



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112476244 B

(45) 授权公告日 2022.03.22

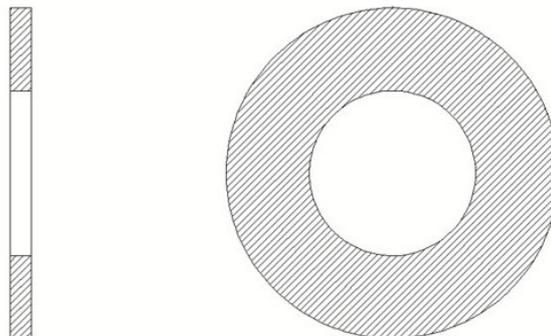
(21) 申请号 202011350844.0  
(22) 申请日 2020.11.26  
(65) 同一申请的已公布的文献号  
    申请公布号 CN 112476244 A  
(43) 申请公布日 2021.03.12  
(73) 专利权人 郑州磨料磨具磨削研究所有限公司  
    地址 450001 河南省郑州市高新区梧桐街121号  
    专利权人 郑州大学  
(72) 发明人 叶腾飞 张高亮 赵延军 钱灌文  
    熊华军 吴武山 谷春青 王海龙  
(74) 专利代理机构 郑州联科专利事务所(普通合伙) 41104  
    代理人 杨海霞

(51) Int.Cl.  
    B24B 53/14 (2006.01)  
    B24B 53/06 (2006.01)  
    B24D 3/28 (2006.01)  
    B24D 3/34 (2006.01)  
    B24D 18/00 (2006.01)  
(56) 对比文件  
    CN 103921220 A, 2014.07.16  
    CN 106625296 A, 2017.05.10  
    CN 103586793 A, 2014.02.19  
    US 2008229672 A1, 2008.09.25  
    审查员 张欢

权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称  
    一种超硬磨具修整工具及其制备方法

(57) 摘要  
    本发明涉及一种超硬磨具修整工具,其由下述质量百分比的各原料制成:普通磨料30-55%、PTFE粉10-35%、树脂粉20-40%、改性填料5-34%、增强纤维材料5-10%、偶联剂1-6%。本发明修整工具适应范围广泛,效率高,成本低,能够适用于各种硬度结合剂的,从45#粒度到20000#粒度的金刚石和CBN砂轮的修整;修整效率低于3-10min,修整效果都能达到1cm<sup>2</sup>平面上磨料出刃率为98%以上。



1. 一种超硬磨具修整工具,其特征在于,由下述质量百分比的各原料制成:普通磨料30-55%、PTFE粉20-35%、树脂粉20-40%、改性填料5-34%、增强纤维材料5-10%、偶联剂1-6%;

所述改性填料为玻璃微珠、二氧化硅、二氧化钛和碳酸钙的一种或几种;PTFE粉做主要结合剂;

该修整工具能适应从45#粒度到20000#粒度的金刚石和CBN砂轮的修整。

2. 如权利要求1所述的超硬磨具修整工具,其特征在於,所述普通磨料为绿碳化硅、黑碳化硅、白刚玉、棕刚玉和碳化硼中的一种或几种,粒度为45#-2000#。

3. 如权利要求1或2所述的超硬磨具修整工具,其特征在於,所述PTFE粉为粒径5-85 $\mu\text{m}$ 的粉体。

4. 如权利要求3所述的超硬磨具修整工具,其特征在於,所述树脂粉为酚醛树脂粉、环氧树脂粉、聚酰亚胺树脂粉、有机硅树脂粉和聚酯树脂粉中的一种或几种,粒径为20—100 $\mu\text{m}$ 。

5. 如权利要求1所述的超硬磨具修整工具,其特征在於,所述增强纤维材料为玻璃纤维丝或石棉丝;所述玻璃纤维丝或石棉丝长径比不高于10,直径 $<15\mu\text{m}$ 。

6. 如权利要求1所述的超硬磨具修整工具,其特征在於,所述偶联剂为硅烷偶联剂或有机硅过氧化物偶联剂。

7. 权利要求1至6任一所述超硬磨具修整工具的制备方法,其特征在於,包括如下步骤:

1) 按比例称量普通磨料、改性填料、偶联剂放入玻璃容器中,加入氧化锆介质球,放在回转机上进行旋转,混合均匀;

2) 按比例称量PTFE粉和树脂粉,然后采用气流混合方式混合均匀;

3) 将步骤1)和步骤2)所得产物混匀,过100-150目筛网,加入增强纤维材料,在三维混料机中混匀,然后将混合料投入模具中进行热压烧结,热压烧结结束后卸模,即得。

8. 如权利要求7所述超硬磨具修整工具的制备方法,其特征在於,步骤3)中热压烧结程序为:在2Mpa压力下于1min内升温至120 $^{\circ}\text{C}$ ,在3Mpa压力下于2min内升温至180 $^{\circ}\text{C}$ ,在3Mpa压力下于2min内升温至220 $^{\circ}\text{C}$ ,在4Mpa压力下于3min内升温至300 $^{\circ}\text{C}$ ,在4Mpa压力下于2min内升温至380 $^{\circ}\text{C}$ ,在4Mpa压力下于5min内升温至420 $^{\circ}\text{C}$ ,并于420 $^{\circ}\text{C}$ 保温5min。

## 一种超硬磨具修整工具及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于超硬材料技术领域,具体涉及一种金刚石和CBN砂轮在使用过程中的超硬磨具修整工具,具体的,即此修整工具制备所需要的原料,配方及制备工艺。

### 背景技术

[0002] 磨料磨具被称为工业的牙齿,在精密机械加工工业广泛应用,随着工业的发展,对于超硬磨具的高精度加工要求越来越高。其中,树脂结合剂金刚石和立方CBN砂轮在高精密加工中体现出很大的优势,因为树脂结合剂金刚石和CBN本身具有相对的弹性,自锐性高,内部可以添加不同的功能填料,如抛光材料,散热材料,导电材料等,这样就具有了独特的功能应用。

[0003] 但是金刚石和CBN砂轮要想达到高精密高表面质量磨削,必须具有好的修整形面,磨料能够具有高度一致的出刃高度和均匀分布。这除了与其本身结合剂性能有关,还与修整工具有着极大的关系,修整工具的本身物理磨削性能直接影响着被修整砂轮的形面修整状态。

[0004] 目前,行业内对金刚石和CBN砂轮应用广泛的修整工具是绿碳化硅砂轮,白刚玉砂轮,软铁,紫铜,单点修整笔,金刚石滚轮等。但是这些材料适应范围较小,比如绿碳化硅,白刚玉砂轮一般修整粗磨砂轮或者半精磨砂轮,对于精磨和超精磨砂轮修整效果不佳;软铁,紫铜等材料修整孔隙率较大的树脂结合剂砂轮时容易粘屑,反而不利于被修砂轮的磨料出刃,而且软铁材料修整效率很低,特别是对于细粒度树脂结合剂无心磨砂轮的修整,修整轮损耗快,基本一个300mm直径、5mm宽度、100mm厚度的无心磨砂轮如果用上述材料修整,至少需要10个小时左右的修整时间。单点笔修整陶瓷结合剂金刚石砂轮时,磨损快,修整精度差,无法修整高浓度细粒度(600目以细)陶瓷结合剂金刚石砂轮。

### 发明内容

[0005] 为了解决以上问题,本发明根据金刚石和CBN砂轮本身的特性,专门设计制造了一种超硬磨具修整工具(即修整轮),其适应范围广泛,效率高,成本低,能够适用于各种硬度结合剂的,从45#粒度到20000#粒度的金刚石和CBN砂轮的修整;修整效率低于3-10min,修整效果能达到1cm<sup>2</sup>平面上磨料出刃率为98%以上。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种超硬磨具修整工具,其由下述质量百分比的各原料制成:普通磨料30-55%、PTFE粉10-35%、树脂粉20-40%、改性填料5-34%、增强纤维材料5-10%、偶联剂1-6%。

