



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108472787 B

(45) 授权公告日 2021.07.16

(21) 申请号 201780007652.X

(22) 申请日 2017.01.18

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108472787 A

(43) 申请公布日 2018.08.31

(30) 优先权数据

62/281,349 2016.01.21 US

62/315,044 2016.03.30 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2018.07.20

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2017/013867 2017.01.18

(87) PCT国际申请的公布数据

W02017/127392 EN 2017.07.27

(73) 专利权人 3M创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 卡斯腾·弗兰克 麦肯·吉沃特

马尔特·科滕

罗伯特·L·W·史密森

## (54) 发明名称

制备金属粘结和玻璃状粘结磨料制品以及磨料制品前体的方法

## (57) 摘要

本公开提供了制备玻璃状粘结磨料制品和金属粘结磨料制品的方法。该方法依次包括以下的步骤。步骤a) 包括子过程，该子过程依次包括：

i) 在限定区中沉积散粉颗粒层；以及 ii) 经由传导或照射选择性地施加热量，以热处理散粉颗粒层的区域。散粉颗粒包含磨料颗粒和有机化合物颗粒，以及玻璃状粘结前体颗粒或金属颗粒。散粉颗粒层具有基本上均匀的厚度。步骤b) 包括独立地实施步骤a) 多次以生成包含粘结粉末颗粒和剩余散粉颗粒的磨料制品预成型件。步骤c) 包括从磨料制品预成型件分离剩余的散粉颗粒。步骤d) 包括加热所述磨料制品预成型件，以提供包

布赖恩·D·格斯

尼格斯·B·阿德弗里斯

托马斯·J·安德森

布赖恩·A·舒克拉

迈克尔·C·哈珀

伊丽莎白·Y·普洛特尼科夫

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限公司 11219

代理人 王潜 郭国清

(51) Int.CI.

B24D 3/06 (2006.01)

B22F 3/00 (2021.01)

B22F 10/28 (2021.01)

B24D 3/14 (2006.01)

B24D 5/10 (2006.01)

B24D 7/10 (2006.01)

B24D 18/00 (2006.01)

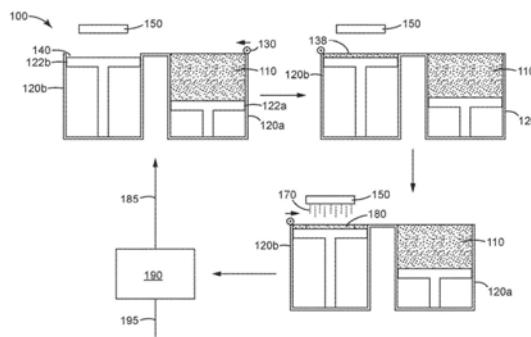
B33Y 80/00 (2015.01)

B33Y 10/00 (2015.01)

审查员 储呈媛

权利要求书2页 说明书16页 附图7页

含被保留在玻璃状粘结材料中的所述磨料颗粒的所述玻璃状粘结磨料制品，或提供金属粘结磨料制品。制备金属粘结磨料的方法任选地包括使用熔融的较低熔点金属注入磨料制品预成型件，并使熔融的较低熔点金属固化以提供金属粘结磨料制品。本公开还提供了玻璃状粘结磨料制品前体和金属粘结磨料制品前体。



1. 一种制备玻璃状粘结磨料制品的方法,所述方法依次包括以下的步骤:

a) 子过程,所述子过程依次包括:

i) 在限定区中沉积散粉颗粒层,其中散粉颗粒包含玻璃状粘结前体颗粒、磨料颗粒和有机化合物颗粒,其中所述有机化合物颗粒的熔点介于50摄氏度和250摄氏度之间,包括50摄氏度和250摄氏度,并且其中所述散粉颗粒层具有基本上均匀的厚度;以及

ii) 经由传导或照射选择性地施加热量,以热处理所述散粉颗粒层的区域;

b) 独立地实施步骤a) 多次以生成包含粘结粉末颗粒和剩余散粉颗粒的磨料制品预成型件,其中在每个步骤a) 中,独立地选择所述散粉颗粒;

c) 从所述磨料制品预成型件分离基本上所有的所述剩余散粉颗粒;以及

d) 加热所述磨料制品预成型件,以提供包含被保留在玻璃状粘结材料中的所述磨料颗粒的所述玻璃状粘结磨料制品。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述磨料颗粒包括金刚石颗粒或立方氮化硼颗粒中的至少一者。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述磨料颗粒包括金属氧化物陶瓷颗粒。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述玻璃状粘结磨料制品包括至少一个冷却通道。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述玻璃状粘结磨料制品选自一体式结构化磨盘、磨料研磨钻头和砂瓦。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中所述玻璃状粘结磨料制品为磨轮。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中所述玻璃状粘结磨料制品为砂轮。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中所述玻璃状粘结磨料制品为旋转牙科工具。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中所述有机化合物颗粒选自蜡、糖、糊精、熔点不大于250摄氏度的热塑性塑料、丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯以及它们的组合。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中所述有机化合物颗粒以所述散粉颗粒的2.5重量%至30重量%的量存在。

11. 根据权利要求1至10中任一项所述的方法,其中步骤d) 还包括烧尽有机化合物材料。

12. 根据权利要求1所述的方法,其中在步骤ii) 中,使用单个加热的顶端来施加热量。

13. 一种制备金属粘结磨料制品的方法,所述方法依次包括以下的步骤:

a) 子过程,所述子过程依次包括:

i) 在限定区中沉积散粉颗粒层,其中散粉颗粒包含较高熔点金属颗粒、磨料颗粒和有机化合物颗粒,其中所述有机化合物颗粒的熔点介于50摄氏度和250摄氏度之间,包括50摄氏度和250摄氏度,并且其中所述散粉颗粒层具有基本上均匀的厚度;以及

ii) 经由传导或照射选择性地施加热量,以热处理所述散粉颗粒层的区域;

b) 独立地实施步骤a) 多次以生成包含粘结粉末颗粒和剩余散粉颗粒的磨料制品预成型件,其中在每个步骤a) 中,独立地选择所述散粉颗粒;

c) 从所述磨料制品预成型件分离基本上所有的所述剩余散粉颗粒;

d) 使用熔融的较低熔点金属注入所述磨料制品预成型件,其中所述较高熔点金属颗粒中的至少一些在被所述熔融的较低熔点金属接触时不完全熔融;以及

e) 使所述熔融的较低熔点金属固化以提供所述金属粘结磨料制品。

14. 根据权利要求13所述的方法,其中所述较高熔点金属颗粒的熔点比所述熔融的较低熔点金属的熔点温度高至少50摄氏度。

15. 根据权利要求13或权利要求14所述的方法,所述方法还包括在步骤c) 和步骤d) 之间,烧尽有机化合物材料的至少一部分。

16. 一种制备金属粘结磨料制品的方法,所述方法依次包括以下的步骤:

a) 子过程,所述子过程依次包括:

i) 在限定区中沉积散粉颗粒层,其中散粉颗粒包含金属颗粒、磨料颗粒和有机化合物颗粒,其中所述有机化合物颗粒的熔点介于50摄氏度和250摄氏度之间,包括50摄氏度和250摄氏度,并且其中所述散粉颗粒层具有基本上均匀的厚度;

ii) 经由传导或照射选择性地施加热量,以热处理所述散粉颗粒层的区域;

b) 独立地实施步骤a) 多次以生成包含粘结粉末颗粒和剩余散粉颗粒的磨料制品预成型件,其中所述磨料制品预成型件具有预定形状,并且其中在每个步骤a) 中,独立地选择所述散粉颗粒;

c) 从所述磨料制品预成型件分离基本上所有的所述剩余散粉颗粒;以及

d) 加热所述磨料制品预成型件以提供所述金属粘结磨料制品。

17. 根据权利要求16所述的方法,其中所述金属颗粒包含较高熔点金属颗粒和较低熔点金属颗粒的组合,其中所述较高熔点金属颗粒的熔点比熔融的较低温度金属颗粒的熔点温度高至少50摄氏度。

18. 一种金属粘结磨料制品前体,所述金属粘结磨料制品前体包含通过有机化合物材料粘结在一起的金属颗粒和磨料颗粒,其中有机化合物颗粒的熔点介于50摄氏度和250摄氏度之间,包括50摄氏度和250摄氏度,其中所述金属粘结磨料制品前体还包括以下中的至少一者:

至少部分地延伸穿过所述金属粘结磨料制品前体的至少一个曲折的冷却通道;

至少部分地延伸穿过所述金属粘结磨料制品前体的至少一个弧形的冷却通道。

## 制备金属粘结和玻璃状粘结磨料制品以及磨料制品前体的方法

### 技术领域

[0001] 本公开广义地涉及制备在金属粘结基质或玻璃状粘结基质中具有磨料颗粒的磨料制品的方法。

### 背景技术

[0002] 传统上,通过压缩磨料颗粒(例如,金刚石、立方氮化硼、氧化铝、或SiC)、玻璃状粘结前体(例如,玻璃料、陶瓷前体)、任选的孔隙诱导剂(例如,玻璃泡、萘、压碎的椰子或核桃壳、或丙烯酸玻璃、或PMMA)和液体载体中的临时有机粘结剂(例如,酚醛树脂、聚乙烯醇、脲醛树脂或糊精的水溶液)的共混物来制备玻璃状粘结磨料制品(例如,砂轮、砂瓦和磨石)。该磨料颗粒、玻璃状粘结前体和常见的孔隙诱导剂通常干混在一起。然后添加临时有机粘结剂溶液,以润湿磨粒混合物。然后将共混的混合物置于用脱模剂处理的硬化钢模具中。然后将填充的模具在压机中压缩以形成模制生坯。然后将生坯从模具中顶出,并且随后加热直至临时有机粘结剂被烧尽,并且将玻璃状粘结前体转化为玻璃状粘结基质(在本领域中也称为“玻璃状粘结”和“玻璃状粘结剂”)。

[0003] 传统上,金属粘结磨料制品通过混合磨料诸如金刚石、氧化铝、立方氮化硼(cBN)或其它磨粒与非熔融金属粉末(例如,钨、不锈钢或其它)、熔融金属粉末(例如,青铜或铜)或它们的组合而制成。可添加孔隙诱导剂、临时粘结剂和其它添加剂。然后将混合物引入已涂覆有脱模剂的模具中。然后将填充的模具在压机中压缩以形成模制生坯。然后将生坯从模具中顶出,随后在加热炉中于高温下加热以熔化金属组合物的一部分,或者向生坯中注入熔融金属。加热通常在惰性或还原气体(例如,氮气、氩气、氢气)的合适受控气氛下或在真空中完成。

