

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2021年4月29日(29.04.2021)



(10) 国际公布号  
**WO 2021/078247 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
*B24B 19/22* (2006.01) *B24B 1/00* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2020/123172
- (22) 国际申请日: 2020年10月23日(23.10.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201911010812.3 2019年10月23日(23.10.2019) CN
- (71) 申请人: 华侨大学(HUAQIAO UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国福建省泉州市丰泽区城华北路269号, Fujian 362021 (CN)。
- (72) 发明人: 陆静(LU, Jing); 中国福建省厦门市集美区集美大道668号, Fujian 361000 (CN)。 徐西鹏(XU, Xipeng); 中国福建省厦门市集美区集美大道668号, Fujian 361000 (CN)。 王艳辉(WANG, Yanhui); 中国福建省厦门市集美区集美大道668号, Fujian 361000 (CN)。 罗求发(LUO, Qiufa); 中国福建省厦门市集美区集美大道668号, Fujian 361000 (CN)。 马忠强(MA, Zhongqiang); 中国福建省厦门市集美区集美大道668号, Fujian 361000 (CN)。

- (74) 代理人: 厦门市首创君合专利事务所有限有限公司(SHOUCHUANG JUNHE PATENT AGENT CO., LTD.XIAMEN); 中国福建省厦门市思明区软件园二期望海路23号之三606室, Fujian 361012 (CN)。
- (81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,

(54) Title: LARGE-SIZE SINGLE CRYSTAL DIAMOND GRINDING METHOD

(54) 发明名称: 一种大尺寸单晶金刚石的磨削方法

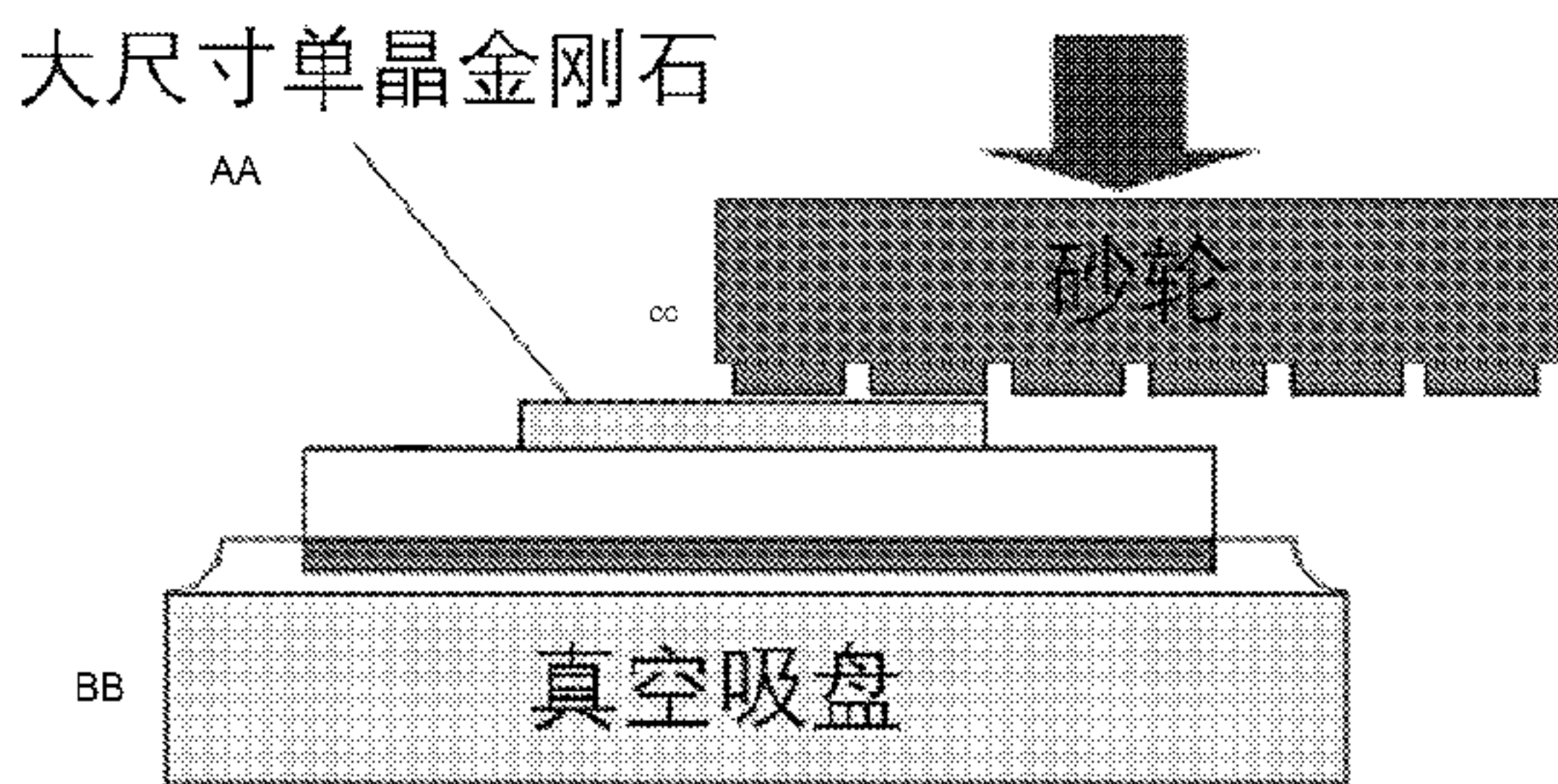


图1

AA Large-size single crystal diamond  
BB Vacuum suction cup  
CC Grinding wheel

(57) Abstract: Provided is large-size single crystal diamond grinding method, in which a carbide is generated by chemical reaction of carbon atoms and active abrasives of the large-size single crystal diamond under specific grinding conditions, and then the generated carbide is removed by using hard abrasives, to obtain high-efficiency and high-quality ground diamond surface. The grinding fluid is deionized water, has no pollution to the environment, and has a grinding speed much lower than that of dynamic friction processing. Different from the conventional diamond graphitization removal method, the grinding method can obtain the diamond surface with lower surface roughness, fewer cracks and shallower grooves, which can reduce the processing cost.

