



(45)授权公告日 2018.03.23

审查员 任小敏

1. 一种制备烧结磨料颗粒的方法,所述方法包括:

使前体颗粒在一定条件下通过火焰,使得所述前体颗粒转化成所述烧结磨料颗粒,其中所述前体颗粒包含已煅烧的 α 氧化铝前体,并且其中所述前体颗粒具有小于或等于500微米的平均粒度,并且其中所述前体颗粒包含小于0.1重量%的 α 氧化铝粒径改性剂。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述烧结磨料颗粒包含具有蜂窝状微观结构的 α 氧化铝,并且所述 α 氧化铝具有小于或等于5%的面积孔隙率,其中所述面积孔隙率是使用在10,000倍放大的情况下的横截面图像分析所测得的。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述前体颗粒包含小于0.1重量%的晶种粒子。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述前体颗粒沿着所述火焰的纵向轴线通过重力而加速穿过所述火焰。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述烧结磨料颗粒包含成形磨料颗粒。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中所述前体颗粒具有对应于用于使其成形的模具腔的形状。

7. 根据权利要求2所述的方法,其中所述蜂窝状微观结构包含 α 氧化铝晶粒,并且其中所述 α 氧化铝晶粒的最大尺寸小于3微米。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中所述烧结磨料颗粒基本上由 α 氧化铝组成。

9. 具有蜂窝状微观结构的烧结磨料颗粒,所述烧结磨料颗粒包含 α 氧化铝晶粒,所述 α 氧化铝晶粒的最大尺寸小于3微米,其中所述烧结磨料颗粒具有小于或等于500微米的平均粒度,并且其中所述烧结磨料颗粒包含小于0.1重量%的晶种粒子和小于0.1重量%的 α 氧化铝粒径改性剂。

10. 根据权利要求9所述的烧结磨料颗粒,其中所述烧结磨料颗粒具有小于或等于5%的面积孔隙率,其中所述面积孔隙率是使用在10,000倍放大的情况下的横截面图像分析所测得的。

11. 根据权利要求9所述的烧结磨料颗粒,其中所述烧结磨料颗粒包含成形磨料颗粒。

12. 根据权利要求9所述的烧结磨料颗粒,其中所述烧结磨料颗粒的至少一部分包含截棱锥。

13. 一种包含粘结剂和多个烧结磨料颗粒的磨料制品,其中所述烧结磨料颗粒的至少一部分为根据权利要求9至12中任一项所述的烧结磨料颗粒。

14. 根据权利要求13所述的磨料制品,其中所述磨料制品为粘结磨料制品、无纺磨料制品或带涂层磨料制品。

烧结磨料颗粒、其制备方法以及包含烧结磨料颗粒的磨料制品

技术领域

[0001] 本公开广义地涉及磨料颗粒及其制备和使用方法。

背景技术

[0002] 烧结磨料颗粒和包含烧结磨料颗粒的磨料制品可在产品制造过程中用于研磨、整理或磨削多种材料和表面。多种已知磨料颗粒、熔凝磨料颗粒(例如,包括熔凝氧化铝、经热处理的熔凝氧化铝和熔凝氧化铝-氧化锆)和烧结陶瓷磨料颗粒(包括溶胶-凝胶衍生的烧结陶瓷磨料颗粒)被广泛用于磨料领域。

[0003] α 氧化铝磨料颗粒为用于磨料行业的主要类别的磨料颗粒。通常通过将氧化铝源(诸如铝矿石或矾土)以及其他期望添加剂装入加热炉,将材料加热至高于其熔点,将熔体冷却以提供硬化块体,将硬化块体压碾成颗粒,并且然后对颗粒进行筛选和分级以提供期望的磨料粒度分布来制备熔凝 α 氧化铝磨料颗粒。尽管熔凝 α 氧化铝磨料颗粒和熔凝氧化铝-氧化锆磨料颗粒仍然广泛用于研磨应用(包括采用带涂层磨料制品和粘结磨料制品的那些),但自大约20世纪80年代中期以来,用于许多研磨应用的首要磨料颗粒为溶胶-凝胶衍生的 α 氧化铝颗粒(也称作烧结陶瓷 α 氧化铝颗粒)。

[0004] 溶胶-凝胶衍生的 α 氧化铝磨料颗粒可具有由非常精细的 α 氧化铝微晶(也称为“ α 氧化铝晶粒”)组成的微观结构,其中存在或不存在添加的辅助相。通常通过干燥 α 氧化铝前体(通常是但不一定是勃姆石)的水溶胶或凝胶以去除凝胶的水分,将干燥凝胶打碎成用于磨料粗碾粉的具有期望尺寸的颗粒;任选地煅烧颗粒(通常在约400°C-800°C的温度下)以形成过渡氧化铝(例如, γ 氧化铝),并且然后在足够高的温度下烧结干燥且已任选煅烧的颗粒以将它们转化成 α 氧化铝形式,来产生溶胶-凝胶衍生的氧化铝磨料。

[0005] 在溶胶-凝胶过程的一个实施例中, α 氧化铝前体“接种”晶体结构与 α 氧化铝自身的那些晶体结构相同并且晶格参数尽可能接近 α 氧化铝自身的晶格参数的材料。“晶种”(成核剂)以尽可能细分的形式添加并且在整个溶胶或凝胶中均匀分散。其可以在开始时添加或在原位形成。晶种的功能为在低于不存在晶种时所需温度的温度下使得 α 型的转化在整个前体中均匀发生。该接种过程产生微晶结构,在该微晶结构中单个 α 氧化铝晶粒(即,具有基本上相同的晶体学取向的那些区域通过高角度晶界与相邻的晶体分开)的尺寸非常均匀并且直径基本上全部为亚微米级。合适的晶种包括 α 氧化铝本身和其他化合物诸如 α 氧化铁、低价氧化铬、钛酸镍,以及晶格参数充分类似于 α 氧化铝的晶格参数的其他化合物,从而在低于不存在此类晶种时正常发生转化的温度的温度下能有效地由前体生成 α 氧化铝。

[0006] 类似地,一种或多种 α 氧化铝晶体粒径改性剂(例如,形成金属氧化物的尖晶石)也可添加到溶胶-凝胶,或浸渍到干燥的溶胶-凝胶颗粒或已煅烧颗粒中,以控制所得 α 氧化铝磨料颗粒中的氧化铝晶粒的尺寸。

[0007] 然而,晶种和/或 α 氧化铝晶体粒径改性剂的使用为溶胶-凝胶过程增加了复杂性和成本。

发明内容

[0008] 在一个方面,本公开提供一种制备烧结磨料颗粒的方法,该方法包括:

[0009] 使前体颗粒在一定条件下通过火焰,使得前体颗粒转化成烧结磨料颗粒,其中前体颗粒包含已煅烧的 α 氧化铝前体,并且其中前体颗粒具有小于或等于500微米的平均粒度。

[0010] 在另一方面,本公开提供具有蜂窝状微观结构的烧结磨料颗粒,其包含 α 氧化铝的 α 氧化铝晶粒, α 氧化铝晶粒的最大尺寸小于约3微米,其中烧结磨料颗粒具有小于或等于500微米的平均粒度,并且其中烧结磨料颗粒基本上不含晶种粒子和 α 氧化铝粒径改性剂。

[0011] 根据本公开制备的 α 氧化铝磨料颗粒可用于磨料制品。因此,在另一方面,本公开提供一种包含粘结剂和多个磨料颗粒的磨料制品,其中烧结磨料颗粒的至少一部分为根据本公开的 α 氧化铝磨料颗粒。

[0012] 有利地,根据本公开的方法提供在不依赖晶种粒子或 α 氧化铝晶体粒径改性剂的情况下经由溶胶-凝胶过程形成 α 氧化铝磨料颗粒的途径,以提供具有小 α 氧化铝粒度的高密度 α 氧化铝颗粒。此外,该方法通常是迅速的。

[0013] 如本文所用,术语“已煅烧的”意为在足够长的时间内加热到低于熔点的高温(例如,650°C),以去除所吸附的和化学结合的(如水合物)水和其他挥发性化合物。

[0014] 如本文所用,术语“基本上不含”意为,基于重量,最多包含微量(例如,小于0.1%、小于0.01%、小于0.001%或者甚至小于0.0001%)或完全不含。

[0015] 如本文所用,应用于颗粒的术语“成形”意为该颗粒具有通过用于制备它的方法所赋予的非随机形状,并且明确排除机械压碎的颗粒和/或研磨的颗粒。

[0016] 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

[0017] 图1为示出根据本公开制备磨料颗粒的示例性方法的过程流程图。

[0018] 图2为包含根据本公开的磨料颗粒的带涂层磨料制品的局部示意性剖视图。

[0019] 图3为包含根据本公开的磨料颗粒的粘结磨料制品的透视图。

[0020] 图4为包含根据本公开的磨料颗粒的无纺磨料制品的放大示意图。

[0021] 图5为在实例1中产生的烧结磨料颗粒的扫描电子显微图。

[0022] 图6为在比较例A中产生的烧结磨料颗粒的扫描电子显微图。

[0023] 图7至图12分别为在实例2至实例7中产生的烧结磨料颗粒的扫描电子显微图。

[0024] 图13为在比较例B中产生的烧结磨料颗粒的扫描电子显微图。

[0025] 图14和图15分别为用于实例8和实例9的图像分析的标本的扫描电子显微图。

[0026] 在说明书和附图中重复使用的参考符号旨在表示本公开相同或类似的特征或元件。应当理解,本领域的技术人员可以设计出大量其他修改和实施例,这些修改和实施例在本公开原理的范围和实质内。附图可以不按比例绘制。

具体实施方式

[0027] 在本公开的一个实施例中,包含已煅烧的 α 氧化铝前体的前体颗粒在一定条件下通过火焰,使得前体颗粒转化成烧结磨料颗粒。现在参考图1所示的示例性过程100,已煅烧的前体颗粒110穿过喷嘴120落下,从而在开口170处离开并进入火焰130中,其中发生已煅烧前体颗粒110到磨料颗粒140的转化。烧结磨料颗粒140在密封容器160的底部处被收集。火焰130通过燃料入口132和氧气入口134送入。氩气通过氩气入口136引入并且用于加快已煅烧前体颗粒110穿过喷嘴120的速度。

[0028] 所得的磨料颗粒具有由烧结 α 氧化铝晶粒形成的蜂窝状微观结构。尽管这并非要求,但 α 氧化铝晶粒通常具有小尺寸。在一些实施例中,蜂窝状微观结构包含 α 氧化铝晶粒,该 α 氧化铝晶粒的最大尺寸小于约3微米、小于约2.5微米,甚至小于约2微米。

[0029] 即使本公开的方法通常涉及大约1秒或更短的火焰接触时间(这一点无要求),但所得的烧结磨料颗粒可具有低孔隙率。例如,烧结磨料颗粒可具有包含 α 氧化铝的蜂窝状微观结构,其中 α 氧化铝具有小于或等于5%的面积孔隙率,如在高倍放大(例如,10,000倍放大)的情况下使用烧结磨料颗粒的横截面的图像分析所测得。

