



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103998561 A

(43) 申请公布日 2014. 08. 20

(21) 申请号 201280062393. 8

*C09C 1/68* (2006. 01)

(22) 申请日 2012. 12. 30

*B24D 3/20* (2006. 01)

(30) 优先权数据

*C09G 1/02* (2006. 01)

61/582049 2011. 12. 30 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 06. 17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/072239 2012. 12. 30

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/102173 EN 2013. 07. 04

(71) 申请人 圣戈班磨料磨具有限公司

地址 美国马萨诸塞州

申请人 法国圣戈班磨料磨具公司

(72) 发明人 N·萨兰基 S·J·如克马尼

(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

(51) Int. Cl.

*C09K 3/14* (2006. 01)

权利要求书4页 说明书12页 附图2页

(54) 发明名称

粘结研磨制品和成型方法

(57) 摘要

本发明提供了一种形成研磨制品的方法,所述方法包括提供具有包含微晶氧化铝的磨粒的生坯,以及经由微波辐射加热所述生坯,以形成粘结研磨本体,所述粘结研磨本体包括所述磨粒和包含玻璃相的粘结材料。

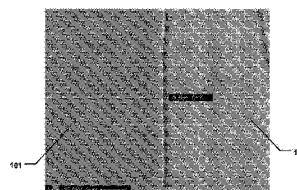


图1A

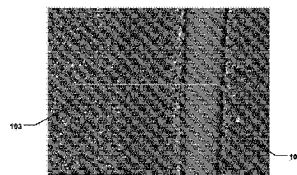


图1B

1. 一种形成磨料制品的方法,所述方法包括:  
提供包含磨粒的生坯,所述磨粒包括微晶氧化铝;以及  
经由微波辐射加热所述生坯,以形成包括所述磨粒和粘结材料的粘结研磨本体,所述  
粘结材料包含玻璃相。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中提供生坯包括使混合物成形,其中成形包括如下  
过程:压制、浇铸、挤出、模制和它们的组合。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中加热所述生坯包括施加波长在约1mm至约1m之  
间的范围内的微波辐射。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述微波辐射包括至少约0.3GHz且不大于约  
300GHz的频率。
5. 根据权利要求1所述的方法,其中加热包括在第一阶段中将所述生坯加热至第一烧  
制温度。
6. 根据权利要求5所述的方法,其中加热至所述第一阶段包括以至少约2°C/min的第  
一升温速率加热。
7. 根据权利要求6所述的方法,其中所述第一升温速率不大于约30°C/min。
8. 根据权利要求5所述的方法,其中所述第一烧制温度为至少约300°C。
9. 根据权利要求5所述的方法,其中所述第一烧制温度不大于约700°C。
10. 根据权利要求5所述的方法,其还包括第一阶段保持,其中所述生坯在所述第一温  
度下保持至少约5分钟的第一持续时间。
11. 根据权利要求10所述的方法,其中所述第一持续时间不大于约2小时。
12. 根据权利要求5所述的方法,其中加热还包括在加热至所述第一阶段之后,将所述  
生坯加热至在第二烧制温度下的第二阶段。
13. 根据权利要求12所述的方法,其中所述第二烧制温度大于所述第一烧制温度。
14. 根据权利要求12所述的方法,其中加热至所述第二阶段包括以至少约2°C/min且  
不大于约30°C/min的第二升温速率加热。
15. 根据权利要求12所述的方法,其中所述第二烧制温度为至少约800°C。
16. 根据权利要求12所述的方法,其中所述第二烧制温度不大于约1700°C。
17. 根据权利要求12所述的方法,其还包括第二阶段保持,其中所述生坯在所述第二  
温度下保持第二持续时间。
18. 根据权利要求17所述的方法,其中所述第二持续时间不同于在所述第一烧制温度  
下的第一持续时间。
19. 根据权利要求17所述的方法,其中所述第二持续时间为至少约5分钟且不大于约  
2小时。
20. 根据权利要求1所述的方法,其中在烧制过程中,所述生坯发生小于约12%的体积  
膨胀。
21. 根据权利要求1所述的方法,其中在烧制过程中,所述生坯发生小于约8%的体积  
膨胀。
22. 根据权利要求1所述的方法,其中在烧制之后,所述粘结研磨本体具有不大于约  
11%的密度变化,其中所述密度变化由等式 $[(Dt-Da)/Dt] \times 100\%$ 定义,其中Dt表示所述粘

结研磨本体的目标密度, Da 表示所述粘结研磨本体的实际密度。

23. 根据权利要求 22 所述的方法, 其中所述密度变化不大于约 6%。

24. 根据权利要求 22 所述的方法, 其中所述密度变化为至少约 1%。

25. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述粘结研磨本体具有以所述本体的总体积计至少约 10vol% 的孔隙率。

26. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中包含微晶氧化铝的所述磨粒具有不大于约 1 微米的平均晶粒尺寸。

27. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述粘结材料包含单相玻璃质材料。

28. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述粘结材料包含结晶相。

29. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述粘结研磨本体具有以所述粘结研磨本体的总体积计至少约 5vol% 的粘结材料。

30. 根据权利要求 1 所述的方法, 所述粘结材料由以所述粘结材料的总重量计不大于约 20wt% 的氧化铝 ( $Al_2O_3$ ) 形成。

31. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述粘结材料由选自如下的化合物的至少一种碱氧化物化合物 ( $R_2O$ ) 形成: 氧化锂 ( $Li_2O$ )、氧化钠 ( $Na_2O$ )、氧化钾 ( $K_2O$ ) 和氧化铯 ( $Cs_2O$ ) 以及它们的组合。

32. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述粘结材料具有至少约 0.8 且不大于约 4 的重量百分比氧化铝 ( $Al_2O_3$ ) 与粘结物内的全部碱氧化物化合物 ( $R_2O$ ) 的重量百分比的比率 [ $Al_2O_3/R_2O$ ]。

33. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述粘结材料由选自如下的化合物的至少一种碱氧化物化合物 ( $R_2O$ ) 形成: 氧化锂 ( $Li_2O$ )、氧化钠 ( $Na_2O$ )、氧化钾 ( $K_2O$ ) 和氧化铯 ( $Cs_2O$ ) 以及它们的组合。

34. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述粘结材料由以所述粘结材料的总重量计至少约 3wt% 且不大于约 18wt% 的碱氧化物化合物 ( $R_2O$ ) 的总量形成。

35. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述粘结材料由选自如下的至少一种碱土氧化物化合物 ( $RO$ ) 形成: 氧化钙 ( $CaO$ )、氧化镁 ( $MgO$ )、氧化钡 ( $BaO$ )、氧化锶 ( $SrO$ ), 其中所述粘结材料。

36. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中所述粘结材料由以所述粘结材料的总重量计至少约 0.5wt% 且不大于约 15wt% 的碱土氧化物化合物 ( $RO$ ) 的总量形成。

37. 一种研磨制品, 其包括:

粘结研磨本体, 所述粘结研磨本体包括:

包含玻璃相的粘结材料;

包含于所述粘结材料内的包含微晶氧化铝的磨粒; 且

其中所述粘结研磨本体具有不大于约 11% 的密度变化, 其中所述密度变化由等式  $[(Dt-Da)/Dt] \times 100\%$  定义, 其中 Dt 表示所述粘结研磨本体的目标密度, Da 表示所述粘结研磨本体的实际密度。

