



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109862999 A

(43)申请公布日 2019.06.07

(21)申请号 201780065264.7

罗纳德·D·杰斯密

(22)申请日 2017.10.10

托马斯·J·纳尔逊

(30)优先权数据

唐·V·韦斯特

62/412,440 2016.10.25 US

(74)专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

代理人 孙微 金小芳

2019.04.22

(86)PCT国际申请的申请数据

(51)Int.Cl.

PCT/US2017/055940 2017.10.10

*B24D 3/28*(2006.01)

(87)PCT国际申请的公布数据

*B24D 7/08*(2006.01)

W02018/080784 EN 2018.05.03

*B24D 18/00*(2006.01)

(71)申请人 3M创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72)发明人 约瑟夫·B·埃克尔

阿龙·K·尼纳贝尔

尼格斯·B·艾德弗里斯

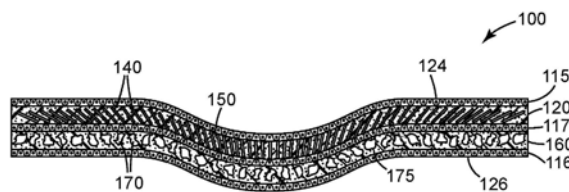
权利要求书2页 说明书22页 附图5页

(54)发明名称

粘结砂轮及其制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种粘结砂轮,所述粘结砂轮包括保留在有机粘结剂中的可磁化磨料颗粒。所述粘结砂轮有邻近中心毂的中心部分、外圆周和延伸穿过所述中心毂的旋转轴。与所述中心毂相邻的所述可磁化磨料颗粒相对于所述旋转轴以小于35度的平均角度对齐,并且与所述粘结砂轮的所述外圆周相邻的所述可磁化磨料颗粒相对于所述旋转轴以包括端值在内的35度至90度的平均角度对齐。还公开了制备粘结砂轮的方法。



1. 一种粘结砂轮,所述粘结砂轮包括保留在第一有机粘结剂中的可磁化磨料颗粒,其中所述粘结砂轮具有邻近中心毂的中心部分,其中所述粘结砂轮具有外圆周和延伸穿过所述中心毂的旋转轴,其中与所述中心毂相邻的所述可磁化磨料颗粒相对于所述旋转轴以小于35度的平均角度对齐,并且其中与所述粘结砂轮的所述外圆周相邻的所述可磁化磨料颗粒相对于所述旋转轴以包括端值在内的35度至90度的平均角度对齐。

2. 根据权利要求1所述的粘结砂轮,其中所述粘结砂轮包括:

主磨料层,所述主磨料层包括保留在所述第一有机粘结剂中的所述可磁化磨料颗粒;

次磨料层,所述次磨料层包括保留在第二有机粘结剂中的不可磁化磨料颗粒;和

第一加固材料,所述第一加固材料设置在所述主磨料层和所述次磨料层之间并且接触所述主磨料层和所述次磨料层。

3. 根据权利要求2所述的粘结砂轮,还包括与所述次磨料层接触并与所述第一加固材料相对的第二加固材料。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的粘结砂轮,其中所述可磁化磨料颗粒包括陶瓷体,每个陶瓷体具有设置在其上的相应的可磁化层。

5. 根据权利要求4所述的粘结砂轮,其中所述陶瓷体包括 $\alpha$ 氧化铝。

6. 根据权利要求4所述的粘结砂轮,其中所述陶瓷体包括陶瓷棒。

7. 根据权利要求4所述的粘结砂轮,其中所述陶瓷体包括陶瓷片状物。

8. 根据权利要求7所述的粘结砂轮,其中所述陶瓷片状物包括陶瓷截头三角形锥体。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的粘结砂轮,其中所述可磁化层基本上由金属或金属合金组成。

10. 根据权利要求1至8中任一项所述的粘结砂轮,其中所述可磁化层包括保留在粘结剂中的可磁化颗粒。

11. 一种制造粘结砂轮的方法,所述方法包括以下步骤:

a) 将第一可固化组合物的层设置在具有圆形模腔的模具中,所述圆形模腔具有邻近中心毂的中心部分,其中所述圆形模腔具有外圆周和延伸穿过所述中心毂的旋转轴,并且其中所述可固化组合物包括分散在第一有机粘结剂前体中的不可磁化磨料颗粒;

b) 将第一多孔加固材料设置在所述第一可固化组合物的层上;

c) 将第二可固化组合物的层设置在所述多孔加固材料和所述第一可固化组合物上,其中所述第二可固化组合物包含分散在第二有机粘结剂前体中的可磁化磨料颗粒;以及

d) 将磁场施加至所述可固化组合物,由此使得邻近所述中心毂的所述可磁化磨料颗粒相对于所述旋转轴以小于35度的平均角度对齐,并且其中与所述圆形模腔的所述外圆周相邻的所述可磁化磨料颗粒相对于所述旋转轴以包括端值在内的35度至90度的平均角度对齐;以及

e) 至少部分地固化所述可固化组合物以提供所述粘结砂轮。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中在所述步骤a)之前,将第二多孔加固材料放置在所述圆形模腔中,并且其中将所述第一可固化组合物的层设置在所述第二加固材料上。

13. 根据权利要求11或12所述的方法,还包括将所述粘结砂轮与所述模具分离。

14. 根据权利要求11至13中任一项所述的方法,其中步骤a)和步骤b)是同时的。

15. 根据权利要求11至13中任一项所述的方法,其中步骤b)和步骤c)是同时的。

16. 根据权利要求11至15中任一项所述的方法,其中步骤c)还包括压缩所述第一可固化组合物的层和所述第二可固化组合物的层。

17. 根据权利要求11至16中任一项所述的方法,其中步骤b)还包括机械搅拌至少所述第二可固化组合物的层。

18. 根据权利要求11至17中任一项所述的方法,其中所述可磁化磨料颗粒包括陶瓷体,每个陶瓷体具有设置在其上的相应的可磁化层。

19. 根据权利要求18所述的方法,其中所述陶瓷体包括陶瓷棒。

20. 根据权利要求18所述的方法,其中所述陶瓷体包括陶瓷片状物。

21. 根据权利要求20所述的方法,其中所述陶瓷片状物包括陶瓷截头三角形锥体。

22. 根据权利要求18至21中任一项所述的方法,其中所述可磁化层基本上由金属或金属合金组成。

23. 根据权利要求18至21中任一项所述的方法,其中所述可磁化层包括保留在粘结剂中的可磁化颗粒。

24. 根据权利要求18至23中任一项所述的方法,其中所述陶瓷体包含 $\alpha$ -氧化铝。

## 粘结砂轮及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本公开广义地涉及粘结磨具制品及其制备和使用方法。

### 背景技术

[0002] 粘结砂轮包括通过圆轮形状的粘结介质(即粘结剂)粘结在一起的磨粒,该砂轮通常围绕中心毂。粘结砂轮包括(例如)砂轮和切割轮。粘结介质可以为有机树脂(例如,树脂粘结轮),但也可以是诸如陶瓷或玻璃(即玻璃质粘结轮)的无机材料。

[0003] 各种形状的砂轮可由固定安装的电机(例如台式研磨机)驱动,或附接至手动操作的便携式研磨机并且由其驱动。手动操作的便携式研磨机通常相对于工件表面以微小的角度固定,并且可用于将例如焊道、飞翅、浇口和冒口从铸件磨掉。

[0004] 与手持式角磨机一起使用的砂轮通常为直径适中(例如,4至9英寸(10至23厘米))的薄轮,该砂轮构造类似于切割轮,但其在使用中,以通常小于约45度的角度接触正在被研磨的工件,相比之下,切割轮以通常更接近90度的角度使用。

[0005] 包括杆形磨粒(下文称为“磨粒”)的砂轮是已知的。某些磨粒是通过使用氧化铝前体的溶胶-凝胶挤出工艺,随后烧制氧化铝前体以形成 $\alpha$ 氧化铝制成的。例如,美国专利3,183,071(Rue等人)和3,481,723(Kistler等人)公开了由挤出杆形多晶 $\alpha$ 氧化铝磨料砂粒制成的在重型荒磨操作中使用的砂轮。Kistler等人广义地提到了直径为约26至160密耳(0.65至3.28mm)的挤出多晶烧制氧化铝磨粒的用途,该磨粒通过挤出 $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ 或其他合适的含细氧化铝的颗粒的浆液形成,该浆液已与有机粘结剂混合以有利于挤出。相似地,美国专利33,387,957(Howard)将铝土矿挤出为小直径圆柱形直杆。

[0006] 磨粒相对于粘结砂轮的工作(即研磨)表面的取向对砂轮的性能来说可以是重要的。美国专利3,495,960(Schladitz)公开了由可粘结的并且硬化的塑性支撑元件形成的构件,该构件用于表面修整工件以提供光泽、透明和闪亮外观。该构件具有平滑的工作表面并且设置有多个金属可磁化杆形磨料原丝,这些磨料原丝在构件内彼此基本上平行地对齐并且通常垂直于工作表面定位以限定磨料原丝的一部分。

[0007] 切割效率和磨粒断裂机制随着磨粒取向而变化。对于磨粒,为改善切割和破碎情况,一般优选地,砂轮和/或工件的相对运动为由此使得细长磨粒的末端而不是细长磨粒的侧面呈现在工作表面处。

### 发明内容

[0008] 有利的是,根据本公开的粘结砂轮长用作直角砂轮时可提供切割方面的改进。由于用户偏好,与工件的角度差异可影响研磨性能。应当期望具有这样的粘结砂轮,其可用于在多个取向进行手磨,并且在许多使用角度下都具有良好的研磨性能。

[0009] 有利的是,本发明人已发现了一种在粘结砂轮内可变地使磨粒取向的方法,该方法能够显著改善研磨性能。使用可磁化磨料颗粒实现这种可变对齐,该可磁化磨料颗粒在粘结砂轮的制造期间通过磁场对齐。

[0010] 在第一方面,本公开提供了一种粘结砂轮,包括保留在第一有机粘结剂中的可磁化磨料颗粒,其中粘结砂轮具有邻近中心毂的中心部分,其中粘结砂轮具有外圆周和延伸穿过中心毂的旋转轴,其中邻近中心毂的可磁化磨料颗粒相对于旋转轴以小于35度的平均角度对齐,并且其中与粘结砂轮的外圆周相邻的可磁化磨料颗粒相对于旋转轴以35至90度(包括端值在内)的平均角度对齐。

[0011] 在第二方面,本公开还提供了一种制备粘结砂轮的方法,该方法包括以下步骤:

[0012] a) 将第一可固化组合物的层设置在具有圆形模腔的模具中,该圆形模腔具有邻近中心毂的凹陷中心部分,其中圆形模腔具有外圆周和延伸穿过中心毂的旋转轴,并且其中该可固化组合物包括分散在第一有机粘结剂前体中的不可磁化磨料颗粒;

[0013] b) 将第一多孔加固材料设置在第一可固化组合物的层上;

[0014] c) 将第二可固化组合物的层设置在多孔加固材料和第一可固化组合物上,其中第二可固化组合物包括分散在第二有机粘结剂前体中的可磁化磨料颗粒;以及

[0015] d) 将磁场施加至可固化组合物,由此使得邻近中心毂的可磁化磨料颗粒相对于旋转轴以小于35度的平均角度对齐,并且其中与圆形模腔的外圆周相邻的可磁化磨料颗粒相对于旋转轴以35度至90度(包括端值在内)的平均角度对齐;以及

[0016] e) 使可固化组合物至少部分地固化,以提供粘结砂轮。

[0017] 如本文所用:

[0018] 所用术语“与...对齐”是指粘结砂轮的旋转轴的对齐,是指在杆的情况下与其纵向轴对齐,并且在小片的情况下是指与小片的最大平坦表面对齐。

[0019] 关于粘结砂轮的中心毂或外圆周使用的术语“相邻”意思是在轮半径的10%的距离内,优选在5%内,并且更优选在1%内。

[0020] 术语“中心毂”是指粘结砂轮的中心区域,该中心区域在正常使用中接合和/或接触动力工具的可旋转轴。示例包括心轴孔、衬有套筒的心轴孔、索环或铆钉、其中填充有插件的心轴孔以及居中粘附到粘结砂轮的机械紧固件。

[0021] 术语“陶瓷”是指由至少一种与氧气、碳、氮或硫混合的金属元素(其可包括硅)制成的各种硬质、脆性、耐热和耐腐蚀材料中的任一种。例如,陶瓷可以是结晶的或多晶的。

[0022] 术语“亚铁磁体”是指呈现出亚铁磁性的材料。亚铁磁性是在固体中发生的一种永磁,在固体中,与单个原子相关联的磁场自发地对齐,一些固体是平行的或沿相同的方向(如铁磁性),而另一些通常是反平行的或沿相反的方向配对(如反铁磁性)。亚铁磁体材料的单晶的磁性行为可归因于平行对齐;这些在反平行排列中的原子的稀释效应将这些材料的磁强度通常保持为小于纯铁磁体固体诸如金属铁的磁强度。亚铁磁性主要出现在称为铁氧体的磁性氧化物中。产生亚铁磁性的自发对齐在被称为居里点的温度以上被完全破坏,这是每种亚铁磁体材料的特征。当材料的温度降至居里点以下时,亚铁磁性恢复。

