



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115519128 A

(43) 申请公布日 2022. 12. 27

(21) 申请号 202211251111.0

(22) 申请日 2022.10.13

(71) 申请人 西安晶润金属科技有限责任公司
地址 710000 陕西省西安市长安区韦曲南街333号太阳水岸新城7号楼1单元704室

(72) 发明人 孙紫昂 史晓黎

(74) 专利代理机构 北京细软智谷知识产权代理有限公司 11471
专利代理师 张肖

(51) Int. Cl.
B22F 9/10 (2006.01)

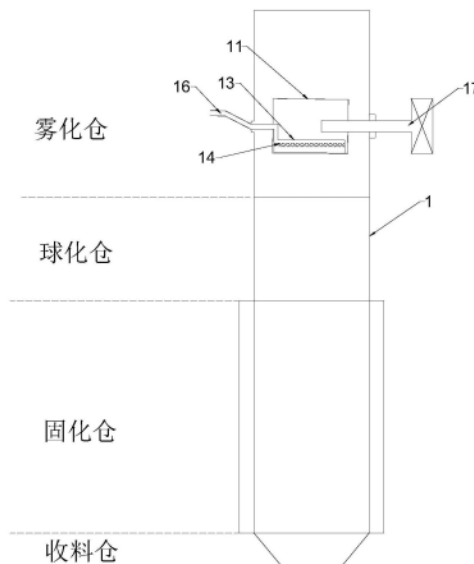
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

热熔材料离心雾化制备定尺化3D打印粉末的装置及方法

(57) 摘要

本发明提供了一种热熔材料离心雾化制备定尺化3D打印粉末的装置及方法,涉及3D打印粉末技术领域。该装置包括熔炉,在熔炉的上部设置有雾化仓,在雾化仓内设有滚筒,围绕滚筒的侧壁表面均匀布设有孔径相一致的毛细孔,且所有毛细孔的轴线方向与滚筒的截面直径之间均呈相同夹角设置;靠近滚筒下侧内壁位置设有自滚筒的一端向另一端延伸设置的布液器,布液器朝向滚筒内壁的下侧均匀间隔设有多个布液口。在滚筒材料和液态金属确定的情况下,孔径和形状相一致的毛细孔能够确保每个毛细孔的液体容量相等。由此毛细孔完成了对溶液的定容分配。而定容是粉末定量化和定尺化的基础,进而使粉末的定量化得到控制,实现所制备的粉末一致性好,成品率高。



1. 一种热熔材料离心雾化制备定尺化3D打印粉末的装置,其特征在于,包括熔炉(1),在所述熔炉(1)的上部设置有雾化仓,在所述雾化仓内设有滚筒(11),围绕所述滚筒(11)的侧壁表面均匀布设有孔径相一致的毛细孔(12),且所有所述毛细孔(12)的轴线方向与所述滚筒(11)的截面直径之间均呈相同夹角设置;

靠近所述滚筒(11)下侧内壁位置设有自所述滚筒(11)的一端向另一端延伸设置的布液器(13),所述布液器(13)朝向所述滚筒(11)内壁的下侧均匀间隔设有多个布液口(14)。

2. 根据权利要求1所述的热熔材料离心雾化制备定尺化3D打印粉末的装置,其特征在于,沿所述滚筒(11)旋转方向,所述毛细孔(12)的轴线方向与所述滚筒(11)的截面直径方向之间的夹角为 $30\sim 60^\circ$ 。

3. 根据权利要求1所述的热熔材料离心雾化制备定尺化3D打印粉末的装置,其特征在于,所述布液口(14)呈自所述布液器(13)侧壁向下凹的倒锥型结构,且在所述布液口(14)的最底端形成有喷液口(15)。

4. 根据权利要求3所述的热熔材料离心雾化制备定尺化3D打印粉末的装置,其特征在于,所述喷液口(15)与所述滚筒(11)下侧内壁之间的距离为 $1\sim 2\text{mm}$ 。

5. 根据权利要求1所述的热熔材料离心雾化制备定尺化3D打印粉末的装置,其特征在于,在所述布液器(13)的下侧且靠近所述布液口(14)的位置设置有刮平板(18),所述刮平板(18)的上端与所述布液器(13)的外壁固定连接,下端向所述滚筒(11)的下侧内壁方向延伸,并使所述刮平板(18)的下端与所述滚筒(11)的内壁相接触。

