



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111496279 A

(43)申请公布日 2020.08.07

(21)申请号 202010303938.6

(22)申请日 2020.04.16

(71)申请人 深圳大学

地址 518000 广东省深圳市南山区粤海街  
道南海大道3688号

申请人 汇专科技集团股份有限公司

(72)发明人 鲁艳军 陈福民 伍晓宇 周超兰  
李伟秋 颜炳姜

(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限  
公司 44202

代理人 王娇

(51)Int.Cl.

B23B 27/00(2006.01)

B23H 5/04(2006.01)

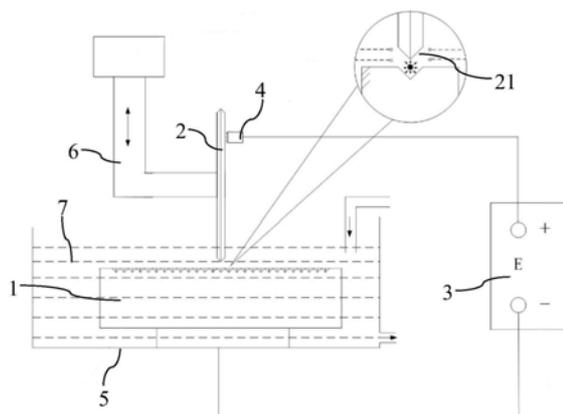
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种微结构刀头及其电火花辅助机械磨削  
复合加工方法

(57)摘要

本发明涉及精密加工技术领域,公开了一种微结构刀头及其电火花辅助机械磨削复合加工方法,刀头由PCD材质制成,所述刀头具有前刀面、后刀面及刀尖,所述前刀面上设有微结构,所述微结构包括若干间隔设置且相互平行的微沟槽,所述微沟槽从靠近所述刀尖的一端至背离所述刀尖的一端延伸;刀头微结构的加工方法包括步骤:金刚石砂轮及刀头分别连接于脉冲电源的两极;利用金刚石砂轮的出刃型面在前刀面上进行电火花辅助机械磨削加工,形成若干平行的微沟槽。本发明的有益效果为:刀头具有断屑散热性能,延长刀头的使用寿命,并提高工件表面质量;采用电火花辅助机械磨削在前刀面上加工微结构,微结构的加工效率高,且提高成型精度。



1. 一种微结构刀头,其特征在于,所述刀头由PCD材质制成,所述刀头具有前刀面、后刀面及刀尖,所述前刀面上设有微结构,所述微结构包括若干间隔设置且相互平行的微沟槽,所述微沟槽从靠近所述刀尖的一端至背离所述刀尖的一端延伸。

2. 如权利要求1所述的微结构刀头,其特征在于,所述微沟槽的槽深为50~800 $\mu\text{m}$ ,相邻两所述微沟槽之间的间距为60~800 $\mu\text{m}$ 。

3. 如权利要求1所述的微结构刀头,其特征在于,所述微沟槽两侧边之间的距离从其底部至上逐渐变大。

4. 如权利要求3所述的微结构刀头,其特征在于,所述微沟槽两侧边之间的夹角为30°~120°。

5. 如权利要求3所述的微结构刀头,其特征在于,沿所述微沟槽的横截面观察,所述微沟槽呈V形。

6. 一种微结构刀头的电火花辅助机械磨削复合加工方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、将金刚石砂轮安装于机床主轴上,刀头安装于工作台上,且金刚石砂轮及刀头均浸入工作液中;

S2、金刚石砂轮及刀头分别连接于连接脉冲电源的两极;

S3、利用金刚石砂轮的出刃型面在前刀面上进行电火花辅助机械磨削加工,形成若干平行的微沟槽。

7. 如权利要求6所述的微结构刀头的电火花辅助机械磨削复合加工方法,其特征在于,所述金刚石砂轮连接脉冲电源的正极,所述刀头连接脉冲电源的负极。

8. 如权利要求6所述的微结构刀头的电火花辅助机械磨削复合加工方法,其特征在于,所述步骤S3具体包括以下步骤:

