



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111996419 A

(43) 申请公布日 2020.11.27

(21) 申请号 202010861237.4

(22) 申请日 2020.08.25

(71) 申请人 吉林大学

地址 130000 吉林省长春市前进大街2699号

(72) 发明人 秦榕 王金国 管志平 闫瑞芳
郭劲 董中强 王冠一

(74) 专利代理机构 长春众邦菁华知识产权代理有限公司 22214

代理人 王莹

(51) Int. Cl.

G22C 21/02 (2006.01)

G22C 1/03 (2006.01)

G22C 1/06 (2006.01)

G22F 1/043 (2006.01)

权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种含铁亚共晶铝硅合金及其制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种含铁亚共晶铝硅合金及其制备方法,属于合金技术领域。解决了现有技术中含铁亚共晶铝硅合金的力学性能低的技术问题。本发明的含铁亚共晶铝硅合金,由90.04wt%的Al、8wt%的Si、0.1wt%的Cu、0.6wt%的Mg、0.7wt%的Fe和0.56wt%的Mn组成,该铝硅合金经纯铝、铝硅合金、铝铜合金、铝铁合金、纯镁和铝锰合金熔炼后,添加铝锶合金变质,再依次经吹气、除渣、浇注、热处理后制备得到。该含铁亚共晶铝硅合金具有优良的综合力学性能又兼具了较好的脱模性。

1. 含铁亚共晶铝硅合金, 其特征在于, 由90.04wt%的Al、8wt%的Si、0.1wt%的Cu、0.6wt%的Mg、0.7wt%的Fe和0.56wt%的Mn组成。
2. 根据权利要求1所述的含铁亚共晶铝硅合金的制备方法, 其特征在于, 包括以下步骤:
 - 步骤一、按组成称取纯铝、铝硅合金、铝铜合金、铝铁合金、纯镁、铝锰合金和铝锶合金, 锶的添加量为合金液质量的0.08%;
 - 步骤二、将纯铝、铝硅合金、铝铜合金、铝铁合金、纯镁和铝锰合金熔炼, 得到合金液;
 - 步骤三、向合金液中添加铝锶合金, 熔炼并搅拌均匀后, 保温15min, 得到变质后的合金液;
 - 步骤四、将变质后的合金液依次经吹气、除渣、浇注、热处理后, 得到含铁亚共晶铝硅合金。
3. 根据权利要求1所述的含铁亚共晶铝硅合金的制备方法, 其特征在于, 纯铝的纯度 $\geq 99.7\%$, 铝硅合金的硅含量为24.4wt%, 纯镁的纯度 $\geq 99.95\%$, 铝铜合金的铜含量为50wt%, 铝铁合金的铁含量为20wt%, 铝锰合金的锰含量为20wt%, 铝锶合金的锶含量为10wt%。
4. 根据权利要求1所述的含铁亚共晶铝硅合金的制备方法, 其特征在于, 所述步骤二的过程为: 向电阻炉中加入纯铝、铝硅合金、铝铜合金和铝铁合金, 升温至800℃进行熔炼并搅拌均匀, 得到原铝液, 降温至760℃后, 向原铝液中加入纯镁熔炼并搅拌均匀, 760℃保温2min后加入铝锰合金熔炼并搅拌均匀, 得到合金液。
5. 根据权利要求1所述的含铁亚共晶铝硅合金的制备方法, 其特征在于, 所述步骤二前, 将纯铝、铝硅合金、铝铜合金、铝铁合金、纯镁和铝锰合金预热至200℃。
6. 根据权利要求1所述的含铁亚共晶铝硅合金的制备方法, 其特征在于, 所述步骤三中, 铝锶合金预热至200℃后再加入合金液中。
7. 根据权利要求1所述的含铁亚共晶铝硅合金的制备方法, 其特征在于, 所述步骤四中, 吹气的过程为: 向变质后的合金液中, 通入高纯氩气吹气2min, 高纯氩气的纯度 $> 99.9994\%$ 。
8. 根据权利要求1所述的含铁亚共晶铝硅合金的制备方法, 其特征在于, 所述步骤四中, 除渣的过程为: 将除渣剂均匀撒于吹气后的合金液的表面, 搅拌熔渣, 待熔渣变成碎渣, 清除碎渣;
所述除渣剂的添加量为合金液质量的0.2%;
所述除渣剂的化学组份为: KCl: 47wt%, NaCl: 30wt%, Na_3AlF_6 : 23wt%; 粒度 < 20 目, 含水量在0.5wt%以下。
9. 根据权利要求1所述的含铁亚共晶铝硅合金的制备方法, 其特征在于, 所述步骤四中, 浇注的过程为: 将吹气、除渣后的合金液浇注至预热至200℃的模具中, 自然冷却。
10. 根据权利要求1所述的含铁亚共晶铝硅合金的制备方法, 其特征在于, 所述步骤四中, 热处理的过程为: 将浇注好的铸态合金放入热处理炉中, 在540℃固溶处理4h, 然后在150℃时效处理3h。

