



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109234582 A

(43)申请公布日 2019.01.18

(21)申请号 201810992924.2

(22)申请日 2018.08.29

(71)申请人 安徽工程大学

地址 241000 安徽省芜湖市鸠江区北京中路8号安徽工程大学

(72)发明人 朱协彬 周聪 王公昱 王邦伦 陈志浩 桂凯旋 祝夫文

(74)专利代理机构 芜湖思诚知识产权代理有限公司 34138

代理人 杨涛

(51)Int.Cl.

G22C 21/02(2006.01)

G22C 1/02(2006.01)

G22F 1/043(2006.01)

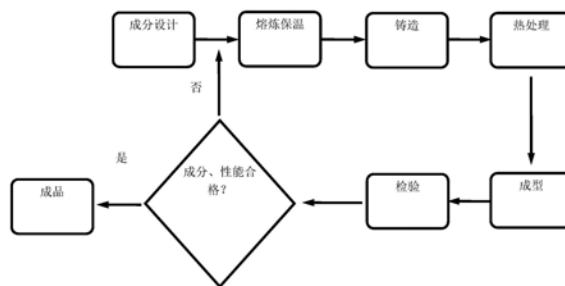
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种发动机缸体用高强度高韧性铝合金材料及其制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种发动机缸体用高强度高韧性铝合金材料,涉及铝合金领域,由下列各化学成分按质量百分比组成:硅8-10、锰0.2-0.4、镁0.34-0.45、铜3.3-4.0、铁0.65-1.0、镍≤0.3、锌≤1.15、锡≤0.2、铅≤0.1、其余为铝,本发明还公开了一种发动机缸体用高强度高韧性铝合金材料的制备方法,包括配料准备、熔炼、铸造、炉后成品分析以及热处理等步骤,本发明严格控制硅、镁的含量,使其控制在一个较窄的范围内,力学性能在限定强化元素含量的条件下要求达到极高值并均一;添加微量钛元素,进一步提高合金的强度、断裂韧性、耐热性、耐蚀性及可焊性。同时结合最优化的热处理工艺条件,从而确保可靠的力学性能和机械性能。



1. 一种发动机缸体用高强度高韧性铝合金材料,其特征在于,由下列各化学成分按质量百分比组成:硅8-10、锰0.2-0.4、镁0.34-0.45、铜3.3-4.0、铁0.65-1.0、镍 $\leq$ 0.3、锌 $\leq$ 1.15、锡 $\leq$ 0.2、铅 $\leq$ 0.1、其余为铝。

2. 一种根据权利要求1所述的发动机缸体用高强度高韧性铝合金材料的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 配料准备:选用铝锭A199.85、硅锭(或硅元素添加剂)和工业镁、钛为原料,并根据合金的成分设计配比各原料的使用量;

(2) 熔炼:熔炼前彻底清洗熔炼炉,并用纯铝锭洗炉;将配料计算好的原料投入熔化炉中进行熔化、精炼除气、扒渣、取样分析、导炉、二次精炼除气和二次取样分析,在熔炼过程中实时调整熔炼的温度,熔炼温度控制在720~750℃,在熔炼过程中对熔体进行充分搅拌以确保成分均匀,熔炼完成后静置30~40分钟待铸造;

(3) 铸造:将预热好的模具取出,将滤板撑好,进行铸造,保持浇包和漏斗顶端的距离为30~35cm,以维持足够的铸造压力,铸造速度为75~90mm/min,铸造水压为0.06~0.08MPa,隔5~10分钟取出铸锭,并抽取连根铸锭进行炉后成品分析;

(4) 炉后成品分析:每铸次抽取2根铸锭,切去头尾各100~150mm后取厚度为25~30mm的低倍试片,检查晶粒度和低倍组织,晶粒度应达到YS/T57标准一级,低倍不允许有明显疏松( $\leq$ 2级)以及裂纹、气孔、夹渣、光亮晶粒及羽毛状晶的缺陷;

