



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103702800 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 02

(21) 申请号 201280036432. 7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 06. 30

B24D 3/02 (2006. 01)

C09K 3/14 (2006. 01)

(30) 优先权数据

61/503479 2011. 06. 30 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 01. 22

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/045163 2012. 06. 30

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/003830 EN 2013. 01. 03

(71) 申请人 圣戈本陶瓷及塑料股份有限公司

地址 美国马萨诸塞州

(72) 发明人 G·王 V·K·布加瑞

Y·波桑特-洛克斯

(74) 专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理

有限公司 11280

代理人 徐舒

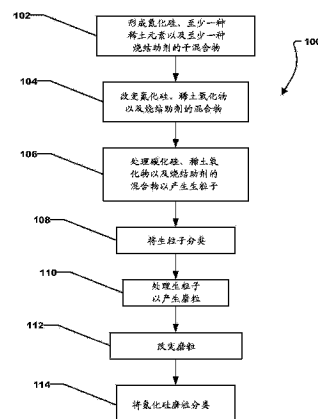
权利要求书4页 说明书17页 附图14页

(54) 发明名称

包括氮化硅磨粒的磨料制品

(57) 摘要

磨料制品包括具有包含在粘结材料中的磨粒的主体。磨粒可以包括主要含量的氮化硅和少数含量的烧结材料,所述烧结材料包括至少两种稀土氧化物材料。在一个实施方案中,稀土氧化物材料可以包括Nd₂O₃和Y₂O₃。在一个特定的实施方案中,磨粒包括大于Y₂O₃含量(wt%)的Nd₂O₃含量(wt%)。



1. 一种磨料制品,所述磨料制品包括:
包括包含在粘结材料中的磨粒的主体,所述磨粒包括主要含量的氮化硅和少数含量的烧结材料,所述烧结材料包括 Nd_2O_3 和 Y_2O_3 ,其中所述磨粒包括大于 Y_2O_3 含量(wt%)的 Nd_2O_3 含量(wt%)。
2. 一种磨料制品,所述磨料制品包括:
包括磨粒的单层的主体,所述磨粒包含在粘结材料中,所述粘结材料包括有机材料,所述磨粒包括主要含量的氮化硅和少数含量的烧结材料,所述烧结材料包括至少两种稀土氧化物材料。
3. 一种磨料制品,所述磨料制品包括:
单层粘结的磨料工具,其包括:
基底;
覆盖基底表面的粘结材料的层;以及
粘附在粘结材料中并且附接至基底表面的磨粒,所述磨粒包括液相烧结氮化硅。
4. 根据权利要求1、2或3所述的磨料制品,其中所述主体包括单层磨料工具,所述单层磨料工具具有用粘结材料的层附接至基底的磨粒的单层。
5. 根据前述权利要求中任一项所述的磨料制品,其中将所述粘结材料布置在所述磨粒和所述基底之间。
6. 根据前述权利要求中任一项所述的磨料制品,其中所述磨粒的一部分通过所述粘结材料的层与所述基底接触。
7. 根据前述权利要求中任一项所述的磨料制品,其中所述磨粒的少部分被所述粘结材料覆盖。
8. 根据前述权利要求中任一项所述的磨料制品,其中所述磨粒的一部分从所述粘结材料突出并与位于所述粘结材料下的所述基底接触。
9. 根据前述权利要求中任一项所述的磨料制品,其中所述磨粒的大部分从所述粘结材料突出并与位于所述粘结材料下的所述基底接触。
10. 根据权利要求1或3所述的磨料制品,其中所述粘结材料包括有机材料。
11. 根据权利要求2或10所述的磨料制品,其中所述粘结材料包括树脂。
12. 根据权利要求2、10或11所述的磨料制品,其中所述粘结材料包括酚醛树脂。
13. 根据权利要求2、10、11或12所述的磨料制品,其中所述粘结材料基本上由酚醛树脂组成。
14. 根据前述权利要求中任一项所述的磨料制品,其中所述粘结材料包括无机材料。
15. 根据权利要求14所述的磨料制品,其中所述粘结材料包括选自金属、金属合金、氧化物及其组合的材料。
16. 根据前述权利要求中任一项所述的磨料制品,其中所述粘结材料包括玻璃相材料。
17. 根据权利要求16所述的磨料制品,其中所述粘结材料包括氧化物,其中所述氧化物包括选自Si、Al、Na、Mg、Ca、K、B、P及其组合的元素。
18. 根据前述权利要求中任一项所述的磨料制品,其中所述粘结材料包括混合粘结剂,所述混合粘结剂包括有机材料和无机材料。
19. 根据权利要求1或2所述的磨料制品,其中所述磨粒包括大于氧化铝含量的稀土氧

化物总含量。

20. 根据权利要求 1 或 2 所述的磨料制品,其中所述磨粒包括小于稀土氧化物组分含量 (wt%) 的氧化铝含量 (wt%)。

21. 根据权利要求 1、2、19 或 20 所述的磨料制品,其中所述磨粒包括小于 Y_2O_3 含量 (wt%) 的氧化铝含量 (wt%)。

22. 根据权利要求 1、2、19、20 或 21 所述的磨料制品,其中所述磨粒包括小于 Nd_2O_3 含量 (wt%) 的氧化铝含量 (wt%)。

23. 根据权利要求 1、2 和 19-22 中任一项所述的磨料制品,其中所述磨粒的氧化铝含量 (wt%) 在稀土氧化物组分含量 (wt%) 的约 0.3 至约 0.7 之间。

24. 根据权利要求 23 所述的磨料制品,其中所述磨粒的氧化铝含量 (wt%) 在 Nd_2O_3 含量 (wt%) 的约 0.3 至约 0.7 之间。

25. 根据前述权利要求中任一项所述的磨料制品,其中所述磨粒基本上不含选自以下的材料: MgO 、 ZrO_2 、 HfO_2 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Lu_2O_3 、 Fe 、 W 、 Mo 、 Cu 和元素 Si 。

26. 根据权利要求 1、2 和 19-24 中任一项所述的磨料制品,其中按所述粒子总重量计,所述磨粒包括不大于约 10wt% 的稀土氧化物,不大于约 9wt% 的稀土氧化物,不大于约 8.5wt% 的稀土氧化物,不大于约 8.2wt% 的稀土氧化物。

27. 根据权利要求 1、2、19-24 和 26 中任一项所述的磨料制品,其中按所述粒子总重量计,所述磨粒包括至少约 6wt% 的稀土氧化物,至少约 6.5wt% 的稀土氧化物,至少约 7wt% 的稀土氧化物,至少约 7.8wt% 的稀土氧化物。

28. 根据权利要求的 1、2、19-24、26 和 27 中任一项所述的磨料制品,其中按所述磨粒总重量计,所述磨粒包括不大于约 5wt% 的 Y_2O_3 ,不大于约 4.5wt% 的 Y_2O_3 ,不大于约 4wt% 的 Y_2O_3 ,不大于约 3.5wt% 的 Y_2O_3 ,不大于约 3.2wt% 的 Y_2O_3 。

29. 根据权利要求 1、2、19-24 和 26-28 中任一项所述的磨料制品,其中按所述磨粒总重量计,所述磨粒包括至少约 1wt% 的 Y_2O_3 ,至少约 1.5wt% 的 Y_2O_3 ,至少约 2wt% 的 Y_2O_3 ,至少约 2.8wt% 的 Y_2O_3 。

30. 根据权利要求 1、2、19-24 和 26-29 中任一项所述的磨料制品,其中按所述磨粒总重量计,所述磨粒包括不大于约 7wt% 的 Nd_2O_3 ,不大于约 6.5wt% 的 Nd_2O_3 ,约不大于 6wt% 的 Nd_2O_3 ,不大于约 5.5wt% Nd_2O_3 ,不大于约 5.1wt% 的 Nd_2O_3 。

31. 根据权利要求 1、2、19-24 和 26-30 中任一项所述的磨料制品,其中按所述磨粒总重量计,所述磨粒包括至少约 3wt% 的 Nd_2O_3 ,至少约 3.5wt% 的 Nd_2O_3 ,至少约 4wt% 的 Nd_2O_3 ,至少约 4.8wt% 的 Nd_2O_3 。

32. 根据前述权利要求中任一项所述的磨料制品,其中所述磨粒包括 AlN 。

33. 根据权利要求 32 所述的磨料制品,其中按所述磨粒总重量计,所述磨粒包括不大于约 3wt% 的 AlN ,不大于约 2.5wt% 的 AlN ,不大于约 2wt% 的 AlN ,不大于约 1.5wt% 的 AlN ,不大于约大于 1wt% 的 AlN 。

34. 根据权利要求 32 或 33 所述的磨料制品,其中按所述磨粒总重量计,所述磨粒包括至少约 0.05wt% 的 AlN ,至少约 0.1wt% 的 AlN ,至少约 0.3wt% 的 AlN ,至少约 0.5wt% 的 AlN 。

35. 根据前述权利要求中任一项所述的磨料制品,其中所述磨粒包括 Ti 。

36. 根据权利要求 35 所述的磨料制品,其中所述磨粒包括 TiC。

37. 根据权利要求 35 或 36 所述的磨料制品,其中按所述磨粒总重量计,所述磨粒包括不大于约 3wt% 的 TiC,不大于约 2.5wt% 的 TiC,不大于约 2wt% 的 TiC,不大于约 1.5wt% 的 TiC,不大于约 1wt% 的 TiC。

38. 根据权利要求 35、36 或 37 所述的磨料制品,其中按所述磨粒总重量计,所述磨粒包括至少约 0.05wt% 的 TiC,至少约 0.1wt% 的 AlN,至少约 0.2wt% 的 TiC,至少约 0.4wt% 的 TiC。

39. 根据前述权利要求中任一项所述的磨料制品,其中所述磨粒基本上由氮化硅和包括氧化物的烧结相组成。

40. 根据权利要求 1、2、19-24 和 26-31 中任一项所述的磨料制品,其中所述磨粒包括液相烧结氮化硅。

41. 根据前述权利要求中任一项所述的磨料制品,其中所述磨粒的平均粒径不大于约 2000 微米,不大于约 1500 微米,不大于约 1000 微米,不大于约 500 微米。

42. 根据前述权利要求中任一项所述的磨料制品,其中所述磨粒的平均粒径为至少约 10 微米,至少约 50 微米,至少约 100 微米,至少约 250 微米。

43. 根据前述权利要求中任一项所述的磨料制品,其中所述磨粒包括 β -相氮化硅。

44. 根据权利要求 43 所述的磨料制品,其中所述磨粒包括主要含量 (> 50wt%) 的 β -相氮化硅。

45. 根据权利要求 43 或 44 所述的磨料制品,其中所述磨粒基本上由 β -相氮化硅组成。

46. 根据前述权利要求中任一项所述的磨料制品,其中所述磨粒包括具有细长形状的磨粒。

47. 根据权利要求 46 所述的磨料制品,其中所述细长的颗粒的长度:宽度的纵横比为至少约 2 : 1。

48. 根据前述权利要求中任一项所述的磨料制品,其中按所述主体总体积计,所述主体包括至少约 5vol% 的磨粒,至少约 10vol% 的磨粒或至少约 15vol% 的磨粒。

49. 根据前述权利要求中任一项所述的磨料制品,其中按所述主体总体积计,所述主体包括不大于约 30vol% 的磨粒、不大于约 25vol% 的磨粒或不大于约 20vol% 的磨粒。

50. 根据前述权利要求中任一项所述的磨料制品,其中按所述主体总体积计所述主体包括至少约 3vol% 的粘结材料,至少约 4vol% 的粘结材料,至少约 5vol% 的粘结材料。

51. 根据前述权利要求中任一项所述的磨料制品,其中按所述主体总体积计,所述主体包括不大于约 10vol% 的粘结材料,不大于约 9vol% 的粘结材料,不大于约 8vol% 的粘结材料,不大于约 7vol% 的粘结材料。

52. 根据前述权利要求中任一项所述的磨料制品,其中按所述主体总体积计,所述主体包括至少约 1vol% 的空隙,至少约 2vol% 的空隙或至少约 3vol% 的空隙。

53. 根据前述权利要求中任一项所述的磨料制品,其中所述主体包括不大于约 5vol% 的空隙或不大于约 4vol% 的空隙。

54. 一种磨料制品,所述磨料制品包括:

包括磨粒的主体,所述磨粒包括包含在粘结材料中的氮化硅;以及

其中对于在至少约 60 英尺 / 秒的速度下进行的研磨操作,在金属工件上切削至少约 0.0002 英寸 [5.08 μm] 的深度,所述主体的 G- 比率为至少约 250,其中所述 G- 比率为从所述工件去除的材料的重量相对于从所述主体损失的材料的重量的度量。

55. 根据权利要求 55 所述的磨料制品,其中对于在轴承钢工件上进行的研磨操作,所述 G- 比率为至少约 275,至少约 280,至少约 290 或甚至至少约 300。

56. 根据权利要求 54 或 55 所述的磨料制品,其中对于在钛合金工件上进行的研磨操作,所述 G- 比率为至少约 275,至少约 300,至少约 400,至少约 500,至少约 600,至少约 900,至少约 1000。

57. 根据权利要求 54、55 或 56 所述的磨料制品,其中对于在 304 不锈钢工件上进行的研磨操作,所述 G- 比率为至少约 125,至少约 140,至少约 160,至少约 170,至少约 180。

58. 根据权利要求 54-57 中任一项所述的磨料制品,其中对于在白口铸铁工件上进行的研磨操作,所述 Q- 比率为至少约 250,至少约 700,至少约 1500。

59. 根据权利要求 54-58 中任一项所述的磨料制品,其中所述磨粒包括稀土元素。

60. 根据权利要求 59 所述的磨料制品,其中所述磨粒包括稀土氧化物。

61. 根据权利要求 60 所述的磨料制品,其中所述磨粒包括选自 Y_2O_3 、 Nd_2O_3 、 La_2O_3 及其组合的稀土氧化物。

62. 根据权利要求 59、60 或 61 所述的磨料制品,其中所述磨粒包括至少两种不同的稀土氧化物组分。

63. 根据权利要求 59-62 中任一项所述的磨料制品,其中所述磨粒包括 Y_2O_3 和 Nd_2O_3 。

64. 根据权利要求 63 所述的磨料制品,其中所述磨粒包括比 Y_2O_3 含量 (wt%) 大的 Nd_2O_3 含量 (wt%)。

65. 根据权利要求 54 所述的磨料制品,其中所述工件包括选自铁、钢、钛、钛合金、镍、镍合金及其组合的金属。

66. 根据权利要求 65 所述的磨料制品,其中所述工件基本上由钢组成。

67. 根据权利要求 65 所述的磨料制品,其中所述工件基本上由白口铸铁组成。

68. 根据权利要求 65 所述的磨料制品,其中所述工件基本上由钛合金组成。

69. 一种方法,所述方法包括:

形成氮化硅、至少两种稀土元素、以及至少一种烧结助剂的混合物,所述至少两种稀土元素包括 Nd_2O_3 和 Y_2O_3 ;

处理所述混合物以形成生粒子;

烧结所述生粒子以形成磨粒。

70. 根据权利要求 69 所述的方法,其中处理所述混合物以形成生粒子包括使所述混合物经受冷冻干燥操作。

71. 根据权利要求 69 或 70 所述的方法,所述方法还包括研磨所述混合物。

72. 根据权利要求 71 所述的方法,所述方法还包括将 AlN 添加至所述混合物。

73. 根据权利要求 72 所述的方法,其中在研磨所述混合物之后将 AlN 添加至所述混合物。

74. 根据前述权利要求中任一项所述的磨料制品或方法,其中所述磨粒的至少一部分包括成形的磨粒。

包括氮化硅磨粒的磨料制品

[0001] 背景

技术领域

[0002] 本公开总体上涉及掺入磨粒的磨料制品,更特别地,涉及掺入氮化硅磨粒的磨料制品。

背景技术

[0003] 磨料制品(诸如涂覆的磨料以及粘结的磨料)被用在不同的工业中以便诸如通过研磨或抛光来加工工件。利用磨料制品的机加工跨越了从光学行业、汽车补漆行业到金属制造行业的广阔工业范围。在这些实例的每一个中,制造设施使用磨料去除成块材料或影响产品的表面特性。例如,当研磨、抛光或精加工一些不同类型的工件包括例如金属、木材或石头时,可以使用磨料制品诸如磨料段。然而,工业上持续地要求磨料技术的改进。