[0004] 这些制造方法存在许多缺点:每个磨料制品形状需要特殊的模具;模具通常是昂贵的,并且具有长的生产周期以制备;任何设计变化都需要制造新模具;存在可模制的形状的限制,具有底切或内部结构诸如冷却通道的复杂形状通常是不可能的;模具磨损并且具有有限数量的可每个模具制造的单元;虽然模具填充有磨料混合物,但可发生组分的分离,从而导致不均匀的磨料组分和密度变化,这易于看见并且可导致性能变化。此外,该过程通常为手动的和劳动密集的。

[0005] 在选择性激光烧结中,包含金属粉末和磨粒的粉末层在惰性气氛封装件中以均匀的层铺展。在预定区域中,通过激光束将粉末加热,以将金属粉末加热至其烧结温度。传统激光烧结的缺点是需要高功率激光器(例如,在30瓦至150瓦的范围内),并且惰性气氛需要在整个印刷过程中保持。

### 发明内容

[0006] 在第一方面中,本公开提供了一种制备玻璃状粘结磨料制品的方法,该方法依次包括以下的步骤。步骤a)包括子过程,子过程依次包括:i)在限定区中沉积散粉颗粒层;以

及ii)经由传导或照射选择性地施加热量,以热处理散粉颗粒层的区域。散粉颗粒包括玻璃状粘结前体颗粒、磨料颗粒和有机化合物颗粒。散粉颗粒层具有基本上均匀的厚度。步骤b)包括独立地实施步骤a)多次以生成包含粘结粉末颗粒和剩余散粉颗粒的磨料制品预成型件。在每个步骤a)中,独立地选择散粉颗粒。步骤c)包括从所述磨料制品预成型件分离基本上所有的剩余散粉颗粒;以及步骤d)包括加热所述磨料制品预成型件,以提供包含被保留在玻璃状粘结材料中的所述磨料颗粒的所述玻璃状粘结磨料制品。

[0007] 在第二方面,本公开提供玻璃状粘结磨料制品前体,所述磨料制品前体包含通过玻璃状粘结前体材料和有机化合物粘结在一起的磨料颗粒,其中玻璃状粘结磨料制品前体还包括以下中的至少一者:至少部分地延伸穿过玻璃状粘结磨料制品前体的至少一个曲折的冷却通道;或至少部分地延伸穿过玻璃状粘结磨料制品前体的至少一个弧形的冷却通道。

[0008] 在第三方面,本公开提供了制备金属粘结磨料制品的方法,该方法依次包括以下的步骤。步骤a)包括子过程,子过程依次包括:i)在限定区中沉积散粉颗粒层;以及ii)经由传导或照射选择性地施加热量,以热处理散粉颗粒层的区域。散粉颗粒包含较高熔点金属颗粒、磨料颗粒和有机化合物颗粒。散粉颗粒层具有基本上均匀的厚度。步骤b)包括独立地实施步骤a)多次以生成包含粘结粉末颗粒和剩余散粉颗粒的磨料制品预成型件。在每个步骤a)中,独立地选择散粉颗粒。步骤c)包括从所述磨料制品预成型件分离基本上所有的剩余散粉颗粒。步骤d)包括使用熔融的较低熔点金属注入磨料制品预成型件,其中较高熔点金属颗粒中的至少一些在被熔融的较低熔点金属接触时不完全熔融。步骤e)包括使所述熔融的较低熔点金属固化以提供所述金属粘结磨料制品。

[0009] 在第四方面,本公开提供了制备金属粘结磨料制品的方法,该方法依次包括以下的步骤。步骤a)包括子过程,子过程依次包括:i)在限定区中沉积散粉颗粒层;以及ii)经由传导或照射选择性地施加热量,以热处理散粉颗粒层的区域。散粉颗粒包含金属颗粒、磨料颗粒和有机化合物颗粒。散粉颗粒层具有基本上均匀的厚度。步骤b)包括独立地实施步骤a)多次以生成包含粘结粉末颗粒和剩余散粉颗粒的磨料制品预成型件,其中磨料制品预成型件具有预定形状。在每个步骤a)中,独立地选择散粉颗粒。步骤c)包括从所述磨料制品预成型件分离基本上所有的剩余散粉颗粒;步骤d)包括加热所述磨料制品预成型件以提供所述金属粘结磨料制品。

[0010] 在第五方面,本公开提供了金属粘结磨料制品前体,所述制品前体包括由有机化合物材料粘结在一起的金属颗粒和磨料颗粒,其中所述金属粘结磨料制品前体还包括以下中的至少一者:至少部分地延伸穿过金属粘结磨料制品前体的至少一个曲折的冷却通道;以及至少部分地延伸穿过金属粘结磨料制品前体的至少一个弧形的冷却通道。

[0011] 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

[0012] 图1A为制备根据本公开的玻璃状粘结或金属粘结磨料制品的方法的示意性过程流程图。

[0013] 图1B为具有热印刷头热源的图1A的过程的第三步骤的示意性横截面侧视图。

- [0014] 图1C为具有加热的顶端热源的图1A的过程的第三步骤的示意性横截面侧视图。
- [0015] 图1D为具有激光热源的图1A的过程的第三步骤的示意性横截面侧视图。
- [0016] 图2为可根据本公开制备的示例性玻璃状粘结或金属粘结砂轮 200的示意性横截面顶视图。
- [0017] 图3是可根据本公开制备的示例性玻璃状粘结或金属粘结砂轮 300的示意性横截面顶视图。
- [0018] 图4为可根据本公开制备的示例性玻璃状粘结或金属粘结砂瓦 400的示意性透视图。
- [0019] 图5为可根据本公开制备的玻璃状粘结或金属粘结砂轮500的示意性透视图。
- [0020] 图6A为可根据本公开制备的一体式结构化磨盘600的示意性透视图。
- [0021] 图6B为体式结构化磨盘600的示意性顶视图。
- [0022] 图7A为可根据本公开制备的一体式结构化磨盘700的示意性透视图。
- [0023] 图7B为体式结构化磨盘700的示意性顶视图。
- [0024] 图8为可根据本公开制备的旋转研磨工具800的示意性透视图。
- [0025] 图9为可根据本公开制备的示例性牙钻900的示意性透视图。
- [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

[0027] 制备根据本公开的玻璃状粘结磨料制品和金属粘结磨料制品的方法包括共同的添加子过程。该子过程包括依次地优选地连续(尽管不是必需的)实施至少三个步骤。有利的是，所述方法涉及经由传导或照射选择性地施加热量，而不需要任何高功率设备作为热源，并且不需要惰性气氛。

[0028] 图1A示意性地描绘了用于制备玻璃状粘结磨料制品或金属粘结磨料制品的示例性粉末床过程100。

[0029] 在第一步骤中，在具有可移动活塞122b的粉末室120b中的限定区140中沉积来自具有可移动活塞122a的粉末室120a的散粉颗粒110 的层138。该层138应具有基本上均匀的厚度。例如，层厚变化可小于 50微米，优选地小于30微米，并且更优选地小于10微米。只要热量可粘结其施加到的所有散粉，这些层便可具有至多达约1毫米的任何厚度。优选地，层的厚度为约10微米至约500微米，更优选地为约10 微米至约250微米，更优选地为约50微米至约250微米，并且更优选地为约100微米至约200微米。

[0030] 该磨料颗粒可包括在研磨工业中使用的任何磨料颗粒。优选地，该磨料颗粒具有至少4，优选地至少5，更优选地至少6，更优选地至少7，更优选地至少8，更优选地至少8.5，并且更优选地至少9的莫氏硬度。在某些实施方案中，该磨料颗粒包括超硬磨料颗粒。如本文所用，术语“超硬磨料”是指硬度大于或等于碳化硅(例如，碳化硅、碳化硼、立方氮化硼和金刚石)的硬度的任何磨料颗粒。

[0031] 合适的磨料材料的具体示例包括氧化铝(例如， $\alpha$ 氧化铝)材料 (例如，熔融、热处理、陶瓷和/或烧结氧化铝材料)、碳化硅、二硼化钛、氮化钛、碳化硼、碳化钨、碳化钛、氮化

铝、金刚石、立方氮化硼 (CBN)、石榴石、熔融氧化铝-氧化锆、溶胶-凝胶法制备的磨料颗粒、金属氧化物诸如氧化铈、氧化锆、氧化钛以及它们的组合。在某些实施方案中,该磨料颗粒包含金属氧化物陶瓷颗粒。溶胶-凝胶法制备的磨料颗粒的示例可见于美国专利号4,314,827 (Leitheiser等人)、美国专利号4,623,364 (Cottringer等人)、美国专利号 4,744,802 (Schwabel)、美国专利号4,770,671 (Monroe等人);以及美国专利号4,881,951 (Monroe等人)。也可使用包含玻璃状粘结基质中的更细的磨料颗粒的附聚磨料颗粒(例如,如美国专利号6,551,366 (D'Souza等人) 中所述)。

[0032] 如上所述,散粉颗粒包括有机化合物颗粒,其被发现能够在热量的选择施加时将磨料颗粒(以及存在于散粉颗粒中的其它类型的颗粒) 保持在一起。在许多实施方案中,有机化合物颗粒的熔点介于50摄氏度和250摄氏度之间,包括50摄氏度和250摄氏度,诸如熔点介于100 摄氏度至180摄氏度之间,包括100摄氏度和180摄氏度。换句话说,在某些实施方案中,有机化合物颗粒的熔点为至少50摄氏度,或至少 60摄氏度,或至少70摄氏度,或至少80摄氏度,或至少90摄氏度,或至少100摄氏度,或至少110摄氏度,或至少120摄氏度,或至少 130摄氏度;和熔点为至多250摄氏度,或至多240摄氏度,或至多 230摄氏度,或至多220摄氏度,或至多210摄氏度,或至多200摄氏度,或至多190摄氏度,或至多180摄氏度,或至多170摄氏度,或至多160摄氏度。

[0033] 有机化合物颗粒不受具体限制,并且任选地选自蜡、糖、糊精、熔点不大于250摄氏度的热塑性塑料、丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯以及它们的组合。

[0034] 合适的蜡包括例如但不限于植物、动物、石油和/或矿物来源的材料。代表性蜡包括巴西棕榈蜡、小烛树蜡、氧化费托蜡、微晶蜡、羊毛脂、杨梅蜡、棕榈仁蜡、羊脂蜡、聚乙烯蜡、聚乙烯共聚物蜡、石油衍生蜡、褐煤蜡衍生物、聚丙烯蜡和氧化的聚乙烯蜡以及它们的组合。

[0035] 合适的糖包括例如但不限于乳糖、海藻糖、葡萄糖、蔗糖、左旋糖、右旋糖以及它们的组合。

[0036] 合适的糊精包括例如但不限于  $\gamma$  - 环糊精、 $\alpha$  - 环糊精、 $\beta$  - 环糊精、葡糖基- $\alpha$  - 环糊精、麦芽糖基- $\alpha$  - 环糊精、葡糖基- $\beta$  - 环糊精、麦芽糖基- $\beta$  - 环糊精、2-羟基- $\beta$  - 环糊精、2-羟丙基- $\beta$  - 环糊精、2-羟丙基- $\gamma$  - 环糊精、羟乙基- $\beta$  - 环糊精、甲基- $\beta$  - 环糊精、碘基丁基醚- $\alpha$  - 环糊精、碘基丁基醚 - $\beta$  - 环糊精和碘基丁基醚- $\gamma$  - 环糊精以及它们的组合。

