



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110125425 A

(43)申请公布日 2019.08.16

(21)申请号 201910557999.2

(22)申请日 2019.06.26

(71)申请人 北京七弟科技有限公司

地址 102308 北京市门头沟区石龙经济开发  
区水安路20号3号楼A-4504室

(72)发明人 李晓波

(74)专利代理机构 合肥市浩智运专利代理事务  
所(普通合伙) 34124

代理人 王亚洲

(51) Int. Cl.

B22F 9/08(2006.01)

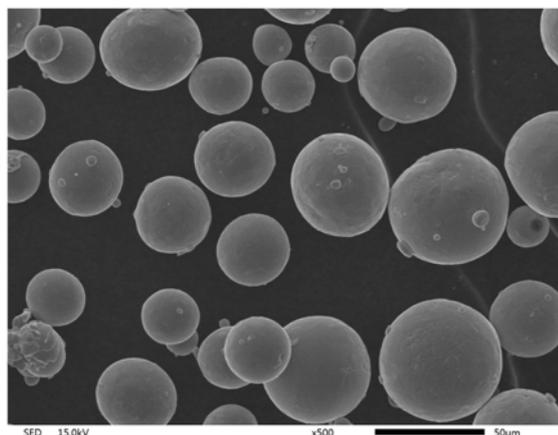
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

### (54)发明名称

一种电极感应气雾化连续液流制备球形金属粉末的方法

### (57)摘要

本发明公开一种电极感应气雾化连续液流制备球形金属粉末的方法,涉及金属粉末制备技术领域,基于现有的电极感应气雾化法制备过程中金属液流不连续,270目以下比例处于较低水平的问题而提出的。本发明包括以下步骤:(1)原料预处理;(2)感应加热线圈的设置;(3)雾化喷嘴的设置;(4)电极感应熔炼;(5)雾化。本发明的有益效果在于:本发明通过调节电极感应气雾化过程中金属圆棒、感应加热线圈的、雾化喷嘴的形状和结构,使熔化后的金属液体在自身重力和喷嘴抽吸力的作用下,形成连续金属液流,直径在270目以下的球形金属粉末收率为53-78%。



1. 一种电极感应气雾化连续液流制备球形金属粉末的方法,其特征在于:包括以下步骤:

(1) 原料预处理:制备金属圆棒,将金属圆棒的一端加工成圆锥形尖端,所述圆棒的直径为15-150mm,圆锥形轴截面尖端的角度 $\alpha$ 为30-75度;

(2) 感应加热线圈的设置:感应加热线圈围合成倒圆台形,圆台的母线与圆台轴之间的夹角为10-75度,感应加热线圈最大圈的中径为圆棒直径的1.2-1.7倍,感应加热线圈最小圈的中径为圆棒直径的0.1-1.5倍,所述感应线圈的匝数为2-7层;所述感应加热线圈的加热电源的输出功率为20-130KW,输出频率为20-310KHz;

(3) 雾化喷嘴的设置:所述雾化喷嘴在感应加热线圈的正下方,所述雾化喷嘴包括破碎气流腔,破碎气流腔中部为贯穿的喷嘴内孔,所述破碎气流腔上设有破碎气流入口;所述破碎气流腔设有破碎气流出口,由破碎气流出口喷出的气体方向朝向喷嘴内孔,气流形成倒三角形;所述喷嘴内孔呈圆台形或圆柱形,当喷嘴内孔呈圆台形时,所述喷嘴内孔的直径呈上小下大,所述喷嘴内孔顶面的直径为10-26mm,所述喷嘴内孔底面的直径为10-35mm,所述喷嘴内孔的孔高为23-75mm,所述破碎气流入口处的进气压力为1.2-8.5Mpa,所述破碎气流出口轴向与喷嘴内孔轴径方向的夹角呈5-87度;

(4) 电极感应熔炼:在惰性气体保护状态下,将步骤(1)中制备的圆棒的圆锥形尖端对应感应加热线圈,圆棒以其轴为中心线自转、并向下移动,所述圆棒的转速为0.5-2.7r/min,圆棒的下降速度为30-150mm/min,

(5) 雾化:步骤(4)中熔化的金属液体在其自身重力和喷嘴形成的抽吸力共同作用下,形成连续液流,通过喷嘴内孔,经从破碎气流出口处喷出惰性气流破碎,冷却后得到球形金属粉末。

