



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114178508 A

(43) 申请公布日 2022. 03. 15

(21) 申请号 202111515865.8

(22) 申请日 2021.12.13

(71) 申请人 湖南工程学院

地址 411100 湖南省湘潭市福星东路88号  
(主校区)湘潭市书院路17号(南校区)

(72) 发明人 罗亚君 周丽 黄中华 肖恒志  
董丽君 彭小敏

(74) 专利代理机构 广州市红荔专利代理有限公司 44214

代理人 胡仿

(51) Int. Cl.

B22D 21/04 (2006.01)

B22D 19/16 (2006.01)

B22D 17/00 (2006.01)

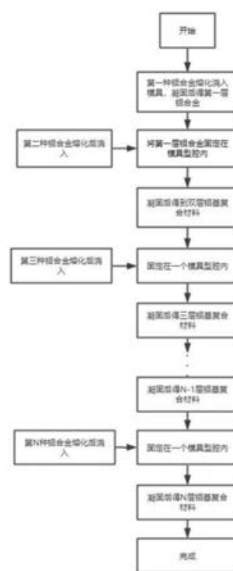
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种多层铝基复合材料的真空铸造方法

(57) 摘要

本发明涉及一种铸造工艺,具体是一种多层铝基复合材料的真空铸造方法,用真空熔炼炉将第一种铝合金加热熔化,并通过熔体处理后,浇入模具型腔内,凝固后得到第一层铝合金;用真空熔炼炉将第二种铝合金加热熔化,通过熔体处理后备用,将已凝固的第一层铝合金保持在模具型腔内,待第一层铝合金冷却,继续向原模具中浇铸第二种铝合金熔体,凝固后得到双层铝基复合材料;相对于粉末冶金制备多层复合材料的制备方法,拥有制造成本低、制造周期短、界面结合强度较强的优点。适用于铸造铝合金、变形铝合金及其复合材料。本方案采用了全程在真空中进行操作的方法,避免了铝合金在铸造过程中氧化,从而导致铝基复合材料的力学性能下降。



CN 114178508 A

1. 一种多层铝基复合材料的真空铸造方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤一,选择两种铝合金材料作为原料;

步骤二,用真空熔炼炉将第一种铝合金加热熔化到630-780℃,并通过熔体处理后,浇铸到模具型腔内,凝固后得到第一层铝合金;

步骤三,用真空熔炼炉将第二种铝合金加热熔化到630-780℃,通过熔体处理后备用;将已凝固的第一层铝合金保持在模具型腔内,待第一层铝合金冷却至100-500℃时,继续向原模具中浇铸第二种铝合金熔体,凝固后得到双层铝基复合材料;

再用真空熔炼炉将第三种铝合金加热熔化到630-780℃,通过熔体处理后备用;将已凝固的双层铝基复合材料保持在模具型腔内,双层铝基复合材料冷却至100-500℃时,继续向原模具中浇铸第三种铝合金熔体,凝固后得到三层铝基复合材料;

依次类推,用真空熔炼炉将第N种铝合金加热熔化到630-780℃,通过熔体处理后备用;将已凝固的N-1层铝基复合材料保持在模具型腔内,N-1层铝基复合材料冷却至100-500℃时,继续向原模具中浇铸第N种铝合金熔体,凝固后得到N层铝基复合材料。

2. 根据权利要求1所述的一种多层铝基复合材料的真空铸造方法,其特征在于,所述步骤一、步骤二、步骤三的熔炼浇铸过程必须是在真空环境或惰性气体保护下进行,其中真空度应小于10Pa,惰性气体为高纯氮气、氩气、氦气等;

每一层铝合金,包括铸造铝合金、变形铝合金及其复合材料。

3. 根据权利要求2所述的一种多层铝基复合材料的真空铸造方法,其特征在于,所述步骤一中,两种铝合金材料分别为A356-SiCp铝合金材料和A356铝合金材料,所述步骤二中,采用真空熔炼炉将A356加热到750℃熔化,真空度为10Pa,除渣处理后,再冷却到620℃后,浇入模具型腔内;凝固后得到A356-SiCp/A356双层铝基复合材料第一层。

