



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103764348 B

(45)授权公告日 2017. 12. 29

(21)申请号 201280043010.2

(22)申请日 2012.08.28

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103764348 A

(43)申请公布日 2014.04.30

(30)优先权数据
61/531,668 2011.09.07 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.03.04

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2012/052677 2012.08.28

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/036402 EN 2013.03.14

(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 马克·G·施瓦贝尔
约瑟夫·科夫勒

(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 3/20(2006.01)
B24D 3/34(2006.01)
C09K 3/14(2006.01)
C09C 1/68(2006.01)

审查员 蒯雪娇

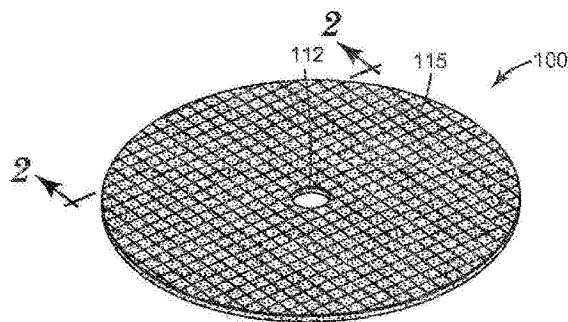
权利要求书1页 说明书14页 附图3页

(54)发明名称

研磨工件的方法

(57)摘要

本发明公开了一种研磨工件的方法,包括:将本体温度小于500摄氏度的金属工件与直径为至少150毫米的固定式旋转粘结磨具轮接触,其中所述粘结磨具轮包括留在粘结剂中的陶瓷成形磨粒,并且其中形成有金属尘屑,并且至少20重量%的所述金属尘屑是长度为至少3mm的丝状金属尘屑。



1. 一种研磨工件的方法,所述方法包括:

提供直径为至少150毫米的固定式旋转粘结磨具轮,其中所述粘结磨具轮包括保留在粘结剂中的陶瓷成形磨粒,其中所述陶瓷成形磨粒包括 α 氧化铝,并且其中所述陶瓷成形磨粒包括精确成形的截头三棱锥;以及

将所述旋转粘结磨具轮与金属工件接触,使得研磨所述工件的同时形成金属尘屑,其中所述金属工件具有小于500℃的本体温度,并且其中至少20重量%的所述金属尘屑是长度为至少3毫米的丝状金属尘屑。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中至少20重量%的所述金属尘屑是长度为至少10毫米的丝状金属尘屑。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述旋转粘结磨具轮还包括粉碎的磨粒。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述粘结剂包括固化的有机粘结剂树脂。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述旋转粘结磨具轮具有至少350毫米的直径。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中所述工件和旋转粘结磨具轮被迫彼此抵靠以实现至少20cm²/sec的切割率。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中所述工件和旋转粘结磨具轮被迫彼此抵靠以实现至少40cm²/sec的切割率。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中所述工件包括钢。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中所述旋转粘结磨具轮具有至少1000毫米的直径。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中所述旋转粘结磨具轮具有以至少20米/秒的速度旋转的周边工作表面。

11. 根据权利要求1所述的方法,其中,针对冷切割条件,G比率为至少3,其中G比率是指原料中形成的切割的横截面积除以损失的切割轮的圆侧的面积。

研磨工件的方法

技术领域

[0001] 本申请涉及利用粘结磨具轮研磨工件的方法。

背景技术

[0002] 粘结磨具制品具有通过粘结介质粘结在一起的磨粒。粘结磨具包括例如磨石、磨刀石、磨轮和切割轮。粘结介质通常是有机树脂,但也可以是诸如陶瓷或玻璃(即玻璃质粘结剂)的无机材料。

[0003] 切割轮通常为用于普通切割操作的薄轮。轮的直径通常为约20至约2500毫米,并且从小于一毫米(mm)至约16mm厚。通常,厚度为直径的约百分之一。它们通常以约35米/秒至100米/秒的速度操作,并且用于诸如将金属或磨石切割为例如标称长度的操作。切割轮还被称为“磨具切割锯片”,并且在诸如铸造厂的一些环境中,被称为“切割机”。根据它们的名称的含义,切割轮通常被用于通过研磨穿过原料来切割诸如例如金属杆的原料(即,工件)。

[0004] 切割轮可被用于干切割、湿切割、冷切割以及热切割应用。切割过程中由摩擦产生的热可引起材料被切割时的物理变化;例如,碳钢可形成对于机械(例如,蓝脆性)和/或美学原因不期望的浅蓝色。

[0005] 当评价磨具轮(例如,磨轮和切割轮)的切割性能时,通常使用被称为G比率的比率。将G比率多样地定义为:去除的原料克数除以轮损失的克数,去除的原料体积除以轮损失的体积,以及原料中形成的切割的横截面积除以损失的切割轮的圆侧的面积。如本文所用,术语“G比率”仅指最后一种定义(即,原料中形成的切割的横截面积除以损失的切割轮的圆侧的面积)。

发明内容

[0006] 意料之外的是,当前发明人发现含有保留在粘结剂中的陶瓷成形磨粒的粘结磨具可形成研磨(例如,切割)模式不同于常规粉碎的颗粒粘结磨具轮的轮。当在合适的条件下使用这种切割轮时,产生丝状尘屑以及与用具有相同磨具组合物(例如, α 氧化铝)的常规粉碎的磨粒切割轮所看到的相比明显更大的大量尤其明亮的火花和火花迹。此外,在冷切割条件下,未观察到钢的发蓝。

[0007] 在一个方面,本发明提供了一种研磨工件的方法,所述方法包括:

[0008] 提供直径为至少150毫米的固定式旋转粘结磨具轮,其中所述粘结磨具轮包括保留在粘结剂中的陶瓷成形磨粒;以及

[0009] 将所述旋转粘结磨具轮与金属工件接触,使得研磨所述工件的同时形成金属尘屑,其中所述金属工件具有小于500℃的本体温度,并且其中至少20重量%的所述金属尘屑是长度为至少3毫米(mm)的丝状金属尘屑。

[0010] 在根据本发明的方法中,金属工件具有小于500℃,在一些实施例中小于300℃,小于100℃,或甚至小于50℃的本体温度。如本文所用,术语“本体温度”指基本上不受由于研

磨/切割发生的热影响的工件在足够远离研磨/切割部位的位置处的温度。

[0011] 在一些实施例中,按重量计,至少20%、30%、40%、50%或甚至至少60%的金属尘屑是丝状。丝状金属尘屑可具有至少3毫米(mm)、至少10mm、至少15mm、至少20mm或甚至至少25mm的长度。在一些实施例中,至少一部分丝状尘屑可具有至少5、10、20、50或甚至100的长宽比(长度除以宽度)。有利的是,根据本发明的方法可实现优于常规粘结磨具轮的以下有益效果中的至少一个:a)在给定温度下较高的研磨率,和b)在给定研磨率下较低的温度,从而导致工具的使用寿命增长。

[0012] 在考虑具体实施方式以及所附权利要求书之后,将进一步理解本发明的特征和优点。

附图说明

[0013] 图1是可用于本发明的实施中的示例性粘结磨具切割轮的透视图;

[0014] 图2是图1中所示的沿着线2-2截取的示例性粘结磨具切割轮的横截面侧视图;

[0015] 图3A是示例性陶瓷成形磨粒320的示意性俯视图;

[0016] 图3B是示例性陶瓷成形磨粒320的示意性侧视图;

[0017] 图3C是图3B中的平面3-3的横截面俯视图;

[0018] 图3D是图3C中的侧边327a的放大视图;

[0019] 图4是实例1在湿润条件下切割ST52钢导致的金属尘屑的光学显微照片。

[0020] 尽管上述各图示出了本发明的若干实施例,但如论述中所述,也可以构想出其他实施例。附图可能并未按比例绘制。在所有附图中,相同参考标号可以用来表示相同部件。

具体实施方式

[0021] 根据本发明利用包括陶瓷成形磨粒的粘结磨具切割轮研磨的方法。

[0022] 现在参照图1,可用于实施本发明的方法的示例性粘结磨具切割轮100具有中心孔112,所述中心孔用于将切割轮100附着至例如动力驱动工具。切割轮100包括陶瓷成形磨粒20,可选的常规粉碎成一定大小的磨粒30,和粘结剂25。

