



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110449847 A

(43)申请公布日 2019.11.15

(21)申请号 201910871135.8

(22)申请日 2019.09.16

(66)本国优先权数据

201910427501.0 2019.05.22 CN

(71)申请人 长春理工大学

地址 130000 吉林省长春市朝阳区卫星路  
7089号

(72)发明人 李晶 周瓔珞 付强 徐成宇

杜锋 林瓿川 伍旭东 曹佳楠

(74)专利代理机构 长春众邦菁华知识产权代理

有限公司 22214

代理人 李青

(51)Int.Cl.

B23P 15/00(2006.01)

B23K 26/352(2014.01)

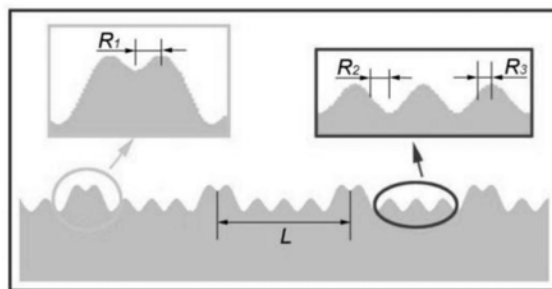
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种铝合金集雾表面结构及其制备方法

(57)摘要

一种铝合金集雾表面结构及其制备方法,通过改变表面的结构实现集雾的技术效果。该方法包括:将铝合金基体表面打磨预磨处理;将铝合金基体置于抛光机上抛光至表面光洁;在铝合金基体表面采用激光制备高低肋阵列结构,每两个高肋之间设有1-5个低肋,高肋的高度范围为 $30\mu\text{m}\sim 35\mu\text{m}$ ,低肋的高度范围为 $15\mu\text{m}\sim 17\mu\text{m}$ ,高肋顶端的凹陷圆弧半径范围为 $14\mu\text{m}\sim 16\mu\text{m}$ ,低肋顶端的凸起圆弧半径范围为 $7\mu\text{m}\sim 9\mu\text{m}$ ,相邻两个肋结构之间的凹陷圆弧半径范围为 $18\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ ;激光加工参数为:频率20KHz,功率16w,扫描速度1800mm/s。将高低肋结构的铝合金基体分别置于去离子水、丙酮、去离子水中超声波清洗后加热至 $200^{\circ}\text{C}$ ,保持两个小时,停止加热,冷却至室温。本发明提高了在潮湿环境下的工作性能、工作效率和实用率等目的。



1. 一种铝合金集雾表面结构的制备方法,其特征在于,该方法包括如下步骤:

步骤一:将铝合金基体表面打磨预磨处理;

步骤二:将所述预磨处理的铝合金基体置于抛光机上抛光至表面光洁;

步骤三:在所述抛光后的铝合金基体表面采用激光制备高低肋阵列结构,其中每两个高肋之间设有1-5个低肋,高肋的高度范围为 $30\mu\text{m}\sim 35\mu\text{m}$ ,低肋的高度范围为 $15\mu\text{m}\sim 17\mu\text{m}$ ,高肋顶端的凹陷圆弧半径范围为 $14\mu\text{m}\sim 16\mu\text{m}$ ,低肋顶端的凸起圆弧半径范围为 $7\mu\text{m}\sim 9\mu\text{m}$ ,相邻两个肋结构之间的凹陷圆弧半径范围为 $18\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ ;激光加工参数为:频率20KHz,功率16w,扫描速度1800mm/s;

步骤四:将所述高低肋结构的铝合金基体分别置于去离子水、丙酮、去离子水中超声波清洗。

2. 根据权利要求1所述的一种铝合金集雾表面结构的制备方法,其特征在于,所述步骤一至步骤四间,对所述铝合金基体去离子水清洗时间为30s。

3. 根据权利要求1所述的一种铝合金集雾表面结构的制备方法,其特征在于,所述步骤一中,将铝合金基体表面依次在600目、800目、1000目、1500目和2000目的砂纸上进行打磨。

4. 根据权利要求1所述的一种铝合金集雾表面结构的制备方法,其特征在于,所述步骤四中,超声波清洗时间为1-2min。

5. 一种铝合金集雾表面结构,其特征在于,表面光洁的铝合金基体表面上设高低肋阵列结构,其中每两个高肋之间设有1-5个低肋,高肋的高度范围为 $30\mu\text{m}\sim 35\mu\text{m}$ ,低肋的高度范围为 $15\mu\text{m}\sim 17\mu\text{m}$ ,高肋顶端的凹陷圆弧半径范围为 $14\mu\text{m}\sim 16\mu\text{m}$ ,低肋顶端的凸起圆弧半径范围为 $7\mu\text{m}\sim 9\mu\text{m}$ ,相邻两个肋结构之间的凹陷圆弧半径范围为 $18\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 。

