



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114101883 A

(43) 申请公布日 2022. 03. 01

(21) 申请号 202111420521.9

(22) 申请日 2021.11.26

(71) 申请人 中国科学院上海光学精密机械研究所

地址 201800 上海市嘉定区清河路390号

(72) 发明人 王艳俊 杨上陆

(74) 专利代理机构 上海恒慧知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 31317

代理人 张宁展

(51) Int. Cl.

B23K 11/11 (2006.01)

B23K 11/24 (2006.01)

B23K 11/36 (2006.01)

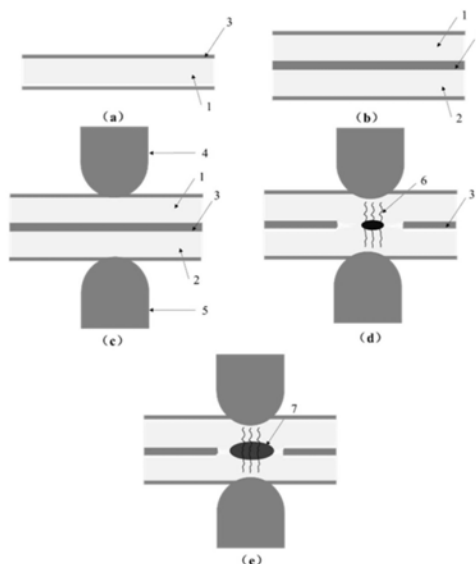
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种用于低熔点涂镀层钢工件的电阻点焊方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于提升低熔点涂镀层钢工件电阻点焊电极寿命及减少焊点表面缺陷产生的方法;所述方法包含多个步骤:其中在执行电阻点焊工艺时,至少包含3个阶段以上的焊接电流脉冲,每个阶段电流作用时间不超过100ms,每个阶段间冷却时间不超过12ms,通过多个脉冲的短时间加热、冷却能有效避免焊点表面过热,减少焊接电极与镀层钢板之间的发热量,进而提升电极寿命和减少表面过热裂纹的产生,从而提升焊接质量。



1. 一种用于低熔点涂镀层钢制工件的电阻点焊方法,所述方法包括以下步骤:

提供两个以上的钢工件堆叠形成堆叠结构;所述钢工件表面具有低熔点涂镀层;该堆叠结构在焊接位置具有焊接结合面和与结合面相对的外表面;其中最薄工件的厚度为 s ;

提供一种电阻点焊设备,该设备包含具有两个相对的焊接电极焊接面,分别将两个电极焊接面压向堆叠结构的外表面;其特征在于,

执行电阻点焊工艺,该过程至少包含 n 个阶段以上的焊接电流脉冲;每个焊接电流脉冲之间具有冷却时间间隔;多段焊接电流作用后,保持一定时间的焊接压力后移开焊接电极使堆叠组合内部凝固形成焊接接头;每个焊接脉冲的电流作用时间 t_n 不超过100ms,冷却时间间隔 t_m 不超过12ms,且 $8 \leq \frac{tn}{tm}$;

每段焊接脉冲具有焊接时间分别为 $t_1, t_2, \dots, t_n, n \geq 3$

总的通电焊接时间为 $t_x = t_1 + t_2 + \dots + t_n \geq 300 \times s$;

其中上述时间单位为ms;板厚 s 单位为mm。

2. 如权利要求1所述的用于低熔点涂镀层钢制工件的电阻点焊方法,其特征在于,所述每个焊接电流脉冲时间 t_n 不超过80ms,焊接脉冲数量为不少于4个;冷却时间间隔 t_m 为3-12ms。

3. 如权利要求1所述的用于低熔点涂镀层钢制工件的电阻点焊方法,其特征在于,所述每个焊接电流脉冲时间 t_n 不超过60ms,焊接脉冲数量为不小于5个;冷却时间间隔 t_m 为3-12ms。