6. 根据权利要求1所述的热熔材料离心雾化制备定尺化3D打印粉末的装置,其特征在于,所述布液器(13)的一端与进液管(16)相连通,另一端密封设置,所述进液管(16)的进液口延伸至所述熔炉(1)的外侧。

7. 根据权利要求1所述的热熔材料离心雾化制备定尺化3D打印粉末的装置,其特征在于,在所述熔炉(1)的上部外侧设有脉冲电动机(17),所述脉冲电动机(17)的转轴穿过所述熔炉(1)的侧壁与所述滚筒(11)驱动连接,且所述滚筒(11)的中心轴与所述熔炉(1)的侧壁相垂直设置。

8. 根据权利要求1所述的热熔材料离心雾化制备定尺化3D打印粉末的装置,其特征在于,在所述熔炉(1)内还形成有与所述雾化仓相连通的球化仓、固化仓和收料仓,且所述球化仓、所述固定仓和所述收料仓依次设置在所述雾化仓的下方。

9. 一种热熔材料离心雾化制备定尺化3D打印粉末的方法,其特征在于,包括如下步骤:

熔化:将金属放入加热炉熔池内熔化形成熔融态液体;

溶液定容分配:将已熔化的熔融态液体由进液管(16)的进液口脉冲引入布液器(13)内,使液体进入布液器(13)的布液口(14)内并由喷液口(15)喷出流淌在滚筒(11)的下侧内壁上,并在刮平板(18)的作用下刮平,使滚筒(11)在脉冲电动机(17)的驱动下低速旋转,液体随着滚筒(11)的定向低速旋转而挂满滚筒(11)的内壁;并在毛细作用下,滚筒(11)内壁的液体被吸入并充满毛细孔(12),以完成对液体的定容分配。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,所述方法还包括在定容分配步骤之后的如下步骤:

溶液雾化:待完成贯通毛细孔的定容分配之后,使脉冲电动机(17)带动滚筒(11)高速旋转,在高度旋转产生的离心力作用下,贯通毛细孔(12)内的定容存储的金属液体被瞬间

甩出,并在滚筒(11)的外部空间形成定容液滴群;

液滴定尺化:在重力作用下,液滴群进入球化仓,并在球化仓的降落过程中在表面能的作用下,完成定容液滴的球化过程;

液滴固化:完成定容和球化的液滴在重力作用下降落至冷却固化仓,在固化仓已经完成定容和球化的液滴,温度降低至热熔材料的熔点而发生由液态向固态的相变,实现已定容和球化的液滴的固化过程,形成定尺化球形粉末;

粉末出料:所述固态粉末在重力作用下降落至收料仓,经过进一步降温出料,形成定尺化球形粉末。

热熔材料离心雾化制备定尺化3D打印粉末的装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及3D打印粉末技术领域,尤其是涉及一种热熔材料离心雾化制备定尺化3D打印粉末的装置及方法。

背景技术

[0002] 先进粉末制备技术是现代粉末冶金和制品产业化的基础,是相关新兴产业发展的先导。近年来,全球金属粉末年产量接近300万吨,中国年产量140万吨左右,其中球形金属粉末占粉末总产量的7%,但产值却高达21%。再从粉末增长率来看,传统粉末的增长率不超过5%,而应用于微电子表面封装(SMT)、增材制造、新能源用软磁材料等高端制造领域的球形金属粉末,平均增长率在30%以上,呈现出高速增长的势头。此外,各类高新技术产品向轻量化、小型化和多功能一体化的方向发展,球形粉体材料的性能要求也逐渐提高,使其朝着高球形度、窄粒度、超细、低氧、高稳定性和一致性等方向发展。

[0003] 3D打印作为未来材料加工的主流技术之一,是球形粉末应用的核心领域,随着金属3D打印技术的飞速发展,球形金属粉末的市场将保持高速增长态势。3D打印用粉末一般为微米尺度,大约为30-100微米左右。激光与电子束对3D打印粉末的尺度要求略有不同,激光3D打印粉末粒度在30-50 μm 之间,而电子束打印粉末粒度要求稍大,在60-80 μm 之间。虽然不同3D打印方法和材料的特征不同,对粉末粒度要求也不尽相同。但是对粒度分布窄、球形度高和流动性好的要求是一致的。

