(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116752017 A
(43)申请公布日 2023.09.15

(21)申请号 202310711643.6

(22)申请日 2023.06.15

(71)申请人 福建科源新材料股份有限公司
地址 353399 福建省三明市将乐县古镛镇积善村1-1层

(72)发明人 陈诒宝 杨先锋 陈代宝 刘兆龙 侯泉良 罗艳华 方亮 陈广福

(74)专利代理机构 北京和联顺知识产权代理有限公司 11621
专利代理师 郭苗苗

(51)Int.Cl.
C22C 21/00(2006.01)
C22C 1/03(2006.01)
C22C 1/12(2023.01)
B22D 17/00(2006.01)
B22D 17/28(2006.01)
B22D 17/32(2006.01)
H01M 10/613(2014.01)
H01M 10/625(2014.01)
H01M 10/6554(2014.01)
H01M 10/653(2014.01)
H01M 10/6568(2014.01)

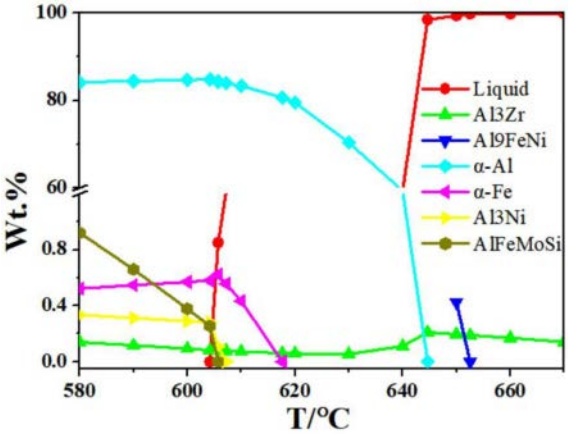
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种电池水冷板用铝合金及其制备方法

(57)摘要

本发明涉及一种电池水冷板用铝合金及其制备方法，包括质量百分比的以下材料：Ni4-6%、Mn0.4-0.6%、Fe0.4-0.8%、Si0.5-0.8%、Mo0.5-0.8%、Zr0.2-0.3%，余量为铝和不可避免的杂质元素，每种杂质元素含量≤0.1%，杂质元素总量≤0.3%。本发明通过创新性的引入AlFeMoSi四元高温稳定相，进一步提升合金的高温强度，且该析出相熔点大于600℃，不影响高温焊接工艺，同时Mo的加入消耗一部分Fe、Si元素，增大了合金中Fe、Si元素的许用量，有效降低铸造合金成本。



CN 116752017 A

1.一种电池水冷板用铝合金，其特征在于，包括质量百分比的以下材料：Ni4-6％、Mn0.4-0.6％、Fe0.4-0.8％、Si0.5-0.8％、Mo0.5-0.8％、Zr0.2-0.3％，余量为铝和不可避免的杂质元素，每种杂质元素含量≤0.1％，杂质元素总量≤0.3％。

2.根据权利要求1所述的一种电池水冷板用铝合金，其特征在于：所述Mn、Fe质量比为Mn:Fe＝0.5-1:1，且Mn和Fe的总质量百分比Mn+Fe≤1.2％。

3.根据权利要求1所述的一种电池水冷板用铝合金，其特征在于：所述Mo、Si质量比为Mo:Si＝0.9-1.1:1。

4.根据权利要求1-3任意一项所述的一种电池水冷板用铝合金的制备方法，其特征在于，包含以下步骤：

S1：熔炼：依次加入铝锭及其他中间合金，待完全熔化后，进行精炼处理，得到纯净的铝合金熔体；

S2：流变压铸成形：将铝合金熔体通过倾斜设置的可旋转的开口坩埚控温后流入压铸机料筒中制备流变浆料，随后直接进行压铸成形，获得铝合金薄板材料。

5.根据权利要求4所述的一种电池水冷板用铝合金的制备方法，其特征在于：所述铝合金熔体通过开口坩埚后的浆料温度为580-620℃，相应的先析出固相的质量百分比为20-40％。

