



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102766789 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 14

(21) 申请号 201210267490. 2

1-2, 说明书 0005-0007 段 .

(22) 申请日 2012. 07. 30

审查员 马娜

(73) 专利权人 东北大学

地址 110819 辽宁省沈阳市和平区文化路 3  
号巷 11 号

(72) 发明人 赵志浩 王高松 崔建忠

(74) 专利代理机构 沈阳东大知识产权代理有限  
公司 21109

代理人 李运萍

(51) Int. Cl.

*G22C 21/10* (2006. 01)

*G22C 1/03* (2006. 01)

*G22F 1/053* (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101979692 A, 2011. 02. 23, 权利要求

权利要求书1页 说明书3页

(54) 发明名称

一种铝合金的制备方法

(57) 摘要

本发明涉及有色金属技术领域, 具体涉及一种铝合金及其制备方法。本发明的铝合金, 其各组分按重量百分比为 :Zn :8-10wt%, Mg : 2. 5-3. 5wt%, Cu :2. 3-3. 5wt%, Zr :0. 05-0. 25wt%, Sc :0. 01-0. 10wt% ; 杂质元素 Si 含量 $\leq$  0. 1%, Fe 含量 $\leq$  0. 15%, 其他元素每种少于 0. 05%, 且总量少于 0. 5%, 余量为 Al ; 本发明技术方案合理控制合金中 Sc 含量, 提高 Zr 含量, 在保证合金强度及延伸率的同时大幅度降低合金生产成本, 其抗拉强度 750MPa 以上, 屈服强度 700MPa 以上, 延伸率 10% 以上, 具有优异的综合性能, 适合于需要高强度的轻质结构件中。

1. 一种铝合金的制备方法,其特征在于按如下步骤进行:

(1) 原料配制:以纯金属铝、纯金属镁、纯金属锌、纯金属铜、Al-Zr 中间合金、Al-Sc 中间合金作为原料,按 Al-Zn-Mg-Cu-Zr-Sc 合金成分的重量百分比:Zn :8-9wt%, Mg : 2.5-3.5wt%, Cu :2.3-3.5wt%, Zr :0.05-0.25wt%, Sc :0.01-0.10wt%;杂质元素 Si 含量  $\leq 0.1\%$ , Fe 含量  $\leq 0.15\%$ ,其他元素每种少于 0.05%,且总量少于 0.5%,余量为 Al,进行备料;

(2) 合金熔炼及浇注:在电阻炉中进行熔炼,将纯金属铝加入电阻炉中熔化,熔化后加入纯金属锌、纯金属铜、Al-Zr 中间合金及 Al-Sc 中间合金,升温至 720-740 $^{\circ}\text{C}$ ,然后加入已预热的纯金属镁,待这些金属熔化并搅拌均匀后升温至 740-760 $^{\circ}\text{C}$ ,然后使用除气剂六氯乙烷处理 5-10min,处理完毕后搅拌合金熔体并在 750 $^{\circ}\text{C}$ 静置 10-20min,静置完毕后捞去合金熔体表面的浮渣,然后进行铸造,浇注使用半连续立式浇铸法进行,浇注温度为 730 $^{\circ}\text{C}$  -740 $^{\circ}\text{C}$ ;

(3) 均匀化处理:将铸锭放入电阻炉中进行均匀化处理,均匀化处理具体工艺为:460 $^{\circ}\text{C}$ 下进行 24h,然后将铸锭取出强风冷至室温;

(4) 挤压处理:挤压模直径为 45mm,挤压嘴直径为 15mm,变形系数为 9,挤压温度 380 $^{\circ}\text{C}$ ;

(5) 固溶时效处理:在 460 $^{\circ}\text{C}$ 温度下保温 2h 后进行水淬,然后在 120 $^{\circ}\text{C}$ 温度条件下保温 24h 后空冷至室温。