[0023] 术语“铁磁体”是指呈现出铁磁性的材料。铁磁性是一种物理现象,其中某些不带电荷的材料强烈吸引其他材料。相比于其他物质,铁磁体材料容易被磁化,并且在强磁场中,磁化接近称为饱和的明确极限。当施加磁场然后将其去除时,磁化不恢复到其初始值。此现象被称为磁滞。当加热至称为居里点的某个温度时(每种物质的居里点通常是不同的),铁磁体材料丧失其特征性并且不再有磁性;然而,它们在冷却时再次变为铁磁体。

[0024] 术语“磁性”和“磁化”意味着在20°C时是铁磁体或亚铁磁体,或者除非另外指明,

否则能够制备成铁磁体或亚铁磁体。优选地,根据本公开的可磁化层要么具有要么可通过接触所施加的磁场而制成具有至少0.001电磁单位(emu)、更优选至少0.005emu、更优选0.01emu、至多包括0.1emu的磁矩,但这并不是必须的。

[0025] 术语“磁场”是指不是由任何一个或多个天体(例如,地球或太阳)产生的磁场。一般来讲,在本公开实施过程中使用的磁场在被取向的可磁化磨料颗粒的区域中具有场强为至少约10高斯(1mT)、优选地至少约100高斯(10mT)并且更优选地至少约1000高斯(0.1T)。

[0026] 术语“可磁化的”意味着能够被磁化或已经处于磁化状态。

[0027] 术语“磨料杆”是指长度至少是其宽度和厚度的3倍(优选至少5倍、至少8倍或甚至至少10倍)的磨粒。杆可为圆柱形或棱柱形(例如,三面棱柱、四面棱柱、五面棱柱或六面棱柱),并且可朝向其中间或末端逐渐变细。

[0028] 术语“成形陶瓷体”是指在其制备过程中,某种情况下已有意成形(例如挤出、模切、模制、丝网印刷)的陶瓷体,由此使得所得陶瓷体为非随机成形的。如本文所用,术语“成形陶瓷体”排除通过机械粉碎操作和铣削操作获得的陶瓷体。

[0029] 术语“精确成形陶瓷体”是指这样一种陶瓷体,其中陶瓷体的至少一部分具有预定的形状,该预定的形状从用于形成前体精确成形陶瓷体的模具腔复制,该前体精确成形陶瓷体被烧结以形成精确成形陶瓷体。

[0030] 术语“长度”是指物体的最长尺寸。

[0031] 术语“宽度”是指物体的垂直于其长度的最长尺寸。

[0032] 术语“厚度”是指物体的垂直于其长度和宽度两者的最长尺寸。

[0033] 术语“纵横比”是指物体的长度/厚度的比率。

[0034] 术语“显著”意指在所提及属性的35%内(优选地在约30%内、更优选地在25%内、更优选地在20%内、更优选地在10%内并且更优选地在5%内)。

[0035] 在考虑具体实施方式以及所附权利要求书时,将进一步理解本公开的特征和优点。

## 附图说明

[0036] 图1是根据本公开的实施方案的示例性中心凹陷式粘结砂轮100的示意透视图。

[0037] 图1A是沿线1A-1A截取的图1所示的中心凹陷式粘结砂轮100的示意性剖视图。

[0038] 图2是可用于制备根据本公开的粘结砂轮的示例性可磁化磨料杆200的示意性透视图。

[0039] 图2A是沿线2A-2A截取的可磁化磨料杆200的示意性剖视图。

[0040] 图3是可用于制备根据本公开的粘结砂轮的示例性可磁化成形磨料片300的示意性俯视图。

[0041] 图3A是沿线3A-3A截取的可磁化成形磨料片300的示意性剖视图。

[0042] 图4是示出磁力线如何使模具腔中的磁性磨粒取向的示意图。

[0043] 图5是实施例1中制备的中心凹陷式砂轮的横截面的照片。

[0044] 图6是比较例A中制备的中心凹陷式砂轮的横截面的照片。

[0045] 图7是实施例2中制备的中心凹陷式砂轮的横截面的照片。

- [0046] 图8是比较例B中制备的中心凹陷式砂轮的横截面的照片。
- [0047] 图9A是用于制备颗粒SAP1的模具910中的代表性模具腔900的示意性俯视图。
- [0048] 图9B是沿图9A的线9B-9B截取的模具腔900的示意性剖视图。
- [0049] 图9C是沿图9A的线9C-9C截取的模具腔900的示意性剖视图。
- [0050] 在说明书和附图中重复使用的参考符号旨在表示本公开的相同或类似的特征结构或元件。应当理解,本领域的技术人员可以设计出许多落入本公开原理的范围内及符合本公开原理的实质的其它修改形式和实施方案。附图可不按比例绘制。

### 具体实施方式

[0051] 现在参考图1和图1A,根据本公开的一个实施方案的具有前表面124的示例性中心凹陷式粘结砂轮100包括主磨料层120。主磨料层120包括保留在第一有机粘结剂150中的可磁化磨料颗粒140(示为杆)。任选次磨料层160限定与前表面124相对的后表面166。次磨料层160粘结至主磨料层120。任选次磨料层160包括保留在第二有机粘结剂175中的不可磁化磨料颗粒170(例如粉碎的磨粒)。第二有机粘结剂175与第一有机粘结剂150可以相同或不同。在一些实施方案中,次磨料层160不存在。

[0052] 中心凹陷式粘结砂轮100具有中心凹陷部分104,该中心凹陷部分环绕从前表面124延伸至后表面126的中心毂190,该中心毂,例如,可用于附接至动力驱动工具(未示出)。主磨料层120任选地还包括主加固材料115,其与主磨料层120的前表面124相邻。任选次磨料层160任选地还包括邻近后表面166的副加固材料116。任选加固材料117被夹在主磨料层120和次磨料层160之间,并且/或者被设置在主磨料层120和次磨料层160的接合处。在一些实施方案中,该主磨料层和次磨料层彼此接触,而在其他实施方案中,它们通过一种或多种另外的元件(如,任选地包含加固材料117的一层第三有机粘结剂)粘结至彼此。

[0053] 在一些实施方案中,多于一个(例如,至少2个、至少3个、至少4个)包含可磁化磨料颗粒的磨料层可包括在粘结砂轮中。这些磨料层可在相同或不同的磁场取向制备。

[0054] 中心凹陷式粘结砂轮100具有旋转轴195,轮在使用时围绕该旋转轴旋转,并且该旋转轴大致垂直于中心凹陷式砂轮的圆盘。与中心毂190相邻的可磁化磨料颗粒140相对于旋转轴195以小于35度(优选地小于30度、更优选地小于25度并且甚至更优选地小于20度)的平均角度对齐。与粘结砂轮相邻的外圆周168的可磁化磨料颗粒140相对于旋转轴195以35至90度(优选地40至90度、更优选地50至90度、更优选地60至90度、更优选地75至90度)(包括端值在内)的平均角度对齐。

[0055] 可在本公开实施过程中使用的可磁化磨料颗粒各自具有相应的陶瓷体,该陶瓷体具有设置在其至少一部分上的可磁化层。示例性陶瓷体包括陶瓷体(例如,粉碎的陶瓷磨粒)和陶瓷片状物(例如,三角形陶瓷片状物)。可用的陶瓷体可具有的平均纵横比(即长度与厚度比)为至少3、优选为至少4、更优选为至少5并且甚至更优选为至少8。可用的陶瓷片状物包括三角形陶瓷片状物(例如,三棱柱陶瓷片状物和截头三角形陶瓷片状物)。

[0056] 现在参考图2和图2A,示例性可磁化磨料颗粒200包括具有设置在其整个外表面230上的可磁化层220的圆柱形陶瓷体210。

[0057] 同样,在图3和图3A中,示例性可磁化磨料颗粒300包括具有设置在其整个外表面330上的可磁化层370的截头三角形陶瓷片状物360。可磁化磨料颗粒300具有通过侧壁

325a、325b、325c而彼此连接的对置主表面321和323。

[0058] 在一些实施方案中,可磁化层覆盖陶瓷体,从而将其包封。可磁化层可以是单一可磁化材料(例如,蒸汽涂覆的可磁化金属),或者其可以包括粘结剂中的可磁化颗粒。在一些实施方案中,陶瓷体是精确成形的。

[0059] 用于可磁化层的示例性可用的可磁化材料可包含:铁;钴;镍;各种等级的以Permalloy销售的镍和铁的各种合金;以FerNiCo、Kovar、FerNiCo I或FerNiCo II销售的各种铁、镍和钴合金;各种等级的以Alnico销售的铁、铝、镍、钴,有时还有铜和/或钛的各种合金;以Sendust合金销售的铁、硅和铝合金(通常为约85:9:6重量份);Heusler合金(例如,Cu<sub>2</sub>MnSn);锰铋化物(也称为铋化锰);稀土可磁化材料,例如钐、镨、钕、氧化钕、钕合金、铁和硼(例如,Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B)以及钐和钴的合金(例如,SmCo<sub>5</sub>);MnSb;MnOFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;Y<sub>3</sub>Fe<sub>5</sub>O<sub>12</sub>;CrO<sub>2</sub>;MnAs;铁氧体,诸如铁氧体、磁铁矿;铁酸锌;铁酸镍;铁酸钴;铁酸镁;铁酸钡,以及铁酸铈;钕铁石榴石;以及前述的组合。在一些优选的实施方案中,可磁化材料包括至少一种金属,该金属选自铁、镍和钴、两种或更多种此类金属的合金或至少一种拥有选自磷和锰的元素的此类金属的合金。在一些优选的实施方案中,可磁化材料为合金(例如,Alnico合金),合金包含8至12重量百分比(重量%)的铝、15重量至26重量%的镍、5重量至24重量%的钴、至多6重量%的铜、至多1重量%的钛,其中将材料的剩余部分添加至至多100重量%的是铁。

[0060] 在一些实施方案中,使用气相沉积技术,例如物理气相沉积(PVD),包括磁控溅射,可沉积可磁化层。各种颗粒的PVD金属化公开于例如美国专利4,612,242(Vesley)和7,727,931(Brey等人)。金属可磁化层通常可通过这种一般方式制备。

[0061] 在一些实施方案中,可磁化层包括保留在可磁化颗粒中的粘结剂。粘结剂可以是无机的(例如玻璃质)或是有机树脂基的,并且通常由相应的粘结剂前体形成。

[0062] 用于可磁化层的合适的粘结剂可以是玻璃质的或有机的,例如,如下文所述的粘结剂130。优选地,可磁化层的粘结剂是有机的,因为用于无机粘结剂前体的高温固化条件可趋于降解可磁化颗粒的可磁化特性。

[0063] 有机粘结剂(例如,交联的有机聚合物)一般通过固化(即交联)有机树脂粘结剂前体来制备。合适的粘结剂前体示例包括热固化树脂和辐射固化树脂,这些树脂可通过诸如加热和/或接触辐射而被固化。示例性有机粘结剂前体包括胶水、酚醛树脂、氨基塑料树脂、脲甲醛树脂、三聚氰胺甲醛树脂、聚氨酯树脂、丙烯酸树脂(例如,具有 $\alpha$ , $\beta$ -不饱和和侧基团的氨基塑料树脂、丙烯酸聚氨酯树脂、环氧丙烯酸酯树脂、丙烯酸异氰脲酸酯树脂)、丙烯酸酯单体/低聚物树脂、环氧树脂(包括双马来酰亚胺树脂和苄改性环氧树脂)、异氰脲酸酯树脂、其组合。可将诸如热引发剂、催化剂、光引发剂、硬化剂等的固化剂加入有机粘结剂前体中,通常根据所选树脂体系进行选择并且以有效量加入。示例性有机粘结剂可见于美国专利5,766,277(DeVoe等人)。玻璃质粘结剂的示例在下文讨论粘结砂轮的制造时提及。陶瓷体可包括任何陶瓷材料(优选陶瓷磨料),例如选自下列陶瓷(即不包括金刚石)材料以及它们的组合。可磁化层优选基本上不包括(即包含小于5重量%、优选地包含小于1重量%)用于陶瓷体中的陶瓷磨料。

[0064] 可用在陶瓷体中的有用的陶瓷材料包括例如氧化铝(例如,熔融氧化铝、热处理氧化铝、白色熔融氧化铝,诸如可从明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M Company, St. Paul, Minnesota)以3M CERAMIC ABRASIVE GRAIN商购获得的那些陶瓷氧化铝材料)、黑碳化硅、



绿碳化硅、二硼化钛、碳化硼、碳化钨、碳化钛、立方氮化硼、石榴石、熔融氧化铝氧化锆、溶胶—凝胶法制备陶瓷(例如掺杂氧化铬、二氧化铈、氧化锆、二氧化钛、二氧化硅和/或氧化锡的氧化铝陶瓷)、二氧化硅(例如,石英、玻璃珠、玻璃泡和玻璃纤维)、长石或燧石。溶胶—凝胶法制备的粉碎磨粒的示例可见于美国专利4,314,827 (Leitheiser等人)、4,623,364 (Cottringer等人)、4,744,802 (Schwabel)、4,770,671 (Monroe等人)和4,881,951 (Monroe等人)中。

[0065] 优选地,陶瓷体中的陶瓷材料的莫氏硬度为至少6、优选为至少7并且更优选为至少8,但这并不是必须的。

[0066] 关于制备适合于或用作陶瓷体的通过溶胶—凝胶法制备的陶瓷颗粒的方法的进一步细节可见于例如美国专利4,314,827 (Leitheiser)、5,152,917 (Pieper等人)、5,213,591 (Celikkaya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)以及见于美国公开专利申请2009/0165394 A1 (Culler等人)和2009/0169816 A1 (Erickson等人)中。

