



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103147117 A

(43) 申请公布日 2013. 06. 12

(21) 申请号 201310110826. 9

(22) 申请日 2013. 04. 01

(71) 申请人 东方电气集团东方汽轮机有限公司

地址 618000 四川省德阳市高新技术产业园
区金沙江西路 666 号

(72) 发明人 马德新 杨功显 巩秀芳

(74) 专利代理机构 成都蓉信三星专利事务所

51106

代理人 刘克勤 段雪茵

(51) Int. Cl.

C30B 11/00 (2006. 01)

B22D 27/04 (2006. 01)

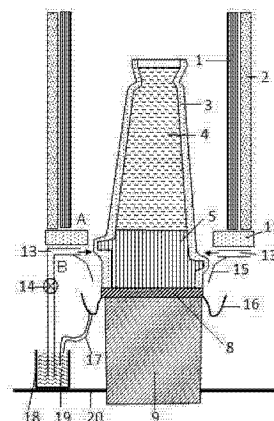
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种高温合金的定向凝固装置及其使用方法

(57) 摘要

本发明提供了一种高温合金的定向凝固装置,包括加热室和铸模冷室,所述加热室和铸模冷室是上下相通、相互隔热的真空腔,其腔体内设置有升降工作台,升降工作台上放置模壳,高温合金熔体在加热室内浇入模壳、随升降工作台下降进入铸模冷室而定向凝固;所述铸模冷室内设置有喷射冷却装置,包括依次连接的喷嘴、冷却液导管和冷却液盛具,所述加热室底部的出炉口处均匀设置一圈喷嘴、喷嘴的喷出端对应模壳外周面,冷却液导管上设置有喷射泵。本发明装置简单紧凑,在现有定向凝固炉上稍作添置、无需建新炉和变动原有结构;无须添加加热装置进行熔化和保温,操作大大简化;冷却效果优越;能简单且有效地解决叶片模壳散热问题,改善单晶叶片的生长条件。



1. 一种高温合金的定向凝固装置,包括加热室和铸模冷室,所述加热室和铸模冷室是上下相通、相互隔热的真空腔,其腔体内设置有升降工作台,升降工作台上放置模壳,高温合金熔体在加热室内浇入模壳、随升降工作台下降进入铸模冷室而定向凝固;其特征在于:所述铸模冷室内设置有喷射冷却装置,包括依次连接的喷嘴、冷却液导管和冷却液盛具,所述加热室底部的出炉口处均匀设置一圈喷嘴、喷嘴的喷出端对应模壳外周面,冷却液导管上设置有喷射泵。

2. 根据权利要求1所述的高温合金的定向凝固装置,其特征在于:所述铸模冷室内设置有冷却液循环装置,包括冷却液收集盘和回流管,所述冷却液收集盘设置在升降工作台的顶部外周上,冷却液收集盘的底部设置有冷却液回流孔、通过回流管连接冷却液盛具。

3. 根据权利要求2所述的高温合金的定向凝固装置,其特征在于:所述喷嘴底部内侧设置有一圈遮板,该遮板呈倒置的伞状、其底部开口对应冷却液收集盘内侧。

4. 根据权利要求1所述的高温合金的定向凝固装置,其特征在于:所述喷嘴为雾化喷嘴。

5. 根据权利要求1所述的高温合金的定向凝固装置,其特征在于:所述冷却液为液态镓锡合金。

6. 根据权利要求1所述的高温合金的定向凝固装置,其特征在于:所述模壳为陶瓷模壳。

7. 根据权利要求1所述的高温合金的定向凝固装置的使用方法,其特征在于:具体步骤为:

安装工作:

1) 在现有的定向凝固炉的铸模冷室内、围绕加热室底部的出炉口处均匀设置一圈喷嘴,并将喷嘴通过冷却液导管与冷却液盛具连接,在冷却液导管上设置喷射泵;

2) 把陶瓷模壳放置在升降工作台上,并在升降工作台顶部外周安装冷却液收集盘,并使用回流管将冷却液收集盘底部的冷却液回流孔与冷却液盛具相连;