[0030] 例如,烧结磨料颗粒可具有以下面积孔隙率:小于或等于4.5%、小于或等于4%、小于或等于3.5%、小于或等于3%、小于或等于2.5%、小于或等于1%、小于或等于0.5%、或甚至小于或等于0.1%。这是意料之外的,因为由具有能与之相比的孔隙率的 α 氧化铝前体颗粒形成 α 氧化铝基颗粒的常规过程通常涉及在几十分钟至几十个小时的范围内的加热时间。

[0031] 面积孔隙率可使用常规技术进行确定,所述技术为诸如例如,使用可购自马里兰州贝塞斯达的美国国家卫生研究院(U.S.National Institute of Health,Bethesda,Maryland)的ImageJ软件。使用高倍放大(例如,从2,000X至10,000X的放大倍数)下的场发射扫描电镜利用反散射电子,对烧结磨料颗粒的随机横截面进行独立成像。由于相对高的放大倍数,因此在磨料颗粒的横截面表面中的每个上来选择随机区域。随后使用ImageJ图像分析软件对图像进行分析。数据通过以下方式获得:手动测量各个暴露空隙的面积并将这些单孔面积测量值合并以获得每个图像的总空隙面积,然后将该值除以总视野区域面积,以获得面积孔隙率(即,基于面积确定的孔隙率)。可使用常规的统计方法(例如,关于测量值和样品的数目)来确定孔隙率。

[0032] 前体颗粒包含已煅烧的 α 氧化铝前体。可煅烧的 α 氧化铝前体的示例包括:过渡氧化铝(例如,勃姆石、水铝石、水铝矿、三羟铝石、新三水铝石);铝盐和复合物,诸如例如碱性羧酸铝(例如,具有通式 $Al(OH)_y(\text{羧酸盐})_{3-y}$ 的碱性羧酸铝,其中 y 在1至2之间,优选地在1至1.5之间,并且羧酸根抗衡离子选自以下各项组成的组:甲酸盐、乙酸盐、丙酸盐和草酸盐,或这些羧酸盐、甲醛乙酸铝和硝基甲醛乙酸铝组合);碱性硝酸铝;部分水解铝醇盐;以及它们的组合。碱性羧酸铝可通过在羧酸溶液中煮解铝金属来制备,如在美国专利3,957,598(Merk1)中所述。碱性硝酸铝也可通过在硝酸溶液中煮解铝金属来制备,如在美国专利3,340,205(Hayes等人)或英国专利1,193,258(Fletcher等人)中所述,或者通过硝酸铝的热分解来制备,如在美国专利2,127,504(Derr等人)中所述。这些材料也可通过将铝盐用碱部分中和而制备。碱性硝酸铝具有通式 $Al(OH)_z(NO_3)_{3-z}$,其中 z 为约0.5至2.5。

[0033] 合适的勃姆石包括,例如可从新泽西州弗洛勒姆帕克的BASF公司(BASF Corp., Florham Park, New Jersey)商购获得的商品名为“HIQ”(例如,“HIQ-9015”)的那些,和可从

德克萨斯州休斯敦市的萨索尔北美公司(Sasol North America, Houston, Texas)商购获得的商品名为“DISPERAL”、“DISPAL”和“CATAPAL D”的那些。这些勃姆石或一水合氧化铝为 α 型,并且如果有的话,包括相对少的除一水合物之外的水合相(尽管在一些商业等级的勃姆石中可存在非常少量的三水合物杂质,这是可以容许的)。它们在水中具有低的溶解度并具有高的表面积(通常至少约180平方米/克)。优选地勃姆石的平均微晶尺寸小于约20纳米(更优选地小于12纳米)。在该上下文中,“微晶尺寸”通过120和031x射线反射来确定。

[0034] 前体颗粒可包含水和/或有机溶剂,特别是如果前体颗粒由溶胶或凝胶形成或者包含在浆液内。有利地,挥发性组分(例如,水和/或有机溶剂)的含量被最小化,以便避免挥发性组分的爆炸性挥发,爆炸性挥发在前体颗粒与火焰接触时导致其损坏或破坏。尽管这并非要求,但此类挥发性组分在前体颗粒中的含量优选地小于前体颗粒的约10重量%、小于约5重量%,或者甚至小于约1重量%。

[0035] 在一些实施例中,前体颗粒包含压碎的过渡氧化铝颗粒。在一些实施例中,前体颗粒由包含 α 氧化铝前体的溶胶-凝胶组合物形成,例如,如上所述。例如可通过诸如挤压(切割成一定长度)、丝网印刷到可剥离衬片上或填充模具腔体的工艺,将溶胶-凝胶组合物形成颗粒。其中,通常后者为优选的。如本文所用,术语“溶胶-凝胶组合物”是指固体颗粒在液体中的胶态分散,该胶态分散在加热一段时间后形成固体颗粒的三维网络,或者去除一些液体。在一些情况下,可通过添加多价金属离子来诱导凝胶形成。

[0036] 在涉及溶胶-凝胶组合物的典型过程顺序中,提供了包含 α 氧化铝前体的溶胶-凝胶组合物。

[0037] 溶胶-凝胶组合物应包含足量的液体,以使溶胶-凝胶组合物的粘度足够低,从而能够填充模具腔体并复制模具表面,但是液体不能多到使得后续将液体从模具腔体中去除的成本过高。在一个实施例中,溶胶-凝胶组合物包含2重量%至90重量%的 α 氧化铝前体材料(例如,氧化铝一水合物(勃姆石)),和至少10重量%、50重量%至70重量%或50重量%至60重量%的挥发性组分诸如水。在一些实施例中,溶胶-凝胶组合物包含30重量%至50重量%,或40重量%至50重量%的 α 氧化铝前体材料。

[0038] 可将胶溶剂添加到溶胶-凝胶组合物中以产生更稳定的水溶胶或胶态溶胶-凝胶组合物。合适的胶溶剂为单质子酸或酸性化合物诸如乙酸、盐酸、甲酸和硝酸。也可以使用多质子酸,但是它们可使溶胶-凝胶组合物快速胶凝,从而使得难以对其进行处理或难以向其引入附加组分。一些商业来源的勃姆石包含将有助于形成稳定的溶胶-凝胶组合物的酸滴定度(诸如吸收的甲酸或硝酸)。

[0039] 可任选地向溶胶-凝胶组合物添加晶种粒子和/或晶体粒径改性剂,但有利地是,晶种粒子和/或晶体粒度改性剂通常不是为实现小 α 氧化铝晶体粒径所需的。

[0040] 任选的氧化铝粒径改性剂的示例包括 Li_2O 、 Na_2O 、 MgO 、 SiO_2 、 CaO 、 SrO 、 TiO_2 、 MnO 、 Cr_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CoO 、 NiO 、 ZnO 、 ZrO_2 、 SnO_2 、 HfO_2 、稀土氧化物(例如, La_2O_3 、 CeO_2 、 Pr_2O_3 、 Nd_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Dy_2O_3 、 Er_2O_3 、 Yb_2O_3 、 TbO_2 、 Y_2O_3),它们的组合和它们的前体。在一些实施例中,前体颗粒以及同样的衍生磨料颗粒基本上不含以下氧化铝粒径改性剂中的任一种或全部: Li_2O 、 Na_2O 、 MgO 、 SiO_2 、 CaO 、 SrO 、 TiO_2 、 MnO 、 Cr_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CoO 、 NiO 、 ZnO 、 ZrO_2 、 SnO_2 、 HfO_2 、稀土氧化物(例如, La_2O_3 、 CeO_2 、 Pr_2O_3 、 Nd_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Dy_2O_3 、 Er_2O_3 、 Yb_2O_3 、 TbO_2 、 Y_2O_3),它们的组合和它们的前体。

[0041] α 氧化铝前体“接种”晶体结构与 α 氧化铝的那些晶体结构相同并且晶格参数尽可能接近 α 氧化铝的晶格参数的材料。“晶种”粒子以尽可能细分的形式添加并且在整个溶胶或凝胶上均匀分散。晶种粒子可从头开始添加或者其可在原位形成。晶种粒子的功能为在比不存在晶种时所需的温度低很多的温度下使得 α 型的转化在整个 α 氧化铝前体中均匀发生。合适的晶种包括 α 氧化铝本身并且还包括其他化合物诸如 α 氧化铁、低价氧化铬、钛酸镍,以及晶格参数大体类似于 α 氧化铝的晶格参数的多种其他化合物,从而在低于不存在此类晶种时正常发生转化的温度下能有效地由前体生成 α 氧化铝。合适的晶种粒子的示例包括 Ti_2O_3 、 $\text{MgO} \cdot \text{TiO}_2$ 、 $\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$ 、 $\text{NiO} \cdot \text{TiO}_2$ 、 $\text{CoO} \cdot \text{TiO}_2$ 、 $\text{MnO} \cdot \text{TiO}_2$ 、 $\text{ZnO} \cdot \text{TiO}_2$ 、 V_2O_3 、 Ga_2O_3 、 Rh_2O_3 、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 、 $\alpha\text{-Cr}_2\text{O}_3$ 颗粒,以及 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 颗粒,这些颗粒优选地具有约10nm至约120nm的平均粒度,但可使用其他尺寸。在一些实施例中,前体颗粒并且同样衍生磨料颗粒基本上不含晶种粒子诸如例如 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 晶种粒子、 $\alpha\text{-Cr}_2\text{O}_3$ 晶种粒子或 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 晶种粒子。

[0042] 可通过任何合适的方式来形成溶胶-凝胶组合物,所述方式为诸如例如通过将氧化铝-水合物与包含胶溶剂的水简单混合,或通过形成氧化铝-水合物浆液,向该浆液加入胶溶剂。可加入消泡剂和/或其他合适的化学品,以减小混合时形成气泡或夹带空气的趋势。如果需要,可以添加其他化学品,诸如润湿剂、醇类、和/或偶联剂。

[0043] 接下来,可干燥并且压碎溶胶-凝胶组合物,或者如果期望成型的前体颗粒,则溶胶-凝胶组合物可用于填充一个或多个模具腔体。该模具可具有大致平坦的底表面以及多个模具腔体,膜腔可以在生产工具中。生产工具可为带、片材、连续纤维网、涂布辊(诸如轮转凹版辊)、安装在涂布辊上的套管、或模具。该生产工具包含聚合物材料。合适的聚合物材料的示例包括热塑性材料诸如聚酯、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、聚乙烯或上述项组合,和热固性材料。在一个实施例中,工具由聚合物材料或热塑性材料制成。在另一个实施例中,在干燥时与溶胶-凝胶接触的工具表面(诸如多个腔体的表面)包含聚合物材料,而该工具的其他部分可由其他材料制成。举例而言,可将合适的涂层涂敷到金属工具上,以改变金属工具的表面张力特性。