一种含铁亚共晶铝硅合金及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于合金技术领域,具体涉及一种含铁亚共晶铝硅合金及其制备方法。

背景技术

[0002] 铝硅合金(aluminium silicon alloy,Al-Si合金)是一种以铝、硅为主成分的锻造和铸造合金,一般含硅量为11wt%,由于铝硅合金具有较好的焊接性能,较小的密度,优秀的耐腐蚀性,良好的导热性以及热稳定性,目前已广泛的应用于汽车及航空航天领域。

[0003] Al-Si合金是一种典型的共晶型合金,没有中间化合物产生。但在亚共晶铝-硅合金中,共晶硅呈粗大针状,严重割裂基体,使其力学等性能下降而不能满足实际应用需求。铝合金中铁元素的存在往往会更严重的割裂基体,更大幅降低铝合金的力学性能。但出于以下三方面原因,铝硅合金又不得不含有Fe。其一,为提高Al-Si合金的强度,Al-Si合金中通常加入少量的铜、铁、镍。其二,从节省成本,节约能源以及环境保护的角度考虑,再生铝合金已经成为铝合金工业的主要熔炼原料,由于金属的遗传效应,铁元素不可避免地随着熔炼进入到铝合金中。其三,在实际的压铸过程中,为了保证铸态合金的脱模性,也会向铝合金中加入一定量的铁元素,以保证铸态合金顺利脱模。

[0004] 有鉴于此,如何提高含铁亚共晶铝硅合金的力学性能,是科研人员亟需解决的问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的是解决现有技术中含铁亚共晶铝硅合金的力学性能低的技术问题,提供一种含铁亚共晶铝硅合金及其制备方法。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用了以下技术方案:

[0007] 本发明提供一种含铁亚共晶铝硅合金,由90.04wt%的Al、8wt%的Si、0.1wt%的Cu、0.6wt%的Mg、0.7wt%的Fe和0.56wt%的Mn组成。

[0008] 本发明还提供上述含铁亚共晶铝硅合金的制备方法,包括以下步骤:

[0009] 步骤一、按组成称取纯铝、铝硅合金、铝铜合金、铝铁合金、纯镁、铝锰合金和铝锶合金,锶的添加量为合金液质量的0.08%;

[0010] 步骤二、将纯铝、铝硅合金、铝铜合金、铝铁合金、纯镁和铝锰合金熔炼,得到合金液;

[0011] 步骤三、向合金液中添加铝锶合金,熔炼并搅拌均匀后,保温15min,得到变质后的合金液;

[0012] 步骤四、将变质后的合金液依次经吹气、除渣、浇注、热处理后,得到含铁亚共晶铝硅合金。

[0013] 优选的是,纯铝的纯度 $\geq 99.7\%$,铝硅合金的硅含量为24.4wt%,纯镁的纯度 $\geq 99.95\%$,铝铜合金的铜含量为50wt%,铝铁合金的铁含量为20wt%,铝锰合金的锰含量为20wt%,铝锶合金的锶含量为10wt%。