3) 在喷嘴底部内侧设置一圈遮板,所述遮板呈倒置的伞状、其底部开口对应冷却液收集盘内侧;

4) 将镓锡液态合金作为冷却液,倒入冷却液盛具内;

定向凝固装置的使用:

5) 通过升降工作台将陶瓷模壳升入加热室内;关闭定向凝固炉的炉门、并对加热室和铸模冷室内腔抽真空;

6) 开启加热室内的加热器、对陶瓷模壳进行预热,然后将熔化的高温合金熔体浇入陶瓷模壳;

7) 通过升降工作台将陶瓷模壳以设定速度的匀速缓慢下降至铸模冷室;

8) 当陶瓷模壳进入铸模冷室后,打开喷射泵,使冷却液以雾滴状喷向陶瓷模壳、对陶瓷模壳内部的高温合金熔体进行强制冷却;

9) 喷嘴底部内侧的遮板防止冷却液溅出、换热后的冷却液沿陶瓷模壳下流,遮板和陶瓷模壳上的冷却液经冷却液收集盘和回流管收集至冷却液盛具,如此完成冷却液的循环工作;

10) 在高温合金定向凝固过程即将结束时,关闭喷射泵,并将铸模冷室放真空后打开,

取出陶瓷模壳、并从中取出定向凝固后的高温合金铸件。

一种高温合金的定向凝固装置及其使用方法

技术领域

[0001] 本发明涉及高温合金部件的精密铸造,具体是在高温合金部件的精密铸造所用的一种定向凝固装置及其使用方法。

背景技术

[0002] 为了提高航空发动机和工业燃气轮机的性能,高温合金涡轮叶片需要利用精密铸造加定向凝固的工艺制成柱晶或单晶组织。在真空炉内,高温合金熔化后浇入高温陶瓷模壳中以设定的速度缓慢下降进入冷区,造成陶瓷模壳自下而上的冷却和陶瓷模壳内铸件的定向凝固、形成高温合金的柱晶或单晶组织。但是,由于陶瓷模壳导热性很差,在真空中通过辐射向外散热效率低下,造成其叶片铸件凝固过程中冷却速度和温度梯度不高,影响了产品的质量。特别是重型燃机用的大型叶片由于体积大,散热问题更加严重。

[0003] 现在世界上正积极开发新工艺以改善单晶叶片的生长条件。其中最著名的为液态金属浸浴冷却工艺。如图 1 所示,在加热室 A 底部设置一个液态金属的熔池,陶瓷模壳 3 降入池中通过传导散热。但此法附加设备庞大,需耗巨资建新炉,且操作繁琐,要将成吨的锡或铝使用昂贵的加热油 11 熔化并保温、作为液态冷却剂。由于生产成本很高,效率低下,导致此工艺虽发明几十年但一直难于应用到生产中。

[0004] 另一种改善叶片散热的方法是气体冷却法,是向抽拉出炉膛的模壳喷射惰性气体如氩气进行强制冷却。但由于气体会吹入炉膛而使炉温大大降低,反而降低了叶片质量,因而这种方法也未能得到应用。

[0005] 冶金企业利用连续铸造工艺生产形状简单的金属线材、板材或管材半成品,或制造低熔点金属(如铜、铝)的单晶或柱状晶金属产品,是结构简单的等截面无铸型产品或半成品的连续铸造。在无铸型的连续铸造时,对连续铸造的产品或半成品进行喷水冷却是必不可少的工序之一,同时,为防止水与炽热的金属接触引起的氧化缺陷、汽膜热阻甚至爆炸危险,也有考虑用其他冷却液如液态金属或熔盐(离子液体)。但是,由于上述产品或半成品一般为普通的黑色金属或有色金属,其加工的精度要求不高、可以有大量的加工余量,喷水冷却直接作用在该产品或半成品的金属表面上,容易与表面发生氧化反应,且工作环境要求不高、一般在空气环境中进行,不适用于本发明的带型壳的高温合金定向凝固工艺的冷却。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于:提供了一种用于高温合金的定向凝固装置及其使用方法,能简单且有效地解决叶片模壳散热问题,改善单晶叶片的生长条件。