[0037] 合适的热塑性塑料包括例如但不限于熔点不大于250摄氏度的热塑性塑料,诸如聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET)、聚乳酸 (PLA)、聚氯乙烯 (PVC)、聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)、聚丙烯 (PP)、双酚-A聚碳酸酯 (BPA-PC)、聚砜 (PSF)、聚醚酰亚胺 (PEI) 以及它们的组合。

[0038] 合适的丙烯酸酯和甲基丙烯酸酯包括例如但不限于聚氨酯丙烯酸酯,环氧丙烯酸酯、聚酯丙烯酸酯、丙烯酸酯化(甲基)丙烯酸酯、聚醚丙烯酸酯、丙烯酸酯化聚烯烃以及它们的组合,或它们的甲基丙烯酸酯类似物。

[0039] 有机化合物颗粒通常以散粉颗粒的2.5重量%至30重量% (包括 2.5重量%至30重量%),诸如散粉颗粒的5重量%至20重量% (包括 5重量%和20重量%) 的量存在。换句话说,在某些实施方案中,有机化合物颗粒以散粉颗粒的至少2.5重量%,或至少3重量%,或至少4 重量%,或至少5重量%,或至少7重量%,或至少8重量%,或至少 10重量%,或至少12重量%的量存在;并且以散粉颗粒的至多30重量%的量,或以散粉颗粒的至多28重

量%，或至多25重量%，或至多23重量%，或至多20重量%，或至多18重量%的量存在。通常，该有机化合物颗粒的平均粒度在约1微米至约100微米的范围内，优选地在约5微米至约50微米的范围内，并且最优选地在约10微米至约30微米的范围内。

[0040] 当形成玻璃状粘结磨料制品时，散粉颗粒包含玻璃状粘结前体颗粒、磨料颗粒和有机化合物颗粒。当形成金属粘结磨料制品时，散粉颗粒包含金属颗粒、磨料颗粒和有机化合物颗粒。在形成金属粘结磨料制品的某些实施点方案中，金属颗粒包含较高熔点金属颗粒。

[0041] 该玻璃状粘结前体颗粒可包括能够热转化成玻璃状材料的任何材料的颗粒。示例包括玻璃料颗粒、陶瓷颗粒、陶瓷前体颗粒以及它们的组合。

[0042] 根据本公开来将磨粒粘结在一起的玻璃状粘结剂可具有在磨料领域中已知的任何合适的组合物。玻璃状粘结相在本领域中也被称为“陶瓷粘结剂”、“玻璃相”、“玻璃状基质”或“玻璃粘结剂”(例如，取决于组合物)等，其可由一种或多种氧化物(例如，金属氧化物和/或氧化硼)和/或作为玻璃料(即，小颗粒)的至少一种硅酸盐制得，其在被加热至高温时反应以形成一体化玻璃状粘结相。示例包括玻璃颗粒(例如，再循环玻璃料、水玻璃料)、二氧化硅玻璃料(例如，溶胶-凝胶二氧化硅玻璃料)、氧化铝三水合物颗粒、氧化铝颗粒、氧化锆颗粒以及它们的组合。合适的玻璃料、其来源和组合物为本领域熟知的。

[0043] 磨料制品通常通过形成由磨粒、玻璃状粘结前体、任选的孔隙形成剂和临时粘结剂构成的生坯结构制备。然后焙烧生坯结构。该玻璃状粘结相通常在用于制备本公开的磨料制品的方法的焙烧步骤中制备。典型焙烧温度在540°C至1700°C(1000°F至3100°F)的范围内。应当理解，为焙烧步骤选择的温度以及玻璃状粘结相的组合物必须被选择为不对被包含在玻璃状粘结磨料制品中的磨料颗粒的物理特性和/或组成产生不利影响。

[0044] 可用玻璃料颗粒可包括已知用于玻璃状粘结磨料制品的任何玻璃料材料。示例包括选自由以下各项组成的组的玻璃料：二氧化硅玻璃料、硅酸盐玻璃料、硼硅酸盐玻璃料以及它们的组合。在一个实施方案中，典型的玻璃状粘结材料包含约70%-90%的 $SiO_2+B_2O_3$ 、1%-20%的碱金属氧化物、1%-20%的碱土金属氧化物、和1%-20%的过渡金属氧化物。在另一个实施方案中，该玻璃状粘结材料具有约82重量%的 $SiO_2+B_2O_3$ 、5%的碱金属氧化物、5%的过渡系列金属氧化物、4%的 $Al_2O_3$ 、和4%的碱土金属氧化物的组合物。在另一个实施方案中，可使用具有约20%的 $B_2O_3$ 、60%的二氧化硅、2%的苏打、和4%的氧化镁的玻璃料作为玻璃状粘结材料。本领域的技术人员将理解，可部分地选择特定组分以及这些组分的量，以提供由组合物形成的最终磨料制品的特定特性。

[0045] 玻璃料的尺寸可改变。例如，其可能与磨料颗粒的尺寸相同或不同。通常，该玻璃料的平均粒度在约0.01微米至约100微米、优选地在约0.05微米至约50微米、并且最优选地在约0.1微米至约25微米的范围内。相对于具有至少约为4的莫氏硬度的磨料颗粒的平均粒度的该玻璃料的平均粒度可改变。通常，该玻璃料的平均粒度为磨料的平均粒度的约1%至约200%，优选地为约10%至约100%，并且最优选地为约15%至约50%。

[0046] 通常，该玻璃状粘结前体颗粒与散粉颗粒中的磨料颗粒的重量比在约10:90至约90:10的范围内。该玻璃状粘结前体颗粒的形状也可改变。通常，它们呈不规则形状(例如，压碎的和任选的分等级的)，尽管这不是必需的。例如，它们可为球状体、立方体、或一些其他预定的形状。

[0047] 优选地,该玻璃状粘结前体颗粒的热膨胀系数与磨料颗粒的热膨胀系数相同或基本上相同。

[0048] 一种优选的玻璃状粘结具有由以下化合物组成的基于氧化物的摩尔百分比(%)组合物:SiO<sub>2</sub> 63.28;TiO<sub>2</sub> 0.32;Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10.99;B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5.11; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.13;K<sub>2</sub>O 3.81;Na<sub>2</sub>O 4.20;Li<sub>2</sub>O 4.98;CaO 3.88;MgO 3.04和 BaO 0.26。对这些成分的焙烧通常通过在长时间段(例如约25小时至 26小时)内将温度从室温升至期望的烧结温度(例如1149°C(2100°F)),保持在最高温度下(例如若干小时),并且然后在延长的时间段(例如25小时至30小时)内将焙烧制品冷却至室温来实现。

[0049] 制备玻璃状粘结磨料制品过程中使用各种添加剂以帮助制备磨料制品和/或改善此类制品的性能为本领域已知的。也可用于实施本公开的此类常规添加剂包括但不限于润滑剂、填料、孔隙诱导剂、和加工助剂。润滑剂的示例包括石墨、硫、聚四氟乙烯、和二硫化钼。孔隙诱导剂的示例包括玻璃泡和有机颗粒。例如,可针对添加剂的预期目的来使用本领域中已知的添加剂浓度。优选地,该添加剂对于在本公开的实施中采用的磨料颗粒具有很少或没有不利影响。

[0050] 该玻璃状粘结前体颗粒可包含陶瓷颗粒。在此类情况下,对该陶瓷颗粒的烧结和/或熔合形成玻璃状基质。可使用任何可烧结和/或易熔的陶瓷材料。优选的陶瓷材料包括氧化铝、氧化锆以及它们的组合。无机玻璃状粘结前体任选地包括 $\alpha$ 氧化铝的前体。在某些实施方案中,磨料颗粒和玻璃状粘结材料具有相同的化学组成。

[0051] 如果需要, $\alpha$ 氧化铝陶瓷颗粒可利用金属氧化物诸如镁、镍、锌的氧化物、氧化钇、稀土氧化物、氧化锆、铪、铬等而被改性。该氧化铝和氧化锆磨料颗粒可通过例如溶胶凝胶过程制成,如在以下专利中公开的:美国专利号4,314,827(Leitheiser等人);4,518,397(Bernard 等人)、4,574,003(Gerk);4,623,364(Cottringer等人);4,744,802(Schwabel);和5,551,963(Larmie)。

[0052] 该玻璃状粘结前体颗粒可以玻璃状粘结前体颗粒和磨料颗粒的组合体积的10体积%至40体积%的量存在,优选地为磨料组合物的15 体积%至35体积%。

[0053] 在金属粘结前体颗粒的情况下,任选的较高熔点金属颗粒可包括来自例如元素周期表第2族至第15族的任何金属。也可使用这些金属的合金,以及任选地与周期表的第1族和第15族中的一种或多种元素(例如,金属和/或非金属诸如碳、硅、硼)一起使用。合适金属颗粒的示例包括含有镁、铝、铁、钛、铌、钨、铬、钽、钴、镍、钒、锆、钼、钯、铂、铜、银、金、镉、锡、铟、钽、锌、前述任一项的合金以及它们的组合的粉末。

[0054] 较高熔点金属颗粒的熔点优选地至少约1100°C,并且更优选地至少1200°C,尽管也可使用较低熔点金属。示例包括不锈钢(约1360°C至1450°C)、镍(1452°C)、钢(1371°C)、钨(3400°C)、铬(1615°C)、铬镍铁合金(Ni+Cr+Fe,1390°C至1425°C)、铁(1530°C)、锰(1245°C至 1260°C)、钴(1132°C)、钼(2625°C)、蒙乃尔合金(Ni+Cu,1300°C至1350 °C)、铌(2470 °C)、钛(1670°C)、钒(1900°C)、锑(1167°C)、尼克洛姆镍铬(Ni+Cr,1400°C)、前述的合金(任选地也包括碳、硅、硼中的一种或多种)以及它们的组合。也可以使用两种或更多种不同的较高熔点金属颗粒的组合。

[0055] 散粉颗粒任选地还可包含较低熔点金属颗粒(例如硬钎焊颗粒)。较低熔点金属颗粒的最大熔点优选地比较高熔点金属颗粒的最低熔点低至少50°C(优选地低至少75°C、低

