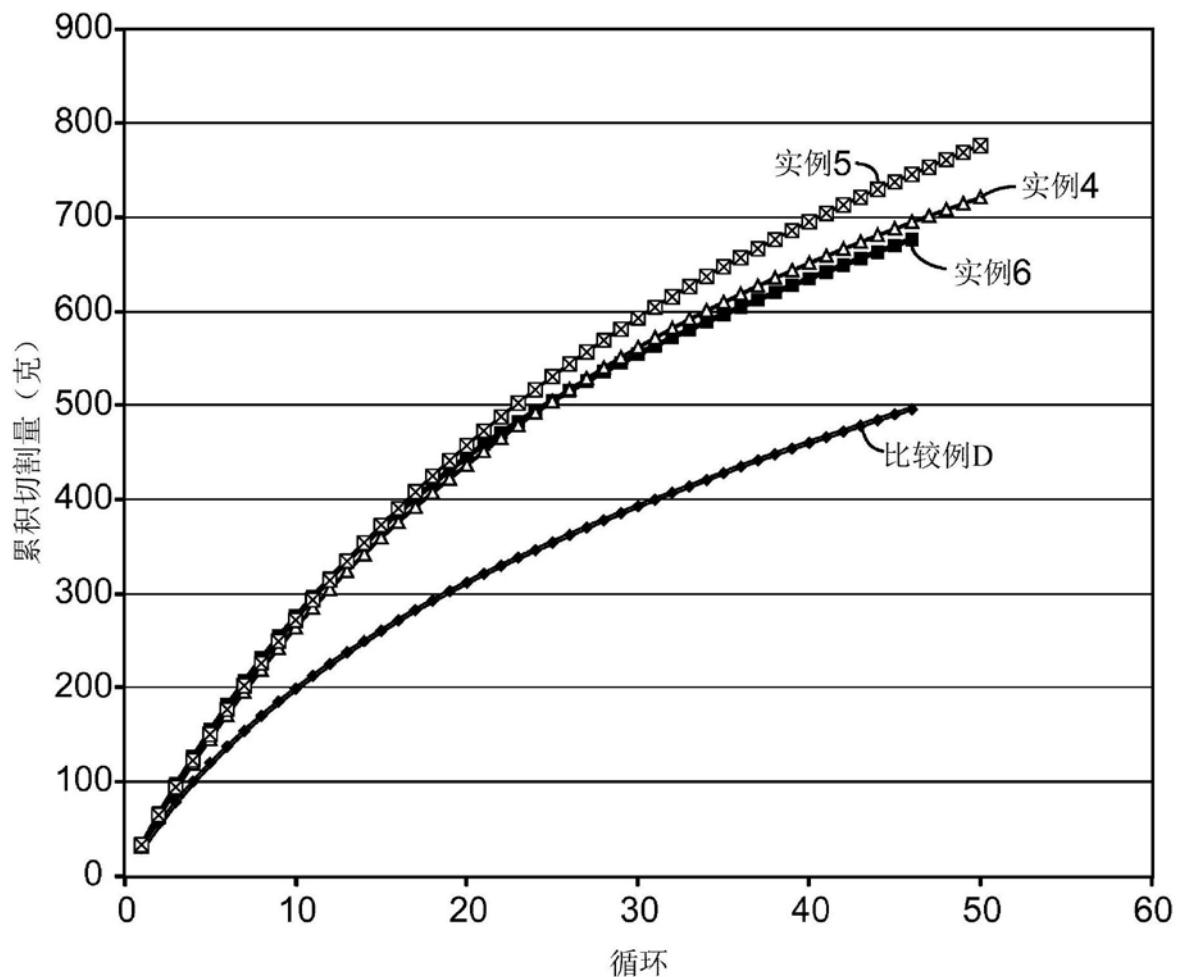
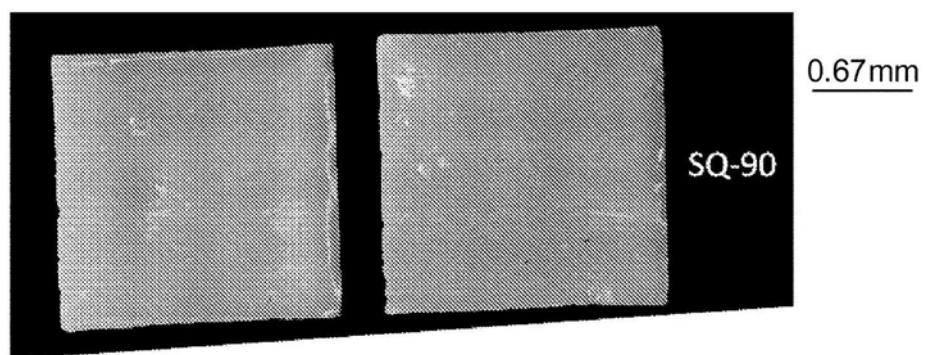