2. 根据权利要求1所述的电极感应气雾化连续液流制备球形金属粉末的方法,其特征在于:所述金属圆棒为熔点在2500℃以下的纯金属或金属合金。

3. 根据权利要求1所述的电极感应气雾化连续液流制备球形金属粉末的方法,其特征在于:所述金属为钛、钛合金、钴基合金、镍基合金、铁基合金中的一种。

4. 根据权利要求1所述的电极感应气雾化连续液流制备球形金属粉末的方法,其特征在于:形成的连续液流的直径为2.2-5.3mm。

5. 根据权利要求1所述的电极感应气雾化连续液流制备球形金属粉末的方法,其特征在于:所述破碎气流入口处通入的气体为惰性气体。

6. 根据权利要求5所述的电极感应气雾化连续液流制备球形金属粉末的方法,其特征在于:所述惰性气体包括氩气、氮气、氦气中的一种或多种。

7. 根据权利要求1所述的电极感应气雾化连续液流制备球形金属粉末的方法,其特征在于:所述感应加热线圈的材质为紫铜管。

8. 根据权利要求1所述的电极感应气雾化连续液流制备球形金属粉末的方法,其特征在于:所述雾化喷嘴还包括气帘气流腔,气帘气流腔设有气帘气流出口,气帘气流出口距离喷嘴内孔的距离大于破碎气流出口距离喷嘴内孔的距离,由气帘气流出口喷出的气体方向与喷嘴内孔方向平行或背向喷嘴内孔,气帘气流出口与破碎气流出口等高。

9. 根据权利要求8所述的电极感应气雾化连续液流制备球形金属粉末的方法,其特征在于:所述破碎气流腔、气帘气流腔均为环形腔,气帘气流腔为环绕在破碎气流腔外围的独

立腔,破碎气流腔的破碎气流入口处设有第一管道,第一管道由气帘气流腔穿过连接破碎气流入口,气帘气流腔的气帘气流入口处设有第二管道。

10.根据权利要求8所述的电极感应气雾化连续液流制备球形金属粉末的方法,其特征在于:所述气帘气流腔为独立在破碎气流腔内的环形腔,破碎气流腔的破碎气流入口处设有第一管道,气帘气流腔的气帘气流入口处设有第二管道。

## 一种电极感应气雾化连续液流制备球形金属粉末的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及金属粉末制备技术领域,具体涉及一种电极感应气雾化连续液流制备球形金属粉末的方法。

### 背景技术

[0002] 电极感应气雾化法一般用于制造活性金属粉末,比如钛及钛合金,也可制造其他金属材料,如镍基、铁基、钴基材料等。该工艺过程中,金属熔化和雾化过程是同时进行的,即熔化-滴落-雾化模式。

[0003] 电极感应气雾化法是将金属加工成圆棒,并安装一个上下行进的送料装置上,对整个装置进行抽真空并充入惰性气体,圆棒以一定的旋转速度和下降速度进入其下方的锥形感应线圈,圆棒尖端在锥形线圈中受到感应加热作用而逐渐熔化形成熔体液流,在重力的作用下熔体液流直接流入锥形线圈下方雾化器,高压氩气经气路管道进入雾化器,在气体出口下方与金属液流发生交互作用,经过高压气体作用将液流破碎成小液滴,液滴经冷却后凝固为球形金属粉末。

[0004] 当前该方法在制备钛及钛合金粉末过程中,金属液流是滴落状态,不连续,单个液滴较大,高压气体破碎不充分,造成270目以下比例处于较低水平,一般不超过35%,且粉末形貌、松装密度、流动性等不佳,产品单位时间产量不高,造成事实生产成本较高,产品品质受限。

### 发明内容

[0005] 本发明解决的技术问题在于现有的电极感应气雾化法制备过程中金属液流不连续,270目以下比例处于较低水平。

[0006] 本发明是采用以下技术方案解决上述技术问题的:

[0007] 本发明提供一种电极感应气雾化连续液流制备球形金属粉末的方法,包括以下步骤:

[0008] (1) 原料预处理:制备金属圆棒,将金属圆棒的一端加工成圆锥形尖端,所述圆棒的直径为15-150mm,圆锥形轴截面尖端的角度 $\alpha$ 为30-75度;

[0009] (2) 感应加热线圈的设置:感应加热线圈围合成倒圆台形,圆台的母线与圆台轴之间的夹角为10-75度,感应加热线圈最大圈的中径为圆棒直径的1.2-1.7倍,感应加热线圈最小圈的中径为圆棒直径的0.1-1.5倍,所述感应线圈的匝数为2-7层;所述感应加热线圈的加热电源的输出功率为20-130KW,输出频率为20-310KHz;