发明内容

[0004] 在一个方面中,磨料制品包括具有包含在粘结材料中的磨粒的主体。磨粒可以包括主要含量的氮化硅和少数含量的烧结材料,所述烧结材料包括至少两种稀土氧化物材料。在一个实施方案中,稀土氧化物材料可以包括 Nd_2O_3 和 Y_2O_3 。在一个特定的实施方案中,磨粒包括大于 Y_2O_3 含量(wt%)的 Nd_2O_3 含量(wt%)。

[0005] 在另一个方面中,磨料制品包括单层粘结的磨料工具,所述磨料工具具有基底和覆盖在基底表面上的粘结材料的层。在一个实施方案中,单层粘结的磨料工具还可以包括粘附在粘结材料中并且附接至基底表面的磨粒。磨粒可以包括液相烧结氮化硅。

[0006] 在另一个方面中,方法包括形成氮化硅、至少两种稀土元素以及至少一种烧结助剂的混合物。在一个实施方案中,至少两种稀土元素包括 Nd_2O_3 和 Y_2O_3 。方法还包括处理混合物以形成生粒子以及烧结生粒子以形成磨粒。

附图说明

[0007] 通过参考附图可以更好地理解本公开,并且使其许多特征和优点对于本领域技术人员变得清楚。

[0008] 图1包括示出了根据一个实施方案制备氮化硅磨粒的方法的流程图。

[0009] 图2包括根据一个实施方案的氮化硅磨粒的一部分的第一扫描电子显微镜(SEM)图像。

[0010] 图3包括根据一个实施方案的氮化硅磨粒的一部分的第二SEM图像。

[0011] 图4包括根据一个实施方案的氮化硅磨粒的一部分的第三SEM图像。

[0012] 图5包括根据一个实施方案的氮化硅磨粒的一部分的SEM图像。

[0013] 图6包括常规氮化硅磨粒的一部分的SEM图像。

[0014] 图7-12包括根据一个实施方案的包括磨粒材料的成形的磨粒的图示。

- [0015] 图 13 包括根据一个实施方案的磨粒的透视图示。
- [0016] 图 14 包括图 13 的磨粒的一部分的横截面图示。
- [0017] 图 15 包括掺入根据一个实施方案的氮化硅磨粒的粘结的磨料轮的透视视图；
- [0018] 图 16 包括掺入根据一个实施方案的氮化硅磨粒的另一个粘结的磨料轮的透视视图；
- [0019] 图 17 包括掺入根据一个实施方案的氮化硅磨粒的又一个粘结的磨料轮的透视视图；
- [0020] 图 18 包括示出了在研磨白口铸铁工件过程中各种粘结的磨料研磨轮的 G- 比率的第一条形图；
- [0021] 图 19 包括示出了在研磨钛合金工件过程中各种粘结的磨料研磨轮的 G- 比率的第二条形图。
- [0022] 图 20 包括示出了在研磨钛合金工件过程中另外的粘结的磨料研磨轮的 G- 比率的第三条形图；
- [0023] 图 21 包括示出了在研磨白口铸铁工件过程中另外的粘结的磨料研磨轮的 G- 比率的第四条形图。
- [0024] 在不同附图中使用相同的附图标记来表示类似或相同的项目。

具体实施方式

[0025] 首先参照图 1, 示出了制备氮化硅磨粒的方法, 其通常命名为 100。方法 100 通过在混合器中形成包括氮化硅、至少一种稀土元素以及至少一种烧结助剂的干混合物开始于 102。

[0026] 在一个特定的实施方案中, 稀土元素可以包括稀土氧化物。例如, 稀土氧化物可以选自 Y_2O_3 、 Nd_2O_3 、 La_2O_3 及其组合。此外, 稀土氧化物可以包括至少两种不同稀土氧化物组分。例如, 混合物可以包括稀土氧化物 Y_2O_3 和 Nd_2O_3 。特别地可以基本上由 Y_2O_3 和 Nd_2O_3 组成。

[0027] 烧结助剂可以包括氧化物材料。例如, 烧结助剂可以包括 Al_2O_3 、 MgO 、 TiO_2 及其组合。

[0028] 在一个实施方案中, 混合物可以包括其他材料诸如 AlN 和 TiC , 其有助于氮化硅磨粒的形成。在一些情况下, AlN 可以作为另外的烧结助剂, TiC 可以有助于增强磨粒。

[0029] 将理解的是烧结助剂可以是粉末烧结助剂。在一个实施方案中, 烧结助剂的平均粒径可以为至少约 0.8 微米、至少约 2 微米或至少约 5 微米。在另一个实施方案中, 烧结助剂的平均粒径可以不大于约 12 微米、不大于约 10 微米或不大于约 7 微米。将理解的是烧结助剂的平均粒径可以在上述任何最小与最大值之间或者包括端值的范围内。

[0030] 此外, 可以以粉末形式提供氮化硅。在一个实施方案中, 氮化硅的平均粒径可以为至少约 0.4 微米、至少约 1.1 微米或至少约 1.7 微米。在另一个实施方案中, 氮化硅的平均粒径可以不大于约 5.5 微米、不大于约 3.9 微米或不大于约 2.5 微米。将理解的是氮化硅的平均粒径可以在上述任何最小与最大尺寸之间或者包括端值的范围内。在一个特定的示范性实施方案中, 氮化硅的平均粒径可以在约 0.4 微米至约 2 微米的范围内。此外, 氮化硅的比表面积可以在约 $9m^2 / g$ 至约 $13m^2 / g$ 的范围内。在一些情况下, 氮化硅粉末可以包括杂质, 诸如氧、碳、氯、铁、铝和钙。杂质可以以痕量存在。

[0031] 在一个实施方案中,混合物可以包括混合物总重量的至少约 80wt% 的氮化硅粉末、混合物总重量的至少约 83wt% 的氮化硅粉末或混合物总重量的至少约 86wt% 的氮化硅粉末。在另一个实施方案中,混合物可以包括混合物总重量的不大于约 93wt%、混合物总重量的不大于约 91wt% 或混合物总重量的不大于约 88wt%。将理解的是混合物中氮化硅粉末的含量可以在上述任何最小与最大尺寸之间或者包括端值的范围内。

[0032] 在一些情况下,混合物可以包括混合物总重量的至少约 0.5wt% 的稀土氧化物、混合物总重量的至少约 3.1wt% 的稀土氧化物或混合物总重量的至少约 5.8wt% 的稀土氧化物。在其他情况下,混合物可以包括混合物总重量的不大于约 15.8wt% 的稀土氧化物、混合物总重量的不大于约 12.7wt% 的稀土氧化物、混合物总重量的不大于约 9.3wt% 的稀土氧化物或混合物总重量的不大于约 7.6wt% 的稀土氧化物。将理解的是混合物中稀土氧化物的含量可以在上述任何最小与最大值之间或者包括端值的范围内。

[0033] 在一些情况下,混合物可以包括混合物总重量的至少约 0.3wt% 的烧结助剂、混合物总重量的至少约 2.6wt% 的烧结助剂或混合物总重量的至少约 5.2wt% 的烧结助剂。在其他情况下,混合物可以包括混合物总重量的不大于约 13.2wt% 的烧结助剂、混合物总重量的不大于约 10.4wt% 的烧结助剂或混合物总重量的不大于约 7.7wt% 的烧结助剂。将理解的是混合物中烧结助剂的含量可以在上述任何最小与最大值之间或者包括端值的范围内。

[0034] 在一些实施方案中,混合物中总烧结助剂内容物可以包括一种或更多种前述的烧结助剂诸如 Al_2O_3 、 MgO 、 TiO_2 , 一种或更多种稀土氧化物, AlN 或其组合。在一个特定的实施方案中,混合物可以包括混合物总重量的至少约 0.7wt%、混合物总重量的至少约 4.6wt% 或混合物总重量的至少约 7.2wt% 的总烧结助剂内容物。在其他情况下,混合物可以包括混合物总重量的不大于约 16.4wt%、混合物总重量的不大于约 13.8wt%、混合物总重量的不大于约 9.3wt% 或混合物总重量的不大于约 7.6wt% 的总烧结助剂内容物。将理解的是混合物中总烧结助剂含量可以在上述任何最小与最大值之间或者包括端值的范围内。在一个特定的示例性实施方案中,混合物的总烧结助剂内容物可以为混合物总重量的约 8wt% 至约 13wt%。

[0035] 在 104, 方法 100 可以包括改变包括氮化硅、稀土元素、烧结助剂以及任何其他另外的材料的混合物。可以通过在研磨机中将混合物和液体载体一起研磨来改变氮化硅、稀土元素和烧结助剂的混合物。

[0036] 液体载体可以包括有机或无机材料。例如,在一个实施方案中,液体载体可以包括水 (H_2O)。液体载体也可以包括醇,诸如异丙醇 (IPA)。具体地,在一个实施方案中,液体载体可以包括混合物总体积的至少 70vol% 的 H_2O 、至少 75vol% 的 H_2O 或甚至至少 80vol% 的 H_2O 。此外,液体载体可以包括不大于 95vol% 的 H_2O 、不大于 90vol% 的 H_2O 或不大于 85vol% 的 H_2O 。将理解的是 H_2O 的量可以在上述任何最小与最大百分比之间或者包括端值的范围内。

[0037] 液体载体可以包括混合物总体积的至少 5vol% 的 IPA、至少 10vol% 的 IPA、至少 15vol% 的 IPA 或甚至至少 20vol% 的 IPA。液体载体可以包括不大于 30vol% 的 IPA 或不大于 25vol% 的 IPA。将理解的是 IPA 的量可以在上述任何最小与最大百分比之间或者包括端值的范围内。

[0038] 可以将混合物研磨以实现特定的粒径。例如,可以进行研磨直到经研磨的混合物的平均粒径为至少约 0.4 微米、至少约 0.6 微米或至少约 0.8 微米。此外,经研磨的混合物的平均粒径可以不大于约 1.4 微米、不大于约 1.1 微米或不大于约 0.9 微米。将理解的是平均粒径可以在上述任何最小与最大尺寸之间或者包括端值的范围内。

[0039] 在一个实施方案中,可以将混合物研磨以实现粒子的比表面积为约 $8.8\text{m}^2/\text{g}$ 、至少约 $10.4\text{m}^2/\text{g}$ 或至少约 $12.5\text{m}^2/\text{g}$ 。也可以将混合物研磨以实现粒子的比表面积不大于约 $15.3\text{m}^2/\text{g}$ 、不大于约 $13.9\text{m}^2/\text{g}$ 或不大于约 $12.8\text{m}^2/\text{g}$ 。将理解的是混合物的粒子的比表面积可以在上述任何最小与最大值之间或者包括端值的范围内。

[0040] 在一些情况下,在研磨过程前可以将 AlN 添加至混合物以便将 AlN 与混合物的其他材料一起研磨。在其他情况下,可以将 AlN 添加至经研磨的混合物。

[0041] 转到 106,方法 100 可以包括处理经研磨的混合物以产生生粒子。例如,处理经研磨的混合物可以包括温度的施加、压力的施加、化学品的施加或其组合以促进经研磨的混合物中的变化。温度的施加可以包括冷却过程或加热过程。此外,处理经研磨的混合物可以包括烧结。然而,根据一个特定的实施方案,处理经研磨的混合物可以包括冷冻干燥经研磨的混合物。

[0042] 在一个实施方案中,冷冻干燥可以在至少约 -60°C 、至少约 -57°C 或至少约 -55°C 的温度下进行。在其他情况下,冷冻干燥可以在不大于约 -30°C 、不大于约 -38°C 或不大于约 -45°C 的温度下进行。将理解的是冷冻干燥过程可以在上述任何最小与最大值之间或者包括端值的范围内进行。在一个示例性实施方案中,冷冻干燥操作可以在约 -55°C 至约 -45°C 的温度下进行。

[0043] 在另外的实施方案中,冷冻干燥过程可以在不大于约 18%、不大于约 14%、不大于约 8% 或不大于约 4% 的相对湿度下进行。

[0044] 此外,冷冻干燥过程的持续时间可以为至少约 1.2 小时、至少约 1.5 小时或至少约 1.8 小时。在其他情况下,冷冻干燥过程的持续时间可以不大于约 2.8 小时、不大于约 2.3 小时或不大于约 2.0 小时。将理解的是冷冻干燥过程的持续时间可以在上述任何最小与最大值之间或者包括端值的范围内。

[0045] 可以理解的是冷冻干燥经研磨的混合物可以得到具有特定形态的粒子。例如,粒子可以是细长的或基本上针状的(即,针形的)。粒子的长度:宽度的纵横比可以为至少约 1.3、至少约 2:1、至少约 5:1 或至少约 10:1。然而,在一些情况下,纵横比可以不大于约 65:1、不大于约 40:1、不大于约 20:1、不大于约 15:1 或不大于约 12:1。将理解的是纵横比可以在上述任何最小与最大比值之间或者包括端值的范围内。

[0046] 在一些情况下,经冷冻干燥的粒子的长度可以为至少约 0.1 微米、至少约 1.2 微米或至少约 2.3 微米。此外,经冷冻干燥的粒子的长度可以不大于约 5.7 微米、不大于约 3.9 微米或不大于约 3.1 微米。将理解的是经冷冻干燥的粒子的长度可以在上述任何最小与最大尺寸之间或者包括端值的范围内。在一个特定的示例性实施方案中,经冷冻干燥的粒子的平均长度可以在约 0.8 微米至约 1.4 微米的范围内。

[0047] 在一些实施方案中,经冷冻干燥的粒子的宽度可以为至少约 0.06 微米、至少约 0.2 微米或至少约 0.6 微米。此外,经冷冻干燥的粒子的宽度可以不大于约 1.4 微米、不大于约 1.1 微米或不大于约 0.8 微米。将理解的是经冷冻干燥的粒子的宽度可以在上述任何

最小与最大尺寸之间或者包括端值的范围内。在一个特定的示例性实施方案中,经冷冻干燥的粒子的平均宽度可以在约 0.15 微米至约 0.40 微米的范围内。

[0048] 在 106 的处理过程之后,方法 100 可以继续到 108,其中方法 100 可以包括将生粒子分类。在 108 进行的分类过程可以包括将生粒子通过尺寸、形状或其组合分类。此外,分类过程可以包括筛分生粒子。

[0049] 在一个实施方案中,可以使用一种或更多种网筛将生粒子过筛以便将生粒子分类成一种或更多种不同的磨料粒度。在一些方面中,过筛过程可以提供具有至少约 220 微米、至少约 300 微米或至少约 370 微米的平均粒径的生粒子。在其他方面中,过筛过程可以提供具有不大于约 580 微米、不大于约 510 微米或不大于约 440 微米的平均粒径的生粒子。将理解的是过筛的生粒子的平均粒径可以在上述任何最小与最大值之间或者包括端值的范围内。在一个特定的示例性实施方案中,过筛的生粒子的平均粒径可以在约 545 微米至约 400 微米的范围内。在另一个特定的示例性实施方案中,过筛的生粒子的平均粒径可以在约 250 微米至约 400 微米的范围内。

[0050] 在 110,方法 100 可以包括处理生粒子以产生磨粒。例如,处理生粒子可以包括温度的施加、压力的施加、化学品的施加或其组合以促进生粒子中的物理变化。在一个特定的实施方案中,处理生粒子可以包括烧结生粒子。烧结可以包括施加升高的温度以影响生粒子中的致密度和颗粒生长来产生烧结的磨粒的过程。在一些情况下,烧结过程可以包括无压烧结过程。

[0051] 可以在至少约 1600°C、至少约 1650°C 或至少约 1700°C 的温度下烧结生粒子。此外,可以在大于不超过约 1825°C、不大于约 1780°C 或不大于约 1750°C 的温度下烧结生粒子。将理解的是烧结温度可以在上述任何最小与最大温度之间或者包括端值的范围内。

[0052] 在一个实施方案中,可以将生粒子烧结至少约 75 分钟、至少约 82 分钟或至少约 90 分钟的持续时间。在另一个实施方案中,可以将生粒子烧结不大于约 105 分钟、不大于约 98 分钟或不大于约 93 分钟的持续时间。将理解的是烧结操作的持续时间可以在上述任何最小与最大温度之间或者包括端值的范围内。

[0053] 可以在特定的烧结气氛中烧结生粒子。例如,烧结气氛可以包括惰性气体包括,例如,稀有气体诸如氖气或氩气,或者可选地惰性物质诸如氮气。可以使用这些气体的组合。在其他情况下,烧结气氛可以包括还原性气体。

[0054] 在另一个实施方案中,处理过程更特别是烧结过程也可以包括施加升高的压力至生粒子。例如,可以通过热等静压 (HIPing) 来处理生粒子。可以在至少约 1730°C、至少约 1750°C 或至少约 1780°C 的温度下热等静压生粒子。此外,可以在不大于约 1870°C、不大于约 1840°C 或不大于约 1800°C 的温度下热等静压生粒子。将理解的是热等静压温度可以在上述任何最小与最大温度之间或者包括端值的范围内。

