



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106513692 B

(45)授权公告日 2018.05.25

(21)申请号 201611256191.3

(22)申请日 2016.12.30

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106513692 A

(43)申请公布日 2017.03.22

(73)专利权人 长沙新材料产业研究院有限公司

地址 410205 湖南省长沙市高新开发区文轩路27号麓谷钰园B8栋7层

(72)发明人 李晓庚 周朝辉 曹玄扬

(74)专利代理机构 长沙正奇专利事务所有限责任公司 43113

代理人 郭立中

(51)Int.Cl.

B22F 9/08(2006.01)

(56)对比文件

CN 202701384 U,2013.01.30,全文.

CN 201186352 Y,2009.01.28,全文.

CN 202951880 U,2013.05.29,全文.

CN 205650809 U,2016.10.19,全文.

CN 204747507 U,2015.11.11,全文.

JP S61266506 A,1986.11.26,全文.

审查员 肖芳辉

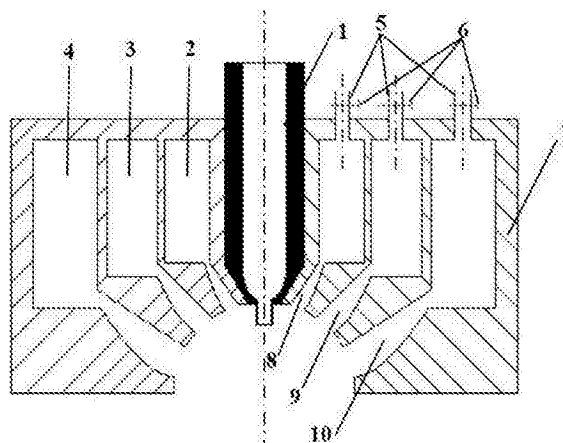
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种用于生产粉末的雾化喷嘴及方法

(57)摘要

本发明涉及一种用于生产3D打印粉末的雾化喷嘴。该雾化喷嘴包括嘴体，所述嘴体中心设置有导流管，嘴体内围绕导流管中心线由内到外设有第一环状雾化腔、第二环状雾化腔和第三环状雾化腔，第一环状雾化腔、第二环状雾化腔和第三环状雾化腔上均设有进气管，第一环状雾化腔、第二环状雾化腔和第三环状雾化腔分别连接有第一喷射腔、第二喷射腔和第三喷射腔，喷射腔的进气口的面积均小于喷射腔的出气口的面积，所述环状雾化腔的与喷射腔分别构成拉瓦尔管，喷射腔进气口至导流管中心线的距离由内至外依次增大。本发明的雾化喷嘴生产效率高，粉末球形度高且产品粒径可调，可按需生产具有一定粒径分布的粉末产品，减少制粉后期处理的工作量。



1. 一种用于生产粉末的雾化喷嘴,包括嘴体(7),所述嘴体(7)中心设置有导流管(1),所述嘴体(7)内围绕导流管(1)中心线由内到外设有第一环状雾化腔(2)、第二环状雾化腔(3)和第三环状雾化腔(4),所述第一环状雾化腔(2)、第二环状雾化腔(3)和第三环状雾化腔(4)上均设有进气管(5),所述第一环状雾化腔(2)、第二环状雾化腔(3)和第三环状雾化腔(4)分别连接有第一喷射腔(8)、第二喷射腔(9)和第三喷射腔(10),其特征在于,各喷射腔的进气口的面积均小于喷射腔出气口的面积,各环状雾化腔与各喷射腔分别构成拉瓦尔结构;各喷射腔生产的粉末具有不同的粒径。

2. 根据权利要求1所述的用于生产粉末的雾化喷嘴,其特征在于,所述进气管(5)上设有阀门(6)。

3. 根据权利要求1或2所述的用于生产粉末的雾化喷嘴,其特征在于,所述导流管(1)包括管体(101)和伸长段(102),所述伸长段(102)连接在管体(101)下端,所述伸长段(102)的内径不大于管体(101)的内径。

4. 根据权利要求1或2所述的用于生产粉末的雾化喷嘴,其特征在于,所述导流管(1)可拆卸地固定在嘴体(7)上。

5. 根据权利要求1或2所述的用于生产粉末的雾化喷嘴,其特征在于,所述第一环状雾化腔(2)的喷射气流与液注的夹角为 $35\sim 40^\circ$,所述第二环状雾化腔(3)的喷射气流与液注的夹角为 $65\sim 70^\circ$,所述第三环状雾化腔(4)的喷射气流与液注的夹角为 $75\sim 80^\circ$ 。