6. 根据权利要求1所述的一种铝合金集雾表面结构,其特征在于,表面光洁的铝合金基体表面上设高低肋阵列结构,其中每两个高肋之间设有3个低肋,高肋的高度为 $10\mu\text{m}$ ,高肋顶端的凹陷圆弧半径范围为 $15\mu\text{m}$ ,低肋顶端的凸起圆弧半径范围为 $8\mu\text{m}$ ,相邻两个肋结构之间的凹陷圆弧半径范围为 $19\mu\text{m}$ 。

7. 根据权利要求5所述的一种铝合金集雾表面结构,其特征在于,制备该结构的方法包括如下步骤:

步骤一:将铝合金基体表面打磨预磨处理;

步骤二:将所述预磨处理的铝合金基体置于抛光机上抛光至表面光洁;

步骤三:在所述抛光后的铝合金基体表面采用激光制备高低肋阵列结构,其中每两个高肋之间设有1-5个低肋,高肋的高度范围为 $30\mu\text{m}\sim 35\mu\text{m}$ ,低肋的高度范围为 $15\mu\text{m}\sim 17\mu\text{m}$ ,高肋顶端的凹陷圆弧半径范围为 $14\mu\text{m}\sim 16\mu\text{m}$ ,低肋顶端的凸起圆弧半径范围为 $7\mu\text{m}\sim 9\mu\text{m}$ ,相邻两个肋结构之间的凹陷圆弧半径范围为 $18\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ ;激光加工参数为:频率20KHz,功率16w,扫描速度1800mm/s;

步骤四:将所述高低肋结构的铝合金基体分别置于去离子水、丙酮、去离子水中超声波清洗。

## 一种铝合金集雾表面结构及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及金属集雾表面结构领域,具体涉及一种铝合金集雾表面结构及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 水是生命之源,是地球上所有生物生存的必需物质之一,世界上的许多国家因为水资源的短缺产生了灾难性的后果。近年来,具有集水能力的功能表面越来越受到人们的关注,如何去设计和制备这种功能表面也成为了研究人员思考的重点。随着近年来科学技术以及工业经济的飞速发展,铝合金是工业中应用最广泛的一类有色金属结构材料,其在航空、航天、汽车、机械制造、船舶及化学工业中已大量应用。因此人们对于铝合金的使用和工艺性能的要求不断提高,这使越来越多传统的铝合金表面性能无法达到特定工作条件要求。例如,潮湿的空气中,铝合金表面会缓慢的凝结水滴且很难脱落,使得它的集雾效率受到影响,实用性降低。

### 发明内容

[0003] 为了解决现有技术中存在的问题,本发明提供了一种铝合金集雾表面结构及其制备方法,通过改变铝合金材料表面的结构实现集雾的技术效果。

[0004] 本发明解决技术问题所采用的技术方案如下:

[0005] 一种铝合金集雾表面结构的制备方法,该方法包括如下步骤:

[0006] 步骤一:将铝合金基体表面打磨预磨处理;

[0007] 步骤二:将所述预磨处理的铝合金基体置于抛光机上抛光至表面光洁;

[0008] 步骤三:在所述抛光后的铝合金基体表面采用激光制备高低肋阵列结构,其中每两个高肋之间设有1-5个低肋,高肋的高度范围为 $30\mu\text{m}\sim 35\mu\text{m}$ ,低肋的高度范围为 $15\mu\text{m}\sim 17\mu\text{m}$ ,高肋顶端的凹陷圆弧半径范围为 $14\mu\text{m}\sim 16\mu\text{m}$ ,低肋顶端的凸起圆弧半径范围为 $7\mu\text{m}\sim 9\mu\text{m}$ ,相邻两个肋结构之间的凹陷圆弧半径范围为 $18\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ ;激光加工参数为:频率20KHz,功率16w,扫描速度1800mm/s。

[0009] 步骤四:将所述高低肋结构的铝合金基体分别置于去离子水、丙酮、去离子水中超声波清洗;

[0010] 步骤五:将清洗过的铝合金基体放入加热设备里加热至 $200^{\circ}\text{C}$ ,在此温度下保持两个小时,然后停止加热,自然冷却至室温。

