



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109487114 B

(45) 授权公告日 2020.10.13

(21) 申请号 201910004844.6

G22F 1/00 (2006.01)

(22) 申请日 2019.01.03

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109487114 A

CN 103773997 A, 2014.05.07

CN 101386967 A, 2009.03.18

CN 108330314 A, 2018.07.27

(43) 申请公布日 2019.03.19

CN 101717900 A, 2010.06.02

(73) 专利权人 哈尔滨工业大学

CN 106086726 A, 2016.11.09

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西
大直街92号

CN 105349812 A, 2016.02.24

CN 107058917 A, 2017.08.18

CN 108588514 A, 2018.09.28

(72) 发明人 姜龙涛 武高辉 池海涛 陈国钦
修子扬 张强 苟华松 康鹏超
杨文澍

Ziyang Xiu. Microstructure and Mechanical Properties of 45 vol.% SiCp/7075Al Composite.《Journal of Materials Science & Technology》.2015, 第31卷(第9期), Ziyang Xiu. Microstructure and Mechanical Properties of 45 vol.% SiCp/7075Al Composite.《Journal of Materials Science & Technology》.2015, 第31卷(第9期),

(74) 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事
务所 23109

代理人 岳泉清

审查员 王金永

(51) Int. Cl.

G22C 1/10 (2006.01)

G22C 21/00 (2006.01)

G22C 29/06 (2006.01)

G22F 1/04 (2006.01)

权利要求书1页 说明书4页

(54) 发明名称

复杂结构件的制造。

一种复杂构件仪表级复合材料及其制备方法

(57) 摘要

一种复杂构件仪表级复合材料及其制备方法, 本发明涉及铝合金材料制备领域, 具体涉及复杂构件仪表级复合材料及其制备方法。本发明是要解决现有仪表级铝基复合材料热处理过程经过淬火及冷热冲击过程中, 存在由于内应力释放而导致开裂的问题。它由SiC增强体和铝合金基体通过挤压铸造复合而成; 所述SiC增强体的体积分数为40~60%。方法为: 1、预制体制备; 2、基体铝合金熔炼; 3、挤压铸造; 4、热处理。本发明采用了新型固溶强化型铝合金作为仪表级复合材料制备, 该复合材料的热处理过程无需经过淬火等冷热冲击过程, 消除淬火开裂的风险, 本发明制备的复杂构件仪表级复合材料适合高精度、

1. 一种复杂构件仪表级复合材料的制备方法,其特征在于复杂构件仪表级复合材料的制备方法是按以下步骤进行:

一、预制体制备:将SiC粉体水洗后进行烘干处理,将烘干后的SiC粉体直接加入钢模具中,利用压力机压实粉体后连同钢模具放入保温炉中保温备用,即得到粉末预制体;所述SiC增强体为SiC陶瓷颗粒,粒径尺寸为 $6\sim 10\mu\text{m}$, $D_{50}=8\mu\text{m}$;所述水洗过程为采用自来水清洗1~2次;所述烘干处理中烘干温度为 $40\sim 60^{\circ}\text{C}$,烘干时间为12~16h;所述保温的温度为 $350\sim 450^{\circ}\text{C}$;

二、熔炼合金:将铝合金基体置于化铝炉中进行熔融处理,随后进行除气处理,得到熔融态铝合金基体液备用;所述铝合金基体按质量百分比由 $4\%\sim 8\%\text{Mg}$ 、 $0.7\%\sim 1.2\%\text{Mn}$ 、 $0.1\%\sim 0.6\%\text{Cu}$ 、 $0.01\%\sim 0.5\%\text{Fe}$ 、 $0.01\%\sim 0.5\%\text{Ti}$ 和余量为Al组成;所述熔融处理的温度为 $720^{\circ}\text{C}\sim 760^{\circ}\text{C}$;

