



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102423823 B

(45) 授权公告日 2013. 04. 10

(21) 申请号 201110302962. 9

US 6583378 B1, 2003. 06. 24,

(22) 申请日 2011. 10. 09

审查员 纪传龙

(73) 专利权人 上海工程技术大学

地址 201620 上海市松江区龙腾路 333 号

(72) 发明人 于治水 秦优琼

(74) 专利代理机构 上海海颂知识产权代理事务

所(普通合伙) 31258

代理人 何葆芳

(51) Int. Cl.

B23K 1/008(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1493430 A, 2004. 05. 05,

KR 20020034537 A, 2002. 05. 09,

US 5097111 A, 1992. 03. 17,

US 6423922 B1, 2002. 07. 23,

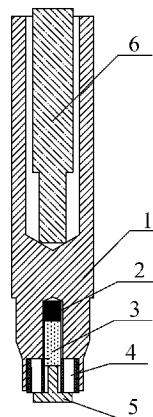
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种等离子切割电极的真空钎焊工艺

(57) 摘要

本发明公开了一种等离子切割电极的真空钎焊工艺,包括:组装等离子切割电极组合件、将组装件放入真空炉、抽真空、分步加热到钎焊温度、钎焊、冷却、出炉,其特征在于:所述的组装等离子切割电极组合件是指先将钎料丝和钎丝自上至下依次放入铜套座里,然后在突出的钎丝周围加上定位铜圈,再用设在定位铜圈中心的下顶杆顶住钎丝和设在铜套座轴中心的上顶杆压住铜套座,放在底部为水平面的夹具中。本发明的有益效果在于简化了等离子切割电极的真空钎焊工艺,直接对铜套座和钎丝进行钎焊,使所获得的电极不仅结构简单,成本低,而且表面质量好,焊缝均匀致密,采用电阻法测得电极的电阻率只有  $(0.03 \sim 0.04) \times 10^{-6} \Omega \cdot m$ 。



1. 一种等离子切割电极的真空钎焊工艺,包括:组装等离子切割电极组合件、将组装件放入真空炉、抽真空、分步加热到钎焊温度、钎焊、冷却、出炉,其特征在于:所述的组装等离子切割电极组合件是指先将钎料丝和钎丝自上至下依次放入铜套座里,然后在突出的钎丝周围加上定位铜圈,再用设在定位铜圈中心的下顶杆顶住钎丝和设在铜套座轴中心的上顶杆压住铜套座,放在底部为水平面的夹具中。

2. 根据权利要求1所述的等离子切割电极的真空钎焊工艺,其特征在于:铜套座与钎丝的装配间隙为 $0.02 \sim 0.05\text{mm}$ 。

3. 根据权利要求1所述的等离子切割电极的真空钎焊工艺,其特征在于:所述钎料丝的直径与钎丝直径等同。

4. 根据权利要求1所述的等离子切割电极的真空钎焊工艺,其特征在于:所述钎料丝的长径比为 $0.7 \sim 0.8$ 。

5. 根据权利要求1所述的等离子切割电极的真空钎焊工艺,其特征在于:所述钎料丝为银铜共晶钎料丝。

6. 根据权利要求1所述的等离子切割电极的真空钎焊工艺,其特征在于:抽真空至真空度为 $1.0 \times 10^{-2} \sim 8 \times 10^{-3}\text{Pa}$ 。

7. 根据权利要求1所述的等离子切割电极的真空钎焊工艺,其特征在于:所述分步加热到钎焊温度是指:先以 $15 \sim 25^\circ\text{C}/\text{min}$ 加热到 $400 \sim 500^\circ\text{C}$ ,保温 $10 \sim 30\text{min}$ ;然后以 $5 \sim 15^\circ\text{C}/\text{min}$ 加热到 $700 \sim 770^\circ\text{C}$ ,保温 $40 \sim 80\text{min}$ ;再以 $15 \sim 25^\circ\text{C}/\text{min}$ 加热到钎焊温度。

