



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112143986 B

(45) 授权公告日 2022.08.16

(21) 申请号 202010807400.9

(22) 申请日 2020.08.12

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112143986 A

(43) 申请公布日 2020.12.29

(73) 专利权人 丽水正阳电力建设有限公司
地址 323000 浙江省丽水市莲都区莲都工
业区南山园南山路573号
专利权人 丽水正好电力实业集团有限公司
国网浙江省电力有限公司丽水供
电公司
贵州晟展峰新材料科技有限公司

(72) 发明人 徐巍峰 朱培红 季伟 吴建灵
王文军 初金良 叶吉超 孟繁东
吴梦凯 韩怡秋 邵明亮

(74) 专利代理机构 杭州杭诚专利事务有限公
司 33109

专利代理师 尉伟敏

(51) Int.Cl.
G22C 47/08 (2006.01)
G22C 49/06 (2006.01)
G22C 49/14 (2006.01)
G22C 47/04 (2006.01)
G25C 3/06 (2006.01)
D01F 8/18 (2006.01)
C22C 101/10 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 110468356 A, 2019.11.19
CN 109281159 A, 2019.01.29
CN 1827827 A, 2006.09.06
CN 104388847 A, 2015.03.04

审查员 刘永康

权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

一种定向分布的预应力碳纤维增强铝基复
合材料的制备方法

(57) 摘要

本发明涉及铝合金制备领域,公开了一种定
向分布的预应力碳纤维增强铝基复合材料的制
备方法,包括以下步骤:(1)对同向排列的碳纤维
施加预张力,用模具固定,获得定向排列的碳纤
维;(2)在模具中倒入表面活性剂的水溶液,充分
浸润后,干燥,获得包覆有表面活性剂的碳纤维;
(3)在模具中倒入铝液,超声震荡后,冷却,获得
碳纤维增强铝基复合材料。本发明的制备方法通
过在碳纤维外包覆表面活性剂,能有效改善碳纤
维与铝基体之间的相容性,提高复合材料的力学
性能和导热性能。

1. 一种定向分布的预应力碳纤维增强铝基复合材料的制备方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

(1) 对同向排列的碳纤维施加预张力, 用模具固定, 获得定向排列的碳纤维;

(2) 在模具中倒入表面活性剂的水溶液, 所述表面活性剂为硬脂酸、十二烷基苯磺酸钠、卵磷脂、烷基葡糖苷中的至少一种, 所述表面活性剂的水溶液的质量分数为5~50wt.%, 充分浸润后, 干燥, 获得包覆有表面活性剂的碳纤维;

(3) 在模具中倒入铝液, 超声震荡后, 冷却, 获得碳纤维增强铝基复合材料。

2. 如权利要求1所述的一种定向分布的预应力碳纤维增强铝基复合材料的制备方法, 其特征在于, 步骤(1)中, 所述预张力为10~100N。

3. 如权利要求1所述的一种定向分布的预应力碳纤维增强铝基复合材料的制备方法, 其特征在于, 步骤(2)中, 所述浸润的时间为30~120min。

4. 如权利要求1所述的一种定向分布的预应力碳纤维增强铝基复合材料的制备方法, 其特征在于, 步骤(3)中, 所述超声震荡的功率为500~1000W, 时间为10~60min。

5. 如权利要求1所述的一种定向分布的预应力碳纤维增强铝基复合材料的制备方法, 其特征在于, 步骤(1)中, 所述碳纤维为包括芯部和皮层的皮芯结构碳纤维; 所述芯部为碳纤维, 所述皮层为铝/碳复合材料。

6. 如权利要求5所述的一种定向分布的预应力碳纤维增强铝基复合材料的制备方法, 其特征在于, 所述芯部的直径为3~5 μm ; 所述皮层的厚度为1~2 μm 。

7. 如权利要求6所述的一种定向分布的预应力碳纤维增强铝基复合材料的制备方法, 其特征在于, 所述皮芯结构碳纤维的制备方法如下:

(A) 对沥青进行熔融纺丝, 制成碳纤维原丝;

(B) 将碳纤维原丝在200~400 $^{\circ}\text{C}$ 、空气气氛中进行预氧化;

(C) 用铝溶胶与熔融沥青的混合液对碳纤维原丝进行浸渍, 获得包覆有铝溶胶与熔融沥青的碳纤维; 所述铝溶胶与熔融沥青的质量比为1:3~5;

(D) 将浸渍处理后的碳纤维在200~400 $^{\circ}\text{C}$ 、空气气氛中进行预氧化;

