



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102655985 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 20

(21) 申请号 201080057581. 2

(22) 申请日 2010. 12. 10

(30) 优先权数据

61/289, 188 2009. 12. 22 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 06. 18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/059830 2010. 12. 10

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/087649 EN 2011. 07. 21

(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 丹尼斯·G·韦利甘

德怀特·D·埃里克森

约翰·T·博登

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

代理人 丁业平 金小芳

(51) Int. Cl.

B24D 18/00(2006. 01)

B24D 3/02(2006. 01)

B05D 1/32(2006. 01)

B05D 5/00(2006. 01)

C09K 3/14(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2009/0165394 A1, 2009. 07. 02, 说明书第 20-98 段及图 1-10.

US 5201916 A, 1993. 04. 13, 全文.

US 6537140 B1, 2003. 03. 25, 全文.

US 2008/0299875 A1, 2008. 12. 04, 全文.

CN 1671510 A, 2005. 09. 21, 说明书第 5 页 11 行-第 28 页 10 行及图 1-11.

CN 1671510 A, 2005. 09. 21, 说明书第 5 页 11 行-第 28 页 10 行及图 1-11.

审查员 陈均伟

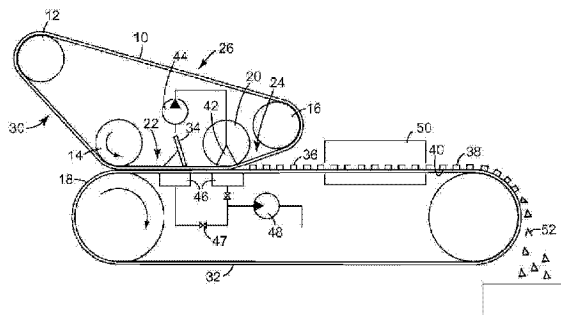
权利要求书1页 说明书12页 附图5页

(54) 发明名称

制备成形磨粒的辅助传送丝网印刷方法和所得成形磨粒

(57) 摘要

本发明公开了制备成形磨粒的辅助传送丝网印刷方法和所得成形磨粒。成形陶瓷制品可通过以下方法获得:使用施加差压的辅助传送技术将所需成形物从陶瓷前体的分散体丝网印刷到容纳表面上,至少部分地干燥所述丝网印刷成形物,然后烧制所述成形物,以生成所述成形陶瓷制品。已经发现,相比使用粘度较高的溶胶凝胶制备的丝网印刷成形磨粒,使用在所述丝网印刷形成之后趋于流动或蠕动的粘度较低的溶胶凝胶制备的成形磨粒具有更高的磨削性能。



1. 一种用于通过丝网印刷工艺制备成形陶瓷制品的方法,包括:将陶瓷前体的分散体通过包括多个孔的印刷丝网施加到容纳表面;从所述容纳表面移除所述印刷丝网,以形成多个丝网印刷成形物,同时,在所述丝网印刷成形物的第一侧面和所述丝网印刷成形物的与所述容纳表面接触的第二侧面之间施加差压;至少部分地干燥保留在所述容纳表面上的所述丝网印刷成形物;以及烧制所述丝网印刷成形物,以形成烧结的成形陶瓷制品。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述前体为化学前体。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述分散体包含 α -氧化铝前体。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中所述分散体为勃姆石氧化铝溶胶凝胶。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中所述溶胶凝胶的固体含量为在30%至60%之间。

6. 根据权利要求4所述的方法,其中所述溶胶凝胶具有最大屈服应力,并且所述最大屈服应力为在60,000Pa·s至5,000Pa·s之间。

7. 根据权利要求5所述的方法,其中所述溶胶凝胶最大屈服应力为在15,000Pa·s至5,000Pa·s之间。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中所述施加差压的步骤包括向所述丝网印刷成形物的所述第一侧面施加正压。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中所述施加差压的步骤包括向所述丝网印刷成形物的所述第二侧面施加负压。

10. 根据权利要求8所述的方法,其中所述施加差压的步骤包括向所述丝网印刷成形物的所述第二侧面施加负压。

11. 一种用于制备包含 α -氧化铝的成形磨粒的方法,所述方法包括:在容纳表面上将勃姆石氧化铝溶胶凝胶采用丝网印刷而成形,以形成多个丝网印刷成形物;从印刷丝网移除所述丝网印刷成形物,同时,在所述丝网印刷成形物的第一侧面和所述丝网印刷成形物的与所述容纳表面接触的第二侧面之间施加差压;至少部分地干燥所述丝网印刷成形物;以及在足以将所述氧化铝转变为 α -相的温度下烧制所述丝网印刷成形物。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中所述印刷丝网包括孔,所述孔具有用于制备纵横比为在2:1至50:1之间的丝网印刷成形物的尺寸。

13. 根据权利要求11所述的方法,其中所述印刷丝网包括多个大致三角形的孔。

14. 根据权利要求11所述的方法,其中所述施加差压的步骤包括向所述丝网印刷成形物的所述第一侧面施加正压。

15. 根据权利要求14所述的方法,其中使用压力传送辊来施加所述正压。

16. 根据权利要求11所述的方法,其中所述施加差压的步骤包括向所述丝网印刷成形物的所述第二侧面施加负压。

17. 根据权利要求16所述的方法,其中所述容纳表面为透气的,并且真空箱或真空辊被定位成与所述容纳表面相邻,并且在所述容纳表面上的所述丝网印刷成形物的所述第二侧面的对面。

18. 根据权利要求14所述的方法,其中所述施加差压的步骤包括向所述丝网印刷成形物的所述第二侧面施加负压。

制备成形磨粒的辅助传送丝网印刷方法和所得成形磨粒

[0001] 本专利申请要求提交于 2009 年 12 月 22 日的美国临时申请 No. 61/289, 188 和提交于 2010 年 6 月 30 日的美国专利申请 No. 12/827, 274 的优先权, 这两份专利申请的名称均为“Transfer Assisted Screen Printing Method of Making Shaped Abrasive Particles and the Resulting Shaped Abrasive Particles”(制备成形磨粒的辅助传送丝网印刷方法和所得成形磨粒), 其公开内容全文以引用方式并入本文中。

背景技术

[0002] 磨粒和由磨粒制造的磨料制品可用于在产品制造过程中研磨、整理或磨削多种材料和表面。因此, 一直存在对磨粒和 / 或磨料制品的成本、性能或寿命进行改善的需求。

[0003] 在授予 Berg 的美国专利 No. 5, 201, 916、授予 Rowenhorst 的美国专利 No. 5, 366, 523(Re 35, 570) 以及授予 Berg 的美国专利 No. 5, 984, 988 中公开了三角形成形磨粒和使用三角形成形磨粒的磨料制品。在一个实施例中, 磨粒的形状包括等边三角形。三角形成形磨粒可用于制造具有增大的切削速率的磨料制品。

发明内容

[0004] 成形磨粒通常可具有优于随机粉碎的磨粒的性能。通过控制磨粒的形状, 可以控制磨料制品的所得性能。本发明人发现, 通过使用丝网印刷技术由 α -氧化铝前体的分散体制备成形磨粒, 使得分散体从印刷丝网中的开口辅助传送, 从而提高了过程生产率。另外, 由于可以从丝网开口中移除这些较厚的磨粒, 因此可制备厚得多的成形磨粒。

[0005] 辅助传送可包括在丝网印刷成形物的第一侧面和丝网印刷成形物的与容纳表面接触的第二侧面之间施加差压。在一个实施例中, 加压的传送辊可将正压施加到第一侧面, 以从具有连续印刷带形式的印刷丝网释放丝网印刷成形物。在另一个实施例中, 容纳表面可包括透气的容纳表面, 并且可定位真空箱或真空辊, 以当从印刷丝网中的孔移除丝网印刷成形物时, 向丝网印刷成形物的第二侧面提供小于大气压的压力。或者, 可向丝网印刷成形物的第一侧面施加正压, 同时向第二侧面施加低于大气压的压力。

[0006] 简而言之, 在一个实施例中, 该方法包括通过丝网印刷工艺制备成形磨粒, 该工艺包括将分散体通过印刷丝网施加到容纳表面, 该印刷丝网具有对应于成形磨粒所需形状的多个孔。优选的方法包括: 将 α -氧化铝前体的分散体施加到容纳表面上所支承的开孔印刷丝网的一个表面; 填充印刷丝网中的孔; 从容纳表面移除印刷丝网, 同时在丝网印刷成形物的第一侧面和接触容纳表面的丝网印刷成形物的第二侧面之间施加差压; 至少部分地干燥分散体, 以形成前体成形磨粒; 以及将前体成形磨粒烧制到最终烧结硬度, 从而形成包含 α -氧化铝的成形磨粒。

[0007] 令人吃惊的是, 本发明人确定, 具有在形成过程之后依靠其自重蠕动或流动的粘度较低的溶胶凝胶分散体提供了这样的成形磨粒, 该成形磨粒相比使用粘度较高的分散体用相同方法制备的成形磨粒具有改善的磨削性能。因此, 尺寸完全稳定的溶胶凝胶分散体在一些实施例中不是优选的, 并且意外发现, 第二侧面比第一侧面更大和侧壁一直坍塌的

成形磨粒具有更好的磨削性能。所得成形磨粒从较大的第二侧面(干燥期间接触容纳表面的一侧)到较小的第一侧面(不受支承的空气侧)渐缩,尽管用来制备成形磨粒的孔不渐缩(侧壁大约 90 度)。