三、挤压铸造:将熔融态铝合金基体液浇灌到粉末预制体上,控制压头移动速度将熔融态铝合金基体液完全挤压进粉末预制体中,然后在压力为 $40\sim 60\text{MPa}$ 的条件下保压30~40min,自然冷却至室温取出,得到待处理工件;所述压头移动速度为 $0.1\sim 0.5\text{mm}/\text{min}$;

四、热处理:将待处理工件置于退火炉中进行热处理,得到复杂构件仪表级复合材料;所述热处理为分级退火,所述分级退火是先将待处理工件在温度为 $350\sim 420^{\circ}\text{C}$ 的条件下保温2~5h,然后将炉温从 $350\sim 420^{\circ}\text{C}$ 降至 $225\sim 245^{\circ}\text{C}$ 后,在温度为 $225\sim 245^{\circ}\text{C}$ 的条件下保温1~2h,随炉冷却,当炉温低于 80°C 后取出;所述复杂构件仪表级复合材料中SiC增强体的体积分数为60%;所述铝合金为固溶强化型铝合金,所述仪表级铝基复合材料,致密度超过99.5%,微屈服强度超过 320MPa ,热膨胀系数为 $11.2\sim 12.5\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$,尺寸稳定性为 0.8×10^{-5} 。

一种复杂构件仪表级复合材料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及铝合金材料制备领域,具体涉及复杂构件仪表级复合材料及其制备方法。

背景技术

[0002] 惯性导航、定位系统、卫星成像系统等精度是决定武器装备战斗能力和生存能力的关键因素。为此,制导精度和稳定性必须进一步提高。陀螺仪、加速度计、红外制导反射镜等是精密制导的核心设备,它们的精度决定了武器系统的命中精度。

[0003] 减少装配是提高整体结构精度的一种手段,然而也会使结构变得复杂。使用仪表级铝基复合材料时,增强体和基体合金之间由于热膨胀系数差距较大而导致界面之间存在很大的热错配应力,这种情况尤其会增加仪表级复合材料发生淬火断裂的风险。

[0004] 专利CN103773997A公开了一种航空用仪表级碳化硅增强铝基复合材料及其制备方法。该方法中铝基复合材料后的热处理过程中包括淬火过程,在淬火过程中内应力的释放会造成构件整体开裂。

[0005] 专利CN101386967公开了一种颗粒增强铝基复合材料尺寸稳定化处理工艺方法,该处理方法中包含了淬火和冷热冲击过程,但其未考虑大尺寸、结构复杂的构件热处理时存在的潜在风险。

[0006] 综上所述,发明一种免淬火处理的仪表级铝基复合材料,适用于复杂结构件制造,消除淬火和冷热冲击过程中潜在开裂的风险。

发明内容

[0007] 本发明是要解决现有仪表级铝基复合材料热处理过程经过淬火及冷热冲击过程中,存在由于内应力释放而导致开裂的问题,而提供一种复杂构件仪表级复合材料及其制备方法。

[0008] 本发明一种复杂构件仪表级复合材料由SiC增强体和铝合金基体通过挤压铸造复合而成;所述复杂构件仪表级复合材料中SiC增强体的体积分数为40~60%。

[0009] 本发明一种复杂构件仪表级复合材料的制备方法是按以下步骤进行:

[0010] 一、预制体制备:将SiC粉体水洗后进行烘干处理,将烘干后的SiC粉体直接加入钢模具中,利用压力机压实粉体后连同钢模具放入保温炉中保温备用,即得到粉末预制体;

[0011] 二、熔炼合金:将铝合金基体置于化铝炉中进行熔融处理,随后进行除气处理,得到熔融态铝合金基体液备用;

[0012] 三、挤压铸造:将熔融态铝合金基体液浇灌到粉末预制体上,控制压头移动速度将熔融态铝合金基体液完全挤压进粉末预制体中,然后在压力为40~60MPa的条件下保压30~40min,自然冷却至室温取出,得到待处理工件;