[0044] 聚合物型工具或热塑性工具可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向图案。母模工具可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(例如,镍)制成,并且经过金刚石车削。可以将聚合物片状材料连通母模工具一起加热,使得通过将二者压在一起,在聚合物材料上压印出母模的图案。也可将聚合物或热塑性塑料材料挤出或浇铸到母模工具上,然后对其进行压制。冷却热塑性材料以使其硬化,从而制得生产工具。如果采用热塑性生产工具,则应当注意不要产生过多热量,这些热量可使热塑性生产模具变形,从而限制其寿命。有利地,在生产工具中的腔体具有5度至15度的拔模斜度以促进成形前体颗粒从生产工具中的去除,例如,如在美国专利8,142,531(Adefris等人)中所述。关于生产工具或母模工具的设计和制造的更多信息可见于美国专利5,152,917(Pieper等人)、5,435,816(Spurgeon等人)、5,672,097(Hoopman等人)、5,946,991(Hoopman等人)、5,975,987(Hoopman等人),和6,129,540(Hoopman等人)。

[0045] 示例性的合适腔体形状包括三角形、圆形、矩形、正方形、六边形、星形,或它们的组合,所有形状均具有基本上均匀的深度尺寸。深度尺寸等于从顶表面到底部表面上最低点的垂直距离。示例性的合适腔体形状包括截头圆锥体和锥体(例如,三棱截锥、四棱截锥、五棱截锥或六棱截锥)。给定腔体的深度可以是均匀的或可以沿着其长度和/或宽度变化。

给定模具(例如,母模工具或生产工具)的腔体可以具有相同或不同的形状。

[0046] 可通过任何合适的技术使模具中的腔体至少部分(优选完全)充满溶胶-凝胶组合。在一些实施例中,可使用刀辊涂布机或真空槽膜涂布机。如果需要,可使用脱模化合物以帮助从模具去除颗粒。典型的脱模剂包括例如油(诸如花生油或矿物油、鱼油)、硅氧烷、聚四氟乙烯、硬脂酸锌和石墨。

[0047] 在一个实施例中,模具的顶表面涂覆有溶胶-凝胶组合。溶胶-凝胶组合可被泵送到顶表面上。接下来,使用刮刀或矫直棒以迫使溶胶-凝胶组合完全进入模具的腔体中。未进入腔体的溶胶-凝胶组合的剩余部分可从模具的顶表面去除,并回收利用。

[0048] 接下来,至少部分去除溶胶-凝胶组合中的挥发性组分,以干燥溶胶-凝胶组合并且形成干燥的成形前体颗粒。有利地,以快的蒸发速率来去除挥发性组分。在一些实施例中,通过蒸发去除挥发性组分的操作在高于该挥发性组分沸点的温度下进行。干燥温度的上限通常取决于制成模具的材料。

[0049] 可通过单独使用以下工艺或者将其与模具结合使用来将干燥的成形前体颗粒从腔体中去除:从模具中去除颗粒的重力工艺、振动工艺、超声振动工艺、真空工艺或加压空气工艺。如果需要,干燥的成形前体颗粒可在模具外部进行进一步干燥。通常,前体成形磨料颗粒将在50℃至160℃的温度下干燥10分钟至480分钟。

[0050] 任选但优选地,干燥的成形前体颗粒在500℃至800℃的温度下煅烧足够长的时间(例如,若干小时)以去除结合水并且增强操作耐久性。这产生经煅烧的成形前体颗粒。

[0051] 关于包含 α 氧化铝前体材料的溶胶-凝胶组合物的进一步细节,包括用于制备这些组合并将它们转化成合适的前体颗粒(例如,成形前体颗粒或压碎的前体颗粒)的方法可见于,例如,美国专利4,314,827 (Leitheiser等人)、4,623,364 (Cottringer等人)、4,744,802 (Schwabel)、4,770,671 (Monroe等人)、4,881,951 (Wood等人)、5,011,508 (Wald等人)、5,090,968 (Pellow)、5,201,916 (Berg等人)、5,227,104 (Bauer)、5,366,523 (Rowenhorst等人)、5,547,479 (Conwell等人)、5,498,269 (Larmie)、5,551,963 (Larmie)、5,725,162 (Garg等人)、5,776,214 (Wood)、8,142,531 (Adefris等人)和8,142,891 (Culler等人)。

[0052] 在一些实施例中,溶胶-凝胶组合可干燥并且被压碎以形成前体颗粒,而在其他实施例中前体颗粒为根据本文以上讨论的方法中的其中一种而形成的成形前体颗粒。

[0053] 前体颗粒通常应充分小,使得快速加热发生于颗粒的整个主体,并且还使得在前体颗粒内部内的任何水分被迅速去除而不损坏所得的磨料颗粒。因此,前体颗粒和/或所得的磨料颗粒通常应充分小,以通过具有220微米标称筛孔的试验筛。当然,还可使用更精细的颗粒,例如,前体颗粒可充分小以穿过具有以下标称筛孔的试验筛:70美国目尺寸(212-微米标称筛孔)、80美国目尺寸(180-微米标称筛孔)、100美国目尺寸(150-微米标称筛孔)、120美国目尺寸(125-微米标称筛孔)、140美国目尺寸(106-微米标称筛孔)、170美国目尺寸(90-微米标称筛孔)、200美国目尺寸(75-微米标称筛孔)、230美国目尺寸(63-微米标称筛孔)、270美国目尺寸(53-微米标称筛孔)、325美国目尺寸(45-微米标称筛孔)、400美国目尺寸(38-微米标称筛孔),或者甚至500美国目尺寸(25-微米标称筛孔)。如本文所用,术语“试验筛”是指遵照名称为“Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves (用于织造试验筛布和试验筛的标准规范)”(2010年11月)的ASTM测试方法E11-09^{e1}的丝网试验筛。

[0054] 接下来,前体颗粒通过火焰,该火焰用于将 α 氧化铝前体的至少一部分转化成 α 氧化铝。在一些实施例中,通过使 α 氧化铝前体通过火焰,将以下百分比的 α 氧化铝前体转化成 α 氧化铝:至少70重量%、至少80重量%、至少90重量%、至少95重量%、至少99重量%、至少99.5重量%,或者甚至至少100重量%。如果需要,前体颗粒可多次通过火焰以进一步增大转化成 α 氧化铝的比例。

[0055] 已经设计出适用于操作本公开的各种设备。在一些实施例中,前体颗粒沿着火焰的纵向轴线穿过管落入(即,它们依靠重力)到火焰中。当前体颗粒落下穿过火焰时,它们被加热并且 α 氧化铝前体材料转化成 α 氧化铝。适用于操作该方法的设备包括具有罐(8cm直径)的粉末加料器,在该罐的底部为70美国目筛网(212-微米筛孔尺寸),如在图1至图6和在美国专利申请公开2005/0132655A1 (Anderson等人)中所示,其中筛网由不锈钢制成(购自俄亥俄州门托市的W.S.Tyler有限公司(W.S.Tyler Inc.,Mentor,Ohio))。在使用中,将前体颗粒填充到罐中并且使用旋转刷迫使它们穿过筛网的孔口。火焰由可购自宾夕法尼亚州赫勒镇(Hellertown)的伯利恒仪器公司(Bethlehem Apparatus Co.,Hellertown,Pennsylvania)的Bethlehem台式燃烧器PM2D Model B提供。燃烧器具有中心进料口(0.475cm(3/16英寸)的内径),前体颗粒通过该中心进料口引入到火焰中。可针对最佳温度来调节燃烧器的氢气和氧气流速,最佳温度可随着所用的具体前体颗粒而变化。火焰击中水的角度为大约90°,并且火焰长度即燃烧器到水表面为大约38厘米(cm)。可将惰性气体与前体颗粒混合以推动它们穿过火焰。

[0056] 火焰温度优选地经选定以最大化(尽管这并非要求)前体颗粒的转化率和所得磨料颗粒的压实,同时最小化 α 氧化铝的熔融。这将不可避免地取决于各种参数,诸如例如粒度和穿过火焰的通过时间。代表性的火焰温度在1400°C至2700°C的范围内,优选地在从1600°C至2200°C的范围内,但也可使用其他温度。

[0057] 尽管前体颗粒优选基本上沿着火焰的纵向轴线通过火焰,但其他配置也是可能的。例如,前体颗粒可以正交取向(即,横越火焰的宽度)行进穿过火焰。

[0058] 一旦穿过火焰,前体颗粒便转化成烧结磨料颗粒并且在密封容器的底部处被收集。

[0059] 如果需要,可通过例如在烘箱中进行后续加热对磨料颗粒进行进一步烧结。

[0060] 可选地,当前体颗粒变得更小时,它们可具有熔融的趋势并且形成在研磨应用中不期望的球状体颗粒。在此情况下,火焰的尺寸应减小,火焰的温度应降低,并且前体颗粒与火焰的接触时间应缩短,直到建立有用的烧结条件为止。精确的条件将不可避免地根据前体颗粒的尺寸、形状和组合物以及设备设计而变化,但是在本领域的普通技术人员的能力之内。

[0061] 尽管前体颗粒可通过重力而加速穿过火焰,但是它们也可按照喷焰器设备的一般方式通过例如压缩气体被推进,但应当小心使用加热温度和停留时间,使得前体颗粒不会熔融和/或在一起熔凝成块体。

[0062] 因此形成的磨料颗粒包含具有蜂窝状微观结构的 α 氧化铝,该蜂窝状微观结构包含烧结的 α 氧化铝晶粒。 α 氧化铝晶粒的最大尺寸小于约3微米。在一些实施例中, α 氧化铝晶粒的最大尺寸小于约2.5微米,或甚至小于约2微米。

[0063] 在一些实施例中,烧结磨料颗粒包含以下重量%的 α 氧化铝:至少50重量%、至少

55重量%、至少60重量%、至少65重量%、至少70重量%、至少75重量%、至少80重量%、至少85重量%、至少90重量%、至少95重量%、至少99重量%、至少99.5重量%、或者甚至至少99.9重量%。优选地,烧结磨料颗粒基本上由 α 氧化铝组成,即,这些烧结磨料颗粒不含其量足以使烧结磨料颗粒的硬度降级的化学杂质,即相对于具有相同尺寸的 α 氧化铝颗粒大于5%、4%、3%、2%或甚至大于1%的化学杂质。

[0064] 在一些实施例中,烧结磨料颗粒具有 α 氧化铝理论密度的至少95%(至少96%、至少97%、至少97.5%、至少98%、至少98.5%、至少99%,或甚至至少99.5%)的表观密度。

[0065] 有利地,在适当的温度下,根据本公开的方法最小化在烧结磨料颗粒中发生的熔融的量。这意味这前体颗粒的形状可至少基本上保持在所得的磨料颗粒中。因此,在前体颗粒中的锋利边缘和/或锋利点可导致对应的锋利边缘和/或点。如本文所用,术语“锋利”意为与含糊的熔融球状特征结构相比具有良好限定的形状。示例性磨料颗粒包括三棱柱、圆柱体、矩形棱柱、正方形棱柱、六边形棱柱、星形棱柱、接头圆锥体和锥体(例如,三棱截锥、四棱截锥、五棱截锥或六棱截锥)。