6.根据权利要求4所述的一种电池水冷板用铝合金的制备方法，其特征在于：通过所述开口坩埚前的铝合金熔体温度为680-720℃。

7.根据权利要求4所述的一种电池水冷板用铝合金的制备方法，其特征在于：所述开口坩埚的倾斜角度为30-60°。

8.根据权利要求4所述的一种电池水冷板用铝合金的制备方法，其特征在于：所述开口坩埚内壁包含间隔设置的凸起；所述凸起的凸起高度为3-15mm，相邻凸起直接的间隔为30-50mm。

9.根据权利要求8所述的一种电池水冷板用铝合金的制备方法，其特征在于：所述凸起内部设有用于监控实时温度的热电偶。

10.根据权利要求4所述的一种电池水冷板用铝合金的制备方法，其特征在于：所述开口坩埚的旋转速度为50-150rpm。

一种电池水冷板用铝合金及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及铝合金领域,尤其涉及一种电池水冷板用铝合金及其制备方法。

背景技术

[0002] 随着我国新能源汽车的快速发展,对电池系统提出了更高的要求。随着行车里程的增加,对电池的冷却系统提出了更高的要求。新能源汽车的电池冷却系统主要包括电池、电池冷却器和水冷板等重要部件,其中水冷板用铝合金材料主要通过高温钎焊将两块铝板进行连接。目前大量应用的主要是3000系和6000系变形铝合金,通过锻造、轧制等方式制备,生产周期长,加工成本高,材料利用率低,无法满足快速增长的生产需求。此外,变形合金对Fe、Si等杂质元素控制比较严格,进一步提高了产品的成本。而以Al-Si、Al-Cu、Al-Mg系合金为代表的传统的铸造铝合金,铸造性能优异,生产周期短,可以显著降低成本。但在钎焊温度达到580-600℃时,铸造铝合金的中间相熔点较低,在高温钎焊槽中长时间浸泡时会出现过烧、重熔,进而产生鼓泡缺陷,破坏产品结构。若能通过铸造的方式成形,开发适于铸造成形的水冷板材料,大大降低生产周期与成本,满足新能源汽车电池系统的迫切需求,未来将具有十分广阔的市场需求。

发明内容

[0003] (一)要解决的技术问题

[0004] 为了解决现有技术的上述问题,本发明提供一种电池水冷板用铝合金及其制备方法。

[0005] (二)技术方案

[0006] 为了达到上述目的,本发明采用的主要技术方案包括:

[0007] 一种电池水冷板用铝合金,其特征在于,包括质量百分比的以下材料:Ni 4-6%、Mn 0.4-0.6%、Fe 0.4-0.8%、Si 0.5-0.8%、Mo 0.5-0.8%、Zr0.2-0.3%,余量为铝和不可避免的杂质元素,每种杂质元素含量≤0.1%,杂质元素总量≤0.3%。

[0008] 进一步的,所述Mn、Fe质量比为Mn:Fe=0.5-1:1,且Mn和Fe的总质量百分比Mn+Fe≤1.2%。

[0009] 进一步的,所述Mo、Si质量比为Mo:Si=0.9-1.1:1。

[0010] 一种电池水冷板用铝合金的制备方法,其特征在于,包含以下步骤:

[0011] S1:熔炼:依次加入铝锭及其他中间合金,待完全熔化后,进行精炼处理,得到纯净的铝合金熔体;

