



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106735270 A

(43)申请公布日 2017. 05. 31

(21)申请号 201611184233.7

(22)申请日 2016.12.20

(71)申请人 深圳微纳增材技术有限公司

地址 518000 广东省深圳市宝安区石岩街道江峡科技园G栋1楼

(72)发明人 王海波 孔令鸿 高玉来

(51)Int. Cl.

B22F 9/08(2006.01)

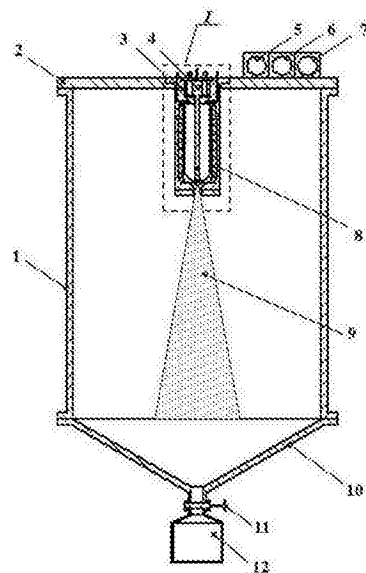
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

一种适用于3D打印的金属粉末制备设备及方法

(57)摘要

本发明公开了一种适用于3D打印的金属粉末制备设备,包括炉体和炉盖,所述炉体包括上炉腔和下炉腔,还包括:熔炼系统总成,包括用于容置待熔化金属的熔炼坩埚、用于将金属进行加热的加热装置、用于对熔融的液态金属保温的保温装置以及用于喷射金属液滴的喷嘴,所述加热装置设于所述熔炼坩埚的外部,所述保温装置设于加热装置的外部,所述喷嘴位于所述熔炼坩埚的底端;微滴生成器总成,包括阴极、阳极,所述阴极位于在所述熔炼坩埚底部,所述阳极设置在所述喷嘴的下端。此外,本发明还提供了一种适用于3D打印的金属粉末制备方法。解决了现有金属射流破碎技术存在的金属粉末尺寸受到限制的技术问题。



1. 一种适用于3D打印的金属粉末制备设备,包括炉体和炉盖,所述炉体包括上炉腔和下炉腔,其特征在于,还包括:

熔炼系统总成,包括用于容置待熔化金属的熔炼坩埚、用于将金属进行加热的加热装置、用于对熔融的液态金属保温的保温装置以及用于喷射金属液滴的喷嘴,

所述加热装置设于所述熔炼坩埚的外部,所述保温装置设于加热装置的外部,所述喷嘴位于所述熔炼坩埚的底端;

微滴生成器总成,包括阴极、阳极,所述阴极位于在所述熔炼坩埚底部,所述阳极设置在所述喷嘴的下端。

2. 如权利要求1所述的设备,其特征在于,所述微滴生成器总成还包括用于对熔炼坩埚底部的金属熔液施以扰动的振动杆和固定所述振动杆的振动腔。

3. 如权利要求2所述的设备,其特征在于,所述振动杆的一端靠近所述熔炼坩埚底部,并置于金属熔液中,另一端远离所述熔炼坩埚底部,并通过套设的方式固定于所述振动腔内,所述振动杆远离所述熔炼坩埚底部一端的尺寸大于靠近所述熔炼坩埚底部一端的尺寸。

4. 如权利要求2所述的设备,其特征在于,还包括连接套总成,包括连接套、密封盖板以及锁紧环,所述连接套设置于所述炉盖上,用于连接振动腔和所述熔炼系统总成,所述密封盖板设置于所述振动腔的上端,用于封闭振动腔,所述锁紧环用于锁紧所述振动腔和所述熔炼系统总成。

5. 如权利要求4所述的设备,其特征在于,所述连接套总成还包括增压气路,所述增压气路与所述熔炼坩埚连接,用于在金属熔化后,向所述熔炼坩埚内充入惰性气体。

6. 如权利要求2所述的设备,其特征在于,所述微滴生成器总成还包括用于冷却振动杆的冷却室,所述冷却室设置在所述振动杆顶端的外部,具体处于所述振动腔与振动杆之间。

7. 如权利要求6所述的设备,其特征在于,所述微滴生成器总成还包括冷却水路,所述冷却水路与所述冷却室连接,用于向所述冷却室循环提供冷液。

8. 如权利要求2所述的设备,其特征在于,所述微滴生成器总成还包括用于向振动杆传输周期性正弦信号的线路总成,所述线路总成与所述振动杆连接,所述振动杆将所述正弦信号转化为周期性机械振动,对所述熔炼坩埚底部的金属熔液施以扰动。

9. 如权利要求1所述的设备,其特征在于,还包括球阀以及集粉罐,所述球阀位于所述下炉腔的底部,所述球阀分别与所述下炉腔和所述集粉罐相连接,置于所述下炉腔和所述集粉罐之间,所述球阀通过开合,将从所述下炉腔滑落的金属球汇入所述集粉罐。

10. 一种适用于3D打印的金属粉末制备方法,其特征在于,所述方法使用如权利要求1-9任意一项所述的适用于3D打印的金属粉末制备设备,包括:

(1) 将待熔化的金属放入熔炼坩埚内;

(2) 将设备抽真空至 6.63×10^{-3} Pa后,将金属在熔炼坩埚内熔化;

