



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106003726 A

(43)申请公布日 2016.10.12

(21)申请号 201610509272.3

B33Y 50/00(2015.01)

(22)申请日 2016.06.27

(71)申请人 中海清华(河南)智能科技发展有限公司

地址 455000 河南省安阳市城乡一体化示范区文明大道东段安鑫苑11号楼17层

(72)发明人 王建强 马玉田 董钟远

(74)专利代理机构 北京永创新实专利事务所 11121

代理人 姜荣丽

(51)Int.Cl.

B29C 67/00(2006.01)

B22F 3/105(2006.01)

B33Y 10/00(2015.01)

B33Y 30/00(2015.01)

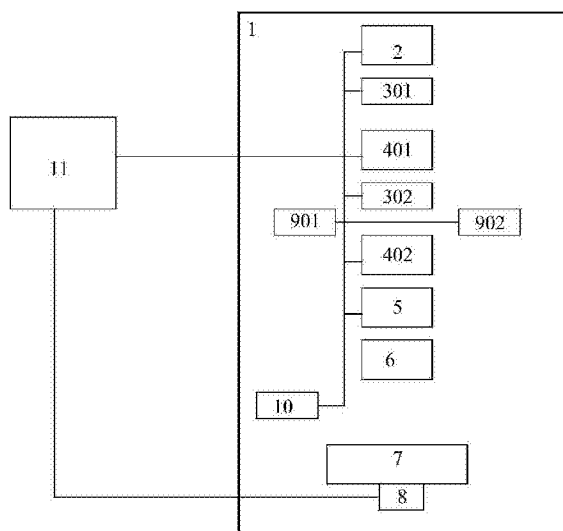
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

## (54)发明名称

一种智能化激光3D打印装置及打印方法

## (57)摘要

本发明公开了一种智能化激光3D打印装置及打印方法,属于智能制造技术和增材制造技术领域。所述打印装置包括外壳、半导体激光器、计算机、工件台、驱动马达、振镜X、振镜Y、扫描镜X、扫描镜Y、场镜、熔池和两个CCD相机;该打印装置利用激光的三维成像技术对激光3D打印的实体物件进行三维扫描成像,实现三维实体的CAD模型;利用激光光声技术对激光3D打印的实体物件进行内部缺陷的检测,实时在线检测激光3D打印的实体物件的质量。所述打印方法利用同一激光源实现激光3D打印的实体物件的CAD模型、快速成型和内部缺陷检测等功能,使激光3D打印设备系统化和智能化,具有打印便捷、成型质量高、智能化程度高、结构简单和运行可靠等优点。



1. 一种智能化激光3D打印装置,其特征在于:包括计算机、外壳及其内部的半导体激光器、工件台、驱动马达、振镜X、振镜Y、扫描镜X、扫描镜Y、场镜、熔池和两个CCD相机;

所述工件台和驱动马达组成负载六轴并联系统,驱动马达驱动工件台运动,实现对工件台上实体物件的方位移动控制;所述的计算机与半导体激光器连接,由计算机控制半导体激光器的开启和关闭;所述半导体激光器发射的激光依次穿过振镜X、扫描镜X、振镜Y、扫描镜Y和场镜进行光束调整,光束入射到工件台结合CCD相机对实体物件进行CAD建模;光束入射到熔池进行打印;光束辐照到实体物体产生激光超声波;所述的激光外差干涉仪检测激光超声波信号,上传给计算机进行信号处理分析,从而实现3D打印实体物件的缺陷检测。

