



(21) 申请号 202011457377.1

B22C 9/22 (2006.01)

(22) 申请日 2020.12.11

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 1169124 A, 1997.12.31

申请公布号 CN 114619020 A

DE 19647313 A1, 1998.05.14

(43) 申请公布日 2022.06.14

RU 2623941 C2, 2017.06.29

(73) 专利权人 中国科学院金属研究所

US 2008014459 A1, 2008.01.17

地址 110016 辽宁省沈阳市沈河区文化路
72号

US 5899257 A, 1999.05.04

审查员 陈轶鑫

(72) 发明人 申健 张健 董加胜 楼琅洪

(74) 专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司
21002

专利代理师 于晓波

(51) Int. Cl.

B22D 27/04 (2006.01)

B22C 9/04 (2006.01)

权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

利用液态金属冷却定向凝固技术进行高效密排单晶叶片的制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种利用液态金属冷却定向凝固技术进行高效密排单晶叶片的制备方法,属于定向凝固技术领域。该方法是采用液态金属冷却定向凝固技术制备单晶叶片,在单晶叶片蜡型组合中,采用一层单圈且纵向多层排布方式,或者采用每层多圈(至少两圈)且纵向为一层或多层排布方式,从而提高单晶叶片生产效率。同时采用液态金属冷却定向凝固技术制备单晶叶片过程中,在低熔点金属熔池表面预铺一层空心氧化铝球作为动态隔热层,厚度为30-100mm,作用为隔绝低熔点金属熔池上部保温炉的热量。

1. 一种利用液态金属冷却定向凝固技术进行高效密排单晶叶片的制备方法,其特征在于:该方法是采用液态金属冷却定向凝固技术制备单晶叶片,在单晶叶片蜡型组合中,采用一层单圈且纵向多层排布方式,或者采用每层多圈且纵向为一层或多层排布方式,从而提高单晶叶片生产效率;

采用液态金属冷却定向凝固技术制备单晶叶片过程中,在低熔点金属熔池表面预铺一层空心氧化铝球作为动态隔热层,厚度为30-100mm,作用为隔绝低熔点金属熔池上部保温炉的热量;并在型壳底部预铺30-50mm的动态隔热层;

单晶叶片蜡型在组合过程中采用纵向单层、每层双圈布局时,外圈均匀分布10件叶片,内圈分布6件叶片,单炉可制备16件单晶叶片;

单晶叶片蜡型在组合过程中采用纵向单层、每层双圈布局时,单只叶片蜡型组合时,叶片蜡型底部连接螺旋选晶器,上部采用圆滑过渡。

2. 根据权利要求1所述的利用液态金属冷却定向凝固技术进行高效密排单晶叶片的制备方法,其特征在于:单晶叶片蜡型在组合过程中采用纵向单层、每层双圈布局时,可根据每层叶片的排布圈数及叶片数量增大结晶器底盘面积。

3. 根据权利要求1所述的利用液态金属冷却定向凝固技术进行高效密排单晶叶片的制备方法,其特征在于:单晶叶片蜡型在组合过程中采用纵向双层或多层、每层至少一圈叶片布局时,将纵向相邻两层的叶片蜡件采用过渡蜡型相连接,实现双层或多层单晶叶片排布。

利用液态金属冷却定向凝固技术进行高效密排单晶叶片的制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及定向凝固技术领域,具体地说是利用液态金属冷却定向凝固技术进行高效密排单晶叶片的制备方法。

背景技术

[0002] 随着先进航空发动机和燃气轮机的发展,单晶高温合金叶片的应用越来越广泛。制备单晶高温合金叶片需要使用定向凝固技术,目前国际上可工程化应用的定向凝固技术主要有两种:一种是传统的高速凝固法(HRS法),另一种是液态金属冷却定向凝固法(LMC法)。

[0003] 在HRS法中,铸件的热量主要是靠铸件底部的激冷盘的热传导和铸件向炉体的辐射传热,但是当铸件的尺寸比较大时,底盘激冷盘的热传导作用已经很小了,主要是靠铸件向炉体的热辐射来进行,这样固液界面前沿的温度梯度就会显著降低,容易产生铸造缺陷,并且组织粗大不易热处理。

[0004] LMC法与HRS法相比,主要的不同就是在于对铸件的传热方式的改变,它是将铸型直接拉入低熔点合金熔池,靠低熔点液态金属的热传导代替了HRS技术中的辐射传热。由于热传导的传热效率明显大于热辐射,因此LMC技术可以获得比HRS大的温度梯度,并且可以在相当长的拉伸距离内保持较高的温度梯度,这为制备大尺寸和形状复杂的定向/单晶铸件提供了有利的保障。

[0005] 一般采用HRS法进行单晶叶片制备时,由于受到温度梯度和冷却速率低的限制,叶片组树采用单圈单层排布,目前国内采用HRS法生产单晶叶片,单炉叶片不超过10件,生产效率低。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种利用液态金属冷却定向凝固技术进行高效密排单晶叶片的制备方法,该方法是在LMC法的基础上,充分发挥LMC法温度梯度和冷却速率高的特点,采用多层密排方法制备单晶高温合金叶片,在不影响叶片合格率的前提下,显著提高单晶叶片生产效率。

[0007] 为实现上述目的,本发明所采用的技术方案如下:

[0008] 一种利用液态金属冷却定向凝固技术进行高效密排单晶叶片的制备方法,该方法是采用液态金属冷却定向凝固技术制备单晶叶片,在单晶叶片蜡型组合中,采用一层单圈且纵向多层排布方式,或者采用每层多圈(至少两圈)且纵向为一层或多层排布方式,从而提高单晶叶片生产效率。

