



(21) 申请号 202210975618.4

(22) 申请日 2022.08.15

(71) 申请人 攀枝花学院

地址 617000 四川省攀枝花市东区机场路
10号

(72) 发明人 赵海泉 王新宇 张雪峰 陈敏
孙青竹 周嘉乐

(74) 专利代理机构 成都虹桥专利事务所(普通
合伙) 51124

专利代理师 成杰

(51) Int. Cl.

B22F 9/08 (2006.01)

B33Y 40/00 (2020.01)

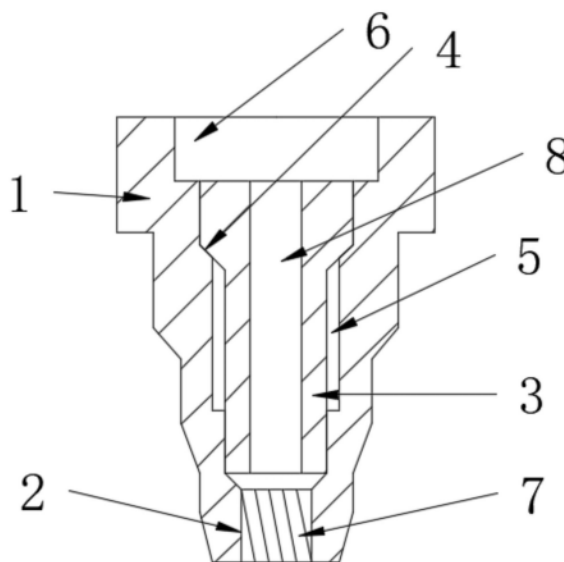
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

用于真空气雾化制备金属粉末的喷嘴

(57) 摘要

本发明属于粉末冶金技术领域,特别是涉及用于真空气雾化制备金属粉末的喷嘴。本发明提供一种用于真空气雾化制备金属粉末的喷嘴,包括喷嘴本体,在喷嘴本体上端面设置有金属液导流腔,在喷嘴本体下端面设置有喷孔,喷孔为圆形孔,喷孔和金属液导流腔连通;喷孔内侧壁设置有多条螺旋形凹槽。本发明在喷孔内侧壁设置多条螺旋形凹槽,这样设置以后,金属液在重力及负压作用下,将会在喷孔底部向四周开散式喷出,为金属熔融液克服表面张力破碎提供了动力,并且扩大了第一次喷吹高压气体的破碎空间,为第二次喷吹高压气体二次细化和分离破碎提供了有利条件,有利于降低金属粉末粒度,而且可有效降低卫星球比例,提高金属粉末的细粉率、成材率及适用性。



1. 用于真空气雾化制备金属粉末的喷嘴,包括喷嘴本体(1),在喷嘴本体(1)上端面设置有金属液导流腔(8),在喷嘴本体(1)下端面设置有喷孔(2),喷孔(2)为圆形孔,喷孔(2)和金属液导流腔(8)连通;其特征在于:喷孔(2)内侧壁设置有多条螺旋形凹槽(7)。

