



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101450463 B

(45) 授权公告日 2011. 01. 05

(21) 申请号 200910042460. X

(22) 申请日 2009. 01. 09

(73) 专利权人 湖南大学

地址 410082 湖南省长沙市岳麓区岳麓山麓山南路 2 号

(72) 发明人 吕冰海 袁巨龙 熊万里 邓朝晖 戴勇

(74) 专利代理机构 长沙市融智专利事务所 43114

代理人 颜勇

(51) Int. Cl.

B24D 3/00(2006. 01)

B24D 3/10(2006. 01)

B24D 3/04(2006. 01)

B24D 3/32(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1923463 A, 2007. 03. 07, 全文.

CN 1646267 A, 2005. 07. 27, 全文.

JP 2004-31772 A, 2004. 01. 29, 全文.

CN 1368912 A, 2002. 09. 11, 摘要、权利要求 1-9、说明书第 3 页第 28 行至第 7 页第 20 行.

JP 2000-271870 A, 2000. 10. 03, 全文.

CN 1762660 A, 2006. 04. 26, 全文.

段明扬等. 电解修整青铜结合剂金刚石砂轮的研究. 机械制造. 1995, (7), 28-30.

张春河等. 在线连续电解修整磨削工艺. 新技术新工艺. 1994, (4), 21-22.

王续跃等. 青铜结合剂金刚石砂轮激光修锐试验研究. 大连理工大学学报. 2007, 47(6), 824-828.

审查员 陈华

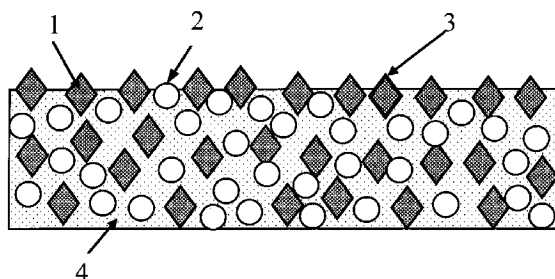
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种孔隙自生成超硬磨料磨具的修整方法

(57) 摘要

本发明公开了一种孔隙自生成超硬磨料磨具及其修整方法。所述的磨具至少由磨粒、结合剂、“可溶”填充剂组成。在所述孔隙自生成超硬磨料磨具结合剂中添加可溶于特定溶剂的“可溶”填充剂，并根据需要可在所述超硬磨粒表层涂覆一层所述“可溶”填充剂，所述“可溶”填充剂和所述结合剂一起对所述磨粒起到把持作用，保证磨具具有良好的强度。在所述磨具进行磨削加工过程中，当磨具表层磨粒钝化，需要修整时，可将所述的特定溶剂输送到磨具表面，溶解磨具表层的“可溶”填充剂，在结合剂间形成孔隙，起到降低结合剂结构强度和其对周围磨粒的把持力，使磨具表层磨粒容易脱落，从而起到自动修整磨具、露出新磨粒的目的。



CN 101450463 B

1. 一种孔隙自生成超硬磨料磨具的修整方法,其特征在于,所述的孔隙自生成超硬磨料磨具,包括超硬磨粒、起把持作用的结合剂以及可溶性填充剂;所述的超硬磨粒和可溶性填充剂分布在所述的结合剂中,通过溶剂溶解所述孔隙自生成超硬磨料磨具中的可溶性填充剂,以降低表层超硬磨粒所受到的把持力以及降低表层结合剂的结构强度而使得处于磨具外部的超硬磨粒脱落,并使原来处于磨具内部的超硬磨粒露出,实现磨具的修整。

2. 根据权利要求 1 所述的孔隙自生成超硬磨料磨具的修整方法,其特征在于,所述的溶剂为用于溶解金属 Zn 的 FeCl_3 溶液,或者为用于溶解氧化物的 NaOH 溶液,或者为用于溶解水性聚乙烯醇合成树脂的水。