6. 根据权利要求3所述的用于生产粉末的雾化喷嘴,其特征在于,所述导流管(1)的伸长段(102)的长度与管体(101)的直径有关,当管体(101)内径为7mm时,所述伸长段(102)的长度为3.8~4.4mm;当管体(101)内径为3.5mm时,所述伸长段(102)的长度为2.2~3mm。

7. 一种使用权利要求1~6任一项所述的雾化喷嘴生产粉末的方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1)首先,将金属加热至熔融态;向第二环状雾化腔(3)通入氮气,氮气经过拉瓦尔结构加速喷出;将适量的金属熔融液引流入中间包中,由导流管进入喷嘴,从导流管的伸长段落下,与高速氮气接触,雾化成具有第一粒径的颗粒;

(2)继续加热中间包,并向中间包添加少量熔融液,使中间包和导流管(1)保持工作状态不被金属熔液冷却堵塞;同时,打开第一环状雾化腔上的阀门,并缓慢关闭第二环状雾化腔(3)阀门,向第一环状雾化腔(2)供气,将适量的金属熔融液加入中间包并通过第一环状雾化腔(2)进行气雾化过程,得到具有第二粒径的颗粒;

(3)待中间包熔融液流完,继续加热中间包,使中间包和导流管(1)不被金属熔液冷却堵塞,同时打开第三环状雾化腔(4)阀门,缓慢关闭第一环状雾化腔(2)的阀门,向第三环状雾化腔(4)供气;将适量的金属熔融液加入中间包通过第三环状雾化腔(4)进行气雾化过程,得到具有第三粒径的颗粒。

8. 根据权利要求7所述的生产粉末的方法,其特征在于,所述具有第二粒径的颗粒占有颗粒含量的50wt.%以上。

一种用于生产粉末的雾化喷嘴及方法

技术领域

[0001] 本发明属于粉末制备领域,具体涉及一种用于生产粉末的雾化喷嘴及方法。

背景技术

[0002] 气体雾化制粉法是制备金属及合金粉末的重要方法,其基本原理是用高速气流将液态金属粉碎成小液滴并凝固成粉末的过程,其核心是控制气体对金属液流的作用过程,使气流的动能最大限度地转化为新生粉末表面能。因此,雾化喷嘴作为控制部件,成为气体雾化的关键技术,喷嘴的结构和性能决定了雾化粉末的性能和效率。

[0003] 气雾化制粉法也广泛应用于3D打印用金属粉末的制备和生产。随着3D打印技术对高性能金属粉末的需求的增加,3D打印用金属粉末向着纯球型化和合理粒径分布的方向发展。普通的雾化制粉装备制备的金属粉末已难以满足3D打印对粉末的要求。提高球形粉的收得率和粒径分布的可控性,降低粉末制备成本,提高粉末品质和稳定性,已成为雾化制粉技术和装备发展的趋势。在球形度方面,经过大量研究实践证明,紧耦合限制式雾化喷嘴所生产的粉末球形度高于其他结构喷嘴。在粒径分布方面,3D打印用金属粉末需要有不同粒径的粉末合理搭配,以获得质量良好的打印产品。其中,尺寸大于 $45\mu\text{m}$ 的粉末用于铺粉时带动细粉流动;尺寸小于 $15\mu\text{m}$ 细粉则是填充粉末颗粒之间的空隙,使其打印过程中减少孔洞产生;而 $25\text{--}35\mu\text{m}$ 的粉末则为3D打印的核心粉末。各种粒径的粉末需按照一定配比才能适用于3D打印过程。因此,需要一种能生产高球形度,粒径分布可调节的雾化喷嘴很有必要。

[0004] 气体雾化制粉是二流雾化的一种,基本过程是利用高速气流将液态金属流粉碎成粉末的过程。因此,这一过程包含有气流与液流之间的能量交换和热量传递(其实是气流的动能转换成粉末的表面能,金属液流的热量传递给气流),能量和热量交换是影响雾化效率的关键因素,而这两个过程由喷嘴的结构和导流管的配置所控制。超声紧耦合雾化喷嘴就是在紧耦合喷嘴的基础上,采用火箭喷管设计的思路,将气体的流出通道设计成收放结构的拉瓦尔形式,从而使气流出口速度超过声速,能量得到有效提高。经测试表明,超声紧耦合的气流速度可以达到的声速的2倍以上。因此,超声紧耦合雾化效率得到更进一步的提高。

