



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104640675 B

(45)授权公告日 2017.05.24

(21)申请号 201380042495.8

(22)申请日 2013.07.03

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104640675 A

(43)申请公布日 2015.05.20

(30)优先权数据

61/668860 2012.07.06 US

61/677655 2012.07.31 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.02.11

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/049251 2013.07.03

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/008356 EN 2014.01.09

(73)专利权人 圣戈班磨料磨具有限公司

地址 美国马萨诸塞州

专利权人 法国圣戈班磨料磨具公司

(72)发明人 N·萨兰基 S·J·如克马尼

S·E·福克斯 R·L·克劳斯

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287

代理人 章蕾

(51)Int.Cl.

B24D 3/20(2006.01)

C09K 3/14(2006.01)

C09C 1/68(2006.01)

C09G 1/02(2006.01)

审查员 陈均伟

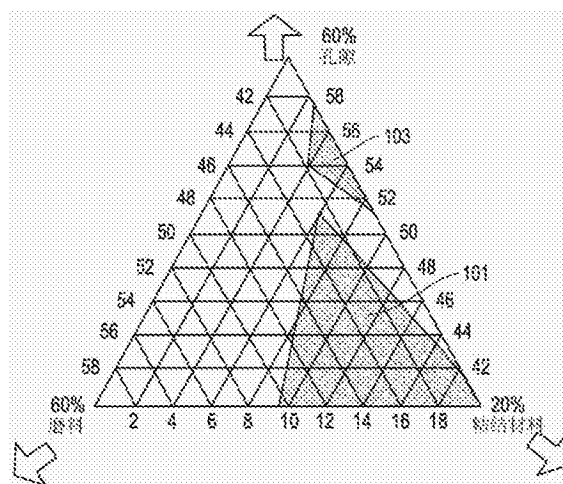
权利要求书2页 说明书15页 附图6页

(54)发明名称

用于低速磨削操作的研磨制品

(57)摘要

研磨制品包括粘结研磨本体,所述粘结研磨本体具有包含在粘结材料中的磨粒。所述粘结研磨本体可包括至少约225GPa的磨粒-粘结材料界面弹性模量(MOE)。粘结研磨本体可设置为以低于约60m/s的速度磨削的包含金属的工件。



1. 一种研磨制品,所述研磨制品包括:
具有包含在粘结材料中的磨粒的粘结研磨本体;
其中所述粘结材料包括:碱金属氧化物化合物(R_2O)与碱土金属氧化物化合物(RO)的组合,所述组合的总含量为以所述粘结材料的总重量计至少14wt%;并且
其中所述粘结材料包括:含量为以所述粘结材料的总重量计至少11wt%且不大于17wt%的氧化硼(B_2O_3)。
2. 根据权利要求1所述的研磨制品,其中所述粘结研磨本体包括至少13GPa的磨粒-粘结材料界面硬度。
3. 根据权利要求1所述的研磨制品,其中所述粘结研磨本体设置为以至少35m/s的速度磨削包含金属的工件。
4. 根据权利要求1所述的研磨制品,其中所述粘结研磨本体包括以所述粘结研磨本体的总体积计至少42vol%至70vol%的孔隙,并且所述粘结研磨本体包括以所述粘结研磨本体的总体积计至少35vol%的磨粒。
5. 根据权利要求1所述的研磨制品,其中所述粘结材料包括至少一种碱金属氧化物化合物(R_2O)和至少一种碱土金属氧化物化合物(RO),其中所述碱金属氧化物化合物和所述碱土金属氧化物化合物的总含量为不大于20wt%。
6. 根据权利要求1所述的研磨制品,其中所述粘结材料中的二氧化硅(SiO_2)重量百分比与 Li_2O 重量百分比的比率($SiO_2:Li_2O$)为9.6至26。
7. 根据权利要求1所述的研磨制品,其中所述粘结材料中的二氧化硅(SiO_2)重量百分比与 Na_2O 重量百分比的比率($SiO_2:Na_2O$)为4.8至10.4。
8. 根据权利要求1所述的研磨制品,其中所述粘结材料中的二氧化硅(SiO_2)重量百分比与 K_2O 重量百分比的比率($SiO_2:K_2O$)为9.6至26。
9. 根据权利要求1所述的研磨制品,其中所述粘结材料中的二氧化硅(SiO_2)重量百分比与 B_2O_3 重量百分比的比率($SiO_2:B_2O_3$)为2.8至5.2。
10. 根据权利要求1所述的研磨制品,其中所述粘结材料中 Li_2O 重量百分比与 Na_2O 重量百分比的比率($Li_2O:Na_2O$)为0.2至1。
11. 根据权利要求1所述的研磨制品,其中所述粘结材料中 Li_2O 重量百分比与 K_2O 重量百分比的比率($Li_2O:K_2O$)为0.4至2.5。
12. 根据权利要求1所述的研磨制品,其中所述粘结材料中 Na_2O 重量百分比与 K_2O 重量百分比的比率($Na_2O:K_2O$)为1至5。
13. 根据权利要求1所述的研磨制品,其中所述粘结研磨本体包括定义为x轴半径相对进给速率变化的变化的磨削因子,并且对于至少1.0英寸/分钟的进给速率($Z'w$),所述磨削因子为不大于0.040。
14. 根据权利要求1所述的研磨制品,其中所述粘结研磨本体包括定义为y轴半径相对进给速率变化的变化的磨削因子,并且对于至少1.0英寸/分钟的进给速率($Z'w$),所述磨削因子为不大于0.018。
15. 根据权利要求1所述的研磨制品,其中所述粘结材料包括不大于20wt%的氧化硼(B_2O_3),且包括二氧化硅(SiO_2)和氧化铝(Al_2O_3),其中二氧化硅(SiO_2):氧化铝(Al_2O_3)的重量百分比的比率不大于3.2,以及包括不大于3.0wt%的五氧化二磷(P_2O_5),且其中所述粘结

研磨本体具有以所述粘结研磨本体的总体积计至少42vol%的孔隙。

用于低速磨削操作的研磨制品

技术领域

[0001] 以下涉及研磨制品,并且尤其涉及适合于进行低速磨削操作的粘结研磨制品。

背景技术

[0002] 研磨工具通常形成为具有包含在粘结材料中的研磨晶粒以用于材料去除应用。超级研磨晶粒(例如,金刚石或立方氮化硼)或品种(或甚至非品种)烧结溶胶凝胶氧化铝研磨晶粒,也称为微晶 α 氧化铝(MCA)研磨晶粒,可应用于这样的研磨工具。粘结材料可为有机材料,例如树脂,或为无机材料,例如玻璃或玻璃质材料。特别地,利用玻璃质粘结材料和包含MCA晶粒或超级研磨晶粒的粘结研磨工具在商业上有利于研磨。

[0003] 特定的粘结研磨工具,尤其是利用玻璃质粘结材料的那些,要求高温成形工艺,通常为约1100℃或更高,这可对MCA的研磨晶粒具有劣化影响。事实上,已经认识到形成研磨工具所必需的该升高温度下,粘结材料可与研磨晶粒尤其是MCA晶粒反应,并且损害磨料的完整性,降低晶粒的锐度和性能特性。因此,工业上已经转向降低形成粘结材料所必需的成形温度以抑制在成形过程中研磨晶粒的高温降解。工业上持续要求改善这种粘结研磨制品的性能。

附图说明

[0004] 通过参照附图,本公开可更好地得以理解,且本公开的许多特征和优点对于本领域技术人员而言是显而易见的。

[0005] 图1包括对于现有技术的粘结研磨本体和根据本文中实施方案的粘结研磨本体的孔隙百分比、磨料百分比和粘结材料百分比的图示。

[0006] 图2包括说明研磨晶粒、粘结材料和它们的界面的模量和硬度测试的照片。

[0007] 图3包括两个常规粘结研磨制品与根据本文中实施方案的粘结研磨制品相比的磨粒、粘结材料和磨粒-粘结材料界面的弹性模量(MOE)的表。

[0008] 图4包括两个常规粘结研磨制品与根据本文中实施方案的粘结研磨制品相比的磨粒、粘结材料和磨粒-粘结材料界面的硬度的表。

[0009] 图5包括说明沿着x轴和y轴二者的形状的损失的研磨制品的示意图。

[0010] 图6包括对于常规粘结研磨制品与根据实施方案的粘结研磨制品,表面光洁度Ra相对于进给速率($Z'w$)的图。

[0011] 图7包括对于常规粘结研磨制品与根据实施方案的粘结研磨制品,在5次磨削的材料去除相对于进给速率($Z'w$)的图。

[0012] 图8包括对于常规粘结研磨制品与根据实施方案的粘结研磨制品,用于说明角固定因子(corner holding factor)的x轴半径的变化相对于进给速率($Z'w$)的图。

[0013] 图9包括对于常规粘结研磨制品与根据实施方案的粘结研磨制品,用于说明角固定因子的y轴半径的变化相对于进给速率($Z'w$)的图。

[0014] 图10包括对于常规粘结研磨制品与根据实施方案的粘结研磨制品每次修整的部

件的图表。

[0015] 图11包括对于常规粘结研磨制品与根据实施方案的粘结研磨制品的循环时间的图表。

[0016] 在不同的附图中使用相同的附图标记说明相似或相同的物品。

具体实施方式

[0017] 以下涉及粘结研磨制品,其可适用于工件的磨削和成型。应注意的是,本文中实施方案的粘结研磨制品可包括在玻璃质粘结材料内的磨粒。使用本文中实施方案的粘结研磨制品的合适应用包括磨削操作,包括例如无心磨削、外圆磨削、曲轴磨削、各种表面磨削操作、轴承及齿轮磨削操作、缓进给磨削以及各种工具车间应用。

[0018] 根据一个实施方案,形成一个实施方案的粘结研磨制品的方法可以从形成合适的化合物和组分的混合物以形成粘结材料开始。粘结材料可由无机材料的化合物形成,例如氧化物化合物。例如一种合适的氧化物材料可包括二氧化硅(SiO_2)。根据一个实施方案,粘结材料可由不超过粘结材料的总重量的约55wt%的二氧化硅形成。在其他实施方案中,二氧化硅的含量可以更小,例如不超过约54wt%、不超过约53wt%、不超过约52wt%,或甚至不超过约51wt%。此外,在某些实施方案中,粘结材料可由以粘结材料的总重量计至少约45wt%、例如至少约46wt%、大约至少约47wt%、至少约48wt%,或甚至至少约49wt%的二氧化硅形成。应理解,二氧化硅的量可在上述最小百分比和最大百分比中的任意者之间的范围内。

