



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113388747 A

(43) 申请公布日 2021.09.14

(21) 申请号 202110475292.4

(22) 申请日 2021.04.29

(71) 申请人 百色市广百金属材料有限公司  
地址 532200 广西壮族自治区百色市田阳县头塘镇百色新山铝产业示范园行政办公区1号楼104室  
申请人 桂林理工大学

(72) 发明人 胡振光 秦丽娟 吴顺意

(74) 专利代理机构 南宁启创知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 45122  
代理人 余小宁

(51) Int. Cl.  
G22C 1/03 (2006.01)  
G22C 21/00 (2006.01)

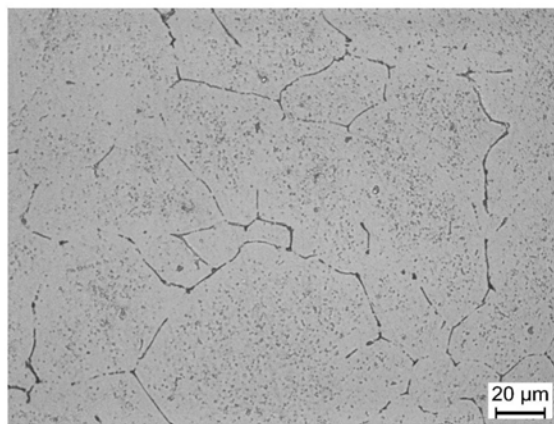
权利要求书1页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

一种新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂及其制备方法

(57) 摘要

本发明提供一种新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂及其制备方法,属于铝合金添加剂技术领域;所述合金的化学成分按质量百分数计为:Zr:3.0%~5.0%、稀土:0.5~2.0%、Fe≤0.1%,Si≤0.1%,且(Fe+Si)≤0.1%,余量为铝;所述稀土元素包含钪、钇、镧、铈、铕其中的一种。本发明提供了制备方法,是首先将铝锭装入中频感应熔炼炉中,逐渐升温至950℃~1250℃;再按化学分配比向熔炉内加入氟锆酸钾与海绵锆;然后向熔炉内按化学分配比加入稀土铝中间合金;最后扒渣,浇铸成块状铸锭。本发明的三元铝合金添加剂,可表现出优秀的晶粒细化与合金化效果,提高铝材性能。



1. 一种新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂,其特征就在于,其成分及重量百分比为:Zr:3.0%~5.0%、稀土:0.5%~2.0%、 $Fe \leq 0.1\%$ ,  $Si \leq 0.1\%$ ,且  $(Fe+Si) \leq 0.1\%$ ,余量为铝。

2. 根据权利要求1所述的新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂,其特征就在于,其成分及重量百分比为:Zr:3.4%~4.5%、稀土:0.9%~1.8%、 $Fe \leq 0.08\%$ ,  $Si \leq 0.08\%$ ,且  $(Fe+Si) \leq 0.08\%$ ,余量为铝。

3. 根据权利要求1或2所述的新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂,其特征就在于,所述稀土元素为钪、钇、镧、铈、铟中任一种。

4. 一种如权利要求1-3任一项所述的新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂的制备方法,其特征就在于,包括以下步骤:

(1) 按照原料配比制备稀土铝中间合金;

(2) 将铝锭装入熔炼炉中,将铝锭升温至 $950^{\circ}\text{C} \sim 1250^{\circ}\text{C}$ 并保温,完全熔化后,得到铝熔体;

(3) 向所述铝熔体中加入氟锆酸钾、海绵锆进行熔炼,并持续进行搅拌,完全熔化并保温一段时间后,得到熔体1;

(4) 向所述熔体1中加入稀土铝中间合金进行熔炼,并持续进行搅拌,完全熔化后保温0.5h-1h,得到熔体2备用;

(5) 对所述熔体2进行精炼,向熔体2内通入流量为 $4 \sim 10\text{m}^3/\text{h}$ 氩气,进行精炼;