(E) 将预氧化处理后的碳纤维在800~1200 $^{\circ}\text{C}$ 、氮气气氛中进行碳化;

(F) 将碳化处理后的碳纤维铺在电解槽底部, 作为阴极, 以碳素材料为阳极, 以熔融冰晶石为电解质, 进行电解; 电解完成后, 取出碳纤维, 冷却后获得皮芯结构碳纤维。

8. 如权利要求5所述的一种定向分布的预应力碳纤维增强铝基复合材料的制备方法, 其特征在于, 所述皮层由内到外依次包括内层、中层和外层, 内层、中层、外层的铝含量依次增大; 所述芯部的直径为3~5 μm , 所述内层、中层、外层的厚度均为1~2 μm 。

9. 如权利要求8所述的一种定向分布的预应力碳纤维增强铝基复合材料的制备方法, 其特征在于, 所述皮芯结构碳纤维的制备方法如下:

(a) 对沥青进行熔融纺丝, 制成碳纤维原丝;

(b) 将碳纤维原丝在200~400 $^{\circ}\text{C}$ 、空气气氛中进行预氧化;

(c) 用铝溶胶与熔融沥青的混合液对碳纤维原丝进行浸渍, 获得包覆有第一层铝溶胶与熔融沥青的碳纤维; 所述铝溶胶与熔融沥青的质量比为1:4.5~6.5;

(d) 将步骤(c)浸渍处理后的碳纤维在200~400 $^{\circ}\text{C}$ 、空气气氛中进行预氧化;

(e) 用铝溶胶与熔融沥青的混合液对将步骤(d)预氧化处理后的碳纤维进行浸渍后, 获

得包覆有第二层铝溶胶与熔融沥青的碳纤维;所述铝溶胶与熔融沥青的质量比为1:2~4.5;

(f) 将步骤(e)浸渍处理后的碳纤维在200~400℃、空气气氛中进行预氧化;

(g) 用铝溶胶与熔融沥青的混合液对将步骤(f)预氧化处理后的碳纤维进行浸渍后,获得包覆有第三层铝溶胶与熔融沥青的碳纤维;所述铝溶胶与熔融沥青的质量比为1:1~2;

(h) 将步骤(g)浸渍处理后的碳纤维在200~400℃、空气气氛中进行预氧化;

(i) 将步骤(h)预氧化处理后的碳纤维在800~1200℃、氮气气氛中进行碳化;

(j) 将碳化处理后的碳纤维铺在电解槽底部,作为阴极,以碳素材料为阳极,以熔融冰晶石为电解质,进行电解;电解完成后,取出碳纤维,冷却后获得皮芯结构碳纤维。

一种定向分布的预应力碳纤维增强铝基复合材料的制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及铝合金制备领域,尤其涉及一种定向分布的预应力碳纤维增强铝基复合材料的制备方法。

背景技术

[0002] 铝基复合材料是常见的金属基复合材料,其密度小、质量轻、可塑性好,易于加工,高温性能好,与其他材料相比,有着良好的物理性能与力学性能,非常适合用于制备电力系统用高导热、高机械强度材料。碳纤维增强铝基复合材料(Carbon Fiber Reinforced Aluminum Matrix Composites,简称Cf/Al复合材料)是以碳纤维为强化体,以铝或铝合金为基体的一类复合材料的统称,它具有良好的耐磨性、低的热膨胀系数、优异的导电和导热性等优点,被广泛应用于航空航天、汽车、电子仪器以及民用器具等领域。

[0003] Cf/Al界面的结合方式和结构对于复合材料中基体和碳纤维之间的载荷传递起到了非常重要的作用。增强体碳纤维具有很多优良性能,但是只有碳纤维和铝基复合材料良好结合才能充分利用其性能,而碳纤维和铝基体只有在1000℃时才可以完全润湿,但是在此温度上,碳纤维氧化反应强烈,损伤非常严重。另一方面,在高温下界面反应加剧,虽然能改善界面结合,但生成的 Al_4N_3 热导率低(140W/m·K),会造成较大的界面热阻。界面相容性差的问题对碳纤维增强铝基复合材料的力学性能和导热性能均产生了影响。