至少100°C,或甚至低至少150 °C)。如本文所用,术语“熔点”包括在材料的熔融温度范围内的所有温度。合适较低熔点金属颗粒的示例包括金属诸如铝(660°C)、铟(157 °C)、黄铜(905°C-1083°C)、青铜(798°C-1083°C)、银(961°C)、铜(1083 °C)、金(1064°C)、铅(327°C)、镁(671°C)、镍(1452°C,如果与较高熔点金属一起使用)、锌(419°C)、锡(232°C)、活泼金属硬钎焊(例如,InCuAg、TiCuAg、CuAg)、上述的合金的颗粒以及它们的组合。

[0056] 通常,高熔点金属颗粒和/或任选的较低熔点金属颗粒与磨料颗粒的重量比的范围为约10:90至约90:10,尽管并非必须如此。

[0057] 散粉颗粒任选地还可包含其它组分,诸如例如孔隙诱导剂、填料和/或助熔剂颗粒。孔隙诱导剂的示例包括玻璃泡和有机颗粒。在一些实施方案中,较低熔点金属颗粒也可用作助熔剂;例如,如美国专利号6,858,050(Palmgren)中所述。

[0058] 该散粉颗粒可任选地被改性,以改善其流动性和层散布的均匀性。改善粉末的方法包括附聚、喷雾干燥、气雾化或水雾化、火焰成形、制粒、研磨和筛分。此外,可任选地添加流平剂,诸如例如热解法二氧化硅、纳米二氧化硅、硬脂酸盐和淀粉。

[0059] 为了实现高分辨率,该散粉颗粒的尺寸优选地被设定成(例如通过筛分)具有小于或等于400微米、优选地小于或等于250微米、更优选地小于或等于200微米、更优选地小于或等于150微米、小于或等于100微米、或者甚至小于或等于80微米的最大尺寸,尽管也可使用更大的尺寸。在某些实施方案中,散粉颗粒具有小于或等于一微米(例如“亚微米”)的平均粒径;例如小于或等于500纳米(nm),或甚至小于或等于150nm。散粉颗粒的各组成部分可以具有相同的或不同的最大粒径, $D_{90}$ 、 $D_{50}$ 和/或 $D_{10}$ 粒径分布参数。

[0060] 再次参见图1A,热量170经由传导或照射选择性地施加,以热处理层138的(例如,预定)区域180。热源150不受具体限制,并且包括例如但不限于单个源或多点源。合适的单点源包括例如加热的顶端156 和激光器158。加热的顶端通常包括加热的金属顶端或加热的陶瓷顶端,诸如在公共焊接工具上找到的金属顶端。技术人员可选择合适的低功率激光器,例如,来自相干公司(Coherent Inc.) (加利福尼亚州圣克拉拉(Santa Clara, CA))的CUBE 405-100C二极管激光器系统。可用的多点源包括热印刷头,诸如常用于直接热印刷或热传递印刷,以及两个或更多个激光器。例如,一种合适的热印刷头为购自京瓷公司(KYOCERA Corporation) (日本京都(Kyoto, Japan))的 KEE-57-24GAG4-STA型。因此,参见图1B,图1A的过程的第三步骤示出具有热印刷头152热源。膜154设置在层138上,以在热印刷头 152热源和层138的区域180之间提供屏障。合适的膜包括例如并且不限于聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)、聚酰亚胺、聚四氟乙烯(PTFE)、全氟烷氧基(PFA),以及已知在高温下稳定的其它膜。

[0061] 参见图1C,图1A的过程的第三步骤示出具有单个顶端156热源。膜154设置在层138上,以在单个顶端156热源和层138的区域180 之间提供屏障。现在参见图1D,图1A的过程的第三步骤示出具有激光器158热源。图1D还包括被导向在层138的区域180处的激光束 170。在该图示的示例性实施方案中未提供膜。

[0062] 在层138的选定区域180中,热软化和/或熔融有机化合物颗粒,以根据预定图案(和在多次重复时的最终3-D形状)将散粉颗粒粘结在一起。在其中使用单个加热的顶端施加热量的某些实施方案中,顶端任选地还施加压力至散粉颗粒层的(例如,预定)区域。施加压力的优点是,压力可有效地使粉末颗粒致密,尤其是当散粉颗粒包含大量有机化合物颗

粒时。

[0063] 再次参见图1A,有机化合物材料在散粉颗粒的至少一个预定区(或区域)中将散粉颗粒粘结在一起以形成粘结粉末颗粒层;例如,通过软化和/或熔融有机化合物颗粒的至少一部分。

[0064] 然后根据由三维(3-D)磨料制品预成型件中的层层重复生成的预定的设计来重复实施上述步骤(步骤185)并改变施加热的区。在每次重复中,可独立地选择散粉颗粒;即,散粉颗粒中的一些或全部可与相邻沉积层中的那些相同或不同。

[0065] 磨料制品预成型件包括粘结粉末颗粒和剩余散粉颗粒。一旦已经实施充分的重复以形成磨料制品预成型件,优选从其分离基本上所有的(例如,至少85%,至少90%,优选地至少95%,更优选地至少99%)剩余散粉颗粒,但并非必须如此。在某些实施方案中,有机化合物材料的至少一部分在粘结粉末颗粒分离之后并且在注入金属之前或与此同时被烧掉(例如挥发和/或分解)。

[0066] 如果需要,可使用各自包含不同粉末的多个颗粒贮存器。同样,可使用多种不同的有机化合物颗粒。这引起不同的粉末/粘结剂被分布在磨料制品的不同和离散的区中。例如,相对廉价但性能较差的磨料颗粒和/或玻璃状粘结前体颗粒可被转移到玻璃状粘结磨料制品的区,在这些区中(例如,在远离研磨表面的内部中)具有高性能特性不是特别重要。相同的方法可应用于金属粘结磨料制品。

[0067] 在另一方面,本公开提供一种玻璃状粘结磨料制品前体。玻璃状粘结磨料制品前体包含由玻璃状粘结前体材料和有机化合物粘结在一起的磨料颗粒,其中玻璃状粘结磨料制品前体还包括以下中的至少一个:至少部分地延伸穿过玻璃状粘结磨料制品前体的至少一个曲折的冷却通道;或至少部分地延伸穿过玻璃状粘结磨料制品前体的至少一个弧形的冷却通道。磨料颗粒通常包括碳化硅、碳化硼、氮化硅或金属氧化物陶瓷颗粒中的至少一种。

[0068] 通常,以根据本公开的方式制得的玻璃状粘结磨料制品在其全部体积中具有相当大的孔隙率。因此,磨料制品预成型件可随后被注入附加玻璃状粘结前体材料或晶粒生长改性剂的溶液或分散体。

[0069] 在其中散粉颗粒包含较高熔点金属颗粒和较低熔点金属颗粒的实施方案中,可充分加热磨料制品预成型件以使较低熔点金属颗粒软化/熔化并粘结至散粉颗粒的至少一部分,然后冷却以提供金属粘结磨料制品。在其中散粉颗粒包括较高熔点金属颗粒并且不含较低熔点金属颗粒的实施方案中,可充分加热磨料制品预成型件以使较高熔点金属颗粒至少烧结并粘结至散粉颗粒的至少一部分,然后冷却以提供金属粘结磨料制品。冷却可通过本领域已知的任何方法来完成。例如,冷淬火或空气冷却至室温。

[0070] 根据本公开制造的金属粘结磨料制品和/或磨料制品预成型件可包括在其整个体积中具有相当大的孔隙率的多孔含金属基质(例如,其可包含金属颗粒和磨料颗粒,并且其可为烧结的),尽管并非必须如此。例如,多孔含金属基质可以具有1至60体积%,优选地5至50体积%,并且更优选地15至50体积%,更优选40至50体积%的空隙率,尽管并非必须如此。因此,磨料制品预成型件然后可注入具有低于任何其它金属组分的熔点的温度的熔融金属,然后冷却。可制成熔融状并注入磨料制品预成型件中的合适金属的示例包括铝、铟、黄铜、青铜、银、铜、金、铅、钴、镁、镍、锌、锡、铁、铬、硅合金、前述的合金以及它们的组合。

[0071] 关于烧结并然后注入熔融金属的另外细节可见于例如美国专利号 2,367,404 (Kott) 和美国专利申请公布号2002/095875 (D' Evelyn等人)。

[0072] 有利地,根据本公开的方法适用于制造不能轻易地或容易地通过其它方法制成的各种金属粘结磨料制品。例如,只要朝磨料预成型件的外部存在用于去除无粘结散粉的开口,即可包含内部空隙。因此,可使用本公开的方法轻松制备具有曲折的和/或弧形的路径的冷却通道。冷却通道朝金属粘结磨料制品的外部敞开。在一些实施方案中,它们具有单个开口,但更典型地,它们具有两个或更多个开口。冷却介质(例如,空气、水、乳剂或油)通过一个或多个冷却通道循环,以去除研磨过程期间产生的热量。

[0073] 因此,在另一方面,本公开提供了金属粘结磨料制品前体,所述制品前体包含通过有机化合物材料粘结在一起的金属颗粒和磨料颗粒,其中所述金属粘结磨料制品前体还包括以下中的至少一者:至少部分地延伸穿过金属粘结磨料制品前体的至少一个曲折的冷却通道;至少部分地延伸穿过所述金属粘结磨料制品前体的至少一个弧形的冷却通道。

[0074] 然后将磨料制品预成型件190加热(图1A中的步骤195)以移除可存在的任何有机化合物材料,并烧结磨料颗粒与金属或玻璃状粘结前体颗粒(例如,通过烧掉有机化合物材料),从而分别提供金属粘结或玻璃状粘结磨料制品。

[0075] 在某些实施方案中,玻璃状粘结或金属粘结磨料制品选自一体式结构化磨盘、磨料研磨钻头、砂瓦、磨轮、成形磨料颗粒(例如三角形磨料颗粒)和砂轮以及许多迄今为止未知的玻璃状粘结或金属粘结磨料制品。在一些优选的实施方案中,金属粘结磨料制品包括旋转牙科工具(例如,牙科钻头、牙钻或牙科抛光工具)的至少一部分。

[0076] 现在参见图2,示例性玻璃状粘结或金属粘结砂轮200分别具有弧形的和曲折的冷却通道220。

[0077] 图3示出具有曲折的冷却通道320的另一个示例性玻璃状粘结或金属粘结砂轮300。

[0078] 图4示出示例性玻璃状粘结或金属粘结砂瓦400。在典型应用中,多个玻璃状粘结或金属粘结砂瓦400沿金属盘的圆周均匀地间隔安装,以形成砂轮。

[0079] 图5示出了玻璃状粘结或金属粘结磨盘500具有两个区510、520。每个区分别具有被保留在玻璃状粘结或金属粘结基质材料550、560中的磨料颗粒530、540。

[0080] 图6A至图6B和图7A至图7B分别示出具有与陶瓷平面基底620, 720一体形成的精确成型陶瓷磨料元件610, 710的各种一体式结构化磨盘。

[0081] 图8示出了旋转研磨工具800(一种用于手持式马达驱动轴的钻头,诸如例如Dremel工具)。

[0082] 示例性牙钻900如图9所示。现在参见图9,牙钻900包括固定到柄部920的头部930。牙钻900包括固定在多孔金属粘结或玻璃状粘结910中的磨料颗粒905。

