



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107675008 B

(45)授权公告日 2018.08.31

(21)申请号 201710803402.9

CN 101348876 A,2009.01.21,

(22)申请日 2017.09.08

CN 101003873 A,2007.07.25,

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107675008 A

李小勇.TC4钛合金大规格铸锭及棒材生产工艺研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库工程科技I辑》.2016,

(43)申请公布日 2018.02.09

审查员 刘肖

(73)专利权人 重庆金世利钛业有限公司

地址 401120 重庆市渝北区龙兴镇总部大厦555室

(72)发明人 刘和平 刘亮亮 张军政

(51)Int.Cl.

G22C 1/03(2006.01)

G22C 14/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 104513914 A,2015.04.15,

WO 98/24575 A1,1998.06.11,

权利要求书1页 说明书3页

(54)发明名称

一种低间隙大规格TC4钛合金铸锭的制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种低间隙大规格TC4钛合金铸锭的制备方法,具体技术方案为:按TC4合金成分选择相应原料,配比并称量,将配好的原料通过自动混布料机混合均匀,采用万吨油压机压制成大规格整体自耗电极,熔炼得到一次铸锭,组焊两个一次铸锭得到二次自耗电极,熔炼得到二次铸锭,再次熔炼得到成品铸锭。本发明的优点是:通过制备整体自耗电极及三次真空自耗熔炼,解决了现有制备技术生产的大规格TC4钛合金铸锭冶金质量不稳定,间隙元素含量高的难题,保证了大规格TC4钛合金铸锭冶金质量。

1. 一种低间隙大规格TC4钛合金铸锭的制备方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

步骤一、以0级海绵钛、高纯铝、Al-V中间合金为原料,按照TC4合金名义成分Ti-6Al-4V称取所述原料,在自动称料混料系统上混合均匀后,采用万吨油压机直接压制成整体自耗电电极;采用万吨油压机压制的整体自耗电电极,需要在模具中挤压出单块电极块,所述单块电极块重量在100~200kg,然后在模具中电极块上部添加混好的合金料继续挤压,多次重复直至得到符合工艺要求的完整自耗电电极;所述0级海绵钛的纯度不低于99.65%,高纯铝的纯度不低于99.95%,而Al-V中间合金的质量纯度不低于99.8%;

步骤二、在真空自耗电弧炉内将自耗电电极上端面与辅助电极下端面起弧后熔化,连接得到一次自耗电电极;

步骤三、在真空自耗电弧炉内抽真空至真空度不大于2Pa,熔炼电流为20~32kA,熔炼电压为31~36V,交流稳弧电流为6A~11A的条件下对一次自耗电电极进行熔炼,随炉冷却后得到一次铸锭;

步骤四、将两个步骤三所述一次铸锭经过车床处理后在真空炉内进行炉内焊接,得到二次自耗电电极,所述的炉内焊接电流为3~8kA,电压23~27V;

步骤五、将步骤四中所述二次自耗电电极置于真空自耗电弧炉内,在真空度不大于1Pa,熔炼电流24~35kA,熔炼电压32~37V,交流稳弧电流7~12A的条件下对二次自耗电电极进行熔炼,随炉冷却后得到二次铸锭;

步骤六、将步骤五中所述的二次铸锭车床处理后,置于真空自耗电弧炉内,在真空度不大于0.5Pa,熔炼电流29~40kA,熔炼电压34~40V,交流稳弧电流8~13A的条件下对三次自耗电电极进行熔炼,随炉冷却后得到TC4合金成品铸锭。

2. 根据权利要求1所述的低间隙大规格TC4钛合金铸锭的制备方法,其特征在于,步骤一中所述0级海绵钛的粒度规格在0.83~25.4mm,高纯铝的粒度范围在0.5~10mm,而Al-V中间合金的粒度范围在0.05~10mm。

3. 根据权利要求1所述的低间隙大规格TC4钛合金铸锭的制备方法,其特征在于,步骤一中所述自动称料混料系统有自动称重功能,0级海绵钛、高纯铝和Al-V中间合金的布料、混料全部由计算机按设定的工艺控制,在全封闭系统中自动完成,避免人为和环境对原料成分和合金均匀性的影响,保证电极质量。

4. 根据权利要求1所述的低间隙大规格TC4钛合金铸锭的制备方法,其特征在于,步骤二中采用万吨油压机压制得到的整体电极需要和同牌号辅助电极在真空自耗电弧炉内焊接,并将焊接产生的喷溅物和焊瘤去掉。