[0005] 制备3D打印用金属粉末雾化喷嘴,设计方案之一就是单一利用紧耦合限制式雾化喷嘴。中国专利CN102837001A、CN207763046A就采取这种设计方案进行雾化喷嘴设计。这种雾化喷嘴设计方案在调节金属粉末的粒径分布时,由于其工艺参数单一,所生产的粉末粒径分布较窄,细粉和粗粉比例不足,不能满足3D打印对粉末材料粒度分布的要求。

[0006] 制备3D打印用金属粉末雾化喷嘴,设计方案之二是将不同的结构设计喷嘴设计于同一个喷嘴,使其能够利用不同喷嘴结构来生产不同规格的金属粉末。中国发明专利说明书CN105618773A公开了一种用于制备3D打印金属粉末的气雾化装置,该气雾化装置使用了多种喷嘴结构。在球形度方面,层流雾化法和超声雾化法制备的金属粉末在球形度方面与紧耦合限制式喷嘴有一定差距,不同喷嘴结构所生产的粉末形貌和异形粉形貌也不同,在生产过程中不易筛分。而且该专利喷嘴在使用时需拆除部分结构,在生产过程中与更换

整体雾化喷嘴无异,无法提升生产效率。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于针对上述现有技术的不足,提供一种生产效率高、粉末粒径可调的用于生产3D打印粉末的雾化喷嘴和使用该雾化喷嘴生产粉末的方法,以获得球形度高、粒径分布合理的粉末。

[0008] 本发明的技术方案为:一种用于生产粉末的雾化喷嘴,包括嘴体,所述嘴体中心设置有导流管,所述嘴体内围绕导流管中心线由内到外设有第一环状雾化腔、第二环状雾化腔和第三环状雾化腔,所述第一环状雾化腔、第二环状雾化腔和第三环状雾化腔上均设有进气管,所述第一环状雾化腔、第二环状雾化腔和第三环状雾化腔分别连接有第一喷射腔、第二喷射腔和第三喷射腔,各喷射腔的进气口的面积均小于喷射腔出气口的面积,各环状雾化腔与各喷射腔分别构成拉瓦尔结构;各喷射腔生产的粉末具有不同的粒径。

[0009] 采用这样的结构,设置3个雾化腔和相应的3个喷射腔,喷射腔的进气口至喷射腔出气口的通气面积逐渐增大,每一个雾化腔和对应的喷射腔构成一个拉瓦尔气体通道,通气过程中,对气流起到加速作用,产生高速气流,高速气流撞击导流管中落下的液体,使得液体雾化。3个雾化腔和相应喷射腔的尺寸不同,对气流的加速能力不同,对导流管中落下的液体的作用力不同;同时,喷射腔进气口至导流管中心线的距离不同,该距离的微小调整,会引起回流区内抽吸压力、气体速度以及湍流强度等流场参数的明显变化,喷射出来的气体对导流管口的液流产生的气压不同,从而进一步的区分产生粉末的粒径大小,提高生产效率。这样在生产过程中,保证了金属粉末的球形度,同时,可以通过调节使用不同气腔的时间,调整粉末的粒径分布,达到所需的金属粉末粒径配比,减少制粉后期处理的工作量,增加生产效率。

[0010] 进一步地,所述进气管上设有阀门,可以方便地控制各个雾化腔的通气与否,便于生产控制。

[0011] 进一步地,所述导流管包括管体和伸长段,所述伸长段连接在管体下端,所述伸长段的内径不大于管体的内径,这样喷气时,导流管出口处会形成有较大的负压,使雾化过程稳定进行。

[0012] 进一步地,所述导流管可拆卸地固定在嘴体上,这样可以方便地更换导流管,对应不同的金属材料选用不同的导流管尺寸,改变导流管内径和伸长段的长度,利用改变气流对液流的作用来使得导流管不容易堵塞,同时,利用气流对液流的分散能力来控制制粉速率,有利于制粉工艺的控制和调控。