[0019] 粘结材料还可包括一定含量的氧化铝(Al_2O_3)。例如,粘结材料可包括以粘结材料的总重量计至少约12wt%的氧化铝。在其他实施方案中,氧化铝的量可为至少约14wt%、至少约15wt%或甚至至少约16wt%。在某些情况下,粘结材料可包括以粘结材料的总重量计不大于约23wt%、不大于约21wt%、不大于约20wt%、不大于约19wt%,或甚至不大于约18wt%的氧化铝量。应理解,氧化铝的量可在上述最小百分比和最大百分比中的任意者之间的范围内。

[0020] 在某些情况下,粘结材料可由二氧化硅的量(以重量百分比测定)相对氧化铝的量(以重量百分比测定)的特定比率($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$)形成。例如,二氧化硅与氧化铝的比率可由粘结材料中的二氧化硅的重量百分比除以氧化铝的重量百分比来描述。根据一个实施方案,二氧化硅与氧化铝的比率可为不大于约3.2。在其他情况下,粘结材料中的二氧化硅与氧化铝的比率可为不大于约3.1、不大于约3.0,或甚至不大于约2.9。此外,在某些情况下,粘结材料可形成为使得二氧化硅的重量百分比与氧化铝的重量百分比的比率可为至少约2.2、例如至少约2.3、例如大约为至少约2.4、至少约2.5、至少约2.6,或甚至至少约2.7。应理解,氧化铝与二氧化硅的总量可在上述最小值和最大值中的任意者之间的范围内。

[0021] 根据一个实施方案,粘结材料可由一定量的氧化硼(B_2O_3)形成。例如,粘结材料可包括以粘结材料的总重量计不大于约20wt%的氧化硼。在其他情况下,氧化硼的量还可以更少,例如不大于约19wt%、不大于约18wt%、不大于约17wt%,或甚至不大于约16wt%。此外,粘结材料可由以粘结材料的总重量计至少约11wt%,例如至少约12wt%、至少约13wt%,或甚至至少约14wt%的氧化硼形成。应理解,氧化硼的量可在上述最小百分比和最大百分比中的任意者之间的范围内。

[0022] 根据一个实施方案,粘结材料可形成使得粘结材料中的氧化硼的重量百分比和二氧化硅的重量百分比的总含量(即总和)可为以粘结材料的总重量计不大于约70wt%。在其他情况下,二氧化硅和氧化硼的总含量可为不大于约69wt%,例如不大于约68wt%,不大于约67wt%,或甚至不大于约66wt%。根据一个特定实施方案,二氧化硅和氧化硼的总重量百分比含量可为以粘结材料的总重量计至少约55wt%,例如至少约58wt%,至少约60wt%,至少约62wt%,至少约63wt%,至少约64wt%,或甚至至少约65wt%。应理解,粘结材料中的二氧化硅和氧化硼的总重量百分比可在上述最小百分比和最大百分比中的任意者之间的范围内。

[0023] 另外,在特定情况下,粘结材料中的二氧化硅的量可大于氧化硼的量,以重量百分比测量。应注意的是,二氧化硅的量可为氧化硼的量的至少约1.5倍、至少约1.7倍、至少约1.8倍、至少约1.9倍、至少约2.0倍,或甚至至少约2.5倍。此外,在一个实施方案中,粘结材料可包括不大于约5倍、例如不大于约4倍、不大于约3.8倍,或甚至不大于约3.5倍的二氧化硅的量。应理解,二氧化硅的量相对于氧化硼的量的差值可在上述最小值和最大值中的任意者之间的范围内。

[0024] 根据一个实施方案,粘结材料可由至少一种碱金属氧化物化合物(R_2O)形成,其中R代表选自元素周期表的IA族元素的金属。例如,粘结材料可由选自氧化锂(Li_2O)、氧化钠(Na_2O)、氧化钾(K_2O)和氧化铯(Cs_2O)及其组合的碱金属氧化物化合物(R_2O)形成。

[0025] 根据一个实施方案,粘结材料可由总含量以粘结材料的总重量计不大于约20wt%的碱金属氧化物化合物形成。对于根据本文中实施方案的其他粘结研磨制品,碱金属氧化物化合物的总含量可为不大于约19wt%、不大于约18wt%、不大于约17wt%、不大于约16wt%,或甚至不大于约15wt%。此外,在一个实施方案中,粘结材料中的碱金属氧化物化合物的总含量可为至少约10wt%,例如至少约12wt%、至少约13wt%,或甚至至少约14wt%。应理解,粘结材料中可包括在上述最小百分比和最大百分比中的任意者之间的范围内的碱金属氧化物化合物的总含量。

[0026] 根据一个特定实施方案,粘结材料可由不大于约3种上述单独的碱金属氧化物化合物(R_2O)形成。实际上,某些粘结材料可包括在粘结材料中不大于约2种的碱金属氧化物化合物。

[0027] 另外,粘结材料可形成使得在粘结材料中的任意碱金属氧化物化合物的单独含量不超过碱金属氧化物化合物的总含量(以重量百分比计)的二分之一。另外,根据一个特定实施方案,氧化钠的量可以大于氧化锂或氧化钾的含量(重量百分比)。在更特定情况下,以重量百分比测量的氧化钠的总含量可大于以重量百分比测量的氧化锂和氧化钾的含量的总和。另外,在一个实施方案中,氧化锂的含量可大于氧化钾的含量。

[0028] 根据一个实施方案,形成粘结材料的以重量百分比测量的碱金属氧化物化合物的总量可小于粘结材料中的氧化硼的量(以重量百分比计)。实际上,在某些情况下,粘结材料中的碱金属氧化物化合物的总重量百分比与氧化硼的总重量百分比相比,可在约0.9至1.5的范围内,例如在约0.9至1.3的范围内,或甚至在约0.9至1.1的范围内。

[0029] 粘结材料可由一定量的碱土金属化合物(RO)形成,其中R代表元素周期表的第IIA族元素。例如,粘结材料可包括碱土金属氧化物化合物,例如氧化钙(CaO)、氧化镁(MgO)、氧化钡(BaO),或甚至氧化锶(SrO)。根据一个实施方案,粘结材料可含有以粘结材料的总重量

计不大于约3.0wt%的碱土金属氧化物化合物。在其他情况下,粘结材料可含有更少的碱土金属氧化物化合物,例如大约为不大于约2.8wt%、不大于约2.2wt%、不大于约2.0wt%,或甚至不大于约1.8wt%。此外,根据一个实施方案,粘结材料可包含含量为以粘结材料的总重量计至少约0.5wt%,例如至少约0.8wt%、至少约1.0wt%,或甚至至少约1.4wt%的一种或更多种碱土金属氧化物化合物。应理解,粘结材料中的碱土金属氧化物化合物的量可在上述最小百分比和最大百分比中的任意者之间的范围内。

[0030] 根据一个实施方案,粘结材料可由不大于约3种不同的碱土金属氧化物化合物形成。实际上,粘结材料可包含不大于2种碱土金属氧化物化合物。在一个特定情况中,粘结材料可由氧化钙和氧化镁组成的2种碱土金属氧化物化合物形成。

[0031] 在一个实施方案中,粘结材料可包括比氧化镁的量更大的氧化钙的量。另外,粘结材料中的氧化钙的量可大于粘结材料中存在的其他碱土金属氧化物化合物中的任一者的含量。

[0032] 粘结材料可由碱金属氧化物化合物和碱土金属氧化物化合物的组合形成,以使得总含量以粘结材料的总重量计不大于约20wt%。在其他实施方案中,粘结材料中的碱金属氧化物化合物和碱土金属氧化物化合物的总含量可为不大于约19wt%,例如不大于约18wt%,或甚至不大于约17wt%。然而,在某些实施方案中,粘结材料中存在的碱金属氧化物化合物和碱土金属氧化物化合物的总含量可为至少约12wt%,例如至少约13wt%,例如至少约14wt%,至少约15wt%,或甚至至少约16wt%。应理解,粘结材料可具有在上述最小百分比和最大百分比中的任意者之间的范围内的碱金属氧化物化合物和碱土金属氧化物化合物的总含量。

[0033] 根据一个实施方案,粘结材料可形成使得粘结材料中存在的碱金属氧化物化合物的含量大于碱土金属氧化物化合物的总含量。在一个特定实施方案中,粘结材料可形成使得碱金属氧化物化合物的总含量(以重量百分比计)相对于碱土金属氧化物化合物的总重量百分比的比率($R_2O:RO$)在约5:1至约15:1的范围内。在其他实施方案中,粘结材料中存在的碱金属氧化物化合物的总重量百分比与碱土金属氧化物化合物的总重量百分比的比率在约6:1至约14:1的范围内,例如在约7:1至约12:1的范围内,或甚至在约8:1至约10:1的范围内。

[0034] 根据一个实施方案,粘结材料可由以粘结材料的总重量计不大于约3wt%的五氧化二磷形成。在某些其他情况下,粘结材料可包含以粘结材料的总重量计不大于约2.5wt%,例如不大于约2.0wt%、不大于约1.5wt%、不大于约1.0wt%、不大于约0.8wt%、不大于约0.5wt%,或甚至不大于约0.2wt%的五氧化二磷。实际上,在某些情况下,粘结材料可基本上不含五氧化二磷。五氧化二磷的合适含量可有助于如本文所述的某些特性和磨削性能特性。

[0035] 根据一个实施方案,粘结材料可由不超过含有不大于约1wt%的某些氧化物化合物(包括例如,如 MnO_2 、 $ZrSiO_2$ 、 $CoAl_2O_4$ 和 MgO 的氧化物化合物)的组合物形成。实际上,在特定实施方案中,粘结材料可基本上不含以上指出的氧化物化合物。

[0036] 除了置于混合物中的粘结材料,形成粘结研磨制品的方法还可包括引入一定类型的磨粒。根据一个实施方案,磨粒可包括微晶氧化铝(MCA)。实际上,在某些情况下,磨粒可基本上由微晶氧化铝组成。

[0037] 磨粒可具有不大于约1050微米的平均粒径。在其他实施方案中,磨粒的平均粒径可以更小,例如大约不大于800微米、不大于约600微米、不大于约400微米、不大于约250微米、不大于约225微米、不大于约200微米、不大于约175微米、不大于约150微米,或甚至不大于约100微米。此外,磨粒的平均粒径可为至少约1微米,例如至少约5微米、至少约10微米、至少约20微米、至少约30微米,或甚至至少约50微米、至少约60微米、至少约70微米、或甚至至少约80微米。应理解,磨粒的平均粒径可在上述最小值和最大值中的任意者之间的范围内。