S31、机床主轴带动金刚石砂轮转动并相对于前刀面发生进给,利用金刚石砂轮的出刃型面在前刀面上进行电火花辅助机械磨削加工,形成一微沟槽;

S32、调整金刚石砂轮相对于刀头的位置;

S33、重复步骤S31和S32,直至在前刀面上形成预设个数的相互平行的微沟槽。

9. 如权利要求8所述的微结构刀头的电火花辅助机械磨削复合加工方法,其特征在于,在步骤S31中,金刚石砂轮相对于前刀面以单次法向进给深度为1~20 $\mu\text{m}$ ,通过若干次循环加工,以在前刀面上形成所述微沟槽。

10. 如权利要求8所述的微结构刀头的电火花辅助机械磨削复合加工方法,其特征在于,所述金刚石砂轮的转速为1000~6000r/min,所述金刚石砂轮的进给速度为10~1000mm/min。

11. 如权利要求6~10中任一项所述的微结构刀头的电火花辅助机械磨削复合刀头的电火花辅助机械磨削复合加工方法,其特征在于,在步骤S1之前还包括以下步骤:

根据待加工的微沟槽的形状,将金刚石砂轮的出刃型面修整成与微沟槽的形状相匹配的形状。

12. 如权利要求6~10中任一项所述的微结构刀头的电火花辅助机械磨削复合加工方法,其特征在于,所述微沟槽的槽深为50~800 $\mu\text{m}$ ,相邻两个所述微沟槽之间的间距为60~800 $\mu\text{m}$ 。

## 一种微结构刀头及其电火花辅助机械磨削复合加工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及精密加工技术领域,特别是涉及一种微结构刀头及其电火花辅助机械磨削复合加工方法。

### 背景技术

[0002] 聚晶金刚石(Polycrystallinediamond,PCD)刀头主要用于铝合金、铜、硬质合金以及高硬度高耐磨材料的加工,具有加工精度高,加工表面光洁度高等特点。

[0003] 研究表明,在刀头的前刀面加工出微结构可以使刀头具有断屑散热性能,减小工件与刀头摩擦的作用,从而延长刀头的使用寿命,提高工件表面的加工质量。然而,由于聚晶金刚石具有较高硬度的特点,如何在聚晶金刚石刀头的表面加工出符合要求的微结构具有较大难度,这也是本领域技术人员目前迫切需要解决的问题。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是:克服现有技术的不足,提供一种微结构刀头及其电火花辅助机械磨削复合加工方法,能够满足刀头的切削性能,提高在切削过程中断屑排热的性能,并保证刀头微结构的加工精度,提高刀头的刃磨性能。

[0005] 为了实现上述目的,本发明的第一方面提供了一种微结构刀头,所述微结构刀头由PCD材质制成,所述微结构刀头具有前刀面、后刀面及刀尖,所述前刀面上设有微结构,所述微结构包括若干间隔设置且相互平行的微沟槽,所述微沟槽从靠近所述刀尖的一端至背离所述刀尖的一端延伸。

[0006] 作为优选方案,所述微沟槽的槽深为50~800 $\mu\text{m}$ ,相邻两所述微沟槽之间的间距为60~800 $\mu\text{m}$ 。

[0007] 作为优选方案,所述微沟槽两侧边之间的距离从其底部至上逐渐变大。

[0008] 作为优选方案,所述微沟槽两侧边之间的夹角为30°~120°。

[0009] 作为优选方案,沿所述微沟槽的横截面观察,所述微沟槽呈V形。

[0010] 同样的目的,本发明的第二方面还提供一种微结构刀头的电火花辅助机械磨削复合加工方法,其包括以下步骤:

[0011] S1、将金刚石砂轮安装于机床主轴上,刀头安装于工作台上,且金刚石砂轮及刀头均浸入工作液中;

[0012] S2、金刚石砂轮及刀头分别连接于连接脉冲电源的两极;