[0011] 一种铝合金集雾表面结构,表面光洁的铝合金基体表面上设高低肋阵列结构,其中每两个高肋之间设有1-5个低肋,高肋的高度范围为 $30\mu\text{m}\sim 35\mu\text{m}$ ,低肋的高度范围为 $15\mu\text{m}\sim 17\mu\text{m}$ ,高肋顶端的凹陷圆弧半径范围为 $14\mu\text{m}\sim 16\mu\text{m}$ ,低肋顶端的凸起圆弧半径范围为 $7\mu\text{m}\sim 9\mu\text{m}$ ,相邻两个肋结构之间的凹陷圆弧半径范围为 $18\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 。

[0012] 本发明的有益效果是:本发明采用激光加工方法制备集雾表面,激光加工方法操作简单,加工铝合金表面方便、简单。设定激光加工参数后,在铝合金表面进行激光扫描使

铝合金表面获得有序高低肋微观结构,铝合金表面的粗糙度增大,接触角增大到 $150^{\circ}$ 以上,同时高低肋粗糙结构使微小的雾滴源源不断的在表面的高低肋结构的沟槽里聚集,逐渐使表面变得潮湿,并在潮湿的表面聚集成更大的水滴,且该结构的各向异性可以使水滴加快或减小从表面脱落的速度,使结构表面获得了良好的集雾性能,进而提高铝合金在潮湿环境下的工作性能,提升工作效率,提高实用率等目的。这项工作可用于沙漠干旱地区的雨水和雾气的收集,从而改善水资源匮乏的现状。对这样的国家和地区具有重要意义和影响。

### 附图说明

[0013] 图1本发明一种铝合金集雾表面结构实施例1示意图。

[0014] 图2本发明一种铝合金集雾表面结构实施例1放大图。

[0015] 图3本发明一种铝合金集雾性能实施例1原理图。

[0016] 图4本发明一种铝合金集雾性能测试图。

### 具体实施方式

[0017] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步详细说明。

[0018] 在以下的实施案例中,所用的基体采用7系列铝合金,本发明不限于这些实施例,基体材料可为全系列铝合金。

[0019] 实施例1

[0020] 步骤一:将铝合金基材料通过线切割制备成 $34\text{mm}\times 32\text{mm}\times 3\text{mm}$ 尺寸大小;然后将切割后的铝合金基体依次在600目、1000目、1500目、2000目砂纸上进行打磨,使表面光洁;

[0021] 步骤二:将铝合金基体在抛光机上进行抛光处理,使基体表面呈光面即可;然后将铝合金基体置于酒精中进行超声波清洗5min;将清洗后的铝合金基体进行简单的烘干处理,观察表面是否清洗干净;

[0022] 步骤三:在所述抛光后的铝合金基体表面采用激光制备高低肋阵列结构,如图1和图2所示,其中每两个高肋之间设有3个低肋,两个高肋之间的距离 $L$ 为 $250\mu\text{m}$ ,高肋的高度为 $30\mu\text{m}$ ,低肋的高度为 $17\mu\text{m}$ ,高肋顶端的凹陷圆弧半径 $R_1$ 为 $15\mu\text{m}$ ,低肋顶端的凸起圆弧半径 $R_2$ 为 $8\mu\text{m}$ ,相邻两个肋结构之间的凹陷圆弧半径 $R_3$ 为 $19\mu\text{m}$ ;激光加工参数为:频率20KHz,功率16w,扫描速度 $1800\text{mm/s}$ 。每四条激光直线加工一组肋结构,每条直线间隔 $50\mu\text{m}$ ,第一条直线激光加工一次,相邻三条直线激光加工四次。

[0023] 步骤四:将所述高低肋结构的铝合金基体分别置于去离子水、丙酮、去离子水中超声波清洗;

[0024] 步骤五:将清洗过的铝合金基体放入加热设备里加热至 $200^{\circ}\text{C}$ ,在此温度下保持两个小时,然后停止加热,自然冷却至室温。