[0066] 根据本公开制备的磨料颗粒可掺入到磨料制品中,或以松散的形式使用。磨料颗粒在使用前通常按给定的粒度分布进行分级。此类分布通常具有一定范围的粒度,即从粗颗粒到细颗粒。在磨料领域中,此范围有时是指“粗”、“对照”和“细”粒度级。根据磨料行业公认的分级标准分级的磨料颗粒将用于每一个标称等级的粒度分布规定在数值范围内。此类行业公认的分级标准(即磨料行业规定的标称等级)包括如下标准,它们被称为:美国国家标准协会(ANSI)的标准、欧洲研磨产品制造商联合会(FEPA)的标准和日本工业标准(JIS)的标准。

[0067] 示例性ANSI等级名称(即,指定的标称等级)包括:ANSI 80、ANSI 90、ANSI 100、ANSI 120、ANSI 150、ANSI 180、ANSI 220、ANSI 240、ANSI 280、ANSI 320、ANSI 360、ANSI 400和ANSI 600。示例性FEPA等级名称包括:P80、P100、P120、P150、P180、P220、P320、P400、P500、P600、P800、P1000和P1200。示例性JIS等级名称包括:JIS80、JIS100、JIS150、JIS180、JIS220、JIS240、JIS280、JIS320、JIS360、JIS400、JIS600、JIS800、JIS1000、JIS1500、JIS2500、JIS4000、JIS6000、JIS8000和JIS10,000。

[0068] 可选地,烧结磨料颗粒可使用遵照ASTM E-11“Standard Specification for Wire Cloth and Sieves for Testing Purposes(用于试验目的金属丝布和筛网的标准规范)”的美国标准试验筛而分级为标称筛分等级。ASTME-11规定了试验筛的设计和构造要求,该试验筛使用安装在框架中的织造筛布的介质根据指定的粒度对材料进行分类。典型的名称可表示为-80+100,其意为烧结磨料颗粒通过80试验筛并且停留在100试验筛上。在本公开的各种实施例中,烧结磨料颗粒可具有的标称筛分等级包括: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。

[0069] 如果需要,根据本公开的磨料颗粒可与其他磨料颗粒结合使用。

[0070] 根据本公开的磨料颗粒可以松散方式使用或在浆液中使用,和/或掺入到磨料制品(例如,粘结磨料、带涂层磨料和无纺磨料)中。为选择用于具体研磨应用的磨料颗粒而采用的标准通常包括:研磨寿命、切削率、基质表面光洁度、研磨效率和产品成本。

[0071] 带涂层磨料制品通常包括背衬、磨料颗粒以及至少一种粘结剂以将烧结磨料颗粒

保持在背衬上。背衬可以为任何合适的材料,包括例如布料、聚合物膜、纤维、无纺网、纸、它们的组合以及它们的经处理的型式。合适的粘结剂包括例如无机粘结剂或有机粘结剂(包括热固化性树脂和辐射固化性树脂)。烧结磨料颗粒可存在于带涂层磨料制品的一个层中或两个层中。

[0072] 带涂层磨料制品的实例在图2中示出。参考图2,带涂层磨料制品1具有背衬(衬底)2和磨料层3。磨料层3包括根据本公开制备的熔凝多晶陶瓷磨料颗粒4,磨料颗粒4通过底胶层5和复胶层6固定到背衬2的主表面。在一些情况下,使用顶胶涂层(未示出)。

[0073] 粘结磨料制品通常包括成型的磨料颗粒块体,这些磨料颗粒通过有机粘结剂、金属粘结剂或玻璃化粘结剂保持在一起。此类成型块体可以为例如轮的形式,诸如磨削轮或切割轮。磨削轮的直径通常为约1cm至超过1m;切割轮的直径为约1cm至超过80cm(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。成型块体还可以为例如珩磨石、砂瓦、磨头、圆盘(例如,双盘磨床)或其他常规粘结磨料形状的形式。基于粘结磨料制品的总体积,粘结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。

[0074] 示例性磨削轮如图3中所示。现在参考图3,其示出磨削轮10,该磨削轮10包含根据本公开制备的熔凝多晶陶瓷磨料颗粒11,磨料颗粒11在轮中模塑并安装在轮毂12上。

[0075] 无纺磨料制品通常包括开放式的、多孔的蓬松有弹性的聚合物长丝结构,其中根据本公开制备的熔凝多晶陶瓷磨料颗粒分布在整個结构中并且通过有机粘结剂粘附性地粘结在其中。长丝的示例包括聚酯纤维、聚酰胺纤维和聚芳族聚酰胺纤维。示例性无纺磨料制品如图4所示。参考图4,其示出典型无纺磨料制品的100倍放大的示意图,其包括作为衬底的纤维垫50,根据本公开制备的熔凝多晶陶瓷磨料颗粒52通过粘结剂54粘附到纤维垫50上。

[0076] 可用的研磨刷包括具有与背衬成为一体的多根刷毛的那些研磨刷(参见例如美国专利5,427,595 (Pihl等人)、5,443,906 (Pihl等人)、5,679,067 (Johnson等人)以及5,903,951 (Ionta等人))。有利地,此类刷通过注塑聚合物和磨料颗粒的混合物来制备。

[0077] 适于制备磨料制品的有机粘结剂包括热固性有机聚合物。合适的热固性有机聚合物的示例包括: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 -不饱和羰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。粘结剂和/或磨料制品还可以包括添加剂,诸如纤维、润滑剂、润湿剂、触变材料、表面活性剂、颜料、染料、抗静电剂(例如,炭黑、氧化钒和/或石墨等)、偶联剂(例如,硅烷、钛酸盐和/或锆铝酸盐等)、增塑剂、助悬剂等。对这些任选添加剂的量进行选择,以提供期望的特性。偶联剂可以改善对烧结磨料颗粒和/或填料的粘附力。粘结剂化学过程可以是热固化过程、辐射固化过程或其组合。关于粘结剂化学性质的另外细节可见于美国专利4,588,419 (Caul等人)、4,751,138 (Tumey等人),以及5,436,063 (Follett等人)。

[0078] 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化粘结材料在本领域中为人们所熟知。在一些情况下,玻璃化粘结材料包括结晶相。根据本公开制备的粘结玻璃化磨料制品可以为轮(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。

[0079] 用于形成玻璃化粘结材料的金属氧化物的示例包括: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、硼硅玻璃、硅酸铝钾和它们的组合物等。通常,玻璃化粘结材料可以由包含10%至100%玻璃料的组合物制成,但更通常地,由包含20%至80%的玻璃料、或30%至70%的玻璃料的组合物制成。玻璃化粘结材料的其余部分可以为非玻璃料材料。可选地,玻璃化粘结剂可衍生自不含有玻璃料的组合物。通常使玻璃化粘结材料在以下温度范围内成熟:约700℃至约1500℃,通常约800℃至约1300℃,有时约900℃至约1200℃,或甚至约950℃至约1100℃。使粘结成熟的实际温度取决于例如特定的粘结化学过程。

[0080] 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一种或多种碱金属氧化物(例如,Na₂O和K₂O)(在一些情况下,至少10重量%的一种或多种碱金属氧化物)。

[0081] 粘结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。可用于本公开的填料的示例包括:金属碳酸盐(例如,碳酸钙(例如白垩、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(例如,石英、玻璃珠、玻璃泡和玻璃纤维)硅酸盐(例如,滑石、粘土、(蒙脱石)长石、云母、硅酸钙、偏硅酸钙、铝酸钠、硅酸钠)金属硫酸盐(例如,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、碳黑、金属氧化物(例如,氧化钙(石灰)、氧化铝和二氧化钛)和金属亚硫酸盐(例如,亚硫酸钙)。

[0082] 一般来讲,助磨剂的添加可增加磨料制品的使用寿命。助磨剂是一种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)降低烧结磨料颗粒和研磨的工件之间的摩擦;(b)防止烧结磨料颗粒“封堵”(即,防止金属颗粒被焊接到烧结磨料颗粒的顶部),或至少降低磨料颗粒封堵的趋势;(c)降低烧结磨料颗粒和工件之间的界面温度;或(d)减小磨削力。

[0083] 助磨剂涵盖许多不同的材料,并且可以是无机基或有机基的。助磨剂化学基团的示例包括蜡、有机卤化化合物、卤化物盐、金属以及它们的合金。有机卤化物通常在研磨过程中分解,并且释放卤酸或气态卤化物。此类材料的示例包括氯化石蜡,例如四氯化萘、五氯化萘、和聚氯乙烯。卤化物盐的示例包括氯化钠、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。金属的示例包括锡、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。

[0084] 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,该项胶涂层涂覆在烧结磨料颗粒的表面上。然而,有时将助磨剂添加到复胶涂层。通常,掺入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,助磨剂通常浸渍到制品的孔中。

[0085] 磨料制品可含有100%的根据本公开制备的熔凝多晶陶瓷磨料颗粒,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%至100重量%的烧结磨料颗粒应当为根据本公开

制备的熔凝多晶陶瓷磨料颗粒。在一些情况下,根据本公开制备的烧结磨料颗粒可以以下比率与其他磨料颗粒和/或稀释剂颗粒共混: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50重量%(即,以相等的重量)。合适的常规磨料颗粒的示例包括:熔凝氧化铝(包括白熔凝氧化铝、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、熔凝氧化铝-氧化锆,和溶胶-凝胶衍生的磨料颗粒,以及它们的组合物。溶胶-凝胶衍生的磨料颗粒可以是接种或未接种的。同样,溶胶-凝胶衍生的磨料颗粒可以被随机成形或有与其本身相关联的形状,诸如三角形或棒形。溶胶凝胶磨料颗粒的示例包括在以下美国专利中描述的那些:4,314,827 (Leitheiser等人)、4,518,397 (Leitheiser等人)、4,623,364 (Cottringer等人)、4,744,802 (Schwabel)、4,770,671 (Monroe等人)、4,881,951 (Wood等人)、5,011,508 (Wald等人)、5,090,968 (Pellow)、5,139,978 (Wood)、5,201,916 (Berg等人)、5,227,104 (Bauer)、5,366,523 (Rowenhorst等人)、5,429,647 (Larmie)、5,498,269 (Larmie) 和5,551,963 (Larmie)。关于通过使用氧化铝粉作为原材料而制备的烧结氧化铝磨料颗粒的另外细节也可在例如美国专利5,259,147 (Falz)、5,593,467 (Monroe) 和5,665,127 (Moltgen) 中找到。关于熔凝磨料颗粒的另外细节可在例如以下美国专利中找到:1,161,620 (Coulter)、1,192,709 (Tone)、1,247,337 (Saunders等人)、1,268,533 (Allen)、2,424,645 (Baumann等人)、3,891,408 (Rowse等人)、3,781,172 (Pett等人)、3,893,826 (Quinan等人)、4,126,429 (Watson)、4,457,767 (Poon等人)、5,023,212 (Dubots等人)、5,143,522 (Gibson等人) 以及5,336,280 (Dubots等人)。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。如果存在磨料颗粒的共混物,则形成共混物的磨料颗粒类型可具有相同的尺寸。另选地,这些磨料颗粒类型可具有不同的粒度。例如,尺寸较大的磨料颗粒可以是根据本公开制备的熔凝多晶陶瓷磨料颗粒,而尺寸较小的颗粒是另一种磨料颗粒类型。相反地,例如,尺寸较小的磨料颗粒可以是根据本公开制备的熔凝多晶陶瓷磨料颗粒,而尺寸较大的颗粒是另一种磨料颗粒类型。