[0013] 四、热处理:将待处理工件置于退火炉中进行热处理,得到复杂构件仪表级复合材料。

[0014] 本发明的有益效果是：

[0015] 本发明采用固溶强化型铝合金制备仪表级铝基复合材料、该复合材料使用过程中无需经过淬火冷热冲击过程，因此非常适合用于制备复杂仪表级结构件，即满足使用精度要求，又不会因为淬火冷热冲击过程导致构件开裂。

[0016] 本发明采用的分级退火处理，充分的消除了材料内部应力，有效的保证材料的质量，此外，简易的热处理过程能够降低材料制备及构件加工过程中的成本，具有显著的经济效益。

[0017] 本发明中仪表级铝基复合材料综合性能优异，致密度超过99.5%，微屈服强度超过320MPa，热膨胀系数为 $11.2\sim 12.5\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ，尺寸稳定性为 0.8×10^{-5} 。

具体实施方式

[0018] 具体实施方式一：本实施方式一种复杂构件仪表级复合材料由SiC增强体和铝合金基体通过挤压铸造复合而成；所述复杂构件仪表级复合材料中SiC增强体的体积分数为40~60%。

[0019] 具体实施方式二：本实施方式与具体实施方式一不同的是：所述SiC增强体为SiC陶瓷颗粒，粒径尺寸为6~10 μm ， $D_{50}=8\mu\text{m}$ 。其他与具体实施方式一相同。

[0020] 具体实施方式三：本实施方式与具体实施方式一或二不同的是：所述铝合金基体按质量百分比由4%~8%Mg、0.7%~1.2%Mn、0.1%~0.6%Cu、0.01%~0.5%Fe、0.01%~0.5%Ti和余量为Al组成。其他与具体实施方式一或二相同。

[0021] 具体实施方式四：本实施方式一种复杂构件仪表级复合材料的制备方法是按以下步骤进行：

[0022] 一、预制体制备：将SiC粉体水洗后进行烘干处理，将烘干后的SiC粉体直接加入钢模具中，利用压力机压实粉体后连同钢模具放入保温炉中保温备用，即得到粉末预制体；

[0023] 二、熔炼合金：将铝合金基体置于化铝炉中进行熔融处理，随后进行除气处理，得到熔融态铝合金基体液备用；

[0024] 三、挤压铸造：将熔融态铝合金基体液浇灌到粉末预制体上，控制压头移动速度将熔融态铝合金基体液完全挤压进粉末预制体中，然后在压力为40~60MPa的条件下保压30~40min，自然冷却至室温取出，得到待处理工件；

[0025] 四、热处理：将待处理工件置于退火炉中进行热处理，得到复杂构件仪表级复合材料。

[0026] 具体实施方式五：本实施方式与具体实施方式四不同的是：步骤一中所述水洗过程为采用自来水清洗1~2次。其他与具体实施方式一相同。

[0027] 具体实施方式六：本实施方式与具体实施方式四或五不同的是：步骤一中所述烘干处理中烘干温度为40~60 $^{\circ}\text{C}$ ，烘干时间为12~16h。其他与具体实施方式四或五相同。

[0028] 具体实施方式七：本实施方式与具体实施方式四至六之一不同的是：步骤一中所述保温的温度为350~450 $^{\circ}\text{C}$ 。其他与具体实施方式四至六之一相同。

[0029] 具体实施方式八：本实施方式与具体实施方式四至七之一不同的是：步骤二中所述熔融处理的温度为720 $^{\circ}\text{C}$ ~760 $^{\circ}\text{C}$ 。其他与具体实施方式四至七之一相同。

[0030] 具体实施方式九：本实施方式与具体实施方式四至八之一不同的是：步骤三中所

述压头移动速度为0.1~0.5mm/min。其他与具体实施方式四至八之一相同。

[0031] 具体实施方式十：本实施方式与具体实施方式四至九之一不同的是：步骤四中所述热处理为分级退火，所述分级退火是先将待处理工件在温度为350~420℃的条件下保温2~5h，然后将炉温从350~420℃降至225~245℃后，在温度为225~245℃的条件下保温1~2h，随炉冷却，当炉温低于80℃后取出。其他与具体实施方式四至九之一相同。