[0055] 此外,根据一个实施方案,生粒子的热等静压可以进行至少约 1.3 小时、至少约 1.6 小时或甚至至少约 1.8 小时的持续时间。在另一个实施方案中,生粒子的热等静压可以进行不大于约 2.6 小时、不大于约 2.3 小时或甚至不大于约 2.0 小时的持续时间。将理解的是热等静压持续时间可以在上述任何最小与最大时间之间或者包括端值的范围内。

[0056] 根据一个实施方案,生粒子可以在特定的压力下经受热等静压以促进根据本文的实施方案的磨粒的形成。例如可以在至少约 100MPa、至少约 145MPa 或至少约 180MPa 的压

力下热等静压生粒子。此外,可以在不大于约 260MPa、不大于约 225MPa 或不大于约 205MPa 的压力下热等静压生粒子。将理解的是压力可以在上述任何最小与最大压力之间或者包括端值的范围内。

[0057] 在 112,方法 100 可以包括改变磨粒。可以通过在研磨机中研磨混合物来改变磨粒。在一些实施方案中,研磨过程中可以包括喷射研磨、粉碎操作或其组合。

[0058] 在 112 改变磨粒之后,方法 100 可以继续到 114,其中方法 100 可以包括将磨粒分类。在 114 进行的分类过程可以包括将磨粒通过尺寸、形状或其组合分类。此外,分类过程可以包括筛分氮化硅磨粒。

[0059] 在一个实施方案中,可以使用一种或更多种网筛将磨粒过筛以便将磨粒分类成一种或更多种不同的磨料粒度。

[0060] 磨粒的平均粒径可以为至少约 5 微米、至少约 18 微米或至少约 32 微米。此外,磨粒的平均粒径可以为不大于约 300 微米、不大于约 135 微米、不大于约 75 微米、不大于约 63 微米或不大于约 54 微米。将理解的是平均粒径可以在上述任何最小与最大尺寸之间或者包括端值的范围内。

[0061] 在一些情况下,磨粒的理论密度可以为至少约 85%、至少约 89%或至少约 94%。在其他情况下,磨粒的理论密度可以不大于约 99.5%、不大于约 98%或不大于约 96%。将理解的是磨粒的理论密度可以在上述任何最小与最大值之间或者包括端值的范围内。

[0062] 图 2 至图 5 分别包括磨粒 200、磨粒 300、磨粒 400 和磨粒 500 的一部分的各种 SEM 图像的图示。特别地,根据本文所描述的实施方案从比表面积在约 $8\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $12\text{m}^2/\text{g}$ 范围内的氮化硅粉末形成图 2 的磨粒 200。使氮化硅粉未经受无压烧结和热等静压。磨粒 200 的理论密度为至少约 98%。此外,根据本文所描述的实施方案形成图 3 的磨粒 300。特别地,从比表面积在约 $8\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $12\text{m}^2/\text{g}$ 范围内的氮化硅粉末形成磨粒 300。使氮化硅粉未经受无压烧结并且不经受热等静压过程。此外,根据本文所描述的实施方案使用比表面积在约 $4\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $6\text{m}^2/\text{g}$ 范围内的氮化硅粉末形成图 4 的磨粒 400。使氮化硅粉未经受无压烧结并且不经受热等静压过程。

[0063] 磨粒 200、300、400 可以包括分散在粘结材料中的多个细长的或针状的颗粒。图 2 至图 5 表明,细长的颗粒的平均粒径可以为至少约 0.1 微米、至少约 0.2 微米、至少约 0.5 微米或至少约 0.8 微米。此外,细长的颗粒的平均粒径可以不大于约 1.5 微米、不大于约 1.2 微米、不大于约 1.1 微米,或甚至不大于约 1 微米。将理解的是平均粒径可以在上述任何最小与最大尺寸之间或者包括端值的范围内。

[0064] 此外,如图 2 至图 5 所描绘的,细长的颗粒的长度:宽度的纵横比可以为至少约 2:1、至少约 5:1 或至少约 10:1。此外,纵横比可以不大于约 65:1、不大于约 20:1、不大于约 15:1 或不大于约 12:1。将理解的是纵横比可以在上述任何最小与最大比值之间或者包括端值的范围内。

[0065] 图 6 包括常规氮化硅磨粒 600 的一部分的 SEM 图像。氮化硅磨粒 600 包括若干空隙,诸如空隙 602。

[0066] 在一些实施方案中,可以使磨粒形成以具有特定形状或轮廓。合适的成形技术可以包括挤出、模塑、丝网印刷、铸造、冲压、模压、挤压、切割及其组合。例如,磨粒可以具有特定的轮廓,诸如多面体形状,包括例如,三角形、矩形、五边形、六边形、圆锥形、螺旋形、椭圆

形和细长的形状。磨粒可以包括这些形状的组合。在一个特定的实施方案中,可以由具有复杂的三维几何形状的主体来形成磨粒,所述三维几何形状包括在由纵向轴线、横向轴线和垂直轴线限定的三个相互垂直的平面中的三重对称。

[0067] 图 7-12 包括具有特定的轮廓并且限定成形的磨粒的示例性磨粒材料,其可以包括本文所描述的组分。如图 7 所示,成形的磨粒 700 可以包括主体 701,其是具有第一端面 702 和第二端面 704 的大体上棱柱形的。此外,成形的磨粒 700 可以包括在第一端面 702 和第二端面 704 之间延伸的第一侧面 710。第二侧面 712 可以在第一端面 702 和与第一侧面 710 相邻的第二端面 704 之间延伸。如图所示,成形的磨粒 700 还可以包括在第一端面 702 和第二端面 704 之间延伸的第三侧面 714,所述第二端面 704 与第二侧面 712 及第一侧面 710 相邻。

[0068] 如图 7 所描绘的,成形的磨粒 700 还可以包括在第一侧面 710 和第二侧面 712 之间的第一边缘 720。成形的磨粒 700 还可以包括在第二侧面 712 和第三侧面 714 之间的第二边缘 722。此外,成形的磨粒 700 可以包括在第三侧面 714 和第一侧面 712 之间的第三边缘 724。

[0069] 如图所示,成形的磨粒 700 的每个端面 702、704 在形状上可以是大体上三角形的。每个侧面 710、712、714 在形状上可以是大体上矩形的。此外,成形的磨粒 700 在平行于端面 702、704 的平面中的横截面可以是大体上三角形的。将理解的是虽然成形的磨粒 700 通过平行于端面 702、704 的平面的横截面形状被示出为大体上三角形的,其他形状也是可能的,包括任何多面体形状,例如四边形、五边形、六边形、七边形、八边形、九边形、十边形等。此外,成形的磨粒的横截面形状可以是凸的、非凸的、凹的或非凹的。

[0070] 图 8 包括根据另一个实施方案的成形的磨粒的图示。如所描绘的,成形的磨粒 800 可以包括主体 801,其可以包括沿纵向轴线 804 延伸的中心部分 802。第一径向臂 806 可以从中心部分 802 沿中心部分 802 的长度方向向外延伸。第二径向臂 808 可以从中心部分 802 沿中心部分 802 的长度方向向外延伸。第三径向臂 810 可以从中心部分 802 沿中心部分 802 的长度方向向外延伸。此外,第四径向臂 812 可以从中心部分 802 沿中心部分 802 的长度方向向外延伸。径向臂 806、808、810、812 可以等间隔围绕成形的磨粒 800 的中心部分 802。

[0071] 如图 8 所示,第一径向臂 806 可以包括大体上箭头形的远端 820。第二径向臂 808 可以包括大体上箭头形的远端 822。第三径向臂 810 可以包括大体上箭头形的远端 824。此外,第四径向臂 812 可以包括大体上箭头形的远端 826。

[0072] 图 8 还表明可以使成形的磨粒 800 形成为具有在第一径向臂 806 和第二径向臂 808 之间的第一空隙 830。可以在第二径向臂 808 和第三径向臂 810 之间形成第二空隙 832。也可以在第三径向臂 810 和第四径向臂 812 之间形成第三空隙 834。此外,可以在第四径向臂 812 和第一径向臂 806 之间形成第四空隙 836。

[0073] 如图 8 所示,成形的磨粒 800 可以包括长度 840、高度 842 和宽度 844。在一个特定的方面中,长度 840 大于高度 842,高度 842 大于宽度 844。在一个特定的方面中,成形的磨粒 800 可以限定为长度 840 与高度 842 之比(长度:高度)的初级纵横比。此外,成形的磨粒 800 可以限定为高度 842 与宽度 844 之比(高度:宽度)的次级纵横比。最后,成形的磨粒 800 可以限定为长度 840 与宽度 844 之比(长度:宽度)的第三纵横比。

[0074] 根据一个实施方案,成形的磨粒的初级纵横比可以为至少约 1 : 1,诸如至少约 1.1 : 1、至少约 1.5 : 1、至少约 2 : 1、至少约 2.5 : 1、至少约 3 : 1、至少约 3.5 : 1、至少约 4 : 1、至少约 4.5 : 1、至少约 5 : 1、至少约 6 : 1、至少约 7 : 1、至少约 8 : 1 或甚至至少约 10 : 1。

[0075] 在另一情况下,可以使成形的磨粒形成使得主体的次级纵横比为至少约 0.5 : 1,诸如至少约 0.8 : 1、至少约 1 : 1、至少约 1.5 : 1、至少约 2 : 1、至少约 2.5 : 1、至少约 3 : 1、至少约 3.5 : 1、至少约 4 : 1、至少约 4.5 : 1、至少约 5 : 1、至少约 6 : 1、至少约 7 : 1、至少约 8 : 1 或甚至至少约 10 : 1。

[0076] 此外,一些成形的磨粒的第三纵横比可以为至少约 1 : 1,诸如至少约 1.5 : 1、至少约 2 : 1、至少约 2.5 : 1、至少约 3 : 1、至少约 3.5 : 1、至少约 4 : 1、至少约 4.5 : 1、至少约 5 : 1、至少约 6 : 1、至少约 7 : 1、至少约 8 : 1 或甚至至少约 10 : 1。

[0077] 成形的磨粒 800 的一些实施方案可以具有对应于大体上矩形(例如,平的或弯曲的)的初级纵横比的形状。成形的磨粒 800 对应于次级纵横比的形状可以是任何多面体形状,例如,三角形、正方形、矩形、五边形等。成形的磨粒 800 对应于次级纵横比的形状也可以是任何字母数字字符的形状,例如,1、2、3 等,A、B、C 等。此外,成形的磨粒 800 对应于次级纵横比的轮廓可以是选自希腊字母、现代拉丁字母、古代拉丁字母、俄文字母、任何其他字母或其任意组合的字符。此外,成形的磨粒 800 对应于次级纵横比的形状可以是汉字字符。

[0078] 图 9-10 描绘了通常被命名为 900 的成形的磨粒的另一个实施方案。如图所示,成形的磨粒 900 可以包括具有大体上立方体形状的主体 901。将理解的是可以使成形的磨粒形成以具有其他多面体形状。主体 901 可以具有第一端面 902 和第二端面 904、在第一端面 902 和第二端面 904 之间延伸的第一侧面 906、在第一端面 902 和第二端面 904 之间延伸的第二侧面 908。此外,主体 901 可以具有在第一端面 902 和第二端面 904 之间延伸的第三侧面 910,以及在第一端面 902 和第二端面 904 之间延伸的第四侧面 912。

[0079] 如图所示,第一端面 902 和第二端面 904 可以彼此平行,可以通过侧面 906、908、910 和 912 分隔,赋予主体类似立方体的结构。然而,在一个特定的方面中,第一端面 902 可以相对于第二端面 904 旋转以建立扭转角 914。主体 901 的扭转可以沿一个或更多个轴,其限定特定类型的扭转角。例如,如在图 10 中主体的俯视图所示,俯视纵向轴线 980 限定了主体 901 在端面 902 上的长度,所述端面 902 平行于由沿主体 901 的宽度维度延伸的横向轴线 981 和沿主体 901 的高度维度延伸的垂直轴线 982 限定的平面。根据一个实施方案,主体 901 可以具有限定了主体 901 中围绕纵向轴线的扭转的纵向扭转角 914,使得端面 902 和 904 相对于彼此旋转。如图 10 中所示,扭转角 914 可以作为第一边缘 922 和第二边缘 924 的切线之间的角来测量,其中第一边缘 922 和第二边缘 924 由共同边缘 926 连接并共用共同边缘 926,所述共同边缘 926 在两个侧面(910 和 912)之间纵向地延伸。将理解的是可以使其他成形的磨粒形成以具有相对于横向轴线、垂直轴线及其组合的扭转角。任何这样的扭转角的值可以如本文所述。

[0080] 在一个特定的方面中,扭转角 914 为至少约 1° 。在其他情况下,扭转角可以更大,诸如至少约 2° 、至少约 5° 、至少约 8° 、至少约 10° 、至少约 12° 、至少约 15° 、至少约 18° 、至少约 20° 、至少约 25° 、至少约 30° 、至少约 40° 、至少约 50° 、至少约 60° 、至少

约 70° 、至少约 80° 或甚至至少约 90° 。然而,根据一些实施方案,扭转角 914 可以不大于约 360° ,诸如不大于约 330° 、诸如不大于约 300° 、不大于约 270° 、不大于约 230° 、不大于约 200° 、或甚至不大于约 180° 。将理解的是一些成形的磨粒的扭转角可以在上述任何最小与最大角度之间。

[0081] 此外,主体可以包括沿纵向轴线、横向轴线或垂直轴线之一延伸穿过主体的整个内部的开口。

[0082] 图 11 包括成形的磨粒的另一个实施方案的图示。如图所示,成形的磨粒 1100 可以包括具有带有大体上三角形形状的底面 1102 的大体上棱锥形的主体 1101。主体还可以包括相互相连并与底面 1102 连接的侧面 1116、1117 和 1118。将理解的是如本文所描述虽然主体 1101 被示出为具有棱锥形的多面体形状,但是其他形状也是可以的。

[0083] 根据一个实施方案,可以使成形的磨粒 1100 形成为具有孔 1104(即,和开口),其可以延伸通过主体 1101 的至少一部分,更特别地,可以延伸通过主体 1101 的整个体积。在一个特定的方面中,孔 1104 可以限定穿过孔 1104 中心的中心轴 1106。此外,成形的磨粒 1100 还可以限定穿过成形的磨粒 1100 的中心 1130 的中心轴 1108。可以理解的是在成形的磨粒 1100 中可以使孔 1104 形成,以使得孔 1104 的中心轴 1106 以距离 1100 从中心轴 1108 间隔开。因此,可以将成形的磨粒 1100 的质心移动至成形的磨粒 1100 的几何中点 1130 的下面,其中几何中点 1130 可以由纵向轴线 1109、垂直轴线 1111 和中心轴线(即横向轴线)1108 的交叉来限定。当落下或以其他方式沉积在背衬上时,将质心移动至成形的磨粒的几何中点 1130 的下面可以增加成形的磨粒 1100 以相同表面例如底面 1102 着陆的可能性,使得成形的磨粒 1100 具有预定的竖直方向。

[0084] 在一个特定的实施方案中,使质心沿限定高度的主体 1102 的垂直轴线 1110 以可以为至少约 0.05 高度 (h) 的距离偏离几何中点 1130。在另一个实施方案中,可以使质心以至少约 0.1 (h),诸如至少约 0.15 (h)、至少约 0.18 (h)、至少约 0.2 (h)、至少约 0.22 (h)、至少约 0.25 (h)、至少约 0.27 (h)、至少约 0.3 (h)、至少约 0.32 (h)、至少约 0.35 (h) 或甚至至少约 0.38 (h) 的距离偏离几何中点 1130。然而,可以使主体 1101 的质心以不大于 0.5 (h),诸如不大于 0.49 (h)、不大于 0.48 (h)、不大于 0.45 (h)、不大于 0.43 (h)、不大于 0.40 (h)、不大于 0.39 (h) 或甚至不大于 0.38 (h) 的距离偏离几何中点 830。将理解的是质心和几何中点之间的位移可以在上述任何最小与最大值之间。

[0085] 在特定的情况下,当成形的磨粒 1100 处于如图 11 所示的竖直方向时,可以使质心偏离几何中点 1130,以使得质心更接近于主体 1101 的底部例如底面 1102,而不是主体 1101 的顶部。

