



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113814799 A

(43) 申请公布日 2021.12.21

(21) 申请号 202111066367.X

C09G 1/02 (2006.01)

(22) 申请日 2021.09.13

(71) 申请人 中国地质大学(北京)

地址 100000 北京市海淀区学院路29号

申请人 中国地质大学(北京)郑州研究院

(72) 发明人 余丁顺 关芮 高武龙 宋慧慧

岳文 王青青 康嘉杰 孟德忠

任小勇 朱丽娜 唐云龙 黄西娜

(74) 专利代理机构 北京优赛深闻知识产权代理

有限公司 16040

代理人 窦艳鹏

(51) Int. Cl.

B24B 1/00 (2006.01)

B24B 37/11 (2012.01)

B24B 37/27 (2012.01)

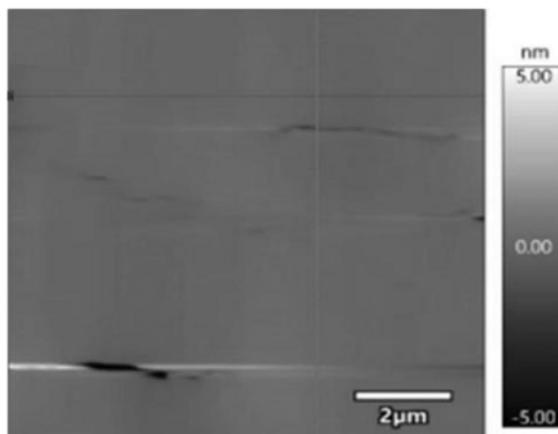
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种单晶金刚石低指数晶面的抛光方法

(57) 摘要

一种单晶金刚石低指数晶面的抛光方法,本发明涉及单晶金刚石低指数晶面的抛光领域。本发明要解决现有单一抛光工艺只对单一晶面进行抛光的技术问题。方法:采用“三步法”抛光工艺,综合了各种抛光技术的优点。解决了现有单一抛光工艺且只能对单一晶面进行抛光的缺点,提高了单晶金刚石的抛光效率及精度,同时也降低了对环境的污染。本发明用于单晶金刚石低指数晶面的抛光。



1. 一种单晶金刚石低指数晶面的抛光方法,其特征在于该方法具体步骤如下:

一、第一步抛光:采用金刚砂抛光盘,利用 $ZrO_2/Al_2O_3$ 纳米颗粒与去离子水的混合液,对单晶金刚石进行抛光,控制抛光时间为1~1.5h去除表面微凸体;

二、第二步抛光:更换抛光盘为聚氨酯抛光垫,并在抛光垫上涂覆 $CuO/Fe_2O_3$ 纳米颗粒,对步骤一处理的单晶金刚石表面继续进行抛光,控制抛光时间为0.5~1h;

三、第三步抛光:将去离子水加入聚氨酯抛光垫中,对步骤二处理的单晶金刚石表面继续进行抛光,控制抛光时间为0.1~0.5h,完成抛光。

2. 根据权利要求1所述一种单晶金刚石低指数晶面的抛光方法,其特征在于所述单晶金刚石低指数晶面为 $\{100\}$ 、 $\{110\}$ 和 $\{111\}$ 面。

3. 根据权利要求1所述一种单晶金刚石低指数晶面的抛光方法,其特征在于步骤一所述 $ZrO_2/Al_2O_3$ 纳米颗粒与去离子水的混合液中,去离子水、 $ZrO_2$ 纳米颗粒和 $Al_2O_3$ 纳米颗粒的质量比为1000:(0.05~1000):0.1。

4. 根据权利要求3所述一种单晶金刚石低指数晶面的抛光方法,其特征在于 $ZrO_2$ 纳米颗粒和 $Al_2O_3$ 纳米颗粒的均粒度为20~30nm。

5. 根据权利要求1所述一种单晶金刚石低指数晶面的抛光方法,其特征在于所述抛光盘和抛光垫的直径均为100~150mm。

6. 根据权利要求1所述一种单晶金刚石低指数晶面的抛光方法,其特征在于步骤二采用铁片将 $CuO/Fe_2O_3$ 纳米颗粒涂覆在抛光垫微孔内,每隔20min涂覆一次。

7. 根据权利要求1所述一种单晶金刚石低指数晶面的抛光方法,其特征在于步骤二所述 $CuO/Fe_2O_3$ 纳米颗粒中 $CuO$ 纳米颗粒和 $Fe_2O_3$ 纳米颗粒的质量比为1:1,且 $CuO$ 纳米颗粒和 $Fe_2O_3$ 纳米颗粒的均粒度为20~30nm。

