



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110719946 B

(45) 授权公告日 2022.07.15

(21) 申请号 201880037211.9  
 (22) 申请日 2018.06.20  
 (65) 同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 110719946 A  
 (43) 申请公布日 2020.01.21  
 (30) 优先权数据  
 62/522,800 2017.06.21 US  
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日  
 2019.12.04  
 (86) PCT国际申请的申请数据  
 PCT/US2018/038482 2018.06.20  
 (87) PCT国际申请的公布数据  
 W02018/236989 EN 2018.12.27

(73) 专利权人 圣戈本陶瓷及塑料股份有限公司  
 地址 美国麻萨诸塞州  
 (72) 发明人 S·S·马林 D·F·洛亚普  
 J·H·切雷平斯基 L·弗拉查德  
 (74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限  
 责任公司 11287  
 专利代理师 章蕾  
 (51) Int.Cl.  
 B24D 3/00 (2006.01)  
 (56) 对比文件  
 US 6228134 B1,2001.05.08  
 CN 104994995 A,2015.10.21  
 审查员 张凤侠

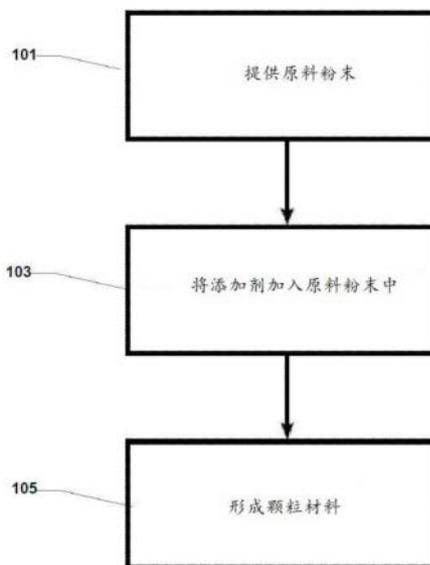
权利要求书1页 说明书24页 附图9页

## (54) 发明名称

颗粒材料及其形成方法

## (57) 摘要

一种颗粒材料,所述颗粒材料具有主体,所述主体包括第一相,所述第一相包括具有不大于5微米的平均晶粒尺寸的氧化铝,并且所述主体进一步包括具有小板块形状的第二相。



1. 一种颗粒材料,所述颗粒材料包含主体,所述主体包括第一相,所述第一相包括具有不大于5微米的平均晶粒尺寸的氧化铝,并且其中所述主体进一步包含具有小板块形状的第二相;并且其中所述第二相包含锶Sr和铈Ce,且其中所述主体包括至少1:1比率且不大于10:1的Sr:Ce。

2. 根据权利要求1所述的颗粒材料,其中所述小板块从二维角度观察具有长度 $l$ 和宽度 $w$ ,并且其中 $l > w$ 。

3. 根据权利要求2所述的颗粒材料,其中所述小板块具有至少2:1且不大于1000:1的平均主纵横比,所述主纵横比以长度:宽度表示。

4. 根据权利要求1所述的颗粒材料,其中所述小板块均匀地分布在整个所述主体中。

5. 根据权利要求1所述的颗粒材料,其中所述主体在每500平方微米上包含不大于50个小板块簇。

6. 根据权利要求1所述的颗粒材料,其中所述主体包含占所述主体的所述总重量的至少90重量%且不大于99重量%的氧化铝。

7. 根据权利要求1所述的颗粒材料,其中所述主体包含Sr,所述Sr以所述主体的总重量计在至少0.2重量%至不大于5重量%的范围内。

8. 根据权利要求1所述的颗粒材料,其中所述主体包含Ce,所述Ce的含量以所述主体的总重量计在至少0.05重量%至不大于2重量%的范围内。

9. 根据权利要求1所述的颗粒材料,其中所述主体包含Sr和Ce,所述Sr:Ce的比率不大于100:1。

10. 根据权利要求1所述的颗粒材料,其中所述主体基本上由所述第一相和所述第二相组成。

11. 根据权利要求1所述的颗粒材料,其中所述主体不含第三相。

12. 根据权利要求1所述的颗粒材料,其中所述主体包括占所述主体的总重量的至少0.5重量%的第三相,其中所述第三相包含氧化物、碳化物、氮化物、硼化物或它们的任意组合中的至少一者。

13. 一种颗粒材料,所述颗粒材料包含主体,所述主体包括第一相和第二相,所述第一相包括氧化铝并且所述第二相具有小板块形状,其中所述第二相包含Sr,所述Sr以所述主体的总重量计在至少0.2重量%至不大于5重量%的范围内,且其中所述主体包括至少1:1且不大于10:1比率的Sr:Ce。

14. 根据权利要求13所述的颗粒材料,其中所述第二相包含Sr,所述Sr的含量以所述主体的总重量计在至少1重量%至不大于3重量%的范围内,并且其中所述第二相包含Ce,所述Ce的含量以所述主体的总重量计在至少0.05重量%至不大于2重量%的范围内。

15. 根据权利要求14所述的颗粒材料,其中所述主体在每500平方微米上包含不大于50个小板块簇,并且进一步地其中所述主体包含占所述主体的所述总重量的至少90重量%至不大于99重量%的氧化铝。

## 颗粒材料及其形成方法

### 技术领域

[0001] 以下涉及颗粒材料,诸如包括第一相和第二相的颗粒材料,以及形成此类颗粒材料的方法。

### 背景技术

[0002] 磨料颗粒以及由磨料颗粒制成的磨料制品可用于各种材料去除操作,包括研磨、精加工和抛光。根据磨料的类型不同,此类磨料颗粒可用于在制造商品中成形或研磨各种材料和表面。迄今为止,已经配制了某些类型的磨料颗粒,它们具有特定的几何形状,诸如三角形磨料颗粒和包含此类物体的磨料制品。参见例如美国专利第5,201,916号、第5,366,523号和第5,984,988号。

[0003] 已经用于生产具有特定形状的磨料颗粒的三种基本技术是(1)熔合、(2)烧结和(3)化学陶瓷。在熔合过程中,磨料颗粒可通过表面经过雕刻或不经雕刻的冷却辊、浇注熔融材料的模具或浸入氧化铝熔体中的散热材料成形。参见例如美国专利第3,377,660号,其中公开了一种方法,该方法包含以下步骤:使熔融的磨料从熔炉中流到冷却的旋转浇铸圆柱体上,快速固化材料以形成薄的半固态弯曲片材,用压力辊将半固态材料压实,然后通过快速驱动的冷却输送机将半固态材料的条带从圆柱体中拉出以反转其曲率,从而使其部分压裂。

[0004] 在烧结过程中,磨料颗粒可由粒度为直径最高达10微米的耐火粉末形成。可将粘结剂与润滑剂和合适的溶剂(例如水)一起添加到粉末中。所得的混合物或浆液可成形为各种长度和直径的小板块或棒。参见例如美国专利第3,079,242号,其中公开了一种由锻烧矾土材料制成磨料颗粒的方法,该方法包含以下步骤:(1)将材料研磨成细粉,(2)在正压下压实所述粉末的细颗粒并使其形成晶粒尺寸的团聚体,以及(3)在低于矾土熔合温度的温度下烧结颗粒的团聚体,导致颗粒发生有限的重结晶,从而直接生产出一定尺寸的磨粒。

[0005] 化学陶瓷技术涉及将胶体分散体或水溶胶(有时称为溶胶,任选地与其他金属氧化物前体的溶液处于混合物中)转化为凝胶或任何其他物理状态,其限制组分的移动性、干燥和烧制以获得陶瓷材料。参见例如美国专利第4,744,802号和第4,848,041号。

[0006] 另外,该行业仍然需要改进磨料颗粒以及采用磨料颗粒的磨料制品的性能、寿命和功效。

### 发明内容

[0007] 根据一个方面,一种颗粒材料包括主体,该主体包括第一相,该第一相包括具有不大于5微米的平均晶粒尺寸的氧化铝,并且其中主体进一步包含具有小板块形状的第二相。

[0008] 在另一方面,一种颗粒材料包含主体,该主体包括第一相和第二相,该第一相包括氧化铝并且第二相具有小板块形状,其中第二相包含Sr,Sr以主体的总重量计在至少0.2重量%至不大于5重量%的范围内。

[0009] 根据另一方面,一种颗粒材料包括主体,该主体包括第一相和第二相,该第一相包

括氧化铝并且第二相具有小板块形状,其中第二相包含Sr,Sr的含量以主体的总重量计在至少0.2重量%至不大于5重量%的范围内,并且其中第二相包含Ce,Ce的含量以主体的总重量计在至少0.05重量%至不大于2重量%的范围内。

[0010] 在又一方面,一种颗粒材料包括主体,该主体包括第一相和第二相,该第一相包括氧化铝,第二相具有小板块形状并且包含Sr和Ce,其中第二相包含Sr和Ce,并且其中第二相包含在至少1:1至不大于100:1的范围内的Sr:Ce比率。

[0011] 附图简要说明

[0012] 通过参考附图,可以更好地理解本公开,并且让本公开的众多特征和优点对于本领域的技术人员显而易见。

[0013] 图1包括示出根据一个实施例形成颗粒材料的方法的流程图。

[0014] 图2A包括根据一个实施例的颗粒材料的一部分的SEM图像。

[0015] 图2B包括根据一个实施例的颗粒材料的一部分的SEM图像。

[0016] 图2C包括颗粒材料的一部分的SEM图像,该颗粒材料包括小板块簇。

[0017] 图2D包括颗粒材料的一部分的SEM图像,该颗粒材料包括小板块簇。

[0018] 图3包括根据一个实施例的颗粒材料的图示。

[0019] 图4包括根据一个实施例的成形磨料颗粒的透视图。

[0020] 图5包括根据一个实施例的成形磨料颗粒的透视图。

[0021] 图6A包括根据一个实施例的非成形磨料颗粒的透视图。

[0022] 图6B包括根据一个实施例的恒定厚度的磨料颗粒的透视图。

[0023] 图7包括根据一个实施例的带涂层的磨料制品的一部分的图示。

[0024] 图8-12包括根据实例制得的样品的SEM图像。

[0025] 图13包括根据实例形成的样品的根据SGGT得到的主表面研磨效率和侧表面研磨效率的曲线图。

## 具体实施方式

[0026] 以下涉及形成具有某些组成的颗粒材料的方法,该颗粒材料包括呈磨料颗粒、成形磨料颗粒等形式的颗粒材料。颗粒材料可用于各种制品诸如磨料制品,并且更确切地说涉及固结磨料,诸如粘结磨料制品、带涂层的磨料制品、非织造磨料制品等。另外,在其他实例中,颗粒材料也可用作游离的磨料,其中颗粒材料不一定要附着在基底上或掺入基质材料中。

[0027] 图1包括示出根据一个实施例形成颗粒材料的方法的流程图。如图所示,该方法可从步骤101开始,该步骤提供原料粉末。在至少一个实施例中,原料粉末可选自由以下项组成的组:氧化物、碳化物、氮化物、硼化物、碳氧化物、氧氮化物、氧硼化物以及它们的组合。在某些实例中,原料粉末可包括氧化物。此外,原料粉末可包括氧化铝,并且可基本上由氧化铝组成。在一个实施例中,原料粉末可能包括水合氧化铝,诸如勃姆石。在另一个实施例中,原料粉末可包括 $\alpha$ -氧化铝。

[0028] 如本文所指出的,原料粉末可包括接种的材料,诸如通过接种加工途径加工的材料。即,例如,原料可包括晶种材料,其可为被构造为控制原料粉末中特定晶相的生长的化合物、络合物或元素。接种的原料粉末中可能包括少量晶种材料,其可能促进在原料粉末的

进一步加工过程中形成特定晶相。本文描述了一种非限制性接种加工途径。在其他实例中，原料粉末可包括未接种的材料，并且基本上不含晶种材料。

[0029] 提供原料粉末可包括通过获得铝质原料来合成颗粒材料。虽然某些铝质原料可商购获得，但在其他实例中，也可制造铝质原料。根据一个实施例，原料粉末的形成过程可包括分散、混合、胶凝、接种、煅烧、成形、印制、模制、挤出、压制、干燥、压碎、筛分、分选以及它们的组合的过程。

[0030] 如本文所指出的，可通过根据接种途径制造铝质原料来获得原料粉末。在一个实施例中，铝质原料可包括悬浮液中的勃姆石前体和勃姆石晶种（或者溶胶或浆液），其可以经过热处理（诸如通过水处理），以使勃姆石前体转化为由颗粒或微晶形成的勃姆石颗粒材料。本文所用的术语“勃姆石”通常表示水合氧化铝，包括矿物勃姆石（通常为 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 并且具有15%左右的含水量）以及含水量高于15%（诸如占重量的20-38%）的拟薄水铝石。应当指出，勃姆石（包括拟薄水铝石）具有特定且可识别的晶体结构，并因此具有独特的X射线衍射图，因此与其他铝质材料区别开来，所述其他铝质材料包括其他水合氧化铝，诸如用于制造勃姆石颗粒材料的一种常用的前体材料ATH（三氢氧化铝）。

[0031] 形成合适的勃姆石颗粒材料后，可进行热处理以实现多晶型转变，从而除去水并且形成氧化铝材料。根据一个方面，勃姆石颗粒材料可具有相对细长的形态，并且勃姆石的此类形态可在颗粒材料中得到很大程度的保留。

[0032] 主纵横比被定义为最长尺寸与垂直于最长尺寸但与最长尺寸在相同的平面中的次长尺寸（即，宽度）比率，其通常不小于2:1。此类颗粒可被称为针状或针形颗粒，特别是当颗粒的厚度（垂直于长度并且延伸出长度和宽度的平面的尺寸）小于颗粒的长度时。

[0033] 另选地，勃姆石颗粒材料可具有板状或小板块状轮廓，通常具有与上文结合针形颗粒所述的主纵横比的细长结构。然而，小板块状颗粒通常具有相背对的主表面，所述相背对的主表面通常为平面的并且通常彼此平行。

[0034] 通过接种过程形成的勃姆石颗粒材料的形态可具有相对较细的颗粒或晶粒尺寸。通常，平均勃姆石材料粒度不大于约1000纳米，诸如在至少100至不大于1000纳米的范围内。其他实施例具有甚至更细的平均粒度，诸如不大于约800纳米、或不大于750纳米、或不大于600纳米、或不大于500纳米、或不大于400纳米或甚至不大于300纳米。如本文所用，结合高纵横比勃姆石颗粒材料所述的“平均粒度”用于表示颗粒的平均最长尺寸或长度。

[0035] 除勃姆石颗粒材料的纵横比和平均粒度以外，勃姆石颗粒材料的形态可进一步通过比表面积来表征。这里，利用常用的BET技术来测量勃姆石颗粒材料的比表面积。根据本文实施例所述，勃姆石颗粒材料可具有相对较高的比表面积，诸如不小于约 $10\text{m}^2/\text{g}$ ，诸如不小于约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 、或不小于约 $70\text{m}^2/\text{g}$ 或甚至不小于约 $90\text{m}^2/\text{g}$ 。在一个非限制性实施例中，勃姆石颗粒材料的比表面积可不大于约 $400\text{m}^2/\text{g}$ ，诸如不大于 $350\text{m}^2/\text{g}$ 或甚至不大于 $300\text{m}^2/\text{g}$ 。比表面积可在包括上文提到的任何最小值和最大值之间的范围内。

[0036] 转到制造接种的勃姆石颗粒材料的方法细节，大致椭圆形、针形或小板块状勃姆石通过大体描述于上文所述的共有专利（美国专利4,797,139）的水热处理方法由勃姆石前体形成，该勃姆石前体通常为包括铝土矿物的铝质材料。更具体地，勃姆石颗粒材料可通过以下步骤形成：将勃姆石前体和勃姆石晶种混合为悬浮液，对悬浮液（或者溶胶或浆液）进行热处理以使原料转化为勃姆石颗粒材料，其进一步受悬浮液中提供的勃姆石晶种的影