[0004] 目前,3D打印金属粉末的制备方法主要包括雾化法(以气雾化为主,包括真空气雾化(VIGA)和电极感应雾化(EIGA)等)和等离子法(等离子旋转电极雾化(PREP)、等离子熔丝雾化(WPA)和等离子球化技术(PA)等)。现有的3D打印金属粉末制备方法按照原料不同分为金属熔化造粒法和金属粉末造粒法,金属熔化造粒法主要包括“金属熔化—分液—球化”过程。同样对于金属粉末造粒法(等离子球化法)相类似,原始粉末成为“分液”后的基体粉末。其粒度分布宽,因此造成粉末“分液”的体量不同,所制成的粉末粒度分布宽。近年来,虽然对3D打印金属粉末成品率方面研究众多,但是主要集中在原料、工艺参数、喷嘴气流控制与工装等方面,始终没有聚焦到金属溶液分液的定量化上来,因此粉末的高成品率问题没有取得根本性的改变和改善。即使最高成品的等离子雾化丝材技术(PA法)最高成品率止步于60-70%之间。然而由于一些金属丝材/箔材加工路线长,制造成本高。特别是一些材料由于可加工性能限制,根本无法加工成丝材或者箔材,因此其粉末球化成品率只能止步于30%左右。事实上,等离子雾化丝材法(PA法)之所以能获得60-70%成品率的原因是其对进料量的定量控制,而其他方法未能达到如此高成品率的原因也在于此。可见,无论是金属熔化雾化造粒法“熔化—雾化—球化”过程还是金属粉末造粒法(等离子球化法)“粉末-熔化-球化”过程,分液是粒度控制的关键步骤。分液的核心是实现定量(定容或者定重)化。具体到金属熔化造粒法(喷雾造粒法、旋转电极法)中就是定量分液,具体到等离子雾化法就是预造粒粉末/丝材/箔材的定尺与定速控制。

[0005] 目前对于在定量分液方面,相关方面已有类似的研究。主要方法有切丝或打孔重

熔法、膜乳化法、定尺液滴成型法和脉冲小孔喷射法。然而上述方法中,目前只有日本的脉冲小孔喷射法实现了在金属粒化方面的工业应用。可以实现粒径范围在80~600 μm 多种材料粒子的制备,如低熔点的Pb-Sn、Sn-Ag、Bi-Sb合金粒子,高熔点的Cu粒子、Si粒子、Ge粒子,以及Fe基金属、玻璃等粒子。但是由于该设备结构复杂,控制难度大,加之效率低,对于大宗金属定尺化粒子的制备还有待于进一步发展。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种热熔材料离心雾化制备定尺化3D打印粉末的装置及方法,以解决现有粉末制备方法中无法实现对粉末的定量化控制,进而造成粉末粒度分布宽、成品率低、成本高且产能低等技术与经济问题。本发明提供的诸多技术方案中的优选技术方案所能产生的诸多技术效果详见下文阐述。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供了以下技术方案:

[0008] 本发明提供一种热熔材料离心雾化制备定尺化3D打印粉末的装置,包括熔炉,在所述熔炉的上部设置有雾化仓,在所述雾化仓内设有滚筒,围绕所述滚筒的侧壁表面均匀布设有孔径相一致的毛细孔,且所有所述毛细孔的轴线方向与所述滚筒的截面直径之间均呈相同夹角设置;

[0009] 靠近所述滚筒下侧内壁位置设有自所述滚筒的一端向另一端延伸设置的布液器,所述布液器朝向所述滚筒内壁的下侧均匀间隔设有多个布液口。

[0010] 根据一种优选实施方式,沿所述滚筒旋转方向,所述毛细孔的轴线方向与所述滚筒的截面直径方向之间的夹角为30~60°。

[0011] 根据一种优选实施方式,所述布液口呈自所述布液器侧壁向下凹的倒锥型结构,且在所述布液口的最底端形成有喷液口。

[0012] 根据一种优选实施方式,所述喷液口与所述滚筒下侧内壁之间的距离为1~2mm。

[0013] 根据一种优选实施方式,在所述布液器的下侧且靠近所述布液口的位置设置有刮平板,所述刮平板的上端与所述布液器的外壁固定连接,下端向所述滚筒的内壁方向延伸,并使所述刮平板的下端与所述滚筒的内壁相接触。

