



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113061820 A

(43) 申请公布日 2021.07.02

(21) 申请号 202110327884.1

C21D 9/00 (2006.01)

(22) 申请日 2021.03.26

(71) 申请人 西北工业大学

地址 710072 陕西省西安市碑林区友谊西路127号

(72) 发明人 王志军 刘林翔 朱超 李俊杰 王锦程

(74) 专利代理机构 西安铭泽知识产权代理事务所(普通合伙) 61223

代理人 徐云侠

(51) Int. Cl.

G22F 1/057 (2006.01)

C21D 8/02 (2006.01)

C21D 1/26 (2006.01)

C21D 1/18 (2006.01)

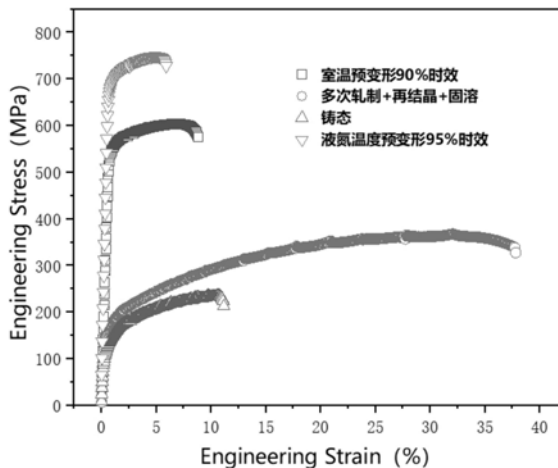
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种ZL205A铝合金的强韧化处理工艺

(57) 摘要

本发明公开了一种ZL205A铝合金的强韧化处理工艺,属于合金制备技术领域,包括以下步骤:S1、室温下,将ZL205A铝合金板材轧制为原始厚度的50%~85%,之后将轧制后的板材在350~550℃再结晶退火处理;重复轧制与再结晶退火工艺多次,得到总变形量为27%~75%的ZL205A铝合金板材;S2、将经过S1处理的板材置于450~550℃下保温,制得强韧化的ZL205A铝合金板材;本发明通过多次冷轧再结晶退火处理和固溶处理,使得ZL205A合金Al₂Cu相明显细化,合金材料的强度和塑性均得到了提升。



1. 一种ZL205A铝合金的强韧化处理工艺,其特征在于,包括以下步骤:

S1、多次冷轧与再结晶退火处理

室温下,将ZL205A铝合金板材轧制为原始厚度的50%~85%,之后将轧制后的板材在350~550℃再结晶退火处理;重复轧制与再结晶退火工艺多次,得到总变形量为27%~75%的ZL205A铝合金板材;

S2、固溶处理

将经过S1处理的板材置于450~550℃下保温,制得强韧化的ZL205A铝合金板材。

2. 根据权利要求1所述的ZL205A铝合金的强韧化处理工艺,其特征在于,还包括预应变与时效处理,具体包括以下步骤:

将S2强韧化的ZL205A铝合金板材在室温或液氮环境下轧制为S2板材厚度的80%~95%,之后将板材在150~230℃下进行时效退火处理,制得超高强铝合金。

3. 根据权利要求1所述的ZL205A铝合金的强韧化处理工艺,其特征在于,S1中,所述再结晶退火处理的时间为10~180min。

4. 根据权利要求1所述的ZL205A铝合金的强韧化处理工艺,其特征在于,S1中,重复轧制与再结晶退火工艺1~4次。

5. 根据权利要求1所述的ZL205A铝合金的强韧化处理工艺,其特征在于,S2中,保温时间为0.5~3h。

6. 根据权利要求2所述的ZL205A铝合金的强韧化处理工艺,其特征在于,所述时效退火的时间为0.5~12h。

一种ZL205A铝合金的强韧化处理工艺

技术领域

[0001] 本发明属于合金制备技术领域,具体涉及一种ZL205A铝合金的强韧化处理工艺。

背景技术

[0002] 有色金属中,铝及铝合金是利用最为普遍的一类金属结构材料。但工业上的纯铝强度很低,故不适合用作承载的结构部件,通常在纯铝中加入一定比例的合金元素,从而得到强度高且铸造性能好的铝合金。铝合金按成型工艺可以分为铸造铝合金和变形铝合金两种,其中铸造铝合金是指用重力浇注或压铸等铸造方法制造零件或毛坯的铝合金。铸造铝合金中含有合金元素数量比较多,占总质量分数的5%~25%。Al-Cu系合金作为一类具有代表性的高强铸造铝合金,具有较高的强度和优良的塑韧性、高温性能和切削加工性能,广泛应用于航空航天、汽车制造、机械电子、建材、船舶等领域。