[0086] 合适的稀释剂颗粒的示例包括大理石、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凝聚物。

[0087] 根据本公开的熔凝多晶陶瓷磨料颗粒也可结合在磨料凝聚物中或与磨料凝聚物结合。磨料凝聚物颗粒通常包含多个磨料颗粒、粘结剂和任选的添加剂。粘结剂可以为有机粘结剂和/或无机粘结剂。磨料凝聚物可以为随机形状或具有与之相关的预先确定的形状。该形状可以为块、圆柱体、锥体、硬币状、正方形等。磨料凝聚物颗粒的粒度通常在约100微米至约5000微米、通常约250微米至约2500微米的范围内。关于磨料凝聚物颗粒的另外细节可见于例如以下美国专利:4,311,489 (Kressner)、4,652,275 (Bloecher等人)、4,799,939 (Bloecher等人)、5,549,962 (Holmes等人),和5,975,988 (Christianson)。

[0088] 烧结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选定区域或部分内。例如,在带涂层磨料中,可以存在两层磨料颗粒。第一层包含不是根据本公开制备的熔凝多晶陶瓷磨料颗粒的磨料颗粒,而第二(最外侧)层包含根据本公开制备的熔凝多晶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。最外侧部分可包含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。可选地,根据本公开制备的熔凝多晶陶瓷磨料颗粒可均匀分布在整个粘结的磨料制品中。关

于带涂层磨料制品的另外细节可在例如以下美国专利中找到:4,734,104 (Broberg)、4,737,163 (Larkey)、5,203,884 (Buchanan等人)、5,152,917 (Pieper等人)、5,378,251 (Culler等人)、5,417,726 (Stout等人)、5,436,063 (Follett等人)、5,496,386 (Broberg等人)、5,609,706 (Benedict等人)、5,520,711 (Helmin)、5,954,844 (Law等人)、5,961,674 (Gagliardi等人)以及5,975,988 (Christianson)。关于粘结磨料制品的另外细节可发现于例如以下美国专利:4,543,107 (Rue)、4,741,743 (Narayanan等人)、4,800,685 (Haynes等人)、4,898,597 (Hay等人)、4,997,461 (Markhoff-Matheny等人)、5,037,453 (Narayanan等人)、5,110,332 (Narayanan等人);和5,863,308 (Qi等人)。关于玻璃化粘结磨料的另外细节可发现于以下美国专利:4,543,107 (Rue)、4,898,597 (Hay等人)、4,997,461 (Markhoff-Matheny等人)、5,094,672 (Giles Jr.等人)、5,118,326 (Sheldon等人)、5,131,926 (Sheldon等人)、5,203,886 (Sheldon等人)、5,282,875 (Wood等人)、5,738,696 (Wu等人),和5,863,308 (Qi)。关于无纺磨料制品的另外细节可发现于例如美国专利2,958,593 (Hoover等人)。

[0089] 本公开还提供研磨表面的方法。该方法包括:使根据本公开的至少一种磨料颗粒与工件的表面接触;并且使烧结磨料颗粒或接触表面中的至少一个移动,以使用磨料颗粒来研磨表面的至少一部分。用根据本公开制备的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的磨料颗粒来完成。烧结磨料颗粒还可用于精密研磨应用,诸如用玻璃化粘结轮磨削凸轮轴。用于特定研磨应用的烧结磨料颗粒的尺寸对于本领域的技术人员将是显而易见的。

[0090] 用根据本公开的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引入液体。常用液体的示例包括:水、水溶性油、有机润滑剂和乳液。这些液体可以用来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,诸如杀菌剂、消泡剂等。

[0091] 根据本公开制备的磨料颗粒可用于例如研磨工件,诸如铝金属、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1千克至约100千克的范围内。

[0092] 本公开的精选实施例

[0093] 在第一实施例中,本公开提供一种制备烧结磨料颗粒的方法,该方法包括:

[0094] 使前体颗粒在一定条件下通过火焰,使得前体颗粒转化成烧结磨料颗粒,其中前体颗粒包含 α 氧化铝前体,并且其中前体颗粒具有小于或等于500微米的平均粒度。

[0095] 在第二实施例中,本公开提供一种根据第一实施例的方法,其中烧结磨料颗粒包含具有蜂窝状微观结构的 α 氧化铝,并且 α 氧化铝具有小于或等于5%的面积孔隙率,正如在10,000倍放大的情况下使用横截面图像分析所测得。

[0096] 在第三实施例中,本公开提供一种根据第一实施例或第二实施例的方法,其中前体颗粒基本上不含晶种粒子。

[0097] 在第四实施例中,本公开提供一种根据第一实施例至第三个实施例中任一个的方法,其中前体颗粒基本上不含 α 氧化铝粒径改性剂。

[0098] 在第五实施例中,本公开提供一种根据第一实施例至第四个实施例中任一个的方

法,其中前体颗粒基本上沿着火焰的纵向轴线通过重力而加速穿过火焰。

[0099] 在第六实施例中,本公开提供一种根据第一实施例至第五实施例中任一个的方法,其中烧结磨料颗粒包含成形磨料颗粒。

[0100] 在第七实施例中,本公开提供一种根据第一实施例至第六实施例中任一个的方法,其中前体颗粒的形状对应于用于使其成形的模具腔的形状。

[0101] 在第八实施例中,本公开提供一种根据第二实施例至第七实施例中任一个的方法,其中蜂窝状微观结构包含 α 氧化铝晶粒,并且其中 α 氧化铝晶粒的最大尺寸小于约3微米。

[0102] 在第九实施例中,本公开提供一种根据第一实施例至第八实施例中任一个的方法,其中烧结磨料颗粒基本上由 α 氧化铝组成。

[0103] 在第十实施例中,本公开提供具有蜂窝状微观结构的烧结磨料颗粒,其包含 α 氧化铝的 α 氧化铝晶粒,该 α 氧化铝晶粒的最大尺寸小于约3微米,其中烧结磨料颗粒具有小于或等于500微米的平均粒度,并且其中烧结磨料颗粒基本上不含晶种粒子和 α 氧化铝粒径改性剂。

[0104] 在第十一实施例中,本公开提供根据第十实施例的烧结磨料颗粒,其中 α 氧化铝具有小于或等于5%的面积孔隙率,正如使用在10,000倍放大的情况下的横截面的图像分析所测得。

[0105] 在第十二实施例中,本公开提供根据第十实施例或第十一实施例的烧结磨料颗粒,其中烧结磨料颗粒包含成形磨料颗粒。

[0106] 在第十三实施例中,本公开提供根据第十实施例至第十二实施例的烧结磨料颗粒,其中烧结磨料颗粒中的至少一部分包含截棱锥。

[0107] 在第十四实施例中,本公开提供一种包含粘结剂和多个磨料颗粒的磨料制品,其中烧结磨料颗粒的至少一部分为根据第十实施例至第十三实施例中的任一个的烧结磨料颗粒。

[0108] 在第十五实施例中,本公开提供根据第十四实施例的磨料制品,其中磨料制品为粘合磨料制品、无纺磨料制品或带涂层磨料制品。

[0109] 通过以下非限制性实例,进一步说明了本公开的目的和优点,但是这些实例中引用的具体材料及其量以及其他条件和细节不应视为对本公开的不当限制。

[0110] 实例

[0111] 除非另外指明,否则在实例及本说明书的其余部分中的所有份数、百分数、比率等均为以重量计。

[0112] 在以下实例部分,在指明时使用X射线衍射分析来确定 α 氧化铝的存在。

[0113] 成形已煅烧勃姆石颗粒的制备

[0114] 使用以下配方制备勃姆石溶胶-凝胶样品:通过使含水(2400份)和70%水基硝酸(72份)的溶液进行高剪切混合11分钟,对以商品名“DISPERAL”购自德克萨斯州休斯顿市的萨索尔北美公司(Sasol North America, Inc., Houston, Texas)的氧化铝-水合物粉末(1600份)进行分散。在涂覆前将所得溶胶-凝胶老化至少1小时。迫使溶胶-凝胶进入生产聚丙烯的工具中,该工具具有等边三角形模具腔,模具腔边长为100微米,深度为25微米。用油灰刀迫使溶胶-凝胶进入腔体中,使得生产工具的开口被完全填充。在填充腔体之前,脱模

剂(1重量%的花生油在甲醇中)用于涂覆生产工具,其中使用约 $0.5\text{mg}/\text{in}^2$ ($0.08\text{mg}/\text{cm}^2$)的花生油。通过将生产工具片置于空气对流烘箱中,在 45°C 下保持5分钟,来去除过量的甲醇。将溶胶-凝胶涂覆的生产工具置于空气对流烘箱中,在 45°C 下干燥至少45分钟。使干燥成形的溶胶-凝胶颗粒通过超声变幅杆以将其从生产工具中去除,并且然后在约 650°C 下进行煅烧,从而得到成形已煅烧勃姆石颗粒。

[0115] 实例1

[0116] 使用试验筛对根据成形已煅烧勃姆石颗粒的制备(上述)而制备的成形已煅烧勃姆石进行分级以保留-140+200目(即,在106微米试验筛孔尺寸与75微米试验筛孔尺寸之间收集的比例)。使用振动加料器将所得筛选颗粒缓慢(约 $0.5\text{g}/\text{min}$)进料到漏斗中,该漏斗进给加热已煅烧颗粒的氢气/氧气/氩气(比率分别为18/15/0)喷枪火焰,并且将筛选颗粒直接运送到使所得烧结磨料颗粒有效骤冷的19公升(5加仑)矩形金属容器(41厘米(cm) $\times$ 53cm $\times$ 18cm)中。喷枪为可购自宾夕法尼亚州赫勒镇的伯利恒仪器公司(Bethlehem Apparatus Co., Hellertown, Pennsylvania)的Bethlehem台式燃烧器PM2D Model B。喷枪具有中央进料口(3/16英寸(0.475cm)内径),进料颗粒沿着火焰的纵向轴线通过该加料口垂直向下引入到火焰中以作为与氩气的混合物。火焰击中金属容器的角度为大约 90° ,并且火焰长度,即从燃烧器到容器表面大约为38厘米(cm)。收集所得的成形烧结磨料颗粒用于分析。

[0117] 收集所得的烧结颗粒并且对样品进行镶样和抛光。令人惊喜地,图5所示的所得观察的微观结构为致密的并且具有尺寸为约10微米的非蠕虫状单元。在单元之间的边界是断裂的。