2. 根据权利要求 1 所述的一种铝合金的制备方法,其特征在于所述的纯金属铝、纯金属镁、纯金属锌和纯金属铜的纯度均为 99.5wt%。

3. 根据权利要求 1 所述的一种铝合金的制备方法,其特征在于所述的 Al-Sc 中间合金的含量为 Sc :1-3wt%,余量为 Al ;Al-Zr 中间合金的含量为 Zr :3-5wt%,余量为 Al。

## 一种铝合金的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及有色金属技术领域,具体涉及一种铝合金及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 高强度高韧性 Al-Zn-Mg-Cu 铝合金具有密度低、强度高、热加工性能好等优点,是航空航天领域的重要结构材料。随着航空航天、交通运输等工业技术的发展,对结构材料的要求逐渐提高。通过微合金化可以有效抑制 Al-Zn-Mg-Cu 铝合金再结晶和晶粒长大、保持变形回复组织。早期,通过添加微量 Cr、Mn 形成功非共格弥散相,后改为加入 Sc、Zr、Er 等形成共格弥散相。目前,国内外已开发出的强度达 600MPa 级的 Al-Zn-Mg-Cu 系超高强铝合金,以及强度达到 700MPa 左右的 Al-Zn-Mg-Cu-RE 系超高强铝合金,特别是添加 Sc 是目前抑制再结晶效果最好的办法,它可以形成与基体共格的  $Al_3Sc$  弥散相粒子,也可以用 Zr 代替部分 Sc,形成  $Al_3(Zr, Sc)$  相。但是由于 Sc 的价格昂贵,而 Sc 的添加量一般需  $> 1\%$  才有效果,因此,难以实际用于工业铝合金的生产。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是在铝合金中加入价格便宜的元素 Zr,代替大部分的 Sc,使 Sc 的添加量小于 Zr 的添加量,且实际含量小于 0.15%,大幅度降低 Sc 的添加量,以便于工业铝合金的生产。同时配以合理的热处理制度,使得所开发合金在 Sc 含量远小于传统合金添加量的同时,获得优良的强韧性能。

[0004] 本发明的一种 Al-Zn-Mg-Cu-Zr-Sc 铝合金,其各组分按重量百分比为:Zn:8-10wt%,Mg:2.5-3.5wt%,Cu:2.3-3.5wt%,Zr:0.05-0.25wt%,Sc:0.01-0.10wt%;杂质元素 Si 含量  $\leq 0.1\%$ ,Fe 含量  $\leq 0.15\%$ ,其他元素每种少于 0.05%,且总量少于 0.5%,余量为 Al;

[0005] 所述的合金中的 Zr 含量大于 Sc 含量。

[0006] 本发明的一种 Al-Zn-Mg-Cu-Zr-Sc 铝合金的制备方法,按如下步骤进行:

[0007] (1) 原料配制:以纯金属铝、纯金属镁、纯金属锌、纯金属铜、Al-Zr 中间合金、Al-Sc 中间合金作为原料,按 Al-Zn-Mg-Cu-Zr-Sc 合金成分的重量百分比:Zn:8-10wt%,Mg:2.5-3.5wt%,Cu:2.3-3.5wt%,Zr:0.05-0.25wt%,Sc:0.01-0.10wt%,余量为 Al,进行备料;

[0008] (2) 合金熔炼及浇注:在电阻炉中进行熔炼,将纯金属铝加入电阻炉中熔化,熔化后加入纯金属锌、纯金属铜、Al-Zr 中间合金及 Al-Sc 中间合金,升温至 720-740 $^{\circ}C$ ,然后加入已预热的纯金属镁,待这些金属熔化并搅拌均匀后升温至 740-760 $^{\circ}C$ ,然后使用除气剂六氯乙烷处理 5-10min,处理完毕后搅拌合金熔体并在 750 $^{\circ}C$  静置 10-20min,静置完毕后捞去合金熔体表面的浮渣,然后进行铸造,浇注使用半连续立式浇铸法进行,浇注温度为 730 $^{\circ}C$  -740 $^{\circ}C$ ;