[0013] 进一步地,所述第一环状雾化腔气流与液注的夹角为 $35\sim 40^\circ$,所述第二环状雾化腔气流与液注的夹角为 $65\sim 70^\circ$,所述第三环状雾化腔气流与液注的夹角为 $75\sim 80^\circ$ 。

[0014] 进一步地,所述伸长段的长度与导流管管体的内径有关,当管体内径为7mm时,伸长段的长度为 $3.8\sim 4.4\text{mm}$;当管体内径为3.5mm时,伸长段的长度为 $2.2\sim 3\text{mm}$ 。

[0015] 一种使用上述雾化喷嘴生产粉末的方法,包括如下步骤:

[0016] (1)首先,将金属加热至熔融态;向第二环状雾化腔通入氮气,氮气经过拉瓦尔结构加速喷出;将适量的金属熔融液引流入中间包中,由导流管进入喷嘴,从导流管的伸长段落下,与高速氮气接触,雾化成具有第一粒径的颗粒;

[0017] (2)继续加热中间包,并向中间包添加少量熔融液,使中间包和导流管保持工作状态不被金属熔液冷却堵塞;同时,打开第一环状雾化腔上的阀门,并缓慢关闭第二环状雾化腔阀门,向第一环状雾化腔供气,将适量的金属熔融液加入中间包并通过第一环状雾化腔进行气雾化过程,得到具有第二粒径的颗粒;

[0018] (3)待中间包熔融液流完,继续加热中间包,使中间包和导流管不被金属熔液冷却堵塞,同时打开第三环状雾化腔阀门,缓慢关闭第一环状雾化腔的阀门,向第三环状雾化腔供气;将适量的金属熔融液加入中间包通过第三环状雾化腔进行气雾化过程,得到具有第三粒径的颗粒。

[0019] 进一步地,具有第二粒径的颗粒占有所有颗粒含量的50wt.%以上。

[0020] 通过对导流管伸长量和气流液流夹角的控制,可以影响金属液流在导流管口的流场状态。开始进行雾化制粉时,由于导流管温度未达到熔液温度,并且有低温气流影响,金属液流在流过导流管口时容易降温导致管口堵塞。本方案中,通过对导流管伸长量以及气流液流夹角控制,首先以 $65\sim 70^\circ$ 的夹角进行气雾化过程,减少导流管口的液流产生反压效果,减少液流受气流影响产生的回流现象,产生较大的吸抽力,保证初期导流管通畅。待导流管温度上升至熔液温度后再换为第一环状雾化腔和第三环状雾化腔进行雾化,减少导流管堵塞发生。

[0021] 本发明的用于生产3D打印粉末的雾化喷嘴生产效率高,粉末球形度高且产品粒径可调,可按需生产具有一定粒径分布的粉末产品,通过调节使用不同气腔的时间,调整粉末的粒径分布,达到所需的金属粉末粒径配比,减少制粉后期处理的工作量。

附图说明

[0022] 图1是本发明第一种实施方式的雾化喷嘴的剖面结构示意图。

[0023] 图2是本发明第一种实施方式的雾化喷嘴的导流管的结构示意图。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0025] 图1是本发明第一种实施方式的雾化喷嘴的剖面结构示意图。该用于生产3D打印粉末的雾化喷嘴,包括嘴体7,所述嘴体7中心设置有可拆卸的导流管1,所述嘴体7内围绕导流管1中心线由内到外设有第一环状雾化腔2、第二环状雾化腔3和第三环状雾化腔4,所述第一环状雾化腔2、第二环状雾化腔3和第三环状雾化腔4上均设有进气管5,所述第一环状雾化腔2、第二环状雾化腔3和第三环状雾化腔4分别连接有第一喷射腔8、第二喷射腔9和第三喷射腔10,各喷射腔的进气口的面积均小于喷射腔出气口的面积,各环状雾化腔与各喷射腔分别构成拉瓦尔结构;各喷射腔生产的粉末具有不同的粒径。