[0003] Al-Cu系高强铸造铝合金种类较多,其中典型代表为ZL205A合金。ZL205A合金的综合性能全面超越了国际上同类型合金,为我国航空航天、民用工业等发展做出了巨大贡献。但由于ZL205A合金成分复杂、结晶温度范围宽、铸造成型工艺难控制等因素,合金在冶炼过程中很容易产生夹杂、裂纹、缩孔等铸造缺陷,使得合金的铸造性能难以满足服役要求。

[0004] ZL205A铝合金通常由较软的 α -Al基体相与较硬的 Al_2Cu 第二相组成。其中,晶粒尺寸与第二相分布对合金的力学性能有重要的影响。随着社会的发展,人们开始尝试利用各种加工方法来改善铸造铝合金的微观组织,进而提升其力学性能。变质处理晶粒细化效果明显,但变质剂种类和工艺需要根据不同牌号的铝合金做出改动;快速凝固技术所需要的工艺过程复杂,制备成本高,在实际生产中应用较少;半固态金属加工技术成型过程复杂,生产成本高;固溶加时效处理后虽然可明显提高强度与塑性,但处理后晶粒组织相对于热机械处理较为粗大;等通道转角挤压技术(ECAP)由于合金太脆而无法在室温下强塑性变形,必须在高温下进行,能耗较大。

[0005] 综上,上述现有的各铸造工艺在调控ZL205A铝合金力学性能方面都存在一定的缺点,如何通过简单的手段有效地改善ZL205A铝合金力学性能还需要进一步研究。

发明内容

[0006] 为了解决上述问题,本发明提供了一种ZL205A铝合金的强韧化处理工艺,通过多次轧制与再结晶退火,并结合固溶强化,可以改善ZL205A合金中微观组织,提高ZL205A合金的塑性和强度;冷轧工艺可提高板材力学性能和轧件质量,并适宜进行工业化大生产,应用范围广,但是,由于铸态ZL205A合金存在铸造缺陷以及偏析,冷塑性变形能力差,易产生开裂;本发明通过多次冷轧,使晶粒持续细化,并产生异构组织,使机械性能得以提高,同时,在此基础上结合固溶强化,析出强化与位错强化手段,可获得超强铝铜合金,具体通过以下方案实现:

[0007] 一种ZL205A铝合金的强韧化处理工艺,包括以下步骤:

[0008] S1、多次冷轧与再结晶退火处理

[0009] 室温下,将ZL205A铝合金板材轧制为原始厚度的50%~85%,之后将轧制后的板材在350~550℃再结晶退火处理;重复轧制与再结晶退火工艺多次,得到总变形量为27%~75%的ZL205A铝合金板材;

[0010] S2、固溶处理

[0011] 将经过S1处理的板材置于450~550℃下保温,制得强韧化的ZL205A铝合金板材。

[0012] 优选地,还包括预应变与时效处理,具体包括以下步骤:

[0013] 将S2强韧化的ZL205A铝合金板材在室温或液氮环境下轧制为S2板材厚度的80%~95%,之后将板材在150~230℃下进行时效退火处理,制得超高强铝合金。

[0014] 优选地,S1中,所述再结晶退火处理的时间为10~180min。

[0015] 优选地,S1中,重复轧制与再结晶退火工艺1~4次。

[0016] 优选地,S2中,保温时间为0.5~3h。

[0017] 优选地,所述时效退火的时间为0.5~12h。

[0018] 本发明与现有技术相比具有如下有益效果:

[0019] (1) 本发明利用多次轧制与再结晶退火并结合固溶处理的方法,使ZL205A铝合金晶粒持续细化,并产生异构组织,微观组织得到改善,即未经过上述处理的铸态ZL205A合金的组织由粗大的 α 基体和粗大的沿晶分布的 Al_2Cu 相组成,而经过本发明多次冷轧再结晶退火处理和固溶处理的ZL205A合金 Al_2Cu 相明显细化,因此,合金材料的强度和塑性均得到了提升;

[0020] (2) 在上述基础上,再进行预应变与时效处理,能够显著提高合金的强度,因此可以满足不同条件下对铝合金高塑性或高强度的不同需求;