[0025] 将每两个高肋之间设有3个低肋,两个高肋之间的距离为 $250\mu\text{m}$ ,高肋的高度为 $30\mu\text{m}$ ,低肋的高度为 $17\mu\text{m}$ ,高肋顶端的凹陷圆弧半径为 $15\mu\text{m}$ ,低肋顶端的凸起圆弧半径为 $8\mu\text{m}$ ,相邻两个肋结构之间的凹陷圆弧半径为 $19\mu\text{m}$ 带有高低肋矩阵结构的基体在温度 $T=27.1\pm 1.2^{\circ}\text{C}$ ,湿度 $\text{RH}=35\pm 2.5\%$ 环境条件下进行集雾试验,如图3所示,仅仅是抛光的铝合金试样表面的集雾量为 $1.287\text{kg/m}^2$ ,该结构参数下的制备试样表面的集雾量为 $2.526\text{kg/m}^2$ ,是抛光试样表面的集雾量的1.98倍。

[0026] 实施例2

[0027] 步骤一:将铝合金基材料通过线切割制备成 $34\text{mm}\times 32\text{mm}\times 3\text{mm}$ 尺寸大小;然后将切割后的铝合金基体依次在600目、1000目、1500目、2000目砂纸上进行打磨,使表面光洁;

[0028] 步骤二:将铝合金基体在抛光机上进行抛光处理,使基体表面呈光面即可;然后将铝合金基体置于酒精中进行超声波清洗5min;将清洗后的铝合金基体进行简单的烘干处理,观察表面是否清洗干净;

[0029] 步骤三:在所述抛光后的铝合金基体表面采用激光制备高低肋阵列结构,其中每两个高肋之间设有2个低肋,两个高肋之间的距离为 $200\mu\text{m}$ ,高肋的高度为 $32\mu\text{m}$ ,低肋的高度为 $16\mu\text{m}$ ,高肋顶端的凹陷圆弧半径为 $15\mu\text{m}$ ,低肋顶端的凸起圆弧半径为 $8\mu\text{m}$ ,相邻两个肋结构之间的凹陷圆弧半径为 $19\mu\text{m}$ ;激光加工参数为:频率20KHz,功率16w,扫描速度 $1800\text{mm/s}$ 。每三条激光直线加工一组肋结构,每条直线间隔 $50\mu\text{m}$ ,第一条直线激光加工一次,相邻两条直线激光加工四次。

[0030] 步骤四:将所述高低肋结构的铝合金基体分别置于去离子水、丙酮、去离子水中超声波清洗;

[0031] 步骤五:将清洗过的铝合金基体放入加热设备里加热至 $200^{\circ}\text{C}$ ,在此温度下保持两个小时,然后停止加热,自然冷却至室温。

[0032] 将每两个高肋之间设有2个低肋,两个高肋之间的距离为 $200\mu\text{m}$ ,高肋的高度为 $32\mu\text{m}$ ,低肋的高度为 $16\mu\text{m}$ ,高肋顶端的凹陷圆弧半径为 $15\mu\text{m}$ ,低肋顶端的凸起圆弧半径为 $8\mu\text{m}$ ,相邻两个肋结构之间的凹陷圆弧半径为 $19\mu\text{m}$ 带有高低肋矩阵结构的基体在温度 $T=27.1\pm 1.2^{\circ}\text{C}$ ,RH湿度= $35\pm 2.5\%$ 环境条件下进行集雾试验,仅仅是抛光的铝合金试样表面的集雾量为 $1.287\text{kg/m}^2$ ,该结构参数下的制备试样表面的集雾量为 $2.105\text{kg/m}^2$ ,是抛光试样表面的集雾量的1.64倍。

[0033] 实施例3

[0034] 步骤一:将铝合金基材料通过线切割制备成 $34\text{mm}\times 32\text{mm}\times 3\text{mm}$ 尺寸大小;然后将切割后的铝合金基体依次在600目、1000目、1500目、2000目砂纸上进行打磨,使表面光洁;

[0035] 步骤二:将铝合金基体在抛光机上进行抛光处理,使基体表面呈光面即可;然后将铝合金基体置于酒精中进行超声波清洗5min;将清洗后的铝合金基体进行简单的烘干处理,观察表面是否清洗干净;

[0036] 步骤三:在所述抛光后的铝合金基体表面采用激光制备高低肋阵列结构,其中每两个高肋之间设有4个低肋,两个高肋之间的距离为 $300\mu\text{m}$ ,高肋的高度为 $1030\mu\text{m}$ ,低肋的高度为 $17\mu\text{m}$ ,高肋顶端的凹陷圆弧半径为 $1516\mu\text{m}$ ,低肋顶端的凸起圆弧半径为 $87\mu\text{m}$ ,相邻两个肋结构之间的凹陷圆弧半径为 $2019\mu\text{m}$ ;激光加工参数为:频率20KHz,功率16w,扫描速度 $1800\text{mm/s}$ 。每五条激光直线加工一组肋结构,每条直线间隔 $50\mu\text{m}$ ,第一条直线激光加工一次,相邻四条直线激光加工四次。