响。可在自生环境中进行加热,使得在加工过程中产生高压。悬浮液的pH值通常选自小于7或大于8的值,并且勃姆石晶种材料的粒度可小于约0.5微米。通常,晶种颗粒的含量大于勃姆石前体(按 $Al_2O_3$ 计算)的约1重量%,并且在大于约120°C诸如大于约125°C或甚至大于约130°C的温度和自发产生的压力(通常为约30psi)下进行加热。

[0037] 完成热处理诸如水热处理后,通常通过超滤过程或通过热处理蒸发残留的液体以除去液体。然后,通常将所得的物质压碎至特定的平均粒度。应当指出,本文所述的粒度通常描述的是通过加工形成的单个颗粒,而不是在某些实施例中可能残留的聚集体(例如,对于那些需要聚集体材料的产品)。

[0038] 在勃姆石颗粒材料形成过程中可修改某些加工变量,以影响所需的形态。这些变量包括勃姆石前体与勃姆石晶种的比率、加工过程中所用的酸或碱的特定类型或种类(以及相对pH值)以及系统温度(与自热水环境中的压力成正比)。

[0039] 合适的酸和碱包括无机酸(诸如硝酸)、有机酸(诸如甲酸)、氢卤酸(诸如盐酸)以及酸性盐(诸如硝酸铝和硫酸镁)。有效的碱包括例如胺(包括氨)、碱金属氢氧化物(诸如氢氧化钾)、碱土金属氢氧化物(诸如氢氧化钙)和碱性盐。

[0040] 在形成勃姆石颗粒材料之后,该勃姆石颗粒材料可为用于根据本文实施例所述的随后加工中的原料粉末,该方法可进一步包括对勃姆石颗粒材料进行热处理以形成铝质材料。根据一个特定实施例,热处理可包括在足以引起转变为特定的氧化铝相(例如, $\gamma$ 、 $\delta$ 、 $\theta$ 、 $\alpha$ )或氧化铝相的组合的温度下煅烧勃姆石颗粒材料,以提供合适的铝质材料。出于澄清的目的,铝质材料是指包含大量(重量%)氧化铝( $Al_2O_3$ )的材料,优选地至少约80重量%、至少90重量%、至少95重量%,或甚至基本上由氧化铝组成。另外,勃姆石颗粒材料可在热处理之前用于其他过程,包括例如提供添加剂,如本文所详述。

[0041] 再次参考图1,在步骤101中提供原料后,该方法可继续执行步骤103,将添加剂加入原料粉末中。根据一个实施例,加入添加剂的过程可包括浸渍过程,该过程可包括将添加剂提供到原料粉末的孔中。原料粉末的孔隙率可通过自然或人工过程获得。例如,原料粉末可首先通过其他技术进行处理,诸如煅烧以促进多孔原料粉末的形成,然后,可将添加剂加入原料粉末中以促进浸渍。另外,如本文所述,可在煅烧之前或之后利用一种或多种方法来促进添加剂的加入。

[0042] 煅烧过程可包括将原料粉末加热至适合于去除特定挥发性组分并促进多孔原料的形成的温度。在一个特定实例中,煅烧过程可在至少约300°C的温度下进行。在其他实例中,煅烧温度可能更高,诸如至少约600°C、至少约700°C或甚至至少约750°C。另外,煅烧过程可在不大于约1200°C诸如不大于约1000°C或甚至不大于约900°C的温度下进行。应当理解,煅烧过程可在上文提到的任何最小值和最大值之间的范围内的温度下进行。

[0043] 在某些实例中,浸渍过程可包括用添加剂使原料粉末的孔隙饱和。饱和可包括用添加剂填充原料粉末的孔体积的至少一部分。另外,饱和过程可包括用添加剂填充大部分孔隙,并且更确切地说,可包括用添加剂填充原料粉末的实质上全部孔体积。饱和过程(可进一步包括过饱和过程)可利用以下过程,所述过程包括但不限于:浸泡、混合、搅拌、压力提高至大气压以上、压力降低至大气压以下、特定的气氛(例如,惰性气氛、还原气氛、氧化气氛)、加热、冷却以及它们的组合。在至少一个特定实施例中,加入过程可包括将原料粉末浸泡在包含添加剂的溶液中。

[0044] 在某些实例中,添加剂可包括一种或多种组分。例如,添加剂可包括第一组分以及与第一组分不同的第二组分。根据一个实施例,第一组分可包括锶。根据某些实施例,第一组分可包括盐,并且可以包括至少一种元素的溶液形式存在。例如,第一组分可包括硝酸盐溶液。在一个特定实施例中,添加剂可包括硝酸锶,其可以以溶液形式加入。

[0045] 在某些实例中,添加剂可包括第二组分,该第二组分可不同于第一组分。例如,第二组分可包括元素诸如铈。此外,第二组分可以包含铈的化合物的形式存在。根据一个特定实施例,第二组分可包括铈,并且更确切地说,可包括可以以溶液形式加入的包括铈的盐化合物,诸如硝酸铈。

[0046] 加入添加剂的过程可包括将第一组分和第二组分的特定组合加入原料粉末中。例如,在一个实施例中,加入添加剂的过程可包括在第一时间提供第一组分,并且在第二时间提供第二组分。第一时间和第二时间可相同,因此可将第一组分和第二组分同时加入原料粉末中。另外,在另一个实施例中,第一组分和第二组分可在不同时间添加到原料粉末中。例如,第一组分可在第二组分之前添加。另选地,可在第二组分之后加入第一组分。

[0047] 加入添加剂的过程可包括在向原料粉末中加入第一组分和加入第二组分之间执行至少一个过程。例如,可在加入第一组分和第二组分之间执行的一些示例性过程可包括混合、干燥、加热、煅烧以及它们的组合。在一个特定实施例中,加入添加剂的过程可包括:将第一组分提供到原料粉末中,在将第一组分加入原料粉末之后加热原料粉末,以及在加热原料和第一成分后将第二组分提供到原料粉末和第一组分中。应当理解,此类加热过程可包括煅烧过程。

[0048] 根据一个另选的实施例,加入添加剂的过程可包括掺杂过程。掺杂可包括在实施某些过程(特别是煅烧原料粉末)之前将添加剂与原料粉末混合的过程。根据本文实施例所述,掺杂过程还可利用包括第一组分和第二组分的添加剂。具体地,可在煅烧过程之前将第一组分和第二组分均加入原料粉末中。

[0049] 再次参考图1,在步骤103完成将添加剂加入原料粉末的过程后,该过程可继续至步骤105,形成颗粒材料。颗粒材料可包括具有第一相和第二相的主体,该第二相与第一相不同并且包括至少一种添加剂元素,所述元素包括例如锶(Sr)、铈(Ce)或它们的任意组合。

[0050] 形成过程可包括将添加剂的第一组分和第二组分混合为前体以在颗粒材料内形成第二相。在至少一个实施例中,形成过程可包括将第一组分和第二组分混合以在颗粒材料的主体中形成第二相。形成过程还可包括将添加剂的前体材料转化为第二相。例如,第一组分和第二组分可作为前体(例如,包括所需元素的盐)加入混合物中。在一个实施例中,将前体转化为第二相的过程可包括施加或改变温度、压力、气氛或它们的任意组合中的至少一者。将前体转化为第二相可包括挥发某些物质,所述物质包括例如水。此外,转化过程可包括第二相的前体的结晶或微晶结构的变化。在又一个实施例中,转化过程可包括致密化。

[0051] 根据一个特定实施例,将前体转化为第二相的过程可以包括烧制第二相的原料和前体。烧制过程可包括烧结过程,其包括材料的致密化和形成第一相的高温相,包括例如 $\alpha$ -氧化铝。烧制可在至少800°C诸如至少1000°C、或至少1200°C或甚至至少1400°C的温度下进行。另外,烧制可在不大于1700°C诸如不大于1600°C或甚至不大于1500°C的温度下进行。应当理解,烧制可在上述任何最小值和最大值之间的范围内的温度下进行。烧制还可能包括烧结,包括主体的致密化。

[0052] 此外,应当理解,烧制可在特定时间和特定气氛下进行。例如,可在环境条件下烧制至少约1分钟、或甚至至少约4分钟、至少约1小时诸如至少约2小时或甚至至少约3小时。此外,烧制过程中所用的气氛可包括氧化气氛、还原气氛或惰性气氛。

[0053] 根据一个实施例,在执行形成过程之后,颗粒材料具有的密度可为理论密度的至少约95%。在其他实例中,颗粒材料可具有更高的密度,诸如至少约96%、或至少约97%、或至少约98%、或至少约99%、或至少约99.5%、或至少约99.9%的理论密度。

[0054] 完成形成过程后,颗粒材料可具有诸如不大于约 $100\text{m}^2/\text{g}$ 的比表面积。在其他实施例中,颗粒材料的比表面积可不大于约 $90\text{m}^2/\text{g}$ ,诸如不大于 $80\text{m}^2/\text{g}$ ,或甚至不大于约 $10\text{m}^2/\text{g}$ ,或甚至不大于约 $1\text{m}^2/\text{g}$ 。另外,颗粒材料的比表面积可为至少约 $0.01\text{m}^2/\text{g}$ ,或甚至至少约 $0.05\text{m}^2/\text{g}$ 。应当理解,颗粒材料的比表面积可在上述任何最小值和最大值之间的范围内。

[0055] 在又一个实施例中,颗粒材料可具有主体,该主体具有平均粒度,该平均粒度可选自一组预定的筛分粒度。例如,主体可具有不大于约5mm诸如不大于约3mm、不大于约2mm、不大于约1mm或甚至不大于约0.8mm的平均粒度。另外,在另一个实施例中,主体可具有至少约 $0.1\mu\text{m}$ 的平均粒度。应当理解,主体可具有在上述任何最小值和最大值之间的范围内的平均粒度。

[0056] 在磨料行业中使用的颗粒通常在使用前分级为给定的粒度分布。此类分布通常具有从粗颗粒到细颗粒的粒度范围。在磨料领域,该范围有时被称为“粗”、“控制”和“细”分数。根据磨料行业公认的分级标准分级的磨料颗粒规定了在数值范围内每个标称等级的粒度分布。此类行业公认的分级标准(即,磨料行业指定的标称等级)包括:美国国家标准学会(ANSI)标准、欧洲磨料制造者联盟(FEPA)标准和日本工业标准(JIS)标准。

[0057] ANSI等级标号(即规定的标称等级)包括:ANSI 4、ANSI 6、ANSI 8、ANSI 16、ANSI 24、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等级标号包括P8、P12、P16、P24、P36、P40、P50、P60、P80、P100、P120、P150、P180、P220、P320、P400、P500、P600、P800、P1000和P1200。JIS等级标号包括JIS8、JIS12、JIS 16、JIS24、JIS36、JIS46、JIS54、JIS60、JIS80、JIS 100、JIS150、JIS180、JIS220、JIS240、JIS280、JIS320、JIS360、JIS400、JIS600、JIS800、JIS 1000、JIS 1500、JIS2500、JIS4000、JIS6000、JIS8000和JIS10000。另选地,成形磨料颗粒20可使用符合ASTM E-1 1的“针对测试目的的筛布和筛的标准规格”的美国标准试验筛被分级为标称筛分等级。ASTM E-1 1规定了试验筛的设计和构造需求,所述试验筛利用安装在框架中的织造筛布为介质根据指定的粒度对材料进行分类。典型标号可以表示为-18+20,其意指颗粒可通过符合18目筛的ASTM E-1 1规范的试验筛,并且保留在符合20目筛的ASTM E-1 1规范的试验筛上。在各种实施例中,颗粒材料可具有标称筛分等级,包含:-18+20、-20/+25、-25+30、-30+35、-35+40、-40+45、-45+50、-50+60、-60+70、-70/+80、-80+100、-100+120、-120+140、-140+170、-170+200、-200+230、-230+270、-270+325、-325+400、-400+450、-450+500或-500+635。或者,可以使用诸如-90+100的定制目尺寸。颗粒材料的主体可为成形磨料颗粒的形式,如本文所详述。

[0058] 根据一个方面,颗粒材料可具有包括第一相和第二相的主体,其中第二相可具有小板块形状。第二相可分布在整个第一相中。在下面的实施例中提供了颗粒材料的形态和化学组成的更多细节。

[0059] 根据一个实施例,第一相可包括氧化铝诸如 $\alpha$ -氧化铝。第一相可主要为 $\alpha$ -氧化铝,并且更确切地说,可基本上由 $\alpha$ -氧化铝组成。在某些实例中,可形成主体,使得低温氧化铝相不大于主体的总重量的约1重量%。如本文所用,低温氧化铝相可包括过渡相氧化铝、矾土或水合氧化铝,包括例如三水铝石、勃姆石、水硬铝石以及包含此类化合物和矿物的混合物。某些低温氧化铝材料也可包括一定含量的氧化铁。此外,低温氧化铝相可包括其他矿物,诸如针铁矿、赤铁矿、高岭石和锐钛矿。在特定实例中,颗粒材料可基本上由作为第一相的 $\alpha$ -氧化铝组成,并且可基本上不含低温氧化铝相。

[0060] 此外,颗粒材料可形成为使得主体包括占主体的总重量不大于约1重量%的杂质元素。一些示例性杂质元素可包括过渡金属元素、碱土金属元素、碱金属元素以及它们的组合。在一个特定实例中,主体可包括有限量的水,诸如在主体内的含量占主体的总重量的不大于约1重量%的水。此外,主体可基本上不含水。

[0061] 在一个方面,颗粒材料可具有主体,该主体包括第一相,该第一相具有占第一相的总重量的至少约51重量%的氧化铝。对于其他实施例,主体可包括占第一相的总重量的至少约60重量%的氧化铝,诸如占主体的总重量的至少约70重量%、或至少约80重量%、或至少约83重量%、或至少约85重量%、或至少约90重量%、或至少约93重量%、至少约95重量%或至少97重量%的氧化铝。在至少一个实施例中,第一相基本上由氧化铝组成。在又一个实施例中,主体可包括接种的氧化铝材料,并且第一相可包括由接种的氧化铝材料形成的 $\alpha$ -氧化铝。

[0062] 在另一个实施例中,主体可包括特定含量的氧化铝,这可以促进颗粒材料具有改进的性能。例如,主体可包括占主体的总重量的至少51重量%的氧化铝,诸如至少60重量%的氧化铝、或至少70重量%的氧化铝、或至少80重量%的氧化铝、或至少90重量%的氧化铝、或至少95重量%的氧化铝或至少97重量%的氧化铝。另外,在另一个非限制性实施例中,主体可包括占主体的总重量的不大于99.9重量%的氧化铝,诸如不大于99.5重量%的氧化铝、或不大于99重量%的氧化铝或不大于98.5重量%的氧化铝。应当理解,主体可包括在包括上文提到的任何最小百分比和最大百分比之间的范围内的氧化铝含量。

[0063] 此外,颗粒材料可具有主体,该主体包括占主体的总重量的至少约50重量%的第一相。在其他实例中,主体内第一相的含量可更高,诸如占主体的总重量的至少约55重量%、或至少约60重量%、或至少约70重量%、或至少约80重量%、或至少约85重量%、或至少约90重量%、或至少约93重量%或甚至至少约95重量%。另外,主体可包括占主体的总重量的不大于约99.5重量%的第一相,诸如占主体的总重量的不大于约99重量%、或不大于约98重量%或甚至不大于95重量%的第一相。应当理解,主体内第一相的含量可在上文提到的任何最小百分比至最大百分比之间的范围内。

[0064] 在又一个实施例中,颗粒材料可包括具有限定单个单晶畴的晶粒的第一相或具有不大于约5微米的平均晶粒尺寸的微晶。另外,在其他实例中,第一相的平均晶粒尺寸可不大于4微米、或不大于3微米、或不大于2微米、或不大于1微米、或不大于0.9微米、或不大于0.8微米、或不大于0.7微米、或不大于0.6微米、或不大于0.5微米或不大于0.4微米。在一个非限制性实施例中,第一相的平均晶粒尺寸可为至少0.01微米、或至少0.05微米或至少0.1微米。应当理解,第一相的平均晶粒尺寸可在上文提到的任何最小值和最大值之间的范围内。从二维角度观察,晶畴可包括具有相同或实质上相同的对齐的单晶体或一组晶体。