8. 根据权利要求1所述的等离子切割电极的真空钎焊工艺,其特征在于:所述钎焊温度为 $820 \sim 860^\circ\text{C}$ 。

9. 根据权利要求1所述的等离子切割电极的真空钎焊工艺,其特征在于:所述钎焊是指在钎焊温度保温 $20 \sim 50\text{min}$ 。

10. 根据权利要求1所述的等离子切割电极的真空钎焊工艺,其特征在于:所述冷却是指随炉冷却。

## 一种等离子切割电极的真空钎焊工艺

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种真空钎焊工艺,具体说,是涉及一种等离子切割电极的真空钎焊工艺,属于材料焊接技术领域。

### 背景技术

[0002] 在工业生产中,精细等离子切割技术在材料的切割表面质量方面已接近激光切割的质量,但成本却远低于激光切割。因此,近年来,各企业中数控等离子切割设备的数量增加速度非常快。然而,高效数控等离子切割设备目前主要依赖进口,作为设备的关键易损件电极必须作为附件同时购买,其价格昂贵。而电极作为等离子切割作业中的主要消耗品,其使用寿命的长短直接影响到等离子切割的加工成本和生产效率,电极更换越频繁,其加工成本越高,生产效率相应就越低。

[0003] 国外的等离子切割电极是由铜套座、银体及钎丝芯三同轴体机械压紧配合组成,在强电流通过时,存在二层界面接触电阻和间隙热阻,使散热效果和导电效果欠佳。中国专利 ZL03150716.6 公开了一种采用真空钎焊方法对无氧铜套座、银体、钎丝进行连接,通过对钎焊件进行组装(如采用定位夹具控制焊后间隙)、放置丝状及箔状钎料,并控制钎焊工艺,获得的电极表面质量好,无氧化,色光亮,焊接均匀致密,且质量稳定,产品合格率达到 98% 以上;工况使用表明,所获得的电极用于切割船用钢板单件寿命达到 500 米,比进口电极的高出 200 米。但是,该技术不仅存在使用的纯白银冷却套价格昂贵的问题,且焊接时需将其与铜套座和钎丝分别连接起来,连接时还需采用箔状及丝状的钎料,另外,还需制定专门的定位夹具对钎焊间隙进行定位,存在操作繁琐,等离子切割电极组合件结构复杂的缺陷。

### 发明内容

[0004] 针对现有技术所存在的上述问题和缺陷,本发明的目的是提供一种成本低、操作简单、质量好、适合规模化生产的等离子切割电极的真空钎焊工艺,以满足等离子切割电极的市场需求。

[0005] 为实现上述发明目的,本发明采用的技术方案如下:

[0006] 一种等离子切割电极的真空钎焊工艺,包括:组装等离子切割电极组合件、将组装件放入真空炉、抽真空、分步加热到钎焊温度、钎焊、冷却、出炉,其特征在于:所述的组装等离子切割电极组合件是指先将钎料丝和钎丝自上至下依次放入铜套座里,然后在突出的钎丝周围加上定位铜圈,再用设在定位铜圈中心的下顶杆顶住钎丝和设在铜套座轴中心的上顶杆压住铜套座,放在底部为水平面的夹具中。

[0007] 作为优选方案,铜套座与钎丝的装配间隙为 0.02 ~ 0.05mm。

[0008] 作为优选方案,所述钎料丝的直径与钎丝直径等同。

[0009] 作为优选方案,所述钎料丝的长径比为 0.7 ~ 0.8。

[0010] 作为优选方案,所述钎料丝为银铜共晶钎料丝。

[0011] 作为优选方案,所述真空度为  $1.0 \times 10^{-2} \sim 8 \times 10^{-3} \text{Pa}$ 。

[0012] 作为优选方案,所述分步加热到钎焊温度是指:先以  $15 \sim 25^\circ\text{C}/\text{min}$  加热到  $400 \sim 500^\circ\text{C}$ ,保温  $10 \sim 30\text{min}$ ;然后以  $5 \sim 15^\circ\text{C}/\text{min}$  加热到  $700 \sim 770^\circ\text{C}$ ,保温  $40 \sim 80\text{min}$ ;再以  $15 \sim 25^\circ\text{C}/\text{min}$  加热到钎焊温度。

[0013] 作为优选方案,所述钎焊温度为  $820 \sim 860^\circ\text{C}$ 。

[0014] 作为优选方案,所述钎焊是指在钎焊温度保温  $20 \sim 50\text{min}$ 。

[0015] 作为优选方案,所述冷却是指随炉冷却。

[0016] 与现有技术相比,本发明的有益效果在于简化了等离子切割电极的真空钎焊工艺,采用真空钎焊方法直接对铜套座和钎丝进行钎焊,使所获得的电极不仅结构简单,成本低,而且表面质量好,焊缝均匀致密,采用电阻法测得电极的电阻率只有  $(0.03 \sim 0.04) \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ 。