[0023] 图2是图1的沿着线2-2截取的切割轮100的横截面,其示出了陶瓷成形磨粒20、可选常规粉碎磨粒30,和粘结剂25。切割轮100具有可选的第一加固构件115和可选的第二加固构件116,它们设置在切割轮100的对置的主表面上。在实施过程中,陶瓷成形磨粒的取向可与这里示出的理想取向不同。另外,还可包括一个或多个内部加固构件。

[0024] 粘结磨具切割轮通常由模制工艺制成。在模制过程中,粘结剂前体,即液体有机物、粉末状无机物、粉末状有机物或它们的组合与所述磨粒混合。在某些情况下,液体介质(即树脂或溶剂)首先被涂敷到磨粒上以润湿磨粒的外表面,然后将润湿的磨粒与粉末状介质混合。根据本发明的粘结磨具轮可通过压缩模制、注模、转移模制等制成。通过热压或冷压或者本领域技术人员已知的任何合适的方式均可以完成模制。

[0025] 粘结剂通常包括玻璃质无机材料(例如,就玻璃化磨具轮而言)、金属、或有机树脂(例如,就树脂粘结磨具轮而言)。

[0026] 玻璃质无机粘结剂可由不同金属氧化物的混合物制成。这些金属氧化物玻璃质粘结剂的实例包括二氧化硅、氧化铝、氧化钙、氧化铁、二氧化钛、氧化镁、氧化钠、氧化钾、氧

化锂、锰氧化物、氧化硼、磷氧化物等。按重量计,玻璃态粘结剂的特定实例包括例如47.61%的 SiO_2 、16.65%的 Al_2O_3 、0.38%的 Fe_2O_3 、0.35%的 TiO_2 、1.58%的 CaO 、0.10%的 MgO 、9.63%的 Na_2O 、2.86%的 K_2O 、1.77%的 Li_2O 、19.03%的 B_2O_3 、0.02%的 MnO_2 和0.22%的 P_2O_5 ;和63%的 SiO_2 、12%的 Al_2O_3 、1.2%的 CaO 、6.3%的 Na_2O 、7.5%的 K_2O 和10%的 B_2O_3 。在玻璃状粘结磨具轮的制造过程中,粉末形式的玻璃状粘结剂可与短效粘结剂(通常为有机粘结剂)混合。玻璃化粘结剂还可由玻璃料形成,例如,约1%至100%之间的玻璃料,但通常是20%至100%的玻璃料。玻璃料粘结剂中使用的普通材料的一些实例包括长石、硼砂、石英、苏打灰、氧化锌、白垩、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。这些材料通常作为粉末混合在一起,燃烧以熔合所述混合物,然后冷却熔合的混合物。冷却的混合物被粉碎并筛分至非常细的粉末,以便随后用作玻璃料粘结剂。这些玻璃料粘结剂的成熟温度取决于其化学性质,但是该温度可为约600℃至约1800℃之间的任何温度。

[0027] 基于粘结磨具轮的总重量计,用于将轮保持在一起的粘结剂通常以5重量%至50重量%,更通常10重量%至25重量%,甚至更通常12重量%至24重量%的量被包括。

[0028] 金属粘结剂的实例包括锡、铜、铝、镍以及它们的组合。

[0029] 粘结剂可包括固化的有机粘结剂树脂、填料和助磨剂。酚醛树脂是最常用的有机粘结剂树脂,并且可以粉末状和液态二者的形式被使用。虽然酚醛树脂被广泛使用,但是使用其它有机粘结剂树脂也落入本发明的范围内,所述其它有机粘结剂树脂包括例如环氧树脂、聚酰亚胺树脂、聚酯树脂、脲醛树脂、橡胶、紫胶和丙烯酸粘结剂。有机粘结剂还可使用其它粘结剂进行改性以提高或改变所述粘结剂的性质。有机粘结剂树脂的量可为例如从粘结剂的总重量的15重量%至100重量%。

[0030] 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小于1,所述比率通常在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大于或等于1,所述比率通常为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),或它们可以不被改性。适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。

[0031] 酚醛树脂是公知的,并且可容易地从商业来源获得。市售的线形酚醛树脂的实例包括DUREZ1364,其为一种两步粉末化的酚醛树脂(以商品名VARCUM(例如,29302)由德克萨斯州艾迪生的Durez公司(Durez Corporation)销售),或者HEXION AD5534树脂(肯塔基州路易斯维尔的瀚森化工公司(Hexion Specialty Chemicals, Inc.)销售)。可用于实施本发明的市售甲阶酚醛树脂的例子包括以商标名VARCUM(例如29217、29306、29318、29338、29353)由Durez公司(Durez Corporation)出售的那些;以商标名AEROFENE(例如, AEROFENE295)由美国佛罗里达州巴托的阿施兰德化学公司(Ashland Chemical Co.)出售的那些;以及商标名“PHENOLITE”(例如, PHENOLITE TD-2207)由韩国首尔的江南化学有限公司(Kangnam Chemical Company Ltd.)出售的那些。

[0032] 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/cm²)的压力,然后将温度加热至高达约190℃并持续足够长的时间,以固化所述有机粘结剂材料前体。

[0033] 在一些实施例中,基于粘结剂和磨粒的总重量计,粘结磨具轮包括约10重量%至80重量%,通常30重量%至60重量%,并且更通常40重量%至60重量%的陶瓷成形磨粒。

[0034] 可根据在例如美国专利No.5,213,591(Celikkaya等人)和美国公开专利申请No.2009/0165394A1(Culler等人)和2009/0169816A1(Erickson等人)中描述的方法利用溶胶-凝胶 α 氧化铝颗粒前体来制备由 α 氧化铝、镁铝尖晶石和稀土六铝酸盐的微晶构成的陶瓷成形磨粒。

[0035] 可根据多步骤工艺制造基于 α 氧化铝的陶瓷成形磨粒。简而言之,方法包括制造可转变为 α 氧化铝的有晶种或无晶种溶胶凝胶 α 氧化铝前体分散体的步骤;用溶胶凝胶填充具有理想外形的成形磨粒的一个或多个模具腔,将溶胶凝胶干燥以形成前体陶瓷成形磨粒;从模具腔中去除前体陶瓷成形磨粒;煅烧前体陶瓷成形磨粒以形成煅烧的前体陶瓷成形磨粒,并随后烧结煅烧的前体陶瓷成形磨粒以形成陶瓷成形磨粒。现在将更详细地描述所述方法。

[0036] 第一步工序涉及提供可转变为 α 氧化铝的有晶种或无晶种的 α 氧化铝前体分散体。 α -氧化铝前体分散体常常包含为挥发性组分的液体。在一个实施例中,该挥发性组分是水。分散体应当包括足量的液体,以使分散体的粘度足够低,从而能够填充模具腔体并且复制模具表面,但是液体的量不能太多,因为会导致随后将液体从模具腔体中移除的成本过高。在一个实施例中, α 氧化铝前体分散体包含2重量%至90重量%的可转化为 α 氧化铝的颗粒(例如氧化铝-水合物(水软铝石)的颗粒)以及至少10重量%、或50重量%至70重量%、或50重量%至60重量%的挥发性组分(例如水)。反之,一些实施例中的 α 氧化铝前体分散体包含30重量%至50重量%、或40重量%至50重量%的固体。

[0037] 还可使用除水软铝石之外的氧化铝水合物。水软铝石可以通过已知的技术来制备或者可以从市场购得。市售的水软铝石的实例包括商品名为“DISPERAL”和“DISPAL”的产品,二者均可购自得克萨斯州休斯敦的沙索北美有限公司(Sasol North America, Inc.);或者商品名为“HiQ-40”的产品,可购自新泽西州弗洛勒姆帕克的巴斯夫公司(BASF Corporation)。这些一水合氧化铝为相对纯的;即它们除了一水合物外只包含相对少的(如果有的话)水合物相,并且具有高表面积。

[0038] 所得陶瓷成形磨粒的物理特性将大致取决于 α 氧化铝前体分散体中所用材料的类型。在一个实施例中, α 氧化铝前体分散体处于凝胶状态。如本文所用,“凝胶”是分散在液体中的三维网状固体。

