



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104164583 B

(45) 授权公告日 2016.06.29

(21) 申请号 201410405234.4

CN 101016592 A, 2007.08.15,

(22) 申请日 2014.08.18

CN 101168803 A, 2008.04.30,

(73) 专利权人 南昌大学

JP H04165032 A, 1992.06.10,

地址 330000 江西省南昌市红谷滩新区学府大道 999 号

CN 103589913 A, 2014.02.19,

审查员 陈小红

(72) 发明人 闫洪 熊俊杰

(74) 专利代理机构 南昌洪达专利事务所 36111

代理人 刘凌峰

(51) Int. Cl.

G22C 1/10(2006.01)

G22C 21/00(2006.01)

G22C 32/00(2006.01)

(56) 对比文件

CN 102586635 A, 2012.07.18,

权利要求书1页 说明书2页 附图1页

(54) 发明名称

一种原位合成制备铝基复合材料的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种制备原位铝基复合材料的方法。其工艺为：先将  $B_2O_3$  粉在  $150^\circ C \sim 200^\circ C$  下烘烤 3~4h，然后将  $B_2O_3$  粉与 Al 粉按 1:1.5~2 的质量比混合后并加入适量无水乙醇球磨，球磨完后将混合粉末干燥以备用；将 500g 的铝合金锭放入坩埚中过热至  $750 \sim 770^\circ C$ ，保温 10~15min，去除熔液表面的氧化皮后再将超声变幅杆探头置于熔体中，对熔体施加超声，超声时间为 5~7min，频率为 20~22kHz，超声功率为 500W~700W，超声的同时每隔 20~30s 用钟罩将铝箔包覆的 4.33~27.12g 混合粉末（总量按生成 0.5%~2.5wt.%  $Al_2O_3$  计算）分批压入熔体，超声结束后，在此温度静置 5~10min，随后降温至  $690 \sim 700^\circ C$ ，精炼、扒渣、浇注。本发明制备的复合材料组织和力学性能得到了明显改善，生成的  $Al_2O_3$  增强相细小弥散分布，且该工艺简单，整体反应温度也低，安全可靠。

1. 一种原位合成制备铝基复合材料的方法,其特征是首先将 $B_2O_3$ 粉在 $150^{\circ}C\sim 200^{\circ}C$ 下烘烤 $3\sim 4h$ ,去除结晶水,然后将 $B_2O_3$ 粉与Al粉按 $1:1.5\sim 2$ 的质量比混合后并加入适量无水乙醇球磨,球磨完后将混合粉末干燥以备用;将 $500g$ 的铝合金锭放入坩埚中过热至 $750\sim 770^{\circ}C$ ,保温 $10\sim 15min$ ,去除熔液表面的氧化皮后再将超声变幅杆探头置于合金熔体中,对熔体施加超声,超声时间为 $5\sim 7\ min$ ,频率为 $20\sim 22\ kHz$ ,超声功率为 $500W\sim 700W$ ,超声的同时每隔 $20\sim 30s$ 用钟罩将铝箔包覆的 $4.33\sim 27.12g$ 混合粉末(总量按生成 $0.5\%\sim 2.5wt.\%Al_2O_3$ 计算)分批压入熔体,超声结束后,在此温度静置 $5\sim 10\ min$ ,随后降温至 $690\sim 700^{\circ}C$ ,精炼、扒渣、浇注。

2. 根据权利要求1所述的一种原位合成制备铝基复合材料的方法,其特征是铝合金中Si的质量百分比为 $8.5\%\sim 9\%$ ,Cu的质量百分比为 $2.0\%\sim 2.5\%$ ,余量为Al。

## 一种原位合成制备铝基复合材料的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种在超声辅助下制备原位颗粒增强铝基复合材料的方法。

### 背景技术

[0002] 颗粒增强金属基复合材料与基体合金相比,具有较高的比强度和比刚度,低热膨胀系数,低密度,蠕变性能好,良好的尺寸稳定性和导热性等优异的力学性能,在航空航天、电子工业、光学仪器制造、国防等领域中具有广阔的应用前景。原位生成法是目前制备颗粒增强金属基复合材料的主要方法,因增强体是从金属基体中原位形核、长大的热稳定相,故增强相表面无污染,与基体润湿性好,界面结合牢固,而且原位反应不生成有害的反应物,无须对增强体进行合成、预处理和加入等工序。但是,用传统的机械搅拌方法制备原位复合材料时,不仅需要较长的反应时间和较高的反应温度,而且获得的组织也不够理想,生成的颗粒增强相容易长大、团聚,分布也不均匀。近年来,发展起来的在金属基复合材料制备过程中施加高能超声,能优化反应过程中的热力学与动力学条件,大大促进原位反应的进行,显著改善增强颗粒与基体的润湿性,细化组织,控制颗粒相的过分长大或团簇现象,提高材料的性能,并对金属基体组织还有除气、除渣作用,且具有设备简单,污染少等优点。因此,将高能超声处理与传统的铸造成形工艺相结合,既可以实现增强颗粒在熔体中的弥散分布,也能保留传统铸造法近净成形的特点,是近年来研究者们关注的一大热点。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种原位合成制备铝基复合材料的方法。