[0008] 据信,渐缩在干燥过程中发生,或作为另外一种选择或结合地,是作为在移除粘度较低的溶胶凝胶的丝网印刷成形物时施加差压的结果而发生。在干燥过程期间变得基本上干燥之前,粘度较低的溶胶凝胶可以依靠其自重蠕动或流动,其方式类似于小甜饼生面团在烘箱中从初始的圆球形变为最终的圆盘形那样。因此,干燥过程产生边缘较薄的成形磨粒,该边缘在成形磨粒的侧壁和第二侧面之间具有锐角。据信,该较薄边缘提高了磨削性能。

[0009] 因此,在一个实施例中,本发明涉及一种用于通过丝网印刷工艺制备成形陶瓷制品的方法,该方法包括:将陶瓷前体的分散体通过包括多个孔的印刷丝网施加到容纳表面;从容纳表面移除印刷丝网,,同时,在丝网印刷成形物的第一侧面和丝网印刷成形物的与容纳表面接触的第二侧面之间施加差压;至少部分地干燥保留在容纳表面上的丝网印刷成形物;以及烧制丝网印刷成形物,以形成烧结的成形陶瓷制品。

[0010] 在另一个实施例中,本发明涉及一种制备包含 α -氧化铝的成形磨粒的方法,该方法包括:在容纳表面上将勃姆石氧化铝溶胶凝胶采用丝网印刷而成形,以形成多个丝网印刷成形物;从印刷丝网移除丝网印刷成形物,同时,在丝网印刷成形物的第一侧面和接触容纳表面的丝网印刷成形物的第二侧面之间施加差压;至少部分地干燥丝网印刷成形物;以及在足以将氧化铝转变为 α -相的温度下烧制丝网印刷成形物。

[0011] 在另一个实施例中,本发明涉及一种制备包含 α -氧化铝的成形磨粒的方法,该方法包括:在透气的容纳表面上将勃姆石氧化铝溶胶凝胶采用丝网印刷而成形,透气的容纳表面与真空箱或真空辊相邻,同时用溶胶凝胶填充印刷丝网中的孔,以形成多个丝网印刷成形物;从印刷丝网移除丝网印刷成形物;至少部分地干燥丝网印刷成形物;以及在足以将氧化铝转变为 α -相的温度下烧制丝网印刷成形物。

[0012] 在另一个实施例中,本发明涉及包括形成后流动的表面的成形磨粒。

[0013] 在另一个实施例中,本发明涉及包括第一侧面、第二侧面和将第一侧面连接到第二侧面的侧壁的成形磨粒;侧壁包括与第一表面相交的第一部分和与第二表面相交的第二部分,并且第一部分的斜率大于第二部分的斜率。

[0014] 在另一个实施例中,本发明涉及包括第一侧面、第二侧面和将第一侧面连接到第二侧面的侧壁的成形磨粒;并且其中,第一侧面为凹面,侧壁为凹壁。

附图说明

[0015] 本领域的普通技术人员应当了解,本发明的讨论仅是针对示例性实施例的描述,其并不旨在限制本发明的更广泛的方面,其中更广泛的方面体现在示例性构造中。

[0016] 在说明书和附图中重复使用的引用字符旨在表示本发明相同或类似的部件或元件。

[0017] 图 1 是根据本发明的用于连续模式操作的丝网印刷工艺的示意图。

[0018] 图 2 是适合与根据本发明的连续模式或成批模式丝网印刷工艺一起使用的印刷丝网的顶面的照片。

[0019] 图 3A、图 3B 和图 3C 是显微照片,分别显示了使用图 2 所示印刷丝网用粘度较高的溶胶凝胶所制备成形磨粒的俯视图、侧视图和透视图。

[0020] 图 4A、图 4B 和图 4C 是显微照片,分别显示了使用图 2 所示印刷丝网用粘度较低的溶胶凝胶所制备成形磨粒的俯视图、侧视图和透视图。

[0021] 图 5 是比较用粘度较高的溶胶凝胶和粘度较低的溶胶凝胶所制备成形磨粒的磨削性能的切削与时间坐标图。

[0022] 定义

[0023] 如本文所用,“大致三角形”意指三角形形状或三边渐缩或非渐缩的多边形,其具有圆角而不是顶点,如图 2、图 3 和图 4 所示。

[0024] 如本文所用,“形成后流动的表面”意指在从印刷丝网或模具移除成形分散体之后显著坍塌的成形磨粒的表面。因此,成形磨粒将由于坍塌而在一侧上具有较大的表面积,并且厚度或高度比由相同印刷丝网或模具制备的不显著坍塌的成形磨粒更小。形成后流动的表面为相对平滑的表面,其具有平滑的轮廓和由成形分散体移位导致的斜坡,这种移位是由于在允许坍塌发生的条件(例如,溶胶凝胶粘度较低或干燥速率较慢)下的力(例如,重力或所施加的差压)所导致的。由于印刷丝网或模具填充过满,使得溶胶凝胶延伸超过印刷丝网或模具中的预期预定几何形状,这样产生的附接到成形磨粒表面的溶胶凝胶的飞边或极薄区域不是形成后流动的表面。

[0025] 如本文所用,“成形磨粒”意指通过将分散体置于印刷丝网中的孔或模具腔体中而形成的磨粒,该孔或模具腔体具有预定几何形状,产生与该形状相似但不完全复制该形状的磨粒。

[0026] 如本文所用,“纹理的表面”意指具有粗糙或粒状表面质量的成形磨粒表面。纹理的表面可由透气的容纳表面结合真空制备,其中,真空拉动溶胶凝胶,使其紧密接触容纳表面。纹理的表面可部分地复制容纳表面的花纹或网孔、形成容纳表面的缠结纤维结构、或容纳表面中的孔的轮廓。

具体实施方式

[0027] 具有连续印刷带形式的印刷丝网 10 在一系列的三个辊 12、14 和 16 的周围穿过。在一个实施例中,在印刷丝网 10 从容纳表面 18 分离的点附近,设置有压力传送辊 20。在另一个实施例中,可用常规辊代替压力传送辊 20。辊 14 和压力传送辊 20 之间的空间限定了施加区 22;包括压力传送辊 20 和压力传送辊与辊 16 之间的开放空间的区域限定了分离区 24;辊 16 和 12 之间的空间限定了清洁区 26;辊 12 和 14 之间的空间限定了处理区 30。

[0028] 在施加区 22 中,将印刷丝网 10 沿其外表面与连续带 32 保持紧密接触,同时使两个带在相同方向上以基本相同速度移动,并且将陶瓷前体颗粒的分散体在刮粉刀 34 的前面施加到印刷丝网 10 的内表面(施加机构未示出)。可使用合适的泵和歧管或带槽模具来将分散体施加到印刷丝网。刮粉刀下方的通道迫使分散体进入此时与连续带 32 紧密接触的印刷丝网 10 中的孔中。如果需要,可在连续带 32 的下方与刮粉刀 34 相对地设置支承辊,以减少印刷丝网 10 和连续带 32 的挠曲。在另一个实施例中,可在具有透气结构的连续带 32 的相对表面上设置真空箱 46 或真空辊。真空源可用来帮助将孔填充分散体,对于高粘度分散体来说尤其有帮助。

[0029] 在分离区 24, 印刷丝网 10 从连续带 32 分离, 从而在容纳表面 18 上留下一个或多个丝网印刷成形物 36。分离区 24 对来自印刷丝网 10 中的孔的分散体进行辅助传送。在从印刷丝网 10 中的孔移除时, 辅助传送可包括在丝网印刷成形物 36 的第一侧面 38 和与容纳表面 18 接触的第二侧面 40 之间施加差压。

[0030] 在一个实施例中, 压力传送辊 20 可向第一侧面 38 施加正压, 以从印刷丝网 10 中的孔推出丝网印刷成形物 36。压力传送辊可包括具有钻孔外壳的中空辊。外壳可具有施加上网孔、丝网、织物或无纺布, 以在穿过外壳中的孔之后进一步分配施加上压力传送辊 20 上的加压流体。可提供内部固定或可调式挡板, 以形成径向压力区 42, 径向压力区 42 将施加上压力传送辊上的加压流体进行集中。可调节径向压力区的宽度和角向位置, 连同调节加压流体的操作压力和压力传送辊的纵向位置, 以从印刷丝网中的孔干净地移除分散体, 而不会使丝网印刷成形物不当变形。具有这些和其他特征的压力传送辊(或可调式真空辊)在造纸设备领域中是已知的。在一个实施例中, 加压流体是由压缩机 44 以气送方式供应的, 并且通过旋转接头和管路流动连接到径向压力区 42。

[0031] 在另一个实施例中, 容纳表面 18 可包括透气的容纳表面(例如, 网片或多孔的带或织物, 例如在纸张制造过程中纸张脱水中使用的那些), 并且可在分离区 24 设置真空箱 46 或真空辊, 以向丝网印刷成形物 36 的第二侧面 40 提供小于大气压的压力, 从而从印刷丝网 10 的孔中拔出分散体。真空箱 46 或真空辊流动连接到真空泵 48。合适的真空箱或真空辊在造纸领域中是已知的。另外, 可将真空箱延伸到施加区 22 中, 或者可在施加区 22 中设置额外的真空箱 46 或真空辊, 以帮助填充印刷丝网中的孔。可使用合适的控制阀 47 来调节施加上每一个区的真空。