[0065] 第一相的平均晶粒尺寸可使用扫描电镜 (SEM) 显微照片和成像分析软件诸如 ImageJ 进行测量。磨粒样品通过在环氧树脂中镶嵌酚醛树脂制成, 然后用一种或多种抛光浆液进行抛光, 以使利用 SEM 观察时的晶粒清晰可见。例如, 在重量为 20-30 磅的情况下, 以大约 200-300RPM 的速度使用一系列从 45 微米到亚微米的抛光垫和抛光浆液。将单个晶粒 (5-10 粒) 安装在 SEM 支架上, 然后镀金以准备 SEM 观察。五个单独的磨料颗粒的 SEM 显微照片在 50000 倍的放大倍数下得到。用如下步骤计算平均晶粒尺寸: 1) 使用图像分析软件, 对于每幅图像, 在图像上以规则的间隔绘制六条水平线; 2) 用户标记晶界上任何一条线上的点; 3) 使用成像软件或类似的计算机辅助分析工具测量相交点之间的每条线的长度, 并将其标识为晶体长度; 4) 将晶体长度的原始数据导出至电子表格中, 以计算代表样品图像的平均晶体尺寸的平均值。对五个单独的磨料颗粒中的每一个执行相同的过程, 并对结果取平均值以确定第一相的平均晶粒尺寸。

[0066] 如本文所指出的, 主体可进一步包括第二相。对于根据本文实施例所述的某些颗粒材料, 主体可基本上由第一相和第二相组成。在一个实例中, 主体可包括占主体的总重量的至少 0.1 重量% 的第二相。对于其他实施例, 主体内第二相的含量可更高, 诸如至少约 0.2 重量%、或至少约 0.5 重量%、或至少约 0.8 重量%、或至少约 1 重量%、或至少约 1.3 重量%、或至少约 1.5 重量%、或至少约 1.8 重量%、或至少约 2 重量%、或至少约 2.2 重量% 或至少 2.5 重量%。另外, 主体内第二相的含量可受限, 诸如可不大于约 10 重量%, 诸如不大于约 8 重量%、或不大于约 7 重量%、或不大于约 6 重量%、或不大于约 5 重量%、或不大于约 4 重量%、或不大于约 3.5 重量%、或不大于约 3 重量%、或不大于约 2.8 重量%、或不大于约 2.6 重量% 或不大于约 2.5 重量%。应当理解, 主体内第二相的含量可在上文提到的任何最小百分比至最大百分比之间的范围内。

[0067] 第二相与第一相的区别在平均晶粒尺寸、组成、含量、晶体结构、纵横比或它们的任意组合中的至少一者。根据一个实施例, 第二相可包括氧化物。在某些实例中, 第二相可包括锶 (Sr)、铈 (Ce) 或它们的任意组合。锶和铈可以呈一种或多种化合物的形式, 并且具体地呈氧化物形式。例如, 锶和铈可以呈磁铁铅矿结构的形式, 诸如  $\text{CeSrAl}_{11}\text{O}_{19}$ 。在至少一个实施例中, 第二相基本上由锶和铈组成, 并且更确切地说, 锶和铈呈氧化物的形式。第二相可包括微晶材料, 并且更确切地说, 可基本上由微晶材料或多晶材料组成。第二相可不含任何非晶相材料。

[0068] 在一个实施例中, 第二相可置于任何其他相诸如第一相的晶界处。大部分第二相可设置为本文实施例中所述的任何相之间的晶间相 (即, 在晶界的晶粒之间)。例如, 第二相的总含量的至少 60% 可置于第一相的晶界处。在其他实施例中, 置于晶界处的第二相的含量可更高, 诸如占第二相的至少约 70%、占第二相的至少约 80%、占第二相的至少约 90%, 或甚至在一些实例中, 基本上所有第二相都可置于第一相的晶界处。

[0069] 根据一个特定实施例, 第二相包含小板块形状。从二维角度观察时, 第二相的小板块形状可具有特定的纵横比, 诸如通过基于抛光样品表面的扫描电镜进行观察时。小板块状相的长度相对于宽度的纵横比可为至少 1.1:1, 其中从二维角度观察, 长度为相的最长尺寸, 而从与长度相同的平面中观察, 宽度为垂直于长度延伸的最长尺寸。第二相可具有小板块形状, 而从二维角度观察, 第一相可具有更等轴的形状。

[0070] 根据一个实施例, 第二相可包括具有长度 (l) 和宽度 (w) 的小板块, 其中长度大于

宽度。更确切地说,第二相的小板块可具有至少1.2:1诸如至少1.3:1、或至少1.3:1、或至少1.4:1、或至少1.5:1、或至少1.7:1、或至少1.8:1、或至少1.9:1、或至少2:1、或至少2.3:1、或至少2.5:1、或至少3:1、或至少4:1、或至少5:1、或至少7:1或至少10:1的平均主纵横比,该主纵横比以长度:宽度表示。在又一个实施例中,第二相的小板块可具有不大于1000:1、或不大于750:1、或不大于500:1、或不大于100:1、或不大于50:1、或不大于20:1或不大于10:1的平均主纵横比,该主纵横比以长度:宽度表示。应当理解,第二相的小板块可具有平均主纵横比,该平均主纵横比在包括上文提到的任何最小比率至最大比率之间的范围内。

[0071] 在更具体的实例中,第二相的小板块可具有至少0.2微米诸如至少0.3微米、或至少0.4微米、或至少0.5微米、或至少0.6微米、或至少0.7微米、或至少0.8微米、或至少0.9微米、或至少1微米、或至少1.2微米或至少1.5微米的平均长度。另外,在另一个非限制性实施例中,第二相的小板块的平均长度可不大于10微米、或不大于9微米、或不大于8微米、或不大于7微米、或不大于6微米、或不大于5微米、或不大于4微米、或不大于3微米、或不大于2微米或不大于1.5微米。应当理解,平均长度可在包括上文提到的任何最小值和最大值之间的范围内。

[0072] 应当理解,小板块的长度和宽度根据以下过程测得。按照与上述用于测量平均晶粒尺寸的相同方式制备材料样品,包括五个随机选择的磨料颗粒的制备和成像。对于每个颗粒,使用扫描电镜以大约20000倍的放大倍数观察颗粒的随机区域。使用成像软件诸如ImageJ获取并分析样品的图像。对于图像中显示的每个第二相的微晶,沿微晶的长度方向绘制一条线,其中长度表示最长尺寸。可以在成像软件诸如ImageJ的帮助下绘制该线条。针对五个颗粒样品中的每个颗粒,将该过程重复五次。将结果制成表格并取平均值,以计算第二相的微晶的平均长度。

[0073] 在另一个实施例中,第二相的小板块可具有至少0.02微米诸如至少0.05微米、或至少0.08微米、或至少0.1微米、或至少0.12微米、或至少0.15微米、或至少0.18微米、或至少0.2微米、或至少0.22微米、或至少0.25微米或至少0.3微米的平均宽度。另外,在另一个非限制性实施例中,第二相的小板块的平均宽度可不大于5微米、或不大于3微米、或不大于2微米、或不大于1微米、或不大于0.8微米、或不大于0.6微米、或不大于0.4微米、或不大于0.3微米、或不大于0.2微米或不大于0.15微米。应当理解,平均宽度可在包括上文提到的任何最小值和最大值之间的范围内。

[0074] 第二相的小板块的平均宽度可使用与上文提到的用于测量第二相的小板块的长度相同的程序进行测量。但是,宽度在用于测量长度的线条的中点处测得。在垂直于表示长度的线条的方向上绘制表示宽度的线条,并使其尽可能接近表示长度的线条的中点。

[0075] 颗粒材料可具有主体,该主体包括特定比率的第一相和第二相的晶粒尺寸。例如,主体可包括具有第一平均晶粒尺寸的第一相以及具有小板块的平均长度的第二相。在某些实例中,小板块的平均长度可大于第一相的第一平均晶粒尺寸。此外,至少在一个方面,主体可具有比率( $G2/G1$ ),其中 $G1$ 表示第一相的平均晶粒尺寸,并且 $G2$ 表示第二相的小板块的平均长度。根据一个特定实施例,比率( $G2/G1$ )可具有至少约1.1诸如至少约1.5、至少约2、至少约3、至少约5、至少约8、至少约10、至少约15、至少约20或甚至至少约50的值。另外,在至少一个实施例中,比率( $G2/G1$ )可不大于约500,诸如不大于约200或甚至不大于约100。应当理解,主体可包括在上述任何最小值和最大值之间的范围内的比率( $G2/G1$ )。

[0076] 第二相可由一种或多种添加剂形成,所述一种或多种添加剂可添加到原料粉末中。根据一个实施例,主体可包括特定含量的锶和铈,其可以促进第二相的形成,并且更确切地说,促进小板块的所需微结构和含量的形成。应当理解,本文中提及的包括锶(Sr)和铈(Ce)的第二相包括锶和铈的氧化物,包括例如氧化锶和氧化铈。第二相可包括氧化锶、氧化铈和/或包括呈氧化物形式的锶和铈的化合物或复合氧化物。第二相可为单晶、多晶或无定形材料。在一个特定实施例中,第二相的小板块为多晶材料。

[0077] 如本文所指出的,主体可包括特定含量的锶(Sr),诸如占主体总重量的至少0.2重量%。在某些其他实例中,主体中锶(Sr)的含量可占主体的总重量的至少0.3重量%,诸如至少0.4重量% Sr或至少0.5重量%、或至少0.6重量%、或至少0.7重量%、或至少0.8重量%、或至少0.9重量%、或至少1重量%、或至少1.1重量%、或至少1.2重量%、或至少1.3重量%、或至少1.4重量%、或至少1.5重量%、或至少1.6重量%、或至少1.7重量%、或至少1.8重量%、或至少1.9重量%、或至少2重量%、或至少2.1重量%、或至少2.2重量%、或至少2.3重量%、或至少2.4重量%或至少2.5重量%。另外,在一个非限制性实施例中,主体中锶(Sr)的含量可占主体的总重量的不大于4.9重量%,诸如不大于4.8重量%、或不大于4.7重量%、或不大于4.6重量%、或不大于4.5重量%、或不大于4.4重量%、或不大于4.3重量%、或不大于4.2重量%、或不大于4.1重量%、或不大于4重量%、或不大于3.9重量%、或不大于3.8重量%、或不大于3.7重量%、或不大于3.6重量%、或不大于3.5重量%、或不大于3.4重量%、或不大于3.3重量%、或不大于3.2重量%、或不大于3.1重量%、或不大于3重量%、或不大于2.9重量%、或不大于2.8重量%、或不大于2.7重量%、或不大于2.6重量%或不大于2.5重量%。应当理解,主体中锶(Sr)的含量可在包括上文提到的任何最小百分比至最大百分比之间的范围内。还应当理解,前述主体中锶的含量可为化合物诸如氧化物的一部分。

[0078] 在至少一个实施例中,主体中的所有锶可包含在第二相中,并且更确切地说,包含在第二相的小板块中。第二相可具有大量的锶,诸如其包括占第二相的总含量的至少51重量%的锶。

[0079] 主体可包括特定含量的铈(Ce),这可能促进第二相的形成,更确切地说,促进小板块的具有所需含量和/或形状 of 的特定微结构的形成。根据一个实施例,主体可包括占主体的总重量的至少0.05重量%的铈(Ce)。例如,主体可包括占主体的总重量的至少0.3重量%、或至少0.4重量%、或至少0.5重量%、或至少0.6重量%、或至少0.7重量%、或至少0.8重量%、或至少0.9重量%、或至少1重量%、或至少1.1重量%、或至少1.2重量%、或至少1.3重量%或至少1.5重量%的铈(Ce)。另外,在一个非限制性实施例中,主体可包括占主体的总重量的不大于1.9重量%诸如不大于1.8重量%、或不大于1.7重量%、或不大于1.6重量%、或不大于1.5重量%、或不大于1.4重量%、或不大于1.3重量%、或不大于1.2重量%、或不大于1.1重量%、或不大于1重量%、或不大于0.9重量%、或不大于0.8重量%、或不大于0.7重量%、或不大于0.6重量%或不大于0.5重量%的铈(Ce)含量。应当理解,主体中铈(Ce)的含量可在包括上文提到的任何最小百分比至最大百分比之间的范围内。铈的前述含量可为化合物诸如氧化物中铈的含量。

[0080] 在至少一个实施例中,主体中基本上全部的铈可包含在第二相中,并且更确切地说,包含在第二相的小板块中。第二相可具有最小含量的铈,诸如其包括占第二相的总含量

的至少49重量%的铈。

[0081] 根据一个方面,主体可具有特定的锶(Sr)和铈(Ce)比率,其可以促进第二相的形成,并且更确切地说,促进小板块的所需微结构和含量和/或形状的形成。例如,主体可包括至少1:1诸如至少1.5:1、或至少1.8:1、或至少2:1、或至少2.5:1、或至少3:1、或至少3.5:1、或至少4:1、或至少4.5:1、或至少5:1、或至少6:1、或至少8:1或甚至至少10:1的锶铈比(Sr:Ce)。另外,在另一个实施例中,主体可包括不大于10:1、或不大于9:1、或不大于8:1、或不大于7:1、或不大于6:1、或不大于5:1或不大于4:1的锶铈比(Sr:Ce)。应当理解,主体中的锶铈比(Sr:Ce)可在包括上文提到的任何最小百分比至最大百分比之间的范围内。锶和铈的比率应理解为由这些氧化物形式的材料的重量百分比计算得出,可通过ICP分析测得。

[0082] 在另一个特定实施例中,第二相基本上由锶和铈组成。此外,可控制第二相中锶和铈的比率,以促进小板块的所需微结构和含量和/或形状的形成。在此类实例中,第二相中的锶铈比(Sr:Ce)可为至少1:1,诸如至少1.5:1、或至少1.8:1、或至少2:1、或至少2.5:1、或至少3:1、或至少3.5:1、或至少4:1、或至少4.5:1、或至少5:1、或至少6:1、或至少8:1或甚至至少10:1。另外,在另一个实施例中,第二相中的锶铈比(Sr:Ce)可不大于10:1、或不大于9:1、或不大于8:1、或不大于7:1、或不大于6:1、或不大于5:1或不大于4:1。应当理解,第二相并且更确切地说小板块中的锶铈比(Sr:Ce)可在包括上文提到的任何最小百分比至最大百分比之间的范围内。

[0083] 图2A、2B和2C包括某些颗粒材料的微结构的扫描电镜(SEM)图像。图2A和2B包括不同放大倍数下微结构的SEM图像,该微结构在主体内具有均匀分布的小板块。值得注意的是,如图2B所示,主体包括第一相201和第二相202,该第一相可包括氧化铝,并且第二相可为具有本文实施例所述的特征的小板块形式。值得注意的是,小板块可均匀地分布在整个主体中,并且可均匀地分布在第一相的晶粒之间。第二相202可实质上均匀地分散在整个主体的体积中,使得如果获得主体的不同部分的统计上相关且随机的取样,则每个不同取样之间的第二相202的含量将实质上相同。在某些实施例中,第二相的变化(可基于标准偏差)可不大于主体的第二相的平均值的约20%,该平均值按公式(AVG/STDEV) x100%计算得出,其中AVG表示每个不同部分的第二相的平均含量,并且STDEV表示取样的第二相的含量的标准偏差。

[0084] 图2C和2D包括微结构的图像,其中包括以不同放大倍数显示的一个或多个小板块簇。具体地,图2C包括微结构的图像,该微结构包括主体内的多个小板块簇221。SEM图像中提供的线条长度为200微米。图2D包括小板块簇225的放大图像。SEM图像中提供的线条长度为5微米。如图2D所示,小板块簇225可为主体的多孔区域,并且不一定包括第一相。小板块簇通常被视为小板块的最大尺寸比平均长度大至少2倍的小板块的群组。小板块簇225可为基本上不含第一相的区域,并且可以仅包括第二相的小板块群组,它们彼此邻接,并且在小板块群组之间延伸一定的孔隙率。如图2D中进一步示出的,在小板块簇225的边界处,第一相226可粘结到小板块簇。此外,远离小板块簇225的某些区域可包括在第一相226内大致均匀分布的小板块227。

