



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114131028 A

(43) 申请公布日 2022. 03. 04

(21) 申请号 202111458419.8

(22) 申请日 2021.12.02

(71) 申请人 广东省科学院新材料研究所
地址 510650 广东省广州市天河区长兴路
363号

(72) 发明人 林颖菲 何佳珍 陈恒 路建宁
冯晓伟

(74) 专利代理机构 北京超凡宏宇专利代理事务
所(特殊普通合伙) 11463
代理人 宋南

(51) Int. Cl.
B22F 7/04 (2006.01)
B22F 3/105 (2006.01)
B22F 3/11 (2006.01)
B22F 3/14 (2006.01)

权利要求书2页 说明书10页 附图4页

(54) 发明名称

一种铝基多孔复合夹芯结构及其制备方法和应用

(57) 摘要

本发明公开了一种铝基多孔复合夹芯结构及其制备方法和应用,涉及铝基材料技术领域。铝基多孔复合夹芯结构的制备方法包括:将自下而上叠加的下层金属面板、铝基多孔复合原料和上层金属面板进行预压成形得到待烧结坯体,将待烧结坯体进行等离子热压烧结。该制备方法在同一工序完成铝基多孔芯层复合及其与金属面板的界面冶金结合,工艺流程短、选材和设计空间宽广,有望在航空航天、国防军工、汽车交通等领域取得广泛应用。



1. 一种铝基多孔复合夹芯结构的制备方法,其特征在于,包括:将自下而上叠加的下层金属面板、铝基多孔复合原料和上层金属面板进行预压成形得到待烧结坯体,将所述待烧结坯体进行等离子热压烧结。

2. 根据权利要求1所述的制备方法,其特征在于,所述待烧结坯体的制备过程包括:将所述下层金属面板、所述铝基多孔复合原料和所述上层金属面板依次装入模具中,施加压力进行保压;

优选地,所述预压成形的操作压力为10-30MPa,保压时间为5-10min;

优选地,在装入所述铝基多孔复合原料之后进行一次预压,再装入所述上层金属面板进行预压成形。

3. 根据权利要求2所述的制备方法,其特征在于,所述铝基多孔复合原料包括铝合金粉体和空心微球;

优选地,所述铝基多孔复合原料是将多层多孔芯层进行逐层铺设形成,每层所述多孔芯层均是由铝合金粉体和空心微球混合而得,且相邻的两层所述多孔芯层中至少一个参数指标不同;其中,所述参数指标包括两种原料的粒度、材质和配比;

优选地,多个所述多孔芯层呈梯度变化;

优选地,所述多孔芯层的层数为2-5层。

4. 根据权利要求3所述的制备方法,其特征在于,每次铺设一层所述多孔芯层均进行一次预压,每次预压的操作压力为10-30MPa,保压时间为3-5min。

5. 根据权利要求3所述的制备方法,其特征在于,所述铝合金粉体的粒度为100-1000目,所述空心微球的粒度为16-1000目;

优选地,所述参数指标中的配比是指所述铝合金粉体或所述空心微球的体积与复合材料总体积比例。

6. 根据权利要求3所述的制备方法,其特征在于,所述铝合金粉体的材质选自1xxx系铝合金、2xxx系铝合金、3xxx系铝合金、4xxx系铝合金、5xxx系铝合金、6xxx系铝合金和7xxx系铝合金中的至少一种;

优选地,所述空心微球的材质选自陶瓷类空心微球、玻璃类空心微球和熔点高于铝合金粉体熔点的金属类空心微球中的至少一种。

7. 根据权利要求2所述的制备方法,其特征在于,所述下层金属面板和所述上层金属面板的材质选自铝、钛、钢、铝合金和钛合金中的至少一种;

优选地,所述下层金属面板和所述上层金属面板在装填之前进行表面磨光处理;

优选地,当所述下层金属面板或所述上层金属面板的材质采用非铝质面板时,在所述非铝质面板和所述铝基多孔复合原料之间设置铝箔。

8. 根据权利要求1所述的制备方法,其特征在于,所述等离子热压烧结的过程中分为两步进行控温,先升温至400-460℃保温3-5min,再升温至500-600℃保温3-10min,然后再进行降温;

优选地,升温速率为80-100℃/min,在升温和保温过程中均施加压力5-15MPa;

优选地,先以80-120℃/min的降温速率降温至100℃以下,再自然冷却。

9. 一种铝基多孔复合夹芯结构,其特征在于,通过权利要求1-8中任一项所述的制备方法制备而得。

10. 权利要求9所述的铝基多孔复合夹芯结构在航空航天、国防军工或汽车交通中的应用。

一种铝基多孔复合夹芯结构及其制备方法和应用

技术领域

[0001] 本发明涉及铝基材料技术领域,具体而言,涉及一种铝基多孔复合夹芯结构及其制备方法和应用。

背景技术

[0002] 铝基多孔复合夹芯结构是由铝基多孔复合材料芯层和致密金属面板复合制成的一类新型层状多孔金属复合材料,兼具轻质、高比强度、高比刚度、抗冲击、振动阻尼性能好、电磁屏蔽以及功能可设计性等综合特性,符合航空航天、国防军工、汽车交通等领域对材料提出的轻量化和多功能化的要求。