[0010] (3) 雾化喷嘴的设置:所述雾化喷嘴在感应加热线圈的正下方,所述雾化喷嘴包括破碎气流腔,破碎气流腔中部为贯穿的喷嘴内孔,所述破碎气流腔上设有破碎气流入口;所述破碎气流腔设有破碎气流出口,由破碎气流出口喷出的气体方向朝向喷嘴内孔,气流形成倒三角锥形;所述喷嘴内孔呈圆台形或圆柱形,当喷嘴内孔呈圆台形时,所述喷嘴内孔的直径呈上小下大,所述喷嘴内孔顶面的直径为10-26mm,所述喷嘴内孔底面的直径为10-

35mm,所述喷嘴内孔的孔高为23-75mm,所述破碎气流入入口处的进气压力为1.2-8.5MPa,所述破碎气流出口轴向与喷嘴内孔轴径方向的夹角呈5-87度;

[0011] (4) 电极感应熔炼:在惰性气体保护状态下,将步骤(1)中制备的圆棒的圆锥形尖端对应感应加热线圈,圆棒以其轴为中心线自转、并向下移动,所述圆棒的转速为0.5-2.7r/min,圆棒的下降速度为30-150mm/min,

[0012] (5) 雾化:步骤(4)中熔化的金属液体在其自身重力和喷嘴形成的抽吸力共同作用下,形成连续液流,通过喷嘴内孔,经从破碎气流出口处喷出惰性气流破碎,冷却后得到球形金属粉末。

[0013] 优选的,所述金属圆棒为熔点在2500℃以下的纯金属或金属合金。

[0014] 优选的,所述金属为钛、钛合金、钴基合金、镍基合金、铁基合金中的一种。

[0015] 优选的,形成的连续液流的直径为2.2-5.3mm。

[0016] 优选的,所述破碎气流入入口通入的气体为惰性气体。

[0017] 优选的,所述惰性气体包括氩气、氮气、氦气中的一种或多种。

[0018] 优选的,所述感应加热线圈的材质为紫铜管。

[0019] 优选的,所述破碎气流出口为环缝式或环孔式结构。

[0020] 优选的,所述雾化喷嘴还包括气帘气流腔,气帘气流腔设有气帘气流出口,气帘气流出口距离喷嘴内孔的距离大于破碎气流出口距离喷嘴内孔的距离,由气帘气流出口喷出的气体方向与喷嘴内孔方向平行或背向喷嘴内孔,气帘气流出口与破碎气流出口等高。

[0021] 优选的,所述破碎气流腔、气帘气流腔均为环形腔,气帘气流腔为环绕在破碎气流腔外围的独立腔,破碎气流腔的破碎气流入入口设有第一管道,第一管道由气帘气流腔穿过连接破碎气流入入口,气帘气流腔的气帘气流入入口设有第二管道。

[0022] 优选的,所述气帘气流腔为独立在破碎气流腔内的环形腔,破碎气流腔的破碎气流入入口设有第一管道,气帘气流腔的气帘气流入入口设有第二管道。

[0023] 本发明的有益效果在于:

[0024] (1) 本发明通过调节电极感应气雾化过程中金属圆棒、感应加热线圈的、雾化喷嘴的形状和结构,使熔化后的金属液体在自身重力和喷嘴抽吸力的作用下,形成连续金属液流,直径在270目以下的球形金属粉末收率为53-78%;

[0025] (2) 金属液体形成连续液流,避免了过多气体的浪费,降低了生产成本;

[0026] (3) 通过在靠近直径大的液滴的高度上设置了气帘气流腔内通入惰性气体,因直径大的液滴处更容易产生卫星粉,气体由气帘气流出口吹出,形成气帘气流后,可阻止温度高的超细粉末同刚雾化形成的大颗粒粉末形成粘接,用一定流速的气流气帘,可以阻挡超细粉末靠近雾化区域,特别靠近的会被吹走,进而进一步减少卫星粉的产生。

## 附图说明

[0027] 图1为本发明实施例1中圆棒的结构示意图;

[0028] 图2为本发明实施例1中雾化喷嘴的结构示意图;

[0029] 图3为本发明实施例2中雾化喷嘴的结构示意图;

[0030] 图4为本发明实施例3中制得的270目以下粉末扫描电镜图;

[0031] 图5为本发明实施例4中制得的270目以下粉末扫描电镜图;

[0032] 图中,10-破碎气流腔;11-破碎气流出口;12-第一管道;20-气帘气流腔;21-气帘气流出口;22-第二管道;30-喷嘴内孔。

### 具体实施方式

[0033] 以下将结合说明书附图和实施例对本发明做进一步详细说明。

[0034] 下述实施例中所用的试验材料和试剂等,如无特殊说明,均可从商业途径获得。

[0035] 实施例中未注明具体技术或条件者,均可以按照本领域内的文献所描述的技术或条件或者按照产品说明书进行。

[0036] 实施例1

[0037] 雾化喷嘴的结构:

[0038] 雾化喷嘴、圆棒、感应加热线圈均同轴设置,图1为圆棒的结构示意图,雾化喷嘴在感应加热线圈的正下方,图2为本实施例中雾化喷嘴的结构示意图,如图2所示,雾化喷嘴包括破碎气流腔10,破碎气流腔10中部为贯穿的喷嘴内孔30,破碎气流腔10上设有破碎气流入口11;破碎气流腔10设有破碎气流出口21,由破碎气流出口21喷出的气体方向朝向喷嘴内孔30,气流形成倒三角锥形。

[0039] 实施例2

[0040] 雾化喷嘴的结构:

[0041] 如图3所示,雾化喷嘴还包括气帘气流腔20,气帘气流腔20设有气帘气流出口21,气帘气流出口21距离喷嘴内孔30的距离大于破碎气流出口11距离喷嘴内孔30的距离,由气帘气流出口21喷出的气体方向与喷嘴内孔30方向平行或背向喷嘴内孔30,气帘气流出口21与破碎气流出口11等高,或者高度差不要太大。

[0042] 本实施例中,所述破碎气流腔10、气帘气流腔20均为环形腔,气帘气流腔20为环绕在破碎气流腔10外围的独立腔,二者顶面与底面共用,相当于仅采用一个环形板将二者隔开,破碎气流腔10的破碎气流入口处设有第一管道12,第一管道12由气帘气流腔20穿过连接破碎气流入口,气帘气流腔20的气帘气流入口处设有第二管道22。此结构为套装的结构,气帘气流腔20围绕在破碎气流腔10外部,除此之外,也可以是间隔设置,间隔设置时,二者的底面为连接状态,顶面为分开状,二者通过两个环形板进行隔开,均满足第一管道12与气帘气流腔20为不相通的状态。

[0043] 本实施例的工作原理:靠近直径大的液滴的高度上设置了气帘气流腔20内通入惰性气体,因直径大的液滴处更容易产生卫星粉,通过在气帘气流腔20内通入惰性气体,气体由气帘气流出口21吹出,并非用以破碎金属液流,而是用来在雾化过程中,形成“气帘”流,形成气帘气流后,可阻止温度高的超细粉末同刚雾化形成的大颗粒粉末形成粘接,用一定流速的气流气帘,相当于粉末的屏障,可以阻挡超细粉末靠近雾化区域,特别靠近的会被吹走,进而减少卫星粉的产生。

[0044] 实施例3

[0045] 电极感应气雾化连续液流制备球形金属粉末的方法

[0046] (1)取直径为45mm的Ti-6Al-4V合金圆棒1根,圆锥形轴截面尖端的角度为45度;

[0047] (2)感应加热线圈的设置:感应加热线圈围合成倒圆台形,圆台的母线与圆台的高之间的夹角为30度,感应加热线圈最大圈的中径为75mm,感应加热线圈最小圈的中径为

30mm,线圈的匝数为5层,设置电源输出功率为35KW,输出频率为40KHz;

[0048] (3) 雾化喷嘴的设置:采用实施例1中的喷嘴,为自由落体喷嘴,喷嘴内孔顶面的直径为 $d_1$ 为16mm,喷嘴内孔底面的直径为 $d_2$ 为16.5mm,喷嘴内孔的孔高为 $h_2$ 为43mm,破碎气流出口轴向与喷嘴内孔轴径方向的夹角为27度,破碎气流入口处的进气压力为6.8MPa。该情况下,喷嘴雾化过程中,会对喷嘴中心上侧形成较强抽吸力;

[0049] (4) 电极感应熔炼:在惰性气体保护状态下,将步骤(1)中制备的圆棒的圆锥形尖端对应感应加热线圈,圆棒以其轴为中心线自转、并向下移动,圆棒转速为1.7r/min,圆棒下降速度为55mm/min;

[0050] (5) 雾化:高压氩气从破碎气流入口进入破碎气流腔,气体压力为5.5MPa,步骤(4)中熔化的金属液体在其自身重力和喷嘴形成的抽吸力共同作用下,形成4.1mm连续液流,通过喷嘴内孔,经从破碎气流出口处喷出的氩气破碎,冷却后得到球形金属粉末。