[0038] 进一步,关于利用微晶氧化铝的磨粒,应理解,微晶氧化铝可由具有亚微米尺寸的平均晶粒尺寸的晶粒形成。事实上,微晶氧化铝的平均晶粒尺寸可为不大于约1微米,例如不大于约0.5微米、不大于约0.2微米、不大于约0.1微米、不大于约0.08微米、不大于约0.05微米,或甚至不大于约0.02微米。

[0039] 另外,包括磨粒和粘结材料的混合物的形成可进一步包括添加其他组分,例如填料、成孔剂和适于形成最终成形的粘结研磨制品的材料。成孔材料的一些合适的实例包括但不限于泡沫氧化铝、泡沫莫来石、空心球(包括空心玻璃球、空心陶瓷球或空心聚合物球)、聚合物或塑料材料、有机化合物、纤维材料(包括玻璃、陶瓷或聚合物的股线或纤维)。其他合适的成孔材料可包括萘、PDB、贝壳、木材等。在其他实施方案中,填料可包括一种或更多种无机材料,包括例如氧化物,并且尤其可包括结晶或无定形相的氧化锆、二氧化硅、二氧化钛及其组合。

[0040] 在适当地形成混合物之后,可使混合物成型。合适的成型方法可包括压制操作和/或模制操作,及其组合。例如,在一个实施方案中,可通过在模具中冷压混合物使混合物成型以形成生坯。

[0041] 在适当地形成生坯之后,可在特定温度下烧结生坯以促进形成具有玻璃相粘结材料的研磨制品。应注意的是,烧结操作可在小于约1000℃的烧结温度下进行。在特定实施方案中,烧结温度可为小于约980℃、小于约950℃,并且特别地在约800℃至950℃的范围内。应理解,用上述粘结组分可利用特别低的烧结温度,使得避免过高的温度,从而限制了成形过程期间磨粒的分解。

[0042] 根据一个特定实施方案,粘结研磨本体包含具有玻璃相材料的粘结材料。在特定情况下,粘结材料可以是单相玻璃质材料。

[0043] 最终成形的粘结研磨本体可具有特定含量的粘结材料、磨粒和孔隙。例如,粘结研磨制品的本体可具有以粘结研磨本体的总体积计至少约42vol%的孔隙。在其他实施方案中,孔隙的量可以更大,使得例如以粘结研磨本体的总体积计为至少约43vol%,例如至少约44vol%、至少约45vol%、至少约46vol%、至少约48vol%,或甚至至少约50vol%。根据一个实施方案,粘结研磨本体可具有不大于约70vol%,例如不大于约65vol%、不大于约62vol%、不大于约60vol%、不大于约56vol%、不大于约52vol%,或甚至不大于约50vol%的孔隙。粘结研磨本体可包括以粘结研磨本体的总体积计约46vol%至约50wt%的孔隙,例如以粘结研磨本体的总体积计约46vol%至约48wt%的孔隙。应理解,粘结研磨本体可具有在上述最小百分比和最大百分比中的任意者之间的范围内的孔隙。

[0044] 根据一个实施方案,粘结研磨本体可具有以粘结研磨本体的总体积计至少约35vol%的磨粒。在其他实施方案中,磨粒的总含量可以更大,例如至少约37vol%,或甚至

至少约39vol%。根据一个特定实施方案,粘结研磨本体可形成使得其具有以粘结研磨本体的总体积计不大于约50vol%的磨粒,例如不大于约48vol%,或甚至不大于约46vol%。应理解,粘结研磨本体中磨粒的含量可在上述最小百分比和最大百分比中的任意者之间的范围内。

[0045] 在特定情况下,粘结研磨本体形成使其包含与孔隙和磨粒的含量相比较小的粘结材料含量(vol%)。例如,粘结研磨本体可具有以粘结研磨本体的总体积计不大于约15vol%的粘结材料。在其他情况下,粘结研磨本体可形成使其包含以粘结研磨本体的总体积计不大于约14vol%、不大于约13vol%,或甚至不大于约12vol%的粘结材料。在一种特定情况下,粘结研磨本体可形成使其包含以粘结研磨本体的总体积计至少约7vol%,例如至少约8vol%、大约为至少约9vol%,或甚至至少约10vol%的粘结材料。

[0046] 图1包括根据一个实施方案的颗粒粘结研磨制品中存在的相的示图。图1包括vol%粘结材料、vol%磨粒和vol%孔隙。阴影区域101表示适用于磨削应用的常规粘结研磨制品,而阴影部分103表示根据本文中实施方案的粘结研磨制品的相含量。

[0047] 应注意的是,常规粘结研磨制品(即阴影区域101)的相含量与实施方案的粘结研磨制品的相含量显著不同。应注意的是,常规粘结研磨制品通常具有在大约40vol%至51vol%范围内的最大孔隙,大约42vol%至50vol%的磨粒含量和大约9vol%至20vol%的粘结材料含量。常规粘结研磨制品通常具有50vol%或以下的最大孔隙含量,因为磨削应用需要具有足够强度的粘结研磨本体来处理在磨削过程中遇到的过大的力,并且高度多孔的粘结研磨本体在以前还不能耐受这种力。

[0048] 根据一个实施方案,粘结研磨制品可具有比常规粘结研磨制品多得多的孔隙。例如,实施方案的一种粘结研磨制品可具有以粘结研磨本体的总体积计约51vol%至约58vol%范围内的孔隙含量。另外,如图1中所示,实施方案的粘结研磨制品具有以粘结研磨制品的总体积计约40vol%至约42vol%范围内的磨粒含量,以及在大约2vol%至约9vol%范围内的特别低的粘结材料含量。

[0049] 应注意的是,与常规粘结研磨本体不同,本文中实施方案中的粘结研磨本体可具有特定的特性。特别地,本文的粘结研磨制品可具有特定量的孔隙、磨粒和粘结材料,同时显示出特定的机械性能,可以使其适合于特定的应用,例如磨削应用。例如,在一个实施方案中,粘结研磨本体可具有特定的断裂模量(MOR),其可对应于特定的弹性模量(MOE)。例如,对于至少约40GPa的MOE,粘结研磨本体可具有至少45MPa的MOR。在一个实施方案中,对于40GPa的MOE,MOR可为至少约46MPa,例如至少约47MPa、至少约48MPa、至少约49MPa,或甚至至少约50MPa。此外,对于40GPa的MOE,粘结研磨本体可具有不大于约70MPa,例如不大于约65MPa,或不大于约60MPa的MOR。应理解,MOR可在上述最小值和最大值中的任意者之间的范围内。

[0050] 在另一个实施方案中,对于某些具有45GPa的MOE的粘结研磨本体,MOR可为至少约45MPa。实际上,对于某些具有45GPa的MOE的粘结研磨本体,MOR可为至少约46MPa,例如至少约47MPa、至少约48MPa、至少约49MPa,或甚至至少约50MPa。此外,对于45GPa的MOE,MOR可为不大于约70MPa、不大于约65MPa,或甚至不大于约60MPa。应理解,MOR可在上述最小值和最大值中的任意者之间的范围内。

[0051] MOR可利用标准3点弯曲测试在尺寸为4"×1"×0.5"的样品上测量,其中在1"×

0.5”的平面上施加载荷,通常根据ASTM D790,仅样品尺寸不同。可记载破坏载荷并且利用标准等式计算回MOR。MOE可利用GrindoSonic仪器或类似的装置通过测量复合材料的固有频率来计算,按照研磨磨削砂轮行业中的标准实践。

[0052] 在一个实施方案中,粘结研磨本体可具有强度比,其为MOR除以MOE的量度。在特定情况下,特定粘结研磨本体的强度比 (MOR/MOE) 可为至少约0.8。在其他情况下,强度比可为至少约0.9,例如至少约1.0、至少约1.05、至少约1.10。此外,强度比可为不大于约3.00,例如不大于约2.50、不大于约2.00、不大于约1.70、不大于约1.50、不大于约1.40,或不大于约1.30。应理解,粘结研磨本体的强度比可在上述最小值和最大值中的任意者之间的范围内。

[0053] 根据一个实施方案,粘结研磨本体可适用于特定磨削操作。例如,已发现本文中实施方案的粘结研磨本体适用于磨削操作。实际上,可利用粘结研磨本体而不损坏工件并且提供合适或改进的磨削性能。

[0054] 本文中所指粘结研磨体的磨削能力可涉及磨削操作,例如无心磨削、外圆磨削、曲轴磨削、各种表面磨削操作、轴承及齿轮磨削操作、缓进给磨削以及各种工具车间磨削工艺。另外,用于磨削操作的合适工件可包括无机或有机材料。在特定情况下,工件可包括金属、金属合金、塑料或天然材料。在一个实施方案中,工件可包括黑色金属、有色金属、金属合金、金属超合金及其组合。在另一个实施方案中,工件可包括有机材料,包括例如聚合物材料。在其他情况下,工件可为天然材料,包括例如木材。

[0055] 这些研磨制品的砂轮尺寸的一些方案可以大于约4.5英寸至约54英寸的直径变化。根据应用,典型的切削量在约0.0001英寸至约0.500英寸变化。

[0056] 在特定情况下,已经注意到粘结研磨本体能够在特别高的去除速率下磨削工件。例如,在一个实施方案中,粘结研磨本体可在材料去除速率为至少约0.4英寸³/分钟/英寸 (258mm³/分钟/mm) 下进行磨削操作。在其他实施方案中,材料去除速率可为至少约0.45英寸³/分钟/英寸 (290mm³/分钟/mm), 例如至少约0.5英寸³/分钟/英寸 (322mm³/分钟/mm) 至少约0.55英寸³/分钟/英寸 (354mm³/分钟/mm), 或甚至至少约0.6英寸³/分钟/英寸 (387mm³/分钟/mm)。此外,对于某些粘结研磨本体,材料去除速率可为不大于约1.5英寸³/分钟/英寸 (967mm³/分钟/mm), 例如不大于约1.2英寸³/分钟/英寸 (774mm³/分钟/mm)、不大于约1.0英寸³/分钟/英寸 (645mm³/分钟/mm), 或甚至不大于约0.9英寸³/分钟/英寸 (580mm³/分钟/mm)。应理解,本申请的粘结研磨本体可以在上述最小值和最大值中的任意者之间的范围内的材料去除速率磨削工件。

[0057] 在某些磨削操作中,已经注意到本申请的粘结研磨本体可磨削特定的切削深度 (DOC) 或 (Zw)。例如,由粘结研磨本体获得的切削深度可为至少约0.003英寸 (0.0762毫米)。在其他情况下,粘结研磨本体在磨削操作期间能够获得的切削深度为至少约0.004英寸 (0.102毫米), 例如至少约0.0045英寸 (0.114毫米)、至少约0.005英寸 (0.127毫米), 或甚至至少约0.006英寸 (0.152毫米)。应理解,用于利用本文的粘结研磨本体的磨削操作的切削深度可为不大于约0.01英寸 (0.254毫米), 或不大于约0.009英寸 (0.229毫米)。应理解,切削深度可在上述最小值和最大值中的任意者之间的范围内。