(6) 精炼结束后进行扒渣,静置15-20分钟,然后浇铸成锭,得到新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂。

5. 根据权利要求4所述的新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂的制备方法,其特征就在于,步骤(1)所述稀土铝中间合金的制备方法是:按照原料配比将稀土金属用铝箔包裹后压入铝熔体中,熔炼温度为 $950^{\circ}\text{C} \sim 1050^{\circ}\text{C}$ ,至稀土金属完全熔化,保温1~3个小时后,浇铸即可得到稀土铝中间合金;所述稀土铝中间合金中的稀土含量为1.9%~10.2%。

6. 根据权利要求4所述的新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂的制备方法,其特征就在于,步骤(3)所述熔炼温度为 $950^{\circ}\text{C} \sim 1150^{\circ}\text{C}$ 。

7. 根据权利要求4所述的新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂的制备方法,其特征就在于,步骤(4)所述熔炼温度为 $950^{\circ}\text{C} \sim 1150^{\circ}\text{C}$ 。

8. 根据权利要求4所述的新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂的制备方法,其特征就在于,步骤(5)所述精炼温度为 $950^{\circ}\text{C} \sim 1050^{\circ}\text{C}$ ,时间为15-30分钟。

9. 根据权利要求4所述的新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂的制备方法,其特征就在于,步骤(5)所述氩气为99.99%的高纯度氩气。

10. 根据权利要求4所述的新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂的制备方法,其特征就在于,步骤(6)所述浇铸成锭的温度为 $950^{\circ}\text{C} \sim 980^{\circ}\text{C}$ 。

## 一种新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及稀土铝中间合金技术领域,具体涉及一种新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 锆(Zr)元素是一种广泛用于高性能铝合金的合金元素,例如7075、7055、7050、2050、等高强及超高强铝合金。Zr元素的主要作用是提高铝合金的再结晶温度与高温力学性能,在铝合金材料中,0.1%~0.25%的添加量便可提高铝合金材料的再结晶温度与高温力学性能。由于锆金属单质的熔点较高,通常制成一定含量的铝锆中间合金用于合金化添加,其Zr含量主要为4.5~10.5%,其作用主要是Zr与Al生成一种 $Al_3Zr$ 的金属间化合物,具有较高的热稳定性,较低的扩散速率,能够在较高的温度下保持稳定,同时细小的 $Al_3Zr$ 颗粒对铝合金晶界起到“钉扎”作用,阻碍再结晶晶界迁移,提高再结晶温度与高温力学性能。但是由于铝锆中间合金中Zr含量较高,以及Zr的密度较大,往往造成铝锆中间合金中 $Al_3Zr$ 相粗大化与Zr元素偏析,无法充分发挥Zr的性能提升作用,甚至造成高性能铝合金性能降低。

[0003] 随着近年科学研究与工程技术的推进,发现稀土元素对铝合金具有细化晶粒、提高再结晶温度与高温力学性能、强烈的沉淀强化等效果。这主要是因为稀土元素与铝元素可形成一类金属间化合物 $Al_3RE$ ,这种物质与 $\alpha$ -Al基体具有相同相近的晶体结构,较低的点阵错配度,为 $\alpha$ -Al晶粒提供有效的异质形核核心,可有效降低铝合金材料的晶粒度。

[0004] 公布号为109234562A的中国发明专利申请,公开了一种调控制备原位二元纳米颗粒增强铝基复合材料的方法,利用稀土Ce、La中间合金和纳米硼化锆颗粒增强铝基复合材料,采用声磁耦合调控法综合使颗粒分散,提高复合材料的强度和塑性,得到抗拉强度为340MPa左右,延伸率为22.3%左右。因此,现需研究一种能够提升铝合金强度性能、细化晶粒度的添加剂材料。

### 发明内容

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明提供一种新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂及其制备方法,通过科学合理地优化合金成分,添加稀土元素Sc、Y、La、Ce、Er,开发出一种稳定、长效、高效、洁净、适用广泛的新型铝合金添加剂。