[0007] 本发明所采用的技术方案是:

一种高温合金的定向凝固装置,包括加热室和铸模冷室,所述加热室和铸模冷室是上下相通、相互隔热的真空腔,其腔体内设置有升降工作台,升降工作台上放置模壳,高温合金熔体在加热室内浇入模壳、随升降工作台下降进入铸模冷室而定向凝固;所述铸模冷室

内设置有喷射冷却装置,包括依次连接的喷嘴、冷却液导管和冷却液盛具,所述加热室底部的出炉口处均匀设置一圈喷嘴、喷嘴的喷出端对应模壳外周面,冷却液导管上设置有喷射泵。

[0008] 所述铸模冷室内设置有冷却液循环装置,包括冷却液收集盘和回流管,所述冷却液收集盘设置在升降工作台的顶部外周上,冷却液收集盘的底部设置有冷却液回流孔、通过回流管连接冷却液盛具。

[0009] 所述喷嘴底部内侧设置有一圈遮板,该遮板呈倒置的伞状、其底部开口对应冷却液收集盘内侧。

[0010] 所述喷嘴为雾化喷嘴。

[0011] 所述冷却液为液态镓铟锡合金。

[0012] 所述模壳为陶瓷模壳。

[0013] 所述的高温合金的定向凝固装置的使用方法,具体步骤为:

安装工作:

1) 在现有的定向凝固炉的铸模冷室内、围绕加热室底部的出炉口处均匀设置一圈喷嘴,并将喷嘴通过冷却液导管与冷却液盛具连接,在冷却液导管上设置喷射泵;

2) 把陶瓷模壳放置在升降工作台上,并在升降工作台顶部外周安装冷却液收集盘,并使用回流管将冷却液收集盘底部的冷却液回流孔与冷却液盛具相连;

3) 在喷嘴底部内侧设置一圈遮板,所述遮板呈倒置的伞状、其底部开口对应冷却液收集盘内侧;

4) 将铟锡液态合金作为冷却液,倒入冷却液盛具内;

定向凝固装置的使用:

5) 通过升降工作台将陶瓷模壳升入加热室内;关闭定向凝固炉的炉门、并对加热室和铸模冷室内腔抽真空;

6) 开启加热室内的加热器、对陶瓷模壳进行预热,然后将熔化的高温合金熔体浇入陶瓷模壳;

7) 通过升降工作台将陶瓷模壳以设定速度的匀速缓慢下降至铸模冷室;

8) 当陶瓷模壳进入铸模冷室后,打开喷射泵,使冷却液以雾滴状喷向陶瓷模壳、对陶瓷模壳内部的高温合金熔体进行强制冷却;

9) 喷嘴底部内侧的遮板防止冷却液溅出、换热后的冷却液沿陶瓷模壳下流,遮板和陶瓷模壳上的冷却液经冷却液收集盘和回流管收集至冷却液盛具,如此完成冷却液的循环工作;

10) 在高温合金定向凝固过程即将结束时,关闭喷射泵,并将铸模冷室放真空后打开,取出陶瓷模壳、并从中取出定向凝固后的高温合金铸件。

[0014] 本发明所产生的有益效果是:

与通常的采用液态金属熔池冷却的高温合金的定向凝固相比,本发明有如下特点:

(1) 本发明的装置简单紧凑,可利用原有的定向凝固炉稍作添置,无需建新炉和变动原有结构;

(2) 由于冷却液体用量大大减小(从液态金属浴冷法的数吨减为一升左右),可使用室温下为液态的镓铟锡(Ga-In-Sn)合金。无须添加加热装置进行熔化和保温,操作大大简