[0014] 根据一种优选实施方式,所述布液器的一端与进液管相连通,另一端密封设置,所述进液管的进液口延伸至所述熔炉的外侧。

[0015] 根据一种优选实施方式,在所述熔炉的上部外侧设有脉冲电动机,所述脉冲电动机的转轴穿过所述熔炉的侧壁与所述滚筒驱动连接,且所述滚筒的中心轴与所述熔炉的侧壁相垂直设置。

[0016] 根据一种优选实施方式,在所述熔炉内还形成有与所述雾化仓相连通的球化仓、固化仓和收料仓,且所述球化仓、所述固定仓和所述收料仓依次设置在所述雾化仓的下方。

[0017] 基于上述技术方案,本发明的一种热熔材料离心雾化制备定尺化3D打印粉末的装置至少具有如下技术效果:

[0018] 本发明提供一种热熔材料离心雾化制备定尺化3D打印粉末的装置,包括熔炉,在熔炉的上部形成有雾化仓,在雾化仓内设有滚筒,围绕滚筒的侧壁表面均匀布设有孔径相一致的毛细孔,且所有毛细孔的轴线方向与滚筒的直径之间均呈相同夹角设置;靠近滚筒下侧内壁位置设有自滚筒的一端向另一端延伸设置的布液器,布液器朝向滚筒内壁下侧

均匀间隔设有多个布液口。因此,本申请装置可以利用滚筒上的毛细孔将浸入的液体存储其中,实现金属液体的定容分配,被定容分配的液体容积取决于毛细孔的孔径大小、液态金属与滚筒材料之间的浸润性决定的,因此,通过滚筒材料的选择和激光加工毛细孔形状的设计,在滚筒材料和液态金属确定的情况下,孔径和形状相一致的毛细孔能够确保每个毛细孔的液体容量相等。由此毛细孔完成了对溶液的定容分配。而定容是粉末定量化和定尺化的基础,进而使粉末的定量化得到控制,实现所制备的粉末一致性好,成品率高。

[0019] 本发明还提供了一种热熔材料离心雾化制备定尺化3D打印粉末的方法,包括如下步骤:

[0020] 熔化:将金属放入加热炉熔池内熔化形成熔融态液体;

[0021] 溶液定容分配:将已熔化的熔融态液体由进液管的进液口脉冲引入布液器内,使液体进入布液器的布液口内并由喷液口喷出流淌在滚筒的下侧内壁上,并在刮平板的作用下刮平,使滚筒在脉冲电动机的驱动下低速旋转,液体随着滚筒的定向低速旋转而挂满滚筒的内壁;并在毛细作用下,滚筒内壁的液体被吸入并充满毛细孔,以完成对液体的定容分配。

[0022] 根据一种优选实施方式,所述方法还包括在定容分配步骤之后的如下步骤:

[0023] 溶液雾化:待完成贯通毛细孔的定容分配之后,使脉冲电动机带动滚筒高速旋转,在高度旋转产生的离心力作用下,贯通毛细孔内的定容存储的金属液体被瞬间甩出,并在滚筒的外部空间形成定容液滴群。在此阶段,完成液滴的定容雾化过程。

[0024] 液滴定尺化:在重力作用下,液滴群进入球化仓,并在球化仓的降落过程中,液滴在表面张力作用下,完成定容液滴的球化过程。至此,完成定容+球化过程。

[0025] 液滴固化:完成定容和球化的液滴在重力作用下降落至冷却固化仓。在固化仓内,已经完成定容和球化的液滴因为冷却作用,其温度降低至材料熔点,因而发生由液态向固态的相变,至此,完成定容+球化+固化过程。

[0026] 粉末出料:所述固态粉末在重力作用下降落至收料仓,经过进一步降温出料,形成定尺化粉末。

[0027] 基于上述技术方案,本发明的一种热熔材料离心雾化制备定尺化3D打印粉末的方法至少具有如下技术效果:

[0028] 本发明的方法所制备的粉末一致性好,成品率高,利用滚筒上的毛细孔可实现定容分液和定尺控制,可以保证90%以上的成品率,远高于现有3D金属粉末成品率<35%的水平。且所制备的粉末球形化程度高。

[0029] 本发明的方法能够实现可热熔材料定尺化粉末的一步成型,从熔炉到粉末颗粒无需二次加工,加工效率较高。对金属熔炉进行一次改造即可批次制备定尺化颗粒,耗能低,对几乎所有可热熔材料均适用,适用范围广。

附图说明

[0030] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0031] 图1是本发明的一种热熔材料离心雾化制备定尺化3D打印粉末的装置的结构示意图；