[0085] 根据一个实施例,颗粒材料的主体可具有有限含量的小板块簇。例如,主体在每500平方微米上可包括不大于50个小板块簇,诸如在每500平方微米上包括不大于40个小板块簇,或在每500平方微米上包括不大于30个小板块簇,或在每500平方微米上包括不大于

20个小板块簇,或在每500平方微米上包括不大于10个小板块簇,或在每500平方微米上包括不大于5个小板块簇。另外,在一个非限制性实施例中,主体可基本上不含小板块簇。在另一个非限制性实施例中,主体在每500平方微米上可包括至少1小板块簇,诸如在每500平方微米上包括至少2个小板块簇,或在每500平方微米上包括至少3个小板块簇,或在每500平方微米上包括至少5个小板块簇,或在每500平方微米上包括至少8个小板块簇,或在每500平方微米上包括至少10个小板块簇,或在每500平方微米上包括至少12个小板块簇,或在每500平方微米上包括至少15个小板块簇。应当理解,主体可包括在包括上文提到的任何最小值和最大值之间的范围内的小板块簇含量。在一些实例中,可控制小板块簇的含量,以控制磨料颗粒的硬度和脆碎度。

[0086] 在某些实例中,第二相可以不均匀分散在主体内。例如,在一个实施例中,主体在主体的外围区域的第二相含量可不同于主体中心区域的第二相含量。在某些实例中,主体在主体的外围区域的第二相含量可大于中心区域的第二相含量。在另一个实施例中,主体在外表面的第二相含量可大于主体的中心区域的第二相含量。另外,在一个另选的实施例中,中心区域的第二相含量可大于外围区域的第二相含量。

[0087] 图3包括颗粒材料的图示,该颗粒材料包括不均匀分散在主体内的第二相。如图所示,颗粒材料310可包括具有主体311的颗粒,该主体可由第一相302和第二相303形成。第二相303可不均匀分散在主体311的整个体积中。具体地,主体311在外围区域313内的第二相303的含量可大于中心区域315内的第二相303的含量。在此类实例中,第二相313似乎在主体311中形成“光晕”。主体311的外围区域313可从外表面312向主体311的体积中延伸一段距离,该距离涵盖第二相303的至少大部分。在特定实例中,外围区域313可由涵盖外表面312之间的第二相的至少约90%的区域以及主体的外表面312和体积中点316之间的边界314限定。例如,外围区域313可包括主体的总体积的至少约5%,诸如至少约10%、至少约20%或甚至至少约25%。主体311的中心区域315可为围绕主体的体积中点316并且在三个维度上延伸至边界314的区域。中心区域可为主体的总体积的至少约5%,诸如至少约10%、至少约20%或甚至至少约25%。以上图示并非限制性的,并且应当理解,可以使各种颗粒形成不同尺寸和形状的外围区域和中心区域。

[0088] 应当理解,描述主体中第二相的某些分布的前述实施例对于颗粒材料的其他相可以相同。例如,如下文所详述,颗粒材料可包括不同于第一相和第二相的附加相(例如,第三相、第四相、第五相等),并且此类相可实质上均匀地分散在主体的体积中,或者可以以不均匀的方式分布。例如,在一个实施例中,颗粒材料可包括主体,该主体在主体的体积内具有非均匀分布的第二相和第三相。更确切地说,主体在外围区域中的第二相含量可大于中心区域中第二相的含量,并且主体在中心区域中的第三相含量也可大于外围区域中第三相的含量。另外,在其他实例中,主体可包括具有不同分布特性的多个相。例如,第二相可实质上均匀地分布在整个主体的体积中,并且第三相可不均匀地分布在主体中。

[0089] 在至少一个方面,主体可基本上仅由第一相和第二相组成。在此类实例中,除第一相和第二相外,主体可基本上不含任何其他相。对于此类实施例,主体可能仅包括其他元素、化合物和相的杂质含量。

[0090] 但是,如图2D所示,主体可包括第三相的材料,该第三相不同于主体的第一相226和第二相227。第三相228可均匀地分布在主体中。第三相可置于第一相和第二相之间

的晶界处。应当理解,第三相可存在于其他实施例中,并且第三相不必仅存在小板块簇。例如,看似合理的是图2A和2B所示的微结构可形成为包括第三相。本文实施例的任何微结构也可能不含第三相。

[0091] 在某些实例中,主体可包括第三相,该第三相可促进颗粒材料的制造和/或性能的改进。根据一个实施例,第三相可包括氧化物、碳化物、氮化物、硼化物或它们的任意组合中的至少一者。在某些实例中,第三相可包括锶、铈或它们的任意组合。在另一个实施例中,第三相可包括组合物,诸如氧化物,其包含选自由以下项组成的组中的至少一种元素:Li,Na、K、Mg、Ca、Sr、Ba、Y、Zr、Ti、Mn、Fe、Nb、Mo、Hf、Ta、La、Cr、Co、Ni、Cu、Zn或它们的任意组合。本文的某些实施例可包括颗粒材料,该颗粒材料具有基本上由第一相、第二相和第三相组成的主体。

[0092] 主体可包括特定含量的第三相,该第三相可促进颗粒材料的制造和/或性能的改进。例如,第三主体可包括占主体的总重量的不大于5重量%的第三相,诸如不大于4重量%、或不大于3重量%、或不大于2重量%、或不大于1重量%、或不大于0.5重量%或不大于0.1重量%。另外,在一个非限制性实施例中,主体可包括占主体的总重量的至少0.1重量%的第三相,诸如至少0.5重量%、或至少1重量%或甚至至少2重量%。

[0093] 在一个方面,第三相相对于第一相和第二相可具有特定的平均晶粒尺寸。例如,第三相具有的平均晶粒尺寸可小于第一相的平均晶粒尺寸。本文中提及的第三相的平均晶粒尺寸是指第三相的微晶或晶畴的平均尺寸,并且按照与第一相相同的方式测得。此外,第三相具有的平均晶粒尺寸可小于第二相的小板块的平均长度。在又一个实施例中,第三相具有的平均晶粒尺寸可小于第二相的小板块的平均宽度。

[0094] 第三相可为主体内的整体相。如本文所指出的,第三相可实质上均匀地分散在主体的整个体积中。另选地,第三相可不均匀地分散在主体内,包括但不限于设置为本文实施例中所述的“光晕”方式。另外,大部分第三相可设置为本文实施例中所述的任何相之间的晶间相(即,在晶界的晶粒之间)。

[0095] 在某些实例中,颗粒材料包括具有特定比率( $W1/W3$ )的主体,其中 $W1$ 表示主体中第一相的重量百分比,而 $W3$ 表示主体中第三相的重量百分比。在至少一个方面,比率( $W1/W3$ )可为至少约1,诸如至少约1.1、至少约1.5、至少约2、至少约3、至少约5、至少约8、至少约10、至少约15、至少约20、至少约50或甚至至少约70。另外,在另一个实施例中,比率( $W1/W3$ )可不大于一约100或甚至不大于一约95。应当理解,主体可具有在上文提供的任何最小值和最大值之间的范围内的比率( $W1/W3$ )。

[0096] 此外,在另一方面,颗粒材料可包括具有比率( $W3/W2$ )的主体,其中 $W2$ 表示主体内第二相的重量百分比,而 $W3$ 表示主体内第三相的重量百分比。在特定实例中,比率( $W3/W2$ )可为至少约0.1,诸如至少约0.3、至少约0.5、至少约0.7、至少约0.9、至少约1、至少约1.1、至少约1.5、至少约2、至少约4、至少约6或甚至至少约10。另外,在又一个实施例中,主体可具有不大于一约10例如不大于一约7、不大于一约5、不大于一约3、不大于一约2.5、不大于一约2.2、不大于一约2、不大于一约1.5、不大于一约1、不大于一约0.9或甚至不大于一约0.7的比率( $W3/W2$ )。应当理解,比率( $W3/W2$ )可在任何最小值和最大值之间的范围内。

[0097] 根据另一方面,颗粒材料可形成为使得第三相的平均晶粒尺寸与第一相的平均晶粒尺寸和/或第二相的小板块的平均长度具有特定的关系。例如,颗粒材料可包括具有第一

相和第三相的主体,该第一相包括第一平均晶粒尺寸,并且第三相具有第三平均晶粒尺寸。在某些实例中,第一相具有的第一平均晶粒尺寸可不同于第三相的第三平均晶粒尺寸。更确切地说,主体可包括比率( $G1/G3$ ),其中 $G1$ 表示第一相的平均晶粒尺寸,而 $G3$ 表示第三相的平均晶粒尺寸。在至少一个实例中,比率( $G1/G3$ )可为至少0.2,诸如至少0.5、或至少约0.8、或至少1、或至少约1.1、或至少1.5、或至少2、或至少3或甚至至少5。另外,在另一个实施例中,比率( $G1/G3$ )可不大于5,诸如不大于2、或不大于1、或不大于0.8或不大于约0.5。应当理解,比率( $G1/G3$ )可具有在上文提到的任何最小值和最大值之间的范围内的值。

[0098] 对于某些实施例,第二相具有的小板块的平均长度可不同于第三相的第三平均晶粒尺寸,并且更确切地说,可大于第三相的第三平均晶粒尺寸。在至少一个实例中,主体可具有比率( $G2/G3$ ),其中 $G2$ 表示第二相的小板块的平均长度,而 $G3$ 表示第三相的第三平均晶粒尺寸。比率( $G2/G3$ )可为至少1,诸如至少2、或至少3、或至少4、或至少5、或至少8或至少10。另外,在一个非限制性实施例中,比率( $G2/G3$ )可不大于30,诸如不大于约25、或不大于20、或不大于15、或不大于约10或甚至不大于5。应当理解,比率( $G2/G3$ )可在上文提到的任何最小值和最大值之间的范围内。

[0099] 主体可包括第三相,该第三相具有不大于 $100\mu\text{m}$ 的平均晶粒尺寸。在其他实例中,第三相的平均晶粒尺寸可更小,诸如不大于 $50\mu\text{m}$ 、或不大于 $20\mu\text{m}$ 、或不大于 $10\mu\text{m}$ 、或不大于 $1\mu\text{m}$ 、或不大于 $0.8\mu\text{m}$ 、或不大于 $0.5\mu\text{m}$ 或甚至不大于约 $0.2\mu\text{m}$ 。另外,第三相的平均晶粒尺寸可为至少 $0.1\mu\text{m}$ ,诸如至少约 $0.5\mu\text{m}$ 或至少约 $1\mu\text{m}$ 。应当理解,第三相可具有在上文提到的任何最小值和最大值之间的范围内的平均晶粒尺寸。

[0100] 在又一个实施例中,颗粒材料可具有主体,该主体可以呈非成形磨料颗粒、成形磨料颗粒或它们的任意组合的形式。图4、5和6包括成形磨料颗粒和非成形磨料颗粒的图像。具体地,图4包括具有由上主表面402或下主表面403的平面所限定的二维形状的成形磨料颗粒的图示,其具有大致三角形的二维形状。应当理解,本文实施例的成形磨料颗粒不受此限制,并且可包括其他二维形状。例如,本文实施例的成形磨料颗粒可包括主体,该主体具有由主体的主表面所限定的二维形状,该二维形状选自由以下形状组成的组:多边形,不规则多边形,包括弧形或弯曲侧边或侧边部分的不规则多边形,椭圆形,数字,希腊字母字符,拉丁字母字符,俄罗斯字母字符,汉字字符,具有多边形形状组合的复杂形状,包括中心区域和从中心区域延伸的多条臂(例如,至少三条臂)的形状(例如,星形),以及它们的组合。特定的多边形形状包括矩形、梯形、四边形、五边形、六边形、七边形、八边形、九边形、十边形以及它们的任意组合。在另一个实例中,最终形成的成形磨料颗粒可具有二维形状的主体,该二维形状为诸如不规则四边形、不规则矩形、不规则梯形、不规则五边形、不规则六边形、不规则七边形、不规则八边形、不规则九边形、不规则十边形以及它们的组合。不规则多边形形状是指定义多边形形状的至少一条侧边相对于另一条侧边在尺寸(例如,长度)上不同的多边形形状。如本文的其他实施例所示,某些成形磨料颗粒的二维形状可具有特定数量的外点或外角。例如,在由长度和宽度限定的平面中观察时,成形磨料颗粒的主体可具有二维多边形形状,其中主体包含二维形状,该二维形状具有至少4个外点(例如,四边形)、至少5个外点(例如,五边形)、至少6个外点(例如,六边形)、至少7个外点(例如,七边形)、至少8个外点(例如,八边形)、至少9个外点(例如,九边形)等。

[0101] 图4的成形磨料颗粒400可包括主体401,该主体包括主表面402、主表面403以及在

主表面402和主表面403之间延伸的侧表面404。如图4所示,成形磨料颗粒400的主体401可为薄形主体,其中主表面402和主表面403大于侧表面404。此外,主体401可包括从点延伸到基部并且穿过主表面402上的中点450的纵向轴线410。纵向轴线410可限定延伸通过主表面402的中点450的主表面的最长尺寸。主体401可进一步包括侧向轴线411,该侧向轴线限定在同一主表面402上大致垂直于纵向轴线410延伸的主体401的宽度。最后,如图所示,主体401可包括垂直轴412,在薄形主体的上下文中可限定主体401的高度(或厚度)。对于薄形主体,纵向轴线410的长度等于或大于垂直轴412。如图所示,厚度412可沿侧表面404在主表面402和主表面403之间延伸,并且垂直于由纵向轴线410和侧向轴线411限定的平面。应当理解,本文中提及的磨料颗粒的长度、宽度和高度可以指取自较大组的磨料颗粒的合适取样量的平均值,该组包括例如一组附连到固结磨料的磨料颗粒。

[0102] 本文实施例的成形磨料颗粒,包括薄的成形磨料颗粒,可具有以长度:宽度表示的主纵横比,使得长度可大于或等于宽度。此外,主体401的长度可大于或等于高度。最后,主体401的宽度可大于或等于高度。根据一个实施例,主纵横比(长度:宽度)可为至少1:1,诸如至少1.1:1、至少1.2:1、至少1.5:1、至少1.8:1、至少2:1、至少3:1、至少4:1、至少5:1、至少6:1或甚至至少10:1。在另一个非限制性实施例中,成形磨料颗粒的主体401可具有不大于100:1、不大于50:1、不大于10:1、不大于6:1、不大于5:1、不大于4:1、不大于3:1、不大于2:1或甚至不大于1:1的主纵横比,该主纵横比以长度:宽度表示。应当理解,主体401的主纵横比可在包括上文提到的任何最小比率至最大比率的范围内。

[0103] 此外,主体401可具有以宽度:高度表示的第二纵横比,该第二纵横比可为至少1:1,诸如至少1.1:1、至少1.2:1、至少1.5:1、至少1.8:1、至少2:1、至少3:1、至少4:1、至少5:1、至少8:1或甚至至少10:1。另外,在另一个非限制性实施例中,主体401的第二纵横比(宽度:高度)可不大于100:1,诸如不大于50:1、不大于10:1、不大于8:1、不大于6:1、不大于5:1、不大于4:1、不大于3:1或甚至不大于2:1。应当理解,以宽度:高度表示的第二纵横比可在包括上文提到的任何最小比率至最大比率之间的范围内。

[0104] 在另一个实施例中,主体401可具有以长度:高度表示的第三纵横比,该第三纵横比可为至少1.1:1,诸如至少1.2:1、至少1.5:1、至少1.8:1、至少2:1、至少3:1、至少4:1、至少5:1、至少8:1或甚至至少10:1。另外,在另一个非限制性实施例中,主体401的第三纵横比(长度:高度)可不大于100:1,诸如不大于50:1、不大于10:1、不大于8:1、不大于6:1、不大于5:1、不大于4:1、不大于3:1。应当理解,主体401的第三纵横比可在包括上文提到的任何最小比率至最大比率之间的范围内。