(5) 热处理:合金液冷却后取出,采用T5热处理工艺进行热处理,最后得到本发明产品。

3. 根据权利要求2所述的一种发动机缸体用高强度高韧性铝合金材料的制备方法,其特征在于:所述T5热处理工艺条件为:时效处理温度为250℃,时效处理时间为3小时。

4. 根据权利要求2所述的一种发动机缸体用高强度高韧性铝合金材料的制备方法,其特征在于:所述合金材料由下列各化学成分按质量百分比组成:硅9、锰0.3、镁0.38、铜3.5、铁0.8、镍0.2、锌1.0、锡0.15、铅0.05、其余为铝。

5. 根据权利要求4所述的一种发动机缸体用高强度高韧性铝合金材料的制备方法,其特征在于:所述步骤(2)中熔炼温度控制在730℃,熔炼后静置30分钟待铸造。

6. 根据权利要求4所述的一种发动机缸体用高强度高韧性铝合金材料的制备方法,其特征在于:所述步骤(3)中保持浇包和漏斗顶端的距离为30cm,以维持足够的铸造压力,铸造速度为80mm/min,铸造水压为0.07MPa,隔5分钟取出铸锭。

## 一种发动机缸体用高强度高韧性铝合金材料及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及铝合金领域,具体涉及一种发动机缸体用高强度高韧性铝合金材料和一种发动机缸体用高强度高韧性铝合金材料的制备方法。

### 背景技术

[0002] 随着世界范围内的能源危机和环境危机的逐渐显现,节能环保已经成为当今汽车行业研究发展的主流方向之一。此外,居高不下的燃油价格促使消费者更加倾向于购买油耗低的节能型汽车,日益严格的环保法规也在不断敦促汽车厂家降低汽车的废气排放。为了满足低燃油消耗、低污染等要求,各大汽车制造商一方面不断地提高燃油燃烧效率和改善尾气处理,另一方面积极地发展油电混合动力或新能源汽车。与此同时,积极研发新材料以实现汽车轻量化,也是节能减排的一个重要方向,在汽车制造企业中得到高度重视。大量研究报道表明,汽车质量每降低100千克,每百公里就可节油0.6升;而若汽车整车重量降低10%,燃油效率可提高6-8%。

[0003] 基于以上种种优势,汽车轻量化已成为各汽车厂商研发的重点,其中研发并采用新型铝合金材料更是成为了首选。

[0004] 铝合金具有比容小、强度高、铸造成形性好和加工性能优良、膨胀系数小和流动性好等一系列优点,目前国内外大部分轿车发动机缸盖已基本采用高强度铝合金生产。被用作轿车发动机缸体缸盖的材料主要有国内的ZL101、ZL104、ZL702A合金及美国的328.0,法国的A-S5U3,日本的A4CB铝合金等。虽然传统牌号的铝合金在普通使用性能上已经能满足使用要求,但是当零件处于复杂的应力状态时,往往存在许多不足之处。如ZL101虽然合金成分简单,但其力学性能不高,只能用于强度要求不高的零件;ZL104的耐热性比较差等。因此,研发和制造新型高强度高韧性铝合金材料,对于改善汽车轻量化、并进一步提高汽车性能具有重要的应用意义。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种发动机缸体用高强度高韧性铝合金材料及其制备方法,以解决上述缺陷。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采取的技术方案为:所提供的一种发动机缸体用高强度高韧性铝合金材料,由下列各化学成分按质量百分比组成:硅8-10、锰0.2-0.4、镁0.34-0.45、铜3.3-4.0、铁0.65-1.0、镍 $\leq$ 0.3、锌 $\leq$ 1.15、锡 $\leq$ 0.2、铅 $\leq$ 0.1、其余为铝。

[0007] 一种发动机缸体用高强度高韧性铝合金材料的制备方法,包括如下步骤:

[0008] (1) 配料准备:选用铝锭A199.85、硅锭(或硅元素添加剂)和工业镁、钛为原料,并根据合金的成分设计配比各原料的使用量;

[0009] (2) 熔炼:熔炼前彻底清洗熔炼炉,并用纯铝锭洗炉;将配料计算好的原料投入熔化炉中进行熔化、精炼除气、扒渣、取样分析、导炉、二次精炼除气和二次取样分析,在熔炼过程中实时调整熔炼的温度,熔炼温度控制在720~750℃,在熔炼过程中对熔体进行充分