2. 根据权利要求1所述的用于真空气雾化制备金属粉末的喷嘴,其特征在于:螺旋形凹槽(7)均匀设置在喷孔(2)内侧壁。

3. 根据权利要求1所述的用于真空气雾化制备金属粉末的喷嘴,其特征在于:螺旋形凹槽(7)牙型为三角形。

4. 根据权利要求3所述的用于真空气雾化制备金属粉末的喷嘴,其特征在于:螺旋形凹槽(7)牙型角为 72° - 92° 。

5. 根据权利要求1所述的用于真空气雾化制备金属粉末的喷嘴,其特征在于:螺旋形凹槽(7)数量为8~12条,相邻两螺旋形凹槽(7)间依次连接。

6. 根据权利要求1所述的用于真空气雾化制备金属粉末的喷嘴,其特征在于:螺旋形凹槽(7)螺旋升角为 69° - 89° 。

7. 根据权利要求1所述的用于真空气雾化制备金属粉末的喷嘴,其特征在于:螺旋形凹槽(7)大径为5-6mm,小径为3.5-4.5mm。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的用于真空气雾化制备金属粉末的喷嘴,其特征在于:还包括喷管(3),喷管(3)位于喷管本体(1)内部,金属液导流腔(8)设置在喷管(3)内,在喷嘴本体(1)内部上侧设置有喷管挂台(4),喷管挂台(4)与喷管(3)适配,喷管(3)通过喷管挂台(4)固定在喷嘴本体(1)内,喷管(3)上端外侧壁、喷管(12)下端外侧壁与喷管本体(1)内壁紧密贴合。

9. 根据权利要求8所述的用于真空气雾化制备金属粉末的喷嘴,其特征在于:喷管(3)中部外侧壁和喷嘴本体(1)内侧壁之间设有隔热空腔(5)。

10. 根据权利要求1至7所述的用于真空气雾化制备金属粉末的喷嘴,其特征在于:还包括导流管定位凹槽(6),导流管定位凹槽(6)设置在喷嘴本体(1)上表面,导流管定位凹槽(6)下端面和金属液导流腔(8)连通。

用于真空气雾化制备金属粉末的喷嘴

技术领域

[0001] 本发明属于粉末冶金技术领域，特别是涉及用于真空气雾化制备金属粉末的喷嘴。

背景技术

[0002] 随着3D打印技术及注射成型等技术的不断成熟及日益发展，金属粉末材料的市场需求量日益增加。目前，气雾化法制备金属粉末材料常用技术为真空感应熔炼气雾化VIGA (Vacuum Induction-melting Gas Atomization)。真空感应熔炼气雾化VIGA适用范围广，可制备铁基、镍基、钴基、铝基、铜基等合金粉末材料，广泛应用于3D打印、熔化沉积、激光熔覆、热喷涂、粉末冶金、热等静压等先进制造领域。真空感应熔炼气雾化VIGA的工作流程是：1. 熔炼：炉内抽真空，坩埚内原料在真空环境中感应加热熔化，达到工艺要求后，金属液流入中间包保温坩埚，经保温坩埚底部导流管流入雾化喷嘴；2. 雾化：雾化喷嘴通入高压惰性气体，经过拉瓦尔结构腔体加速，形成超音速气流，将落入雾化区的金属液冲击破碎，使其雾化成细微的金属液滴；3. 粉末收集：液滴在空中受表面张力变为球形颗粒，在雾化室内快速冷却凝固成为金属粉末，再经过旋风分离系统将金属粉末收集。

[0003] 传统真空气雾化制粉工艺采用的喷孔均为圆形孔，金属液从喷孔流出后，高压喷吹气体首先会对金属液流进行一次破碎，使圆柱形金属液流表面破碎成带式液流；接着，高压气体对带式液流进行二次破碎，使带式液流破碎形成颗粒细小的金属粉末。传统真空气雾化制粉工艺制备的金属粉末在增材制造及3D打印领域的应用存在的主要问题为：1. 第一次喷吹高压气体破碎造成金属液温降大，难以实现低过热度制粉，细粉率及成材率低；2. 第一次喷吹高压气体破碎的破碎空间较小，导致第二次喷吹高压气体破碎时卫星球质量问题严重；3. 3D打印技术对其原料金属粉末粒度要求苛刻，要求金属粉末粒度在 $35\mu\text{m}$ - $53\mu\text{m}$ ，而传统的二级高压喷吹气体破碎模式制备的金属粉末粒度范围在 $35\mu\text{m}$ - $150\mu\text{m}$ ，细粉利用率低。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是：提供一种用于真空气雾化制备金属粉末的喷嘴，该喷嘴结构简单，能优化金属液流的破碎模式。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是：本发明提供一种用于真空气雾化制备金属粉末的喷嘴，包括喷嘴本体，在喷嘴本体上端面设置有金属液导流腔，在喷嘴本体下端面设置有喷孔，喷孔为圆形孔，喷孔和金属液导流腔连通；喷孔内侧壁设置有多条螺旋形凹槽。