### 附图说明

[0017] 图 1 是本发明所述的等离子切割电极组合件的结构示意图。

[0018] 图 2 是实施例中所夹的主视结构示意图。

[0019] 图 3 是实施例中所夹的俯视结构示意图。

[0020] 图中:1、无氧铜套座;2、钎料丝;3、钎丝;4、定位铜圈;5、下顶杆;6、上顶杆;7、夹具;71、上板;72、下板;73、支撑杆;74、固定孔;75、定位孔。

### 具体实施方式

[0021] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步详细的说明。

[0022] 本发明提供的一种等离子切割电极的真空钎焊工艺,包括:组装等离子切割电极组合件、将组装件放入真空炉、抽真空、分步加热到钎焊温度、钎焊、冷却、出炉,其特征在于:所述的组装等离子切割电极组合件是指先将钎料丝 2 和钎丝 3 自上至下依次放入铜套座 1 里,然后在突出的钎丝周围加上定位铜圈 4,再用设在定位铜圈 4 中心的下顶杆 5 顶住钎丝 3 和设在铜套座 1 轴中心的上顶杆 6 压住铜套座 1,放在底部为水平面的夹具 7 中。(如图 1 所示)。

[0023] 所述夹具 7 是由上板 71、下板 72 和四根支撑杆 73 组成,且上板 71 上设有 4 个固定支撑杆 73 的固定孔 74 和若干个定位孔 75,所述下板 72 的上表面为平面,所述定位孔 75 的内径与铜套座 1 的外径相匹配(如图 2 和图 3 所示),每个定位孔内放置一个组装好的等离子切割电极组合件。

[0024] 本发明使用如下途径使钎料充分填缝:一是将钎料放在待焊面的上方,使液态钎料可在毛细现象和重力双重作用下填满间隙;二是,在铜套座上加设上顶杆,使铜套座受压均匀,压迫液态钎料以加速钎料填缝;另外,在定位铜圈中心加设下顶杆顶住钎丝,一方面防止钎丝掉落,另一方面以挤压液态钎料使其加速向下流动。

[0025] 因铜套座与钎丝的装配间隙大小影响钎料的毛细填缝及与钎料与母材的相互作用程度,从而影响钎焊的致密性和性能;钎焊间隙过大,毛细作用减弱甚至消失,钎料难以填满间隙;钎焊间隙太小,阻碍钎料填充,难以形成钎着率高的接头;因此,本发明优选铜套座与钎丝的装配间隙为  $0.02 \sim 0.05\text{mm}$ 。

[0026] 因钎料的形状、大小以及钎料量的多少对钎焊质量有一定的影响,而等离子电极芯是圆柱状的,因此,本发明选择丝状钎料,优选钎料丝的直径与钎丝直径等同,这样装配简单,且钎料量容易控制。另外,本发明优选钎料丝的长径比为 0.7~0.8,此钎料量一方面能满足钎料填满整个钎焊间隙,另一方面可防止钎料量过多流出钎缝污染工件表面以及造成浪费等。

[0027] 因为银铜共晶钎料的熔点适中,工艺性好,并具有良好的导电性、导热性、强度和韧性,因此,本发明优选银铜共晶钎料丝。

[0028] 因真空度太低影响钎料的润湿以及钎焊件表面状态,而真空度太高又会加速金属元素的挥发,因此,本发明优选真空度为  $1.0 \times 10^{-2} \sim 8 \times 10^{-3} \text{Pa}$ 。

[0029] 作为优选方案,本发明进行分步加热到钎焊温度的过程为:先以  $15 \sim 25^\circ\text{C}/\text{min}$  加热到  $400 \sim 500^\circ\text{C}$ ,保温  $10 \sim 30\text{min}$ ,目的是抽出炉中的杂质和气体,减少缺陷的产生;然后以  $5 \sim 15^\circ\text{C}/\text{min}$  加热到  $700 \sim 770^\circ\text{C}$ ,保温  $40 \sim 80\text{min}$ ,此时主要是使试件的温度均匀;最后以  $15 \sim 25^\circ\text{C}/\text{min}$  加热至钎焊温度。

