



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118028667 A

(43) 申请公布日 2024.05.14

(21) 申请号 202410330702.X

(22) 申请日 2024.03.21

(71) 申请人 小米汽车科技有限公司

地址 100176 北京市大兴区北京经济技术
开发区科创十街15号院5号楼6层618
室

(72) 发明人 张兴孟 陈孝督 龚俊川

(74) 专利代理机构 北京英创嘉友知识产权代理
事务所(普通合伙) 11447

专利代理师 董琳

(51) Int. Cl.

G22C 21/04 (2006.01)

G22C 1/02 (2006.01)

B22D 17/00 (2006.01)

H02K 15/14 (2006.01)

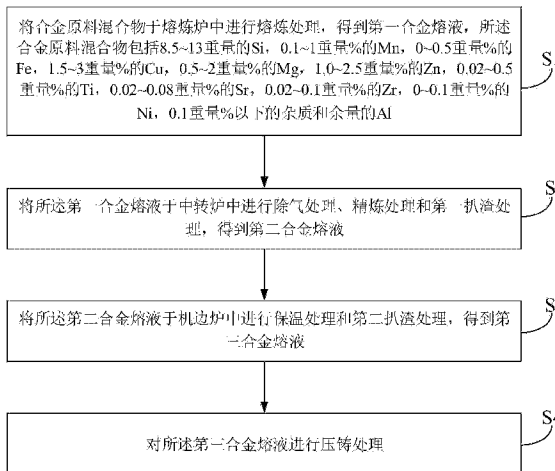
权利要求书2页 说明书12页 附图2页

(54) 发明名称

一种压铸铝合金材料及其制备方法、汽车结
构件

(57) 摘要

本公开涉及一种压铸铝合金材料及其制备方法、汽车结构件,以所述压铸铝合金材料的总重量为基准,所述压铸铝合金材料包括:8.5~13重量的Si,0.1~1重量%的Mn,0~0.5重量%的Fe,1.5~3重量%的Cu,0.5~2重量%的Mg,1.0~2.5重量%的Zn,0.02~0.5重量%的Ti,0.02~0.08重量%的Sr,0.02~0.1重量%的Zr,0~0.1重量%的Ni,0.1重量%以下的杂质和余量的Al。本公开可以在免热处理的条件下,提升压铸材料的屈服强度、抗拉强度和延伸率;并且改善压铸材料的高温性能和抗蠕变性能;并且能够满足电驱壳体的本体性能需求。



1. 一种压铸铝合金材料,其特征在于,以所述压铸铝合金材料的总重量为基准,所述压铸铝合金材料包括:8.5~13重量的Si,0.1~1重量%的Mn,0~0.5重量%的Fe,1.5~3重量%的Cu,0.5~2重量%的Mg,1.0~2.5重量%的Zn,0.02~0.5重量%的Ti,0.02~0.08重量%的Sr,0.02~0.1重量%的Zr,0~0.1重量%的Ni,0.1重量%以下的杂质和余量的Al。

2. 根据权利要求1所述的压铸铝合金材料,其特征在于,所述压铸铝合金材料还含有Bi元素;优选地,以所述压铸铝合金材料的总重量为基准,所述压铸铝合金材料包括0.01~0.1重量%的Bi。

3. 根据权利要求2所述的压铸铝合金材料,其特征在于,以所述压铸铝合金材料的总重量为基准,所述压铸铝合金材料包括:8.8~12重量的Si,0.2~0.8重量%的Mn,0~0.5重量%的Fe,1.5~3.0重量%的Cu,0.03~0.1重量%的Bi,0.5~2.0重量%的Mg,1.3~2.3重量%的Zn,0.02~0.5重量%的Ti,0.02~0.08重量%的Sr,0.02~0.1重量%的Zr,0~0.1重量%的Ni,0.1重量%以下的杂质和余量的Al。

4. 根据权利要求1所述的压铸铝合金材料,其特征在于,所述压铸铝合金材料中,Cu元素与Bi元素的含量之比为40以下,可选地,Cu元素与Ni元素的含量之比为50以下。

5. 根据权利要求1~4中任意一项所述的压铸铝合金材料,其特征在于,所述压铸铝合金材料不包含Mo。

6. 根据权利要求1所述的压铸铝合金材料,其特征在于,所述压铸铝合金材料的本体性能包括:屈服强度为240MPa以上,抗拉强度为320MPa以上,延伸率为1.5%以上。

7. 一种制备压铸铝合金材料的方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、将合金原料混合物于熔炼炉中进行熔炼处理,得到第一合金熔液,所述合金原料混合物包括:8.5~13重量的Si,0.1~1重量%的Mn,0~0.5重量%的Fe,1.5~3重量%的Cu,0.5~2重量%的Mg,1.0~2.5重量%的Zn,0.02~0.5重量%的Ti,0.02~0.08重量%的Sr,0.02~0.1重量%的Zr,0~0.1重量%的Ni,0.1重量%以下的杂质和余量的Al;

S2、将所述第一合金熔液于中转炉中进行除气处理、精炼处理和第一扒渣处理,得到第二合金熔液;

S3、将所述第二合金熔液于机边炉中进行保温处理和第二扒渣处理,得到第三合金熔液;

S4、对所述第三合金熔液进行压铸处理。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,步骤S1中,所述熔炼处理的条件包括:熔炼温度为740~760℃,熔炼气氛温度为700~950℃,熔炼时间为3~13h。

9. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,步骤S2中,所述除气处理的条件包括:除气转数为400~500r/min,除气气源压力为0.35~0.45MPa,除气温度为760~770℃,除气时间为8~10min;

所述精炼处理包括:向除气处理后的第一熔体中通入带有精炼剂粉末的氮气进行第一精炼,再次通入带有精炼剂粉末的氮气进行第二精炼

所述第一扒渣处理包括利用扒渣工具去除浮渣。

10. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,步骤S3中,所述保温处理的条件包括:保温温度为660~680℃,保温时间为30~40min;

所述第二扒渣处理包括利用扒渣工具去除浮渣。

11. 根据权利要求7所述的方法, 其特征在于, 步骤S4中, 所述压铸处理的条件包括: 铸造压力为60MPa以上, 高速速度为3.5m/s以上, 真空度为100mbar以下, 铝液温度为660~680℃, 模具喷涂后温度为120~150℃以上, 压射延迟时间为1s以下。