[0013] S3、利用金刚石砂轮的出刃型面在前刀面上进行电火花辅助机械磨削加工,形成若干平行的微沟槽。

[0014] 作为优选方案,所述金刚石砂轮连接脉冲电源的正极,所述刀头连接脉冲电源的负极。

[0015] 作为优选方案,所述步骤S3具体包括以下步骤:

[0016] S31、金刚石砂轮转动并相对于前刀面发生进给,利用金刚石砂轮的出刃型面在前

刀面上进行电火花辅助机械磨削加工,形成一微沟槽;

[0017] S32、调整金刚石砂轮相对于刀头的位置;

[0018] S33、重复步骤S31和S32,直至在前刀面上形成预设个数相互平行的微沟槽。

[0019] 作为优选方案,在步骤S31中,金刚石砂轮相对于前刀面以单次法向进给深度为1~20 $\mu\text{m}$ ,通过若干次循环加工,以在前刀面上形成所述微沟槽。

[0020] 作为优选方案,所述金刚石砂轮的转速为1000~6000r/min,所述金刚石砂轮的进给速度为10~1000mm/min。

[0021] 作为优选方案,所述微沟槽的槽深为50~800 $\mu\text{m}$ ,相邻两个所述微沟槽之间的间距为60~800 $\mu\text{m}$ 。

[0022] 作为优选方案,在步骤S1之前还包括以下步骤:

[0023] 根据待加工的微沟槽的形状,将金刚石砂轮的出刃型面修整成与所述微沟槽的形状相匹配的形状。

[0024] 本发明实施例一种微结构刀头及其电火花辅助机械磨削复合加工方法,与现有技术相比,其有益效果在于:

[0025] 本发明实施例的微结构刀头采用PCD制成,从而能够保证切削硬度、保证切削性能,并在前刀面上设置有若干平行的微沟槽,可使刀头具有断屑散热性能,减小工件与刀头摩擦的作用,从而延长刀头的使用寿命,提高工件表面的加工质量;再者,本实施例发明采用电火花辅助机械磨削在前刀面上加工微结构,形成若干相互间隔且平行的微沟槽,利用电火花能够高效地去除PCD材料,而机械磨削加工可保证刀头具有较高的表面质量和精度,从而在PCD前刀面高效且高精度地制造出微结构,提高刀头的耐用程度。

## 附图说明

[0026] 图1是本发明实施例中一种微结构刀头的结构示意图;

[0027] 图2是本发明实施例中一种微结构刀头的电火花辅助机械磨削复合加工方法的示意图;

[0028] 图3是本发明实施例中另一视角的一种微结构刀头的电火花辅助机械磨削复合加工方法的示意图;

[0029] 图4是本发明一实施例中一种微结构刀头的电火花辅助机械磨削复合加工方法的流程示意图;

[0030] 图5是图4中的步骤S3的流程示意图。

[0031] 图中,1、刀头;11、前刀面;12、后刀面;13、刀尖;14、微沟槽;H、微沟槽的槽深;D、相邻两微沟槽之间的间距; $\theta$ 、微沟槽两侧边之间的夹角;2、金刚石砂轮;21、出刃型面;3、脉冲电源;4、电刷;5、工作台;6、机床主轴;7、工作液。

## 具体实施方式

[0032] 下面结合附图和实施例,对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施例用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。

[0033] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置

关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0034] 如图1及图2所示,本发明实施例优选实施例的一种微结构刀头,刀头1由PCD材质制成,刀头1上具有前刀面11、后刀面12及刀尖 13,前刀面11上设置有微结构,微结构包括若干间隔设置且相互平行的微沟槽14,微沟槽14沿靠近刀尖13的一端至背离刀尖13的一端的方向延伸。

[0035] 基于上述技术方案,在刀头1的前刀面11上设置有若干相互平行的微沟槽14,且微沟槽14从靠近刀尖13的一端向背离刀尖13的一端延伸,能增大散热面积,具有更佳的刃磨效果,提升了切削过程中的断屑排热能力;另外,刀头1为PCD材料制成,能够保证刀头的切削性能,提高切削精度,并延长刀头的使用寿命。