[0032] 采用以下实施例验证本发明的有益效果：

[0033] 实施例一：一种复杂构件仪表级复合材料的制备方法是按以下步骤进行：

[0034] 一、预制体制备：将SiC粉体水洗后进行烘干处理，烘干温度为40℃，烘干时间为16h，将烘干后的SiC粉体直接加入钢模具中，利用压力机压实粉体后连同钢模具放入保温炉中保温备用，即得到粉末预制体；所述水洗过程为采用自来水清洗1~2次；所述保温的温度为350℃；

[0035] 二、熔炼合金：将铝合金基体置于化铝炉中进行熔融处理，随后进行除气处理，得到熔融态铝合金基体液备用；所述熔融处理的温度为720℃；

[0036] 三、挤压铸造：将熔融态铝合金基体液浇灌到粉末预制体上，控制压头移动速度为0.5mm/min将熔融态铝合金基体液完全挤压进粉末预制体中，然后在压力为40MPa的条件下保压30min，自然冷却至室温取出，得到待处理工件；

[0037] 四、热处理：将待处理工件置于退火炉中进行热处理，得到复杂构件仪表级复合材料；所述热处理为分级退火，所述分级退火是先将待处理工件在温度为350℃的条件下保温2~5h，然后将炉温从350℃降至225℃后，在温度为225℃的条件下保温2h，随炉冷却，当炉温低于80℃后取出。所述铝合金基体由质量百分比由6%Mg、0.8%Mn、0.4%Cu、0.3%Fe、0.4%Ti和余量为Al组成。

[0038] 所述的SiC增强体，粒径尺寸为6~10 μ m， D_{50} =8 μ m，所述复杂构件仪表级复合材料中SiC增强体的体积分数为40%。

[0039] 实施例二：一种复杂构件仪表级复合材料的制备方法是按以下步骤进行：

[0040] 一、预制体制备：将SiC粉体水洗后进行烘干处理，烘干温度为60℃，烘干时间为16h，将烘干后的SiC粉体直接加入钢模具中，利用压力机压实粉体后连同钢模具放入保温炉中保温备用，即得到粉末预制体；所述水洗过程为采用自来水清洗1~2次；所述保温的温度为400℃；

[0041] 二、熔炼合金：将铝合金基体置于化铝炉中进行熔融处理，随后进行除气处理，得到熔融态铝合金基体液备用；所述熔融处理的温度为760℃；

[0042] 三、挤压铸造：将熔融态铝合金基体液浇灌到粉末预制体上，控制压头移动速度为0.2mm/min将熔融态铝合金基体液完全挤压进粉末预制体中，然后在压力为50MPa的条件下保压35min，自然冷却至室温取出，得到待处理工件；

[0043] 四、热处理：将待处理工件置于退火炉中进行热处理，得到复杂构件仪表级复合材料；所述热处理为分级退火，所述分级退火是先将待处理工件在温度为400℃的条件下保温2~5h，然后将炉温从400℃降至230℃后，在温度为230℃的条件下保温2h，随炉冷却，当炉温低于80℃后取出。所述铝合金基体由质量百分比由7%Mg、1.0%Mn、0.5%Cu、0.1%Fe、0.2%Ti和余量为Al组成。

[0044] 所述的SiC增强体，粒径尺寸为6~10 μ m， D_{50} =8 μ m，所述复杂构件仪表级复合材料

中SiC增强体的体积分数为60%。

[0045] 对实施例一和实施例二得到的复杂构件仪表级复合材料进行性能测试,其结果如表1所示。

[0046] 表1

[0047]

实施例	屈服强度 (MPa)	热膨胀系数 ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	尺寸稳定性 (10^{-5})
一	320	12.5	0.8
二	335	11.2	0.6