[0032] 图2是本发明的一种热熔材料离心雾化制备定尺化3D打印粉末的装置中滚筒的结构示意图；

[0033] 图3是图2中的滚筒的横截面示意图；

[0034] 图4是本发明的一种热熔材料离心雾化制备定尺化3D打印粉末的装置中滚筒与布液器的设置方式示意图；

[0035] 图5是本发明的一种热熔材料离心雾化制备定尺化3D打印粉末的装置中布液器的纵截面图。

[0036] 图中：1-熔炉；11-滚筒；12-毛细孔；13-布液器；14-布液口；15-喷液口；16-进液管；17-脉冲电动机；18-刮平板。

具体实施方式

[0037] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将对本发明的技术方案进行详细的描述。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的前提下所得到的所有其它实施方式，都属于本发明所保护的范围。

[0038] 在本发明的描述中，需要说明的是，除非另有说明，“多个”的含义是两个或两个以上；术语“上”、“下”、“左”、“右”、“内”、“外”、“前端”、“后端”、“头部”、“尾部”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。此外，术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0039] 在本发明的描述中，还需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连。对于本领域的普通技术人员而言，可视具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0040] 实施例1

[0041] 如图1至图4所示，本实施例提供了一种热熔材料离心雾化制备定尺化3D打印粉末的装置，包括熔炉1，在熔炉1的上部设置有雾化仓，在雾化仓内设有滚筒11，围绕滚筒11的侧壁表面均匀布设有孔径相一致的毛细孔12。且所有毛细孔12的轴线方向与滚筒11的截面直径之间均呈相同夹角设置。靠近滚筒11下侧内壁位置设有自滚筒11的一端向另一端延伸设置的布液器13，布液器13朝向滚筒11内壁的下侧均匀间隔设有多个布液口14。通过激光加工使得滚筒的侧壁表面布满孔径和形状相一致的规则化毛细孔，优选地，毛细孔12的孔径可以是微米级到毫米级，利用滚筒上毛细孔的毛细作用将侵入的液体存储其中。毛细孔的毛细作用所能吸附溶液的容量是根据开尔文定律计算得来，根据开尔文定律，毛细作用力 $\Delta P = 4\tau \cos\theta / d = \rho gh$ ，式中 τ 为表面张力、 θ 为润湿角、 d 为微孔直径、 ρ 为液体密度、 h 为液体高度， $V = \pi d \tau \cos\theta / \rho g$ 。被定容分配的液体容积取决于毛细孔的孔径大小、液态金属与滚筒材料之间的浸润性决定的。因此通过滚筒材料选择和激光加工毛细孔形状设计，可以确

定每个毛细孔的液体容量。可见毛细孔所能吸附液体的容积是一个确定的数值,由此过程完成了毛细管对溶液的定容分配。而定容是粉末定量化和定尺化的基础,进而使粉末的定量化得到控制,实现所制备的粉末一致性好,成品率高。

[0042] 优选地,如图3所示,沿滚筒11旋转方向,毛细孔12的轴线方向与滚筒11的截面直径方向之间的夹角为 $30\sim 60^\circ$ 。即毛细孔12的轴线方向与滚筒截面直径方向不一致,以便在旋转时在离心力作用下降液体向外抛洒。

[0043] 优选地,如图4所示,布液口14呈自布液器13侧壁向下凹的倒锥型结构。且在布液口14的最底端形成有喷液口15。即布液口14呈上大下小型结构,如此设置,可以使得液体在布液口内自槽顶至喷液口的下落量逐渐减少,从而可以使液体能够自布液器一端的布液口逐步充满另一端的布液口,使所有布液口均布满液体,以便可以使得液体均匀喷洒在滚筒内壁上。优选地,喷液口15与滚筒11内壁之间的距离为 $1\sim 2\text{mm}$ 。以便使得位于喷液口后侧的刮平板将喷液口流出的热熔材料刮平在滚筒内壁上。优选地,布液器13的长度与滚筒11内部的轴向长度相一致,以便可以使滚筒侧壁的毛细孔可均匀吸入液体。优选地,喷液口15的孔径大小可以根据熔融态材料的流动性大小而选择。优选地,在布液器13的下侧且靠近布液口14的位置设置有刮平板18,刮平板18的上端与布液器13的外壁固定连接,下端向滚筒11的内壁方向延伸,并使刮平板18的下端与滚筒11的内壁相接触。刮平板18用于将滚筒11内壁的液体刮平。进一步优选地,布液器13的一端与进液管16相连通,另一端密封设置,布液器13可以为管状结构。进液管16的进液口延伸至熔炉1的外侧。进液管16与滚筒11的侧壁之间可以采用动密封进行设置,以使进液管16和布液器13不随滚筒11的旋转而转动。