[0036] 优选地,如图1所示,为了进一步优化微结构刀头的刃磨效果,微沟槽14的槽深为H,H=50~800 $\mu\text{m}$ ;具体地,H可为50 $\mu\text{m}$ 、100 $\mu\text{m}$ 、200 $\mu\text{m}$ 、300 $\mu\text{m}$ 、500 $\mu\text{m}$ 、600 $\mu\text{m}$ 、800 $\mu\text{m}$ ,且经过实验结果验证,当H为200 $\mu\text{m}$ 时,加工后的刀头的刃磨效果达到最佳。

[0037] 与之相对应的是,相邻两微沟槽14之间的间距为D,D=60~800 $\mu\text{m}$ ,进一步提高刀头的刃磨效果。

[0038] 本实施例中,为了便于成型,所述微沟槽14两侧边之间的距离从其底部至上逐渐变大;示例性地,沿所述微沟槽14的横截面观察,所述微沟槽14呈V形。

[0039] 同样地,作为可替换方案,也可将微沟槽14的横截面形状设置成半圆形、椭圆形或者矩形等其它形状。

[0040] 继续参阅附图1所示,微沟槽14两侧边之间的夹角为 $\theta$ , $\theta=30^{\circ}\sim 120^{\circ}$ ,此轮廓形状的微沟槽14能够进一步保证刀头的刃磨效果。

[0041] 本实施例中,各微沟槽14之间呈均匀间隔排布;同样地,也可将各微沟槽14设置成非均匀排布的形式。

[0042] 为了进一步提高刀头的切削性能,刀头1由单晶PCD材质制成,能够有效提高硬度,从而延长刀头的使用寿命。

[0043] 本发明实施例的第二方面还提出一种微结构刀头的电火花辅助机械磨削复合加工方法,具体如图4所示,其包括以下步骤:

[0044] S1、搭建好电火花成型的试验装置,将金刚石砂轮2安装于机床主轴6上,刀头1安装于工作台5上,且金刚石砂轮2及刀头1均浸入工作液7中,参阅附图2及图3所示;

[0045] S2、金刚石砂轮2及刀头1分别连接于连接脉冲电源3的两极;

[0046] S3、打开脉冲电源3,在两极间加上无负荷电压,脉冲电源3通过电柱释放能量,利用金刚石砂轮2的出刃型面21在前刀面11上进行电火花辅助机械磨削加工,形成若干平行的微沟槽14,其中金刚石砂轮2的出刃型面21根据所需成型的微沟槽14的轮廓形状而设置成与之相匹配的形状,若所需成型的微沟槽14为V形,则相对应地将金刚石砂轮2的出刃型面21加工成V形。

[0047] 本实施例中,在成型微结构时,金刚石砂轮2的出刃型面21对刀头1的前刀面11进行磨削加工,与此同时,分别将金刚石砂轮2与刀头1连接脉冲电源3的正、负极,在金刚石砂轮2的出刃型面21与刀头1的前刀面11间进行电火花成型加工,电火花加工能够有效提高微结构的加工效率,降低成型时间,而机械磨削则能提高微结构的加工精度,保证形状可控;

另外,由于在刀头1的前刀面11上成型若干相互平行的微沟槽14,能够提高刀头在切削过程中断屑排热的性能,减小加工工件与刀头之间的摩擦作用,提高刀头的刃磨性能,从而有效延长使用寿命,并提高工件的表面加工质量。

[0048] 本实施例中,加工极性为负极性加工,即金刚石砂轮2连接脉冲电源3的正极,刀头1连接脉冲电源3的负极,能够使微结构的精度达到最佳效果。

[0049] 具体地,脉冲电源3的放电间隙可以从几微米到几十微米不等,脉冲宽度可以为几微秒到几十微秒,脉冲放电电流可随刀头的厚度进行调整。

[0050] 示例性地,本实施例中,金刚石砂轮2的直径为50~100mm,厚度优选为4mm,磨料粒度为60~1500目。

[0051] 示例性地,本实施例中,电源脉冲3的正极通过一电刷4与金刚石砂轮2实现电导通。

[0052] 优选地,如附图5所示,本实施例中,上述步骤S3具体包括:

[0053] S31、机床主轴6带动金刚石砂轮2转动并相对于前刀面11发生进给,利用金刚石砂轮2的出刃型面21在前刀面11上进行电火花辅助机械磨削加工,形成一微沟槽14;

[0054] S32、调整金刚石砂轮2相对于刀头1的位置;

[0055] S33、重复步骤S31和S32,直至在前刀面11上形成预设个数的相互平行的微沟槽14。

[0056] 金刚石砂轮2的进给路径整体呈弓字形,通过来回移动完成对各微沟槽14的成型,能够有效提高加工效率。

[0057] 具体地,本实施例中,各微沟槽14均需要通过金刚石砂轮2多次循环切割形成,且金刚石砂轮2的单次法向进给深度为1~20 $\mu\text{m}$ ,以保证微结构的加工精度。

[0058] 示例性地,如图2所示,金刚石砂轮2先相对于前刀面11法向进给 $a=1\sim 20\mu\text{m}$ ,并沿前刀面11移动以在前刀面11上成型一浅沟槽;然后,金刚石砂轮2进一步相对于前刀面11法向进给 $a=1\sim 20\mu\text{m}$ ,并沿浅沟槽移动以进一步加工该浅沟槽;如此循环,直至完成预设槽深的微沟槽14的加工。

[0059] 本实施例中,在微结构成型过程中,继续参阅附图2所示,金刚石砂轮2的转速为 $V_w=1000\sim 6000\text{r}/\text{min}$ ,金刚石砂轮2的进给速度 $V_f$ 为10~1000mm/min,不仅能够实现加工效率最大化,且可确保加工精度。

[0060] 进一步参考附图5所示,在本发明一优选实施例中,在步骤S1之前还包括以下步骤:

[0061] A、根据待加工的微沟槽14的形状,将金刚石砂轮2的出刃型面21修整成与微沟槽14的形状相匹配的形状。

[0062] 具体地,步骤A具体为:金刚石砂轮2安装于另一机床主轴上,且金刚石砂轮2旋转并沿着预设的磨削路径与修整器进行对磨修正,从而将金刚石砂轮2的出刃型面21修整成特定形状。

[0063] 本实施例中,微沟槽14的槽深为50~800 $\mu\text{m}$ ,相邻两个微沟槽14之间的间距为60~800 $\mu\text{m}$ ,能够使得刀头的刃磨效果达到最佳。

[0064] 综上,本发明实施例提供一种刀头及刀头微结构的加工方法,刀头采用PCD制成,从而能够保证切削硬度、保证切削性能,并在前刀面上设置有若干平行的微沟槽,可使刀头

具有断屑散热性能,减小工件与刀头摩擦的作用,从而延长刀头的使用寿命,提高工件表面的加工质量;再者,发明采用电火花辅助机械磨削加工微结构,在前刀面上成型若干平行的微沟槽,利用电火花能够高效地去除PCD材料,而机械磨削加工可保证刀头具有较高的表面质量和精度,从而在PCD前刀面高效且高精度地制造出微结构,提高刀头的耐用程度。

[0065] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和替换,这些改进和替换也应视为本发明的保护范围。