[0067] 陶瓷体可以是成形的(例如,精确成形的)或随机成形的(例如,粉碎)。成形的磨粒以及精确成形的陶瓷体可以通过使用溶胶—凝胶技术的模制工艺来制备,如美国专利5,201,916 (Berg)、5,366,523 (Rowenhorst (Re35,570))和5,984,988 (Berg)中所述。美国专利8,034,137 (Erickson等人)描述了已成形为特定形状,然后将其压碎以形成碎片的氧化铝颗粒,该碎片保留其初始形状特征结构的一部分。在一些实施方案中,陶瓷体为精确成形的(即,陶瓷体具有的形状至少部分地由用于制备其的生产工具中的腔的形状决定)。

[0068] 示例性陶瓷体形状包括圆柱形、蠕虫状、沙漏形、蝴蝶结形、截棱锥(例如,三截棱锥、四截棱锥、五截棱锥或六截棱锥)、截头圆锥和棱柱(例如,三面棱柱、四面棱柱、五面棱柱或六面棱柱)。图3中示出了一个成形为截头三角形锥体的示例性陶瓷体300。

[0069] 关于此类成形的陶瓷体及其制备方法的详细信息可见于例如美国专利8,142,531 (Adefris等人)、8,142,891 (Culler等人)和8,142,532 (Erickson等人)中,以及美国专利申请公布2012/0227333 (Adefris等人)、2013/0040537 (Schwabel等人)和2013/0125477 (Adefris)中。

[0070] 可磁化层可通过任何合适的方法(例如浸涂、喷涂、涂漆、蒸汽涂覆和粉末涂覆)设置在陶瓷体上。单独的可磁化磨料颗粒可具有可磁化层,该可磁化层具有不同的覆盖程度和/或不同的覆盖位置。

[0071] 可磁化颗粒可为任何尺寸,但优选地比陶瓷体小得多,如通过平均粒径判断优选地为 $1/4$ 至 $1/2000$ 、更优选地为 $1/100$ 至 $1/2000$ 并且甚至更优选地为 $1/500$ 至 $1/2000$ ,但也可使用其他尺寸。在该实施方案中,可磁化颗粒的莫氏硬度可为6或更小(例如,5或更小或者4或更小),但这不是必须的。

[0072] 在适于细微修整的实施方案中,可磁化磨料颗粒优选地具有的平均颗粒长度为小于或等于1500微米,但也可以采用该范围以外的平均粒度。为了修复和整理应用,可磁化磨料颗粒和任意的非可磁化磨料颗粒/杆(如果存在的话)的可行磨粒尺寸的平均长度通常为至少1微米、至少50微米或至少100微米,并且最长包括500微米、1000微米、或甚至长达5毫米或甚至10毫米,但也可使用其他长度。

[0073] 主磨料层包括保留在第一粘结剂中的可磁化磨料颗粒。次磨料层包括保留在第二

粘结剂中的不可磁化磨料颗粒,该第二粘结剂与第一粘结剂可相同或不同。可用的粘结剂可以是有机粘结剂(其可以是热塑性的和/或交联的)或无机粘结剂(例如玻璃质粘结剂)。

[0074] 通常通过将可磁化磨料颗粒分散在合适的粘结剂前体中、也可选择有合适的固化剂(例如光引发剂、热固化剂和/或催化剂)存在的情况下提供主磨料层。简单的混合技术通常足以混合这些组分。随后,如下文所述模塑并固化该混合物。

[0075] 通常通过将不可磁化磨料颗粒分散在合适的粘结剂前体中、也可选择有合适的固化剂中(例如光引发剂、热固化剂和/或催化剂)存在的情况下提供次磨料层。简单的混合技术通常足以混合这些组分。随后,如下文所述模塑并固化该混合物。

[0076] 第一有机粘结剂和第二有机粘结剂可以相同或不同(如,化学上不同)。例如,第一有机粘结剂可以是第一酚醛粘结剂,而第二有机粘结剂可以是与第一酚醛粘结剂在化学上不同的第二酚醛粘结剂。

[0077] 可用于磨料复合物的合适的粘结剂的示例包括酚醛、氨基塑料、氨基甲酸酯、环氧树脂、丙烯酸树脂、氰酸酯、异氰脲酸酯、胶水以及它们的组合。

[0078] 通常,有机粘结剂通过交联(例如,至少部分地固化和/或聚合)有机粘结剂前体来制备。用于成形的磨料复合物的合适的有机粘结剂前体与上文所述的可用于可磁化层中的有机粘结剂前体可以相同或不同。在制备结构化磨料制品的过程中,粘结剂前体可接触有助于引发有机粘结剂前体的聚合(通常包括交联)的能量源。能量源的示例包括热能和辐射能,其中辐射能包括电子束、紫外光和可见光。在采用电子束能量源的情况下,由于电子束本身可以产生自由基,因此并不一定需要固化剂。

[0079] 经过此聚合反应过程之后,有机粘结剂前体被转化为硬化的有机粘结剂。另选地,对于热塑性有机粘结剂前体,在制备磨料制品的过程中将热塑性有机粘结剂前体冷却到导致有机粘结剂前体固化的程度。

[0080] 有机粘结剂优选地包括在主磨料层和次磨料层两者中;例如,以基于相应的主磨料层和次磨料层的总重量计5至50重量%、更优选地10至40重量%甚至更优选地15至40重量%的量,然而其他的量也可以。有机粘结剂通常由至少部分地固化相应的有机粘结剂前体而形成。

[0081] 有两种主要类别的可聚合树脂,可优选地包括在有机粘结剂前体、缩合可聚合树脂和加成可聚合树脂中。由于加成可聚合树脂通过接触辐射能容易进行固化,因而是有利的。加成聚合树脂可通过诸如阳离子机理或自由基机理进行聚合。根据所采用的能量源和粘结剂前体化学性质的不同,固化剂、引发剂或催化剂可以用来帮助引发聚合反应。

[0082] 典型的粘结剂前体的示例包括酚醛树脂、脲甲醛树脂、氨基塑料树脂、聚氨酯树脂、三聚氰胺甲醛树脂、氰酸酯树脂、异氰脲酸酯树脂、(甲基)丙烯酸酯树脂(例如,(甲基)丙烯酸酯化聚氨酯、(甲基)丙烯酸酯化环氧树脂、烯键式不饱和自由基可聚合化合物、具有 $\alpha, \beta$ -不饱和羰基侧基的氨基塑料衍生物、具有至少一个丙烯酸酯侧基的异氰脲酸酯衍生物、以及具有至少一个丙烯酸酯侧基的异氰酸酯衍生物)、乙烯基醚、环氧树脂以及其混合物和组合。如本文所用,术语“(甲基)丙烯酰基”涵盖丙烯酰基或甲基丙烯酰基。

[0083] 酚醛树脂是示例性的可用有机粘结剂前体,并且其可以粉末形式和/或液态使用。可被固化(即,聚合和/或交联)形成可用的有机粘结剂的有机粘结剂前体包括例如一种或多种酚醛树脂(包括线型和/或可溶酚醛树脂)、一种或多种环氧树脂、一种或多种脲醛粘

剂、一种或多种聚酯树脂、一种或多种聚酰亚胺树脂、一种或多种橡胶、一种或多种聚苯并咪唑树脂、一种或多种紫胶、一种或多种丙烯酸单体和/或低聚物以及它们的组合物。所述一种或多种有机粘结剂前体可以与另外的组分结合,诸如固化剂、硬化剂、催化剂、引发剂、着色剂、抗静电剂、助磨剂和润滑剂。固化上述物质中的每一者的条件是本领域的技术人员所熟知的。

[0084] 可用的酚醛树脂包括线型酚醛树脂和甲阶酚醛树脂。线型酚醛树脂的特征在于被酸催化并且甲醛与酚的比率为小于1,通常介于0.5:1和0.8:1之间。甲阶酚醛树脂的特征在于被碱催化并且甲醛与酚的比率为大于或等于一,通常为1:1至3:1。线型酚醛树脂和甲阶酚醛树脂可被化学改性(例如,通过与环氧化合物反应),或者它们可不被改性。适用于固化酚醛树脂的示例性酸性催化剂包括硫酸、盐酸、磷酸、草酸和对甲苯磺酸。适用于固化酚醛树脂的碱性催化剂包括氢氧化钠、氢氧化钡、氢氧化钾、氢氧化钙、有机胺或碳酸钠。

[0085] 酚醛树脂是公知的,并且可容易地从商业来源获得。可商购获得的线型酚醛树脂的示例包括DUREZ 1364,其为一种两步、粉末化的酚醛树脂(以商品名VARCUM(如,29302)由美国德克萨斯州艾迪生的杜雷兹公司(Durez Corporation, Addison, Texas)销售),或者是HEXION AD5534树脂(由美国肯塔基州路易斯维尔的瀚森特种化学品有限公司(Hexion Specialty Chemicals, Inc., Louisville, Kentucky)销售)。可用于实施本公开的可商购获得的甲阶酚醛树脂的示例包括:以商品名VARCUM(例如,29217、29306、29318、29338、29353)由杜雷兹公司(Durez Corporation)销售的那些;以商标名AEROFENE(如,AEROFENE 295)由美国佛罗里达州巴托的阿施兰德化学公司(Ashland Chemical Co., Bartow, Florida)出售的那些;以及以商品名PHENOLITE(如,PHENOLITE TD-2207)由韩国首尔的江南化学有限公司(Kangnam Chemical Company Ltd., Seoul, South Korea)出售的那些。

[0086] 热固化的有机粘结剂前体的固化温度将随着所选材料和轮设计而变化。合适条件的选择在本领域的普通技术人员的能力范围内。针对酚醛粘结剂的示例性条件可包括:在室温下,每4英寸直径施加约20吨(224kg/cm<sup>2</sup>)的压力,然后将温度加热至高达约185℃并持续足够长的时间,以使该有机粘结剂材料前体固化。

[0087] (甲基)丙烯酸酯化聚氨酯包括羟基封端的NCO扩链的聚酯或聚醚的二(甲基)丙烯酸酯。可商购获得的丙烯酸酯化聚氨酯的示例包括可以CMD 6600、CMD 8400和CMD 8805得自新泽西州西帕特森的氰特工业公司(Cytec Industries, West Paterson, New Jersey)的那些。

[0088] (甲基)丙烯酸酯化环氧树脂包括环氧树脂的二(甲基)丙烯酸酯,诸如双酚A环氧树脂的二丙烯酸酯。可商购获得的丙烯酸酯化环氧树脂的示例包括可以CMD 3500、CMD 3600和CMD 3700得自氰特工业公司(Cytec Industries)的那些。

[0089] 烯键式不饱和和自由基可聚合化合物包括含有碳原子、氢原子和氧原子以及任选氮和卤素的单体和聚合物化合物。氧原子或氮原子或两者通常存在于醚、酯、聚氨酯、酰胺和脲基中。烯键式不饱和和自由基可聚合化合物通常具有低于约4,000克/摩尔的分子量,并且通常为由含有单个脂族羟基基团或多个脂族羟基基团的化合物与不饱和羧酸(诸如丙烯酸、甲基丙烯酸、衣康酸、巴豆酸、异巴豆酸和马来酸等)反应制成的酯。烯键式不饱和和自由基可聚合化合物的代表性示例包括甲基丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸甲酯、苯乙烯、二乙烯基苯、乙烯基甲苯、乙二醇二丙烯酸酯、乙二醇甲基丙烯酸酯、己二醇二丙烯酸酯、三乙二醇二

丙烯酸酯、三羟甲基丙烷三丙烯酸酯、甘油三丙烯酸酯、季戊四醇三丙烯酸酯、季戊四醇甲基丙烯酸酯和季戊四醇四丙烯酸酯。其他烯键式不饱和树脂包括单烯丙基、聚丙烯基和聚甲基烯丙基酯和羧酸酰胺,例如二烯丙基邻苯二甲酸酯、二烯丙基己二酸酯和N,N-二烯丙基己二酰二胺。而其他含氮化合物包括三(2-丙烯酰-氧乙基)异氰脲酸酯、1,3,5-三(2-甲基丙烯酰氧乙基)均三嗪、丙烯酰胺、正-甲基丙烯酰胺、N,N-二甲基丙烯酰胺、正-乙烯基吡咯烷酮和正-乙烯基哌啶酮。

[0090] 可用的氨基塑料树脂的每个分子或低聚体中具有至少一个 $\alpha$ , $\beta$ -不饱和侧羰基。这些不饱和羰基基团可以是丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯或丙烯酰胺型基团。此类材料的示例包括N-羟甲基丙烯酰胺、N,N'-氧基二亚甲基双丙烯酰胺、邻位丙烯酰胺甲基化苯酚及对位丙烯酰胺甲基化苯酚、丙烯酰胺甲基化线型酚醛树脂以及它们的组合。这些材料在美国专利4,903,440和5,236,472(均授予Kirk等人)中进一步描述。

[0091] 具有至少一个丙烯酸侧基的异氰脲酸酯衍生物和具有至少一个丙烯酸侧基的异氰酸酯衍生物在美国专利4,652,274(Boettcher等人)中被进一步描述。一种异氰脲酸酯材料的示例为三(羟乙基)异氰脲酸酯的三丙烯酸酯。