[0083] 如图2和图3所示的前述砂轮可通过焙烧对应的生坯(即,具有相同一般形状特征结构但包含通过临时粘结剂保持在一起的玻璃状粘结或金属粘结前体颗粒)进行制备。

[0084] 选择本公开的实施方案

[0085] 实施方案1为一种制备玻璃状粘结磨料制品的方法,所述方法依次包括以下的步骤:

[0086] a) 子过程,所述子过程依次包括:

- [0087] i) 在限定区中沉积散粉颗粒层, 其中散粉颗粒包含玻璃状粘结前体颗粒、磨料颗粒和有机化合物颗粒, 并且其中所述散粉颗粒层具有基本上均匀的厚度; 以及
- [0088] ii) 经由传导或照射选择性地施加热量, 以热处理所述散粉颗粒层的区域;
- [0089] b) 独立地实施步骤a) 多次以生成包含粘结粉末颗粒和剩余散粉颗粒的磨料制品预成型件, 其中在每个步骤a) 中, 独立地选择所述散粉颗粒;
- [0090] c) 从所述磨料制品预成型件分离基本上所有的所述剩余散粉颗粒; 以及
- [0091] d) 加热所述磨料制品预成型件, 以提供包含被保留在玻璃状粘结材料中的所述磨料颗粒的所述玻璃状粘结磨料制品。
- [0092] 实施方案2为根据实施方案1所述的方法, 其中所述磨料颗粒包含金刚石颗粒或立方氮化硼颗粒中的至少一种。
- [0093] 实施方案3为根据实施方案1所述的方法, 其中所述磨料颗粒包含金属氧化物陶瓷颗粒。
- [0094] 实施方案4为根据实施方案1至3中任一项所述的方法, 其中所述磨料颗粒和所述玻璃状粘结材料具有相同的化学组成。
- [0095] 实施方案5为根据实施方案1至4中任一项所述的方法, 其中所述玻璃状粘结磨料制品包括至少一个冷却通道。
- [0096] 实施方案6为根据实施方案1至5中任一项所述的方法, 其中所述玻璃状粘结磨料制品选自一体式结构化磨盘、磨料研磨钻头、砂瓦、磨轮和砂轮。
- [0097] 实施方案7为根据实施方案1至6中任一项所述的方法, 其中所述有机化合物颗粒的熔点介于50摄氏度和250摄氏度之间, 包括50 摄氏度和250摄氏度。
- [0098] 实施方案8为根据实施方案1至7中任一项所述的方法, 其中所述有机化合物颗粒的熔点介于100摄氏度和180摄氏度之间, 包括100 摄氏度和180摄氏度。
- [0099] 实施方案9为根据实施方案1至8中任一项所述的方法, 其中所述有机化合物颗粒选自蜡、糖、糊精、熔点不大于250摄氏度的热塑性塑料、丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯以及它们的组合。
- [0100] 实施方案10为根据实施方案7至9中任一项所述的方法, 其中所述有机化合物颗粒选自蜡、丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚乳酸(PLA)以及它们的组合。
- [0101] 实施方案11为根据实施方案1至10中任一项所述的方法, 其中所述有机化合物颗粒以所述散粉颗粒的2.5重量%至30重量%的量存在。
- [0102] 实施方案12为根据实施方案1至11中任一项所述的方法, 其中所述有机化合物颗粒以所述散粉颗粒的5重量%至20重量%的量存在。
- [0103] 实施方案13为根据实施方案11或实施方案12所述的方法, 其中所述无机玻璃状粘结前体包含 $\alpha$ 氧化铝的前体。
- [0104] 实施方案14为根据实施方案8至13中任一项所述的方法, 其中所述散粉颗粒包含亚微米陶瓷颗粒。
- [0105] 实施方案15为根据实施方案1至14中任一项所述的方法, 其中所述散粉颗粒还包含流平剂颗粒。
- [0106] 实施方案16为根据实施方案1至15中任一项所述的方法, 其中步骤d) 还包括烧尽

有机化合物材料。

[0107] 实施方案17为根据实施方案1至16中任一项所述的方法,其中在步骤ii)中,使用单个加热的顶端或热印刷头施加热量。

[0108] 实施方案18为根据实施方案17所述的方法,其中在步骤ii)中,所述单个加热的顶端还将压力施加到所述散粉颗粒层的所述区域。

[0109] 实施方案19为根据实施方案1至6中任一项所述的方法,其中在步骤ii)中使用至少一个激光器施加所述热量。

[0110] 实施方案20为一种玻璃状粘结磨料制品前体,其包含由玻璃状粘结前体材料和有机化合物粘合在一起的磨料颗粒,其中玻璃状粘结磨料制品前体还包括以下中的至少一者:至少部分地延伸穿过所述玻璃状粘结磨料制品前体的至少一个曲折的冷却通道;或至少部分地延伸穿过所述玻璃状粘结磨料制品前体延伸的至少一个弧形的冷却通道。

[0111] 实施方案21为根据实施方案20所述的玻璃状粘结磨料前体,其中所述磨料制品包含碳化硅、碳化硼、氮化硅或金属氧化物陶瓷颗粒中的至少一种。

[0112] 实施方案22为一种制备金属粘结磨料制品的方法,所述方法依次包括以下的步骤:

[0113] a) 子过程,所述子过程依次包括:

[0114] i) 在限定区中沉积散粉颗粒层,其中散粉颗粒包含较高熔点金属颗粒、磨料颗粒和有机化合物颗粒,并且其中所述散粉颗粒层具有基本上均匀的厚度;以及

[0115] ii) 经由传导或照射选择性地施加热量,以热处理所述散粉颗粒层的区域;

[0116] b) 独立地实施步骤a) 多次以生成包含粘结粉末颗粒和剩余散粉颗粒的磨料制品预成型件,其中在每个步骤a) 中,独立地选择所述散粉颗粒;

[0117] c) 从所述磨料制品预成型件分离基本上所有的所述剩余散粉颗粒;

[0118] d) 使用熔融的较低熔点金属注入所述磨料制品预成型件中,其中所述较高熔点金属颗粒中的至少一些在被所述熔融的较低熔点金属接触时不完全熔融;以及

[0119] e) 使所述熔融的较低熔点金属固化以提供所述金属粘结磨料制品。

[0120] 实施方案23为根据实施方案22所述的方法,其中所述散粉颗粒还包含助熔剂颗粒。

[0121] 实施方案24为根据实施方案22或实施方案23所述的方法,其中所述磨料颗粒包含金刚石颗粒或立方氮化硼颗粒中的至少一种。

[0122] 实施方案25为根据实施方案22或实施方案23所述的方法,其中所述磨料颗粒包含金属氧化物陶瓷颗粒。

[0123] 实施方案26为根据实施方案22至25中任一项所述的方法,其中所述金属粘结磨料制品包括至少一个冷却通道。

[0124] 实施方案27为根据实施方案22至26中任一项所述的方法,其中所述金属粘结磨料制品选自磨垫、磨料研磨钻头、砂瓦和砂轮。

[0125] 实施方案28为根据实施方案22至26中任一项所述的方法,其中所述金属粘结磨料制品包括旋转牙科工具的至少一部分。

[0126] 实施方案29为根据实施方案22至28中任一项所述的方法,其中所述有机化合物颗粒的熔点介于50摄氏度和250摄氏度之间,包括50 摄氏度和250摄氏度。

[0127] 实施方案30为根据实施方案22至29中任一项所述的方法,其中所述有机化合物颗粒的熔点介于100摄氏度至180摄氏度之间,包括 100摄氏度和180摄氏度。

[0128] 实施方案31为根据实施方案22至30中任一项所述的方法,其中所述有机化合物颗粒选自蜡、糖、糊精、熔点不大于250摄氏度的热塑性塑料、丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯以及它们的组合。

[0129] 实施方案32为根据实施方案29至31中任一项所述的方法,其中所述有机化合物颗粒选自蜡、丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚乳酸(PLA)以及它们的组合。

[0130] 实施方案33为根据实施方案22至32中任一项所述的方法,其中所述有机化合物颗粒以所述散粉颗粒的1.5重量%至25重量%的量存在。

[0131] 实施方案34为根据实施方案22至33中任一项所述的方法,其中所述有机化合物颗粒以所述散粉颗粒的3重量%至20重量%的量存在。

[0132] 实施方案35为根据实施方案22至34中任一项所述的方法,其中所述较高熔点金属颗粒的熔点比熔融的较低熔点金属的温度高至少50 摄氏度。

[0133] 实施方案36为根据实施方案22至35中任一项所述的方法,所述方法还包括在步骤c) 和d) 之间,烧尽有机化合物材料的至少一部分。

[0134] 实施方案37为根据实施方案22至36中任一项所述的方法,其中在步骤ii) 中,使用单个加热的顶端或热印刷头施加热量。

[0135] 实施方案38为根据实施方案37所述的方法,其中在步骤ii) 中,所述单个加热的顶端还将压力施加至所述散粉颗粒层的所述区域。

[0136] 实施方案39为根据实施方案22至36中任一项所述的方法,其中在步骤ii) 中使用至少一个激光器施加所述热量。

[0137] 实施方案40为一种制备金属粘结磨料制品的方法,所述方法依次包括以下的步骤:

[0138] a) 子过程,所述子过程依次包括:

[0139] i) 在限定区中沉积散粉颗粒层,其中散粉颗粒包含金属颗粒、磨料颗粒和有机化合物颗粒,并且其中所述散粉颗粒层具有基本上均匀的厚度;

[0140] ii) 经由传导或照射选择性地施加热量,以热处理所述散粉颗粒层的区域;

[0141] b) 独立地实施步骤a) 多次以生成包含粘结粉末颗粒和剩余散粉颗粒的磨料制品预成型件,其中所述磨料制品预成型件具有预定形状,并且其中在每个步骤a) 中,独立地选择所述散粉颗粒;

[0142] c) 从所述磨料制品预成型件分离基本上所有的所述剩余散粉颗粒;以及

[0143] d) 加热所述磨料制品预成型件以提供所述金属粘结磨料制品。

[0144] 实施方案41为根据实施方案40所述的方法,其中所述散粉颗粒还包含助熔剂颗粒。

[0145] 实施方案42为根据实施方案40或实施方案41所述的方法,其中所述磨料颗粒包含金刚石颗粒或立方氮化硼颗粒中的至少一种。

[0146] 实施方案43为根据实施方案40或实施方案41所述的方法,其中所述磨料颗粒包含金属氧化物陶瓷颗粒。

[0147] 实施方案44为根据实施方案40至43中任一项所述的方法,其中所述金属颗粒包含较高熔点金属颗粒和较低熔点金属颗粒的组合,其中所述较高熔点金属颗粒的熔点比熔融的较低温度金属的所述温度高至少50摄氏度。

