



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 106282615 A

(43) 申请公布日 2017. 01. 04

(21) 申请号 201510323290. 8

(22) 申请日 2015. 06. 12

(71) 申请人 中国科学院金属研究所

地址 110016 辽宁省沈阳市沈河区文化路
72 号

(72) 发明人 赵九洲 孙倩 江鸿翔 何杰

(74) 专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限
公司 21002

代理人 许宗富 周秀梅

(51) Int. Cl.

G22C 1/02(2006. 01)

G22C 1/10(2006. 01)

G22C 21/00(2006. 01)

权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种具有弥散型复合凝固组织 Al-Pb 或 Al-Bi 合金的制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种具有弥散型复合凝固组织 Al-Pb 或 Al-Bi 合金的制备方法,属于 Al-Pb 及 Al-Bi 轴瓦合金材制备技术领域。采用向 Al-Pb 或 Al-Bi 合金熔体中添加微量元素 Ti 和 C,在 Al-Pb 或 Al-Bi 合金熔体冷却发生液-液相变前,微量元素 Ti 和 C 以 TiC 粒子形式沉淀析出,该 TiC 粒子可以做为富 Pb 或富 Bi 相液滴的形核基底,从而大幅度提高富 Pb 或富 Bi 相液滴的形核率,促进弥散型 Al-Pb 或 Al-Bi 合金复合凝固组织的形成。本发明可用于制备高质量 Al-Pb 或 Al-Bi 合金轴瓦材料。

1. 一种具有弥散型复合凝固组织 Al-Pb 或 Al-Bi 合金的制备方法,其特征在於:该方法采用铸造技术,向 Al-Pb 或 Al-Bi 合金熔体中添加微量的 Ti 和 C,在合金熔体冷却发生液-液相变前,合金熔体中的 Ti 和 C 以 TiC 粒子形式沉淀析出,析出的 TiC 粒子在合金熔体发生液-液相变时作为富 Pb 或富 Bi 相液滴的形核基底,提高富 Pb 或富 Bi 相液滴的形核率,促进有弥散型复合凝固组织的 Al-Pb 或 Al-Bi 合金的获得。

2. 根据权利要求 1 所述的具有弥散型复合凝固组织 Al-Pb 或 Al-Bi 合金的制备方法,其特征在於:所述 Ti 和 C 在合金熔炼时加入,合金熔体的熔炼温度和浇注温度应在 1373K 以下,在 T_b+200K 以上, T_b 为 Al-Pb、Al-Bi 合金组元互溶温度。

3. 根据权利要求 2 所述的具有弥散型复合凝固组织 Al-Pb 或 Al-Bi 合金的制备方法,其特征在於:所述 Ti 和 C 加入合金熔体后全部溶解于合金熔体中。

4. 根据权利要求 1 所述的具有弥散型复合凝固组织 Al-Pb 或 Al-Bi 合金的制备方法,其特征在於:合金熔体中添加的 Ti 和 C 的摩尔比例为 $(1 \sim 1.1):1$ 。

5. 根据权利要求 4 所述的具有弥散型复合散型复凝固组织 Al-Pb 或 Al-Bi 合金的制备方法,其特征在於:合金熔体中 Ti 和 C 的加入量由下式 (1) 确定:

$$\Delta G (Jmol^{-1}) = -163382 + 80.347T + 0.460 \times 10^{-3} T^2 + \frac{3.096 \times 10^5}{T} - 0.962T \ln T,$$

$$[wt\%Ti][wt\%C] = (1 \pm 0.1) 10^{-4} \exp\left[\frac{\Delta G}{R(T_b + 200)}\right] \quad (1)$$

式 (1) 中: T_i 和 C 表示溶解于 Al 熔体的 Ti 和 C, ΔG 为 TiC 沉淀析出导致的体系自由能变化, T 为绝对温度, T_b 为 Al-Pb、Al-Bi 合金组元互溶温度, R 为气体常数, wt% Ti 和 wt% C 分别为 Al-Pb 或 Al-Bi 合金中 Ti 和 C 的重量百分数。

