



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108941805 B

(45)授权公告日 2020.02.21

(21)申请号 201810901247.9

B23H 3/08(2006.01)

(22)申请日 2018.08.09

B23K 26/352(2014.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 刘彦峰

申请公布号 CN 108941805 A

(43)申请公布日 2018.12.07

(73)专利权人 广东工业大学

地址 510062 广东省广州市大学城外环西路100号

(72)发明人 李雨 关蕾 杨智帆 张永康
王冠

(74)专利代理机构 广东广信君达律师事务所
44329

代理人 杨晓松

(51)Int.Cl.

B23H 3/00(2006.01)

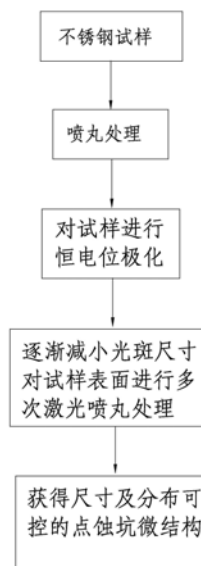
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54)发明名称

一种不锈钢电化学极化制备表面微结构的方法

(57)摘要

本发明公开了一种不锈钢电化学极化制备表面微结构的方法,包括以下步骤:1)取不锈钢块状试样,侧面焊上导线后用环氧树脂封装;2)采用设定激光功率密度和直径的圆形光斑或边长的方形光斑对试样表面进行第一次激光喷丸处理,且相邻光斑相切,各光斑相切形成若干冲击区域;3)将试样浸泡在 $\text{NaNO}_3+\text{NaCl}$ 的溶液中,对试样进行恒电位极化;4)采用逐渐小于步骤2中设定的直径或边长的光斑对试样表面进行第二次至第N次激光喷丸处理。本发明通过对不锈钢试样表面进行多次激光喷丸以及通过调整恒电位极化时间和极化电位值,使得试样表面的点蚀坑尺寸低至需求的亚微米或纳米等级,从而实现制备表面微结构的目的,操作简单、调节和控制方便。



1. 一种不锈钢电化学极化制备表面微结构的方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1、取不锈钢块状试样,侧面焊上导线后用环氧树脂封装;

步骤2、采用设定激光功率密度和直径的圆形光斑或边长的方形光斑对试样表面进行第一次激光喷丸处理,且相邻光斑相切,各光斑相切形成若干冲击区域;

步骤3、将试样浸泡在 $\text{NaNO}_3+\text{NaCl}$ 的溶液中,对试样进行恒电位极化;根据试样材料的不同,调整恒电位极化时间和极化电位值,直到试样表面的点蚀坑尺寸低至亚微米或纳米等级;

步骤4、采用逐渐小于步骤2中设定的直径或边长的光斑对试样表面进行第二次.....第N次激光喷丸处理,直到设定直径的圆形光斑或边长的方形光斑达到激光喷丸设备的最小光斑直径或边长,同一冲击区域的两个光斑为同心状态。

2. 根据权利要求1所述的一种不锈钢电化学极化制备表面微结构的方法,其特征在于,所述步骤1的具体内容为:

取不锈钢块状试样,侧面焊上导线后用环氧树脂封装,然后采用水磨SiC砂纸打磨试样的表面而产生方向一致均匀的划痕。

3. 根据权利要求1所述的一种不锈钢电化学极化制备表面微结构的方法,其特征在于,所述步骤2的具体内容为:

采用直径3mm的圆形光斑,激光功率密度为 $3\text{GW}/\text{cm}^2$,各个光斑相切形成9宫格型冲击区域。

4. 根据权利要求1所述的一种不锈钢电化学极化制备表面微结构的方法,其特征在于,所述步骤3的具体内容为:

将试样浸泡在 $\text{NaNO}_3+\text{NaCl}$ 的溶液中,通过电化学工作站对试样进行恒电位极化;电化学工作站根据试样材料的不同,调整恒电位极化时间和极化电位值,直到试样表面的点蚀坑尺寸低至需求的亚微米或纳米等级。