[0051] 实验结果:在本实施例的条件下,金属液流为连续液流状态,制得粉末整体粒度较小,其中270目以下粒度占比52.6%;图4为制得的270目以下粉末扫描电镜图,从图中可以看出制得的粉末呈球形,颗粒粉末上的卫星粉末较少。

[0052] 实施例4

[0053] 电极感应气雾化连续液流制备球形金属粉末的方法

[0054] (1) 取直径为50mm的Ti-48Al-2Cr-2Nb合金圆棒1根,圆锥形轴截面尖端的角度为50度;

[0055] (2) 感应加热线圈的设置:感应加热线圈围合成倒圆台形,圆台的母线与圆台轴之间的夹角为45度,感应加热线圈最大圈的直径为80mm,感应加热线圈最小圈的直径为20mm,线圈的匝数为6层,设置电源输出功率为32KW,输出频率为50KHz;

[0056] (3) 雾化喷嘴的设置:采用实施例1中的喷嘴,为自由落体喷嘴,喷嘴内孔30顶面的直径为 $d_1$ 为17mm,喷嘴内孔30底面的直径为 $d_2$ 为18mm,喷嘴内孔30的孔高为 $h_2$ 为37mm,破碎气流出口21轴向与喷嘴内孔30轴径方向的夹角为25度,破碎气流入口11处的进气压力为5.9MPa。该情况下,喷嘴雾化过程中,会对喷嘴中心上侧形成较强抽吸力;

[0057] (4) 电极感应熔炼:在惰性气体保护状态下,将步骤(1)中制备的圆棒的圆锥形尖端对应感应加热线圈,圆棒以其轴为中心线自转、并向下移动,圆棒转速为2.0r/min,圆棒下降速度为60mm/min;

[0058] (5) 雾化:高压氩气从破碎气流入口进入破碎气流腔,气体压力为5.3MPa,步骤(4)中熔化的金属液体在其自身重力和喷嘴形成的抽吸力共同作用下,形成3.8mm连续液流,通过喷嘴内孔,经从破碎气流出口处喷出的氩气破碎,冷却后得到球形金属粉末。

[0059] 实验结果:在本实施例的条件下,金属液流为连续液流状态,制得粉末整体粒度较小,其中270目以下粒度占比57.7%;图5为制得的270目以下粉末扫描电镜图,从图中可以看出制得的粉末呈球形,颗粒粉末上的卫星粉末较少。

[0060] 实施例5

[0061] 电极感应气雾化连续液流制备球形金属粉末的方法

[0062] (1) 取直径为50mm的Ti-48Al-2Cr-2Nb合金圆棒1根,圆锥形轴截面尖端的角度为50度;

[0063] (2) 感应加热线圈的设置:感应加热线圈围合成倒圆台形,圆台的母线与圆台轴之

间的夹角为45度,感应加热线圈最大圈的直径为80mm,感应加热线圈最小圈的直径为20mm,线圈的匝数为6层,设置电源输出功率为32KW,输出频率为50KHz;

[0064] (3) 雾化喷嘴的设置:采用实施例2中的喷嘴,为自由落体喷嘴,喷嘴内孔30顶面的直径为d1为17mm,喷嘴内孔30底面的直径为d2为18mm,喷嘴内孔30的孔高为h2为37mm,破碎气流出口21轴向与喷嘴内孔30轴径方向的夹角为25度,破碎气流入口11处的进气压力为5.9MPa。该情况下,喷嘴雾化过程中,会对喷嘴中心上侧形成较强抽吸力;

[0065] (4) 电极感应熔炼:在惰性气体保护状态下,将步骤(1)中制备的圆棒的圆锥形尖端对应感应加热线圈,圆棒以其轴为中心线自转、并向下移动,圆棒转速为2.0r/min,圆棒下降速度为60mm/min;

[0066] (5) 雾化:高压氩气从破碎气流入口进入破碎气流腔,气体压力为5.3MPa,氩气的步骤(4)中熔化的金属液体在其自身重力和喷嘴形成的抽吸力共同作用下,形成mm连续液流,通过喷嘴内孔,经从破碎气流出口处喷出的氩气破碎,冷却后得到球形金属粉末。

[0067] 实验结果:在本实施例的条件下,金属液流为连续液流状态,制得粉末整体粒度较小,其中270目以下粒度占比59%,本实施例相对于实施例4,制备的金属粉末中270目以下粒度占比增加。

[0068] 实施例6

[0069] 电极感应气雾化连续液流制备球形金属粉末的方法

[0070] (1) 取直径为100mm的NiTi合金圆棒1根,圆锥形轴截面尖端的角度为38度;