[0086] 在另一个实施方案中,可以使质心沿限定宽度的主体 1101 的横向轴线 1108 以至少约 0.05 宽度 (w) 的距离偏离几何中点 1130。在另一个方面中,可以使质心以至少约 0.1 (w),诸如至少约 0.15 (w)、至少约 0.18 (w)、至少约 0.2 (w)、至少约 0.22 (w)、至少约 0.25 (w)、至少约 0.27 (w)、至少约 0.3 (w) 或甚至至少约 0.35 (w) 的距离偏离几何中点 1130。然而,在一个实施方案中,可以使质心以不大于 0.5 (w),诸如不大于 0.49 (w)、不大于 0.45 (w)、不大于 0.43 (w)、不大于 0.40 (w) 或甚至不大于 0.38 (w) 的距离偏离几何中点 1130。

[0087] 在另一个实施方案中,可以使质心沿纵向轴线 1109 以主体 1101 的至少约 0.05

长度 (1) 的距离 (D_1) 偏离几何中点 1130。根据一个特定的实施方案,可以使质心以至少约 0.1(1),诸如至少约 0.15(1)、至少约 0.18(1)、至少约 0.2(1)、至少约 0.25(1)、至少约 0.3(1)、至少约 0.35(1) 或甚至至少约 0.38(1) 的距离偏离几何中点。然而,对于一些磨粒,可以使质心偏离不大于约 0.5(1),诸如不大于约 0.45(1) 或者甚至不大于约 0.40(1) 的距离。

[0088] 图 12 包括根据一个实施方案的成形的磨粒的图示。成形的磨粒 1200 可以包括主体 1201,所述主体 1201 包括通过一个或多个侧面 1210、1212 和 1214 彼此分开的基表面 1202 和上表面 1204。根据一个特定的实施方案,可以使主体 1201 形成以使得基表面 1202 的平面形状不同于上表面 1204 的平面形状,其中在各自的表面所限定的平面中观察平面形状。例如,如图 12 的实施方案中所示,主体 1201 可以具有通常具有圆形形状的基表面 1202 和具有大体上三角形形状的上表面 1204。将理解的是其他变化是可行的,包括在基表面 1202 和上表面 1204 上的形状的任意组合。

[0089] 此外,成形的磨粒的主体可以具有特定的二维形状。例如,在由长度和宽度所限定的平面上观察时,主体所具有的二维形状可以为多面体形状、椭圆形形状、数字、希腊字母字符、拉丁字母字符、俄文字母字符、利用多面体形状的组合的复杂形状及其组合。特定的多边形形状包括三角形、矩形、四边形、五边形、六边形、七边形、八边形、九边形、十边形、其任意组合。

[0090] 图 13 包括根据一个实施方案的磨粒的透视图示。此外,图 14 包括图 13 的磨粒的一部分的横截面图示。主体 1301 包括上表面 1303、与上表面 1303 相对的底部主表面 1304。上表面 1303 和底表面 1304 可以通过侧面 1305、1306 和 1307 彼此分开。如图所示,在主体 1301 的长度 (1) 和宽度 (w) 所限定的上表面 1303 的平面中观察时,成形的磨粒 1300 的主体 1301 可以具有大体上三角形的形状。特别地,主体 1301 可以具有延伸通过主体 1301 的中点 1381 的长度 (1)、宽度 (w)。

[0091] 根据一个实施方案,成形的磨粒的主体 1301 在由角 1313 所限定的主体的第一端可以具有第一高度 (h1)。值得注意的是,角 1313 可以表示在主体 1301 上最大高度的点。可以将角限定为在主体 1301 上由上表面 1303 和两个侧面 1305 和 1307 的连接处所限定的点或区域。主体 1301 还可以包括彼此间隔开的其他角,包括例如角 1311 和角 1312。如图进一步所示,主体 1301 可以包括由角 1311、1312 和 1313 彼此分开的边缘 1314、1315 和 1316。可以由上表面 1303 与侧面 1306 的交叉来限定边缘 1314。可以由上表面 1303 和侧面 1305 的交叉来限定边缘 1315,所述侧面 1305 在角 1311 和 1313 之间。可以由上表面 1303 和侧面 1307 的交叉来限定边缘 1316,所述侧面 1307 在角 1312 和 1313 之间。

[0092] 如图进一步所示,主体 1301 可以包括在主体 1301 的第二端的第二高度 (h2),其由边缘 1314 所限定,并且进一步地与由角 1313 所限定的第一端相对。轴 1350 可以在主体 1301 的两个端部之间延伸。图 14 是主体 1301 沿轴线 1350 的横截面图示,其可以沿主体 1301 的端部之间的宽度 (w) 维度延伸通过主体的中点 1381。

[0093] 根据一个实施方案,包括例如图 13 和 14 的磨粒的本文的实施方案的成形的磨粒可以具有高度的平均差异,其为 h1 和 h2 之间的差异的度量。更特别地,可以基于来自样品的多个成形的磨粒来计算高度的平均差异。样品可以包括代表性数量的成形的磨粒诸如至

少 8 个粒子或甚至至少 10 个粒子,其可以从一个批次中随机选择。一个批次可以是在单一成形过程,更特别是在相同的单一成形过程中制备的一组成形的磨粒。平均差异可以通过使用 STIL(Sciences et Techniques Industrielles de la Lumiere-France) 微测量 3D 表面轮廓仪 (Micro Measure3D Surface Profilometer) (白光 (LED) 色差技术) 进行测量。

[0094] 在特定的情况下,高度的平均差异 $[h_1-h_2]$ (其中 h_1 更大) 可以为至少约 50 微米。在其他情况下,高度的平均差异可以为至少约 60 微米,诸如至少约 65 微米、至少约 70 微米、至少约 75 微米、至少约 80 微米、至少约 90 微米或甚至至少约 100 微米。在一个非限制性实施方案中,高度的平均差异可以不大于约 300 微米,诸如不大于约 250 微米、不大于约 220 微米或甚至不大于约 180 微米。将理解的是高度的平均差异可以在上述任何最小与最大值之间。

[0095] 此外,包括例如图 13 和 14 的粒子的本文的成形的磨粒,可以具有至少约 0.04 的轮廓比率,所述轮廓比率为成形的磨粒的高度的平均差异 $[h_1-h_2]$ 与轮廓长度 (l_p) 之比,其定义为 $[(h_1-h_2) / (l_p)]$ 。将理解的是主体的轮廓长度可以为用于产生主体的相对端之间的 h_1 和 h_2 的数据的跨越主体的扫描的长度。此外,轮廓长度可以从所测量的多个粒子的样品计算的平均轮廓长度。在一些情况下,轮廓长度 (l_p) 可以与本文的实施方案中所描述的宽度相同。根据一个特定的实施方案,轮廓比率可以为至少约 0.05、至少约 0.06、至少约 0.07、至少约 0.08 或甚至至少约 0.09。然而,在一个非限制性实施方案中,轮廓比率可以不大于约 0.3,诸如不大于约 0.2、不大于约 0.18、不大于约 0.16 或甚至不大于约 0.14。将理解的是轮廓比率可以在上述任何最小与最大值之间。

[0096] 此外,本文的实施方案的成形的磨粒包括例如图 13 和 14 的粒子的主体 1301,可以具有限定底面积 (A_b) 的底表面 1304。在特定情况下底表面 1304 可以为主体 1301 的最大表面。底表面可以具有定义为底面积 (A_b) 的表面积,其大于上表面 1303 的表面积。此外,主体 1301 可以具有限定垂直于底面区域并且延伸通过粒子的中点 1381 的平面的面积的横截面中点面积 (A_m)。在一些情况下,主体 1301 的底面积与中点面积的面积比率 (A_b / A_m) 不大于约 6。在更特定的情况下,面积比率可以不大于约 5.5,诸如不大于约 5、不大于约 4.5、不大于约 4、不大于约 3.5 或甚至不大于约 3。然而,在一个非限制性实施方案中,面积比率可以为至少约 1.1,诸如至少约 1.3 或甚至至少约 1.8。将理解的是面积比率可以在上述任何最小与最大值之间。

[0097] 根据一个实施方案,包括例如图 13 和 14 的粒子的本文的实施方案的成形的磨粒归一化高度差异可以为至少约 40。可以由式 $[(h_1-h_2) / (h_1 / h_2)]$ 来限定归一化高度差异,其中 h_1 大于 h_2 。在其他实施方案中,归一化高度差异可以为至少约 43、至少约 46、至少约 50、至少约 53、至少约 56、至少约 60、至少约 63 或甚至至少约 66。然而,在一个特定的实施方案中,归一化高度差异可以不大于约 200,诸如不大于约 180、不大于约 140 或甚至不大于约 110。

[0098] 在另一个实施方案中,包括例如图 13 和 14 的粒子的本文的成形的磨粒可以具有高度变化。不希望受缚于特定的理论,认为成形的磨粒之间一定的高度变化可以改进多种切割表面,可以改进掺入本文的成形的磨粒的磨料制品的研磨性能。高度变化可以作为成形的磨粒的样品的高度差异的标准偏差来计算。在一个特定的实施方案中,样品的高度变化可以为至少约 20。对于其他实施方案,高度变化可以更大,诸如至少约 22、至少约 24、至

括树脂。此外,粘接材料 1508 可以包括酚醛树脂。粘结材料 1508 可以基本上由酚醛树脂组成。

[0108] 在另一个实施方案中,粘结材料 1508 可以包括无机材料。例如,粘结材料 1508 可以包括可以选自金属、金属合金、氧化物及其组合的材料。粘结材料 1508 还可以包括玻璃相材料。具体地,粘结材料 1508 可以包括氧化物,氧化物可以包括选自 Si、Al、Na、Mg、Ca、K、B、P 及其组合的元素。在另一个方面中,粘结材料 1508 可以包括混合粘结剂,其可以包括有机材料和无机材料。

[0109] 在另一个方面中,磨粒 1506 可以包括主要含量的氮化硅和少数含量的烧结材料,所述烧结材料包括 Nd_2O_3 和 Y_2O_3 , 其中磨粒 1506 包括大于 Y_2O_3 含量 (wt%) 的 Nd_2O_3 含量 (wt%)。此外,磨粒 1506 可以包括大于氧化铝含量的稀土氧化物总含量。磨粒 1506 可以包括小于稀土氧化物组分含量 (wt%) 的氧化铝含量 (wt%)。磨粒 1506 可以包括小于 Y_2O_3 含量 (wt%) 的氧化铝含量 (wt%)。此外,磨粒 1506 可以包括小于 Nd_2O_3 含量 (wt%) 的氧化铝含量 (wt%)。

[0110] 具体地,磨粒 1506 的氧化铝含量 (wt%) 可以为稀土氧化物组分含量 (wt%) 的约 0.3 至约 0.7。磨粒 1506 的氧化铝含量 (wt%) 可以为 Nd_2O_3 含量 (wt%) 的约 0.3 至约 0.7。在另一个方面中,磨粒 1506 可以是基本上不含选自以下的材料: La_2O_3 、 MgO 、 ZrO_2 、 HfO_2 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Lu_2O_3 、Fe、W、Mo、Cu 和元素 Si。

[0111] 在另一个实施方案中,按磨粒总重量计,磨粒 1506 可以包括不大于约 13wt% 的稀土氧化物、不大于约 10wt% 的稀土氧化物、不大于约 8.5wt% 的稀土氧化物或甚至不大于约 8.2wt% 的稀土氧化物。按磨粒总重量计,磨粒 506 可以包括至少约 2wt% 的稀土氧化物、至少约 5wt% 的稀土氧化物、至少约 6.5wt% 的稀土氧化物或至少约 7.8wt% 的稀土氧化物。将理解的是每个磨粒的稀土氧化物的量可以在上述任何最小与最大百分比之间或者包括端值的范围内。

[0112] 按磨粒总重量计,磨粒 1506 可以包括不大于约 5wt% 的 Y_2O_3 、不大于约 4.5wt% 的 Y_2O_3 、不大于约 4wt% 的 Y_2O_3 、不大于约 3.5wt% 的 Y_2O_3 或不大于约 3.2wt% 的 Y_2O_3 。此外,按磨粒总重量计,磨粒 506 可以包括至少约 1wt% 的 Y_2O_3 、至少约 1.5wt% 的 Y_2O_3 、至少约 2wt% 的 Y_2O_3 或至少约 2.8wt% 的 Y_2O_3 。将理解的是每个磨粒的 Y_2O_3 的量可以在上述任何最小与最大百分比之间或者包括端值的范围内。

[0113] 在另一个方面中,按磨粒总重量计,磨粒 1506 可以包括不大于约 7wt% 的 Nd_2O_3 、不大于约 6.5wt% 的 Nd_2O_3 、约不大于 6wt% 的 Nd_2O_3 、不大于约 5.5wt% Nd_2O_3 或甚至不大于约 5.1wt% 的 Nd_2O_3 。此外,按磨粒总重量计,磨粒 506 可以包括至少约 3wt% 的 Nd_2O_3 、至少约 3.5wt% 的 Nd_2O_3 、至少约 4wt% 的 Nd_2O_3 或至少约 4.8wt% 的 Nd_2O_3 。将理解的是每个磨粒的 Nd_2O_3 的量可以在上述任何最小与最大百分比之间或者包括端值的范围内。

[0114] 在又一个方面中,磨粒 1506 可以包括 AlN。具体地,按磨粒总重量计,磨粒 1506 可以包括不大于约 3wt% 的 AlN、不大于约 2.5wt% 的 AlN、不大于约 2wt% 的 AlN、不大于约 1.5wt% 的 AlN 或甚至不大于约大于 1wt% 的 AlN。此外,按磨粒总重量计,磨粒 506 可以包括至少约 0.05wt% 的 AlN、至少约 0.1wt% 的 AlN、至少约 0.3wt% 的 AlN 或至少约 0.5wt% 的 AlN。将理解的是每个磨粒的 AlN 的量可以在上述任何最小与最大百分比之间或者包括端值的范围内。

[0115] 在另一个实施方案中,磨粒 1506 可以包括 Ti。此外,磨粒 1506 可以包括 TiC。按磨粒总重量计,磨粒 506 可以包括不大于约 3wt% 的 TiC、不大于约 2.5wt% 的 TiC、不大于约 2wt% 的 TiC、不大于约 1.5wt% 的 TiC 或甚至不大于约 1wt% 的 TiC。此外,按磨粒总重量计,磨粒 506 可以包括至少约 0.05wt% 的 TiC、至少约 0.1wt% 的 AlN、至少约 0.2wt% 的 TiC 或至少约 0.4wt% 的 TiC。将理解的是每个磨粒的 TiC 的量可以在上述任何最小与最大百分比之间或者包括端值的范围内。

[0116] 在另一个方面中,磨粒 1506 可以基本上由氮化硅和包括氧化物的烧结相组成。此外,磨粒 506 可以包括液相烧结氮化硅。

[0117] 在另一实施方案中,磨粒 1506 可以包括 β -相氮化硅。特别地,磨粒 1506 可以包括主要含量 (> 50wt%) 的 β -相氮化硅。此外,磨粒 1506 可以基本上由 β -相氮化硅组成。

[0118] 应理解的是磨粒 1506 可以包括具有细长形状的磨粒。细长的颗粒的长度:宽度的纵横比可以为至少约 1.5 : 1、至少约 5 : 1 或至少约 10 : 1。此外,纵横比可以不大于约 65 : 1、不大于约 45 : 1、不大于约 20 : 1、不大于约 15 : 1 或不大于约 12 : 1。将理解的是纵横比可以在上述任何最小与最大比值之间或者包括端值的范围内。

[0119] 图 16 示出另一种磨料制品 1600。磨料制品 1600 可以包括主体 1602。主体 1602 可以包括包含在粘结材料中的磨粒的单层,所述粘结材料包括有机材料。在这样一个实施方案中,磨粒可以包括主要含量的氮化硅和少数含量的烧结材料,其可以包括至少两种稀土氧化物材料。在一个实施方案中,包含在主体 1602 的粘结材料中的磨粒可以具有基本上与图 15 中所示的主体 1502 的磨粒 1506 和粘结材料 1508 相同的组成。

[0120] 图 17 示出了又一种磨料制品 1700。如图 17 中所示,磨料制品 1700 可以是单层粘结的磨料工具,其包括基底 1702 和可以覆盖基底 1702 的表面的粘结材料 1704 的层。可以将磨粒 1706 粘附在粘结材料 1704 中并附接至基底 1702 的表面。磨粒 1706 可以包括液相烧结氮化硅。在一个实施方案中,包含在磨料制品 1700 的粘结材料 1704 中的磨粒 1706 可以具有基本上与图 15 所示的主体 1502 的磨粒 1506 和粘结材料 1508 相同的组成。

