

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷
C22C 1/10 C22C 21/00

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99116247.1

[45] 授权公告日 2002 年 11 月 27 日

[11] 授权公告号 CN 1094987C

[22] 申请日 1999.6.21 [21] 申请号 99116247.1

[73] 专利权人 华南理工大学

地址 510641 广东省广州市天河区五山

[72] 发明人 欧阳柳章 隋贤栋 罗承萍

[56] 参考文献

CN1195030A 1998.10.7 C22C1/10

审查员 王怀东

[74] 专利代理机构 广州粤高专利代理有限公司

代理人 李卫东

权利要求书 1 页 说明书 3 页

[54] 发明名称 一种铝基复合材料的制备方法

[57] 摘要

本发明是一种铝基复合材料的制备方法,它利用现有铝合金常规熔炼设备,通过将搅拌铸造法和原位反应法相结合,使 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 分解反应生成 Al_2O_3 弥散增强铝基复合材料。该方法使外加增强体与基体界面相容性好,增强体颗粒分布均匀,制得的复合材料经常规热处理即可使用,且气孔率低,性能稳定。同时制备成本低,工艺简单,可以实现大批量工业化生产。

I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1.一种铝基复合材料的制备方法，其特征在于，它利用现有铝合金常规熔炼设备，首先将铝合金加热熔化，升温到 950℃以上；向熔体中按质量百分比 5%~40%加入 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 粉体，进行搅拌，直到无气泡冒出为止；将熔体降温至 650℃~750℃，挤压铸造成型。

2.根据权利要求 1 所述的一种铝基复合材料的制备方法，其特征在于，先将 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 粉体在 400℃~600℃下加热 1~3 小时。

3.根据权利要求 1 或 2 所述的一种铝基复合材料的制备方法，其特征在于，将铝合金加热熔化，升温至 950℃~1100℃。

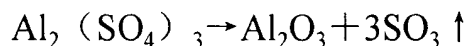
一种铝基复合材料的制备方法

本发明是一种铝基复合材料的制备方法，属于反应铸造法合成金属基复合材料技术领域。

制备铝基复合材料，通常采用外加增强体的方法，由于外加增强体与基体之间的物理、化学不相容性，严重影响了增强效果；同时，金属液对外加颗粒很难润湿，外加颗粒与基体之间存在的界面反应，也影响了复合材料的性能，且该方法制备成本高。这些问题很大程度上制约了铝基复合材料的研究与推广应用。原位反应法是近年来出现的另一种制备金属基复合材料的方法，参见李春玉等著《原位反应复合法制备金属基复合材料的进展》一文（《材料工程》1995年第11期），由于该法直接从基体中反应生成增强体，因此，增强体与基体间的结合较好，颗粒细小均匀。但该法目前仅局限于制备TiC、TiB、AlN等少数几种颗粒增强复合材料，而且对设备要求高，工艺较复杂，故生产成本低，复合材料还需经二次加工方能使用。

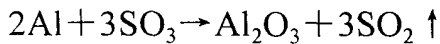
本发明的目的在于，克服和解决上述制备铝基复合材料的现有技术中存在的外加增强体与基体之间有物理、化学不相容性、金属液对外加颗粒很难润湿、外加颗粒与基体之间存在界面反应等问题，通过将搅拌铸造法和原位反应法相结合，提供一种增强体与基体界面相容性好的铝基复合材料的制备方法。

本发明方法是通过下述技术方案来实现的：本发明方法利用现有铝合金常规熔炼设备，首先将铝合金加热熔化，升温到950℃以上；向熔体中按质量百分比5%~40%加入 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 粉体，进行搅拌，直到无气泡冒出为止；将熔体降温至650℃~750℃，挤压铸造成型。为了除去油污和结晶水以减少吸氢及尽量避免铸造缺陷的形成，可以先将 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 粉体在400℃~600℃下加热1~3小时。为了降低对设备的要求，铝合金熔体可以升温至950℃~1100℃。本发明方法的原理是：将搅拌铸造法和原位反应法结合起来，使 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 粉体在950℃以上时迅速自发分解为 Al_2O_3 和 SO_3 ，即



由于分解反应生成的陶瓷粒子尺寸达到亚微米级，与基体的界面相容性好，

因而较现有的外加颗粒增强复合材料具有更高的强度、模量以及良好的高温性能。同时，分解出的 SO_3 继续与熔融铝液发生反应，即



Al_2O_3 原位合成弥散增强铝基复合材料，反应生成的 SO_2 可以对熔体进行精炼、除气，进一步改善了颗粒增强体中颗粒分布不均匀、气孔率高、性能不稳定等缺陷。

本发明方法与现有技术相比具有如下优点和有益效果：

1. 本发明方法以现有的铝合金熔炼工艺为基础，将搅拌铸造法和原位反应法结合使用，采用现有铝合金常规熔炼设备，且原料 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 价格低廉，在熔体中直接合成增强颗粒，复合材料经常规热处理即可使用，大大改善了一般原位反应法所存在的对设备要求高、工艺复杂、生产成本低、复合材料需二次加工方可使用等缺陷，因此制备成本低，搅拌铸造的工艺简单，不需要二次加工，可以实现大批量工业化生产。

2. 采用本发明方法， Al_2O_3 的数量可以在较大范围内通过 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 加入量来调整，增强体颗粒尺寸可达亚微米级，与基体界面相容性好，同时由于 SO_2 的作用，增强体颗粒分布均匀，气孔率低，并且复合材料的性能稳定。

3. 采用本发明方法制备的铝基复合材料，具有高耐磨、高韧性的性能，应用前景广阔。

本发明方法的实施例如下：

实施例一

首先将 235 克 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 粉体在 600°C 下加热 2 小时；同时将 2500 克铝合金 ZL109 加热熔化后，升温到 950°C ；向熔体中加入 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 粉体，进行搅拌，直到无气泡冒出为止；将熔体降温至 700°C ，挤压铸造成型。

实施例二

首先将 470 克 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 粉体在 500°C 下加热 1 小时；同时将 2500 克铝合金 Al-9Si 加热熔化后，升温到 980°C ；向熔体中加入 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 粉体，进行搅拌，直到无气泡冒出为止；将熔体降温至 650°C ，挤压铸造成型。

实施例三

首先将 1000 克 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 粉体在 400°C 下加热 3 小时；同时将 2500 克铝合金 Al-6Cu 加热熔化后，升温到 1100°C ；向熔体中加入 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 粉体，

进行搅拌，直到无气泡冒出为止；将熔体降温至 750℃，挤压铸造成型。

上述三个实施例制备的铝基复合材料，气孔率最大为 0.8%，在载荷为 150N、转速为 400r/min、20#机油润滑条件下，磨损时间为 30min，材料的磨损性能见表 1。在载荷为 50N、转速为 400r/min、干磨条件下，磨损时间为 30min，材料的磨损性能见表 2。

表 1

试样号	ZL109	ZL109+5%Al ₂ O ₃	Al-9Si+10%Al ₂ O ₃	Al-6Cu+20%Al ₂ O ₃
磨损体积 (mm ³)	0.613	0.175	0.191	0.192
摩擦系数	0.025	0.014	0.017	0.016

表 2

试样号	ZL109	ZL109+5%Al ₂ O ₃	Al-9Si+10%Al ₂ O ₃	Al-6Cu+20%Al ₂ O ₃
磨损体积 (mm ³)	26.27	3.76	4.25	3.98
摩擦系数	0.23	0.13	0.17	0.17

从表 1 和 2 中可以看出，复合材料与基体材料相比，材料的摩擦系数降低，耐磨性提高，为基体材料的 4~7 倍。