4. 根据权利要求3所述的一种多层铝基复合材料的真空铸造方法,其特征在于,所述步骤三中,采用真空熔炼炉将A356加热到750℃熔化,真空度为10Pa,加入质量分数为20%的SiC颗粒,通过搅拌使SiC颗粒在A356熔体中分散均匀,制备SiCp/A356复合材料熔体;待第一层已浇铸的A356冷却到100℃,将SiCp/A356复合材料熔体,浇铸到第一层上方,待其凝固后得到A356-SiCp/A356双层铝基复合材料。

5. 根据权利要求4所述的一种多层铝基复合材料的真空铸造方法,其特征在于,所述步骤三中,搅拌包括机械搅拌、电磁搅拌、超声震动,以使增强体均匀分散到基体铝合金中。

6. 根据权利要求1或4任一项所述的一种多层铝基复合材料的真空铸造方法,其特征在于,所述步骤二和步骤三中的浇铸为自然重力浇铸成型或压铸,所述压铸包括如下顺序:

s1,向模具型腔内喷上润滑剂后,关闭模具;

s2,用熔炼炉将第一种铝合金加温熔化后,并通过熔体处理后,转移到注射室中,通过液压或者机械压力将第一种铝合金注射进模具中;凝固后得到第一层铝合金;

s3,用熔炼炉将第二种铝合金加温熔化后,并通过熔体处理后,转移到注射室中,待第一层铝合金冷却至一定温度时,通过液压或者机械压力将第二种铝合金注射进模具中;凝固后得到第一层铝合金;

s4,用熔炼炉将第二种铝合金加温熔化后,并通过熔体处理后,转移到注射室中,待第一层铝合金冷却至一定温度时,通过液压或者机械压力将第二种铝合金注射进模具中;凝固后得到双层铝基复合材料;

用熔炼炉将第三种铝合金加温熔化后,并通过熔体处理后,转移到注射室中,待前面两层铝合金冷却至一定温度时,通过液压或者机械压力将第三种铝合金注射进模具中;凝固后得到三层铝基复合材料;

以此类推,用熔炼炉将第N种铝合金加温熔化后,并通过熔体处理后,转移到注射室中,待前面N-1层铝合金冷却至一定温度时,通过液压或者机械压力将第N种铝合金注射进模具中;凝固后得到N层铝基复合材料;

s5,用推杆推出铸件,并进行打磨。

## 一种多层铝基复合材料的真空铸造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种铸造工艺,具体是一种多层铝基复合材料的真空铸造方法。

### 背景技术

[0002] 随着科技的发展,传统的单层铝合金已经无法满足先进设备零部件制造的材料要求,而多层铝基复合材料以其优秀的性能,从而受到了企业和研究人员的广泛关注,但现在的多层铝基复合材料的制造工艺还存在改善的空间。

[0003] 中国发明专利CN109572091A通过连续增强体纤维与基体金属丝交替织布形成混杂纤维布,并与基体金属箔层叠层获得预制坯进行真空热压的连续纤维增强金属基复合材料。但该方法不能直接得到零件、还需要机加工、工业生产的成本较高等问题。

[0004] 中国发明专利CN109334162A通过将难熔的金属粉末一层一层的叠加起来后,放置高温炉中进行烧结,使其液化进行一个熔渗,完成多元层状一体成型。但该方法存在周期较长、工业生产成本较高、界面结合强度不够等问题。

[0005] 中国发明专利CN105648249A通过粉末冶金的方法得到铝合金基体,在通过轧制变形得到得到多层复合材料。但该方法存在周期较长、工业成本较高、界面结合强度不够等问题。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种多层铝基复合材料的真空铸造方法,以解决上述背景技术中提出的问题。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0008] 一种多层铝基复合材料的真空铸造方法,包括如下步骤:

[0009] 步骤一,选择两种铝合金材料作为原料;

