



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110722161 A

(43)申请公布日 2020.01.24

(21)申请号 201911261567.3

(22)申请日 2019.12.10

(71)申请人 南方科技大学

地址 518000 广东省深圳市南山区西丽学苑大道1088号

(72)发明人 赵府 项晓东 王湘麟 冯光

(74)专利代理机构 北京品源专利代理有限公司  
11332

代理人 巩克栋

(51) Int. Cl.

B22F 3/105(2006.01)

B22F 3/20(2006.01)

B22F 5/12(2006.01)

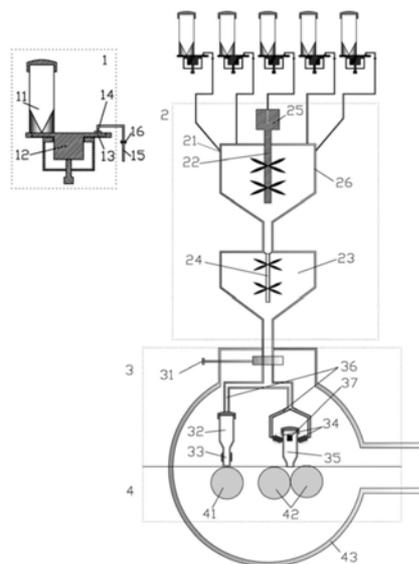
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

一种基于多粉体的金属纤维高通量制备装置及利用其制备金属纤维的方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于多粉体的金属纤维高通量制备装置及利用其高通量制备金属纤维的方法。所述高通量制备装置包括依次连接的金属粉末输送系统、金属粉末混合系统、金属粉末熔化系统和金属纤维成型系统,其中,所述金属粉末熔化系统包括独立设置的感应熔粉装置和激光熔粉装置。所述高通量制备装置具有结构简单、操作方便、熔化温度宽、适用范围广的特点。利用所述高通量制备装置制备金属纤维的方法包括输粉、混粉、熔化和成型四个步骤。所述制备方法可以快速制得成分连续梯度变化的金属纤维,并实现高通量制备。



1. 一种基于多粉体的金属纤维高通量制备装置,其特征在于,所述高通量制备装置包括依次连接的金属粉末输送系统、金属粉末混合系统、金属粉末熔化系统和金属纤维成型系统;

其中,所述金属粉末熔化系统包括独立设置的感应熔粉装置和激光熔粉装置。

2. 根据权利要求1所述的高通量制备装置,其特征在于,所述金属粉末输送系统包括多个单通道粉末输送装置,优选为2-20个;

优选地,采用质量流量控制器对所述金属粉末输送系统的送粉量进行反馈控制;

优选地,所述质量流量控制器的精度为 $\pm 0.1\text{g}/\text{min}$ ;

优选地,所述金属粉末输送系统包括气动转盘送粉器;

优选地,所述气动转盘送粉器包括粉筒、送粉盘、气动电机和出粉口。

3. 根据权利要求1或2所述的高通量制备装置,其特征在于,所述金属粉末混合系统包括依次连接的混粉装置和储粉装置;

优选地,所述混粉装置的进粉口和所述金属粉末输送系统的出粉口相连接;

优选地,采用送粉管连接所述混粉装置的进粉口和所述金属粉末输送系统的出粉口;

优选地,所述质量流量控制器设置在所述送粉管上;

优选地,所述混粉装置包括混粉器、进粉口和旋叶搅拌器;

优选地,所述储粉装置包括储粉器和静态混合器;

优选地,所述储粉器为漏斗状;

优选地,所述静态混合器为带有旋叶的搅拌桨。

4. 根据权利要求1至3任一项所述的高通量制备装置,其特征在于,采用输粉管连接所述金属粉末混合系统和所述金属粉末熔化系统;

优选地,所述感应熔粉装置和所述激光熔粉装置采用熔粉切换装置进行切换;

优选地,所述熔粉切换装置为带有手动杆的阀门;

优选地,所述感应熔粉装置包括储粉腔和感应线圈熔化腔;

优选地,所述激光熔粉装置包括激光熔化腔和激光器;

优选地,与所述激光熔粉装置连接的输粉管上设置感应预热线圈;

优选地,所述激光器发射的激光束为连续可调激光束;

优选地,所述激光器发射的激光束和所述输粉管进口处中心轴线的夹角为50-80度,优选为75度。

5. 根据权利要求1至4任一项所述的高通量制备装置,其特征在于,所述金属纤维成型系统包括真空保护腔、伺服电机、芯轴、旋转成型盘和冷却系统;