[0148] 实施方案45为根据实施方案40至44中任一项所述的方法,其中所述金属粘结磨料制品包括至少一个冷却通道。

[0149] 实施方案46为根据实施方案40至45中任一项所述的方法,其中所述金属粘结磨料制品选自磨垫、磨料研磨钻头、砂瓦和砂轮。

[0150] 实施方案47为根据实施方案40至45中任一项所述的方法,其中所述金属粘结磨料制品包括旋转牙科工具的至少一部分。

[0151] 实施方案48为根据实施方案40至47中任一项所述的方法,其中所述有机化合物颗粒的熔点介于50摄氏度和250摄氏度之间,包括50 摄氏度和250摄氏度。

[0152] 实施方案49为根据实施方案40至48中任一项所述的方法,其中所述有机化合物颗粒的熔点介于100摄氏度至180摄氏度之间,包括 100摄氏度和180摄氏度。

[0153] 实施方案50为根据实施方案40至49中任一项所述的方法,其中所述有机化合物颗粒选自蜡、糖、糊精、熔点不大于250摄氏度的热塑性塑料、丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯以及它们的组合。

[0154] 实施方案51为根据实施方案48至50中任一项所述的方法,其中所述有机化合物颗粒选自蜡、丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚乳酸(PLA)以及它们的组合。

[0155] 实施方案52为根据实施方案40至51中任一项所述的方法,其中所述有机化合物颗粒以所述散粉颗粒的1.5重量%至25重量%的量存在。

[0156] 实施方案53为根据实施方案40至52中任一项所述的方法,其中所述有机化合物颗粒以所述散粉颗粒的3重量%至20重量%的量存在。

[0157] 实施方案54为根据实施方案40至53中任一项所述的方法,其中在步骤ii)中,使用单个加热的顶端或热印刷头施加所述热量。

[0158] 实施方案55为根据实施方案54所述的方法,其中在步骤ii)中,所述单个加热的顶端还将压力施加至所述散粉颗粒层的所述区域。

[0159] 实施方案56为根据实施方案40至53中任一项所述的方法,其中在步骤ii)中使用至少一个激光器施加所述热量。

[0160] 实施方案57为一种金属粘结磨料制品前体,所述制品前体包含由有机化合物材料粘结在一起的金属颗粒和磨料颗粒,其中所述金属粘结磨料制品前体还包括以下中的至少一者:至少部分地延伸穿过所述金属粘结磨料制品前体的至少一个曲折的冷却通道;以及至少部分地延伸穿过所述金属粘结磨料制品前体的至少一个弧形的冷却通道。

[0161] 实施例

[0162] 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。

[0163] 表1:

缩写词	描述
PDR1	ALODUR BFRPL 氧化铝颗粒, 等级 P320, 购自 Treibacher Schleifmittel AG (奥地利菲拉赫(Villach, Austria))
PDR2	98.5%玻璃化粘结 VO82069 (购自 Reimbold & Strick (德国科隆(Cologne, Germany)) ) 和 1.5%污渍颜色的釉料 K90084 (购自 Reimbold & Strick (德国科隆(Cologne, Germany)) ) 的混合物
[0164]	PDR3 MicroKlear 116, 聚乙烯和巴西棕榈蜡的微粉化共混物, 4.5 微米至 5.5 微米的粒度, 最大粒度 15.6 微米, 熔点 248 华氏度至 257 华氏度, 购自微粉公司(Micro Powders, inc) (纽约州塔里敦(Tarrytown, New York))
	PDR4 MicroPro 400, 微粉化聚丙烯蜡, 5.0 微米至 7.0 微米的粒度, 最大粒度 22 微米, 熔点 284 华氏度至 289 华氏度(140 摄氏度至 143 摄氏度) , 购自微粉公司(Micro Powders, inc) (纽约州塔里敦(Tarrytown, New York)) 。

[0165] 实施例1

[0166] 基于混合物的重量通过混合77.3重量%的PDR1、13.6重量%的 PRD2和9.1重量%的PDR3来制备印刷材料P1。将粉末混合物置于玻璃广口瓶中,并在滚动料堆搅拌器上以约50rpm旋转15分钟。使用直金属刀片将印刷材料铺展在一片纸上,并将一片纸材用作垫片,并且所得第一粉末层的厚度为大约100微米。其被2密耳(50.8微米)厚的PET膜覆盖。将焊接铁加热至大约425°F (~218°C),并且将热顶端缓慢移动到预定的大约1厘米(cm)×1cm区域上方。仅施加轻微的压力,并且PET膜几乎未变形。然后移除PET膜,并且观察到,在加热的顶端已触碰PET膜的区域中,印刷材料P1已从略微灰色变为深灰色。使用作为垫片的第二层纸,将第二0.1毫米(mm)厚的印刷材料层铺展在第一印刷材料层的顶部上。再次将其覆盖有PET膜,并且再次使用焊接铁的顶端加热相同的1cm×1cm区域。然后对第三层重复该过程。在移除PET膜之后,将固体物体从散粉中提取。据观察,三层已熔融在一起以形成生坯。然后将生坯置于炉中并在400°C下烧尽2小时,随后在700°C下烧结4小时,从而得到测量为大约1cm×1cm,并且厚度为0.3mm的磨料正方形。

[0167] 实施例2

[0168] 实验设备和准备

[0169] 组装了激光标记装置,其由购自加利福尼亚州圣克拉拉的相干公司(Coherent, Santa Clara, California)的E-400型CO2激光器和3轴模块化扫描仪(型号HPLK 1330—17, CO2 30MM, 购自马萨诸塞州比勒利卡的GSI集团公司(GSI Group, Inc, Billerica, MA))组成。该装置由运行新罕布什尔州哈德逊的纳特菲尔德技术公司(Nutfield Technology,

Hudson, NH) 的WaveRunner Advanced Laser扫描软件的计算机控制, 软件版本3.3.5build-0200。

[0170] 在WaveRunner扫描软件程序中, 在扫描域的近似中心中绘制 1.5cm正方形形状。在程序内启用“填充”功能, 并用于在所述正方形上交叉影线。第一填充图案为0度的角度, 并且第二填充图案为90度的角度。在两个填充图案中, 线被设定为相距0.5mm的距离。仅标记填充图案; 不标记形状的轮廓。

[0171] 激光扫描条件在WaveRunner中设定如下: 速度2000毫米/秒, 功率: 8%, 频率20kHz。8%的功率设定等于27.8瓦的激光束功率。

[0172] 实验程序

[0173] 将两片纸置于激光标记装置的激光扫描区域中。在纸材的顶部上, 使用直的金属刀片展开印刷材料P1, 并且将两片纸(分层于彼此的顶部上)用作垫片, 并且所得第一粉末层的厚度为大约200微米。然后使用上述条件用激光扫描器标记该第一粉末层。据观察, 在激光已标记该层的区域中, 印刷材料P1已从略微灰色变为深灰色。随后将第二层印刷材料P1和第三层印刷材料P1(厚度各自为200微米)以相同的方式放置和标记。最后, 将第四层置于前三层上, 并用激光的两次通过来标记该最终层。

[0174] 从散粉中提取固体物体。据观察, 四个层熔融在一起并形成了可安全处理而不断裂的生坯。然后将生坯置于炉中并在400°C下烧尽2小时, 随后在700°C下烧结4小时, 从而得到测量为大约1.5cm×1.5cm, 并且厚度为0.8mm的磨料正方形。

[0175] 实施例3

[0176] 实验设备和准备

[0177] 如图1中一般描绘的, 构造用粉末进行3D印刷的设备。两个相邻的腔室各自在xy平面中测量为约3英寸×2英寸(7.62cm×5.08cm), 在z方向上测量为2英寸(5.08cm), 被研磨成2英寸(5.08cm)厚的铝块。由铝制成的两个紧密配合的方形活塞插入腔室中并连接到步进马达线性致动器VersaDrive 17, 型号USV17-110-AB-0506, 具有6英寸(15.24)长的导螺杆, 购自加利福尼亚州米申维耶霍的USAutomation公司(USAutomation, Mission Viejo, California)。将一个腔室和活塞指定为粉末供应, 另一个被指定为构建室。线性致动器允许活塞在z方向上下移动。由马达驱动的旋转的铝辊安装在腔室上方约1mm的平面中。该辊使用步进马达线性致动器VersaDrive 17, 型号USV17-110-AB-2512, 具有12英寸(30.48cm)长的导螺杆, 购自加利福尼亚州米申维耶霍的 USAutomation公司(USAutomation, Mission Viejo, California)在x方向上致动。该致动辊允许粉末从粉末供应室移动到构建室。

[0178] 所述马达连接到运动控制器板, 型号EZ4AXIS, 购自加利福尼亚州联合市的A11Motion公司(A11Motion, Union City, California)。所述运动控制器被编程为运行以下顺序: 首先, 将所述构建活塞降低0.10mm, 然后将粉末供应活塞升高0.16mm, 然后接通辊马达, 致动所述辊以将粉末从所述粉末供应室移动到所述构建室, 停止所述辊马达, 并将所述辊返回至初始状态。该程序在构建区域中产生均匀的0.1mm厚的粉末层。在这两个腔室组件上方安装了机动车xy定位段, 并且附接了购自中国湖北省武汉市的TEM激光器公司(TEM-Laser, Wuhan, Hubei, China)的500mW、405nm二极管激光器, 型号M-33A405-500-G.xy。工作台包含用于激光雕刻机的Grbl控制器板, 并且能够被Grbl 0.9控制, Grbl 0.9为用于控制机器运动的开源软件。将图形加载到具有激光雕刻机插件的Inkscape 0.48中, 其为开源图

形软件。此软件从绘图中生成xy运动控制和激光功率代码,并将其传递到Grbl 0.9软件。

[0179] 基于混合物的重量通过混合77.3重量%的PDR1、13.6重量%的 PDR2和9.1重量%的PDR4来制备印刷材料P2。将粉末混合物置于玻璃广口瓶中,并在滚动料堆搅拌器上在约50rpm下旋转15分钟。将粉末供应活塞降低至底部,并且使用印刷材料P2填充腔室。将构建活塞升至顶部。然后执行粉末扩散程序10次以在构建区域中形成均匀的粉末基底。

[0180] 在Inkscape软件中,选择了字体Arial、字体大小14pt,然后书写单词“Test”。然后选择激光雕刻机插件。将激光设定为100%的输出,并且选择10毫米/秒的运动速度,并且生成Grbl代码并传递到Grbl 0.9 软件。然后将第一0.1mm厚的印刷材料层P2铺展。接下来,执行Grbl 代码。观察到,激光打开并以字词“Test”的形状进行移动,并且粉末以字词“Test”的形状从浅灰变为深灰。