[0003] 现有技术中,层状多孔金属复合材料的制备方法主要有胶粘法、钎焊法和扩散焊连接法等。胶粘法依赖于胶粘剂的粘质特性,结合强度偏低、耐候性一般,在高温、腐蚀或循环应力下易变质或老化,使用具有限制性。钎焊法和扩散焊连接法在一定程度上弥补了胶粘法的不足,但钎焊法的使用难以消除铝基多孔复合材料芯层与铝质面板层间氧化膜的影响,引起界面结合强度不足;而扩散焊连接法需提供较高压力实现界面的原子扩散,铝基多孔复合材料芯层在较高压力下易变形。

[0004] 鉴于此,特提出本发明。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种铝基多孔复合夹芯结构的制备方法,旨在提供一种工艺流程短、可设计性极强的制备方法。

[0006] 本发明的第二目的在于提供一种铝基多孔复合夹芯结构,其具有结合强度高、结构和性能稳定性好、综合性能优良的优点。

[0007] 本发明的第三目的在于提供上述铝基多孔复合夹芯结构在航空航天、国防军工或汽车交通中的应用。

[0008] 本发明是这样实现的:

[0009] 第一方面,本发明提供一种铝基多孔复合夹芯结构的制备方法,包括:将自下而上叠加的下层金属面板、铝基多孔复合原料和上层金属面板进行预压成形得到待烧结坯体,将待烧结坯体进行等离子热压烧结。

[0010] 在可选的实施方式中,待烧结坯体的制备过程包括:将下层金属面板、铝基多孔复合原料和上层金属面板依次装入模具中,施加压力进行保压;

[0011] 优选地,预压成形的操作压力为10-30MPa,保压时间为5-10min;优选地,在装入铝基多孔复合原料之后进行一次预压,再装入上层金属面板进行预压成形。

[0012] 在可选的实施方式中,铝基多孔复合原料包括铝合金粉体和空心微球;

[0013] 优选地,铝基多孔复合原料是将多层多孔芯层进行逐层铺设形成,每层多孔芯层均是由铝合金粉体和空心微球混合而得,且相邻的两层多孔芯层中至少一个参数指标不同;其中,参数指标包括两种原料的粒度、材质和配比;

- [0014] 优选地,多个多孔芯层呈梯度变化;
- [0015] 优选地,多孔芯层的层数为2-5层。
- [0016] 在可选的实施方式中,每次铺设一层多孔芯层均进行一次预压,每次预压的操作压力为10-30MPa,保压时间为3-5min。
- [0017] 在可选的实施方式中,铝合金粉体的粒度为100-1000目,空心微球的粒度为16-1000目;优选地,参数指标中的配比是指铝合金粉体或空心微球的体积与复合材料总体积比例。
- [0018] 在可选的实施方式中,铝合金粉体的材质选自1xxx系铝合金、2xxx系铝合金、3xxx系铝合金、4xxx系铝合金、5xxx系铝合金、6xxx系铝合金和7xxx系铝合金中的至少一种;优选地,空心微球的材质选自陶瓷类空心微球、玻璃类空心微球和熔点高于铝合金粉体熔点的金属类空心微球中的至少一种。
- [0019] 在可选的实施方式中,下层金属面板和上层金属面板的材质选自铝、钢、钛、铝合金和钛合金中的至少一种;优选地,下层金属面板和上层金属面板在装填之前进行表面磨光处理;优选地,当下层金属面板或上层金属面板的材质采用非铝质面板时,在非铝质面板和铝基多孔复合原料之间设置铝箔。
- [0020] 在可选的实施方式中,等离子热压烧结的过程中分为两步进行控温,先升温至400-460℃保温3-5min,再升温至500-600℃保温3-10min,然后再进行降温;优选地,升温速率为80-100℃/min,在升温 and 保温过程中均施加压力5-15MPa;优选地,先以80-120℃/min的降温速率降温至100℃以下,再自然冷却。
- [0021] 第二方面,本发明提供一种铝基多孔复合夹芯结构,通过前述实施方式中任一项的制备方法制备而得。
- [0022] 第三方面,本发明提供前述实施方式的铝基多孔复合夹芯结构在航空航天、国防军工或汽车交通中的应用。
- [0023] 本发明具有以下有益效果:采用下层金属面板、铝基多孔复合原料和上层金属面板进行依次叠加之后进行预压得到待烧结坯体,将待烧结坯体进行等离子热压烧结,该制备方法在同一工序完成铝基多孔芯层复合及其与金属面板的界面冶金结合,工艺流程短,且能够在短时间内实现上、下金属面板的冶金结合,得到的铝基多孔复合夹芯结构界面结合强度高、结构稳定性好,综合性能优良。
- [0024] 此外,本发明所提供的制备方法可设计性极强,铝基多孔复合原料作为芯层可以通过铝合金粉体和空心微球粒度的粒径、材质和配比的组合梯度设计,使多孔芯层形成功能梯变,可以应不同的服役环境和性能需求进行调控。

附图说明

[0025] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,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相关的附图。

[0026] 图1为本发明实施例的工艺流程图;

[0027] 图2为实施例1制备得到的复合结构铝基多孔复合材料芯层与铝面板的金相照片;

- [0028] 图3为实施例1制备得到的复合结构铝基多孔复合材料芯层与钢面板的金相照片；
- [0029] 图4为实施例1制备得到的复合结构铝基多孔复合材料芯层与钢面板的扫描电子显微照片；
- [0030] 图5为对比例1制备得到的复合结构铝基多孔复合材料芯层与钢面板的显微组织照片；
- [0031] 图6为铝基多孔复合材料芯层与金属面板间界面剪切强度测试试验示意图。