12. 根据权利要求7~11中任意一项所述的方法制备得到的压铸铝合金材料。

13. 一种汽车结构件, 其特征在于, 包括压铸铝合金材料, 所述压铸铝合金材料为权利要求1~6和12中任意一项所述的压铸铝合金材料。

一种压铸铝合金材料及其制备方法、汽车结构件

技术领域

[0001] 本公开涉及压铸铝合金技术领域,具体地,涉及一种压铸铝合金材料及其制备方法、汽车结构件。

背景技术

[0002] 铝合金以密度小、导热及流动性能好等优点而广泛应用在电机的压铸壳体。当前工业应用最多的压铸铝合金材料为AlSiCu系合金。

[0003] 同样随着新能源汽车的发展,电驱动行业也随之不断地追求极致的功率密度,带来的影响就是对轻量化和高功率具有极致的要求。而随之应运而生的便是使用高强度压铸铝合金的电驱壳体,通过高强度高屈服的电驱壳体能同时解决轻量化及高功率的要求,通过高强度而实现局部的减薄设计能带来减重的效益,而通过高强度也能满足高功率高扭矩所要求的强度性能,在当前一些最高性能电驱动的功率扭矩需求下,甚至要求电驱壳体本体的屈服强度性能达到240MPa以上,因此,开发电驱壳体用的超高强免热处理铝合金势在必行。

[0004] 此外,常规铝合金的性能都是测试的压铸或者浇注的试棒或者试片的性能,其在零部件上测试的性能差异较大,而且没有明确的对应关系。因此,为了更加真实地反映材料在实际零件上的性能,应当更加关注电驱壳体的本体性能,即在零部件本体上进行取样测试。同时,电机工作工况温度最高可达到120℃,某些设计下甚至可能更高,因此在考察材料室温性能的前提下,满足高温性能也是必须的。就金属力学性能而言,常用的测试方法为常温下的单向拉伸试验,得到应力-应变曲线。但是在能源、化工、冶金、航空航天等领域,大量零部件必须长期在高温条件下服役,如电厂超超临界火电机组运行参数可达26.25MPa, 600℃。对于在高温条件下使用的金属材料,如果仅以常温短时静载下的力学性能作为设计选材依据显然是不够的,因为在高温服役环境下材料的力学性能会发生显著变化。材料在工作应力小于该工作温度下材料的屈服强度的情况下,在长期服役过程中也会发生缓慢而连续的塑性变形(即蠕变现象),因此为防止电机长时间工作发生蠕变失效,还需要进一步考察材料的抗蠕变性能。

发明内容

[0005] 本公开的目的是提供一种压铸铝合金材料及其制备方法、汽车结构件,可以在免热处理的条件下,提升压铸材料的屈服强度、抗拉强度和延伸率,满足电驱壳体的本体性能需求;还可以改善压铸材料的高温性能和抗蠕变性能。

[0006] 为了实现上述目的,本公开第一方面提供一种压铸铝合金材料,以所述压铸铝合金材料的总重量为基准,所述压铸铝合金材料包括:8.5~13重量的Si,0.1~1重量%的Mn,0~0.5重量%的Fe,1.5~3重量%的Cu,0.5~2重量%的Mg,1.0~2.5重量%的Zn,0.02~0.5重量%的Ti,0.02~0.08重量%的Sr,0.02~0.1重量%的Zr,0~0.1重量%的Ni,0.1重量%以下的杂质和余量的Al。

[0007] 可选地,所述压铸铝合金材料还含有Bi元素;优选地,以所述压铸铝合金材料的总重量为基准,所述压铸铝合金材料包括0.01~0.1重量%的Bi。

[0008] 可选地,以所述压铸铝合金材料的总重量为基准,所述压铸铝合金材料包括:8.8~12重量的Si,0.2~0.8重量%的Mn,0~0.5重量%的Fe,1.5~3.0重量%的Cu,0.03~0.1重量%的Bi,0.5~2.0重量%的Mg,1.3~2.3重量%的Zn,0.02~0.5重量%的Ti,0.02~0.08重量%的Sr,0.02~0.1重量%的Zr,0~0.1重量%的Ni,0.1重量%以下的杂质和余量的Al。

[0009] 可选地,所述压铸铝合金材料中,Cu元素与Bi元素的含量之比为40以下,可选地,Cu元素与Ni元素的含量之比为50以下。

[0010] 可选地,所述压铸铝合金材料不包含Mo。

[0011] 可选地,所述压铸铝合金材料的本体性能包括:屈服强度为240MPa以上,抗拉强度为320MPa以上,延伸率为1.5%以上。

[0012] 本公开第二方面提供一种制备压铸铝合金材料的方法,包括以下步骤:

[0013] S1、将合金原料混合物于熔炼炉中进行熔炼处理,得到第一合金熔液,所述合金原料混合物包括:8.5~13重量的Si,0.1~1重量%的Mn,0~0.5重量%的Fe,1.5~3重量%的Cu,0.5~2重量%的Mg,1.0~2.5重量%的Zn,0.02~0.5重量%的Ti,0.02~0.08重量%的Sr,0.02~0.1重量%的Zr,0~0.1重量%的Ni,0.1重量%以下的杂质和余量的Al;

[0014] S2、将所述第一合金熔液于中转炉中进行除气处理、精炼处理和第一扒渣处理,得到第二合金熔液;

[0015] S3、将所述第二合金熔液于机边炉中进行保温处理和第二扒渣处理,得到第三合金熔液;

[0016] S4、对所述第三合金熔液进行压铸处理。

[0017] 可选地,步骤S1中,所述熔炼处理的条件包括:熔炼温度为740~760℃,熔炼气氛温度为700~950℃,熔炼时间为3~13h。

[0018] 可选地,步骤S2中,所述除气处理的条件包括:除气转数为400~500r/min,除气气源压力为0.35~0.45MPa,除气温度为760~770℃,除气时间为8~10min;