[0044] 进一步优选地,如图1或图4所示,在熔炉1的上部外侧设有脉冲电动机17,脉冲电动机17的转轴穿过熔炉1的侧壁与滚筒11驱动连接,且滚筒11的中心轴与熔炉1的侧壁相垂直设置。脉冲电动机17可以调节滚筒的转速,在溶液定容分配阶段,通过脉冲电动机使得滚筒慢速转动,以使得布液口流出的液体流淌在滚筒下侧内壁,并随着滚筒转动挂满滚筒内壁。而在溶液雾化阶段,通过脉冲电动机使得滚筒高速旋转,以便在滚筒高速旋转产生的离心作用下,使毛细孔内定容液体被离心甩出而形成雾化定容液滴。

[0045] 进一步优选地,如图1所述,在熔炉1内还形成有与雾化仓相连通的球化仓、固化仓和收料仓,且球化仓、固定仓和收料仓依次设置在雾化仓的下方。在雾化仓内进行溶液定容分配和液滴雾化的过程,金属液滴离开滚筒的毛细孔后,在重力作用下进入球化仓。在球化仓降落的过程中,因为液滴群周边的温度较高,液滴由于液滴受到气液表面张力作用,表面积缩小而球化。从而完成了液滴从定容到定尺的转变。完成定尺球化过程的液滴继续降落进入冷却固化仓。由于固化仓温度迅速降低至熔点温度以下,在熔点临近温度时完成从液态向固态的相变,因而液滴固化为固体粉末。最后固化粉末在惰性气体的保护下继续降温,表面活性显著降低,由收料仓出料,此时得到的金属粉末具备了粒度均匀、分布窄、球化程度好以及氧含量低的特点。

[0046] 实施例2

[0047] 本实施例提供了一种热熔材料离心雾化制备定尺化3D打印粉末的方法,该方法包括如下步骤:

[0048] (1) 熔化:

[0049] 将金属铝放入加热炉熔池内熔化形成熔融态液体。在熔化过程中,对于纯度不高

金属溶液可以在此过程精炼,去除液体表面悬浮或者沉淀于底部的金属杂质。对于活泼性金属,为了防止吸气反应,在此过程可以在真空或者氩气保护下进行。

[0050] (2) 溶液定容分配:

[0051] 将已熔化的熔融态金属铝液体由进液管16的进液口脉冲引入布液器13内,使液体进入布液器13的布液口14内并由喷液口15喷出流淌在滚筒11的下侧内壁上,并在刮平板18的作用下刮平,使滚筒11在脉冲电动机17的驱动下低速旋转,液体随着滚筒11的定向低速旋被向上携带而挂满滚筒11的内壁;并在毛细作用下,滚筒11内壁的液体被吸入并充满毛细孔12,以完成对液体的定容分配。

[0052] (3) 溶液雾化:

[0053] 待完成贯通毛细孔的定容分配之后,使脉冲电动机17带动滚筒11高速旋转,在高度旋转产生的离心力作用下,贯通毛细孔12内的定容存储的金属铝液体被瞬间甩出,并在滚筒11的外部空间形成定容液滴群。在此阶段,完成液滴的定容雾化过程。

[0054] (4) 液滴定尺化:

[0055] 金属铝液滴离开滚筒的毛细孔后在重力作用下,液滴群进入球化仓。在球化仓降落的过程中,因为液滴群周边的温度较高,液滴由于液滴受到气液表面张力作用,表面积缩小而球化。雾化液滴在表面能的作用下,完成定容液滴的球化过程。至此,完成定容+球化过程。对于具有低氧要求的粉末,可以选择在此过程中通入还原性气体,比如 H_2 、 CO 、 CH_4 等。

[0056] (5) 液滴固化:

[0057] 完成定容和球化的金属铝液滴在重力作用下降落至固化仓,在固化仓已经完成定容和球化的液滴,因为冷却作用,其温度降低至材料熔点,因而发生由液态向固态的相变,由于冷却固化仓温度迅速降低至熔点温度以下,在熔点临近温度时完成从液态向固态的相变,实现定容和球化液滴的固化,形成定尺化粉末。至此完成定容+球化+固化过程。