[0014] 优选的是,所述步骤二的过程为:向电阻炉中加入纯铝、铝硅合金、铝铜合金和铝铁合金,升温至800℃进行熔炼并搅拌均匀,得到原铝液,降温至760℃后,向原铝液中加入纯镁熔炼并搅拌均匀,760℃保温2min后加入铝锰合金熔炼并搅拌均匀,得到合金液。

[0015] 优选的是,所述步骤二前,将纯铝、铝硅合金、铝铜合金、铝铁合金、纯镁和铝锰合金预热至200℃。

[0016] 优选的是,所述步骤三中,铝锆合金预热至200℃后再加入合金液中。

[0017] 优选的是,所述步骤四中,吹气的过程为:向变质后的合金液中,通入高纯氩气吹气2min,高纯氩气的纯度>99.9994%。

[0018] 优选的是,所述步骤四中,除渣的过程为:将除渣剂均匀撒于吹气后的合金液的表面,搅拌熔渣,待熔渣变成碎渣,清除碎渣;

[0019] 所述除渣剂的添加量为合金液质量的0.2%;

[0020] 所述除渣剂的化学组份为:KCl:47wt%,NaCl:30wt%,Na₃AlF₆:23wt%;粒度<20目,含水量在0.5wt%以下。

[0021] 优选的是,所述步骤四中,浇注的过程为:将吹气、除渣后的合金液浇注至预热至200℃的模具中,自然冷却。

[0022] 优选的是,所述步骤四中,热处理的过程为:将浇注好的铸态合金放入热处理炉中,在540℃固溶处理4h,然后在150℃时效处理3h。

[0023] 本发明的原理:本发明采用铝锰合金对Al-8Si-0.1Cu-0.6Mg-0.7Fe中对铝硅合金性能影响较大的铁元素进行变质,最大程度上消除铁元素对合金性能的危害作用,同时保留铁元素对脱模性的有利影响,并通过热处理,大幅提高了铝硅合金的力学性能。

[0024] 与现有技术相比,本发明的优点在于:

[0025] 本发明的含铁亚共晶铝硅合金的制备方法不回避铁元素对铝硅合金的有害作用,而是考虑到铁元素在实际生产中对脱模性的益处,从而主观向合金中加入铁元素,并添加了铝锰合金对铁元素进行变质,减少了去除铁元素所花费的额外成本,在降低生产成本,提高经济效益的同时,又大幅增强了合金的综合力学性能,同时又兼具了较好的脱模性。

[0026] 本发明的含铁亚共晶铝硅合金的制备方法通过热处理,以提高含铁亚共晶铝硅合金的力学性能。热处理后的合金,较未进行热处理的合金,屈服强度和抗拉强度分别提高了62.1%、26.6%,延伸率提高了75.1%。

[0027] 本发明的含铁亚共晶铝硅合金的制备方法无需使用Mo、Ni等贵金属,降低生产成本,提高经济效益。

附图说明

[0028] 为了更清楚地说明本发明实施方式中的技术方案,下面将对实施方式中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施方式,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其它的附图。

[0029] 图1为本发明实施例1和对比例1制备的铝硅合金的力学拉伸曲线图;

[0030] 图2为本发明实施例1和对比例1制备的铝硅合金的力学性能变化曲线。

具体实施方式

[0031] 为了进一步了解本发明,下面结合具体实施方式对本发明的优选实施方案进行描述,但是应当理解,这些描述只是为进一步说明本发明的特征和优点而不是对本发明专利要求的限制。

[0032] 本发明提供一种含铁亚共晶铝硅合金,由90.04wt%的Al、8wt%的Si、0.1wt%的Cu、0.6wt%的Mg、0.7wt%的Fe和0.56wt%的Mn组成;即Al-8Si-0.1Cu-0.6Mg-0.7Fe-0.56Mn。

[0033] 本发明的含铁亚共晶铝硅合金的制备方法,包括以下步骤:

[0034] 步骤一、按组成称取纯铝、铝硅合金、铝铜合金、铝铁合金、纯镁、铝锰合金和铝锆合金,锆的添加量为合金液质量的0.08%;