[0012] S2:流变压铸成形:将铝合金熔体通过倾斜设置的可旋转的开口坩埚控温后流入压铸机料筒中制备流变浆料,随后直接进行压铸成形,获得铝合金薄板材料。

[0013] 进一步的,所述铝合金熔体通过开口坩埚后的浆料温度为580-620℃,相应的先析出固相的质量百分比为20-40%。

[0014] 进一步的,通过所述开口坩埚前的铝合金熔体温度为680-720℃。

[0015] 进一步的,所述开口坩埚的倾斜角度为30-60°。

[0016] 进一步的,所述开口坩埚内壁包含间隔设置的凸起;所述凸起的凸起高度为3-15mm,相邻凸起直接的间隔为30-50mm。

[0017] 进一步的,所述凸起内部设有用于监控实时温度的热电偶。

[0018] 进一步的,所述开口坩埚的旋转速度为50-150rpm。

[0019] (三)有益效果

[0020] 本发明的有益效果是:

[0021] 1、本发明提供的用于新能源汽车电池水冷板的铝合金材料,通过引入热稳定性高的AlFeMoSi四元相,材料热稳定性优良,在后续钎焊过程中不会产生过烧重熔问题,同时含Mo相的形成可以消耗Fe、Si杂质相,增大Fe、Si许用量,本发明中Fe、Si杂质可以高一些,因为不会形成低熔点的相,较高的Fe、Si元素通过形成高熔点的AlFeMoSi相,Fe元素的增大可以降低材料与模具之间的粘模问题。同时Si元素的添加有助于改善合金流动性,减少铸造缺陷,此外,Zr元素的加入有助于细化基体组织,同时本发明又引入斜管法流变压铸工艺,通过温度场精确控制,获得均匀的浆料组织,有效减少压铸成形后的缺陷,保证后期钎焊过程。

[0022] 2、合金材料中Ni含量在4-6%之间,保证该合金流动性。

[0023] 3、合金材料中Mn、Fe质量比Mn:Fe在0.5-1.0之间,且Mn+Fe≤1.2%,增大合金中Fe元素许用量,降低合金成本,同时也降低合金的粘模倾向;合金材料中Mo:Si元素质量百分比0.9-1.1之间,促进AlFeMoSi相形成,显著提高合金的高温强度,同时Si含量增加改善合金流动性,但不生成低熔点的共晶Si相。

[0024] 4、开口坩埚内壁由波浪起伏的表面组成。起伏的表明有助于熔体散热和初生固相的组织调控,进而获得初生相大小均匀的浆料组织。

[0025] 5、熔体通过开口坩埚内壁后浆料温度为580-620℃,相应的先析出固相的质量百分比为20-40%。流变浆料的固相分数是通过控制浇注温度和开口坩埚末端的浆料温度,进而实现固相分数的准确控制,通过控制浇注温度和开口坩埚不同凸起部位的实时测温,当温度过高时,增加坩埚转速,进而确保坩埚末端的浆料温度在580-620之间,从而实现浆料温度的准确控制。

[0026] 6、多个热电偶可以对开口坩埚熔体进行实时测温,并通过斜管旋转的转速来改变散热过程,进而实现对温度的动态控制,保证浆料的均匀性。

[0027] 7、采用本发明的材料成分及流变压铸成形方法制备的薄壁产品,有效改善粘模倾向,提高成品率高,同时通过流变压铸成形方法,减少压铸过程中的卷气等缺陷,实现近终成形,后续可直接进行高温钎焊。相较于目前的变形材料,机加工量小,提高材料利用率,生产率显著提高,在当前销量激增新能源汽车领域应用前景广阔。

附图说明

[0028] 为了更清楚地说明本发明实施方式的技术方案,下面将对实施方式中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,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他相关的附图。

[0029] 图1是本发明斜管法流变制浆与压铸过程示意图；

[0030] 图2是本发明成分为Al-4Ni-0.5Mn-0.7Fe-0.5Si-0.5Mo-0.2Zr时热力学计算的合金中相组成及析出温度图；

具体实施方式

[0031] 为使本发明实施方式的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施方式中的附图，对本发明实施方式中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施方式是本发明一部分实施方式，而不是全部的实施方式。基于本发明中的实施方式，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施方式，都属于本发明保护的范围。因此，以下对在附图中提供的本发明的实施方式的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围，而是仅仅表示本发明的选定实施方式。基于本发明中的实施方式，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施方式，都属于本发明保护的范围。