[0006] 为实现上述目的提供如下技术方案:

[0007] 一种新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂,其成分及重量百分比为:Zr:3.0%~5.0%、稀土:0.5%~2.0%、 $Fe \leq 0.1\%$ 、 $Si \leq 0.1\%$ ,且 $(Fe+Si) \leq 0.1\%$ ,余量为铝。

[0008] 进一步地,所述新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂成分及重量百分比为:Zr:3.4%~4.5%、稀土:0.9%~1.8%、 $Fe \leq 0.08\%$ 、 $Si \leq 0.08\%$ ,且 $(Fe+Si) \leq 0.08\%$ ,余量为铝。

[0009] 进一步地,所述稀土元素为钪、钇、镧、铈、铟中任一种。

[0010] 本发明提供所述的新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂及其制备方法,包括以下步骤:

[0011] (1) 按照原料配比制备稀土铝中间合金;

[0012] (2) 将铝锭装入熔炼炉中,将铝锭升温至 $950^{\circ}\text{C}\sim 1250^{\circ}\text{C}$ 并保温,完全熔化后,得到铝熔体;

[0013] (3) 向所述铝熔体中加入氟锆酸钾、海绵锆进行熔炼,并持续进行搅拌,完全熔化并保温一段时间后,得到熔体1;

[0014] (4) 向所述熔体1中加入稀土铝中间合金进行熔炼,并持续进行搅拌,完全熔化后保温0.5h-1h,得到熔体2备用;

[0015] (5) 对所述熔体2进行精炼,向熔体2内通入流量为 $4\sim 10\text{m}^3/\text{h}$ 氩气,进行精炼;

[0016] (6) 精炼结束后进行扒渣,静置15-20分钟,然后浇铸成锭,得到新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂。

[0017] 进一步地,步骤(1)所述稀土铝中间合金的制备方法是:按照原料配比将稀土金属用铝箔包裹后压入铝熔体中,熔炼温度为 $950^{\circ}\text{C}\sim 1050^{\circ}\text{C}$ ,至稀土金属完全熔化,保温一定时间后,浇铸即可得到稀土铝中间合金;所述稀土铝中间合金中的稀土含量为 $1.9\%\sim 10.2\%$ 。

[0018] 进一步地,步骤(3)所述熔炼温度为 $950^{\circ}\text{C}\sim 1150^{\circ}\text{C}$ 。

[0019] 进一步地,步骤(4)所述熔炼温度为 $950^{\circ}\text{C}\sim 1150^{\circ}\text{C}$ 。

[0020] 进一步地,步骤(5)所述精炼温度为 $950^{\circ}\text{C}\sim 1050^{\circ}\text{C}$ ,时间为15-30分钟。

[0021] 进一步地,步骤(5)所述氩气为99.99%的高纯度氩气。

[0022] 进一步地,步骤(6)所述浇铸成锭的温度为 $950^{\circ}\text{C}\sim 980^{\circ}\text{C}$ 。

[0023] 进一步地,所述各成分原料的纯度均 $\geq 99.9\%$ 。

[0024] 本发明的原理:

[0025] 本发明利用了稀土元素在铝合金中可起到微合金化作用,可细化铝合金晶粒,提高再结晶温度与高温力学性能;结合Zr与稀土元素在铝合金体系中还具有相互作用,生成一种具有“核/壳”结构的 $\text{Al}_3(\text{RE}, \text{Zr})$ 粒子,这类物质能够表现出优于 $\text{Al}_3\text{RE}$ 与 $\text{Al}_3\text{Zr}$ 的晶粒细化与沉淀强化作用,对铝合金材料的性能提升作用更为明显。此外,优于稀土元素与Zr元素之间的协同作用,亦可降低两者的添加量,同时达到降低成本与提升性能的作用。

[0026] 本发明专利通过添加适量的稀土元素,一方面可提高Zr元素的性能强化效果,另一方面稀土也可发挥出晶粒细化作用。本发明得到的新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂弥补了铝锆中间合金的不足,提高了Zr元素的性能强化作用,是一种非常有应用前景的铝合金添加剂。