38. 根据权利要求 37 所述的研磨制品, 其中所述密度变化不大于约 6%。

39. 根据权利要求 37 所述的研磨制品, 其中所述密度变化为至少约 1%。

40. 根据权利要求 37 所述的研磨制品, 其中所述目标密度不大于约  $1.90g/cm^3$ 。

41. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中所述实际密度大于约  $1.90\text{g}/\text{cm}^3$ 。
42. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中所述本体具有以所述本体的总体积计至少约 10vol% 的孔隙率。
43. 根据权利要求 42 所述的研磨制品,其中所述孔隙率的一部分为封闭孔隙率。
44. 根据权利要求 42 所述的研磨制品,其中所述孔隙率的大部分包含封闭孔隙率。
45. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中所述磨粒包含微晶氧化铝。
46. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中包含微晶氧化铝的所述磨粒具有不大于约 1 微米的平均晶粒尺寸。
47. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中所述粘结研磨本体具有以所述粘结研磨本体的总体积计至少约 10vol% 的磨粒。
48. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中所述粘结材料包含单相玻璃质材料。
49. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中所述粘结材料包含结晶相。
50. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中所述粘结研磨本体具有以所述粘结研磨本体的总体积计至少约 5vol% 的粘结材料。
51. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中所述粘结材料由以所述粘结材料的总重量计不大于约 20wt% 的氧化硼 ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ) 形成。
52. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中所述粘结材料由以粘结物的总重量计不大于约 85wt% 且至少约 48wt% 的二氧化硅 ( $\text{SiO}_2$ ) 形成。
53. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中二氧化硅 ( $\text{SiO}_2$ ) 的含量大于氧化硼 ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ) 的含量。
54. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中所述粘结材料由至少约 2 且不大于约 30 的重量百分比二氧化硅 ( $\text{SiO}_2$ ) 与重量百分比氧化硼 ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ) 的比率  $[\text{SiO}_2/\text{B}_2\text{O}_3]$  形成。
55. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中所述粘结材料由以所述粘结材料的总重量计不大于约 20wt% 的氧化铝 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 形成。
56. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中所述粘结材料由至少约 2.5 且不大于约 6 的重量百分比二氧化硅 ( $\text{SiO}_2$ ) 与重量百分比氧化铝 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 的比率  $[\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3]$  形成。
57. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中所述粘结材料由选自如下的化合物至少一种碱氧化物化合物 ( $\text{R}_2\text{O}$ ) 形成:氧化锂 ( $\text{Li}_2\text{O}$ )、氧化钠 ( $\text{Na}_2\text{O}$ )、氧化钾 ( $\text{K}_2\text{O}$ ) 和氧化铯 ( $\text{Cs}_2\text{O}$ ) 以及它们的组合。
58. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中所述粘结材料具有至少约 0.8 且不大于约 4 的重量百分比氧化铝 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 与粘结物内的全部碱氧化物化合物 ( $\text{R}_2\text{O}$ ) 的重量百分比的比率  $[\text{Al}_2\text{O}_3/\text{R}_2\text{O}]$ 。
59. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中所述粘结材料由选自如下的化合物的至少一种碱氧化物化合物 ( $\text{R}_2\text{O}$ ) 形成:氧化锂 ( $\text{Li}_2\text{O}$ )、氧化钠 ( $\text{Na}_2\text{O}$ )、氧化钾 ( $\text{K}_2\text{O}$ ) 和氧化铯 ( $\text{Cs}_2\text{O}$ ) 以及它们的组合。
60. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中所述粘结材料由以所述粘结材料的总重量计至少约 3wt% 且不大于约 15wt% 的碱氧化物化合物 ( $\text{R}_2\text{O}$ ) 的总量形成。
61. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中所述粘结材料由大于任何其他碱氧化物化合物的含量的氧化钠 ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) 的含量形成。

62. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中所述粘结物由至少约 0.4 且不大于约 0.93 的氧化钠 ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) 的含量与碱氧化物化合物的总含量的比率  $[\text{Na}_2\text{O}/\text{R}_2\text{O}]$  形成。

63. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中所述粘结材料由选自如下的至少一种碱土氧化物化合物 (RO) 形成:氧化钙 ( $\text{CaO}$ )、氧化镁 ( $\text{MgO}$ )、氧化钡 ( $\text{BaO}$ )、氧化锶 ( $\text{SrO}$ ) 以及它们的组合。

64. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中所述粘结材料由以所述粘结材料的总重量计至少约 0.5wt% 且不大于约 15wt% 的碱土氧化物化合物 (RO) 的总量形成。

65. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中所述粘结材料由至少约 0.8 且不大于约 15 的碱氧化物化合物 ( $\text{R}_2\text{O}$ ) 的总含量 (重量百分比) 与碱土氧化物化合物 (RO) 的总含量 (重量百分比) 的比率  $[\text{R}_2\text{O}/\text{RO}]$  形成。

66. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中所述粘结材料由至少一种碱氧化物化合物 ( $\text{R}_2\text{O}$ ) 和至少一种碱土氧化物化合物 (RO) 形成,且其中所述碱氧化物化合物和所述碱土氧化物化合物的总含量以所述粘结材料的总重量计不大于约 25wt%。

67. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中所述粘结物由至少约 0.08 且不大于约 5 的氧化钙 ( $\text{CaO}$ ) 的含量与碱土氧化物化合物的总含量的比率  $[\text{CaO}/\text{RO}]$  形成。

68. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中所述粘结材料由不大于约 3wt% 的磷氧化物 ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) 形成。

69. 根据权利要求 37 所述的研磨制品,其中所述粘结物由包含不大于约 1wt% 的氧化物化合物的组合物形成,所述氧化物化合物选自  $\text{MnO}_2$ 、 $\text{ZrSiO}_2$ 、 $\text{CoAl}_2\text{O}_4$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{TiO}_2$  和  $\text{MgO}$ 。

## 粘结研磨制品和成型方法

### 技术领域

[0001] 如下涉及研磨制品,特别地涉及具有玻璃质粘结物的粘结研磨制品。

### 背景技术

[0002] 研磨工具通常形成为具有包含于粘结材料内的磨粒以用于材料去除应用。超磨粒(例如金刚石或立方氮化硼(CBN))或接种的(或甚至未接种的)烧结溶胶凝胶氧化铝磨粒(其也称为微晶 $\alpha$ -氧化铝(MCA)磨粒)可用于这种研磨工具中。粘结材料可为有机材料(如树脂)或无机材料(如玻璃或玻璃化材料)。特别地,使用玻璃化粘结材料并含有MCA晶粒或超磨粒的粘结研磨工具在商业上可用于磨削。

[0003] 某些粘结研磨工具,特别是使用玻璃化粘结材料的那些,需要通常大约1100°C或更高的高温成型过程,这可能对MCA的磨粒具有不利影响。实际上,已认识到在形成研磨工具所需的这种高温下,粘结材料可与磨粒、特别是MCA晶粒反应,并损害磨料的完整性,从而降低颗粒锐度和性能性质。作为结果,工业已转向降低形成粘结材料所需的形成温度,以抑制在成型过程中磨粒的高温降解。

[0004] 例如,为了降低MCA晶粒与玻璃化粘结物之间的反应的量,美国专利No. 4, 543, 107公开了适于在低至约900°C的温度下烧制的粘结组合物。在一个可选择的方式中,美国专利No. 4, 898, 597公开了一种包含至少40%的烧结材料的粘结组合物,其适于在低至约900°C的温度下烧制。使用能够在1000°C以下的温度下成型的粘结材料的其他这种粘结研磨制品包括美国专利No. 5, 203, 886、美国专利No. 5, 401, 284、美国专利No. 5, 536, 283和美国专利No. 6, 702, 867。然而,工业持续需要这种粘结研磨制品的改进的性能。

### 发明内容

[0005] 根据第一方面,一种研磨制品包括粘结研磨本体,所述粘结研磨本体包括粘结材料和磨粒,所述粘结材料包含玻璃相,所述磨粒包含在所述粘结材料内包含的微晶氧化铝,且其中所述粘结研磨本体具有不大于约11%的密度变化,其中所述密度变化由等式 $[(Dt-Da)/Dt] \times 100\%$ 定义,其中Dt表示所述粘结研磨本体的目标密度,Da表示所述粘结研磨本体的实际密度。

[0006] 在又一方面,一种形成研磨制品的方法包括提供包括含有微晶氧化铝的磨粒的生坯,以及经由微波辐射加热所述生坯,以形成粘结研磨本体,所述粘结研磨本体包括所述磨粒和包含玻璃相的粘结材料。

### 附图说明

[0007] 通过参照附图,本公开可更好地得以理解,且本公开的许多特征和优点对于本领域技术人员而言是显而易见的。

[0008] 图1A和1B包括根据一个实施例的样品和对比样品的扫描电子显微图像。

[0009] 图 2A 和 2B 包括根据一个实施例的样品和对比样品的 SEM 图像。

[0010] 不同图中的相同附图标记的使用表示类似或相同的项目。

### 具体实施方式

[0011] 如下涉及粘结研磨制品,其可适用于磨削和成形工件。特别地,本文的实施例的粘结研磨制品可在玻璃质粘结材料内掺入磨粒。本文的实施例的粘结研磨制品的用途的合适的应用包括磨削操作,如无心磨削、外圆磨削、曲轴磨削、各种表面磨削操作、轴承和齿轮磨削操作、缓进给磨削和各种其他工具间应用。