化；

(3) 液态金属为室温，且经过水冷保持低温，比加温过热的锡液或铝液冷却效果要好。

[0015] 与采用气体冷却的高温合金的定向凝固相比，本发明有如下特点：

- (1) 由于本发明中冷却介质是液体，冷却效果比气体要好得多；
- (2) 由于冷却介质是金属液体，不会像气体那样上升进入炉膛而降低炉温；
- (3) 液态的冷却介质能自动回流到储备容器，不必另设复杂的回收系统；
- (4) 液态冷却介质不会像气体那样影响炉内气氛和真空状况。

[0016] 与采用喷水冷却的无铸型的连续铸造相比，本发明有如下特点：

- (1) 本发明为带陶瓷铸型的高温合金精密铸造，与上述的无铸型的连续铸造不同；
- (2) 本发明的产品材料为高温合金，与上述产品或半产品为普通的黑色金属或有色金属不同；
- (3) 本发明的产品形状为复杂的涡轮叶片、是无加工余量的产品，与上述产品或半成品的形状一般为简单的、等截面结构不同；
- (4) 本发明的冷却作用部位在陶瓷模壳外表面，与上述的喷水冷却直接作用在产品或半产品的金属表面不同；
- (5) 本发明的加工环境十分精密严格苛刻、工作条件必须在真空炉内，与上述喷水冷却环境要求较低、可以直接作用在空气中不同。

附图说明

[0017] 图 1 所示的是现有技术的冷却装置的使用状态示意图；

图 2 所示的是本发明冷却装置的使用状态示意图。

[0018] 图中标号表示：1、加热器，2、保温层，3、陶瓷模壳，4、高温合金熔体，5、高温合金铸件，6、隔热陶瓷球，7、升降工作台，8、底盘，9、冷却用液态金属，10、搅拌装置，11 加热油，12、隔热板，13、喷嘴，14、喷射泵，15、遮板，16、冷却液收集盘，17、回流管，18、冷却液盛具，19、冷却液，20、水冷炉底，A、加热室，B、铸模冷室。

具体实施方式

[0019] 如图 2 所示，本发明是一种高温合金的定向凝固装置，包括加热室 A 和铸模冷室 B，加热室 A 和铸模冷室 B 是上下相通、相互隔热的真空腔，其腔体内设置有升降工作台 7。升降工作台 7 上放置模壳，高温合金熔体 4 在加热室 A 内浇入模壳、随升降工作台 7 下降进入铸模冷室 B 而定向凝固。本具体实施方式中，模壳是陶瓷模壳 3，陶瓷模壳 3 内装有液态的高温合金熔体 4。加热室 A 内部设置有加热器 1、外部设置有保温层 2，加热室 A 和铸模冷室 B 之间设置有隔热板 12。

[0020] 本发明的创新之处在于：在定向凝固炉的铸模冷室 B 内设置一套喷射冷却装置和冷却液循环装置。具体的：

喷射冷却装置包括依次连接的喷嘴 13、冷却液导管和冷却液盛具 18。加热室 A 底部的出炉口处均匀设置一圈喷嘴 13、喷嘴 13 的喷出端对应陶瓷模壳 3 的外周面，冷却液导管上设置有喷射泵 14。喷嘴 13 为雾化喷嘴，喷嘴 13 的个数按陶瓷模壳 3 外轮廓大小而定，喷嘴 13 内径与压力的选择、以喷嘴 13 能够喷出细雾滴状的冷却液雾为原则。本具体实施方

式中,冷却液盛具 18 是一个铜杯、放置在水冷炉底 12 上,喷射泵 14 是电动泵,冷却液 19 为低熔点的液态镓铟锡合金。

[0021] 冷却液循环装置包括冷却液收集盘 16、遮板 15 和回流管 17。冷却液收集盘 16 设置在升降工作台 7 的顶部外周上,冷却液收集盘 16 的底部设置有冷却液回流孔、通过回流管 17 连接冷却液盛具 18。喷嘴 13 底部内侧设置有一圈遮板 15,该遮板 15 呈倒置的伞状、其底部开口对应冷却液收集盘 16 的内侧。