[0004] 本发明所述的制备工艺为:首先将 $B_2O_3$ 粉在 $150^{\circ}C\sim 200^{\circ}C$ 下烘烤3~4h,去除结晶水,然后将 $B_2O_3$ 粉与Al粉按1:1.5~2的质量比混合后并加入适量无水乙醇球磨,球磨完后将混合粉末干燥以备用;将500g的铝合金锭放入坩锅中过热至 $750\sim 770^{\circ}C$ ,保温10~15min,去除熔液表面的氧化皮后再将超声变幅杆探头置于合金熔体中,对熔体施加超声,超声时间为5~7 min,频率为20~22 kHz,超声功率为500W~700W,超声的同时每隔20~30s用钟罩将铝箔包覆的4.33~27.12g混合粉末(总量按生成0.5%~2.5wt.% $Al_2O_3$ 计算)分批压入熔体,超声结束后,在此温度静置5~10 min,随后降温至 $690\sim 700^{\circ}C$ ,精炼、扒渣、浇注。

[0005] 所述铝合金中Si的质量百分比为8.5%~9%,Cu的质量百分比为2.0%~2.5%,余量为Al。

[0006] 本发明得到的原位颗粒增强铝基复合材料组织中晶粒细小,a-Al相由粗大的树枝状枝晶变为细小枝晶,硅相得到明显细化,由原来的块状、长针状、板条状逐步转变为短棒状、颗粒状,且生成的 $Al_2O_3$ 增强相弥散分布,呈颗粒状,较圆整,平均尺寸约为1~2 $\mu m$ ,较大程度地提高了复合材料的强度和硬度。该方法工艺较简单,成本低,安全可靠,而且提高了颗粒的收得率,整体反应温度也低。

### 附图说明

[0007] 图1为本发明实施实例3条件下制备的原位颗粒增强铝基复合材料的光学显微组织形貌。

### 具体实施方式

[0008] 本发明将通过以下实施实例作进一步说明。

[0009] 本实施实例中所述的原位合成制备铝基复合材料,是通过外加超声辅助与原位反应相结合制备的,其中超声的功率为500W~700W。

[0010] 实施实例1。

[0011] 先将 $B_2O_3$ 粉在 $150^{\circ}C$ 下烘烤4 h,去除结晶水,然后将 $B_2O_3$ 粉与Al粉按1:1.5的质量比混合后并加入适量无水乙醇球磨,球磨完后将混合粉末干燥以备用;将500g的铝合金锭放入坩锅中过热至 $760^{\circ}C$ ,保温10min,去除熔液表面的氧化皮后再将超声变幅杆探头置于合金熔体中,对熔体施加超声,超声时间为5min,频率为20kHz,超声功率为500W,超声的同时每隔30s用钟罩将铝箔包覆的4.33g混合粉末(总量按生成0.5wt.%  $Al_2O_3$ 计算)分批压入熔体,超声结束后,熔体静置5 min,随后降温至 $700^{\circ}C$ ,精炼、扒渣、浇注。

[0012] 实施实例2。

[0013] 首先将 $B_2O_3$ 粉在 $200^{\circ}C$ 下烘烤3 h,去除结晶水,然后将 $B_2O_3$ 粉与Al粉按1:2的质量比混合后并加入适量无水乙醇球磨,球磨完后将混合粉末在 $200^{\circ}C$ 下预热30min以备用;将500g的铝合金锭放入坩锅中过热至 $770^{\circ}C$ ,保温15min,去除熔液表面的氧化皮后再将超声变幅杆探头置于合金熔体中,对熔体施加超声,超声时间为7min,频率为22kHz,超声功率为700W,超声的同时每隔21s用钟罩将铝箔包覆的21.48g混合粉末(总量按生成2 wt.%  $Al_2O_3$ 计算)分批压入熔体,超声结束后,熔体静置10min,随后降温至 $690^{\circ}C$ ,精炼、扒渣、浇注。