[0006] 进一步的是：螺旋形凹槽均匀设置在喷孔内侧壁。

[0007] 进一步的是：螺旋形凹槽牙型为三角形。

[0008] 进一步的是：螺旋形凹槽牙型角为 72° - 92° 。

[0009] 进一步的是：螺旋形凹槽数量为8~12条，相邻两螺旋形凹槽7间依次连接。

- [0010] 进一步的是:螺旋形凹槽螺旋升角为 9° - 13° 。
- [0011] 进一步的是:螺旋形凹槽大径为5-6mm,小径为3.5-4.5mm
- [0012] 进一步的是:还包括喷管,喷管位于喷管本体内部,金属液导流腔设置在喷管内,在喷嘴本体内部上侧设置有喷管挂台,喷管挂台与喷管适配,喷管通过喷管挂台固定在喷嘴本体内部,喷管上端外侧壁、喷管下端外侧壁与喷管本体内壁紧密贴合。
- [0013] 进一步的是:喷管中部外侧壁和喷嘴本体内侧壁之间设有隔热空腔。
- [0014] 进一步的是:还包括导流管定位凹槽,导流管定位凹槽设置在喷嘴本体上表面,导流管定位凹槽下端面和金属液导流腔连通。
- [0015] 本发明的有益效果是:本发明通过对喷孔进行改进,在喷孔内侧壁设置有多条螺旋形凹槽,这样设置以后,金属液在重力及负压作用下,将会在喷孔底部向四周开散式喷出,为金属熔融液克服表面张力破碎提供了动力,并且扩大了第一次喷吹高压气体的破碎空间,为第二次喷吹高压气体二次细化和分离破碎提供了有利条件,有利于降低金属粉末粒度,而且可有效降低卫星球比例,提高金属粉末的细粉率、成材率及适用性。

附图说明

- [0016] 图1是喷嘴本体和喷管装配示意图;
- [0017] 图2是喷嘴本体下端面示意图;
- [0018] 图3是喷嘴本体示意图;
- [0019] 图4是喷管示意图;
- [0020] 图5是采用传统喷嘴后所制备的金属粉末形貌图;
- [0021] 图6是采用本发明用于真空气雾化制备金属粉末的喷嘴所制备的金属粉末形貌图。
- [0022] 图中标记为:1-喷嘴本体,2-喷孔,3-喷管,4-喷管挂台,5-隔热空腔,6-导流管定位凹槽,7-螺旋形凹槽,8-金属液导流腔。

具体实施方式

- [0023] 以下结合附图对本发明的具体实施方式作进一步具体说明,以便对本发明的构思、所解决的技术问题、构成技术方案的技术特征和带来的技术效果有更进一步的了解。但是,需要说明的是,对这些实施方式的说明是示意性的,并不构成对本发明的具体限定。
- [0024] 本发明提供一种用于真空气雾化制备金属粉末的喷嘴,包括喷嘴本体1,在喷嘴本体1上端面设置有金属液导流腔8,在喷嘴本体1下端面设置有喷孔2,喷孔2为圆形孔,喷孔2和金属液导流腔8连通;喷孔2内侧壁设置有多条螺旋形凹槽7。
- [0025] 本领域技术人员应当理解的是,在气雾化制备金属粉末中,喷嘴本体1是安装在喷盘中部的喷嘴本体安装腔上的,因此喷嘴本体1的外形在本发明中并不限定,其外形和喷盘上的喷嘴本体安装腔所适配。喷嘴位于保温包下部,保温包中存放有熔融金属液,保温包下部还设置有导流管,导流管上端和保温包连通,导流管下端和金属液导流腔8连通。导流管将熔融金属液引入喷嘴本体1上的金属液导流腔8内,在喷嘴本体1下端面设置有喷孔2,喷孔2与金属液导流腔8连通。进而熔融金属液从保温包流向导流管再流向金属液导流腔8中,最后流向喷孔2,从喷孔2喷出。本领域技术人员还应当理解的是,熔融金属液到出喷孔后,