[0058] (6) 粉末出料:

[0059] 固态粉末在重力作用下降落至收料仓进行出料。固化粉末在惰性气体的保护下经过进一步降温,表面活性显著降低。根据粉末化学性质的活泼程度,可以选在 $<100^{\circ}C$ 温度下出料。此时得到的金属粉末具备了粒度均匀、分布窄、球化程度好、氧含量低等特点。

[0060] 本发明的方法可以用于熔点在 $1800^{\circ}C$ 以下金属、非金属、有机物定量化分配;以及用于熔点在 $1800^{\circ}C$ 以下金属、非金属、有机物球化成型;可用于微米、毫米级颗粒定量化与球化成型;可用于真空、氩气保护及空气环境。

[0061] 本发明的制备方法利用激光高精度特点,保证了滚筒毛细孔的孔径和形状的高精度和一致性。毛细孔内溶液的存储量与孔隙内部容积、溶液特性以及溶液与滚筒的浸润性紧密相关。因此,可以根据上述特性精确设计毛细孔孔径尺寸,实现定容分液和定尺控制,可以保证90%以上的成品率。远高于现有3D金属粉末成品率 $<35\%$ 的水平。所制备的粉末一致性好,成品率高。粉末球形化程度高。另外,本发明的定尺化颗粒可做到可热熔材料定尺化粉末的一步成型,从熔炉到粉末颗粒无需二次加工,加工效果高。本发明只需要对金属熔炉进行一次改造就可以批次制备定尺化颗粒,能耗低。本发明的装置可用于几乎所有可热熔材料,适用范围广。本发明的装置生产批量大,滚筒表面积调控。通过提高转筒直径、长度、转速即可调整产能。