搅拌以确保成分均匀,熔炼完成后静置30~40分钟待铸造;

[0010] (3) 铸造:将预热好的模具取出,将滤板撑好,进行铸造,保持浇包和漏斗顶端的距离为30~35cm,以维持足够的铸造压力,铸造速度为75~90mm/min,铸造水压为0.06~0.08MPa,隔5~10分钟取出铸锭,并抽取连根铸锭进行炉后成品分析;

[0011] (4) 炉后成品分析:每铸次抽取2根铸锭,切去头尾各100~150mm后取厚度为25~30mm的低倍试片,检查晶粒度和低倍组织,晶粒度应达到YS/T57标准一级,低倍不允许有明显疏松( $\leq 2$ 级)以及裂纹、气孔、夹渣、光亮晶粒及羽毛状晶的缺陷;

[0012] (5) 热处理:合金液冷却后取出,采用T5热处理工艺进行热处理,最后得到本发明产品。

[0013] 优选的,所述T5热处理工艺条件为:时效处理温度为250℃,时效处理时间为3小时。

[0014] 优选的,所述合金材料由下列各化学成分按质量百分比组成:硅9、锰0.3、镁0.38、铜3.5、铁0.8、镍0.2、锌1.0、锡0.15、铅0.05、其余为铝。

[0015] 优选的,所述步骤(2)中熔炼温度控制在730℃,熔炼后静置30分钟待铸造。

[0016] 优选的,所述步骤(3)中保持浇包和漏斗顶端的距离为30cm,以维持足够的铸造压力,铸造速度为80mm/min,铸造水压为0.07MPa,隔5分钟取出铸锭。

[0017] 本发明的有益效果:

[0018] (1) 本发明熔炼过程简单易操作,工艺上不需要复杂的操作设备,具有通用性和普适性。

[0019] (2) 通过科学方法优化铝合金的成分配比和热处理工艺参数,可以制备出具备高强度高韧性的铝合金材料。

[0020] (3) 采用微合金技术,通过在铝合金中添加微量元素,提高合金的强度、断裂韧性、耐热性、耐蚀性及可焊性。

[0021] (4) 本发明公开的高强度高韧性铝合金材料晶粒细密,内部无气孔,无裂纹,非常适合用于制造发动机缸盖。在保证性能的基础上,采用新型铝合金材料能将发动机缸盖厚度降低至3.3-3.7mm,达到世界先进水平,进一步减轻汽车发动机重量。

[0022] (5) 本发明严格控制硅、镁的含量,使其控制在一个较窄的范围内,力学性能在限定强化元素含量的条件下要求达到极高值并均一;添加微量钛元素,进一步提高合金的强度、断裂韧性、耐热性、耐蚀性及可焊性。同时结合最优化的热处理工艺条件,从而确保可靠的力学性能和机械性能。

## 附图说明

[0023] 图1为本发明的工艺流程图。

## 具体实施方式

[0024] 为了加深对本发明的理解,下面将集合实施例对本发明作进一步详述,该实施例仅用于解释本发明,并不构成对本发明保护范围的限定。

[0025] 实施例1

[0026] 一种发动机缸体用高强度高韧性铝合金材料,由下列各化学成分按质量百分比组

成:硅9、锰0.3、镁0.38、铜3.5、铁0.8、镍0.2、锌1.0、锡0.15、铅0.05、其余为铝。

[0027] 本发明所述的一种发动机缸体用高强度高韧性铝合金材料的制备方法,包括以下步骤:

[0028] (1) 配料准备:选用铝锭AL99.85、硅锭(或硅元素添加剂)和工业镁、钛为原料,并根据合金的成分设计配比各原料的使用量;

[0029] (2) 熔炼:熔炼前彻底清洗熔炼炉,并用纯铝锭洗炉;将配料计算好的原料投入熔

[0030] 化炉中进行熔化、精炼除气、扒渣、取样分析、导炉、二次精炼除气和二次取样分析等操作,在熔炼过程中实时调整熔炼的温度,熔炼温度控制在730℃。在熔炼过程中对熔体进行充分搅拌以确保成分均匀,熔炼完成后静置30分钟待铸造;