[0118] 比较例A

[0119] 重复实例1,不同的是在将成形已煅烧勃姆石颗粒引入到喷枪火焰之前,将其在箱式炉中以 1200°C 加热1小时。使用这种焙烧条件,成形已煅烧勃姆石颗粒便完全转化成具有最小致密度的 α 氧化铝。随后,使用火焰焙烧过程对这种材料进行焙烧。收集所得的经焙烧颗粒并且对样品进行镶样和抛光。所得材料的微观结构的特征完全是蠕虫状的,如图6所示。该颗粒的单元特征为多孔,沿着单元边界还无裂缝,与在实例1中观察到的完全相反。

[0120] 实例2至实例7

[0121] 重复实例1,不同的是气体的混合物如表1所列进行调节。火焰击中金属容器的角度为约为 90° ,并且火焰长度(包括后燃烧热尾气),从燃烧器到容器表面为约70厘米(cm)。收集所得的成形烧结磨料颗粒用于分析。用光学高温计测量离开火焰的颗粒的温度。实例2至实例7的代表性微观结构分别在图7至图12中示出。

[0122] 比较例B

[0123] 比较例B是与实例2相同制备的,不同的是成形已煅烧勃姆石颗粒在箱式炉中以 1400°C 焙烧20分钟,由此,成形已煅烧勃姆石颗粒转化成 α 氧化铝。比较例B的代表性微观结构在图13中示出。

[0124] 实例8

[0125] 重复实例1,不同的是喷枪使用由16份氢气、16份氧气和2份氩气组成的气体混合物。这是产生最低温度火焰的气流混合物,该最低温度的火焰成功产生如由X射线衍射分析所确定的 α 氧化铝颗粒。成形 α 氧化铝磨料颗粒的样品与镶样树脂(购自加利福尼亚州多明

戈斯牧场的联合高科技产品公司(Allied High Tech Products,Rancho Dominguez, California)的透明热塑性粉末165-10005)混合,并且使用金刚石浆液抛光成经目测光滑的表面,以便使用10,000倍放大下的扫描电子显微镜通过背散射电子象来评估焙烧颗粒的横截面。

[0126] 实例9

[0127] 重复实例8,不同的是所用的喷枪条件使用由16份氢气、16份氧气和3份氩气组成的气体混合物来烧透喷枪。将实例8的孔隙率与实例9进行比较,实例9在较低火焰温度下焙烧并且比实例8明显具有更多孔。两个实例的照片分别在图14和图15中示出。

[0128] 在图14和图15中,黑点指示孔,而黑色的裂纹指示裂缝。使用作为免费软件从马里兰州贝塞斯达的美国国家卫生研究院获得的ImageJ软件来测量样品中孔隙的量。每个样品的孔隙率使用软件进行评估,并且在焙烧磨料颗粒的显微照片中的测量结果为面积的2.8%,而在未完成的焙烧颗粒的显微照片中的测量结果为面积的12.0%。这展示了可在不使用改性剂或晶种的情况下实现衍生自勃姆石的 α 氧化铝的致密性。

[0129] 表1

[0130]

实例	份数 氢气	份数 氧气	份数 氩气	由光学高温计测量的离开火焰的颗粒的 温度 $^{\circ}\text{C}$	示出微观结构的 附图编号
2	18	15	1	960	7
3	18	15	2	940	8
4	18	15	3	900	9
5	18	15	4	880	10
6	18	15	5	850	11
7	18	14	5	无法测量*	12
比较例 B	na**	na	na	[1400 $^{\circ}\text{C}$ 下的箱式炉]	13
8	16	16	2	无法测量*	14
9	16	16	3	无法测量*	15***

[0131] *来自离开火焰的颗粒的光发射不足

[0132] **“na”意指不适用

[0133] ***指示极少数颗粒已经转化成 α 氧化铝的颗粒的光学检查。

[0134] 由于颗粒如何穿过火焰的固有性质,所以在实例中观察到的微观结构中存在显著的差异性。同样,每个实例含有多个球形颗粒,这指示颗粒经历比测量更高的温度。然而,所观察到的在焙烧时获得的球形颗粒的比例随着测量温度变低而变得越小。

[0135] 在未脱离本公开的实质和范围的情况下,本领域普通技术人员可以实践本公开的其他修改和变型,本公开的实质和范围在附随的权利要求书中有更具体地示出。应当理解,各种实施例的方面可整体地或部分地与各种实施例的其他方面互换或结合。以上获得专利证书的专利申请中所有引用的参考文献、专利或专利申请按照一致的方式通过引用以其整体并入本文。在并入的参考文献部分与本申请之间存在不一致或矛盾的情况下,应以前述具体实施方式中的信息为准。为了使本领域的普通技术人员能够实践受权利要求书保护的本公开而给定的之前描述的具体实施方式不应理解为是对该公开范围的限制,本发明的范围由权利要求书及其等效进行限定。