是在负压和重力的作用下喷射的。

[0026] 在传统的方案中,喷嘴的喷孔2通常是一个圆形孔,从喷孔2喷出的金属液呈柱状形,想要将柱状形的金属液给破碎成粉末状的金属粉末,其步骤有二:第一步是先将柱状形的金属液通过第一次喷吹高压气体进行破碎,喷孔2流出的金属液受到高压气体的冲击作用,会在金属液表面产生扰动,使原本稳定流动的柱状形金属液变得不稳定,逐渐发展成波状,此过程将柱状形金属液破碎成带式液流。第二步是通过第二次喷吹高压气体将带式液流进行二次破碎,使之形成细小液滴,并在表面张力的作用下变成球形后凝固形成颗粒细小的金属粉末。本领域技术人员应当理解的是,第一次喷吹高压气体对柱状形进行破碎会为第二次高压气体破碎提供破碎空间,此过程会使金属液的温度迅速降低,降温过大,很难实现低过热度制粉,细粉率及成材率低;第一次喷吹高压气体的破碎空间较小,会导致第二次喷吹高压气体破碎时卫星球质量问题严重;当第二次喷吹高压气体破碎时,金属液流的温度、粘度等指标均有所降低,细粉率及成材率均低,并且粉末形成仅回绕柱状形液流,破碎空间有限、粉末粘连严重,卫星球比例高。

[0027] 本发明克服传统方案的缺点,将喷孔2进行改进,在喷孔2内侧壁设置有多条螺旋形凹槽7。螺旋形凹槽7的设置能使从喷嘴2喷射出金属液不再呈柱状形,而是朝向四周开放式喷出。这样的设置能在还未喷吹高压气体的情况下,便对金属液进行了一次破碎,这样的破碎为金属液后续在喷吹高压气体的作用下克服表面张力再次进行破碎提供了动力;且为后续喷吹高压气体进行再次破碎创造了更大的破碎空间。

[0028] 优选的,螺旋形凹槽7均匀设置在喷孔2内侧壁。螺旋形凹槽7均匀设置,有利于金属液朝向四周均匀分散开,进而为后续喷吹高压气体破碎提供更大的破碎空间。

[0029] 在本发明实施例中,螺旋形凹槽7选用牙型为三角形;牙型角为 82° ;螺旋形凹槽7数量为10条,两螺旋形凹槽7间依次连接;螺旋升角为 79° ;螺旋形凹槽大径为5.5mm,小径为4mm。上述参数的螺旋形凹槽7在选用5KG真空雾化制粉炉,金属粉末品种选用304(0Cr18Ni9),真空度设置为0.5Pa,过热度设置为 205°C ,喷吹气压设置为3.5MPa的情况下,所制出的金属粉末粒径小于等于 $20\mu\text{m}$ 的占比为4.2%,粒径大于 $20\mu\text{m}$ 小于等于 $53\mu\text{m}$ 的占比为24.3%;粒径大于 $53\mu\text{m}$ 小于 $150\mu\text{m}$ 的占比为38.9%;粒径大于等于 $150\mu\text{m}$ 的占比为32.6%;其成型后的金属粉末形貌图示意图如图6所示。而仅将喷孔2改换成圆孔形,圆孔形喷孔2直径为4毫米,其它条件不变的情况下,所制出的金属粉末粒径小于等于 $20\mu\text{m}$ 的占比为2.0%,粒径大于 $20\mu\text{m}$ 小于等于 $53\mu\text{m}$ 的占比为15.8%;粒径大于 $53\mu\text{m}$ 小于 $150\mu\text{m}$ 的占比为28.3%;粒径大于等于 $150\mu\text{m}$ 的占比为53.9%,其成型后的金属粉末形貌图示意图如图5所示。