[0105] 本文实施例的磨料颗粒包括成形磨料颗粒,其可包括微晶材料,并且更确切地说包括多晶材料,该多晶材料包括本文实施例中所述的那些组成和形态。颗粒材料可形成为使得主体包括微晶材料,并且更确切地说包括多晶材料。值得注意的是,多晶材料可包括磨粒。在一个实施例中,主体可基本上不含有机材料,所述有机材料包括例如粘结剂。更确切地说,主体可基本上由多晶材料组成。

[0106] 图5包括根据另一个实施例的成形磨料颗粒的透视图。值得注意的是,成形磨料颗粒500可包括主体501,该主体包括表面502和表面503,其可以被称为端面502和端面503。主体可进一步包括表面504、表面505、表面506、表面507,这些表面在端面502和端面503之间延伸并且耦接到端面502和端面503。图5的成形磨料颗粒为细长的成形磨料颗粒,该细长的

成形磨料颗粒具有纵向轴线510,该纵向轴线沿表面505延伸并且延伸穿过端面502和端面503之间的中点540。应当理解,选择表面505来表示纵向轴线510,因为主体501具有由端面502和端面503限定的大致正方形的横截面轮廓。因此,表面504、表面505、表面506和表面507相对于彼此可具有大致相同的尺寸。但是,在其他细长磨料颗粒的上下文中,表面502和表面503可具有不同的形状,例如矩形,因此,表面504、表面505、表面506和表面507中的至少一个相对于彼此可以更大。在此类实例中,最大的表面可限定主表面,并且纵向轴线将沿其中的最大表面延伸。如图中进一步示出,主体501可包括在由表面505所限定的同一平面内垂直于纵向轴线510延伸的侧向轴线511。如图中进一步示出,主体501可进一步包括限定磨料颗粒的高度的垂直轴512,该垂直轴512在垂直于由表面505的纵向轴线510和侧向轴线511所限定的平面的方向上延伸。

[0107] 应当理解,像图4的成形磨料颗粒一样,图5的成形磨料颗粒可具有二维形状,诸如相对于图4的成形磨料颗粒所定义的二维形状。主体501的二维形状可由端面502和端面503的周边的形状限定。细长成形磨料颗粒500可具有本文实施例的成形磨料颗粒的任何属性。

[0108] 图6A包括非成形颗粒的图示,该颗粒可为细长的非成形磨料颗粒或二级颗粒,诸如稀释剂晶粒、填料、团聚体等。成形磨料颗粒可通过各种加工方法获得,这些方法包括但不限于印刷、模压、压制、压印、浇铸、挤压、切割、压裂、加热、冷却、结晶、轧制、压花、沉积、蚀刻、刻痕以及它们的组合。成形磨料颗粒形成为使得每个颗粒具有彼此实质上相同的表面和边缘布置。例如,一组成形磨料颗粒的表面和边缘通常具有彼此相同的布置和方向或/或二维形状。因此,成形磨料颗粒相对于彼此在表面和边缘的布置中具有很高的形状保真度和一致性。相反,非成形颗粒可通过不同的工艺形成并且具有不同的形状属性。例如,通常通过粉碎工艺形成粉碎晶粒,其中形成大量材料,然后压碎并筛分以获得一定尺寸的磨料颗粒。然而,非成形颗粒将具有表面和边缘的一般无规布置,并且通常在表面和边缘布置中缺乏任何可识别的二维形状或三维形状。此外,非成形颗粒不必具有彼此一致的形状,因此与成形磨料颗粒相比,其形状保真度低得多。非成形颗粒通常由每个颗粒相对于其他非成形颗粒的表面和边缘的随机布置来限定。

[0109] 如图6A中进一步示出,非定形颗粒可具有主体651和限定颗粒的最长尺寸的纵向轴线652以及垂直于纵向轴线652延伸并限定颗粒的宽度的侧向轴线653。此外,磨料颗粒可具有由垂直轴654限定的高度(或厚度),该高度(或厚度)可大体上垂直于由纵向轴线652和侧向轴线653的组合所限定的平面延伸。如图中进一步示出,非成形磨料颗粒的主体651可具有沿主体651的外表面延伸的边缘655的大致随机的布置。

[0110] 应当理解,磨料颗粒可具有由纵向轴线652限定的长度、由侧向轴线653限定的宽度以及由垂直轴654限定的高度。应当理解,主体651可具有以长度:宽度表示的主纵横比,使得长度等于或大于宽度。此外,主体651的长度可大于或等于高度。最后,主体651的宽度可大于或等于高度654。根据一个实施例,主纵横比(长度:宽度)可为至少1.1:1、至少1.2:1、至少1.5:1、至少1.8:1、至少2:1、至少3:1、至少4:1、至少5:1、至少6:1或甚至至少10:1。在另一个非限制性实施例中,细长成形磨料颗粒的主体651可具有不大于100:1、不大于50:1、不大于10:1、不大于6:1、不大于5:1、不大于4:1、不大于3:1或甚至不大于2:1的主纵横比,该主纵横比以长度:宽度表示。应当理解,主体651的主纵横比可在包括上文提到的任何最小比率至最大比率之间的范围内。

[0111] 此外,主体651可包括以宽度:高度表示的第二纵横比,该第二纵横比可为至少1.1:1,诸如至少1.2:1、至少1.5:1、至少1.8:1、至少2:1、至少3:1、至少4:1、至少5:1、至少8:1或甚至至少10:1。另外,在另一个非限制性实施例中,主体651的第二纵横比(宽度:高度)可不大于100:1,诸如不大于50:1、不大于10:1、不大于8:1、不大于6:1、不大于5:1、不大于4:1、不大于3:1或甚至不大于2:1。应当理解,以宽度:高度表示的第二纵横比可在包括上文提到的任何最小比率至最大比率之间的范围内。

[0112] 在另一个实施例中,主体651可具有以长度:高度表示的第三纵横比,该第三纵横比可为至少1.1:1,诸如至少1.2:1、至少1.5:1、至少1.8:1、至少2:1、至少3:1、至少4:1、至少5:1、至少8:1或甚至至少10:1。另外,在另一个非限制性实施例中,主体651的第三纵横比(长度:高度)可不大于100:1,诸如不大于50:1、不大于10:1、不大于8:1、不大于6:1、不大于5:1、不大于4:1、不大于3:1。应当理解,主体651的第三纵横比可在包括上文提到的任何最小比率和最大比率之间的范围内。

[0113] 细长的非成形磨料颗粒650可具有本文实施例中所述的其他磨料颗粒的某些属性,其中包括例如但不限于组成、微结构特征(例如,平均晶粒尺寸)、硬度、孔隙率等。

[0114] 图6B包括根据一个实施例的另一个磨料颗粒的透视图。值得注意的是,磨料颗粒680为厚度受控的磨料颗粒(CTAP),其具有主体681,该主体包括第一主表面682、第二主表面683以及在第一主表面682和第二主表面683之间延伸的侧表面684。主体681可具有实质上均匀的厚度,该厚度通过在第一主表面682和第二主表面683之间延伸的尺寸测得。如图6B所示,主体681具有薄的相对平面形状,其中第一主表面682和第二主表面683大于侧表面684,并且彼此实质上平行。此外,主体681可包括轴线661,该轴线是第一主表面682上的最长尺寸并且限定主体681的长度。主体681可进一步包括在第一主表面682上限定主体681的第二最长尺寸的轴线662,该轴线垂直于轴线661延伸并限定主体681的宽度。在第一主表面682上可能存在更大的尺寸,该尺寸不垂直于轴线661延伸。最后,如图所示,主体681可包括垂直轴663,该垂直轴可限定主体681的高度(或厚度)。对于薄形主体,轴线661的长度可等于或大于垂直轴663。如图所示,由垂直轴663限定的高度可在第一主表面682和第二主表面683之间沿侧表面684在大体上垂直于轴线661和662所限定的平面的方向上延伸。垂直轴663的最佳测量方法是将颗粒放在主表面上,从侧面观察颗粒并测量垂直高度。应当理解,本文中提及的磨料颗粒的长度、宽度和高度可以指取自一批磨料颗粒的合适的取样量的磨料颗粒的平均值。

[0115] 如图中进一步示出,从第一主表面682或第二主表面683的平面观察,磨料颗粒680的主体681可具有侧表面684,该侧表面具有不规则的二维形状。不规则的二维形状是指不具有可识别形状诸如多边形形状的二维形状。不规则的二维形状的特征在于侧表面684可具有随机或不可预测的轮廓。此类磨料颗粒可根据本文实施例所述的方法形成,包括例如形成材料薄层、对材料的一部分进行图案化(例如,上表面或下表面)以及以某种方式使材料的图案化层干燥以使材料产生受控的开裂。受控的开裂通常可沿图案化过程中形成的线条或凹痕发生。主体681可具有外角671、外角672、外角673、外角674、外角675、外角676和外角677(771-777)。外角671-677是导致围绕主体681的侧表面684的假想橡胶带明显偏斜至少10度或更大的部分。

[0116] 如本文所指出的,颗粒材料可为磨料。因此,颗粒材料可以各种方式部署以用于磨

料制品中。例如,颗粒材料可为固结磨料制品的一部分,该固结磨料制品为诸如带涂层的磨料制品、粘结磨料制品以及它们的组合。在特定实例中,颗粒材料可耦接到粘结材料,并且通过粘结材料进一步耦接到背衬或基底。粘结材料可包括组合物诸如玻璃化材料、陶瓷材料、金属合金、有机材料、树脂、聚合物以及它们的组合。在至少一个实例中,颗粒材料可为带涂层的磨料的一部分,形成耦接到背衬的单层磨料颗粒。在一个另选的实施例中,磨料颗粒可用作游离的磨料颗粒。

[0117] 图7包括根据一个实施例的磨料制品的一部分的图示,该磨料制品包括颗粒材料。具体地,图7的磨料制品包括带涂层的磨料700,该带涂层的磨料具有基底701以及覆盖基底701的表面的至少一个粘合剂层。粘合剂层可包括一层或多层材料,包括例如底胶层703和/或复胶层704。带涂层的磨料700可包括磨料颗粒材料710,其可包括本文实施例中所述的成形磨料颗粒705以及第二类型的磨料颗粒材料707,该第二类型的磨料颗粒材料呈具有随机形状的稀释磨料颗粒的形式,其不一定为成形磨料颗粒。磨料颗粒材料707也可以表示本文实施例中所述的颗粒材料,包括本文实施例中的特征的任意组合。底胶层703可覆盖基底701的表面,并且至少围绕成形磨料颗粒705和第二类型的磨料颗粒材料707的至少一部分。复胶层704可覆盖并粘结到成形磨料颗粒705和第二类型的磨料颗粒材料707以及底胶层703。

[0118] 根据一个实施例,基底701可包括有机材料、无机材料以及它们的组合。在某些实例中,基底701可包括织造材料。但是,基底701可由非织造材料制成。特别合适的基底材料可包括有机材料,其中包括聚合物,尤其是聚酯、聚氨酯、聚丙烯、聚酰亚胺诸如DuPont的KAPTON以及纸。一些合适的无机材料可包括金属、金属合金,尤其是铜、铝、钢及其组合的箔。

[0119] 聚合物制剂可用于形成各种磨料制品层中的任何一层,例如,正面填充层、预胶层、底胶层、复胶层和/或顶胶层。当用于形成正面填充层时,聚合物制剂通常可包括聚合物树脂、原纤化纤维(优选呈纸浆形式)、填充剂材料及其他可选的添加剂。用于某些正面填充层实施例的合适的制剂可包括酚醛树脂、硅灰石填料、消泡剂、表面活性剂、原纤化纤维和余量的水等材料。合适的聚合物树脂材料包括选自热固化树脂的可固化树脂,其包括酚醛树脂、脲醛树脂、酚醛/乳胶树脂以及此类树脂的组合。其他合适的聚合物树脂材料还可包括可辐射固化的树脂,诸如可使用电子束、紫外线辐射或可见光固化的树脂,诸如环氧树脂、丙烯酸环氧树脂的丙烯酸酯低聚物、聚酯树脂、丙烯酸聚氨酯、聚酯丙烯酸酯和丙烯酸酯单体,所述丙烯酸酯单体包括单丙烯酸酯、多丙烯酸酯单体。该制剂还可包含非反应性热塑性树脂粘结剂,该粘结剂可通过增强可蚀性来增强沉积的磨料复合材料的自锐特性。此类热塑性树脂的实例包括聚丙二醇、聚乙二醇和聚氧丙烯-聚氧乙烯嵌段共聚物等。在背衬上使用正面填充层可改善表面的均匀性,以适合底胶层的施加并改进成形磨料颗粒在预先确定的方向上的施加和方向。

[0120] 底胶层703可在单个工艺中施加于基底701的表面,或者另选地,磨料颗粒材料710可与底胶层703材料结合并作为混合物施加于基底701的表面。合适的底胶层703材料可包括有机材料,特别是聚合物材料,其包括例如,聚酯、环氧树脂、聚氨酯、聚酰胺、聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸酯、聚氯乙烯、聚乙烯、聚硅氧烷、硅树脂、醋酸纤维素、硝酸纤维素、天然橡胶、淀粉、虫胶以及它们的混合物。在一个实施例中,底胶层703可包括聚酯树脂。然后可

加热带涂层的基底,以将树脂和磨料颗粒材料固化到基底上。通常,在此固化过程中,可将带涂层的基底701加热到约100℃至小于约250℃的温度。

[0121] 磨料颗粒材料710可包括根据本文实施例所述的成形磨料颗粒。在特定实例中,磨料颗粒材料710可包括不同类型的成形磨料颗粒。如本文实施例中所述,不同类型的成形磨料颗粒的组成、二维形状、三维形状、尺寸及其组合可彼此不同。如图所示,带涂层的磨料700可包括具有大致三角形的二维形状的成形磨料颗粒705。

[0122] 另一种类型的磨料颗粒707可为非成形磨料颗粒,其可以包括与成形磨料颗粒705不同的稀释剂颗粒。例如,稀释剂颗粒的组成、二维形状、三维形状、尺寸及其组合可不同于成形磨料颗粒705。例如,磨料颗粒707可代表具有无规形状的常规压碎的研磨粗砂。磨料颗粒707的中值粒度可小于成形磨料颗粒705的中值粒度。

[0123] 在与磨料颗粒材料710充分形成底胶层703之后,可形成复胶层704以覆盖磨料颗粒材料710并将其粘结到适当位置。复胶层704可包括有机材料,可基本上由聚合物材料制成,并且值得注意的是,可使用聚酯、环氧树脂、聚氨酯、聚酰胺、聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸酯、聚氯乙烯、聚乙烯、聚硅氧烷、硅树脂、醋酸纤维素、硝酸纤维素、天然橡胶、淀粉、虫胶以及它们的混合物。

[0124] 许多不同的方面和实施例都是可能的。本文描述了这些方面和实施例中的一些。在阅读本说明书之后,本领域的技术人员会理解,那些方面和实施例仅是说明性的,并不限制本发明的范围。各实施例可以根据下面列出的任何一个或多个实施例。

[0125] 实施例

[0126] 实施例1.一种颗粒材料,该颗粒材料包含主体,该主体包括第一相,该第一相包括具有不大于5微米的平均晶粒尺寸的氧化铝,并且其中主体进一步包含具有小板块形状的第二相。

[0127] 实施例2.一种颗粒材料,该颗粒材料包含主体,该主体包括第一相和第二相,该第一相包括氧化铝并且第二相具有小板块形状,其中第二相包含Sr,Sr以主体的总重量计在至少0.2重量%至不大于5重量%的范围内。

[0128] 实施例3.一种颗粒材料,该颗粒材料包含主体,该主体包括第一相和第二相,该第一相包括氧化铝并且第二相具有小板块形状,其中第二相包含Sr,Sr的含量以主体的总重量计在至少0.2重量%至不大于5重量%的范围内,并且其中第二相包含Ce,Ce的含量以主体的总重量计在至少0.05重量%至不大于2重量%的范围内。