5. 根据权利要求1所述的一种不锈钢电化学极化制备表面微结构的方法,其特征在于,还包括步骤5、对试样表面进行有限元模拟,以获得采用多次变光斑尺寸对同一个冲击区域进行激光喷丸产生梯度的残余应力分布图。

一种不锈钢电化学极化制备表面微结构的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种不锈钢电化学极化制备表面微结构的方法,尤其是指一种基于激光喷丸表层残余应力分布梯度诱导不锈钢电化学极化制备表面微结构的方法。

背景技术

[0002] 受动植物表面微结构功能的启发,为获得超疏水、耐磨、减阻、防污等功能的器件或结构件,逐渐发展了多种制备材料表面微结构的方法。目前微结构阵列的加工方法主要有激光机工、微细电火花加工、微细超声加工、微细化学加工及微细电化学加工等等。其中微细电化学加工方法相较于其他方法具有加工效率高、成本低,不会产生热效应及残余应力的优点。尤其是近年来掩膜微细电解加工技术发展起来,将光刻技术与电化学加工技术结合,使得加工效率进一步得到提高。然而目前的微细电化学加工后的微结构尺寸多为数十微米量级,而加工亚微米乃至纳米微结构则需要复杂的工艺以及设备才能实现,加工效率低且成本高。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于解决现有微细电化学加工方法加工亚微米乃至纳米微结构则需要复杂的加工工艺以及设备才能实现而导致加工效率低且成本高的问题,提供一种操作简单、调节和控制方便的不锈钢电化学极化制备表面微结构的方法。

[0004] 本发明的目的可采用以下技术方案来达到:

[0005] 一种不锈钢电化学极化制备表面微结构的方法,包括以下步骤:

[0006] 步骤1、取不锈钢块状试样,侧面焊上导线后用环氧树脂封装;

[0007] 步骤2、采用设定激光功率密度和直径的圆形光斑或边长的方形光斑对试样表面进行第一次激光喷丸处理,且相邻光斑相切,各光斑相切形成若干冲击区域;

[0008] 步骤3、将试样浸泡在 $\text{NaNO}_3+\text{NaCl}$ 的溶液中,对试样进行恒电位极化;根据试样材料的不同,调整恒电位极化时间和极化电位值,直到试样表面的点蚀坑尺寸低至亚微米或纳米等级;

[0009] 步骤4、采用逐渐小于步骤2中设定的直径或边长的光斑对试样表面进行第二次.....第N次激光喷丸处理,直到设定直径的圆形光斑或边长的方形光斑达到激光喷丸设备的最小光斑直径或边长,同一冲击区域的两个光斑为同心状态。

[0010] 进一步地,所述步骤1的具体内容为:

[0011] 取不锈钢块状试样,侧面焊上导线后用环氧树脂封装,然后采用水磨SiC砂纸打磨试样的表面而产生方向一致均匀的划痕。

[0012] 作为一种优选的方案,所述步骤2的具体内容为:

[0013] 采用直径3mm的圆形光斑,激光功率密度为 $3\text{GW}/\text{cm}^2$,各个光斑相切形成9宫格型冲击区域。

[0014] 进一步地,所述步骤3的具体内容为:

[0015] 将试样浸泡在 $\text{NaNO}_3+\text{NaCl}$ 的溶液中,通过电化学工作站对试样进行恒电位极化;电化学工作站根据试样材料的不同,调整恒电位极化时间和极化电位值,直到试样表面的点蚀坑尺寸低至需求的亚微米或纳米等级。

[0016] 作为一种优选的方案,还包括步骤5、对试样表面进行有限元模拟,以获得采用多次变光斑尺寸对同一个冲击区域进行激光喷丸产生梯度的残余应力分布图。

[0017] 实施本发明,具有如下有益效果:

[0018] 本发明通过对不锈钢试样表面进行多次激光喷丸,随着激光的光斑直径或边长变小,激光冲击区域出现应力梯度分布。即残余压应力值随着光斑尺寸的减小而增大,且残余应力场分布图均存在“残余应力洞”现象,即冲击区域残余应力峰值不出现在光斑几何中心,因此激光喷丸中心区域仍然可以被极化出点蚀坑。并且通过调整恒电位极化时间和极化电位值,使得试样表面的点蚀坑尺寸低至需求的亚微米或纳米等级,从而实现对不锈钢进行电化学极化制备表面微结构的目的,具有操作简单、调节和控制方便的优点。

附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0020] 图1是本发明采用激光喷丸的圆形光斑直径为3mm,激光功率密度为 $3\text{GW}/\text{cm}^2$ 的不锈钢表面残余应力分布有限元模拟图;

[0021] 图2是本发明采用激光喷丸的圆形光斑直径分别为7mm、5mm、和3mm,激光功率密度为 $9\text{GW}/\text{cm}^2$ 的不锈钢表面残余应力分布有限元模拟图;

[0022] 图3是本发明采用激光喷丸的方形光斑边长分别为7mm、5mm、和3mm,激光功率密度为 $9\text{GW}/\text{cm}^2$ 的不锈钢表面残余应力分布有限元模拟图;

[0023] 图4是本发明不锈钢电化学极化制备表面微结构的方法的流程图。

具体实施方式

[0024] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0025] 实施例:

[0026] 参见图4,本实施例涉及电化学极化制备表面微结构的方法,包括以下步骤:

[0027] 步骤1、取不锈钢块状试样,侧面焊上导线后用环氧树脂封装;为了提高试样表面的点蚀形核率,采用水磨SiC砂纸打磨试样的表面而产生方向一致均匀的划痕。

[0028] 步骤2、采用设定激光功率密度和直径的圆形光斑或边长的方形光斑对试样表面进行第一次激光喷丸处理,且相邻光斑相切,即覆盖率为0;各光斑相切形成若干冲击区域;本实施例采用直径3mm的圆形光斑,激光功率密度为 $3\text{GW}/\text{cm}^2$,各个光斑相切形成9宫格型冲击区域。如图1所示,对相邻光斑的残余应力进行有限元模拟。从图中可以看出,几乎每个光

斑中心都有较大的残余压应力。每个光斑周围残余压应力最小或最大残余拉应力的位置点蚀敏感性最高。可见,通过采用激光喷丸对不锈钢试样表面进行处理能使光斑周围残余应力存在梯度的情况。

[0029] 步骤3、将试样浸泡在 $\text{NaNO}_3+\text{NaCl}$ 的溶液中,对试样进行恒电位极化;根据试样材料的不同,调整恒电位极化时间和极化电位值,直到试样表面的点蚀坑尺寸低至亚微米或纳米等级;具体的,将试样浸泡在 $\text{NaNO}_3+\text{NaCl}$ 的溶液中,通过电化学工作站对试样进行恒电位极化;电化学工作站根据试样材料的不同,调整恒电位极化时间和极化电位值,直到试样表面的点蚀坑尺寸低至需求的亚微米或纳米等级。由于在 NaCl 溶液中极化会导致点蚀坑生长速度快,形状规则程度差,故加入 NaNO_3 溶液使得活性和钝性阴离子相互补偿能保证蚀坑均匀的生长。

[0030] 步骤4、采用逐渐小于步骤2中设定的直径或边长的光斑对试样表面进行第二次……第N次激光喷丸处理,直到设定直径的圆形光斑或边长的方形光斑达到激光喷丸设备的最小光斑直径或边长,同一冲击区域的两个光斑为同心状态。通过对不锈钢试样表面进行多次激光喷丸,随着激光的光斑直径或边长变小,激光冲击区域出现应力梯度分布。如图2所示,通过产生有梯度分布的应力而产生点蚀萌生的位置,从而制备出亚微米或纳米级的表面微结构。

