



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107442922 A

(43)申请公布日 2017. 12. 08

(21)申请号 201710843316.0

(22)申请日 2017.09.18

(71)申请人 上海航天精密机械研究所

地址 201699 上海市松江区贵德路1号

(72)发明人 陈旭 彭赫力 刘海建 杨旭东

李中权 何光荣 袁勇 张小龙

(74)专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司

公司 31236

代理人 郭国中

(51) Int. Cl.

B23K 20/00(2006.01)

B23K 20/14(2006.01)

B23K 20/16(2006.01)

B23K 20/24(2006.01)

B23K 103/18(2006.01)

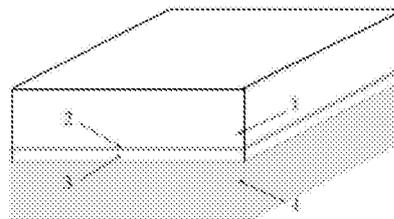
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种使用非晶中间层扩散连接异种材料的方法

(57)摘要

本发明公开了一种使用非晶中间层扩散连接异种材料的方法,中间层材料选择和其中一种金属母材一致的合金,采用甩带法制备成非晶薄带,经过酸洗等步骤制备成中间层材料,在金属母材待焊表面采用磁控溅射的方法制备一层纳米晶薄层后再将非晶薄带置于两种待焊材料之间,在一定温度和压力下完成扩散焊接。本发明解决了异种材料扩散连接容易产生残余应力等问题,可较正常焊接设计温度低30~50℃,施加的压力可减小20~30%,尤其适用于难焊接的异种材料焊接和对强度、尺寸精度和耐腐蚀性要求高的产品。



1. 一种使用非晶中间层扩散连接异种材料的方法,其特征在于:包括如下步骤:

S1、采用磁控溅射的方法在金属母材待焊表面制备一层与金属母材成分一致的纳米晶薄层,得待焊工件A;

S2、采用甩带法制备一非晶薄带作为中间层,并将所得的非晶薄带置于待焊工件A和另一种材料的待焊面之间,且非晶中间层与纳米晶薄层相抵,并用工装进行固定,得带焊工件B;

S3、将待焊工件B放入真空炉内,对待焊表面施加2~10MPa的压力,待炉内真空度降至 5.0×10^{-3} Pa以下后,以10~15°C/min的加热速率对炉内进行升温,待温度升至金属母材熔点以下50~600°C时,保温30min~1h,进行扩散焊连接;

S4、扩散焊接结束后,以5~10°C/min的降温速率对炉内进行冷却降温,至200°C时卸载压力,随炉冷却至室温后取出工件。

2. 根据权利要求1所述的一种使用非晶中间层扩散连接异种材料的方法,其特征在于:金属母材为铝合金、铜合金、镍合金或钛合金,另一种材料可以为陶瓷,也可以为铝合金、铜合金、镍合金、钛合金中的一种。

3. 根据权利要求1所述的一种使用非晶中间层扩散连接异种材料的方法,其特征在于:所述中间层薄带的厚度为30~80 μ m。

4. 根据权利要求1所述的一种使用非晶中间层扩散连接异种材料的方法,其特征在于:所述步骤S1所得的纳米晶薄层厚度为2~5 μ m。

5. 根据权利要求1所述的一种使用非晶中间层扩散连接异种材料的方法,其特征在于:所述的非晶中间层由以下方法制备得到:

将中间层合金加热至熔点以上200°C后,搅拌均匀,静置保温10min,开启滚轮,控制熔融合金倒出到滚轮上,甩出薄带,使用前将制备的薄带置于20%硝酸溶液酸洗10s后再置于丙酮清洗取出。

6. 根据权利要求1所述的一种使用非晶中间层扩散连接异种材料的方法,其特征在于:所述非晶中间层的材质与金属母材成分相同。

一种使用非晶中间层扩散连接异种材料的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种使用非晶中间层扩散连接异种材料的方法,属于焊接技术领域。