[0012] 根据一个实施例的形成粘结研磨制品的方法可由形成合适的化合物和组分的混合物以形成粘结材料而开始。粘结可由无机材料的化合物形成,如氧化物化合物。例如,一种合适氧化物材料可包括二氧化硅 (silicon dioxide) (即硅石 (silica)) ( $\text{SiO}_2$ )。根据一个实施例,粘结材料可由以粘结材料的总重量计至少约 48wt% 的硅石形成。此外,在某些实施例中,粘结材料可由以粘结材料的总重量计至少约 50wt%、如至少约 52wt%、大约至少约 54wt%、至少约 56wt%、或甚至至少约 58wt% 的二氧化硅形成。在至少一个非限制性的实施例中,硅石的含量可不大于约 85wt%,不大于约 80wt%,不大于约 75wt%,或甚至不大于约 72wt%。应了解,硅石的量可在上述最小百分比和最大百分比中的任意者之间的范围内。

[0013] 粘结材料可由一定含量的氧化铝 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 形成。例如,粘结材料可包含以粘结材料的总重量计至少约 8wt% 的氧化铝。在其他实施例中,氧化铝的量可为至少约 9wt%,至少约 10wt%,或甚至约 12wt%。在某些情况中,粘结材料可包含以粘结物的总重量计不大于约 20wt%、不大于约 18wt%、不大于约 17wt%、或甚至不大于约 16wt% 的氧化铝的量。应了解,氧化铝的量可在上述最小百分比和最大百分比中的任意者之间的范围内。

[0014] 在某些情况中,粘结材料可由硅石的量(如以重量百分比测得)相对于氧化铝的量(如以重量百分比测得)之间的特定比率形成。例如,粘结材料可由至少约 2.5 的重量百分比二氧化硅 ( $\text{SiO}_2$ ) 与重量百分比氧化铝 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 的比率 [ $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ] 形成。根据一个实施例,二氧化硅与氧化铝的比率可更大,如至少约 3 或甚至至少约 3.2。在一个非限制性的实施例中,比率可不大于约 6,如不大于约 5,或甚至不大于约 4.8。应了解,二氧化硅与氧化铝的比率可在上述最小值和最大值中的任意者之间的范围内。

[0015] 根据另一实施例,粘结材料可由一定量的氧化硼 ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ) 形成。例如,粘结材料可掺入以粘结材料的总重量计不大于约 20wt% 的氧化硼。在其他情况中,氧化硼的量可更少,如不大于约 19wt%,不大于约 18wt%,不大于约 17wt%,或甚至不大于约 16wt%。此外,粘结材料可由以粘结材料的总重量计至少约 1wt%、如至少约 2wt%、至少约 3wt%、或甚至至少约 5wt% 的氧化硼形成。应了解,氧化硼的量可在上述最小百分比和最大百分比中的任意者之间的范围内。

[0016] 对于某些混合物,粘结材料可由硅石的量(如以重量百分比测得)相对于氧化硼的量(如以重量百分比测得)之间的特定比率形成。例如,粘结材料可由至少约 2 的重量百分比二氧化硅 ( $\text{SiO}_2$ ) 与重量百分比氧化硼 ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ) 的比率 [ $\text{SiO}_2/\text{B}_2\text{O}_3$ ] 形成。在另一实施例中,二氧化硅与氧化硼的比率可更大,如至少约 3 或甚至至少约 4。在一个非限制性的实施例中,比率可不大于约 30,如不大于约 26,或甚至不大于约 23。应了解,二氧化硅与氧化

硼的比率可在上述最小值和最大值中的任意者之间的范围内。

[0017] 根据一个实施例, 粘结材料可由至少一种碱氧化物化合物 ( $R_2O$ ) 形成, 其中 R 表示选自根据 IUPAC, 2011 年 1 月 21 日的版本, 可得自 [http://old.iupac.org/reports/periodic\\_table/](http://old.iupac.org/reports/periodic_table/) 的元素周期表中的 I 族元素的金属。例如, 粘结材料可由来自包括如下的化合物的组的碱氧化物化合物 ( $R_2O$ ) 形成: 氧化锂 ( $Li_2O$ )、氧化钠 ( $Na_2O$ )、氧化钾 ( $K_2O$ ) 和氧化铯 ( $Cs_2O$ ) 以及它们的组合。

[0018] 根据一个实施例, 粘结材料可由至少约 3wt%、如至少约 4wt%、至少约 5wt%、或甚至至少约 6wt% 的碱氧化物化合物的总含量形成。对于根据本文的实施例的其他粘结研磨制品, 碱氧化物化合物的总含量可不大于约 18wt%, 不大于约 17wt%, 不大于约 16wt%, 不大于约 15wt%, 或甚至不大于约 12wt%。应了解, 粘结材料可由在上述最小百分比和最大百分比中的任意者之间的范围内的碱氧化物化合物的总含量形成。

[0019] 根据一个特定实施例, 粘结材料可由不大于约 3 种单独的如上所述的碱氧化物化合物 ( $R_2O$ ) 形成。实际上, 某些粘结材料可在粘结材料内掺入不大于约 2 种碱氧化物化合物。

[0020] 此外, 粘结材料可由混合物形成, 其中碱氧化物化合物中的任意者的单独的含量不大于粘结材料内的碱氧化物化合物的总含量 (以重量百分比计) 的一半。然而, 在其他情况中, 粘结物可由混合物形成, 其中碱氧化物化合物中的任意者的单独的含量不大于粘结材料内的碱氧化物化合物的总含量 (以重量百分比计) 的一半。

[0021] 根据一种特定的粘结材料, 氧化钠的量可大于粘结材料内的任何其他碱氧化物化合物的含量 (重量百分比)。例如, 氧化钠的量可大于氧化锂或氧化钾的量。在更特定的情况中, 如以重量百分比测得的氧化钠的总含量可大于如以重量百分比测得的氧化锂和氧化钾的含量的总和。此外, 在一个实施例中, 氧化锂的量可大于氧化钾的含量。更特别地, 粘结材料可由氧化钠的含量 (wt%) 与碱氧化物化合物 ( $R_2O$ ) 的总含量的比率 [ $Na_2O/R_2O$ ] 为至少约 0.4 的混合物形成。对于某些其他粘结材料, 所述比率可更大, 如至少约 0.5 或甚至至少约 0.6。此外, 在一个非限制性的实施例中, 所述比率可不大于约 0.93, 如不大于约 0.85, 或甚至不大于约 0.8。应了解, 氧化钠与粘结材料内的碱氧化物化合物的总含量的比率可在上述最小值和最大值中的任意者之间的范围内。

[0022] 本文的实施例的粘结材料可由氧化铝的含量 (wt%) 与碱氧化物化合物 ( $R_2O$ ) 的总含量的比率 [ $Al_2O_3/R_2O$ ] 为至少约 0.8 的混合物形成。在其他情况中, 所述比率可更大, 如至少约 1, 至少约 1.1, 或甚至至少约 1.2。此外, 在一个非限制性的实施例中, 所述比率可不大于约 4, 如不大于约 3, 不大于约 2.8, 或甚至不大于约 2.4。

[0023] 粘结材料可由一定量的碱土化合物 ( $RO$ ) 形成, 其中 R 表示来自根据 IUPAC, 2011 年 1 月 21 日的版本, 可得自 [http://old.iupac.org/reports/periodic\\_table/](http://old.iupac.org/reports/periodic_table/) 的元素周期表中的 II 族的元素。例如, 粘结材料可掺入碱土氧化物化合物, 如氧化钙 ( $CaO$ )、氧化镁 ( $MgO$ )、氧化钡 ( $BaO$ )、或甚至氧化锶 ( $SrO$ )。根据一个实施例, 粘结材料可含有以粘结材料的总重量计不大于约 15wt% 的碱土氧化物化合物的总量。在其他情况中, 粘结材料可含有更少的碱土氧化物化合物, 如大约不大于约 12wt%, 不大于约 10wt%, 不大于约 8wt%, 或不大于约 7wt%。此外, 根据一个实施例, 粘结材料可由以粘结材料的总重量计至少约 0.5wt%、如至少约 0.8wt%、至少约 1wt%、或甚至至少约 1.4wt% 的碱土氧化物化合物的