[0008] 具体的,所述普通磨料为绿碳化硅、黑碳化硅、白刚玉、棕刚玉和碳化硼中的一种或几种,粒度为45#-2000#。本发明普通磨料粒度可以是最粗45#,最细粒度为2000#。根据被修砂轮的粒度选取本发明中普通磨料的粒度。一般的,本发明的粒度要粗于被修整砂轮的粒度。此普通磨料硬度低于金刚石和CBN超硬磨料的硬度,同超硬磨具进行磨削作用时,既能破坏掉超硬磨具的结合剂体系,使超硬磨料露出刃口,又不能破坏掉超硬磨料。

[0009] 具体的,所述PTFE粉为粒径5-85 $\mu\text{m}$ 的粉体。此材料在热压烧结情况下,加入改性填料,能够形成具有一定强度和脆性的结晶体,把持普通磨料。

[0010] 具体的,所述树脂粉为酚醛树脂粉、环氧树脂粉、聚酰亚胺树脂粉、有机硅树脂粉和聚酯树脂粉中的一种或几种,粒径为20—100 $\mu\text{m}$ 。此树脂粉材料主要作为体系的结合剂,在PTFE结晶体中具有分散结晶,增加整体体系脆性和辅助粘接磨料的作用。

[0011] 具体的,所述改性填料为玻璃微珠、二氧化硅、二氧化钛和碳酸钙的一种或几种。其增强填料的作用有两点,一是降低PTFE的热膨胀系数,二是增加热加工反应后的强度。

[0012] 具体的,所述增强纤维材料为玻璃纤维丝或石棉;所述玻璃纤维长径比不高于10,直径 $<15\mu\text{m}$ 。

[0013] 具体的,所述偶联剂为硅烷偶联剂或有机硅过氧化物偶联剂。此类偶联可以增加有机物和无机填充物之间的粘接性。

[0014] 本发明还提供了上述超硬磨具修整工具的制备方法,经混料、热压烧结、卸模获得,其包括如下步骤:

[0015] 1) 按比例称量普通磨料、改性填料、偶联剂放入玻璃容器中,加入氧化锆介质球,放在回转机上进行旋转(40-100分钟),混合均匀;

[0016] 2) 按比例称量PTFE粉和树脂粉,然后采用气流混合方式混合均匀;气流混合是本领域一种常规的物料混合方式,其目的是利用气流将粉状物料混合均匀,可以采用本领域常规的气流混合装置来实现混料均匀,也可以采用如下装置进行气流混合以实现混料均匀:

[0017] 物料放入直径300-800mm、高度300-1200mm、以80rpm转速不断转动的混料桶,同时混料桶顶部具有10-15个直径5-15mm的小孔,利用从桶底部不断通入流速为3-10m/s的空气流进行混料,混合时间一般为30-60分钟;

[0018] 3) 将步骤1)和步骤2)所得产物混匀,过100-150目筛网,加入增强纤维材料,在三维混料机中混匀(混合30分钟),然后将混合料投入模具中进行热压烧结,热压烧结结束后卸模,即得本发明所需的超硬磨具修整工具(纤维填充修整砂轮)。

[0019] 进一步的,步骤3)中热压烧结程序为:在2Mpa压力下于1min内升温至120 $^{\circ}\text{C}$ ,在3Mpa压力下于2min内升温至180 $^{\circ}\text{C}$ ,在3Mpa压力下于2min内升温至220 $^{\circ}\text{C}$ ,在4Mpa压力下于3min内升温至300 $^{\circ}\text{C}$ ,在4Mpa压力下于2min内升温至380 $^{\circ}\text{C}$ ,在4Mpa压力下于5min内升温至420 $^{\circ}\text{C}$ ,并于420 $^{\circ}\text{C}$ 保温5min。此步的热压烧结工序是重要的(详见表1),因为压力和升温速率能够直接决定PTFE的结晶度以及与其他功能填料的反应速率以及小分子气体的排出量和排出速率,从而导致整个结合体系强度和硬度的变化,具体的如果压力大,模具中的高分子树脂和PTFE会流出,且排气不畅,体系内形成不均匀结构和气孔,压力小则不利于设计密度的达到。