(3) 待金属熔化均匀后,向熔炼坩埚内充入惰性气体,使熔炼坩埚内与炉腔内产生压差;

(4) 振动杆对熔炼坩埚底部的液态金属熔液施以扰动,通过熔炼坩埚底部的喷嘴形成喷射液滴;

(5) 阴极与阳极产生静电场,使从喷嘴形成的喷射液滴被分散和加速,形成破碎微滴,

在炉腔内飞行并冷却凝固成金属球。

一种适用于3D打印的金属粉末制备设备及方法

技术领域

[0001] 本发明属于3D打印增材制造领域以及粉末冶金领域,尤其涉及一种适用于3D打印的金属粉末制备设备及方法。

背景技术

[0002] 随着加工技术的发展及革新,金属粉末在3D打印增材制造领域的应用越来越广泛。当前,金属3D打印粉末制备以高压气体雾化法、等离子旋转电极雾化法为主。但高压气体雾化法制备的粉体粒径范围大,必须经过多次筛分及检验才能得到所需的粒径,生产效率极低,且存在粒度分布不均匀、粉末球形度不佳、颗粒表面存在卫星球、以及存在一定数量的空心粉末等缺陷;旋转电极法制备的粉末虽然不存在以上真空雾化法制粉的缺陷,但其受限于设备的极限转速,制粉过程中很难得到尺寸小于53 μm 的金属粉末,致使高性能的金属粉末的制备成为当前制约3D打印行业整体发展的瓶颈。

[0003] 在众多金属粉末制备工艺中,金属射流破碎技术通过微小喷嘴喷射可获得球形度佳的金属粉末,是一种可获得高性能金属粉末的技术。但现有的射流破碎技术存在以下不足:喷射的射流直径与喷嘴直径相近,可获得的金属粉末粒度一般约是喷孔直径的两倍,利用该装置很难产生小于喷嘴直径尺寸的金属熔滴,且小孔径的喷嘴难以加工所以金属粉末的尺寸受到了限制。

发明内容

[0004] 本发明的其中一个目的是提出一种适用于3D打印的金属粉末制备设备及方法,解决了现有射流破碎技术制备金属粉末的尺寸受制的技术问题。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。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供了以下技术方案:

[0006] 一种适用于3D打印的金属粉末制备设备,包括炉体和炉盖,所述炉体包括上炉腔和下炉腔,还包括:

[0007] 熔炼系统总成,包括用于容置待熔化金属的熔炼坩埚、用于将金属进行加热的加热装置、用于对熔融的液态金属保温的保温装置以及用于喷射金属液滴的喷嘴,所述加热装置设于所述熔炼坩埚的外部,所述保温装置设于加热装置的外部,所述喷嘴位于所述熔炼坩埚的底端;

[0008] 微滴生成器总成,包括阴极、阳极,所述阴极位于在所述熔炼坩埚底部,所述阳极设置在所述喷嘴的下端。

[0009] 优选的,所述微滴生成器总成还包括用于对熔炼坩埚底部的金属熔液施以扰动的振动杆和固定所述振动杆的振动腔。

[0010] 优选的,所述振动杆的一端靠近所述熔炼坩埚底部,并置于金属熔液中,另一端远离所述熔炼坩埚底部,并通过套设的方式固定于所述振动腔内,所述振动杆远离所述熔炼坩埚底部一端的尺寸大于靠近所述熔炼坩埚底部一端的尺寸。

[0011] 优选的,还包括连接套总成,包括连接套、密封盖板以及锁紧环,所述连接套设置于所述炉盖上,用于连接振动腔和所述熔炼系统总成,所述密封盖板设置于所述振动腔的上端,用于封闭振动腔,所述锁紧环用于锁紧所述振动腔和所述熔炼系统总成。

[0012] 优选的,所述连接套总成还包括增压气路,所述增压气路与所述熔炼坩埚连接,用于在金属熔化后,向所述熔炼坩埚内充入惰性气体。

[0013] 优选的,所述微滴生成器总成还包括用于冷却振动杆的冷却室,所述冷却室设置在所述振动杆顶端的外部,具体处于所述振动腔与振动杆之间。

[0014] 优选的,所述微滴生成器总成还包括冷却水路,所述冷却水路与所述冷却室连接,用于向所述冷却室循环提供冷液。

[0015] 优选的,所述微滴生成器总成还包括用于向振动杆传输周期性正弦信号的线路总成,所述线路总成与所述振动杆连接,所述振动杆将所述正弦信号转化为周期性机械振动,对所述熔炼坩埚底部的金属熔液施以扰动。

[0016] 优选的,所述设备还包括,用于对所述上炉腔和所述下炉腔抽真空处理的抽真空装置,所述抽真空装置通过管道与所述炉体相连接。

[0017] 优选的,所述抽真空装置为机械泵、罗茨泵以及扩散泵。

[0018] 优选的,所述加热装置为以环绕的方式设置在所述熔炼坩埚外壁的感应线圈,所述保温装置为套设在所述感应线圈外部的保温套。

[0019] 优选的,所述喷嘴为毛细管喷嘴。

[0020] 优选的,所述设备还包括球阀以及集粉罐,所述球阀位于所述下炉腔的底部,所述球阀分别与所述下炉腔和所述集粉罐相连接,置于所述下炉腔和所述集粉罐之间,所述球阀通过开合,将从所述下炉腔滑落的金属球汇入所述集粉罐。

