(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104801712 B
(45)授权公告日 2017.03.01

(21)申请号 201510194750.1

(22)申请日 2015.04.22

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104801712 A

(43)申请公布日 2015.07.29

(73)专利权人 华南理工大学
地址 510640 广东省广州市天河区五山路381号

(72)发明人 杨永强 刘洋 林辉 王迪

(74)专利代理机构 广州市华学知识产权代理有限公司 44245
代理人 罗观祥

(51)Int.Cl.
B22F 3/105(2006.01)
B33Y 30/00(2015.01)

审查员 陈春蕾

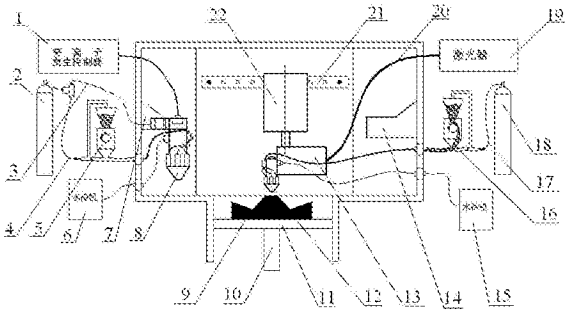
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种激光与微束等离子复合3D打印设备与方法

(57)摘要

本发明公开了一种激光与微束等离子复合3D打印设备与方法，包括中央控制系统、密封成型室、激光成型装置、等离子加工装置；激光成型喷头和等离子枪相应的放置在密封成型室的右、左侧内壁的支架上；通过共工作数控主轴夹持激光成型喷头或者等离子枪，使其在密封成型室Z、X、Y方向移动。中央控制系统控制共工作数控主轴将激光成型喷头送回支架，然后共工作数控主轴夹持等离子枪对成型金属零件轮廓内部进行填充，如此交替工作，直至完成零件制造，从而极大程度减少扫描时间。将激光快速成型和等离子结合，不仅解决了金属3D打印技术效率和精度的矛盾，而且采用等离子体替换激光器作为热源，从而获得高效、低成本的工业级金属3D打印设备。



CN 104801712 B

1.一种激光与微束等离子复合3D打印设备，包括中央控制系统、密封成型室、成型缸、激光成型装置、等离子加工装置；所述成型缸、激光成型装置和等离子加工装置由中央控制系统控制，其特征在于：

所述激光成型装置包括激光成型喷头(12)，所述等离子加工装置包括等离子枪(8)；所述密封成型室的右侧内壁设有用于放置激光成型喷头(12)的激光喷头支架(14)，所述密封成型室的左侧内壁设有用于放置等离子枪(8)的等离子枪支架(7)；

在密封成型室内、成型缸的上方设有共工作数控主轴驱动导轨(21)和设置在其上的共工作数控主轴(22)，所述共工作数控主轴(22)端部设置有用于夹持激光成型喷头(12)或者等离子枪(8)的夹头；所述共工作数控主轴(22)为三轴联动，夹头夹持激光成型喷头(12)或者等离子枪(8)在Z、X、Y方向移动。

2.根据权利要求1所述的激光与微束等离子复合3D打印设备，其特征在于：所述激光成型装置还包括激光器(19)、激光器(19)的激光光路集成单元(13)、用于给激光成型喷头(12)输送粉末的送粉装置(16)；所述激光器(19)和送粉装置(16)设置在密封成型室外部。

3.根据权利要求2所述的激光与微束等离子复合3D打印设备，其特征在于：所述激光光路集成单元(13)包括光学透镜、准直扩束镜、聚焦镜、光学同轴校准仪；所述激光器(19)的激光通过激光传导线(20)传导至激光成型喷头(12)腔内。

4.根据权利要求1所述的激光与微束等离子复合3D打印设备，其特征 在于：所述等离子加工装置包括设置在密封成型室外的等离子发生控制器(1)、等离子弧稳定器，等离子枪送粉装置(5)。

5.根据权利要求1所述的激光与微束等离子复合3D打印设备，其特征在于：所述成型缸包括升降工作平台(11)及其驱动器(10)。

6.权利要求1至5中任一项所述激光与微束等离子复合3D打印设备的打印方法，其特征在于包括如下步骤：

(一)对加工零件(9)的三维CAD模型进行处理，首先根据加工要求选择合适的层厚进行分层切片；然后以每10～20层数据为单位进行片层数据打包，对每一数据包添加激光扫描轮廓信息和等离子体填充信息；最后对每一数据包的片层轮廓进行扫描路径规划，完成后导入3D打印机，准备进行加工；