总含量形成。应了解,粘结材料内的碱土氧化物化合物的量可在上述最小百分比和最大百分比中的任意者之间的范围内。

[0024] 根据一个实施例,粘结材料可由不大于约 3 种不同的碱土氧化物化合物形成。实际上,粘结材料可含有不大于 2 种不同的碱土氧化物化合物。在一个特定情况中,粘结材料可由 2 种碱土氧化物化合物形成,所述 2 种碱土氧化物化合物由氧化钙和氧化镁组成。

[0025] 在一个实施例中,粘结材料可包含大于任何其他碱土氧化物化合物的量 (wt%) 的氧化钙的量 (wt%)。例如,粘结材料内的氧化钙的量可大于氧化镁的量。更特别地,粘结材料可由氧化钙的含量 (wt%) 与碱土氧化物化合物 (RO) 的总含量的比率  $[CaO/RO]$  为至少约 0.08 的混合物形成。对于某些其他粘结材料,所述比率可更大,如至少约 0.1,至少约 0.3,至少约 0.5,或甚至至少约 0.6。此外,在一个非限制性的实施例中,所述比率可不大于约 5,如不大于约 4,或甚至不大于约 3.5。应了解,氧化钙与粘结材料内的碱土氧化物化合物的总含量的比率可在上述最小值和最大值中的任意者之间的范围内。

[0026] 粘结材料可由碱氧化物化合物 ( $R_2O$ ) 和碱土氧化物化合物 (RO) 的组合形成,使得总含量以粘结材料的总重量计不大于约 25wt%。在其他实施例中,粘结材料内的碱氧化物化合物和碱土氧化物化合物的总含量可不大于约 22wt%,如不大于约 20wt%,或甚至不大于约 18wt%。然而,在某些实施例中,存在于粘结材料内的碱氧化物化合物和碱土氧化物化合物的总含量可为至少约 5wt%,如至少约 7wt%,如至少约 8wt%,至少约 9wt%,或甚至至少约 10wt%。应了解,粘结材料可具有在上述最小百分比和最大百分比中的任意者之间的范围内的碱氧化物化合物和碱土氧化物化合物的总含量。

[0027] 根据一个实施例,可形成粘结材料,使得存在于粘结材料内的碱氧化物化合物 ( $R_2O$ ) 的总含量大于碱土氧化物化合物 (RO) 的总含量。在一个特定粘结材料中,碱氧化物化合物的总含量 (以重量百分比计) 相比于碱土氧化物化合物的总重量百分比的比率 ( $R_2O/RO$ ) 可为至少约 0.8,如至少约 1,至少约 1.2,或甚至至少约 2。此外,在一个非限制性的实施例中,所述比率可不大于约 15,如不大于约 12,或甚至不大于约 10。应了解,碱氧化物化合物的总含量相比于粘结材料内的碱土氧化物化合物的总重量百分比的比率可在上述最小值和最大值中的任意者之间的范围内。

[0028] 根据一个实施例,粘结材料可由以粘结材料的总重量计不大于约 3wt% 的磷氧化物形成。在某些其他情况中,粘结材料可含有以粘结材料的总重量计不大于约 2.5wt%、如不大于约 2.0wt%、不大于约 1.5wt%、不大于约 1.0wt%、不大于约 0.8wt%、不大于约 0.5wt%、或甚至不大于约 0.2wt% 的磷氧化物。实际上,在某些情况中,粘结材料可基本上不含磷氧化物。合适含量的磷氧化物可有利于某些特性和磨削性能性质,如本文所述。

[0029] 根据一个实施例,粘结材料可由包含不大于约 1wt% 的某些氧化物化合物 (包括例如,诸如  $MnO_2$ 、 $ZrSiO_2$ 、 $CoAl_2O_4$ 、 $Fe_2O_3$ 、 $Li_2O$ 、 $TiO_2$ 、 $MgO$  和它们的组合的氧化物化合物) 的组合物形成。实际上,在特定的实施例中,粘结材料可基本上不含上述氧化物化合物。

[0030] 除了置于混合物内的粘结材料之外,形成粘结研磨制品的方法还可包括掺入某一类型的磨粒。根据一个实施例,磨粒可包含微晶氧化铝 (MCA)。实际上,在某些情况中,磨粒可基本上由微晶氧化铝组成。

[0031] 磨粒可具有不大于约 1050 微米的平均粒度。在其他实施例中,磨粒的平均粒度可更小,如大约不大于 800 微米,不大于约 600 微米,不大于约 400 微米,不大于约 250 微米,不

大于约 225 微米,不大于约 200 微米,不大于约 175 微米,不大于约 150 微米,或甚至不大于约 100 微米。此外,磨粒的平均粒度可为至少约 1 微米,如至少约 5 微米,至少约 10 微米,至少约 20 微米,至少约 30 微米,或甚至至少约 50 微米,至少约 60 微米,至少约 70 微米,或甚至至少约 80 微米。应了解,磨粒的平均粒度可在上述最小值和最大值中的任意者之间的范围内。

[0032] 在进一步指代使用微晶氧化铝的磨粒中,应了解微晶氧化铝可由平均晶粒度为亚微米尺寸的晶粒形成。实际上,微晶氧化铝的平均晶粒度可不大于约 1 微米,如不大于约 0.8 微米,不大于约 0.5 微米,不大于约 0.2 微米,不大于约 0.1 微米,不大于约 0.08 微米,不大于约 0.05 微米。此外,微晶氧化铝材料可具有至少约 1nm、如至少约 50nm 的平均晶粒度。应了解,平均晶粒度可在上述最小值和最大值中的任意者之间的范围内。

[0033] 另外,包含磨粒和粘结材料的混合物的形成可进一步包括添加其他组分,如填料、造孔剂和适用于形成最终成型的粘结研磨制品的材料。成孔材料的一些合适的例子可包括但不限于泡沫 (bubble) 氧化铝、泡沫莫来石、空心球 (包括空心玻璃球、空心陶瓷球、空心聚合物球)、聚合物或塑料材料、有机化合物、纤维材料 (包括玻璃、陶瓷或聚合物的股和 / 或纤维)。其他合适的成孔材料可包括萘、PDB、贝壳、木材等。在另一实施例中,填料可包括一种或多种无机材料 (包括例如氧化物),特别地可包括氧化锆、硅石、二氧化钛的结晶相或非晶相,以及它们的组合。

[0034] 在适当地形成混合物之后,可将混合物成形以形成生坯。一些合适的成形过程可包括压制、浇铸、挤出、模制和它们的组合。在特定的情况中,成形过程可包括压制操作,如冷压操作。应了解,指代生坯是指代一种本体,所述本体可保持其本身的形状,但仍未进行热处理 (例如烧结) 以增加其密度。

[0035] 在适当形成生坯之后,生坯可进行加热,特别地进行烧结操作。根据一个特定实施例,加热可经由微波辐射完成,使得生坯被微波烧结。用于微波烧结的微波辐射可使用特定的辐射能量,如波长在约 1mm 至约 1m 之间、如约 1cm 至约 1m 之间、或甚至约 50cm 至约 500cm 之间的范围内的电磁辐射。此外,微波辐射可具有约 0.3GHz 至约 300GHz 之间的范围内、更特别地在约 0.5GHz 至约 100GHz 之间、如约 0.5GHz 至约 50GHz 之间、或甚至约 0.5GHz 至约 10GHz 之间的范围内的频率。

[0036] 根据一个特定实施例,生坯的微波烧结可使用特定的烧制阶段完成,以促进具有本文实施例中描述的特征的粘结研磨本体的形成。例如,加热过程可包括第一阶段,其中生坯在第一烧制温度下经由微波辐射加热。第一阶段的由环境温度至第一烧制温度的升温速率可为至少约 2°C /min。在其他情况中,升温速率可更大,如至少约 4°C /min,至少约 6°C /min,或甚至至少约 8°C /min。此外,在一个非限制性的实施例中,第一升温速率不大于约 30°C /min。第一升温速率可在上述最小速率和最大速率中的任意者之间的范围内。