[0039] α 氧化铝前体分散体可含有改性添加剂或改性添加剂的前体。改性添加剂可以用于增强磨粒的某些所需性质,或者提高后续烧结步骤的效果。改性添加剂或改性添加剂的前体可采用颗粒、颗粒悬浮液、溶胶或可溶盐(通常为水溶性盐)的形式。它们通常由含金属的化合物构成,并且可以是镁、锌、铁、硅、钴、镍、锆、钨、铬、钼、钽、钪、钇、镧、铈、镨、钕、铪、钛和锆的氧化物的前体,以及它们的混合物。可存在于 α 氧化铝前体分散体中的这些添加剂的具体浓度可根据本领域的技术而改变。

[0040] 通常,引入改性添加剂或改性添加剂前体将引起 α 氧化铝前体分散体胶凝。通过施加加热超过一定时间段也可引起 α 氧化铝前体分散体胶凝。 α 氧化铝前体分散体也可包含成核剂(种子),以促进水合氧化铝或煅烧氧化铝向 α -氧化铝的转化。适用于本发明的成核剂包括 α -氧化铝、 α -氧化铁或其前体、二氧化钛和钛酸盐、氧化铬、或在转化中起成核作用的任

何其他物质的细粒。如果使用,那么成核剂的量应当足够使 α 氧化铝的转化得以实现。使此类 α 氧化铝前体分散体成核的方法公布于美国专利No.4,744,802(Schwabel)中。

[0041] 可将胶溶剂添加到所述 α 氧化铝前体分散体中以制备更稳定的水溶胶或胶态 α 氧化铝前体分散体。合适的胶溶剂是单质子酸或酸性化合物,例如,乙酸、盐酸、甲酸和硝酸。也可使用多质子酸,但是它们可快速胶凝 α 氧化铝前体分散体,这样使得其难以处理或难以向其注入附加组分。某些商业来源的水软铝石具有有助于形成稳定 α 氧化铝前体分散体的酸滴定度(例如吸收的甲酸或硝酸)。

[0042] α 氧化铝前体分散体可通过任何合适的方法形成,诸如例如通过简单地将氧化铝一水合物与含有胶溶剂的水混合,或者通过形成氧化铝一水合物浆液(胶溶剂已添加入其中)。

[0043] 可以加入去沫剂或其他合适的化学品,以降低混合时形成气泡或夹带空气的可能性。如果需要,可以加入其他化学品,例如,润湿剂、醇类或偶联剂。根据美国专利No.5,645,619(Erickson等人)的公开, α 氧化铝磨粒可含有二氧化硅和氧化铁。根据美国专利No.5,551,963(Larmie)的公开, α 氧化铝磨粒可含有氧化锆。作为另外一种选择,根据美国专利No.6,277,161(Castro)的公开, α 氧化铝磨粒可具有微结构或添加剂。

[0044] 第二步工序涉及提供具有至少一个模具腔体、优选具有多个腔体的模具。该模具可具有大致平坦的底面和多个模具腔体。该多个腔体可成形于生产工具中。生产工具可以是带状物、片状物、连续纤维网、涂布辊(例如轮转凹版辊)、安装在涂布辊上的套筒、或模子。在一个实施例中,所述生产工具包含聚合物材料。适合的聚合物材料的实例包括例如聚酯、聚碳酸酯、聚(醚砜)、聚(甲基丙烯酸甲酯)、聚氨酯、聚氯乙烯、聚烯烃、聚苯乙烯、聚丙烯、聚乙烯或它们的组合等热塑性材料,或者热固性材料。在一个实施例中,整个工具由聚合物材料或热塑性材料制成。在另一个实施例中,在干燥时与溶胶-凝胶接触的工具表面(例如所述多个腔体的表面)包含聚合物材料或热塑性材料,并且该工具的其他部分可由其他材料制成。举例而言,可将合适的聚合物涂层施加到金属工具上,以改变其表面张力特性。

[0045] 聚合物型工具或热塑性工具可由金属母模复制而成。母模将具有生产工具所需的反向图案。母模可以采用与生产工具相同的方式制成。在一个实施例中,母模由金属(例如,镍)制成,并且经过金刚石车削。可以将聚合物片材与母模一起加热,以便通过将二者按压在一起而对聚合物材料压印出母模图案。还可以将聚合物材料或热塑性材料挤出或浇注到母模上,然后对其进行压制。冷却热塑性材料以使其硬化,从而制得生产工具。如果利用热塑性生产工具,那么应当注意不要产生过多热量,因为这些热量可以使热塑性生产工具变形,从而限制其寿命。关于生产工具或母模的设计和制造的更多信息可见于以下美国专利: No.5,152,917(Pieper等人);5,435,816(Spurgeon等人);5,672,097(Hoopman等人);5,946,991(Hoopman等人);5,975,987(Hoopman等人);和6,129,540(Hoopman等人)。

[0046] 可以从模具顶部表面或底部表面中的开口进入腔体。在某些情况下,腔体可以延伸模具的整个厚度。或者,腔体可以仅延伸模具厚度的一部分。在一个实施例中,模具的顶部表面大体平行于底部表面,其中模具腔体具有大体均匀的深度。模具的至少一侧,也就是说,形成腔体的那一侧可以在移除挥发性组分的步骤中保持暴露于周围大气环境下。

[0047] 腔体具有特定三维形状,以便制备陶瓷成形磨粒。深度尺寸等于从顶部表面到底

部表面上的最低点的垂直距离。给定腔体的深度可以是均匀的,或者可以沿其长度和/或宽度而发生变化。给定模具的腔体可以具有相同形状或者不同形状。

[0048] 第三步工序涉及用 α 氧化铝前体分散体(例如,通过常规技术)填充模具中的腔体。在一些实施例中,可使用刀辊涂布机或真空槽模涂布机。如果需要,那么可以使用脱模剂来帮助将颗粒从模具中移除。典型脱模剂包括油类(例如,花生油或矿物油、鱼油)、有机硅、聚四氟乙烯、硬脂酸锌和石墨。通常,在液体(例如水或酒精)中的脱模剂(例如花生油)被涂敷到接触溶胶-凝胶的生产工具表面,使得当需要脱模时,每单位面积模具上存在介于约 $0.1\text{mg}/\text{in}^2$ ($0.02\text{mg}/\text{cm}^2$)至约 $3.0\text{mg}/\text{in}^2$ ($0.46\text{mg}/\text{cm}^2$)之间、或介于约 $0.1\text{mg}/\text{in}^2$ ($0.02\text{mg}/\text{cm}^2$)至约 $5.0\text{mg}/\text{in}^2$ ($0.78\text{mg}/\text{cm}^2$)之间的脱模剂。在一些实施例中,模具的顶部表面涂布有 α 氧化铝前体分散体。 α 氧化铝前体分散体可被抽吸到所述顶部表面上。

[0049] 接下来,可使用刮刀或矫直棒将 α 氧化铝前体分散体完全压入模具的腔体中。可将未进入腔体的 α 氧化铝前体分散体的其余部分从模具的顶部表面处去除,并将其回收利用。在一些实施例中, α 氧化铝前体分散体的一小部分可保留在顶部表面上,并且在其他实施例中,顶部表面基本上不含分散体。刮刀或矫直棒所施加的压力通常小于 100psi (0.7MPa)、小于 50psi (0.3MPa)或甚至小于 10psi (69kPa)。在一些实施例中, α 氧化铝前体分散体的暴露表面均不实质上延伸超过顶部表面,以确保所得的陶瓷成形磨粒的厚度均匀度。

[0050] 第四步工序涉及移除挥发性组分,以便对分散体进行干燥。有利地,以较快蒸发速率移除挥发性组分。在一些实施例中,通过蒸发来移除挥发性组分是在高于挥发性组分的沸点的温度下进行的。干燥温度的上限通常取决于制成模具的材料。就聚丙烯工具而言,温度应当低于该塑料的熔点。在一个实施例中,针对含约40%至50%之间的固体的水分散体以及聚丙烯模具,干燥温度可以在约 90°C 至约 165°C 之间,或者在约 105°C 至约 150°C 之间,或者在约 105°C 至约 120°C 之间。更高的温度可提高生产速度,但是也可能导致聚丙烯工具的降解,从而限制其作为模具的使用寿命。

[0051] 第五步工序涉及从模具腔体中取出所得陶瓷成形磨粒前体。通过对模具单独使用或结合使用以下工艺可将陶瓷成形磨粒前体从腔体中移除:通过重力、振动、超声振动、真空或增压空气将这些颗粒从模具腔体移除。