[0009] (3) 均匀化处理:将铸锭放入电阻炉中进行均匀化处理,均匀化处理具体工艺为:460 $^{\circ}C$  下进行 24h,然后将铸锭取出强风冷至室温;

[0010] (4) 挤压处理:挤压模直径为 45mm,挤压嘴直径为 15mm,变形系数为 9,挤压温度

380℃；

[0011] (5)固溶时效处理：在 460℃温度下保温 2h 后进行水淬，然后在 120℃温度条件下保温 24h 后空冷至室温；

[0012] 所述的纯金属铝、纯金属镁、纯金属锌和纯金属铜的纯度均为 99.5wt%；

[0013] 所述的 Al-Sc 中间合金的含量为 Sc :1-3wt%，余量为 Al；Al-Zr 中间合金的含量为 Zr :3-5wt%，余量为 Al。

[0014] 与现有技术相比，本发明的特点及其有益效果是：

[0015] 1. 本发明技术方案合理控制合金中 Sc 含量，提高 Zr 含量，在保证合金强度及延伸率的同时大幅度降低合金生产成本；

[0016] 2. 本发明合金在时效态下，其抗拉强度 750MPa 以上，屈服强度 700MPa 以上，延伸率 10% 以上，具有优异的综合性能，适合于需要高强度的轻质结构件中。

### 具体实施方式

[0017] 下面结合实施例对本发明作详细说明，但本发明的保护范围不仅限于下述的实施例：

[0018] 下述实施例使用“SANS CMT-5105 型微机控制电子万能试验机”进行拉伸试验，测量其抗拉强度和屈服强度。

[0019] 实施例 1：

[0020] (1) 原料配制：以纯金属铝、纯金属镁、纯金属锌、纯金属铜、Al-Zr 中间合金、Al-Sc 中间合金作为原料，按 Al-Zn-Mg-Cu-Zr-Sc 合金成分的重量百分比：Zn :8wt%，Mg :3.5wt%，Cu :3.5wt%，Zr :0.05wt%，Sc :0.01wt%，余量为 Al，进行备料；

[0021] (2) 合金熔炼及浇注：在电阻炉中进行熔炼，将纯金属铝加入电阻炉中熔化，熔化后加入纯金属锌、纯金属铜、Al-Zr 中间合金及 Al-Sc 中间合金，升温至 720℃，然后加入已预热的纯金属镁，待这些金属熔化并搅拌均匀后升温至 740℃，然后使用除气剂六氯乙烷处理 5min，处理完毕后搅拌合金熔体并在 750℃静置 10min，静置完毕后捞去合金熔体表面的浮渣，然后进行铸造，浇注使用半连续立式浇铸法进行，浇注温度为 730℃；

[0022] (3) 均匀化处理：将铸锭放入电阻炉中进行均匀化处理，均匀化处理具体工艺为：460℃下进行 24h，然后将铸锭取出强风冷至室温；

[0023] (4) 挤压处理：挤压模直径为 45mm，挤压嘴直径为 15mm，变形系数为 9，挤压温度 380℃；

[0024] (5) 固溶时效处理：在 460℃温度下保温 2h 后进行水淬，然后在 120℃温度条件下保温 24h 后空冷至室温，得到最终产品；

[0025] 所述的纯金属铝、纯金属镁、纯金属锌和纯金属铜的纯度均为 99.5wt%；

[0026] 所述的 Al-Sc 中间合金的含量为 Sc :1wt%，余量为 Al；Al-Zr 中间合金的含量为 Zr :3wt%，余量为 Al；

[0027] 得到的最终产品其抗拉强度 765.7MPa 以上，屈服强度 718.6MPa 以上，延伸率 10.1%。

[0028] 实施例 2：

[0029] (1) 原料配制：以纯金属铝、纯金属镁、纯金属锌、纯金属铜、Al-Zr 中间合金、

Al-Sc 中间合金作为原料,按 Al-Zn-Mg-Cu-Zr-Sc 合金成分的重量百分比 :Zn : 10wt%, Mg : 3.5wt%, Cu :3.5wt%, Zr :0.25wt%, Sc :0.10wt%, 余量为 Al,进行备料 ;