[0037] 根据一个实施例,其中第一烧制温度可为至少约 300°C。在其他情况中,第一烧制温度可更大,如至少约 350°C,至少约 400°C,或甚至至少约 450°C。仍然,在一个非限制性的实施例中,第一烧制温度可不大于约 700°C,如不大于约 600°C。第一烧制温度可在上述最小速率和最大速率中的任意者之间的范围内。

[0038] 另外,对于某些烧制程序,过程可包括第一阶段保持,其中生坯在第一温度下保持第一持续时间。第一持续时间可为至少约 5 分钟。在其他实施例中,第一持续时间可更大,

如至少约 15 分钟或甚至至少约 20 分钟。此外,在一个特定情况中,第一持续时间可不大于约 2 小时,如不大于约 1 小时。第一持续时间可在上述最小速率和最大速率中的任意者之间的范围内。

[0039] 在第一阶段过程中的气氛可包括环境气氛。或者,气氛可为还原气氛。

[0040] 加热过程可包括另外的阶段。例如,加热可包括在完成第一阶段之后在第二烧制温度下在第二阶段中微波烧结本体。特别地,第二烧制温度可大于第一烧制温度。对于某些过程,从第一烧制温度加热至第二烧制温度可包括以第二升温速率加热。在一些情况中,第二升温速率可不同于第一升温速率。在其他情况中,第二升温速率可基本上与第一升温速率相同。在一个实施例中,第二阶段的从第一烧制温度至第二烧制温度的升温速率可为至少约 2°C /min。在其他情况中,第二升温速率可更大,如至少约 4°C /min,至少约 6°C /min,或甚至至少约 8°C /min。此外,在一个非限制性的实施例中,第二升温速率可不大于约 30°C /min。应了解,第二升温速率可在上述最小速率和最大速率中的任意者之间的范围内。

[0041] 对于本文实施例的特定过程,第二烧制温度可大于第一烧制温度。此外,尽管使用微晶氧化铝以及本领域的传统观点,但第二烧制温度可相当高。例如,第二烧制温度可为至少约 1100°C,如至少约 1150°C,至少约 1200°C,或甚至至少约 1220°C。在至少一个非限制性的实施例中,第二烧制温度可不大于约 1700°C,如不大于约 1600°C,不大于约 1500°C,或甚至不大于约 1400°C。应了解,第二烧制温度可在上述最小速率和最大速率中的任意者之间的范围内。

[0042] 根据一个实施例,微波烧结的过程可包括第二阶段保持,其中本体在第二烧制温度下保持第二持续时间。第二持续时间可不同于第一持续时间,特别地,第二持续时间可长于第一持续时间。例如,第二持续时间可为至少约 5 分钟。在其他实施例中,第二持续时间可更大,如至少约 15 分钟或甚至至少约 20 分钟。此外,在一个特定情况中,第二持续时间可不大于约 2 小时,或甚至不大于约 1 小时。第二持续时间可在上述最小速率和最大速率中的任意者之间的范围内。

[0043] 在第二阶段过程中的气氛可使用与第一阶段相同的气氛。然而,对于某些过程,第二阶段可使用与第一阶段过程中所用的气氛不同的气氛。气氛在组成、压力和它们的组合方面可不同。在一个特定实施例中,第二阶段可在环境气氛中完成。在另一情况中,第二阶段可使用还原气氛。在完成第二阶段之后,可冷却本体,从而提供最终成型的粘结研磨本体。

[0044] 对于特定实施例,可进行成型过程,使得本体发生有限的尺寸变化,这可有利于改进的制品的形成。例如,在微波烧结过程中,本体可发生小于约 12% 的体积膨胀。通过比较加热之前的制品的初始体积与加热之后形成的最终体积而测得磨轮的体积膨胀。使用式  $\pi * (OD^2 - ID^2) * 厚度$  计算体积,其中 OD 为外径, ID 为内径。体积膨胀可定义为  $[(Vs - Vg) / Vs] * 100\%$ , 其中 Vs 为烧结之后本体的尺寸, Vg 为烧结之前生坯的尺寸。在其他情况中,体积膨胀可更小,如小于约 11%, 小于约 10%, 小于约 9%, 小于约 8%, 小于约 7%, 或甚至小于约 6%。在一个非限制性的实施例中,体积膨胀可为至少约 0.01%。应了解,体积膨胀可在上述最小值和最大值中的任意者之间的范围内。

[0045] 根据一个特定实施例,最终成型的粘结研磨本体包含具有玻璃相材料的粘结材料。在特定情况中,粘结材料可为单相玻璃质材料。实际上,在一个实施例中,粘结材料可

基本上由玻璃相材料组成。此外,应了解粘结材料可含有一定含量的结晶相材料。

[0046] 最终成型的粘结研磨本体可具有特定含量的粘结材料、磨粒和孔隙率。例如,粘结研磨本体可具有以粘结研磨本体的总体积计至少约 10vol% 的孔隙率。在其他实施例中,孔隙率的量可更大,如以粘结研磨本体的总体积计至少约 15vol%,如至少约 20vol%,至少约 25vol%,至少约 30vol%,或甚至至少约 35vol%。在一个特定实施例中,粘结研磨本体可具有不大于约 75vol%、如不大于约 70vol%、或甚至不大于约 65vol% 的孔隙率。应了解,粘结研磨本体可具有在上述最小百分比和最大百分比中的任意者之间的范围内的孔隙率。

[0047] 根据一个实施例,粘结研磨本体可具有以粘结研磨本体的总体积计至少约 10vol% 的磨粒。在其他实施例中,磨粒的总含量可更大,如至少约 15vol%,至少约 20vol%,至少约 25vol%,至少约 30vol%,或甚至至少约 35vol%。根据一个特定实施例,粘结研磨本体可形成使得其具有以粘结研磨本体的总体积计不大于约 55vol%、如不大于约 50vol%、不大于约 45vol%、或甚至不大于约 40vol% 的磨粒。应了解,粘结研磨本体内的磨粒的含量可在上述最小百分比和最大百分比中的任意者之间的范围内。

[0048] 在一些情况中,本体内的总孔隙率的一部分可为封闭孔隙率,且实际上孔隙率的大部分可为封闭孔隙率。此外,本体中的总孔隙率的至少一部分可为开放孔隙率,所述开放孔隙率限定延伸通过本体体积的一部分的通道的互连网络。

[0049] 在某些情况中,粘结研磨本体可形成使得其含有特定含量(vol%) 的粘结材料。例如,粘结研磨本体可形成使得其含有以粘结研磨本体的总体积计至少约 5vol%、如至少约 10vol%、大约至少约 12vol%、至少约 15vol%、至少约 18vol%、至少约 20vol%、至少约 25vol%、或甚至至少约 30vol% 的粘结材料。在其他情况中,粘结研磨本体可形成使得其含有以粘结研磨本体的总体积计不大于约 60vol%、如不大于约 50vol%、不大于约 45vol%、不大于约 40vol%、不大于约 35vol%、或甚至不大于约 30vol% 的粘结材料。应了解,粘结研磨本体内的粘结材料的含量可在上述最小百分比和最大百分比中的任意者之间的范围内。

[0050] 粘结材料可具有与混合物内的粘结材料基本上相同的组成。此外,本文实施例的粘结材料可被认为是可具有特定温度的高温粘结物体系,在所述特定温度下粘度为 4(Tlog4)。在特定情况中,粘结研磨本体的粘结材料可在大于 1100°C、如至少约 1150°C、至少约 1200°C、至少约 1220°C、至少约 1250°C、或甚至至少约 1270°C 的温度下粘度为 4。

[0051] 本文实施例的粘结研磨本体可具有目标密度与实际密度之间的特别有限的密度变化,这可有利于改进的粘结研磨本体。特别地,低密度变化可证明成型过程中低的体积改变,更特别地直接证明成型过程中更少的磨粒降解。例如,粘结研磨本体可具有可由等式  $[(Dt-Da)/Dt] \times 100\%$  定义的密度变化,其中 Dt 表示粘结研磨本体的目标密度, Da 表示粘结研磨本体的实际密度。实际密度由经烧制的本体的尺寸测得,目标密度基于粘结物和磨料量、它们的密度和粘结物灼烧减量计算。粘结物的灼烧(即灼烧因子)定义为当允许挥发性物质逸出且质量停止改变时,在加热之前和加热之后材料的质量改变的函数。用于计算实际密度和目标密度的公式如下显示:

[0052] 实际密度  $D_a = \text{重量} / \text{体积}$

[0053] 目标密度  $D_t = (1 + (\text{粘结物}\% * \text{粘结物灼烧因子})) / (1 / (\text{磨料密度} * \text{Vol}\% \text{磨料}))$

[0054] 粘结% = (Vol% 粘结物 \* (1 / (磨料密度 \* Vol% 磨料)) \* 粘结物密度) / (灼烧因子)

[0055] 特别地, 此处的粘结研磨本体可具有有限的密度变化, 如不大于约 11%。在其他特定实施例中, 密度变化可更小, 如不大于约 10%, 不大于约 9%, 不大于约 8%, 不大于约 7%, 或甚至不大于约 6%。相比之下, 某些粘结研磨本体的密度变化可为至少约 1%。应了解, 粘结研磨本体的密度变化可在上述最小百分比和最大百分比中的任意者之间的范围内。

[0056] 根据一个实施例, 粘结研磨本体的目标密度可大于约 1.90g/cm<sup>3</sup>, 如大于约 2.00g/cm<sup>3</sup>, 或甚至大于约 2.05g/cm<sup>3</sup>。此外, 在一个非限制性的方面, 一种粘结研磨本体的目标密度可不大于约 3.00g/cm<sup>3</sup>, 如不大于约 2.80g/cm<sup>3</sup>。应了解, 粘结研磨本体的目标密度可在上述最小百分比和最大百分比中的任意者之间的范围内。

[0057] 在又一情况中, 粘结研磨本体可具有大于约 1.90g/cm<sup>3</sup>、如大于约 1.95g/cm<sup>3</sup>、或甚至大于约 2.00g/cm<sup>3</sup> 的实际密度。此外, 在一个非限制性的方面, 一种粘结研磨本体的实际密度可不大于约 2.90g/cm<sup>3</sup>, 如不大于约 2.80g/cm<sup>3</sup>, 不大于约 2.60g/cm<sup>3</sup>, 或甚至不大于约 2.40g/cm<sup>3</sup>。应了解, 粘结研磨本体的实际密度可在上述最小百分比和最大百分比中的任意者之间的范围内。

[0058] 本文指代的粘结研磨本体的磨削能力可以涉及磨削操作 (如无心磨削、外圆磨削、曲轴磨削)、各种表面磨削操作、轴承和齿轮磨削操作、缓进给磨削和各种工具间磨削过程。此外, 用于磨削操作的合适的工件可包括无机或有机材料。在特定情况中, 工件可包括金属、金属合金、塑料或天然材料。在一个实施例中, 工件可包括含铁金属、非含铁金属、金属合金、金属超合金和它们的组合。在另一实施例中, 工件可包括有机材料, 包括例如聚合物材料。在其他情况中, 工件可为天然材料, 包括例如木材。

[0059] 实例

[0060] 制备粘结研磨本体的三个样品。第一代表性样品 S1 根据本文的实施例。第二样品 CS1 和第三样品 CS2 根据常规技术制得。样品中的每一个 S1、CS1 和 CS2 具有相同的总体结构, 并由包含 80-90wt% 的微晶氧化铝的磨粒、9-15wt% 的粘结材料的混合物制得。所述混合物还包含剩余量 (wt%) 的其他添加剂, 包括糊精或动物胶的粘结剂材料。粘结物的组成示于下表 1 中。

[0061] 表 1

[0062]

组成	Wt%
SiO <sub>2</sub>	55-60
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10-20
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8-12
Na <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O, Li <sub>2</sub> O	8-12

CaO, MgO, BaO	8-10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +TiO <sub>2</sub>	<1

[0063] 对于样品中的每一个,将混合物冷压以形成具有圆柱体形状的生坯。测量生坯的特定尺寸,包括外径(OD)、厚度和孔径。称重样品中的每一个。根据如下表 2-4 中如下所示的程序烧结生坯。特别地,根据表 2 的烧制程序烧结样品 CS1。根据表 3 的程序烧结样品 CS2,根据表 4 的程序微波烧结样品 S1。使用 2kW, 2.45GHz 微波烧结单元完成样品 S1 的微波烧结。微波烧结系统产生大约 100cm 的波长的微波。

[0064] 表 2- 样品 CS1 的常规烧制程序

[0065]

温度改变	RT-1260°C
升温	100°C /hr
停留	3 小时
	冷却至 RT

[0066] 表 3- 样品 CS2 的常规程序

[0067]

温度改变阶段 1	RT-550°C
升温速率阶段 1	100°C /hr
温度改变阶段 2	550°C -1260°C
升温速率阶段 2	150°C /hr
停留	30 分钟
	冷却至 RT

[0068] 表 4- 样品 S1 的微波烧制程序

[0069]

温度改变阶段 1 (300W)	RT-350°C
升温速率阶段 1	15°C /min
温度改变阶段 2 (300W)	350°C -550°C
升温速率阶段 2	5°C /min
停留阶段 2	30 分钟

温度改变阶段 3(800W)	550°C -1240°C
升温速率阶段 3	15°C /min
温度改变阶段 4(800W)	1240°C -1260°C
升温速率阶段 4	2°C /min
停留阶段 4	30 分钟
	冷却至 RT

[0070] 在烧结生坯以形成粘结研磨本体之后,再次测量在生坯上测得的相同尺寸。也记录样品中的每一个的重量。如下表 5 显示了结果。特别地,对于样品 CS1,制备并测量 5 个代表性样品。同样,对于样品 CS2,制备并测量 5 个代表性样品。而且,样品 S1 制备 5 次以制备进行测量的五个代表性样品。

[0071] 表 5

样品 ID	最终体积	初始体积	体积膨胀%	平均值
<b>CS1</b>	16.12	13.92	-15.79	-15.96
	16.24	13.92	-16.66	
	16.05	13.92	-15.32	
	16.15	13.92	-15.99	
	16.15	13.92	-16.05	
<b>S1</b>	14.45	13.92	-3.84	-5.27
	14.70	13.92	-5.60	
	14.80	13.92	-6.31	
	14.74	13.92	-5.93	
	14.57	13.92	-4.66	
<b>CS2</b>	15.79	13.92	-13.43	-13.58
	15.84	13.92	-13.83	
	15.79	13.92	-13.43	
	15.83	13.92	-13.70	
	15.80	13.92	-13.50	

[0072] 如表 5 所示,样品 CS1 和 CS2 显示了在加工过程中明显更大的膨胀。实际上,基于 CS1 的 5 个代表性样品的平均 OD,制品的体积膨胀(以 OD 计)为 16%。样品 CS2 的基于 OD 改变的体积膨胀为 13.6%。特别地,样品 S1 的以 OD 计的体积改变为 5.2%。此外,样品 CS1 基于  $1.257\text{g}/\text{cm}^3$  的目标密度具有 15.8% 的密度变化,5 个代表性样品的平均密度为  $1.817\text{g}/\text{cm}^3$ 。样品 CS2 基于  $1.257\text{g}/\text{cm}^3$  的目标密度具有 12.7% 的密度变化,5 个代表性样品的平均密度为  $1.883\text{g}/\text{cm}^3$ 。样品 S1 基于  $1.257\text{g}/\text{cm}^3$  的目标密度具有 6.3% 的密度变化,4 个代表性样品的平均密度为  $2.021\text{g}/\text{cm}^3$ 。非常出乎意料地,尽管样品 S1 具有与样品 CS2 相同的在峰值温度(即  $1260^\circ\text{C}$ )下的停留时间,但相比于样品 CS2,样品 S1 的密度变化显著改进。实际上,样品 S1 具有比样品 CS2 小 50% 的密度变化。不希望受限于特定理论,据信过程的细节促进了有限的磨粒降解,所述磨粒降解通常与体积增加和增加的密度变化相关。