[0032] 实施例1：

[0033] 一种用于新能源汽车电池水冷板的铝合金材料，具体成分配比为Al-4Ni-0.5Mn-0.7Fe-0.5Si-0.5Mo-0.2Zr，其他单种杂质元素控制在0.1％以下，其他杂质元素总量控制在0.3％以下。采用斜管法流变压铸的方法成形；如图1所示，将舀勺100内的合金熔体110倒入倾斜设置的开口坩埚200内，开口坩埚200的倾斜角度为30度，凸起210高度为3mm，凸起210间的间隔为30mm，所述凸起210为近似半球形凸起，凸起内设有用于监控实时温度的热电偶220，通过开口坩埚200末端的浆料温度在610-620℃流入料筒300内完成制备流变浆料，随后压铸成形获得流变压铸薄板400。采用上述方法制备的流变压铸产品组织致密，无铸造裂纹，在600℃以上进行高温钎焊时无鼓泡缺陷。

[0034] 实施例2：

[0035] 一种用于新能源汽车电池水冷板的铝合金材料，具体成分配比为Al-5Ni-0.4Mn-0.8Fe-0.8Si-0.72Mo-0.25Zr，其他单种杂质元素控制在0.1％以下，其他杂质元素总量控制在0.3％以下。采用斜管法流变压铸的方法成形，开口坩埚200的结构与设置方式与实施例1相同；通过开口坩埚200末端的浆料温度在590-600℃时完成制备，随后压铸成形。采用上述方法制备的流变压铸产品组织致密，无铸造裂纹，在600℃以上进行高温钎焊时无鼓泡缺陷。

[0036] 实施例3：

[0037] 一种用于新能源汽车电池水冷板的铝合金材料，具体成分配比为Al-5Ni-0.4Mn-0.4Fe-0.6Si-0.54Mo-0.3Zr，其他单种杂质元素控制在0.1％以下，其他杂质元素总量控制在0.3％以下。采用斜管法流变压铸的方法成形，开口坩埚200的结构与设置方式与实施例1相同；通过开口坩埚200末端的浆料温度在595-605℃时完成制备，随后压铸成形。采用上述方法制备的流变压铸产品组织致密，无铸造裂纹，在600℃以上进行高温钎焊时无鼓泡缺陷。

[0038] 实施例4：

[0039] 一种用于新能源汽车电池水冷板的铝合金材料，具体成分配比为Al-5.5Ni-0.6Mn-0.6Fe-0.77Si-0.7Mo-0.25Zr，其他单种杂质元素控制在0.1％以下，其他杂质元素

总量控制在0.3%以下。采用斜管法流变压铸的方法成形，开口坩埚200的结构与设置方式与实施例1相同；通过开口坩埚200末端的浆料温度在600-610℃时完成制备，随后压铸成形。采用上述方法制备的流变压铸产品组织致密，无铸造裂纹，在600℃以上进行高温钎焊时无鼓泡缺陷。

[0040] 实施例5：

[0041] 一种用于新能源汽车电池水冷板的铝合金材料，具体成分配比为Al-6Ni-0.5Mn-0.5Fe-0.8Si-0.8Mo-0.2Zr，其他单种杂质元素控制在0.1%以下，其他杂质元素总量控制在0.3%以下。采用斜管法流变压铸的方法成形，开口坩埚200的结构与设置方式与实施例1相同；通过开口坩埚200末端的浆料温度在580-590℃时完成制备，随后压铸成形。采用上述方法制备的流变压铸产品组织致密，无铸造裂纹，在600℃以上进行高温钎焊时无鼓泡缺陷。