[0021] (3) 本发明工艺简单,生产成本低,且可以满足不同环境下对ZL205A铝合金高塑性或高强度的不同需求,适合推广应用。

附图说明

[0022] 图1是对比例1和实施例2的铝合金的微观组织;其中,(a)为对比例1光镜金相组织照片,(b)和(c)分别为实施例2的扫描电子显微镜图和背散射电子衍射图;

[0023] 图2是对比例1、实施例2和实施例3、实施例5的铝合金的拉伸应力应变曲线。

具体实施方式

[0024] 为了使本领域技术人员更好地理解本发明的技术方案能予以实施,下面结合具体实施例和附图对本发明作进一步说明,但所举实施例不作为对本发明的限定。

[0025] 下述各实施例中所述实验方法和检测方法,如无特殊说明,均为常规方法;所述试剂和材料,如无特殊说明,均可在市场上购买得到。

[0026] 实施例1

[0027] 一种ZL205A铝合金的强韧化处理工艺,包括以下步骤:

[0028] S1、多次冷轧与再结晶退火处理

[0029] 将商业ZL205A合金10mm厚板材,室温下,利用冷轧轧机将板材多道次轧制到原始厚度的70%;然后,将轧制后的合金在400℃条件下进行再结晶退火,保温60min后取出,水冷淬火;将冷却后的样品再重复上述冷轧与再结晶退火过程1次,与原始板材相比,最后得

到变形量为51%的ZL205A(此时厚度为4.9mm)铝合金板材;

[0030] S2、固溶处理

[0031] 对S1得到的铝合金板材进行在500℃条件下进行固溶处理,保温2h后取出,水冷淬火,得到强韧化处理的ZL205A合金。

[0032] 实施例2

[0033] 一种ZL205A铝合金的强韧化处理工艺,包括以下步骤:

[0034] S1、多次冷轧与再结晶退火处理

[0035] 将商业ZL205A合金30mm厚板材,室温下,利用冷轧轧机将板材多道次轧制到原始厚度的70%;然后,将轧制后的合金在420℃条件下进行再结晶退火,保温90min后取出,水冷淬火;将冷却后的样品再重复上述冷轧与再结晶退火过程2次,与原始板材相比,最后得到变形量为65.7%的ZL205A(此时厚度为10.29mm)铝合金板材;

[0036] S2、固溶处理

[0037] 对S1得到的铝合金板材进行在530℃条件下进行固溶处理,保温1h后取出,水冷淬火,得到强韧化处理的ZL205A合金。

[0038] 实施例3

[0039] 对实施例1得到的铝合金板材在室温下进行冷轧,轧制为实施例1处理后的板材厚度的90%,然后,对轧制后的合金在180℃条件下进行时效退火,保温1h后取出,水冷淬火,得到预应变与时效处理的ZL205A合金。

[0040] 实施例4

[0041] 对实施例2得到的铝合金板材在室温下进行冷轧,轧制为实施例2处理后的板材厚度的80%,然后,对轧制后的合金在160℃条件下进行时效退火,保温2h后取出,水冷淬火,得到预应变与时效处理的ZL205A合金。

[0042] 实施例5

[0043] 对实施例2得到的铝合金板材进行液氮温度下低温轧制,轧制为实施例2处理后的板材厚度的95%,然后,对轧制后的合金在160℃条件下进行时效退火,保温2h后取出,水冷淬火,得到预应变与时效处理的ZL205A合金。

[0044] 实施例6

[0045] 将实施例1中的板材经过多次冷轧与再结晶退火处理,最终获得变形量为27%的ZL205A铝合金板材;再结晶退火的温度为350℃,时间为180min,其余步骤与实施例1相同。

[0046] 实施例7

[0047] 将实施例1中的板材经过多次冷轧与再结晶退火处理,最终获得变形量为75%的ZL205A铝合金板材;再结晶退火的温度为550℃,时间为10min,其余步骤与实施例1相同。