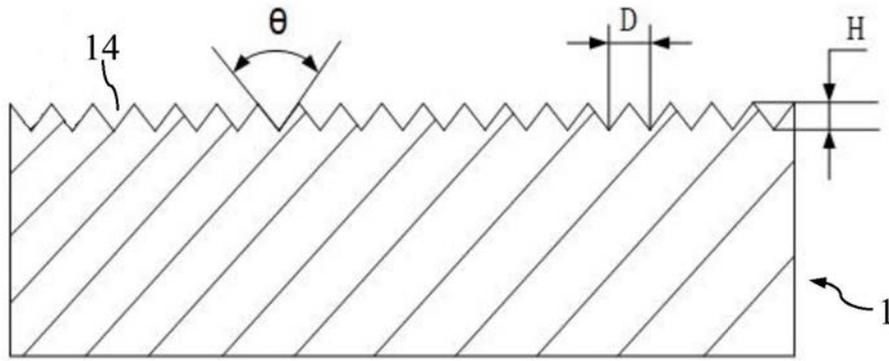


图1

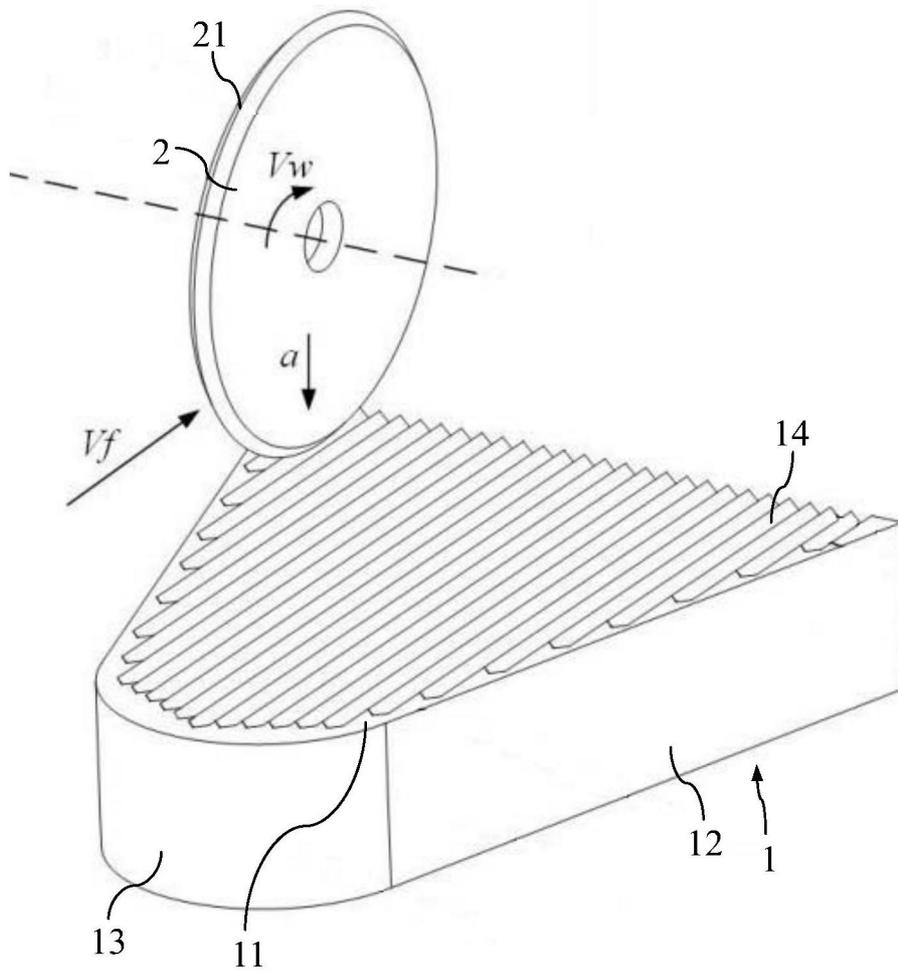


图2

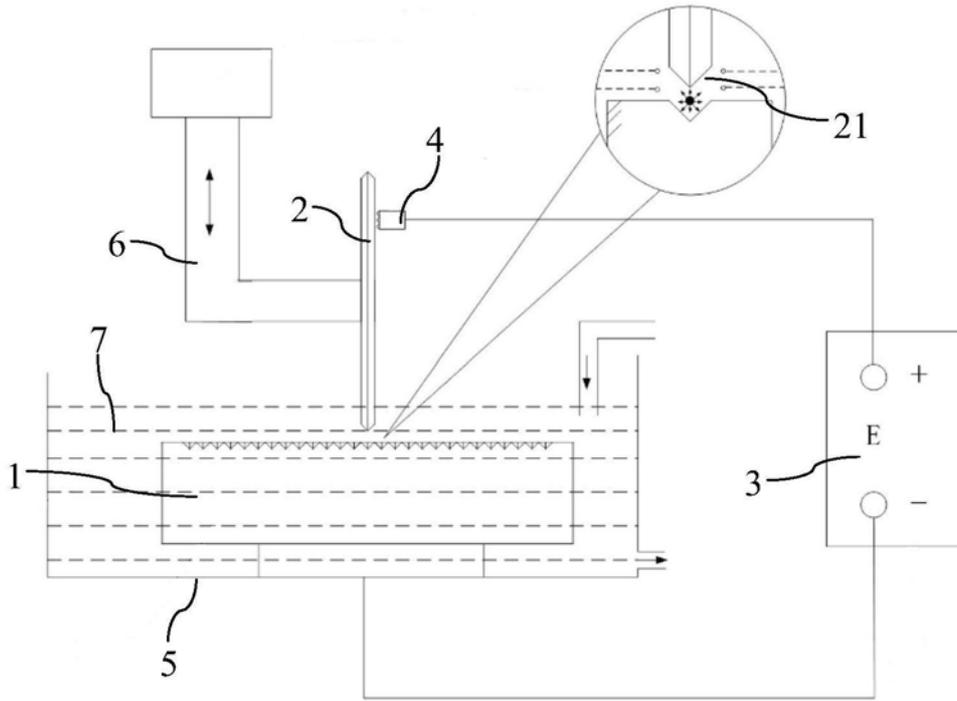