[0121] 根据本文的实施方案,主体可以包括磨粒,所述磨粒可以包括包含在粘结材料中的氮化硅。对于在至少约 50 英尺/分钟的速度下进行的研磨操作,在金属工件上切削至少约 0.0002 英寸 [5.08 μ m] 的深度,主体的 G-比率可以为至少约 250,其中 G-比率为从工件去除的材料重量相对于从主体损失的材料重量的度量。在一些情况下,粘结材料可以包括有机材料。

[0122] 对于本文所描述的任何实施方案,对于在至少约 60 转/分钟的速度下进行的研磨操作,在轴承钢工件上切削至少约 0.0002 英寸 [5.08 μ m] 的深度,G-比率可以为至少约 275、至少约 280、至少约 290 或甚至至少约 300。

[0123] 此外,对于本文的任何实施方案,对于在至少约 60 转/分钟的速度下进行的研磨操作,在钛合金工件上切削至少约 0.0005 英寸 [12.7 μ m] 的深度,G-比率可以为至少约 275、至少约 300、至少约 400、至少约 500、至少约 600、至少约 900 或至少约 1000。

[0124] 此外,对于本文的任何实施方案,对于在至少约 60 转/分钟的速度下进行的研磨操作,在 304 不锈钢工件上切削至少约 0.0005 英寸 [12.7 μ m] 的深度,G-比率可以为至少约 125、至少约 140、至少约 160、至少约 170 或至少约 180。

[0125] 此外,对于在至少约 60 转 / 分钟的速度下进行的研磨操作,在 304 不锈钢工件上切削至少约 0.0015 英寸 [38.1 μm] 的深度,本文的任何实施方案的 G- 比率可以为至少约 110、至少约 115 或至少约 120。

[0126] 此外,对于本文的任何实施方案,对于在至少约 60 转 / 分钟的速度下进行的研磨操作,在白口铸铁工件上切削至少约 0.0015 英寸 [12.7 μm] 的深度,G- 比率可以为至少约 500、至少约 800、至少约 1300、至少约 1700、至少约 2100、至少约 2400 或至少约 2750。

[0127] 可以理解的是可以使用本文的实施方案来研磨或抛光工件。例如,工件可以包括选自铁、钢、钛、钛合金、镍、镍合金及其组合的金属。工件可以基本上由钢组成。可选地,工件可以基本上由白口铸铁组成。此外,工件可以基本上由钛合金 (6Al-4V 级别 5) 组成。

[0128] 实施例

[0129] 通过提供具有以下组分的混合物来形成实施例 1 的研磨轮的磨粒:

[0130] 88.02wt% 的氮化硅粉末

[0131] 3.07wt% 的 Y_2O_3 粉末

[0132] 2.55wt% 的 Al_2O_3 粉末

[0133] 0.9wt% 的 AlN 粉末

[0134] 4.96wt% 的 Nd_2O_3 粉末

[0135] 0.5wt% 的 TiC 粉末

[0136] 在包括 80% H_2O 和 20% IPA 的水性介质中将混合物研磨成表面积为约 12.5 m^2 / g 和平均粒径为约 0.8 微米。将经研磨的粉末冷冻干燥并且随后过筛。在氮气环境下、在 1750 $^\circ\text{C}$ 下将过筛的粉末烧结 90 分钟随后在 30Ksi、1800 $^\circ\text{C}$ 下热等静压处理 2 小时。将致密化的粒子研磨和筛分成 36 和 54 目的两种不同粒度,用于制备单层研磨轮以评价研磨。

[0137] 针对放置在 Okamoto Corporation 以型号 6 • 18DX 出售的 2- 轴液压表面磨床上的湿钛合金工件和干白口铸铁工件测试研磨轮。在约 0.0005 英寸的横向进给 (即,切削深度) 下研磨机的工作台速度为 60 英尺 / 分钟。进行研磨测试直到磨粒耗尽并且研磨轮停止从工件上去除材料。相对具有 SiC 磨料的研磨轮测试根据实施例 1 形成的具有氮化硅粒子的研磨轮。测试结果示于图 18 和图 19 中。

[0138] 图 18 包括条形图 1800,其示出了用来研磨白口铸铁工件的各种粘结的磨料研磨轮的 G- 比率。第一研磨轮包括在粘结材料中的得自 Saint-Gobain Corporation 的 Hexoloy[®] 碳化硅磨粒。第二研磨轮包括包含在粘结材料中的实施例 1 的氮化硅粒子。第三研磨轮包括包含在粘结材料中的根据本文的一个实施方案的氮化硅粒子。第一、第二和第三研磨轮各自含有 36 目粒度的粒子。第一、第二和第三研磨轮的粘结组分基本上是相同的。

[0139] 第四研磨轮包括在粘结材料中的得自 Saint-Gobain Corporation 的 Hexoloy[®] 碳化硅磨粒。第五研磨轮包括包含在粘结材料中的实施例 1 的氮化硅粒子。第六研磨轮包括包含在粘结材料中的根据本文的一个实施方案的氮化硅粒子。第四、第五和第六研磨轮各自含有 54 目粒度的粒子。第四、第五和第六磨料轮的粘结组分基本上是相同的。

[0140] 通过测量在前述测试条件下相对于从磨料轮损失的重量的工件材料去除的速率来确定磨料轮的 G- 比率。如图所示,第一研磨轮的 G- 比率为约 122。第二研磨轮的 G- 比率为约 1714。第三研磨轮的 G- 比率为约 1000。第四研磨轮的 G- 比率为约 100。第五研磨

轮的 G- 比率为约 2089。最后,第六研磨轮的 G- 比率为约 2090。

[0141] 图 19 包括条形图 1900,其示出了用来在前述测试条件下研磨钛合金工件的各种粘结的磨料研磨轮的 G- 比率。第一研磨轮包括在粘结材料中的得自 Saint-Gobain Corporation 的 Hexoloy® 碳化硅磨粒。第二研磨轮包括包含在粘结材料中的实施例 1 的氮化硅粒子。第三研磨轮包括包含在粘结材料中的根据本文的一个实施方案的氮化硅粒子。第一、第二和第三研磨轮各自含有 36 目粒度的粒子。

[0142] 第四研磨轮包括包含在粘结材料中的得自 Saint-Gobain Corporation 的 Hexoloy® 碳化硅磨粒。第五研磨轮包括包含在粘结材料中的实施例 1 的氮化硅粒子。第六研磨轮包括包含在粘结材料中的根据本文的一个实施方案的氮化硅粒子。第四、第五和第六研磨轮各自含有 54 目粒度的粒子。

[0143] 如图所示,第一研磨轮的 G- 比率为约 105。第二研磨轮的 G- 比率为约 975。第三研磨轮 G- 比率为约 1000。第四研磨轮的 G- 比率为约 101。第五研磨轮的 G- 比率为约 940。最后,第六研磨轮的 G- 比率为约 940。

[0144] 使用放置在 Okamoto Corporation 以型号 6 • 18DX 出售的 2- 轴液压表面磨床上的湿钛合金工件和干白口铸铁工件来进行另外的测试。对于钛合金工件在约 0.0005 英寸的横向进给(即,切削深度)下和对于白口铸铁工件在约 0.0015 英寸的横向进给下,研磨机的工作台速度为 60 英尺/分钟。图 20 包括条形图 2000,其示出了用于湿法研磨钛合金工件的三种研磨轮的相对性能比。图 21 包括条形图 2100,其示出了用于干法研磨白口铸铁工件的三种研磨轮的相对性能比。进行研磨操作直到磨粒被基本上耗尽并且轮较长地切削。相对性能比在本文中也称为 G- 比率,其是通过测量在测试过程中相对于从研磨轮损失的重量的工件材料去除的速率来确定的。

[0145] 用具有氮化硅磨粒的研磨轮进行研磨操作。样品 1 轮的磨粒包括根据常规方法形成的氮化硅颗粒。样品 2 轮和样品 3 轮的磨粒包括根据本文的实施方案中所描述的过程形成的氮化硅颗粒。用于制备样品 2 磨粒的过程与用于制备样品 3 磨粒的过程的不同在于当制备样品 3 磨粒时未将 AlN 与氮化硅粉末和其他干混合物材料共研磨,但是在研磨干混合物后单独添加 AlN。用于制备样品 1-3 轮的磨粒的氮化硅粉末的平均粒径为约 235 微米至约 450 微米。

[0146] 在图 20 中示出的样品 1 研磨轮的相对性能比为约 146.67,而样品 2 研磨轮的相对性能比为约 1118.22,样本 3 研磨轮的相对性能比为约 1373.78。如图 21 中所示,样品 1 研磨轮的相对性能比为约 40.16,样品 2 研磨轮的相对性能比为约 1697.58,样品 3 研磨轮的相对性能比为约 2689.52。

[0147] 样品 2 和 3 的研磨轮与样品 1 研磨轮的结果相比表现出显著的和意想不到的结果。特别地,关于钛合金工件的研磨,样品 2 和样品 3 研磨轮的相对性能比具有至少 7.5 倍于来自样品 1 研磨轮的结果的改进。此外,关于白口铸铁工件的研磨,样品 2 和样品 3 研磨轮的相对性能比具有至少约 40 倍于来自样品 1 的研磨轮的结果的改进。

[0148] 前述实施方案是针对代表了与现有技术的偏离的磨粒,其包括具有相对于常规氮化硅磨料和其他常规磨粒(诸如碳化硅磨粒)的改进的性能的氮化硅磨粒。如在本申请中所描述的那样,氮化硅磨粒具有促进改进的研磨性能的特征的组合。特别地,当与常规氮化硅磨粒相比时,本文所描述的氮化硅磨粒具有提供更高的理论密度和更少的空隙的组成。

例如,如图 6 中所示,根据常规方法形成的磨粒中空隙的数量远远高于根据本文所描述的实施方案形成的磨粒中空隙的数量,其示于图 2、图 3、图 4 和图 5 中。将理解的是图 3 中所示的磨粒 300 对应于包含在样品 2 研磨轮中的磨粒,图 5 中所示的磨粒 500 对应于包含在样品 3 研磨轮中的磨粒。不受缚于特定的理论,使用如本文所描述而形成的氮化硅磨粒的工具的改进的研磨性能可以归因于改进的致密度和韧性,所述致密度和韧性由于根据本文的实施方案形成的氮化硅磨粒的特征的特定组合而实现。根据本文所描述的实施方案形成的氮化硅磨粒的细长性质也有助于相对常规氮化硅磨粒的改进的研磨性能。此外,用于形成本文的实施方案中所描述氮化硅磨粒的过程代表与现有技术的过程的偏离。特别地,常规的氮化硅磨粒的过程一直无法有效地烧结氮化硅粉末以实现合适的研磨性能所需的致密度和韧性。然而,本文所描述的液相烧结过程可以用于制备具有不仅相对于其他氮化硅磨粒而且相对于其他常规磨粒的改进的性能的氮化硅磨粒。