[0032] 合适的透气容纳表面包括任何多孔材料, 所述任何多孔材料的孔显著小于印刷丝网中的孔。如所提及的, 可使用造纸业中已知的织造物 and 毡。可使用非织造物。可使用耐腐蚀的金属筛网或金属网片。可使用已经被机械加工、冲压或改变来使其透气的薄金属条或带。某些材料可能需要施加合适的脱模剂, 例如油或聚四氟乙烯涂层。合格的材料包括不锈钢和聚乙烯。

[0033] 在一个实施例中, 为取代压力传送辊 20 而设置的实心辊可与真空箱 46 和透气的容纳表面结合使用。可调节真空区的纵向宽度、真空箱 46 或真空辊的纵向位置、以及所供应的真空量, 以将分散体从印刷丝网中的孔干净地移除, 而不会使丝网印刷成形物不当变形。

[0034] 或者, 在另一个实施例中, 可向丝网印刷成形物 36 的第一侧面 38 施加高于大气压的压力, 同时也通过使用如图 1 所示的压力传送辊 20 和真空箱 46 两者向第二侧面 40 施加低于大气压的压力。如以上所讨论, 可调节压力传送辊和真空箱的操作参数, 以在不使丝网印刷成形物不当变形的情况下干净地移除丝网印刷成形物。在一些实施例中, 压力传送辊 20 和真空箱 46 可以在纵向上交错而不是直接彼此相对, 并且两者中的任一设备都可以相对于连续带 32 的行进方向位于另一设备之前。

[0035] 本发明人确定, 当丝网印刷成形物的厚度增加时, 使用辅助传送对于制备丝网印刷成形物来说是必要的。当印刷丝网的厚度增加超过约 0.010" (0.25mm) 时, 一些通常用来形成陶瓷磨粒的溶胶凝胶从印刷丝网中的孔剥离的效果较差。本发明人已经使用厚度为 0.030" (0.76mm) 的印刷丝网在可透气的隔离衬片(由 US Paper Corporation 制造的

Part-Wick#4400) 上制备出丝网印刷成形物, 该隔离衬片在用溶胶凝胶填充印刷丝网中的孔之前在 4.5 英寸水柱的真空下设置在真空箱上方的塑料支承格栅上。如果关闭真空, 则在尝试移除印刷丝网时, 丝网印刷成形物剥离的效果较差并且会发生大范围的变形, 在移除之后, 大量溶胶凝胶残留在印刷丝网的孔中。

[0036] 在移除印刷丝网 10 之后, 将丝网印刷成形物 36 通过连续带 32 传送到干燥区 50, 在这里除去丝网印刷成形物中的水分, 水分的去除至少达到将丝网印刷成形物转化成为在处理时保持结构完整性的前体磨粒 52 的必要的程度。然后, 将前体磨粒 52 从连续带 32 移除, 并且在合适的炉子或窑中烧制, 以将其转化为成形磨粒 55。在连续带 32 进入施加区 22 与印刷丝网 10 接触之前, 如果连续带未进行预处理, 则可以对其赋予焙烧剥离层以进行剥离处理(例如, 喷碳氟化合物)。

[0037] 同时, 印刷丝网 10 在离开分离区 24 之后穿过清洁区 26, 在其中根据需要清洁印刷丝网, 以通过合适的高压液体喷雾、液体浴、刷子、空气喷射或它们的组合去除留在印刷丝网 10 上的任何残余分散体, 然后在需要时进行干燥。印刷丝网 10 从清洁区 26 被传送到处理区 30, 在其中可根据需要施加脱模剂, 以促进丝网印刷成形物 36 从分离区 24 中的印刷丝网中的孔分离。

[0038] 存在许多可以在附图描述的布置中进行的变型。例如, 向印刷丝网施加分散体的步骤可在连续带垂直而非水平地通过时进行。印刷丝网 10 也可由单个中空滚筒的表面提供, 该滚筒具有由滚筒周边的不同区段提供的区 22、24、26 和 30。所有这些变型都包括在本发明的范围内。

[0039] 可以根据成形磨粒的最终用途而改变和选择孔的形状。然而应当清楚, 该方法提供了一种大量制备事实上相同的成形物或者根据需要制备各种预定成形物的准确混合的方法。本发明方法的优选应用是制备陶瓷成形磨粒, 但该方法可用于制备并非旨在用于磨料制品中的陶瓷成形物。这些成形物可以是有角的或圆的, 并且可用的成形物包括规则矩形成形物, 该成形物的纵横比(即长度与最大横截面尺寸的比率)为约 2:1 至约 50:1、优选为约 5:1 至约 25:1。类似纵横比可用于除矩形成形物之外的成形物。

[0040] 其他可用的成形物包括成形磨粒, 该成形磨粒包括薄盘, 该薄盘具有各种几何形状, 例如三角形、正方形、矩形或圆形, 如在授予 Berg 的美国专利 No. 5, 201, 916、授予 Rowenhorst 的美国专利 No. 5, 366, 523 (Re 35, 570) 和授予 Berg 的美国专利 No. 5, 984, 988 中所公开的成形磨粒。特别优选的成形物是如图 3 和图 4 所示的等边三角形成形物。如随后将讨论的, 已经发现, 使用粘度较低的溶胶凝胶的做法可以提高磨削性能, 该做法使得成形磨粒的第二侧面大于第一侧面, 并且成形磨粒的边缘坍落。

[0041] 开孔丝网可由任何合适的材料制成, 例如, 不锈钢、塑料(例如 PTFE、EVA、聚酯或尼龙)、织物等等。印刷丝网的厚度可以是变化的, 并且可以更改, 以改变所得丝网印刷成形物的厚度。印刷丝网的合适厚度通常为约 10mm, 更通常为 3mm 或更小。丝网印刷是熟知的工序, 通常适于制备丝网的材料通常也可用于本发明。如果需要, 可在处理区 30 中施加合适的脱模剂, 例如硅树脂、碳氟化合物或烃类衍生物, 以改善分散体从丝网剥离的性质。类似的脱模剂可在连续带 32 或透气的容纳表面上使用。

[0042] 丝网印刷操作中使用的开孔印刷丝网可易于适用于成批模式或连续模式中。当丝网厚度较大(约 10mm) 时, 丝网通常不够柔韧, 不能在印刷丝网为连续印刷带形式的连续方

法中使用。对于多数应用而言,优选的操作为连续制备模式。在此类自动化操作中,开孔印刷丝网通常采用驱动印刷带的形式,这意味着印刷带上的主要应力在纵向上,即,印刷带往往会被拉伸。如果孔的最大尺寸在印刷带移动方向上对齐,则拉伸的趋势将导致孔横截面的变形较小。使用具有驱动印刷带形式的印刷丝网时,此为所需的孔取向。

[0043] 使用具有印刷带形式的印刷丝网 10 时,其将在通过施加区 22 时接触连续带 32。因此印刷带应优选地由耐潮材料制成,以确保其不受溶胶凝胶中的水或酸性成分的影响。由于印刷带也被驱动,其优选地为相对不能伸展的。印刷带优选地还应是基本上平滑的,以便避免溶胶凝胶渗透印刷带的材料,从而使得难以分离。许多氧化铝溶胶凝胶具有酸性 pH 值,尤其是当它们通过添加酸而胶溶时,因此优选的印刷带应具有良好的耐腐蚀性。符合这些标准的优选材料包括不锈钢、镀铬镍、聚四氟乙烯、含有氟化乙烯单体组分的共聚物、以及聚丙烯。这些材料也适于制备具有透气容纳表面的连续带 32。

[0044] 对于一些用来制备印刷丝网的材料而言,希望为材料涂覆脱模涂层,以有利于从印刷丝网移除丝网印刷成形物。脱模涂层可以(例如)是焙烧上去的含氟聚合物,例如常常以杜邦公司的商标“特氟隆”出售的那些。或者,涂层可在使用之前喷涂上去。此类喷涂涂层将包含有机润滑剂,例如辛醇、癸烷、十六烷、油等等。应当理解,在设计具有不同形式的开孔丝网时,例如,如可能适合成批模式中操作的简单片材,可进行相同的考虑。这些材料也适合在具有透气容纳表面的连续带 32 上作为脱模剂使用。

[0045] 图 2 为显微照片,示出了印刷丝网的一个实施例的俯视图。印刷丝网由厚度为 0.030"(0.76mm) 的聚碳酸酯片材构成。印刷丝网中的孔形成套叠的数行等边三角形的图案,这些三角形每边的长度为 0.110"(2.79mm),在顶点或基部处的行间距为 0.100"(2.54mm)。孔使用激光加工技术制备,并且孔不是渐缩的,使得印刷丝网的顶面和底面中的开口具有大约相同的尺寸。

[0046] 可使用本发明的方法制成成形陶瓷物品的材料包括物理前体,例如,诸如 α -氧化铝、碳化硅、氧化铝-氧化锆和 CBN 等已知陶瓷材料的细分的颗粒。还包括化学和/或形态前体,例如,三水合铝、水软铝石、 γ -氧化铝和其他过渡型氧化铝及铝矾土。以上材料中最可用的是通常基于氧化铝的材料及其物理或化学前体。然而应当理解,本发明不受此限制,而是能够适合与多种不同前体材料一起使用。