[0004] 公开号为CN108866457B的中国专利文献公开了一种连续碳纤维增强铝基复合材料的制备方法,包括以下步骤:(1)在碳纤维单丝表面化学镀铜,得预浸体;(2)将所述预浸体浸入有机粘附剂中5~10s,取出,将粘附有机粘附剂的预浸体在铝粉中反复振动,得碳纤维单丝表面均匀粘附铝粉的初浸料,将所述初浸料上的有机粘附剂固化,得碳纤维初级料;(3)将所述碳纤维初级料再次浸入所述有机粘附剂中5~10s,取出,然后在铝粉中反复振动,得碳纤维单丝表面均匀粘附铝粉的次浸料,再将所述次浸料上的有机粘附剂固化,得碳纤维次级料;(4)重复步骤(3),粘附多层铝粉,得直径为0.5~1mm的碳纤维复合料;(5)在真空热压烧结炉的热压模具中平行放入多层所述碳纤维复合料,真空热压烧结,得碳纤维增强铝基复合材料。该方法通过在碳纤维表面镀铜,改善了铝与碳纤维之间的界面浸润性,但相较于Cf/Al复合材料而言,铜的热导率较低(401W/m·K),会对复合材料的导热性能产生影响。因此,目前仍然缺乏一种简单、高效的改善Cf/Al界面相容性,以获得高导热、高力学性能铝基复合材料的方法。

发明内容

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种定向分布的预应力碳纤维增强铝基复合材料的制备方法。该方法能有效改善碳纤维与铝基体之间的相容性,提高复合材料的力学性能和导热性能。

[0006] 本发明的具体技术方案为:

[0007] 一种定向分布的预应力碳纤维增强铝基复合材料的制备方法,包括以下步骤:

[0008] (1) 对同向排列的碳纤维施加预张力,用模具固定,获得定向排列的碳纤维;

[0009] (2) 在模具中倒入表面活性剂的水溶液,充分浸润后,干燥,获得包覆有表面活性剂的碳纤维;

[0010] (3) 在模具中倒入铝液,超声震荡后,冷却,获得碳纤维增强铝基复合材料。

[0011] 本发明在碳纤维表面包覆表面活性剂,再与铝液混合,能降低碳纤维与铝液之间的界面张力,提高界面浸润性,改善碳纤维与铝基体之间的界面结合;同时,在倒入铝液后,通过超声震荡促进铝液在碳纤维表面的扩散,能进一步促进Cf/A1界面结合。Cf/A1界面结合的改善能使载荷能有效地从铝基体传递到碳纤维,防止两者在受拉时剥离,从而提高碳纤维增强铝基复合材料的抗拉性能,并且,界面结合的改善还能减小界面热阻,提高复合材料的导热性能。

[0012] 此外,本发明通过施加预张力使碳纤维定向分布,能有效提高复合材料的纵向抗拉强度;并且,由于碳纤维的热传导具有明显的各向异性,轴向热导率很高,径向热导率很低,通过使碳纤维定向分布,能发挥其一维高热传导的优势,提高复合材料的纵向导热性。

[0013] 作为优选,步骤(1)中,所述预张力为10~100N。

[0014] 作为优选,步骤(2)中,所述表面活性剂为硬脂酸、十二烷基苯磺酸钠、卵磷脂、烷基葡萄糖苷中的至少一种。

[0015] 作为优选,步骤(2)中,所述表面活性剂的水溶液的质量分数为5~50wt.%。

[0016] 作为优选,步骤(2)中,所述浸润的时间为30~120min。

[0017] 作为优选,步骤(3)中,所述超声震荡的时间为10~60min。

[0018] 作为优选,步骤(1)中,所述碳纤维为包括芯部和皮层的皮芯结构碳纤维;所述芯部为碳纤维,所述皮层为铝/碳复合材料。

[0019] 本发明将碳纤维设计成皮芯结构,通过铝/碳复合材料皮层与铝基体结合,能提高碳纤维与铝基体之间的相容性,改善Cf/A1界面结合,从而提高复合材料的抗拉强度和导热性;通过碳纤维芯部,能提高碳纤维中的碳含量,从而更好地发挥碳纤维对复合材料的增强作用。

[0020] 进一步地,所述芯部的直径为3~5 μm ;所述皮层的厚度为1~2 μm 。

[0021] 进一步地,所述皮芯结构碳纤维的制备方法如下:

[0022] (A) 对沥青进行熔融纺丝,制成碳纤维原丝;

[0023] (B) 将碳纤维原丝在200~400 $^{\circ}\text{C}$ 、空气气氛中进行预氧化;

[0024] (C) 用铝溶胶与熔融沥青的混合液对碳纤维原丝进行浸渍,获得包覆有铝溶胶与熔融沥青的碳纤维;所述铝溶胶与熔融沥青的质量比为1:3~5;