[0092] 环氧树脂具有一个或多个环氧基基团,并且可以通过环氧基基团的开环反应聚合。此类环氧树脂包括单体环氧树脂和低聚环氧树脂。可用的环氧树脂的示例包括:2,2-双[4-(2,3-环氧丙氧基)-苯丙烷](双酚的二缩水甘油醚)和以EPON 828、EPON 1004和EPON 1001F得自俄亥俄州哥伦布的迈图特种化学品公司(Momentive Specialty Chemicals, Columbus, Ohio);以及以商品名“DER-331”、“DER-332”和“DER-334”从美国密歇根州米德兰的陶氏化学公司(Dow Chemical Co. Midland, Michigan)商购获得的材料。其他合适的环氧树脂包括以商品名“DEN-431”和“DEN-428”从陶氏化学公司(Dow Chemical Co.)商购获得的线型酚醛树脂的缩水甘油醚。

[0093] 环氧树脂可通过添加合适的阳离子固化剂的阳离子机理来聚合。阳离子固化剂产生酸源以引发环氧树脂的聚合。这些阳离子固化剂可包括具有鎓阳离子的盐和包含金属或准金属的络合物阴离子的卤素。还可使用用于环氧树脂和酚醛树脂的其它固化剂(例如,胺硬化剂和胍)。

[0094] 其他阳离子固化剂包括具有有机金属络合物阳离子的盐和包含金属或准金属的络合物阴离子的卤素,所述固化剂在美国专利4,751,138(Tumey等人)中进一步描述。另一个实例是有机金属盐和鎓盐,其在下述文献中有所描述:美国专利4,985,340(Palazzotto等人);美国专利5,086,086(Brown-Wensley等人);和美国专利5,376,428(Palazzotto等人)。其他阳离子固化剂包括有机金属络合物的离子型盐,其中金属选自在美国专利5,385,954(Palazzotto等人)中描述的元素周期表中第IVB、VB、VIB、VIIB和VIIIB族元素。

[0095] 自由基热引发剂的示例包括过氧化物,例如,过氧化苯甲酰和偶氮化合物。

[0096] 当暴露在光化学电磁辐射中时,产生自由基源的化合物通常称为光引发剂。光引发剂的示例包括:苯偶姻及其衍生物诸如 $\alpha$ -甲基苯偶姻; $\alpha$ -苄基苯偶姻; $\alpha$ -烯丙基苯偶姻; $\alpha$ -苄基苯偶姻;苯偶姻醚,诸如苯偶酰二甲基缩酮(可以IRGACURE 651从纽约州塔里敦的汽巴精化公司(Ciba Specialty Chemicals, Tarrytown, NY)商购获得)、苯偶姻甲基醚、苯偶姻乙基醚、苯偶姻正丁基醚;苯乙酮及其衍生物,诸如,2-羟基-2-甲基-1-苯基-1-丙酮(可以DAROCUR 1173得自汽巴精化公司(Ciba Specialty Chemicals))和1-羟基环己基苯基酮

(可以IRGACURE 184得自汽巴精化公司(Ciba Specialty Chemicals));2-甲基-1-[4-(甲硫基)苯基]-2-(4-吗啉基)-1-丙酮(可以IRGACURE 907得自汽巴精化公司(Ciba Specialty Chemicals));2-苄基-2-(二甲基氨基)-1-[4-(4-吗啉基)苯基]-1-丁酮(可以IRGACURE 369得自汽巴精化公司(Ciba Specialty Chemicals))。其他可用的光引发剂包括:例如新戊偶姻乙醚、茴香偶姻乙醚、蒽醌(例如,蒽醌、2-乙基蒽醌、1-氯蒽醌、1,4-二甲基蒽醌、1-甲氧基蒽醌或苯并蒽醌)、卤代甲基三嗪、二苯甲酮及其衍生物、碘鎓盐和铈盐、钛络合物诸如双( $\eta_5$ -2,4-环戊二烯-1-基)-双[2,6-二氟-3-(1H-吡咯-1-基)苯基]钛(例如可以CGI 784DC从汽巴精化公司(Ciba Specialty Chemicals)商购获得);卤代甲基硝基苯(例如4-溴甲基硝基苯)、单酰基膦和双酰基膦(例如可以IRGACURE 1700、IRGACURE 1800、IRGACURE 1850和DAROCUR 4265从汽巴精化公司(Ciba Specialty Chemicals)商购获得)。可使用光引发剂的组合。可与光引发剂一起使用一种或多种光谱敏化剂(例如,染料),例如,以便提高光引发剂对具体光化辐射源的灵敏度。

[0097] 为了促进上述粘结剂和磨粒之间的联接,可以在磨粒和粘结剂前体的浆料中包括硅烷偶联剂;通常,量为约0.01重量%至5重量%、更典型地量为约0.01重量%至3重量%、更典型地量为约0.01重量%至1重量%,但也可使用其他量,例如取决于磨粒的尺寸。合适的硅烷偶联剂的示例包括例如甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷、乙烯基三乙氧基硅烷、乙烯基三(2-甲氧基乙氧基)硅烷、3,4-环氧环己基甲基三甲氧基硅烷、 $\gamma$ -缩水甘油氧基丙基三甲氧基硅烷和 $\gamma$ -巯丙基三甲氧基硅烷(例如,分别以商品名A-174、A-151、A-172、A-186、A-187和A-189从康涅狄格州格林威治的维特克公司(Witco Corp.of Greenwich, Connecticut)商购获得)、烯丙基三乙氧基硅烷、二烯丙基二氯硅烷、二乙烯基二乙氧基硅烷和间、对-苯乙炔基乙基三甲氧基硅烷(例如,分别以商品名A 0564、D 4050、D 6205和S 1588从宾夕法尼亚州布里斯托尔的联合化学工业公司(United Chemical Industries, Bristol, Pennsylvania)商购获得)、二甲基二乙氧基硅烷、二羟基二苯基硅烷、三乙氧基硅烷、三甲氧基硅烷、三乙氧基硅烷醇、3-(2-氨基乙基氨基)丙基三甲氧基硅烷、甲基三甲氧基硅烷、乙烯基三乙氧基硅烷、甲基三乙氧基硅烷、正硅酸乙酯、正硅酸甲酯、乙基三乙氧基硅烷、戊基三乙氧基硅烷、乙基三氯硅烷、戊基三氯硅烷、苯基三氯硅烷、苯基三乙氧基硅烷、甲基三氯硅烷、甲基二氯硅烷、二甲基二氯硅烷、二甲基二乙氧基硅烷以及它们的混合物。

[0098] 玻璃质粘结剂可从包含一种或多种原料的混合物或组合的前体组合物中制备,所述原料在加热至高温时熔化和/或熔融以形成整体的玻璃质粘结剂基质。玻璃质粘结剂可从(例如)玻璃料中形成。玻璃料是一种组合物,在其用作玻璃质粘结剂前体组合物之前已经预烧制,用于形成可磁化结块磨粒的玻璃质粘结剂。

[0099] 玻璃质粘结剂可从包含一种或多种原料的混合物或组合的前体组合物中制备,所述原料在加热至高温时熔化和/或熔融以形成整体的玻璃质粘结剂基质。玻璃质粘结剂可从(例如)玻璃料中形成。玻璃料是一种组合物,在其用作玻璃质粘结剂前体组合物之前已经预烧制,用于形成可磁化结块磨粒的玻璃质粘结剂。

[0100] 本文所用的术语“玻璃料”是材料的通用术语,通过充分混合包含一种或多种玻璃料形成组分的混合物,然后将混合物加热(也称为预烧制)到至少高到足以将其熔化的温度,形成所述材料;冷却所得的玻璃并将其压碎。然后可将压碎的材料筛分至非常细的粉

末。

[0101] 用于玻璃质粘结剂的合适玻璃和用于制作玻璃质粘结剂的玻璃料的示例包括二氧化硅玻璃、硅酸盐玻璃、硼硅酸盐玻璃以及它们的组合。二氧化硅玻璃通常由100重量%的二氧化硅构成。在一些实施方案中,玻璃质粘结剂是包含金属氧化物或准金属氧化物的玻璃,例如氧化铝、氧化硅、氧化硼、氧化镁、氧化钠、氧化锰、氧化锌、氧化钙、氧化钡、氧化锂、氧化钾、氧化钛、可以表征为颜料的金属氧化物(例如,氧化钴、氧化铬和氧化铁)以及它们的混合物。

[0102] 基于玻璃质粘结剂和/或玻璃质粘结剂前体总重量,玻璃质粘结剂和/或玻璃质粘结剂前体的合适范围示例包括:25重量%至90重量%、优选地35重量%至85重量%的 $\text{SiO}_2$ ; 0至40重量%、优选地0至30重量%的 $\text{B}_2\text{O}_3$ ; 0至40重量%、优选地5至30重量%的 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 0至5重量%、优选地0至3重量%的 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; 0至5重量%、优选地0至3重量%, $\text{TiO}_2$ ; 0至20重量%、优选地0至10重量%的 $\text{CaO}$ ; 0至20重量%、优选地1重量%至10重量%的 $\text{MgO}$ ; 0至20重量%、优选地0至10重量%的 $\text{K}_2\text{O}$ ; 0至25重量%、优选地0至15重量%的 $\text{Na}_2\text{O}$ ; 0至20重量%、优选地0至12重量%的 $\text{Li}_2\text{O}$ ; 0至10重量%、优选地0-3重量%的 $\text{ZnO}$ ; 0至10重量%、优选地0-3重量%的 $\text{BaO}$ ; 以及0至5重量%、优选地0至3重量%的金属氧化物(例如 $\text{CoO}$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 或其他颜料)。

[0103] 基于玻璃料的总重量计,合适的硅酸盐玻璃组合物的示例包含约70重量%至约80重量%的二氧化硅、约10重量%至约20重量%的氧化钠、约5重量%至约10重量%的氧化钙、约0.5重量%至约1重量%的氧化铝、约2重量%至约5重量%的氧化镁和约0.5重量%至约1重量%的氧化钾。基于玻璃料的总重量计,合适的硅酸盐玻璃组合物的另一示例包含约73重量%的二氧化硅、约16重量%的氧化钠、约5重量%的氧化钙、约1重量%的氧化铝、约4重量%的氧化镁和约1重量%的氧化钾。在一些实施方案中,玻璃基质包括含有 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 和 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的氧化铝-硼硅酸盐玻璃。基于玻璃料的总重量计,合适的硼硅酸盐玻璃组合物的示例包含约50重量%至约80重量%的二氧化硅、约10重量%至约30重量%的氧化硼、约1重量%至约2重量%的氧化铝、约0重量%至约10重量%的氧化镁、约0重量%至约3重量%的氧化锌、约0重量%至约2重量%的氧化钙、约1重量%至约5重量%的氧化钠、约0重量%至约2重量%的氧化钾和约0重量%至约2重量%的氧化锂。基于玻璃料的总重量计,合适的硼硅酸盐玻璃组合物的另一示例包含约52重量%的二氧化硅、约27重量%的氧化硼、约9重量%的氧化铝、约8重量%的氧化镁、约2重量%的氧化锌、约1重量%的氧化钙、约1重量%的氧化钠、约1重量%的氧化钾和约1重量%的氧化锂。基于重量计,其它示例性合适硼硅酸盐玻璃组合物包含47.61重量%的 $\text{SiO}_2$ 、16.65重量%的 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、0.38重量%的 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、0.35重量%的 $\text{TiO}_2$ 、1.58重量%的 $\text{CaO}$ 、0.10重量%的 $\text{MgO}$ 、9.63重量%的 $\text{Na}_2\text{O}$ 、2.86重量%的 $\text{K}_2\text{O}$ 、1.77重量%的 $\text{Li}_2\text{O}$ 、19.03重量%的 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、0.02重量%的 $\text{MnO}_2$ 和0.22重量%的 $\text{P}_2\text{O}_5$ ; 以及63重量%的 $\text{SiO}_2$ 、12重量%的 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、1.2重量%的 $\text{CaO}$ 、6.3重量%的 $\text{Na}_2\text{O}$ 、7.5重量%的 $\text{K}_2\text{O}$ 和10重量%的 $\text{B}_2\text{O}_3$ 。按重量计,在一些实施方案中,可用的氧化铝-硼硅酸盐玻璃组合物可包含约18重量%的 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、8.5重量%的 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、2.8重量%的 $\text{BaO}$ 、1.1重量%的 $\text{CaO}$ 、2.1重量%的 $\text{Na}_2\text{O}$ 、1.0重量%的 $\text{Li}_2\text{O}$ ,剩余为 $\text{SiO}_2$ 。这种氧化铝-硼硅酸盐玻璃,具有的粒度为小于约45 $\mu\text{m}$ ,可从佛罗里达州奥尔兹马的专业玻璃公司(Specialty Glass Incorporated, Oldsmar, Florida)商购获得。

[0104] 用于制造适合作为玻璃质粘结剂基质的玻璃陶瓷的玻璃粉可选自由铝硅酸镁、铝

硅酸锂、铝硅酸锌、铝硅酸钙以及它们的组合。可在上文列出的系统内形成玻璃的已知晶体陶瓷相包括：堇青石 ( $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ )、钙铝黄长石 ( $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ )、钙长石 ( $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ )、锌黄长石 ( $2\text{CaO} \cdot \text{ZnO} \cdot 2\text{SiO}_2$ )、镁黄长石 ( $2\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$ )、锂辉石 ( $2\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$ )、硅锌矿 ( $2\text{ZnO} \cdot \text{SiO}_2$ ) 和锌尖晶石 ( $\text{ZnO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ )。用于制造玻璃-陶瓷的玻璃粉可包含成核剂。已知成核剂促进玻璃-陶瓷中晶体陶瓷相的形成。作为具体加工技术的结果,玻璃材料不具有结晶陶瓷所具有的长程有序。玻璃陶瓷是受控热处理的结果,在一些情况下产生超过90%的一个或多个结晶相,其余的非结晶相填充晶界。玻璃陶瓷结合了陶瓷和玻璃两者的优点,并提供持久的机械性能和物理性能。