优选地,所述旋转成型盘包括旋转拉丝盘和/或旋转挤压双盘。

6. 一种利用权利要求1至5任一项所述高通量制备装置制备金属纤维的方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 将不同成分的金属粉末通过所述金属粉末输送系统,按照预设比例被输送至所述金属粉末混合系统;

(2) 所述金属粉末在所述金属粉末混合系统中混合均匀后被输送至所述金属粉末熔化系统;

(3) 在所述金属粉末熔化系统中,采用所述感应熔粉装置或所述激光熔粉装置来熔化

混合均匀的金属粉末,熔化得到的熔融态金属被输送至所述金属纤维成型系统;

(4) 通过所述金属纤维成型系统,所述熔融态金属被制备成成分梯度变化的金属纤维。

7. 根据权利要求6所述的制备方法,其特征在于,步骤(1)所述金属粉末的粒径范围为50-200 $\mu\text{m}$ ;

优选地,步骤(1)所述金属粉末输送系统的送粉效率为2-10g/min;

优选地,步骤(2)所述混合方式包括气动和/或搅拌;

优选地,步骤(4)所述金属纤维为具有截面的连续长材;

优选地,步骤(4)所述金属纤维为截面为圆形或矩形的丝材或带材;

优选地,步骤(4)所述金属纤维的截面尺寸为2-5 $\text{mm}^2$ 。

8. 根据权利要求6或7所述的制备方法,其特征在于,步骤(3)中采用所述感应熔粉装置来熔化混合均匀的金属粉末包括:将混合均匀的金属粉末先输送至所述储粉腔,再进入所述感应线圈熔化腔受热熔化。

9. 根据权利要求6至8任一项所述的制备方法,其特征在于,步骤(3)中采用所述激光熔粉装置来熔化混合均匀的金属粉末包括:将混合均匀的金属粉末先输送至所述设置感应预热线圈的输粉管中被预热,然后进入所述激光熔化腔受热熔化。

10. 根据权利要求6至9任一项所述的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 将粒径范围在50-200 $\mu\text{m}$ 的不同金属粉末通过所述金属粉末输送系统,以2-10g/min的送粉效率按照预设比例被输送至所述金属粉末混合系统,其中送粉精度为 $\pm 0.1\text{g}/\text{min}$ ;

(2) 所述金属粉末在所述金属粉末混合系统中通过气动和/或搅拌混合均匀,进入漏斗状的储粉器并经过自重力压实,然后被输送至所述金属粉末熔化系统;

(3) 在所述金属粉末熔化系统中,采用所述感应熔粉装置来熔化混合均匀的金属粉末包括:将混合均匀的金属粉末先输送至所述储粉腔,再进入所述感应线圈熔化腔受热熔化;

或采用所述激光熔粉装置来熔化混合均匀的金属粉末包括:将混合均匀的金属粉末先输送至所述设置感应预热线圈的输粉管中被预热,然后进入所述激光熔化腔受热熔化;

(4) 通过所述金属纤维成型系统,所述熔融态金属被所述旋转成型盘制备成截面尺寸为2-5 $\text{mm}^2$ 的连续长材状金属纤维。

## 一种基于多粉体的金属纤维高通量制备装置及利用其制备金属纤维的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及金属纤维制备加工领域,具体地说,涉及一种基于多粉体的金属纤维高通量制备装置及利用其制备金属纤维的方法。

### 背景技术

[0002] 结构材料是以力学性能为基础,用来制造受力构件所用的材料。而金属结构材料如高性能合金、钢铁材料等,由于具备优异的力学性能,被广泛用于航空发动机、发电用燃气轮机、汽轮机、高铁及汽车等关乎国计民生的高端装备和部件的制备。随着科学技术的日新月异,对于性能更优良的金属结构材料的研发工作日益迫切。然而,传统的、以块体材料为主要样品形式的金属结构材料的研发方法,往往是在一次实验中只能针对一种合金成分配比进行块材样品的制备和表征。在块材样品的制备阶段难以在短时间内获取大量可对比的材料样品,在块材样品的表征阶段又难以实现力学性能实验数据的大量采集和分析,因此导致金属结构材料的研发过程耗时费力、效率低下、发展缓慢、成本较高。

[0003] 20世纪80年代中期兴起的组合化学方法,已渗透到药物、有机、材料、分析等化学的诸多领域。随着自动化水平的提高,以高通量为显著特点的组合化学已成为目前化学领域最活跃的领域之一。将组合化学方法应用到材料学领域,称为组合材料学。目前,组合材料学方法主要以制备薄膜形式的功能材料为主,例如芯片,但不适用于金属结构材料力学性能的高通量筛选。