[0030] (2) 合金熔炼及浇注 :在电阻炉中进行熔炼,将纯金属铝加入电阻炉中熔化,熔化后加入纯金属锌、纯金属铜、Al-Zr 中间合金及 Al-Sc 中间合金,升温至 740℃,然后加入已预热的纯金属镁,待这些金属熔化并搅拌均匀后升温至 760℃,然后使用除气剂六氯乙烷处理 10min,处理完毕后搅拌合金熔体并在 750℃静置 20min,静置完毕后捞去合金熔体表面的浮渣,然后进行铸造,浇注使用半连续立式浇铸法进行,浇注温度为 740℃ ;

[0031] (3) 均匀化处理 :将铸锭放入电阻炉中进行均匀化处理,均匀化处理具体工艺为 :460℃下进行 24h,然后将铸锭取出强风冷至室温 ;

[0032] (4) 挤压处理 :挤压模直径为 45mm,挤压嘴直径为 15mm,变形系数为 9,挤压温度 380℃ ;

[0033] (5) 固溶时效处理 :在 460℃温度下保温 2h 后进行水淬,然后在 120℃温度条件下保温 24h 后空冷至室温,得到最终产品 ;

[0034] 所述的纯金属铝、纯金属镁、纯金属锌和纯金属铜的纯度均为 99.5wt% ;

[0035] 所述的 Al-Sc 中间合金的含量为 Sc :3wt%,余量为 Al ;Al-Zr 中间合金的含量为 Zr :5wt%,余量为 Al ;

[0036] 得到的最终产品其抗拉强度 777.3MPa 以上,屈服强度 728.9MPa 以上,延伸率 10.85%。

[0037] 实施例 3 :

[0038] (1) 原料配制 :以纯金属铝、纯金属镁、纯金属锌、纯金属铜、Al-Zr 中间合金、Al-Sc 中间合金作为原料,按 Al-Zn-Mg-Cu-Zr-Sc 合金成分的重量百分比 :Zn :9wt%, Mg :3wt%, Cu :3wt%, Zr :0.10wt%, Sc :0.05wt%, 余量为 Al,进行备料 ;

[0039] (2) 合金熔炼及浇注 :在电阻炉中进行熔炼,将纯金属铝加入电阻炉中熔化,熔化后加入纯金属锌、纯金属铜、Al-Zr 中间合金及 Al-Sc 中间合金,升温至 730℃,然后加入已预热的纯金属镁,待这些金属熔化并搅拌均匀后升温至 750℃,然后使用除气剂六氯乙烷处理 8min,处理完毕后搅拌合金熔体并在 750℃静置 15min,静置完毕后捞去合金熔体表面的浮渣,然后进行铸造,浇注使用半连续立式浇铸法进行,浇注温度为 735℃ ;

[0040] (3) 均匀化处理 :将铸锭放入电阻炉中进行均匀化处理,均匀化处理具体工艺为 :460℃下进行 24h,然后将铸锭取出强风冷至室温 ;

[0041] (4) 挤压处理 :挤压模直径为 45mm,挤压嘴直径为 15mm,变形系数为 9,挤压温度 380℃ ;

[0042] (5) 固溶时效处理 :在 460℃温度下保温 2h 后进行水淬,然后在 120℃温度条件下保温 24h 后空冷至室温,得到最终产品 ;

[0043] 所述的纯金属铝、纯金属镁、纯金属锌和纯金属铜的纯度均为 99.5wt% ;

[0044] 所述的 Al-Sc 中间合金的含量为 Sc :2wt%,余量为 Al ;Al-Zr 中间合金的含量为 Zr :4wt%,余量为 Al ;

[0045] 得到的最终产品其抗拉强度 770.7MPa 以上,屈服强度 723.9MPa 以上,延伸率 11.9% 以上。