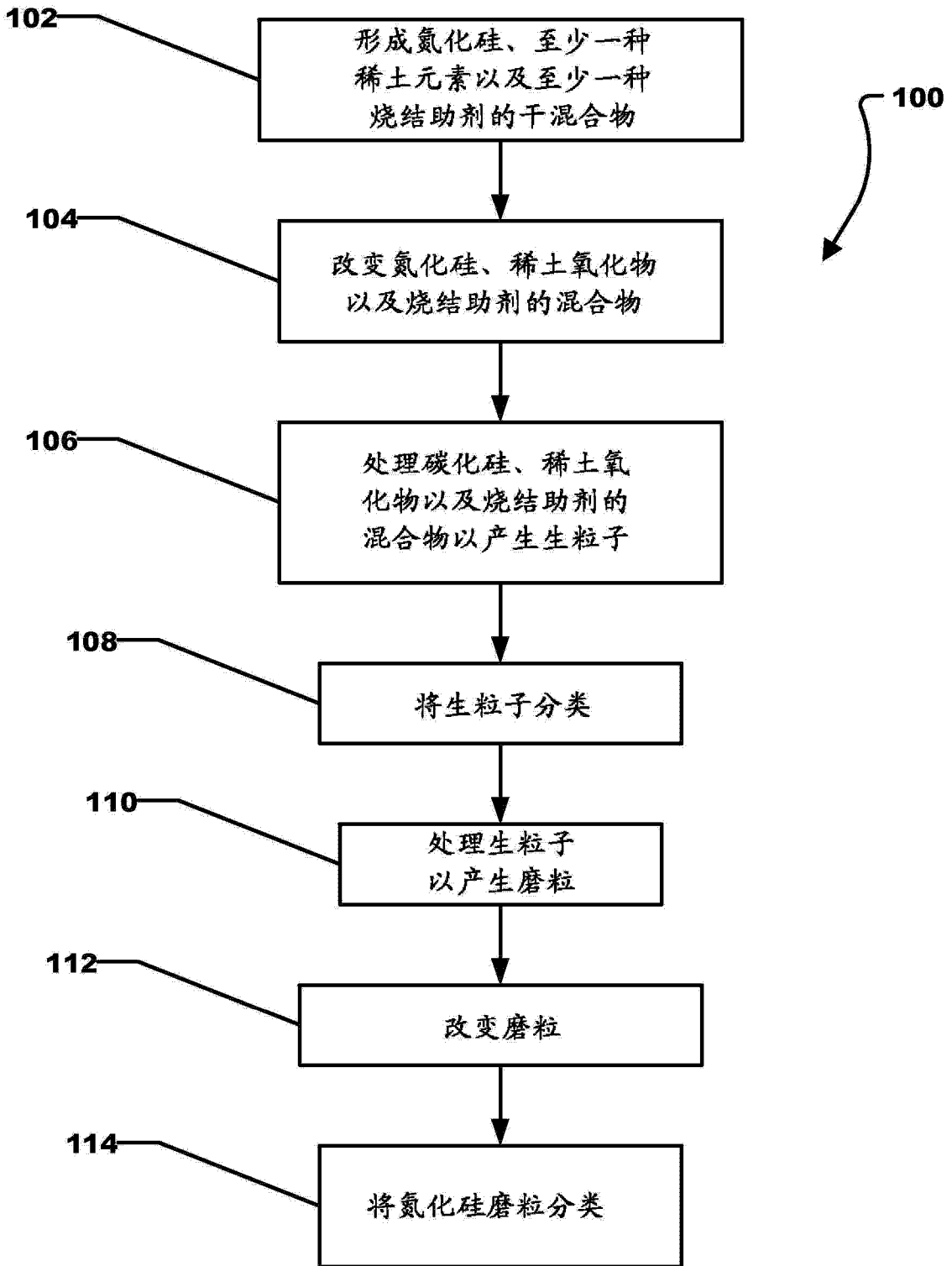


图 1

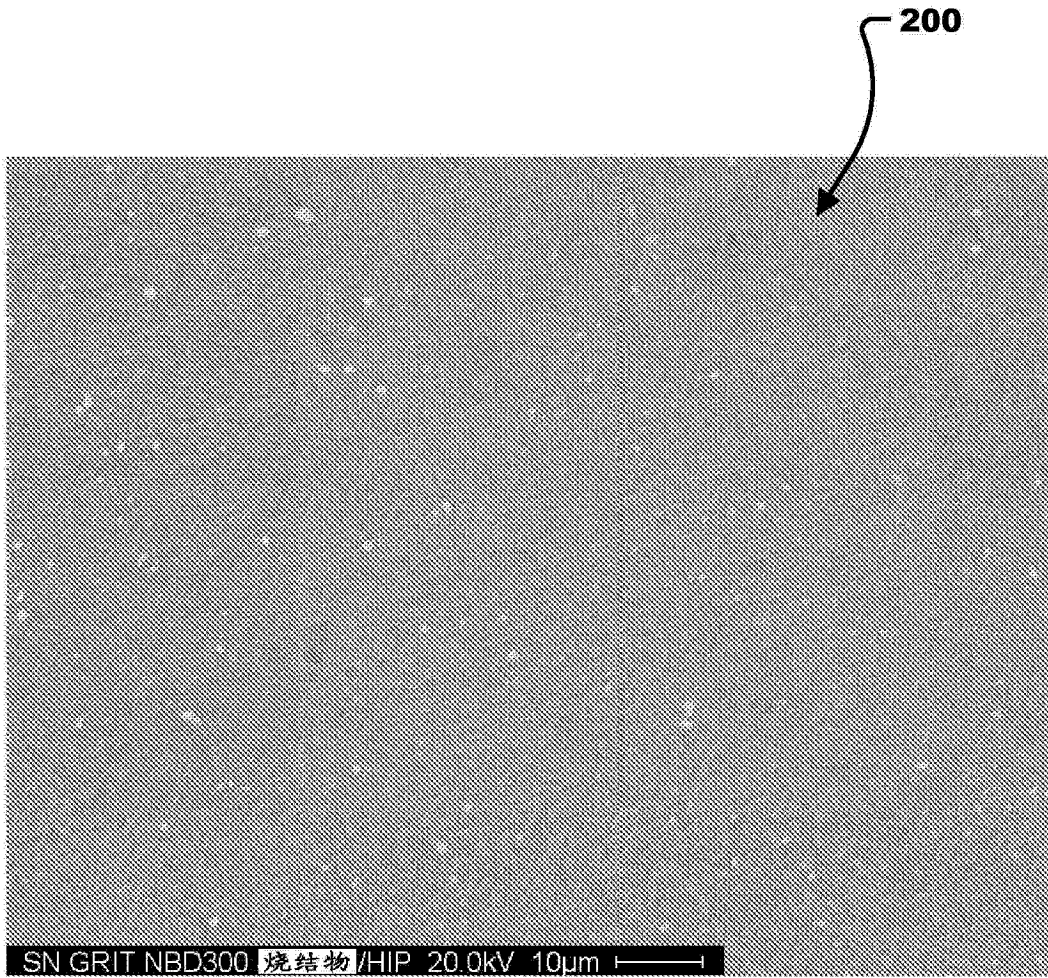


图 2

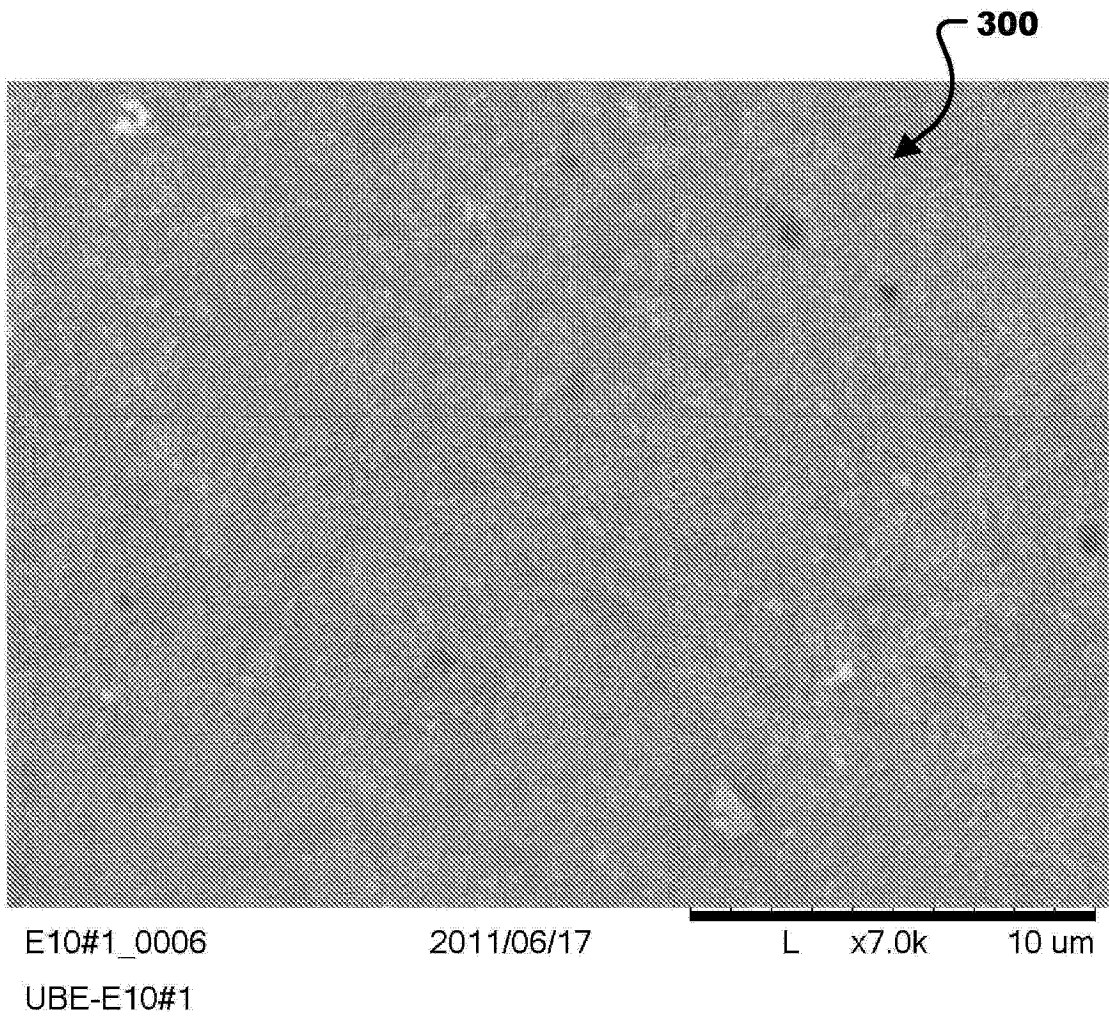


图 3

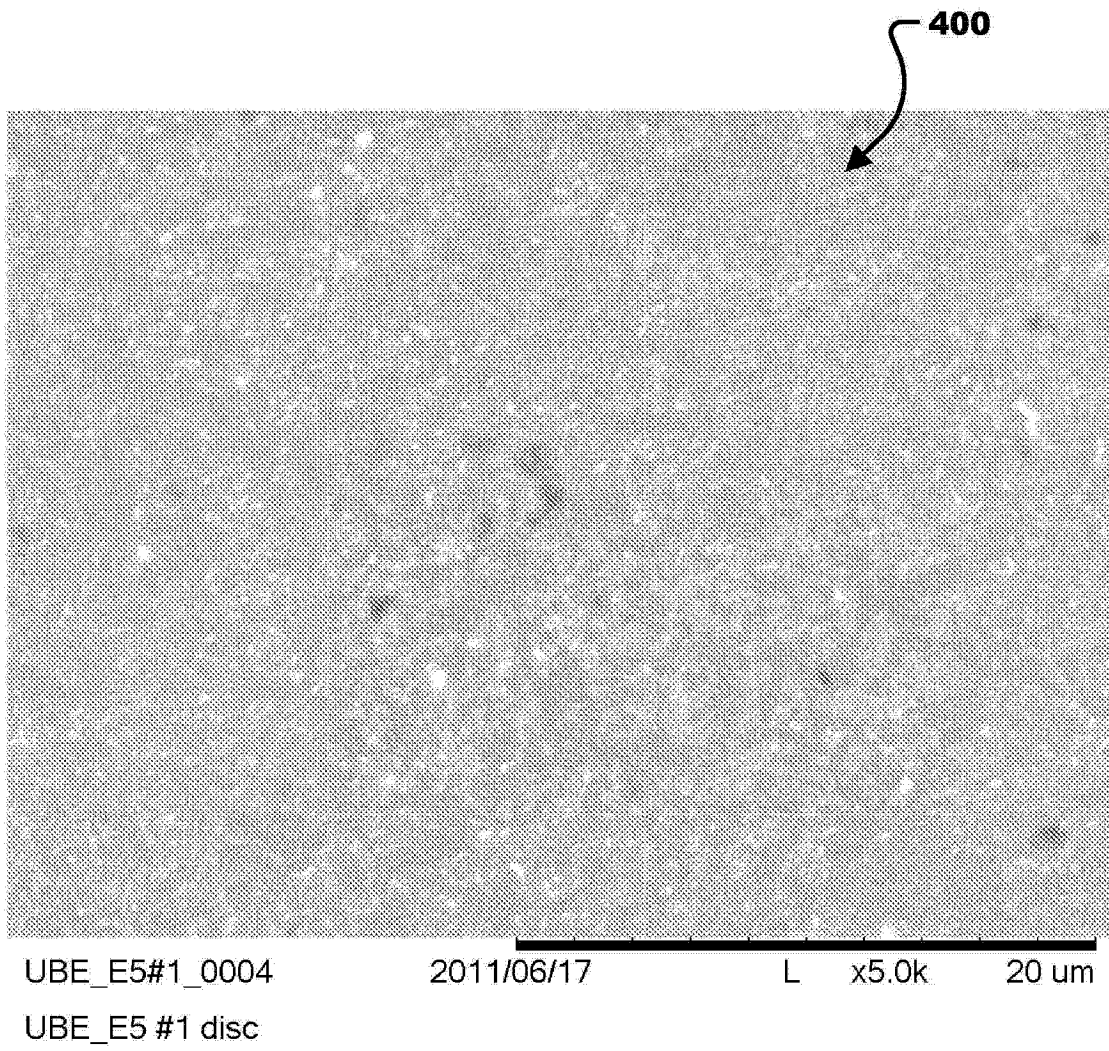


图 4

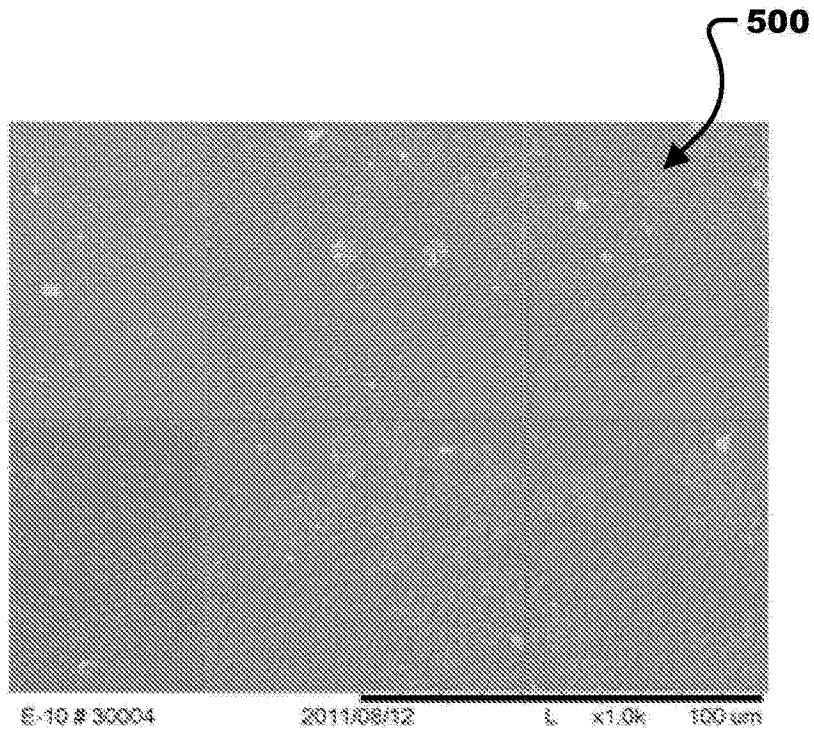


图 5

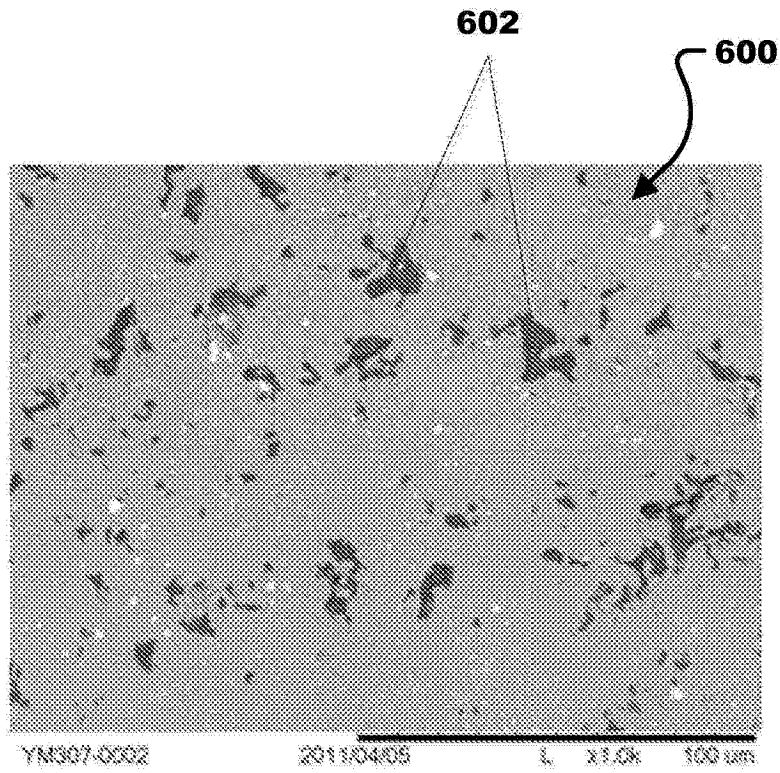


图 6

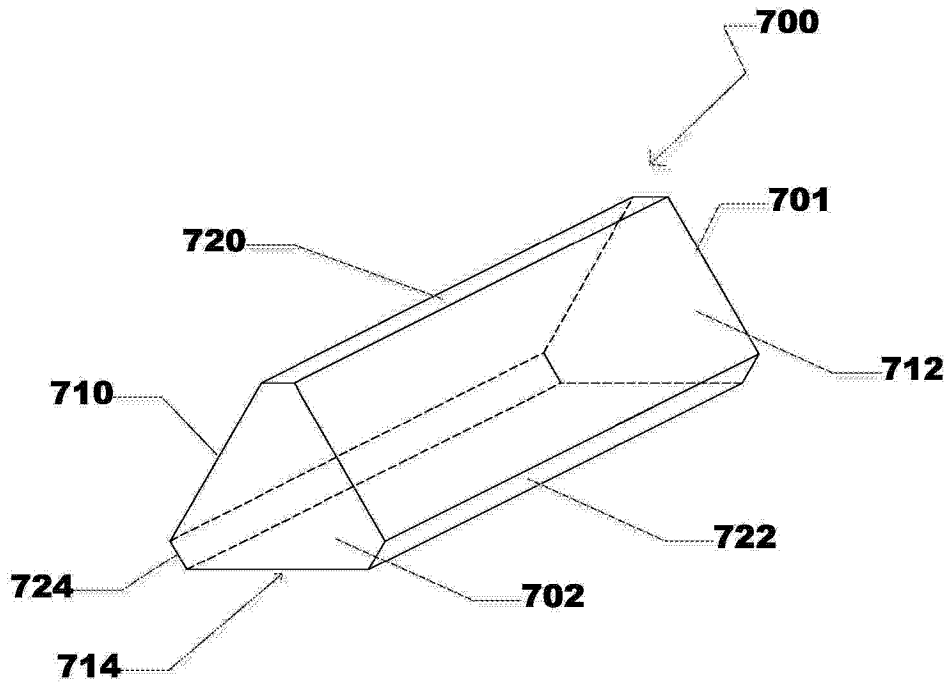


图 7