[0105] 可用于形成玻璃质粘结剂的玻璃料还可包含玻璃料粘结剂(例如,长石、硼砂、石英、苏打灰、氧化锌、白粉、三氧化铋、二氧化钛、氟硅酸钠、燧石、冰晶石、硼酸以及它们的组合)和其他矿物(例如,粘土、高岭土、硅灰石、石灰石、白云石、白垩以及它们的组合)。

[0106] 可磁化磨料颗粒中的玻璃质粘结剂可基于例如所需的热膨胀系数(CTE)来选择。一般来讲,对于玻璃质粘结剂和磨粒来说,具有类似的CTE是有用的,例如,彼此的 $\pm 100\%$ 、 $50\%$ 、 $40\%$ 、 $25\%$ 或 $20\%$ 。熔凝氧化铝的CTE通常为约 $8 \times 10^{-6}$ /开尔文(K)。玻璃质粘结剂可被选择成具有的CTE为在 $4 \times 10^{-6}$ /K至 $16 \times 10^{-6}$ /K的范围内。用于制备合适的玻璃质粘结剂的玻璃粉的示例可以商品名F245从例如俄亥俄州卡罗顿的熔融陶瓷公司(Fusion Ceramics, Carrollton, Ohio)商购获得。

[0107] 在制造过程中,可将粉末形式的玻璃质粘结剂前体与临时粘结剂,通常为有机粘结剂(例如,淀粉、蔗糖、甘露糖醇)混合,其在玻璃质粘结剂前体的烧制过程中燃烧。

[0108] 有机的和玻璃质的粘结剂前体可任选地包含添加剂,诸如为着色剂、助磨剂、填料、造孔剂、润湿剂、分散剂、光稳定剂和抗氧化剂。

[0109] 助磨剂涵盖多种不同的材料,包括有机化合物和无机化合物。有效用作助磨剂的化学化合物的示例包括蜡、有机卤化物、卤化物盐、金属以及金属合金。有效用作助磨剂的特定蜡具体地包括但不限于卤代蜡四氯化萘和五氯化萘。其他有效的助磨剂包括卤化热塑性塑料、磺化热塑性塑料、蜡、卤代蜡、磺化蜡以及它们的混合物。其他有效用作助磨剂的有机材料具体地包括但不限于聚氯乙烯和聚偏二氯乙烯。通常有效作为助磨剂的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、氟化硅、氯化钾和氯化镁。用作助磨剂的卤化物盐通常具有的平均粒度为小于100微米、优选地颗粒小于25微米。通常有效用作助磨剂的金属的示例包括铋、铊、镉、钴、铁、铅、锡和钛。其他常用的助磨剂包括硫、有机硫化合物、石墨和金属硫化物。也可以使用这些助磨剂组合。

[0110] 根据本公开的粘结砂轮还可包括主磨料层和次磨料层中的任一者中的不可磁化磨料颗粒(例如,其可被压碎或成形)。这些不可磁化磨料颗粒可根据磨料行业指定的标称等级或标称等级的组合来设定尺寸。

[0111] 根据本公开的粘结砂轮可由模塑工艺制成。在模塑期间,将第一有机粘结剂前体和第二有机粘结剂前体(其可以是液体或粉末,或者液体和粉末的组合)与磨料颗粒混合。在一些实施方案中,首先将液体介质(可固化的有机树脂或溶剂)施加至磨粒以润湿其外表面,随后将润湿的磨粒与粉末状的有机粘结剂前体混合。根据本公开的粘结砂轮可以,例如通过压塑、注塑和/或传递模塑制备。

[0112] 任选地包括一种或多种加固材料的粘结砂轮可以通过热压或冷压以本领域技术

人员所熟知的任何合适的方式进行模塑。

[0113] 例如,在一个示例性工艺中,可使用具有被其中中心下凹的圆形空腔环绕的中心孔成形柄轴的模具来模塑中心下凹或轮毂上凸的轮。砂轮可通过以下方式模塑:首先将具有中心孔的加固材料圆盘放置在柄轴周围并与模具的底部接触。然后,在加固材料圆盘之上铺开均匀的一层第二可固化混合物,该第二可固化混合物包含第一粉碎磨料颗粒和第二有机粘结剂前体。随后,将另一个定位在心轴周围的具有中心孔的加固材料圆盘放置到第二可固化混合物的层上,然后均匀铺一层第一可固化混合物,该第一可固化混合物包括成形陶瓷磨粒、任选的不可磁化磨料颗粒(例如不可磁化粉碎磨粒)以及其上的第一粘结剂前体。最后,将其中具有中心孔的轮毂加固圆盘放置在心轴周围以及放置到第一可固化混合物的层上,并且将用于制造所述砂轮的中心凹陷部分或中心毂笔直部分的拥有所需形状的顶部模具板放置在层之上,以形成模具组件。然后将该模具组件放置在常规的冷压机或热压机的压台之间。接着致动压机以迫使模具板向下移动,并以1至4吨/平方英寸的压力将所述圆盘与磨料混合物压在一起,成为具有预定厚度、直径和密度的自支撑结构。在模塑完成后,将砂轮从模具剥离,并放置在加热的烘箱中(例如,加热至大约175°C至200°C的温度并维持大约36小时),以使可固化的混合物固化并使有机粘结剂前体转变成可用的有机粘结剂。

[0114] 基于粘结剂材料和可磁化磨料颗粒的总重量,在一些实施方案中,主磨料层包含的可磁化磨料颗粒为约10重量%至约90重量%、优选地约30重量%至约80重量%并且更优选地约40重量%至约80重量%。

[0115] 基于粘结剂材料和不可磁化磨料颗粒的总重量,在一些实施方案中,次磨料层包含的不可磁化磨料颗粒为约10重量%至约90重量%、优选地约30重量%至约80重量%并且更优选地约40重量%至约80重量%。通常,次磨料层包括的体积为小于可磁化磨料颗粒的10体积%、小于5体积%或甚至小于1体积%。在一些实施方案中,次磨料层不含成形陶瓷磨粒。

[0116] 可用的不可磁化磨料颗粒包括诸如以下物质的粉碎颗粒:熔融氧化铝、经热处理的氧化铝、白色熔融氧化铝、诸如可以商品名3M CERAMIC ABRASIVE GRAIN从美国明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M Company, St. Paul, Minnesota)商购获得的那些陶瓷氧化铝材料、黑碳化硅、绿碳化硅、二硼化钛、碳化硼、碳化钨、碳化钛、金刚石、立方晶型氮化硼、石榴石、熔融氧化铝氧化锆、溶胶-凝胶法制备的磨粒、氧化铁、氧化铬、二氧化铈、氧化锆、二氧化钛、硅酸盐、氧化锡、二氧化硅(诸如石英、玻璃珠、玻璃泡和玻璃纤维)、硅酸盐(诸如滑石、粘土(例如,蒙脱石)、长石、云母、硅酸钙、偏硅酸钙、铝硅酸钠、硅酸钠)、燧石和金刚砂。溶胶-凝胶法制备的磨粒的示例可见于美国专利4,314,827 (Leitheiser等人)、4,623,364 (Cottringer等人)、4,744,802 (Schwabel)、4,770,671 (Monroe等人)和4,881,951 (Monroe等人)中。

[0117] 在本公开的粘结砂轮中使用的磨粒,不论是可磁化磨料颗粒还是不可磁化磨料颗粒,可根据磨料行业公认的指定标称等级独立地确定尺寸。示例性磨料行业公认的分级标准包括由ANSI(美国国家标准学会)、FEPA(欧洲磨料制造者联盟)和JIS(日本工业标准)颁布的那些标准。这类工业接纳的分级标准包括:例如ANSI 4、ANSI 6、ANSI 8、ANSI 16、ANSI 24、ANSI 30、ANSI 36、ANSI 40、ANSI 50、ANSI 60、ANSI 80、ANSI 100、ANSI 120、ANSI



150、ANSI 180、ANSI 220、ANSI 240、ANSI 280、ANSI 320、ANSI 360、ANSI 400和ANSI 600；FEPA P8、FEPA P12、FEPA P16、FEPA P24、FEPA P30、FEPA P36、FEPA P40、FEPA P50、FEPA P60、FEPA P80、FEPA P100、FEPA P120、FEPA P150、FEPA P180、FEPA P220、FEPA P320、FEPA P400、FEPA P500、FEPA P600、FEPA P800、FEPA P1000、FEPA P1200；FEPA F8、FEPA F12、FEPA F16和FEPA F24；以及JIS 8、JIS 12、JIS 16、JIS 24、JIS 36、JIS 46、JIS 54、JIS 60、JIS 80、JIS 100、JIS 150、JIS 180、JIS 220、JIS 240、JIS 280、JIS 320、JIS 360、JIS 400、JIS 400、JIS 600、JIS 800、JIS 1000、JIS 1500、JIS 2500、JIS 4000、JIS 6000、JIS 8000和JIS 10,000。更通常的是，将粉碎的氧化铝颗粒和无晶种溶胶-凝胶法制备的基于氧化铝的磨粒的尺寸独立地被设定成ANSI 60和80或者FEPA F36、F46、F54和F60或者FEPA P60和P80分级标准。

[0118] 另外，磨粒(可磁化的或不可磁化的)可使用U.S.A.Standard Test Sieves(美国标准测试筛)被分级为标称筛选等级，美国标准测试筛是根据ASTM E-11“Standard Specification for Wire Cloth and Sieves for Testing Purposes(针对测试目的的筛布和筛的标准规格)”制定。ASTME-11规定了测试筛的设计和构造需求，该测试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。典型标号可以表示为-18+20，其意指成形陶瓷磨粒可通过符合ASTM E-11规范的18目试验筛，并且保持在符合ASTM E-11规范的20目试验筛上。在一个实施方案中，成形陶瓷磨粒具有这样的粒度：由此使得大多数颗粒通过18目试验筛并且可保持在20目、25目、30目、35目、40目、45目或50目试验筛上。在各种实施方案中，成形磨粒可具有以下标称筛选等级：-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。另选地，可使用诸如-90+100的定制目尺寸。

[0119] 磨粒(即可磁化的或不可磁化的磨粒)可均匀或不均匀地分布在主磨料层中。不可磁化磨料颗粒可均匀地或不均匀地分布在粘结砂轮的整个次磨料层中。磨粒可朝中间集中(例如，位于远离粘结砂轮外表面的位置)，或仅与粘结砂轮的外边缘(即，周边)相邻。中间部分可含有较少量的磨粒。优选地，位于主磨料层中的磨粒彼此均质地分布，这是因为轮的制造较容易，并且切割效果在两类磨粒彼此紧密地布置在一起时得到了优化。类似地，优选的是，位于次磨料层中的磨粒也彼此均质地分布。

[0120] 可利用偶联剂(如，有机硅烷偶联剂)处理磨粒，以提高磨粒与粘结剂(例如，第一有机粘结剂和第二有机粘结剂)的附着力。磨粒可在它们与粘结剂结合之前进行处理，或者它们可通过将偶联剂包括到粘结剂中进行原位表面处理。

[0121] 根据本公开的粘结砂轮还可以包括一种或多种助磨剂(通常作为颗粒形式)，诸如为聚四氟乙烯颗粒、冰晶石、氟铝酸钾、氯化钠、FeS<sub>2</sub>(二硫化铁)或KBF<sub>4</sub>。如果存在助磨剂，则受其他组分所要满足的重量范围要求的限制，其存在量优选地为1重量%至25重量%的量并且更优选地10重量%至20重量%。添加助磨剂以改善粘结砂轮的切削特征，通常以降低切割界面温度的方式。精确成形的助磨剂颗粒的示例在美国专利申请公布2002/0026752 A1(Culler等人)中提出。

[0122] 在一些实施方案中，有机粘结剂材料含有增塑剂，所述增塑剂诸如可以商品名“SANTICIZER 154增塑剂”从美国伊利诺伊州芝加哥的美国尤尼威尔有限公司(UNIVAR

USA, Inc., Chicago, Illinois) 商购获得。

[0123] 主磨料层和次磨料层可以包含诸如填料颗粒等附加组分,但要受其他成分所要满足的重量范围要求的限制。可添加填料颗粒来占据空间和/或提供多孔性。多孔性使得粘结砂轮能够以剥落的方式被使用,或者能使磨损磨粒接触到新的或新鲜的磨粒。

[0124] 主磨料层和次磨料层可具有任何范围的多孔性;例如,约1体积%至50体积%,通常1体积%至40体积%。填料的示例包括气泡和小珠(例如,玻璃、陶瓷(氧化铝)、粘土、聚合物、金属)、软木、石膏、大理石、石灰岩、燧石、二氧化硅、硅酸铝以及它们的组合。

[0125] 根据本公开的粘结砂轮优选地具有一个或多个附加层,或整体在其中模塑并粘结的加固材料圆盘。加固材料层优选地粘结至并且置于轮的次磨料层和主磨料层之间。在一些实施方案中,玻璃纤维布圆盘可进一步增强砂轮的邻近中心孔的中心毂部分,玻璃纤维布圆盘在主磨料层的底部侧边模塑并粘结至主磨料层的底部侧边。如上文所讨论,根据本公开的粘结砂轮可以包括一种或多种增强粘结砂轮的加固材料(例如,机织织物、针织织物、非机织织物和/或薄棉布)。加固材料可包括无机纤维(如,玻璃纤维)和/或有机纤维(诸如聚酰胺纤维、聚酯纤维或聚酰亚胺纤维)。在某些情况下,可能期望在第一有机粘结剂和/或第二有机粘结剂中包括加固短纤维,以使得纤维均匀地分散在整个切割轮上。