[0129] 实施例4.一种颗粒材料,该颗粒材料包含主体,该主体包括第一相和第二相,该第一相包括氧化铝,第二相具有小板块形状并且包含Sr和Ce,其中第二相包含Sr和Ce,并且其中第二相包含在至少1:1至不大于100:1的范围内的Sr:Ce比。

[0130] 实施例5.根据实施例1、2、3和4中任一项所述的颗粒材料,其中小板块从二维角度观察具有长度(l)和宽度(w),并且其中 $l > w$ 。

[0131] 实施例6.根据实施例5所述的颗粒材料,其中小板块具有至少1.2:1、或至少1.3:1、或至少1.3:1、或至少1.4:1、或至少1.5:1、或至少1.7:1、或至少1.8:1、或至少1.9:1、或至少2:1、或至少2.3:1、或至少2.5:1、或至少3:1、或至少4:1、或至少5:1、或至少7:1或至少10:1的平均主纵横比,该主纵横比以长度:宽度表示。

[0132] 实施例7.根据实施例5所述的颗粒材料,其中小板块具有不大于1000:1、或不大于

750:1、或不大于500:1、或不大于100:1、或不大于50:1、或不大于20:1或不大于10:1的平均主纵横比,该主纵横比以长度:宽度表示。

[0133] 实施例8.根据实施例1、2、3和4中任一项所述的颗粒材料,其中小板块具有在二维角度上测得的长度(l)和宽度(w),并且其中长度在至少0.2微米至不大于10微米的范围内。

[0134] 实施例9.根据实施例1、2、3和4中任一项所述的颗粒材料,其中小板块具有长度(l)、宽度(w),并且其中宽度在至少0.02微米至不大于5微米的范围内。

[0135] 实施例10.根据实施例1、2、3和4中任一项所述的颗粒材料,其中小板块均匀地分布在整个所述主体中。

[0136] 实施例11.根据实施例1、2、3和4中任一项所述的颗粒材料,其中主体在每500平方微米上包含不大于50个小板块簇,或在每500平方微米上包含不大于40个小板块簇,或在每500平方微米上包含不大于30个小板块簇,或在每500平方微米上包含不大于20个小板块簇,或在每500平方微米上包含不大于10个小板块簇,或在每500平方微米上包含不大于5个小板块簇。

[0137] 实施例12.根据实施例1、2、3和4中任一项所述的颗粒材料,其中主体基本上不含小板块簇。

[0138] 实施例13.根据实施例1、2、3和4中任一项所述的颗粒材料,其中主体包含占主体的总重量的至少51重量%的氧化铝、或至少60重量%的氧化铝、或至少70重量%的氧化铝、或至少80重量%的氧化铝、或至少90重量%的氧化铝、或至少95重量%的氧化铝或至少97重量%的氧化铝。

[0139] 实施例14.根据实施例1、2、3和4中任一项所述的颗粒材料,其中主体包含占主体的总重量的不大于99.9重量%的氧化铝、或不大于99.5%的氧化铝、或不大于99重量%的氧化铝或不大于98.5重量%的氧化铝。

[0140] 实施例15.根据实施例1、2、3和4中任一项所述的颗粒材料,其中主体包含至少95%、或至少96%、或至少97%、或至少98%、或至少99%、或至少99.5%、或至少99.9%的理论密度。

[0141] 实施例16.根据实施例2、3和4中任一项所述的颗粒材料,其中第一相包含不大于5微米的平均晶粒尺寸。

[0142] 实施例17.根据实施例1和16中任一项所述的颗粒材料,其中第一相的平均晶粒尺寸不大于4微米、或不大于3微米、或不大于2微米、或不大于1微米、或不大于0.9微米、或不大于0.8微米、或不大于0.7微米、或不大于0.6微米、或不大于0.5微米或不大于0.4微米。

[0143] 实施例18.根据实施例1和16中任一项所述的颗粒材料,其中第一相的平均晶粒尺寸为至少0.01微米、或至少0.05微米或至少0.1微米。

[0144] 实施例19.根据实施例1、2、3和4中任一项所述的颗粒材料,其中主体包含接种的氧化铝材料。

[0145] 实施例20.根据实施例1和4中任一项所述的颗粒材料,其中主体包含以主体的总重量计在至少0.2重量%至不大于5重量%的范围内的Sr。

[0146] 实施例21.根据实施例2、3和20中任一项所述的颗粒材料,其中主体包含占主体的总重量的至少0.3重量%的Sr、或至少0.4重量%、或至少0.5重量%、或至少0.6重量%、或至少0.7重量%、或至少0.8重量%、或至少0.9重量%、或至少1重量%、或至少1.1重量%、

或至少1.2重量%、或至少1.3重量%、或至少1.4重量%、或至少1.5重量%、或至少1.6重量%、或至少1.7重量%、或至少1.8重量%、或至少1.9重量%、或至少2重量%、或至少2.1重量%、或至少2.2重量%、或至少2.3重量%、或至少2.4重量%或至少2.5重量%的Sr。

[0147] 实施例22. 根据实施例2、3和20中任一项所述的颗粒材料,其中主体包含占主体的总重量的不大于4.9重量%、或不大于4.8重量%、或不大于4.7重量%、或不大于4.6重量%、或不大于4.5重量%、或不大于4.4重量%、或不大于4.3重量%、或不大于4.2重量%、或不大于4.1重量%、或不大于4重量%、或不大于3.9重量%、或不大于3.8重量%、或不大于3.7重量%、或不大于3.6重量%、或不大于3.5重量%、或不大于3.4重量%、或不大于3.3重量%、或不大于3.2重量%、或不大于3.1重量%、或不大于3重量%、或不大于2.9重量%、或不大于2.8重量%、或不大于2.7重量%、或不大于2.6重量%、或不大于2.5重量%的Sr。

[0148] 实施例23. 根据实施例1、2和4中任一项所述的颗粒材料,其中主体包含Ce,Ce的含量以主体的总重量计在至少0.05重量%至不大于2重量%的范围内。

[0149] 实施例24. 根据实施例3和23中任一项所述的颗粒材料,其中主体包含Ce,Ce的含量占主体的总重量的至少0.3重量%、至少0.4重量%、或至少0.5重量%、或至少0.6重量%、或至少0.7重量%、或至少0.8重量%、或至少0.9重量%、或至少1重量%、或至少1.1重量%、或至少1.2重量%、或至少1.3重量%或至少1.5重量%。

[0150] 实施例25. 根据实施例3和23中任一项所述的颗粒材料,其中主体包含Ce,Ce的含量占主体的总重量的不大于1.9重量%、或不大于1.8重量%、或不大于1.7重量%、或不大于1.6重量%、或不大于1.5重量%、或不大于1.4重量%、或不大于1.3重量%、或不大于1.2重量%、或不大于1.1重量%、或不大于1重量%、或不大于0.9重量%、或不大于0.8重量%、或不大于0.7重量%、或不大于0.6重量%或不大于0.5重量%。

[0151] 实施例26. 根据实施例1、2和3中任一项所述的颗粒材料,其中主体包含Sr和Ce,所述Sr:Ce的比率在至少1:1至不大于100:1的范围内。

[0152] 实施例27. 根据实施例4和26中任一项所述的颗粒材料,其中主体包含至少1.5:1、或至少1.8:1、或至少2:1、或至少2.5:1、或至少3:1、或至少3.5:1、或至少4:1、或至少4.5:1、或至少5:1、或至少6:1、或至少8:1或至少10:1的Sr:Ce比。

[0153] 实施例28. 根据实施例4和26中任一项所述的颗粒材料,其中主体包含不大于10:1、或不大于9:1、或不大于8:1、或不大于7:1、或不大于6:1、或不大于5:1、或不大于4:1的Sr:Ce比。

[0154] 实施例29. 根据实施例1、2、3和4中任一项所述的颗粒材料,其中主体包含占主体的总重量的不大于5重量%、或不大于4重量%、或不大于3重量%、或不大于2重量%、或不大于1重量%、或不大于0.5重量%或不大于0.1重量%的第三相,该第三相包含Ce。

[0155] 实施例30. 根据实施例1、2、3和4中任一项所述的颗粒材料,其中主体基本上由第一相和第二相组成。

[0156] 实施例31. 根据实施例1、2、3和4中任一项所述的颗粒材料,其中主体不含第三相。

[0157] 实施例32. 根据实施例1、2、3和4中任一项所述的颗粒材料,其中主体包含占主体的总重量的不大于0.5重量%的第三相,其中第三相包含氧化物、碳化物、氮化物、硼化物或它们的任意组合中的至少一者。

[0158] 实施例33. 根据实施例32所述的颗粒材料,其中第三相包含氧化物,该氧化物包括

选自由以下项组成的组中的至少一种元素:Li,Na,K,Mg,Ca,Sr,Ba,Y,Zr,Ti,Mn,Fe,Nb,Mo、Hf、Ta、La、Cr、Co、Ni、Cu、Zn或它们的任意组合。

[0159] 实施例34.根据实施例32所述的颗粒材料,其中第三相置于第一相和第二相之间的晶界处。

[0160] 实施例35.根据实施例32所述的颗粒材料,其中第三相具有的平均晶粒尺寸小于第一相的平均晶粒尺寸。

[0161] 实施例36.根据实施例32所述的颗粒材料,其中第三相具有的平均晶粒尺寸小于第二相的小板块的平均长度。

[0162] 实施例37.根据实施例1、2、3和4中任一项所述的颗粒材料,进一步包含固结磨料制品,该固结磨料制品包括颗粒材料。

[0163] 实施例38.根据实施例37所述的颗粒材料,其中固结磨料选自由以下项组成的组:带涂层的磨料、粘结磨料、非织造磨料、研磨刷或它们的组合。

[0164] 实施例39.根据实施例37所述的颗粒材料,其中固结磨料为带涂层的磨料制品,该带涂层的磨料制品包括布置成覆盖基底的单层颗粒材料。

[0165] 实施例40.根据实施例1、2、3和4中任一项所述的颗粒材料,其中颗粒材料为成形磨料颗粒,该成形磨料颗粒包括具有二维形状的主体,该二维形状由主体的主表面限定,选自由以下形状组成的组:多边形,不规则多边形,包括弧形或弯曲侧边或侧边部分的不规则多边形,椭圆形,数字,希腊字母字符,拉丁字母字符,俄罗斯字母字符,汉字字符,具有多边形形状组合的复杂形状,包括中心区域和多条臂的形状,或它们的任意组合。

[0166] 实施例41.根据实施例1、2、3和4中任一项所述的颗粒材料,其中颗粒材料是一种厚度受控的磨料颗粒,该磨料颗粒具有主体,在由主体的长度和宽度限定的平面中观察时,该主体具有实质上均匀的厚度和不规则的二维形状。

[0167] 实例1

[0168] 利用如下表1所列的各种组成制得五个不同的样品。这五个样品(S1、S2、S3、S4和S5)由包括41.5重量%勃姆石(以商品名Catapal B购得)的凝胶制得,并且制备时以1% $\alpha$ -氧化铝晶种接种并包含表1所列的重量百分比的掺杂剂。

[0169] 该混合物还包含55重量%的水和2.5重量%的硝酸。在生产工具中将混合物挤出为等边三角形开口,其中三角形开口的长度(三角形的边)为2.77mm,宽度为2.4mm,深度(高度)为0.53mm。生产工具由金属制成。在生产工具的开口表面上涂覆橄榄油润滑剂,以促进从生产工具中去除成形磨料颗粒的前体。将混合物置于约50°C的开口中干燥10分钟。然后从生产工具的开口中取出混合物。

[0170] 然后将干燥后的颗粒在标准大气压和空气气氛的旋转管式炉中在大约1000°C的煅烧温度下煅烧10分钟。煅烧的颗粒材料主要由过渡相氧化铝制成。使用BET测量孔体积,以确定煅烧颗粒的饱和和过饱和条件。

[0171] 表1

	样品 S1	样品 S2	样品 S3	样品 S4	样品 S5
目标组成	0.5 重量% CeO <sub>2</sub> 2 重量% SrO	0.5 重量% CeO <sub>2</sub> 5 重量% SrO	2 重量% CeO <sub>2</sub> 2 重量% SrO	0.5 重量% CeO <sub>2</sub> 0.1 重量% SrO	0 重量% CeO <sub>2</sub> 2 重量% SrO
[0172] 煅烧颗粒质量 (g)	195	189	192	199	196
Ce(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · 6H <sub>2</sub> O 质量 (g)	2.52	2.52	10.1	2.52	0
Sr(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 质量 (g)	8.17	20.42	8.17	0.41	8.17
去离子水质量 (g)	114	107	110	119	116

[0173] 对于每个样品,使用表1中所列的硝酸铈、硝酸锶和去离子水配制添加剂溶液。混合添加剂溶液,直至盐完全溶解。将煅烧后的颗粒放入烧杯中,并旋转搅拌煅烧后的颗粒。将整个添加剂溶液以雾状喷入烧杯中,同时混合煅烧后的颗粒以用添加剂溶液浸渍煅烧后的颗粒。浸渍后,将经过浸渍的粉末在设定为80℃的烘箱中干燥约12-15小时。将经过浸渍的颗粒置于在8rpm下运行并且设定为1430℃的Lindberg旋转炉中烧结约3分钟。在主表面上从顶部向下观察,所得的成形磨料颗粒通常为等边三角形,其长度(沿侧面)为约1650微米,高度为约300微米。

[0174] 样品S1-S5中的每个的SEM图像分别如图8-12所示。根据以下方法,对每个样品进行电感耦合等离子体(ICP)分析,以测量第二相的组成。ICP分析的结果列于表2中。ICP测量使用已知技术完成。

[0175] 表2

		S1	S2	S3	S4	S5
[0176] ICP	重量% SrO	1.8	4.8	1.82	0.11	1.9
	重量% CeO <sub>2</sub>	0.44	0.48	1.9	0.49	0.0

[0177] 值得注意的是,样品S1表现出均匀分布的第二相的小板块。样品2具有大量小板块簇。图2C和2D表示样品S2的微结构。样品S3表现出大量的第三相部分,这在其他样品中不容易观察到。样品S4的微结构不包括具有小板块的第二相。样品S5看起来具有包括小板块的第二相,但是还包括第一相,该第一相与样品S1的第一相相比具有明显更大的平均晶体尺寸。

[0178] 样品S1-S5的成形磨料颗粒的研磨性能根据标准单颗磨粒研磨试验(SGGT)进行评估。在执行SGGT的过程中,通过环氧树脂粘结材料将单颗成形磨料颗粒固定在磨料保持器

中。将成形磨料颗粒固定在所需的方向(即主表面方向或侧表面方向)上,并以22m/s的轮速在304不锈钢工件上移动,划痕长度为8英寸,并且初始划痕深度为30微米。成形磨料颗粒安装为使得三角形尖端朝上,并且被构造为首先撞击工件。成形磨料颗粒在工件上产生具有横截面积(AR)的凹槽。对于每个样品组,每个成形磨料颗粒在8英寸长的长度上完成15次通过,在每个方向上测试10颗单独的颗粒,并对结果进行分析。该测试测量工件上的磨料在平行于工件表面的方向和凹槽的方向上施加的切向力,并且测量从划痕长度开始到结束的凹槽横截面积的净变化,以确定成形磨料颗粒磨损率。测量每次通过时的凹槽横截面积的净变化。对于SGGT,将每次通过的凹槽横截面积的最小阈值设置为至少1000平方微米。如果颗粒未能形成具有最小阈值横截面积的凹槽,则不记录该次通过的数据。

[0179] 在成形磨料颗粒相对于工件的两个不同方向上进行SGGT。对于每个样品,在成形磨料颗粒第一样品组的主表面方向上进行SGGT,其中每个成形磨料颗粒的主表面均垂直于研磨方向,使得主表面在工件上开始研磨。成形磨料颗粒第二样品组取向为侧表面方向,其中每个成形磨料颗粒的侧表面垂直于研磨方向,并且作为研磨过程中的前导表面。

[0180] 图13包括在正面方向(即,主表面方向)和侧表面方向上由SGGT得到的样品S1-S5的单位面积作用力曲线图。如图所示,与样品S2-S5相比,样品S1的正面和侧面方向的单位面积总作用力最低。单位面积总作用力越低,磨料颗粒的切割或研磨作用越有效。