(二)启动3D打印机，对密封成型室进行除氧处理，当密封成型室内氧气含量降低到0.1%以下时开启加工程序；共工作数控主轴(22)夹持激光成型喷头(12)根据轮廓进行扫描，每扫描一层后，升降工作平台(11)的驱动器(10)下降一个层厚的高度，使零件(9)的成型平面始终与升降工作平台(11)并行；当零件(9)的激光成型完成一个单位的层数后，中央控制系统发出信号，激光成型装置停止工作，共工作数控主轴(22)驱动激光成型喷头(12)沿着共工作数控主轴驱动导轨(21)退回、并将激光成型喷头(12)放置到激光喷头支架(14)上；

(三)中央控制系统发出等离子加工信号，共工作数控主轴(22)移动到左侧，夹持等离子枪(8)，并进行初始定位，接收到控制指令后，等离子发生控制器(1)启动，产生等离子弧，共工作数控主轴(22)根据零件(9)的 填充面进行移动，直至完成填充工序，然后共工作数控主轴(22)驱动等离子枪(8)返回、并将等离子枪(8)放置到等离子枪支架(7)上；接着，共工作数控主轴(22)返回到初始位置，并等待下一工序工作指令；

(四)如此循环重复步骤(二)、(三),直至完成零件(9)的激光成型和微束等离子复合加工过程。

一种激光与微束等离子复合3D打印设备与方法

技术领域

[0001] 本发明涉及金属零件增材制造技术领域，尤其涉及一种激光与微束等离子复合3D打印设备与方法。

背景技术

[0002] 激光3D打印设备集成了激光、精密传动、新材料、CAD/CAM等技术，通过30～80微米的精细激光聚焦光斑，逐线搭接扫描新铺粉层上选定区域，形成面轮廓后，层与层堆积成型制造，从而直接获得几乎任意形状、具有完全冶金结合的金属功能零件，致密度可达到近乎100％，其优势主要表现在：

[0003] 1)采用分层制造技术，成型件不受几何复杂度的影响，对任意复杂成型金属零件可直接制造，对于个性化小批量复杂产品制造方便；

[0004] 2)使用高功率密度的光纤激光器，光束模式好，激光光斑小，成型精度较高；

[0005] 3)直接制成终端金属产品，由于激光能量密度较高，对熔点高难加工金属材料可直接加工成为终端金属产品；

[0006] 4)成型金属零件是具有冶金结合的实体，其相对密度几乎达到100％，性能超过传统铸造件。

[0007] 目前市面上的激光3D打印设备主要有2种形式，一种是由扫描振镜驱动光路偏转，另一种是由激光有机械导轨驱动，完成平面扫描。前者受限于光学系统，单振镜最大成型区域250×250mm，不适用于大尺寸成型件。成型大型零件则需要多激光多扫描振镜复合。由于激光器价格高，维护操作麻烦，不利于激光3D打印设备的工业推广应用。后者虽然采用一定的控制方法可以实现大型零件的直接制造，但是要想保证零件的精度和表面粗糙度，必然也要牺牲成型效率。因此，如何解决成型效率和精度的矛盾，是3D打印研究人员的首要任务。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于克服上述现有技术的缺点和不足，提供一种高效、低成本的激光与微束等离子复合3D打印设备与方法。解决激光3D打印成型效率和精度的矛盾。

[0009] 本发明通过下述技术方案实现：

[0010] 一种激光与微束等离子复合3D打印设备，包括中央控制系统、密封成型室、成型缸、激光成型装置、等离子加工装置；所述成型缸、激光成型装置和等离子加工装置由中央控制系统控制，所述激光成型装置包括激光成型喷头12，所述等离子加工装置包括等离子枪8；所述密封成型室的右侧内壁设有用于放置激光成型喷头12的激光喷头支架14，所述密封成型室的左侧内壁设有用于放置等离子枪8的等离子枪支架7；

[0011] 在密封成型室内、成型缸的上方设有共工作数控主轴驱动导轨21和设置在其上的共工作数控主轴22，所述共工作数控主轴22端部设置有用于夹持激光成型喷头12或者等离子枪8的夹头；所述共工作数控主轴22为三轴联动，夹头夹持激光成型喷头12或者等离子枪

8在Z、X、Y方向移动。

[0012] 所述激光成型装置还包括激光器19、激光器19的激光光路集成单元13、用于给激光成型喷头12输送粉末的送粉装置16；所述激光器19和送粉装置16设置在密封成型室外部。