[0021] 优选的,所述喷嘴的尺寸为0.1~0.3mm。

[0022] 优选的,所述振动杆产生的机械振动振幅在0.1~0.6 μm 。

[0023] 优选的,所述阴极为圆柱状钨电极,所述阳极为圆环状不锈钢电极。

[0024] 优选的,所述熔炼坩埚所选用的材质是石英、BN或陶瓷;所述加热装置对所述熔炼坩埚内金属的加热方式为感应加热、电阻加热或者感应加热与电阻加热相结合。

[0025] 优选的,所述下炉腔为锥体。

[0026] 本发明还提供了一种适用于3D打印的金属粉末制备方法,所述方法使用上述所述的适用于3D打印的金属粉末制备设备,包括:

[0027] (1) 将待熔化的金属放入熔炼坩埚内;

[0028] (2) 将设备抽真空至 $6.63 \times 10^{-3} \text{Pa}$ 后,将金属在熔炼坩埚内熔化;

[0029] (3) 待金属熔化均匀后,向熔炼坩埚内充入惰性气体,使熔炼坩埚内与炉腔内产生压差;

[0030] (4) 振动杆对熔炼坩埚底部的液态金属熔液施以扰动,通过熔炼坩埚底部的喷嘴形成喷射液滴;

[0031] (5) 阴极与阳极产生静电场,使从喷嘴形成的喷射液滴被分散和加速,形成破碎微滴,在炉腔内飞行并冷却凝固成金属球。

[0032] 基于上述技术方案,本发明实施例可以解决现有射流破碎技术制备金属粉末的尺寸受制的技术问题。

附图说明

[0033] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0034] 图1为本发明实施例所提供的金属粉末的制备设备的示意图;

[0035] 图2为图1中I区域局部放大图;

[0036] 图3为本发明实施例所提供的金属粉末的制备方法流程图。

[0037] 附图标记:上炉腔1、炉盖2、连接套总成3、微滴生成器总成4、机械泵5、罗茨泵6、扩散泵7、熔炼系统总成8、金属液滴群9、下炉腔10、球阀11、集粉罐12、连接套3-1、密封盖板3-2、冷却水路3-3、增压气路3-4、锁紧环3-5、线路总成4-1、冷却室4-2、振动腔4-3、振动杆4-4、阴极4-5、阳极4-6、熔炼坩埚8-1、加热装置8-2、保温装置8-3、喷嘴8-4、喷射液滴9-1、破碎微滴9-2。

具体实施方式

[0038] 下面可以参照附图1~图3以及文字内容理解本发明的内容以及本发明与现有技术之间的区别点。下文通过附图以及列举本发明的一些可选实施例的方式,对本发明的技术方案(包括优选技术方案)做进一步的详细描述。需要说明的是:本实施例中的任何技术特征、任何技术方案均是多种可选的技术特征或可选的技术方案中的一种或几种,为了描述简洁的需要本文件中无法穷举本发明的所有可替代的技术特征以及可替代的技术方案,也不便于每个技术特征的实施方式均强调其为可选的多种实施方式之一,所以本领域技术人员应该知晓:可以将本发明提供的任意技术手段进行替换或将本发明提供的任意两个或更多个技术手段或技术特征互相进行组合而得到新的技术方案。本实施例内的任何技术特征以及任何技术方案均不限制本发明的保护范围,本发明的保护范围应该包括本领域技术人员不付出创造性劳动所能想到的任何替代技术方案以及本领域技术人员将本发明提供的任意两个或更多个技术手段或技术特征互相进行组合而得到的新的技术方案。

[0039] 本发明实施例提供了一种适用于3D打印的金属粉末制备设备及方法。

[0040] 下面结合图1~图3对本发明提供的技术方案进行更为详细的阐述。

[0041] 本发明实施例所提供的一种适用于3D打印的金属粉末制备设备,包括:包括炉体和炉盖2,所述炉体包括上炉腔1和下炉腔10,还包括:

[0042] 熔炼系统总成8,包括用于容置待熔化金属的熔炼坩埚8-1、用于将金属进行加热的加热装置8-2、用于对熔融的液态金属保温的保温装置8-3以及用于喷射金属液滴的喷嘴8-4,所述加热装置8-2设于所述熔炼坩埚8-1的外部,所述保温装置8-3设于加热装置8-2的外部,所述喷嘴8-4位于所述熔炼坩埚8-1的底端;

[0043] 微滴生成器总成4,包括阴极4-5、阳极4-6,所述阴极4-5位于在所述熔炼坩埚8-1底部,所述阳极4-6设置在所述喷嘴8-4的下端。

[0044] 本实施例提供的适用于3D打印的金属粉末制备设备制备金属粉末的工作过程如下:通过熔炼坩埚8-1容置待熔化金属,加热装置8-2将放置于熔炼坩埚8-1内的金属进行加热,加热装置8-2置于熔炼坩埚8-1的外部,保温装置8-3置于加热装置的外周围,用于对熔融后的液态金属保温,喷嘴8-4置于熔炼坩埚8-1的底端,用于喷射金属液滴。微滴生成器总