[0181] 第二层(也为0.1mm厚)的印刷材料P2被铺展,并且Grbl代码被第二次执行。重复该顺序,直到铺展共20个层并暴露于激光。

[0182] 然后使用刮刀从周围粉末移除物体。移除散粉,并且回收一个物体,其形状为字词“Test”,厚度为2.05mm。

[0183] 据观察,20个层熔融在一起并形成了可安全处理而不断裂的生坯。将生坯置于炉中并在400°C下燃烧2小时,随后在700°C下烧结4小时,从而以字词“Test”的形状产生磨料制品。将所述制品抵靠铝块摩擦,并且观察到磨损图案。

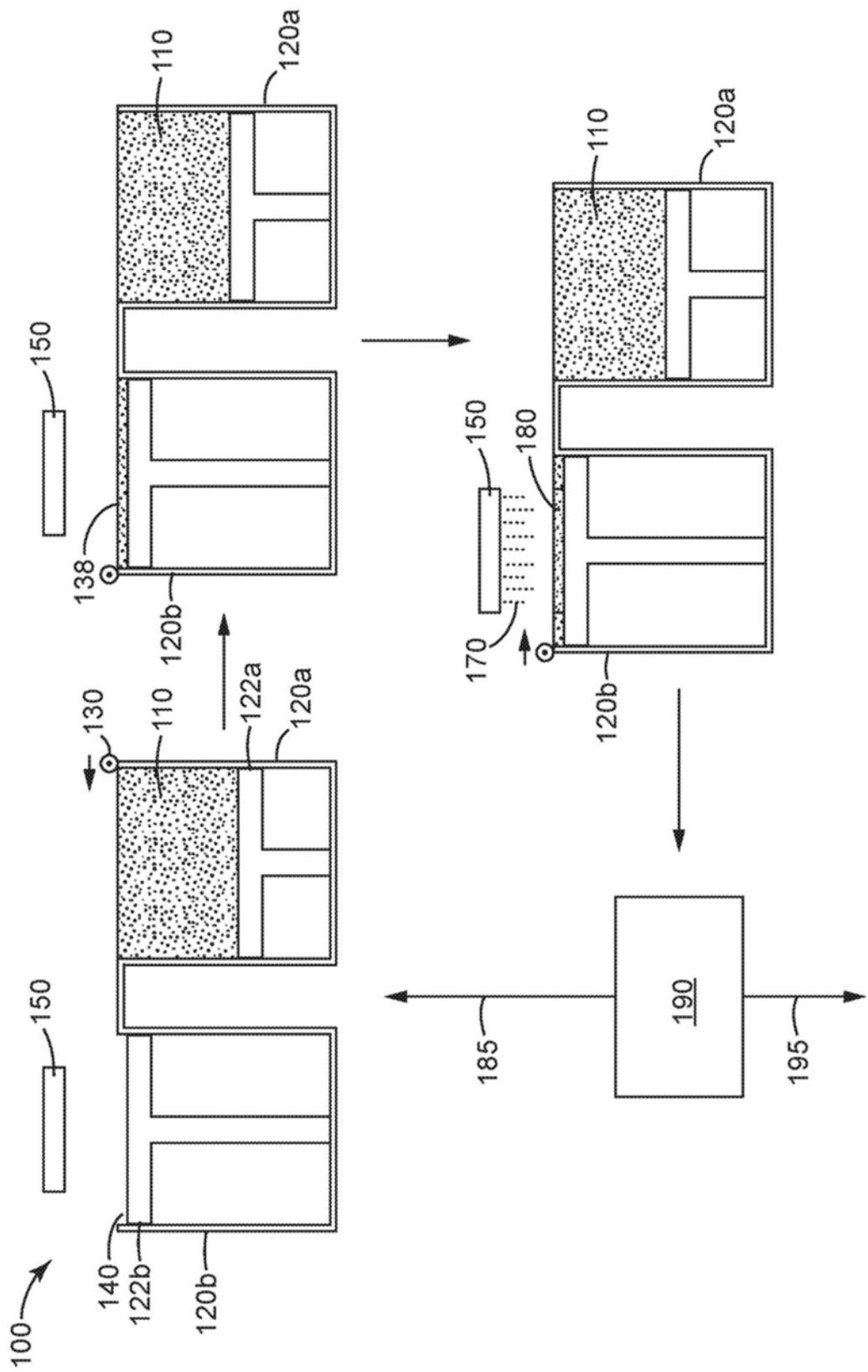


图1A

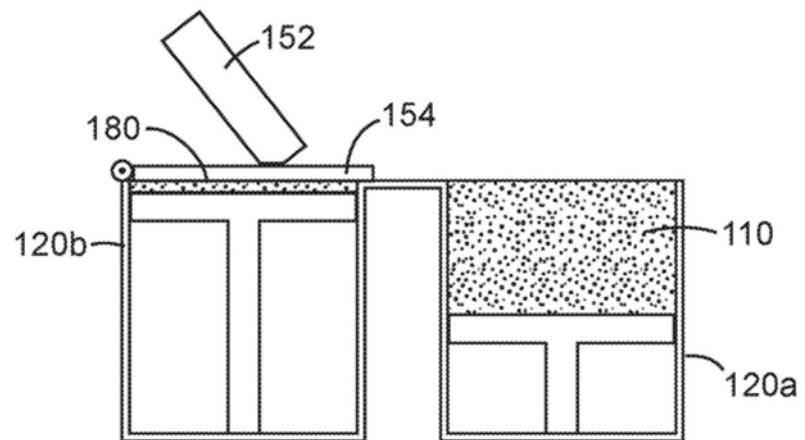


图1B

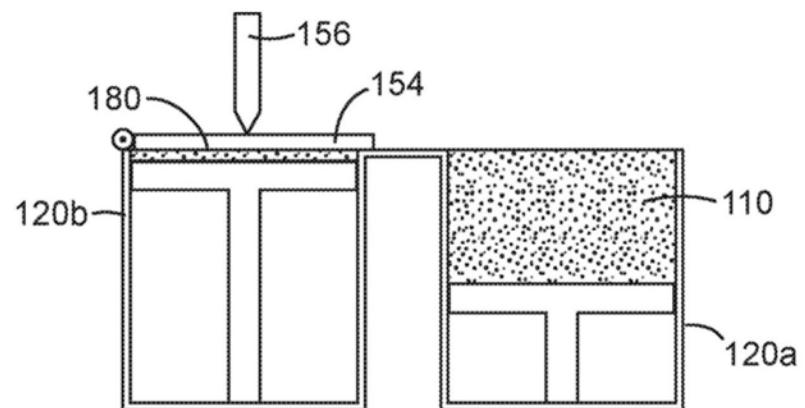


图1C

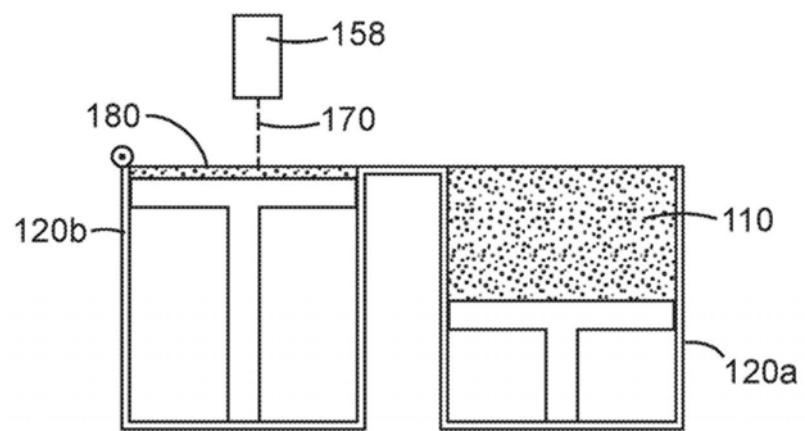


图1D