[0047] 已经发现,在某些制备氧化铝基颗粒的情况下需要的其他组分包括:成核剂,例如,细分的 α -氧化铝、氧化铁、氧化铬以及能在前体形态转化成 α -氧化铝形态的过程中起成核作用的其他材料;氧化镁;二氧化钛;氧化锆;氧化钇;以及稀土金属氧化物。此类添加剂通常充当晶体生长限制剂或边界相改善剂。此类添加剂在前体中的量通常为小于约 10 重量%,常常小于 5 重量%(按固体重量计)。

[0048] 也可以将少量细分的 α -氧化铝本身与有机化合物一起使用来代替 α -氧化铝的化学或形态前体,其中有机化合物将 α -氧化铝保持悬浮状态,并且在颗粒被烧制成基本上完全致密的过程中充当临时粘结剂。在这种情况下,通常可以在悬浮材料中加入在烧制时形成独立相的材料,或者在干燥和烧制过程中或烧制之后有助于保持成形颗粒结构完整性的材料。此类材料可以作为杂质存在。如果(例如)前体是细分的铝矾土,则会存在小比例的玻璃体材料,这种材料在粉末颗粒烧结在一起形成成形颗粒之后将形成第二相。

[0049] 所用分散体能够成型为类似丝网中的孔的丝网印刷成形物;然而,如随后所讨论,

可能希望该成形物在印刷工艺之后通过流体流或固体力学改变,从而在基部处变大且具有坍塌的侧壁。在不易获得前体的凝胶的情况下,可通过使用添加剂实现必要的稳定性。如果使用添加剂不能实现形状保持,则在本发明中分散体的固体含量就是一项因素。在固体含量较少时,可能有必要调节粘度,以防止在移除印刷丝网时印刷成形物完全消失。可以通过加入粘度调节剂来实现这一目的。凡是分散体是溶胶凝胶的,优选的技术是使用诸如硝酸的酸进行胶溶。然而,如果分散体固体含量太高,则可能难以一致地填充丝网的孔。可使用真空箱 46 或真空辊来克服或减少这样的不一致,真空箱 46 或真空辊位于施加区 24 中与透气容纳表面相邻,该表面与组件相对,该组件用分散体填充印刷丝网中的孔。

[0050] 本发明的方法中采用的分散体可以是陶瓷前体的任何分散体,例如,细分散的材料,在经受本发明的方法之后,该材料是成形陶瓷制品的形式。分散体可以是:化学前体,如(例如)水软铝石是 α -氧化铝的化学前体;形态前体,如(例如) γ -氧化铝是 α -氧化铝的形态前体;以及(或作为另外一种选择)物理前体,意思是细分形式的 α -氧化铝可成型为成形物并且进行烧结,以保留该形状。

[0051] 凡是分散体包含物理或形态前体的,如本文所用的术语,该前体都是细分粉末颗粒的形式,当其烧结在一起时,这种颗粒形成陶瓷制品,例如在常规粘结磨具和涂附磨具应用中使用的磨粒。此类通常包括平均粒径为小于约 20 微米、优选地小于约 10 微米、最优选地小于约 1 微米的粉末颗粒。

[0052] 在优选方法中使用的分散体最好是水软铝石溶胶凝胶。溶胶凝胶可以有晶种溶胶凝胶或无晶种溶胶凝胶,有晶种溶胶凝胶包含细分散晶种粒子,细分散晶种粒子能够在氧化铝前体转化成 α -氧化铝的过程中起成核作用,无晶种溶胶凝胶在烧结时转化成 α -氧化铝。

[0053] 物理或形态前体的分散体的固体含量优选为约 40% 至 65%,但也可使用高达约 80% 的更高固体含量。有机化合物在很多情况下作为悬浮剂与此类分散体中的细分的颗粒一起使用,或可能作为临时粘结剂,以在形成的颗粒充分干燥之前保持制品的形状。有机化合物可为通常用于该目的的任何已知有机化合物,例如聚乙二醇、山梨糖醇酯等等。

[0054] 就化学前体的固体含量而言,可能需要考虑水分,该前体在加热时变成最终稳定陶瓷形态,该水分在干燥和烧制以烧结磨粒的过程中从前体中释放。在这种情况下,固体含量通常略低一些,例如约 75% 或更低,更优选地在约 30% 和约 50% 之间。就水软铝石溶胶凝胶而言,优选的最大固体含量为约 60% 或甚至 40%,也可使用胶溶的最小固体含量为约 20% 的溶胶凝胶。

[0055] 由物理前体制成的磨粒的烧制温度通常需要高于由有晶种化学前体制成的磨粒的温度。例如,尽管有晶种水软铝石溶胶凝胶的颗粒在约 1250°C 以下的温度下形成基本上完全致密的 α -氧化铝,但由无晶种水软铝石溶胶凝胶制成的颗粒可能需要约 1400°C 以上的烧制温度才能完全致密。

[0056] 已烧制到最终硬度的成形磨粒可以掺入到诸如砂轮的粘结磨具制品、或用来制备诸如研磨盘或研磨带的涂附磨具制品、或掺入到非织造磨具制品中,或掺入到研磨刷中。或者,磨粒可经筛选或分级成研磨行业指定的等级,以用于销售或在上述产品中使用。研磨行业指定的等级可包括 ANSI 标准、FEPA 标准、JIS 标准或采用 ASTM 标准试验筛分级至标称筛分等级的成形磨粒(例如, -18+20 意指通过 18 号筛并保留在 20 号筛上的成形磨粒)。

[0057] 现在参见图 3 和图 4, 如实例中进一步讨论的那样, 使用图 2 的印刷丝网以成批模式制备成形磨粒。调节溶胶凝胶的粘度, 使用以下两种溶胶凝胶, 利用相同的印刷丝网制备成形磨粒: 最大屈服应力较高的粘度较高的溶胶凝胶; 和最大屈服应力较低的粘度较低的溶胶凝胶。

[0058] 如图 3A 中可见, 用粘度较高的溶胶凝胶制备的成形磨粒从第二侧面 40 到第一侧面 38 渐缩很少, 该溶胶凝胶的最大屈服应力为 80, 154Pa。第二侧面 40 的周长略大于第一侧面 38 的周长, 并且在显微照片中可见将第一侧面连接到第二侧面的侧壁 54 较少。第一侧面 38 或成形磨粒在干燥期间的空气侧在图 3A 中显示为围绕在每一个成形磨粒的中心周围。第二侧面 40 或成形磨粒在干燥期间与容纳表面 18 接触的受支承侧在图 3B 中部分可见。第二侧面 40 包括纹理的表面, 该纹理的表面通过将溶胶凝胶至少部分地真空拉入透气的容纳表面中而制备。如图 3B 中可见, 将第一侧面 38 连接到第二侧面 40 的侧壁 54 通过如图 2 中可见的激光加工而有刻痕或往往会复制印刷丝网中隆起的隆起。另外, 侧壁 54 具有相当陡峭的斜坡, 该斜坡在第一侧面 38 和第二侧面 40 之间的所有位置处都具有大约相同的梯度。如图 3C 中可见, 成形磨粒干燥后往往会具有凹的第一侧面 38 和微凸或平坦的第二侧面 40。成形磨粒从第二侧面 40 到第一侧面 38 略微渐缩; 然而, 侧壁的角度或倾斜度相当大, 并且相对于第二侧面 40 比 60 度大得多。根据显微照片, 估计侧壁相对于第二侧面 40 的角度为在约 70 度至约 80 度之间。

[0059] 如图 4A 中可见, 用最大屈服应力为 10, 154Pa 的粘度较低的溶胶凝胶制备的成形磨粒从第二侧面 40 到第一侧面 38 渐缩很多。第二侧面 40 的周长显著大于第一侧面 38 的周长, 并且在显微照片中可见将第一侧面 38 连接到第二侧面 40 的侧壁 54 更多。侧壁 54 包括形成后流动的表面。因此, 该成形磨粒往往比由粘度高的溶胶凝胶制成的成形磨粒薄, 这可以通过比较图 3B 和图 4B 看出。第一侧面 38 或成形磨粒在干燥期间的空气侧在图 4A 中显示为围绕在每一个成形磨粒的中心周围。第二侧面 40 或成形磨粒在干燥期间与容纳表面 18 接触的受支承侧在图 4B 中部分可见。第二侧面 40 包括纹理的表面, 该纹理的表面通过将溶胶凝胶至少部分地真空拉入透气的容纳表面中而制备。如图 4B 中可见, 将第一侧面 38 连接到第二侧面 40 的侧壁 54 不具有刻痕或隆起, 并且由于溶胶凝胶在从印刷丝网移除丝网印刷成形物之后流动或蠕动而相当平滑。即使使用了相同的印刷丝网, 图 3B 的成形磨粒的侧壁 54 中可见的隆起在图 4B 中也不再可见。

[0060] 另外, 侧壁 54 沿其长度没有基本一致的倾斜度或梯度。如在图 4C 中清楚看出, 成形磨粒 55 的侧壁 54 包括与第一侧面 38 相交的第一部分 56, 该部分的倾斜度或角度比与第二侧面 40 相交的第二部分 58 更陡峭。另外, 第一部分 56 的长度比第二部分 58 的长度短。虽然此类侧壁构型因溶胶凝胶在采用丝网印刷后坍塌而制备, 但可以设计具有这些特征中的一个或两个的印刷丝网或模具, 以在使用粘度高的溶胶凝胶时将侧壁 54 模制成这种构型。侧壁 54 可包括以预定角度与第二表面 58 相交的第一表面 56, 并且每一个表面的长度都可以根据需要变化, 使得任一表面都大于另一表面。