[0058] 在其他实施方案中,已经注意到粘结研磨本体可在不超过约10Hp (7.5kW) 的最大功率下磨削工件,同时使用如前所述的磨削参数。在其他实施方案中,磨削操作中的最大功率为不大于约9Hp (6.8kW), 例如不大于约8Hp (6.0kW), 或甚至不大于约7.5Hp (5.6kW)。

[0059] 根据另一个实施方案,在磨削操作期间,已经注意到本文中实施方案的粘结研磨制品具有优越的角固定能力,特别是与常规粘结研磨制品相比。事实上,在至少约1.8的切削深度(Zw)处,粘结研磨本体可具有不大于约0.07英寸的角固定因子,对应于0.00255英寸/秒·弧度。应注意的是,如本文中所用的,切削深度1.0对应于0.00142英寸/秒·弧度,并且切削深度(Zw)为1.4对应于0.00198英寸/秒·弧度。应理解,角固定因子是在特定切削深度下对工件4330V(其为NiCrMoV经硬化和回火的高强度钢合金)进行5次磨削后半径改变(以英寸为单位)的量度。在某些其他实施方案中,粘结研磨制品显示对于至少约1.80的切削深度,角固定因子为不大于约0.06英寸,例如不大于约0.05英寸,不大于约0.04英寸。

[0060] 在一个实施方案中,研磨制品可包括具有包含在粘结材料中的磨粒的粘结研磨本体。粘结研磨本体可包括至少为约225GPa的磨粒-粘结材料界面弹性模量(MOE)。粘结研磨本体可设置为在小于约60m/s的速度下磨削包含金属的工件。

[0061] 例如,磨粒-粘结材料界面MOE可为至少约250GPa,例如至少约275GPa,或甚至至少约300GPa。或者,磨粒-粘结材料界面MOE可为不大于约350GPa,例如不大于约325GPa,或甚至不大于约320GPa。

[0062] 在另一个实施方案中,研磨制品可包括具有包含在粘结材料中的磨粒的粘结研磨本体。粘结研磨本体可包括至少约13GPa的磨粒-粘结材料界面硬度。粘结研磨本体可设置为在小于约60m/s的速度下磨削包含金属的工件。在其他实施例中,磨粒-粘结材料界面硬度可为至少约14GPa,或甚至至少约15GPa。或者,磨粒-粘结材料界面硬度可为不大于约20GPa,例如不大于约18GPa,或甚至不大于约16GPa。

[0063] 在再一个实施例中,粘结研磨本体可包括不大于约125微英寸的表面光洁度。

[0064] 粘结研磨本体可在至少约1.0英寸/分钟的进给速率(Z'w)下操作。例如,Z'w可为不大于约1.4英寸/分钟,例如不大于约1.8英寸/分钟、不大于约2.0英寸/分钟,或甚至2.2英寸/分钟。

[0065] 在一个方案中,粘结研磨本体可包括至少约0.235英寸³/分钟的材料去除速率。

[0066] 研磨制品的实施方案可包括具有包含在粘结材料中的磨粒的粘结研磨本体。粘结研磨本体可包括定义为x轴半径相对进给速率变化的变化的磨削因子。磨削因子可为不大于约0.040。粘结研磨本体可设置为在小于约60m/s的速度下磨削包含金属的工件。磨削因子可为不大于约0.035,例如磨削因子不大于约0.030,或甚至磨削因子不大于约0.028。

[0067] 在一个特定实施方案中,粘结研磨本体可包括不大于约0.080英寸的x轴角固定因子。例如,x轴角固定因子可为不大于约0.070英寸,例如不大于约0.060英寸、不大于约0.050英寸,或甚至不大于约0.042英寸。

[0068] 角固定因子可表达为砂轮半径的变化百分比。例如,对于7英寸直径(即3.5英寸半径)的砂轮,0.080英寸的x轴角固定因子表示在砂轮的x轴半径的变化为 $1 - (3.5 - 0.08) / 3.5 = 2.3\%$ 。对于x轴角固定因子为0.07、0.06、0.05和0.042,砂轮的x轴半径的变化分别为2%、1.7%、1.4%和1.2%。因此,粘结研磨本体可具有不大于3%的x轴半径变化。例如,结研磨本体可具有不大于2.5%,例如不大于约2%、不大于约1.7%、不大于约1.5%,或甚至不大于约1.3%的x轴半径变化。

[0069] 粘结研磨本体的其他实施方案可包括定义为y轴半径随进给速率变化的变化的磨削因子。磨削因子可为不大于约0.018。磨削因子的其他例子可为不大于约0.016,例如磨削

因子不大于约0.014、磨削因子不大于约0.012,或甚至磨削因子不大于约0.010。

[0070] 在一个特定实施方案中,粘结研磨本体可包括不大于约0.033英寸的y轴角固定因子,例如不大于约0.030英寸,不大于约0.025英寸,或甚至不大于约0.024英寸。

[0071] 角固定因子可表达为砂轮半径的变化百分比。例如,对于7英寸直径(即3.5英寸半径)的砂轮,0.033英寸的y轴角固定因子表示在砂轮的y轴半径的变化为 $1 - (3.5 - 0.033) / 3.5 = 0.94\%$ 。对于y轴角固定因子为0.03、0.025、0.024,砂轮的x轴半径的变化分别为0.86%、0.71%和0.69%。

[0072] 因此,粘结研磨本体可具有不大于约1%的y轴半径变化。例如,粘结研磨本体可具有不大于0.9%的x轴半径变化,例如不大于约0.8%,或甚至不大于约0.7%。

[0073] 研磨制品的其他方案可包括要求比常规OD研磨磨削砂轮少修整至少约3%的本体,例如比常规OD研磨磨削砂轮少修整至少约4%、至少约5%,或甚至至少约6%。

[0074] 在其他实施例中,本体可要求比常规OD研磨磨削砂轮少至少约5%的循环时间。例如,本体可要求比常规OD研磨磨削砂轮少至少约10%的循环时间,例如少至少约15%,或甚至至少约18%的循环时间。

[0075] 研磨制品的实施方案可具有可设置为在小于约55m/s的速度下磨削包含金属的工件的粘结研磨本体。例如,速度可为小于约50m/s,例如小于约45m/s,或甚至小于约40m/s。在另外其他的方案中,速度可为至少约35m/s,例如至少约40m/s、至少约45m/s,或甚至至少约50m/s。

[0076] 研磨制品可具有包括外径在约24英寸至约30英寸范围内、例如外径为约18英寸至约30英寸、约10英寸至约36英寸、或甚至约5英寸至约54英寸的砂轮的主体。

[0077] 研磨制品的其他实施方案可包括包含单相玻璃质材料的粘结材料。粘结研磨本体的一些方案可包括以粘结研磨本体的总体积计至少约42vol%的孔隙,例如不大于约70vol%的孔隙。

[0078] 粘结研磨本体可包括以粘结研磨本体的总体积计至少约35vol%的磨粒。在其他实施例中,粘结研磨本体可包括以粘结研磨本体的总体积计不大于约15vol%的粘结材料。

[0079] 粘结材料的实例可由以粘结材料的总重量计不大于约20wt%的氧化硼(B_2O_3)形成。在其他方案中,粘结材料可包括不大于约3.2的二氧化硅(SiO_2)重量百分比与氧化铝(Al_2O_3)的重量百分比的比率($SiO_2:Al_2O_3$)。粘结材料可由不大于约3.0wt%的五氧化二磷(P_2O_5)形成。或者,粘结材料可基本上不含五氧化二磷(P_2O_5)。

[0080] 粘结材料的其他实施方案可由碱土金属氧化物化合物(RO)形成。例如,粘结材料中存在的碱土金属氧化物化合物(RO)的总量可为不大于约3.0wt%。粘结材料可由不大于约3种选自氧化钙(CaO)、氧化镁(MgO)、氧化钡(BaO)、氧化锶(SrO)的碱土金属氧化物化合物(RO)形成。粘结材料也可包括选自氧化锂(Li_2O)、氧化钠(Na_2O)、氧化钾(K_2O)和氧化铯(Cs_2O)及其组合的碱金属氧化物化合物(R_2O)。粘结材料可由总量不大于约20wt%的碱金属氧化物化合物(R_2O)形成。或者,粘结材料可包括不大于约3种碱金属氧化物化合物(R_2O)。在其他实施例中,粘结材料中存在的任一种碱金属氧化物化合物的含量(wt%)可不大于碱金属氧化物的总含量(wt%)的一半。

[0081] 在另外其他的实施方案中,粘结材料可由不大于约55wt%的二氧化硅(SiO_2)形成。粘结材料可由至少约12wt%的氧化铝(Al_2O_3)形成。粘结材料可由至少一种碱金属氧化

物化合物 (R_2O) 和至少一种碱土金属氧化物化合物 (RO) 形成, 其中碱金属氧化物化合物和碱土金属氧化物化合物的总含量不大于约 20wt%。

[0082] 粘结材料的一些实施例可由氧化硼 (B_2O_3) 和二氧化硅 (SiO_2) 形成, 其中氧化硼和二氧化硅的总含量可为不大于约 70wt%。二氧化硅的含量 (SiO_2) 可大于氧化硼的含量。

[0083] 在一个特定方案中, 粘结材料可由包含不大于约 1wt% 的选自 MnO_2 、 $ZrSiO_2$ 、 $CoAl_2O_4$ 和 MgO 的氧化物化合物的组合物形成。粘结材料可由基本上不含选自 MnO_2 、 $ZrSiO_2$ 、 $CoAl_2O_4$ 和 MgO 的氧化物化合物的组合物形成。另外, 粘结研磨本体可在不大于约 1000°C 的温度下烧结。

[0084] 粘结材料的实施方案可包括约 2.4 至约 3.5 的二氧化硅 (SiO_2) 重量百分比与氧化铝 (Al_2O_3) 重量百分比的比率 ($SiO_2:Al_2O_3$)。粘结材料可包括痕量 ($<1\%$) 的 Fe_2O_3 、 TiO_2 和 Mg 的每一种或其组合。粘结材料可包括约 32 至约 52 的二氧化硅 (SiO_2) 重量百分比与 CaO 重量百分比的比率 ($SiO_2:CaO$)。粘结材料还可包括约 9.6 至约 26 的二氧化硅 (SiO_2) 重量百分比与 Li_2O 的重量百分比的比率 ($SiO_2:Li_2O$)。在另一个实施例中, 粘结材料可包括约 4.8 至约 10.4 的二氧化硅 (SiO_2) 重量百分比与 Na_2O 的重量百分比的比率 ($SiO_2:Na_2O$)。粘结材料可包括约 9.6 至约 26 的二氧化硅 (SiO_2) 重量百分比与 K_2O 的重量百分比的比率 ($SiO_2:K_2O$)。粘结材料还可包括约 2.8 至约 5.2 的二氧化硅 (SiO_2) 重量百分比与 B_2O_3 的重量百分比的比率 ($SiO_2:B_2O_3$)。