一种孔隙自生成超硬磨料磨具的修整方法

技术领域

[0001] 本发明涉及精密和超精密磨削加工领域,特别是一种能够在加工过程中,在磨具表层生成孔隙的孔隙自生成超硬磨料磨具及其修整方法。

背景技术

[0002] 目前,使用超硬磨料砂轮(金刚石砂轮、CBN 砂轮)磨削加工是硬脆难加工材料获得高精度的高效加工方法。但在超硬磨料磨具多年的生产应用中,也暴露出其自身固有的缺陷,主要表现在:非金属结合剂超硬砂轮对磨粒把持力低、易脱落、耐用度较差、加工成本高;金属结合剂超硬砂轮难修整,磨粒出刃难、出刃后出露度难以保持。另一方面,由于结合剂密实,砂轮表面容易堵塞(容屑空间小),易造成工件表面烧伤等表面损伤问题,影响工件的加工质量。容屑空间及其保持性已成为制作超细磨粒砂轮的主要难题之一。因此,对于超硬磨料砂轮的超精密加工而言,提高结合剂对磨粒的把持力,从而提高磨具的精度保持性和耐用度,和提高磨具的可修整性从而提高磨削效率、防止表面损伤是一对矛盾,研究一种能化解这对矛盾,应用于大批量生产的可实现高一一致性、低损伤、低成本的超硬微细磨料磨具精密高效加工技术显得的极为迫切。

[0003] 针对树脂结合剂砂轮磨粒把持力弱的问题,在磨粒表面镀上活性金属,通过活性金属与磨料和结合剂的化学反应与扩散作用,提高结合剂对磨料的把持力,诞生了镀铍砂轮。但镀铍砂轮中活性元素主要通过纯固态或半固态的反应与磨粒结合,结合强度无法与金属结合剂砂轮相比。

[0004] 为解决磨粒出刃难的问题,将孔隙结构引入金属胚体产生了多孔金属结合剂砂轮。多孔金属结合剂金刚石砂轮虽然具有陶瓷结合剂超硬磨料砂轮易修整的特点,但以牺牲结合强度为代价。

[0005] 针对金属结合剂砂轮难修整的问题,出现了以电解在线修整(Electronic in-process dressing, ELID)为代表的砂轮修整方法。但以上这些砂轮修整方法,往往需要复杂的修整设备。一般来说,ELID 磨削中氧化膜的厚度在几十微米到几百微米之间,对于细粒度的超硬磨料磨削来说,磨料粒度 $< 4\mu\text{m}$,磨粒的出刃高度不会高于粒度的 $3/5$,以6000#砂轮来计,出刃高度不会高于 $2\mu\text{m}$ 。由于砂轮上覆盖的氧化膜厚度远大于磨粒的出刃高度,使砂轮表层磨料在磨削中不可能直接与工件接触。对于微米、亚微米级的微细磨料砂轮而言,几十微米厚度的氧化膜层内就包含了数量众多的磨料。由于氧化层的强度要大大低于结合剂基体的强度,很容易在磨削过程中,受到工件与砂轮之间的摩擦力、离心力等作用而被去除,将有相当一部分磨料在还未对工件产生的切削作用(发生磨损)之前就脱离了砂轮,增加的砂轮的无效损耗。

[0006] 综上所述,目前超硬磨料磨具磨削加工虽然能够实现很高的材料去除率,但由于金属结合剂磨具密实,很难修整,容易造成工件烧伤等问题,影响加工质量;陶瓷结合剂磨具、多孔砂轮等虽然能有效的解决容屑空间等问题,但砂轮本身强度低,加工结构陶瓷等难加工材料时磨耗比大,提高了加工成本。ELID 技术能够很好的解决砂轮的在线修整问题,但

往往会造成超微细超硬磨料砂轮的无效损耗,增加生产成本。

[0007] 因此,对于结构陶瓷、光学玻璃、光学晶体等难加工材料的超精密加工而言,增强磨具强度、降低磨具损耗与提高磨具的可修整性是一对矛盾,为了化解这对矛盾、研究可用于大批量生产的可实现高一一致性、低损伤、低成本的精密高效的超硬磨料磨具及其相应的修整方法显得极为迫切。

发明内容

[0008] 本发明的目的是提出了一种孔隙自生成超硬磨料磨具及其修整方法,以解决一般超硬磨料磨具增强对磨粒的把持力、降低磨具损耗和提高磨具的可修整性、减少表面损伤、提高加工效率的矛盾。

[0009] 本发明的技术解决方案如下:

[0010] 一种孔隙自生成超硬磨料磨具,其特征在于,包括超硬磨粒、起把持作用的结合剂以及“可溶”填充剂;所述的超硬磨粒和“可溶”填充剂分布在所述的结合剂中。

[0011] 作为改进,部分或全部所述的超硬磨粒表层涂覆有一层所述的“可溶”填充剂。

[0012] 所述的超硬磨粒为金刚石或氮化硼磨粒。

[0013] 一种情况,所述的超硬磨粒为金刚石超硬磨料,所述的结合剂为青铜结合剂或铸铁结合剂,所述的“可溶”填充剂为金属 Zn。

[0014] 所述的金刚石超硬磨料的磨粒粒度为 W0.5-W40;所述的金刚石超硬磨料的浓度为 100% -150%;所述的金属 Zn 的添加量为金刚石磨料重量的 20% -100%。

[0015] 超硬磨料(主要是指金刚石和立方氮化硼)磨具中磨料的含量用浓度表示,它是指磨料层中每 1cm³ 体积中所含超硬磨料的重量(所含超硬磨料的重量与浓度代号有一定的对应关系,如金刚石磨料含量为 0.2233g/cm³,其质量浓度就为 25%,金刚石磨料的含量为 1.3398g/cm³,其质量浓度就为 150%),浓度越高,其含量越高。在选择浓度时,要根据磨具采用的形状、粒度、结合剂以及加工对象、磨削方法等因素来决定。

[0016] 另一种情况为,所述的超硬磨粒为金刚石超硬磨料,所述的结合剂为青铜结合剂或铸铁结合剂,所述的“可溶”填充剂为 SiO₂。

[0017] 所述的金刚石超硬磨料的磨粒粒度为 W0.5-W40,所述的金刚石超硬磨料的浓度为 100% -150%;所述的 SiO₂ 的添加量为金刚石磨料重量的 20% -100%。

[0018] 另外一种情况为:所述的超硬磨粒为金刚石超硬磨料,其磨料的磨粒粒度为 W0.5-W40;金刚石超硬磨料的浓度为 50% -75%;所述的结合剂为树脂结合剂,所述的“可溶”填充剂为水性聚乙烯醇合成树脂;所述的水性聚乙烯醇合成树脂的添加量为金刚石磨料重量的 50% -100%。

[0019] 一种孔隙自生成超硬磨料磨具的修整方法,其特征在于,对于前述的孔隙自生成超硬磨料磨具,通过溶剂溶解所述孔隙自生成超硬磨料磨具中的可溶性填充剂,以降低表层超硬磨粒所受到的把持力以及降低表层结合剂的结构强度而使得处于磨具外部的超硬磨粒脱落,并使原来处于磨具内部的超硬磨粒露出,实现磨具的修整。

[0020] 所述的溶剂为用于溶解金属 Zn 的 FeCl₃ 溶液,或者为用于溶解氧化物的 NaOH 溶液,或者为用于溶解水性聚乙烯醇合成树脂的水。

[0021] 本发明的原理是:孔隙自生成超硬磨料磨具至少由磨粒(特别是超硬磨料,如金

刚石、氮化硼等)、结合剂、“可溶”填充剂组成。在其修整过程还需可溶解“可溶”填充剂的溶剂及配套设施。在所述孔隙自生成超硬磨料磨具结合剂中添加可溶于特定溶剂的“可溶”填充剂,并根据需要可在所述超硬磨粒表层涂覆一层所述“可溶”填充剂。在所述磨具进行磨削加工过程中,当磨具表层磨粒钝化,需要修整时,可将所述的特定溶剂输送到磨具表面,溶解磨具表层的“可溶”填充剂,在结合剂间形成孔隙,起到降低结合剂结构强度和其对周围磨粒的把持力,使磨具表层磨粒容易脱落,从而起到自动修整磨具、露出新磨粒的目的。同时,生成的空隙可以增加磨具表层的容屑空间,起到输送磨削液和排除磨屑的作用。通过调整所述溶剂的流量、浓度(或温度)和释放频率,可以控制所述“可溶”填充剂的溶解速率,从而控制磨具的修整速度;通过控制所述“可溶”填充剂颗粒本身直径的大小和在结合剂中所占的比例可以控制砂轮的强度和产生的容屑空间大小。