[0061] 如图 4B 中可见, 成形磨粒干燥后往往会具有凹的第一侧面 38 和微凸或平坦的第二侧面 40。成形磨粒从第二侧面 40 到第一侧面 38 显著渐缩, 并且侧壁 54 与第二侧面 40 相交处侧壁的角度或倾斜度小得多。如在图 4B 中清楚看出, 使用图像分析技术测量了 20 个成形磨粒的角度, 发现平均角度为 33.9 度, 比 90 的预计角度小得多, 因为印刷丝网中的

孔不是渐缩的。

[0062] 在本发明的多种实施例中,在侧壁 54 (特别是第二部分 58) 和第二侧面 40 之间的角度可为小于约 60 度、50 度、45 度、或 40 度或 35 度,但大于约 10 度。通常,如果角度为小于约 10 度,则成形磨粒的边缘可能变得太脆弱,从而在用于一些应用的过程中太易于断裂。

[0063] 物理测试

[0064] 最大屈服应力

[0065] 溶胶凝胶最大屈服应力(最大粘度为剪切速率的函数)使用流变仪(例如可得自在英国 Worcestershire 有办事处的 Malvern instruments Ltd 的 Bohlin Gemini 200 流变仪)进行测量。在 25℃ 下达到温度平衡之后,在 0.01/ 秒和 1000/ 秒之间的剪切速率下测量溶胶凝胶。在本发明的多种实施例中,为了制备在为制备烧结的成形磨粒而干燥期间蠕动或流动的丝网印刷成形物,溶胶凝胶的最大屈服应力可为小于约 90,000、约 80,000、约 70,000、约 60,000、约 50,000、约 40,000、约 30,000、约 20,000、或约 15,000Pa·s【帕斯卡(秒)】,但大于约 5,000Pa·s。如果粘度变得太低,则丝网印刷成形物将不再类似在从印刷丝网或模具移除分散体之后在印刷丝网或模具中形成的预定形状。

[0066] 第二侧面与第一侧面的面积比

[0067] 第二侧面与第一侧面的面积比通过对致密烧结成形磨粒的图像分析来确定。将成形磨粒第二侧面 40 朝下安装并定位在扫描电镜 (SEM) 中,以使用 SEM 中的背散射电子成像拍摄第一侧面 38 的俯视图显微照片 (SEM 视线与第一侧面成大约 90 度的角)。使用合适的放大率,使得可以看到整个成形磨粒,并且 1 到 2 个完整的成形磨粒充满 SEM 的视场。图 3A 和图 4A 以 50 倍的放大率显示了成形磨粒的典型 SEM 图像。

[0068] 接下来,使用诸如 Image J (可得自 National Institute of Health) 的图像分析软件测量 10 个不同成形磨粒的第一侧面 38 的面积(由其周边界定)和第二侧面 40 的面积(由其周边界定)。在某些情况下,如果不存在供图像分析软件自动检测每一个周边的足够对比度,则可能有必要手动描绘周边。将 10 个第一侧面面积和 10 个第二侧面面积单独地求平均值,并且通过用第二侧面的平均面积除以第一侧面的平均面积来确定第二侧面与第一侧面的面积比。当印刷丝网中的顶部开口和底部开口具有相同尺寸或者当印刷丝网或模具特意渐缩时,溶胶凝胶的坍塌增加将导致第二侧面与第一侧面的面积比较大。尺寸稳定性完美的分散体在用非渐缩孔进行丝网印刷之后将得到 1.0 的面积比。已经发现,如果计算 10 个单独的比值,而不是将 10 个单独测量的第一侧面面积和第二侧面面积求平均值,则图 3 中成形磨粒的第二侧面与第一侧面的面积比为 1.65,标准偏差为大约 0.15。已经发现,如果计算 10 个单独的比值,而不是将 10 个单独测量的第一侧面面积和第二侧面面积求平均值,则图 4 中成形磨粒的第二侧面与第一侧面的面积比为 3.44,标准偏差为大约 0.44。

[0069] 在本发明的多种实施例中,第二侧面与第一侧面的面积比可为在约 1.5 至约 10.0 之间、或在约 2.0 至约 10.0 之间、或在约 2.0 至约 6.0 之间、或在约 3.0 至约 5.0 之间、或在约 2.0 至约 3.5 之间、或在约 1.5 至约 3.5 之间。

[0070] 厚度比

[0071] 为了计算厚度比,丝网印刷了 15 个随机选择的成形磨粒。对每一个颗粒的每一个拐角的高度都进行测量,然后对所有高度求平均值,以确定 Tc 平均值。例如,三角形的成形

磨粒各具有 3 个 Tc 测量值,总共具有 45 个测量值,以用于确定 Tc 的平均值。如果成形磨粒为圆形、椭圆形或不具有拐角或尖端的其他形状,则对于每一个成形磨粒,都应测量沿周边彼此等距的三个点。然后,测量每一个成形磨粒第一侧面 38 内部的最小厚度 Ti。通常,可以利用成形磨粒的半透明性来找到最小内部厚度,并对 15 个结果求平均值,以确定 Ti 平均值。通过用 Tc 平均值除以 Ti 平均值确定厚度比。

[0072] 可使用配有 X-Y 载物台和竖直位置测量台的光学显微镜测量成形磨粒不同部分的厚度。经测量,通过授予 Rowenhorst 等人的名称为“Abrasive Article Containing Shaped Abrasive Particles”(包含成形磨粒的磨料制品)的美国专利 No. 5,366,523 中所公开的现有技术方法制备的三角形成形磨粒的厚度比为在 0.94 到 1.15 之间,意即它们大致为平坦的,中部可能略厚或略薄。在 95% 置信区间内,厚度比大于 1.20 的成形磨粒在统计学上不同于 Rowenhorst 磨粒。提交于 2008 年 12 月 17 日的名称为“Dish-Shaped Abrasive Particles With A Recessed Surface”(具有凹面的圆盘磨粒)的美国专利申请 No. 12/336,961 中也公开了具有凹面的成形磨粒。在本发明的多种实施例中,凹型第一侧面 38 的 Tc/Ti 的厚度比可以为在约 1.20 至约 5.00 之间、或在约 1.25 至约 5.00 之间、或在约 1.25 至约 4.00 之间、或在约 1.25 至约 2.00 之间。

[0073] 实例

[0074] 本发明的目的和优点通过下面的非限制性实例进一步说明。这些实例中所提到的具体材料及其量以及其他条件和细节,均不应被解释为对本发明的不当限制。除非另外指明,否则实例以及说明书其余部分中的所有份数、百分数、比例等均按重量计。

[0075] 凝胶制备

[0076] 通过连续搅拌将商标为“DISPERAL”(Sasol North America(Houston, Texas))的氧化铝-水合物粉末分散在含有水和 3.0% 的硝酸(凝胶 A)或 4.5% 硝酸(凝胶 B)的溶液中,制备两种不同粘度的水软铝石凝胶(凝胶 A 和凝胶 B)。然后将所得溶胶在连续干燥器中加热到大约 125°C 的温度,以制备 40% 固体分散体(凝胶 A)或 42.5% 固体分散体(凝胶 B)。凝胶 A 的所得最大屈服应力为 10,154Pa,凝胶 B 的所得最大屈服应力为 80,154Pa。

[0077] 实例 1 和实例 2

[0078] 由凝胶 A 制备实例 1 的成形磨粒和磨料制品。使用表面开口的丙烯酸树脂箱作为真空箱,并且用刚性塑料格栅材料覆盖丙烯酸树脂箱的开口表面,以允许相对不受阻的空气流进入箱中。由打孔的金属网支承塑料格栅。真空源为“NILFISK Advance GMP-J-115 型”真空吸尘器(Nilfisk-Advance Inc. (Plymouth, Minnesota)),其能够提供约 6”Hg(0.8kPa)的真空。承受真空的区域为大约 7”×9”(18cm×23cm),并且将真空表附接到丙烯酸树脂箱,以指示箱内的真空压力。印刷丝网由厚度为 0.030”(0.76mm)的聚碳酸酯片材构成。在印刷丝网上的孔图案与每边为 0.110”(2.79mm)的几行等边三角形套叠。在顶点或基部处的行间距为 0.100”(2.54mm)。孔通过激光加工技术制成。在真空丝网印刷过程中,使用可透气的隔离衬片作为透气的容纳表面。可透气的隔离衬片标识为“PART-WICK#4400”,由 PacoThane Technologies(Woburn, Massachusetts)制造。

[0079] 首先将可透气的隔离衬片置于真空箱的塑料格栅上,然后开启真空,通过这种方式制备用于评估的成形磨粒。空气流导致衬片向下吸附到真空箱的顶部,并且产生如真空表所指示的约 4.5”Hg(0.6kPa)的真空。然后,将印刷丝网置于隔离衬片的顶部上。将大