[0027] 本发明具有以下有益效果:

[0028] 1. 本发明的利用稀土元素与Zr元素在铝合金体系中具有的相互协同作用,能生成一类诸如 $\text{Al}_3(\text{RE}, \text{Zr})$ 的金属间化合物,这类物质能够表现出优于 $\text{Al}_3\text{RE}$ 与 $\text{Al}_3\text{Zr}$ 的晶粒细化与沉淀强化作用,对铝合金材料的性能提升作用更为明显;一方面可提高Zr元素的性能强化效果,另一方面稀土也可发挥出晶粒细化作用。本发明得到的新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂弥补了铝锆中间合金的不足,提高了Zr元素的性能强化作用,是一种非常有应用前景的铝合金添加剂;同时本发明的制备方法工艺流程短,成本可控,产品杂质含量低。

[0029] 2. 本发明通过科学合理地优化合金成分, 添加稀土元素可获得优于传统Al-Zr中间合金的性能提升效果。根据GB/T 3246.1-2012《变形铝及铝合金制品组织检验方法第1部分: 显微组织检验方法》对使用新型铝-锆-稀土三元铝合金与传统Al-Zr中间合金的铝合金材料进行显微组织检验, 发现使用新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂的铝材具有更为细小的铸态晶粒组织, 说明其对铝合金材料具有更为良好的晶粒细化效果。同时也表现出优于传统铝锆中间合金的晶粒细化效果。

[0030] 3. 本发明的新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂与传统铝锆中间合金, 通过制备7075铝合金型材, 以及对其进行性能检测, 发现使用新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂的7075合金其屈服强度、抗拉强度与断后延伸率分别达到530MPa、605MPa、11%, 均优于使用传统铝锆中间合金的7075合金。

### 附图说明

[0031] 图1为使用对比实施例1传统Al-Zr中间合金的7075铝合金铸态金相图。

[0032] 图2为使用本发明实施例1三元铝合金添加剂的7075铝合金铸态金相图。

### 具体实施方式

[0033] 以下结合具体实施实例进一步详细描述本发明, 但本发明的应用并不限于此。本发明选用的原料铝锭、海绵锆、氟锆酸钾、金属铪的纯度均 $\geq 99.9\%$ ; 所用氩气为99.99%的高纯度氩气。

[0034] 实施例1

[0035] 一种新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂, 其成分及重量百分比为: Zr 4.2%、Er 1.7%、Fe 0.05%、Si 0.03%, 余量为铝;

[0036] 其制备方法, 包括以下步骤:

[0037] (1) Al-Er5中间合金的制备:

[0038] 铝铪中间合金的制备: 按照原料配比将金属铪用铝箔包裹后压入铝熔体中, 熔炼温度为1000℃, 至金属铪完全熔化并保温一定时间后浇铸得到铝铪中间合金, 其Er含量约为4.8%;

[0039] (2) 新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂的制备:

[0040] ①将铝锭装入熔炼炉中, 将铝锭升温至1100℃并保温;

[0041] ②当①中的炉料完全熔化后, 向得到的熔体中加入海绵锆与氟锆酸钾, 设置熔炼温度为980℃;

[0042] ③当②中的炉料完全熔化后, 向得到的熔体中加入铝铪中间合金, 设置熔炼温度为1100℃, 并持续对熔体进行搅拌, 保温一定时间;

[0043] ④当③中反应进行一定时间后, 对熔体进行精炼, 向熔体内通入氩气, 设置精炼温度为1000℃, 时间为20min;

[0044] ⑤精炼结束后进行扒渣, 静置15min, 然后温度为970℃浇铸成锭, 得到新型Al-Zr-Er铝合金添加剂。

[0045] 实施例2

[0046] 一种新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂, 其成分及重量百分比为: Zr 3.4%、