[0126] 粘结砂轮可被模塑成例如浅底盘或平底盘或具有弯曲或笔直的扩口侧边的浅碟的形状,并且可具有环绕和/或邻近中心孔的笔直或中心凹陷部分(例如,在类型为27的中心凹陷式砂轮中)。粘结砂轮可适于邻近中心毂(即中心安装孔)或在中心毂内以便容纳任何合适的安装件或适配器,例如用于将粘结砂轮附接到便携式研磨机的驱动心轴或驱动轴,例如,如美国专利3,081,584(Bullard)、3,136,100(Robertson, Jr.)、3,500,592(Harrist)和3,596,415(Donahue)所描述的。存在本领域技术人员已知的可以各种方式附接到砂轮的多种其他类型的合适安装件。

[0127] 根据本发明的粘结砂轮可根据任何合适的方法制备。以一种合适的方法,将第一加固材料放置到粘结模具中,所述粘结模具以刚好位于模具下面的圆形磁体为中心。在该构型中,模具中心的磁力线垂直于轮的平面,而轮边缘处的磁力线优选地为35度或更小、更优选地为20度或更小。将粉碎的磨粒与液体粘结剂前体混合,然后再与粉末状粘结剂前体混合,并将其置于薄棉布上的模具中,从而形成基本均匀层,将第二加固材料放置到基本均匀层上。最后,将可磁化磨料颗粒、任选的助磨剂以及液体粘结剂前体和粉末状粘结剂前体(如前所述)的混合物置于第二加固材料的顶部上。此时,可搅拌磨具和/或允许模具静止一段时间,以有利于磁性磨粒与磁力线对齐。最后,在室温下关闭并且施压于模具(例如,以每4英寸直径施加20吨的压力(224kg/cm<sup>2</sup>))。然后将模塑的砂轮前体在足够的温度(例如,高达约185°C)下加热足够的时间,以使粘结剂前体固化。冷却后,打开模具并取出粘结砂轮。

[0128] 根据本发明的粘结砂轮可根据任何合适的方法制备。以一种合适的方法,陶瓷成形磨粒在与可固化有机前体混合之前,可选地涂覆有偶联剂。将所得的混合物加入可固化有机前体(优选以液体形式)以及任何可选成分中。

[0129] 混合物被压制到拥有设置在其中的中心毂的模具中(例如,以每4英寸直径施加20吨的压力(224kg/cm<sup>2</sup>))。

[0130] 图4示意性地示出了磁力线如何使圆形模腔中的磁性磨粒取向。为便于理解,图4表示圆形模腔和圆形磁体的横截面。具有北磁极450和南磁极460的外部圆形磁体420与具

有圆形模腔410的模具405相邻设置。磁力线430将包含在可磁化磨料颗粒和粘结剂前体(未示出)的混合物中的可磁化磨料颗粒440在模具腔中取向。尽管取向通常由于固化期间施加的压力而一定程度地变平,但相对对齐梯度得以保持。

[0131] 例如,磁场可由永久磁体和/或电磁体提供。通常,粘结剂前体/可磁化磨料颗粒混合物的粘度和固化之前在磁场中的停留时间足以使可磁化磨料颗粒基本上与磁力线对齐。在优选的实施方案中,取向发生在与单个圆形磁体相邻的位置,以旋转轴为中心并且垂直于旋转轴,由此使得磨具腔中的磁力线变得更靠近砂轮平面,与旋转轴的距离增加。通常,可磁化磨料颗粒将趋于与其可磁化层对齐,可磁化层基本上与模具腔中所施加的磁力线纵向对齐。在粘结剂前体固化/硬化之后,它们的取向被锁定在适当的位置。

[0132] 然后,通过在高达约185°C的温度下加热足够长的时间使模塑粘结砂轮固化,以使可固化的酚醛树脂固化。以类似的方式制备玻璃质粘结砂轮,但烧制温度通常为70至1100°C,而不是有机粘结剂前体所要求的较低温度。

[0133] 根据本公开的粘结砂轮可用于例如斜角砂轮,诸如磨具行业中类型为27(例如,美国国家标准学会的标准ANSI B7.1-2000(2000)的1.4.14章节(American National Standards Institute standard ANSI B7.1-2000(2000) in section 1.4.14))的中心凹陷式砂轮。

[0134] 粘结砂轮的厚度通常为0.1cm至100cm、更通常地为1cm至10cm,并且其直径通常为介于约1cm至100cm之间、更通常地介于约10cm至100cm之间,但也可以使用其他尺寸。例如,粘结砂轮可以采用直径通常为介于10至15cm之间的杯形轮的形式,或者可以采用直径高达100cm的荒磨轮形式,或者也可以采用直径至多约25cm的粘结砂轮的形式。中心毂(通常围绕中心孔设置,尽管这不是必须的)用于加固砂轮并将砂轮附接至动力驱动工具。如果存在的话,中心孔直径通常为0.5cm至2.5cm,但也可使用其它尺寸。中心毂可包括例如金属凸缘或塑料凸缘。另选地,可将机械紧固件轴向固定至粘结砂轮的一个表面。示例包括螺杆。

[0135] 在典型使用中,将根据本公开的粘结砂轮固定到旋转动力工具上,并且使主磨料层与工件的表面发生摩擦接触,并且至少一部分表面被研磨。

[0136] 有利的是,例如通过选择不同于第一有机粘结剂的第二有机粘结剂和/或通过调整次磨料层中的其他组分的含量,次磨料层的模量和/或厚度可以发生改变。例如,在一些实施方案中,次磨料层比主磨料层更硬,而在其他实施方案中,主磨料层比次磨料层更硬。

[0137] 粘结砂轮可以在斜角磨削工具上使用,例如,可从南卡罗来纳州莱克星顿的英格索兰、赛奥克斯、密尔沃基和库柏动力工具公司(Ingersoll-Rand, Sioux, Milwaukee, and Cooper Power Tools of Lexington, South Carolina)商购获得的那些斜角磨削工具。该工具可为电动的或气动的,其速度通常为约1000RPM至50000RPM。

[0138] 根据本公开的粘结砂轮通常可用于研磨工件。工件可包括任何材料并且可为任何形状。工件材料的示例包括金属(例如碳钢、不锈钢、钛、软钢、低合金钢、铸铁和金属合金)、陶瓷、涂漆表面、塑料、聚合物涂层、石材、多晶硅、木材、大理石以及它们的组合。工件的示例包括金属棒和/或原料和焊缝。

[0139] 在典型使用中,将根据本公开的粘结砂轮固定到旋转动力工具上,并且使主磨料层与工件的表面发生摩擦接触,并且至少一部分表面被研磨。在使用时,粘结砂轮可用于干磨或湿磨。进行湿磨期间,粘结砂轮通常与水、油性润滑剂、活性剂溶液或水性润滑剂结合

使用。

[0140] 本公开的选择实施方案

[0141] 在第一实施方案中,本公开提供了一种粘结砂轮,该粘结砂轮包括保留在第一有机粘结剂中的可磁化磨料颗粒,其中粘结砂轮具有邻近中心毂的中心部分,其中粘结砂轮具有外圆周和延伸穿过中心毂的旋转轴,其中邻近中心毂的可磁化磨料颗粒相对于旋转轴以小于35度的平均角度对齐,并且其中与粘结砂轮的外圆周相邻的可磁化磨料颗粒相对于旋转轴以35至90度(包括端值在内)的平均角度对齐。

[0142] 在第二实施方案中,本公开提供了根据第一实施方案所述的粘结砂轮,其中该粘结砂轮包括:

[0143] 主磨料层,其包括保留在第一有机粘结剂中的可磁化磨料颗粒;

[0144] 次磨料层,其包括保留在第二有机粘结剂中的不可磁化磨料颗粒;和

[0145] 第一加固材料,其设置在主磨料层和次磨料层之间并与之接触。

[0146] 在第三实施方案中,本公开提供了根据第二实施方案所述的粘结砂轮,还包括与所述次磨料层接触并与所述第一加固材料相对的第二加固材料。

[0147] 在第四实施方案中,本公开提供了根据第一实施方案至第三实施方案中任一项所述的粘结砂轮,其中可磁化磨料颗粒包括陶瓷体,每个陶瓷体均具有设置在其上的相应的可磁化层。

[0148] 在第五实施方案中,本公开提供了根据第四实施方案所述的粘结砂轮,其中陶瓷体包含 $\alpha$ 氧化铝。

[0149] 在第六实施方案中,本公开提供了根据第四实施方案所述的粘结砂轮,其中陶瓷体包括陶瓷棒。

[0150] 在第七实施方案中,本公开提供了根据第四实施方案所述的粘结砂轮,其中陶瓷体包括陶瓷片状物。

[0151] 在第八实施方案中,本公开提供了根据第七实施方案所述的粘结砂轮,其中陶瓷片状物包括陶瓷截头三角形锥体。

[0152] 在第九实施方案中,本公开提供了根据第一至第八实施方案中任一项所述的粘结砂轮,其中可磁化层基本由金属或金属合金组成。

[0153] 在第十实施方案中,本公开提供了根据第一实施方案至第八实施方案中任一项所述的粘结砂轮,其中可磁化层包括保留在粘结剂中的可磁化颗粒。

[0154] 在第十一实施方案中,本公开提供了一种制备粘结砂轮的方法,该方法包括以下步骤:

[0155] a) 将第一可固化组合物的层设置在具有圆形模腔的模具中,该圆形模腔具有邻近中心毂的中心部分,其中该圆形模腔具有外圆周和延伸穿过中心毂的旋转轴,并且其中该可固化组合物包括分散在第一有机粘结剂前体中的不可磁化磨料颗粒;

[0156] b) 将第一多孔加固材料设置在第一可固化组合物的层上;

[0157] c) 将第二可固化组合物的层设置在多孔加固材料和第一可固化组合物上,其中第二可固化组合物包括分散在第二有机粘结剂前体中的可磁化磨料颗粒;以及

[0158] d) 将磁场施加至可固化组合物,由此使得邻近中心毂的可磁化磨料颗粒相对于旋转轴以小于35度的平均角度对齐,并且其中与圆形模腔的外圆周相邻的可磁化磨料颗粒相

对于旋转轴以35度至90度(包括端值在内)的平均角度对齐;以及

[0159] e) 使可固化组合物至少部分地固化,以提供粘结砂轮。

[0160] 在第十二实施方案中,本公开提供了根据第十一实施方案所述的方法,其中在步骤a)之前,将第二多孔加固材料放置在圆形模腔中,并且其中将第一可固化组合物的层设置在第二加固材料上。

[0161] 在第十三实施方案中,本公开提供了根据第十一或第十二实施方案所述的方法,该方法还包括将粘结砂轮与模具分离。

[0162] 在第十四实施方案中,本公开提供了根据第十一实施方案至第十三实施方案中任一项所述的方法,其中步骤a)和步骤b)是同时的。

[0163] 在第十五实施方案中,本公开提供了根据第十一实施方案至第十三实施方案中任一项所述的方法,其中步骤b)和步骤c)是同时的。

[0164] 在第十六实施方案中,本公开提供了根据第十一至第十五实施方案中任一项所述的方法,其中步骤c)还包括压缩第一可固化组合物的层和第二可固化组合物的层。

[0165] 在第十七实施方案中,本公开提供了根据第十一实施方案至第十六实施方案中任一项所述的方法,其中步骤b)还包括机械搅拌至少第二可固化组合物的层。

[0166] 在第十八实施方案中,本公开提供了根据第十一实施方案至第十七实施方案中任一项所述的方法,其中可磁化磨料颗粒包括陶瓷体,每个陶瓷体具有设置在其上的相应的可磁化层。

[0167] 在第十九实施方案中,本公开提供了根据第十八实施方案所述的方法,其中陶瓷体还包括陶瓷棒。

[0168] 在第二十实施方案中,本公开提供了根据第十八实施方案所述的方法,其中陶瓷体包括陶瓷片状物。

[0169] 在第二十一实施方案中,本公开提供了根据第二十实施方案所述的方法,其中陶瓷片状物包括陶瓷截头三角形锥体。

[0170] 在第二十二实施方案中,本公开提供了根据第十八实施方案至第二十一实施方案中任一项所述的方法,其中可磁化层基本由金属或金属合金组成。

[0171] 在第二十三实施方案中,本公开提供了根据第十八实施方案至第二十一实施方案中任一项所述的方法,其中可磁化层包括保留在粘结剂中的可磁化颗粒。

[0172] 在第二十三实施方案中,本公开提供了根据第十八实施方案至第二十三实施方案中任一项所述的方法,其中陶瓷体包含 $\alpha$ 氧化铝。

[0173] 通过以下非限制性实施例,进一步示出了本公开的目的和优点,但在这些实施例中引用的具体材料及其量以及其它条件和细节不应当视为对本公开的不当限制。

[0174] 实施例

[0175] 除非另有说明,否则实施例及本说明书的其余部分中的所有份数、百分比、比等均以重量计。除非另外说明,否则所有其它试剂均得自或购自精细化学品供应商诸如密苏里州圣路易斯的西格玛奥德里奇公司(Sigma-Aldrich Company, St. Louis, Missouri),或者可通过已知的方法合成。