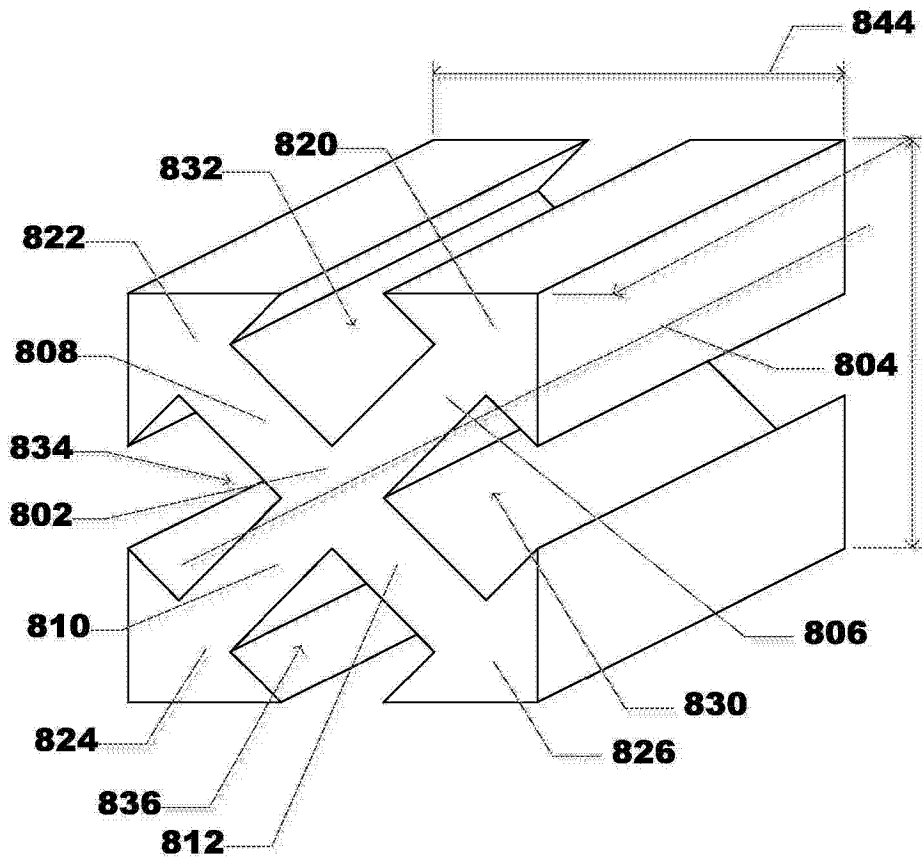


图 8

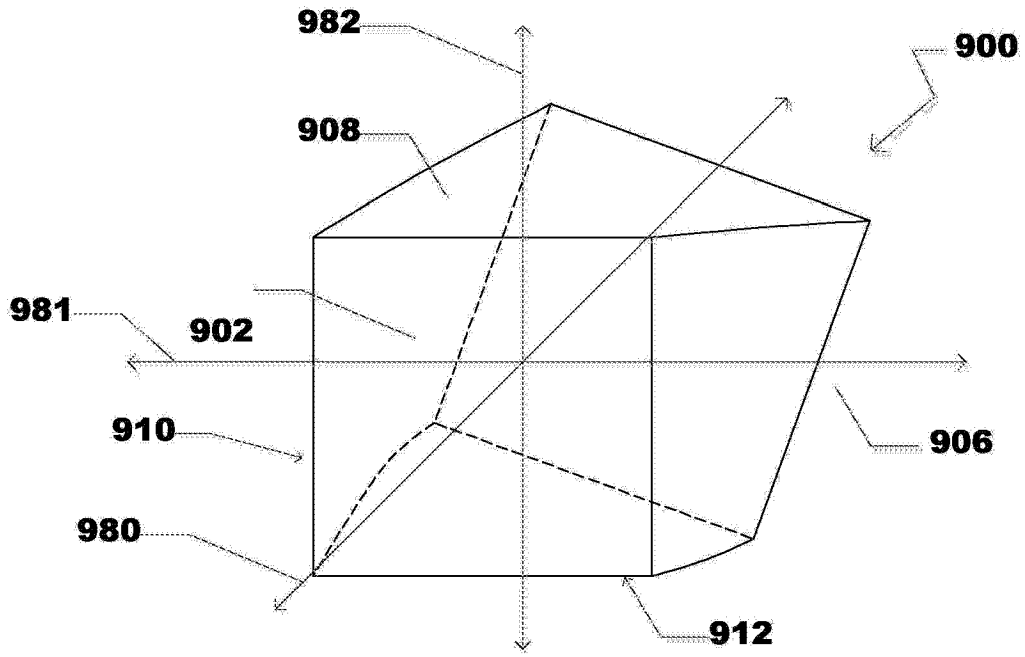


图 9

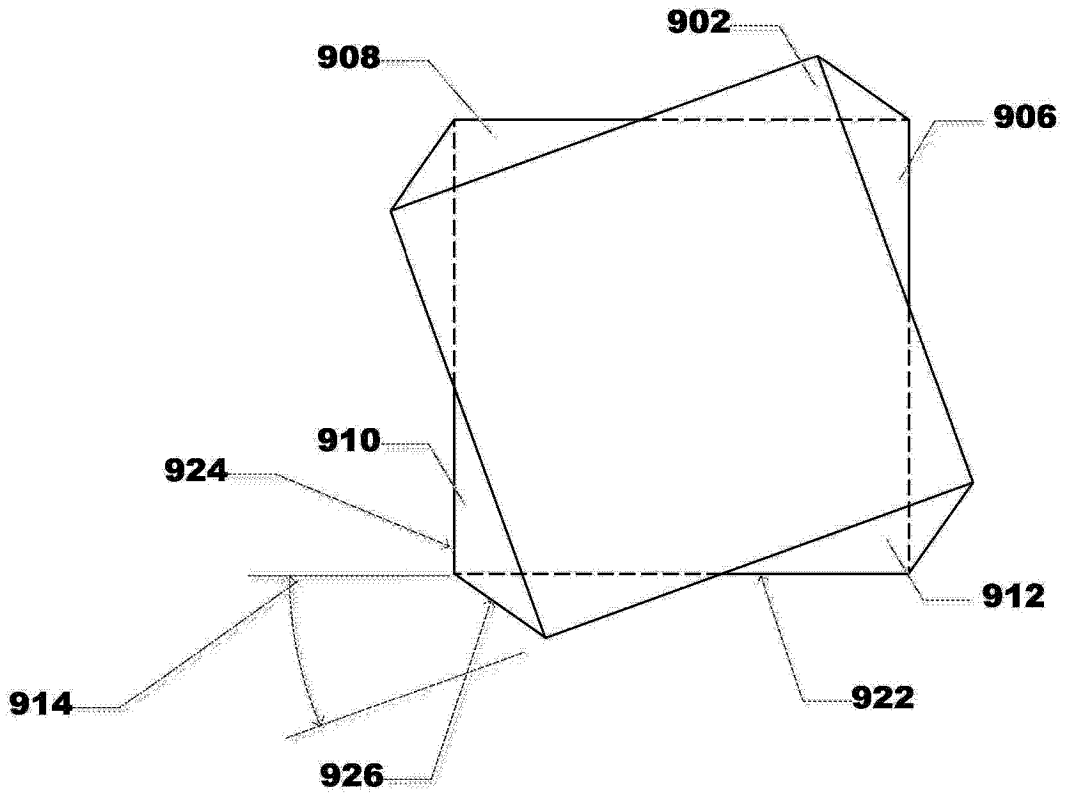


图 10

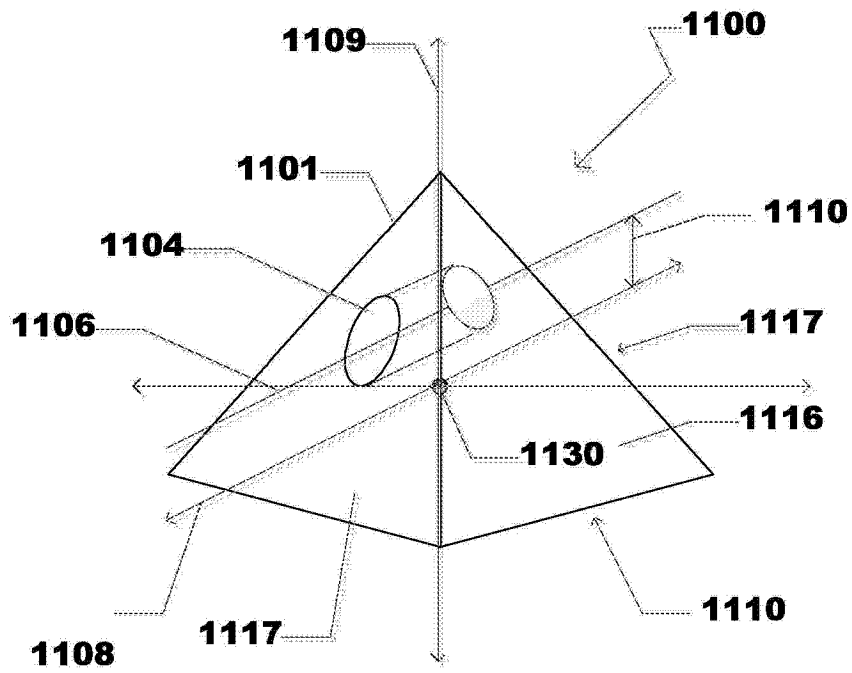


图 11

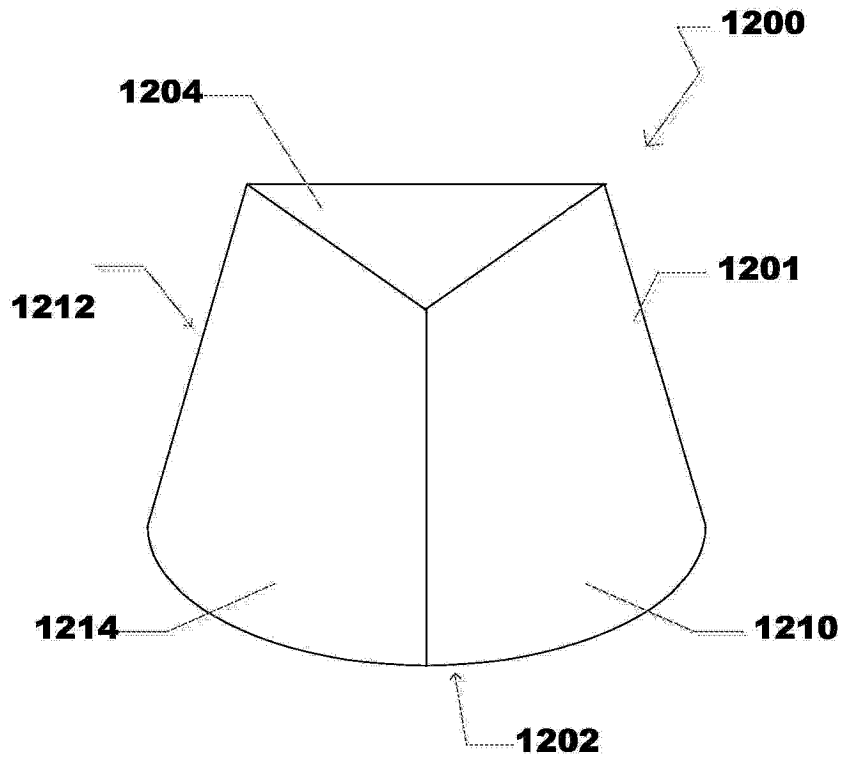


图 12

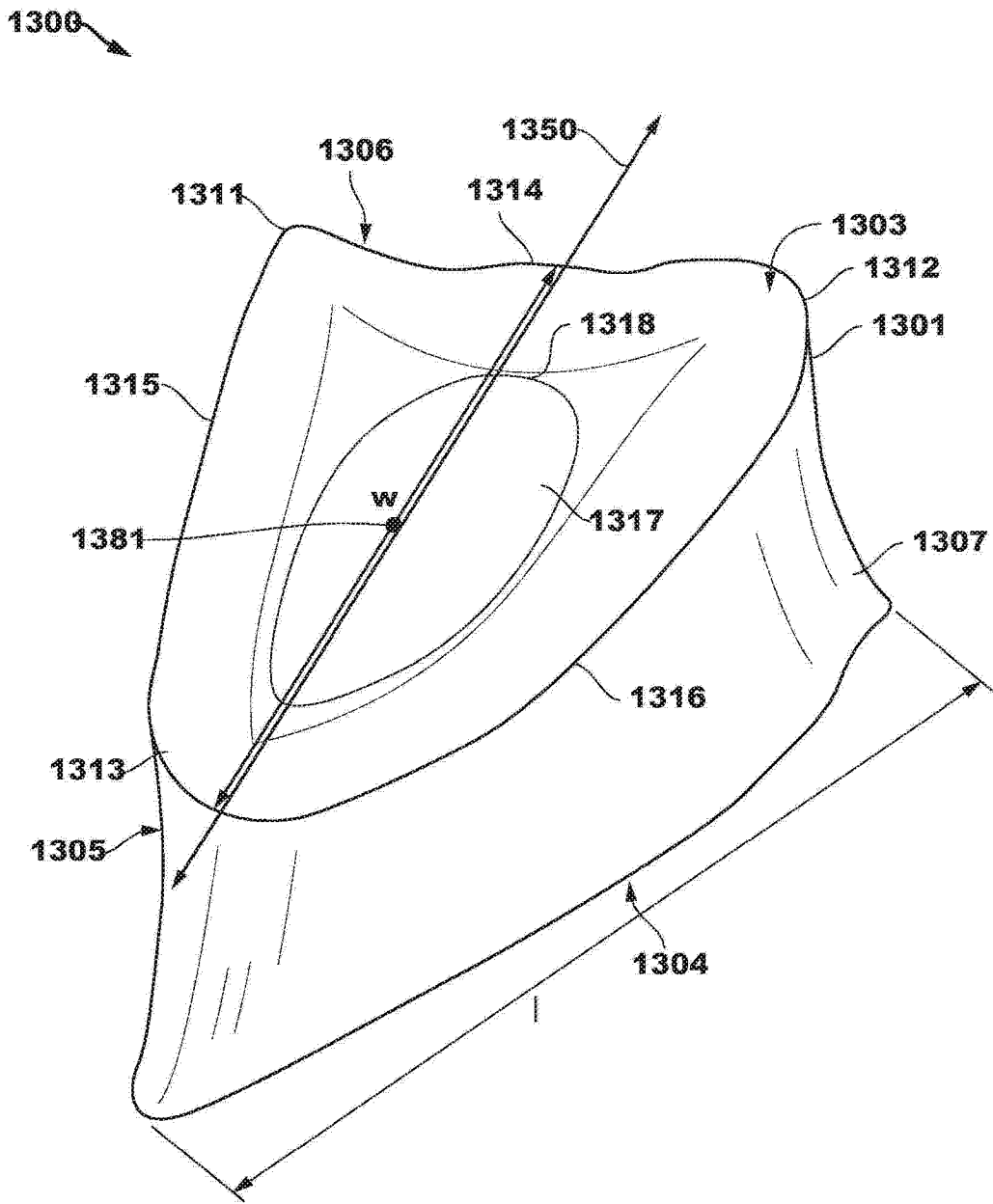


图 13

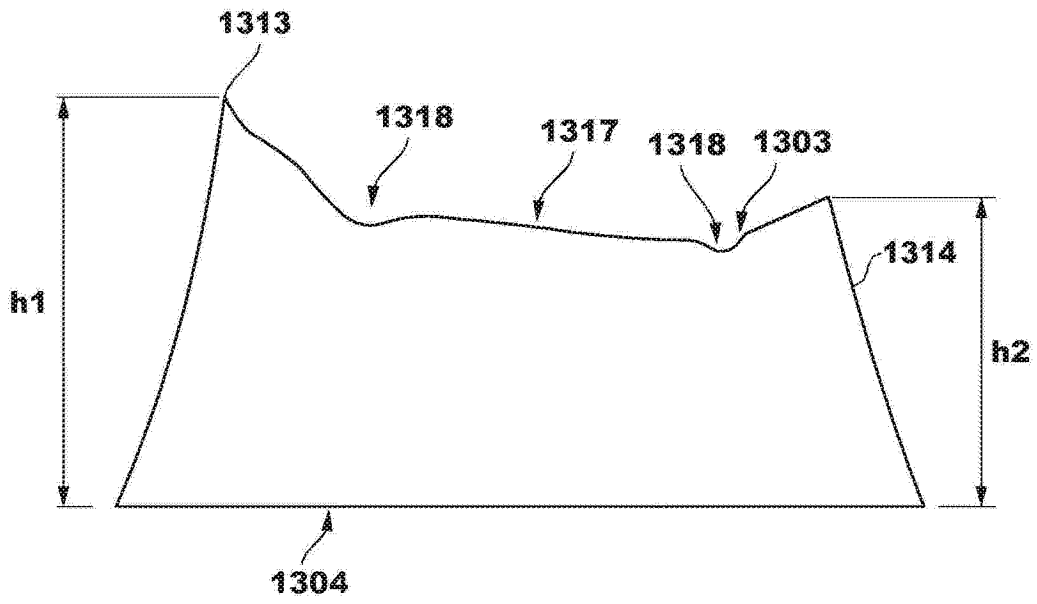


图 14