具体实施方式

[0032] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。实施例中未注明具体条件者，按照常规条件或制造商建议的条件进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者，均为可以通过市售购买获得的常规产品。

[0033] 本发明实施例提供一种铝基多孔复合夹芯结构的制备方法，请参照图1，包括以下步骤：

[0034] S1、铝基多孔复合原料的制备

[0035] 铝基多孔复合原料是铝合金粉体和空心微球进行混合而得，具体组成根据预先的多孔芯层设计进行选择，该铝基多孔复合原料在制备过程中作为多孔芯层进行预压和烧结，进而形成夹芯结构。

[0036] 在实际操作过程中，铝基多孔复合原料是将铝合金粉体和空心微球在混料机上均匀混合4-12h。

[0037] 需要说明的是，铝基多孔复合原料的具体形态可控，可以将铝合金粉体和空心微球的粒度、材质和配比作为参考指标，根据需要特定粒径和材质的原料混合，在混合时控制两种原料占总体积的比例。

[0038] 具体地，参数指标中的配比是指铝合金粉体或空心微球的体积与复合材料总体积比例，如控制空心微球的体积占比为50%，则铝合金粉体的体积占比也为50%。也就是说，复合材料的总体积是指混合之前两种材料的总体积，两种材料的体积占比之和为1。

[0039] 在一些实施例中，铝合金粉体的粒度为100-1000目，铝合金粉体的材质选自1xxx系铝合金、2xxx系铝合金、3xxx系铝合金、4xxx系铝合金、5xxx系铝合金、6xxx系铝合金和7xxx系铝合金中的至少一种，1xxx系-7xxx系均可以用于制备铝基多孔复合材料芯层。

[0040] 在一些实施例中，空心微球的粒度为16-1000目，空心微球的材质选自陶瓷类空心微球、玻璃类空心微球和熔点高于铝合金粉体熔点的金属类空心微球中的至少一种，以上几种类型的空心微球均适合于和铝合金粉体形成铝基多孔复合材料芯层。

[0041] 为形成梯度分布的多孔芯层结构，可以制备多组铝基多孔复合原料，在后续装填时逐层铺设即可。梯度分布是由参数指标不同的多组多孔复合原料层叠获得。在实际梯度设计时可以是以上指标中的至少一个指标不同，也可以是2个指标甚至更多指标不同，可以根据应用的环境进行针对性调控。

[0042] 在一些实施例中，可以将多孔复合原料设计为以上参数指标沿轴向呈渐变式梯度分布或周期排布的方式，实现多孔芯层的结构与成分梯度调控。

[0043] S2、装填与预压

[0044] 将自下而上叠加的下层金属面板、铝基多孔复合原料和上层金属面板进行预压成形得到待烧结坯体。在实际操作过程中,待烧结坯体的制备过程包括:将下层金属面板、铝基多孔复合原料和上层金属面板依次装入模具中,施加压力进行保压。模具的材质不限,可以为常用的石墨模具。

[0045] 进一步地,下层金属面板和上层金属面板的材质选自铝、钢、钛、铝合金和钛合金中的至少一种;本发明中涉及的“上”“下”是相对的,在不同应用环境中,对于“上”“下”的理解可以互换。

[0046] 在优选的实施例中,当下层金属面板或上层金属面板的材质采用非铝质面板时,在非铝质面板和铝基多孔复合原料之间设置铝箔。在装填的金属面板为非铝质金属面板(是指钢、钛和钛合金中的至少一种)时,于非铝质金属面板与铝基多孔复合原料之间内置铝箔,协助非铝质金属面板与铝基多孔复合材料芯层在后续烧结过程中实现铝元素与非铝元素间的互扩散,从而使非铝质金属面板与铝基多孔复合材料芯层之间形成良好冶金结合界面。

[0047] 需要说明的是,发明人发现采用等离子热压烧结的制备时间短,在烧结过程中铝基多孔复合原料与非铝质金属面板尚未能及时发生有效的原子扩散形成冶金结合界面,此时,在铝基多孔复合原料与非铝质金属面板间内置铝箔有助于两者间的冶金结合,铝箔在烧结过程中易于与铝基多孔复合原料和非铝质金属面板同时进行熔合,形成过渡界面,从而实现冶金结合。

[0048] 在一些实施例中,为达到更好的结合效果,下层金属面板和上层金属面板在装填之前进行表面磨光处理。

[0049] 进一步地,预压成形的操作压力为10-30MPa,保压时间为5-10min。通过预压形成待烧结坯体,该烧结体致密度较高,经过短时间的等离子热压烧结即可形成冶金结合界面。具体地,预压的操作压力可以为10MPa、15MPa、20MPa、25MPa、30MPa等,也可以为以上相邻两个压力之间的任意值;保压时间可以根据加压的压力而定,可以为5min、6min、7min、8min、9min、10min等,或以上相邻两个时间之间的任意值。

[0050] 对于多孔芯层为多层的情况,铝基多孔复合原料是将多层多孔芯层进行逐层铺设形成,每层多孔芯层均是由铝合金粉体和空心微球混合而得,且相邻的两层多孔芯层中至少一个参数指标不同;其中,参数指标包括两种原料的粒度、材质和配比,可以为1个参数指标不同,也可以为2-3个参数指标不同。