[0019] 所述精炼处理包括:向除气处理后的第一熔体中通入带有精炼剂粉末的氮气进行第一精炼,再次通入带有精炼剂粉末的氮气进行第二精炼

[0020] 所述第一扒渣处理包括利用扒渣工具去除浮渣。

[0021] 可选地,步骤S3中,所述保温处理的条件包括:保温温度为660~680℃,保温时间为30~40min;

[0022] 所述第二扒渣处理包括利用扒渣工具去除浮渣。

[0023] 可选地,步骤S4中,所述压铸处理的条件包括:铸造压力为60MPa以上,高速速度为3.5m/s以上,真空度为100mbar以下,铝液温度为660~680℃,模具喷涂后温度为120~150℃以上,压射延迟时间为1s以下。

[0024] 本公开第三方面提供根据本公开第二方面所述的方法制备得到的压铸铝合金材料。

[0025] 本公开第四方面提供一种汽车结构件,包括压铸铝合金材料,所述压铸铝合金材料为本公开第一方面或者第三方面所述的免热处理的压铸铝合金材料。

[0026] 通过上述技术方案,本公开提供一种压铸铝合金材料及其制备方法、汽车结构件,该铝合金材料通过合金化控制以及AI模型迭代,通过探索合金材料的元素配比含量,实现压铸铝合金材料的复合变质及细晶强化的效果,得到强度与延伸率综合最优的适用于电机壳体的材料;本公开的压铸铝合金的性能在电机壳体模具上得到了充分验证,在电机筒壁位置(即电机要求强度最高的位置),能实现本体取样性能,压铸铝合金材料具有较高的强度和延伸率;且Cu含量更低,从合金角度考虑,其耐腐蚀性能更好;并且本公开的压铸铝合金材料的高温性能和抗蠕变性能也具有一定的提升,适用于电驱动位于底盘的应用环境;本公开的压铸铝合金无需热处理,即可达到其他常规合金热处理后的性能,无需热处理既能节约成本与减少碳排放,对于零部件的尺寸精度也有较大的收益;本公开的压铸铝合金成本较低,成分中不含稀土,且相比于其他高强铝合金,其铁含量要求相对不高,有利于回收料使用,使得成本进一步降低。

[0027] 本公开的其他特征和优点将在随后的具体实施方式部分予以详细说明。

附图说明

[0028] 附图是用来提供对本公开的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与下面的具体实施方式一起用于解释本公开,但并不构成对本公开的限制。在附图中:

[0029] 图1示出了本公开的制备压铸铝合金材料的方法的流程示意图;

[0030] 图2示出了本公开压铸铝合金用于本体取样的电机壳及取样位置。

[0031] 附图标记说明

[0032] 1-本体取样位置。

具体实施方式

[0033] 以下结合附图对本公开的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是,此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本公开,并不用于限制本公开。

[0034] 本公开第一方面提供一种压铸铝合金材料,以所述压铸铝合金材料的总重量为基准,所述压铸铝合金材料包括:8.5~13重量的Si(硅),0.1~1重量%的Mn(锰),0~0.5重量%的Fe(铁),1.5~3重量%的Cu(铜),0.5~2重量%的Mg(镁),1.0~2.5重量%的Zn(锌),0.02~0.5重量%的Ti(钛),0.02~0.08重量%的Sr(锶),0.02~0.1重量%的Zr(锆),0~0.1重量%的Ni(镍),0.1重量%以下的杂质和余量的Al(铝)。

[0035] 本公开提供了一种压铸铝合金材料,该铝合金材料通过合金化控制以及AI模型迭代,通过摸索Cu、Mg、Ni、Zr、Zn等合金元素的配比含量,实现复合变质及细晶强化的效果,得到强度与延伸率综合最优的适用于电机壳体的材料;本公开的压铸铝合金的性能在电机壳体模具上得到了充分验证,在电机筒壁位置(即电机要求强度最高的位置),能实现本体取样性能,压铸铝合金材料具有较高的强度和延伸率;且Cu含量更低,从合金角度考虑,其耐腐蚀性能更好;并且本公开的压铸铝合金材料的高温性能和抗蠕变性能也具有一定的提升,适用于电驱动位于底盘的应用环境;本公开的压铸铝合金无需热处理,即可达到其他常规合金热处理后的性能,无需热处理既能节约成本与减少碳排放,对于零部件的尺寸精度也有较大的收益;本公开的压铸铝合金成本较低,成分中不含稀土,且相比于其他高强铝合金,其铁含量要求不高,有利于回收料使用,使得成本进一步降低。

[0036] 本公开中,杂质可能包括Cr(铬),Sn(锡),Pb(铅)等,本公开提供的压铸铝合金材料中杂质总量为0.1重量%以下。

[0037] 一种优选实施方式中,所述压铸铝合金材料还含有Bi(铋)元素;优选地,以所述压铸铝合金材料的总重量为基准,所述压铸铝合金材料包括0.01~0.1重量%的Bi。

[0038] 一种优选实施方式中,所述压铸铝合金材料不包含Mo(钼)。本公开发明人发现,加入钼粉的过程中也存在一些技术难点:首先,钼粉的添加量应该恰到好处,过量的钼粉会导致铝合金变脆;其次,钼粉的分布均匀性对于铝合金的性能至关重要,如果分布不均匀,会导致铝合金材料的强度和韧性降低。本公开提供的压铸铝合金材料不加入金属元素Mo,能够避免由金属Mo带来的上述弊端,并且有利于降低成本。

[0039] 硅:是大多数铝合金的主要元素,它能改善合金在高温时的流动性,提高合金抗拉强度,但使塑性下降,当合金中硅含量超过共晶成分,而铜,铁等杂质又较多时,就会产生游离硅,游离硅的硬度很高,加工时导致刀具磨损厉害。此外,高硅铝合金中,硅在铝合金中通常以粗针状组织存在,使得合金的力学性能降低。经本公开发明人研究及摸索,发现在压铸铝合金材料中控制Si含量的最佳区间为8.5~13重量%,既能满足电机壳体一定的延伸率要求,具备抗冲击的能力,也能使合金材料的强度提到较高的水平。

[0040] 铁:铁含量越高,材料的可回收性越好,脱模效果越好。但是铁含量过高会产生脆性针状相,对性能不利,本公开控制压铸铝合金材料中Fe含量的上限为0.5重量%,能够在具有较高脱模回收效果的同时,还能保证材料的优异性能。