[0004] 针对金属结构材料在研发过程中耗时费力、效率低下、发展缓慢、成本较高等问题,开发一种高通量制备装置并利用其制备金属结构材料的方法显得尤为重要。为此,研究者进行了有关研究,如CN107855531A公开了一种热压烧结粉末冶金高通量制备金属基复合材料的方法,通过软隔断单元格和硬隔断层的工艺创新,实现了同炉同步一次性制备多种甚至上百种金属基复合材料试样。但是该方法仍然是生产块体材料试样,仍存在成本较高、连续性低、块体材料成分不能连续变化的缺点。CN107502765A公开了一种多成分材料的高通量微制造方法,利用微波能场加热可以一次性在不同温度梯度场下或相同温度梯度场下实现材料的高通量烧结熔融制备或热处理,虽然该方法制备得到的是较小尺寸的块体材料试样,但是受限于方法使用的阵列坩埚中样品槽的个数,仍存在连续性低、块体材料成分不易梯度变化的缺点。

[0005] 以上公开的现有技术虽然开发了制备金属结构材料的方法,但是受限于块体材料试样,均未真正解决成本较高、连续性低、块体材料成分不易梯度变化的高通量问题。因此,如何开发一种既能降低成本,又能实现成分连续梯度变化的金属纤维,以此实现高通量制备,是目前亟待解决的问题。

### 发明内容

[0006] 鉴于现有技术中存在的问题,本发明提出一种基于多粉体的金属纤维高通量制备

装置,包括独立设置的感应熔粉装置和激光熔粉装置,利用所述高通量制备装置制备金属纤维的方法包括输粉、混粉、熔化和成型四个步骤,可以制得既能降低成本,又能实现成分连续梯度变化的金属纤维材料,以此实现高通量制备。

[0007] 为达此目的,本发明采用以下技术方案:

[0008] 本发明的目的之一在于提供一种基于多粉体的金属纤维高通量制备装置,所述高通量制备装置包括依次连接的金属粉末输送系统、金属粉末混合系统、金属粉末熔化系统和金属纤维成型系统;

[0009] 其中,所述金属粉末熔化系统包括独立设置的感应熔粉装置和激光熔粉装置。

[0010] 本发明中所提供的基于多粉体的金属纤维高通量制备装置,其通过分别设置的感应熔粉装置和激光熔粉装置,可以更好地将各种不同成分范围内的多种金属粉末材料充分熔化,从而实现在一个更宽温度范围内完成对不同成分或材料的金属粉末的熔化,使制得的金属纤维可以实现成分连续梯度变化的特点。

[0011] 作为本发明优选的技术方案,所述金属粉末输送系统包括多个单通道粉末输送装置,优选为2-20个,例如2个、5个、7个、10个、15个、18个或20个等,但并不仅限于所列举的数值,该数值范围内其他未列举的数值同样适用。

[0012] 本发明中所提供的单通道粉末输送装置通过设置止逆阀,实现金属粉末从金属粉末输送系统到金属粉末混合系统的单向输送。

[0013] 优选地,采用质量流量控制器对所述金属粉末输送系统的送粉量进行反馈控制。

[0014] 优选地,所述质量流量控制器的精度为 $\pm 0.1\text{g}/\text{min}$ 。

[0015] 本发明中所提供的质量流量控制器,因其精度可以达到 $\pm 0.1\text{g}/\text{min}$ ,可以保证高精度预设比例的实现,进而为制备成分连续梯度变化的金属纤维提供基本保障。

[0016] 优选地,所述金属粉末输送系统包括气动转盘送粉器。

[0017] 优选地,所述气动转盘送粉器包括粉筒、送粉盘、气动电机和出粉口。

[0018] 本发明中所提供的气动转盘送粉器使用气动电机带动送粉盘,采用氩气作为保护气,在送粉盘的转动和保护气的气流双重作用下,使得金属粉末分散均匀且流畅输送。

[0019] 作为本发明优选的技术方案,所述金属粉末混合系统包括依次连接的混粉装置和储粉装置。

[0020] 优选地,所述混粉装置的进粉口和所述金属粉末输送系统的出粉口相连接。

[0021] 优选地,采用送粉管连接所述混粉装置的进粉口和所述金属粉末输送系统的出粉口。

[0022] 优选地,所述质量流量控制器设置在所述送粉管上。

[0023] 优选地,所述混粉装置包括进粉口和旋叶搅拌器。

[0024] 优选地,所述储粉装置包括储粉器和静态混合器。

[0025] 优选地,所述储粉器为漏斗状。

[0026] 优选地,所述静态混合器为带有旋叶的搅拌桨。

[0027] 优选地,所述静态混合器通过两根金属杆焊接在所述储粉器的内壁上,且所述静态混合器和储粉器的中心轴线重合。

[0028] 本发明中所提供的旋叶搅拌器和静态混合器通过协同作用,能够平衡多路送粉管的气压保证送粉稳定,还能使得不同成分的金属粉末在气流作用下实现气动混合,保证了