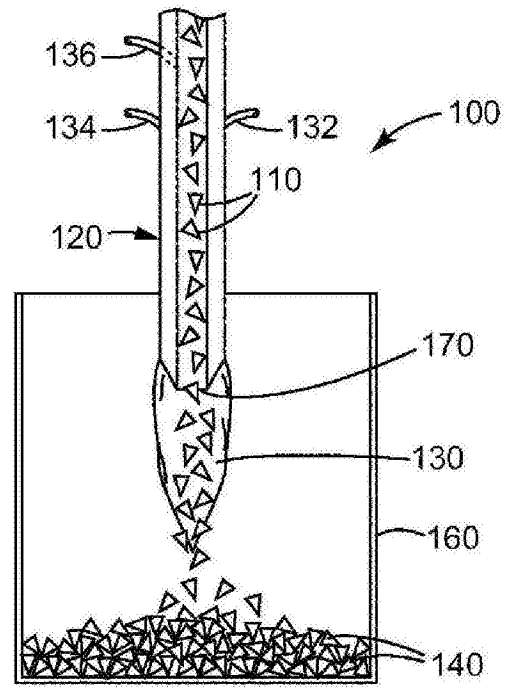


图1

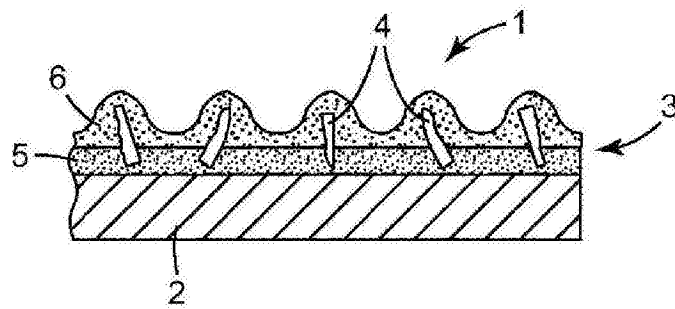


图2

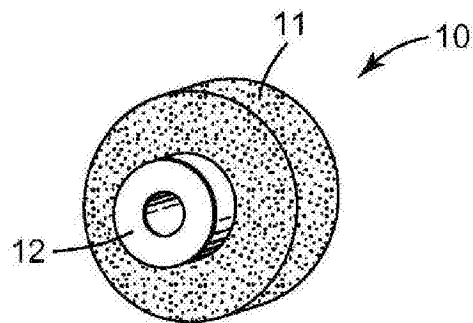


图3

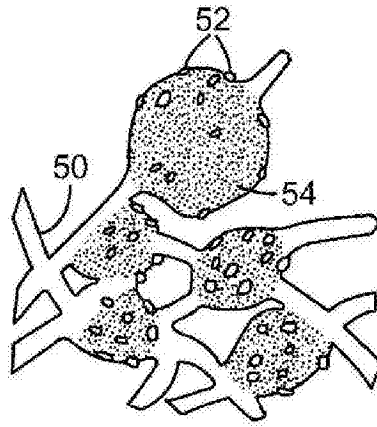


图4

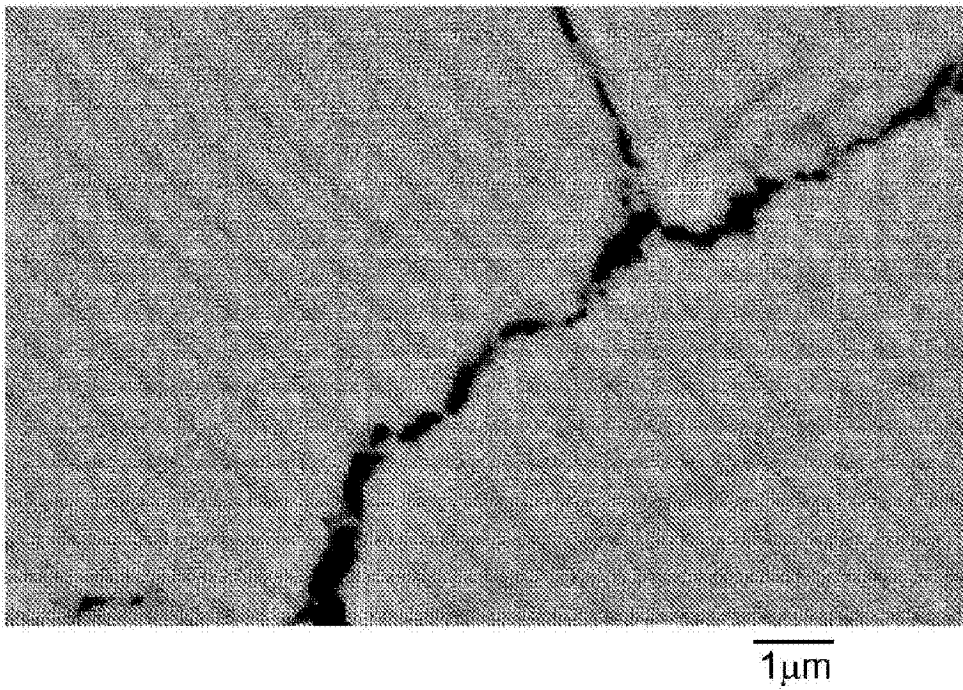


图5

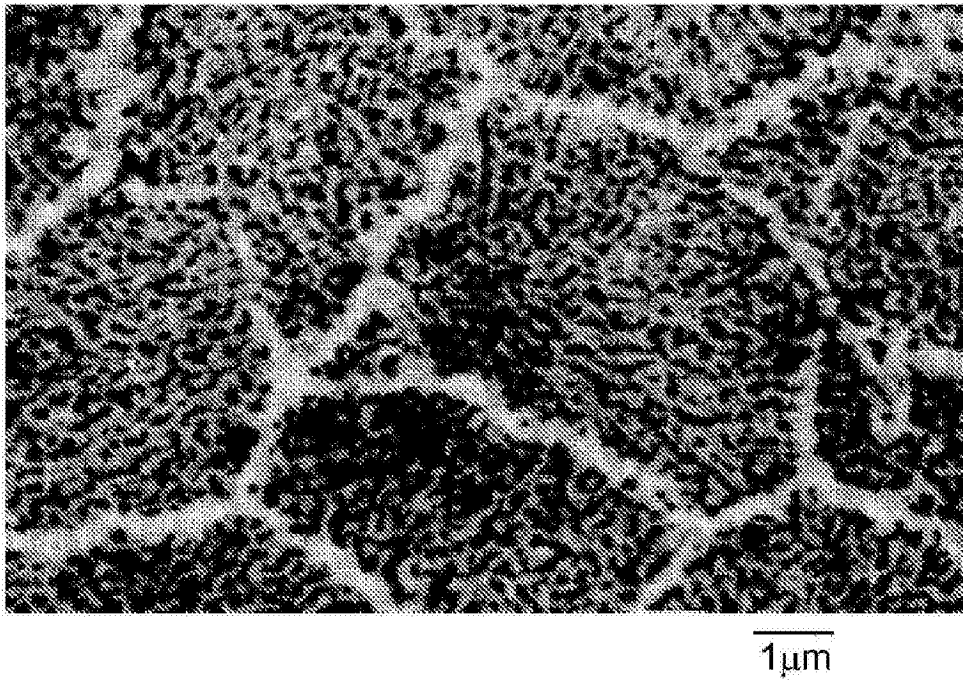


图6

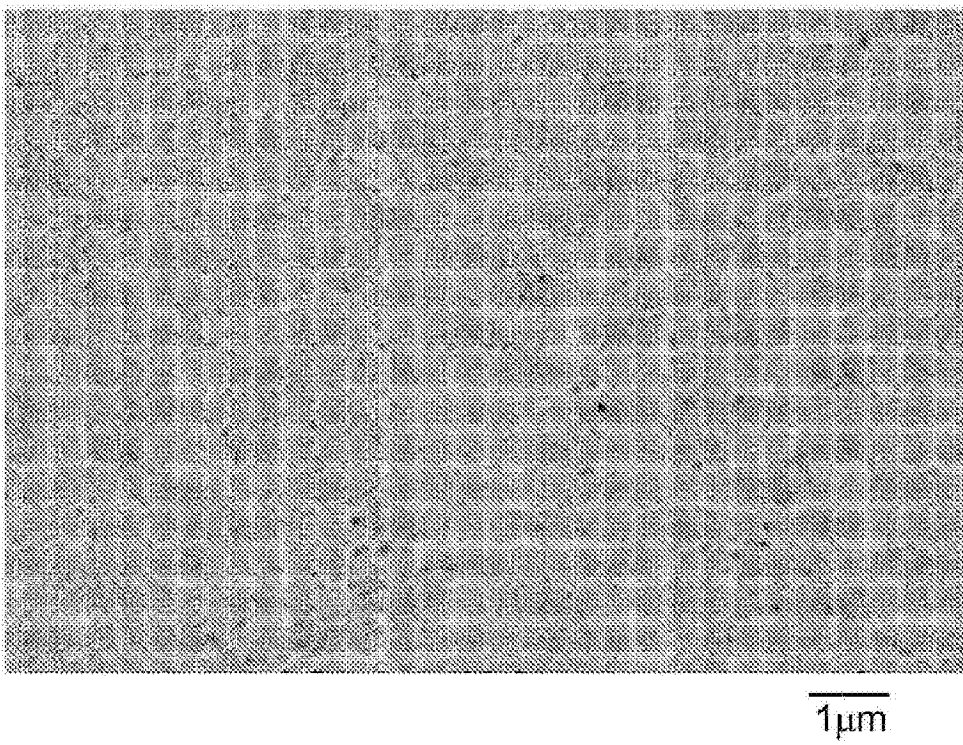


图7

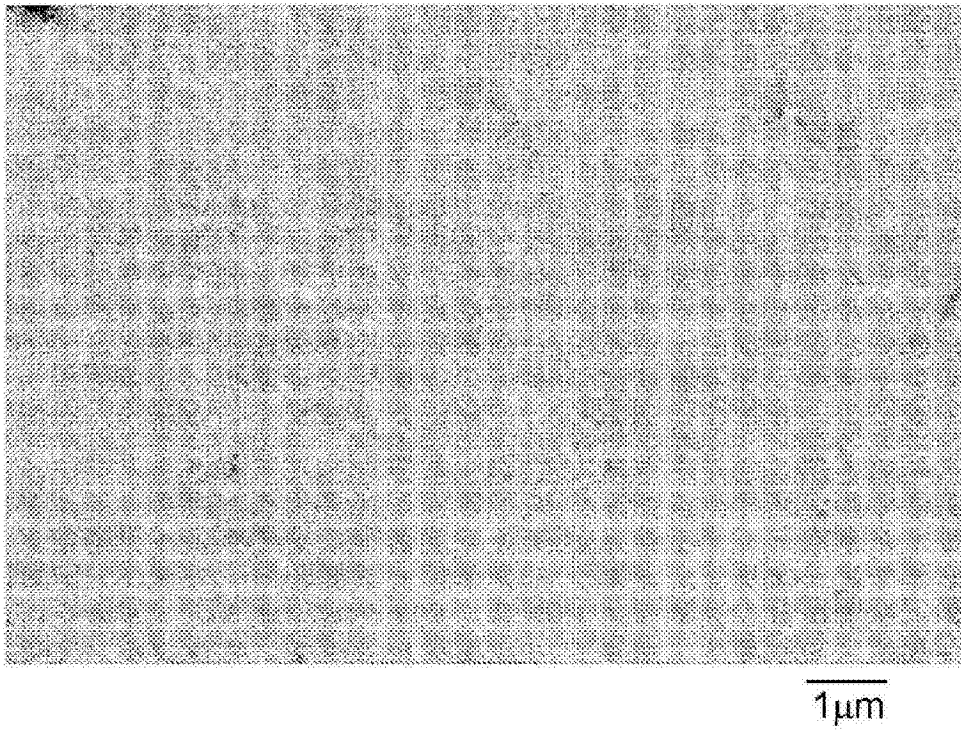


图8

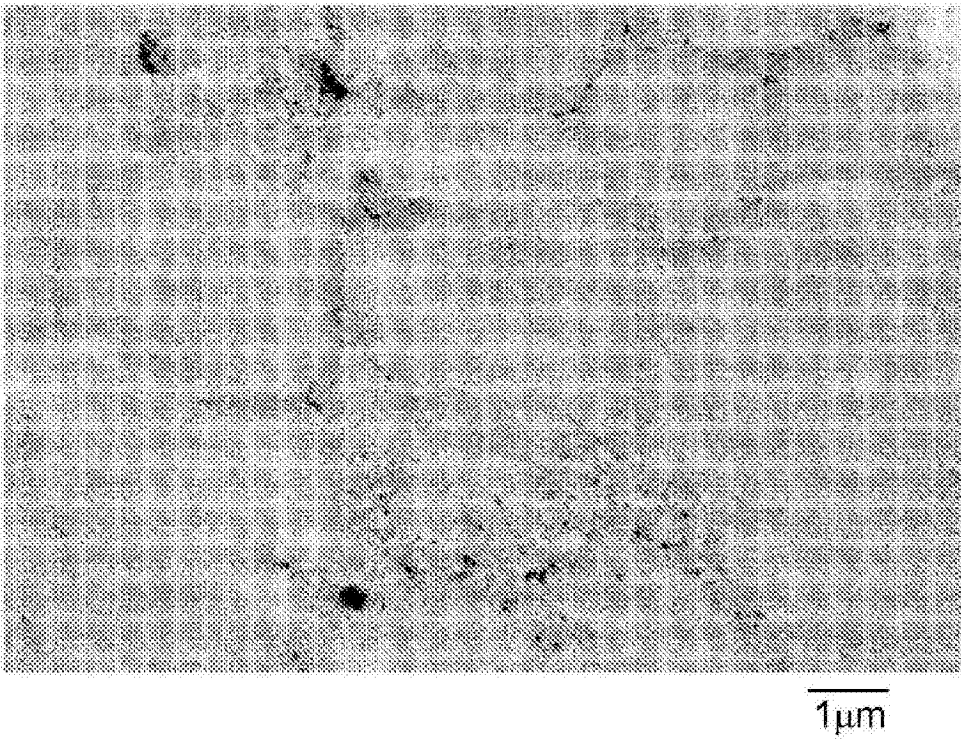
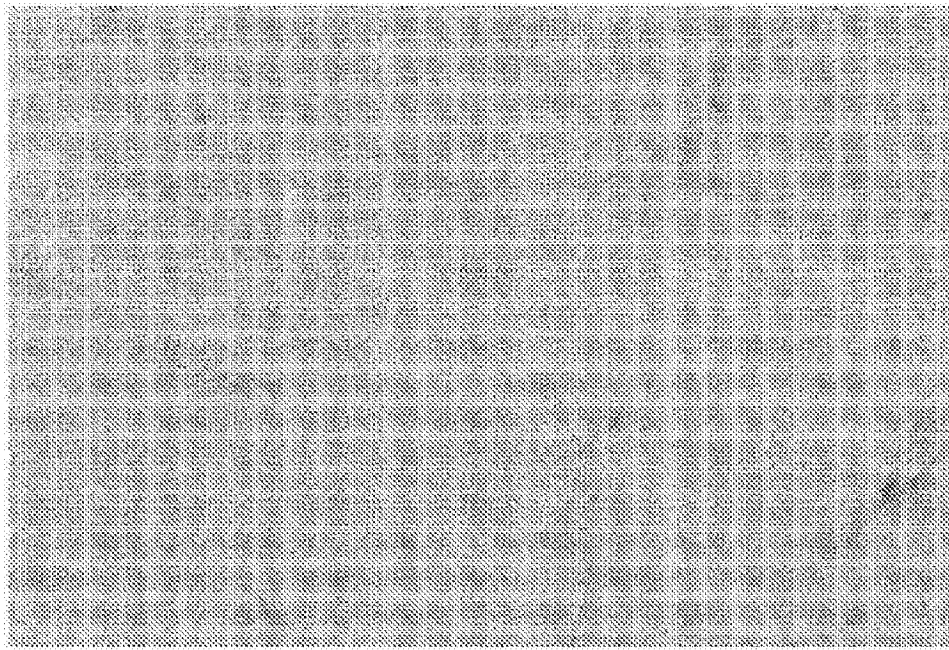
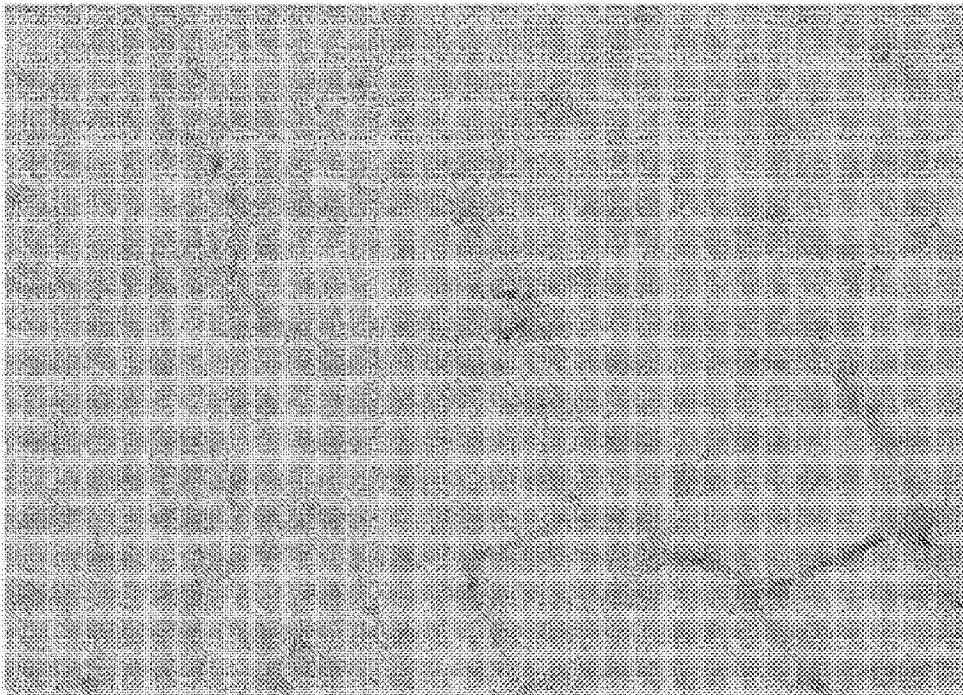