量的凝胶 A 置于图案化丝网的顶部上,并且使用宽为 8"(20cm) 的柔性钢刮刀将凝胶刮入孔中。在填充印刷丝网的孔之后,真空增大至约 5.5"Hg (0.73kPa),这表明通过可透气隔离衬片的空气流增加。在真空保持开启的情况下,将印刷丝网从透气的容纳表面移除,从而让表面被丝网印刷成形物涂布。关闭真空,从真空箱的顶部移除带有仍然湿润的丝网印刷成形物的容纳表面。让带有丝网印刷成形物的容纳表面在 45℃ 下干燥 1 小时,之后可以易于从容纳表面刮掉前体成形磨粒而不损坏磨粒。以这种方式制备和收集多批前体成形磨粒,从而得到足够的数量用于烧制和后续测试。

[0080] 将前体成形磨粒在大约 650℃ 下煅烧,然后用含有 1.4% 的 MgO、1.7% 的 Y_2O_3 、5.7% 的 La_2O_3 和 0.07% 的 CoO 的混合硝酸盐溶液饱和,并且在按煅烧的前体成形磨粒的重量计 70 重量 % 的浓度下浸渍。在浸渍之前,将“HYDRAL COAT 5”粉末(平均粒径为 0.5 微米,可得自 Almatris (Pittsburgh, PA))以按浸渍溶液的重量计 1.4 重量 % 的含量分散在浸渍溶液中。实现充分的搅拌,以使“HYDRAL COAT 5”粉末颗粒在浸渍溶液中保持悬浮状态,直到颗粒被加入到煅烧的前体成形磨粒中。一旦煅烧的前体成形磨粒被浸渍,就让磨粒干燥,然后将磨粒在 650℃ 下再次煅烧,并且在大约 1400℃ 下烧结至最终硬度,以制备成形磨粒。煅烧和烧结均采用管式回转炉进行。

[0081] 然后,使用碳酸钙填充的底胶涂层和冰晶石填充的复胶涂层将成形磨粒以 18 克/盘的成形磨粒含量静电涂布到纤维盘背衬上。利用使用 1045 硬化钢工件的磨削测试对磨盘进行评估。

[0082] 以与实例 1 相同的方式制备实例 2 的成形磨粒和磨料制品,不同的是用更硬的凝胶 B 来代替凝胶 A。以与实例 1 和 2 相同的方式制备实例 4、5 和 6 中的另外成形磨粒,不同的是,通过将硝酸含量百分比变为在制备凝胶 A 和凝胶 B 所用含量之间的中间含量而将凝胶屈服应力变为表 1 中所示的值。由上述方法制备的成形磨粒的物理参数在表 1 中列出。

[0083] 表 1:物理测试

[0084]

样品	凝胶屈服 应力 Pa·s	第一侧面 面积 mm ²	第二侧面 面积 mm ²	丝网面积 mm ²	第二侧面/ 第一侧面	厚度比 Tc/Ti
实例 1	10,154	0.3427	1.1788	3.137	3.44	1.40
实例 2	80,154	0.5317	0.8750	3.137	1.65	1.28
实例 3	53,850	0.4017	0.8314	3.137	2.07	1.46
实例 4	29,010	0.4328	0.9616	3.137	2.22	1.37
实例 5	26,366	0.3244	0.9957	3.137	3.07	1.43

[0085] 磨削测试

[0086] 采用以下工序测试磨盘:将用于评估的直径为 7 英寸 (17.8cm) 的磨盘连接到配有 7 英寸 (17.8cm) 带筋圆盘垫面板(“80514Extra Hard Red”,可购自 3M 公司 (St. Paul, Minnesota)) 的回转磨床。然后启动磨床,并且磨床在 10 磅 (4.5kg) 的负载下紧靠 0.75 英寸 × 0.75 英寸 (1.9cm × 1.9cm)、预称重的 1045 钢筋的端面放置。在此负载下并且紧靠此工件的磨床的所得转速为 5000rpm。在总共三十六 (36) 个 20 秒磨削间隔(次数)的条件下对该工件进行研磨。在每一个 20 秒间隔后,都使工件冷却至室温并称重,以确定研磨操作的切削量。以每一个间隔的切削增量和移除的总切削量记录试验结果。如果需要,

可采用合适的设备自动进行该试验。

[0087] 测试结果汇总用图表显示在图 5 中。该图清楚地显示,相比由粘度高的溶胶凝胶制成的成形磨粒,由粘度低的溶胶凝胶制成的成形磨粒具有改善的性能。SEM 显微照片显示,相比由粘度高的凝胶制备的颗粒,粘度低的颗粒在成形过程之后,最可能在干燥过程中显著流动或坍塌。因此,粘度低的成形磨粒具有锋利(薄)得多的边缘,从而导致更高的性能。

[0088] 在不脱离本发明的精神和范围的前提下,更具体地讲,在不脱离所附权利要求书中所示出的精神和范围的前提下,本领域的普通技术人员可以实践本发明的其他修改形式和变型形式。应当理解,多种实施例的方面可以整体地或部分地与多种实施例的其他方面互换或结合。以上获得专利证书的专利申请中所有引用的参考文献、专利或专利申请的全文通过一致的方式以引用方式并入本文中。在并入的参考文献部分与本专利申请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发明而给定的前述说明不应理解为是对本发明的范围的限制,本发明的范围由权利要求书及其所有等同形式所限定。