金属粉末的充分混合。

[0029] 作为本发明优选的技术方案,采用输粉管连接所述金属粉末混合系统和所述金属粉末熔化系统。

[0030] 优选地,所述感应熔粉装置和所述激光熔粉装置采用熔粉切换装置进行切换。

[0031] 本发明中所提供的感应熔粉装置采用高频感应线圈,交流电的频率高于20KHz,具有加热均匀、温差小、温控精度高的优点。

[0032] 本发明中所提供的激光熔粉装置具有能量高度集中,形成的熔池和热影响区范围小,熔融环境不需真空等优势,可以提高熔粉效率。

[0033] 优选地,所述熔粉切换装置为带有手动杆的阀门。

[0034] 本发明中所提供的熔粉切换装置可以将并联的感应熔化装置和激光熔粉装置,通过带有手动杆的阀门进行快速切换,扩大了高通量制备装置的适用范围。

[0035] 优选地,所述感应熔粉装置包括储粉腔和感应线圈熔化腔。

[0036] 优选地,所述激光熔粉装置包括激光熔化腔和激光器。

[0037] 优选地,与所述激光熔粉装置连接的输粉管上设置感应预热线圈。

[0038] 本发明中所提供的感应预热线圈可以对混合均匀的金属粉末进行预热,从而最大化地利用激光,提高激光的加热效率,保证金属粉末能够充分熔化成液态金属。

[0039] 优选地,所述激光器发射的激光束为连续可调激光束。

[0040] 优选地,所述激光器发射的激光束和所述输粉管进口处中心轴线的夹角为50-80度,例如50度、55度、60度、65度、70度、75度或80度等,但并不仅限于所列举的数值,该数值范围内其他未列举的数值同样适用,优选为75度。

[0041] 本发明中将激光束和输粉管进口处中心轴线的夹角设置为50-80度,既可以使得金属粉末能够在自身重力和送粉气压的协同作用下顺畅流动,又能够保证金属粉末有充分的时间被感应预热线圈进行预热处理,从而避免了金属粉末预热不充分的问题,又解决了金属粉末预热时间过长反而在输粉管上固结成块的问题。

[0042] 作为本发明优选的技术方案,所述金属纤维成型系统包括真空保护腔、伺服电机、芯轴、旋转成型盘和冷却系统。

[0043] 优选地,所述旋转成型盘包括旋转拉丝盘和/或旋转挤压双盘。

[0044] 本发明中所提供的金属纤维成型系统包括一种悬臂结构,旋转成型盘的安装轴加有旋转密封结构,且接有冷却控制系统,使得熔融金属在伺服电机带动下的旋转成型盘上冷却并被拉制成成分梯度变化的连续丝状或长条状金属纤维,并且可以控制熔融的液态金属的冷却速度,从而实现不同冷却工艺条件下的高通量制备。

[0045] 本发明的目的之二在于提供一种利用目的之一所述高通量制备装置制备金属纤维的方法,包括如下步骤:

[0046] (1) 将不同成分的金属粉末通过所述金属粉末输送系统,按照预设比例被输送至所述金属粉末混合系统;

[0047] (2) 所述金属粉末在所述金属粉末混合系统中混合均匀后被输送至所述金属粉末熔化系统;

[0048] (3) 在所述金属粉末熔化系统中,采用所述感应熔粉装置或所述激光熔粉装置来熔化混合均匀的金属粉末,熔化得到的熔融态金属被输送至所述金属纤维成型系统;

[0049] (4) 通过所述金属纤维成型系统,所述熔融态金属被制备成成分梯度变化的金属纤维。

[0050] 作为本发明优选的技术方案,步骤(1)所述金属粉末的粒径范围为50-200 $\mu\text{m}$ ,例如50 $\mu\text{m}$ 、70 $\mu\text{m}$ 、100 $\mu\text{m}$ 、120 $\mu\text{m}$ 、150 $\mu\text{m}$ 、180 $\mu\text{m}$ 或200 $\mu\text{m}$ 等,但并不仅限于所列举的数值,该数值范围内其他未列举的数值同样适用。

[0051] 优选地,步骤(1)所述金属粉末输送系统的送粉效率为2-10g/min,例如2g/min、5g/min、7g/min、9g/min或10g/min等,但并不仅限于所列举的数值,该数值范围内其他未列举的数值同样适用。