图19



现有技术

图20A

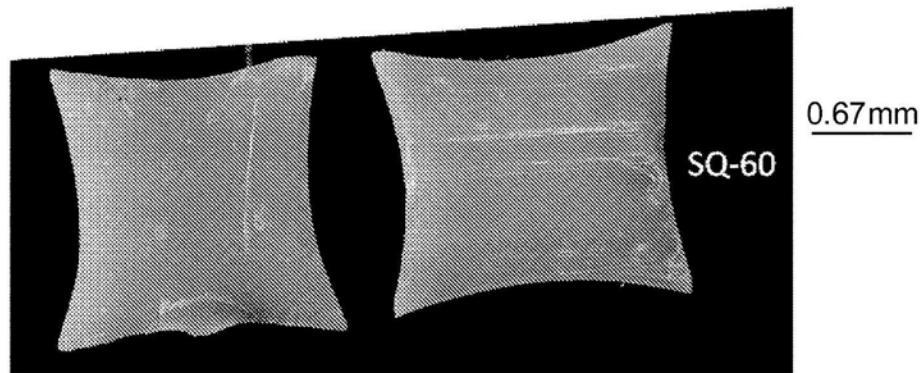


图20B

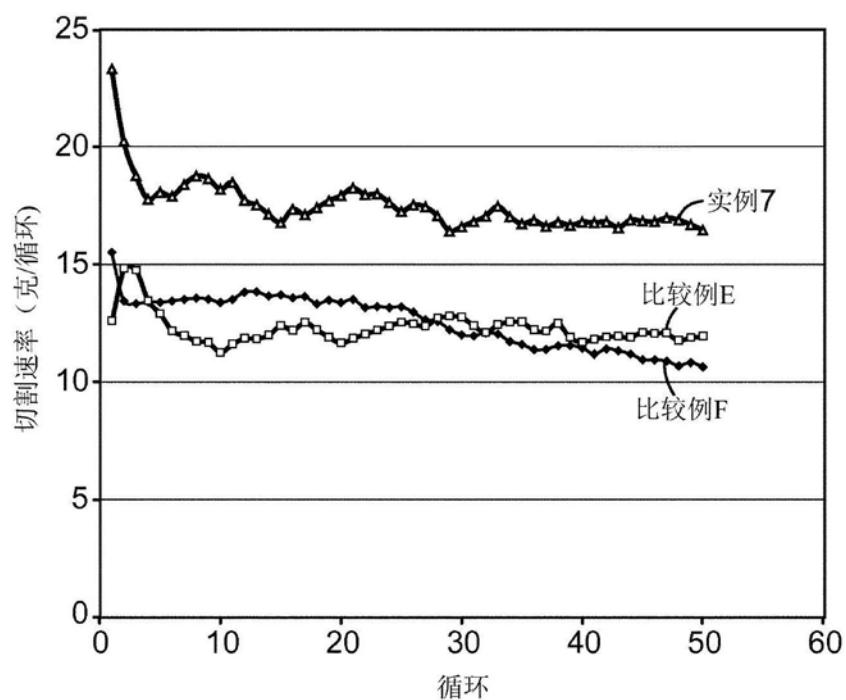