背景技术

[0002] 随着航天航空工业的发展,结构材料对轻量化和功能性提出了更高的要求。采用异种材料制作的焊接结构,不仅可以发挥不同材料的性能优势减轻重量,降低成本,而且能满足不同工作条件对材质的要求,在航天航空、机械、化工、电力、核工业等行业逐渐得到广泛应用。用传统的熔焊方法很难实现异种材料的可靠连接,尤其是性能差别较大的异种材料,如金属与陶瓷、铝与钛等。

[0003] 目前陶瓷与金属连接研究比较多的是活性钎焊法,利用陶瓷与金属母材之间的钎料在高温下熔化,其中的活性组元与陶瓷发生化学反应,形成稳定的反应梯度层,将两种不同材料结合在一起。但陶瓷-金属钎焊连接目前存在的主要问题是接头结合强度较低。对异种材料的连接,钎料极易造成接头界面处金属间化合物析出,在界面生成各种脆性化合物,对接头性能有很大影响。扩散焊是一种在真空条件下,将被连接表面紧密的靠在一起,在一定的温度及压力下通过界面原子间相互扩散形成金属间结合的精密连接方法,克服了活性钎焊的缺点,连接强度高、接头质量稳定和耐腐蚀性能好,特别适用于高温和耐蚀条件下异种金属之间、金属与陶瓷之间的连接。

[0004] 但异种材料的物理化学性能存在较大差异,特别是两种材料间的热膨胀系数差别较大,采用扩散连接时,由于作用温度较高,在接头局部处金属变形大,接头在冷却过程中由于收缩不均匀造成较大的残余应力,会导致连接强度降低。采用中间层可以减少残余应力的产生,而过渡层形式是决定焊接接头的性能的主要因素。因此,开发一种能降低熔点,减少焊接残余应力,减少金属间化合物产生的异种材料中间层扩散连接方法,对于航空航天等高新技术领域具有十分重要的意义。

发明内容

[0005] 为解决上述异种材料焊接中,采用扩散连接需要较高的焊接压力和温度,容易产生残余应力,导致焊接裂纹产生,强度降低,同时变形程度增加导致焊件尺寸精度降低,使用中间层容易产生金属间化合物和腐蚀等问题。

[0006] 本发明具体通过以下具体方案实现:

[0007] 一种使用非晶中间层扩散连接异种材料的方法,包括如下步骤:

[0008] S1、采用磁控溅射的方法在金属母材待焊表面制备一层与金属母材成分一致的纳米晶薄层,得待焊工件A;

[0009] S2、采用甩带法制备一非晶薄带作为中间层,并将所得的非晶薄带置于待焊工件A和另一种材料的待焊面之间,且非晶中间层与纳米晶薄层相抵,并用工装进行固定,得带焊工件B;

[0010] S3、将待焊工件B放入真空炉内,对待焊表面施加2~10MPa的压力,待炉内真空度

降至 5.0×10^{-3} Pa以下后,以 $10 \sim 15^\circ\text{C}/\text{min}$ 的加热速率对炉内进行升温,待温度升至金属母材熔点以下 $50 \sim 600^\circ\text{C}$ 时,保温 $30\text{min} \sim 1\text{h}$,进行扩散焊连接;

[0011] S4、扩散焊接结束后,以 $5 \sim 10^\circ\text{C}/\text{min}$ 的降温速率对炉内进行冷却降温,至 200°C 时卸载压力,随炉冷却至室温后取出工件。

[0012] 优选地,金属母材为铝合金、铜合金、镍合金或钛合金,另一种材料可以为陶瓷,也可以为铝合金、铜合金、镍合金、钛合金中的一种。

[0013] 优选地,所述中间层薄带的厚度为 $30 \sim 80\mu\text{m}$ 。

[0014] 优选地,所述步骤S1所得的纳米晶薄层厚度为 $2 \sim 5\mu\text{m}$ 。

[0015] 优选地,所述的非晶中间层由以下方法制备得到:

[0016] 将中间层合金加热至熔点以上 200°C 后,搅拌均匀,静置保温 10min ,开启滚轮,控制熔融合金倒出到滚轮上,甩出薄带,使用前将制备的薄带置于 20% 硝酸溶液酸洗 10s 后再置于丙酮清洗取出。

[0017] 优选地,所述非晶中间层的材质与金属母材成分相同

[0018] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0019] 本发明的焊接方法可较正常焊接设计温度低 $30 \sim 50^\circ\text{C}$ 。纳米薄膜和非晶薄膜具有高表面能活性,在厚度方向上由于表面、界面的存在,使物质的连续性发生中断,增加了材料表面能,降低熔点,防止焊接处和母材基板内晶粒的异常长大;非晶箔状中间层高温塑性好,通过自身变形打破界面处氧化层,可实现高效焊接;本发明的焊接方法尤其适用于焊接金属与陶瓷等异种材料,由于形成纳米和非晶复合中间层,材料属性呈梯度变化,合适的过渡层在焊接异种材料时能有效减少残余应力,防止接头裂纹产生和强度降低;非晶箔状中间层由于成分均匀,含杂质少,焊接缺陷降低,而且由于与母材成分相同,不易形成脆性的金属间化合物,焊缝塑性和强度都有明显的提高;扩散焊过程中施加的压力可减小 $20 \sim 30\%$,减小因变形带来的精度问题,适用于对尺寸精度要求高的产品;由于焊缝处合金与母材一致,抗腐蚀性能得到明显提高。

附图说明

[0020] 图1为使用本发明的方法所得材料的结构示意图。

[0021] 图中:1-金属材料;2-纳米晶薄层;3-非晶钎料中间层;4.-陶瓷或其它金属材料。

具体实施方式

[0022] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进。这些都属于本发明的保护范围。在本发明的描述中,需要理解的是,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。

[0023] 实施例1

[0024] TC4钛合金和 Si_3N_4 陶瓷异种材料焊接,在钛合金母材待焊表面采用磁控溅射的方

法制备一层与金属母材成分一致的纳米晶薄层,厚度为 $2\mu\text{m}$ 。采用甩带法将钛合金母材成分相同的合金制备成非晶薄带作为中间层,厚度为 $30\mu\text{m}$,将非晶薄带置于钛合金和陶瓷待焊面之间并用工装进行固定。将置有纳米晶薄层和非晶中间层的两个待焊工件放入真空炉内,对待焊表面施加 2MPa 的压力,待炉内真空度降至 $5.0\times 10^{-3}\text{Pa}$ 以下,以 $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 的加热速率对炉内进行升温,待温度升至 950°C 保温 30min 进行扩散连接。扩散焊结束后,以 $5^\circ\text{C}/\text{min}$ 的降温速率对炉内进行冷却,降温至 200°C 时卸载压力,随炉冷却至室温后取出工件。

[0025] 实施例2

[0026] 铜合金和TC4钛合金异种材料焊接,在钛合金母材待焊表面采用磁控溅射的方法制备一层与金属母材成分一致的纳米晶薄层,厚度为 $3\mu\text{m}$ 。采用甩带法将铜合金母材成分相同的合金制备成非晶薄带作为中间层,厚度为 $40\mu\text{m}$,将非晶薄带置于铜合金和钛合金待焊面之间并用工装进行固定。将置有纳米晶薄层和非晶中间层的两个待焊工件放入真空炉内,对待焊表面施加 4MPa 的压力,待炉内真空度降至 $5.0\times 10^{-3}\text{Pa}$ 以下,以 $12^\circ\text{C}/\text{min}$ 的加热速率对炉内进行升温,待温度升至 900°C 保温 40min 进行扩散连接。扩散焊结束后,以 $6^\circ\text{C}/\text{min}$ 的降温速率对炉内进行冷却,降温至 200°C 时卸载压力,随炉冷却至室温后取出工件。