4. 如权利要求1所述的用于低熔点涂镀层钢制工件的电阻点焊方法,其特征在于,所述每个焊接电流脉冲的电流幅值为4-15KA,每个脉冲电流幅值可以相同或不同。

5. 如权利要求1所述的用于低熔点涂镀层钢制工件的电阻点焊方法,其特征在于,所述焊接脉冲总的通电时间 t_x 为250-700ms。

6. 如权利要求1所述的用于低熔点涂镀层钢制工件的电阻点焊方法,其特征在于,所述镀层钢工件为表面镀有锌或其合金化组织。

7. 如权利要求1所述的用于低熔点涂镀层钢制工件的电阻点焊方法,其特征在于,所述镀层钢工件为表面镀有铝或其合金化组织。

8. 如权利要求1所述的用于低熔点涂镀层钢制工件的电阻点焊方法,其特征在于,所述镀层钢工件为强度大于600Mpa的淬火配分钢(QP)。

9. 如权利要求1所述的用于低熔点涂镀层钢制工件的电阻点焊方法,其特征在于,所述镀层钢工件为强度大于1000Mpa的热成形钢。

一种用于低熔点涂镀层钢工件的电阻点焊方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电阻点焊领域,特别是涉及一种用于低熔点涂镀层钢工件的电阻点焊方法。

背景技术

[0002] 在汽车制造工业中,电阻点焊是目前应用最为广泛的一种材料连接方法。钢制材料目前仍然是汽车车身中应用最多的一种材料,为了达到防腐性能要求,往往需要在材料表面添加一层镀层,常见的有镀锌、合金化锌、镀铝以及其他化合物。增加镀层后由于镀层熔点较低,在执行电阻点焊时会导致镀层与电阻点焊铜电极帽发生合金化反应,进而造成电极磨损加快,同时由于焊点表面局部过热而出现裂纹、表面飞溅等焊接缺陷。另外,随着汽车轻量化的要求,越来越多的高强度钢板被应用到汽车车身制造中,例如热成形钢、淬火配分钢等高强度钢板。在焊接带有镀锌层表面的淬火配分钢(QP)时,由于焊点表面温度较高,由于表明低熔点锌层的存在,在电极压力及电流的作用下,往往会使表面锌层与电极在高温下发生反应并导致熔融的锌与铜电极的合金化组织渗入到钢基材晶界,使晶界强度降低,产生表面裂纹,往往称之为液态金属裂纹(LME)。而裂纹的存在会导致焊点强度降低,力学性能变差,严重阻碍其在汽车车身制造中的应用。在焊接带有镀铝的热成形钢板时,由于焊点表面接触电阻较高,造成表面产热量较高,发生严重的焊接飞溅毛刺,焊点表面差,需要增加额外的人力物力去清理。所以急需一种能够解决低熔点镀层钢板点焊时电极寿命低,焊点表面缺陷严重的电阻点焊方法。

发明内容

[0003] 本发明为了解决低熔点涂镀层钢板点焊电极寿命低及焊点表面缺陷多的问题,提出了一种电阻点焊工艺方法,可以提升电极寿命并减少表面裂纹、飞溅毛刺等缺陷产生,提升焊接质量,降低制造成本。

[0004] 本发明的技术解决方案如下:

[0005] 一种用于低熔点涂镀层钢制工件的电阻点焊方法,包括以下步骤:

[0006] 提供两个以上的钢工件堆叠形成堆叠结构;所述钢工件表面具有低熔点涂镀层;该堆叠结构在焊接位置具有焊接结合面和与结合面相对的外表面;其中最薄工件的厚度为s;

[0007] 提供一种电阻点焊设备,该设备包含具有两个相对的焊接电极焊接面,分别将两个电极焊接面压向堆叠结构的外表面;其特征在于,

[0008] 执行电阻点焊工艺,该过程至少包含n个阶段以上的焊接电流脉冲;每个焊接电流脉冲之间具有冷却时间间隔;多段焊接电流作用后,保持一定时间的焊接压力后移开焊接电极使堆叠组合内部凝固形成焊接接头;每个焊接脉冲的电流作用时间 t_n 不超过100ms,冷却时间 t_m 不超过12ms,且 $8 \leq \frac{t_n}{t_m}$;