[0020] 表1热压烧结工艺的程序

时 间 段 (min)	所用压力(MPa)	所用温度(°C)
0-1	2	60
1-3	3	80
[0021] 3-5	3	90
5-8	4	110
8-10	4	130
10-15	4	145
15-20	4	150

[0022] 本发明的核心在于：一是选取原材料配方的配比设计；二是混料以及热压烧结成型工艺。按照上述配方以生产工艺制得的修整砂轮洛氏硬度范围为HR15N(30-60)，做出的样块弹性模量在 $0.015-0.025 \times 10^5$ MPa，此硬度属于中软硬度，此弹性模量属于较小的弹性模量，因此修整轮具有的性能是中软硬度，具有一定脆性的砂轮，适宜于用于硬度高的各种结合剂的CBN和金刚石超硬磨料砂轮的修整。

[0023] 和现有技术相比，本发明的有益效果如下：

[0024] 1) 本发明修整工具(修整砂轮)，利用PTFE粉做主要结合剂，树脂粉作为辅助改性剂，加入改性填料、增强纤维材料，制得的修整轮较普通绿碳化硅砂轮、白刚玉砂轮强度高，脆性大，且寿命长；

[0025] 2) 本发明修整工具(修整砂轮)，适用范围广，能够修整所有粒度、所有硬度的树脂结合剂金刚石和CBN砂轮，且修整效率高，对于行业内难修整的超细粒度(粒度低于1000#)砂轮，3-5分钟能够完成对其的高效修整，且修整后在高倍显微镜下检测被修整轮磨料出刃率 $>95\%$ ；

[0026] 3) 本发明修整工具(修整砂轮)采用的原材料成本低、所用制造设备成本低，有利于大批量生产制备；且可以根据修整轮的不同形状，制备成不同规格形状的，相匹配的修整工具，具有广泛适用性。

## 附图说明

[0027] 图1为本发明修整砂轮的结构示意图，具体尺寸和形状可以根据现场应用做成各种尺寸和形状；

[0028] 图2为本发明实施例3制得修整砂轮的内部组织SEM图；从SEM图中可以看出：此修整砂轮中的碳化硼磨料浓度较高，出刃效果好，具有锋利的刃口，同时具有锋利的修整；

[0029] 图3为利用对比例2修整工具修整CBN砂轮的出刃效果图；

[0030] 图4为利用实施例2修整工具修整CBN砂轮的出刃效果图。

## 具体实施方式

[0031] 以下结合实施例对本发明的技术方案作进一步地详细介绍，但本发明的保护范围并不局限于此。

## [0032] 实施例1

[0033] 制备粒度为120#,长×宽×高为100mm×50mm×5mm的修整工具(修整板),其由原料普通磨料、PTFE粉、树脂粉、改性填料、增强纤维材料和偶联剂制成,各原料的重量百分比及种类型号详见表2。

## [0034] 表2各原料的重量百分比及种类型号

[0035]

物料	粒度/粒径	质量百分比	厂家/型号
绿碳化硅	120#	30	白鸽磨料磨具有限公司
PTFE粉	60-80 $\mu$ m	15	沈阳无量科技有限公司
酚醛树脂粉	60-80 $\mu$ m	25	济南圣泉集团/PF-2827
二氧化硅	240#	20	上海超威纳米科技有限公司
玻璃纤维丝	10 $\mu$ m	5	中国巨石股份有限公司
偶联剂	/	5	KH550

[0036] 上述超硬磨具修整工具的制备方法,具体包括如下步骤:

[0037] 1) 按比例称量普通磨料绿碳化硅、改性填料二氧化硅、偶联剂放入玻璃容器中,加入直径5mm氧化锆介质球,氧化锆介质球和原材料质量比为1:10,放在回转机上,按照400rpm的转速旋转40分钟,混合均匀;