[0181] 本申请代表了与现有技术不同之处。尽管业内已经认识到氧化铝材料可具有某些添加剂,但是特定添加剂组合的作用、由此类添加剂所形成的相以及由含量受控的此类添加剂所形成的微结构仍然是一个重要的研究领域。本文实施例中所述的颗粒材料可通过特定的方法形成,并且得到特定的微结构,其可以促进颗粒材料尤其是作为磨料的性能改进。

[0182] 以上公开的主题应该理解为示例性的而非限制性的,我们希望所附的权利要求涵盖所有落在本发明实质范围内的该等修改、提高和其他实施例。因此,在法律所允许的最大程度上,本发明的范围由所附权利要求及其等同物的最宽可允许解释限定,并且不受上述详细描述约束或限制。

[0183] 提供说明书摘要旨在遵守专利法,并且在提交时理解其将不用于解释或限制权利要求的范围或含义。此外,在上述具体实施方式中,出于简化本公开的目的,可以将各种特征组合在一起或在单个实施例中描述。本公开不应理解为体现这样的意图:受权利要求书保护的实施例要求比每项权利要求中所明确列举的更多的特征。而是,如以下权利要求所反映的,发明主题可涉及少于本发明所公开的实施例的任一者的所有特征。因此,将以下权利要求并入到具体实施方式中,其中每项权利要求如单独要求保护的主体那样独立存在。