6. 根据权利要求 1 所述的具有弥散型复合凝固组织 Al-Pb 或 Al-Bi 合金的制备方法,其特征在於:所述 Al-Pb 合金中, Pb 元素含量小于 9wt. %; 所述 Al-Bi 合金中, Bi 元素含量为 5 ~ 20wt. %。

7. 根据权利要求 1 所述的具有弥散型复合凝固组织 Al-Pb 或 Al-Bi 合金的制备方法,其特征在於:所制备的 Al-Pb 或 Al-Bi 合金中, Pb 或 Bi 以粒子形式弥散分布于 Al 基体中。

一种具有弥散型复合凝固组织 Al-Pb 或 Al-Bi 合金的制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及 Al-Pb 及 Al-Bi 轴瓦合金材制备技术领域,具体地说是一种具有弥散型复合凝固组织 Al-Pb 或 Al-Bi 合金的制备方法。

背景技术

[0002] Al-Pb 及合 Al-Bi 金是一种重要的轴瓦材料,在 Al 中加入适量的 Bi 或 Pb 可提高材料的减摩性。Al-Pb 及 Al-Bi 合金相图如图 1 所示。它们在液态存在着组元不混溶温度区间 (L_1+L_2 , L_1 和 L_2 分别为富集不同组元的熔体)。当均一的合金熔体冷却到 L_1+L_2 区内时,它将发生液-液相变 ($L \rightarrow L_1+L_2$),富 Pb 或富 Bi 相液滴自熔体中沉淀析出。由于两液相间的比重差很大,液-液相变期间极易形成相偏析严重乃至两相分层的现象,因此,制备具有弥散型凝固组织的 Al-Pb 和 Al-Bi 合金极为困难,这限制了 Al-Pb 和 Al-Bi 合金的工业应用。采取适当的措施,提高弥散相液滴的形核率,从而减小弥散相液滴的尺寸及迁移速度,减缓相偏析的形成速度,是制备 Al-Pb 和 Al-Bi 合金的有效途径。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种具有弥散型复合凝固组织 Al-Pb 或 Al-Bi 合金的制备方法,向 Al-Pb 或 Al-Bi 合金熔体中添加微量的 Ti 和 C,在合金熔体冷却发生液-液相变前,Ti 和 C 以 TiC 粒子形式沉淀析出,该粒子可以做为富 Pb 或富 Bi 相液滴的形核基底,从而大幅度提高富 Pb 或富 Bi 相液滴的形核率,促进弥散型 Al-Pb 或 Al-Bi 合金复合凝固组织的形成。

[0004] 本发明的技术方案是:

[0005] 一种具有弥散型复合凝固组织 Al-Pb 或 Al-Bi 合金的制备方法,该方法采用铸造技术(模铸或连铸),向 Al-Pb 或 Al-Bi 合金熔体中添加微量的 Ti 和 C,在合金熔体冷却过程中,于液-液相变前,Ti 和 C 以 TiC 粒子形式自合金熔体中沉淀析出 ($Ti+C \rightarrow TiC(s)$),析出的 TiC 粒子在合金熔体发生液-液相变时作为富 Pb 相或富 Bi 相液滴的形核基底,提高富 Pb 或富 Bi 相液滴的形核率,促进具有弥散型复合凝固组织的 Al-Pb 或 Al-Bi 合金的获得。

[0006] 所述 Ti 和 C 在熔炼 Al-Pb 或 Al-Bi 合金时加入,合金熔体的熔炼温度和浇注温度高于合金组元互溶温度 200K 以上,低于 1373K。

[0007] 所述 Ti 和 C 加入合金熔体后全部溶解于合金熔体中,合金熔体中添加的 Ti 和 C 的摩尔比例为 (1 ~ 1.1) :1。

[0008] 合金熔体中 Ti 和 C 的加入量由下式 (1) 确定:

$$[0009] \quad \Delta G (Jmol^{-1}) = -163382 + 80.347T + 0.460 \times 10^{-3} T^2 + \frac{3.096 \times 10^5}{T} - 0.962T \ln T,$$

$$[0010] \quad [wt\%Ti][wt\%C] = (1 \pm 0.1)10^{-4} \exp\left[\frac{\Delta G}{R(T_b + 200)}\right] \quad (1);$$