[0085] 粘结材料的实施方案可包括约 10 至约 20 的氧化铝 (Al_2O_3) 重量百分比与 CaO 重量百分比的比率 ($Al_2O_3:CaO$)。粘结材料可包括约 3 至约 10 的氧化铝 (Al_2O_3) 重量百分比与 Li_2O 重量百分比的比率 ($Al_2O_3:Li_2O$)。粘结材料还可包括约 1.5 至约 4 的氧化铝 (Al_2O_3) 重量百分比与 Na_2O 重量百分比的比率 ($Al_2O_3:Na_2O$)。粘结材料的一个实施例可包括约 3 至约 10 的氧化铝 (Al_2O_3) 重量百分比与 K_2O 重量百分比的比率 ($Al_2O_3:K_2O$)。粘结材料还可包括约 0.9 至约 2 的氧化铝 (Al_2O_3) 重量百分比与 B_2O_3 重量百分比的比率 ($Al_2O_3:B_2O_3$)。

[0086] 在其他实施例中, 粘结材料可包括约 0.2 至约 0.75 的 CaO 重量百分比与 Li_2O 重量百分比的比率 ($CaO:Li_2O$)。粘结材料可包括约 0.1 至约 0.3 的 CaO 重量百分比与 Na_2O 重量百分比的比率 ($CaO:Na_2O$)。粘结材料还可包括约 0.2 至约 0.75 的 CaO 重量百分比与 K_2O 重量百分比的比率 ($CaO:K_2O$)。另外, 粘结材料可包括约 0.16 至约 0.15 的 CaO 重量百分比与 B_2O_3 重量百分比的比率 ($CaO:B_2O_3$)。

[0087] 粘结材料的其他实施方案可包括约 0.2 至约 1 的 Li_2O 重量百分比与 Na_2O 重量百分比的比率 ($Li_2O:Na_2O$)。粘结材料可包括约 0.4 至约 2.5 的 Li_2O 重量百分比与 K_2O 重量百分比的比率 ($Li_2O:K_2O$)。粘结材料还可包括约 0.12 至约 0.5 的 Li_2O 重量百分比与 B_2O_3 重量百分比的比率 ($Li_2O:B_2O_3$)。

[0088] 粘结材料的一个特定实施方案可包括约 1 至约 5 的 Na_2O 重量百分比与 K_2O 重量百分比的比率 ($Na_2O:K_2O$)。粘结材料还可包括约 0.3 至约 1 的 Na_2O 重量百分比与 B_2O_3 重量百分比的比率 ($Na_2O:B_2O_3$)。另外, 粘结材料可包括约 0.12 至约 0.5 的 K_2O 重量百分比与 B_2O_3 重量百分比的比率 ($K_2O:B_2O_3$)。

[0089] 研磨制品的其他实施例可包括具有包含在粘结材料中的磨粒的粘结研磨本体, 所述粘结材料由以下组成: 不大于约 20wt% 的氧化硼 (B_2O_3), 具有不大于约 3.2 (以重量百分比计) 的二氧化硅 (SiO_2) 重量百分比: 氧化铝 (Al_2O_3) 重量百分比的比率, 并且不大于约

3.0wt%的五氧化二磷(P_2O_5),其中粘结研磨本体具有以粘结研磨本体的总体积计至少约42vol%的孔隙。粘结研磨本体能够在小于约60m/s的速度下磨削包含金属的工件。

[0090] 磨削研磨制品的方法的实施方案可包括形成具有包含在粘结材料中的磨粒的粘结研磨本体,以使得粘结研磨本体包含至少约225GPa的磨粒-粘结材料界面弹性模量(MOE)。该方法可包括用粘结研磨本体在小于约60m/s的速度下磨削包含金属的工件。

[0091] 磨削研磨制品的方法的另一个实施方案可包括形成具有包含在粘结材料中的磨粒的粘结研磨本体,以使得粘结研磨本体包含至少约13GPa的磨粒-粘结材料界面硬度。该方法可包括用粘结研磨本体在小于约60m/s的速度下磨削包含金属的工件。

[0092] 磨削研磨制品的方法的再一个实施方案可包括形成具有包含在粘结材料中的磨粒的粘结研磨本体,以使得粘结研磨本体包含定义为x轴半径随进给速率变化的变化的磨削因子,并且对于至少约1.0英寸/分钟的进给速率($Z'w$),所述磨削因子不大于约0.040。该方法可包括用粘结研磨本体在小于约60m/s的速度下磨削包含金属的工件。

[0093] 磨削研磨制品的方法还可包括形成具有包含在粘结材料中的磨粒的粘结研磨本体,以使得粘结研磨本体包含定义为y轴半径随进给速率变化的变化的磨削因子,并且对于至少约1.0英寸/分钟的进给速率($Z'w$),所述磨削因子不大于约0.018。该方法可包括用粘结研磨本体在小于约60m/s的速度下磨削包含金属的工件。

[0094] 磨削研磨制品的再一个方法可包括具有包含在粘结材料中的磨粒的粘结研磨本体,所述粘结材料由以下组成:不大于约20wt%的氧化硼(B_2O_3),具有不大于约3.2(以重量百分比计)的二氧化硅(SiO_2)重量百分比;氧化铝(Al_2O_3)重量百分比的比率,并且不大于约3.0wt%的五氧化二磷(P_2O_5),其中粘结研磨本体具有以粘结研磨本体的总体积计至少约42vol%的孔隙。方法可包括用粘结研磨本体在小于约60m/s的速度下磨削包含金属的工件。

[0095] 实施例

[0096] 实例1

[0097] OD磨削应用中砂轮的寿命或性能可依赖于其可经受的磨削次数,或砂轮在丧失其形状或角固定能力之前可被磨削的部件的数目,其也会影响部件的品质。砂轮的寿命还可与产生用于后续磨削操作的新鲜表面所需的修整频率相关。砂轮的成形保持或角固定能力还可与粘结材料固定晶粒的能力和保持其有效磨削操作的优点的能力相关。在该实施例中,测试含有不同粘结材料的具有38A熔合氧化铝磨粒的研磨砂轮。测试装置为MTS纳米压痕仪XP,利用Berkovich型压头。对于每一个样品,沿着双线(见图2)在20个位置进行压痕,从磨粒延伸穿过晶界到达粘结材料区域然后进入下一个磨粒。在行中的压痕的间隔是10微米,而各行之间以10微米的距离隔开。压痕进行到深度1微米。

[0098] 图3和图4描述了分别对于三个不同粘结材料的弹性模量(MOE)和硬度的对比。线1301、1302和1303分别表示对于根据本文中实施方案形成的粘结研磨制品的样品,磨粒、粘结材料和磨粒-粘结材料界面的MOE。该样品具有以粘结研磨本体的总体积计大约7vol%至大约12vol%的粘结材料含量范围。另外,该样品具有以粘结研磨本体的总体积计大约46vol%至约50vol%的孔隙范围。

[0099] 在图3中,第一常规样品CS1针对其磨粒、粘结材料和磨粒-粘结材料界面分别产生了1305、1306和1307的MOE值。样品CS1是从Saint Gobain Corporation作为VS产品购得的

粘结研磨制品。第二常规样品CS2是从Saint Gobain Corporation作为VH产品购得的粘结研磨制品。样品CS2针对其磨粒、粘结材料和磨粒-粘结材料界面分别产生了1310、1311和1312的MOE值。

[0100] 如图3所示,实施方案的界面MOE 1303显著超越了常规样品CS1和CS2分别的界面MOE 1307和1312。这样的结果显示根据本文中实施方案形成的粘结研磨制品的磨粒-粘结材料界面MOE相对于现有技术的常规粘结研磨制品具有显著改善。

[0101] 在图4中,线1401、1402和1403分别表示对于根据图3的实施方案形成的粘结研磨制品的样品,磨粒、粘结材料和磨粒-粘结材料界面的硬度。第一常规样品CS1针对其磨粒、粘结材料和磨粒-粘结材料界面分别产生了1405、1406和1407的硬度值。样品CS1与如上述图3公开的相同。类似地,第二常规样品CS2针对其磨粒、粘结材料和磨粒-粘结材料界面分别产生了1410、1411和1412的硬度值。样品CS2与如上述图3公开的相同。

[0102] 如图4所述,实施方案的界面硬度1403显著超越了常规样品CS1和CS2分别的界面硬度1407和1412。这样的结果显示根据本文中实施方案形成的粘结研磨制品的磨粒-粘结材料界面的硬度相对于现有技术的常规粘结研磨制品具有显著改善。

[0103] 因此,新的粘结材料具有较高的模量和硬度。这对研磨砂轮中的较弱部件(粘结材料和界面)尤其显著。界面的模量和硬度的改善可有助于加强界面并且显示出其与磨粒更好的连接。这些设计对于在恶劣(aggressive)磨削条件下改善研磨砂轮的寿命。

[0104] 实施例2

[0105] 对于该角固定应用和测试,制备4个7英寸砂轮样品。4个样品包括3个常规粘结材料和1个根据本文中实施方案的粘结材料。所有4个样品包括38A熔合氧化铝晶粒,并且各自包括以粘结研磨本体的总体积计约7vol%至约12vol%的粘结材料含量,和约46%至约50%的孔隙。常规样品使用与实施例1中所用相同的VS和VH粘结材料。表1包含针对实施例2中所用的测试条件的更详细信息。

[0106] 表1

[0107]

材料:	4330V	工作速度 [rpm]:	232
Lot #:	287	磨削 [s]:	0.2
仪器:	Bryant	硬度:	28-32 RC
冷却剂:	E 812	部件宽度 [in]:	0.35
转速 [stpm]:	9915	磨削宽度 [in]:	0.10
修整类型:	旋转	大约砂轮 OD [in]:	7.000
修整 Comp [in]:	.015" 半径 .015" 面	大约工作 OD [in]:	3.745
修整牵引[in/sec]:	0.0020	满量程 [V]:	10.0
修整机速度 [rpm]:	3787	满量程 [V]:	10.0
		功率 [hp/V]:	2.14