[0022] 一种孔隙自生成超硬磨具及其修整方法,所述的磨具至少由磨粒(特别是超硬磨料,如金刚石、氮化硼等)、结合剂、“可溶”填充剂组成。在其修整过程还需可溶解“可溶”填充剂的溶剂及配套设施。在磨具使用和修整时,在砂轮表面注入一种所述溶剂,“溶解”所述“可溶”填充剂,使磨具表层形成空隙,达到降低磨具对表层磨料的把持力,使钝化的磨粒容易脱落,露出新的磨粒,实现磨具自锐的效果。同时,生成的空隙可以增加磨具表层的容屑空间,起到输送磨削液和排除磨屑的作用。

[0023] 磨具的组成结构:

[0024] 作为优选的一种方案:所述的磨具至少由磨粒(特别是超硬磨料,如金刚石、氮化硼等)、结合剂、“可溶”填充剂组成。在孔隙自生成超硬磨料磨具结合剂中添加可溶于特定溶剂的“可溶”填充剂,结合剂对磨粒起到把持作用,保证磨具对磨粒具有良好的把持力,“可溶”填充剂作为结构加强成分,从而提高磨具的精度保持性和耐用度。

[0025] 作为优选的另一种方案:所述的磨具至少由磨粒(特别是超硬磨料,如金刚石、氮化硼等)、结合剂、“可溶”填充剂组成。在孔隙自生成磨具结合剂中添加可溶于特定溶剂的“可溶”填充剂,并在磨粒表层镀覆一层“可溶”填充剂,该填充剂和结合剂共同对磨粒起到把持作用,保证磨具对磨粒具有良好的把持力,从而提高磨具的精度保持性和耐用度。

[0026] 磨具修整:

[0027] 作为优选的一种方案:采用在线修整技术,即在磨削加工过程中,当磨具表层磨粒钝化,需要修整时,可将所述的特定“溶剂”输送到磨具表面,溶解磨具表层的“可溶”填充剂,在结合剂间形成孔隙,起到降低结合剂结构强度和其对周围磨粒的把持力,使磨具表层磨粒容易脱落。表层钝化的磨粒在与工件之间摩擦力、磨削力等力度作用下从磨具表面脱落,从而起到自动修整磨具、露出新磨粒的目的,实现磨具的在线修整。同时,生成的空隙可以增加磨具表层的容屑空间,起到输送磨削液和排除磨屑的作用。磨削过程中产生的磨削热量可以促进“可溶”填充剂在“溶剂”中的溶解。

[0028] 可通过调整所述溶剂的流量、浓度(或温度)和释放频率,可以控制所述“可溶”填充剂的溶解速率,从而控制磨具的修整速度。

[0029] 可通过控制所述“可溶”填充剂颗粒本身直径的大小和在结合剂中所占的比例可以控制砂轮的强度和可产生的容屑空间大小。

[0030] 作为优选的另一种方案:采用离线修整方法。当所述磨具表层磨粒在加工过程中磨损、钝化,需要修整时,将磨具安装到专门的磨具修整台上,将所述的特定“溶剂”输送到

磨具表面,溶解磨具表层的“可溶”填充剂,起到降低结合剂结构强度和其对周围磨粒的把持力。磨具表层在修整器(如金刚石笔、砂轮块等)的作用脱离磨具基体,露出新的磨粒,并形成容屑空间,达到修整砂轮的目的。

[0031] 采用这一方案时,可以根据需要定时对砂轮进行修整。

[0032] 本发明的优点与效果:

[0033] 1) 从目前国内外的各种研究报道来看,尚未发现有人提出通过“修整”填充剂的方法达到降低结合剂对磨粒的把持力、在磨具表面生成孔隙,从而达到修整磨具的方法;

[0034] 2) 可以使用金属结合剂,保证了结合剂对磨粒具有良好的把持力,使磨具具有良好的耐用度和精度保持性;

[0035] 3) 通过对填充剂的“修整”,达到在磨具表面生产孔隙、进行磨具修整,并形成足够容屑空间,使磨具具有易修整的特点;