2. 根据权利要求1所述的一种智能化激光3D打印装置,其特征在于:所述的半导体激光器最大功率为100W,且功率从0-100W可调。

3. 根据权利要求1所述的一种智能化激光3D打印装置,其特征在于:所述场镜焦点距离为50-300mm,加工扫描范围为200-500mm,光斑直径为10-50 $\mu\text{m}$ ;所述的驱动马达重复精度为 $\pm(2-10)\mu\text{m}$ ,行程X/Y/Z为(30mm $\times$ 30mm $\times$ 10mm)-(400mm $\times$ 400mm $\times$ 300mm),角度行程 $\theta\text{X}/\theta\text{Y}/\theta\text{Z}$ 为( $20^\circ \times 20^\circ \times 40^\circ$ )-( $40^\circ \times 40^\circ \times 80^\circ$ );所述的两个CCD相机的分辨率1024 $\times$ 1024、曝光时间为0.01-100ms、帧频为0.1-5s;所述的激光外差干涉仪采用氦氖激光器作为检测光源,采用布拉格声光调制器,频差为80MHz。

4. 一种智能化激光3D打印方法,其特征在于:具体包括以下几个步骤,

步骤一:实体物件的CAD模型的建立;

步骤二:实体物件的激光3D打印;

步骤三:实体物件的无损检测;

步骤四:根据步骤三中的检测结果,如果是熔覆层内存在缺陷,对熔覆层的缺陷处修复;

步骤五:喷头相对工件台沿成型方向移动一个切片层厚,接着在前一层的基础上叠加形成后续的熔覆层,保证前后两层熔合在一起;

步骤六:循环执行步骤三~步骤五,最后形成整个工件。

5. 根据权利要求4所述的一种智能化激光3D打印方法,其特征在于:步骤一具体为:把准备打印的实体物件放在样品成型腔的工件台上,打开所述的半导体激光器,通过负载六轴并联系统对实体物件进行多个方位移动,通过振镜、扫描镜和场镜控制光路对实体物件进行三维扫描,CCD摄像机接收扫描数据,扫描数据通过数据线传输到计算机,计算机的扫描软件Scan3DNow和图像处理软件CloudForm处理数据后,在计算机上输出CAD模型。

6. 根据权利要求4所述的一种智能化激光3D打印方法,其特征在于:步骤二具体为:

对步骤一中建立的CAD模型进行分割,确定打印的过程和工作参数,熔池内装上粉料后,开启半导体激光器,激光依次通过振镜X、扫描镜X、振镜Y、扫描镜Y和场镜,调整激光束的束斑,由计算机按照实体物件的轮廓通过数据线发送指令给负载六轴并联系统控制工件台的运动路径,激光作用熔池内化粉料,融化后的粉料经喷头喷在工件台上,从而形成与实体物件即CAD模型轮廓相对应的熔覆层。

7. 根据权利要求4所述的一种智能化激光3D打印方法,其特征在于:步骤三具体为:移开熔池,打开半导体激光器产生高能量脉冲激光,通过振镜X、扫描镜X、振镜Y、扫描镜Y和场镜调整激光束的束斑,激光辐照到熔覆层上产生激光超声波;当超声波传播途经微小裂纹

时,将会在裂纹处发生超声波传播变异;采用激光外差干涉仪进行超声波信号的探测;并上传给计算机,计算机根据结构损伤特征数据实现熔覆层内部缺陷的检测。

8.根据权利要求4所述的一种智能化激光3D打印方法,其特征在于:步骤四中所述的修复是指重复步骤二中的打印熔覆层步骤,即:

打开半导体激光器,通过振镜X、扫描镜X、振镜Y、扫描镜Y、场镜调整激光束的束斑,由计算机按照实体物件的轮廓通过数据线指令驱动马达控制工件台的运动路径,激光作用熔池内熔化粉料,熔化后的粉料经喷头喷在熔覆层上的缺陷部位,进行缺陷修复。