成4包括,阴极4-5和阳极4-6,其中阴极4-5位于所述熔炼坩埚8-1底部,使得金属熔液带电,进而使得从喷嘴8-4喷射出来的金属液滴带电,所述阳极4-6设置在所述喷嘴8-4的下端,阴极4-5和阳极4-6形成静电场,从喷嘴8-4中发射出来的喷射液滴9-1,在所述阴极4-5和所述阳极4-6形成的静电场作用下进行分散和加速,破碎成更微细的破碎微滴9-2,经破碎后的破碎微滴9-2在表面张力的作用下形成球形,在炉体内飞行并冷却凝固成具有高球形度的金属粉末。

[0045] 本实施例提供的适用于3D打印的金属粉末制备设备通过设置阴极4-5与阳极4-6,形成静电场,使得通过喷嘴8-4的喷射液滴9-1在静电场的作用下分散和加速,进而形成更微细的破碎微滴9-2,通过这种方式无需加工小孔径的喷嘴8-4,即可生成出小于喷嘴直径尺寸的金属粉末,解决的现有射流破碎技术制备金属粉末的尺寸受制的技术问题。

[0046] 优选的,所述微滴生成器总成4还包括用于对熔炼坩埚8-1底部的金属熔液施以扰动的振动杆4-4和固定所述振动杆的振动腔4-3。通过振动杆4-4对熔炼坩埚8-1内的液态金属加以扰动,使得经扰动的带电液态金属能够更加快速地通过喷嘴8-4形成喷射微滴9-1,从而提高制备金属粉末的效率。

[0047] 优选的,所述振动杆4-4的一端靠近所述熔炼坩埚8-1底部,并置于金属熔液中,另一端远离所述熔炼坩埚8-1底部,并通过套设的方式固定于所述振动腔4-3内,所述振动杆4-4远离所述熔炼坩埚8-1底部一端的尺寸大于靠近所述熔炼坩埚8-1底部一端的尺寸。振动杆4-4与振动腔4-3的这种配合使得振动杆4-4能够简便可靠地通过振动腔进行固定。

[0048] 优选的,还包括连接套总成3,包括连接套3-1、密封盖板3-2以及锁紧环3-5,所述连接套3-1设置于所述炉盖2上,用于连接振动腔4-3和所述熔炼系统总成8,所述密封盖板3-2设置于所述振动腔4-3的上端,用于封闭振动腔4-3,所述锁紧环3-5用于锁紧所述振动腔4-3和所述熔炼系统总成8。通过连接套总成,使得熔炼系统总成8和对熔融液态金属施以扰动的振动稳固地连接为一体,同时通过密封盖板将振动腔进行密封,以实现高效的扰动的效果,进而提高制备金属粉末的效率。

[0049] 优选的,所述连接套总成3还包括增压气路3-4,所述增压气路与所述熔炼坩埚8-1连接,用于在金属熔化后,向所述熔炼坩埚8-1充入惰性气体。在金属充分熔化后,通过增压气路3-4向熔炼坩埚8-1内充入惰性气体,其中优选为氩气,气体压力维持在0.01MPa,以使熔炼坩埚8-1内与整个炉体内产生压差,以便于液态金属流入喷嘴8-4,更顺畅地形成喷射液滴9-1,从而提高制备金属粉末的效率。

[0050] 优选的,所述微滴生成器总成4还包括用于冷却振动杆4-4的冷却室4-2,所述冷却室4-2设置在所述振动杆4-4顶端的外部,具体处于所述振动腔4-3与振动杆4-4之间。振动杆4-4通过振动对熔炼坩埚8-1底部的金属熔液施以扰动时发热,通过设置冷却室4-2对发热后的振动杆4-4加以冷却,使得振动杆4-4不至于过热而影响扰动效果以及带来安全问题。

[0051] 优选的,所述微滴生成器总成4还包括冷却水路3-3,所述冷却水路3-3与所述冷却室4-2连接,用于向所述冷却室4-2循环提供冷液。通过冷却水路3-3向冷却室循环提供冷液,使得冷却室4-2对所述振动杆的冷却效率提高。

[0052] 优选的,所述微滴生成器总成4还包括用于向振动杆4-4传输周期性正弦信号的线路总成4-1,所述线路总成4-1与所述振动杆4-4连接,所述振动杆4-4将所述正弦信号转化

为周期性机械振动,对所述熔炼坩埚8-1底部的金属熔液施以扰动。通过将正弦信号转化为周期性机械振动,使得振动杆4-4所产生振动的频率和幅度均能够更加可控,从而更好得控制金属液滴的形成。

[0053] 优选的,所述设备还包括,用于对所述上炉腔1和所述下炉腔10抽真空处理的抽真空装置,所述抽真空装置通过管道与所述炉体相连接。

[0054] 优选的,所述抽真空装置为机械泵5、罗茨泵6以及扩散泵7。通过这三种泵的组合对设备进行抽真空处理,从而对于抽真空后的气压的控制更加精准和可控,可以使得待熔化金属处于固定的真空条件下进行熔化,最大限度地降低金属在熔化过程中被氧化的可能。

[0055] 优选的,所述加热装置8-2为以环绕的方式设置在所述熔炼坩埚8-1外壁的感应线圈,所述保温装置8-3为套设在所述感应线圈外部的保温套。通过在熔炼坩埚8-1外壁的以环绕的方式设置感应线圈,使得熔炼坩埚8-1内的金属能够均匀受热,实现金属充分熔化均匀,使得金属熔液能够均匀得通过熔炼坩埚8-1底部的喷嘴8-4喷射成金属液滴,提高形成金属粉末的稳定性。