[0074] 图 1A 和 1B 分别包括样品 S1 和 CS2 的扫描电子显微图像。特别地,图 1A 包括样

品 S1 的微晶氧化铝粒子 101 与粘结材料 102 之间的界面的 2500X 放大下的 SEM 图像。图 1B 包括样品 CS2 的微晶氧化铝粒子 103 与粘结材料 104 之间的界面的 2500X 放大下的 SEM 图像。特别地,通过比较图 1A 和 1B,明显的是样品 S1 的微晶氧化铝粒子 102 的界面在粘结材料 102 与粒子 101 之间的界面处具有更尖锐的边缘和更少的降解。相比之下,样品 CS2 的微晶氧化铝粒子 103 和粘结材料 104 的界面显示明显的凹陷和不规则,表明在成型过程中粒子 103 的明显更大的降解。

[0075] 图 2A 和 2B 分别包括样品 S1 和 CS2 的 SEM 图像。特别地,图 2A 包括样品 S1 的微晶氧化铝粒子 201 与粘结材料 202 之间的界面的 2500X 放大下的 SEM 图像。图 2B 包括样品 CS2 的微晶氧化铝粒子 203 与粘结材料 204 之间的界面的 2500X 放大下的 SEM 图像。特别地,图 2A 和 2B 所示的界面经由能量散射 X-射线分析 (EDS) 进行分析。EDS 线扫描沿着图中所示的白线进行。施加 15kV 的加速电压,以在 2500X 下记录线扫描。线扫描收集约 60 个点上的数据,且在每个点处的停留时间为约 250 毫秒。在样品 CS2 中,在界面处存在更大浓度的硅石和一些碱、碱土元素 (K、Ca、Na)。然而,相比于样品 CS2,样品 S1 在界面处显示明显更小浓度的硅石、碱和碱土元素。分析揭示,相比于粒子 201,样品 CS2 显示在成型过程中粒子 203 的明显更大的降解。

[0076] 使用可得自 CAMECA 公司 (CAMECA Corporation) 的 SX50 机,通过进行利用微探针分析的单点粒度分析,进行晶粒组成的评估。对于这些测量,使用在晶粒的中心和边缘中的平均至少 6 个分析点。扫描结果总结于如下表 6 中。

[0077] 表 6

[0078]

组成	S1	CS2
B2O3	0.86	1.16
Na2O	0.06	0.43
MgO	0.99	0.82
Al2O3	99.8	95.34
SiO2	0.49	3.25
P2O5	0	0.01
K2O	0.02	0.09
CaO	0.04	0.18
TiO2	0.07	0.1
Fe2O3	0.01	0.03



ZnO	0.03	0.02
ZrO <sub>2</sub>	0.29	0.81
BaO	0.01	0

[0079] 如由微探针分析明显看出,相比于样品 CS2,样品 S1 含有明显不同量的氧化钠、硅石和氧化铝。微探针分析揭示,相比于粒子 201,样品 CS2 显示在成型过程中粒子 203 的明显更大的降解。

[0080] 前述实施例涉及表现对现有技术的偏离的研磨产品,特别是粘结研磨产品。本文实施例的粘结研磨产品使用有利于改进的粘结研磨制品和可能的改进的性能的过程技术的组合。尽管未完全理解本文实施例的特定加工技术的效果,但出乎意料地揭示,即使在常规方式和本文描述的方式之间比较相等的在峰值温度下的停留时间的烧制程序的过程中,本文描述的过程有利于形成改进的粘结研磨制品。此外,这种效果结合本文描述的粘结研磨本体的组成和结构是特别相关的。

[0081] 在上文中,对具体实施例和某些组件的连接的提及为示例性的。应了解,提及组件为联接或连接的旨在公开如应了解的所述组件之间的直接或通过一个或多个中间组件的间接连接以进行本文所述的方法。同样,如上公开的主题被认为是说明性的而非限制性的,所附权利要求书旨在涵盖落入本发明的真实范围内的所有这种修改、增强和其他实施例。因此,在法律允许的最大程度内,本发明的范围将由如下权利要求和它们的等同形式的最广允许解释确定,不应由如上具体实施方式限制或限定。

[0082] 提供说明书摘要以符合专利法,在了解说明书摘要不用于解释或限定权利要求的范围或含义的情况下提交说明书摘要。另外,在如上具体实施方式中,为了简化本公开,各个特征可在单个实施例中组合在一起或进行描述。本公开不解释为反映如下意图:所要求保护的实施例需要除了在每个权利要求中明确记载之外的更多的特征。相反,如如下权利要求所反映,本发明的主题可涉及比所公开的实施例中的任意者的全部特征更少的特征。因此,如下权利要求引入具体实施方式,每个权利要求本身分别限定所要求保护的主体。