8. 根据权利要求1所述一种单晶金刚石低指数晶面的抛光方法,其特征在于步骤三控制去离子水的流速为100~200mL/h。

9. 根据权利要求1所述一种单晶金刚石低指数晶面的抛光方法,其特征在于所述第一步抛光、第二步抛光和第三步抛光的工艺条件为:常温、空气条件下,抛光盘或抛光垫转速为600~1000r/min,施加载荷为0.5~1kg。

## 一种单晶金刚石低指数晶面的抛光方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及单晶金刚石低指数晶面的抛光领域。

### 背景技术

[0002] 单晶金刚石因高硬度、高导热、高导电等性能而被广泛应用于机械加工、电子电器工业及光学玻璃等领域；但是由于单晶金刚石断裂韧性差和各向异性显著，使金刚石的加工精度及效率都较低。

[0003] 单晶金刚石抛光技术已经发展了几个世纪，特别是，二十世纪五十年代以来，随着人造金刚石制备技术的快速发展和单晶金刚石在新领域的应用拓展。目前常用的抛光技术主要有机械抛光、化学机械抛光、热化学抛光、激光抛光、离子束抛光。在传统的机械抛光过程中，通过金刚石磨料和抛光轮抛光单晶金刚石的抛光效率低且抛光精度差；从材料学的角度来看，抛光精度及效率本质上与晶体取向和抛光面之间的关系。这就使得金刚石的成型和抛光需要多个耗时的加工步骤，这对于金刚石产品抛光的商业化生产是一个严峻的挑战。因此，开发适用于具有各向异性的单晶金刚石低指数晶面抛光方法，至关重要。

[0004] 然而，已有的抛光技术中大多都只能对单一晶面进行定向的抛光，其中机械抛光与化学机械抛光虽然对于设备成本要求低，但是精度与效率都较差；而新兴技术中（化学抛光、化学机械抛光、激光抛光、离子束抛光和反应离子刻蚀等）虽然可以对金刚石材料进行高效高精度的抛光，但是设备要求较高，加工环境及工件形状都有严格的要求。

### 发明内容

[0005] 本发明要解决现有单一抛光工艺只对单一晶面进行抛光的技术问题，而提供一种单晶金刚石低指数晶面的抛光方法。

[0006] 一种单晶金刚石低指数晶面的抛光方法，具体步骤如下：

[0007] 一、第一步抛光：采用金刚砂抛光盘，利用 $ZrO_2/Al_2O_3$ 纳米颗粒与去离子水的混合液，对单晶金刚石进行抛光，控制抛光时间为1~1.5h去除表面微凸体；

[0008] 二、第二步抛光：更换抛光盘为聚氨酯抛光垫，并在抛光垫上涂覆 $CuO/Fe_2O_3$ 纳米颗粒，对步骤一处理的单晶金刚石表面继续进行抛光，控制抛光时间为0.5~1h；

[0009] 三、第三步抛光：将去离子水加入聚氨酯抛光垫中，对步骤二处理的单晶金刚石表面继续进行抛光，控制抛光时间为0.1~0.5h，完成抛光。

[0010] 第一步抛光去除表面微凸体；第二步抛光通过金属氧化物纳米颗粒的催化作用，进一步提高表面平整化；第三步抛光去除残留损伤，实现表面高度光滑。

[0011] 本发明所述的抛光过程，单晶金刚石镶嵌在套筒里，套筒固定在夹具里，抛光时固定单个晶面与抛光盘接触。通过在不同阶段添加抛光剂 $ZrO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $CuO$ 和 $Fe_2O_3$ 纳米颗粒以及控制抛光盘材料，可以有效调控单晶金刚石化学机械抛光过程中，机械作用和化学作用的平衡，进而弱化各向异性对单晶金刚石低指数晶面抛光工艺的多样化需求，解决抛光过程中需要严格控制“晶面和抛光方向”的难题。

[0012] 单晶金刚石在抛光时,纳米颗粒对不同晶面的抛光速率和抛光精度影响不同,对三个晶面(100)、(110)和(111)进行试验,经验证四种不同纳米颗粒( $\text{CuO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ )对单晶金刚石进行抛光后,{100}面的去除率高,其次是{110}面、{111}面,其中{100}面抛光后表面质量最好。