[0022] 如此设置,冷却液 19 (液态镓铟锡合金) 经喷射泵 14 (电动泵) 驱动、通过冷却液导管经喷嘴 13 喷向陶瓷模壳 3,遮板 15 和陶瓷模壳 3 外周面上的冷却液 19 通过冷却液收集盘 16 和回流管 17 流回冷却液盛具 18 (铜杯),从而使得陶瓷模壳 3 内的高温合金熔体 4 充分冷却、定向凝固,同时冷却液 19 循环利用、节能减排。

[0023] 上述高温合金的定向凝固装置的使用方法,具体步骤为:

安装工作:

1) 在现有的定向凝固炉的铸模冷室 B 内、围绕加热室 A 底部的出炉口处均匀设置一圈喷嘴 13,并将喷嘴 13 通过冷却液导管与冷却液盛具 18 (铜杯) 连接,在冷却液导管上设置喷射泵 14 (电动泵);具体的:喷嘴 13 设置在加热室 A 与铸模冷室 B 之间的隔热板 12 底部,喷嘴 13 水平设置、使得其喷出的雾状液滴有效作用在陶瓷模壳 3 的外周面上。

[0024] 2) 把陶瓷模壳 3 放置在升降工作台 7 上,并在升降工作台 7 顶部外周安装冷却液收集盘 16,并使用回流管 17 将冷却液收集盘 16 底部的冷却液回流孔与冷却液盛具 18 相连;具体的:通过底盘 8 将陶瓷模壳 3 固定安装在升降工作台 7 的上表面上,在底盘 8 的底部、升降工作台 7 的顶部外周上设置安装冷却液收集盘 16,并用回流管 17 (具有一定余量和延展性的软管) 与冷却液盛具 18 (铜杯) 相连。

[0025] 3) 在喷嘴 13 底部内侧设置一圈遮板 15,所述遮板 15 呈倒置的伞状、其底部开口对应冷却液收集盘 16 内侧;

4) 将铟锡液态合金作为冷却液 19,倒入冷却液盛具 18 (铜杯) 内;

使用前检验:

5) 将陶瓷模壳 3 通过升降工作台 7 升入加热室 A 内再下降至铸模冷室 B,打开喷射泵 14 (电动泵) 压缩冷却液 19 对陶瓷模壳 3 外周面进行雾状喷射,测试成功后关闭装置;必要时,调整喷嘴 13 的个数、位置和方向,并优化其喷射流量,以达到最佳效果。

[0026] 定向凝固装置的使用:

6) 通过升降工作台 7 将陶瓷模壳 3 升入加热室 A 内,关闭定向凝固炉的炉门、并对加热室 A 和铸模冷室 B 内腔抽真空;

7) 开启加热室 A 内的加热器 1、对陶瓷模壳 3 进行预热,然后将熔化后的高温合金熔体 4 浇入陶瓷模壳 3;

8) 通过升降工作台 7 将陶瓷模壳 3 以设定速度下降至铸模冷室 B;

9) 当陶瓷模壳 3 进入铸模冷室 B 后,在适当时刻打开喷射泵 14,使冷却液 19 以雾滴状喷向陶瓷模壳 3、对陶瓷模壳 3 内部的高温合金熔体 4 进行强制冷却;

10) 喷嘴 3 底部内侧的遮板 15 防止冷却液 19 溅出、换热后的冷却液 19 沿陶瓷模壳 3 下流,遮板 15 和陶瓷模壳 3 上的冷却液 19 经冷却液收集盘 16 和回流管 17 收集至冷却液盛具 18,如此完成冷却液 19 的循环工作;