[0038] 2) 按比例称量PTFE粉和酚醛树脂粉,然后采用气流混合方式混合均匀,混合时间30min;可采用下述装置进行气流混料:物料放入直径500mm、高度800mm、以80rpm转速不断转动的混料桶,同时混料桶顶部具有10-15个直径5-15mm的小孔,利用从桶底部不断通入流速为8m/s的空气流进行混料;下同;

[0039] 3) 将步骤1)和步骤2)所得产物混匀,过100目筛网3次后,加入增强纤维材料玻璃纤维丝,在三维混料机中混匀(混合30分钟),然后将混合料投入模具中进行热压烧结(热压烧结程序参照表1,具体为:在2Mpa压力下于1min内升温至120 $^{\circ}$ C,在3Mpa压力下于2min内升温至180 $^{\circ}$ C,在3Mpa压力下于2min内升温至220 $^{\circ}$ C,在4Mpa压力下于3min内升温至300 $^{\circ}$ C,在4Mpa压力下于2min内升温至380 $^{\circ}$ C,在4Mpa压力下于5min内升温至420 $^{\circ}$ C,并于420 $^{\circ}$ C保温5min),热压烧结结束后卸模,冷却到自然温度,即得本发明所需的超硬磨具修整工具(纤维填充修整板)。

[0040] 此修整板可以修整粒度为140#,180#,200#的各个级别硬度的不同结合剂的金刚石砂轮。

[0041] 用此修整板在MM7120平面磨床上修整规格型号为1A1-300\*20\*76\*10,粒度为200#的金刚石砂轮,其修整参数和修整效果见下表3。

## [0042] 表3修整参数和修整效果

[0043]

修整工具转速 rpm	进给速率	修整效率 (完成修整所需的时间)	被修整轮 1cm <sup>2</sup> 平 面上磨料出刃率
1700	0.15mm/min	5min	99.2%

## [0044] 实施例2

[0045] 制备粒度为400#,外径×内径×高为100mm×80mm×10mm的修整工具(修整环,见图1),其由原料普通磨料、PTFE粉、树脂粉、改性填料、增强纤维材料和偶联剂制成,各原料

的重量百分比及种类型号详见表4。

[0046] 表4、各原料的重量百分比及种类型号

物料	粒度/粒径	质量百分比	型号/厂家
白刚玉	400#	35	白鸽磨料磨具有限公司
PTFE粉	30-50 $\mu$ m	10	沈阳无量科技有限公司
聚酰亚胺树脂粉	30-50 $\mu$ m	30	济南圣泉集团
碳酸钙	600#	11	上海超威纳米科技有限公司
玻璃纤维丝	10 $\mu$ m	10	中国巨石股份有限公司
偶联剂	/	4	KH550

[0048] 上述超硬磨具修整工具的制备方法,具体包括如下步骤:

[0049] 1) 按比例称量普通磨料白刚玉、改性填料碳酸钙、偶联剂放入玻璃容器中,加入直径3mm氧化锆介质球,氧化锆介质球和原材料质量比为1:10,放在回转机上,按照500rpm的转速旋转45分钟,混合均匀;

[0050] 2) 按比例称量PTFE粉和酚醛树脂粉,然后采用气流混合方式混合均匀,混合时间45min;

[0051] 3) 将步骤1)和步骤2)所得产物混匀,过120目筛网4次后,加入增强纤维材料玻璃纤维丝,在三维混料机中混匀(混合35分钟),然后将混合料投入模具中进行热压烧结(热压烧结程序参照表1),热压烧结结束后卸模,冷却到自然温度,即得本发明所需的超硬磨具修整工具(纤维填充修整环)。

[0052] 此修整环可以修整粒度为600#,800#的各个级别硬度的不同结合剂的CBN砂轮。

[0053] 用此修整环在立轴圆台磨上修整规格型号为6A2-350\*50\*305\*10,粒度为600#的CBN砂轮,其修整参数和修整效果见下表5。

[0054] 表5修整参数和修整效果

修整工具转速 rpm	进给速率	修整效率 (完成修整所需的时间)	被修整轮 1cm <sup>2</sup> 平 面上磨料出刃率
1440	0.2mm/min	3min	99.5%