[0176] 实施例中使用的材料描述于下表1中。

[0177] 表1

[0178]

缩写词	描述
AO	等级 24, 氧化铝磨粒, 可作为 24BFRPL 从奥地利菲拉赫的太巴客磨料股份公司 (Treibacher Schleifmittel AG, Villach, Austria) 商购获得。
PAF	氟铝酸钾, 粒度分布 $d_{10}=2.58$ 微米, $d_{50}=11.5$ 微米, $d_{90}=36.6$ 微米, 从荷兰奥斯的 KBM Afflips B.V. 公司 (KBM Afflips B.V., Oss, The Netherlands) 商购获得。
PRL	液体酚醛树脂, 作为 DYNEA 5136G 从芬兰赫尔辛基的太尔公司 (Dynea Oy Corp., Helsinki, Finland) 商购获得。
PRP	酚醛树脂粉末, 作为 VARCUM 29302 从德克萨斯州达拉斯的杜雷兹公司 (Durez Corporation, Dallas, Texas) 商购获得。
PMIX	在 V-共混机中混合 PAF 和 PRP 的 50: 50 共混物 3 小时。
SAP1	根据下文所述的 SAP1 的制备程序制备的成形磨粒 (杆)。
SAP2	根据美国专利 8,142,531 (Adefris 等人) 的公开内容制备成形磨粒。成形磨粒是通过在等边三角形的聚丙烯模具腔内模塑氧化铝溶胶凝胶制备的。在干

[0179]

	燥和烧制后, 所得的成形磨粒为约 2.5mm (边长) $\times$ 0.5mm (厚度), 其中拔模角为大约 98 度。
SCRIM1	玻璃纤维网片, 作为 STYLE 4400 从马萨诸塞州什鲁斯伯里的工业聚合物和化学品有限公司 (Industrial Polymers and Chemicals, Inc., Shrewsbury, Massachusetts) 商购获得。
SCRIM2	玻璃纤维网片, 得自瑞士上库尔姆的 Tissa Glasweberei AG 公司 (Tissa Glasweberei AG, Oberkulm, Switzerland)。

[0180] SAP1 的制备

[0181] 使用以下配方制备的勃姆石溶胶—凝胶样品: 氧化铝—水合物粉末 (1600 份, 以“DISPERAL”为商标获得), 通过高速剪切混合含去离子水 (2400 份) 和 70% 硝酸水的溶液 (72 份) 而得以扩散。使所得溶胶—凝胶老化 1 小时。将所得的溶胶—凝胶压入局部涂有花生油的模具中。模具 910 中的模具腔 900 的视图在图 9A 至图 9C 中示出, 其中示出了标称尺寸和角度。使用油灰刀将溶胶—凝胶涂抹到片材上, 以使得模具腔被完全填充。然后将包含溶胶—凝胶的片材风干两小时。干燥后, 摇动片材以去除所得的前体成形颗粒。

[0182] 然后将前体成形磨粒在空气中加热至大约 650°C, 持续 15 分钟, 进行煅烧。然后用以下浓度的硝酸盐混合溶液浸泡该颗粒 (记录为氧化物): MgO、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 和 La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 中的每一个浓度都为 1.8%。去除过量的硝酸盐溶液, 并使浸泡过的前体成形磨粒得以干燥, 之后, 再次在 650°C 下煅烧该颗粒, 并且在大约 1400°C 下烧结。煅烧和烧结均采用管式回转炉。

[0183] 示例 1[0184] 可磁化磨料颗粒的制备 (MAP1)

[0185] SAP1 使用磁控溅射的物理气相沉积, 涂覆有 304 不锈钢, 溅射靶材 304 不锈钢, 由 Barbee 等人在 Thin Solid Films, 1979, vol. 63, pp. 143-150 (固体薄膜, 1979 年, 第 63 卷, 第 143-150 页) 中有所描述, 被沉积为中心立方形式的磁性铁素体。用于制备 304 不锈钢膜涂覆磨粒 (即可磁化磨料颗粒) 的设备公开于美国专利 8,698,394 (McCutcheon 等人) 中。将 1631

克SAP1置于颗粒搅拌器中,该颗粒搅拌器公开于美国专利7,727,931 (Brey等人,第13列,第60行)。以10毫托(1.33帕斯卡)的氩溅射气体压力,在5千瓦下将该气体物理气相沉积到SAP1上进行10小时。涂覆的SAP1的密度为3.9876克/立方厘米(未涂覆的SAP1的密度为3.9013克/立方厘米)。涂敷有磨粒的MAP1中的金属涂层的重量百分比为2.2重量%。

[0186] 混合物的制备

[0187] 根据表2中列出的组合物制备混合物。每种混合物是通过首先在桨式搅拌器中将AO或MAP1与PRL搅拌7分钟制备的,然后加入PMIX粉末共混物并再搅拌7分钟。

[0188] 表2

组分	量, 克	
	混合物 1	混合物 2
[0189] AO	720	-
MAP1	-	720
PMIX	225	225
PRL	55	55

[0190] 按如下方式制备类型为27的中心凹陷式复合砂轮。将由304不锈钢制成的直径为4.5英寸(11.4cm)的模具放置在钕磁体的顶部上,该钕磁体平均表面场强度为0.6特斯拉,直径6英寸(15.2cm)×厚度2英寸(5.1cm)。将SCRIM1的4.5英寸(11.4cm)的圆盘放入模具中。均匀地展开混合物1(75g),然后将第二个4.5英寸(11.4cm)的SCRIM1圆盘放在混合物1的顶部上。将混合物2(75克)均匀展开在第二薄棉布上。在模具腔中插入3英寸(7.6cm)的SCRIM2圆盘,并且将其居中于腔中。随后以30吨的压力对腔体填满的模具施压。将所得的轮从腔体填满的模具中取出,并放置在介于中心凹陷式铝板之间的心轴上,以便将其压制成类型为27的中心凹陷式砂轮。以5吨的压力压缩砂轮以形成圆盘。然后将砂轮置于烤箱中以在79°C下固化7小时、在107°C下固化3小时、在185°C下固化18小时,并且温度在4小时内下降至27°C。最终砂轮的尺寸是114.3mm直径×6.35mm厚度。中心孔的直径为7/8英寸(2.2cm)。

[0191] 将所得砂轮中的磨粒向上取向;如图5所示,向外扇出远离车轮中心处既是磨粒所在位置。

[0192] 比较例A

[0193] 重复上述实施例1中所述的工序,不同的是工序在没有经受磁场的情况下进行。

[0194] 图6示出了所得的中心凹陷式砂轮的横截面。

[0195] 性能测试

[0196] 将砂轮安装在Atlas Copco GTG25气动研磨机上,该研磨机继而安装到机器人臂以精确控制运动。砂轮被测试对1018冷轧钢工件进行研磨,该工件具有2英寸(5.18cm)高、0.25英寸(0.64cm)厚和18英寸(45.72cm)长。然后在9磅(4.08千克)的载荷下以相对于工件12.5度的角度推动磨料制品。研磨机在0.25英寸的边缘上穿过整个钢棒连续地来回移动。砂轮测试10分钟。测试前后测量工件重量,确定切削量,以克计。测试前后测量砂轮重量,确定磨损量,以克计。G比率计算为切削量与磨损量的比率。结果示于表3中。

[0197] 表3

	切削量, 克	砂轮磨损, 克	G 比率
[0198] 比较例 A	326.91	4.42	74
示例 1	658.33	8.09	81

[0199] 示例2

[0200] 可磁化磨料颗粒的制备 (MAP2)

[0201] SAP2, 使用磁控溅射的物理气相沉积, 涂覆304不锈钢, 溅射靶材304不锈钢, 由 Barbee 等人在 Thin Solid Films, 1979, vol. 63, pp. 143-150 (固体薄膜, 1979年, 第63卷, 第143-150页) 中有所描述, 被沉积为中心立方形式的磁性铁素体。用于制备304不锈钢膜涂覆磨粒 (即可磁化磨料颗粒) 的设备公开于美国专利 8,698,394 (McCutcheon 等人) 中。将3592克 SAP2 置于颗粒搅拌器中, 该颗粒搅拌器公开于美国专利 7,727,931 (Brey 等人, 第13列, 第60行)。刀片末端与搅拌器壁的间隙距离为1.7mm。以10毫托 (1.33帕斯卡) 的氩溅射气体压力, 在5千瓦下将该气体物理气相沉积到SAP2上进行12个小时。涂覆的SAP2的密度为3.912克/立方厘米 (未涂覆的SAP2的密度为3.887克/立方厘米)。涂覆的磨粒中金属涂层的重量百分比为0.65%, 涂层厚度为1微米。

[0202] 混合物的制备

[0203] 根据表4中列出的组合物制备混合物。每种混合物是通过首先在桨式搅拌器中将AO或SAP2与PRL搅拌7分钟制备的, 然后加入PMIX粉末共混物并再搅拌7分钟。

[0204] 表4

组分	量, 克		
	混合物 1	混合物 2	混合物 3
[0205] AO	720	-	-
SAP2 (未涂覆)	-	720	-
MAP2	-	-	720
PMIX	225	225	225
PRL	55	55	55

[0206] 按如下方式制备类型为27的中心凹陷式复合砂轮。将由304不锈钢制成的直径为4.5英寸 (11.43cm) 的模具放置在钕磁体的顶部上, 该钕磁体平均表面场强度为0.6特斯拉, 直径6英寸 (15.24cm) × 2英寸 (5.08cm) 厚。将SCRIM1的4.5英寸 (11.4cm) 的圆盘放入模具中。均匀地展开混合物1 (75g), 然后将第二个4.5英寸 (11.4cm) 的SCRIM1圆盘放在混合物1的顶部上。将混合物3 (75克) 均匀展开在第二薄棉布上。在模具腔中插入3英寸 (7.6cm) 的SCRIM2圆盘, 并且将其居中于腔中。随后以30吨的压力对腔体填满的模具施压。将所得的轮从腔体填满的模具中取出, 并放置在介于中心凹陷式铝板之间的心轴上, 以便将其压制成类型为27的中心凹陷式砂轮。以5吨的压力压缩砂轮以形成圆盘。然后将砂轮置于烤箱中在79°C下固化7小时、在107°C下固化3小时、在185°C下固化18小时, 并且温度在4小时内下降至27°C。最终砂轮的尺寸是114.3mm直径 × 6.35mm厚度。中心孔的直径为7/8英寸 (2.2cm)。

[0207] 所得砂轮中的磨粒的取向在图7中示出。

[0208] 比较例B



[0209] 重复上述实施例2中所述的工序,不同的是工序在没有经受磁场的情况下进行。

[0210] 所得砂轮中的磨粒的取向在图8中示出。

[0211] 比较例C

[0212] 重复上述比较例B中所述的工序,不同的是混合物3 (75克) 替换为混合物2 (75克)。

[0213] 性能测试

[0214] 将砂轮安装在Atlas Copco GTG25气动研磨机上,该研磨机继而安装到机器人臂以精确控制运动。砂轮被测试对1018冷轧钢工件进行研磨,该工件具有2英寸(5.18cm)高、0.25英寸(0.64cm)厚和18英寸(45.72cm)长。然后在9磅(4.08千克)的载荷下以相对于工件12.5度的角度推动磨料制品。研磨机在0.25英寸的边缘上穿过整个钢棒连续地来回移动。砂轮测试10分钟。测试前后测量工件重量,确定切削量,以克计。测试前后测量砂轮重量,确定磨损量,以克计。G比率计算为切削量与磨损量的比率。结果在下面表5中示出。

[0215] 表5

	切削量, 克	砂轮磨损, 克	G比率
[0216] 示例 2	360	2.08	173.1
比较例 B	355	6.26	56.7
比较例 C	343	4.06	84.5

[0217] 以上获得专利证书的申請中所有引用的参考文献、专利和专利申请以一致的方式全文以引用方式并入本文中。在并入的参考文献部分与本申請之间存在不一致或矛盾的情况下,应以前述说明中的信息为准。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出的前述说明不应理解为是对本公开范围的限制,本公开的范围由权利要求书及其所有等同形式限定。