(57) 摘要: 一种大尺寸单晶金刚石的磨削方法, 利用大尺寸单晶金刚石的碳原子和活性磨料在特定的磨削条件下发生化学反应生成碳化物, 再以硬质磨料去除生成的碳化物, 实现高效高质量磨削金刚石表面。磨削液为去离子水, 对环境无污染且磨削转速远低于动摩擦加工的要求。与传统的金刚石石墨化去除方式不同, 能够得到表面粗糙度更低、裂纹更少、沟槽更浅的金刚石表面, 可降低加工成本。

RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,  
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。



## 一种大尺寸单晶金刚石的磨削方法

### 技术领域

本发明属于超精密磨削技术领域，具体涉及一种大尺寸单晶金刚石的磨削方法。

### 5 背景技术

单晶金刚石具有独特的面心立方晶格结构，且具有优异的物理、化学和电学特性，如：热导率高，是电子器件的理想散热材料；透光性好，是红外光学窗口和高功率激光窗口的理想材料；化学稳定性好，是器件能在恶劣环境中稳定使用的保障；禁带宽度宽，是制作半导体器件稳定性高和可靠性高的保证。这些优异的特性使它成为第三代半导体最理想的材料。但由于金刚石是自然界中最硬的物质，单晶金刚石具有高硬度高脆性的特点，且其物理化学性质稳定，使其加工难度非常大，需要特殊的加工工艺才能加工出符合半导体表面质量要求的单晶金刚石。

目前金刚石传统快速去除的方式主要有机械研磨、热化学加工和摩擦化学加工。机械研磨以金刚石砂轮或者金刚石研磨粉作为磨削介质，具有工艺简单稳定性好的特点，但是纯机械去除效率低、金刚石微观表面质量差，容易产生微裂纹、沟槽以及划痕等缺陷，且有明显的各向异性；热化学加工对单晶和多晶金刚石都有较高的加工效率并能获得较好的表面质量，但由于其加工温度高，会产生抛光盘软化变形、耐磨性下降的问题，无法保证金刚石的面型精度及亚表面损伤的要求；摩擦化学加工是采用动摩擦的方法，它通过高速划擦产生热量来替代金刚石局部加热的方式，改善了加工设备和加工环境，但抛光盘容易因高温软化的问题仍然没有解决，金刚石面型精度依然较差。这两类化学加工都是通过金刚石的石墨化相变达到反应去除，无法避免对金刚石的过度消耗和损伤。

### 发明内容

本发明的目的在于克服现有金刚石加工效率低、面型精度差、表面及亚表面损伤大等问题，提供一种大尺寸单晶金刚石的磨削方法。

本发明的技术方案如下：

一种大尺寸单晶金刚石的磨削方法，包括如下步骤：

(1) 将基体材料、活性磨料和硬质磨料混合均匀后过筛，上述基体材料为陶瓷、金属或金属陶瓷复合材料，上述活性磨料为能够与金刚石反应形成碳化物的磨料，上

30 述硬质磨料为能够去除碳化物层的磨料，且活性磨料与硬质磨料的质量比为 1-5:10；  
基体材料和硬质磨料和活性磨料的总和的质量之比为 1-2:2；

(2) 将步骤 (1) 所得的物料与添加剂混合均匀过筛；

(3) 将步骤 (2) 所得的物料加入润湿剂，压制成型后，进行烧结，制成砂轮；

35 (4) 将上述砂轮、大尺寸单晶金刚石固定在磨床上，利用该砂轮在磨削液的配合下对大尺寸单晶金刚石表面进行磨削，磨削的过程中，通过控制砂轮的转速精确掌控砂轮中的活性磨料与大尺寸单晶金刚石的表面磨削温度，使磨削温度低于金刚石的石墨化温度，确保金刚石反应形成碳化物而不产生石墨化，进而使得大尺寸单晶金刚石的表层硬度降低，与此同时，砂轮中的硬质磨料对上述碳化物进行磨削去除，最终得到表面粗糙度低、表面亚表面损伤小的大尺寸单晶金刚石表面。

40 在本发明的一个优选实施方案中，所述基体材料的粒径为 W0.1-W10。

在本发明的一个优选实施方案中，所述活性磨料为铁粉、钨粉、钼粉、铬粉和钛粉中的至少一种。

进一步优选的，所述活性磨料的粒径为 W3-W40。

45 在本发明的一个优选实施方案中，所述硬质磨料为金刚石、氧化铝、立方氮化硼、氮化硅和碳化硅中的至少一种。

进一步优选的，所述硬质磨料的粒径为 W3-W40。

在本发明的一个优选实施方案中，所述磨削液为去离子水。

在本发明的一个优选实施方案中，所述添加剂为氧化铝空心球、PMM 微球、空心玻璃球和碳粉中的至少一种。

50 在本发明的一个优选实施方案中，所述润湿剂为淀粉、水玻璃和糊精中的至少一种。

55 在本发明的一个优选实施方案中，所述烧结过程具体为：以 2.5-4°C/min 的升温速率从室温升温至 295-305°C，升温时间为 75-120min，接着根据基体材料的不同以 3-5°C/min 的升温速率从 295-305°C 升温至 680-830°C，升温时间 75-175min，然后保温 30-60min，最后随炉冷却至室温。

在本发明的一个优选实施方案中，所述磨削的过程中，砂轮的转速为 1000-5000rpm，进给为 10-70μm/min。

在本发明的一个优选实施方案中，所述的大尺寸单晶金刚石为 1 英寸以上圆片或者 10mm×10mm×1mm 以上方片。

60 本发明的有益效果是：

1、本发明利用大尺寸单晶金刚石的碳原子和活性磨料在不高于石墨化温度的特定磨削条件下发生化学反应生成碳化物，同时以硬质磨料去除生成的碳化物，实现高效率高质量磨削金刚石表面的目的。