[0071] (2) 感应加热线圈的设置:感应加热线圈围合成倒圆台形,圆台的母线与圆台的高之间的夹角为30度,感应加热线圈最大圈的中径为125mm,感应加热线圈最小圈的中径为56mm,线圈的层数为7层,设置电源输出功率为67KW,输出频率为80KHz;

[0072] (3) 雾化喷嘴的设置:采用实施例1中的喷嘴,为自由落体喷嘴,喷嘴内孔顶面的直径为d1为25mm,喷嘴内孔底面的直径为d2为25mm,喷嘴内孔的孔高为h2为60mm,破碎气流出口轴向与喷嘴内孔轴径方向的夹角为30度,破碎气流入口处的进气压力为7.5MPa。该情况下,喷嘴雾化过程中,会对喷嘴中心上侧形成较强抽吸力;

[0073] (4) 电极感应熔炼:在惰性气体保护状态下,将步骤(1)中制备的圆棒的圆锥形尖端对应感应加热线圈,圆棒以其轴为中心线自转、并向下移动,圆棒转速为30r/min,圆棒下降速度为61mm/min;

[0074] (5) 雾化:高压氩气从破碎气流入口进入破碎气流腔,气体压力为6MPa,步骤(4)中熔化的金属液体在其自身重力和喷嘴形成的抽吸力共同作用下,形成3.3mm连续液流,通过喷嘴内孔,经从破碎气流出口处喷出的氩气破碎,冷却后得到球形金属粉末。

[0075] 实验结果:在本实施例的条件下,金属液流为连续液流状态,制得粉末整体粒度较小,其中270目以下粒度占比78%。

[0076] 对比例1

[0077] 电极感应气雾化制备球形金属粉末的方法

[0078] (1) 取直径为50mm的Ti-48Al-2Cr-2Nb合金圆棒1根,圆锥形轴截面尖端的角度为22度;

[0079] (2) 感应加热线圈的设置:感应加热线圈围合成倒圆台形,圆台的母线与圆台轴之间的夹角为45度,感应加热线圈最大圈的直径为80mm,感应加热线圈最小圈的直径为77mm,

线圈的匝数为8层,设置电源输出功率为32KW,输出频率为50KHz;

[0080] (3) 雾化喷嘴的设置:采用实施例1中的喷嘴,喷嘴内孔顶面的直径为d1为27mm,喷嘴内孔底面的直径为d2为26mm,喷嘴内孔的孔高为h2为37mm,破碎气流出口轴向与喷嘴内孔轴径方向的夹角为25度,破碎气流入口处的进气压力为5.9MPa。该情况下,喷嘴雾化过程中,会对喷嘴中心上侧形成较强抽吸力;

[0081] (4) 电极感应熔炼:在惰性气体保护状态下,将步骤(1)中制备的圆棒的圆锥形尖端对应感应加热线圈,圆棒以其轴为中心线自转、并向下移动,圆棒转速为2.0r/min,圆棒下降速度为60mm/min;

[0082] (5) 雾化:高压氩气从破碎气流入口进入破碎气流腔,气体压力为5.5Mpa,步骤(4)中熔化的金属液体在其自身重力的作用下,通过喷嘴内孔,经从破碎气流出口处喷出的氩气破碎,冷却后得到球形金属粉末。

[0083] 实验结果:在本实施例条件下,金属液体无法形成连续的液流,其形成液滴,制得的粉末270目以下粒度占比较低,占比34%。

[0084] 对比例2

[0085] 电极感应气雾化制备球形金属粉末的方法

[0086] (1) 取直径为50mm的Ti-48Al-2Cr-2Nb合金圆棒1根,圆锥形轴截面尖端的角度为22度;

[0087] (2) 感应加热线圈的设置:感应加热线圈围合成倒圆台形,圆台的母线与圆台轴之间的夹角为45度,感应加热线圈最大圈的直径为50mm,感应加热线圈最小圈的直径为20mm,线圈的匝数为8层,设置电源输出功率为32KW,输出频率为50KHz;

[0088] (3) 雾化喷嘴的设置:采用实施例1中的喷嘴,喷嘴内孔顶面的直径为d1为28mm,喷嘴内孔底面的直径为d2为33mm,喷嘴内孔的孔高为h2为37mm,破碎气流出口轴向与喷嘴内孔轴径方向的夹角为25度,破碎气流入口处的进气压力为5.9MPa。该情况下,喷嘴雾化过程中,会对喷嘴中心上侧形成较强抽吸力;