[0108] 4个样品在Bryant磨削机上以角固定构造进行测试。砂轮速度为50.36m/s。测试材料为3.745英寸OD 4330V钢($R_c=28-32$)。测试材料速度为1.15m/s。磨削模式为用0.100英寸宽磨削的外切入。每一个砂轮借助反向镀金刚石辊进行修整。调整进给速率以给出为1.0、1.4和1.8英寸³/分钟/英寸的目标材料去除速率($Z'W$)。以目标进给速率在每一个测试砂轮上进行5次连续半径磨削而不进行修整。在最后一个磨削之后从工作材料获得表面光洁度和不平度。在每次磨削之后,对于角半径和径向磨损测试,使用测试砂轮来磨削记载砂

轮外形的Formica坯体。从坯体获得测量。

[0109] 图6包括对于3个常规粘结研磨制品1600、1601和1602以及实施方案的粘结研磨制品1605,表面光洁度Ra相对于进给速率($Z'w$)的线。实施方案的粘结研磨本体1605在1.4英寸/分钟的进给速率($Z'w$)下包含不大于约85微英寸的表面光洁度。相反地,制品1600、1601和1602都显示1.4英寸/分钟的进给速率($Z'w$)下为至少约125微英寸的表面光洁度。

[0110] 图7包括对于3个常规粘结研磨制品1700、1701和1702以及实施方案的粘结研磨制品1705,5次磨削的材料去除相对于进给速率($Z'w$)的图。粘结研磨本体1705在1.8英寸/分钟的进给速率($Z'w$)包括至少约0.241英寸³/分钟的材料去除速率。相反地,常规制品1700、1701和1702在1.8英寸/分钟的进给速率($Z'w$)都显示不大于约0.235英寸³/分钟的材料去除速率。

[0111] 图5中示出角磨损或半径测量中的改变的示意图。尺寸1500代表样品沿x轴的原始尺寸(即轴向宽度为0.875英寸),而尺寸1501代表样品沿x轴的磨削后尺寸。类似地,尺寸1502代表样品沿y轴的原始尺寸(即直径7英寸),而尺寸1503代表样品沿y轴的磨削后尺寸。

[0112] 图8包括对于相同的3个常规粘结研磨制品1800、1801和1802以及实施方案的粘结研磨制品1805,用于说明角固定因子的x轴半径相对于进给速率($Z'w$)的变化的图。实施方案的粘结研磨本体1805在1.8英寸/分钟的进给速率($Z'w$)下包括约0.042英寸的x轴角固定因子。相反地,常规制品1800、1801和1802在1.8英寸/分钟的进给速率($Z'w$)下都显示至少约0.080英寸的x轴角固定因子。

[0113] 另外,粘结研磨本体1805包括定义为x轴半径随进给速率变化的变化的磨削因子。磨削因子基本上是图8中线的平均斜率。例如,对于本体1805,磨削因子的分子为 $0.042-0.019=0.023$ 。分母为 $1.80-1.00=0.80$ 。 $0.023/0.80=$ 磨削因子为约0.029。相反地,制品1800、1801和1802具有为至少约0.050的磨削因子。

[0114] 类似地,图9包括对于相同的3个常规粘结研磨制品1900、1901和1902以及实施方案的粘结研磨制品1905,用于说明角固定因子的y轴半径相对于进给速率($Z'w$)的变化的图。本体1905在1.8英寸/分钟的进给速率($Z'w$)下显示约0.024英寸的y轴角固定因子。制品1900、1901和1902在1.8英寸/分钟的进给速率($Z'w$)下具有至少约0.033英寸的y轴角固定因子。

[0115] 还基于图9计算磨削因子。例如,对于本体1905,磨削因子的分子为 $0.024-0.016=0.008$ 。分母为 $1.80-1.00=0.80$ 。 $0.008/0.80=$ 磨削因子为约0.01。相反地,制品1900、1901和1902具有为至少约0.0188的磨削因子。

[0116] 因此,角半径沿着x轴和y轴二者的变化示出具有根据本文中实施方案的粘结材料的产品与由常规粘结体系制得的产品相比显示在所有材料去除速率下都最小量的角磨损。

[0117] 实施例3

[0118] 在该实施例中,与上述用于以上实施例的粘结材料一起形成包括溶胶凝胶和熔合氧化铝磨粒的组合的实施方案。该样品在无心切入应用至光洁外形中测试,对比于具有溶胶凝胶和熔合氧化铝磨粒的组合以及之前用于其它实施例的常规粘结材料VH的产品。磨削砂轮具有16英寸直径并且磨削的材料是低碳钢(1014)。目标是通过提高每次修整的部件来改善生产率。砂轮速度为57.45m/秒并且部件速度为1.15m/秒。

[0119] 表2含有针对实施例3中所用的测试条件的更详细信息。

[0120] 表2

[0121]

测试条件		
	单位 (如果有)	
仪器		Cincinnati Viking 无心系列
冷却类型		Castrol 9951
修整器 RPM		4200
径向速度/通道	英寸	0.001
Comps (通道) / 修整		1
总修整深度	英寸	0.001

[0122]

砂轮速度	rpm	2700
进给速率 (R1)	英寸/分钟	1.102
进给速率 (R2)	英寸/分钟	0.748
进给速率(光洁)	英寸/分钟	0.315

[0123] 图10包括对于常规粘结研磨制品2000和实施方案的粘结研磨制品2005每次修整部件的图表。与制品2000相比,制品2005示出显著改进的每次修整部件(约7%的改进)以及良好的表面光洁度或形状。

[0124] 观察到的另一个优势是对于新砂轮进给速率可显著增加,这有利于循环时间的减少。降低的循环时间在磨削操作中具有较高效率。对图10中所述的相同样品测试循环时间并且在图11中显示结果。图11是对于常规粘结研磨制品2100和实施方案的粘结研磨制品2105的循环时间的图表。制品2105示出比制品2100显著的改善(大约18%)。

[0125] 前述实施方案涉及研磨产品,尤其涉及粘结研磨产品,其表现出与现有技术的偏离。本文中实施方案的粘结研磨产品利用有利于改善磨削性能的特征的组合。如在本申请中所描述的,本文中实施方案的粘结研磨本体利用特定的量和类型的磨粒、特定的量和类型的粘结材料和特定量的孔隙。除了发现这些产品可以被有效地形成,尽管就等级和结构而言在常规研磨产品的已知领域之外,还发现,这样的产品表现出改善的磨削性能。应注意的是,发现本发明实施方案的粘结磨料尽管比常规磨削砂轮具有显著更高的孔隙,但是能够在磨削操作期间以低速操作。实际上,非常出乎意料的,本文中实施方案的粘结研磨本体显示出在小于约60m/s的砂轮速度下操作的能力,同时还显示出与现有技术的磨削砂轮相比改进的材料去除速率,改进的角固定能力,和合适的表面光洁度。

[0126] 在前文中,涉及的特定实施方案及某些部件的连接是示意性的。应理解,涉及部件被联结或连接意在公开所述部件之间的直接连接或通过一个或多个插入部件的间接连

接,这是实施本文中讨论的方法所应理解的。因此,上面公开的主题应视为示意性的而非限制性的,并且随附的权利要求意在涵盖所有此类改变、增强和其他实施方案,所述改变、增强和其他实施方案将落入本发明的真实范围内。因此,在法律允许的最大程度上,本发明的范围应由下面的权利要求及它们的等价物的最广义的许可解释而不应受前面的具体实施方式所约束或限制。

[0127] 提供说明书摘要以符合专利法,在了解说明书摘要不用于解释或限定权利要求的范围或含义的情况下提交说明书摘要。另外,在如上具体实施方式中,为了简化本公开,各个特征可在单个实施例中组合在一起或进行描述。本公开不解释为反映如下意图:所要求保护的实施例需要除了在每个权利要求中明确记载之外的更多的特征。相反,如如下权利要求所反映,本发明的主题可涉及比所公开的实施例中的任意者的全部特征更少的特征。因此,如下权利要求引入具体实施方式中,每个权利要求本身分别限定所要求保护的主体。