[0062] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何

熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

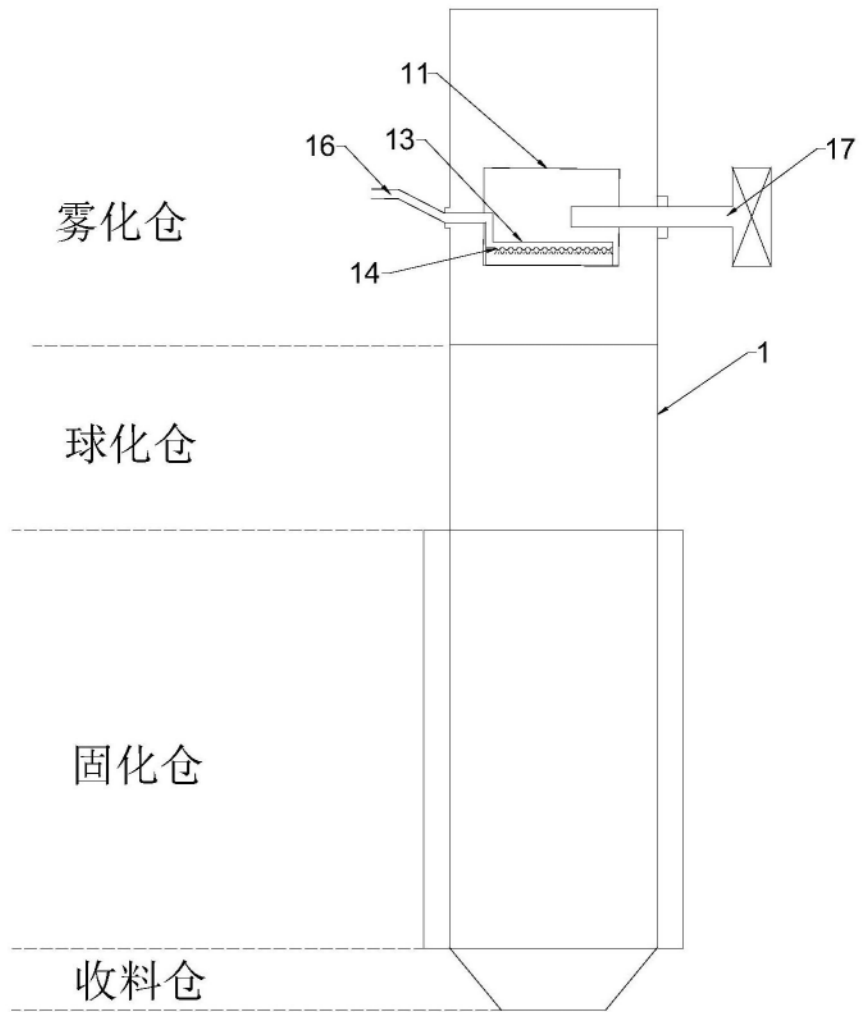


图1

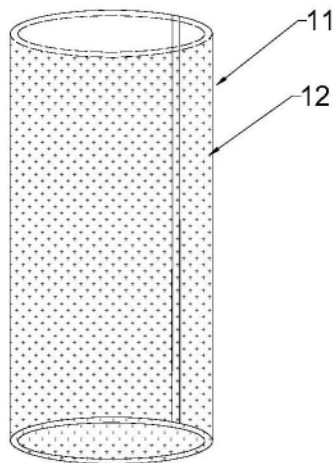


图2

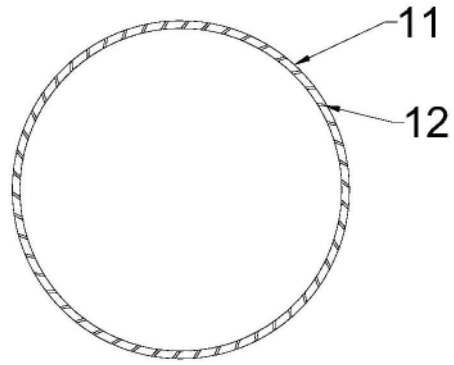


图3

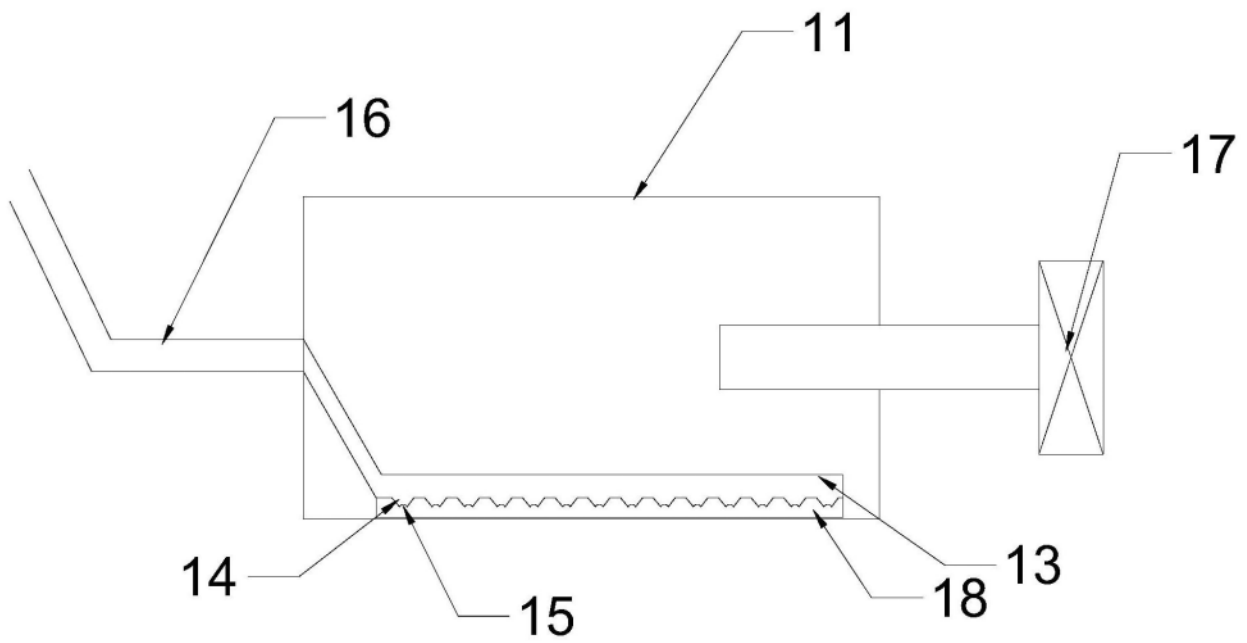


图4

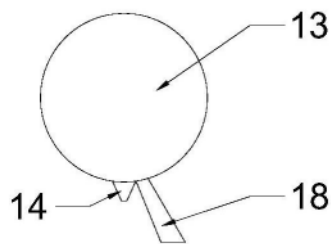


图5