[0010] 步骤二,用真空熔炼炉将第一种铝合金加热熔化到630-780℃,并通过熔体处理后,浇铸到模具型腔内,凝固后得到第一层铝合金;

[0011] 步骤三,用真空熔炼炉将第二种铝合金加热熔化到630-780℃,通过熔体处理后备用。将已凝固的第一层铝合金保持在模具型腔内,待第一层铝合金冷却至100-500℃时,继续向原模具中浇铸第二种铝合金熔体,凝固后得到双层铝基复合材料;

[0012] 再用真空熔炼炉将第三种铝合金加热熔化到630-780℃,通过熔体处理后备用。将已凝固的双层铝基复合材料保持在模具型腔内,双层铝基复合材料冷却至100-500℃时,继续向原模具中浇铸第三种铝合金熔体,凝固后得到三层铝基复合材料;

[0013] 依次类推,用真空熔炼炉将第N种铝合金加热熔化到630-780℃,通过熔体处理后备用。将已凝固的N-1层铝基复合材料保持在模具型腔内,N-1层铝基复合材料冷却至100-500℃时,继续向原模具中浇铸第N种铝合金熔体,凝固后得到N层铝基复合材料。

[0014] 本发明进一步限定的方案:所述步骤一、步骤二、步骤三的熔炼浇铸过程必须是在真空环境或惰性气体保护下进行,其中真空度应小于10Pa,惰性气体为高纯氮气、氩气、氦

气等；

[0015] 每一层铝合金，包括铸造铝合金、变形铝合金及其复合材料。

[0016] 本发明再进一步限定的方案：所述步骤一中，两种铝合金材料分别为A356-SiCp铝合金材料和A356铝合金材料，所述步骤二中，采用真空熔炼炉将A356加热到750℃熔化，真空度为10Pa，除渣处理后，再冷却到620℃后，浇入模具型腔内；凝固后得到A356-SiCp/A356双层铝基复合材料第一层。

[0017] 本发明再进一步限定的方案：所述步骤三中，采用真空熔炼炉将A356加热到750℃熔化，真空度为10Pa，加入质量分数为20%的SiC颗粒，通过搅拌使SiC颗粒在A356熔体中分散均匀，制备SiCp/A356复合材料熔体；待第一层已浇铸的A356冷却到100℃，将SiCp/A356复合材料熔体，浇铸到第一层上方，待其凝固后得到A356-SiCp/A356双层铝基复合材料。

[0018] 本发明再进一步限定的方案：所述步骤三中，搅拌包括机械搅拌、电磁搅拌、超声震动，以使增强体均匀分散到基体铝合金中。

[0019] 本发明再进一步限定的方案：所述步骤二和步骤三中的浇铸为自然重力浇铸成型或压铸，所述压铸包括如下顺序：

[0020] s1，向模具型腔内喷上润滑剂后，关闭模具；

[0021] s2，用熔炼炉将第一种铝合金加温熔化后，并通过熔体处理后，转移到注射室中，通过液压或者机械压力将第一种铝合金注射进模具中；凝固后得到第一层铝合金；

[0022] s3，用熔炼炉将第二种铝合金加温熔化后，并通过熔体处理后，转移到注射室中，待第一层铝合金冷却至一定温度时，通过液压或者机械压力将第二种铝合金注射进模具中；凝固后得到第二层铝合金；

[0023] s4，用熔炼炉将第三种铝合金加温熔化后，并通过熔体处理后，转移到注射室中，待第二层铝合金冷却至一定温度时，通过液压或者机械压力将第三种铝合金注射进模具中；凝固后得到三层铝基复合材料；

[0024] 用熔炼炉将第四种铝合金加温熔化后，并通过熔体处理后，转移到注射室中，待前面两层铝合金冷却至一定温度时，通过液压或者机械压力将第四种铝合金注射进模具中；凝固后得到四层铝基复合材料；