[0052] 优选地,步骤(2)所述混合方式包括气动和/或搅拌。

[0053] 优选地,步骤(4)所述金属纤维为具有截面的连续长材。

[0054] 优选地,步骤(4)所述金属纤维为截面为圆形或矩形的丝材或带材。

[0055] 优选地,步骤(4)所述金属纤维的截面尺寸为2-5 $\text{mm}^2$ ,例如2 $\text{mm}^2$ 、2.5 $\text{mm}^2$ 、3 $\text{mm}^2$ 、3.5 $\text{mm}^2$ 、4 $\text{mm}^2$ 、4.5 $\text{mm}^2$ 或5 $\text{mm}^2$ 等,但并不仅限于所列举的数值,该数值范围内其他未列举的数值同样适用。

[0056] 作为本发明优选的技术方案,步骤(3)中采用所述感应熔粉装置来熔化混合均匀的金属粉末包括:将混合均匀的金属粉末先输送至所述储粉腔,再进入所述感应线圈熔化腔受热熔化。

[0057] 作为本发明优选的技术方案,步骤(3)中采用所述激光熔粉装置来熔化混合均匀的金属粉末包括:将混合均匀的金属粉末先输送至所述设置感应预热线圈的输粉管中被预热,然后进入所述激光熔化腔受热熔化。

[0058] 作为本发明优选的技术方案,所述制备方法包括如下步骤:

[0059] (1) 将粒径范围在50-200 $\mu\text{m}$ 的不同金属粉末通过所述金属粉末输送系统,以2-10g/min的送粉效率按照预设比例被输送至所述金属粉末混合系统,其中送粉精度为 $\pm 0.1\text{g/min}$ ;

[0060] (2) 所述金属粉末在所述金属粉末混合系统中通过气动和/或搅拌混合均匀,进入漏斗状的储粉器并经过自重力压实,然后被输送至所述金属粉末熔化系统;

[0061] (3) 在所述金属粉末熔化系统中,采用所述感应熔粉装置来熔化混合均匀的金属粉末包括:将混合均匀的金属粉末先输送至所述储粉腔,再进入所述感应线圈熔化腔受热熔化;

[0062] 或采用所述激光熔粉装置来熔化混合均匀的金属粉末包括:将混合均匀的金属粉末先输送至所述设置感应预热线圈的输粉管中被预热,然后进入所述激光熔化腔受热熔化;

[0063] (4) 通过所述金属纤维成型系统,所述熔融态金属被所述旋转成型盘制备成截面尺寸为2-5 $\text{mm}^2$ 的连续长材状金属纤维。

[0064] 与现有技术相比,本发明至少具有以下有益效果:

[0065] (1) 本发明所述高通量制备装置不仅结构简单、操作方便,还可以处理镍基、铁基、镁基、铝基等多种金属类别,扩大了适用范围;

[0066] (2) 采用本发明所述高通量制备装置制备金属纤维,既能降低成本,又能实现成分连续梯度变化,可以实现高通量制备;

[0067] (3) 采用本发明所述高通量制备装置可以制得具有截面的连续长材金属纤维,具有径向成分分布均匀、轴向成分连续变化的特点;

[0068] (4) 采用本发明所述高通量制备装置可以制得矩形截面的带状金属纤维,不仅可以直接进行拉伸试验,还可以直接用于成分、组织和其他力学性能试验,实现快速、便捷的高通量表征。

## 附图说明

[0069] 图1是本发明提供的基于多粉体的金属纤维高通量制备装置的示意图;

[0070] 图2是应用例1对应的金属纤维预设比例曲线图;

[0071] 图3是应用例2对应的金属纤维预设比例曲线图;

[0072] 图中:1-金属粉末输送系统;2-金属粉末混合系统;3-金属粉末熔化系统;4-金属纤维成型系统;

[0073] 11-粉筒;12-气动电机;13-送粉盘;14-出粉口;15-送粉管;16-质量流量控制器;21-进粉口;22-旋叶搅拌器;23-储粉器;24-静态混合器;25-电机;26-混粉器;31-熔粉切换装置;32-储粉腔;33-感应线圈熔化腔;34-感应预热线圈;35-激光熔化腔;36-输粉管;37-激光器;41-旋转拉丝盘;42-旋转挤压双盘;43-真空保护腔。