[0035] 步骤二、向电阻炉中加入预热至200℃的纯铝、铝硅合金、铝铜合金和铝铁合金,升温至800℃进行熔炼并搅拌均匀,得到原铝液,降温至760℃后,向原铝液中加入预热至200℃的纯镁熔炼并搅拌均匀,760℃保温2min后加入预热至200℃的铝锰合金熔炼并搅拌均匀,得到合金液。

[0036] 步骤三、向合金液中添加预热至200℃的铝锆合金,熔炼并搅拌均匀后,保温15min,得到变质后的合金液;

[0037] 步骤四、向变质后的合金液中,通入高纯氩气吹气2min,高纯氩气的纯度>99.9994%;

[0038] 步骤五、将除渣剂均匀撒于吹气后的合金液的表面,搅拌熔渣,待熔渣变成碎渣,清除碎渣,以除去原料中存在的杂质元素,其中,除渣剂的添加量为合金液质量的0.2%;其化学组份为KCl:47wt%,NaCl:30wt%,Na₃AlF₆:23wt%,粒度<20目,含水量在0.5wt%以下;

[0039] 步骤六、将除渣后的合金液倒入预热至200℃的金属模具中,自然冷却,得到铸态合金;

[0040] 步骤七、将浇注好的铸态合金放入热处理炉中,在540℃固溶处理4h,然后在150℃时效处理3h,得到含铁亚共晶铝硅合金。

[0041] 上述技术方案中,纯铝的纯度≥99.7%,铝硅合金的硅含量为24.4wt%,纯镁的纯度≥99.95%,铝铜合金的铜含量为50wt%,铝铁合金的铁含量为20wt%,铝锰合金的锰含量为20wt%,铝锆合金的锆含量为10wt%。纯铝,其化学成分的质量百分比Fe:0.12%,Si:0.06%,Mg、Cu、Ti:0.015%,RE<0.001%,余量为Al。纯镁,其化学成分的质量百分比Fe:0.005%,Si:0.015%,Zn、Cu、Ni<0.005%,余量为Mg。铝硅合金,其化学成分的质量百分比Si:24.4%,Fe<0.5%,Mg、Mn<0.05%,Zn<0.01%,余量为Al。铝铜合金,其化学成分的质量百分比Cu:50%,Cr、Ti<0.05%,Fe<0.1%,余量为Al。铝铁合金,其化学成分的质量百分比Fe:20%,Cr、Si、B<0.05%,Ti<0.01%,余量为Al。铝锰合金,其化学成分的质量百分比Mn:20%,Fe<0.06%,Zn、Cu、Ti<0.1%,余量为Al。铝锆合金,其化学成分的质量百分比Sr:10%,Fe<0.2%,S<0.2%,B<0.1%,余量为Al。

[0042] 在本发明中所使用的术语,一般具有本领域普通技术人员通常理解的含义,除非另有说明。

[0043] 为了使本领域的技术人员更好地理解本发明的技术方案,下面将结合实施例对本

发明作进一步的详细介绍。

[0044] 在以下实施例中,未详细描述的各种过程和方法是本领域中公知的常规方法。下述实施例中所用的材料、试剂、装置、仪器、设备等,如无特殊说明,均可从商业途径获得。

[0045] 实施例1

[0046] 含铁亚共晶铝硅合金的制备方法,包括以下步骤:

[0047] 步骤一、在600g电阻炉中加入预热至200℃的371.2g纯铝、196.7g铝硅合金、1.2g铝铜合金和12.9g铝铁合金,升温至800℃进行熔炼并搅拌均匀,降温至760℃加入预热至200℃的4.5g纯镁进行熔炼并搅拌均匀后,760℃保温2min后加入预热至200℃的14.4g铝锰合金,继续熔炼并搅拌均匀,得到合金液;

[0048] 步骤二、向合金液中加入预热至200℃的2.4g铝锶合金,熔炼并搅拌均匀后,保温15min,得到变质后的合金液;

[0049] 步骤三、向变质后的合金液中通入高纯氩气,除去铝硅合金熔炼过程中吸入的氢气;高纯氩气,其化学成分的质量百分比>99.9994%;