[0056] 实施例3

[0057] 制备粒度为800#,外径 $\times$ 内径 $\times$ 高为100mm $\times$ 80mm $\times$ 10mm的修整工具(修整环),其由原料普通磨料、PTFE粉、树脂粉、改性填料、增强纤维材料和偶联剂制成,各原料的重量百分比及种类型号详见表6。

[0058] 表6各原料的重量百分比及种类型号

物料	粒度/粒径	质量百分比	型号/厂家
碳化硼	800#	30	上海超威纳米科技有限公司
PTFE粉	10-18 $\mu$ m	20	沈阳无量科技有限公司
聚酰亚胺树脂粉	10-20 $\mu$ m	25	济南圣泉集团
二氧化钛	1000#	15	上海超威纳米科技有限公司
石棉丝	10 $\mu$ m	9	中国巨石股份有限公司

偶联剂	/	1	KH792
-----	---	---	-------

[0060] 上述超硬磨具修整工具的制备方法,具体包括如下步骤:

[0061] 1) 按比例称量普通磨料碳化硼、改性填料二氧化钛、偶联剂放入玻璃容器中,加入直径3mm氧化锆介质球,氧化锆介质球和原材料质量比为1:10,放在回转机上,按照600rpm的转速旋转50分钟,混合均匀;

[0062] 2) 按比例称量PTFE粉和酚醛树脂粉,然后采用气流混合方式混合均匀,混合时间60min;

[0063] 3) 将步骤1) 和步骤2) 所得产物混匀,过140目筛网5次后,加入增强纤维材料石棉丝,在三维混料机中混匀(混合35分钟),然后将混合料投入模具中进行热压烧结(热压烧结程序参照表1),热压烧结结束后卸模,冷却到自然温度,即得本发明所需的超硬磨具修整工具(修整环)。

[0064] 此修整环可以修整粒度为1000#,1200#、1500#的各个级别硬度的不同结合剂的金刚石和CBN砂轮。

[0065] 用此修整环在MM1432外圆磨上修整规格型号为1A1-350\*20\*127\*10,粒度为1200#的CBN砂轮,其修整参数和修整效果见下表7。

[0066] 表7修整参数和修整效果

修整工具转速 rpm	进给速率	修整效率 (完成修整所需的时间)	被修整轮 1cm <sup>2</sup> 平 面上磨料出刃率
2100	0.25mm/min	3.5min	99.8%

[0068] 对比例1

[0069] 一般的,用在MM7120平面磨床上修整规格型号为1A1-300\*20\*76\*10,粒度为200#的金刚石砂轮,所用的是中软级别(J、K等),粒度为140#或者180#的普通陶瓷结合剂绿碳化硅或者白刚玉砂轮,其修整参数和修整效果见下表8:

[0070] 表8修整参数和修整效果

修整工具转速 rpm	进给速率	修整效率 (完成修整所需的时间)	被修整轮 1cm <sup>2</sup> 平 面上磨料出刃率
1700	0.15mm/min	15-40min	50%-70%

[0072] 对比例2

[0073] 常规树脂结合剂磨料砂轮的热压成型采用普通热压机进行成型,普通热压机的成型工艺只能设置一种固定的加热温度进行加热,压力和时间则可以互相匹配调整,普通热压机工艺一般设置温度为150-200摄氏度(工艺见表9)。现采用实施例2相同配方和表9中的热压烧结程序制备超硬磨具修整工具。

[0074] 表9普通热压机工艺

温度(°C)	时间(min)	压力(Mpa)
180	5	2
180	5	4

180	40	6
-----	----	---

[0076] 分别利用对比例2和实施例2制备所得的超硬磨具修整工具(修整环)在立轴圆台磨上修整规格型号为6A2-350\*50\*305\*10,粒度为600#的CBN砂轮, CBN砂轮转速1440rpm,进给速率0.2mm/min,修整3min。修整效果分别见图3和图4。从图3和图4可以明显看出:用本发明修整工具修整后的修整效果(磨料出刃率和出刃高度)明显好于对比例2的修整效果。