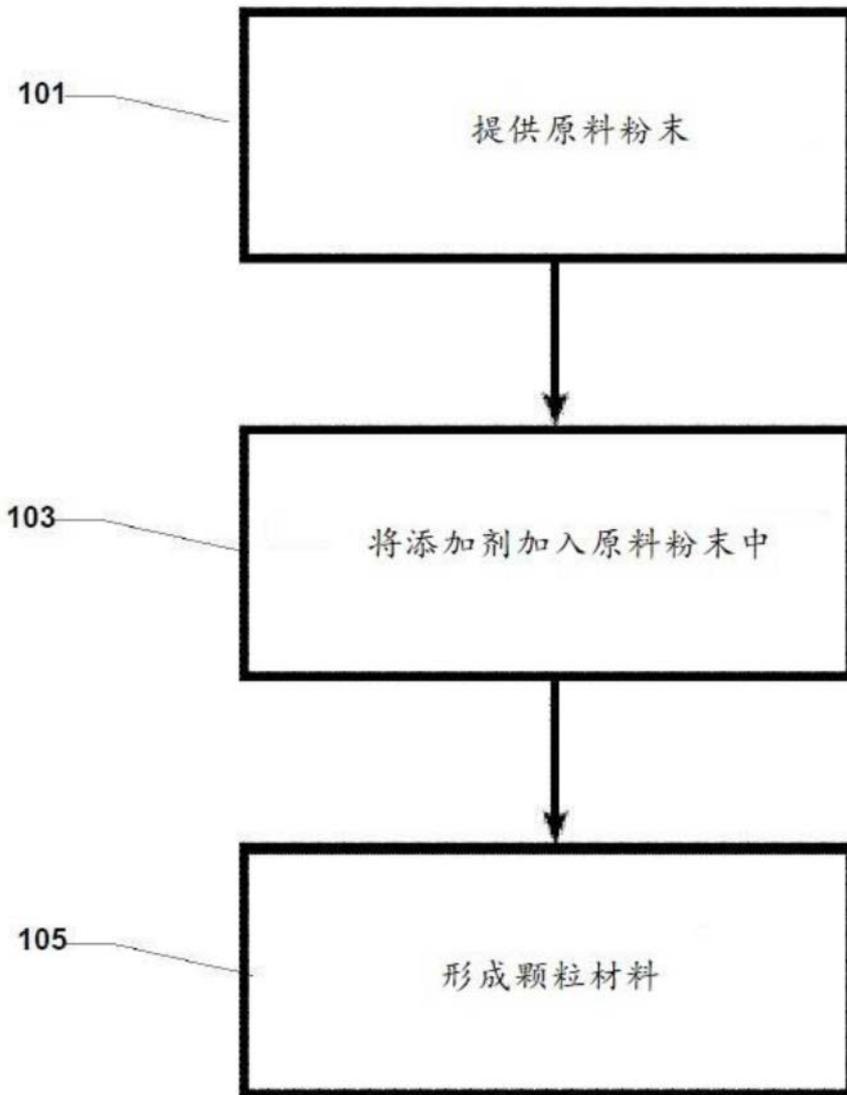


图1

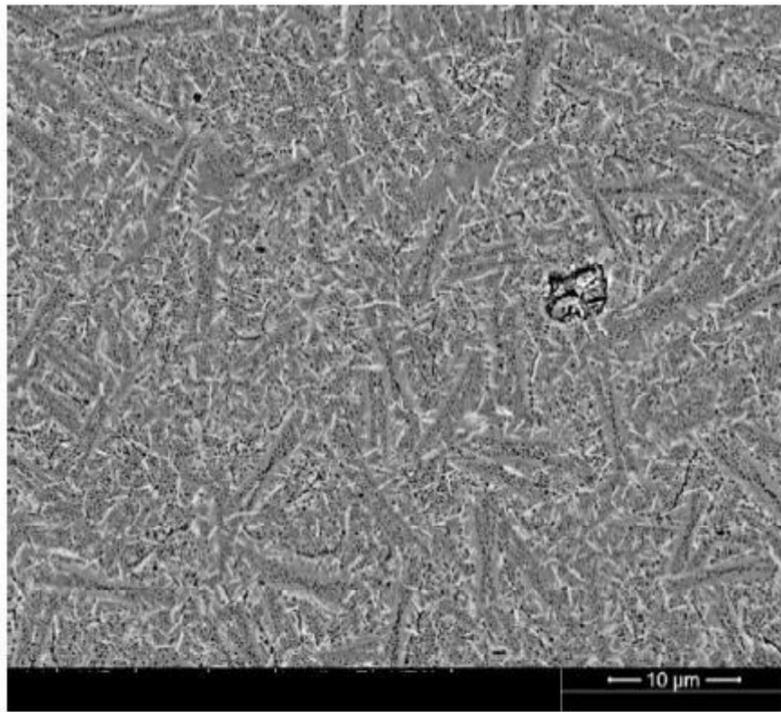


图2A

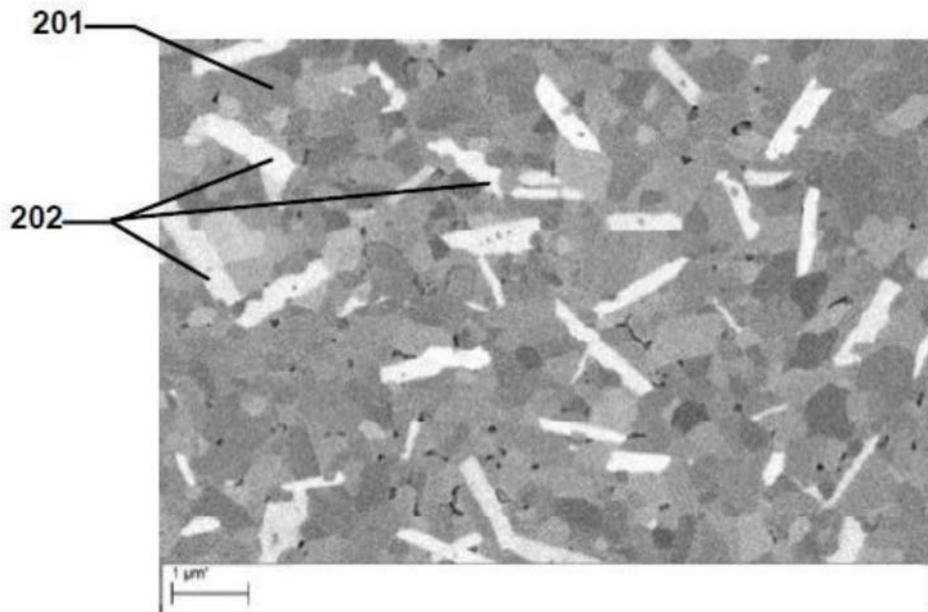


图2B

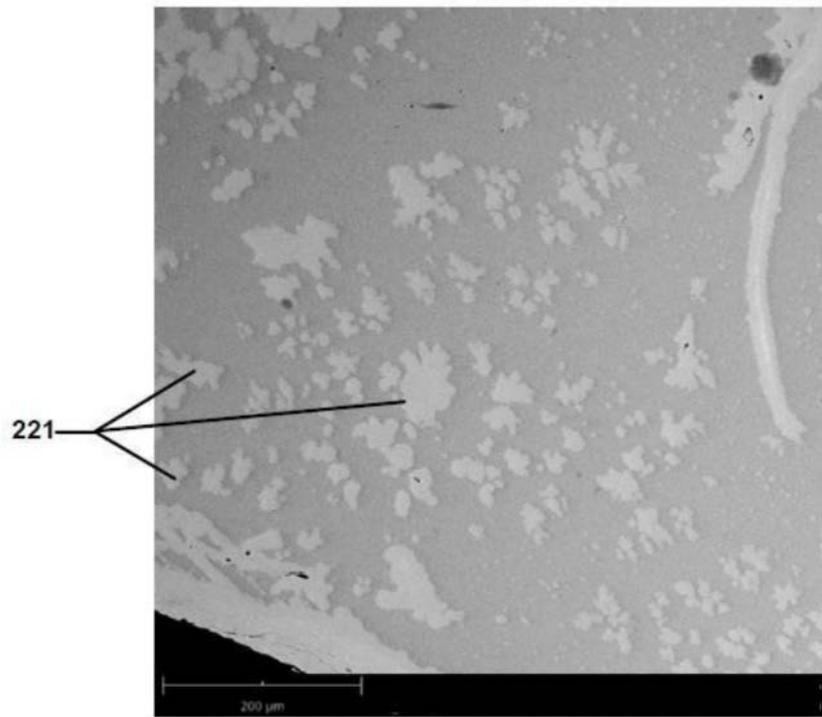


图2C

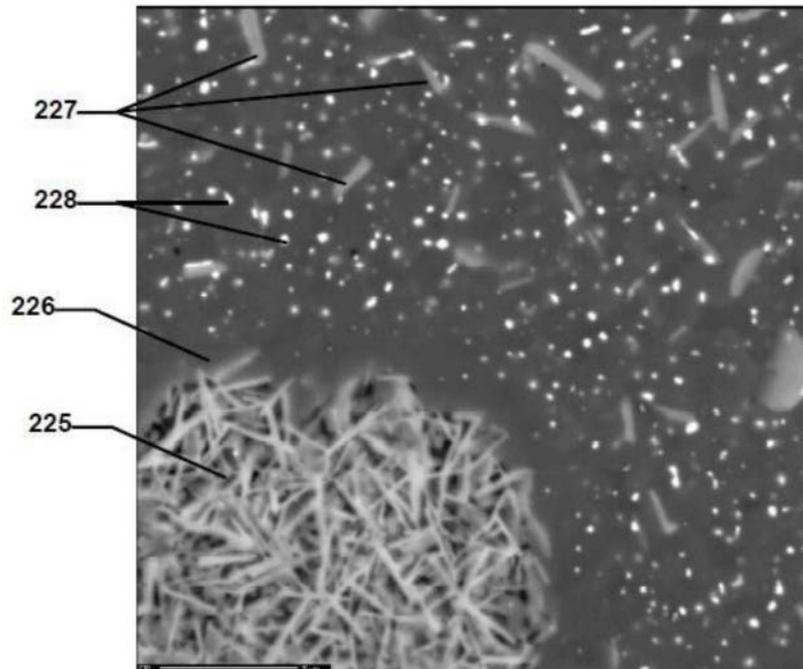


图2D

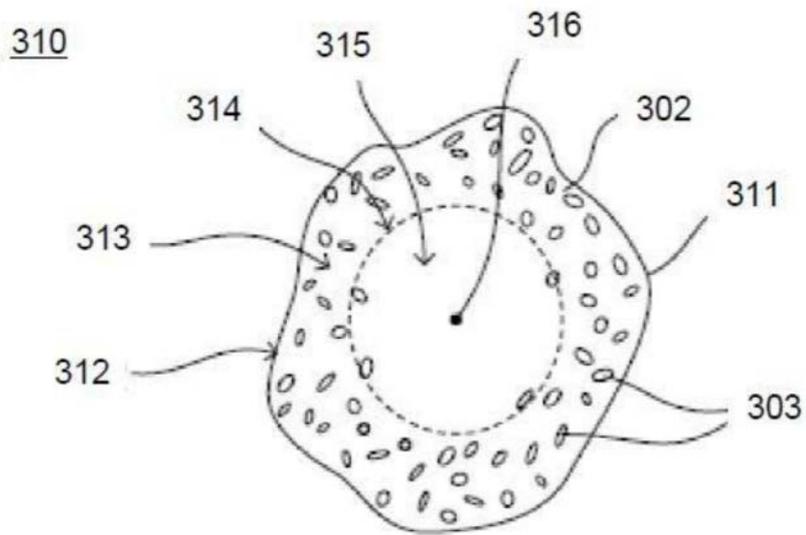


图3

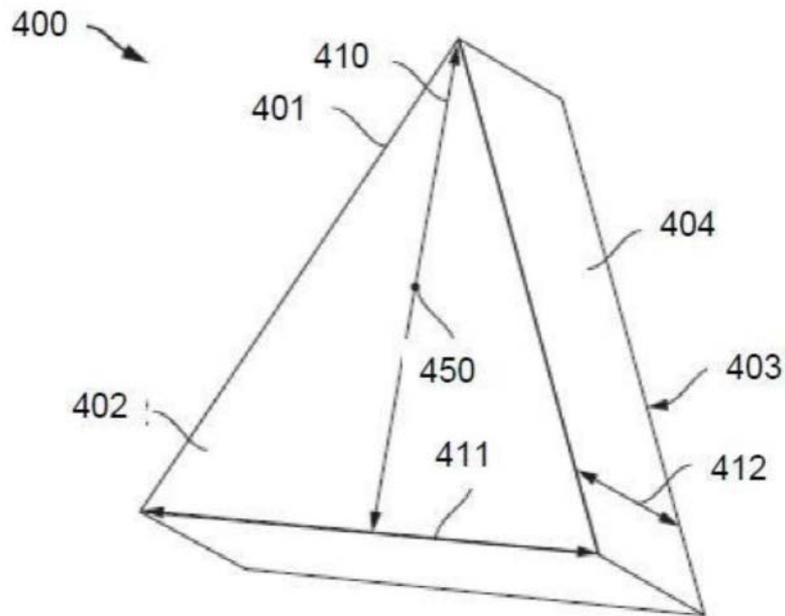


图4

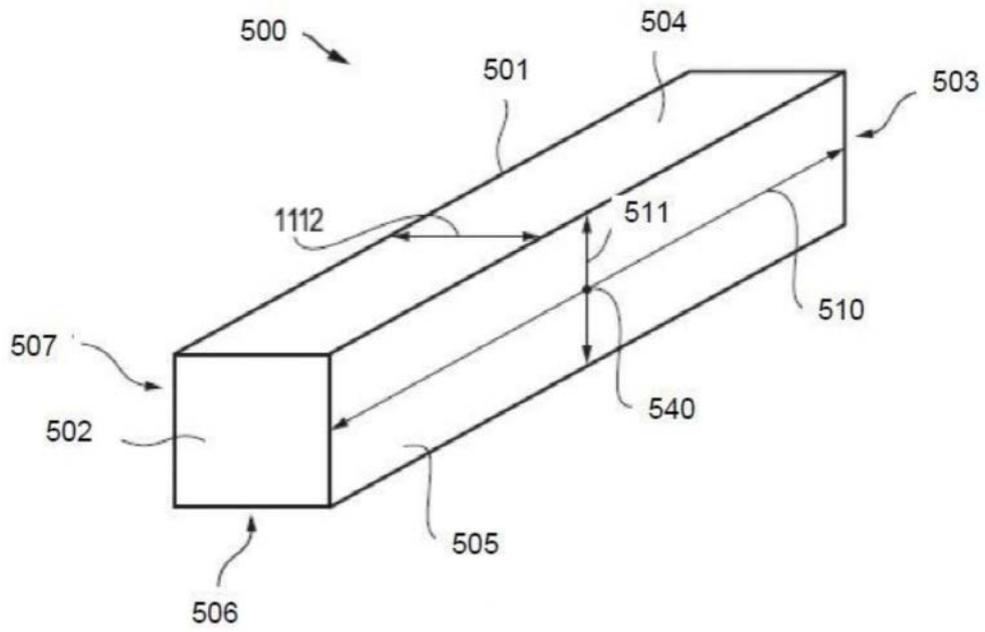


图5

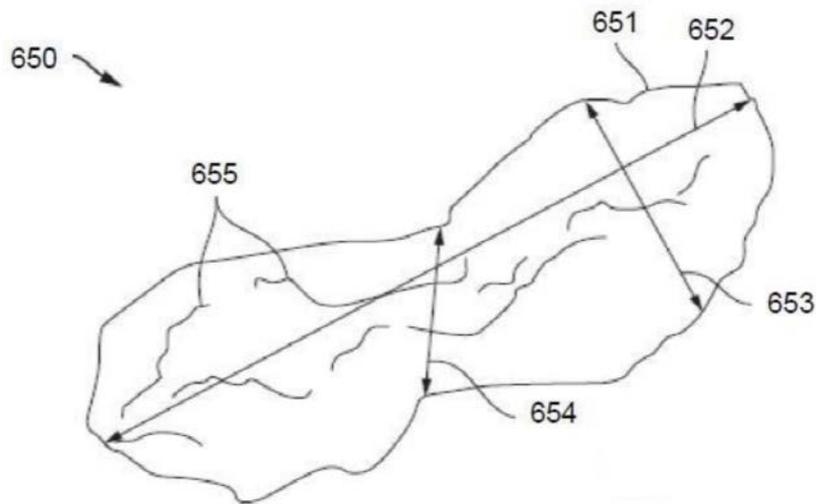


图6A

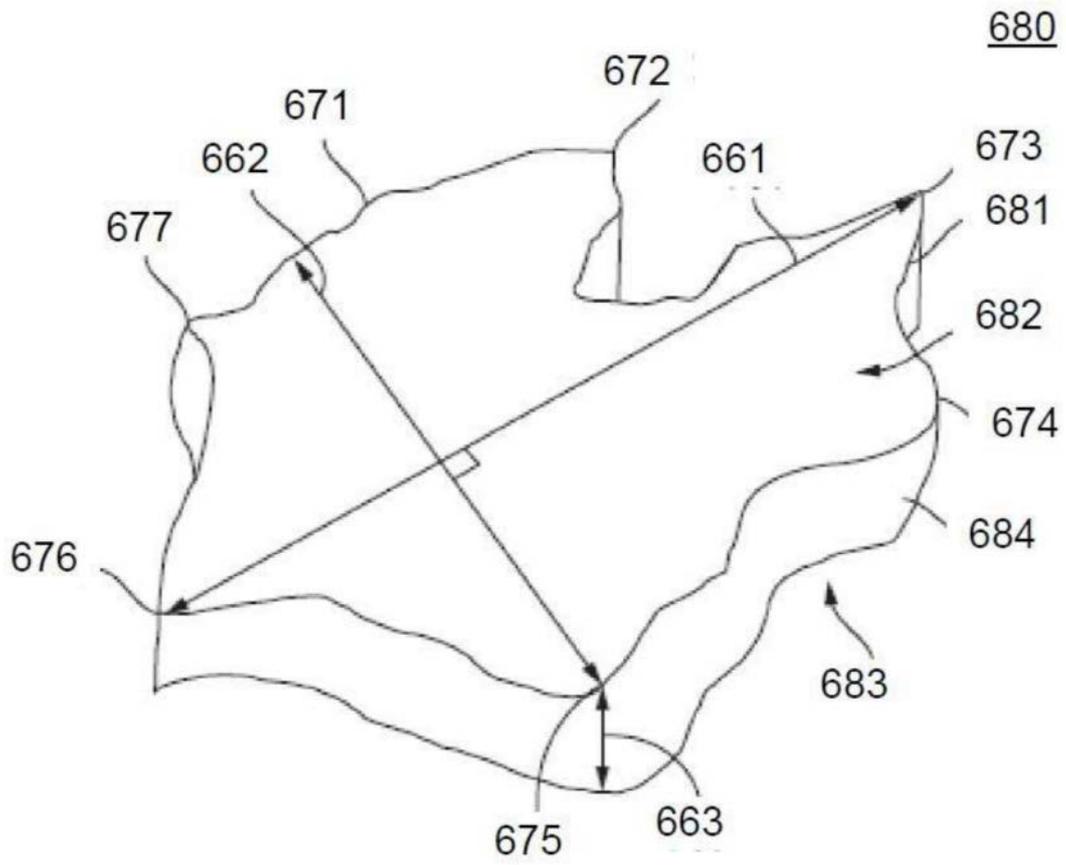


图6B

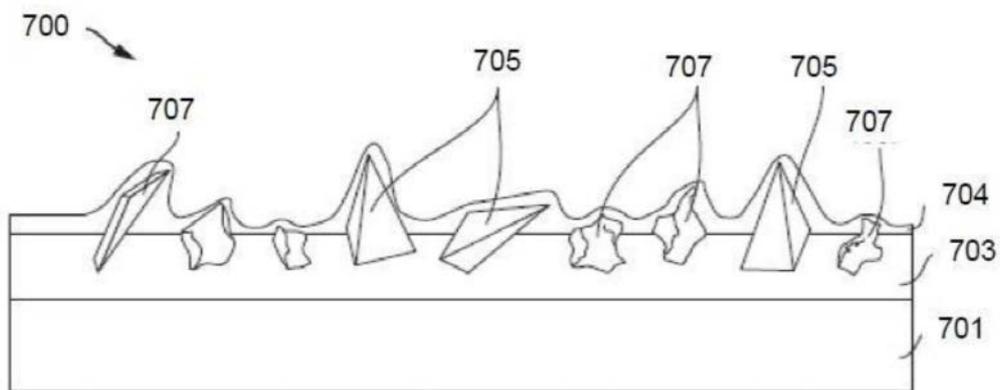


图7

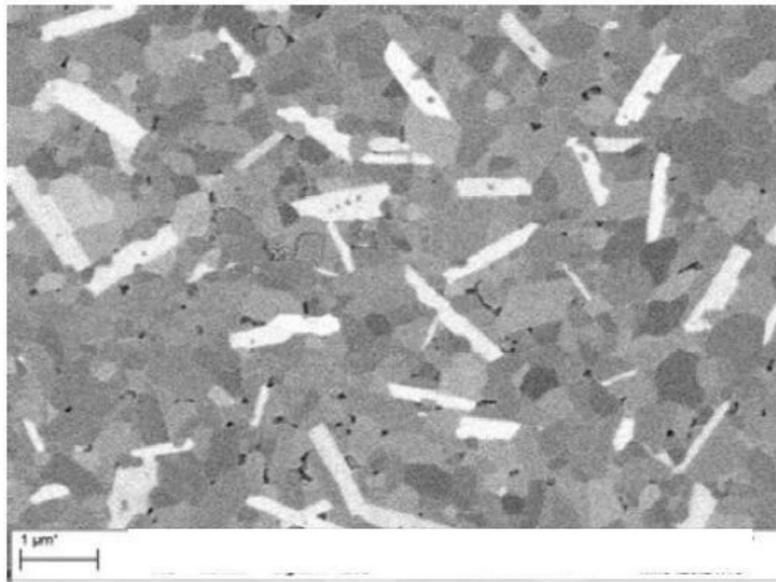


图8

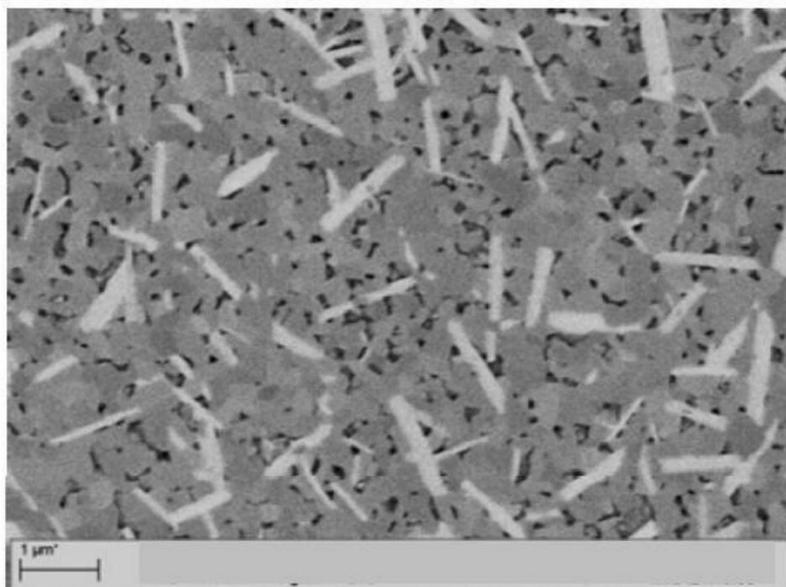


图9

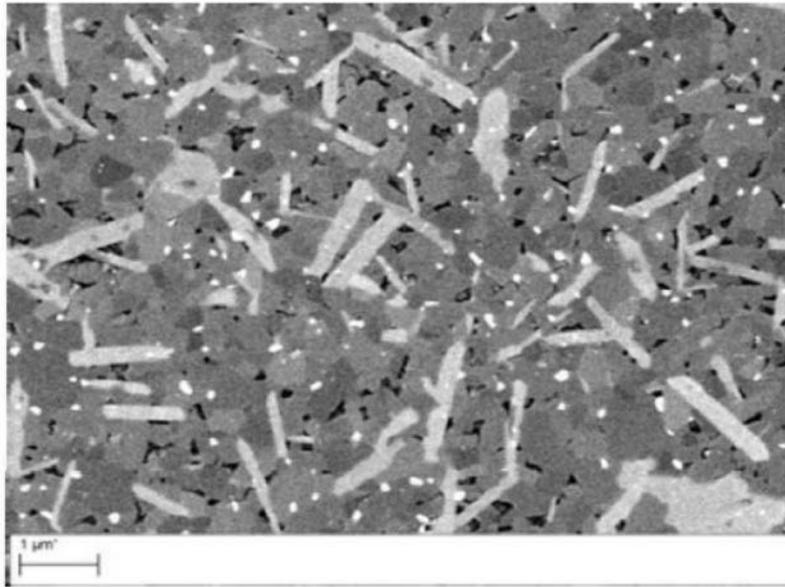


图10

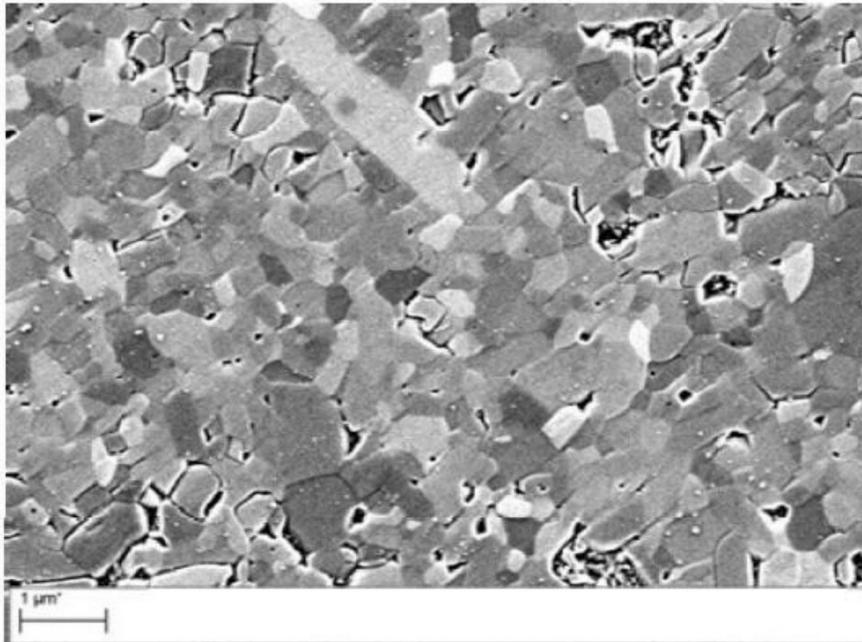


图11

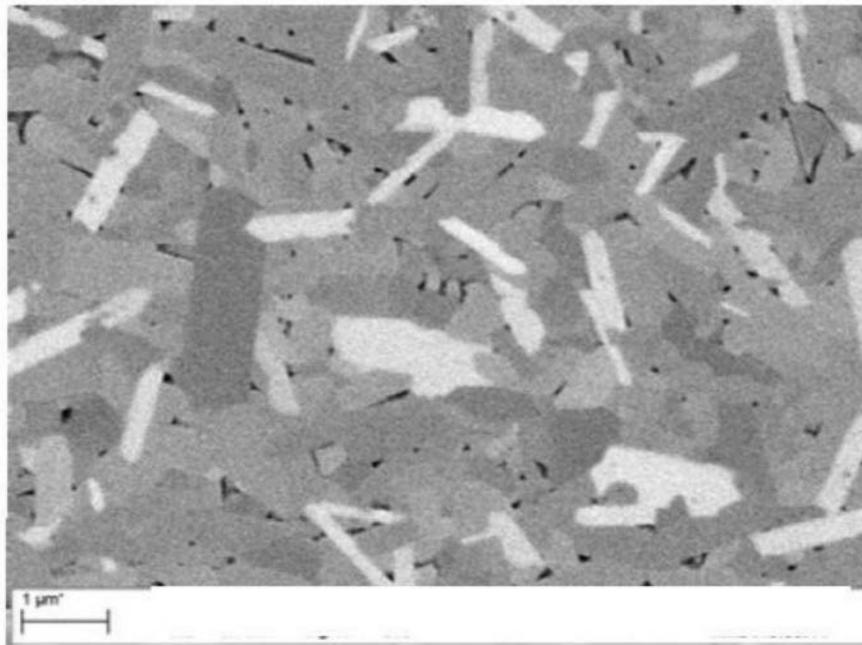


图12

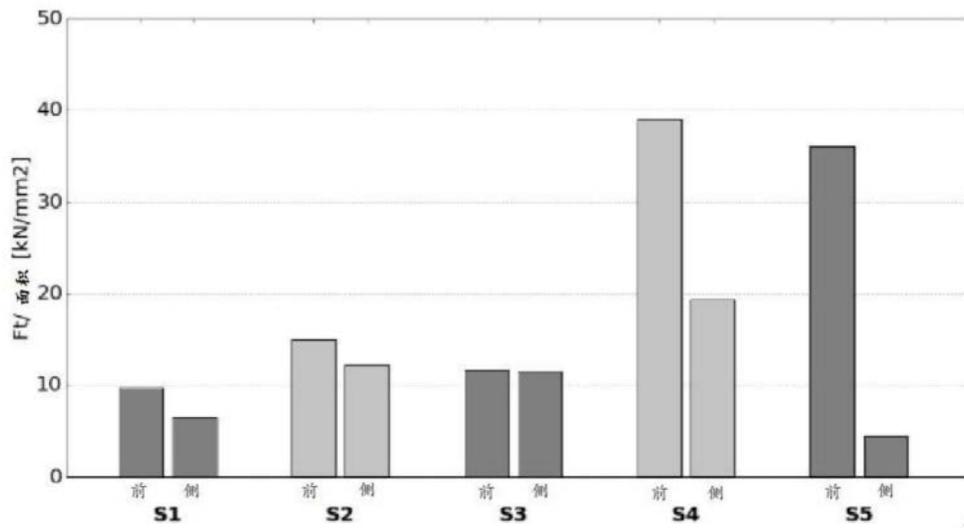


图13