[0025] 以此类推，用熔炼炉将第N种铝合金加温熔化后，并通过熔体处理后，转移到注射室中，待前面N-1层铝合金冷却至一定温度时，通过液压或者机械压力将第N种铝合金注射进模具中；凝固后得到N层铝基复合材料；

[0026] s5，用推杆推出铸件，并进行打磨。

[0027] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：针对单层材料难以满足先进机械零部件对于材料综合性能的需求，需要采取多层铝基复合材料，但是现存的方法存在着生产流程长、工艺复杂、成本高等缺点，所以本发明提出一种多层铝基复合材料真空铸造方法，本发明具有生产流程较短、工艺简单、成本低等优点，采用本发明制备的多层铝基复合材料界面结合强度高、综合力学性能好，并且可直接成型形状复杂的零部件。

[0028] 相对于粉末冶金制备多层复合材料的制备方法，本方案基于传统铸造的方法，拥有制造成本低、制造周期短、界面结合强度较强的优点。

[0029] 本发明应用范围广，适用于铸造铝合金、变形铝合金及其复合材料。

[0030] 本方案采用了全程在真空中进行操作的方法，避免了铝合金在铸造过程中氧化，

从而导致铝基复合材料的力学性能下降。

### 附图说明

[0031] 图1为为多层铝基复合材料真空铸造方法流程的示意图。

[0032] 图2为采用本发明制备的A356-SiCp/A356双层铝基复合材料界面金相图。

### 具体实施方式

[0033] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0034] 另外,本发明中的元件被称为“固定于”或“设置于”另一个元件,它可以直接在另一个元件上或者也可以存在居中的元件。当一个元件被认为是“连接”另一个元件,它可以是直接连接到另一个元件或者可能同时存在居中元件。本文所使用的术语“垂直的”、“水平的”、“左”、“右”以及类似的表述只是为了说明的目的,并不表示是唯一的实施方式。

[0035] 请参阅图1~图2,作为本发明的一种实施例,所述多层铝基复合材料的真空铸造方法,包括如下步骤:

[0036] 步骤一,选择两种铝合金材料作为原料;

[0037] 步骤二,用真空熔炼炉将第一种铝合金加热熔化到630-780℃,并通过熔体处理后,浇铸到模具型腔内,凝固后得到第一层铝合金;

[0038] 步骤三,用真空熔炼炉将第二种铝合金加热熔化到630-780℃,通过熔体处理后备用。将已凝固的第一层铝合金保持在模具型腔内,待第一层铝合金冷却至100-500℃时,继续向原模具中浇铸第二种铝合金熔体,凝固后得到双层铝基复合材料;

[0039] 再用真空熔炼炉将第三种铝合金加热熔化到630-780℃,通过熔体处理后备用。将已凝固的双层铝基复合材料保持在模具型腔内,双层铝基复合材料冷却至100-500℃时,继续向原模具中浇铸第三种铝合金熔体,凝固后得到三层铝基复合材料;

[0040] 依次类推,用真空熔炼炉将第N种铝合金加热熔化到630-780℃,通过熔体处理后备用。将已凝固的N-1层铝基复合材料保持在模具型腔内,N-1层铝基复合材料冷却至100-500℃时,继续向原模具中浇铸第N种铝合金熔体,凝固后得到N层铝基复合材料(N≥4)。

[0041] 该实施例中,本发明具有生产流程较短、工艺简单、成本低等优点,采用本发明制备的多层铝基复合材料界面结合强度高、综合力学性能好,并且可直接成型形状复杂的零部件。

[0042] 作为本发明的另一种实施例,所述步骤一、步骤二、步骤三的熔炼浇铸过程必须是在真空环境或惰性气体保护下进行,其中真空度应小于10Pa,惰性气体为高纯氮气、氩气、氦气等;

[0043] 每一层铝合金,包括但不限于铸造铝合金、变形铝合金及其复合材料。

[0044] 在该实施例中,惰性气体,能有效的隔绝金属在高温下被空气中的介质给氧化或发生其他反应。

[0045] 作为本发明的又一种实施例,所述步骤一中,两种铝合金材料分别为A356-SiCp铝

合金材料和A356铝合金材料,所述步骤二中,采用真空熔炼炉将A356加热到750℃熔化,真空度为10Pa,除渣处理后,再冷却到620℃后,浇入模具型腔内;凝固后得到A356-SiCp/A356双层铝基复合材料第一层。