[0048] 实施例8

[0049] 将实施例3中的板材在150℃条件下进行时效退火,保温12h,其余步骤与实施例3相同。

[0050] 实施例9

[0051] 将实施例3中的板材在230℃条件下进行时效退火,保温0.5h,其余步骤与实施例3相同。

[0052] 对比例1

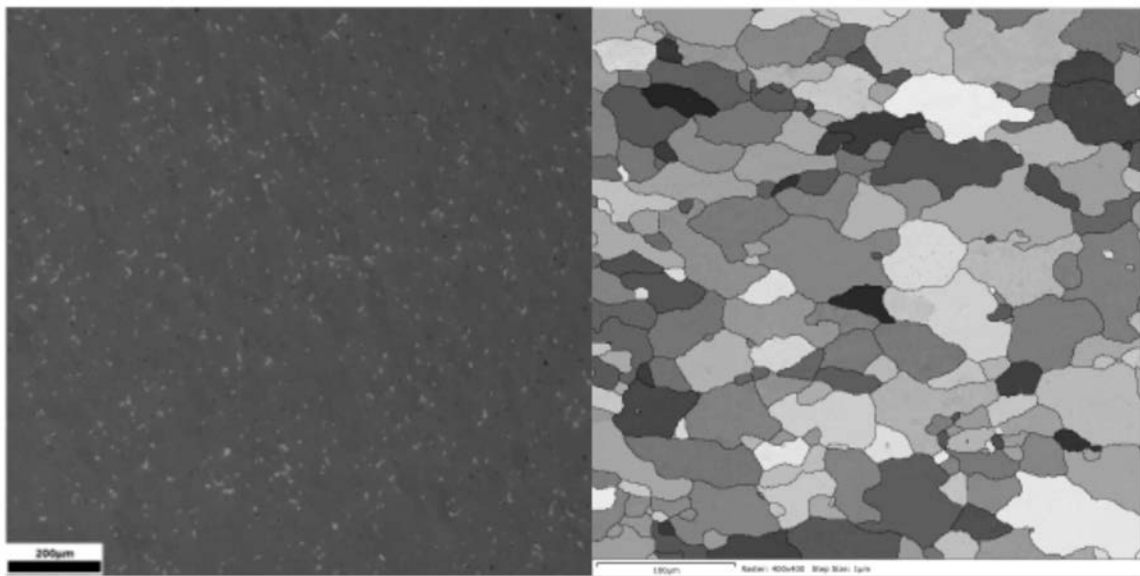
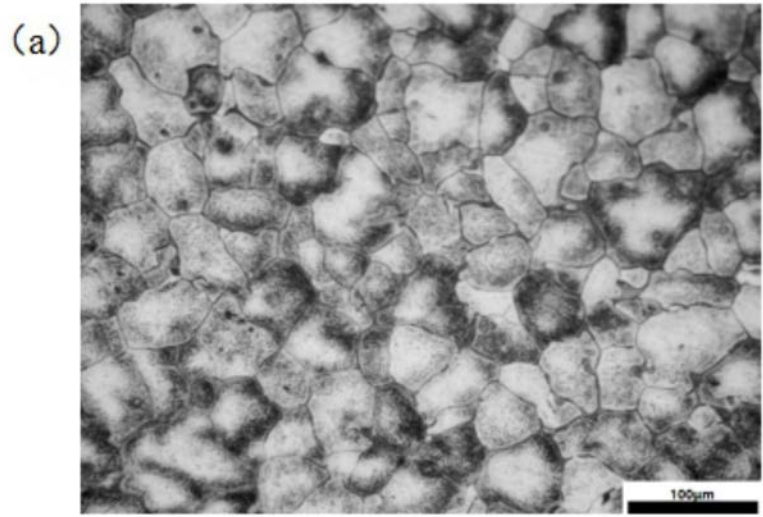
[0053] 商业铸造铝合金ZL205A板材。

[0054] 实施例1、6、7制备的合金材料与实施例2性能近似,实施例4、8、9制备的合金材料与实施例3性能近似,下面仅以实施例2、实施例3、实施例5和对比例1为例,对合金材料进行相关性能表征。

[0055] 首先,我们对铸造铝合金ZL205A板材铸态组织和多次冷轧与再结晶处理后的ZL205A合金组织进行对比,即对比例1和实施例2的ZL205A合金的微观组织进行对比,图1(a)为对比例1光镜金相组织照片,图1(b)和图1(c)分别为实施例2的扫描电子显微镜图片和背散射电子衍射图。图1(a)中可以看出铸态ZL205A合金的组织由粗大的 α 基体和粗大的沿晶分布的 Al_2Cu 相组成,而经过多次冷轧再结晶处理和固溶处理的ZL205A合金 Al_2Cu 相明显细化(图1(b)和图1(c)显示),说明本发明的多次冷轧再结晶处理加固溶处理工艺可以明显改善铸造铝合金的微观组织。