[0052] 可在模具外对磨粒前体进行进一步干燥。如果 α 氧化铝前体分散体在模具中干燥至所需程度,则此额外的干燥步骤并非为必要的步骤。然而,在某些情况下采用此附加的干燥步骤来使 α 氧化铝前体分散体在模具中的停留时间减至最小可能是经济的。通常,陶瓷成形磨粒前体将在 50°C 至 160°C 或在 120°C 至 150°C 的温度下干燥10至480分钟或120至400分钟。

[0053] 第六步工序涉及对陶瓷成形磨粒前体进行煅烧。在煅烧期间,基本上所有的挥发性物质都被除去,并且存在于 α 氧化铝前体分散体中的各种组分均转化成金属氧化物。通常,将陶瓷成形磨粒前体加热到 400°C 至 800°C 的温度,并且将其保持在此温度范围内,直至移除游离水和90重量%以上的任何结合的挥发性物质为止。在一个可选的步骤中,可能需要通过注入工艺引入改性添加剂。水溶性盐可通过注入而引入到经煅烧的陶瓷成形磨粒前体的孔中。然后使陶瓷成形磨粒前体再次进行预烧。该可选步骤在美国专利No. 5,164,348(Wood)中进行了进一步描述。

[0054] 第七步工序涉及对煅烧过的陶瓷成形磨粒前体进行烧结,以形成 α -氧化铝颗粒。

进行烧结之前,经煅烧的陶瓷成形磨粒前体并未完全致密化,因此,缺乏用作陶瓷成形磨粒所需的硬度。烧结按以下步骤进行:将煅烧过的陶瓷成形磨粒前体加热至1,000℃至1,650℃的温度,并且将其保持在此温度范围内,直到基本上所有的 α -氧化铝一水合物(或等同物质)均转化为 α -氧化铝并且孔隙度按体积计降至低于15%为止。为了实现此转化程度而使经煅烧的陶瓷成形磨粒前体暴露于烧结温度下的时间长度取决于多种因素,但通常为5秒至48小时。

[0055] 烧结步骤的持续时间在例如一分钟至90分钟的范围内。烧结之后,陶瓷成形磨粒可以具有10吉帕斯卡(GPa)、16GPa、18GPa、20GPa或更大的维氏硬度。

[0056] 可使用其它步骤来改变所述工艺,所述步骤诸如例如将材料从煅烧温度快速加热至烧结温度,离心处理 α 氧化铝前体分散体以去除油泥和/或垃圾。此外,如果需要,那么可以通过组合这些工序中的两个或更多个工序来改变该工艺。可以用来改变本发明的工艺的常规工序在美国专利No.4,314,827(Leitheiser)中进行了更完整的描述。

[0057] 关于制备陶瓷成形磨粒的方法的更多信息公布于共同待审的美国公开专利申请No.2009/0165394A1号(Culler等人)中进行了公开。

[0058] 虽然对陶瓷成形磨粒的形状没有特别限制,但是磨粒优选地例如通过利用模具将包括陶瓷前体材料(例如,水软铝石溶胶凝胶)的前体颗粒成形然后通过烧结而形成预定形状。陶瓷成形磨粒可成形为例如柱棱锥、截头棱锥(例如,截头三棱锥)和/或一些其它规则或不规则的多边形。磨粒可包括一种磨粒或通过两种或更多种磨具或两种或更多种磨具的磨具混合物形成的磨具聚集体。在一些实施例中,陶瓷成形磨粒是精确成形的,各个陶瓷成形磨粒将具有这样的形状,所述形状基本上为其中颗粒前体在可选煅烧和烧结之前干燥的模具或生产工具的腔体的一部分的形状。

[0059] 图3A-3B示出了示例性可用的陶瓷成形磨粒320,其由三角基座321、三角顶部323和连接基座321和顶部323的多个侧部325a、325b、325c限定。在一些实施例中,基座321具有平均曲率半径小于50微米的侧边327a、327b、327c。图3C-图3D示出了侧边327a的曲率半径329a。通常,曲率半径越小,侧边将越尖锐。

[0060] 在一些实施例中,陶瓷成形磨粒可具有沿着连接陶瓷成形磨粒的基座和顶部的侧边的50微米或更小的曲率半径。可由顶部表面和底面之间截取的抛光的横截面来测量曲率半径,所述测量例如利用可购自加拿大魁北克省隆格伊的Clemex技术公司(Clemex Technologies, Inc.)的CLEMEX VISION PE图像分析程序,其与倒置的光学显微镜交接,或者利用其他合适的图像分析软件/设备。成形磨粒的每个点的曲率半径可通过当(例如以100倍放大率)在横截面中看时在每个点的顶端限定三个点来确定。第一点位于顶端曲线的开始,这里是直边至曲线的开始的过渡,第二点位于顶端的顶点,而第三点位于从弯曲的顶端变回直边的过渡处。然后图像分析软件将绘制由这三个点(曲线的起点、中点、和终点)限定的弧,并计算曲率半径。测量至少30个顶点的曲率半径,并计算它们的平均值以确定平均顶端半径。

[0061] 在本发明中使用的陶瓷成形磨粒可通常利用工具(即模具)制成,利用金刚石工具切割,这样能比其它制造替代方法(诸如例如压印或冲压)提供更高的特征清晰度。通常,工具表面中的腔体具有沿着锋利边缘相遇的平面,并形成截棱锥的侧部和顶部。所得陶瓷成形磨粒具有对应于工具表面中的腔体形状(例如,截头棱锥)的对应标称平均形状;然而,进

行制造期间可能产生标称平均形状的变型(例如,无规变型),并且表现出这种变型的陶瓷成形磨粒包括在本文所用的陶瓷成形磨粒的定义中。

[0062] 在一些实施例中,所述陶瓷成形磨粒的基座和顶部基本平行,得到棱柱或截棱锥(如图3A-图3B所示)形状,但是这并非必须的。如图所示,侧部325a、325b、325c具有相等的尺寸并与基座321形成约82度的二面角。然而,将认识到,也可使用其它二面角(包括90度)。例如,基座和每个侧部之间的二面角可独立地在45至90度的范围内变化,通常在70至90度的范围内变化,更通常在75至85度的范围内变化。

[0063] 如本文所用,在涉及陶瓷成形磨粒时,术语“长度”指成形磨粒的最大尺寸。“宽度”指与所述长度垂直的成形磨粒的最大尺寸。术语“厚度”或“高度”指与所述长度和宽度垂直的成形磨粒的尺寸。

[0064] 陶瓷成形磨粒通常选为具有0.1微米至1600微米,更通常10微米至约1000微米,并且仍然更通常150微米至800微米范围内的长度,但是也可使用其它长度。在一些实施例中,所述长度可被表示为其包含在其中的粘结磨具轮的厚度的一部分。例如,成形磨粒可具有大于所述粘结磨具轮的厚度的一半的长度。在一些实施例中,长度可大于粘结磨具切割轮的厚度。

[0065] 陶瓷成形磨粒通常被选择为宽度在0.001mm至26mm的范围内,更通常0.1mm至10mm的范围内,并且更通常0.5mm至5mm的范围内,但是也可使用其它长度。

[0066] 陶瓷成形磨粒通常被选择为具有0.005mm至10mm,更通常0.2至1.2mm范围内的厚度。

[0067] 在一些实施例中,陶瓷成形磨粒可具有至少2、3、4、5、6或更大的纵横比(长度与厚度的比)。

[0068] 在陶瓷成形磨粒上的表面涂层可用于提高磨料制品中的所述陶瓷成形磨粒和粘结剂之间的附着力,或者可用于帮助陶瓷成形磨粒的静电沉积。在一个实施例中,可以使用美国专利No.5,352,254(Celikkaya)中描述的表面涂层,相对于成形磨粒的重量,表面涂层的量为0.1%至2%。此类表面涂层在美国专利No.5,213,591(Celikkaya等人)、5,011,508(Wald等人)、1,910,444(Nicholson)、3,041,156(Rowse等人)、5,009,675(Kunz等人)、5,085,671(Martin等人)、4,997,461(Markhoff-Matheny等人)和5,042,991(Kunz等人)中有所描述。另外,该表面涂层可以防止成形磨粒封堵。“封堵”这一术语用来描述来自正被研磨的工件的金属颗粒被焊接到陶瓷成形磨粒顶部的现象。具有上述功能的表面涂层对本领域的技术人员而言是已知的。