[0036] 4) 生产方法简单,基本上不用改变原有砂轮的制作方法。

[0037] 5) 修整过程不需电装置等附加设备,几乎无需对现有的磨床进行任何改造,就可以应用所述磨具进行加工。

[0038] 6) 可以实现对硬脆性难加工材料的高效、低损伤的超精密加工。对于结构陶瓷、光学玻璃和光学晶体等硬脆难加工材料的加工,该磨具具有比传统金属结合剂超硬磨具有更高的加工效率,采用超细超硬磨料时,表面加工质量甚至可以达到抛光的水平。

[0039] 7) 磨具修整过程中需要磨削过程,而磨削过程本身又可以促进修整,这两个过程互相配合,互相支持:磨削过程中产生的磨削热量可以促进“可溶”填充剂在“溶剂”中的溶解。

[0040] 8) 修整磨具的过程可控:可通过调整所述溶剂的流量、浓度(或温度)和释放频率,可以控制所述“可溶”填充剂的溶解速率,从而控制磨具的修整速度。

附图说明

[0041] 图1孔隙自生成超硬磨料磨具结构示意图;

[0042] 图2孔隙自生成超硬磨料磨具修整过程示意图。其中:

[0043] a) 溶剂进入磨具表面与填充剂发生物化反应;

[0044] b) 处于表层的填充剂被溶解形成孔隙;

[0045] c) 磨粒周围孔隙增加,把持力减弱磨粒脱落;

[0046] d) 结合剂结构强度下降,破碎,新的磨粒露出。

[0047] 图2中的A、B、C所指示的3个过程如下:

[0048] A- 磨具表面填充剂溶解形成空隙;

[0049] B- 磨粒表面的填充剂溶解,磨粒脱落;

[0050] C- 新的磨粒不断露出。

[0051] 图中标号说明:1- 超硬磨料磨粒,2- 结合剂中“可溶”填充剂,3- 镀覆于磨粒表层的“可溶”填充剂,4- 结合剂,5- 溶剂,6- 钝化磨粒。

具体实施方式

[0052] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步的说明。

[0053] 一种孔隙自生成磨具及其修整方法,所述的孔隙自生成磨具(参照图1)至少由超硬磨料磨粒1、结合剂4、结合剂中“可溶”填充剂2以及镀覆于磨粒表层的“可溶”填充剂3组成。在所述的修整方法中还需包括外加溶剂及加工配套设施。在磨具制作时,在所述孔隙自生成磨具的结合剂4中添加可溶于特定溶剂的所述“可溶”填充剂2,并在所述磨粒表层镀覆一层所述“可溶”填充剂3,所述结合剂中“可溶”填充剂2与镀覆于磨粒表层的“可溶”填充剂3和所述结合剂4一起对所述磨粒起到把持作用,保证孔隙自生成磨具具有良好的强度。

[0054] 根据加工材料的性能,在以上磨具制作中也可以是以下形式:在所述孔隙自生成磨具的结合剂4中添加可溶于特定溶剂的所述“可溶”填充剂2或者在所述磨粒表层镀覆一层所述“可溶”填充剂3,所述结合剂中“可溶”填充剂2或镀覆于磨粒表层的“可溶”填充剂3和结合剂对磨粒起到把持作用,保证孔隙自生成磨具具有良好的强度。

[0055] 在所述孔隙自生成磨具加工过程中采用在线修整技术,即当磨具表层所述磨粒1钝化而需要修整时,通过特定的所述溶剂“溶解”磨具表层及磨粒1周围的结合剂中“可溶”填充剂2与镀覆于磨粒表层的“可溶”填充剂3,在结合剂4间形成孔隙,起到降低结合剂4结构强度和其对周围磨粒1的把持力,使磨具表层磨粒容易脱落,起到自动修整磨具、露出新磨粒,以及形成容屑空间的目的,实现磨具的在线修整。在线修整是指边加工边修整,也就是在加工过程中,不把磨具从机床上拿下来,在加工工件的同时,采用一定的修整方法对磨具进行修整,从而保证磨具始终具有良好的加工性能。