## 具体实施方式

[0074] 下面结合附图并通过具体实施方式来进一步说明本发明的技术方案。本领域技术人员应该明了,所述实施例仅仅是帮助理解本发明,不应视为对本发明的具体限制。

[0075] 图1示出了本发明提供的基于多粉体的金属纤维高通量制备装置的示意图,气动电机12和送粉盘13连接,粉筒11立于送粉盘13的上方,通过送粉盘13的转动,可以将粉筒11中的金属粉末送至出粉口14,出粉口14和进粉口21通过送粉管15相连接,并在送粉管15上设置质量流量控制器16;进粉口21位于混粉器26的上部,旋叶搅拌器22位于混粉器26的内部并与电机25相连接,混粉器26和储粉器23上下连接,且储粉器23内部设置有静态混合器24;输粉管36连接混粉器26,并设置有熔粉切换装置31,可以将混合均匀的金属粉末输送至储粉腔32或激光熔化腔35,储粉腔32与感应线圈熔化腔33上下连接,并在感应线圈熔化腔33下方设置有旋转拉丝盘41,输粉管36在与激光熔化腔35相连接的部分缠绕感应预热线圈34,激光熔化腔35在内部设置有激光器37且在下方设置有旋转挤压双盘42;真空保护腔43将金属粉末熔化系统3和金属纤维成型系统4保护在真空环境中,防止熔化和成型过程中金属被氧化。

[0076] 实施例1

[0077] 本实施例提供了一种基于多粉体的金属纤维高通量制备装置,如图1所示,气动电机12和送粉盘13连接,粉筒11立于送粉盘13的上方,通过送粉盘13的转动,可以将粉筒11中的金属粉末送至出粉口14,出粉口14和进粉口21通过送粉管15相连接,并在送粉管15上设置质量流量控制器16;进粉口21位于混粉器26的上部,旋叶搅拌器22位于混粉器26的内部并与电机25相连接,混粉器26和储粉器23上下连接,且储粉器23内部设置有静态混合器24;输粉管36连接混粉器26,并设置有熔粉切换装置31,可以将混合均匀的金属粉末输送至储粉腔32或激光熔化腔35,储粉腔32与感应线圈熔化腔33上下连接,并在感应线圈熔化腔33

下方设置有旋转拉丝盘41,输粉管36在与激光熔化腔35相连接的部分缠绕感应预热线圈34,激光熔化腔35在内部设置有激光器37且在下方设置有旋转挤压双盘42;真空保护腔43将金属粉末熔化系统3和金属纤维成型系统4保护在真空环境中,防止熔化和成型过程中金属被氧化。

[0078] 其中,由粉筒11、气动电机12、送粉盘13、出粉14组成的气动转盘送粉器设置了10个,相应连接有10根带有质量流量控制器16的送粉管15,10根送粉管15再分别与10个进粉口21相连接;

[0079] 激光器37发射的激光束和缠绕着感应预热线圈34的输粉管36进口处中心轴线的夹角为75度。

[0080] 实施例2

[0081] 本实施例提供了一种基于多粉体的金属纤维高通量制备装置,如图1所示,所述装置相比实施例1的区别在于:

[0082] 激光器37发射的的激光束和缠绕着感应预热线圈34的输粉管36进口处中心轴线的夹角为60度。

[0083] 应用例1

[0084] 本应用例提供了一种制备金属纤维的方法,利用了实施例1所述的基于多粉体的金属纤维高通量制备装置,包括如下步骤:

[0085] (1)在金属粉末输送系统1中,将粒径为150 $\mu\text{m}$ 的铁粉和粒径为150 $\mu\text{m}$ 的镍粉加入到不同的粉筒11中,送粉盘13在气动电机12的带动下转动,以8g/min的送粉效率将粉筒11中的金属粉末送至出粉口14,进一步通过保护气氩气的气流将出粉口14处的金属粉末送至带有质量流量控制器16的送粉管15中,然后按照图2所示预设比例,将对应金属粉末输送至金属粉末混合系统2;

[0086] (2)在金属粉末混合系统2中,将两路金属粉末从混粉器26的进粉口21进入,通过电机25带动下的旋叶搅拌器22实现混合,然后进入带有静态混合器24的储粉器23实现进一步混合,最后将混合均匀的金属粉末输送至金属粉末熔化系统3;

[0087] (3)在金属粉末熔化系统3中,通过带有手动杆的阀门31快速切换至激光熔粉装置,将混合均匀的金属粉末先输送至设置感应预热线圈34的输粉管36中被预热至700 $^{\circ}\text{C}$ ,然后进入激光熔化腔35在1700 $^{\circ}\text{C}$ 下受热熔化;

[0088] (4)在金属纤维成型系统4中,熔融的液态金属被旋转挤压双盘42制备成截面尺寸为2mm<sup>2</sup>的矩形带材状铁-镍梯度金属纤维。

[0089] 应用例2

[0090] 本应用例提供了一种制备金属纤维的方法,利用了实施例2所述的基于多粉体的金属纤维高通量制备装置,包括如下步骤:

[0091] (1)在金属粉末输送系统1中,将粒径为100 $\mu\text{m}$ 的镁粉、粒径为100 $\mu\text{m}$ 的铝粉和粒径为100 $\mu\text{m}$ 的铁粉加入到不同的粉筒11中,送粉盘13在气动电机12的带动下转动,以2g/min的送粉效率将粉筒11中的金属粉末送至出粉口14,进一步通过保护气氩气的气流将出粉口14处的金属粉末送至带有质量流量控制器16的送粉管15中,然后按照图3所示预设比例,将对应金属粉末输送至金属粉末混合系统2;

[0092] (2)在金属粉末混合系统2中,将三路金属粉末从混粉器26的进粉口21进入,通过

电机25带动下的旋叶搅拌器22实现混合,然后进入带有静态混合器24的储粉器23实现进一步混合,最后将混合均匀的金属粉末输送至金属粉末熔化系统3;

[0093] (3) 在金属粉末熔化系统3中,通过带有手动杆的阀门31快速切换至感应熔粉装置,将混合均匀的金属粉末先输送至储粉腔32,再进入感应线圈熔化腔33在1200℃下受热熔化;

[0094] (4) 在金属纤维成型系统4中,熔融的液态金属被旋转拉丝盘42制备成截面尺寸为3mm<sup>2</sup>的圆形丝材状镁-铝-铁梯度金属纤维。

[0095] 由上述实施例1-2和应用例1-2可以看出,本发明所述高通量制备装置不仅具有结构简单、操作方便、熔化温度宽、适用范围广的特点,还可以实现成分连续梯度变化的金属纤维的高通量制备。

[0096] 申请人声明,本发明通过上述实施例来说明本发明的详细结构特征,但本发明并不局限于上述详细结构特征,即不意味着本发明必须依赖上述详细结构特征才能实施。所属技术领域的技术人员应该明了,对本发明的任何改进,对本发明所选用部件的等效替换以及辅助部件的增加、具体方式的选择等,均落在本发明的保护范围和公开范围之内。

[0097] 以上详细描述了本发明的优选实施方式,但是,本发明并不限于上述实施方式中的具体细节,在本发明的技术构思范围内,可以对本发明的技术方案进行多种简单变型,这些简单变型均属于本发明的保护范围。

[0098] 另外需要说明的是,在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征,在不矛盾的情况下,可以通过任何合适的方式进行组合,为了避免不必要的重复,本发明对各种可能的组合方式不再另行说明。

[0099] 此外,本发明的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合,只要其不违背本发明的思想,其同样应当视为本发明所公开的内容。