[0031] (3) 铸造:将预热好的模具取出,将滤板撑好,进行铸造,保持浇包和漏斗顶端的距离为30cm,以维持足够的铸造压力,铸造速度为80mm/min,铸造水压为0.07MPa,隔5分钟取出铸锭,并抽取连根铸锭进行炉后成品分析;

[0032] (4) 炉后成品分析:每铸次抽取2根铸锭,切去头尾各100~150mm后取厚度为25~30mm的低倍试片,检查晶粒度和低倍组织,晶粒度应达到YS/T57标准一级,低倍不允许有明显疏松(≤2级)以及裂纹、气孔、夹渣、光亮晶粒及羽毛状晶的缺陷;

[0033] (5) 热处理:合金液冷却后取出,采用T5热处理工艺(工艺条件为:时效处理温度为250℃,时效处理时间为3小时)进行热处理,最后得到本发明产品。

[0034] 实施例2

[0035] 一种发动机缸体用高强度高韧性铝合金材料,由下列各化学成分按质量百分比组成:硅8、锰0.2、镁0.34、铜3.3、铁0.65、镍0.1、锌0.8、锡0.1、铅0.02、其余为铝。

[0036] 一种发动机缸体用高强度高韧性铝合金材料的制备方法,包括如下步骤:

[0037] (1) 配料准备:选用铝锭A199.85、硅锭(或硅元素添加剂)和工业镁、钛为原料,并根据合金的成分设计配比各原料的使用量;

[0038] (2) 熔炼:熔炼前彻底清洗熔炼炉,并用纯铝锭洗炉;将配料计算好的原料投入熔化炉中进行熔化、精炼除气、扒渣、取样分析、导炉、二次精炼除气和二次取样分析,在熔炼过程中实时调整熔炼的温度,熔炼温度控制在720℃,在熔炼过程中对熔体进行充分搅拌以确保成分均匀,熔炼完成后静置40分钟待铸造;

[0039] (3) 铸造:将预热好的模具取出,将滤板撑好,进行铸造,保持浇包和漏斗顶端的距离为30cm,以维持足够的铸造压力,铸造速度为75mm/min,铸造水压为0.06MPa,隔5分钟取出铸锭,并抽取连根铸锭进行炉后成品分析;

[0040] (4) 炉后成品分析:每铸次抽取2根铸锭,切去头尾各100~150mm后取厚度为25~30mm的低倍试片,检查晶粒度和低倍组织,晶粒度应达到YS/T57标准一级,低倍不允许有明显疏松(≤2级)以及裂纹、气孔、夹渣、光亮晶粒及羽毛状晶的缺陷;

[0041] (5) 热处理:合金液冷却后取出,采用T5热处理工艺(工艺条件为:时效处理温度为250℃,时效处理时间为3小时)进行热处理,最后得到本发明产品。

[0042] 实施例3

[0043] 一种发动机缸体用高强度高韧性铝合金材料,由下列各化学成分按质量百分比组成:硅10、锰0.4、镁0.45、铜4.0、铁1.0、镍0.3、锌1.15、锡0.2、铅0.1、其余为铝。

[0044] 一种发动机缸体用高强度高韧性铝合金材料的制备方法,包括如下步骤:

[0045] (1) 配料准备: 选用铝锭A199.85、硅锭(或硅元素添加剂)和工业镁、钛为原料, 并根据合金的成分设计配比各原料的使用量;

[0046] (2) 熔炼: 熔炼前彻底清洗熔炼炉, 并用纯铝锭洗炉; 将配料计算好的原料投入熔化炉中进行熔化、精炼除气、扒渣、取样分析、导炉、二次精炼除气和二次取样分析, 在熔炼过程中实时调整熔炼的温度, 熔炼温度控制在750℃, 在熔炼过程中对熔体进行充分搅拌以确保成分均匀, 熔炼完成后静置30分钟待铸造;

[0047] (3) 铸造: 将预热好的模具取出, 将滤板撑好, 进行铸造, 保持浇包和漏斗顶端的距离为35cm, 以维持足够的铸造压力, 铸造速度为90mm/min, 铸造水压为0.08MPa, 隔10分钟取出铸锭, 并抽取连根铸锭进行炉后成品分析;