[0041] 铜:铜是重要的合金元素,有一定的固溶强化效果,此外时效析出的CuAl₂有着明显的时效强化效果。本公开发明人研究发现,在压铸铝合金中控制铜含量在1.5~3.0重量%之间,能够在提高合金的时效强化效果的同时兼顾合金材料的耐腐蚀性能,优于常规合金A380及ADC12等。

[0042] 铋:Cu的添加会形成强化相CuAl₂,但是CuAl₂的形态对性能也有很大的影响,经过大量试验及调研,本公开发明人发现添加一定量的铋元素(0.01~0.10重量%),能够使得合金材料中的 α -Al/CuAl₂二元共晶由粗大辐射状逐渐转变为均匀细小的短片层结构,共晶硅长针状形态转变为点针状,有利于提高材料的强度性能、高温性能和抗蠕变性能。

[0043] 镁:高硅铝合金中加入少量的镁可提高合金的强度极限、弹性极限、疲劳极限及硬度;但镁的存在会增加合金在熔炼和保温过程中的氧化倾向。镁是一个显著提升强度的元素,Mg和Cu的共同添加除了具有CuAl₂和Mg₂Si相之外,还存在Q-Al₅Mg₈Si₆Cu₂等复杂强化相,经过多种第二相组合后合金的耐热温度可达250℃。本公开发明人针对镁含量展开了重点研究,将Mg含量控制在0.5~2重量%,能够控制压铸铝合金材料的延伸率符合电机壳体的基本需求,同时具有良好的提高强度效果,并且避免了过高含量的镁导致延伸率较低的弊端。

[0044] 锌:有较好的铸造成型性能和力学性能,本公开控制锌含量为1.0~2.5重量%,能够避免锌导致的合金热裂倾向增加以及耐蚀性降低的不利效果;

[0045] 钛:作为铝合金中有效的形核剂,本公开控制钛含量在0.02~0.5重量%的范围内,能够显著细化铝合金的晶粒尺寸,提高室温力学性能和铝合金压延性能;同时形成的Al₃Ti相具有高熔点和高温硬度的特点,还能够提高铝合金的高温强度。

[0046] 锶:是一种有效的共晶硅球化剂,本公开添加0.02~0.08重量%的Sr,能够使共晶

硅由针状转变为纤维状,有助于提高压铸材料的强度性能和韧性。

[0047] 锆:在合金中易形成 $(Al, Si)_3Zr$ 粒子,易成为 $\alpha-Al$ 的异质形核点,细化晶粒,合金强度延伸率同步改善,本公开的压铸铝合金材料包括0.02~0.1重量%的锆,能够避免由于 $(Al, Si)_3Zr$ 粒子易粗化以及高含量Zr对合金性能产生的不利影响,同时能够发挥热稳定相 Al_3Zr 对于铝合金材料的高温性能的有益效果。

[0048] 锰:锰能够使铝合金中铁的片状或针状晶体组织变为细密的晶体形状,锰的存在能减少铁有害影响,本公开向铝合金材料中加入0.1~1重量%的Mn,能够降低铝合金中铁含量较低导致的不利于脱模的问题,同时避免合金中锰含量高时会引起的偏析的现象。

[0049] 镍:本公开的铝合金材料中加入适量的Ni(0~0.1重量%)能够提高铝合金的高温力学性能,并且形成的 Al_7Cu_4Ni 金属间化合物还能够增加高温下微观结构的稳定性。

[0050] 一种优选实施方式中,以所述压铸铝合金材料的总重量为基准,所述压铸铝合金材料包括:

[0051] 8.8~12重量的Si,0.2~0.8重量%的Mn,0~0.5重量%的Fe,1.5~3.0重量%的Cu,0.03~0.1重量%的Bi,0.5~2.0重量%的Mg,1.3~2.3重量%的Zn,0.02~0.5重量%的Ti,0.02~0.08重量%的Sr,0.02~0.1重量%的Zr,0~0.1重量%的Ni,0.1重量%以下的杂质和余量的Al。本实施方式提供的压铸铝合金材料的含量配比有利于进一步提升铝合金材料的性能。

[0052] 一种优选实施方式中,所述压铸铝合金材料中,Cu元素与Bi元素的含量之比为40以下,可选地,Cu元素与Ni元素的含量之比为50以下。本公开发明人发现,当压铸铝合金中的Cu元素与Bi元以及Cu元素与Ni元素的含量之比在本实施方式提供的优化的范围内时,该压铸铝合金材料能够具有更优异的强度性能、高温性能以及抗蠕变性能等。

[0053] 一种具体实施方式中,所述压铸铝合金材料的本体性能包括(室温下):屈服强度为240MPa以上,抗拉强度为320MPa以上,延伸率为1.5%以上;优选地,屈服强度为250MPa以上,抗拉强度为330MPa以上,延伸率为3%以上。本公开提供的压铸铝合金材料的本体性能能够满足电驱动极致功率扭矩的目标。

[0054] 本公开中,压铸铝合金材料的本体性能是指:在实际应用的零件上取出符合要求的拉伸试样,并做拉伸试验得到的零件本体上的强度性能。可以通过以下方法进行本体取样:首先通过压铸工艺得到零件本体,将符合拉伸试样的区域标注出来,随后通过切割得到前面标注出来的样块,利用线切割慢走丝的方式从上述样块中得到标准拉伸试样。

[0055] 一种具体实施方式中,所述铝合金压铸材料的平板模试样120℃下的屈服强度为250MPa以上,抗拉强度为320MPa以上,延伸率为2%以上。常规的ADC12铝合金材料在同等条件下测试性能为:屈服强度为180MPa以上,抗拉强度为270MPa以上,延伸率为2%以上。将本公开的铝合金与现有的ADC12铝合金进行横向对比可知,本公开提供的压铸铝合金材料具有更好的高温性能。

[0056] 一种具体实施方式中,所述铝合金压铸材料的压铸平板模试样总应变为0.155%。ADC12同等条件下测试性能总应变为0.200%,通过两种材料的横向对比可知,本公开提供的压铸铝合金材料抗蠕变性能更好。

[0057] 本公开第二方面提供一种制备压铸铝合金材料的方法,包括以下步骤:

[0058] S1、将合金原料混合物于熔炼炉中进行熔炼处理,得到第一合金熔液,所述合金原

料混合物包括:8.5~13重量的Si,0.1~1重量%的Mn,0~0.5重量%的Fe,1.5~3重量%的Cu,0.5~2重量%的Mg,1.0~2.5重量%的Zn,0.02~0.5重量%的Ti,0.02~0.08重量%的Sr,0.02~0.1重量%的Zr,0~0.1重量%的Ni,0.1重量%以下的杂质和余量的Al;

[0059] S2、将所述第一合金熔液于中转炉中进行除气处理、精炼处理和第一扒渣处理,得到第二合金熔液;

[0060] S3、将所述第二合金熔液于机边炉中进行保温处理和第二扒渣处理,得到第三合金熔液;

[0061] S4、对所述第三合金熔液进行压铸处理。

[0062] 本公开提供的制备压铸铝合金的方法无需进行热处理即可以获得高强度铝合金材料,避免了引入热处理会带来的生产效率的降低、生产成本的增加以及额外的碳排放等弊端。

[0063] 本公开制备采用熔炼设备(包括熔炼炉,中转炉,机边炉等)进行合金锭的熔化(或进行洗炉操作,以成分检测合格为准)。其中熔炼设备为本领域常规装置结构。

[0064] 一种优选实施方式中,所述合金原料混合物包括:

[0065] 8.8~12重量的Si,0.2~0.8重量%的Mn,0~0.5重量%的Fe,1.5~3.0重量%的Cu,0.03~0.1重量%的Bi,0.5~2.0重量%的Mg,1.3~2.3重量%的Zn,0.02~0.5重量%的Ti,0.02~0.08重量%的Sr,0.02~0.1重量%的Zr,0~0.1重量%的Ni,0.1重量%以下的杂质和余量的Al。按照本实施提供的优化的合金原料制备得到的压铸铝合金材料具有更好的强度性能和延伸率,并且材料的高温性能和抗蠕变性能也得到了进一步的提升。

[0066] 一种实施方式中,步骤S1中,所述熔炼处理的条件包括:熔炼温度为740~760℃,熔炼气氛温度为700~950℃,熔炼时间为3~13h;优选地,熔炼温度为745~755℃,熔炼气氛温度为750~850℃,熔炼时间为5~8h。

[0067] 一种实施方式中,步骤S2中,所述除气处理的条件包括:除气转数为400~500r/min,除气气源压力为0.35~0.45MPa,除气温度为760~770℃,除气时间为8~10min;优选地,除气转数为450~500r/min,除气气源压力为0.4~0.45MPa,除气温度为765~770℃,除气时间为9~10min;

[0068] 所述精炼处理包括:向除气处理后的第一熔体中通入带有精炼剂粉末的氮气进行第一精炼处理,再次通入带有精炼剂粉末的氮气进行第二精炼处理;其中,精炼剂采用本领域常规选择的种类,可以通过普通商购渠道获得;

[0069] 所述第一扒渣处理包括利用扒渣工具去除浮渣。

[0070] 一种实施方式中,步骤S3中,所述保温处理的条件包括:保温温度为660~680℃,保温时间为30~40min;优选地,保温温度为670~680℃,保温时间为35~40min;

[0071] 所述第二扒渣处理包括利用扒渣工具去除浮渣。

[0072] 一种实施方式中,步骤S4中,所述压铸设备为力劲DC2500压铸机,所述压铸处理的条件包括:铸造压力为60MPa以上,高速速度为3.5m/s以上,真空度为100mbar以下,铝液温度为660~680℃,模具喷涂后温度为120~150℃以上,压射延迟时间为1s以下。优选地,铸造压力为80~100MPa,高速速度为4.5m/s以上,真空度为50~60mbar,铝液温度为670~680℃,模具喷涂后温度为140~150℃,压射延迟时间为1s以下。

[0073] 一种实施方式中,所述方法还包括:对步骤S1所得第一合金熔液进行第一成分检

测处理;当第一成分检测处理的结果符合第一条件,使所述第一合金熔液进行步骤S2;

[0074] 对步骤S2所得第二合金熔液进行第二成分检测处理;当第二成分检测处理的结果符合第二条件,使所述第二合金熔液进行步骤S3;

[0075] 对步骤S3所得第三合金熔液进行第三成分检测处理;当第三成分检测处理的结果符合第三条件,使所述第三合金熔液进行步骤S4;

[0076] 可选地,所述第一条件、第二条件和第三条件各自独立地包括:

[0077] 合金熔液的组成包括:8.5~13重量的Si,0.1~1重量%的Mn,0~0.5重量%的Fe,1.5~3重量%的Cu,0.5~2重量%的Mg,1.0~2.5重量%的Zn,0.02~0.5重量%的Ti,0.02~0.08重量%的Sr,0.02~0.1重量%的Zr,0~0.1重量%的Ni,0.1重量%以下的杂质和余量的Al;优选为8.8~12重量的Si,0.2~0.8重量%的Mn,0~0.5重量%的Fe,1.5~3.0重量%的Cu,0.03~0.1重量%的Bi,0.5~2.0重量%的Mg,1.3~2.3重量%的Zn,0.02~0.5重量%的Ti,0.02~0.08重量%的Sr,0.02~0.1重量%的Zr,0~0.1重量%的Ni,0.1重量%以下的杂质和余量的Al。本公开在制备过程中,对于每个步骤得到的合金熔液均进行成分检测,能够保证最终的合金材料的组成满足要求。

[0078] 本公开第三方面提供根据本公开第二方面所述的方法制备得到的铸造铝合金材料。

[0079] 本公开第四方面提供一种汽车结构件,包括压铸铝合金材料,所述压铸铝合金材料为本公开第一方面或者第三方面所述的免热处理的压铸铝合金材料。

[0080] 进一步地,所述汽车结构件包括由压铸成型且对零件本身有高强度高屈服需求的零件,包括但不限于电机壳体,电机端盖,减速器壳体等电驱零件。如图2所示,图2中所示的结构电机壳,其中本体取样位置1在电机壳上。