[0011] 式(1)中： T_i 和 C 表示溶解于 Al 熔体的 Ti 和 C, ΔG 为 TiC 沉淀析出导致的体系自由能变化, T 为绝对温度, T_b 为合金组元互溶温度, R 为气体常数, wt% Ti 和 wt% C 分别为 Al-Pb 或 Al-Bi 合金中 Ti 和 C 的重量百分数。

[0012] 所述 Al-Pb 合金中, Pb 元素含量小于 9wt. % ;所述 Al-Bi 合金中, Bi 元素含量为 5 ~ 20wt. %。本发明 Al-Pb 或 Al-Bi 合金亦可含有一些合金化元素, 如 Cu、Zn、Mg 等, 这些元素可以进一步提高 Al 基体的强度。

[0013] 所制备的 Al-Pb 或 Al-Bi 合金中, Pb 或 Bi 以粒子形式弥散分布于 Al 基体中。

[0014] 本发明的原理如下：

[0015] 本发明通过向 Al-Pb、Al-Bi 合金熔体中添加微量的 Ti 和 C。在合金熔炼过程中 Ti 和 C 能够全部溶解于合金熔体中。在 Al-Pb、Al-Bi 合金熔体冷却发生液-液相变前, Ti 和 C 以 TiC 粒子形式自熔体中沉淀析出, 这些 TiC 粒子可作为 Al-Pb、Al-Bi 合金液-液相变过程中富 Pb 相或富 Bi 相液滴的形核基底, 从而大幅度提高富 Pb 或富 Bi 相液滴的形核率, 促进弥散型 Al-Pb、Al-Bi 合金复合凝固组织的获得。

[0016] 本发明的有益效果是：

[0017] 1、本发明利用异质形核技术, 控制 Al-Pb、Al-Bi 合金的凝固动力学, 获得具有 Pb 或 Bi 以粒子形成弥散分布于 Al 基体的 Al-Pb、Al-Bi 合金复合材料, 满足工业需求。

[0018] 2、本发明尤其适合于冷却速度较快的铸造技术, 如：铸锭尺寸较小, 金属型、石墨型铸造, 薄板连铸等。

附图说明

[0019] 图 1 为偏晶合金示意相图。

[0020] 图 2 为 Al-9wt% Bi 合金试样的金相；图中：(a) 未添加 Ti 和 C；(b) 添加 Ti 和 C (Al-9wt% Bi-0.1wt% Ti-0.025wt% C)。图中黑色相为 Al 基体, 白色相为 Bi 粒子。

[0021] 图 3 为 Al-5wt% Pb 合金试样的金相；图中：(a) 未添加 Ti 和 C；(b) 添加 Ti 和 C (Al-5wt% Pb-0.1wt% Ti-0.025wt% C)。图中黑色相为 Al 基体, 白色相为 Pb 粒子。

具体实施方式

[0022] 以下结合附图及实施例详述本发明。

[0023] Al-Pb、Al-Bi 合金凝固时极易形成偏析严重乃至两相分层的凝固组织, 制备极为困难。本发明研究表明, 微、纳米尺寸 TiC 粒子能显著提高 Al-Pb、Al-Bi 合金液-液相变过程中弥散相富 Pb、富 Bi 相液滴的异质形核率、细化凝固组织、促进弥散型凝固组织的获得。据此, 本发明通过以 Al-Ti-C 中间合金的方式向 Al-Pb、Al-Bi 合金熔体中添加微量的 Ti 和 C, 所述 Ti 和 C 在合金熔炼时加入, 合金熔体的熔炼温度高于合金组元互溶温度 (即合金的平衡液-液相变温度 T_b , 见图 1) 200K 以上。在 Al-Pb、Al-Bi 合金熔体冷却过程中, 于熔体发生液-液相变前, Ti 和 C 以 TiC 粒子形式沉淀析出, 从而, 大幅度提高富 Pb 或富 Bi 相液滴的形核率, 促进弥散型 Al-Pb、Al-Bi 合金复合凝固组织的获得。用此方法制备的 Al-Pb、Al-Bi 合金组织如图 2、图 3 所示。