[0009] 每段焊接脉冲具有焊接时间分别为 $t_1, t_2, \dots, t_n, n \geq 3$

- [0010] 总的通电焊接时间为 $t_x = t_1 + t_2 + \dots + t_n \geq 300 \times s$;
- [0011] 其中上述时间单位为ms;板厚s单位为mm。
- [0012] 在一优选例中,所述每个焊接电流脉冲时间 t_n 不超过80ms,焊接脉冲数量为不少于4个;冷却时间间隔 t_m 为3-12ms。
- [0013] 在一优选例中,所述每个焊接电流脉冲时间 t_n 不超过60ms,焊接脉冲数量为不小于5个;冷却时间间隔 t_m 为3-12ms。
- [0014] 在一优选例中,所述每个焊接电流脉冲的电流幅值为4-15KA,每个脉冲电流幅值可以相同或不同。
- [0015] 在一优选例中,所述焊接脉冲总的通电时间 t_x 为250-700ms。
- [0016] 在一优选例中,所述镀层钢工件为表面镀有锌或其合金化组织。
- [0017] 在一优选例中,所述镀层钢工件为表面镀有铝或其合金化组织。
- [0018] 在一优选例中,所述镀层钢工件为强度大于600Mpa的淬火配分钢(QP)。
- [0019] 在一优选例中,所述镀层钢工件为强度大于1000Mpa的热成形钢。
- [0020] 应理解,在本发明范围内中,本发明的上述各技术特征和在下文(如实施例)中具体描述的各技术特征之间都可以互相组合,从而构成新的或优选的技术方案。限于篇幅,在此不再一一累述。
- [0021] 本发明的机理与技术效果为:常规电阻点焊在执行镀层钢工件的焊接时,由于较长时间焊接电流的持续加热,容易使焊点表面与电极帽接触面间过热而产生裂纹、飞溅、毛刺等缺陷。本发明中采用多个焊接脉冲的焊接工艺,单个脉冲时间远远小于常规焊接时间,发热量较小,同时在脉冲之间通一较短时间间隔的冷却,由于工件中间接触面散热较慢而外表面散热较快,可使电极与工件间发热量大大减小同时工件内部又有足够的热量形成熔核,通过多个阶段的循环作用而形成最终足够大的熔核。由于外表面始终产热量较少,可大大减少由于过热引起的电极寿命下降和焊接表面缺陷等问题。

附图说明

- [0022] 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做简单地介绍,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可替代的实施方式。
- [0023] 图1所示为采用本发明焊接方法的一个示意图;
- [0024] 图2为本发明中实施例1所使用焊接电流的变化波形图;
- [0025] 图3为对比实施例所使用焊接电流变化的波形图;
- [0026] 图4为本发明中另一个实施例所使用焊接电流的波形图;
- [0027] 图5为本发明中实施例1所焊接焊点的破检断面图,其中,a为焊点表面,b为焊点剥离后;
- [0028] 图6为本发明中使用图3对比例所焊接焊点表面图;
- [0029] 图7为本发明方法另一个实施例所得焊点的表面图;
- [0030] 图8为与图7实施例的对比例所得焊点表面图;
- [0031] 附图标记,1-第一工件;2-第二工件;3-镀层;4-第一焊接电极;5-第二焊接电极;

6-电流线;7-焊点熔核;I-焊接电流;t1-第一段通电时间;t2-第二段通电时间;t3-第三段通电时间;t4-第四段通电时间;t12-第一通电阶段与第二通电阶段的冷却间隔;t23-第二段通电与第三段通电之间的冷却间隔;t34-第三通电阶段与第四通电阶段的冷却间隔;

具体实施方式

[0032] 下面结合具体实施例,进一步阐述本发明。应理解,这些实施例仅用于说明本发明而并不用于限制本发明的范围。此外,附图为示意图,因此本发明装置和设备的并不受所述示意图的尺寸或比例限制。

[0033] 需要说明的是,在本专利的权利要求和说明书中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0034] 如图1所示为采用本发明焊接方法的示意图,本发明方法的实施步骤为:

[0035] 提供至少两个工件1与工件2进行堆叠,形成堆叠结构,如图1(b)所示,其中至少一个工件表面具有镀层3。该堆叠结构在焊接位置具有焊接结合面和与结合面相对的外表面;值得注意的是本实施例中所示叠层为两层堆叠结构,但实际上本发明还包括多层工件的堆叠组合,并且工件厚度可以相同或不同。其中待焊工件1、2为钢,例如是QP钢,DP钢,TRIP钢,CP钢,TWIP钢、热成形钢等冷轧或热轧钢板中的一种,其可以为同种牌号或不同种牌号,并无严格限定。而且其材料状态可以包括各种回火,包括退火、应变强化等热处理状态。所述堆叠组合工件的最薄件厚度为t,其厚度为0.4-4mm,优选地为0.5-3mm之间。镀层3的种类可包括例如Zn系、Zn-Fe系、Zn-Ni系、Zn-Al系、Zn-Mg基板系等。作为Zn系镀层的高强度钢板,可包括例如合金化热浸镀锌钢板、热浸镀锌钢板和电镀锌钢板等。还包括预镀层为铝合金或铝基,预镀层按重量计成分为:6-12%的硅,1-5%的铁,而其余组分为铝或必然的杂质。镀层的单位面积重量也无特别限定,镀层厚度为3-40 μm 。另外,也可以在镀层的表面形成无机系或有机系的油膜(例如润滑油膜等)等。另外,堆叠组合体也可以是多层板所构成,例如三层或三层以上的工件组成。