[0042] 上述实施例的化学成分测试结果如下表1：

[0043] 表1

[0044]

实施例	Ni (Wt.%)	Mn (Wt.%)	Fe (Wt.%)	Mo (Wt.%)	Si (Wt.%)	Zr (Wt.%)
实施例1	4	0.5	0.7	0.5	0.5	0.2
实施例2	5	0.4	0.8	0.72	0.8	0.25
实施例3	5	0.4	0.4	0.54	0.6	0.3
实施例4	5.5	0.6	0.6	0.7	0.77	0.25
实施例5	6	0.5	0.5	0.8	0.8	0.2

[0045] 上述实施例的实验结果分析如下表2：

[0046] 表2

[0047]

实施例	浆料温度（℃）	裂纹缺陷	鼓泡缺陷
实施例1	610-620	无	无

[0048]

实施例2	590-600	无	无
实施例3	595-605	无	无
实施例4	600-610	无	无
实施例5	580-590	无	无

[0049] 下面进一步的对不同实施例中合金中相组成及析出温度进行分析：

[0050] 根据计算结果，在本发明材料成分范围内，生成的AlFeMoSi、Al3Ni和α-Fe相的析出温度都在600℃以上，保证后期钎焊中不发生重熔、过烧。同时本发明中Mn、Fe含量可以显著降低合金的粘模倾向，AlFeMoSi四元相的存在可以将一部分杂质Si、Fe消耗，且该相热稳定性高，保证合金高温强度。同时采用斜管法流变压铸的方法铸造成形，通过对管内壁的特殊设计，加上温度场的精确控制，一方面使得浆料成分更加均匀，另一方面浆料直接转入压铸机料筒进行压铸，省去转移过程中的热损失后续将浆料推入压铸机料筒，压铸成形，获得无明显铸造缺陷的材料。

[0051] 以上所述仅为本发明的实施例，并非因此限制本发明的专利范围，凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等同变换，或直接或间接运用在相关的技术领域，均同理包括在本发明的专利保护范围内。