[0081] 以下通过实施例进一步详细说明本发明。实施例中所用到的原材料均可通过商购途径获得。

[0082] 实施例1

[0083] 本实施例按照表1中所列合金原料组成进行铝合金材料制备,条件包括:

[0084] (1) 将配置好的合金锭放入熔炼炉中,设置熔炼温度为750℃,熔炼气氛温度为850℃,熔炼时间为8h,充分熔化,并检测其成分是否符合要求(通过舀取小部分熔液凝固后进行OES(光学发射光谱)成分检测方法检测),合格后进行下一步操作;

[0085] (2) 将熔化的合金溶液转至中转炉,除气,精炼以及扒渣,其中,除气处理的条件包括:除气转数为450r/min,除气气源压力为0.4MPa,温度为765℃,时间为10min;精炼处理的条件包括:在温度760℃下,加入精炼剂进行第一精炼再次通入带有精炼剂粉末的氮气进行第二精炼处理,在精炼过程中伴随着均匀地轻微搅拌,静置10分钟;然后利用扒渣工具将浮渣撇去;检测其成分是否符合要求,合格后进行下一步操作;

[0086] (3) 将中转炉的合金溶液转运至机边炉,进行保温,同时进行扒渣处理,其中保温温度为680℃保温时间为30min,并检测其成分是否符合要求,合格后进行下一步操作;

[0087] S4:进行压铸,压铸参数包括:压机吨位为2500Ton,铸造压力为60MPa以上,高速速度为3.5m/s,真空度为60mbar,铝液温度为660℃,模具喷涂后温度为150℃,压射延迟时间为1s。

[0088] 实施例2~7

[0089] 实施例2~7参照实施例1中的制备方法,与实施例1的不同之处在:按照表1中所列合金原料组成进行铝合金材料制备,其余过程与实施例1相同。

[0090] 实施例8

[0091] 本实施例按照实施例1中的原料配方配制合金原料混合物,与实施例1的不同之处在于改变制备工艺条件:

[0092] (1) 将配置好的合金锭放入熔炼炉中,设置熔炼温度为790℃,熔炼气氛温度为850℃,熔炼时间为10h,充分熔化,并检测其成分是否符合要求,合格后进行下一步操作;

[0093] (2) 将熔化的合金溶液转至中转炉,除气,精炼以及扒渣,其中,除气处理的条件包括:除气转数为380r/min,除气气源压力为0.3MPa,温度为780℃,时间为3min;精炼处理的条件包括:在温度780℃下,加入精炼剂进行第一精炼处理,再次通入带有精炼剂粉末的氮气进行第二精炼处理,同时伴随着均匀地轻微搅拌,静置3分钟,然后利用扒渣工具将浮渣撇去;检测其成分是否符合要求,合格后进行下一步操作;

[0094] (3) 将中转炉的合金溶液转运至机边炉,进行保温,同时进行扒渣处理,其中保温温度为680℃,保温时间为1h;并检测其成分是否符合要求,合格后进行下一步操作;

[0095] S4:进行压铸,压铸参数包括:压机吨位为3000Ton,铸造压力为60MPa以上,高速速度为3m/s,真空度为100mbar,铝液温度为680℃,模具喷涂后温度为150℃,压射延迟时间为1s。

[0096] 对比例1~9

[0097] 对比例1~9参照实施例1中的制备方法,与实施例1的不同之处在:按照表1中所列合金原料组成进行铝合金材料制备,其余过程与实施例1相同。

[0098] 对比例10

[0099] 本对比例参照CN116752018A实施例1中的配方和制备工艺,制备得到铝合金材料。

[0100] 表1

编号	Si,重量%	Mn,重量%	Fe,重量%	Cu,重量%	Bi,重量%	Mg,重量%	Zn,重量%	Ti,重量%	Sr,重量%	Zr,重量%	Ni,重量%	Cu/Bi	Cu/Ni
实施例 1	9.32	0.54	0.11	2.08	0.065	1.20	1.71	0.13	0.03	0.04	0.05	32	41.6
实施例 2	9.32	0.54	0.11	2.08	0.065	1.20	1.71	0.13	0.03	0.04	-	32	-
实施例 3	9.32	0.54	0.11	2.08	0.021	1.20	1.71	0.13	0.03	0.04	-	99	-
实施例 4	9.32	0.46	0.26	2.21	-	1.23	1.74	0.12	0.03	0.04	-	-	-
实施例 5	12.22	0.54	0.11	2.08	0.065	1.20	1.71	0.13	0.03	0.04	-	32	-
实施例 6	9.32	0.18	0.11	2.08	0.065	1.20	1.71	0.13	0.03	0.04	-	32	-
实施例 7	9.32	0.54	0.11	2.08	0.065	1.20	1.19	0.13	0.03	0.04	-	32	-
[0101] 对比例 1	10.9	0.20	0.89	1.86	0.065	0.18	0.87	0.054	-	-	-	29	-
对比例 2	10.2	0.79	0.16	1.15	0.065	2.12	0.20	0.13	0.02	0.16	-	18	-
对比例 3	11.0	0.34	0.41	2.42	0.065	0.33	-	0.21	-	-	-	37	-
对比例 4	12.0	0.50	0.6	0.25	-	0.40	0.50	0.30	0.04	0.30	-	-	-
对比例 5	7.50	0.38	0.13	0.04	-	0.22	-	0.046	-	-	0.12	-	0.3
对比例 6	8.05	0.08	0.32	0.53	-	1.06	0.16	0.18	-	-	-	-	-
对比例 7	13.5	0.54	0.11	2.08	-	1.20	1.71	0.13	0.03	0.04	-	-	-
对比例 8	9.32	0.54	0.11	3.50	-	1.20	1.71	0.13	0.03	0.04	-	-	-
对比例 9	9.32	0.54	0.11	2.08	-	2.31	1.71	0.13	0.03	0.04	-	-	-

[0102] 其中,在合金配方中,“-”表示不添加或不存在;在Cu/Bi以及Cu/Ni的含量之比数据中,“-”表示因Bi或者Ni含量为0,无法得到计算结果(也可以认为结果为无穷大)。