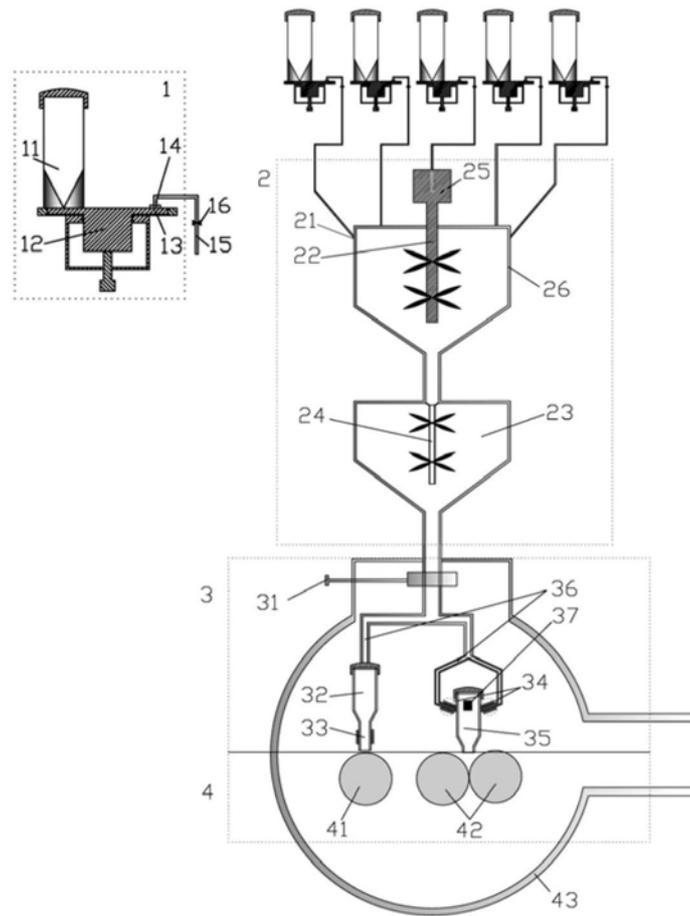


图1

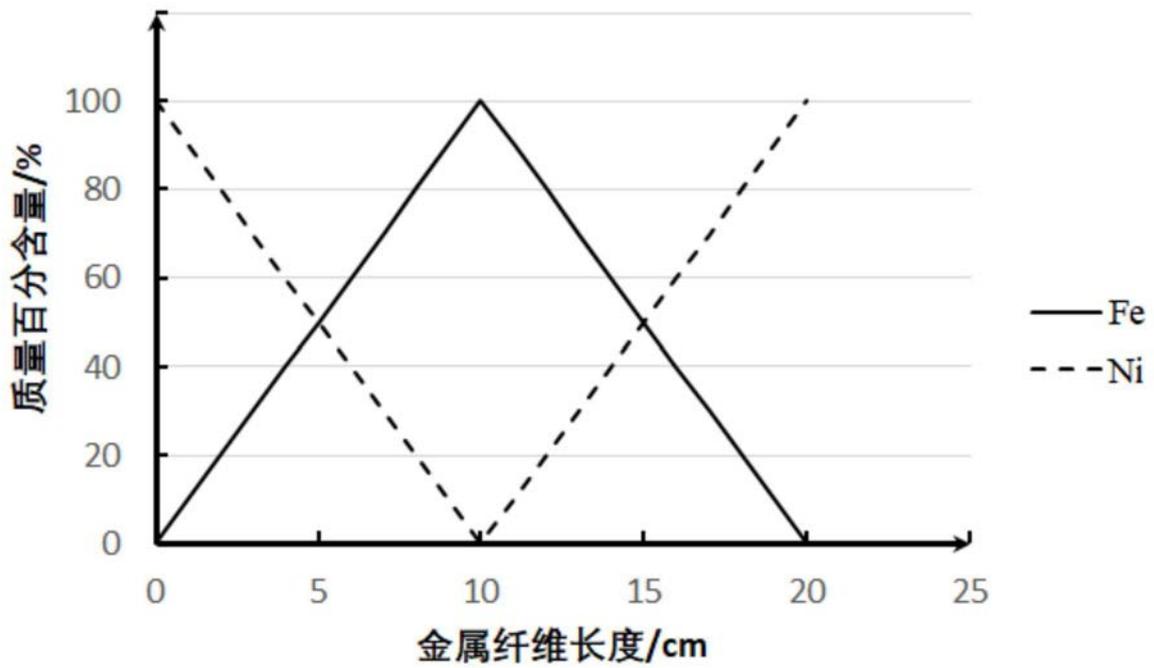


图2

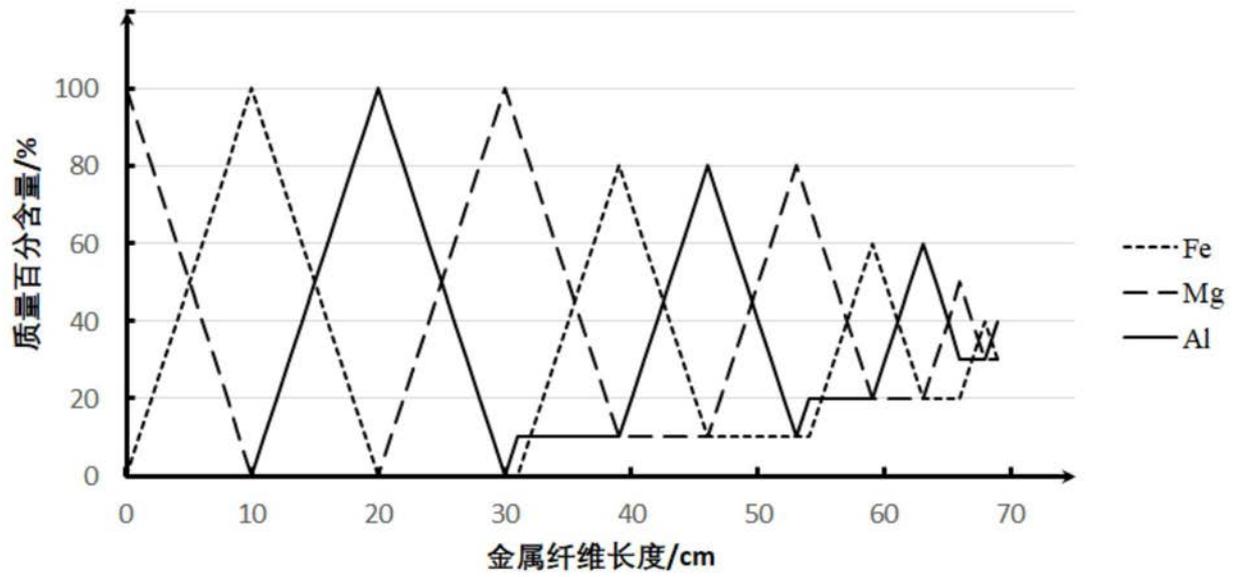


图3