[0013] 本发明的有益效果是:

[0014] 1.本发明解决了现有单一抛光工艺且只能对单一晶面进行抛光的缺点,提高了单晶金刚石的抛光效率及精度,同时也降低了对环境的污染;

[0015] 2.工艺方法简单易行,所用纳米金属氧化物颗粒可循环使用,降低了使用成本,同时提高了材料利用率。

[0016] 3.采用“三步法”抛光工艺,综合了各种抛光技术的优点。

[0017] 本发明用于单晶金刚石低指数晶面的抛光。

### 附图说明

[0018] 图1为实施例一单晶金刚石(100)面经三步法抛光后的原子力显微镜(AFM)图;

[0019] 图2为实施例一单晶金刚石(110)面经三步法抛光后的原子力显微镜(AFM)图;

[0020] 图3为实施例一单晶金刚石(111)面经三步法抛光后的原子力显微镜(AFM)图。

### 具体实施方式

[0021] 本发明技术方案不局限于以下所列举的具体实施方式,还包括各具体实施方式之间的任意组合。

[0022] 具体实施方式一:本实施方式一种单晶金刚石低指数晶面的抛光方法,具体步骤如下:

[0023] 一、第一步抛光:采用金刚砂抛光盘,利用 $\text{ZrO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 纳米颗粒与去离子水的混合液,对单晶金刚石进行抛光,控制抛光时间为1~1.5h去除表面微凸体;

[0024] 二、第二步抛光:更换抛光盘为聚氨酯抛光垫,并在抛光垫上涂覆 $\text{CuO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ 纳米颗粒,对步骤一处理的单晶金刚石表面继续进行抛光,控制抛光时间为0.5~1h;

[0025] 三、第三步抛光:将去离子水加入聚氨酯抛光垫中,对步骤二处理的单晶金刚石表面继续进行抛光,控制抛光时间为0.1~0.5h,完成抛光。

[0026] 具体实施方式二:本实施方式与具体实施方式一不同得是:所述单晶金刚石低指数晶面为{100}、{110}和{111}面。其它与具体实施方式一相同。

[0027] 具体实施方式三:本实施方式与具体实施方式一或二不同得是:步骤一所述 $\text{ZrO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 纳米颗粒与去离子水的混合液中,去离子水、 $\text{ZrO}_2$ 纳米颗粒和 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 纳米颗粒的质量比为1000:(0.05~1000):0.1。其它与具体实施方式一或二相同。

[0028] 具体实施方式四:本实施方式与具体实施方式一至三之一不同得是: $\text{ZrO}_2$ 纳米颗粒和 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 纳米颗粒的均粒度为20~30nm。其它与具体实施方式一至三之一相同。

[0029] 具体实施方式五:本实施方式与具体实施方式一至四之一不同得是:所述抛光盘和抛光垫的直径均为100~150mm。其它与具体实施方式一至四之一相同。

[0030] 具体实施方式六:本实施方式与具体实施方式一至五之一不同得是:步骤二采用铁片将 $\text{CuO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ 纳米颗粒涂覆在抛光垫微孔内,每隔20min涂覆一次。其它与具体实施方式

一至五之一相同。

[0031] 具体实施方式七：本实施方式与具体实施方式一至六之一不同得是：步骤二所述CuO/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>纳米颗粒中CuO纳米颗粒和Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>纳米颗粒的质量比为1:1，且CuO纳米颗粒和Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>纳米颗粒的均粒度为20~30nm。其它与具体实施方式一至六之一相同。

[0032] 具体实施方式八：本实施方式与具体实施方式一至七之一不同得是：步骤三控制去离子水的流速为100~200mL/h。其它与具体实施方式一至七之一相同。

[0033] 具体实施方式九：本实施方式与具体实施方式一至八之一不同得是：所述第一步抛光、第二步抛光和第三步抛光的工艺条件为：常温、空气条件下，抛光盘或抛光垫转速为600~1000r/min，施加载荷为0.5~1kg。其它与具体实施方式一至八之一相同。

[0034] 采用以下实施例验证本发明的有益效果：

[0035] 实施例一：

[0036] 本实施例一种单晶金刚石低指数晶面的抛光方法，具体步骤如下：

[0037] 一、第一步抛光：采用金刚砂抛光盘，利用ZrO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>纳米颗粒与去离子水的混合液，对单晶金刚石进行抛光，控制抛光时间为1h去除表面微凸体；