[0048] (4) 炉后成品分析: 每铸次抽取2根铸锭, 切去头尾各100~150mm后取厚度为25~30mm的低倍试片, 检查晶粒度和低倍组织, 晶粒度应达到YS/T57标准一级, 低倍不允许有明显疏松(≤2级)以及裂纹、气孔、夹渣、光亮晶粒及羽毛状晶的缺陷;

[0049] (5) 热处理: 合金液冷却后取出, 采用T5热处理工艺(工艺条件为: 时效处理温度为250℃, 时效处理时间为3小时)进行热处理, 最后得到本发明产品。

[0050] 将本发明产品加工成直径为6mm的标准拉伸试样, 根据GB/T228-2002《金属材料室温拉伸试验方法》和GB/T4338-2006《金属材料高温拉伸试验方法》测试室温性能和250℃下的高温性能, 高温性能测试20分钟, 结果如下表:

[0051]

项目	室温性能		高温性能	
	抗拉强度 (MPa)	伸长率 (%)	抗拉强度 (MPa)	伸长率 (%)
实施例 1	320	4.1	238	3.8
实施例 2	310	4.0	230	3.5
实施例 3	315	3.9	232	3.4
ZL702A	305	2.0	215	2.5

[0052] 显然本发明具体实现并不受上述方式的限制, 只要采用了本发明的方法构思和技术方案进行的各种非实质性的改进, 或未经改进将本发明的构思和技术方案直接应用于其它场合的, 均在本发明的保护范围之内。

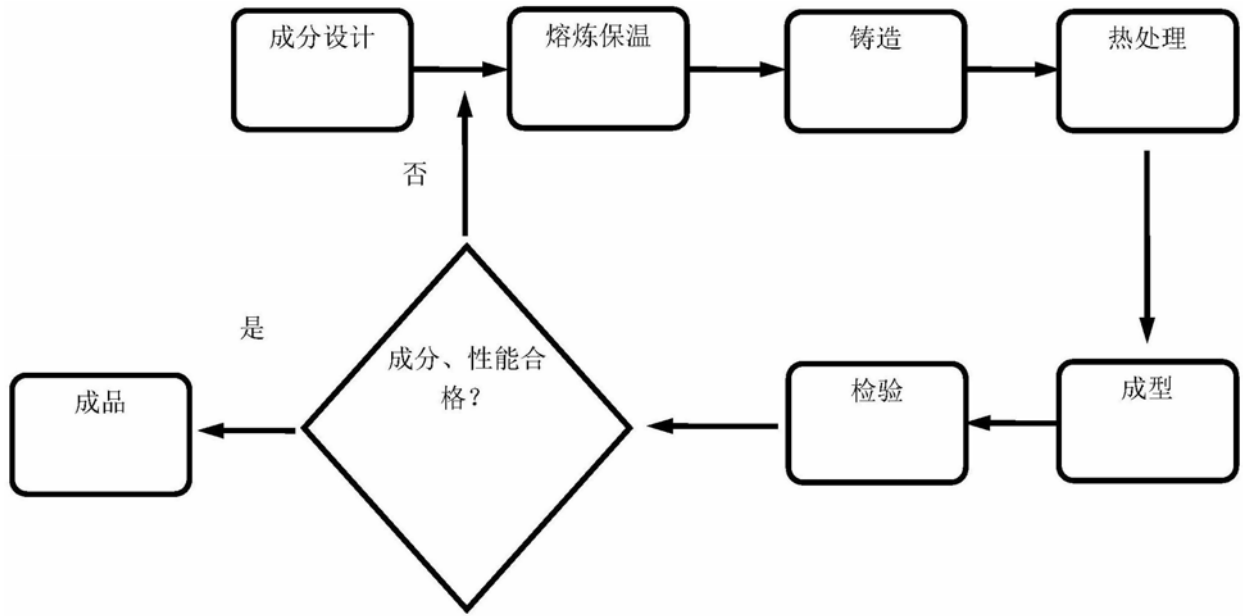


图1