## 一种智能化激光3D打印装置及打印方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于智能制造技术和增材制造技术领域,具体涉及一种智能化激光3D打印装置及打印方法。

### 背景技术

[0002] 激光快速成型(Laser Rapid Prototyping,LRP)技术作为增材制造(Additive Manufacturing,AM)技术的重要手段之一,其基本原理是“离散-堆积”加工工艺,首先将零件计算机辅助设计(Computer Aided Design,CAD)模型离散,然后通过逐层增加材料,从而获得三维实体物件的过程。这种全新的制造方法集成了CAD/CAM(计算机辅助制造,computer Aided Manufacturing,CAM)技术、激光和材料科学、逆向工程技术、分层制造技术等,突破了传统减材制造或者塑性制造方法中刀具、夹具的约束,能在很短的时间内直接制造出产品的模型甚至成品,极大地改变了现代社会的生活和制造方式。

[0003] 激光快速成型与传统制造方法相比具有:原型的复制性、互换性高;制造工艺与制造原型的几何形状无关;加工周期短、成本低,一般制造费用降低50%,加工周期缩短70%以上;高度技术集成,实现设计制造一体化。该技术已经被广泛应用于航空航天、国防军事、能源动力、光电信息、医疗等各个领域,随着工业的不断发展,各个行业对激光设备的需求也在不断提高,特别是对于激光制造设备的更高效、更多自由度、更精细、更智能化尤为关注。如专利模块化激光3D打印机(申请号201610006650.6),其目的在于实现稳定性好、打印速度快、打印精度高的激光3D打印机;一种基于3D打印机的云制造服务系统(申请号201510863252.1),其目的在于实现在云制造中3D打印机的共享,提高制造资源的利用效率。但是激光快速成型过程是在无外界驱动力的条件下完成的,因此在激光成形过程中零件存在严重“变形开裂”和“内部缺陷和内部组织”等问题,这是制约该技术发展的重大“瓶颈难题”。因此,在现有的激光3D打印技术基础上还要寻找更好的智能技术和方法,满足激光3D打印在不同领域应用的需求,这将对我国具体落实《中国制造2025》的战略要求和实现制造强国战略目标具有重大意义。

### 发明内容

[0004] 针对现有技术中存在的问题,本发明提出一种智能化激光3D打印装置及打印方法。该打印装置利用激光的三维成像技术、快速成型技术和激光光声技术,尤其是利用激光的三维成像技术对激光3D打印的实体物件进行三维扫描成像,实现三维实体的CAD模型;利用激光光声技术对激光3D打印的实体物件进行内部缺陷的检测,实时在线检测激光3D打印的实体物件(熔覆层)的质量。该方法利用同一激光源实现激光3D打印的实体物件的CAD模型、快速成型和内部缺陷检测等功能,使激光3D打印设备系统化和智能化,具有打印便捷、成型质量高、智能化程度高、结构简单和运行可靠等优点。

[0005] 本发明提出的一种智能化激光3D打印装置,包括外壳、半导体激光器、计算机、工件台、驱动马达、振镜X、振镜Y、扫描镜X、扫描镜Y、场镜、熔池和两个CCD相机。

[0006] 所述的半导体激光器最大功率为100W,且功率可以从0-100W调节,目的在于满足激光扫描成像、快速成型和缺陷检测的要求。

[0007] 所述的计算机与半导体激光器连接,由计算机控制半导体激光器的开启和关闭。同时,所述的计算机还可以用于硬件控制、数据处理和结果显示。所述半导体激光器发射的激光依次穿过振镜X、扫描镜X、振镜Y、扫描镜Y和场镜,入射到熔池或者工件台。所述的熔池和工件台位于样品成型腔内,熔池带有喷头,熔池可以移动。

[0008] 所述的半导体激光器发出的激光,通过振镜、扫描镜和场镜控制光路对实体物件进行三维扫描,三维扫描数据由所述的CCD摄取,所摄取得图像经过信号线传输送到所述的计算机上并存储,并由计算机的扫描软件Scan3DNow和图像处理软件CloudForm处理数据,对采集到的三维点云数据进行处理建模,从而得到Solidworks模型,可以转换为CAD模型。

[0009] 所述的半导体激光器产生高能量脉冲激光,辐照到实体物体产生激光超声波;所述的激光外差干涉仪检测激光超声波信号,上传给计算机进行信号处理分析,从而实现3D打印实体物件的缺陷检测。