[0013] 所述激光光路集成单元13包括光学透镜、准直扩束镜、聚焦镜、光学同轴校准仪；所述激光器19的激光通过激光传导线20传导至激光成型喷头12 腔内。

[0014] 所述等离子加工装置包括设置在密封成型室外的等离子发生控制器1、等离子弧稳定器，等离子枪送粉装置5。

[0015] 所述成型缸包括升降工作平台11及其驱动器10。

[0016] 上述激光与微束等离子复合3D打印设备的打印方法如下：

[0017] (一)对加工零件9的三维CAD模型进行处理，首先根据加工要求选择合适的层厚进行分层切片；然后以每10～20层数据为单位进行片层数据打包，对每一数据包添加激光扫描轮廓信息和等离子体填充信息；最后对每一数据包的片层轮廓进行扫描路径规划，完成后导入3D打印机，准备进行加工；

[0018] (二)启动3D打印机，对密封成型室进行除氧处理，当密封成型室内氧气含量降低到0.1%以下时开启加工程序；共工作数控主轴22夹持激光喷头12根据轮廓进行扫描，每扫描一层后，升降工作平台11的驱动器10下降一个层厚的高度，使零件9的成型平面始终与升降工作平台11并行；当零件9的激光成型完成一个单位的层数后，中央控制系统发出信号，激光成型装置停止工作，共工作数控主轴22驱动激光成型喷头12沿着共工作数控主轴驱动导轨21退回、并将激光成型喷头12放置到激光喷头支架14上；

[0019] (三)中央控制系统发出等离子加工信号，共工作数控主轴22移动到左侧，夹持等离子枪8，并进行初始定位，接收到控制指令后，等离子发生控制器1启动，产生等离子弧，共工作数控主轴22根据零件9的填充面进行移动，直至完成填充工序，然后共工作数控主轴22驱动等离子枪8返回、并将等离子枪8放置到等离子枪支架7上；接着，共工作数控主轴22返回到初始位置，并等待下一工序工作指令；

[0020] (四)如此循环重复步骤(二)、(三)，直至完成零件9的激光成型和微束等离子加工。

[0021] 本发明相对于现有技术，具有如下的优点及效果：

[0022] 相对于激光器，本发明将激光快速成型和的等离子加工结合起来，不仅解决了金属3D打印技术效率和精度的矛盾，而且采用等离子体替换激光器作为热源，从而获得高效、低成本的工业级金属3D打印设备。有利于将金属3D打印设备推广应用于汽车、造船、生物医疗、精密模具等大型复杂零部件的制造和修复。

[0023] 本发明激光与微束等离子复合3D打印设备采用激光成型大型零件的轮廓，然后采用微束等离子填充零件实体，从而极大程度减少扫描时间，提高4～5倍成型效率；

[0024] 本发明的3D打印设备采用共工作数控主轴驱动导轨21和共工作数控主轴22，克服了光学系统的尺寸限制，可扩大成型零件尺寸，同时保证成型精度。

附图说明

[0025] 图1为本发明共工作数控主轴22夹持激光喷头12沿X、Y方向移动示意图。

[0026] 图2为本发明共工作数控主轴22夹持等离子枪8沿X、Y方向移动示意图。

[0027] 等离子发生控制器1；惰性气体瓶2；工作气路3；等离子送粉气路4；等离子枪送粉装置5；等离子枪水冷机6；等离子枪支架7；等离子枪8；零件9；驱动器10；升降工作平台11；激光成型喷头12；激光光路集成单元13；激光喷头支架14；激光喷头水冷机15；激光成型送粉装置16；送粉气路17；惰性气体瓶18；激光器19；激光传导线20；共工作数控主轴驱动导轨21；共工作数控主轴22。

具体实施方式

[0028] 下面结合具体实施例对本发明作进一步具体详细描述。

[0029] 实施例

[0030] 如图1、2所示。本发明一种激光与微束等离子复合3D打印设备，包括中央控制系统、密封成型室、成型缸、激光成型装置、等离子加工装置；所述成型缸、激光成型装置和等离子加工装置由中央控制系统控制，其特征在于：

[0031] 所述激光成型装置包括激光成型喷头12，所述等离子加工装置包括等离子枪8；所述密封成型室的右侧内壁设有用于放置激光成型喷头12的激光喷头支架14，所述密封成型室的左侧内壁设有用于放置等离子枪8的等离子枪支架7；

[0032] 在密封成型室内、成型缸的上方设有共工作数控主轴驱动导轨21和设置在其上的共工作数控主轴22，所述共工作数控主轴22端部设置有用于夹持激光成型喷头12或者等离子枪8的夹头；所述共工作数控主轴22为三轴联动，夹头夹持激光成型喷头12或者等离子枪8在Z、X、Y方向移动。Z方向只需要在换工序时工作，加工过程中激光成型喷头12或者等离子枪8在X、Y方向大范围移动。