[0077] 本发明根据目前超硬磨料砂轮修整存在修整效率低,修整工具应用范围小,修整出现粘屑等问题而创新性的提供一种修整砂轮工具,通过对于具有特定性能原材料的选取、配方设计、工艺设计,制造出一种适用范围广,修整效率高,被修整轮出刃率高的修整工具,此修整工具具有一定脆性,且制造成本低,可用于各种粒度及硬度的不同结合剂金刚石和CBN砂轮的修整。

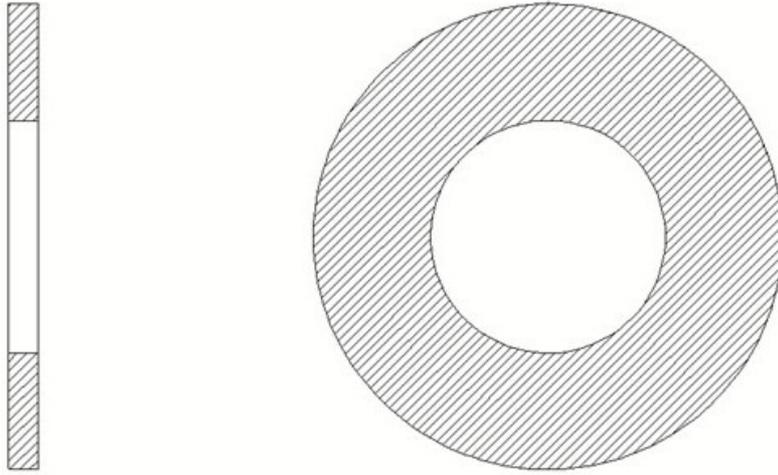


图1

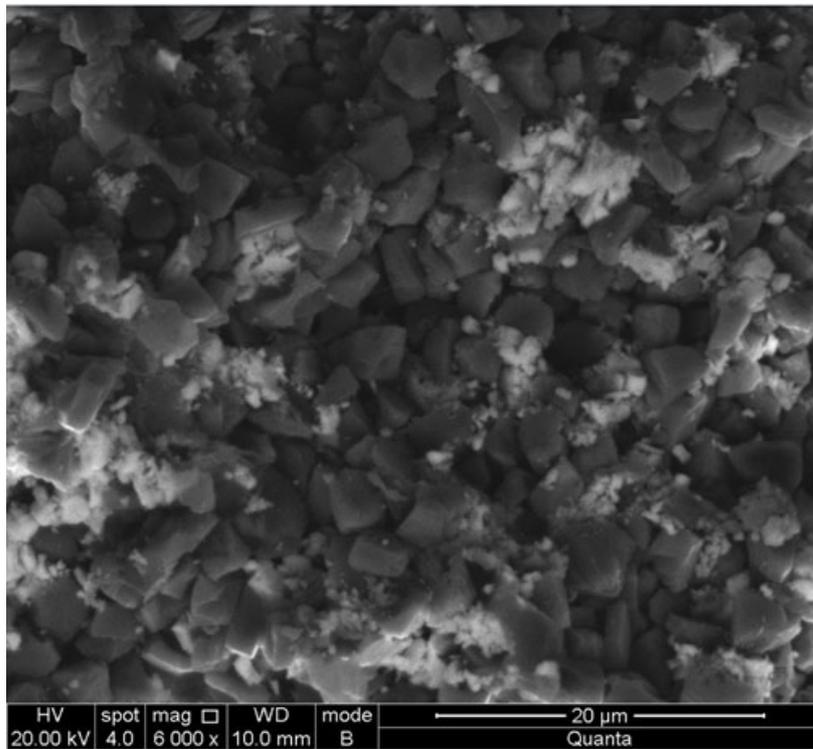


图2

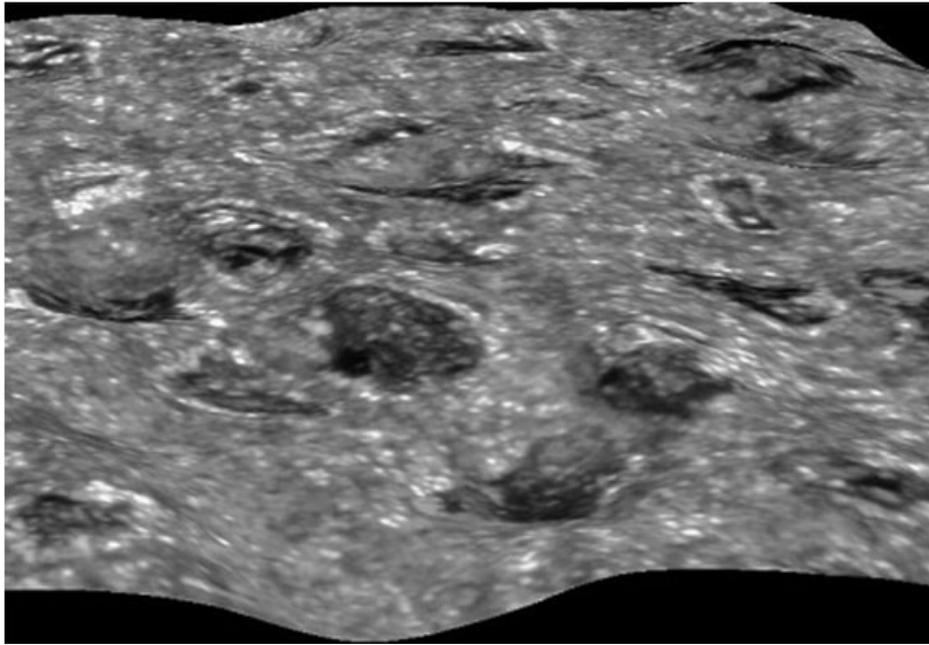


图3

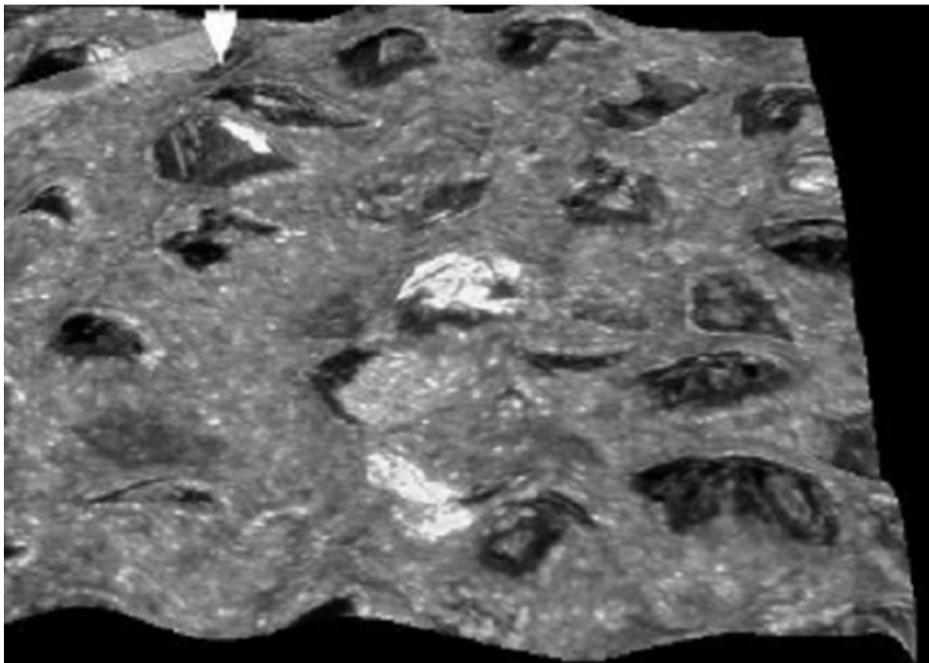


图4