[0069] 粘结磨具轮还可包括可粉碎的额外磨粒(即,不是由于陶瓷成形磨粒的破碎导致并且对应于磨具行业指定的标称等级的磨粒,或它们的组合)。与陶瓷成形磨粒相比,粉碎的磨粒通常具有更细小的一个或多个粒度等级(例如,如果使用多个粒度等级),但是这并非必须的。

[0070] 可用的额外的磨粒包括以下颗粒,例如,熔融氧化铝、经热处理的氧化铝、白色熔融氧化铝、陶瓷氧化铝材料(例如,以商品名“3M陶瓷磨粒”由明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M Company)市售的那些)、棕色氧化铝、蓝色氧化铝、碳化硅(包括绿色碳化硅)、二硼化钛、碳化硼、碳化钨、石榴石、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-凝胶衍生的磨粒、氧化铁、铬、二氧化铈、氧化锆、二氧化钛、硅酸盐、氧化锡、二氧

化硅(例如,石英、玻璃珠、玻璃泡和玻璃纤维)、硅酸盐(例如,滑石粉、粘土(例如,蒙脱石)、长石、云母、硅酸钙、偏硅酸钙、铝硅酸钠、硅酸钙)、燧石、金刚砂以及它们的组合。溶胶凝胶衍生的磨粒的实例可在以下文献中找到:美国专利No.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)。还设想磨粒可包括研磨团聚物,诸如例如在美国专利No.4,652,275(Bloecher等人)或4,799,939(Bloecher等人)中描述的那些。在一些实施例中,磨粒可用偶联剂(例如,有机硅烷偶联剂)进行表面处理或进行其它物理处理(例如氧化铁或二氧化钛)以提高磨粒与粘结剂的附着力。磨粒可在它们与粘结剂结合之前进行处理,或者它们可被就地通过将偶联剂包括到粘结剂中进行表面处理。

[0071] 通常,常规的粉碎的磨粒大小根据磨具行业认可的指定标称等级独立地定制。示例性的磨具行业认可的分级标准包括ANSI(美国国家标准学会)、FEPA(欧洲磨具制造者联盟)和JIS(日本工业标准)颁布的标准。ANSI等级名称(即,指定的标称等级)包括,例如:ANSI4、ANSI6、ANSI8、ANSI16、ANSI24、ANSI36、ANSI46、ANSI54、ANSI60、ANSI70、ANSI80、ANSI90、ANSI100、ANSI120、ANSI150、ANSI180、ANSI220、ANSI240、ANSI280、ANSI320、ANSI360、ANSI400和ANSI600。FEPA等级名称包括F4、F5、F6、F7、F8、F10、F12、F14、F16、F16、F20、F22、F24、F30、F36、F40、F46、F54、F60、F70、F80、F90、F100、F120、F150、F180、F220、F230、F240、F280、F320、F360、F400、F500、F600、F800、F1000、F1200、F1500和F2000。JIS等级名称包括JIS8、JIS12、JIS16、JIS24、JIS36、JIS46、JIS54、JIS60、JIS80、JIS100、JIS150、JIS180、JIS220、JIS240、JIS280、JIS320、JIS360、JIS400、JIS600、JIS800、JIS1000、JIS1500、JIS2500、JIS4000、JIS6000、JIS8000和JIS10,000。

[0072] 更通常地,粉碎的氧化铝颗粒和无晶种溶胶凝胶衍生的基于氧化铝的磨粒大小根据ANSI60和80,或FEPA F16、F20、F24、F30、F36、F46、F54和F60等级标准独立地定制。根据本发明的实施例,根据FEPA等级F60至F24,磨粒的平均直径可在260至1400微米的范围内。

[0073] 作为另外一种选择,陶瓷成形磨粒可利用符合ASTM E-11“针对测试目的的筛布和筛的标准规格(Standard Specification for Wire Cloth and Sieves for Testing Purposes)”的美国标准试验筛被分级为标称筛选等级。ASTME-11规定了试验筛的设计和构造需求,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,其意指陶瓷成形磨粒通过符合ASTM E-11规范的18目试验筛,并且保留在符合ASTM E-11规范的20目试验筛上。在一个实施例中,陶瓷成形磨粒具有这样的粒度:使得大多数颗粒通过18目试验筛并且可保留在20目、25目、30目、35目、40目、45目或50目试验筛上。在多个实施例中,陶瓷成形磨粒可具有标称筛分等级:-18+20、-20/+25、-25+30、-30+35、-35+40、-40+45、-45+50、

[0074] -50+60、-60+70、-70/+80、-80+100、-100+120、-120+140、-140+170、-170+200、-200+230、

[0075] -230+270、-270+325、-325+400、-400+450、-450+500或-500+635。作为另外一种选择,可使用诸如-90+100的定制的目尺寸。基于粘结磨具轮的总重量计,粘结磨具轮中的磨粒(陶瓷成形磨粒加上任何其它磨粒)总量优选地为35重量%至80重量%的量。

[0076] 例如,磨粒可以在整个粘结磨具制品上均匀分布或不均匀分布。例如,磨粒可朝着切割轮的外边缘(即,周边)集中。中间部分可含有较少量的磨粒。在另一变型形式中,第一

磨粒可在轮的侧部中,其中不同磨粒位于中心。然而,通常来说,所有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时得到优化。

[0077] 受其它组分要满足的重量范围要求的限制,粘结磨具轮可含有通常为1重量%至25重量%的量,更通常为10重量%至20重量%的量的额外的助磨剂,诸如例如聚四氟乙烯颗粒、石墨、硫化钼、冰晶石、氯化钠、氯化钾、 FeS_2 (二硫化铁)、硫化锌、或 KBF_4 。添加助磨剂以改进切割轮的切割特性,通常导致降低切割界面的温度。助磨剂可采取助磨剂颗粒的单颗粒或团聚物的形式。精确成形的助磨剂颗粒的实例在美国专利公开No. 2002/0026752A1号(Culler等人)中提出。

[0078] 在一些实施例中,粘结剂含有增塑剂,所述增塑剂诸如例如以商品名“SANTICIZER154增塑剂”购自伊利诺伊州芝加哥的尤尼威尔美国公司(UNIVAR USA, Inc.)。

[0079] 粘结磨具轮可含有诸如例如填料颗粒之类的附加组分,但要受其它组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。多孔性使得粘结磨具轮能够剥落掉用过的或磨损的磨粒以暴露出新的或新鲜的磨粒。填料的实例包括泡和珠(例如,玻璃、陶瓷(氧化铝)、粘土、聚合物、金属)、方解石、金属碳酸盐、石膏、大理石、石灰岩、燧石、二氧化硅、二硅酸盐(例如,硅酸铝)、金属硫酸盐、金属硫化物、金属氧化物、诸如锡或铝的金属和金属亚硫酸盐以及金属卤素化合物。填料可支持切割能力和切割轮的性能,以降低磨削区中的摩擦、磨损和表面温度。填料可单独使用或组合使用,基于粘结剂的总重量计,在约1重量%至60重量%的范围内,优选地在20重量%至40重量%的范围内。随着填料类型变化的粒度通常具有1至150微米范围内的尺寸。

[0080] 粘结磨具轮可具有任何范围的孔隙度;例如,小于1体积%至50体积%,通常1体积%至40体积%。

[0081] 粘结磨具轮可根据任何合适的方法制造。在一个合适的方法中,无晶种溶胶-凝胶衍生的氧化铝基磨粒在与可固化甲阶酚醛树脂混合之前被涂布以偶联剂。通常,对偶联剂的量进行选择,以使其以0.1至0.3份/每50至84份磨粒的量存在,但也可以使用在该范围之外的量。向所得混合物中添加液态树脂,以及可固化线型酚醛树脂和冰晶石。混合物在室温或高温下被压入模具(例如,以每4英寸直径20吨($224\text{kg}/\text{cm}^2$)的施加压力)中。模制的轮随后通过在高达约 185°C 的温度下加热足够长的时间固化以固化可固化酚醛树脂。

[0082] 偶联剂对于研磨行业的技术人员来说是公知的。偶联剂的例子包括三烷氧基硅烷(例如, γ -氨基丙基三乙氧基硅烷)、钛酸盐和锆酸盐。

[0083] 可用的粘结磨具轮包括例如切割轮和磨具行业中类型为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)的中心下凹磨轮和切割轮。