[0030] 本发明人还研究发现:钎焊温度太低或保温时间太短,会造成钎料熔化不充分,接头中容易形成空洞,而钎焊温度过高或保温时间过长会造成接头中生成较多脆性化合物,甚至出现裂纹,影响接头的性能。因此,本发明的钎焊温度优选为  $820 \sim 860^\circ\text{C}$ ,在钎焊温度保温  $20 \sim 50\text{min}$ ,然后随炉冷却。

[0031] 实施例 1

[0032] 根据图 1,先将无氧铜套座 1、银铜共晶钎料丝 2(直径为 2.5mm,高度为 2.0mm)、钎丝 3 按 0.05mm 的装配间隙组装,然后在突出的钎丝 3 周围加上定位铜圈 4,再用设在定位铜圈 4 中心的下顶杆 5 顶住钎丝 3 和设在铜套座 1 轴中心的上顶杆 6 压住铜套座 1,放在底部为水平面的夹具 7 中。

[0033] 将组装件放入真空炉中,抽真空至  $8 \times 10^{-3} \text{Pa}$ 。

[0034] 先以  $20^\circ\text{C}/\text{min}$  加热到  $400^\circ\text{C}$ ,保温 20min;再以  $10^\circ\text{C}/\text{min}$  加热到  $750^\circ\text{C}$ ,保温 60min;再以  $20^\circ\text{C}/\text{min}$  加热到  $840^\circ\text{C}$ ,保温 30min。

[0035] 随炉冷却出炉,切割掉定位部分,即获得接头填缝饱满,钎料无漫流现象,接头无裂纹,且化合物层厚度适中的等离子切割电极,所述等离子切割电极仅由铜套座和钎丝组成。

[0036] 采用电阻法测得所获得的电极的电阻率为  $0.04 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ 。

[0037] 实施例 2

[0038] 根据图 1,先将无氧铜套座 1、银铜共晶钎料丝 2(直径为 2.5mm,高度为 1.8mm)、钎丝 3 按 0.03mm 的装配间隙组装,然后在突出的钎丝 3 周围加上定位铜圈 4,再用设在定位铜圈 4 中心的下顶杆 5 顶住钎丝 3 和设在铜套座 1 轴中心的上顶杆 6 压住铜套座 1,放在底部为水平面的夹具 7 中。

[0039] 将组装件放入真空炉中,抽真空至  $1 \times 10^{-2} \text{Pa}$ 。

[0040] 先以  $20^\circ\text{C}/\text{min}$  加热到  $400^\circ\text{C}$ ,保温 20min;再以  $10^\circ\text{C}/\text{min}$  加热到  $750^\circ\text{C}$ ,保温 60min;再以  $20^\circ\text{C}/\text{min}$  加热到  $830^\circ\text{C}$ ,保温 40min。

[0041] 随炉冷却出炉,切割掉定位部分,即获得接头填缝饱满,钎料无漫流现象,接头无裂纹,且化合物层厚度适中的等离子切割电极,所述等离子切割电极仅由铜套座和钎丝组

成。

[0042] 采用电阻法测得所获得的电极的电阻率为  $0.03 \times 10^{-6} \Omega \cdot m$ 。

[0043] 综上所述,本发明的等离子切割电极的真空钎焊工艺简单,所获得的电极不仅结构简单,成本低,而且表面质量好,焊缝均匀致密,采用电阻法测得电极的电阻率只有  $(0.03 \sim 0.04) \times 10^{-6} \Omega \cdot m$ 。

[0044] 最后应当说明的是:以上实施例只用于对本发明进行进一步说明,不能理解为对本发明保护范围的限制,本领域的技术人员根据本发明的上述内容作出的一些非本质的改进和调整均属于本发明的保护范围。