[0025] (D) 将浸渍处理后的碳纤维在200~400 $^{\circ}\text{C}$ 、空气气氛中进行预氧化;

[0026] (E) 将预氧化处理后的碳纤维在800~1200 $^{\circ}\text{C}$ 、氮气气氛中进行碳化;

[0027] (F) 将碳化处理后的碳纤维铺在电解槽底部,作为阴极,以碳素材料为阳极,以熔融冰晶石为电解质,进行电解;电解完成后,取出碳纤维,冷却后获得皮芯结构碳纤维。

[0028] 在碳纤维原丝预氧化(稳定化)后,通过浸渍涂层法在原丝外包覆铝溶胶与熔融沥青的混合层。在后续预氧化的过程中,外层混合层中的聚丙烯腈经历一系列复杂反应,转化成热稳定并具有半导体电阻值的吡啶环梯形结构,同时,外层的铝溶胶也干燥固化。碳化处理后,通过电解,使外层的氧化铝转化为铝,具体过程如下:在电解过程中,碳纤维外层的氧

化铝与熔融冰晶石中的 AlF_6^{3-} 反应生成 $\text{Al}_2\text{OF}_6^{2-}$, $\text{Al}_2\text{OF}_6^{2-}$ 进入电解质中,在碳纤维外层形成孔隙, AlF_6^{3-} 在阴极被还原成铝,以铝液的形式填充到碳纤维外层的孔隙中,冷却后即可获得芯部为碳纤维、皮层为铝/碳复合材料的皮芯结构碳纤维。电解时,阳极生成二氧化碳,可通过阳极是否有气泡冒出来判断电解是否完成。

[0029] 步骤(B)中,采用铝溶胶而不直接采用铝单质的原因在于,铝单质的熔点较低(660℃),在碳化时会因熔化而流失,而铝溶胶中的铝以氧化铝的形式存在,氧化铝熔点高达2054℃,在高温碳化时仍能稳定存在。此外,铝溶胶的多孔性使其能在皮层形成一个多孔骨架,提高皮层中铝与碳材料的接触面积,从而更好地改善复合材料中碳纤维与铝基体之间的相容性。

[0030] 进一步地,所述皮层由内到外依次包括内层、中层和外层,内层、中层、外层的铝含量依次增大;所述芯部的直径为3~5 μm ,所述内层、中层、外层的厚度均为1~2 μm 。

[0031] 进一步地,所述皮芯结构碳纤维的制备方法如下:

[0032] (a) 对沥青进行熔融纺丝,制成碳纤维原丝;

[0033] (b) 将碳纤维原丝在200~400℃、空气气氛中进行预氧化;

[0034] (c) 用铝溶胶与熔融沥青的混合液对碳纤维原丝进行浸渍,获得包覆有第一层铝溶胶与熔融沥青的碳纤维;所述铝溶胶与熔融沥青的质量比为1:4.5~6.5;

[0035] (d) 将步骤(c)浸渍处理后的碳纤维在200~400℃、空气气氛中进行预氧化;

[0036] (e) 用铝溶胶与熔融沥青的混合液对将步骤(d)预氧化处理后的碳纤维进行浸渍后,获得包覆有第二层铝溶胶与熔融沥青的碳纤维;所述铝溶胶与熔融沥青的质量比为1:2~4.5;

[0037] (f) 将步骤(e)浸渍处理后的碳纤维在200~400℃、空气气氛中进行预氧化;

[0038] (g) 用铝溶胶与熔融沥青的混合液对将步骤(f)预氧化处理后的碳纤维进行浸渍后,获得包覆有第三层铝溶胶与熔融沥青的碳纤维;所述铝溶胶与熔融沥青的质量比为1:1~2;

[0039] (h) 将步骤(g)浸渍处理后的碳纤维在200~400℃、空气气氛中进行预氧化;

[0040] (i) 将步骤(h)预氧化处理后的碳纤维在800~1200℃、氮气气氛中进行碳化;

[0041] (j) 将碳化处理后的碳纤维铺在电解槽底部,作为阴极,以碳素材料为阳极,以熔融冰晶石为电解质,进行电解;电解完成后,取出碳纤维,冷却后获得皮芯结构碳纤维。

[0042] 通过重复浸渍、预氧化的步骤,在碳纤维芯部外包裹三层皮层,并使内层到外层铝含量依次增大,通过这种梯度过渡,能进一步改善芯部、皮层和铝基体之间的相容性,改善Cf/Al界面结合,从而提高复合材料的抗拉强度和导热性。