[0010] 本发明提出的一种基于所述的智能化激光3D打印装置的打印方法,具体包括以下几个步骤:

[0011] 步骤一:实体物件的CAD模型的建立。

[0012] 把准备打印的实体物件放在样品成型腔的工件台上,打开所述的半导体激光器,通过负载六轴并联系统对实体物件进行多个方位移动,通过振镜、扫描镜和场镜控制光路对实体物件进行三维扫描,CCD摄像机接收扫描数据,扫描数据通过数据线传输到计算机,计算机的扫描软件Scan3DNow和图像处理软件CloudForm处理数据后,在计算机上输出CAD模型。

[0013] 步骤二:实体物件的激光3D打印。

[0014] 对CAD模型进行分割,确定打印的过程和工作参数,熔池内装上粉料后,开启半导体激光器,激光依次通过振镜X、扫描镜X、振镜Y、扫描镜Y和场镜,调整激光束的束斑,由计算机按照实体物件的轮廓通过数据线发送指令给负载六轴并联系统控制工件台的运动路径,激光作用熔池内化粉料,融化后的粉料经喷头喷在工件台上,从而形成与实体物件即CAD模型轮廓相对应的熔覆层。

[0015] 步骤三:实体物件的无损检测。

[0016] 移开熔池,开启激光光声无损检测系统,具体为打开半导体激光器产生高能量脉冲激光,通过振镜X、扫描镜X、振镜Y、扫描镜Y和场镜调整激光束的束斑,激光辐照到熔覆层上产生激光超声波;当超声波传播途经微小裂纹时,将会在裂纹处发生超声波传播变异;采用激光外差干涉仪进行超声波信号的探测;并上传给计算机,计算机根据结构损伤特征数据实现熔覆层内部缺陷的检测。

[0017] 步骤四:根据检测结果,如果是熔覆层内存在缺陷,对熔覆层的缺陷处修复。

[0018] 步骤五:喷头相对工件台沿成型方向移动一个切片层厚,接着在前一层的基础上叠加形成后续的熔覆层,保证前后两层熔合在一起。

[0019] 步骤六:循环执行步骤三~步骤五,最后形成整个工件。

[0020] 本发明提出的一种智能化激光3D打印装置,具有以下优点:

[0021] 1、本发明提出的一种智能化激光3D打印装置,实体物件经过激光扫描成像系统,

自动在计算机上输出CAD模型,无需人工进行机械制图,实现了打印的自动化。

[0022] 2、本发明提出的一种智能化激光3D打印装置,利用激光光声无损检测系统实时在线检测3D打印的实体物件的质量,有利于提高3D打印的质量。

[0023] 3、本发明提出的一种智能化激光3D打印装置,可以在线实现实体物件的CAD模型建立、打印、质量检测和修复,提高了激光3D打印装置的智能化。

[0024] 4、本发明提出的一种智能化激光3D打印装置,设备结构简单、安装方便、使用维护简便,降低了运行成本。

## 附图说明

[0025] 图1:本发明提出的智能化激光3D打印装置的组成示意图。

[0026] 图中:

[0027]	1-外壳;	2-半导体激光器;	301-振镜X;	302-振镜Y;
[0028]	401-扫描镜X;	402-扫描镜Y;	5-场镜;	6-熔池;
[0029]	7-工件台;	8-驱动马达;	901-CCDA;	902-CCDB;
[0030]	10-激光外差干涉仪;	11-计算机;		