[0046] 在该实施例中,相对于粉末冶金制备多层复合材料的制备方法,本方案基于传统铸造的方法,拥有制造成本低、制造周期短、界面结合强度较强的优点。

[0047] 作为本发明的又一种实施例,所述步骤三中,采用真空熔炼炉将A356加热到750℃熔化,真空度为10Pa,加入质量分数为20%的SiC颗粒,通过搅拌使SiC颗粒在A356熔体中分散均匀,制备SiCp/A356复合材料熔体;待第一层已浇铸的A356冷却到100℃,将SiCp/A356复合材料熔体,浇铸到第一层上方,待其凝固后得到A356-SiCp/A356双层铝基复合材料。

[0048] 在该实施例中,采用本发明制备的A356-SiCp/A356双层铝基复合材料形成了良好的冶金结合界面,如图2所示,在界面处无明显氧化物、夹杂、气孔等缺陷存在。

[0049] 作为本发明的又一种实施例,所述步骤三中,搅拌包括机械搅拌、电磁搅拌、超声震动,以使增强体均匀分散到基体铝合金中。

[0050] 在该实施例中,本发明应用范围广,适用于铸造铝合金、变形铝合金及其复合材料;全程在真空中进行操作的方法,避免了铝合金在铸造过程中氧化,从而导致铝基复合材料的力学性能下降。

[0051] 作为本发明的又一种实施例,所述步骤二和步骤三中的浇铸为自然重力浇铸成型;所述步骤二和步骤三中的浇铸也可以为压铸,包括如下顺序:

[0052] s1,向模具型腔内喷上润滑剂后,关闭模具;

[0053] s2,用熔炼炉将第一种铝合金加温熔化后,并通过熔体处理后,转移到注射室中,通过液压或者机械压力将第一种铝合金注射进模具中;凝固后得到第一层铝合金;

[0054] s3,用熔炼炉将第二种铝合金加温熔化后,并通过熔体处理后,转移到注射室中,待第一层铝合金冷却至一定温度时,通过液压或者机械压力将第二种铝合金注射进模具中;凝固后得到第二层铝合金;

[0055] s4,用熔炼炉将第三种铝合金加温熔化后,并通过熔体处理后,转移到注射室中,待第二层铝合金冷却至一定温度时,通过液压或者机械压力将第三种铝合金注射进模具中;凝固后得到三层铝基复合材料;

[0056] 用熔炼炉将第四种铝合金加温熔化后,并通过熔体处理后,转移到注射室中,待前面两层铝合金冷却至一定温度时,通过液压或者机械压力将第四种铝合金注射进模具中;凝固后得到四层铝基复合材料;

[0057] 以此类推,用熔炼炉将第N种铝合金加温熔化后,并通过熔体处理后,转移到注射室中,待前面N-1层铝合金冷却至一定温度时,通过液压或者机械压力将第N种铝合金注射进模具中;凝固后得到N层铝基复合材料;

[0058] s5,用推杆推出铸件,并进行打磨。

[0059] 对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

[0060] 此外,应当理解,虽然本说明书按照实施方式加以描述,但并非每个实施方式仅包含一个独立的技术方案,说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见,本领域技术人员应当将说明书作为一个整体,各实施例中的技术方案也可以经适当组合,形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。