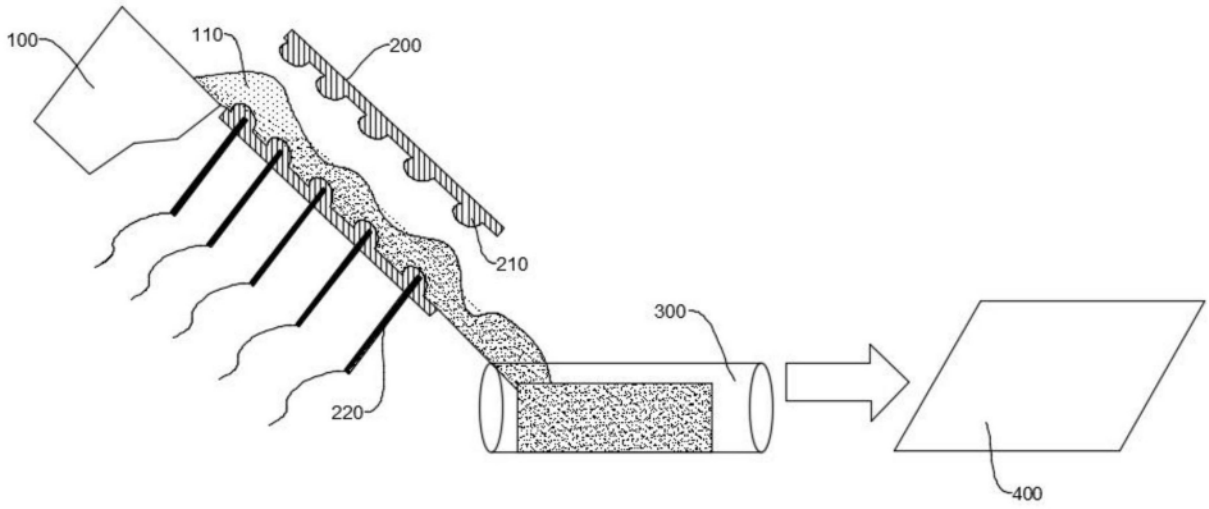

100
110
200
210
300
220
400

图1

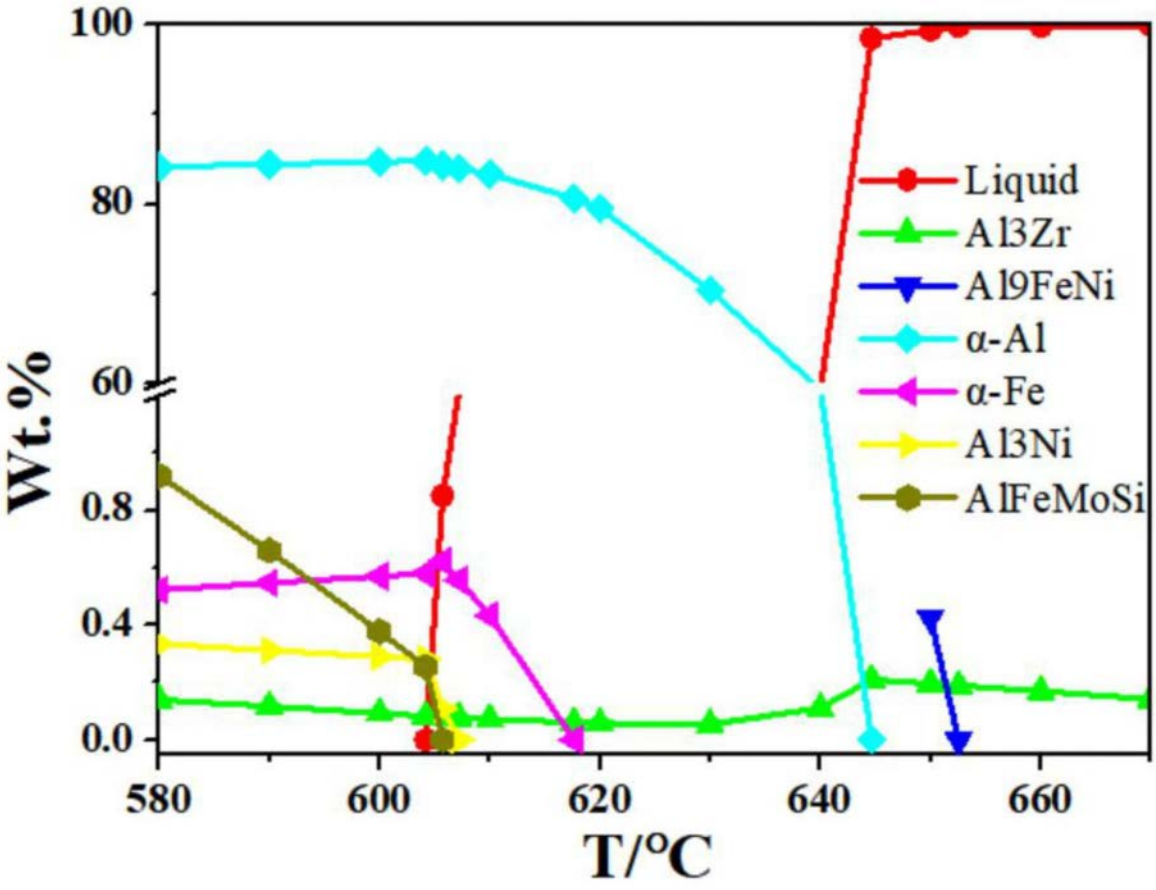

100
80
60
0.8
0.4
0.0
Wt.%
580
600
620
640
660
T/°C
Liquid
Al3Zr
Al9FeNi
α-Al
α-Fe
Al3Ni
AlFeMoSi

图2