## 具体实施方式

[0031] 下面将结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。

[0032] 本发明提出一种智能化激光3D打印装置及打印方法,如图1所示,所述的打印装置包括外壳1、半导体激光器2、振镜X301、振镜Y302、扫描镜X401、扫描镜Y402、场镜5、熔池6、工件台7、驱动马达8、CCDA901、CCDB902、激光外差干涉仪10和计算机11。所述的工件台7和驱动马达8组成负载六轴并联系统,驱动马达8驱动工件台7运动,实现对工件台7上实体物件的方位移动控制。所述的半导体激光器2、振镜X301、振镜Y302、扫描镜X401、扫描镜Y402、场镜5、熔池6、工件台7、驱动马达8、CCDA901、CCDB902和激光外差干涉仪10均通过螺钉固定在外壳1上。所述的半导体激光器2、振镜X301、振镜Y302、扫描镜X401、扫描镜Y402、场镜5、驱动马达8、CCDA901、CCDB902和激光外差干涉仪10分别通过数据线与计算机11连接。所述的半导体激光器2最大功率为100W,且功率可以从0-100W调节。所述的场镜5焦点距离为50-300mm,加工扫描范围为200-500mm,光斑直径为10-50 $\mu$ m。所述的驱动马达8重复精度为 $\pm(2-10)\mu$ m,行程X/Y/Z为(30mm $\times$ 30mm $\times$ 10mm)-(400mm $\times$ 400mm $\times$ 300mm),角度行程 $\theta$ X/ $\theta$ Y/ $\theta$ Z为(20° $\times$ 20° $\times$ 40°)-(40° $\times$ 40° $\times$ 80°)。所述的CCDA901和CCDB902的优选为分辨率1024 $\times$ 1024、曝光时间为0.01-100ms、帧频为0.1-5s的CCD摄像机(电荷耦合器件图像传感器 charge coupled device, CCD)。

[0033] 所述的计算机采用扫描软件为Scan3DNow,采用图像处理软件为CloudForm软件。

[0034] 所述的激光外差干涉仪10采用氦氖激光器作为检测光源,采用布拉格声光调制器,频差为80MHz。

[0035] 所述半导体激光器2发射的激光,依次经过振镜X301、扫描镜X401、振镜Y302、扫描镜Y402和场镜5,到达熔池6,熔池6内粉料在激光作用下熔化,熔化后的粉料经喷头喷在工件上,从而形成与工件轮廓相对应的熔覆层。

[0036] 本发明基于所述的智能化激光3D打印装置,本发明还提供一种智能化激光3D打印

方法,具体包括以下几个步骤:

[0037] 步骤一:实体物件的CAD模型的建立,把准备打印的实体物件放在工件台上,开启激光扫描成像系统,具体为:

[0038] 打开所述的半导体激光器2,激光依次通过振镜X301、扫描镜X401、振镜Y302、扫描镜Y402和场镜5,控制光路对工件台7实体物件进行扫描,通过驱动马达8对工件台7上的实体物件进行多个方位移动,通过振镜X301、振镜Y302、扫描镜X401、扫描镜Y402、场镜5控制光路对实体物件进行三维扫描,CCDA901和CCDB902接收扫描数据,扫描数据通过数据线传输到计算机11,计算机11的扫描软件Scan3DNow和图像处理软件CloudForm处理数据后,在计算机11上输出CAD模型。

[0039] 优选的,一般会在工件台上设置样品台,将所述的实体物件放置在样品台上;后期打印时将熔覆层也喷涂在样品台上,避免对工件台的损伤。

[0040] 步骤二:实体物件的激光3D打印。

[0041] 根据激光扫描成像系统得到CAD模型,对CAD模型进行分割,确定打印的过程和工作参数,熔池6内装上粉料后,开启激光快速成型系统,具体为:

[0042] 打开半导体激光器2,通过振镜X301、扫描镜X401、振镜Y302、扫描镜Y402、场镜5调整激光束的束斑,由计算机11按照实体物件的轮廓通过数据线指令驱动马达8控制工件台7的运动路径,激光作用熔池6内融化粉料,融化后的粉料经喷头喷在工件台7上,从而形成与实体物件轮廓相对应的熔覆层。

[0043] 步骤三:熔覆层的无损检测,移开熔池6,开启激光光声无损检测系统,具体为:

[0044] 打开半导体激光器2产生高能量脉冲激光,通过振镜X301、扫描镜X401、振镜Y302、扫描镜Y402和场镜5调整激光束的束斑,激光辐照到熔覆层上产生激光超声波;当激光超声波传播途经微小裂纹时,将会在裂纹处发生超声波传播变异。

[0045] 采用激光外差干涉仪10进行超声波信号的探测,由数据采集模块进行干涉条纹变化的采集,且探测结果传输到计算机11,在计算机11上进行结构损伤特征数据的采集和内部缺陷的检测。

[0046] 步骤四:根据损伤检测结果,如果熔覆层内存在缺陷,对熔覆层进行缺陷处的修复。

[0047] 所述的修复是指重复步骤二中的打印熔覆层步骤,即:

[0048] 打开半导体激光器2,通过振镜X301、扫描镜X401、振镜Y302、扫描镜Y402、场镜5调整激光束的束斑,由计算机11按照实体物件的轮廓通过数据线指令驱动马达8控制工件台7的运动路径,激光作用熔池6内融化粉料,融化后的粉料经喷头喷在熔覆层上的缺陷部位,进行缺陷修复。

[0049] 步骤五:喷头相对工件台7沿成型方向移动一个切片层厚,接着在前一层熔覆层的基础上叠加形成后续的熔覆层,保证前后两层熔合在一起。

[0050] 步骤六:循环执行步骤三~步骤五,直到形成整个工件;打印完毕后,关闭智能化激光3D打印装置。

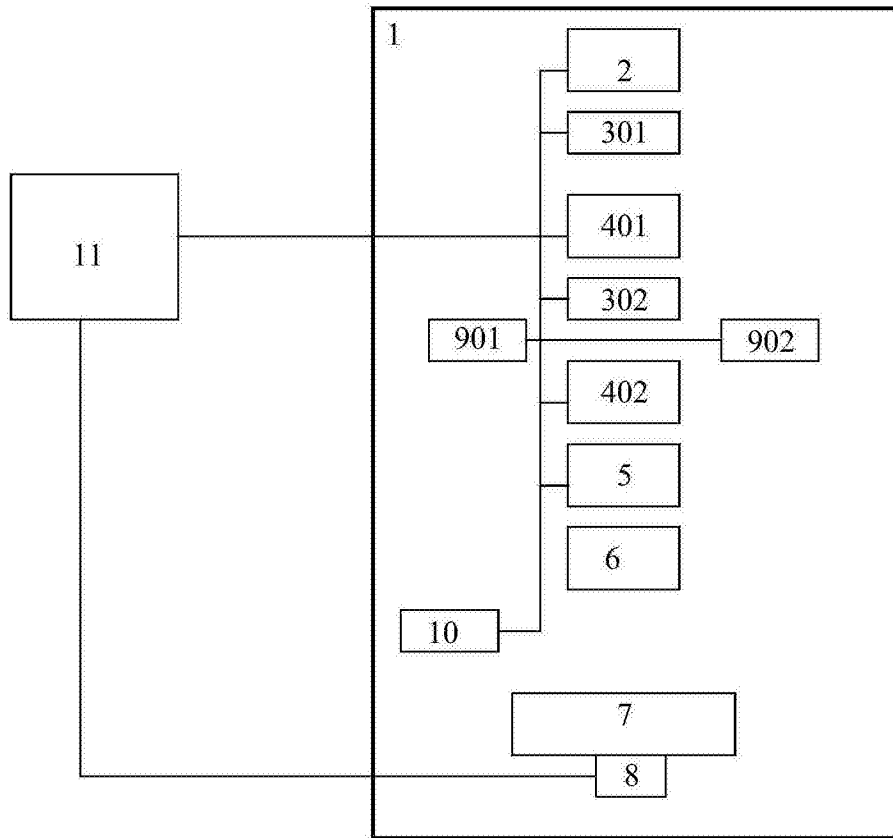


图1