[0056] 修整过程可参照图2。

[0057] 可通过调整加工过程中磨具的修整频率及修整过程中所述溶剂的浓度、温度及流量控制所述结合剂中“可溶”填充剂2与镀覆于磨粒表层的“可溶”填充剂3的溶解速率,从而控制磨具的修整速度。通过控制结合剂中“可溶”填充剂2颗粒本身直径的大小和数量可以控制砂轮的容屑空间,通过控制镀覆于磨粒表层的“可溶”填充剂3颗粒本身直径的大小和数量可以控制砂轮的硬度和容屑空间。

[0058] 如上的修整过程同样适合于所述孔隙自生成超硬磨料磨具的离线修整。

[0059] 离线修整是指,在加工过程中不对磨具进行修整,在磨具加工一段时间后,磨具加工性能下降,再将砂轮从机床上取下,在特定的修整设备上对砂轮进行修整。离线修整的优点是能获得较好的修整精度,缺点是拆装麻烦。

[0060] 实施例1

[0061] 本实施例采用金刚石超硬磨料(磨粒粒度W0.5-W40)、青铜结合剂(或铸铁结合剂)、“可溶”填充剂选择典型的金属材料—金属Zn,溶剂选择 FeCl_3 溶液。金刚石超硬磨料浓度在100% -150%。结合剂中添加可溶性填充剂金属Zn,添加量重为金刚石磨料重量的20% -100%, FeCl_3 溶液浓度为5% -30%。同时,可以根据需要,采用真空镀覆技术,在金刚石表层涂覆金属锌。

[0062] 修整时,在加工区域注入 FeCl_3 溶液。由于磨具对工件的磨削作用,磨粒周围及磨具表层的“可溶”填充剂——Zn将暴露出来。由于Zn比Fe活泼,Zn会和 FeCl_3 溶液发生置换反应,使Zn溶解于 FeCl_3 溶液中,析出的Fe附着在模具表面,但结合力很低,在离心力和磨削力等外力的作用下,很容易被甩离表面。Zn溶解后,可在磨具表面形成空隙,降低了结合剂对磨粒的把持力以及结合剂的结构强度,从而使钝化后的金刚石磨粒很容易在磨削

力的作用下脱离磨具表面,起到修整磨具,露出新磨粒的作用。同时,在磨具表面形成容屑空间。

[0063] 可通过调整加工过程中磨具的修整频率,及修整过程中 FeCl_3 溶液的浓度、温度、流量控制所述填充剂 Zn 的溶解速率,从而控制磨具的修整速度。通过控制填充剂 Zn 颗粒本身直径的大小和数量可以控制砂轮的硬度和容屑空间的大小。

[0064] 实施例 2

[0065] 本实施例采用金刚石超硬磨料(磨粒粒度 W0.5-W40)、青铜结合剂(或铸铁结合剂)、“可溶”填充剂选择氧化物—二氧化硅 SiO_2 ,溶剂选择 NaOH 溶液。金刚石超硬磨料浓度在 100% -150%。结合剂中添加可溶性填充剂 SiO_2 ,添加量为金刚石磨料重量的 20% -100%,NaOH 溶液 pH 值约为 8-9。

[0066] 修整时,在加工区域注入热的 NaOH 溶液。由于磨具对工件的磨削作用,磨粒周围及磨具表层的“可溶”填充剂—— SiO_2 将暴露出来。由于 SiO_2 和 NaOH 溶液发生反应,使 SiO_2 溶解于 NaOH 溶液中,在磨具表面形成空隙,降低了结合剂对磨粒的把持力,降低结合剂的结构强度,从而使钝化后的金刚石磨粒很容易在磨削力的作用下脱离磨具表面,起到修整磨具,露出新磨粒的作用。同时,在磨具表面形成容屑空间。

[0067] 可通过调整加工过程中磨具的修整频率,及修整过程中 NaOH 溶液的浓度、温度、流量来控制所述填充剂 SiO_2 的溶解速率,从而控制磨具的修整速度。通过控制填充剂 SiO_2 颗粒本身直径的大小和数量可以控制砂轮的硬度和容屑空间的大小。

[0068] 实施例 3

[0069] 本实施例采用金刚石超硬磨料(磨粒粒度 W0.5-W40)、传统的树脂结合剂(如酚醛树脂等)、“可溶”填充剂选择水性聚乙烯醇(PVA)合成树脂,溶剂选择水。金刚石超硬磨料浓度在 50% -75%。结合剂中添加可溶性填充剂 PVA 合成树脂,添加量重量为金刚石磨料重量的 50% -100%。