[0026] 其中,进气管5上设有阀门6;导流管1包括管体101和伸长段102,所述伸长段102连接在管体101下端,所述伸长段102的内径不大于管体101的内径;第一环状雾化腔2喷射气流的方向与液注的夹角为 $35\sim 40^\circ$,第二环状雾化腔3喷射气流的方向与液注的夹角为 $65\sim 70^\circ$,所述第三环状雾化腔4喷射气流的方向与液注的夹角为 $75\sim 80^\circ$;导流管1的伸长段102的长度与管体101的内径有关,当管体101内径为7mm时,伸长段102的长度为3.8~4.4mm;当管体101内径为3.5mm时,伸长段102的长度为2.2~3mm。

[0027] 下面以GH4169粉末的制备来说明用本发明的雾化喷嘴的生产粉末的方法。

[0028] 首先,选取30kg GH4169锭放入高频感应炉中,真空加热至熔融态;打开高压氮气阀门,向第二环状雾化腔3通入氮气(气压为4Mpa),氮气经过拉瓦尔结构加速从第二雾喷射腔9的出气口喷出;将适量的金属熔融液引流入中间包中,由导流管1进入喷嘴,从导流管1的伸长段102落下,与高速氮气接触,被破碎成小液滴,落入下方的雾化室冷却成为粉末。此时,所得粉末粒径分布D50在25~35 μm 的范围内;待中间包熔融液基本流完,继续加热中间包,并向中间包添加少量熔融液,使中间包和导流管1保持工作状态不被金属熔液冷却堵塞,同时打开第一环状雾化腔2上的阀门6,并缓慢关闭第二环状雾化腔3阀门6,向第一环状雾化腔2供气,将适量的金属熔融液加入中间包并通过第一环状雾化腔2进行气雾化过程,该过程所得的金属粉末D50在15 μm 以下;待中间包熔融液基本流完,继续加热中间包,使中间包和导流管1不被金属熔液冷却堵塞,同时打开第三环状雾化腔阀门4,缓慢关闭第一环状雾化腔2的阀门6,向第三环状雾化腔4供气;将适量的金属熔融液加入中间包通过第三环状雾化腔4进行气雾化过程,该过程所得的金属粉末D50在45 μm 以上。通过对三次雾化过程中使用不同气腔的阶段进行掌握,合理调控雾化时间,制备出球形度高,且粒径分布符合3D打印要求的GH4169粉末。

[0029] 下面以AlSi10Mg粉末的制备来说明利用本发明的雾化喷嘴生产粉末的方法。

[0030] 首先,选取30kg AlSi10Mg锭放入高频感应炉中,真空加热至熔融态;打开高压氮气阀门,向第二环状雾化腔3通入氮气(气压为3.5Mpa),氮气经过拉瓦尔结构加速从第二雾喷射腔9的出气口喷出;将适量的金属熔融液引流入中间包中,由导流管1进入喷嘴,从导流管1的伸长段102落下,与高速氮气接触,被破碎成小液滴,落入下方的雾化室冷却成为粉末。此时,所得粉末粒径分布D50在20~30 μm ;待中间包熔融液基本流完,继续加热中间包,并向中间包添加少量熔融液,使中间包和导流管1保持工作状态不被金属熔液冷却堵塞,同时打开第一环状雾化腔2上的阀门6,并缓慢关闭第二环状雾化腔3的阀门6,向第一环状雾化腔2供气,将适量的金属熔融液加入中间包并通过第一环状雾化腔2进行气雾化过程,该过程所得的金属粉末D50在10~13 μm ;待中间包熔融液基本流完,继续加热中间包,使中间包和导流管1不被金属熔液冷却堵塞,同时打开第三环状雾化腔阀门4,缓慢关闭第一环状雾化腔2的阀门6,向第三环状雾化腔4供气;将适量的金属熔融液加入中间包通过第三环状雾化腔4进行气雾化过程,该过程所得的金属粉末D50在40~50 μm 以上。通过对三次雾化过程中使用不同气腔的阶段进行掌握,合理调控雾化时间,制备出球形度高,且粒径分布符合3D打印要求的AlSi10Mg粉末。

[0031] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非是对本发明作其他形式的限制,任何熟悉本领域的技术人员可能利用上述揭示的技术内容加以变更或改型为等同变化的等效实施例应用于其他领域,但是凡是未脱离本发明技术方案内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与改型,仍然属于本发明技术方案的保护范围。