[0036] 提供一种电阻点焊设备,该设备具有两个相对的焊接电极4和5,分别将两个电极焊接面压向堆叠结构的外表面,如图1(c)所示。电阻点焊设备可以是由广泛应用于工业中的工频焊机、中频焊机、交流焊机来实现。其中电阻点焊设备可以是固定式的点焊设备或是具有机器人带动的自动化设备,一般包括C型、X型和其他种类的结构形状的焊钳,通常是由机器人或自动化部件来实现的。使叠层工件一端与第一焊接4相接触,另一端与第二焊接电极5相接触。电极帽4和5可以由任何导电和导热材料制成,例如可由铜合金制成,包括铜铬(CuCr)合金、铜铬锆(CuCrZr)合金,添加氧化铝颗粒的铜合金或其他各种的可用作电极材料的铜合金,其焊接面可为球面、端平面以及其他特殊形状面,例如表面具有突起结构或凹陷结构端面的电极帽。

[0037] 执行电阻点焊工艺,该过程至少包含3个阶段以上的焊接电流脉冲;每个焊接电流

脉冲之间具有冷却时间间隔;其中,每个焊接脉冲的电流作用时间不超过100ms,冷却间隔时间不超过12ms;其特征在于,每个焊接脉冲的电流作用时间 t_n 不超过100ms,冷却间隔时间 t_m 不超过12ms,且 $8 \leq \frac{tn}{tm}$;每段焊接脉冲具有焊接时间分别为 t_1, t_2, \dots, t_n ,总的通电焊接时间为 $t_x = t_1 + t_2 + \dots + t_n \geq 300 \times s$;其中上述时间单位为ms;板厚 s 单位为mm。

[0038] 多段焊接电流作用后,保持一定时间的焊接压力后移开焊接电极使堆叠组合内部凝固形成焊接接头,如图1(c)所示为焊接电流脉冲作用过程。最后,通过两侧焊接电极对待焊叠层工件施加压力及具有多个通电阶段的焊接电流,在叠层工件内部形成完整熔核,如图1(d)中所示7。

[0039] 现在参考图2所示为本发明中所使用的焊接电流脉冲,焊接阶段包含4个焊接脉冲,每个电流脉冲的作用时间分别为 t_1, t_2, t_3 和 t_4 ,每个时间段的作用时间不超过100ms,相邻脉冲间的冷却时间分别为 t_{12}, t_{23}, t_{34} ,该时间段不超过12ms。特别地焊接脉冲数量可以大于3个以上,而每个脉冲的作用时间不超过80ms,时间间隔为3-12ms,特别地为5-10ms;脉冲电流幅值为3-15KA,特别地为5-12KA。需要说明的是,每个脉冲电流的幅值可以相同也可以不同,多个脉冲电流的时间可以相同也可以不同,多个冷却阶段的冷却时间可以相同也可以不同,如图4所示为电流脉冲幅值逐渐增大的一种实施例,这主要取决于所焊接工件材料的性质。

[0040] 特别地,本发明可以应用与多种具有该种结构的场合。特别地,在汽车制造领域,可以应用本发明方法来形成汽车结构中的多种结构或非结构元件。例如横梁、底盘托架、防撞梁、侧围、A/B柱、挡板等结构或非结构部位。

[0041] 实施例1

[0042] 现在参考图5,所示为使用本发明方法所得焊接结构的焊点表面形貌。其中所焊接材料为QP1180高强钢工件,该工件表面具有镀锌层,在焊接时设定电极压力为3500N,焊接时包含四个恒定的电流脉冲,每个脉冲的通电时间为80ms,电流幅值为8KA,冷却间隔为8ms,维持保压时间200ms,如图2所示。从图5所示的焊后焊点表面形貌可看出整个焊点表面无液态金属裂纹生成,其焊点失效为完全的纽扣失效,焊接质量非常好。

[0043] 对比例1

[0044] 现在参考图6,所示为与实施例1的对比实施例所得焊点表面形貌结果。其中与实施例1仅有的差别为在整个焊接过程中只通一个电流脉冲,脉冲时间为320ms,与实施例1的总焊接时间相同,电流幅值仍然为8KA;从焊后结果可以看出整个焊点表面存在较多的液态金属裂纹生成,焊接质量较差。