[0043] 作为优选,步骤(F)或步骤(j)中,阴极与熔融冰晶石的质量比为1:2~2.5。

[0044] 作为优选,步骤(C)或步骤(c)或步骤(e)或步骤(g)中,所述浸渍的时间为30~40min。

[0045] 作为优选,步骤(B)或步骤(D)或步骤(b)或步骤(d)或步骤(f)或步骤(h)中,所述预氧化的时间为30~40min。

[0046] 作为优选,步骤(E)或步骤(i)中,所述碳化的时间为3~6h。

[0047] 作为优选,步骤(F)或步骤(j)中,所述电解的电压为3.5~4.5V。

[0048] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0049] (1) 通过表面活性剂包覆和超声震荡,能改善碳纤维与铝基体之间的界面结合,提高复合材料的抗拉性能和导热性;

[0050] (2) 通过施加预张力使碳纤维定向分布,能提高复合材料的纵向抗拉性能和纵向导热性;

[0051] (3) 通过采用皮芯结构碳纤维,能改善碳纤维与铝基体之间的相容性,进一步提高复合材料的抗拉性能和导热性。

附图说明

[0052] 图1为本发明的一种工艺流程图。

具体实施方式

[0053] 下面结合实施例对本发明作进一步的描述。

[0054] 总实施例

[0055] 一种定向分布的预应力碳纤维增强铝基复合材料的制备方法,包括以下步骤(如图1所示):

[0056] (1) 对多股同向排列的碳纤维施加10~100N的预张力,用模具固定,获得定向排列的碳纤维;

[0057] (2) 在模具中倒入质量分数为5~50wt.%的表面活性剂的水溶液,浸润30~120min后,干燥,获得包覆有表面活性剂的碳纤维;所述表面活性剂为硬脂酸、十二烷基苯磺酸钠、卵磷脂、烷基葡糖苷中的至少一种;

[0058] (3) 在模具中倒入铝液,以500~1000W的超声波震荡10~60min后,冷却,获得碳纤维增强铝基复合材料。

[0059] 可选地,步骤(1)中,所述碳纤维为包括芯部和皮层的皮芯结构碳纤维;所述芯部为碳纤维,所述皮层为铝/碳复合材料;所述芯部的直径为3~5 μm ,所述皮层的厚度为1~2 μm 。所述皮芯结构碳纤维的制备方法如下:

[0060] (A) 对沥青进行熔融纺丝,制成碳纤维原丝;

[0061] (B) 将碳纤维原丝在200~400 $^{\circ}\text{C}$ 、空气气氛中预氧化30~40min;

[0062] (C) 用铝溶胶与熔融沥青的混合液对碳纤维原丝进行浸渍,浸渍时间为30~40min,获得包覆有铝溶胶与熔融沥青的碳纤维;所述铝溶胶与熔融沥青的质量比为1:3~5;

[0063] (D) 将浸渍处理后的碳纤维在200~400 $^{\circ}\text{C}$ 、空气气氛中预氧化30~40min;

[0064] (E) 将预氧化处理后的碳纤维在800~1200 $^{\circ}\text{C}$ 、氮气气氛中碳化3~6h;

[0065] (F) 将碳化处理后的碳纤维铺在电解槽底部,作为阴极,以碳素材料为阳极,以熔融冰晶石为电解质,阴极与熔融冰晶石的质量比为1:2~2.5,以3.5~4.5V电压进行电解;电解完成后,取出碳纤维,冷却后获得皮芯结构碳纤维。

[0066] 可选地,步骤(1)中,所述碳纤维为包括芯部和皮层的皮芯结构碳纤维;所述芯部为碳纤维,所述皮层为铝/碳复合材料;所述皮层由内到外依次包括内层、中层和外层,内层、中层、外层的铝含量依次增大;所述芯部的直径为3~5 μm ,所述内层、中层、外层的厚度均为1~2 μm 。所述皮芯结构碳纤维的制备方法如下:

- [0067] (a) 对沥青进行熔融纺丝,制成碳纤维原丝;
- [0068] (b) 将碳纤维原丝在200~400℃、空气气氛中预氧化30~40min;
- [0069] (c) 用铝溶胶与熔融沥青的混合液对碳纤维原丝进行浸渍,浸渍时间为30~40min,获得包覆有第一层铝溶胶与熔融沥青的碳纤维;所述铝溶胶与熔融沥青的质量比为1:4.5~6.5;
- [0070] (d) 将步骤(c)浸渍处理后的碳纤维在200~400℃、空气气氛中预氧化30~40min;
- [0071] (e) 用铝溶胶与熔融沥青的混合液对将步骤(d)预氧化处理后的碳纤维进行浸渍后,浸渍时间为30~40min,获得包覆有第二层铝溶胶与熔融沥青的碳纤维;所述铝溶胶与熔融沥青的质量比为1:2~4.5;
- [0072] (f) 将步骤(e)浸渍处理后的碳纤维在200~400℃、空气气氛中预氧化30~40min;
- [0073] (g) 用铝溶胶与熔融沥青的混合液对将步骤(f)预氧化处理后的碳纤维进行浸渍后,获得包覆有第三层铝溶胶与熔融沥青的碳纤维;所述铝溶胶与熔融沥青的质量比为1:1~2;
- [0074] (h) 将步骤(g)浸渍处理后的碳纤维在200~400℃、空气气氛中进行预氧化;
- [0075] (i) 将步骤(e)预氧化处理后的碳纤维在800~1200℃、氮气气氛中碳化3~6h;
- [0076] (j) 将碳化处理后的碳纤维铺在电解槽底部,作为阴极,以碳素材料为阳极,以熔融冰晶石为电解质,阴极与熔融冰晶石的质量比为1:2~2.5,以3.5~4.5V电压进行电解;待阳极无气泡冒出后,取出碳纤维,冷却后获得皮芯结构碳纤维。

[0077] 实施例1

[0078] 一种定向分布的预应力碳纤维增强铝基复合材料的制备方法,包括以下步骤:

[0079] (1) 对10股同向排列的碳纤维施加50N的预张力,用模具固定,获得定向排列的碳纤维;

[0080] (2) 在模具中倒入质量分数为30wt.%的硬脂酸水溶液,浸润60min后,干燥,获得包覆有表面活性剂的碳纤维;

[0081] (3) 在模具中倒入铝液,以800W的超声波震荡40min后,冷却,获得碳纤维增强铝基复合材料。

[0082] 实施例2

[0083] 按照实施例1的步骤制备,与实施例1的不同点在于,所述步骤(1)中的预张力的的大小为10N。

[0084] 实施例3

[0085] 按照实施例1的步骤制备,与实施例1的不同点在于,所述步骤(1)中的预张力的的大小为30N。

[0086] 实施例4

[0087] 按照实施例1的步骤制备,与实施例1的不同点在于,所述步骤(1)中的预张力的的大小为70N。

[0088] 实施例5

[0089] 按照实施例1的步骤制备,与实施例1的不同点在于,所述步骤(2)中的硬脂酸替换为十二烷基苯磺酸钠。

[0090] 实施例6

[0091] 按照实施例1的步骤制备,与实施例1的不同点在于,所述步骤(2)中的硬脂酸替换为卵磷脂。

[0092] 实施例7

[0093] 按照实施例1的步骤制备,与实施例1的不同点在于,所述步骤(2)中的硬脂酸替换为C16烷基葡萄糖苷。

[0094] 实施例8

[0095] 按照实施例1的步骤制备,与实施例1的不同点在于,所述步骤(2)中硬脂酸水溶液的质量分数为10wt.%。

[0096] 实施例9

[0097] 按照实施例1的步骤制备,与实施例1的不同点在于,所述步骤(2)中硬脂酸水溶液的质量分数为20wt.%。

[0098] 实施例10

[0099] 按照实施例1的步骤制备,与实施例1的不同点在于,所述步骤(2)中硬脂酸水溶液的质量分数为40wt.%。

[0100] 实施例11

[0101] 按照实施例1的步骤制备,与实施例1的不同点在于,所述步骤(3)中的超声振荡的时间为20min。

[0102] 实施例12

[0103] 按照实施例1的步骤制备,与实施例1的不同点在于,所述步骤(3)中的超声振荡的时间为30min。

[0104] 实施例13

[0105] 按照实施例1的步骤制备,与实施例1的不同点在于,所述步骤(3)中的超声振荡的时间为50min。

[0106] 实施例14

[0107] 按照实施例1的步骤制备,与实施例1的不同点在于,步骤(1)中的碳纤维采用皮芯结构碳纤维,制备方法如下:

[0108] (A) 对沥青进行熔融纺丝,制成碳纤维原丝;

[0109] (B) 将碳纤维原丝在300℃、空气气氛中预氧化35min;