[0084] 可选中心孔可用于将粘结磨具轮附着至动力驱动工具,包括固定式加工工具。如果存在,则可为圆形或一些其它形状的中心孔的横截面直径通常为5mm至25mm或更大,但是可使用其它尺寸。中心孔通常为粘结磨具轮的直径的约十分之一。可例如通过金属凸缘强化可任选的中心孔。在一些情况下,磨具轮可具有带有外粘结磨具环的钢芯。

[0085] 在一些实施例中,粘结磨具轮可具有至少150毫米(mm)、200mm、230mm、260mm、350mm、400mm、500mm、800mm、1000mm、1200mm、1500mm、2000mm或甚至至少2500mm的直径。

[0086] 可选地,根据本发明的方法中所用的粘结磨具轮(并且尤其是切割轮)可还包括加固粘结磨具轮的稀松布或其它加固材料(例如,纸张、非织造、针织或织造材料);例如,设置

在粘结磨具轮的一个或两个主表面上,或设置在粘结磨具轮中。加固材料的实例包括织造或针织布或稀松布。加固材料中的纤维可由玻璃纤维(例如,纤维玻璃),碳纤维和诸如聚酰胺、聚酯或聚酰亚胺的有机纤维制成。在某些情况下,期望在粘结介质中包括加固短纤维,从而纤维均匀地分散在整个切割轮上。

[0087] 加固纤维可加至粘结磨具轮以提高粘结磨具轮的稳定性和/或安全性。它们可包括用树脂(优选地酚醛树脂)绝缘浸渍的玻璃纤维。所述位置可位于轮的两侧的外侧上和/或内部中。加固件的数量取决于粘结磨具轮的应用。

[0088] 高功率固定式机器适于本发明的实施。实例包括可得自意大利布特里奥的达涅利冶金设备公司(Danieli&Cia Officine Meccaniche SPA);奥地利弗克拉布鲁克的培朗机械制造公司(Braun Maschinenfabrik);和意大利马尔纳泰的西门子奥钢联冶金技术公司(Siemens VAI Metals Technologies S.r.l.)(Pomini)的机器。电机可通常以约1000至50000转/分钟(rpm)的速度被电力、液压或气压驱动。在一些实施例中,粘结磨具轮的外周工作表面以至少30米每秒(米/秒)、至少60米/秒或甚至至少80米/秒的速度旋转。

[0089] 根据本发明的研磨工件的方法可根据需要例如通过干法或湿法和/或热法或冷法实施。进行湿法处理,粘结磨具轮与水、油性润滑剂或水性润滑剂结合使用。根据本发明的粘结磨具轮可尤其可用于各种工件材料上,所述工件材料例如为高碳或低碳钢薄板或棒料以及更奇特的金属(例如,不锈钢或钛)或较软的黑色金属(例如,软钢、低合金钢或铸铁)等。

[0090] 有利的是,与常规切割率相比,根据本发明的可实施的方法更高。例如,在一些实施例中,可迫使工件和旋转粘结磨具轮彼此抵靠以实现至少20平方厘米每秒(cm^2/sec)、 $45\text{cm}^2/\text{sec}$ 、 $50\text{cm}^2/\text{sec}$ 、 $50\text{cm}^2/\text{sec}$ 或甚至至少 $60\text{cm}^2/\text{sec}$ 的切割率。

[0091] 根据本发明的方法导致的尘屑包括丝状尘屑,并且可以可选地包括其它非丝状组分。也就是说,丝状尘屑可表示所有或更通常地小于产生的尘屑总量。在聚集体中,丝状尘屑可类似于钢丝。在一些实施例中,至少一部分丝状尘屑可具有至少3毫米(mm)、至少10mm、至少15mm、至少20mm或甚至至少25mm的长度。在一些实施例中,至少一部分丝状尘屑可具有至少5、10、20、50或甚至100的长宽比(长度除以宽度)。

[0092] 不期望受到理论的束缚,据信,可用于本发明中的粘结磨具制品的切割性能可取决于陶瓷成形磨粒在使用中的自磨压裂。

[0093] 另外,在本发明的实施过程中,相对于仅具有相同组成的粉碎的磨粒而非陶瓷成形磨粒的类似的常规粘结磨具轮,G比率通常提高,从而导致更长的使用寿命。在一些实施例中,G比率为至少2、2.5或甚至3。

[0094] 本发明的精选实施例

[0095] 在第一实施例中,本发明提供了一种研磨工件的方法,所述方法包括:

[0096] 提供直径为至少150毫米的固定式旋转粘结磨具轮,其中粘结磨具轮包括留在粘结剂中的陶瓷成形磨粒;以及

[0097] 使旋转粘结磨具轮与金属工件接触,使得研磨工件的同时形成金属尘屑,其中金属工件具有小于 500°C 的本体温度,并且其中至少20重量%的金属尘屑是长度为至少3毫米的丝状金属尘屑。

[0098] 在第二实施例中,本发明提供了一种根据第一实施例所述的方法,其中至少20重

量%的金属尘屑是长度为至少10毫米的丝状金属尘屑。

[0099] 在第三实施例中,本发明提供了一种根据第一实施例或第二实施例所述的方法,其中旋转粘结磨具轮还包括粉碎的磨粒。

[0100] 在第四实施例中,本发明提供了一种根据第一实施例至第三实施例中的任一个所述的方法,其中粘结剂包括固化的有机粘结剂树脂。

[0101] 在第五实施例中,本发明提供了一种根据第一实施例至第四实施例中的任一个所述的方法,其中旋转粘结磨具轮具有至少350毫米的直径。

[0102] 在第六实施例中,本发明提供了一种根据第一实施例至第五实施例中的任一个所述的方法,其中工件和旋转粘结磨具轮被迫彼此抵靠以实现至少 $20\text{cm}^2/\text{sec}$ 的切割率。

[0103] 在第七实施例中,本发明提供了一种根据第一实施例至第六实施例中的任一个所述的方法,其中工件和旋转粘结磨具轮被迫彼此抵靠以实现至少 $40\text{cm}^2/\text{sec}$ 的切割率。

[0104] 在第八实施例中,本发明提供了一种根据第一实施例至第七实施例中的任一个所述的方法,其中陶瓷成形磨粒是精确成形的。

[0105] 在第九实施例中,本发明提供了一种根据第一实施例至第八实施例中的任一个所述的方法,其中陶瓷成形磨粒包括截头三棱锥。

[0106] 在第十实施例中,本发明提供了一种根据第一实施例至第九实施例中的任一个所述的方法,其中陶瓷成形磨粒包括 α 氧化铝。

[0107] 在第十一实施例中,本发明提供了一种根据第一实施例至第十实施例中的任一个所述的方法,其中所述工件包括钢。

[0108] 在第十二实施例中,本发明提供了一种根据第一实施例至第十一实施例中的任一个所述的方法,其中旋转粘结磨具轮具有至少1000毫米的直径。

[0109] 在第十三实施例中,本发明提供了一种根据第一实施例至第十二实施例中的任一个所述的方法,其中旋转粘结磨具轮具有以至少20米/秒的速度旋转的周边工作表面。

[0110] 在第十四实施例中,本发明提供了一种根据第一实施例至第十三实施例中的任一个所述的方法,其中,针对冷切割条件,G比率为至少3。

[0111] 通过以下非限制性实例进一步说明本发明的目的和优点,但这些实例中所述的具体材料及其用量,以及其它条件和细节不应视为对本发明进行不当限定。

[0112] 实例

[0113] 除非另外指明,否则在实例及本说明书的其余部分中的所有份数、百分数、比率等均为以重量计。缩写“pbw”指重量份。

[0114] 掺杂有REO的陶瓷成形磨粒(SAP1)的制备

[0115] 利用下列配方制备水软铝石溶胶-凝胶的样品:通过使含水(2400份)的溶液和70%水基硝酸(72份)进行高剪切混合11分钟,对以商品名“DISPERAL”购自沙索北美有限公司(Sasol North America, Inc.)的氧化铝-水合物粉末(1600份)进行分散。在涂布之前,使所得溶胶-凝胶老化至少1小时。溶胶-凝胶被迫进入具有以下尺寸的三角形模具腔体的生产工具中:2.79mm×0.762mm,98°倾斜角。