2、本发明采用的磨削工艺参数（转速）远低于动摩擦的要求，能源消耗少。

65 3、本发明采用的磨削液为去离子水，能有效避免磨削废液污染环境。

4、本发明与传统金刚石的石墨化去除方式不同，能够得到面型精度高、表面粗糙度低，加工损伤小的高质量金刚石表面。

### 附图说明

图 1 为本发明实施例中所用的自旋转磨削机台的结构示意图。

70 图 2 为本发明的砂轮与大尺寸单晶金刚石表面接触的结构示意图，其中的金属磨粒即为本发明所述的活性磨料。

图 3 为本发明实施例中的磨削的原理示意图之一。

图 4 为本发明实施例中的磨削的原理示意图之二。

75 图 5 为本发明实施例 1 和 2 中磨削加工前后表面形貌图，其中图 a 为粗磨的金刚石表面，图 b 为精磨的金刚石表面，图 c 为对比例中动摩擦加工后的金刚石表面。

### 具体实施方式

以下通过具体实施方式结合附图对本发明的技术方案进行进一步的说明和描述。

#### 80 实施例 1

(1) 基体材料为铜粉，粒度 50 $\mu\text{m}$  密度 8.92g/cm<sup>3</sup>。活性磨料为粒径 40 $\mu\text{m}$  的铁粉，硬质磨料为粒径 40 $\mu\text{m}$  的氧化铝，活性磨料和硬质磨料的质量比为 1：2，基体材料和硬质磨料和活性磨料的总和的质量比为 1：2；

85 (2) 将步骤（1）所得的物料与淀粉、氧化铝空心球混合均匀过筛，再加入糊精液混匀过筛，上述淀粉和糊精液加入后的终浓度均为 5wt%，氧化铝空心球的终浓



度为 30wt%，氧化铝空心球尺寸为 40 $\mu\text{m}$ ；

(3) 将步骤 (2) 所得的物料通过冷压压制成型后，进行烧结，制成砂轮；该烧结过程具体为：以 2.5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$  的升温速率从室温升温至 300 $^{\circ}\text{C}$ ，升温时间为 120min，接着以 5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$  的升温速率从 300 $^{\circ}\text{C}$  升温至 780 $^{\circ}\text{C}$ ，升温时间为 96min，然后保温  
90 30min，最后随炉冷却至室温；

(4) 将上述砂轮与大尺寸单晶金刚石（单晶金刚石尺寸为 1 英寸）固定在如图 1 所示的自旋转磨削机台上，利用该砂轮在磨削液的配合下对大尺寸单晶金刚石表面进行磨削，如图 2 至 5 所示，磨削的过程中，通过控制砂轮的转速精确掌控砂轮中的活性磨料与大尺寸单晶金刚石的表面磨削温度，使磨削温度低于金刚石的石墨化温  
95 度，确保表层金刚石反应形成硬度较低的碳化物而不产生石墨化，与此同时，砂轮中的硬质磨料对该大尺寸单晶金刚石表面的碳化物进行磨削去除，最终得到表面粗糙度低、表面亚表面损伤小的大尺寸单晶金刚石表面，该实施例的材料去除率为 50 $\mu\text{m}/\text{min}$ ，所获得的大尺寸单晶金刚石表面的粗糙度为 34nm，TTV5.1 $\mu\text{m}$ ；

上述自旋转磨削机台的主轴转速（即砂轮的转速）为 1500rpm，进给 50 $\mu\text{m}/\text{min}$ ，  
100 工作台转速 200rpm，磨削时间为 5min。

## 实施例 2

(1) 基体材料为陶瓷粉，粒度为 1 $\mu\text{m}$ ，密度 2.6g/cm<sup>3</sup>。活性磨料为粒径 10 $\mu\text{m}$  的铁粉，硬质磨料为粒径 10 $\mu\text{m}$  的氧化铝，活性磨料和硬质磨料的质量比为 1: 2，且  
105 基体材料和硬质磨料和活性磨料的总和的质量比为 1: 2；

(2) 将步骤 (1) 所得的物料与淀粉、氧化铝空心球混合均匀过筛，再加入糊精液混匀过筛，上述淀粉和糊精液加入后的终浓度均为 5wt%，氧化铝空心球的终浓度为 30wt%；

(3) 将步骤 (2) 所得的物料通过冷压压制成型后，进行烧结，制成砂轮；该  
110 烧结过程具体为：以 2.5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$  的升温速率从室温升温至 300 $^{\circ}\text{C}$ ，升温时间 120min，接着以 5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$  的升温速率从 300 $^{\circ}\text{C}$  升温至 680 $^{\circ}\text{C}$ ，升温时间为 76min，然后保温 30min，最后随炉冷却至室温；

(4) 将上述砂轮与大尺寸单晶金刚石（单晶金刚石尺寸为 10mm $\times$ 10mm $\times$ 1mm）

115 固定在如图 1 所示的自旋转磨削机台上，利用该砂轮在磨削液的配合下对大尺寸单晶  
金刚石表面进行磨削，如图 2 至 5 所示，磨削的过程中，通过控制砂轮的转速精确掌  
控砂轮中的活性磨料与大尺寸单晶金刚石的表面磨削温度，使磨削温度低于金刚石的  
石墨化温度，确保金刚石反应形成碳化物而不产生石墨化，进而使得大尺寸单晶金刚  
石的表层硬度降低，与此同时，砂轮中的硬质磨料对该大尺寸单晶金刚石表面的碳化  
120 物进行磨削去除，最终得到表面粗糙度低、表面亚表面损伤小的大尺寸单晶金刚石表  
面，该实施例的材料去除率为  $20\mu\text{m}/\text{min}$ ，所获得的大尺寸单晶金刚石表面的粗糙度  
为  $1.6\text{nm}$ ，TTV $2.8\mu\text{m}$ ；

上述自旋转磨削机台的主轴转速（即砂轮的转速）为  $1500\text{rpm}$ ，进给  $20\mu\text{m}/\text{min}$ ，  
工作台转速  $200\text{rpm}$ ，磨削时间为  $10\text{min}$ 。