[0030] 综上采用本发明喷嘴有效降低了金属粉末粒度,粒径小于等于 $20\mu\text{m}$ 的占比提高了110%;粒径大于 $20\mu\text{m}$ 小于等于 $53\mu\text{m}$ 之间的占比提高了50%;粒径大于 $53\mu\text{m}$ 小于 $150\mu\text{m}$ 的占比提高了37%;粒径大于等于 $150\mu\text{m}$ 的占比降低了39%。采用本发明后,金属粉末粘连问题得到了有效解决,大大降低了卫星球比例,降低金属粉末粒径,如图5、6所示。

[0031] 在本发明中,螺旋形凹槽7的牙型不限定,可以为矩形、梯形等。在本发明中,优选的,螺旋形凹槽7牙型为三角形。螺旋方向在本实用中并不限定,无论左旋还是右旋均可,因为无论左旋还是右旋其都能达到分散柱状形金属液的作用。

[0032] 螺旋形凹槽7牙型角优选为 72° - 92° 。

[0033] 螺旋形凹槽7数量为8~12条,相邻两螺旋形凹槽7间依次连接。

[0034] 本领域技术人员应当理解的,金属液过冷易凝固,螺旋形凹槽7螺旋升角小的话,会使金属液在喷孔2内流速较慢,在喷孔2和金属液导流腔8中经过时间较长,这样会使金属液在保温包至喷孔2这一区间温度下降快,影响细粉率和成材率。优选的,螺旋形凹槽7螺旋升角为 69° - 89° 。

[0035] 螺旋形凹槽7大径为5-6mm,小径为3.5-4.5mm。

[0036] 本发明用于真空气雾化制备金属粉末的喷嘴还包括喷管3,喷管3位于喷嘴本体1内部,金属液导流腔8设置在喷管3内,在喷嘴本体1内部上侧设置有喷管挂台4,喷管挂台4与喷管3适配,喷管3通过喷管挂台4固定在喷嘴本体1内,喷管3上端外侧壁、喷管12下端外侧壁与喷管本体1内壁紧密贴合。

[0037] 喷管3的设置能对喷嘴本体1进行保护,防止喷嘴本体1过热热裂。在本发明实施例中如图1所示,喷嘴本体1内部上侧设置有喷管挂台4,在本发明实施例中喷管挂台4为向下倾斜的斜坡状,在喷管3上有与喷管挂台4适配的斜坡状凸起,在安装时将喷管3从喷嘴本体1上端面插入即可。喷管3在喷管挂台4的作用下固定在喷嘴本体1内。喷管3上端侧壁、喷管12下端外侧壁与喷管本体1内壁紧密贴合,这样的设置能使喷管3固定牢靠,防止左右晃动,影响金属液流动。

[0038] 进一步的是,喷管3中部外侧壁和喷嘴本体1内侧壁之间设有隔热空腔5。在本发明实施例中,如图1所示,喷管3上端外侧壁、喷管12下端外侧壁与喷管本体1内壁紧密贴合,但喷管3中部侧壁并未与喷嘴本体1内侧壁贴合,在喷管3中部侧壁和喷嘴本体1内侧壁形成隔热空腔。这样的结构设计,一方面能使热量传递速率降低,减小热量传导至喷嘴本体1上,防止喷嘴本体1热裂的作用;另一方面,导热速率降低能减小金属液导流腔8中金属液温度流失,便于后续喷吹高压气体制粉。

[0039] 进一步的是,本发明用于真空气雾化制备金属粉末的喷嘴还包括导流管定位凹槽6,导流管定位凹槽6设置在喷嘴本体1上表面,导流管定位凹槽6下端面和金属液导流腔8连通。导流管定位凹槽6设置的目的是为了对导流管下端进行限位,在说明书上述提到导流管下端和金属液导流腔8是连通的,以便于将保温坩埚中的金属液引入金属液导流腔8。因此导流管定位凹槽6设置在喷嘴本体1上表面,且导流管定位凹槽6下端面和金属液导流腔8连通。在本发明实施例中,如图1所示,导流管定位凹槽6下端面与喷管3上端面齐平,导流管定位凹槽6内侧壁尺寸和导流管下选外侧壁尺寸适配,导流管下端插入导流管定位凹槽6内,导流管定位凹槽6内侧壁和导流管下端外侧壁贴合。