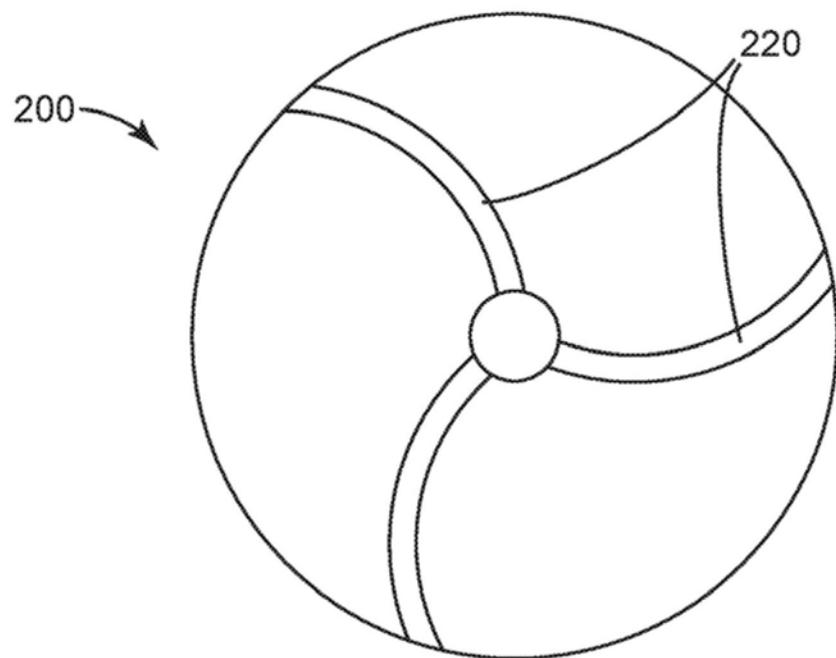


图2

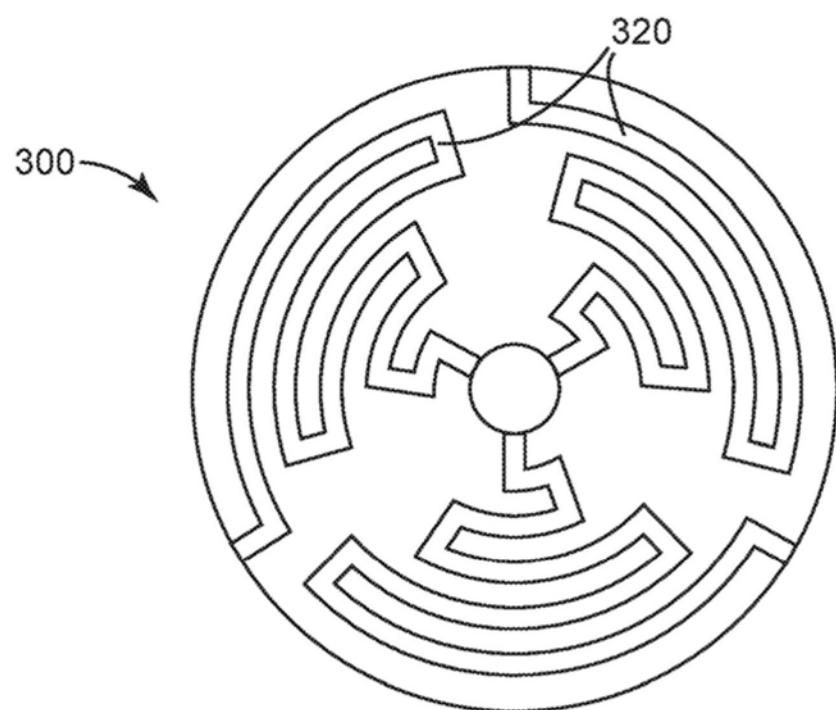


图3

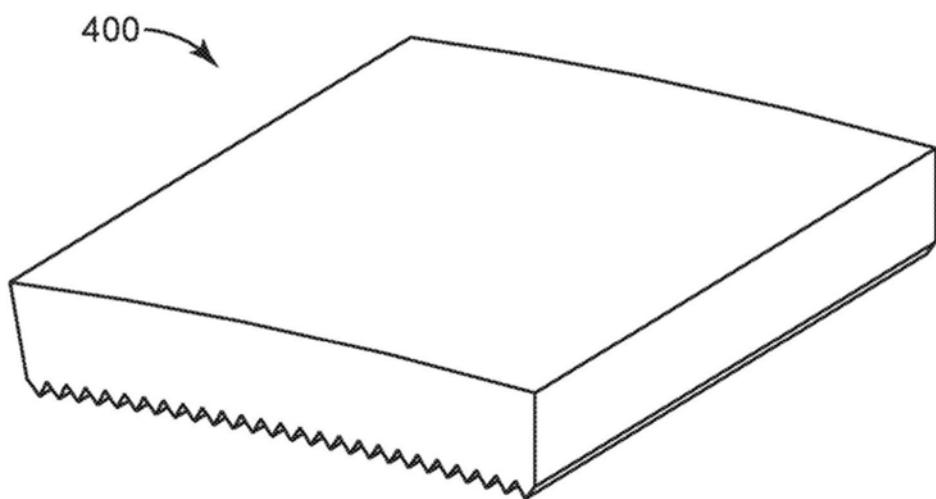


图4

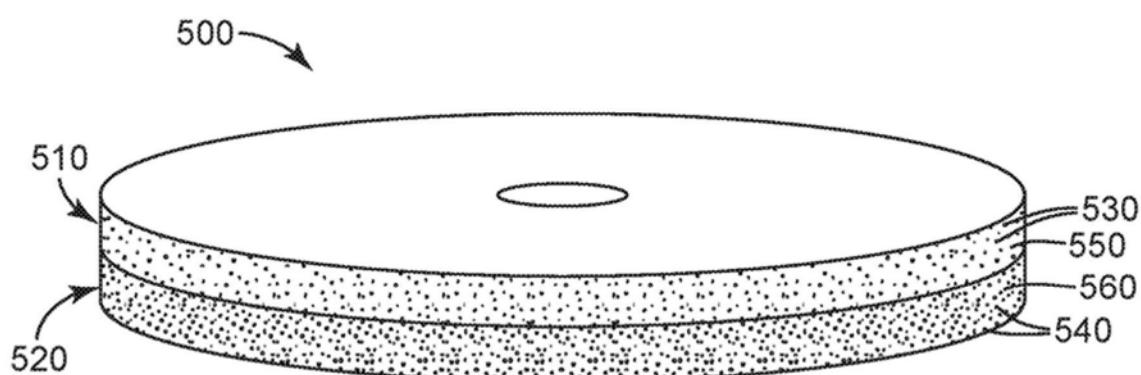


图5

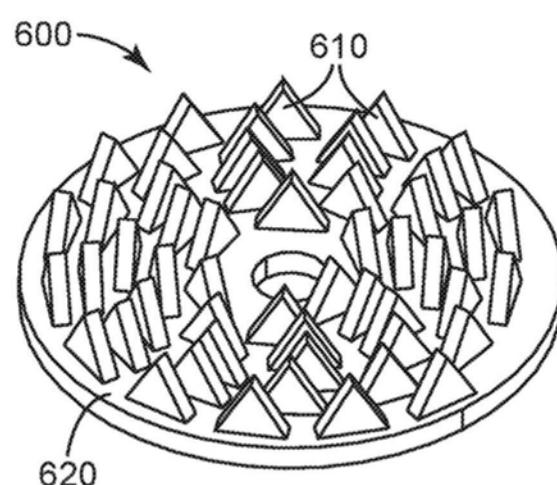


图6A

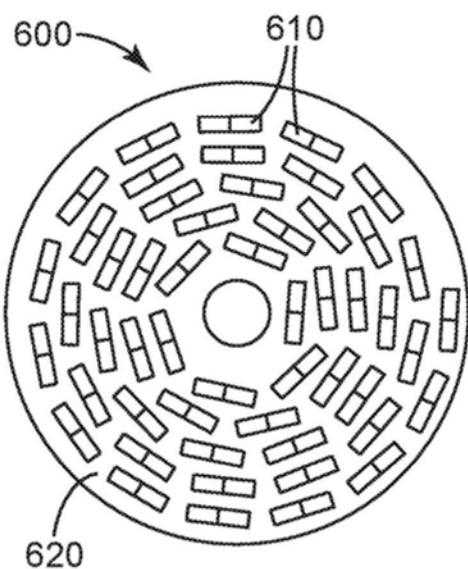


图6B

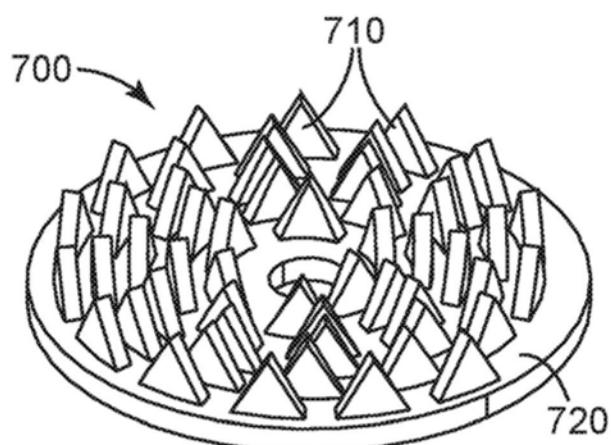


图7A

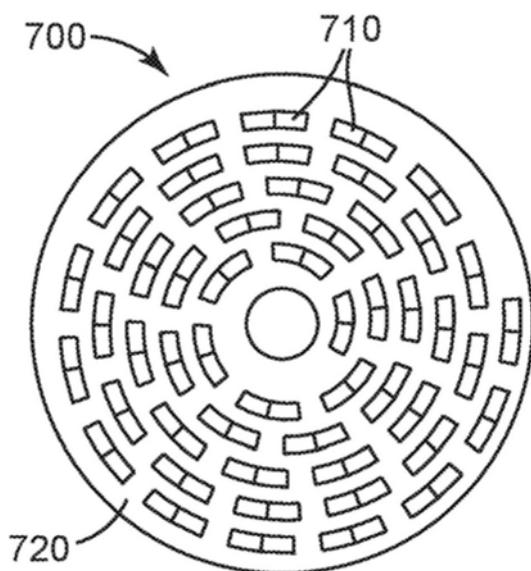


图7B

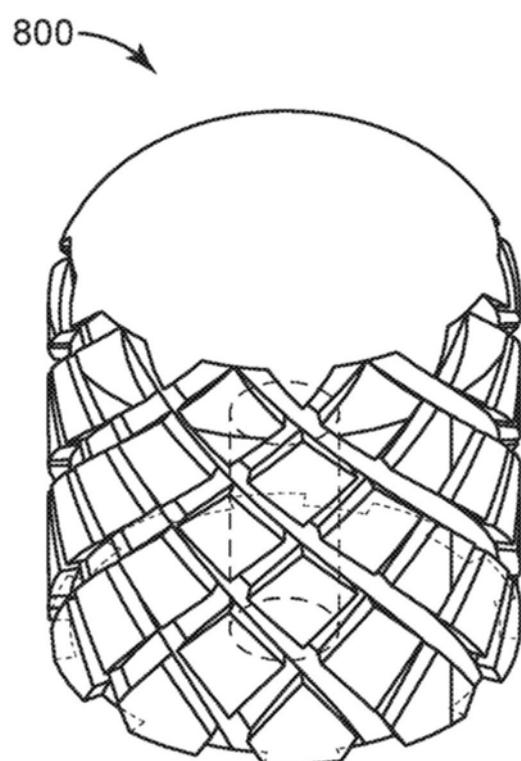


图8

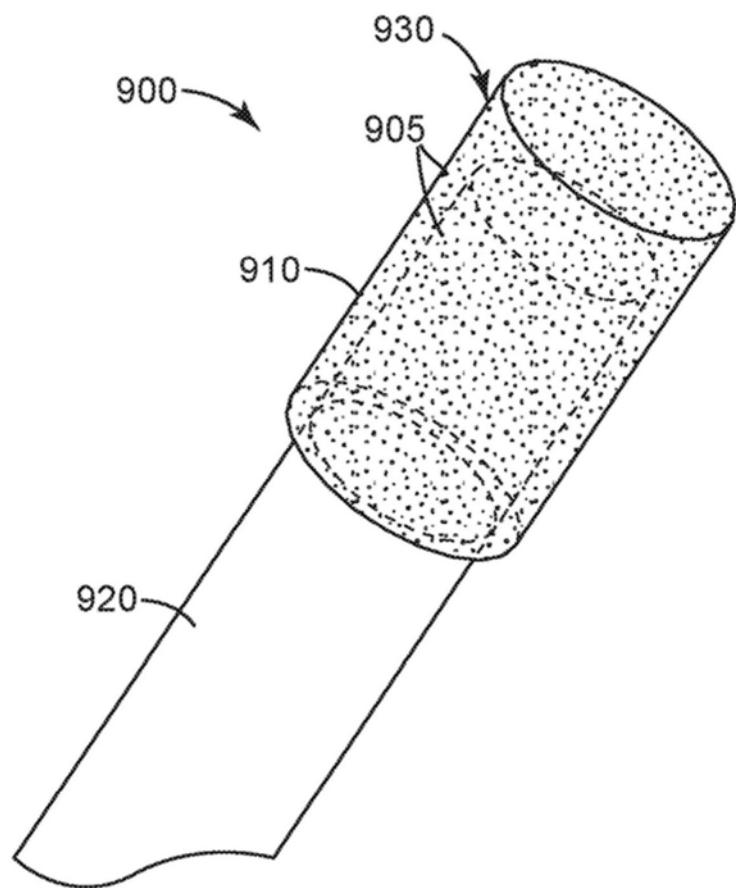


图9