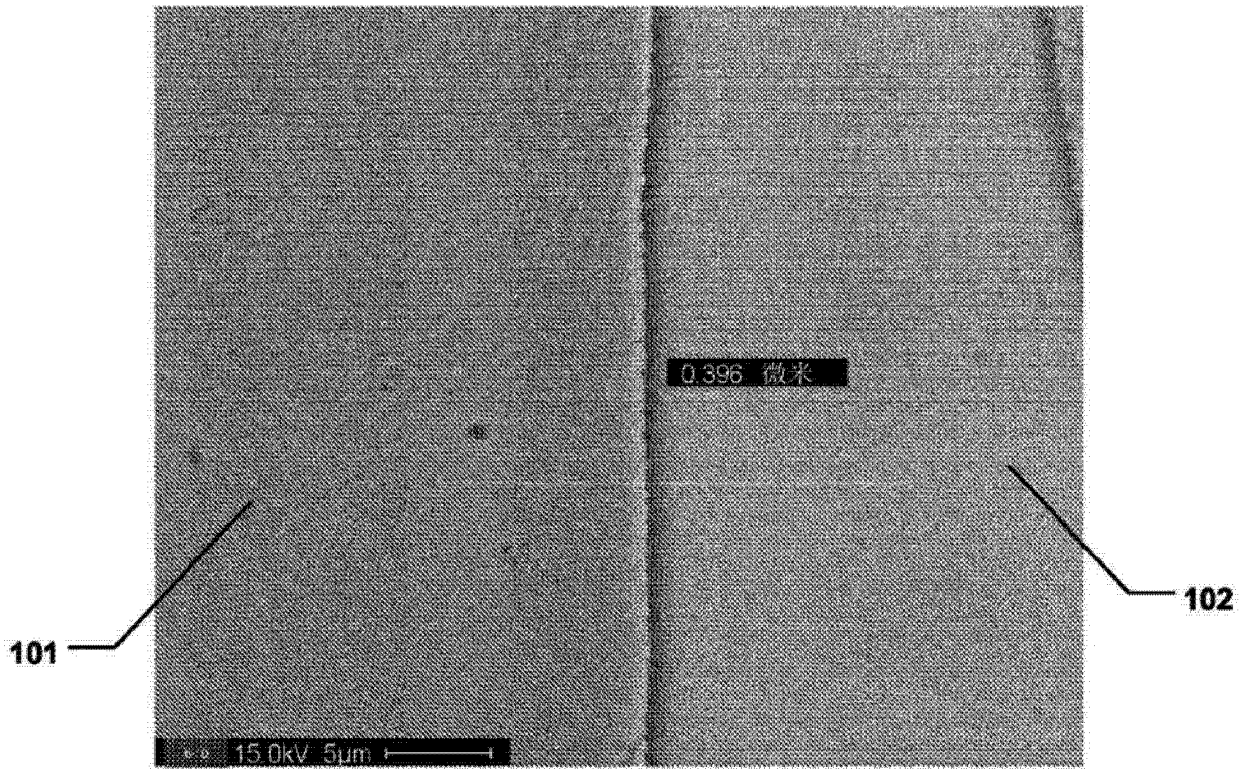


图 1A

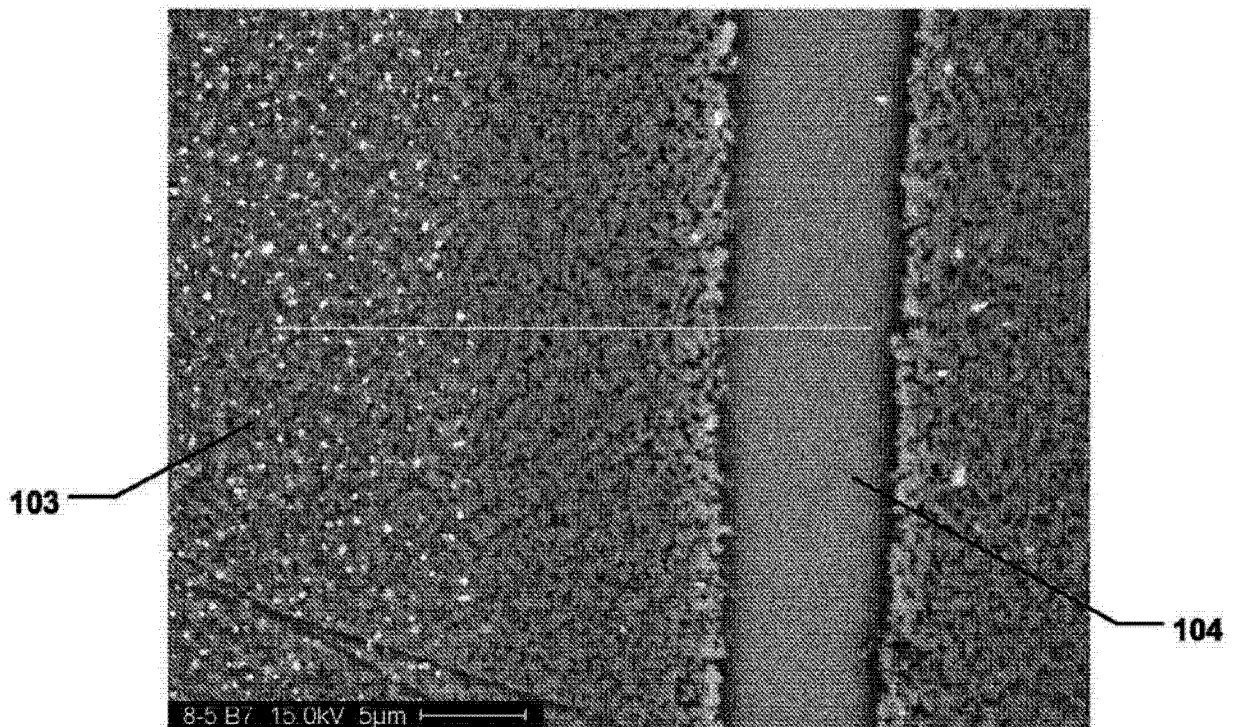


图 1B

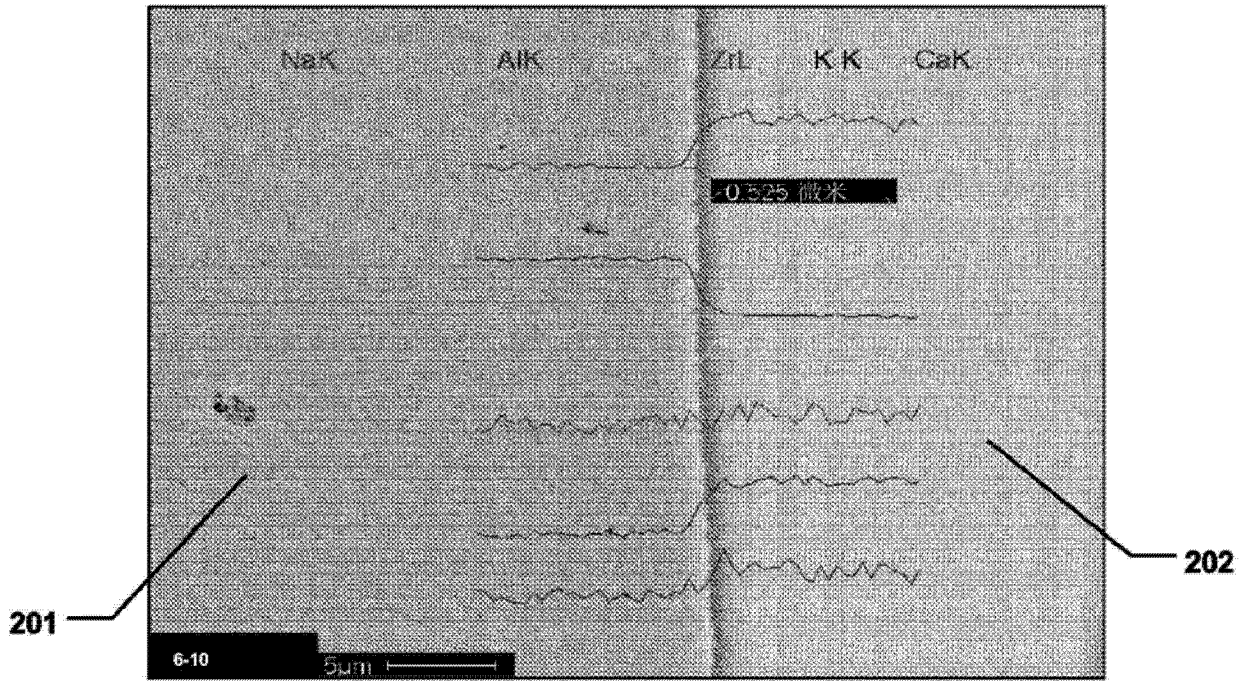


图 2A

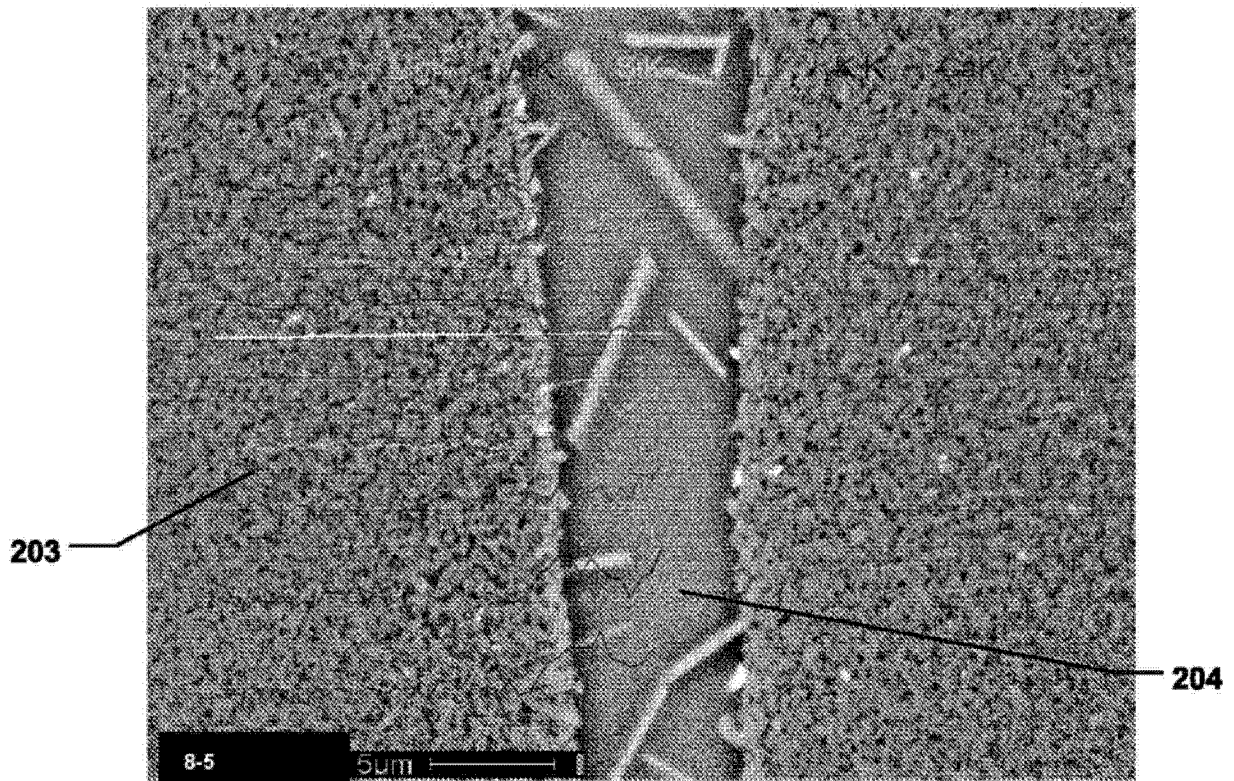


图 2B