[0027] 实施例3

[0028] 铜合金和 ZrO_2 陶瓷异种材料焊接,在铜合金母材待焊表面采用磁控溅射的方法制备一层与金属母材成分一致的纳米晶薄层,厚度为 $4\mu\text{m}$ 。采用甩带法将铜合金母材成分相同的合金制备成非晶薄带作为中间层,厚度为 $50\mu\text{m}$,将非晶薄带置于铜合金和陶瓷待焊面之间并用工装进行固定。将置有纳米晶薄层和非晶中间层的两个待焊工件放入真空炉内,对待焊表面施加 6MPa 的压力,待炉内真空度降至 $5.0\times 10^{-3}\text{Pa}$ 以下,以 $13^\circ\text{C}/\text{min}$ 的加热速率对炉内进行升温,待温度升至 850°C 保温 45min 进行扩散连接。扩散焊结束后,以 $7^\circ\text{C}/\text{min}$ 的降温速率对炉内进行冷却,降温至 200°C 时卸载压力,随炉冷却至室温后取出工件。

[0029] 实施例4

[0030] 铝合金和TC4钛合金异种材料焊接,在铝合金母材待焊表面采用磁控溅射的方法制备一层与金属母材成分一致的纳米晶薄层,厚度为 $5\mu\text{m}$ 。采用甩带法将铝合金母材成分相同的合金制备成非晶薄带作为中间层,厚度为 $60\mu\text{m}$,将非晶薄带置于铝合金和钛合金待焊面之间并用工装进行固定。将置有纳米晶薄层和非晶中间层的两个待焊工件放入真空炉内,对待焊表面施加 8MPa 的压力,待炉内真空度降至 $5.0\times 10^{-3}\text{Pa}$ 以下,以 $14^\circ\text{C}/\text{min}$ 的加热速率对炉内进行升温,待温度升至 580°C 保温 50min 进行扩散连接。扩散焊结束后,以 $8^\circ\text{C}/\text{min}$ 的降温速率对炉内进行冷却,降温至 200°C 时卸载压力,随炉冷却至室温后取出工件。

[0031] 实施例5

[0032] 铝合金和 Al_2O_3 陶瓷异种材料焊接,在铝合金母材待焊表面采用磁控溅射的方法制备一层与金属母材成分一致的纳米晶薄层,厚度为 $5\mu\text{m}$ 。采用甩带法将铝合金母材成分相同的合金制备成非晶薄带作为中间层,厚度为 $80\mu\text{m}$,将非晶薄带置于铝合金和陶瓷待焊面之间并用工装进行固定。将置有纳米晶薄层和非晶中间层的两个待焊工件放入真空炉内,对待焊表面施加 10MPa 的压力,待炉内真空度降至 $5.0\times 10^{-3}\text{Pa}$ 以下,以 $15^\circ\text{C}/\text{min}$ 的加热速率对炉内进行升温,待温度升至 550°C 保温 1h 进行扩散连接。扩散焊结束后,以 $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 的降温速率对炉内进行冷却,降温至 200°C 时卸载压力,随炉冷却至室温后取出工件。

[0033] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述

特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改,这并不影响本发明的实质内容。

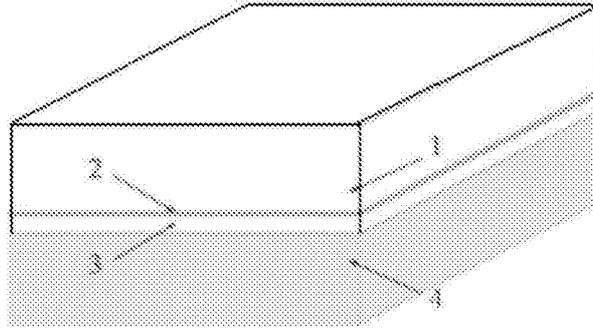


图1