[0051] 在一些实施例中,多个多孔芯层呈梯度变化,可以是粒径、体积比等参数指标呈梯度变化,可以根据需要进行设计。多孔芯层的层数可以为2-5层,如2层、3层、4层、5层。

[0052] 在一些实施例中,对于多孔芯层为多层的情况,每次铺设一层多孔芯层均进行一次预压,每次预压的操作压力为10-30MPa,保压时间为3-5min。每铺设一层多孔芯层进行一次预压,以保证每层复合原料的致密度,进而提升最终产品的综合性能。具体地,每次预压的操作压力可以为10MPa、15MPa、20MPa、25MPa、30MPa等,也可以为以上相邻两个压力之间的任意值;保压时间可以根据加压的压力而定,可以为3min、4min、5min等,或以上相邻两个时间之间的任意值。

[0053] S3、烧结

[0054] 将待烧结坯体进行等离子热压烧结,该待烧结坯体是S2中预压成形之后得到的。

在实际操作过程中,烧结是将预压成形之后的石墨模具直接进行等离子热压烧结。

[0055] 在一些实施例中,等离子热压烧结的过程中分为两步进行控温,先升温至400-460℃保温3-5min,再升温至500-600℃保温3-10min,然后再进行降温。烧结为两步控温可以使制备得到的复合材料的复合效果更好,防止在升温过程中出现复合原料喷出的现象的同时,保证复合原料与上下层金属面板之间的元素扩散冶金结合。

[0056] 具体地,第一阶段控温温度可以为400℃、410℃、420℃、430℃、440℃、450℃、460℃,或以上相邻两个温度之间的任意值;保温时间可以根据控温温度而定,可以为3min、4min、5min,或以上相邻两个时间之间的任意值。第二阶段控温温度可以为500℃、510℃、520℃、530℃、540℃、550℃、560℃、570℃、580℃、590℃、600℃,或以上相邻两个温度之间的任意值;保温时间可以根据控温温度而定,可以为3min、4min、5min、6min、7min、8min、9min、10min等,或以上相邻两个时间之间的任意值。

[0057] 进一步地,升温阶段,控制升温速率为80-100℃/min,在升温 and 保温过程中均施加压力5-15MPa。具体地,升温速率可以为80℃/min、90℃/min、100℃/min等,施加的压力可以为5MPa、6MPa、7MPa、8MPa、9MPa、10MPa、11MPa、12MPa、13MPa、14MPa、15MPa,或以上相邻两个压力之间的任意值。

[0058] 进一步地,在降温阶段,先以80-120℃/min的降温速率降温至100℃以下,再自然冷却。降温的速率可以为80℃/min、90℃/min、100℃/min、110℃/min、120℃/min等。

[0059] 本发明实施例还提供一种铝基多孔复合夹芯结构,通过上述制备方法制备而得。其中,铝基多孔复合材料芯层与金属面板实现一体化制备,界面结合强度高、结构稳定性好,综合性能优良。

[0060] 此外,铝基多孔复合材料芯层可通过铝合金粉体与空心微球粒度、材质和配比的组合梯度进行功能梯变调控,制备得到的铝基多孔复合夹芯结构可在航空航天、国防军工、汽车交通等领域得到应用。

[0061] 以下结合实施例对本发明的特征和性能作进一步的详细描述。

[0062] 实施例1

[0063] 本实施例提供一种铝基多孔复合夹芯结构的制备方法,包括:

[0064] (1) 铝基多孔复合原料制备:按照空心微球体积分数为50%,称取目粒度为150-400目的玻璃空心微球和目粒度为150-400目的1100铝粉,放入混料机中混合4h。

[0065] (2) 预压成形:将厚度为5mm的钢板和1100铝板用磨床进行表面磨光处理。将表面处理后的1100铝板、步骤(1)的铝基多孔复合原料、钢板沿石墨模具轴向由下到上依次逐层铺陈,装入铝基多孔复合原料后即加压20MPa,保压5min,随后在铝基多孔复合原料上置入一铝箔后装入钢板形成整体复合夹芯结构,对整体复合夹芯结构施压30MPa,保压5min得到复合夹芯结构坯体。

[0066] (3) 等离子热压烧结:将装有复合夹芯结构坯体的石墨模具置于炉腔中,真空度为80Pa,以80℃/min从室温升温至400℃,保温5min,再升温至600℃,保温3min,加热与保温过程中施加5MPa压力,随后以80℃/min降温至100℃,取出在空气中自然冷却。

[0067] 本实施例制得了上下面板分别为钢、铝的铝基多孔复合夹芯结构,铝基多孔复合材料芯层空心微球体积分数实际为47.5%。

[0068] 图2为本实施例铝基多孔复合材料芯层与铝面板的金相照片,A区域为铝基多孔复

合材料芯层,B区域为铝面板,可观察到,铝基多孔复合材料芯层与铝面板间实现良好熔合,无明显界面层;

[0069] 图3为本实施例铝基多孔复合材料芯层与钢面板的金相照片,C区域为钢面板,A区域为铝基多孔复合材料芯层,铝箔的添加使铝基多孔复合材料芯层与钢面板实现良好冶金结合。

[0070] 图4为铝基多孔复合材料芯层与钢面板的扫描电子显微照片,可观察到铝基多孔复合材料芯层与钢面板间形成元素扩散的过渡界面。

[0071] 实施例2

[0072] 本实施例提供一种铝基多孔复合夹芯结构的制备方法,包括:

[0073] (1) 铝基多孔复合原料制备:按照空心微球体积分数为30%、50%形成两组原料,每组原料的制备均是称取对应体积、目粒度为60-150目的 Al_2O_3 陶瓷空心微球,与200-400目1100铝粉混合,分别放入混料机中混合12h。

[0074] (2) 预压成形:将厚度为8mm的TC4钛板和1100铝板用磨床进行表面磨光处理。将表面处理后的1100铝板、步骤(1)的铝基多孔复合原料、TC4钛板沿石墨模具轴向由下到上依次逐层铺陈,铝基多孔复合原料由下到上的空心微球体积分数为50%、30%,每装入一组铝基多孔复合原料后即加压10MPa,保压5min,随后在铝基多孔复合原料上置入一铝箔后装入TC4钛板形成整体复合夹芯结构,对整体复合夹芯结构施压10MPa,保压10min。

[0075] (3) 等离子热压烧结:将装有复合夹芯结构坯体的石墨模具置于炉腔中,真空度为60Pa,以100℃/min从室温升温至460℃,保温3min,再升温至550℃,保温6min,加热与保温过程中施加10MPa压力,随后以120℃/min降温至100℃取出在空气中自然冷却。

[0076] 本实施例制得了上下面板分别为钛、铝的铝基多孔复合夹芯结构,铝基多孔复合材料芯层空心微球体积分数呈双层梯度变化,由下到上空心微球体积分数实际为46.8%和28.1%;铝基多孔复合材料芯层分别与上下钛、铝金属面板形成良好冶金结合界面。

[0077] 实施例3

[0078] 本实施例提供一种铝基多孔复合夹芯结构的制备方法,包括:

[0079] (1) 铝基多孔复合原料制备:按照空心微球体积分数为50%,称取目粒度为16-30目的铁质空心微球,分别与200-400目2024铝粉和7075铝粉混合,将每组原料分别放入混料机中混合6h。即,制备空心微球体积分数为50%的两组原料,两组原料中铝粉的材质不同。

[0080] (2) 预压成形:将厚度为10mm的钢板和2024铝板用磨床进行表面磨光处理。将表面处理后的2024铝板、步骤(1)的铝基多孔复合原料、钢板沿石墨模具轴向由下到上依次逐层铺陈,按铝基多孔复合原料由下到上的铝合金粉体成分为2024铝粉和7075铝粉,每装入一组铝基多孔复合原料后即加压20MPa,保压4min,随后在铝基多孔复合原料上置入一铝箔后装入钢板形成整体复合夹芯结构,对整体复合夹芯结构施压20MPa,保压8min。

[0081] (3) 等离子热压烧结:将装有复合夹芯结构坯体的石墨模具置于炉腔中,真空度为60Pa,以100℃/min从室温升温至460℃,保温3min,再升温至550℃,保温6min,加热与保温过程中施加15MPa压力,随后以120℃/min降温至100℃取出在空气中自然冷却。

[0082] 本实施例制得了上下面板分别为钢、铝的铝基多孔复合夹芯结构,铝基多孔复合材料芯层铝合金基体成分呈双层梯度变化,由下到上成分为2024铝合金和7075铝合金成分,整体芯层的空心微球体积分数实际为47.5%;铝基多孔复合材料芯层分别与上下钢、铝

金属面板形成良好冶金结合界面。

[0083] 实施例4

[0084] 本实施例提供一种铝基多孔复合夹芯结构的制备方法,包括:

[0085] (1) 铝基多孔复合原料制备:按照空心微球体积分数为30%、50%、70%,称取目粒度为150-400目和500-1000目的玻璃空心微球,分别与目粒度为800-1000目的1100铝粉、5083铝粉和7075铝粉混合。将每组原料分别放入混料机中混合8h。

[0086] 具体配料为:控制空心微球体积分数为30%与7075铝粉混合,控制空心微球体积分数为50%与5083铝粉混合,控制空心微球体积分数为70%与1100铝粉混合,其中,空心微球体积分数为30%的复合原料中,150-400目和500-1000目的体积分数比为2:1;空心微球体积分数为50%的复合原料中,150-400目和500-1000目的体积分数比为1:1;空心微球体积分数为70%的复合原料中,150-400目和500-1000目的体积分数比为1:2。

[0087] (2) 预压成形:将厚度为10mm的TC4钛板和2024铝板用磨床进行表面磨光处理。将表面处理后的2024铝板、步骤(1)的铝基多孔复合原料、钛板沿石墨模具轴向由下到上依次逐层铺陈,按铝基多孔复合原料由下到上的空心微球体积分数为70%、50%、30%,每装入一组铝基多孔复合原料后即加压15MPa,保压5min,随后在铝基多孔复合原料上置入一铝箔后装入钛板形成整体复合夹芯结构,对整体复合夹芯结构施压15MPa,保压10min。

[0088] (3) 等离子热压烧结:将装有复合夹芯结构坯体的石墨模具置于炉腔中,真空度为50Pa,以90℃/min从室温升温至430℃,保温5min,再升温至560℃,保温8min,加热与保温过程中施加15MPa压力,随后以100℃/min降温至100℃取出在空气中自然冷却。