[0037] 步骤四:将所述高低肋结构的铝合金基体分别置于去离子水、丙酮、去离子水中超声波清洗;

[0038] 步骤五:将清洗过的铝合金基体放入加热设备里加热至 $200^{\circ}\text{C}$ ,在此温度下保持两个小时,然后停止加热,自然冷却至室温。

[0039] 将每两个高肋之间设有4个低肋,两个高肋之间的距离为 $300\mu\text{m}$ ,高肋的高度为 $30\mu\text{m}$

m,低肋的高度为 $17\mu\text{m}$ ,高肋顶端的凹陷圆弧半径为 $16\mu\text{m}$ ,低肋顶端的凸起圆弧半径为 $7\mu\text{m}$ ,相邻两个肋结构之间的凹陷圆弧半径为 $20\mu\text{m}$ 带有高低肋矩阵结构的基体在 $T=27.1\pm 1.2\text{ }^\circ\text{C}$ , $\text{RH}=35\pm 2.5\%$ 环境条件下进行集雾试验,仅仅是抛光的铝合金试样表面的集雾量为 $1.287\text{kg}/\text{m}^2$ ,该结构参数下的制备试样表面的集雾量为 $2.289\text{kg}/\text{m}^2$ ,是抛光试样表面的集雾量的1.78倍。

[0040] 实施例4

[0041] 步骤一:将铝合金基材料通过线切割制备成 $34\text{mm}\times 32\text{mm}\times 3\text{mm}$ 尺寸大小;然后将切割后的铝合金基体依次在600目、1000目、1500目、2000目砂纸上进行打磨,使表面光洁;

[0042] 步骤二:将铝合金基体在抛光机上进行抛光处理,使基体表面呈光面即可;然后将铝合金基体置于酒精中进行超声波清洗5min;将清洗后的铝合金基体进行简单的烘干处理,观察表面是否清洗干净;

[0043] 步骤三:在所述抛光后的铝合金基体表面采用激光制备高低肋阵列结构,其中每两个高肋之间设有5个低肋,两个高肋之间的距离为 $350\mu\text{m}$ ,高肋的高度为 $32\mu\text{m}$ ,低肋的高度为 $17\mu\text{m}$ ,高肋顶端的凹陷圆弧半径为 $14\mu\text{m}$ ,低肋顶端的凸起圆弧半径为 $7\mu\text{m}$ ,相邻两个肋结构之间的凹陷圆弧半径为 $20\mu\text{m}$ ;激光加工参数为:频率20HKz,功率16w,扫描速度 $1800\text{mm}/\text{s}$ 。每六条激光直线加工一组肋结构,每条直线间隔 $50\mu\text{m}$ ,第一条直线激光加工一次,相邻五条直线激光加工四次。

[0044] 步骤四:将所述高低肋结构的铝合金基体分别置于去离子水、丙酮、去离子水中超声波清洗;

[0045] 步骤五:将清洗过的铝合金基体放入加热设备里加热至 $200\text{ }^\circ\text{C}$ ,在此温度下保持两个小时,然后停止加热,自然冷却至室温。

[0046] 将每两个高肋之间设有5个低肋,两个高肋之间的距离为 $350\mu\text{m}$ ,高肋的高度为 $32\mu\text{m}$ ,低肋的高度为 $17\mu\text{m}$ ,高肋顶端的凹陷圆弧半径为 $14\mu\text{m}$ ,低肋顶端的凸起圆弧半径为 $7\mu\text{m}$ ,相邻两个肋结构之间的凹陷圆弧半径为 $20\mu\text{m}$ 带有高低肋矩阵结构的基体在 $T=27.1\pm 1.2\text{ }^\circ\text{C}$ , $\text{RH}=35\pm 2.5\%$ 环境条件下进行集雾试验,仅仅是抛光的铝合金试样表面的集雾量为 $1.278\text{kg}/\text{m}^2$ ,该结构参数下的制备试样表面的集雾量为 $2.057\text{kg}/\text{m}^2$ ,是抛光试样表面的集雾量的1.61倍。

[0047] 铝合金表面集雾主要基于以下两点:如图3和图4所示,(1)微小的雾滴直接滑入到微纳米结构之间的空间,源源不断的在表面的高低肋结构的沟槽里聚集,逐渐使表面变得潮湿,并在潮湿的表面聚集成更大的水滴;(2)制备表面的各向异性加速了液体的滑移,提高了收集雾气的效率。