Sc1.8%、Fe0.03%、Si 0.02%，余量为铝；

[0047] 其制备方法，包括以下步骤：

[0048] (1) Al-Sc2中间合金的制备：

[0049] 铝钪中间合金的制备：按照原料配比将金属钪用铝箔包裹后压入铝熔体中，熔炼温度为1000℃，至金属钪完全熔化并保温一定时间后浇铸得到铝钪中间合金，其Sc含量约为1.9%；

[0050] (2) 新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂的制备：

[0051] ①将铝锭装入熔炼炉中，将铝锭升温至1150℃并保温；

[0052] ②当①中的炉料完全熔化后，向得到的熔体中加入海绵锆与氟锆酸钾，设置熔炼温度为1150℃；

[0053] ③当②中的炉料完全熔化后，向得到的熔体中加入铝钪中间合金，设置熔炼温度为1150℃，并持续对熔体进行搅拌，保温一定时间；

[0054] ④当③中反应进行一定时间后，对熔体进行精炼，向熔体内通入氩气，设置精炼温度为1100℃，时间为15min；

[0055] ⑤精炼结束后进行扒渣，静置18min，然后温度为970℃浇铸成锭，得到新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂。

[0056] 实施例3

[0057] 一种新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂，其成分及重量百分比为：Zr 4.5%、La 1.8%、Fe 0.06%、Si 0.02%，余量为铝；

[0058] 其制备方法，包括以下步骤：

[0059] (1) Al-La10中间合金的制备：

[0060] 铝镧中间合金的制备：按照原料配比将金属镧用铝箔包裹后压入铝熔体中，熔炼温度为1000℃，至金属镧完全熔化并保温一定时间后浇铸得到铝镧中间合金，其La含量约为9.8%；

[0061] (2) 新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂的制备：

[0062] ①将铝锭装入熔炼炉中，将铝锭升温至1150℃并保温；

[0063] ②当①中的炉料完全熔化后，向得到的熔体中加入海绵锆与氟锆酸钾，设置熔炼温度为1150℃；

[0064] ③当②中的炉料完全熔化后，向得到的熔体中加入铝镧中间合金，设置熔炼温度为1150℃，并持续对熔体进行搅拌，保温一定时间；

[0065] ④当③中反应进行一定时间后，对熔体进行精炼，向熔体内通入氩气，设置精炼温度为1000℃，时间为30min；

[0066] ⑤精炼结束后进行扒渣，静置20min，然后温度为950℃浇铸成锭，得到新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂。

[0067] 实施例4

[0068] 一种新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂，其成分及重量百分比为：Zr3.0%、Ce 1.3%、Fe 0.07%、Si 0.02%，余量为铝；

[0069] 其制备方法，包括以下步骤：

[0070] (1) Al-Ce10中间合金的制备：

[0071] 铝铈中间合金的制备:按照原料配比将金属铈用铝箔包裹后压入铝熔体中,熔炼温度为1050℃,至金属铈完全熔化并保温一定时间后浇铸得到铝铈中间合金,其Ce含量约为10.2%;

[0072] (2)新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂的制备:

[0073] ①将铝锭装入熔炼炉中,将铝锭升温至1150℃并保温;

[0074] ②当①中的炉料完全熔化后,向得到的熔体中加入海绵锆与氟锆酸钾,设置熔炼温度为1150℃;

[0075] ③当②中的炉料完全熔化后,向得到的熔体中加入铝铈中间合金,设置熔炼温度为1250℃,并持续对熔体进行搅拌,保温一定时间;

[0076] ④当③中反应进行一定时间后,对熔体进行精炼,向熔体内通入氩气,设置精炼温度为1250℃,时间为15min;

[0077] ⑤精炼结束后进行扒渣,静置15min,然后温度为980℃浇铸成锭,得到新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂。

[0078] 实施例5

[0079] 一种新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂,其成分及重量百分比为:Zr 3.7%、Er 0.9%、Fe 0.03%、Si 0.02%,余量为铝;

[0080] 其制备方法,包括以下步骤:

[0081] (1)Al-Er5中间合金的制备:

[0082] 铝铈中间合金的制备:按照原料配比将金属铈用铝箔包裹后压入铝熔体中,熔炼温度为950℃,至金属铈完全熔化并保温一定时间后浇铸得到铝铈中间合金,其Er含量约为4.0%;

[0083] (2)Al-Zr-Er铝合金添加剂的制备:

[0084] ①将铝锭装入熔炼炉中,将铝锭升温至1100℃并保温;

[0085] ②当①中的炉料完全熔化后,向得到的熔体中加入海绵锆与氟锆酸钾,设置熔炼温度为1100℃;

[0086] ③当②中的炉料完全熔化后,向得到的熔体中加入铝铈中间合金,设置熔炼温度为1150℃,并持续对熔体进行搅拌,保温一定时间;

[0087] ④当③中反应进行一定时间后,对熔体进行精炼,向熔体内通入氩气,设置精炼温度为1150℃,时间为30min;

[0088] ⑤精炼结束后进行扒渣,静置15min,然后温度为955℃浇铸成锭,得到新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂。

[0089] 实施例6

[0090] 一种新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂,其成分及重量百分比为:Zr 5.0%、Y 1.4%、Fe 0.03%、Si 0.02%,余量为铝;

[0091] 其制备方法,包括以下步骤:

[0092] (1)Al-Y5中间合金的制备:

[0093] 铝钇中间合金的制备:按照原料配比将金属钇用铝箔包裹后压入铝熔体中,熔炼温度为1050℃,至金属钇完全熔化并保温一定时间后浇铸得到铝钇中间合金,其Y含量约为5.0%;

[0094] (2) 新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂的制备:

[0095] ①将铝锭装入熔炼炉中,将铝锭升温至1100℃并保温;

[0096] ②当①中的炉料完全熔化后,向得到的熔体中加入海绵锆与氟锆酸钾,设置熔炼温度为1100℃;

[0097] ③当②中的炉料完全熔化后,向得到的熔体中加入铝钇中间合金,设置熔炼温度为1200℃,并持续对熔体进行搅拌,保温一定时间;

[0098] ④当③中反应进行一定时间后,对熔体进行精炼,向熔体内通入氩气,设置精炼温度为1100℃,时间为25min;

[0099] ⑤精炼结束后进行扒渣,静置20min,然后温度为960℃浇铸成锭,得到新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂。

[0100] 实施例7

[0101] 一种新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂,其成分及重量百分比为:Zr 3.0%、Ce 0.5%、Fe 0.03%、Si 0.02%,余量为铝;

[0102] 其制备方法,包括以下步骤:

[0103] (1) Al-Ce 5中间合金的制备:

[0104] 铝钇中间合金的制备:按照原料配比将金属钇用铝箔包裹后压入铝熔体中,熔炼温度为1050℃,至金属钇完全熔化并保温一定时间后浇铸得到铝钇中间合金,其Ce含量约为5.0%;

[0105] (2) 新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂的制备:

[0106] ①将铝锭装入熔炼炉中,将铝锭升温至1250℃并保温;

[0107] ②当①中的炉料完全熔化后,向得到的熔体中加入海绵锆与氟锆酸钾,设置熔炼温度为1150℃;

[0108] ③当②中的炉料完全熔化后,向得到的熔体中加入铝钇中间合金,设置熔炼温度为1150℃,并持续对熔体进行搅拌,保温一定时间;

[0109] ④当③中反应进行一定时间后,对熔体进行精炼,向熔体内通入氩气,设置精炼温度为10500℃,时间为25min;

[0110] ⑤精炼结束后进行扒渣,静置20min,然后温度为980℃浇铸成锭,得到新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂。

[0111] 实施例8

[0112] 一种新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂,其成分及重量百分比为:Zr 5.0%、Y 2.0%、Fe 0.03%、Si 0.02%,余量为铝;

[0113] 其制备方法,包括以下步骤:

[0114] (1) Al-Y5中间合金的制备:

[0115] 铝钇中间合金的制备:按照原料配比将金属钇用铝箔包裹后压入铝熔体中,熔炼温度为1050℃,至金属钇完全熔化并保温一定时间后浇铸得到铝钇中间合金,其Y含量约为5.0%;

[0116] (2) 新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂的制备:

[0117] ①将铝锭装入熔炼炉中,将铝锭升温至950℃并保温;

[0118] ②当①中的炉料完全熔化后,向得到的熔体中加入海绵锆与氟锆酸钾,设置熔炼



温度为950℃；

[0119] ③当②中的炉料完全熔化后,向得到的熔体中加入铝钇中间合金,设置熔炼温度为950℃,并持续对熔体进行搅拌,保温一定时间;

[0120] ④当③中反应进行一定时间后,对熔体进行精炼,向熔体内通入氩气,设置精炼温度为950℃,时间为25min;

[0121] ⑤精炼结束后进行扒渣,静置20min,然后温度为950℃浇铸成锭,得到新型铝-钆-稀土三元铝合金添加剂。

[0122] 对比实施例1

[0123] 一种Al-Zr中间合金,其成分及重量百分比为:Zr 5.1%、Fe 0.21%、Si 0.14%,余量为铝;

[0124] 其制备方法,包括以下步骤:

[0125] (1) 将铝锭装入熔炼炉中,将铝锭升温至950℃并保温;

[0126] (2) 当(1)中的炉料完全熔化后,向得到的熔体中加入氟锆酸钾,设置熔炼温度为950℃

[0127] (3) 当(2)中反应进行一定时间后,对熔体进行精炼,向熔体内通入氩气,设置精炼温度为950℃,时间为30min;

[0128] (4) 精炼结束后进行扒渣,静置20min,然后浇铸成锭,得到Al-Zr中间合金。

[0129] 性能测试

[0130] 对上述实施例1-2制备的新型铝-钆-稀土三元铝合金添加剂和对比实施例1制备的Al-Zr中间合金进行如下测试:

[0131] 1、化学成分检测

[0132] 合金化学成分使用电感耦合等离子体发射光谱仪(ICP-OES)测定。

[0133] 结果如表1所示。

[0134] 表1化学成分检测结果(以质量百分比计,%)

[0135]

化学成分	Si	Fe	Zr	Er	Sc
实施例1	0.03	0.05	4.2	1.7	--
实施例2	0.02	0.03	3.4	--	1.8
Al-Zr	0.14	0.21	5.1	--	

[0136] 2、晶粒细化效果检测

[0137] 采用实施例1-2铝合金添加剂与对比实施例1中间合金分别用于7075铝合金铸造,制得钆含量为0.20%的合金铸锭,将所得的铸锭分别取样制成金相试样进行晶粒度分析,根据国标GB/T 3246.1-2012《变形铝及铝合金制品组织检验方法第1部分:显微组织检验方法》进行检测。结果如表2、图1、图2所示。

[0138] 表2晶粒细化效果检测结果(平均晶粒直径,μm)

[0139]

	7075合金	晶粒形态
实施例1	209	等轴晶
实施例2	118	等轴晶
对比实施例1	483	枝晶

[0140] 图1为使用对比实施例1传统Al-Zr中间合金的7075铝合金铸态金相图。图2为使用

本发明实施例1三元铝合金添加剂的7075铝合金铸态金相图。由图1、图2结合表2可见,添加了实施例1铝镁钇中间合金能够明显细化合金晶粒。

[0141] 3、力学性能检测

[0142] 采用实施例1-2铝合金添加剂与对比实施例1中间合金分别用于7075铝合金型材制造,各合金的Zr含量均控制在0.20%,各合金经熔铸、均匀化处理、挤压、固溶处理、时效等工艺处理后,得到T6状态下的7075铝合金型材,对三种7075铝合金型材取样进行拉伸测试。结果如表3所示。