[0116] 用油灰刀迫使溶胶-凝胶进入腔体中,使得生产工具的开口被完全填满。使用脱模剂、1%的花生油甲醇溶液涂布生产工具,约 $0.5\text{mg}/\text{in}^2$ ($0.08\text{mg}/\text{cm}^2$)的花生油被涂敷到生产工具。通过将生产工具的薄板置于空气对流烘箱中在45℃下持续5分钟来去除过量的甲醇。

所述经溶胶-凝胶涂布的生产工具被置于空气对流烘箱中在45℃下持续至少45分钟,以进行干燥。使陶瓷成形磨粒前体通过超声变幅杆上方,从而将其从生产工具中移出。陶瓷成形磨粒前体在大约650℃下煅烧,并随后用MgO、Y₂O₃、CoO和La₂O₃的混合硝酸盐溶液浸透。

[0117] 采用与用于制备粉碎磨粒的方法(如美国专利No.5,352,254(Celikkaya)中所公开)类似的方式,处理所述陶瓷成形磨粒,以增强陶瓷成形磨粒的静电施加效果。经煅烧的陶瓷成形磨粒前体通过可选稀土氧化物(REO)溶液进行绝缘浸渍,所述溶液含有1.4%的MgO、1.7%的Y₂O₃、5.7%的La₂O₃以及0.07%的CoO。通过在开口烧杯中搅动来将1.4克的从宾夕法尼亚州匹兹堡的安迈铝业公司(Almatis)购得的HYDRAL COAT5粉末(大约0.5微米平均粒度)分散到70克的REO溶液中。然后,用71.4g的REO溶液中的HYDRAL COAT5粉末分散体对约100g的经煅烧的陶瓷成形磨粒前体进行绝缘浸渍。去除过量的硝酸盐溶液,并允许饱和的陶瓷成形磨粒前体进行干燥,然后在650℃下再次煅烧磨粒,并在大约1400℃下烧结。煅烧和烧结二者均利用旋转管状炉进行。所得组合物为含有1重量%的MgO、1.2重量%的Y₂O₃、4重量%的La₂O₃和0.05重量%的CoO以及微量的TiO₂、SiO₂和CaO的氧化铝组合物。所得陶瓷成形磨粒具有以下特性:平均颗粒长度=1.384mm(标准偏差=0.055mm),平均颗粒厚度=0.229mm(标准偏差=0.026mm),平均颗粒长宽比=6.0,磨粒侧边的平均曲率半径为12.71微米(标准偏差=7.44微米)。

[0118] 实例1

[0119] 制备以下组合物:SAP1(70.8pbw)的陶瓷成形磨粒与得自芬兰赫尔辛基的太尔公司(Dynea OY)的5.05pbw的PREFERE825174液体酚醛树脂混合。将混合物混合5分钟以用液体树脂覆盖磨粒。

[0120] 通过组合以下物质制备粘结剂混合物:得自太尔公司(Dynea OY)的5.9pbw的PREFERE828528酚醛粉末树脂;得自德国新乌尔姆的索德城西化学有限公司(Süd-West-Chemie GmbH)的1.5pbw的SUPRAPLAST1014M酚醛粉末树脂;得自斯洛文尼亚博罗夫尼察的Fenolit d.d.公司(Fenolit d.d.)的1.44pbw的酚醛粉末树脂BOROFEN BL15/02;得自奥地利维也纳的凯密特尔公司(Chemetall)的5.03pbw的TRIBOTEC PYROX红色填料;得自荷兰奥斯的KBM Affilips公司(KBM Affilips)的5.03pbw的氟化铝钾;以及得自凯密特尔公司(Chemetall)的4.47pbw的TRIBOTEC GWZ100。粘结剂混合物和液体树脂涂布的磨具在一起混合5分钟。在混合之后,通过尺寸为24的筛眼筛分它们。

[0121] 在模具中布置基重在200和400g/cm²之间的玻璃纤维织造加固件。随后用1157克上述混合物填充模具。将第二片加固稀松布置于混合物的上侧上。将模具关闭并保持在500公吨的压力下持续若干秒。将受压的轮转移至金属板,并放入烘箱中在高达180℃的温度下固化28小时。所得轮具有4.4mm的厚度,400mm的直径,并具有40mm直径的中心孔。

[0122] 在固化之后,测试所得轮用于切割。用得自德国卡门的Hülsmetall公司(Hülsmetall)的Trennblitz SAH520LAB固定式切割机执行测试,所述固定式切割机在湿润条件下以63米/秒的周边工作表面速度操作。冷却剂在室温下为水。按照在硬化碳工具钢(材料编号1.2842)上的切割操作执行测试,所述硬化碳工具钢的矩形横截面尺寸为45×35mm。切割时间经测量为6至7秒。与标准轮的火花相比,在切割中观察到的火花极长。

[0123] 收集来自测试的尘屑并干燥,如图4所示。尘屑样品的干燥重量为0.307克。用真空针用低倍显微镜将长度大于3mm的丝状尘屑手动从样品分离。该材料据称重为0.0821克或

总尘屑样品重量的26.7%。

[0124] 比较例A-B

[0125] 制备以下三种组合物：

[0126] 作为参考颗粒组合物，使用粒径54的82.8pbw的白色氧化铝。

[0127] 由41.4pbw的SAP1陶瓷成形磨粒（以上制备）和粒径FEPA F54的41.4pbw的粉碎的白色氧化铝构成的第二磨粒组合物。

[0128] 所述三种磨粒组合物分别与3.1pbw的PREFERE825174液体酚醛树脂混合。将混合物混合5分钟，以用液体树脂覆盖所述颗粒。

[0129] 将5.5pbw的PREFERE828286酚醛粉末树脂与2.76pbw的PREFERE828281酚醛粉末树脂（二者均得自太尔公司（Dynea OY））的粘结剂混合物，和得自美国俄亥俄州克利夫兰的福祿公司（Ferro Corp.）的5.5pbw的玻璃料90263添加至每种磨粒组合物。粘结剂混合物和被液体树脂涂布的磨具混合物在一起混合5分钟。在混合之后，通过尺寸为24的筛网筛分它们。

[0130] 将基重在200和400g/cm²之间的玻璃纤维织造加固件置于分离的模具中。随后用901克的以上三种混合物中的不同一者分离地填充模具。将第二片加固稀松布置于混合物的上侧上。封闭模具并将其保持在500公吨的压力下持续若干秒。将受压的轮转移至金属板，并置于烘箱中在高达180℃的温度下固化28小时。所得轮具有3.5mm的厚度和400mm的直径。

[0131] 在固化之后，测试所得轮（尺寸为400mm外径×3.5mm厚度×40mm直径中心孔）以用于切割。用得自德国卡门的Hülsmetall公司（Hülsmetall）的Trennblitz SAH520LAB固定式切割机执行测试，所述固定式切割机在湿润条件下以80米/秒的周边工作表面速度操作。冷却剂在室温下为水。针对所有切割在完整切割下，切割时间经测量为6秒。G比率经计算为用于切割轮的寿命的指数。特定切割率为2cm²/sec。

[0132] 在两种材料上按照所述切割操作执行测试，一种材料在角L横截面尺寸为50×50×5mm的构造钢ST52（材料编号1.0577）上执行，并且第二种材料在矩形横截面尺寸为45×35mm的硬化碳工具钢（材料编号1.2842）上执行。

[0133] 在构造钢ST52上，将结果与具有82.8pbw的白色氧化铝（比较例A）的标准轮进行比较。与具有参考磨粒组合物的轮比较，含有第一磨粒组合物（比较例B）的轮显示出使用寿命的113%增长。所有切割显示出具有少量或没有毛刺的干净表面。

[0134] 在硬化碳工具钢上执行第二测试系列。含有第一磨粒组合物的轮的G比率相对于含有参考磨粒组合物的轮增长8%。含有第一磨粒组合物的轮的G比率相对于含有参考磨粒组合物的轮增长362%。所有切割再次显示出具有少量或没有毛刺的干净表面。

[0135] 比较测试

[0136] 在实例1-21或PCT国际申请No. PCT/US2011/025696（国际申请日为2011年2月22日）的比较例A-M的工序之后没有观察到形成丝状金属尘屑。

[0137] 除非另外指明，否则本文给出的所有实例均被认为是非限制性的。在不脱离本发明的范围和实质的条件下，本领域的技术人员可对本发明进行各种修改和更改，并且应当理解，本发明不应不当地受限于本文所述的示例性实施例。