## 125 对比例

金刚石的粗加工方式主要有传统的机械去除、动摩擦加工以及热化学加工，金刚  
石硬度大、耐磨性好导致研磨效率低，耗费工时长。机械去除的主要方式采用砂轮进  
行磨削。砂轮主要分为金属结合剂砂轮、陶瓷结合剂砂轮和金属陶瓷复合材料结合剂  
砂轮，传统的砂轮在转速  $600\text{rpm}$  以下时，磨削效率基本为 0；转速为  $900\text{rpm}$  时，磨  
130 削效率为  $0.2\mu\text{m}/\text{min}$ ；转速为  $1500\text{rpm}$  时，磨削效率为  $0.6\mu\text{m}/\text{min}$ 。从上述的数据可  
以看出，单晶金刚石的研磨效率极低。传统的砂轮加工方式以机械去除为主，采用的是  
“硬碰硬”的方式对金刚石进行磨削，导致划痕深，表面质量差。

动摩擦加工方式是在大气环境下，金刚石以较高的压力（ $3\text{-}7\text{MPa}$ ）与较高的转速  
（线速度  $15\text{-}25\text{m}/\text{s}$ ）的金属抛光盘相接触。剧烈的摩擦作用产生大量的热形成界面高  
135 温，为金刚石的热化学反应提供了条件。金刚石产生石墨化，扩散等转变后，实现抛  
光效果。以  $65\text{N}$  的抛光压力与  $8000\text{rpm}$  的动摩擦加工技术对金刚石进行加工，可得  
到  $2.3\mu\text{m}/\text{min}$  的去除率和  $\text{Ra}0.33\mu\text{m}$  的表面质量。

热化学加工的原理是金刚石中的碳原子在高温下，扩散至过渡金属，金刚石表面  
石墨化和氧化。热化学对设备要求高，不仅需要较高的温度，还需要特定的环境气氛。  
140 以温度为  $1000^\circ\text{C}$ ，转速为  $5\text{rpm}$ ，得到表面粗糙度  $\text{Ra}$  为  $0.28\mu\text{m}$ 。动摩擦技术和热化  
学加工都是利用金刚石在高温下能石墨化的特点对金刚石进行加工，然而高温易使加

工盘软化，且容易导致受热不均，金刚石工件容易出现崩碎，整体面型精度低。

145 以上所述，仅为本发明的较佳实施例而已，故不能依此限定本发明实施的范围，即依本发明专利范围及说明书内容所作的等效变化与修饰，皆应仍属本发明涵盖的范围内。

### 工业实用性

150 本发明公开了一种大尺寸单晶金刚石的磨削方法，利用大尺寸单晶金刚石的碳原子和活性磨料在特定的磨削条件下发生化学反应生成碳化物，再以硬质磨料去除生成的碳化物，实现高效高质量磨削金刚石表面的目的。本发明采用的磨削液为去离子水，对环境无污染且本发明的磨削工艺参数（转速）远低于动摩擦加工的要求。本发明与传统的金刚石石墨化去除方式不同，能够得到表面粗糙度更低，裂纹更少，沟槽更浅的高质量金刚石表面。本发明的磨削方法有效降低加工成本，为大尺寸单晶金刚石在高新技术领域应用奠定良好的基础，具有工业实用性。



## 权利要求书

1、一种大尺寸单晶金刚石的磨削方法，其特征在于包括如下步骤：

(1) 将基体材料、活性磨料和硬质磨料混合均匀，所述基体材料为陶瓷、金属或金属陶瓷复合材料，所述活性磨料为能够与金刚石反应形成碳化物的磨料，所述硬质磨料为能够去除碳化物层的磨料，且活性磨料与硬质磨料的质量比为 1-5:10；基体材料和硬质磨料和活性磨料的总和的质量之比为 1-2:2；

(2) 将步骤 (1) 所得的物料与添加剂混合均匀过筛；

(3) 将步骤 (2) 所得的物料加入润湿剂，压制成型后，进行烧结，制成砂轮；

(4) 将上述砂轮、大尺寸单晶金刚石固定在磨床上，利用该砂轮在磨削液的配合下对大尺寸单晶金刚石表面进行磨削，磨削的过程中，砂轮的转速为 1000-5000rpm，进给为 10-70 $\mu\text{m}/\text{min}$ ；

通过控制砂轮的转速精确掌控砂轮中的活性磨料与大尺寸单晶金刚石的表面磨削温度，使磨削温度低于金刚石的石墨化温度，确保金刚石反应形成碳化物而不产生石墨化，进而使得大尺寸单晶金刚石的表层硬度降低，与此同时，砂轮中的硬质磨料对上述碳化物进行磨削去除，最终得到表面粗糙度低、表面亚表面损伤小的大尺寸单晶金刚石表面。

2、如权利要求 1 所述的磨削方法，其特征在于：所述活性磨料为铁粉、钨粉、钼粉、铬粉和钛粉中的至少一种。

3、如权利要求 1 所述的磨削方法，其特征在于：所述硬质磨料为金刚石、氧化铝、立方氮化硼、氮化硅和碳化硅中的至少一种。

4、如权利要求 1 所述的磨削方法，其特征在于：所述磨削液为去离子水。

5、如权利要求 1 所述的磨削方法，其特征在于：所述添加剂为氧化铝空心球、PMM 微球、空心玻璃球和碳粉中的至少一种。

6、如权利要求 1 所述的磨削方法，其特征在于：所述润湿剂为淀粉、水玻璃和糊精中的至少一种。

7、如权利要求 1 所述的磨削方法，其特征在于：所述烧结过程具体为：以 2.5-4 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$  的升温速率从室温升温至 295-305 $^{\circ}\text{C}$ ，升温时间为 75-120min，接着根据基体材料的不同以 3-5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$  的升温速率从 295-305 $^{\circ}\text{C}$  升温至 680-830 $^{\circ}\text{C}$ ，升温时间

75-175min, 然后保温 30-60min, 最后随炉冷却至室温。

30 8、如权利要求 1 所述的磨削方法, 其特征在于: 所述磨削的过程中, 砂轮的转速为 1500rpm, 进给 20 $\mu$ m/min。。

9、如权利要求 1 所述的磨削方法, 其特征在于: 所述的大尺寸单晶金刚石为 1 英寸以上圆片或者 10mm $\times$ 10mm $\times$ 1mm 以上方片。