[0056] 优选的,所述喷嘴8-4为毛细管喷嘴。通过具体选用毛细管喷嘴,使得从熔炼坩埚8-1流出的金属液滴的尺寸能够控制在更小的范围内,从而实现对形成的金属粉末尺寸更好的控制。

[0057] 优选的,所述设备还包括球阀11以及集粉罐12,所述球阀11位于所述下炉腔10的底部,所述球阀11分别与所述下炉腔10和所述集粉罐12相连接,置于所述下炉腔10和所述集粉罐12之间,所述球阀11通过开合,将从所述下炉腔10滑落的金属球汇入所述集粉罐12。通过在炉体底部设置球阀11,通过球阀11的开合,对所形成的金属粉末进行收集,通过设置球阀11可以对金属粉末的收集过程进行可靠控制。

[0058] 优选的,所述喷嘴8-4的尺寸为0.1~0.3mm。通过设置不同的尺寸,可以获得不同尺寸的金属射流,另外,也是为了确保由阴极4-5和阳极4-6所形成的电场可以处理通过喷嘴8-4所获得的金属射流,使喷射液滴9-1被电场分散和加速,获得比喷射液滴9-1尺寸更小的破碎微滴9-2。

[0059] 优选的,所述振动杆4-4产生的机械振动振幅在0.1~0.6 μm 。在这个振幅范围内所产生的振动效果最佳,其次,其具体的数值选择与金属熔液的流动性有一定关系,比如,当金属熔液的流动性效果不好时,所选用的振幅偏大,比如0.5 μm ,而当金属熔液的流动性较好时,则可以选择偏小的振幅,比如0.1 μm ,通过设置不同的振幅,以使得熔化后的液态金属能够顺利地由熔炼坩埚8-1流出喷嘴8-4。

[0060] 优选的,所述阴极4-5为圆柱状钨电极,所述阳极4-6为圆环状不锈钢电极。阴极4-5选用钨电极,是由于钨电极的耐高温性能很强,而阳极4-6选用不锈钢电极主要是达到防击穿的效果。

[0061] 优选的,所述加热装置8-2对所述熔炼坩埚8-1内金属的加热方式为感应加热、电阻加热或者感应加热与电阻加热相结合。熔炼坩埚8-1具体所选用的材质所满足的最基本要求为能够承受所要熔炼金属或合金熔点以上温度的材质,其中最优选石英坩埚,因为石英坩埚具有耐温性强和保温性好的性能。

[0062] 优选的,所述下炉腔10为锥体,将下炉腔10设置成锥体,以便于凝固的金属粉末通

过球阀11的开合由集粉罐12收集。通过球阀11的开合,对所形成的金属粉末进行收集,通过设置球阀11可以对金属粉末的收集过程进行可靠控制。

[0063] 本发明还提供了一种适用于3D打印的金属粉末制备方法,所述方法使用上述所述的适用于3D打印的金属粉末制备设备,包括:

[0064] S101将待熔化的金属放入熔炼坩埚8-1内;

[0065] S102将设备抽真空至 6.63×10^{-3} Pa后,将金属在熔炼坩埚8-1内熔化;

[0066] S103待金属熔化均匀后,向熔炼坩埚8-1内充入惰性气体,使熔炼坩埚内与炉腔内产生压差;

[0067] S104振动杆4-4对熔炼坩埚底部的液态金属熔液施以扰动,通过熔炼坩埚底部的喷嘴形成喷射液滴;

[0068] S105阴极4-5与阳极4-6产生静电场,使从喷嘴8-4形成的喷射液滴被分散和加速,形成破碎微滴9-2,在炉腔内飞行并冷却凝固成金属球。

[0069] 本实施例所提供的适用于3D打印的金属粉末制备方法,工作流程为:将待熔化的金属放入熔炼坩埚8-1内,然后将设备抽真空至 6.63×10^{-3} Pa后,将金属在熔炼坩埚8-1内熔化,通过加热装置8-2将金属熔化,待金属熔化均匀后,向熔炼坩埚8-1内充入惰性气体,使熔炼坩埚8-1内与炉体内产生压差,再通过振动杆4-4对熔炼坩埚8-1底部的液态金属熔液施以扰动,通过熔炼坩埚8-1底部的喷嘴8-4形成喷射液滴,S103中充入惰性气体使得熔炼坩埚8-1与S104中通过振动杆4-4对金属熔液施以扰动均是使得金属熔液能够顺畅地从熔炼坩埚8-1底部的喷嘴8-4形成喷射液滴9-1,从喷嘴8-4喷射出来的喷射液滴通过阴极4-5与阳极4-6产生静电场,在电场力的作用下被分散和加速,形成破碎微滴9-2,在炉腔内飞行并冷却凝固成金属球。

[0070] 本发明提供的适用于3D打印的金属粉末制备方法和设备,通过由微滴生成器总成4的阴极4-5和阳极4-6形成的静电场对从喷嘴8-4喷射出的金属液滴进行分散和加速,形成及其微细的破碎微滴,解决了现有射流破碎技术金属粉末过程的尺寸受制的问题。

[0071] 本发明还公开了A1一种适用于3D打印的金属粉末制备设备,包括炉体和炉盖,所述炉体包括上炉腔和下炉腔,还包括:

[0072] 熔炼系统总成,包括用于容置待熔化金属的熔炼坩埚、用于将金属进行加热的加热装置、用于对熔融的液态金属保温的保温装置以及用于喷射金属液滴的喷嘴,

[0073] 所述加热装置设于所述熔炼坩埚的外部,所述保温装置设于加热装置的外部,所述喷嘴位于所述熔炼坩埚的底端;

[0074] 微滴生成器总成,包括阴极、阳极,所述阴极位于在所述熔炼坩埚底部,所述阳极设置在所述喷嘴的下端。

[0075] A2、如A1所述的设备,所述微滴生成器总成还包括用于对熔炼坩埚底部的金属熔液施以扰动的振动杆和固定所述振动杆的振动腔。

[0076] A3、如A2所述的设备,所述振动杆的一端靠近所述熔炼坩埚底部,并置于金属熔液中,另一端远离所述熔炼坩埚底部,并通过套设的方式固定于所述振动腔内,所述振动杆远离所述熔炼坩埚底部一端的尺寸大于靠近所述熔炼坩埚底部一端的尺寸。

[0077] A4、如A2所述的设备,还包括连接套总成,包括连接套、密封盖板以及锁紧环,所述连接套设置于所述炉盖上,用于连接振动腔和所述熔炼系统总成,所述密封盖板设置于所

述振动腔的上端,用于封闭振动腔,所述锁紧环用于锁紧所述振动腔和所述熔炼系统总成。

[0078] A5、如A4所述的设备,所述连接套总成还包括增压气路,所述增压气路与所述熔炼坩埚连接,用于在金属熔化后,向所述熔炼坩埚内充入惰性气体。

[0079] A6、如A2所述的设备,所述微滴生成器总成还包括用于冷却振动杆的冷却室,所述冷却室设置在所述振动杆顶端的外部,具体处于所述振动腔与振动杆之间。

[0080] A7、如A6所述的设备,所述微滴生成器总成还包括冷却水路,所述冷却水路与所述冷却室连接,用于向所述冷却室循环提供冷液。

[0081] A8、如A2所述的设备,所述微滴生成器总成还包括用于向振动杆传输周期性正弦信号的线路总成,所述线路总成与所述振动杆连接,所述振动杆将所述正弦信号转化为周期性机械振动,对所述熔炼坩埚底部的金属熔液施以扰动。

[0082] A9、如A1所述的设备,还包括,用于对所述上炉腔和所述下炉腔抽真空处理的抽真空装置,所述抽真空装置通过管道与炉体相连接。

[0083] A10、如A8所述的设备,所述抽真空装置为机械泵、罗茨泵以及扩散泵。

[0084] A11、如A1所述的设备,所述加热装置为以环绕的方式设置在所述熔炼坩埚外壁的感应线圈,所述保温装置为套设在所述感应线圈外部的保温套。

[0085] A12、如A1所述的设备,所述喷嘴为毛细管喷嘴。

[0086] A13、如A1所述的设备,还包括球阀以及集粉罐,所述球阀位于所述下炉腔的底部,所述球阀分别与所述下炉腔和所述集粉罐相连接,置于所述下炉腔和所述集粉罐之间,所述球阀通过开合,将从所述下炉腔滑落的金属球汇入所述集粉罐。

[0087] A14、如A1所述的设备,所述喷嘴的尺寸为0.1~0.3mm。

[0088] A15、如A2所述的设备,所述振动杆产生的机械振动振幅在0.1~0.6 μm 。

[0089] A16、如A1所述的设备,所述阴极为圆柱状钨电极,所述阳极为圆环状不锈钢电极。

[0090] A17、如A1所述的设备,所述熔炼坩埚所选用的材质是石英、BN或陶瓷;所述加热装置对所述熔炼坩埚内金属的加热方式为感应加热、电阻加热或者感应加热与电阻加热相结合。

[0091] A18、如A1所述的设备,所述下炉腔为锥体。

[0092] B19、一种适用于3D打印的金属粉末制备方法,所述方法使用如A1-A18任意一项所述的适用于3D打印的金属粉末制备设备,包括;

[0093] (1) 将待熔化的金属放入熔炼坩埚内;

[0094] (2) 将设备抽真空至 $6.63 \times 10^{-3} \text{Pa}$ 后,将金属在熔炼坩埚内熔化;

[0095] (3) 待金属熔化均匀后,向熔炼坩埚内充入惰性气体,使熔炼坩埚内与炉腔内产生压差;

[0096] (4) 振动杆对熔炼坩埚底部的液态金属熔液施以扰动,通过熔炼坩埚底部的喷嘴形成喷射液滴;

[0097] (5) 阴极与阳极产生静电场,使从喷嘴形成的喷射液滴被分散和加速,形成破碎微滴,在炉腔内飞行并冷却凝固成金属球。

[0098] 上述本发明所公开的任意技术方案除另有声明外,如果其公开了数值范围,那么公开的数值范围均为优选的数值范围,任何本领域的技术人员应该理解:优选的数值范围仅仅是诸多可实施的数值中技术效果比较明显或具有代表性的数值。由于数值较多,无法

穷举,所以本发明才公开部分数值以举例说明本发明的技术方案,并且,上述列举的数值不应构成对本发明创造保护范围的限制。

[0099] 如果本文中使用了“第一”、“第二”等词语来限定零部件的话,本领域技术人员应该知晓:“第一”、“第二”的使用仅仅是为了便于描述上对零部件进行区别如没有另行声明外,上述词语并没有特殊的含义。