[0070] 在加工过程中在磨具表面不断注入冷却水,使磨具表面的 PVA 合成树脂溶解形成孔隙,以提高金刚石磨具的自锐性能,获得了良好的加工效果。可通过调整加工过程中磨具的修整频率,及修整过程中水的温度和流量控制所述填充剂 PVA 的溶解速率,从而控制磨具的修整速度。

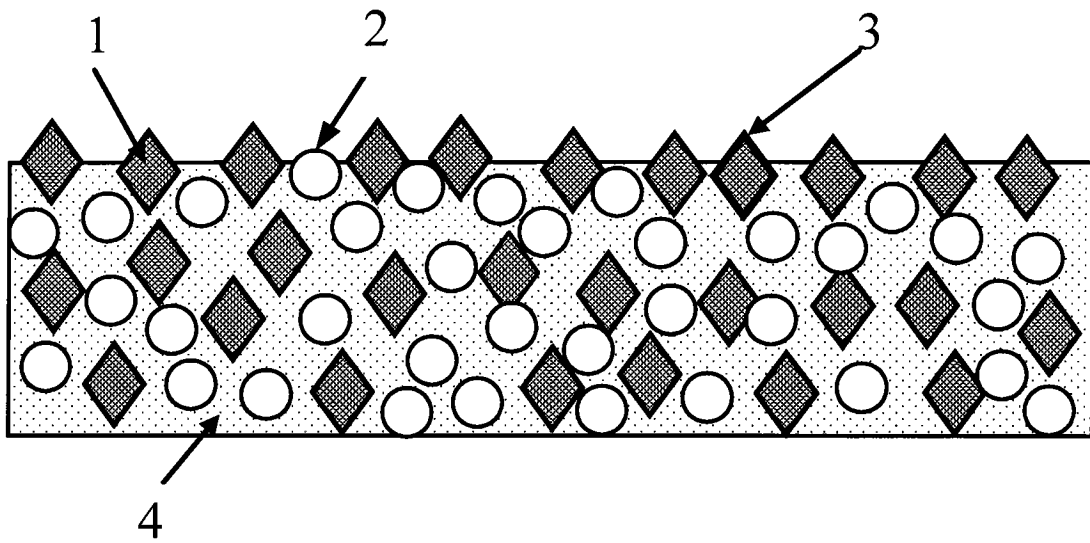
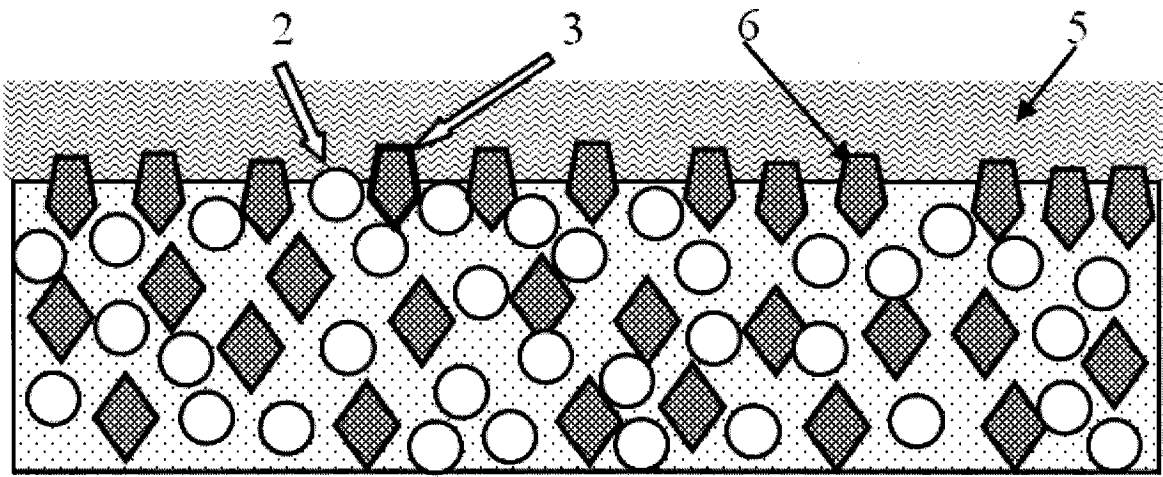