[0009] 单晶叶片蜡型在组合过程中采用纵向单层、每层双圈布局时,外圈均匀分布10件叶片,内圈分布6件叶片,单组(单炉)可制备16件单晶叶片。

[0010] 单晶叶片蜡型在组合过程中采用纵向单层、每层双圈布局时,可根据每层叶片的排布圈数及叶片数量增大结晶器底盘面积。

[0011] 单晶叶片蜡型在组合过程中采用纵向单层、每层双圈布局时,单只叶片蜡型组合时,叶片蜡型底部连接螺旋选晶器,上部采用圆滑过渡。

[0012] 单晶叶片蜡型在组合过程中采用纵向双层或多层、每层至少一圈叶片布局时,将纵向相邻两层的叶片蜡件采用过渡蜡型相连接,实现双层或多层单晶叶片排布。

[0013] 采用液态金属冷却定向凝固技术制备单晶叶片过程中,在低熔点金属熔池表面预铺一层空心氧化铝球作为动态隔热层,厚度为30-100mm,作用为隔绝低熔点金属熔池上部保温炉的热量(工作状态保温炉内温度约1500左右)。

[0014] 本发明的优点和有益效果如下:

[0015] 1、本发明采用多层密排方法制备单晶高温合金叶片,在不影响叶片合格率的前提下,显著提高单晶叶片生产效率。

[0016] 2、在本发明中,由于采用密排多层布局,在定向凝固过程中动态隔热层的流动性收到阻碍,可能降低隔热效果,从而造成温度梯度降低。因此,本发明采用在型壳底部预铺30-50mm的动态隔热层,保证定向凝固过程中的隔热效果,从而提高温度梯度,保证单晶叶片质量。

附图说明

[0017] 图1为单晶叶片密排结构。

[0018] 图2为单晶叶片双层组合。

具体实施方式

[0019] 为了进一步理解本发明,以下结合实例对本发明进行描述,但实例仅为对本发明的特点和优点做进一步阐述,而不是对本发明权利要求的限制。

[0020] 本发明提供一种利用液态金属冷却定向凝固技术进行高效密排单晶叶片的制备方法,该方法是将单晶叶片在蜡型组合中采用双圈(或多圈)排布方式,并在单层基础上增加叶片层数,从而提高单晶叶片生产效率。该方法具体如下:

[0021] 1、单晶叶片蜡型在组合过程中采用双圈布局,如图1所示。外层均匀分布10件叶片,内圈按照相同组合方式分布6件叶片,单组(单炉)可制备16件单晶叶片。并且根据这种方法可以进一步扩大结晶器底盘,实现3圈,甚至更多圈单晶叶片排布,显著提高生产效率。其中单只叶片的蜡型组合采用常规方法,即叶片蜡型底部连接螺旋选晶器,上部采用圆滑过渡。

[0022] 2、单晶叶片蜡型在组合过程中采用双层(或多层)排布,如图2所示,即在已组合单晶叶片蜡件上再通过专用过渡蜡型过渡,连接另一件叶片蜡件,实现双层或多层单晶叶片排布。

[0023] 3、将图1和图2方法进行结合,可以实现多层密排制备技术,进一步提高叶片生产效率。

[0024] 4、LMC法中在低熔点金属熔池表面预铺一层空心氧化铝球(动态隔热层),厚度一般在30-100mm,作用为隔绝低熔点金属熔池上部保温炉的热量(工作状态保温炉内温度约1500左右),动态隔热层的使用可以显著提高定向凝固过程中的温度梯度。在本发明中,由于采用密排多层布局,在定向凝固过程中动态隔热层的流动性收到阻碍,可能降低隔热效

果,从而造成温度梯度降低。因此,本发明采用在型壳底部预铺30-50mm的动态隔热层,保证定向凝固过程中的隔热效果,从而提高温度梯度,保证单晶叶片质量。

[0025] 本发明在前期LMC法的研发基础上,充分发挥LMC法温度梯度和冷却速率高的特点,发展多层密排单晶叶片制造技术。本发明所采用的定向凝固方法为LMC法,此方法的具体特点可参考专利200910220148.5。

[0026] 实施例1:

[0027] 采用图1组合方式进行单晶叶片蜡型组合。蜡型组合后进行型壳制备,型壳材料为莫来石涂料EC95,型壳厚度为9-10mm。型壳进行脱蜡、焙烧和清洗。型壳放在LMC法定向凝固炉中的专用结晶器上,低熔点金属熔池内的金属已经处于熔融状态,熔池表面铺50mm动态隔热层,并在密排型壳底部预铺30mm动态隔热层。型壳与低熔点金属熔池同时上升至工艺位置。坩埚内装入高温合金母合金。关闭炉门进行抽真空,当真空度达到工艺要求,加热保温炉,炉温达到1500度后开始送电加热母合金,待母合金全部熔化达到浇注温度后进行浇注。浇注后静置20分钟,并一定的抽拉速率将盛有高温合金的型壳拉入到低熔点金属熔池中,完成单晶叶片定向凝固。所制备单晶叶片经过宏观腐蚀、荧光检查、X光探伤等检测,统计叶片合格率与效率。采用此方法制备的单晶叶片(80件)合格率为约60%,采用传统单排单层制备方法的合格率在60-70%,合格率相当。生产效率提高60%。



图1



图2