[0040] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解,其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

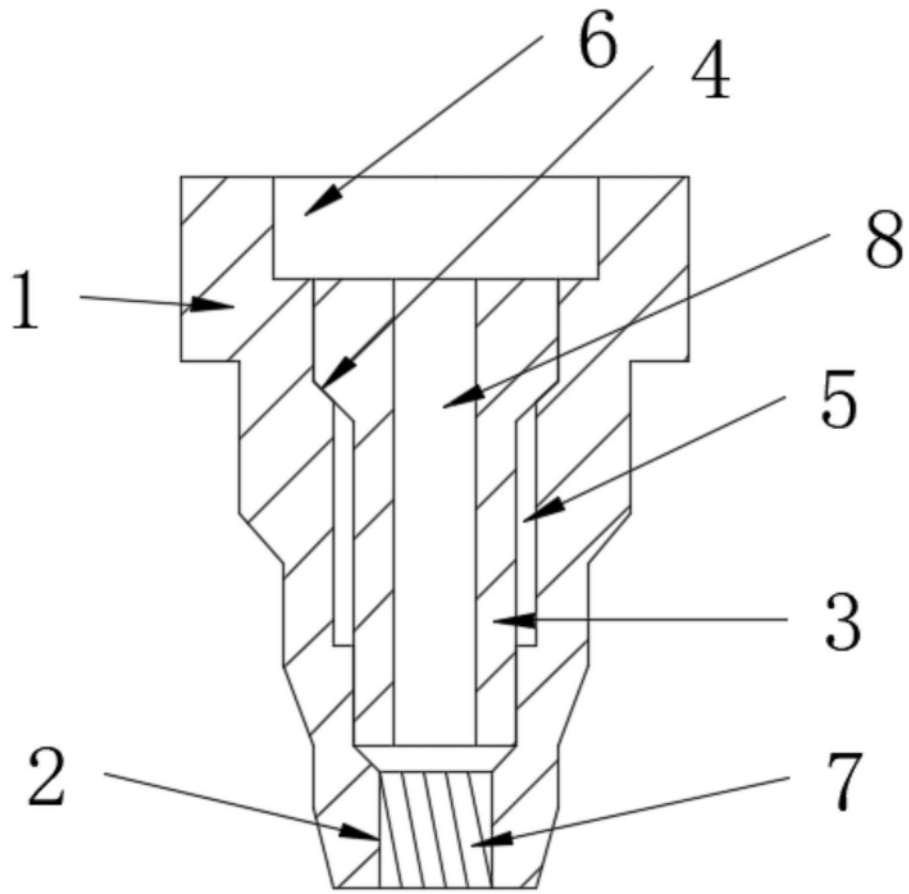


图1

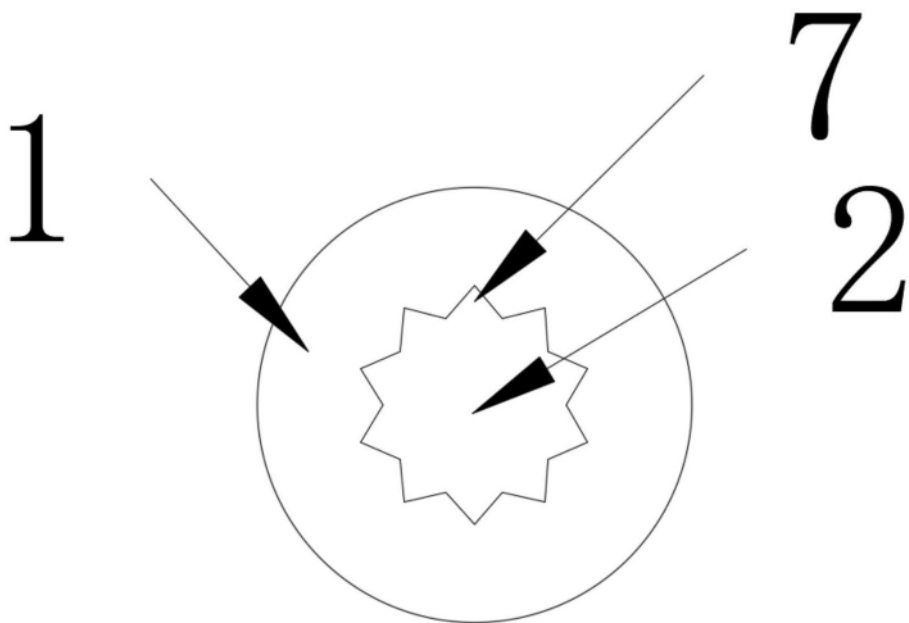


图2

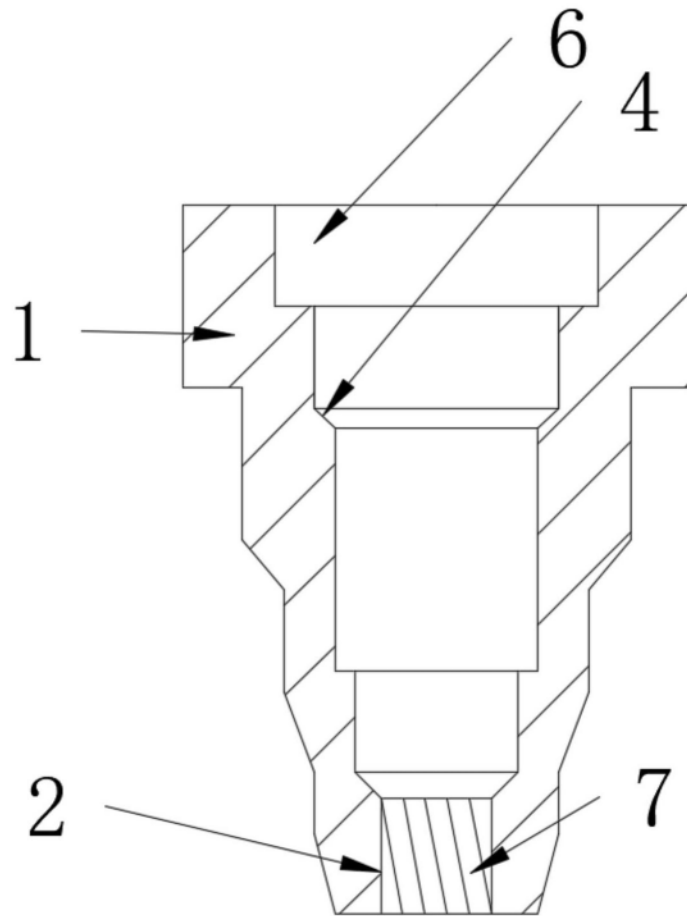


图3