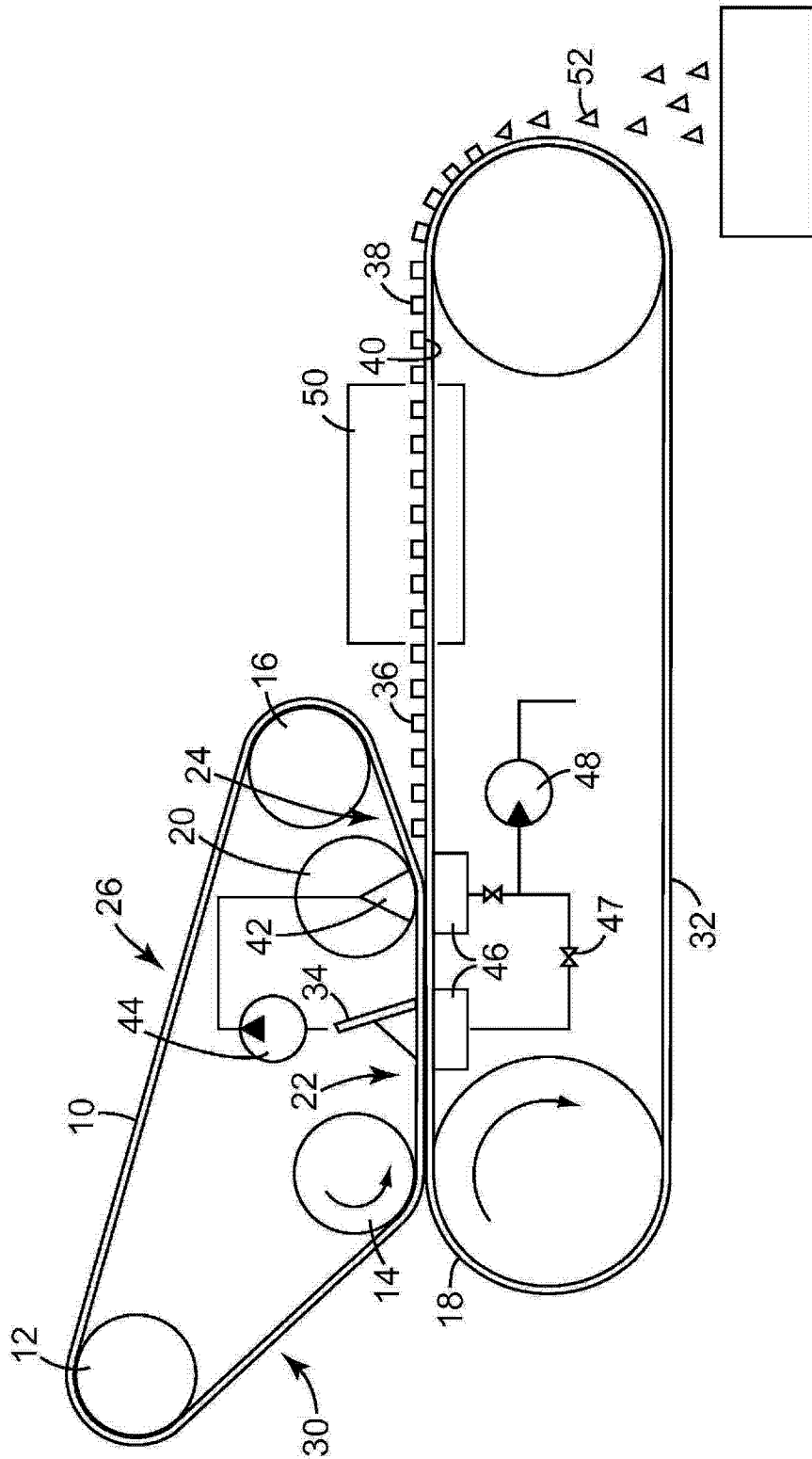


图 1

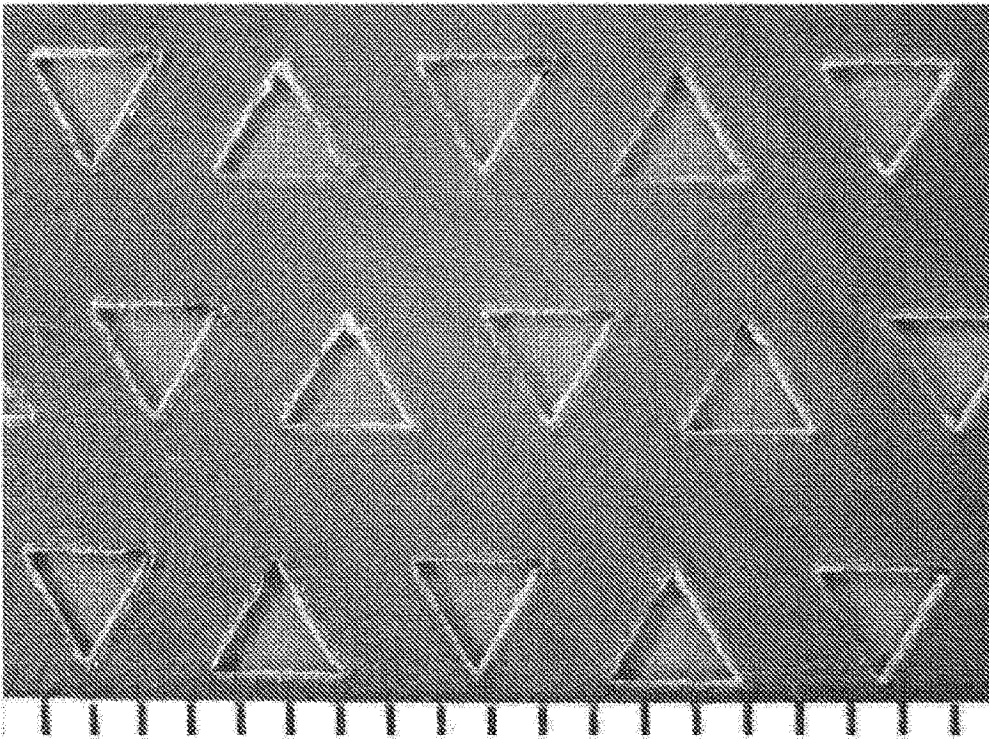


图 2

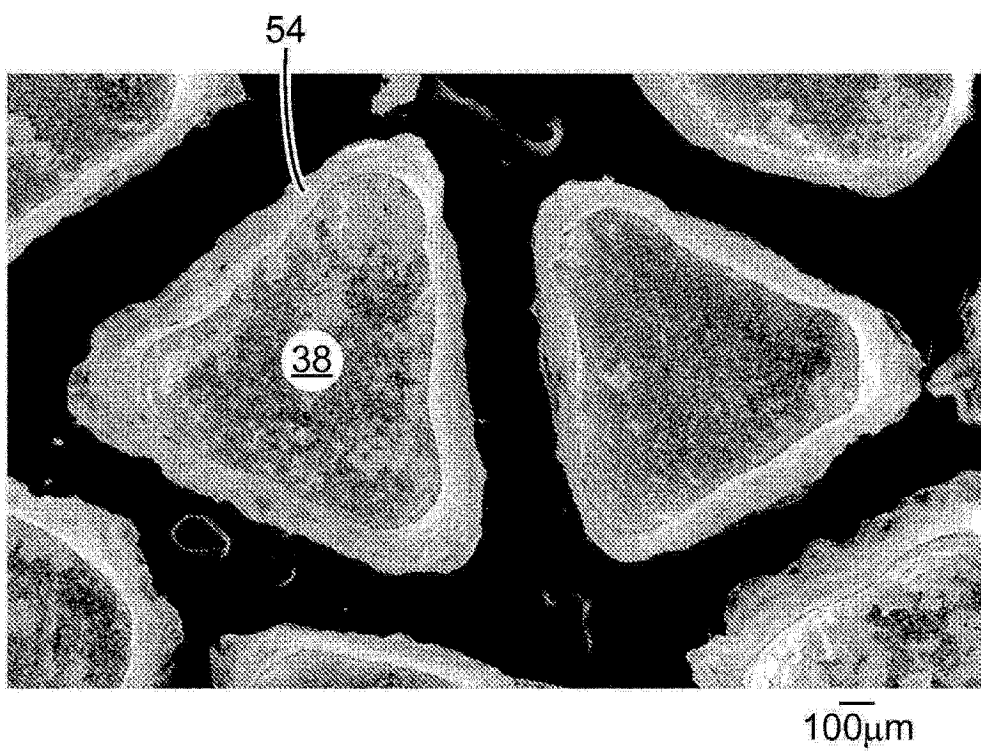


图 3A

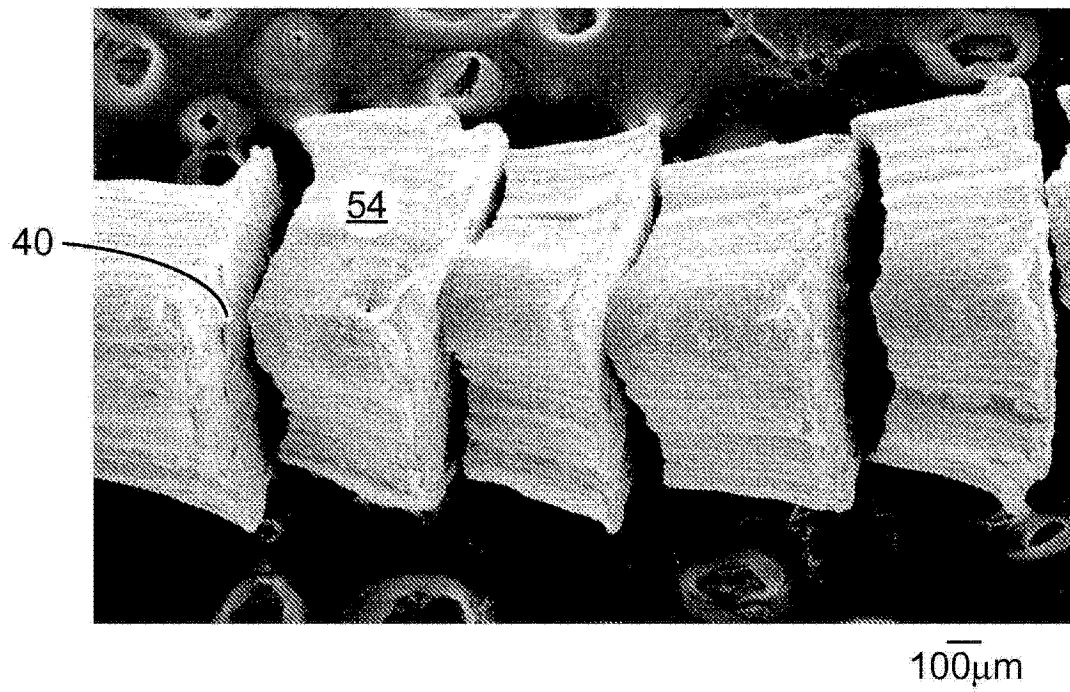


图 3B

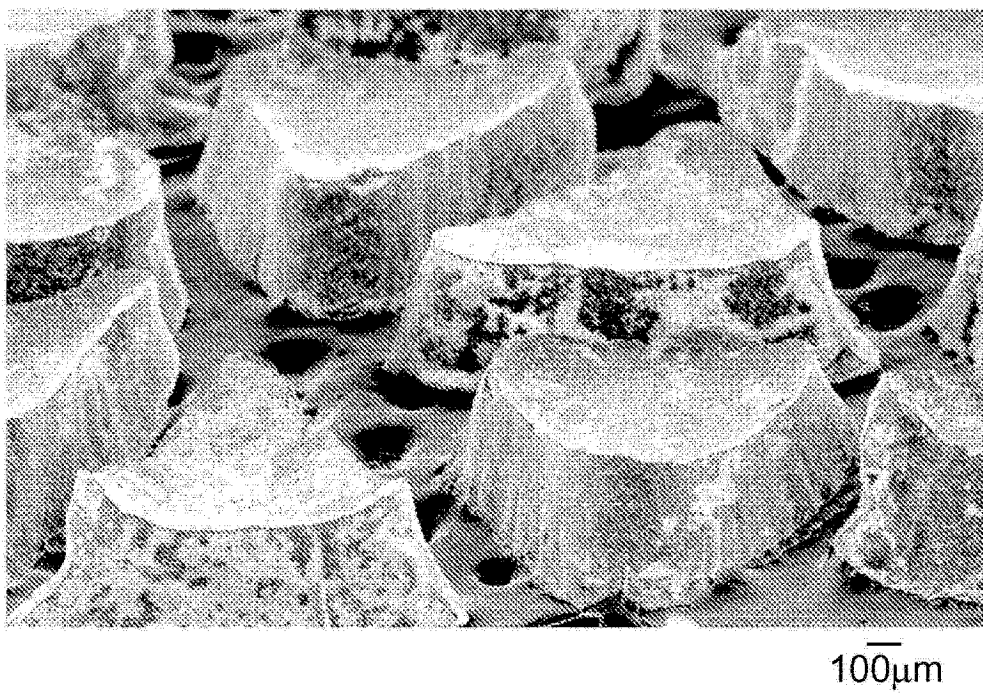