[0110] (C) 用铝溶胶与熔融沥青的混合液对碳纤维原丝进行浸渍,浸渍时间为35min,获得包覆有铝溶胶与熔融沥青的碳纤维;所述铝溶胶与熔融沥青的质量比为1:4;

[0111] (D) 将浸渍处理后的碳纤维在300℃、空气气氛中预氧化35min;

[0112] (E) 将预氧化处理后的碳纤维在1000℃、氮气气氛中碳化5h;

[0113] (F) 将碳化处理后的碳纤维铺在电解槽底部,作为阴极,以石墨为阳极,以熔融冰晶石为电解质,阴极与熔融冰晶石的质量比为1:2,以4V电压进行电解;待阳极无气泡冒出后,取出碳纤维,冷却后获得皮芯结构碳纤维。

[0114] 制得的皮芯结构碳纤维的芯部直径为5 μ m,皮层厚度为1.5 \pm 0.5 μ m。

[0115] 实施例15

[0116] 按照实施例1的步骤制备,与实施例1的不同点在于,步骤(1)中的碳纤维采用皮芯结构碳纤维,制备方法如下:

- [0117] (a) 对沥青进行熔融纺丝,制成碳纤维原丝;
- [0118] (b) 将碳纤维原丝在300℃、空气气氛中预氧化35min;
- [0119] (c) 用铝溶胶与熔融沥青的混合液对碳纤维原丝进行浸渍,浸渍时间为35min,获得包覆有第一层铝溶胶与熔融沥青的碳纤维;所述铝溶胶与熔融沥青的质量比为1:5.5;
- [0120] (d) 将步骤(c)浸渍处理后的碳纤维在300℃、空气气氛中预氧化35min;
- [0121] (e) 用铝溶胶与熔融沥青的混合液对将步骤(d)预氧化处理后的碳纤维进行浸渍,浸渍时间为35min,获得包覆有第二层铝溶胶与熔融沥青的碳纤维;所述铝溶胶与熔融沥青的质量比为1:3;
- [0122] (f) 将步骤(e)浸渍处理后的碳纤维在200~400℃、空气气氛中预氧化35min;
- [0123] (g) 用铝溶胶与熔融沥青的混合液对将步骤(f)预氧化处理后的碳纤维进行浸渍,浸渍时间为35min,获得包覆有第三层铝溶胶与熔融沥青的碳纤维;所述铝溶胶与熔融沥青的质量比为1:1.5;
- [0124] (h) 将步骤(g)浸渍处理后的碳纤维在300℃、空气气氛中进行预氧化;
- [0125] (i) 将步骤(e)预氧化处理后的碳纤维在1000℃、氮气气氛中碳化5h;
- [0126] (j) 将碳化处理后的碳纤维铺在电解槽底部,作为阴极,以石墨为阳极,以熔融冰晶石为电解质,阴极与熔融冰晶石的质量比为1:2,以4V电压进行电解;待阳极无气泡冒出后,取出碳纤维,冷却后获得皮芯结构碳纤维。

[0127] 制得的皮芯结构碳纤维的芯部直径为3 μ m,皮层的内层、中层、外层厚度为1.5 \pm 0.5 μ m。

[0128] 对比例1

[0129] 按照实施例1的步骤制备,与实施例1的不同点在于,不进行步骤(2)。

[0130] 对实施例1~15和对比例1所制得的碳纤维增强铝基复合材料的纵向抗拉强度和纵向热导率进行测试,测试结果如表1所示。

[0131] 表1实施例1~15和对比例1产品的力学性能和导热性能

[0132]

样品	纵向抗拉强度 (MPa)	纵向热导率 (W/m · K)
实施例1	725	810
实施例2	532	734
实施例3	614	776
实施例4	632	763
实施例5	639	753
实施例6	652	687
实施例7	638	768
实施例8	614	736
实施例9	678	721
实施例10	638	790
实施例11	634	765
实施例12	685	775
实施例13	573	689
实施例14	831	900

实施例15	890	963
对比例1	456	593

[0133] 实施例1在对比例1的基础上,将碳纤维经表面活性剂浸润后再与铝液混合,制得的复合材料的抗拉强度和热导率明显增大,原因在于:利用表面活性剂对碳纤维进行包覆,能降低碳纤维与铝液之间的界面张力,提高界面浸润性,改善碳纤维与铝基体之间的界面结合,使载荷能有效地从铝基体传递到碳纤维,防止两者在受拉时剥离,从而提高碳纤维增强铝基复合材料的抗拉性能,并且,界面结合的改善还能减小界面热阻,提高复合材料的导热性能。