[0014] 实施实例3。

[0015] 首先将 $B_2O_3$ 粉在 $150^{\circ}C$ 下烘烤4h,去除结晶水,然后将 $B_2O_3$ 粉与Al粉按1:1.5的质量比混合后并加入适量无水乙醇球磨,球磨完后将混合粉末在 $200^{\circ}C$ 下预热30min以备用;将500g的铝合金锭放入坩锅中过热至 $770^{\circ}C$ ,保温10min,去除熔液表面的氧化皮后再将超声变幅杆探头置于合金熔体中,对熔体施加超声,超声时间为6min,频率为20kHz,超声功率为600W,超声的同时每隔28s用钟罩将铝箔包覆的8.73g混合粉末(总量按生成1wt.%  $Al_2O_3$ 计算)分批压入熔体,超声结束后,熔体静置10min,随后降温至 $700^{\circ}C$ ,精炼、扒渣、浇注,待冷却后取样,见附图1。

[0016] 从附图1可以看出,本发明制备的原位颗粒增强铝基复合材料显微组织得到了显著的改善,晶胞尺寸较小,分布也变得更为均匀,共晶硅也逐渐变为短棒状、颗粒状,分布也愈加均匀,较大程度地提高了复合材料的力学性能。

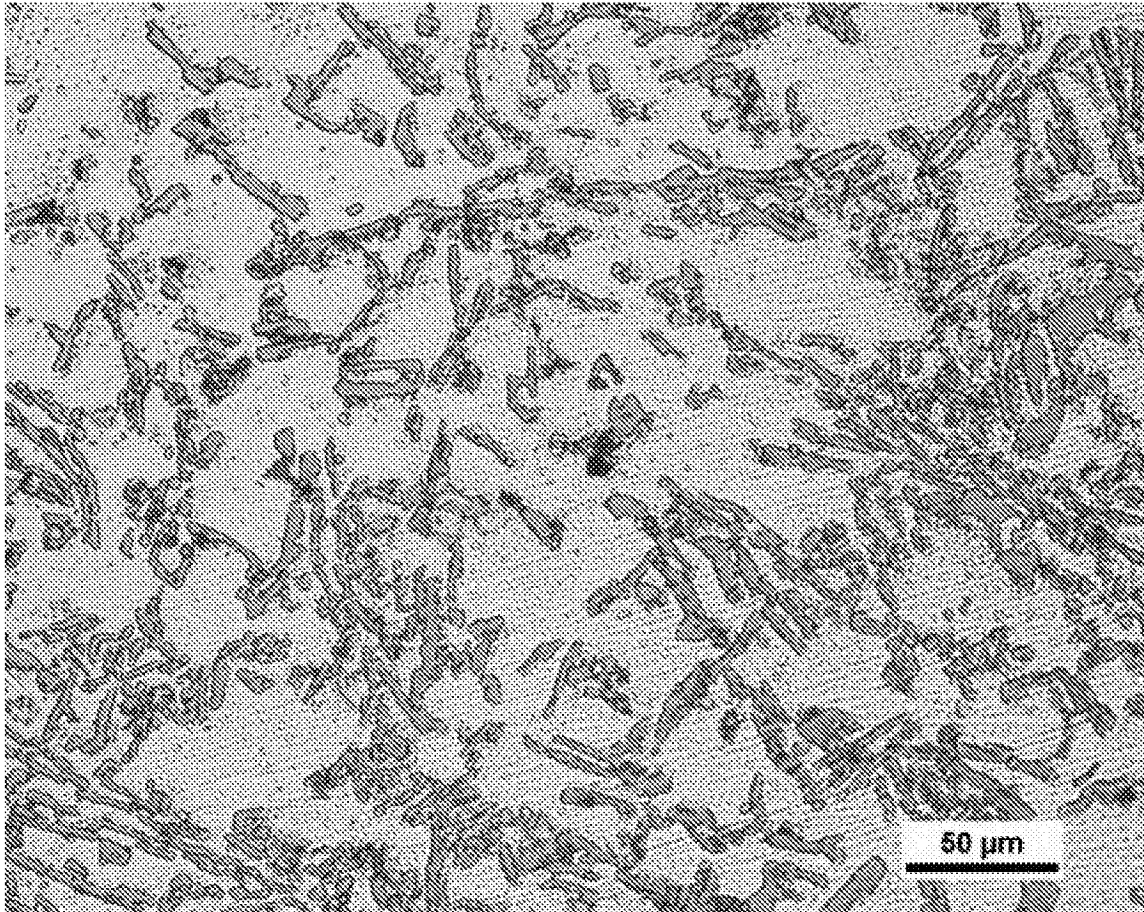


图1