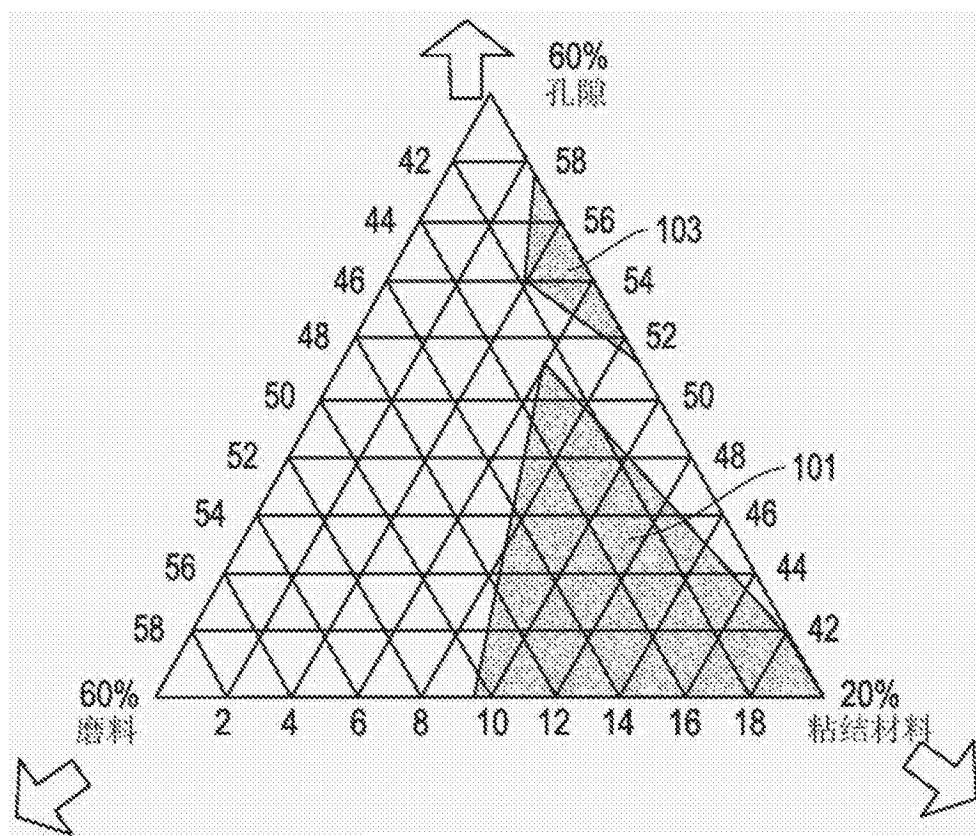


图1

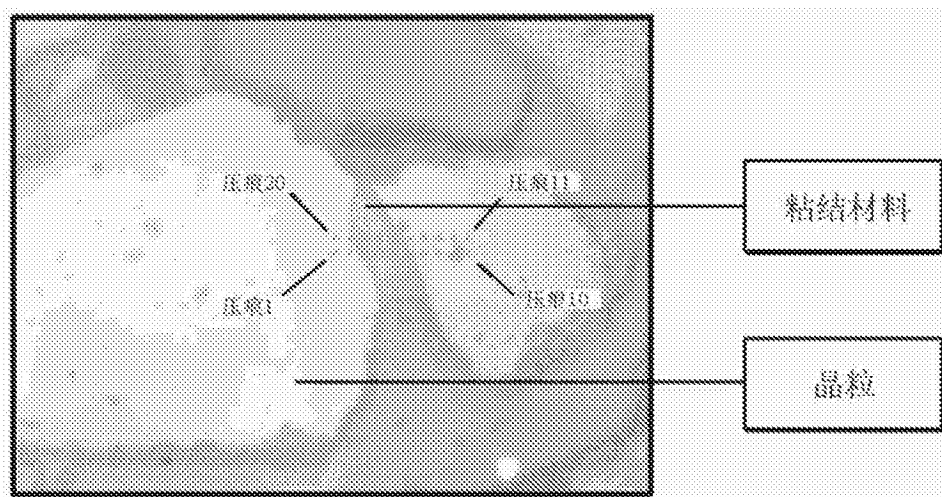


图2

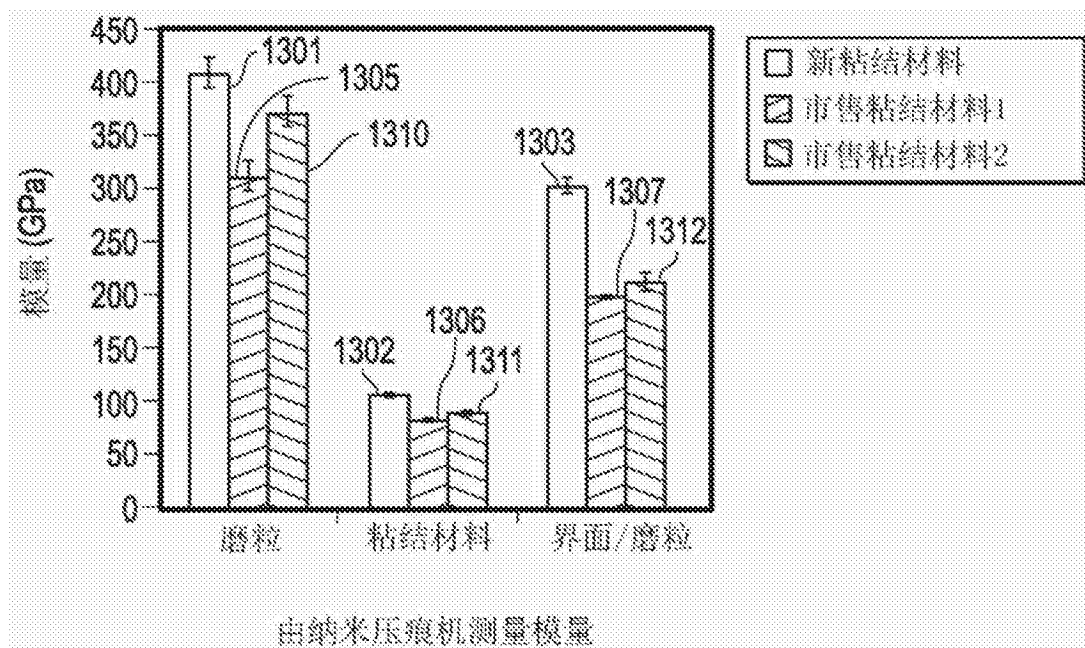


图3

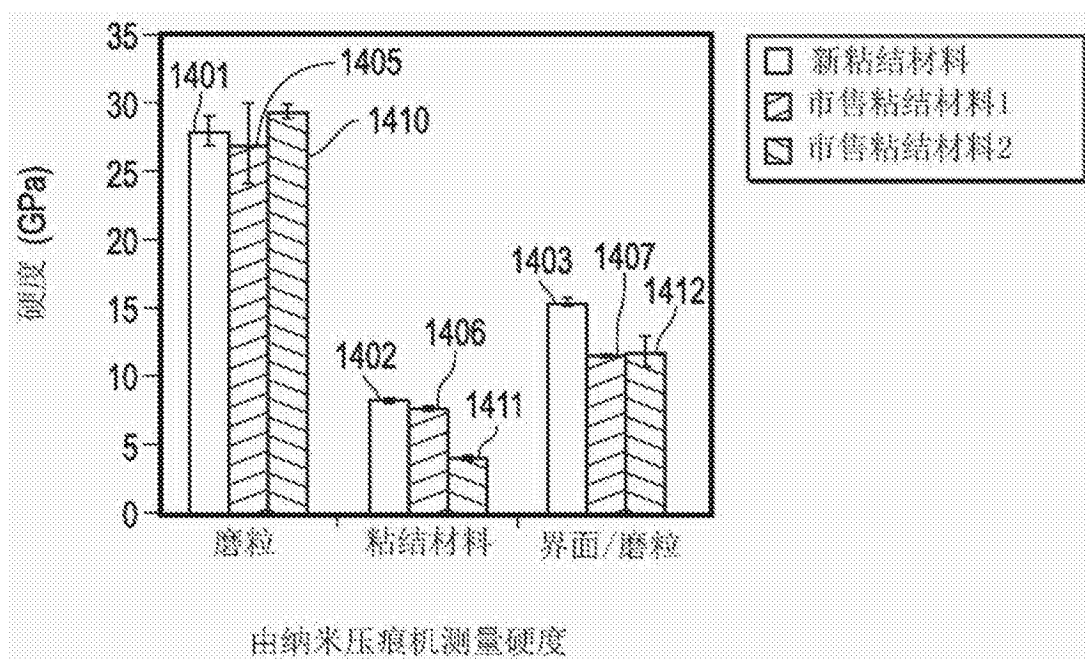


图4

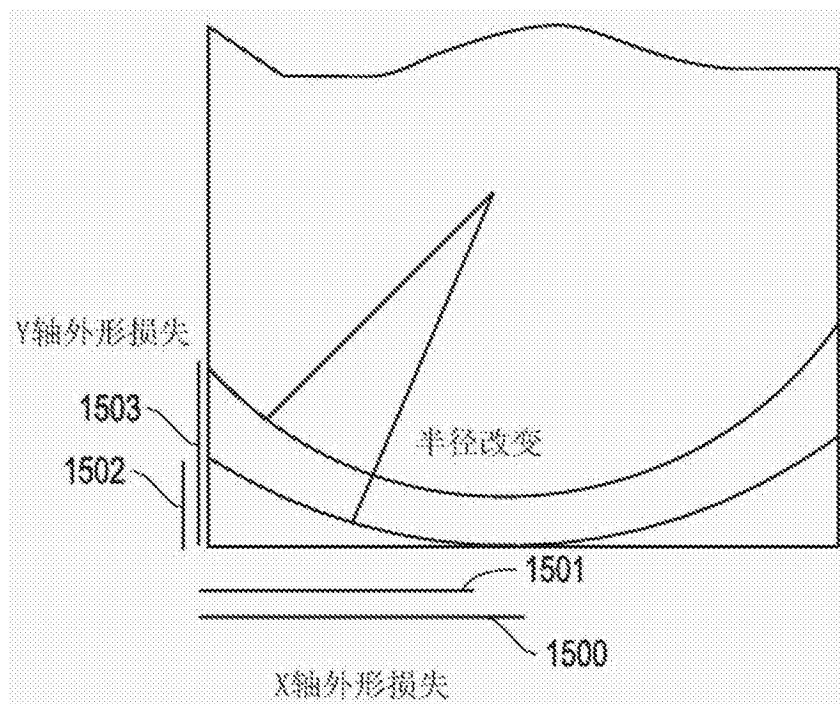


图5

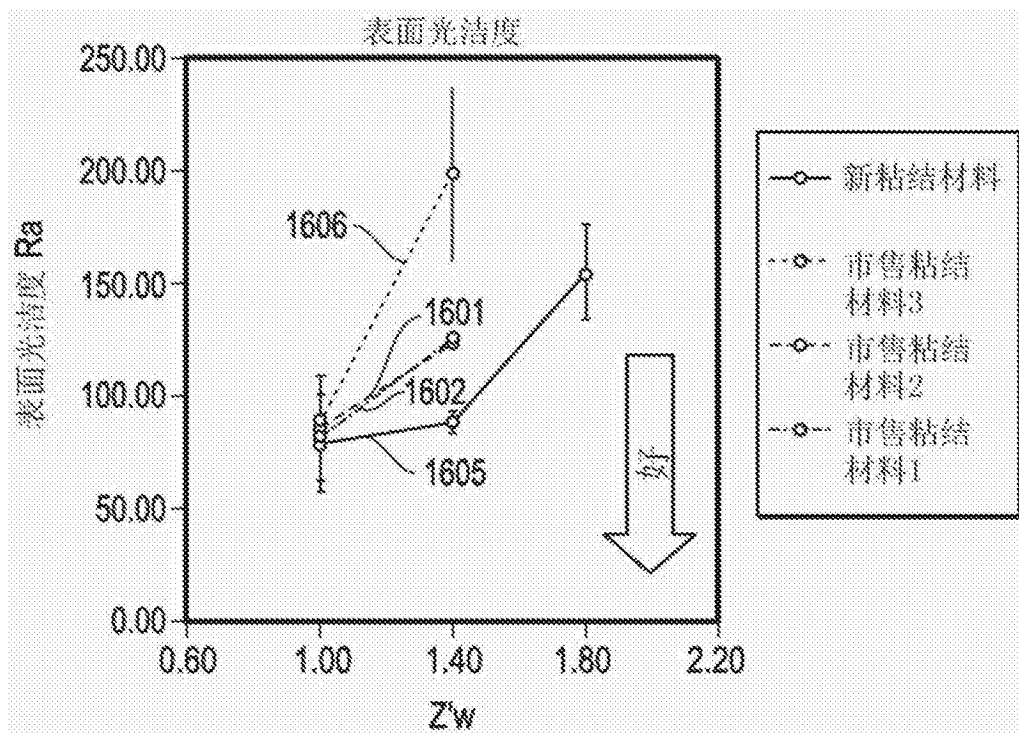