[0143] 表3力学性能检测结果

[0144]	7075-T6 性能 指标	屈服强度	实施例 1	实施例 2	对比实施例 1
		抗拉强度	517	530	495
		断后延伸率	589	605	572
		断后延伸率	9.2%	11.0%	8.0%

[0145] 由表3可以看出,本发明实施例1-2得到的新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂制备的7075铝合金的性能作用优于使用Al-Zr中间合金制备的7075铝合金。

[0146] 再对比由实施例3-8得到的新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂对7075铝合金产生的性能提升效果,得到的效果与实施例1-2得到的三元铝合金添加剂效果相近,说明本发明配方及方法得到新型铝-锆-稀土三元铝合金添加剂的作用具有良好的重现性。

[0147] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,上述优选实施方式不应视为对本发明的限制,本发明的保护范围应当以权利要求所限定的范围为准。对于本技术对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明的精神和范围内,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

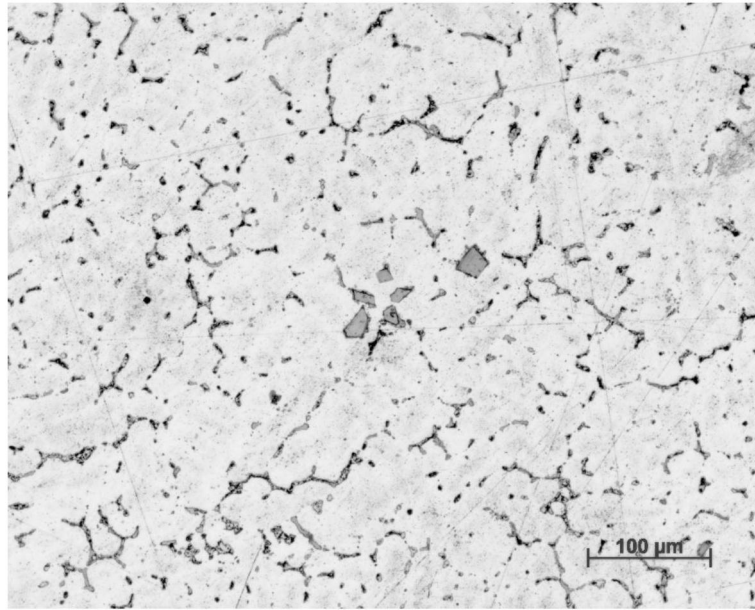


图1

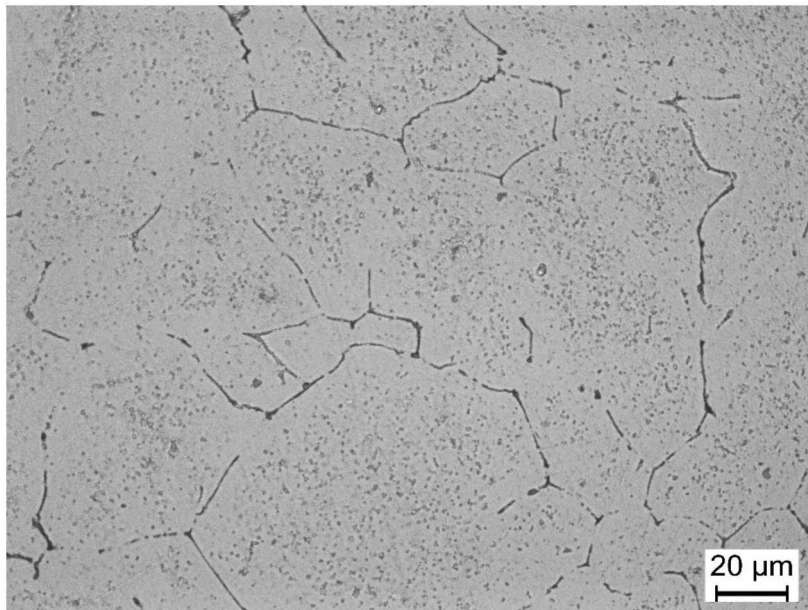


图2