10、一种大尺寸单晶金刚石的磨削方法, 其特征在于砂轮的制备和磨削方法,  
35 砂轮的制备包括如下步骤:

(1) 将基体材料、活性磨料和硬质磨料混合均匀, 所述基体材料为陶瓷、金属或金属陶瓷复合材料, 所述活性磨料为能够与金刚石反应形成碳化物的磨料, 所述硬质磨料为能够去除碳化物层的磨料, 且活性磨料与硬质磨料的质量比为 1-5:10; 基体材料和硬质磨料和活性磨料的总和的质量之比为 1-2:2;

40 (2) 将步骤 (1) 所得的物料与添加剂混合均匀过筛;

(3) 将步骤 (2) 所得的物料加入润湿剂, 压制成型后, 进行烧结, 制成砂轮; 所述活性磨料为铁粉、钨粉、钼粉、铬粉和钛粉中的至少一种;

磨削方法如下:

(4) 将上述制得的砂轮、及大尺寸单晶金刚石固定在磨床上, 利用该砂轮在磨  
45 削液的配合下对大尺寸单晶金刚石表面进行磨削, 磨削的过程中, 砂轮的转速为 1000-5000rpm, 进给为 10-70 $\mu$ m/min。

11、如权利要求 10 所述的磨削方法, 其特征在于: 所述磨削的过程中, 砂轮的转速为 1500rpm, 进给 20 $\mu$ m/min。



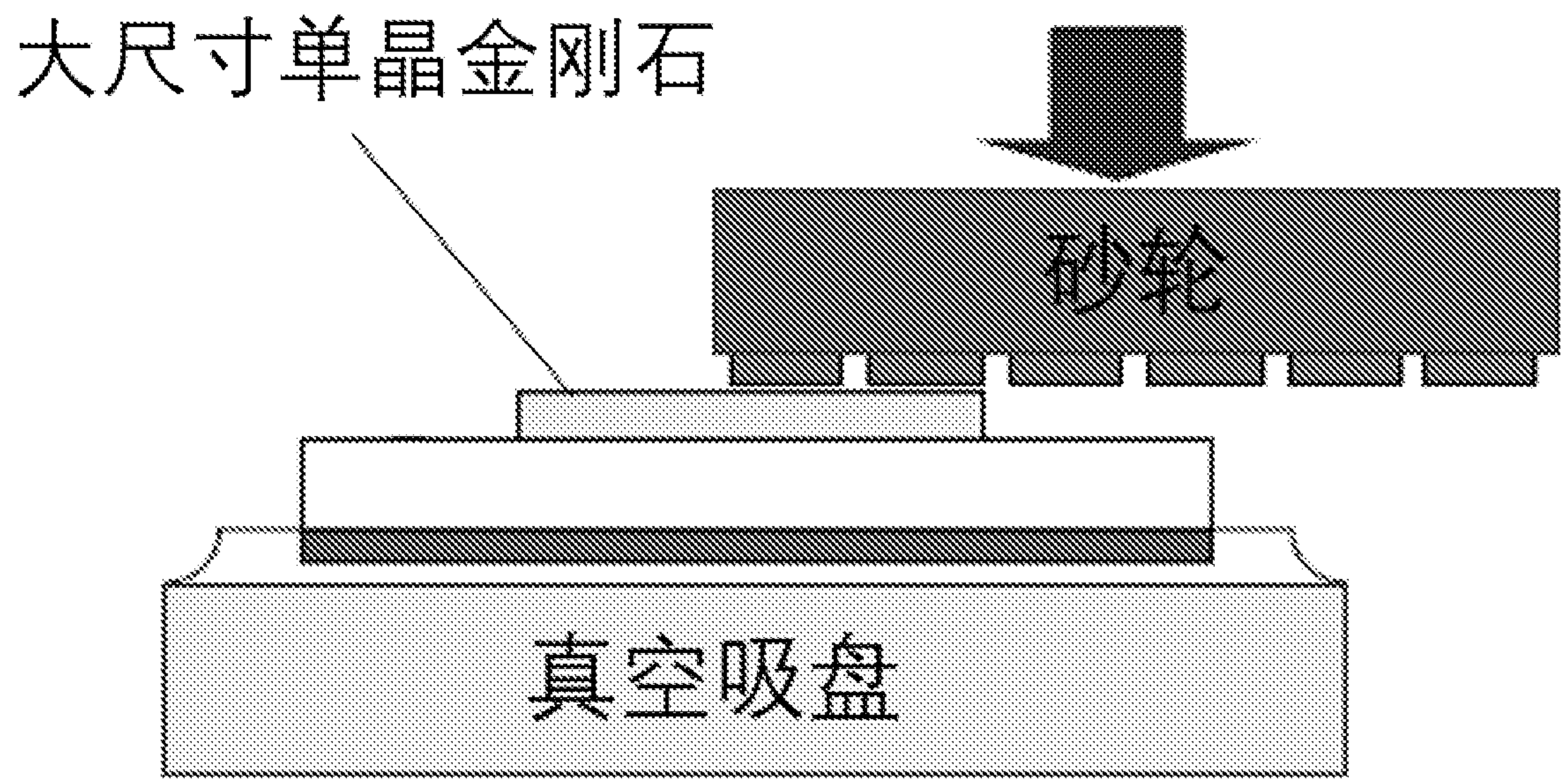


图 1

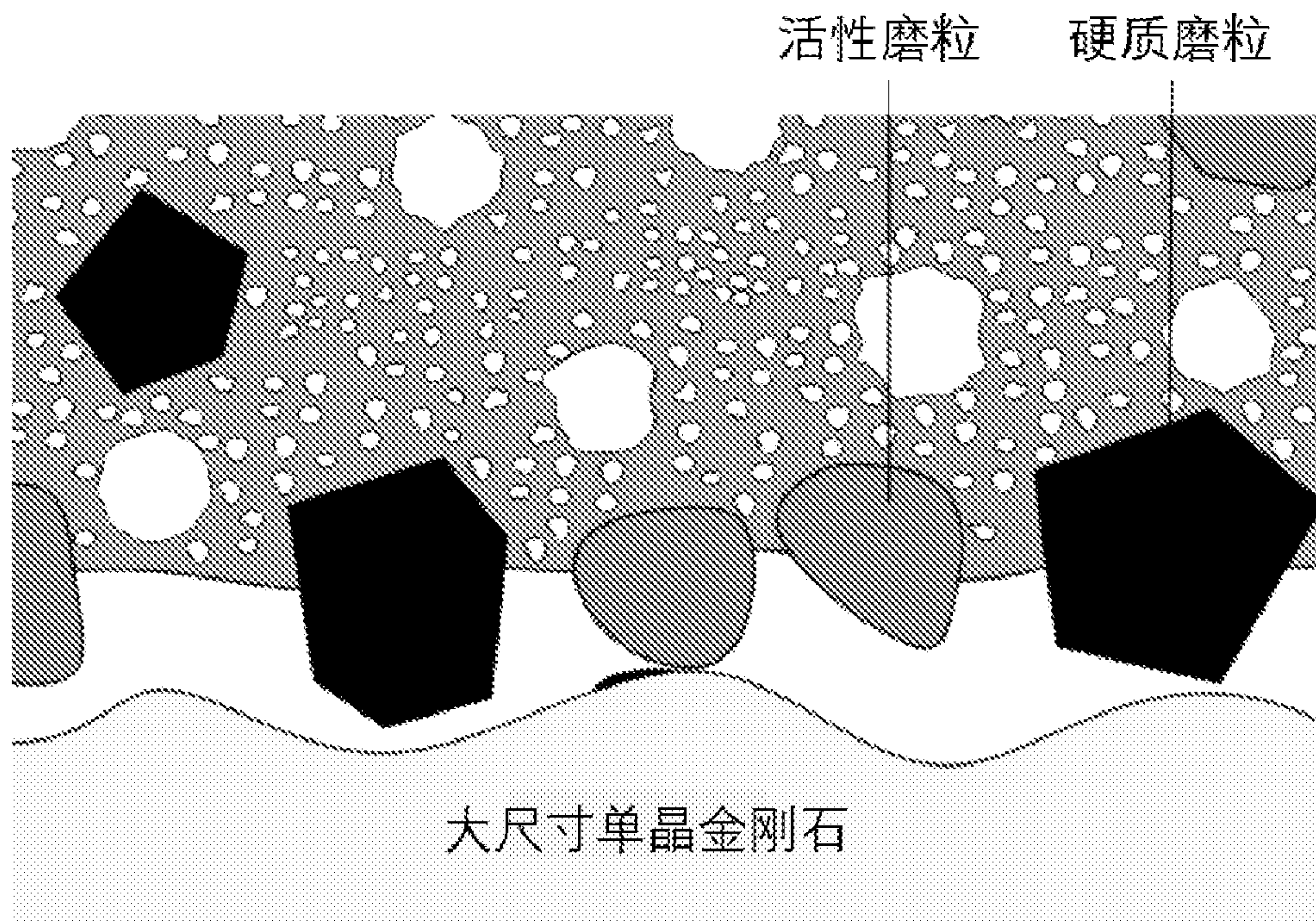


图 2



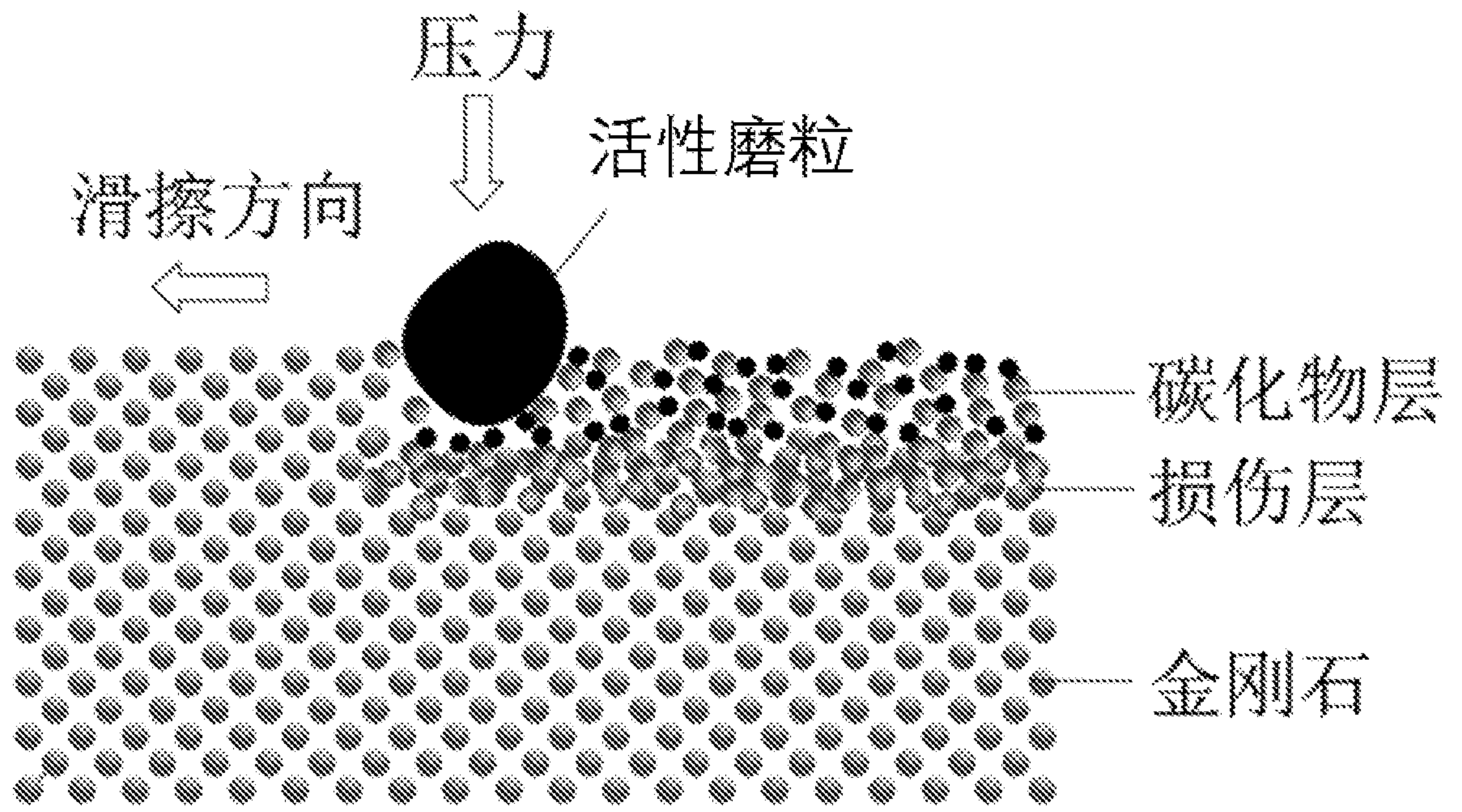


图 3

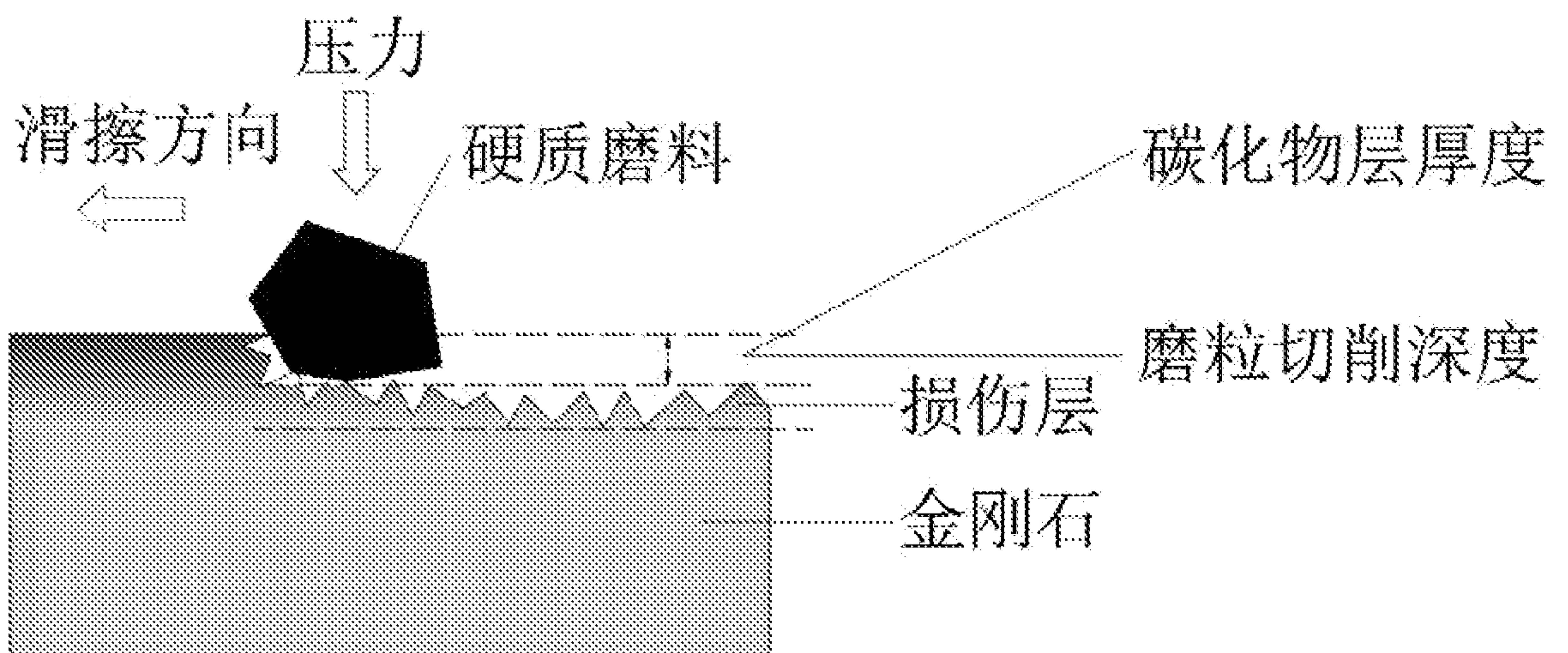


图 4



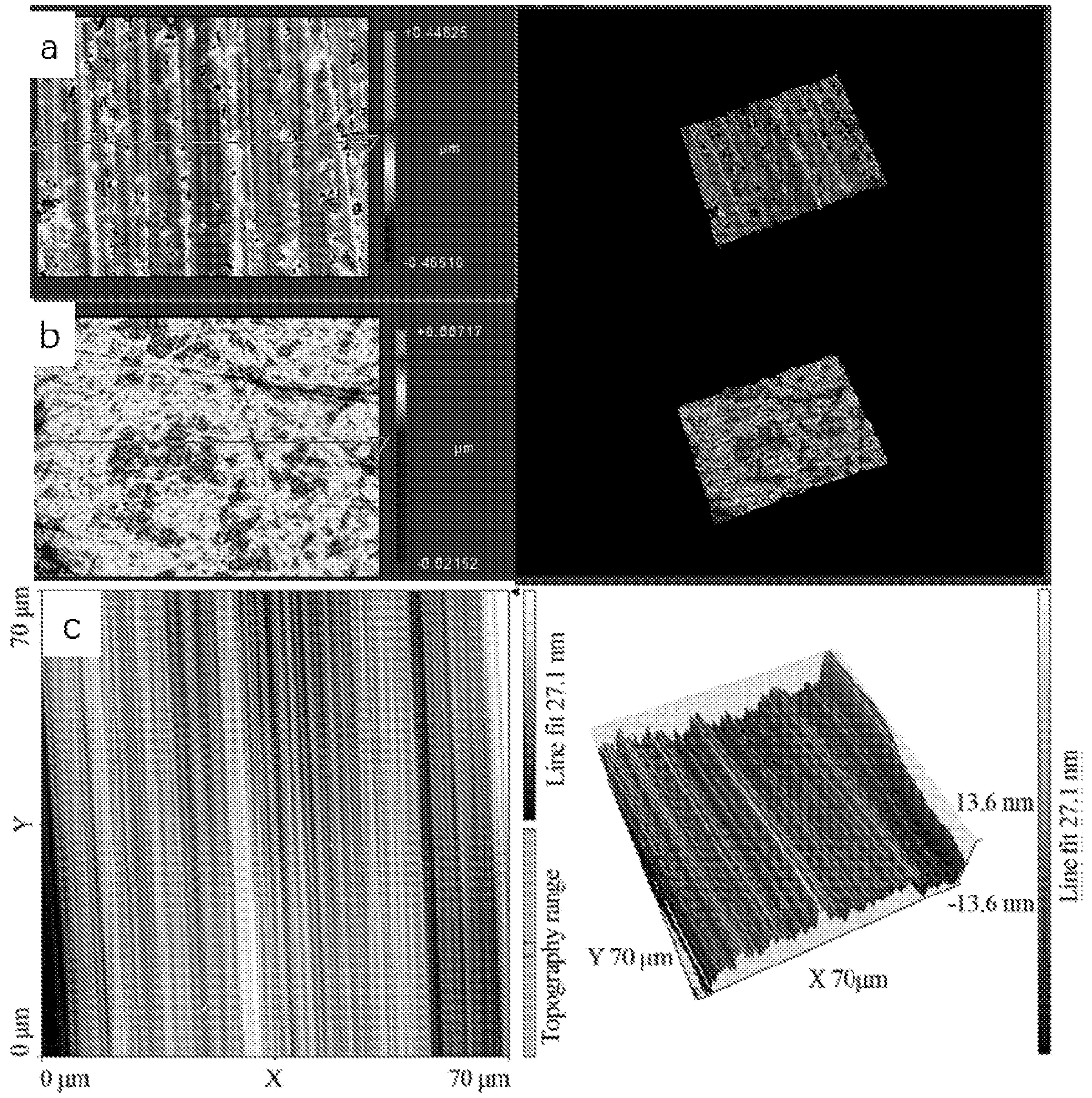


图 5



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2020/123172**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> B24B 19/22(2006.01)i; B24B 1/00(2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B24B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNABS, VEN, CNKI: 碳化, 活性, 单晶金刚石, 活性磨料; carboniz+, carbonat+, activ+ , abrasive, single, diamond		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 110774118 A (HUAQIAO UNIVERSITY) 11 February 2020 (2020-02-11) claims 1-9, description paragraphs 4-48 and figures 1-5	1-11