[0103] 测试例1

[0104] 本测试例用于对以上实施例和对比例制备所得产品进行本体取样并进行力学性能测试。

[0105] 进行本体取样的方法为:首先通过压铸工艺得到零件本体,将符合拉伸试样的区域标注出来,随后通过切割得到前面标注出来的样块,利用线切割慢走丝的方式从上述样块中得到标准拉伸试样;样品规格为按ASTME8的小尺寸试验,厚度为本体实际厚度,约5~6mm,取拉伸试样。

[0106] 本体试样的屈服强度、抗拉强度和延伸率的测试方法参照标准GB/T228.1-2021金属材料拉伸试验第1部分:室温试验方法。将测试结果列于下表2。

[0107] 表2

本体性能测试结果	屈服强度 /Mpa	抗拉强度 /Mpa	延伸率 /%
实施例 1	257	348	3.0
实施例 2	250	325	3.0
实施例 3	248	324	2.5
实施例 4	243	323	2.5
实施例 5	268	353	1.5
实施例 6	249	324	2.5
实施例 7	241	322	2.0
实施例 8	241	320	1.5
[0108] 对比例 1	153	253	2.0
对比例 2	161	252.7	2.1
对比例 3	160	300	5.0
对比例 4	190	315	3.0
对比例 5	153	235	7.6
对比例 6	184	310	5.0
对比例 7	267	375	1.0
对比例 8	266	378	1.5
对比例 9	287	357	1.0
对比例 10	226	330	2.9

[0109] 根据上表2中的数据可以看出：

[0110] 将实施例1~7与对比例1~10进行比较可知,对比例1~10中未采用本公开提供的金属配比进行合金制备,实施例1~7得到的免热处理的压铸铝合金材料在保证较高延伸率的同时,具有较高的屈服强度和拉伸强度,综合性能更好。

[0111] 将实施例1~2与实施例3~7进行比较可知,实施例1~2的合金组成在本公开提供的优选的范围内,相比于实施例3~7,实施例1~2得到的铝合金材料的屈服强度、拉伸强度和延伸率更高。

[0112] 将实施例3与实施例4进行比较,实施例4的铝合金材料中未添加金属Bi,实施例3中加入了金属Bi,实施例3中得到的铝合金材料的强度性能优于实施例4;

[0113] 将实施例3与实施例2进行比较可知,实施例2的合金组成在本公开提供的优选的范围内,并且Cu元素与Bi元素的质量比不高于40,相比于实施例3,实施例2的强度性能和延伸率更优异;

[0114] 将实施例2与实施例1进行比较可知,实施例1的合金组成在本公开提供的优选的范围内,并且实施例1中Cu元素与Ni元素的质量比不高于50,实施例1得到的铝合金材料的屈服强度和抗拉强度相比实施例2的铝合金材料得到了明显提升;

[0115] 将实施例1与实施例8进行比较可知,实施例1中按照本公开提供的优化的工艺条件制备得到的铝合金材料的屈服强度、拉伸强度和延伸率更高。

[0116] 测试例2

[0117] 本测试例用于对实施例1~7和对比例1(ADC12合金)和对比例10制备所得铝合金

材料产品进行高温性能测试。

[0118] 试棒120℃力学性能测试方法包括:参照GB/T228.2-2015《金属材料拉伸试验第2部分:高温试验方法》,采用电液伺服疲劳试验机Landmark370.25。

[0119] 将测试结果列于下表3。

[0120] 表3

试棒 120℃力学性能结果	屈服强度 /Mpa	抗拉强度 /Mpa	延伸率 /%
实施例 1	355	256	3.5
实施例 2	346	248	3.0
实施例 3	341	245	3.0
[0121] 实施例 4	337	242	2.7
实施例 5	358	261	1.5
实施例 6	339	242	2.8
实施例 7	343	244	2.8
对比例 1	282	189	4.5
对比例 10	325	223	2.1

[0122] 根据上表3中的数据可以看出:

[0123] 将实施例1~7与对比例1和10相比,实施例1~7得到的合金材料在120℃测试条件下,在保证较高延伸率的基础上,屈服强度和拉伸强度更高,即实施例1~7中按照本公开提供的方法得到的铝合金材料的高温性能更好;

[0124] 将实施例1~2与实施例3~7进行比较可知,实施例1~2的合金组成在本公开提供的优选的范围内,相比于实施例3~7,实施例1~2得到的铝合金材料的高温性能更好,能够同时兼顾强度性能和延伸率;

[0125] 将实施例3与实施例4进行比较,实施例4的铝合金材料中未添加金属Bi,实施例3中加入了金属Bi,实施例3中得到的铝合金材料的高温性能优于实施例4;

[0126] 将实施例3与实施例2进行比较可知,实施例2的合金组成在本公开提供的优选的范围内,并且Cu元素与Bi元素的质量比不高于40,相比于实施例3,实施例2的高温性能更优异;

[0127] 将实施例2与实施例1进行比较可知,实施例1的合金组成在本公开提供的优选的范围内,并且实施例1中Cu元素与Ni元素的质量比不高于50,实施例1得到的铝合金材料的高温性能明显优于实施例2的铝合金材料。

[0128] 测试例3

[0129] 本测试例用于对以上实施例1和对比例1(ADC12合金)和10制备所得铝合金材料产品进行平板模抗蠕变性能测试。

[0130] 平板模抗蠕变性能测试方法包括:参照GB/T2039《金属材料单轴拉伸蠕变试验方法》,测试温度120℃,初始负载90MPa,蠕变时间为100h,设备为蠕变试验机RDL-10。

[0131] 将测试结果列于下表4。

[0132] 表4

[0133]	平板模结果	总应变/%
	实施例1	0.155
	对比例1	0.200
	对比例10	0.179

[0134] 根据上表4中的数据可以看出,相比于对比例1和10,实施例1提供的铝合金材料的总应变更小,具有更好的抗蠕变性能。

[0135] 以上结合附图详细描述了本公开的优选实施方式,但是,本公开并不限于上述实施方式中的具体细节,在本公开的技术构思范围内,可以对本公开的技术方案进行多种简单变型,这些简单变型均属于本公开的保护范围。

[0136] 另外需要说明的是,在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征,在不矛盾的情况下,可以通过任何合适的方式进行组合,为了避免不必要的重复,本公开对各种可能的组合方式不再另行说明。

[0137] 此外,本公开的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合,只要其不违背本公开的思想,其同样应当视为本公开所公开的内容。