图3

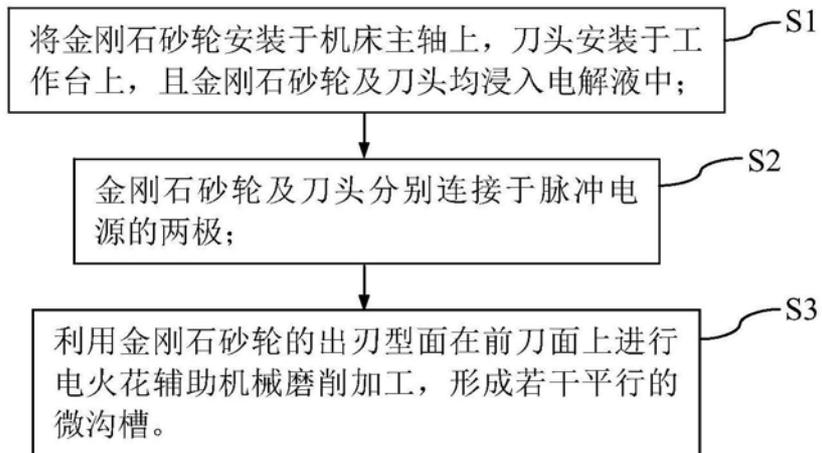


图4

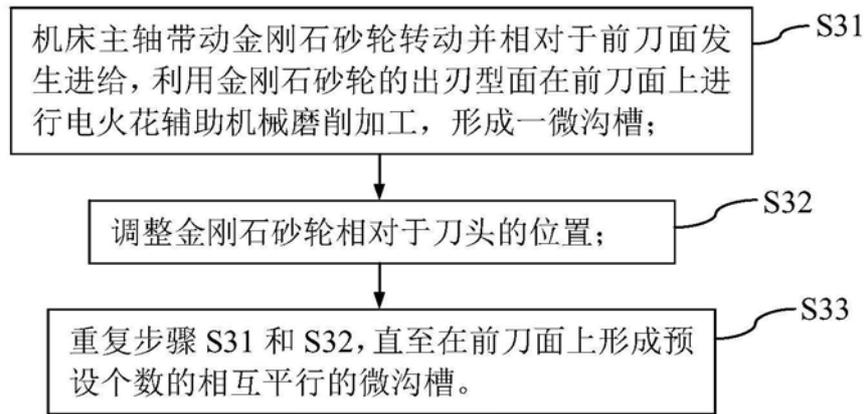


图5