X	CN 110026831 A (UNIVERSITY OF CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 19 July 2019 (2019-07-19) description, paragraphs 4-19, and figures 1-8	10-11
A	CN 101972979 A (NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS) 16 February 2011 (2011-02-16) entire document	1-11
A	US 2018237945 A1 (NANOCARBON RES INSTITUTE LTD) 23 August 2018 (2018-08-23) entire document	1-11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>11 January 2021</b>		Date of mailing of the international search report <b>01 February 2021</b>
Name and mailing address of the ISA/CN <b>China National Intellectual Property Administration (ISA/ CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088 China</b>		Authorized officer
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.  
**PCT/CN2020/123172**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110774118	A	11 February 2020	None			
CN	110026831	A	19 July 2019	None			
CN	101972979	A	16 February 2011	CN	101972979	B	21 March 2012
US	2018237945	A1	23 August 2018	JP	WO2017026031	A1	07 June 2018
				WO	2017026031	A1	16 February 2017

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/123172

<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>B24B 19/22 (2006.01) i; B24B 1/00 (2006.01) i</p> <p>按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																	
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)</p> <p>B24B</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))</p> <p>CNABS, VEN, CNKI:碳化, 活性, 单晶金刚石, 活性磨料; carboniz+, carbonat+, activ+, abrasive, single, diamond</p>																	
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 110774118 A (华侨大学) 2020年 2月 11日 (2020 - 02 - 11) 权利要求1-9、说明书第4-48段及附图1-5</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 110026831 A (中国科学院大学) 2019年 7月 19日 (2019 - 07 - 19) 说明书第4-19段及附图1-8</td> <td>10-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101972979 A (南京航空航天大学) 2011年 2月 16日 (2011 - 02 - 16) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2018237945 A1 (NANOCARBON RES INSTITUTE LTD) 2018年 8月 23日 (2018 - 08 - 23) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 110774118 A (华侨大学) 2020年 2月 11日 (2020 - 02 - 11) 权利要求1-9、说明书第4-48段及附图1-5	1-11	X	CN 110026831 A (中国科学院大学) 2019年 7月 19日 (2019 - 07 - 19) 说明书第4-19段及附图1-8	10-11	A	CN 101972979 A (南京航空航天大学) 2011年 2月 16日 (2011 - 02 - 16) 全文	1-11	A	US 2018237945 A1 (NANOCARBON RES INSTITUTE LTD) 2018年 8月 23日 (2018 - 08 - 23) 全文	1-11
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
PX	CN 110774118 A (华侨大学) 2020年 2月 11日 (2020 - 02 - 11) 权利要求1-9、说明书第4-48段及附图1-5	1-11															
X	CN 110026831 A (中国科学院大学) 2019年 7月 19日 (2019 - 07 - 19) 说明书第4-19段及附图1-8	10-11															
A	CN 101972979 A (南京航空航天大学) 2011年 2月 16日 (2011 - 02 - 16) 全文	1-11															
A	US 2018237945 A1 (NANOCARBON RES INSTITUTE LTD) 2018年 8月 23日 (2018 - 08 - 23) 全文	1-11															
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																	
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																	
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2021年 1月 11日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2021年 2月 1日</p>															
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>陈华</p> <p>电话号码 86-(10)-62085416</p>															

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号  
PCT/CN2020/123172

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	110774118	A	2020年 2月 11日	无			
CN	110026831	A	2019年 7月 19日	无			
CN	101972979	A	2011年 2月 16日	CN	101972979	B	2012年 3月 21日
US	2018237945	A1	2018年 8月 23日	JP	W02017026031	A1	2018年 6月 7日
				WO	2017026031	A1	2017年 2月 16日