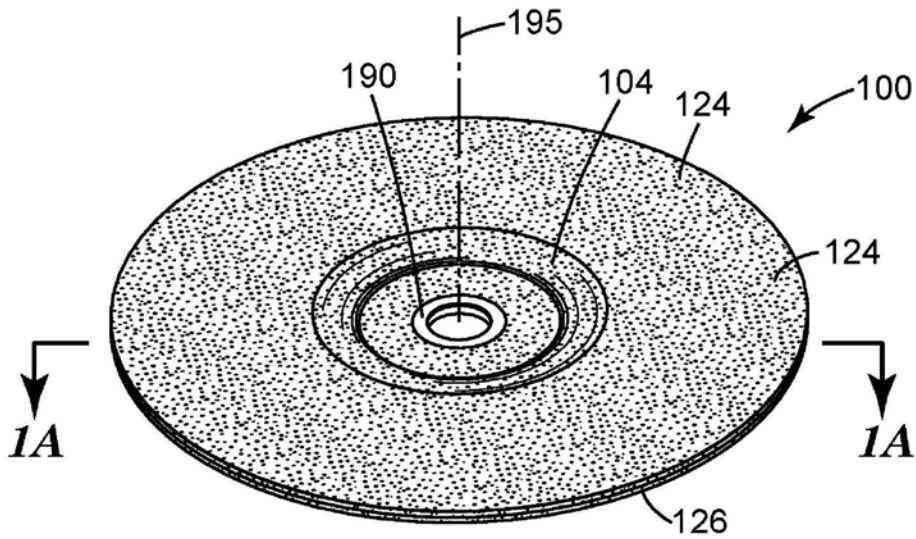


图1

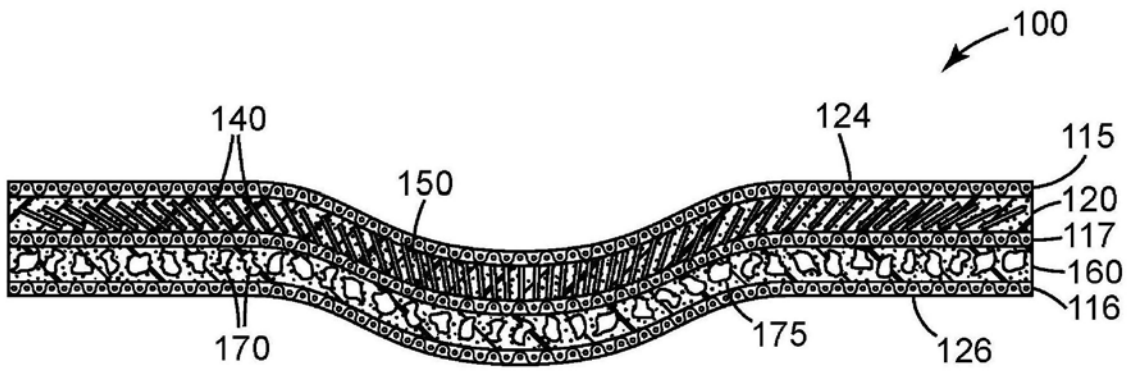


图1A

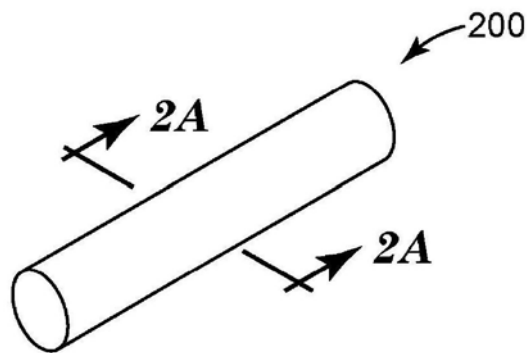


图2

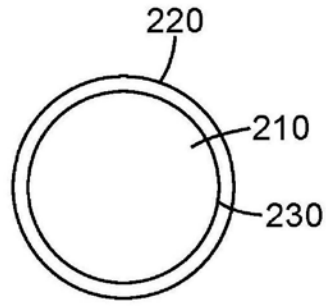


图2A

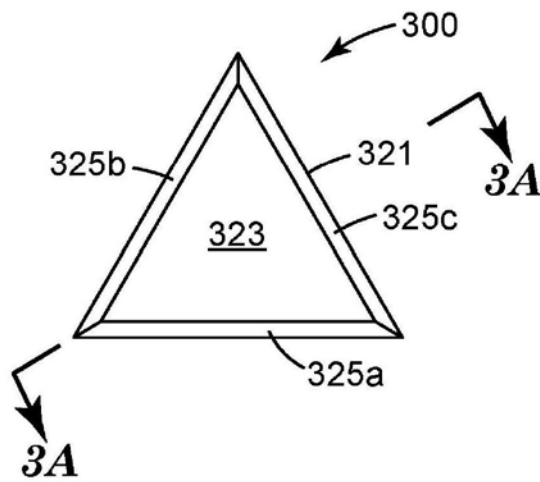


图3

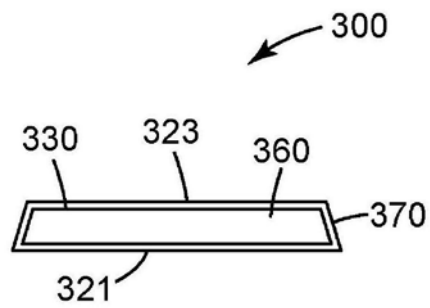


图3A

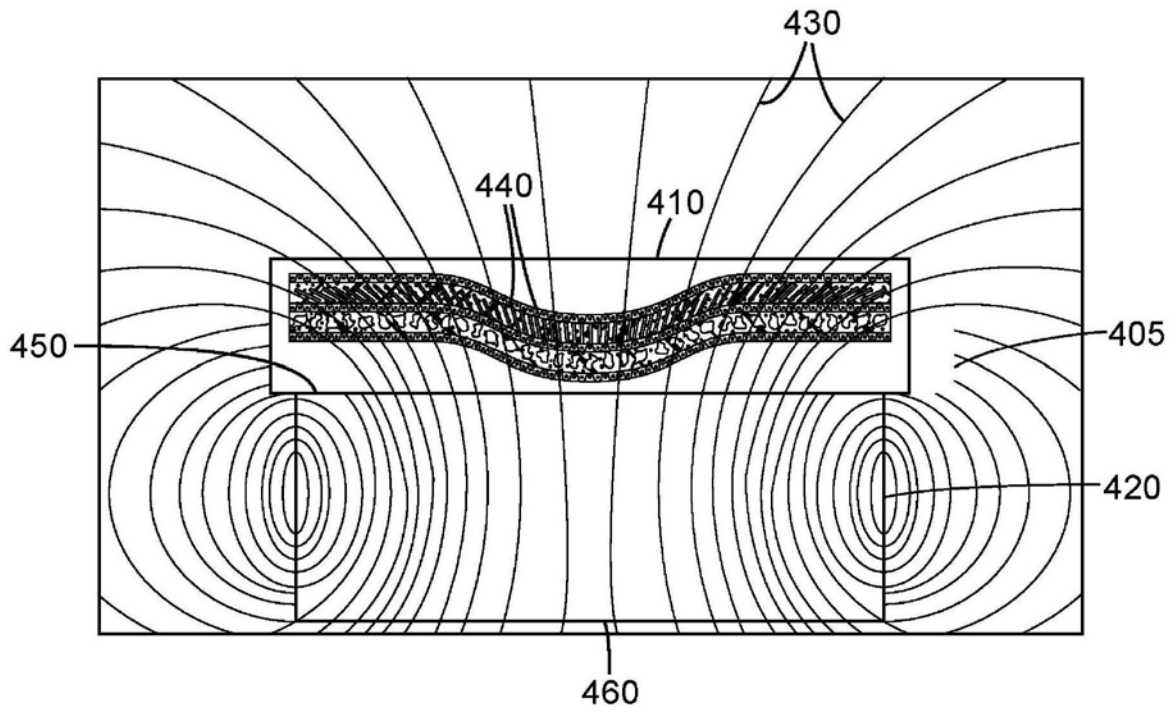


图4

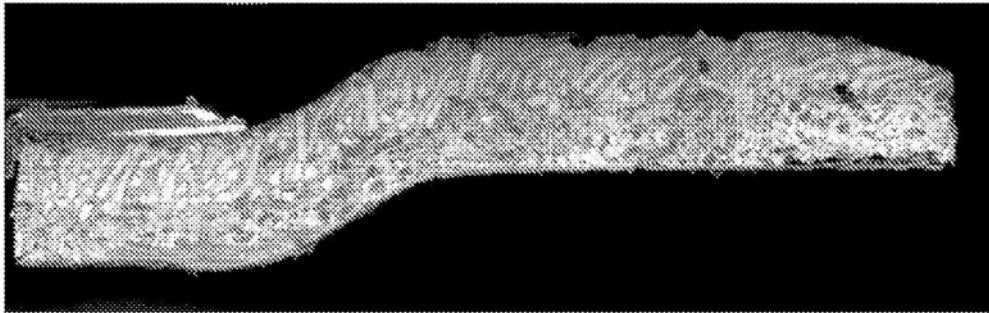


图5

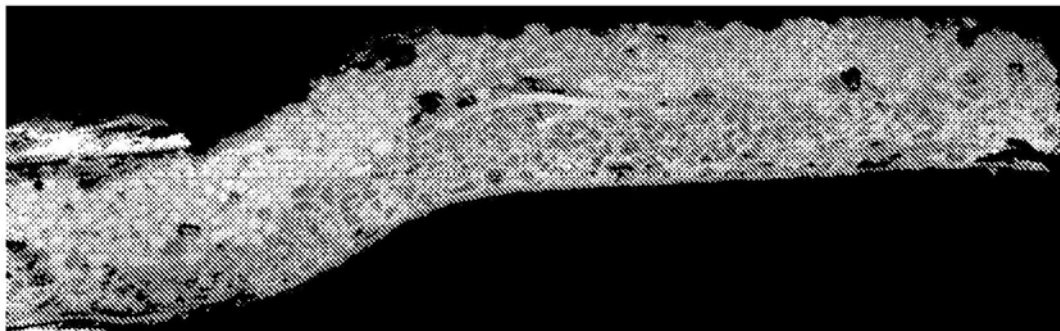


图6

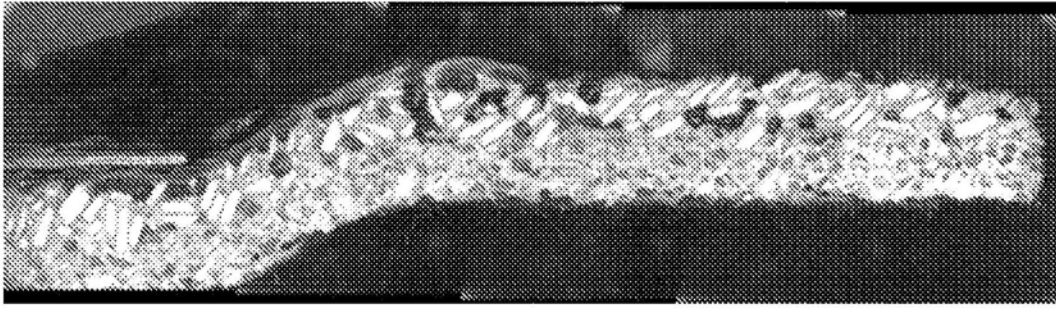


图7

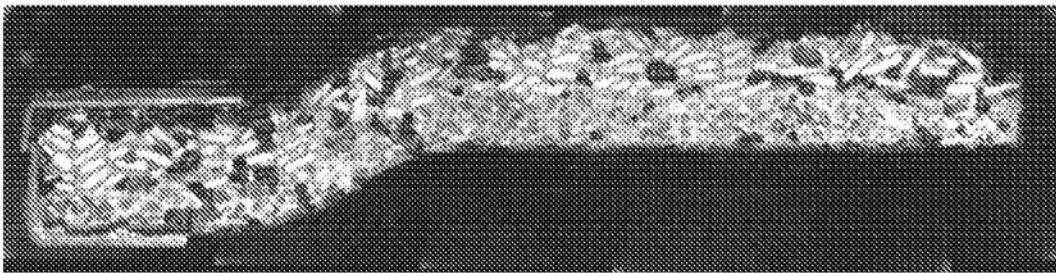


图8

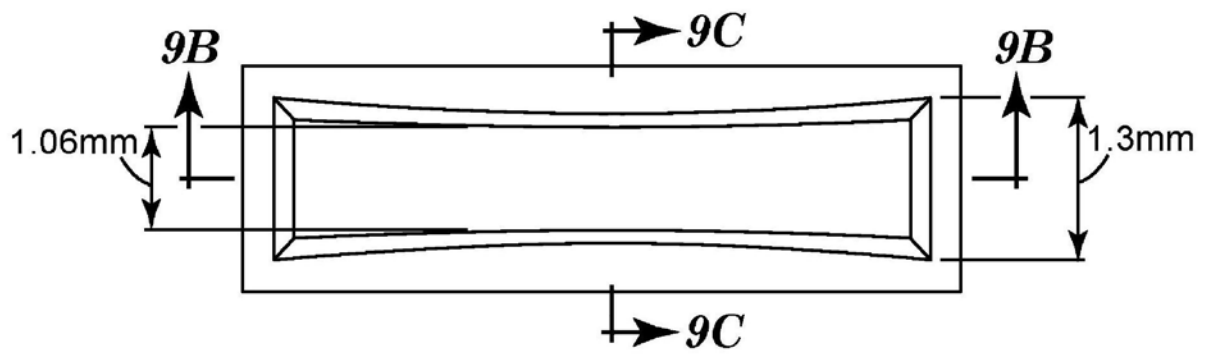


图9A

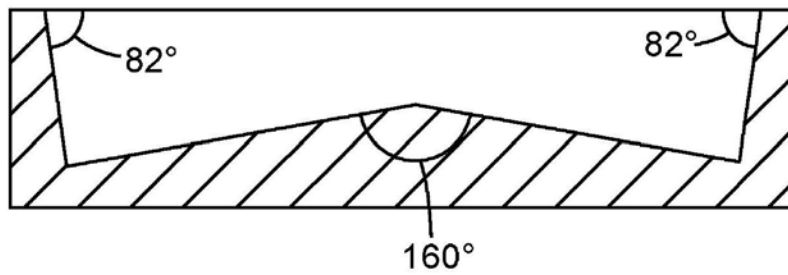


图9B

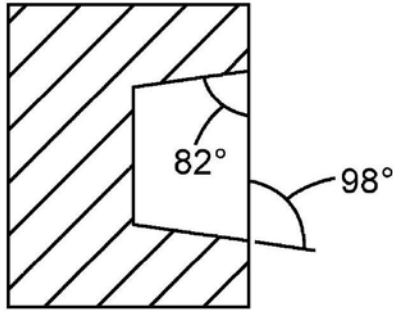


图9C