[0033] 中央控制系统根据工序的要求，发送不同的指令，共工作数控主轴根据指令夹持激光成型喷头12或者等离子枪8完成相应的工序。

[0034] 所述激光成型装置还包括激光器19(laser)、激光器19的激光光路集成单元13、用于给激光成型喷头12输送粉末的送粉装置16；所述激光器19和送粉装置16设置在密封成型室外部。

[0035] 所述送粉装置16由粉料斗、送粉管、送粉气构成，送粉气采用惰性气体，送粉率由送粉气流大小控制。粉末送入到激光成型喷头12或者等离子枪8后分成对称的6路，并保持与激光(等离子弧)同轴汇聚。粉料斗上通入气体，保证粉末下漏均匀，且在成型过程中可添加粉末，无须停机，工作全程可实现随时加粉。

[0036] 保护气体送入到激光成型喷头12或者等离子枪8后分成对称的6路，并保持与激光(等离子弧)同轴汇聚，气流量可控。

[0037] 所述激光光路集成单元13包括光学透镜、准直扩束镜、聚焦镜、光学同轴校准仪；所述激光器19的激光通过激光传导线20传导至激光成型喷头12腔内。

[0038] 所述等离子加工装置包括设置在密封成型室外的等离子发生控制器1(plasm control system)、等离子弧稳定器，等离子枪送粉装置5。

[0039] 所述成型缸包括升降工作平台11及其驱动器10。由控制系统控制升降工作平台11上下移动，实现Z方向的精密进给。

[0040] 激光与微束等离子复合3D打印设备的打印方法可通过如下步骤实现：

[0041] (一)对加工零件9的三维CAD模型进行处理,首先根据加工要求选择合适的层厚(应用Magics软件)进行分层切片;然后以每10～20层数据为单位(也可以根据加工要求选择其他数目)进行片层数据打包,对每一数据包添加激光扫描轮廓信息和等离子体填充信息;最后对每一数据包的片层轮廓进行扫描路径规划,完成后导入3D打印机,准备进行加工;

[0042] (二)启动3D打印机,对密封成型室进行除氧处理,当密封成型室内氧气含量降低到0.1%以下时开启加工程序;共工作数控主轴22夹持激光喷头12根据轮廓进行扫描,每扫描一层后,升降工作平台11的驱动器10下降一个层厚的高度,使零件9的成型平面始终与升降工作平台11并行;当零件9的激光成型完成一个单位的层数后,中央控制系统发出信号,激光成型装置停止工作,共工作数控主轴22驱动激光成型喷头12沿着共工作数控主轴驱动导轨21退回、并将激光成型喷头12放置到激光喷头支架14上;

[0043] (三)中央控制系统发出等离子加工信号,共工作数控主轴22移动到左侧,夹持等离子枪8,并进行初始定位,接收到控制指令后,等离子发生控制 器1启动,产生等离子弧,共工作数控主轴22根据零件9的填充面进行移动,直至完成填充工序,然后共工作数控主轴22驱动等离子枪8返回、并将等离子枪8放置到等离子枪支架7上;接着,共工作数控主轴22返回到初始位置,并等待下一工序工作指令;