[0134] 实施例2~13分别在实施例1的基础上改变了预张力的大小、表面活性剂的种类、表面活性剂水溶液的质量分数、超声振荡的时间中的一个,对比实施例1~13制得的复合材料的测试结果,发现采用实施例1中的工艺参数所得到的铝合金的纵向热导率可以达到 $810\text{W/m}\cdot\text{K}$ 、抗拉强度可以达到 725MPa ,均优于其他各实施例。因此,可选用实施例1中工艺参数作为最优选择。

[0135] 实施例14在实施例1的基础上,采用皮芯结构碳纤维,其芯部为碳纤维,皮层为铝/碳复合材料,制得的复合材料的抗拉强度和热导率明显增大,原因在于:皮层作为碳纤维与铝基体之间的过渡层,能提高两者之间的相容性,改善Cf/Al界面结合,从而提高复合材料的抗拉强度和导热性。

[0136] 实施例15在实施例14的基础上,将皮层设计为三层,由内到外铝含量依次增大,制得的复合材料的抗拉强度和热导率明显增大,原因在于:通过碳纤维芯部、皮层内层、中层、外层、铝基体之间的梯度过渡,能进一步改善芯部、皮层和铝基体之间的相容性,改善Cf/Al界面结合,从而提高复合材料的抗拉强度和导热性。

[0137] 本发明中所用原料、设备,若无特别说明,均为本领域的常用原料、设备;本发明中所用方法,若无特别说明,均为本领域的常规方法。

[0138] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例,并非对本发明作任何限制,凡是根据本发明技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、变更以及等效变换,均仍属于本发明技术方案的保护范围。

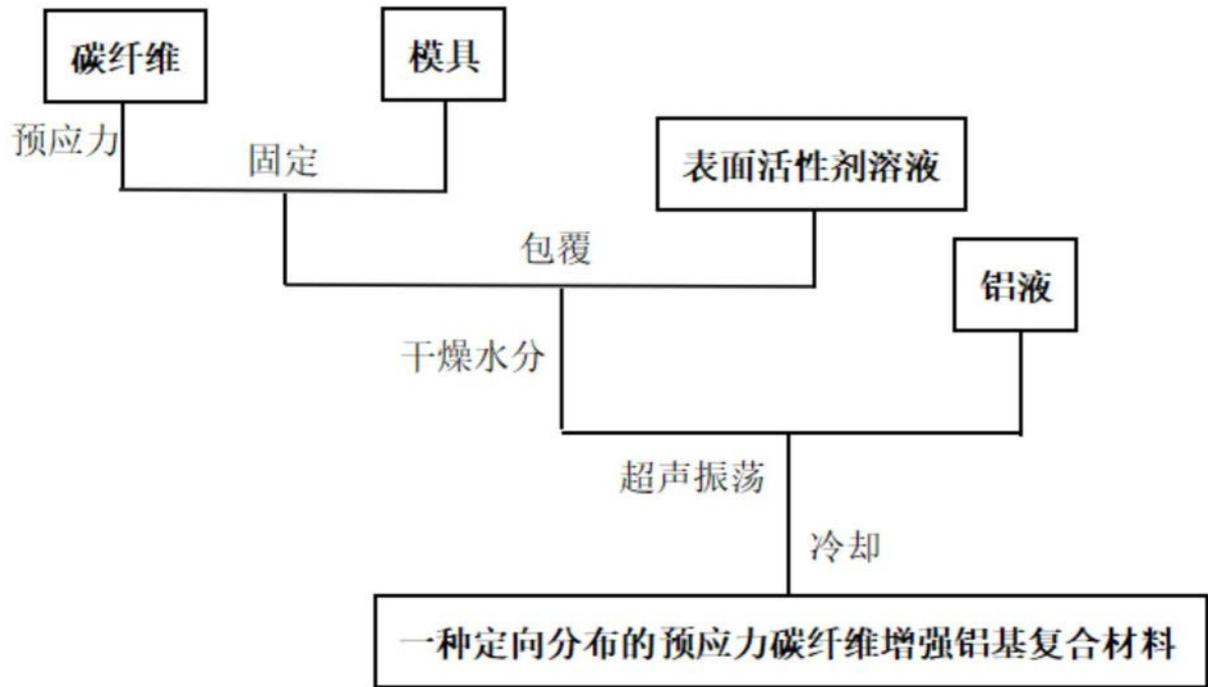


图1