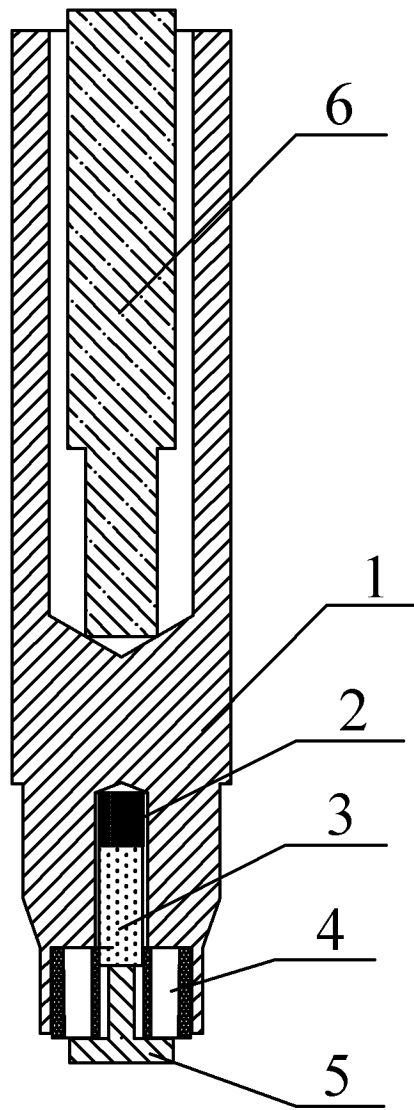


图 1

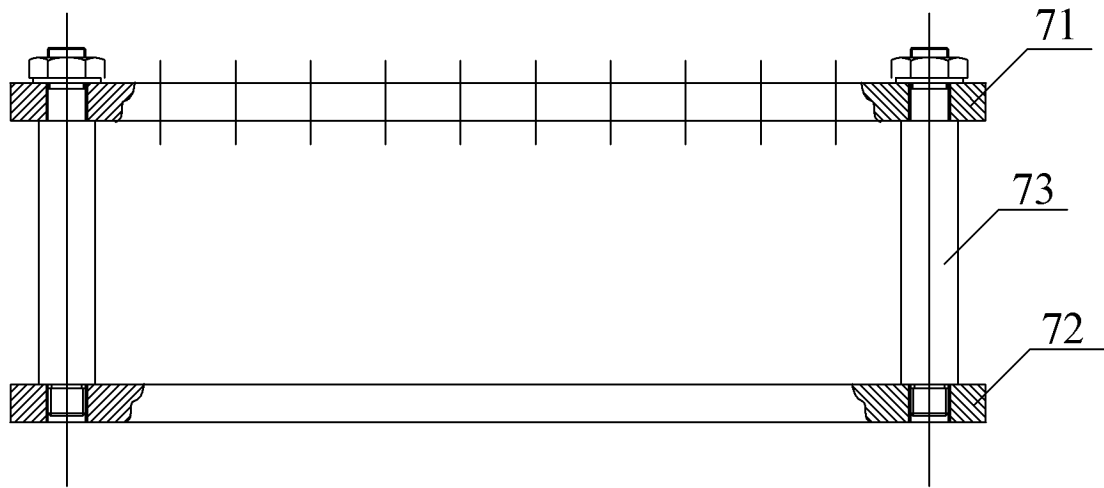


图 2

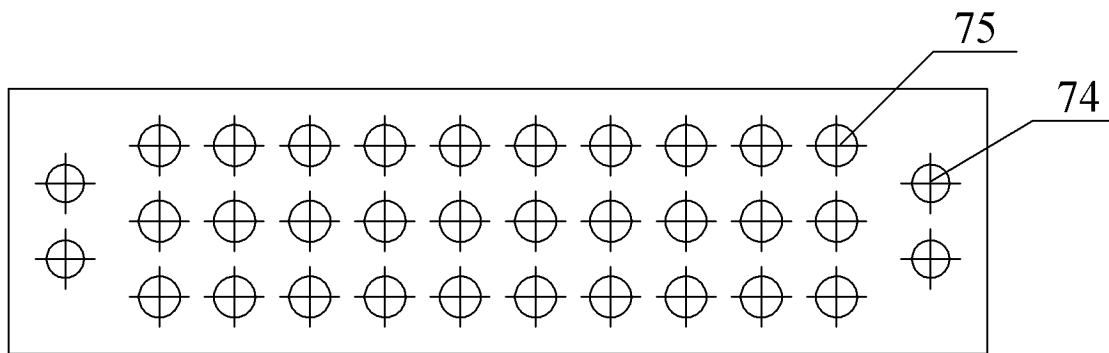


图 3