[0045] 实施例2

[0046] 现在参考图7,所示为使用本发明方法所得焊接结构的焊点表面形貌。其中所焊接材料为热成型钢工件,该工件表面具有镀铝层,在焊接时设定电极压力为3500N,焊接时包含五个逐渐增大的电流脉冲,每个脉冲的通电时间为70ms,电流幅值分别为5KA、6KA、7KA、8KA,冷却间隔均为9ms,维持保压时间200ms,如图2所示。从图5所示的焊后焊点表面形貌可看出整个焊点表面无裂纹及飞溅引起的毛刺生成,其焊点失效为完全的纽扣失效,焊接质量非常好。

[0047] 对比例2

[0048] 现在参考图8,所示为与实施例2的对比实施例所得焊点表面形貌结果。其中与实

施例1仅有的差别为在整个焊接过程中只通一个电流脉冲,脉冲时间为280ms,与实施例1的总焊接时间相同,电流幅值为6.5KA;从焊后结果可以看出整个焊点表面存在飞溅引起的毛刺生成,焊接质量较差。

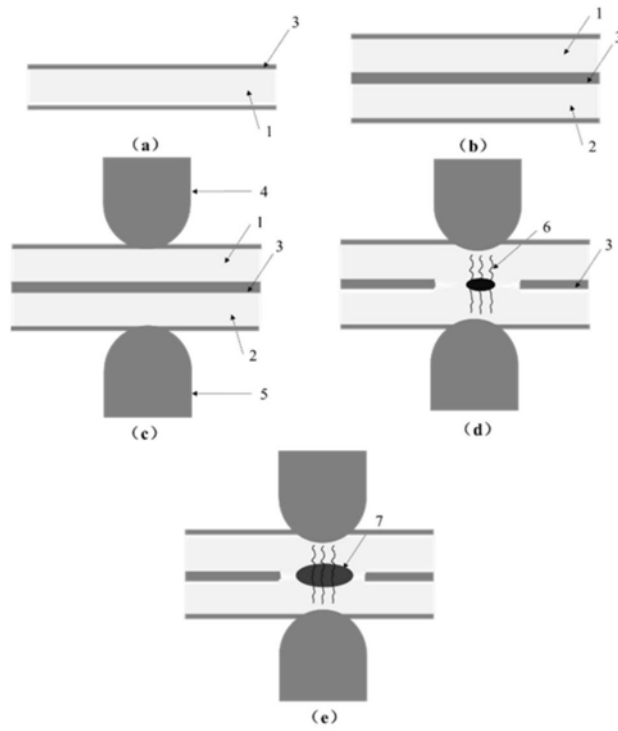


图1

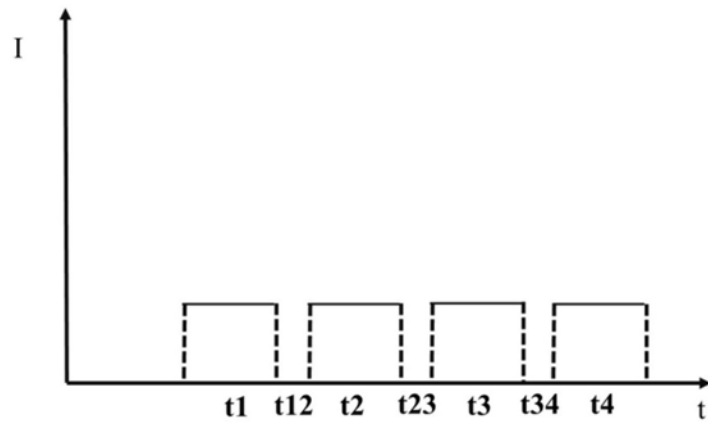


图2

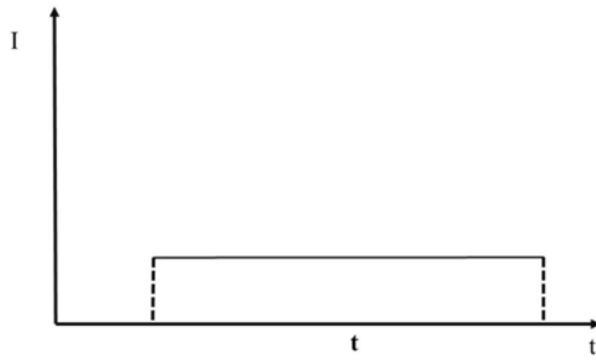


图3

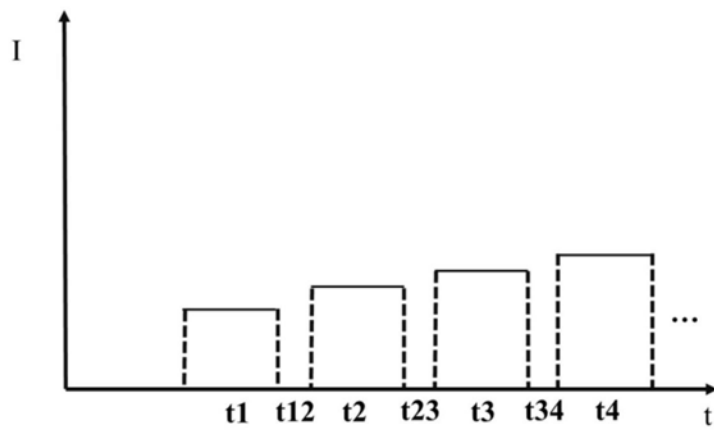


图4

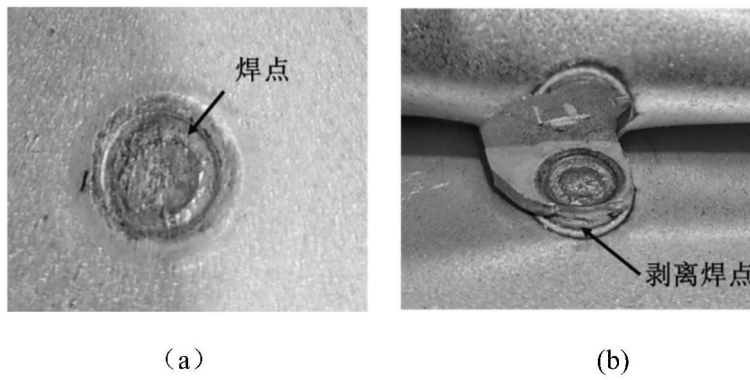


图5

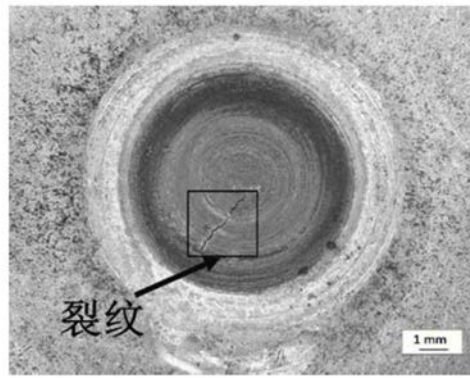


图6

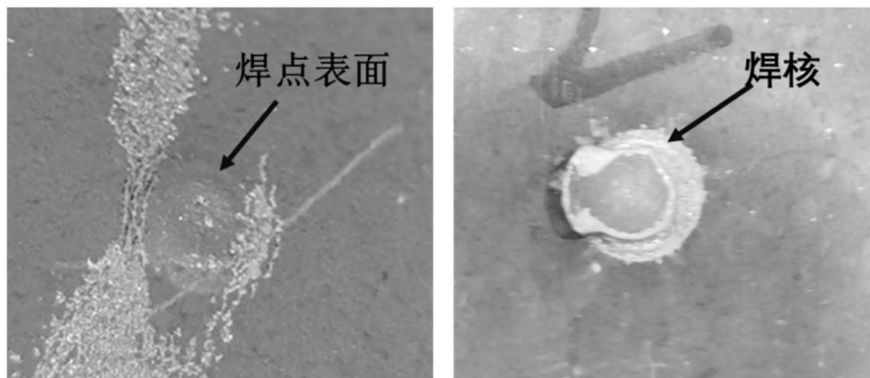


图7

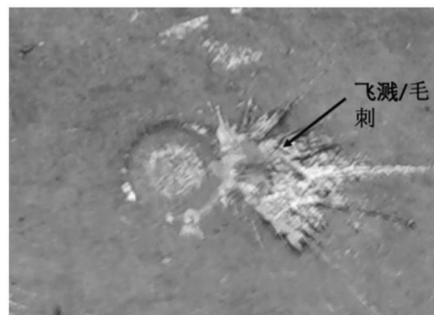


图8