11) 在高温合金定向凝固过程即将结束时,关闭喷射泵 14,并将铸模冷室 B 放真空后打开,取出陶瓷模壳 3、并从中取出定向凝固后的高温合金铸件 5。

[0027] 若需连续浇注,可在升降工作台 7 上安装新的陶瓷模壳 3,重复步骤 5)~ 11)进行下一次的工作循环。

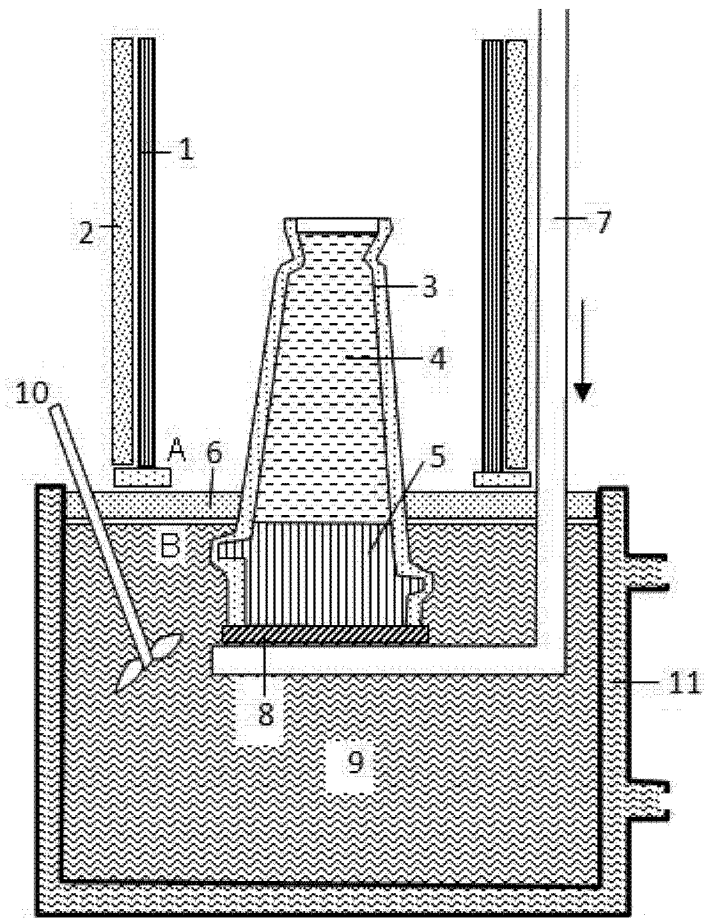


图 1

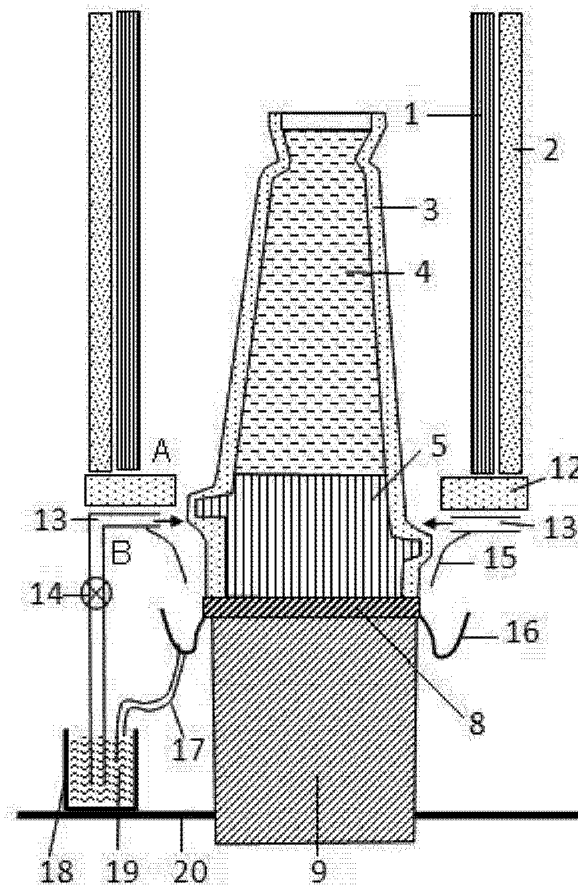


图 2