图9



$1\mu\text{m}$

图10



$1\mu\text{m}$

图11

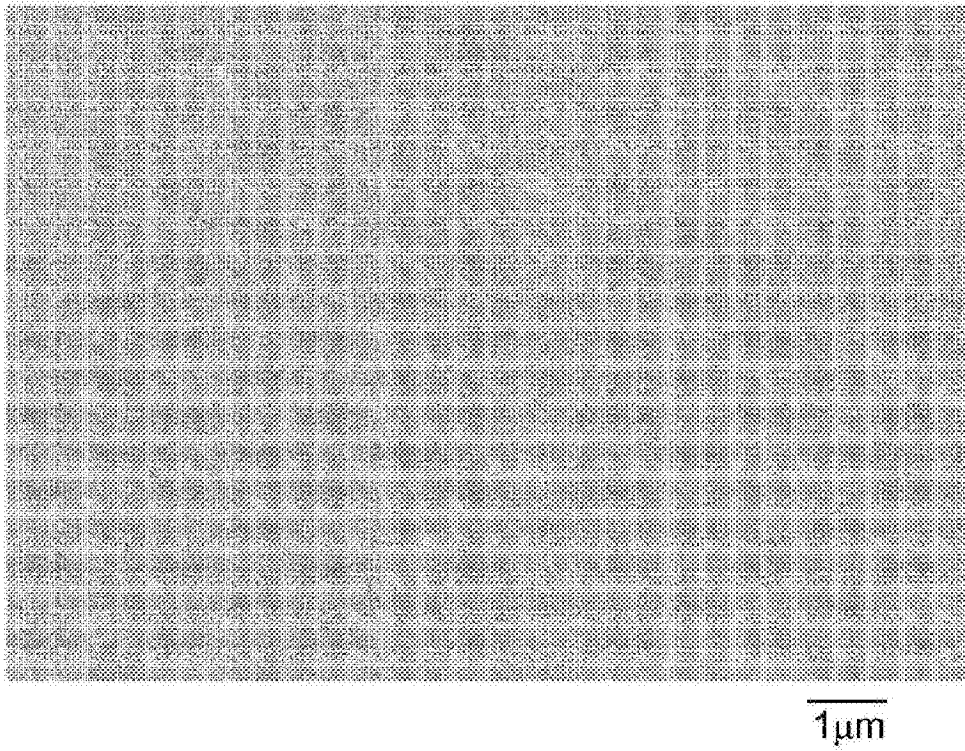


图12

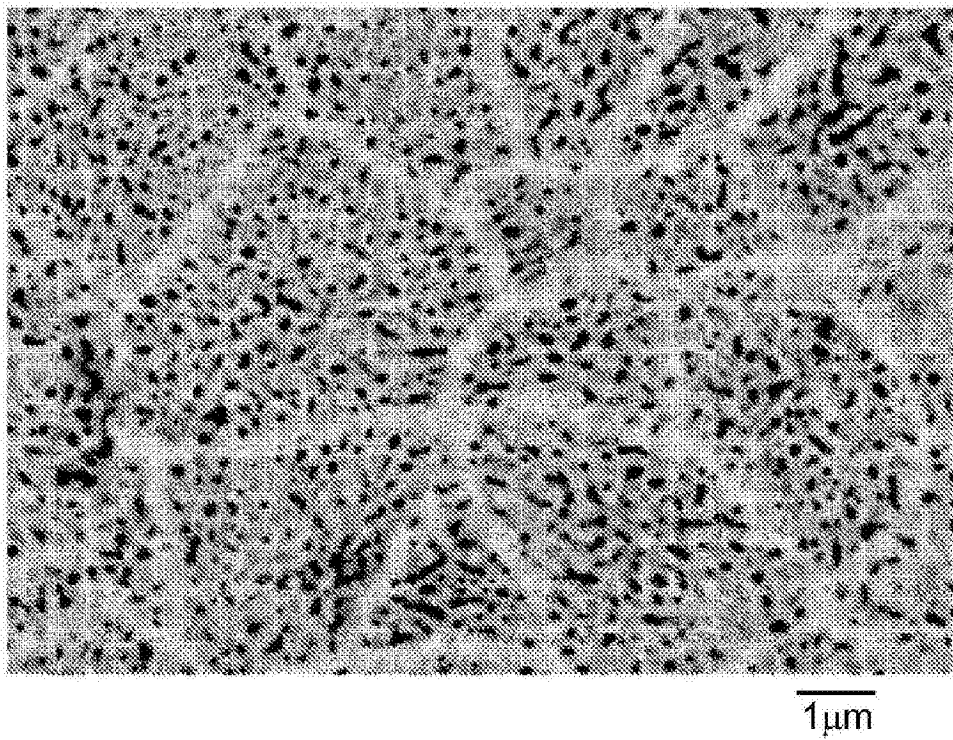


图13

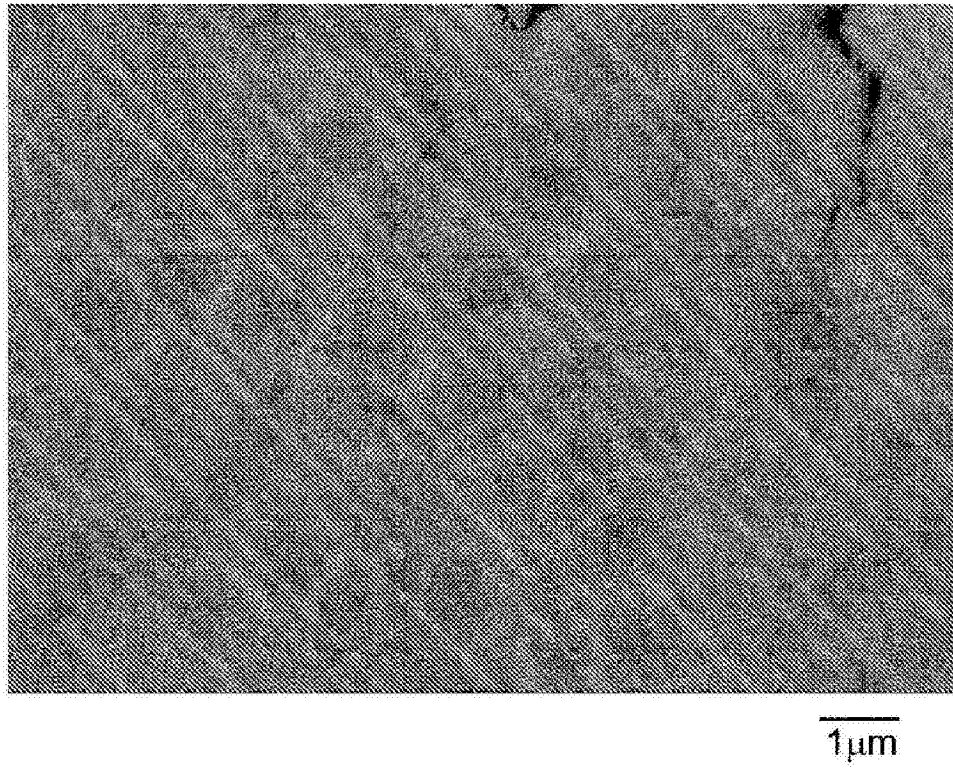


图14

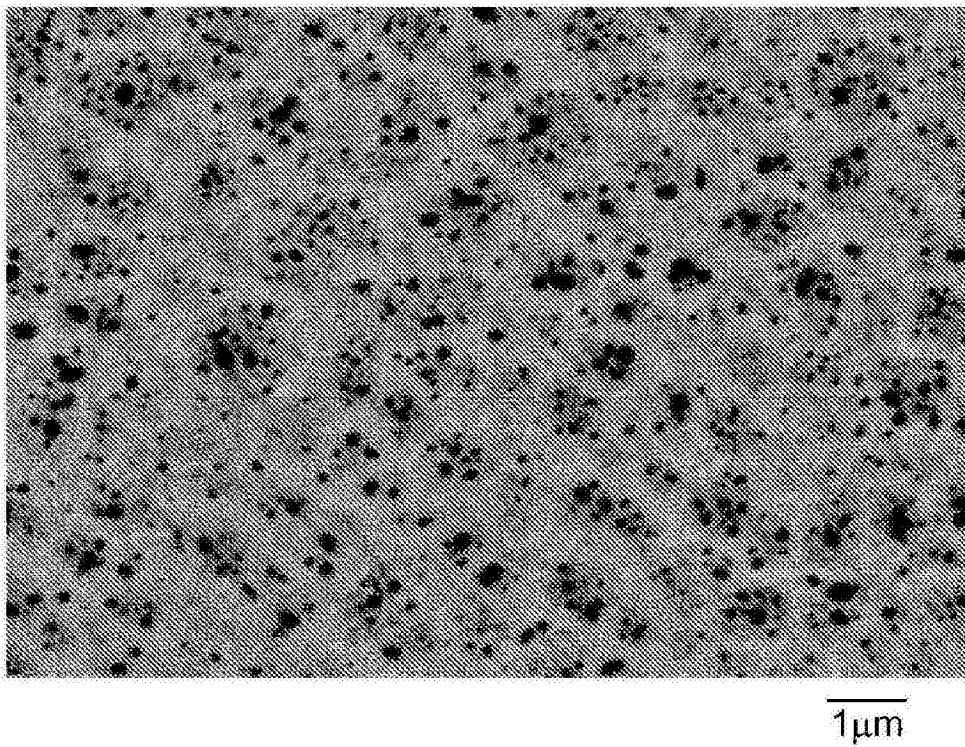


图15