[0050] 步骤四、将除渣剂均匀撒于吹气后的合金液的表面,搅拌熔渣,待熔渣变成碎渣,清除碎渣,以除去原料中存在的杂质元素,其中,除渣剂的添加量为合金液质量的0.2%,为2.4g;其化学组份为KCl:47wt%,NaCl:30wt%, Na_3AlF_6 :23wt%,粒度<20目,含水量在0.5wt%以下;

[0051] 步骤五、将除渣后的合金液倒入预热至200℃金属模具中,自然冷却,得到铸态合金;

[0052] 步骤六、将铸态合金放入热处理炉进行540℃,的固溶处理后,进行150℃,3h的时效处理,得到含铁亚共晶铝硅合金。

[0053] 对比例1

[0054] 铝硅合金的制备方法,包括以下步骤:

[0055] 步骤一、在600g电阻炉中加入预热至200℃的371.2g纯铝、196.7g铝硅合金、1.2g铝铜合金和12.9g铝铁合金,升温至800℃进行熔炼并搅拌均匀,降温至760℃加入预热至200℃的4.5g纯镁进行熔炼并搅拌均匀后,760℃保温2min后加入预热至200℃的14.4g铝锰合金,继续熔炼并搅拌均匀,得到合金液;

[0056] 步骤二、向合金液中加入预热至200℃的2.4g铝锶合金,熔炼并搅拌均匀后,保温15min,得到变质后的合金液;

[0057] 步骤三、向变质后的合金液中通入高纯氩气,除去铝硅合金熔炼过程中吸入的氢气;高纯氩气,其化学成分的质量百分比>99.9994%;

[0058] 步骤四、将除渣剂均匀撒于吹气后的合金液的表面,搅拌熔渣,待熔渣变成碎渣,清除碎渣,以除去原料中存在的杂质元素,其中,除渣剂的添加量为合金液质量的0.2%,为2.4g;其化学组份为KCl:47wt%,NaCl:30wt%, Na_3AlF_6 :23wt%,粒度<20目,含水量在0.5wt%以下;

[0059] 步骤五、将除渣后的合金液倒入预热至200℃金属模具中,自然冷却,得到铸态合金,即铝硅合金。

[0060] 对实施例1和对比例1的铝硅合金进行检测,结果如图1和图2所示。经图1和图2可以看出,未进行热处理的试样(对比例1)的屈服强度为153.7Mpa,抗拉强度240.4Mpa,延伸

率2.61%；进行热处理的试样(实施例1)屈服强度和抗拉强度分别为249.2Mpa和304.3Mpa，分别提高了62.1%、26.6%，延伸率为4.57%，提高了75.1%。

[0061] 显然，上述实施例仅仅是为清楚地说明所作的举例，而并非对实施例的限定。对于所属领域的普通技术人员来说，在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有实施例予以穷举。而由此所引申出的显而易见的变化或变动仍处于本发明创造的保护范围之内。