[0089] (4) 电极感应熔炼:在惰性气体保护状态下,将步骤(1)中制备的圆棒的圆锥形尖端对应感应加热线圈,圆棒以其轴为中心线自转、并向下移动,圆棒转速为0.45r/min,圆棒下降速度为60mm/min;

[0090] (5) 雾化:高压氩气从破碎气流入口进入破碎气流腔,气体压力为5.5Mpa,步骤(4)中熔化的金属液体在其自身重力的作用下,通过喷嘴内孔,经从破碎气流出口处喷出的氩气破碎,冷却后得到球形金属粉末。

[0091] 实验结果:在本实施例条件下,金属液体无法形成连续的液流,其形成液滴,制得的粉末270目以下粒度占比较低,占比33%。

[0092] 以上仅是本发明的优选实施方式,本发明的保护范围并不仅局限于上述实施例,与本发明构思无实质性差异的各种工艺方案均在本发明的保护范围内。



图1

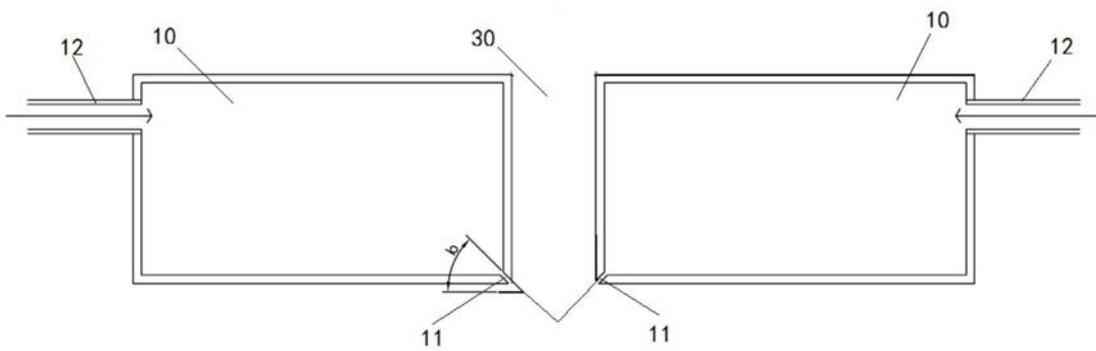


图2

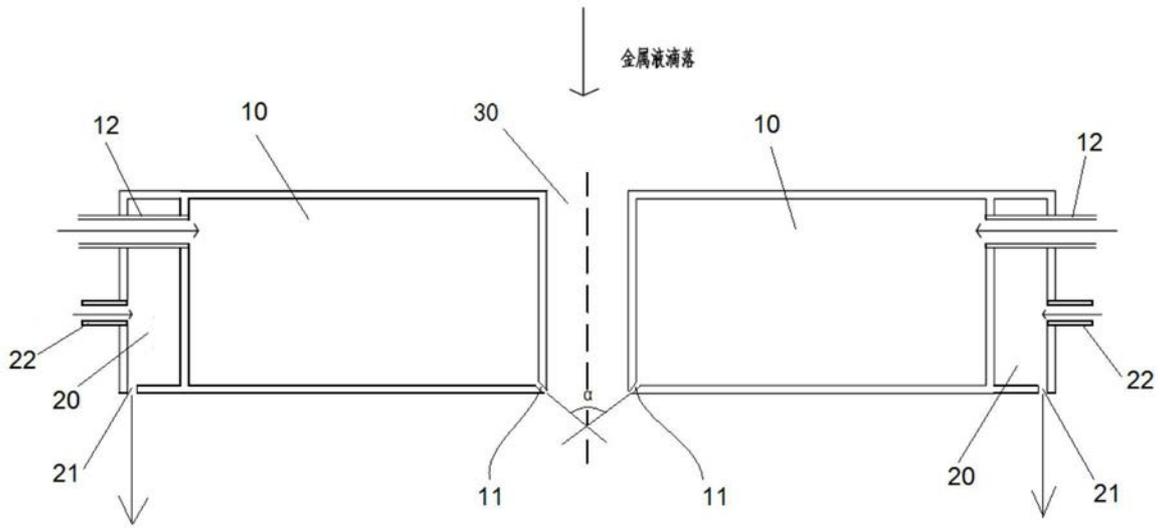


图3

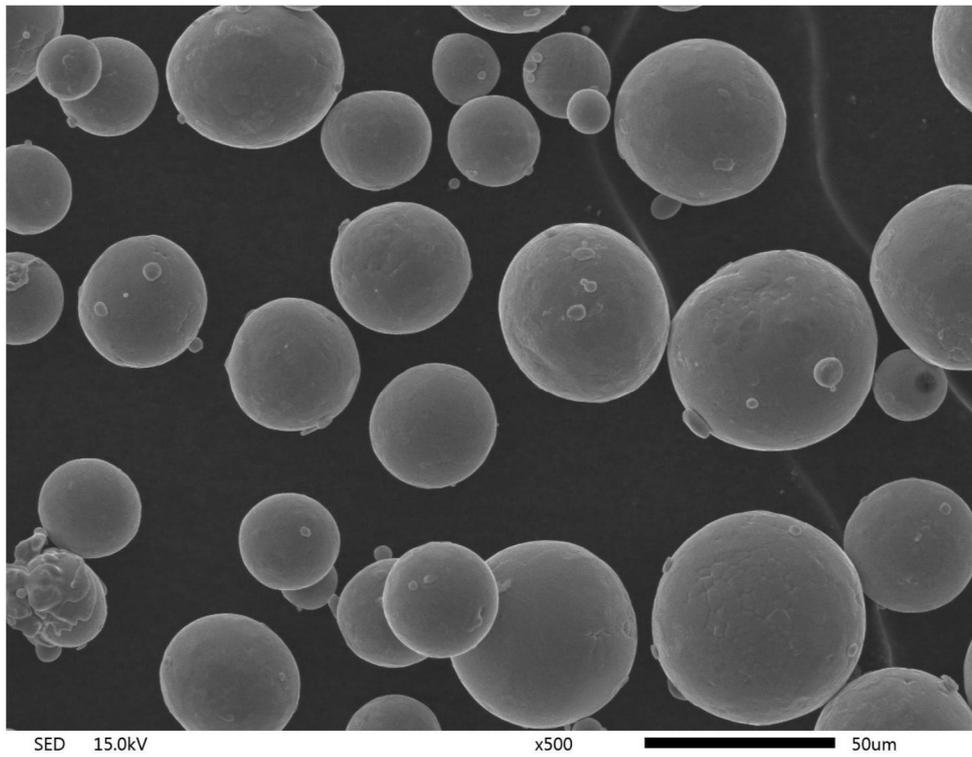


图4

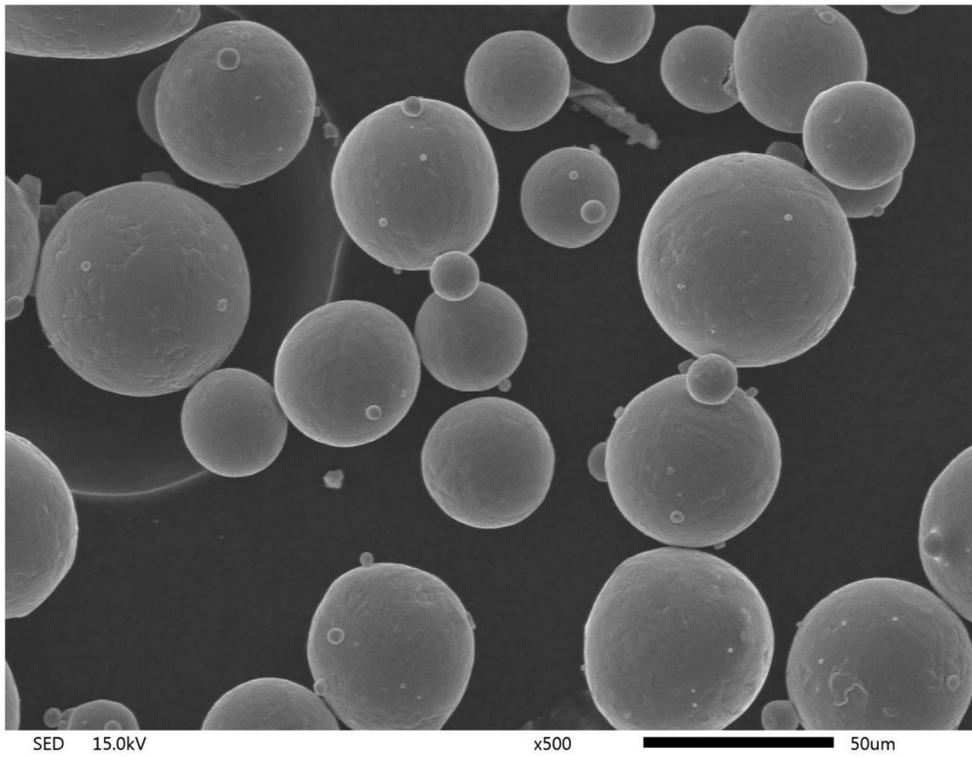


图5