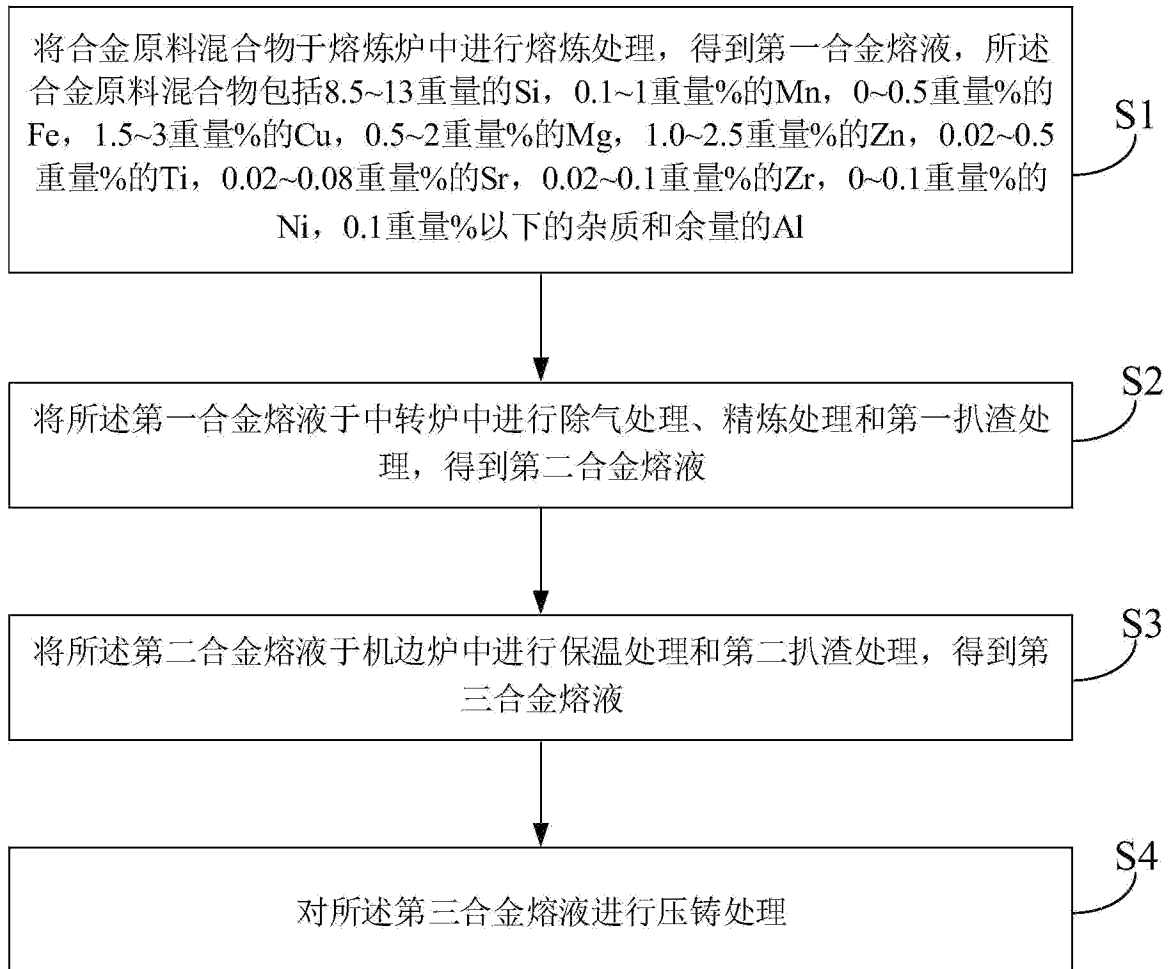


图1

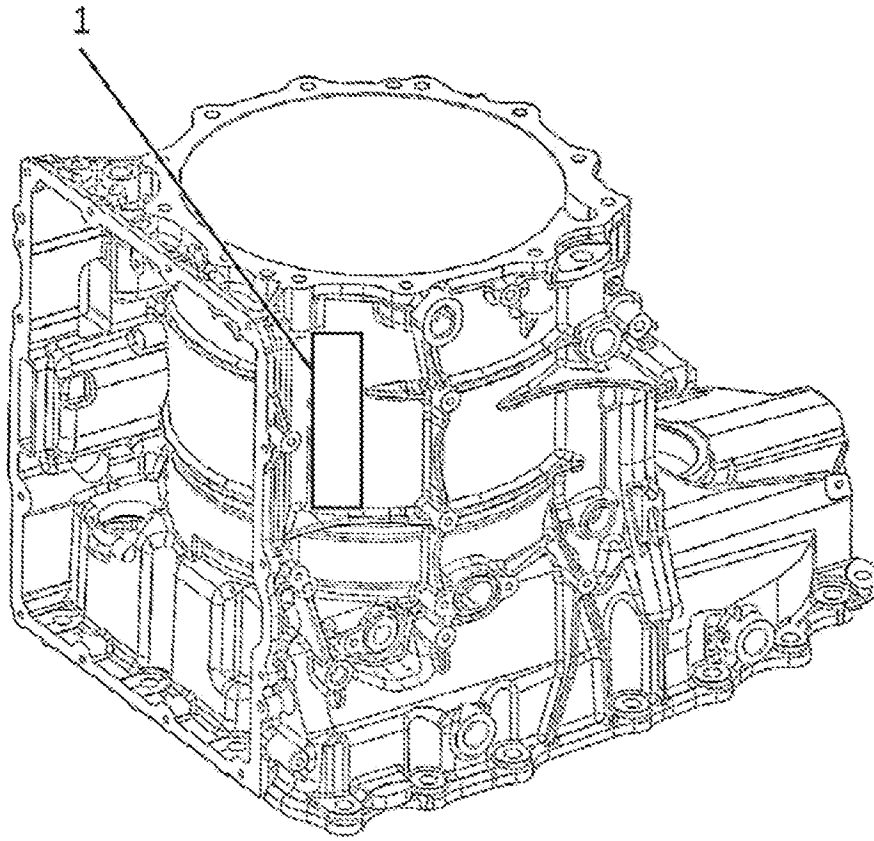


图2