[0056] 其次,我们对多次轧制加再结晶以及固溶处理后、预应变与时效处理、铸态,即实施例2、实施例3、实施例5、对比例1的铝合金的室温拉伸性能进行测试,图2为对应的拉伸应力应变曲线。铸态ZL205A合金(对比例1)的抗拉强度为225MPa左右,而本发明的多次冷轧与再结晶和固溶处理工艺(实施例2)可明显改善铸造铝合金的性能,与对比例1相比,塑性和强度均提高,对应抗拉强度可达350MPa,拉伸塑性为37%;进一步的,在室温下(实施例3)经过预应变和时效后的样品抗拉强度进一步提高,而在液氮环境中最高可达750MPa左右(实施例5),拉伸塑性约为6%,可适用于对材料强度具有高要求的环境,说明本发明可明显提升铸造铝合金的强度,获得具有优良综合力学性能的铝合金,并且可以根据不同环境对材料强度和韧性不同的要求标准进行调整,方法灵活。

[0057] 显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内也意图包含这些改动和变型在内。



(b)

(c)

图1

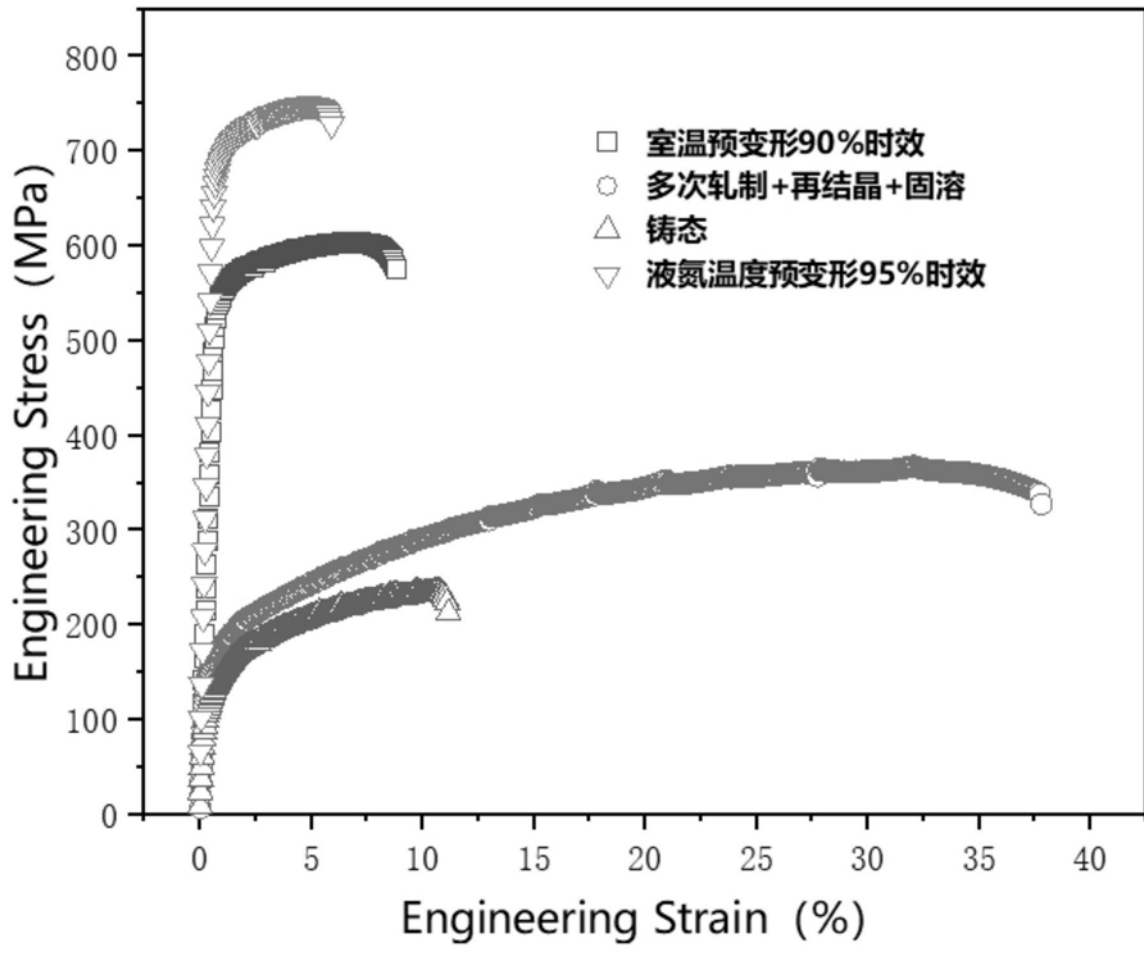


图2