[0044] (四)如此循环重复步骤(二)、(三),直至完成零件9的激光成型和微束等离子复合加工过程。

[0045] 如上所述,便可较好地实现本发明。

[0046] 本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

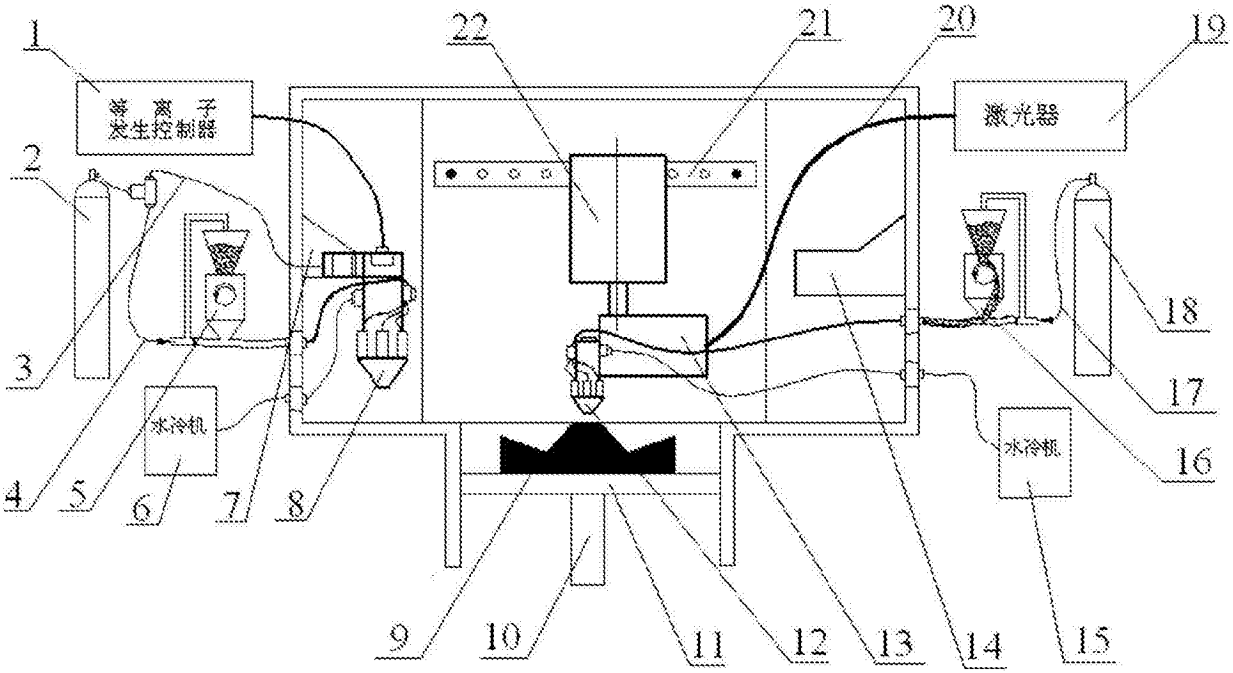

1
等离子
发生控制器
2
3
4
5
水冷机
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
水冷机
16
17
18
19
激光器
20
21
22

图1

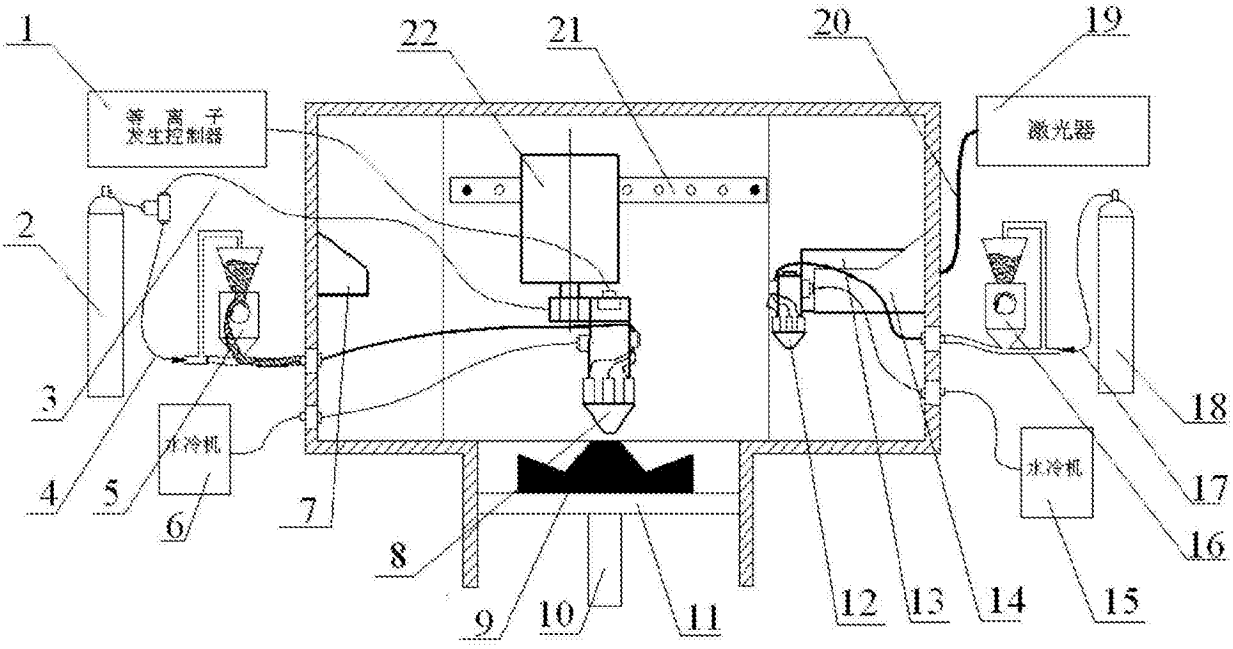

1
等离子
发生控制器
2
3
4
5
水冷机
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
水冷机
16
17
18
19
激光器
20
21
22

图2