[0038] 二、第二步抛光：更换抛光盘为聚氨酯抛光垫，并在抛光垫上涂覆CuO/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>纳米颗粒，对步骤一处理的单晶金刚石表面继续进行抛光，控制抛光时间为0.5h；

[0039] 三、第三步抛光：将去离子水加入聚氨酯抛光垫中，对步骤二处理的单晶金刚石表面继续进行抛光，控制抛光时间为0.1h，完成抛光。

[0040] 步骤一所述ZrO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>纳米颗粒与去离子水的混合液中，去离子水、ZrO<sub>2</sub>纳米颗粒和Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>纳米颗粒的质量比为1000:0.05:0.1。

[0041] ZrO<sub>2</sub>纳米颗粒和Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>纳米颗粒的均粒度为20~30nm。

[0042] 所述抛光盘和抛光垫的直径均为100mm。

[0043] 步骤二采用铁片将CuO/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>纳米颗粒涂覆在抛光垫微孔内，每隔20min涂覆一次。

[0044] 步骤二所述CuO/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>纳米颗粒中CuO纳米颗粒和Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>纳米颗粒的质量比为1:1，且CuO纳米颗粒和Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>纳米颗粒的均粒度为20~30nm。

[0045] 步骤三控制去离子水的流速为100mL/h。

[0046] 所述第一步抛光、第二步抛光和第三步抛光的工艺条件为：常温、空气条件下，抛光盘或抛光垫转速为600r/min，施加载荷为0.5kg。

[0047] 本实施例抛光后使用原子力显微镜(AFM)观察样品表面形貌。同时测定样品表面粗糙度为1.4~2.0nm，通过计算可得抛光速率为300~500μm/h。

[0048] 通过上述实施例的产品性能对比分析，可明显得出，本发明所请求保护的技术方案范围内的配方和工艺方法所抛光的单晶金刚石表面，不仅抛光效率较高，同时表面质量也得到了提高。