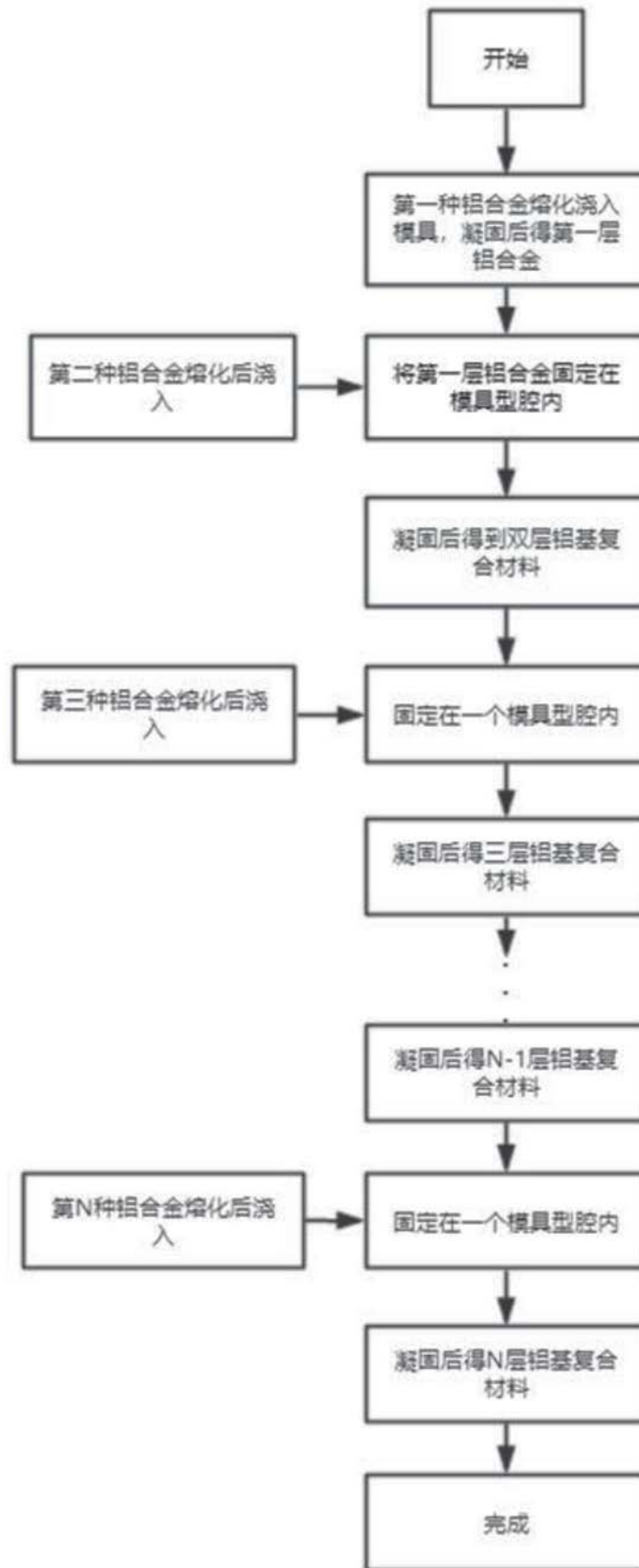


图1

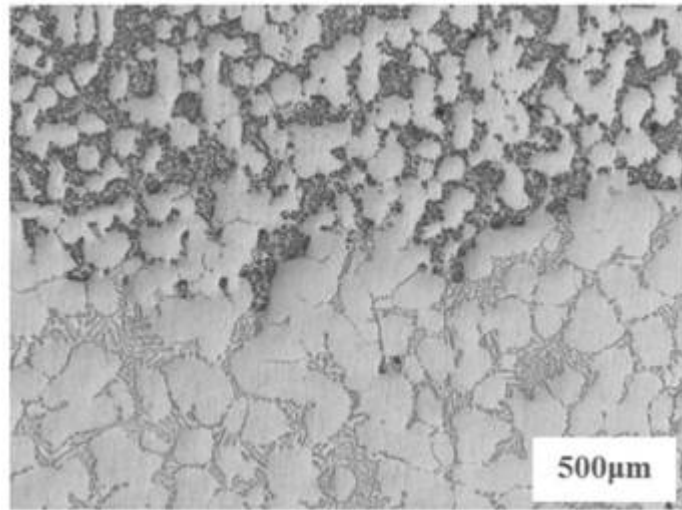


图2