[0089] 本实施例制得了上下面板分别为钛、铝的铝基多孔复合夹芯结构,铝基多孔复合材料芯层为空心微球体积分数和铝合金基体成分协同梯度变化,由下到上铝合金基体成分为1100铝合金、5083铝合金和7075铝合金,空心微球由下到上体积分数实际为68.7%、46.9%和25.6%;铝基多孔复合材料芯层分别与上下钛、铝金属面板形成良好冶金结合界面。

[0090] 对比例1

[0091] 本对比例提供一种铝基多孔复合夹芯结构的制备方法,与实施例1不同之处仅在于:铝基多孔复合原料与钢板间未添加铝箔。

[0092] 结果显示,制备得到的铝基多孔复合夹芯结构钢面板极易脱落,如图5所示,铝基多孔复合芯层与钢面板未形成冶金结合界面,存在明显间隙缺陷。

[0093] 对比例2

[0094] 本对比例提供一种铝基多孔复合夹芯结构的制备方法,与实施例1不同之处仅在于:等离子热压烧结替换为真空热压处理,具体步骤为将装有坯体石墨模具放入炉腔中,真空度为80Pa,以5℃/min从室温升温至450℃,保温10min,再升温至550℃,保温120min,加热与保温过程中施加5MPa压力,随后随炉冷却至100℃取出在空气中自然冷却。过程中在550℃保温时间过长,使铝板发生严重重熔现象,存在明显变形和气孔等缺陷。

[0095] 对比例3

[0096] 本对比例提供一种铝基多孔复合夹芯结构的制备方法,与实施例1不同之处仅在于:等离子热压烧结的过程不同,具体如下:将装有复合夹芯结构坯体的石墨模具置于炉腔中,真空度为80Pa,以80℃/min从室温升温至400℃,保温5min,再升温至490℃,保温10min,

加热与保温过程中施加5MPa压力,随后以80℃/min降温至100℃取出在空气中自然冷却。获得的多孔芯层复合效果不佳,空心微球与铝粉未实现熔合,与金属面板易脱落。

[0097] 对比例4

[0098] 本对比例提供一种铝基多孔复合夹芯结构的制备方法,其采用申请号为201910350186.6中的制备方法制备而得。

[0099] 试验例1

[0100] 测试实施例1-4和对比例1-4中制备得到复合夹芯结构芯层与金属面板的界面剪切强度,测试方法如图6所示,界面剪切强度=复合夹芯结构芯层与金属面板的界面开裂时最大加载力/复合夹芯结构芯层与金属面板接触接触面积,结果见表1。

[0101] 表1界面剪切强度测试结果

[0102]

组别	芯层与金属面板界面剪切强度 (MPa)		备注
	多孔芯层/非铝质面板	多孔芯层/铝面板	
实施例 1	58	45 (多孔芯层与铝面板间未发生界面脱粘, 铝面板发生变形)	说明多孔芯层与铝面板界面结合强度高于铝面板变形强度
实施例 2	55	43 (多孔芯层与铝面板间未发生界面脱粘, 铝面板发生变形)	说明多孔芯层与铝面板界面结合强度高于铝面板变形强度
实施例 3	60	80 (剪切开裂的区域偏向多孔芯层)	说明多孔芯层与铝面板的界面开裂主要原因推测是多孔芯层的脆断引起
实施例 4	62	40 (剪切开裂的区域偏向多孔芯层)	说明多孔芯层与铝面板的界面开裂主要原因推测是多孔芯层的脆断引起
对比例 1	-	38 (多孔芯层与铝面板间未发生界面脱粘, 铝面板发生变形)	说明多孔芯层与铝面板界面结合强度高于铝面板变形强度

[0103]

对比例 2	54	-	真空热压处理可实现多孔芯层与钢面板的界面复合，但在实现多孔芯层与铝面板的界面结合有困难
对比例 3	-	-	烧结温度过低无法使多孔芯层实现复合，也无法使多孔芯层与金属面板实现界面结合
对比例 4	15	25	申请号为 201910350186.6 中的制备方法制备得到铝基多孔复合夹芯结构，多孔芯层与金属面板间的界面结合比本专利得到的铝基多孔复合夹芯结构弱。

[0104] 以上仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，对于本领域的技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