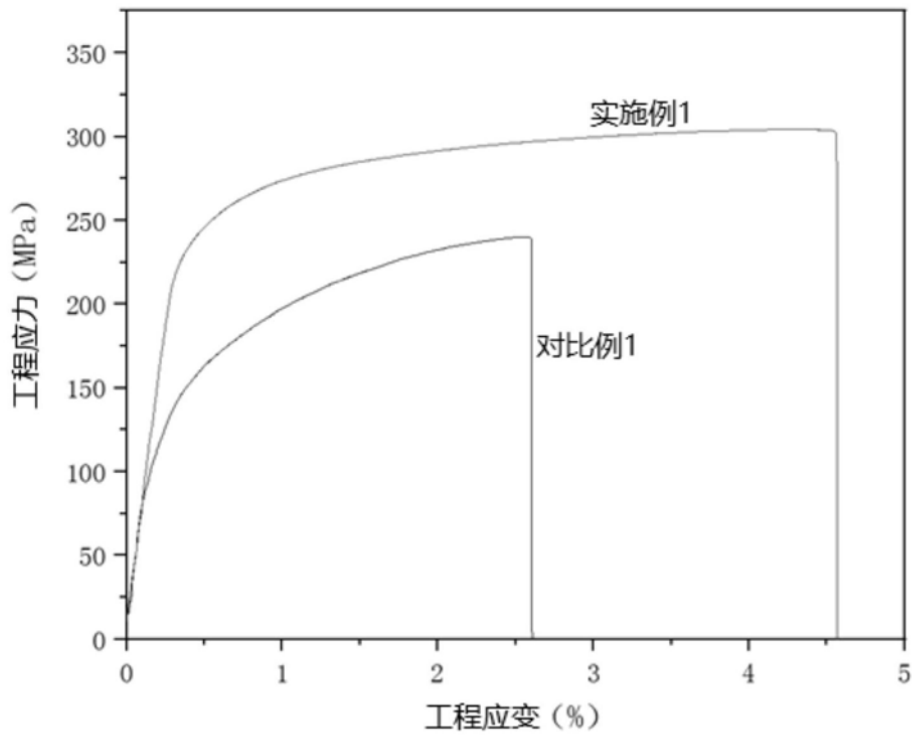


图1

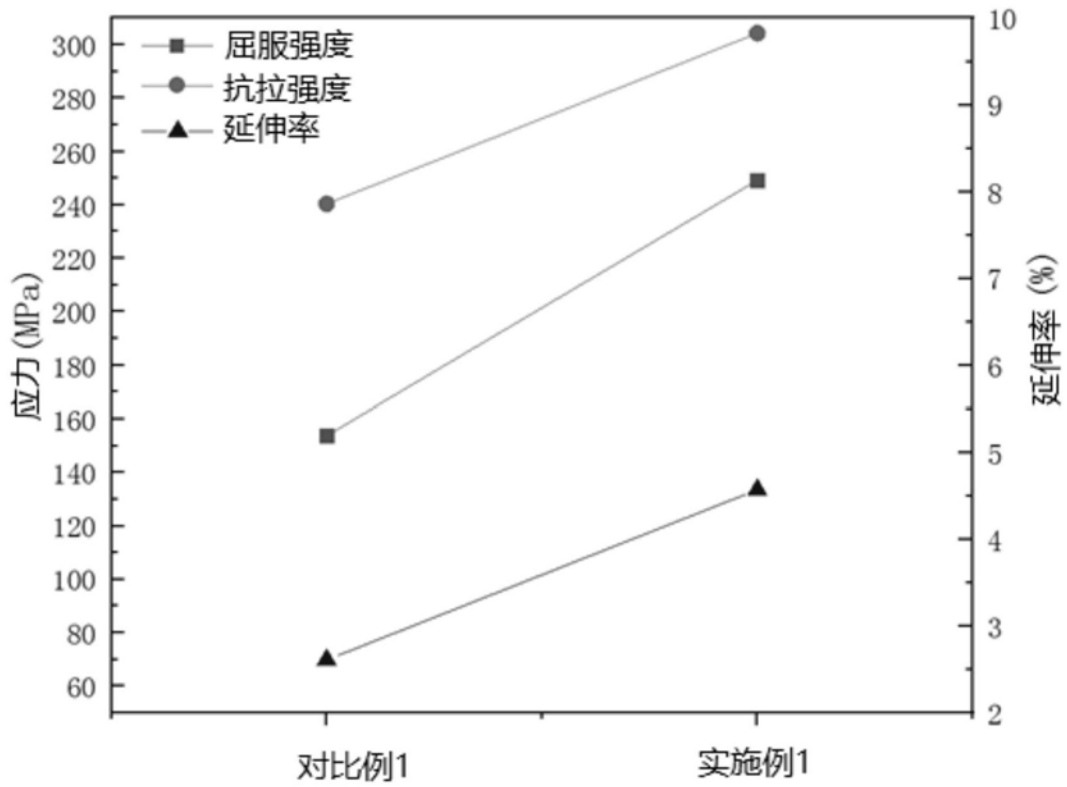


图2