图 1



a)

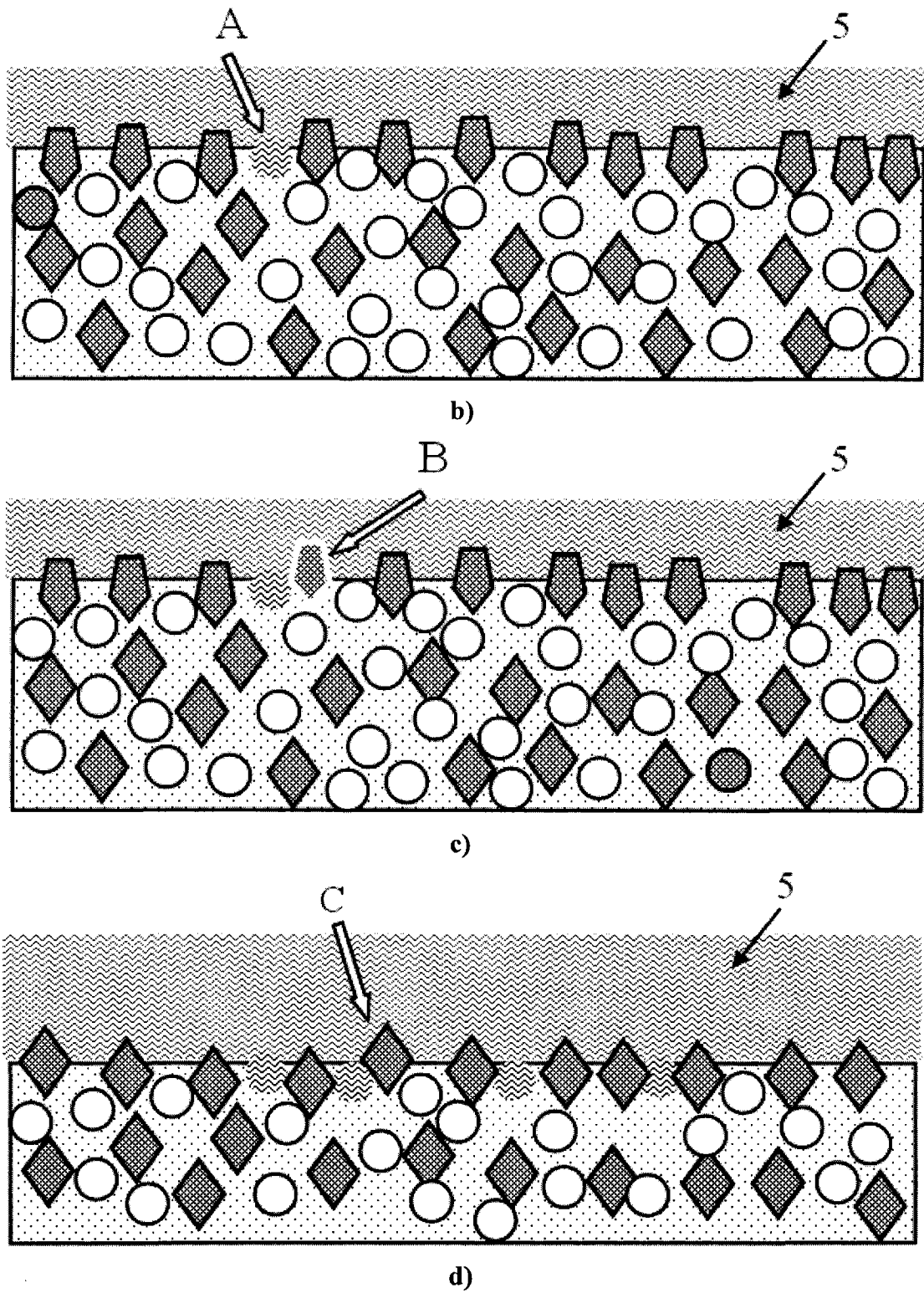


图 2