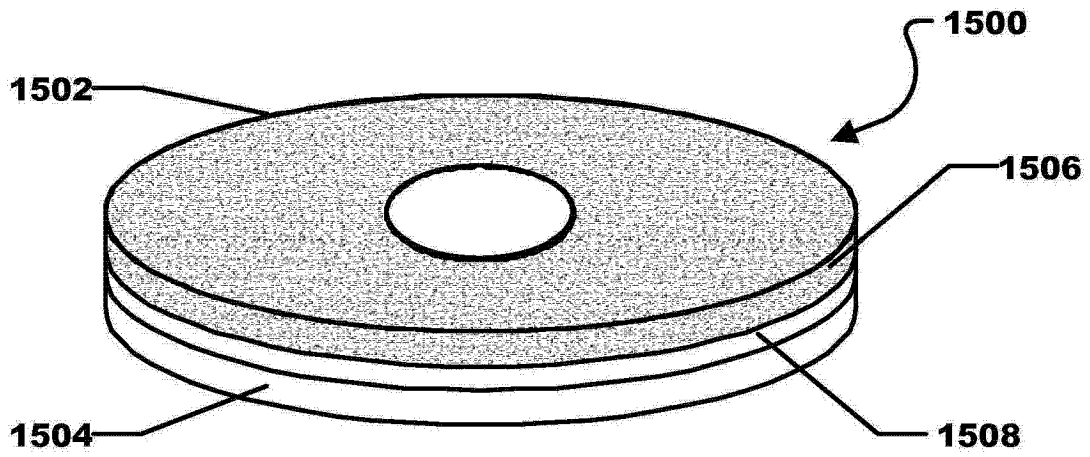


图 15

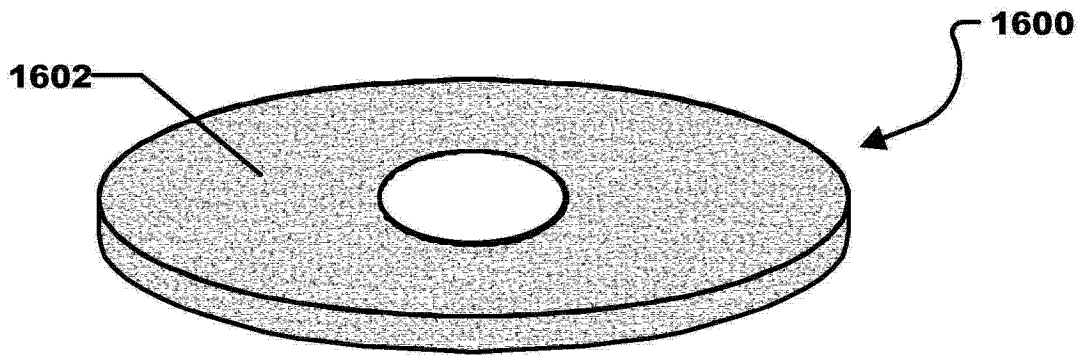


图 16

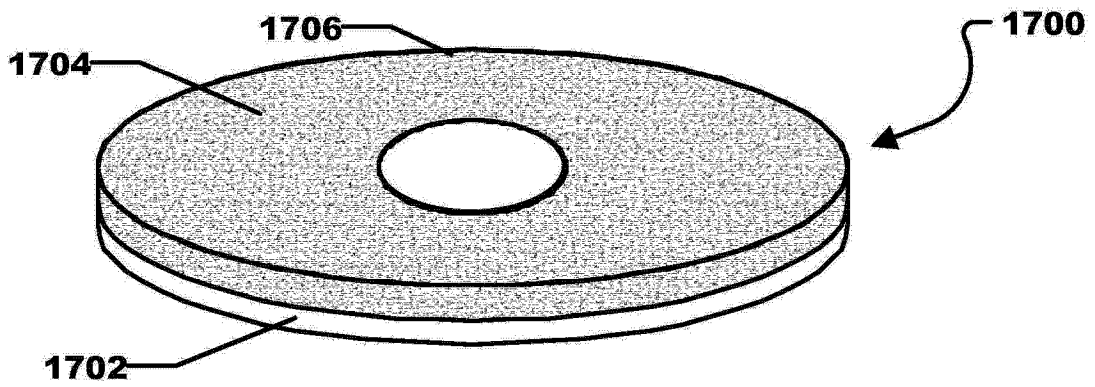


图 17

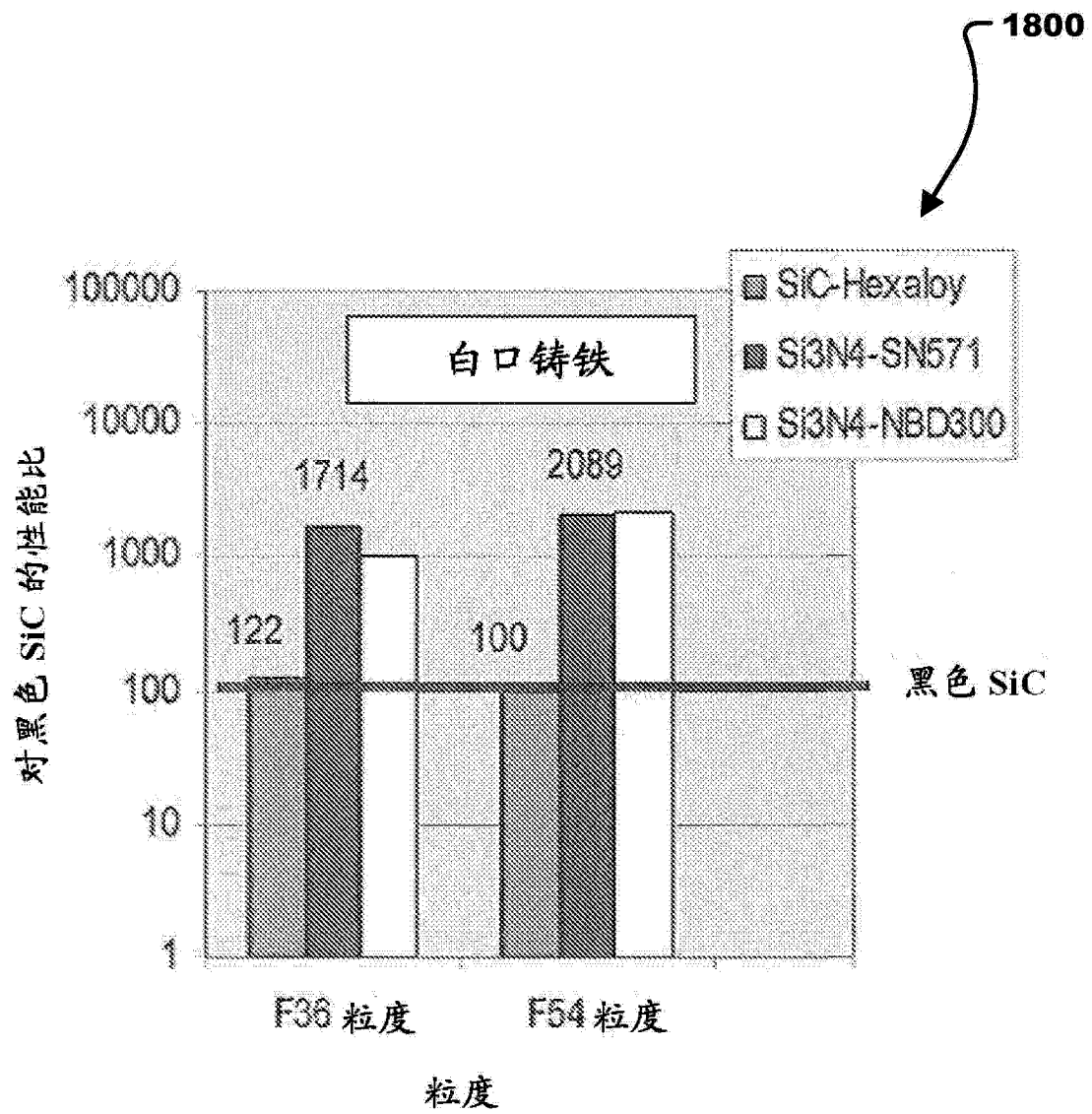


图 18

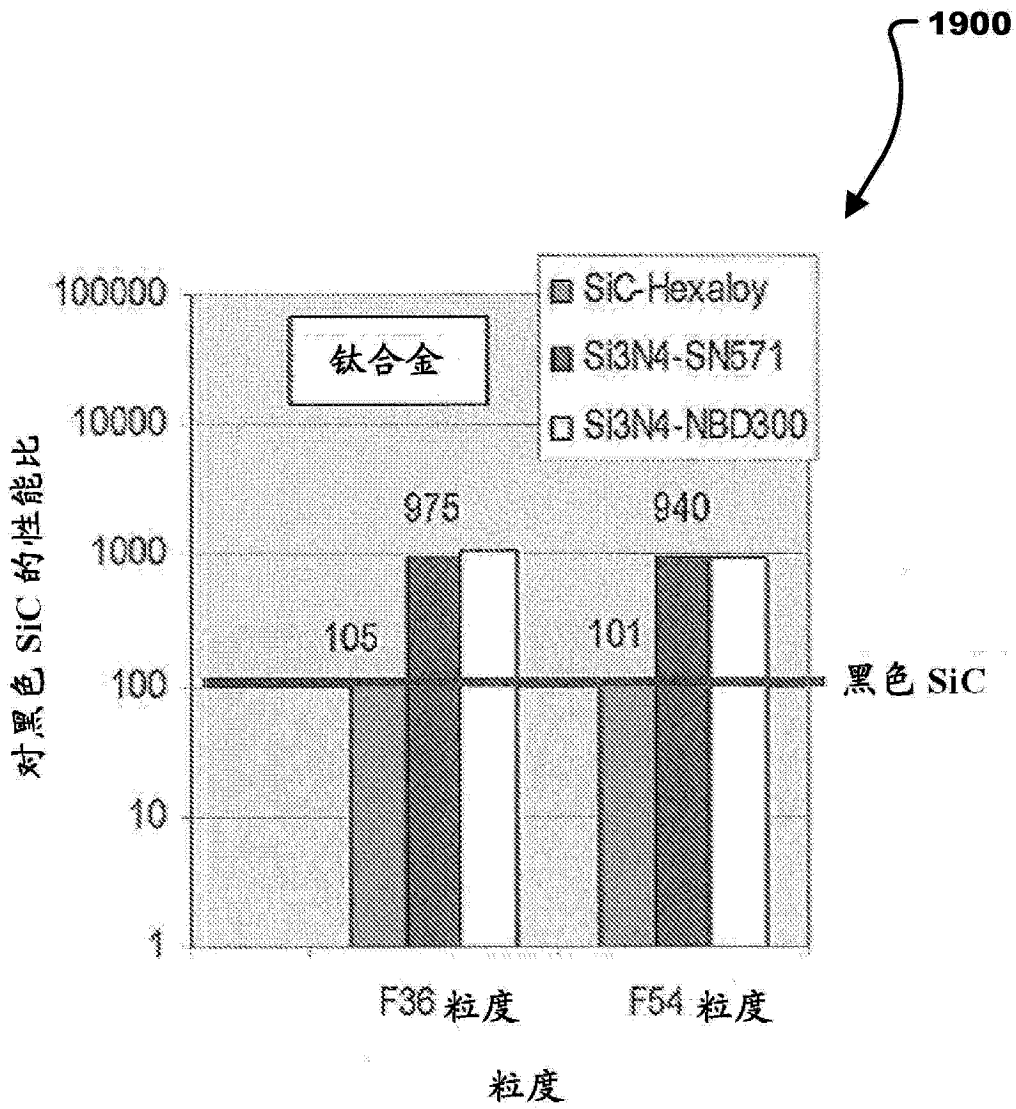


图 19

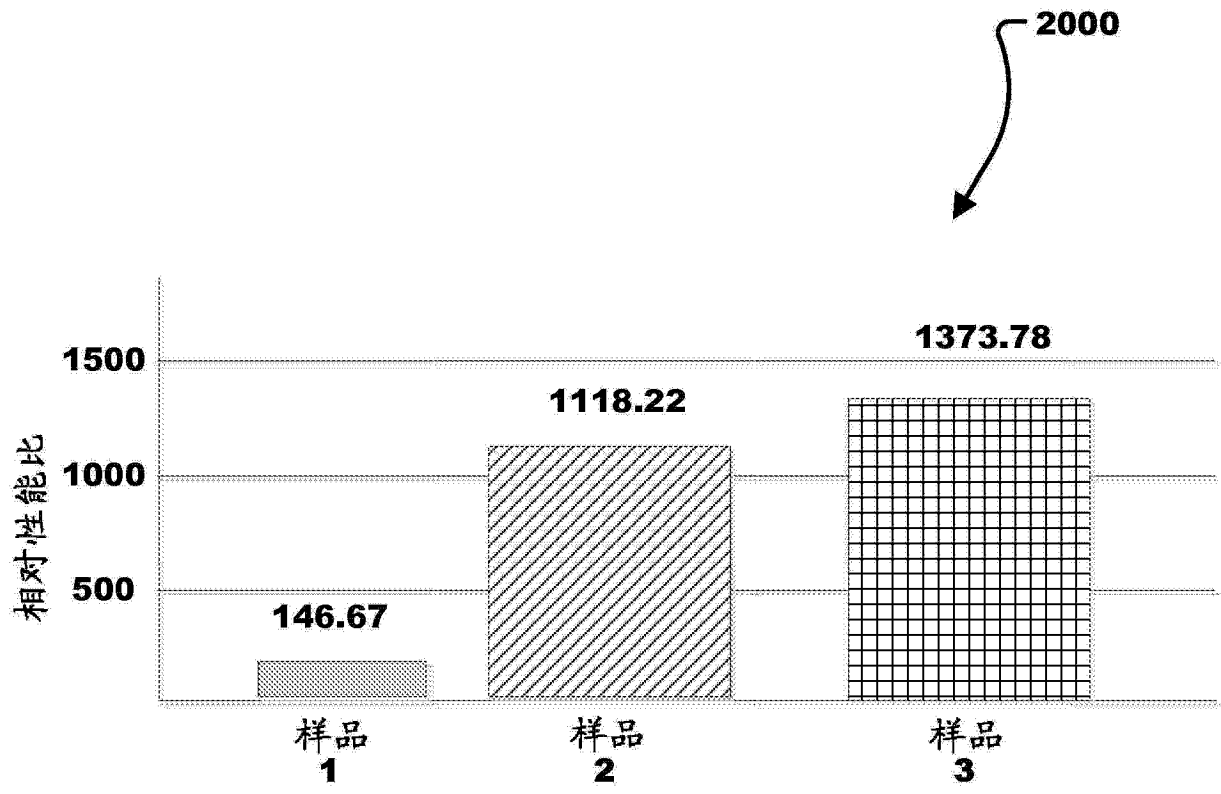


图 20

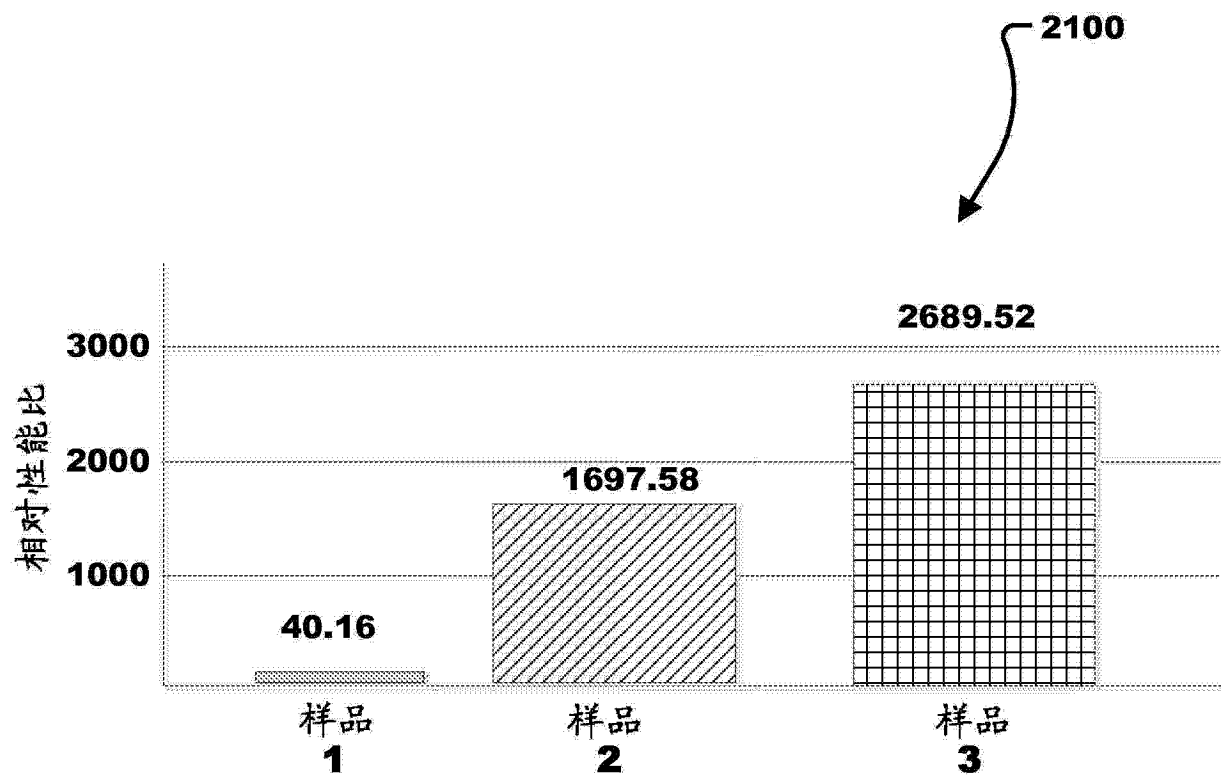


图 21