[0031] 步骤5、对试样表面进行有限元模拟,以获得采用多次变光斑尺寸对同一个冲击区域进行激光喷丸产生梯度的残余应力分布图。如图2和图3所示。残余压应力值随着光斑尺寸的减小而增大。且残余应力场分布图均存在“残余应力洞”现象,即冲击区域残余应力峰值不出现在光斑几何中心,因此激光喷丸中心区域仍然可以被极化出点蚀坑。极化后点蚀坑易萌生于砂纸研磨划痕与相邻两次激光喷丸引起的残余应力较低区域的交点处。

[0032] 本方法通过对不锈钢试样表面进行多次激光喷丸,随着激光的光斑直径或边长变小,激光冲击区域出现应力梯度分布。即残余压应力值随着光斑尺寸的减小而增大,且残余应力场分布图均存在“残余应力洞”现象,即冲击区域残余应力峰值不出现在光斑几何中心,因此激光喷丸中心区域仍然可以被极化出点蚀坑。并且通过调整恒电位极化时间和极化电位值,直到试样表面的点蚀坑尺寸低至需求的亚微米或纳米等级,从而实现对不锈钢进行电化学极化制备表面微结构的目的,具有操作简单、调节和控制方便的优点。

[0033] 以上所揭露的仅为本发明一种较佳实施例而已,当然不能以此来限定本发明之权利范围,因此依本发明权利要求所作的等同变化,仍属本发明所涵盖的范围。

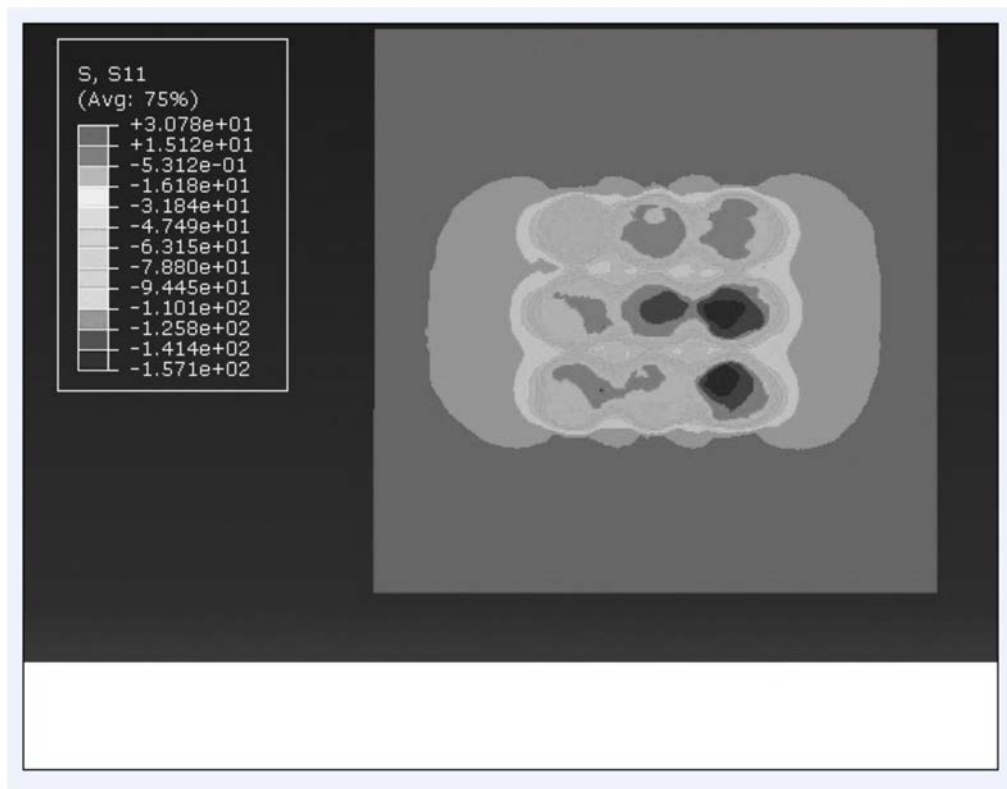


图1

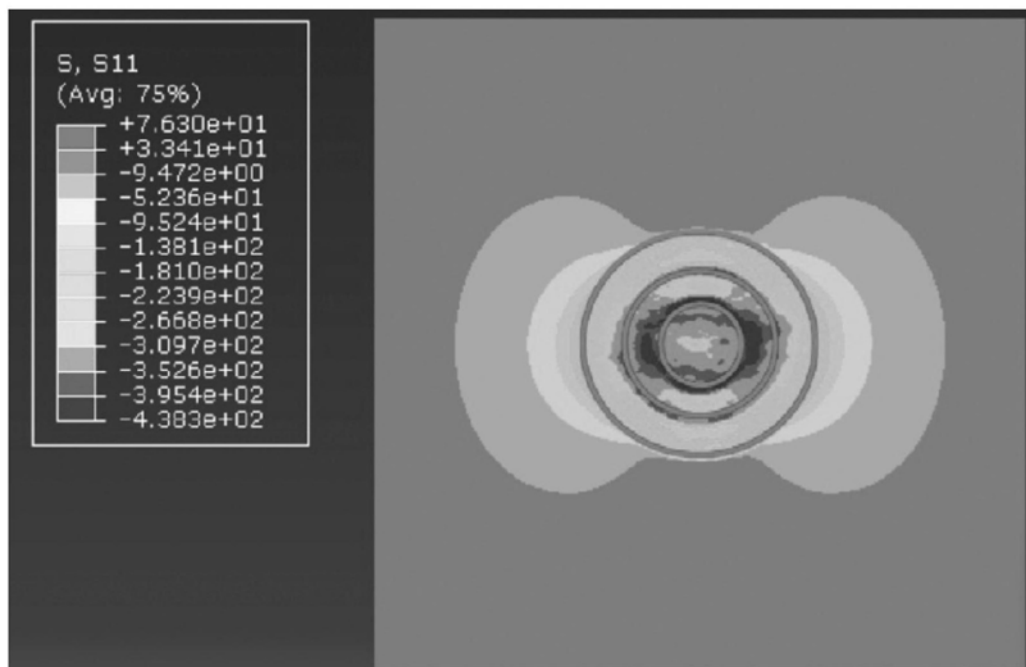


图2

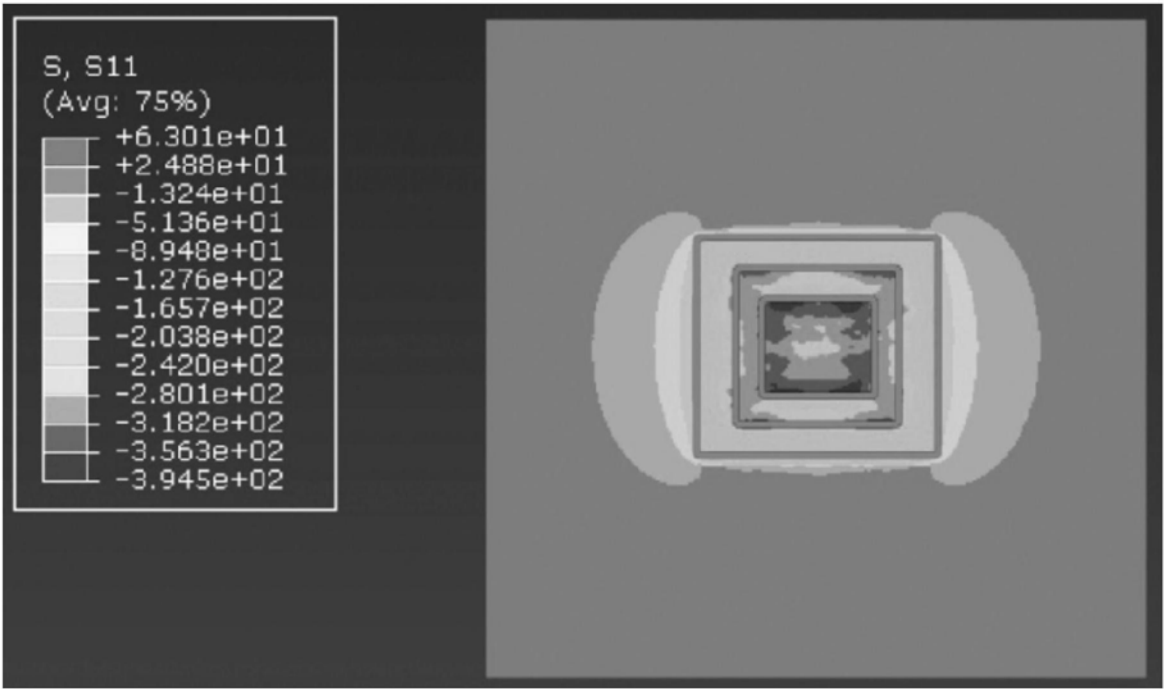


图3

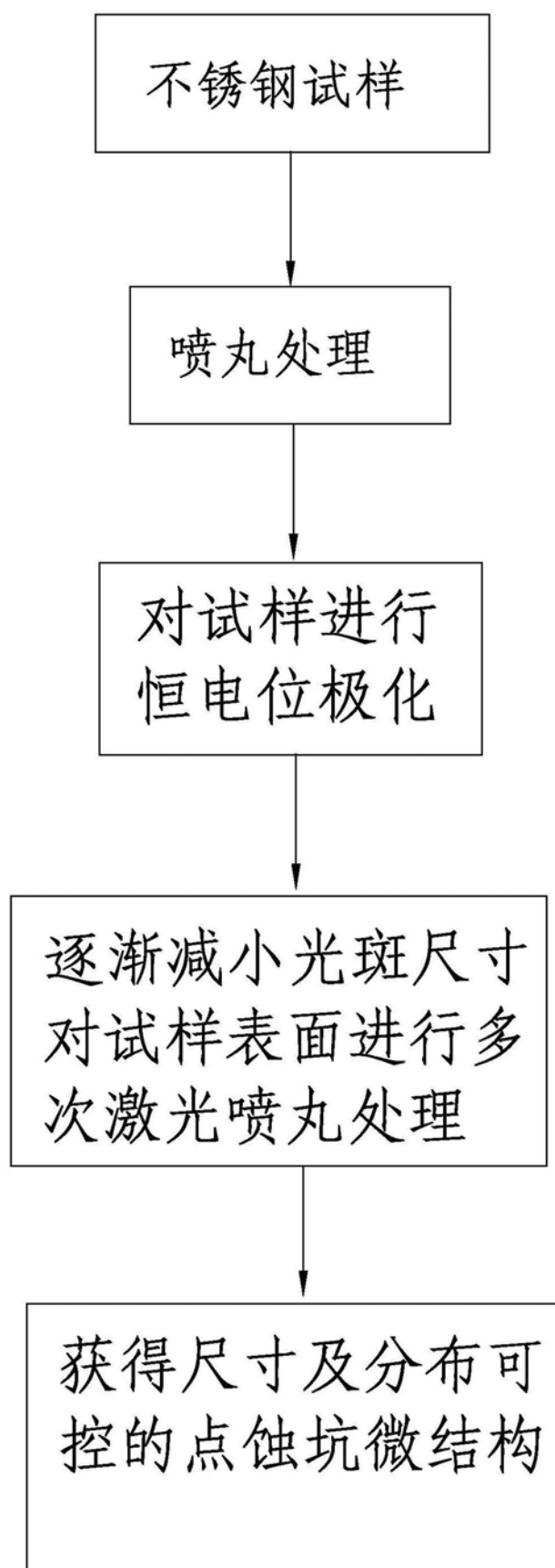


图4