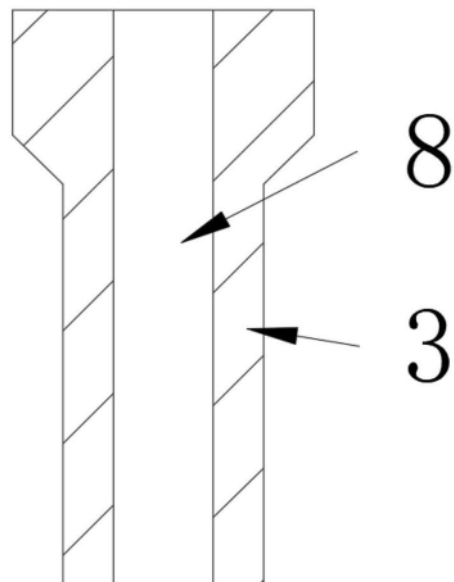


图4

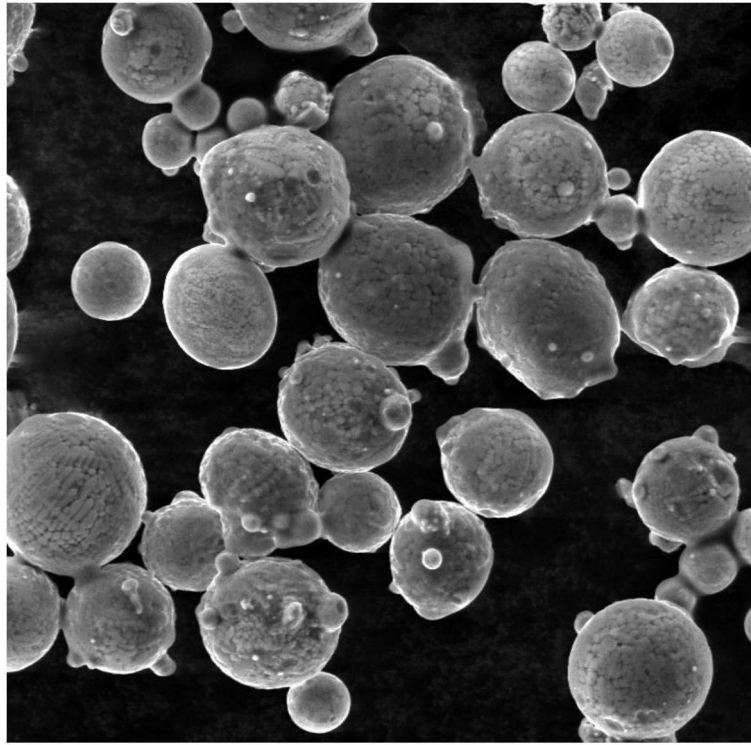


图5

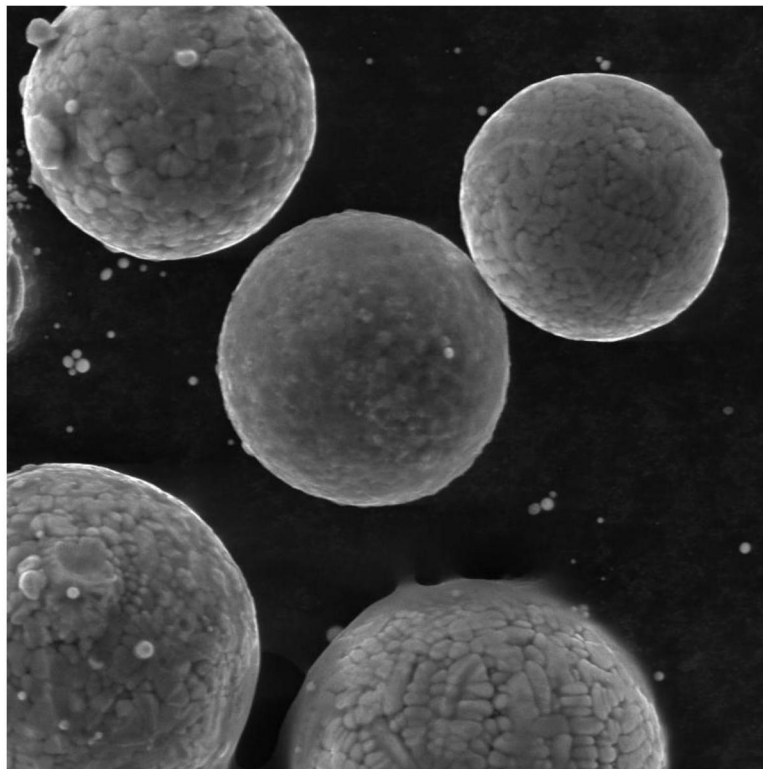


图6