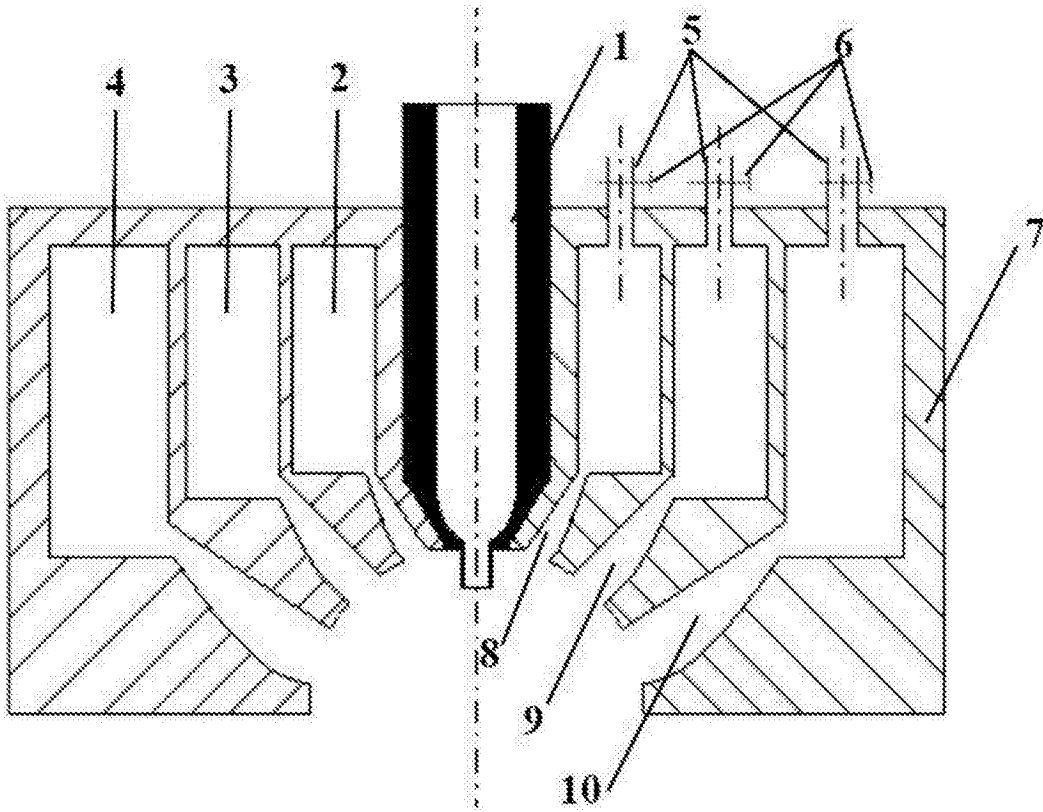


图1

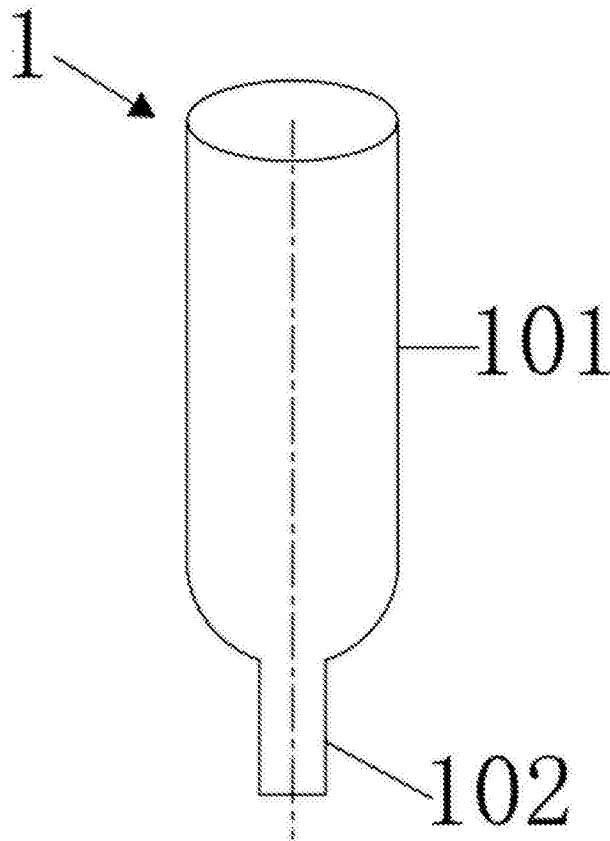


图2