图 3C

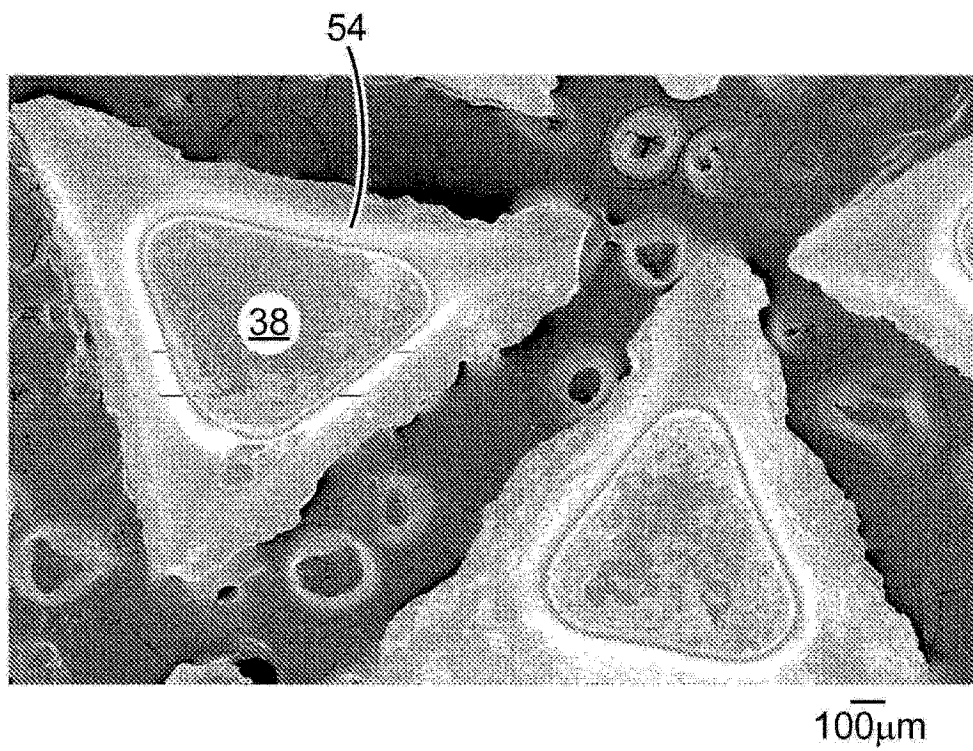


图 4A

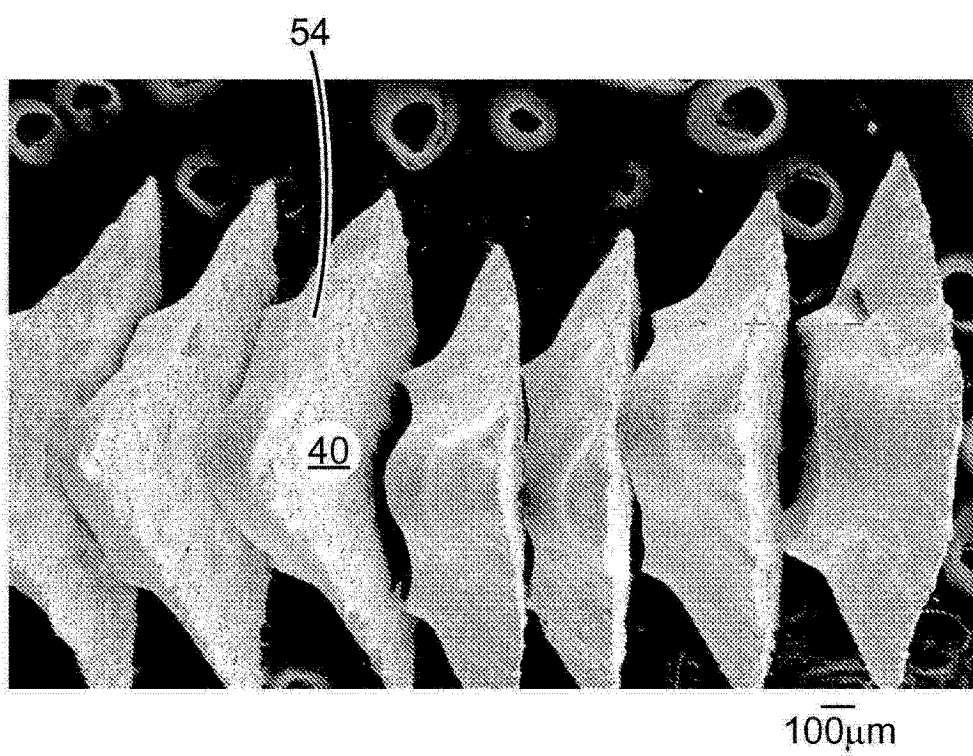


图 4B

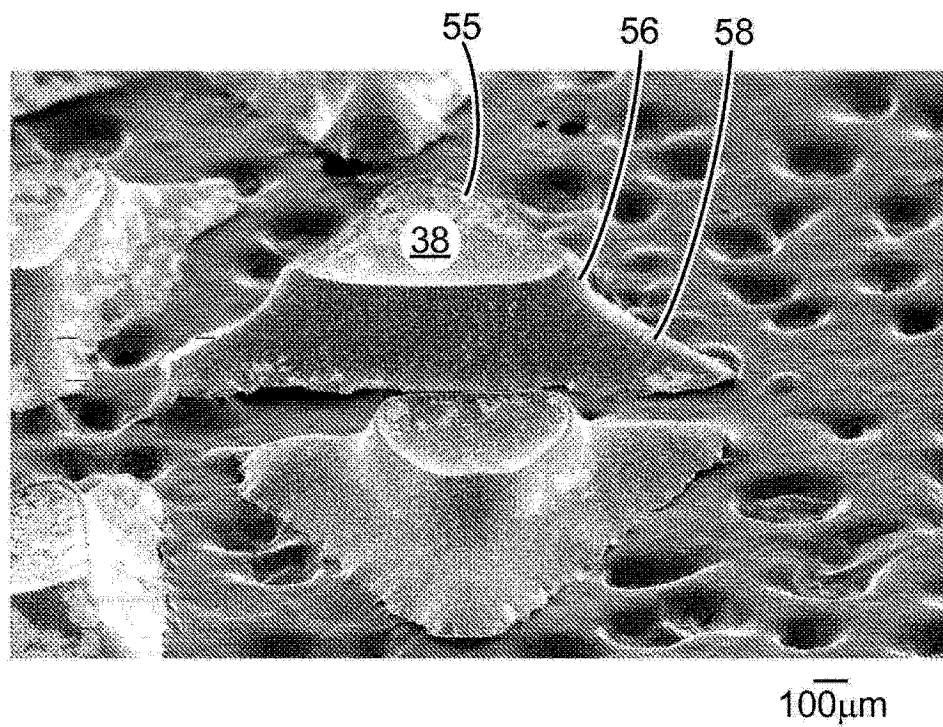


图 4C

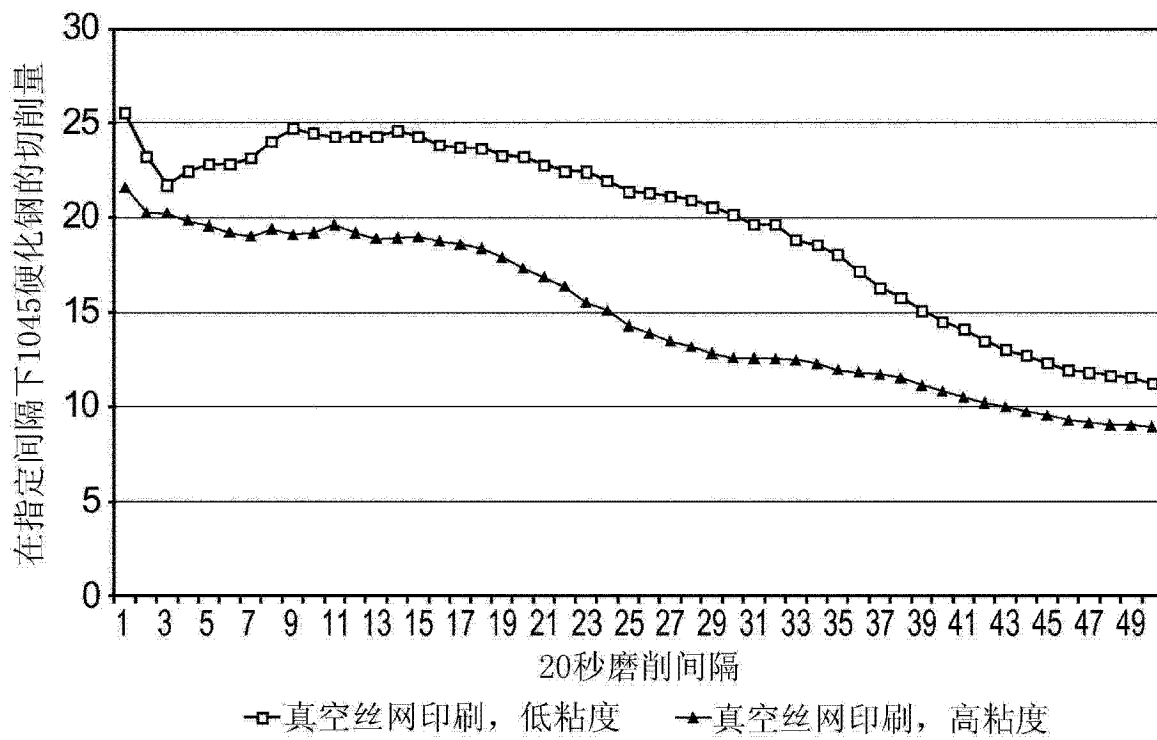


图 5