图21

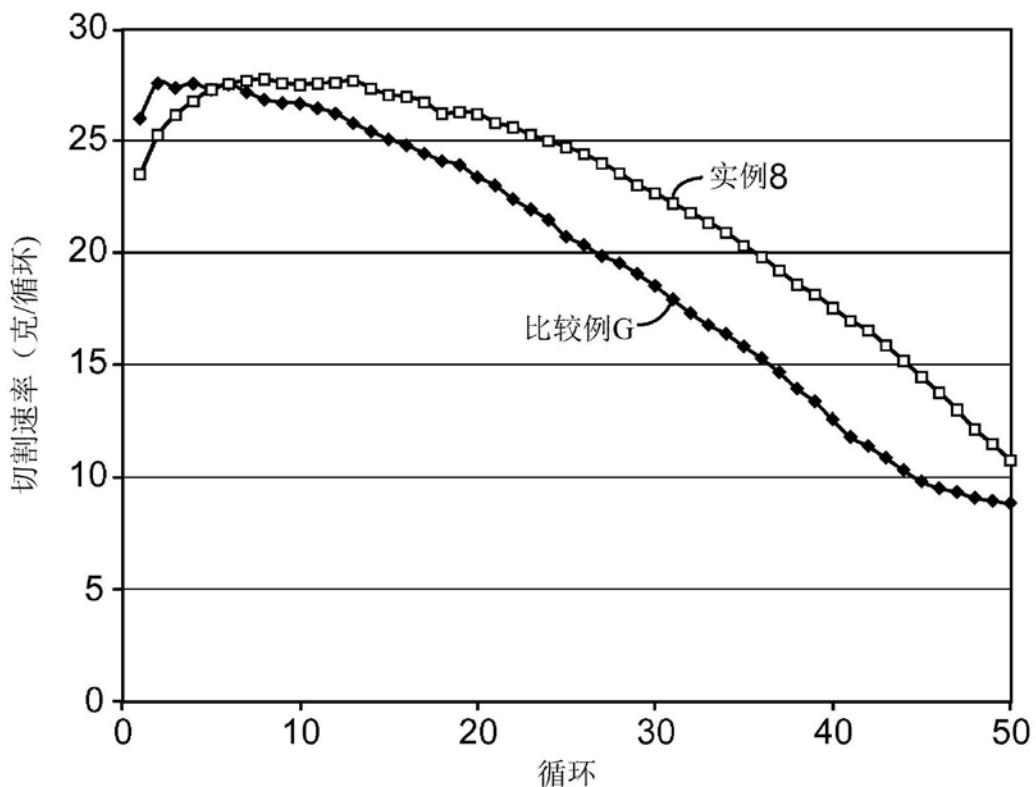


图22

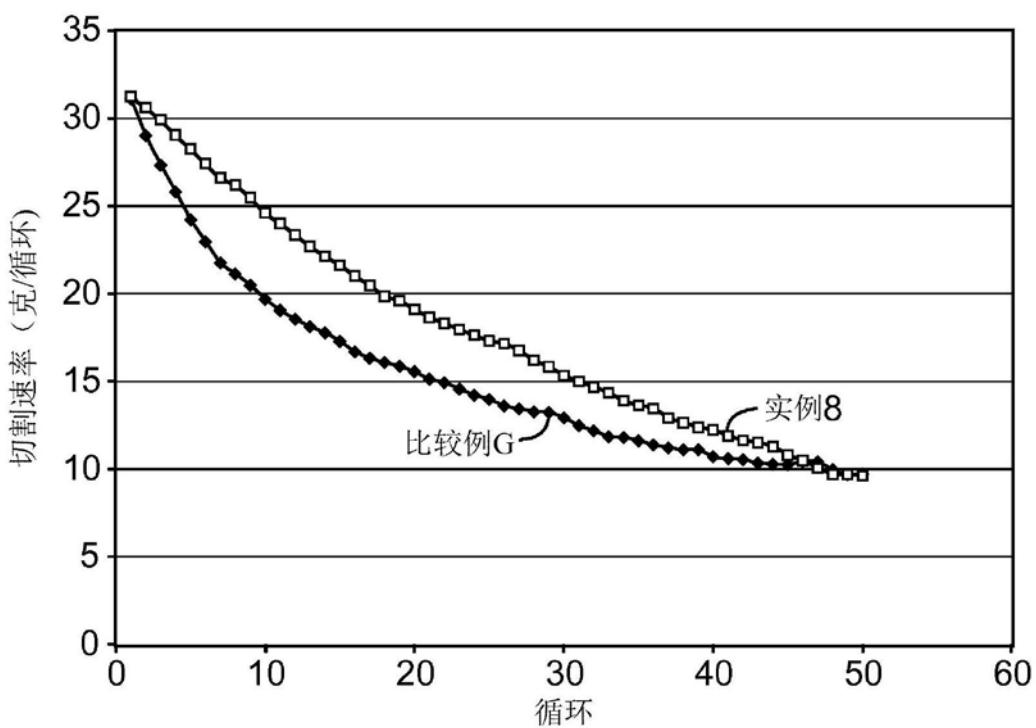


图23