5. 根据权利要求1所述的低间隙大规格TC4钛合金铸锭的制备方法,其特征在于,步骤三、五中所述随炉冷却后铸锭出炉温度低于300℃。

一种低间隙大规格TC4钛合金铸锭的制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于钛合金材料加工技术领域,具体涉及一种低间隙大规格TC4钛合金铸锭的制备方法。

背景技术

[0002] TC4合金最初由美国在1954年研制成功,目前已经发展成一种国际性的钛合金,是目前人们对其研究最为全面、最为深入的钛合金,在航空、航天、民用等工业中得到了广泛应用。TC4钛合金具有良好的室温和高温力学性能,被广泛应用于制造各种航空结构件和航空发动机的风扇叶片、压气机盘及航天飞行器压力容器、结构件等,已占到钛合金总产量的50%以上。该合金是一种综合性能良好的 $\alpha+\beta$ 型钛合金,具有良好的工艺塑性和超塑性,合金 $\alpha+\beta/\beta$ 转变温度在980~1010℃之间,长期工作温度可达400℃,一般在退火或者固溶时效状态下使用,室温抗拉强度 $\geq 895\text{MPa}$ 。

[0003] 该合金是我国航空工业中目前使用范围最广、使用量最大、技术最为成熟的钛合金,目前几乎所有型号的航空发动机都有应用。随着航空钛合金结构件的整体化和大型化,模锻件需要的棒材直径已经达到600mm以上,铸锭规格的增大使其成分均匀性以及成品率均受到影响,常规TC4钛合金铸锭成品直径一般不大于1000mm,且铸锭成品率不高,无法满足我国航空航天大型锻件的用料需求。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种低间隙大规格TC4钛合金铸锭的制备方法,通过本技术方案,能够解决现有钛合金铸锭成分不均匀,间隙元素含量高,铸锭规格较小,冶金质量不稳定等问题。

[0005] 本发明是通过以下技术方案实现的:

[0006] 步骤一、以0级海绵钛、工业纯铝、Al-V中间合金为原料,按照TC4合金名义成分Ti-6Al-4V称取所述原料,在自动称料混料系统上混合均匀后,采用万吨油压机直接压制成整体电极块;

[0007] 步骤二、在真空自耗电弧炉内将整体电极块上端面与辅助电极下端起弧后熔化,连接得到一次自耗电极;

[0008] 步骤三、在真空自耗电弧炉内抽真空,至真空度不大于2Pa,熔炼电流为20~32KA,熔炼电压为31~36V,交流稳弧电流为6A~11A的条件下对一次自耗电极进行熔炼,随炉冷却后得到一次铸锭;

[0009] 步骤四、将两个步骤三所述一次铸锭经过车床处理后在真空炉内进行炉内焊接,得到二次自耗电极,所述的炉内焊接电流为3~8KA,电压23~27V;

[0010] 步骤五、将步骤四中所述二次自耗电极置于真空自耗电弧炉内,在真空度不大于1Pa,熔炼电流24~35KA,熔炼电压32~37V,交流稳弧电流7~12A的条件下对二次自耗电极进行熔炼,随炉冷却后得到二次铸锭;

[0011] 步骤六、将步骤五中所述的二次铸锭经车床处理后,置于真空自耗电弧炉内,在真空度不大于0.5Pa,熔炼电流29~40KA,熔炼电压34~40V,交流稳弧电流8~13A的条件下对三次自耗电电极进行熔炼,随炉冷却后得到钛合金成品铸锭。

[0012] 本发明的特点还在于:步骤一中所述海绵钛的纯度不低于99.65%,工业纯铝的质量纯度不低于99.95%,而 A1-V中间合金的质量纯度不低于99.8%。

[0013] 步骤一中所述海绵钛的粒度规格在0.83~25.4mm,工业纯铝的粒度范围在0.5~10mm,而 A1-V中间合金的粒度范围在0.05~10mm。

[0014] 步骤一中所述自动称料混料系统有自动称重功能,海绵钛、纯铝粒和中间合金的布料、混料全部由计算机按设定的工艺控制,在全封闭系统中自动完成,避免人为和环境对原料成分和合金均匀性的影响,保证电极质量。

[0015] 步骤一中所述采用万吨油压机压制的整体电极块,需要先在模具中挤压出单块电极块,单块电极块重量在100~200Kg,然后在模具中单块电极块上部添加混好的合金料,多次重复上述步骤,直至得到完整的自耗电电极。