[0024] 实施例 1

[0025] 如图 2 所示, 铸造 Al-9wt% Bi 合金, 使用石墨模, 浇注前石墨模温度为室温, 试样直径 15mm。与未添加微量的 Ti 和 C 的试样相比, 添加 Ti 和 C 的合金试样中富 Bi 相粒子显著细化, 粒子分布均匀性提高。

[0026] 其制备过程如下:

[0027] 用电阻炉熔炼 Al-9wt% Bi 合金, 熔体升温至 1100℃ 保温 30 分钟, 保温期间搅拌熔体, 促进 Bi 的溶解, 然后以 Al-Ti-C 中间合金的形式, 向 1100℃ 合金熔体中添加 0.11wt% Ti 和 0.026wt% C, 搅拌溶均后浇注。

[0028] 实施例 2

[0029] 如图 3 所示, 铸造 Al-5wt% Pb 合金, 使用石墨模, 浇注前石墨模温度为室温, 试样直径 15mm。与未添加微量的 Ti 和 C 的试样相比, 添加 Ti 和 C 的合金试样中富 Pb 相粒子显著细化, 粒子分布均匀性提高。

[0030] 其制备过程如下:

[0031] 用电阻炉熔炼 Al-5wt% Pb 合金, 熔体升温至 1050℃ 保温 30 分钟, 保温期间搅拌熔体, 促进 Pb 的溶解, 然后以 Al-Ti-C 中间合金的形式, 向 1050℃ 合金熔体中添加 0.10wt% Ti 和 0.025wt% C, 搅拌溶均后浇注。

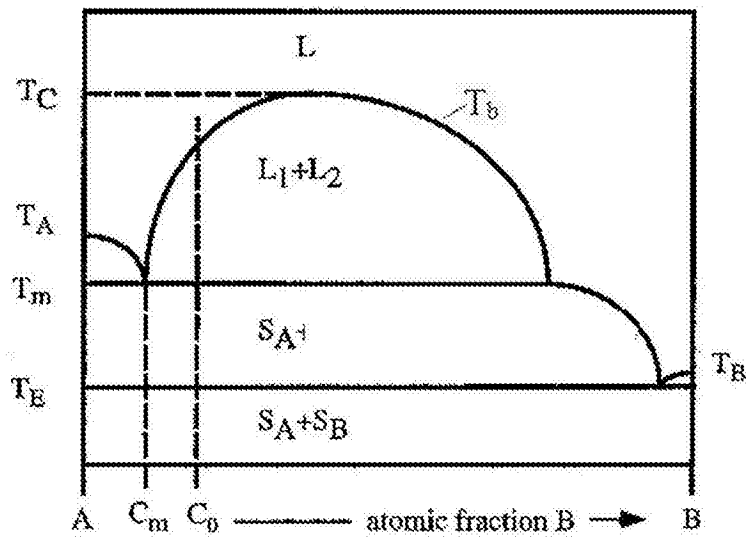


图 1



(a)

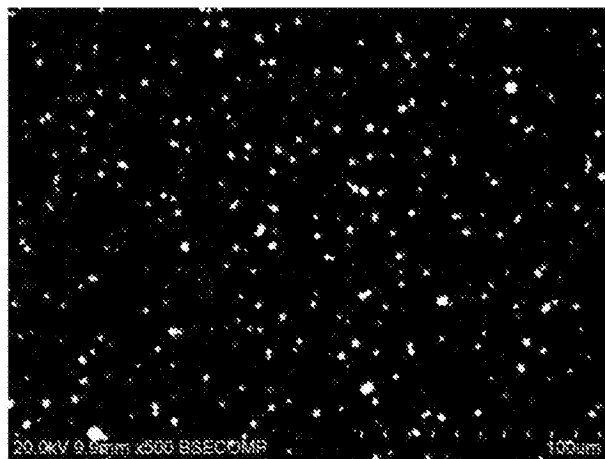


(b)

图 2



(a)



(b)

图 3