图6

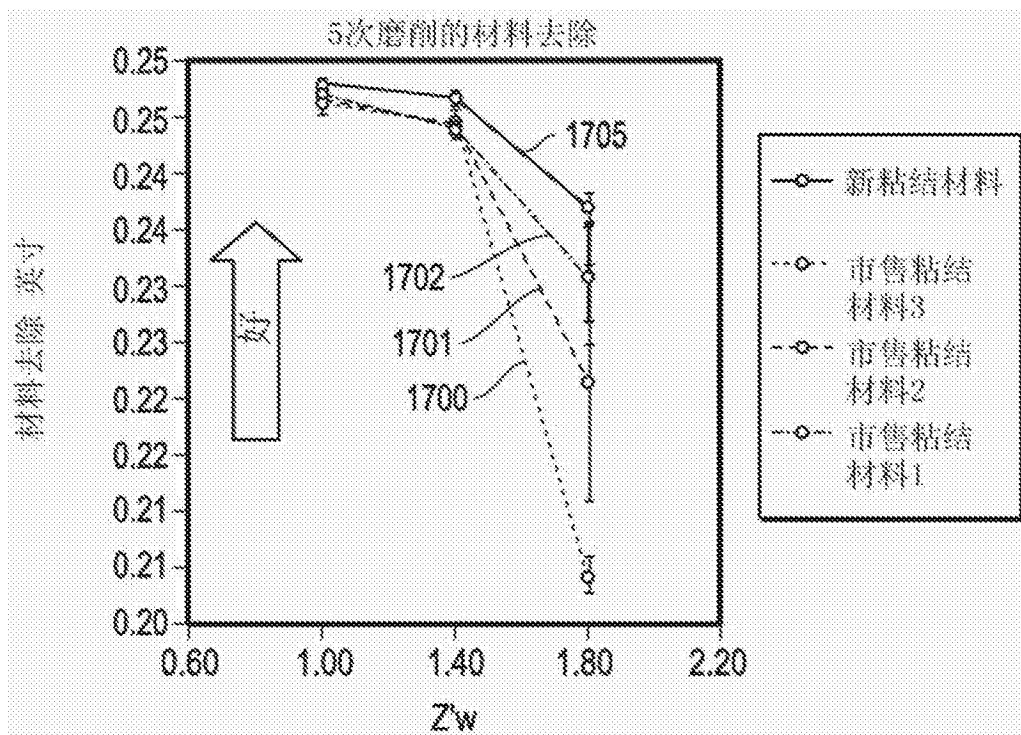


图7

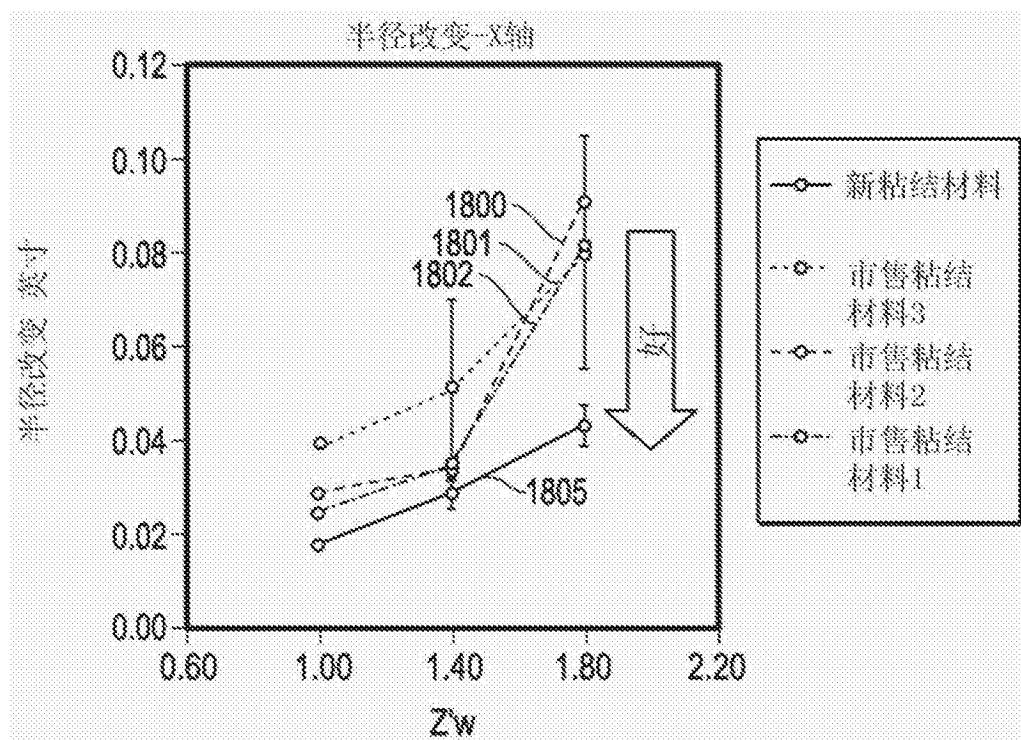


图8

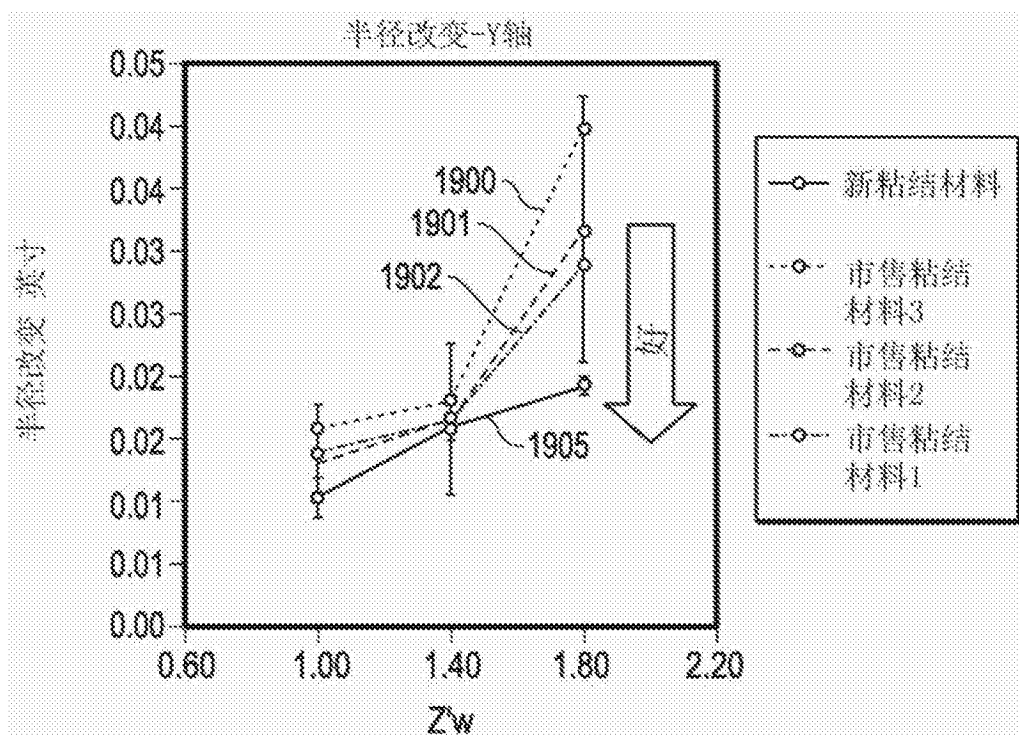


图9

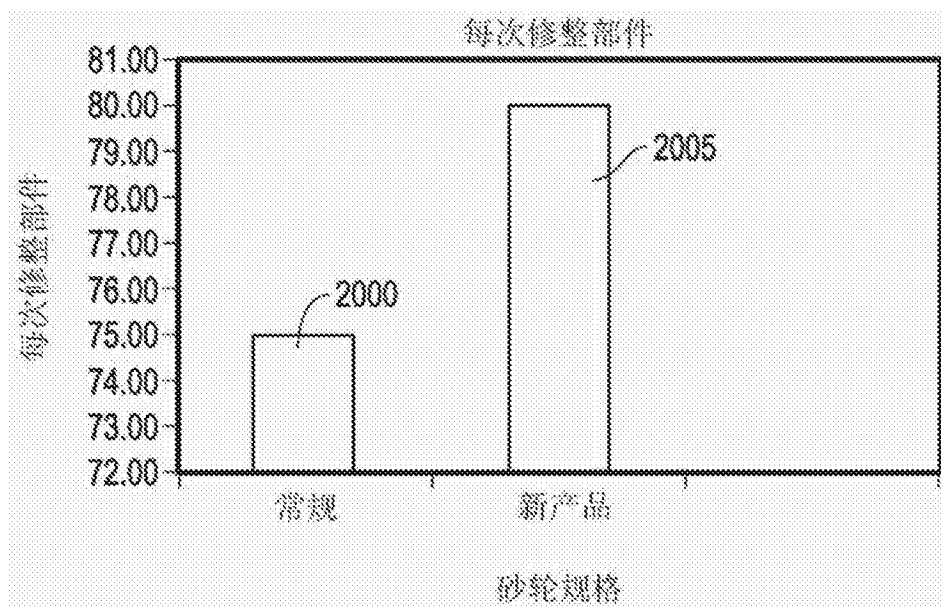


图10

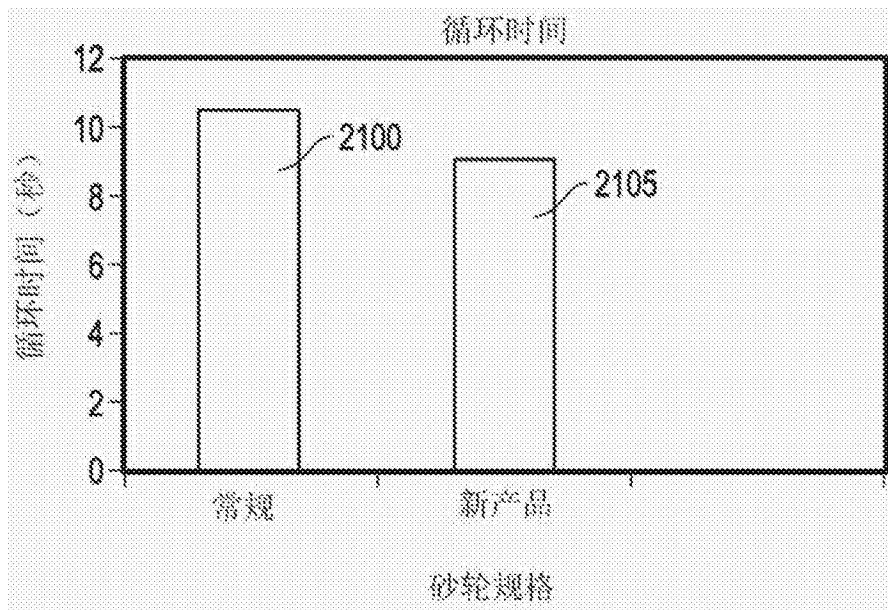


图11