[0016] 步骤一中所述采用万吨油压机压制得到的整体电极块需要和同牌号辅助电极在真空自耗电弧炉内焊接,并将焊接产生的喷溅物和焊瘤去掉。

[0017] 步骤三、五、六中所述随炉冷却后铸锭出炉温度低于300℃。

[0018] TC4钛合金在真空电弧炉熔炼次数为3次。

具体实施方式

[0019] 以下通过具体的实例来详细说明本发明的具体技术方案。

[0020] 实施例1:本实例制备低间隙TC4钛合金大规格铸锭的制备方法。

[0021] 步骤一、以0级海绵钛、工业纯铝、A1-V中间合金为原料,A1-V中间合金按V含量4%比例配入,剩余的铝含量以纯铝粒形式加入,在自动称料混料系统上混合均匀后,采用万吨油压机直接压制成 $\phi 450 \times 5000$ mm的整体电极块;所述海绵钛的质量纯度不低于99.65%,工业纯铝的质量纯度不低于99.95%,而A1-V中间合金的质量纯度不低于99.8%。

[0022] 步骤二、将三根自耗电电极块并排捆在一起,在真空自耗电弧炉内将自耗电电极块上端面与辅助电极下端面起弧后熔化,焊接得到一次自耗电电极,所述放置自耗电电极的坩埚直径为1050mm。

[0023] 步骤三、在真空自耗电弧炉内抽真空,直至真空度不大于2Pa,熔炼电流为30KA,熔炼电压为35V,交流稳弧电流为10A的条件下对一次自耗电电极进行熔炼,随炉冷却后得到一次铸锭,铸锭出炉温度不高于300℃。

[0024] 步骤四、将两个步骤三所述一次铸锭经过车床处理后在真空自耗电炉内进行炉内焊接,得到二次自耗电电极,所述的炉内焊接电流为8KA,电压25V。

[0025] 步骤五、将步骤四中所述二次自耗电电极置于真空自耗电弧炉内,在真空度不大于1Pa,熔炼电流35KA,熔炼电压37V,交流稳弧电流12A的条件下对二次自耗电电极进行熔炼,随炉冷却后得到二次铸锭,铸锭出炉温度不高于300℃,所述放置自耗电电极的坩埚直径为1150mm。

[0026] 步骤六、将步骤五中所述二次铸锭置于真空自耗电弧炉内,在真空度不大于0.5Pa,熔炼电流38KA,熔炼电压40V,交流稳弧电流13A的条件下对二次铸锭进行熔炼,随炉

冷却后得到 $\phi 1250\text{mm}$ 三次成品铸锭,所述放置自耗电电极的坩埚直径为 1250mm 。

[0027] 实施例2:本实例制备TC4钛合金大规格铸锭的制备方法。

[0028] 步骤一、以0级海绵钛、工业纯铝、Al-V中间合金为原料,Al-V中间合金按V含量4%比例配入,剩余的铝含量以纯铝粒形式加入,在自动称料混料系统上混合均匀后,采用万吨油压机直接压制成 $\phi 850 \times 5000 \text{ mm}$ 的整体电极块;所述海绵钛的质量纯度不低于99.65%,工业纯铝的质量纯度不低于99.95%,而 Al-V中间合金的质量纯度不低于99.8%。

[0029] 步骤二、在真空自耗电弧炉内将自耗电电极块上端面与辅助电极下端面起弧后熔化,焊接得到一次自耗电电极,所述放置自耗电电极的坩埚直径为 950mm 。

[0030] 步骤三、在真空自耗电弧炉内抽真空,直至真空度不大于 2Pa ,熔炼电流为 26KA ,熔炼电压为 33V ,交流稳弧电流为 8A 的条件下对一次自耗电电极进行熔炼,随炉冷却后得到一次铸锭,铸锭出炉温度不高于 300°C 。

[0031] 步骤四、将两个步骤三所述一次铸锭经过车床处理后在真空自耗电炉内进行炉内焊接,得到二次自耗电电极,所述的炉内焊接电流为 6KA ,电压 25V 。

[0032] 步骤五、将步骤四中所述二次自耗电电极置于真空自耗电弧炉内,在真空度不大于 1Pa ,熔炼电流 30KA ,熔炼电压 35V ,交流稳弧电流 10A 的条件下对二次自耗电电极进行熔炼,随炉冷却后得到二次铸锭,所述放置自耗电电极的坩埚直径为 1050mm 。

[0033] 步骤六、将步骤五中所述的二次铸锭车床处理后,置于真空自耗电弧炉内,在真空度不大于 0.5Pa ,熔炼电流 35KA ,熔炼电压 38V ,交流稳弧电流 12A 的条件下对三次自耗电电极进行熔炼,随炉冷却后得到 $\phi 1150\text{mm}$ 的钛合金成品铸锭。