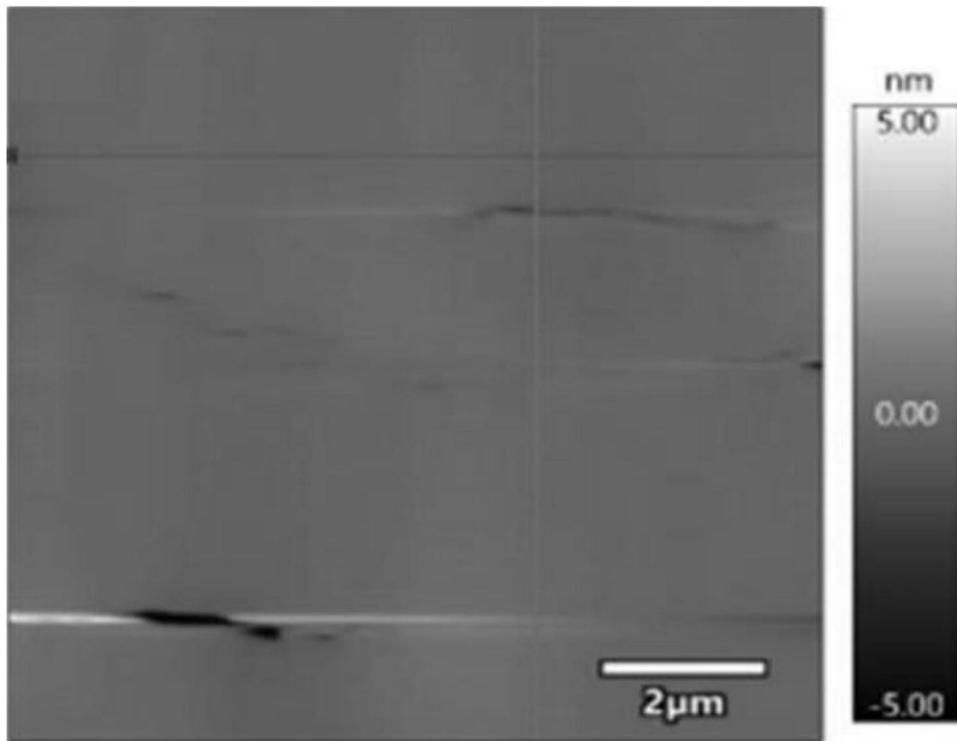


图1

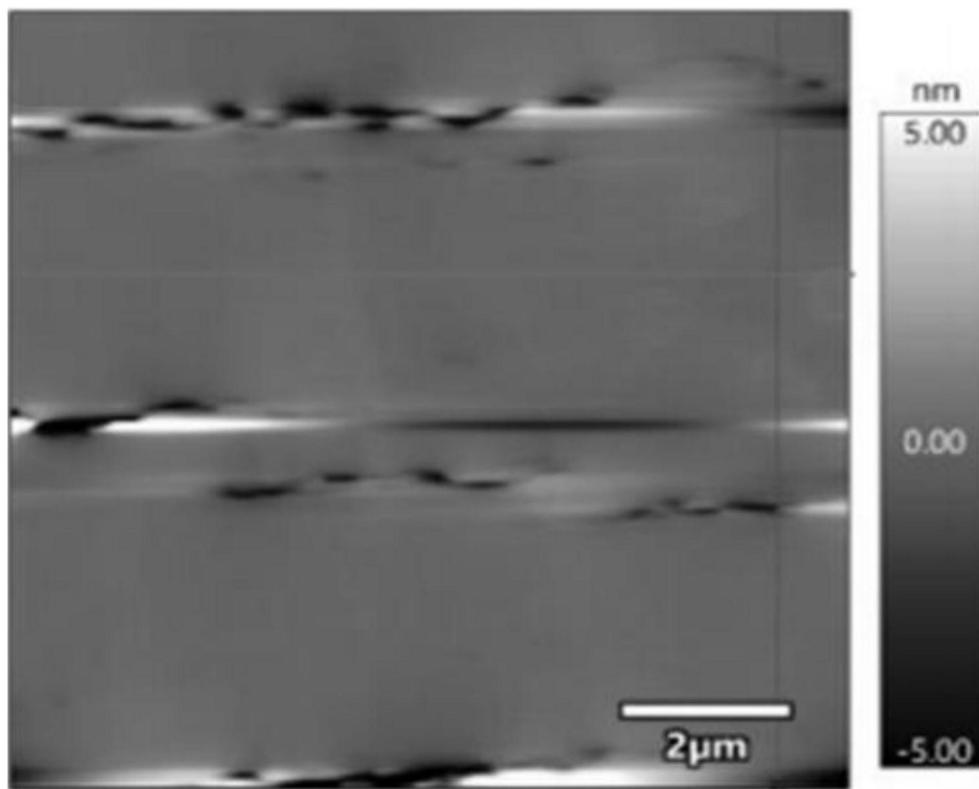


图2

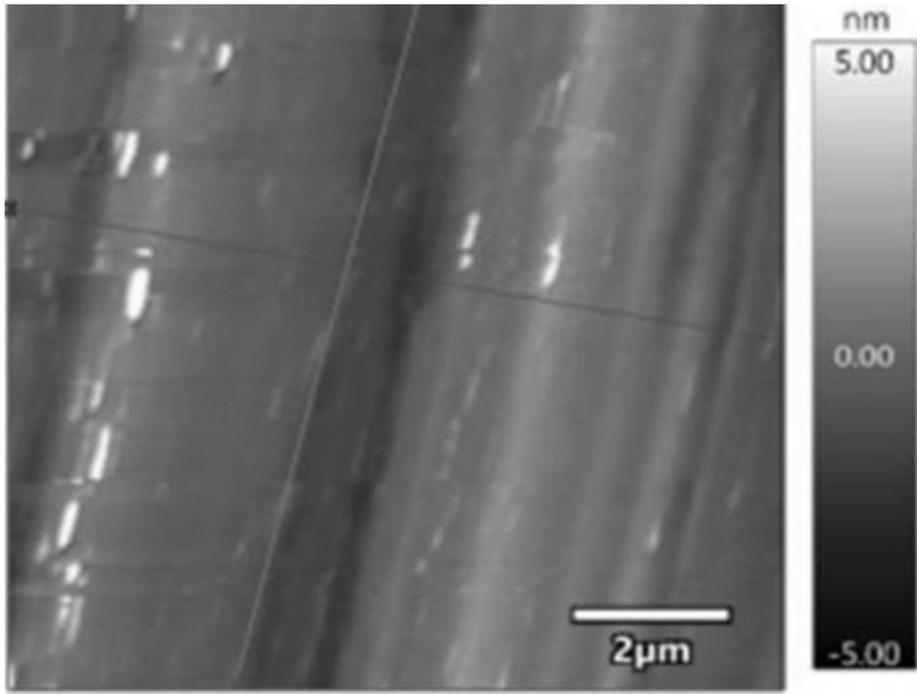


图3