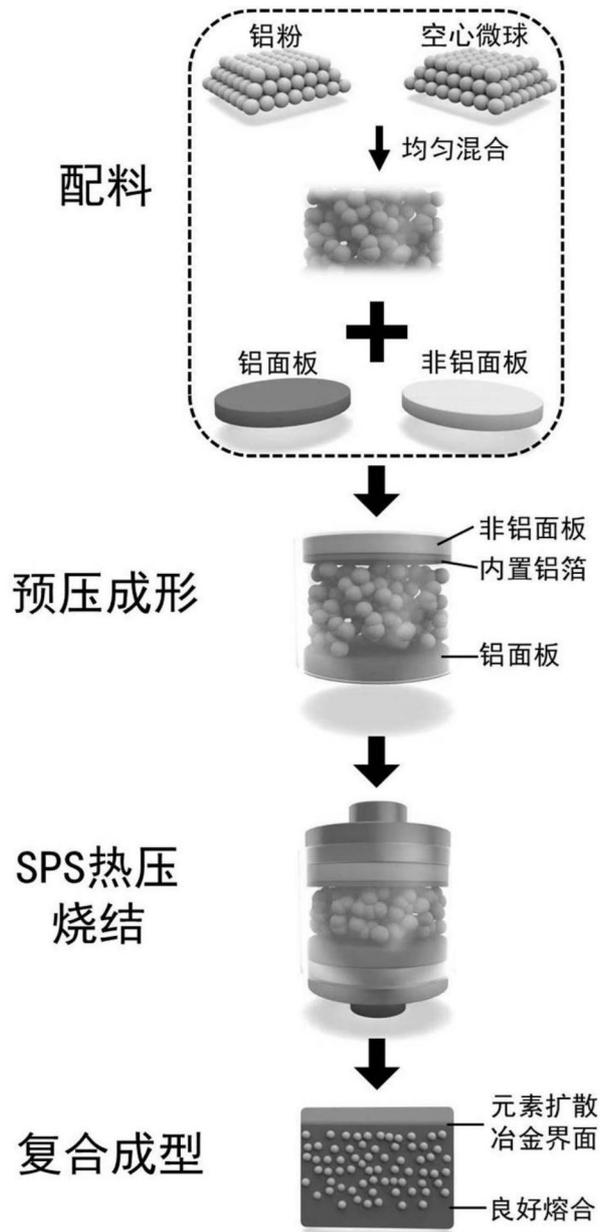


图1

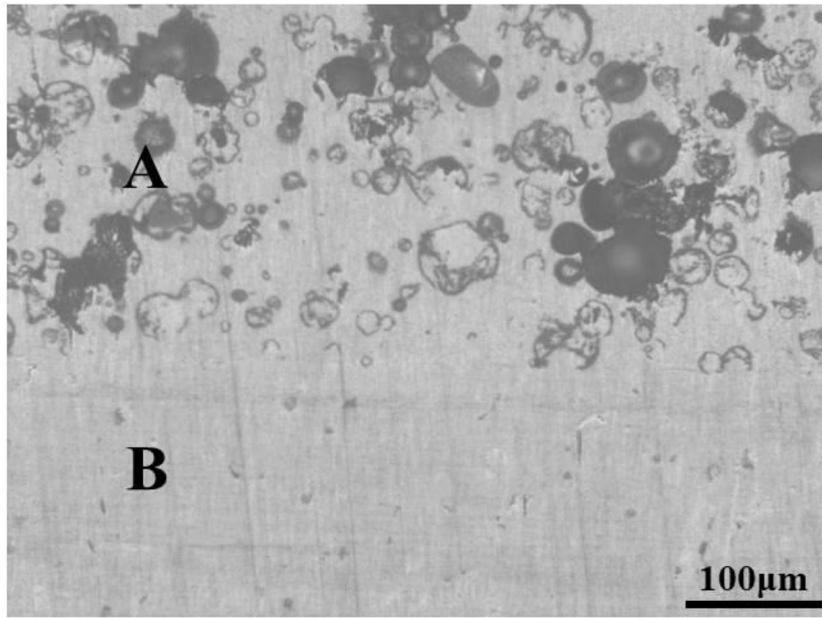


图2

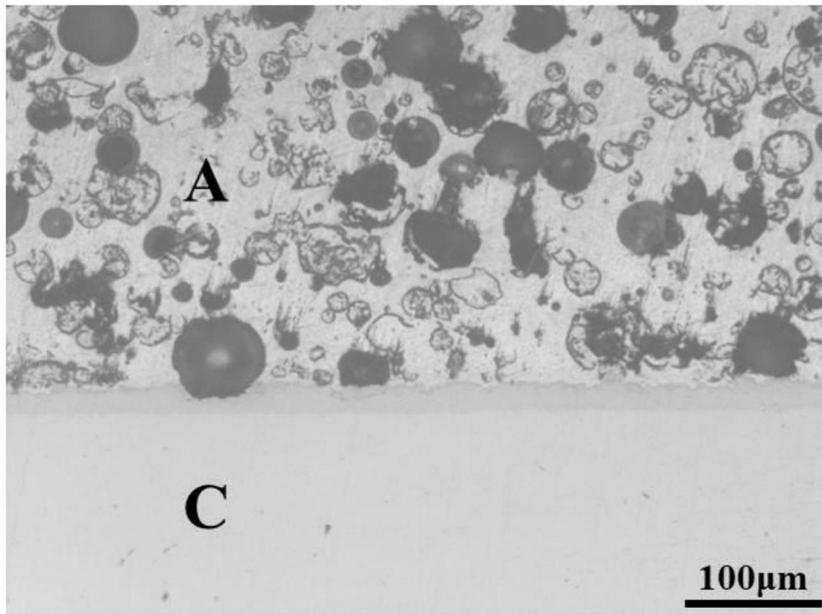


图3