图1

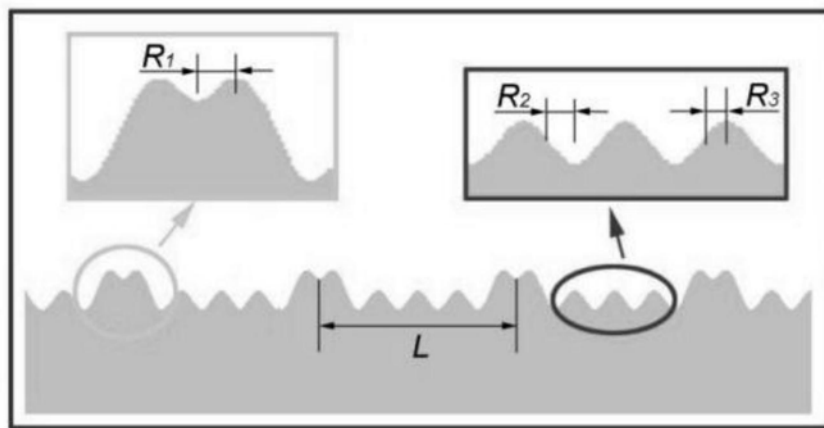


图2

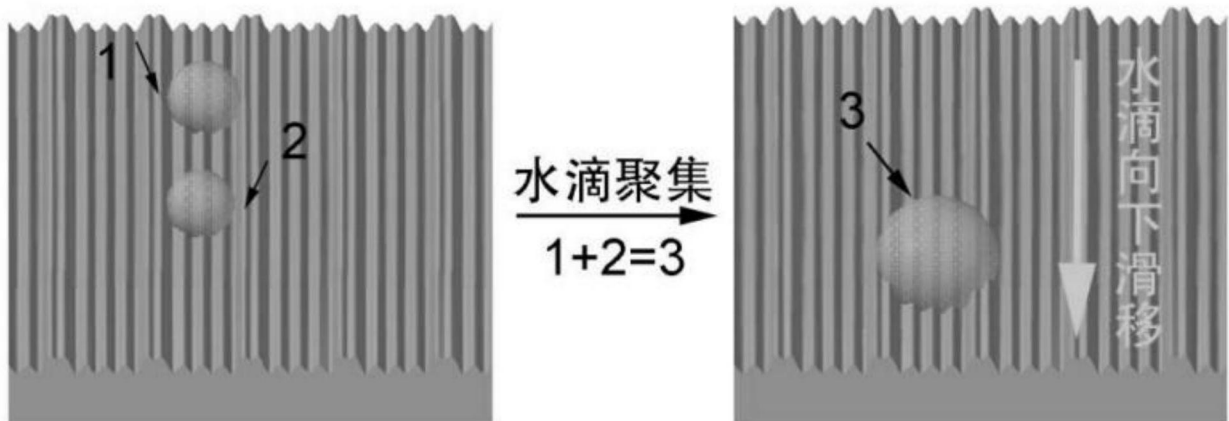


图3

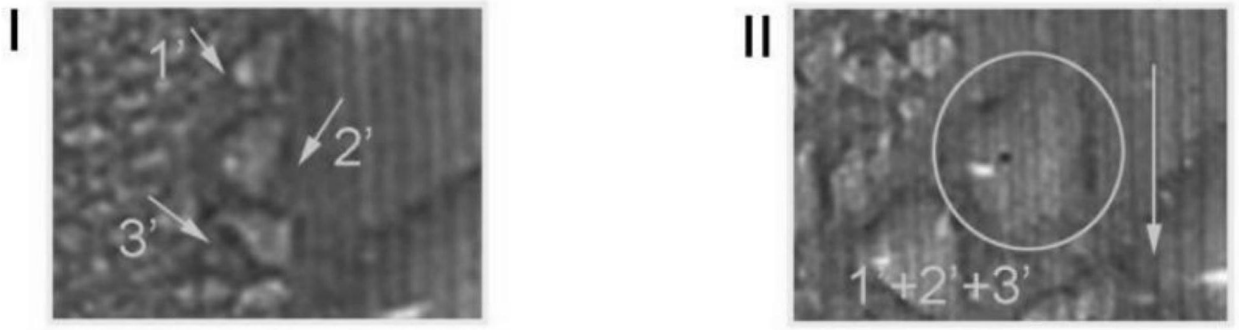


图4