[0100] 另外,上述本发明公开的任意技术方案中所应用的用于表示位置关系或形状的术语除另有声明外其含义包括与其近似、类似或接近的状态或形状。本发明提供的任意部件既可以是由多个单独的组成部分组装而成,也可以为一体成形工艺制造出来的单独部件。

[0101] 最后应当说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制;尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细的说明,所属领域的普通技术人员应当理解:依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者对部分技术特征进行等同替换;而不脱离本发明技术方案的精神,其均应涵盖在本发明请求保护的技术方案范围当中。

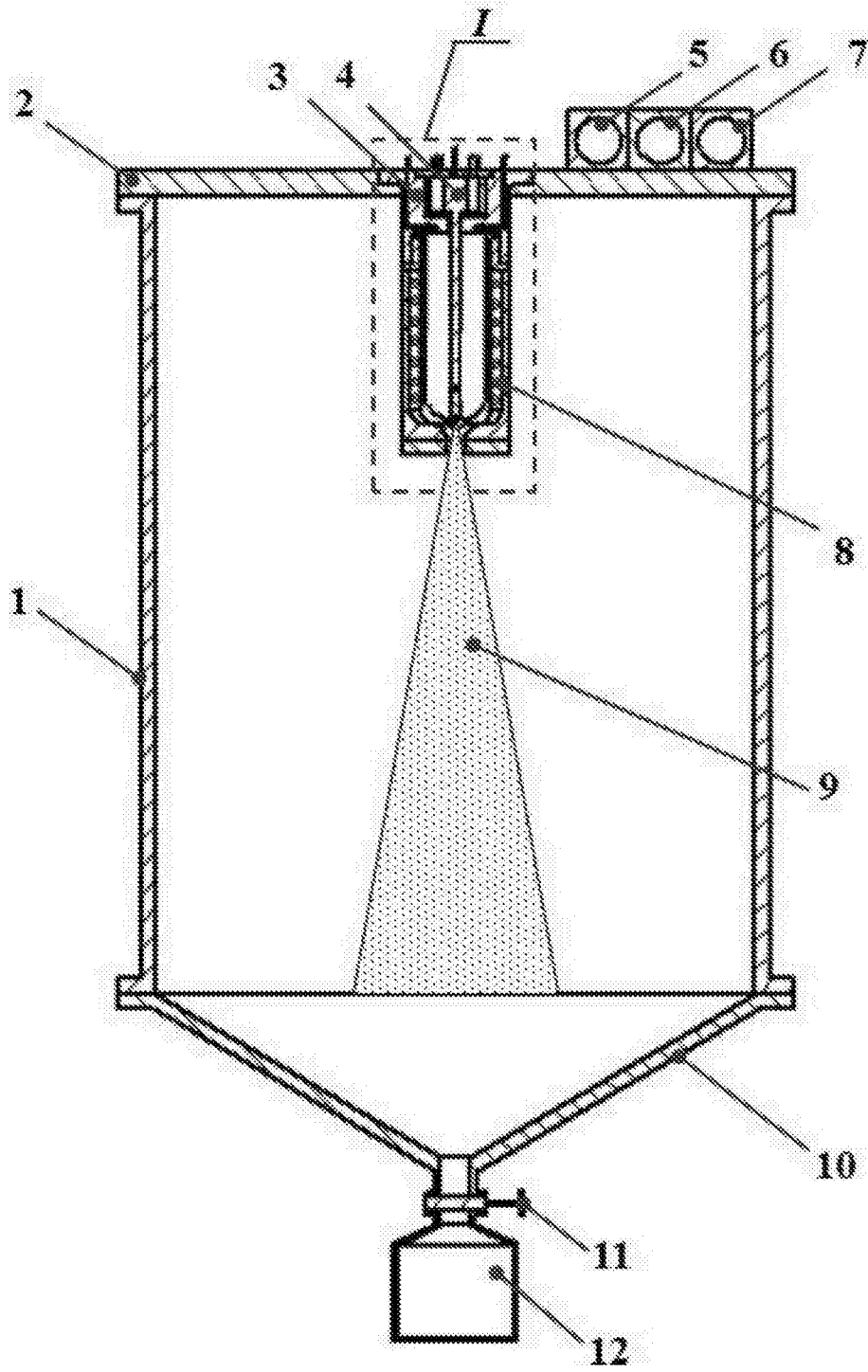


图1

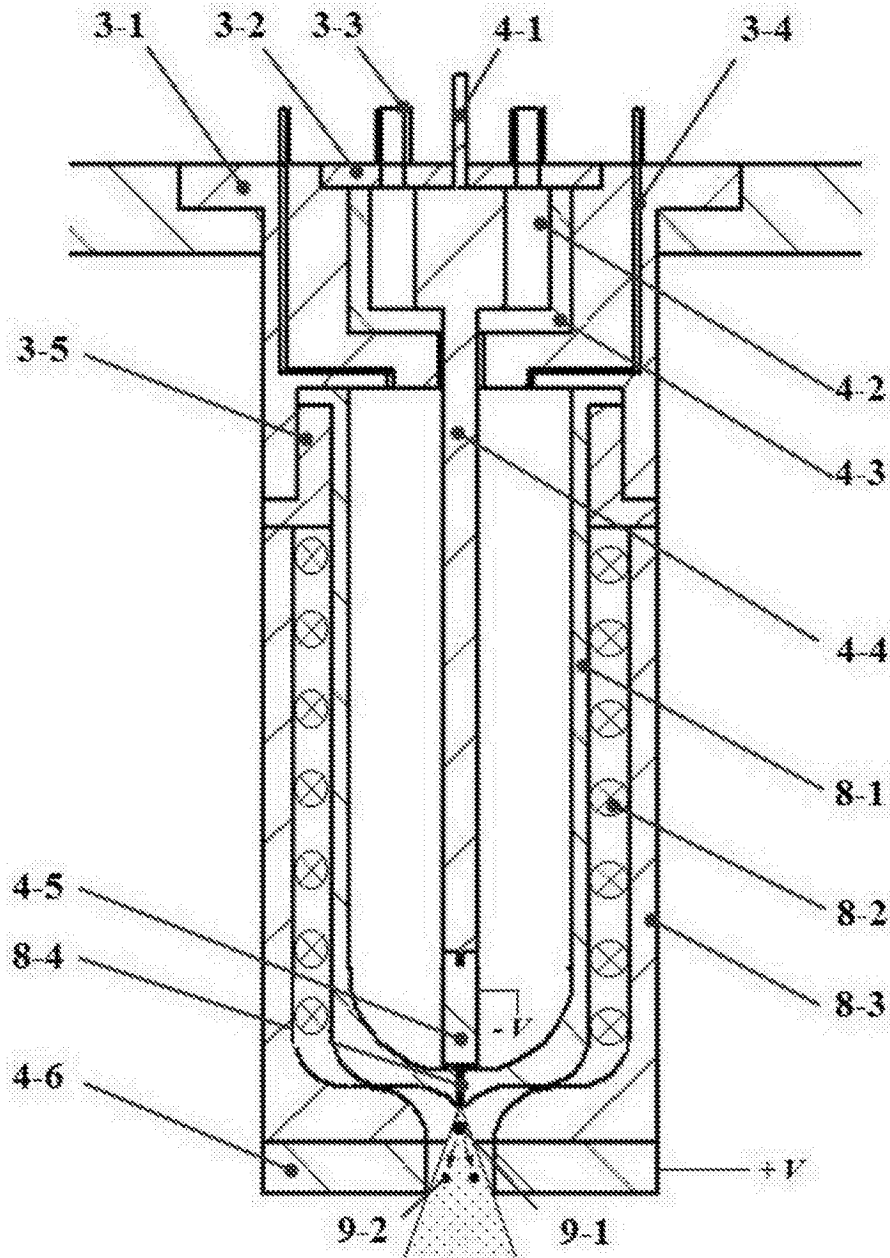


图2

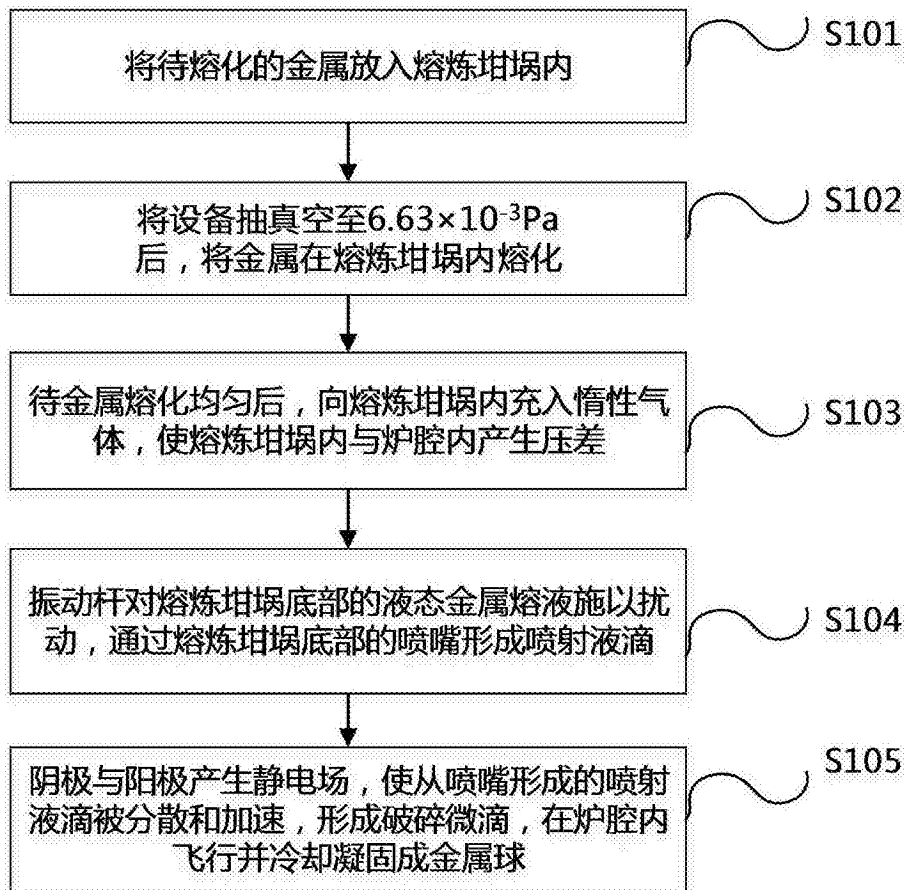


图3