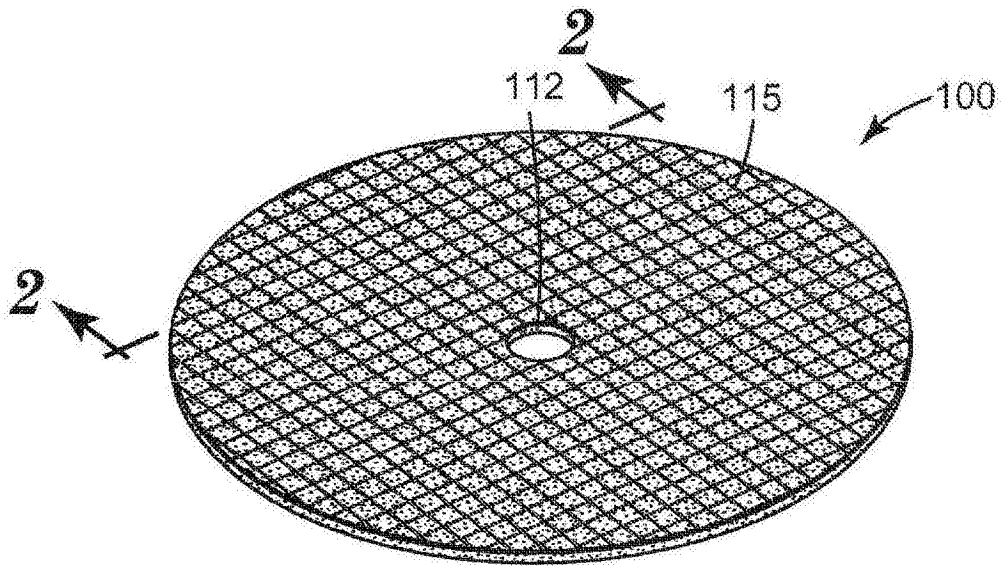


图1

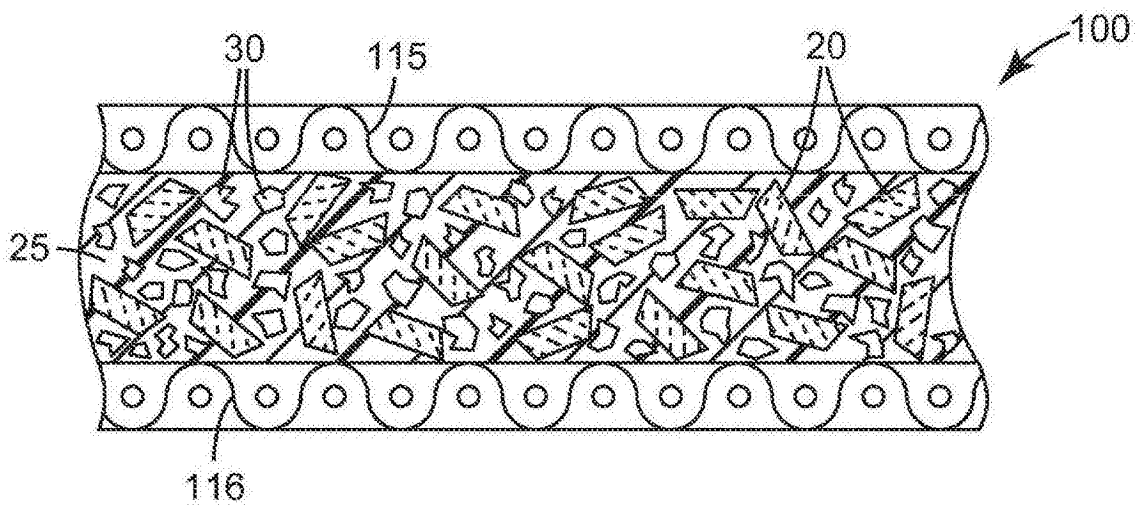


图2

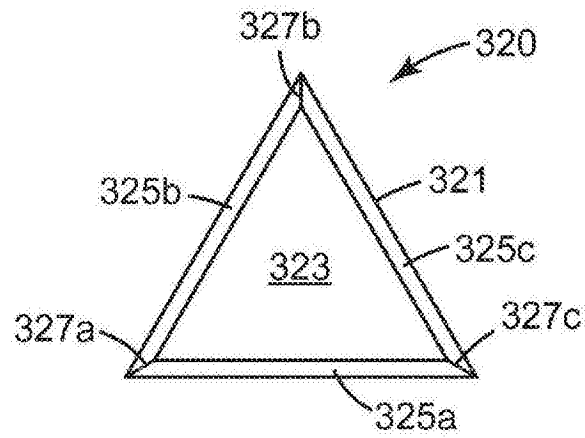


图3A

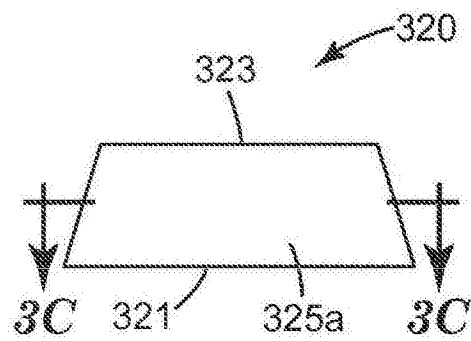


图3B

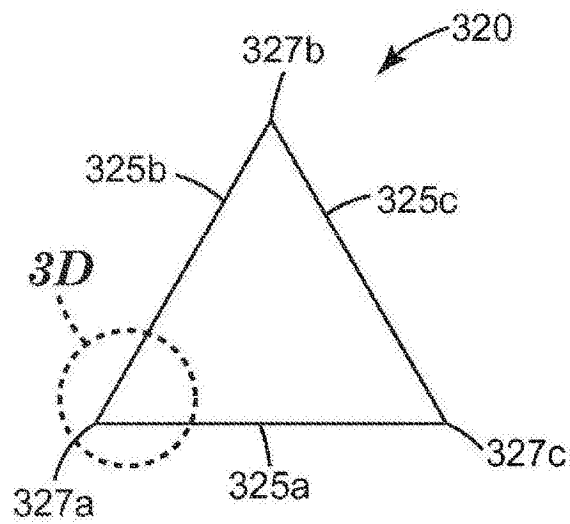


图3C

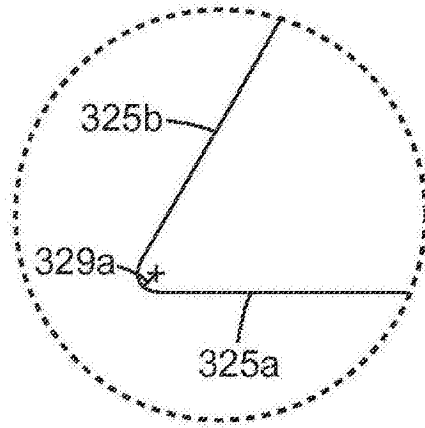


图3D

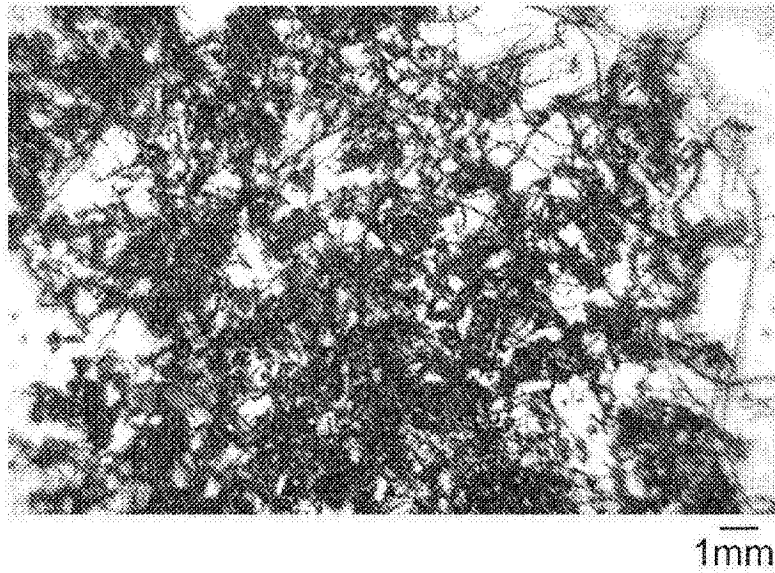


图4