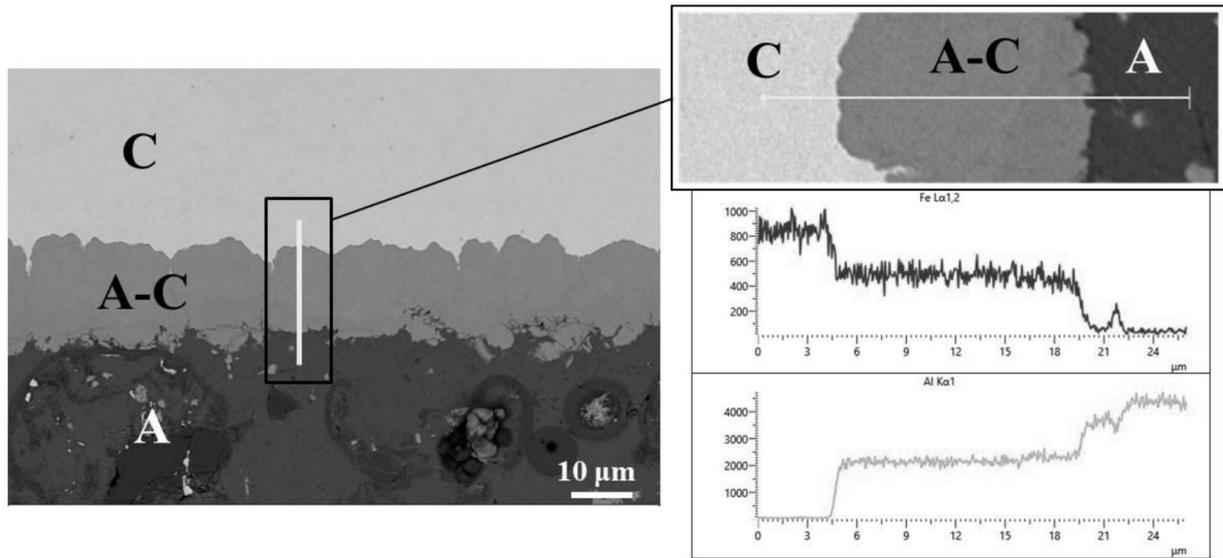


图4

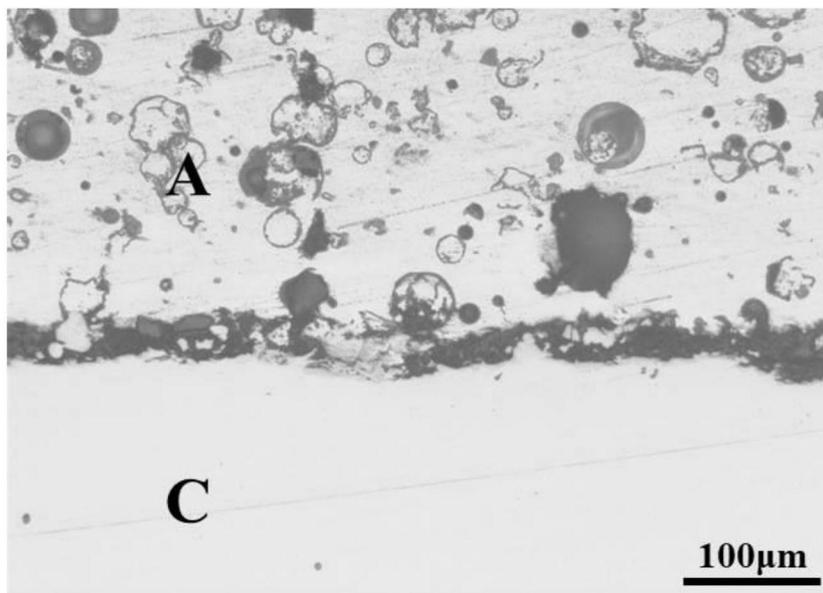


图5

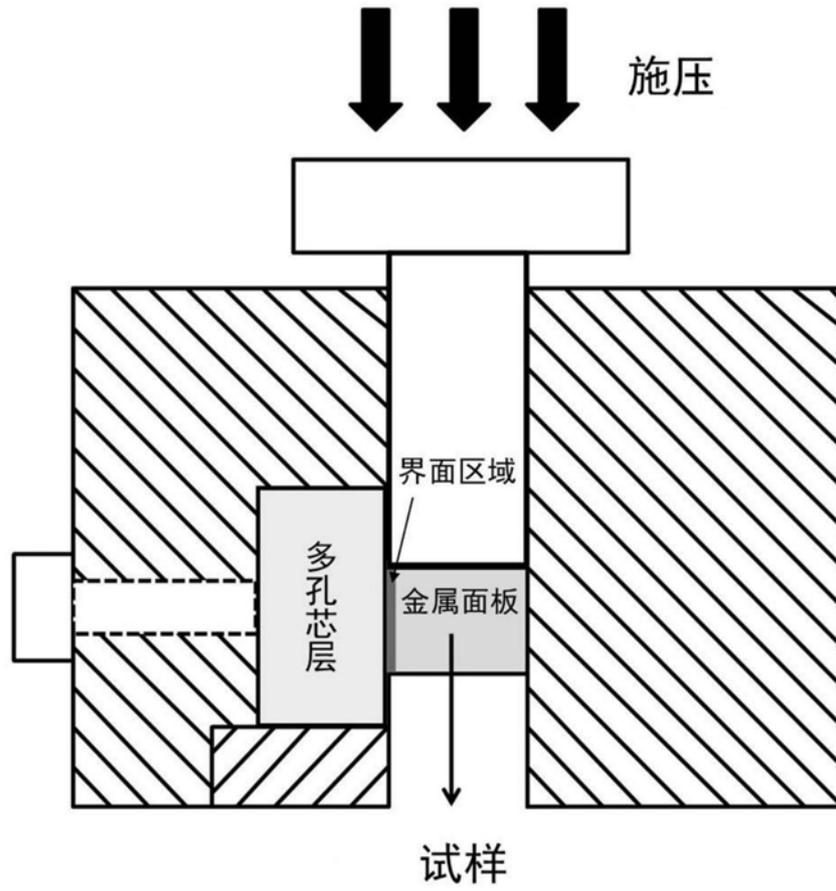


图6