



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103495731 B

(45) 授权公告日 2015. 10. 14

(21) 申请号 201310395502. 4

(22) 申请日 2013. 09. 03

(73) 专利权人 广州中国科学院先进技术研究所
地址 511458 广东省广州市南沙区海滨路
1121 号

(72) 发明人 张春雨 李子夫 戚留举 马德贵
孙学通 陈贤帅

(74) 专利代理机构 广州番禺容大专利代理事务
所(普通合伙) 44326
代理人 刘新年

(51) Int. Cl.
B22F 3/11(2006. 01)

审查员 宋卫华

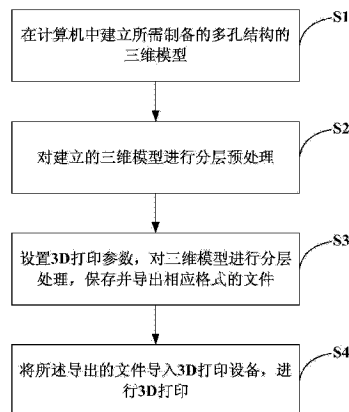
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种选择性激光熔化制备纯钛多孔结构的方法

(57) 摘要

本发明提供了一种选择性激光熔化制备纯钛多孔结构的方法,包括以下步骤:S1、在计算机中建立所需制备的多孔结构的三维模型;S2、对建立的三维模型进行分层预处理;S3、设置3D打印参数,对三维模型进行分层处理,保存并导出相应格式的文件;S4、将所述导出的文件导入3D打印设备,进行3D打印。本发明提供的一种选择性激光熔化制备纯钛多孔结构的方法,可根据实际要求制造具有各种各样宏观结构的多孔结构的金属零件,实现一次成型,克服了传统加工带来的力学性能不稳定、形状单一的弊端,并提高了加工效率和经济效益。



1. 一种选择性激光熔化制备纯钛多孔结构的方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、在计算机中建立所需制备的多孔结构的三维模型;

S2、对建立的三维模型进行分层预处理,所述分层预处理包括确定打印方向,并在三维模型的底部设置支撑结构;

S3、设置 3D 打印参数,对三维模型进行分层处理,将三维模型沿打印方向分解成多个层厚相等的三维结构,保存并导出相应格式的文件;

S4、将所述导出的文件导入 3D 打印设备,进行 3D 打印;

在 S3 中,分解的层厚为 $30 \sim 80 \mu\text{m}$;

在 S3 中,所述 3D 打印参数包括零件的摆放位置、摆放方式以及激光的扫描方式、扫描速度、功率和补偿因子;

所述扫描速度为 $275 \sim 510\text{mm/s}$,功率为 $90 \sim 100\text{W}$,补偿因子为 $10 \sim 40 \mu\text{m}$;扫描方式为由外向内;

所述扫描速度包括内部扫描速度和外部边界扫描速度,其中,内部扫描速度为 $275 \sim 385\text{mm/s}$,外部边界扫描 $425 \sim 510\text{mm/s}$ 。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述 S4 具体包括以下步骤:

S401、等待 3D 打印设备预热至工作所需条件;

S402、将导出的文件导入 3D 打印设备;

S403、3D 打印设备按照设定的打印参数,使用纯钛材料粉末以增材打印的方式进行 3D 打印。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述 3D 打印设备为德国 SLM Solutions Gmbh 公司生产的型号为 SLM-125HL 的 3D 打印设备。

4. 根据权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述纯钛材料粉末为二级纯钛,其粉末颗粒在 $20 \sim 100 \mu\text{m}$ 之间。

5. 根据权利要求 2 所述的方法,其特征在于,在 3D 打印设备的加工过程中,向 3D 打印设备的加工舱中通入纯氩气作为保护气体。

6. 根据权利要求 2 所述的方法,其特征在于,在 S401 中,所述工作所需条件为 3D 打印设备的基台温度不小于 200°C ,加工舱内氧气含量低于 0.2% 。

一种选择性激光熔化制备纯钛多孔结构的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种多孔结构的制造方法,尤其涉及一种选择性激光熔化制备纯钛多孔结构的方法。

背景技术

[0002] 钛及其合金由于具有优良的力学性能和生物相容性,广泛应用于临床医学骨修复和骨植入领域。然而,致密的钛及其合金的弹性模量远高于人骨模量,易造成“应力屏蔽”效应,引起骨坏死、畸变和植入体松动等问题。多孔钛及其合金由于具有独特的孔隙结构,拥有与被替换的骨骼硬组织相匹配的性能,能够有效减弱或消除应力屏蔽效应,同时还有利于成骨细胞在孔内生长形成内锁型镶嵌固定,促进组织的再生与重建。因此,多孔钛及其合金具有广阔的应用前景,成为当前研究热点。然而,传统的多孔金属材料制备工艺的影响因素过多、流程复杂、无法一次成型,并普遍存在孔隙结构不能精确控制、内部孔隙连通率差等问题。

发明内容

[0003] 有鉴于此,有必要针对现有技术中存在的问题,提供一种选择性激光熔化制备纯钛多孔结构的方法,解决现有技术不能一次成型的问题,能够更加精确地控制零件的成形尺寸,实现多孔结构的一次成型。

[0004] 为实现上述目的,本发明采用以下方案:

[0005] 一种选择性激光熔化制备纯钛多孔结构的方法,包括以下步骤:

[0006] S1、在计算机中建立所需制备的多孔结构的三维模型;

[0007] S2、对建立的三维模型进行分层预处理,所述分层预处理包括确定打印方向,并在三维模型的底部设置支撑结构;

[0008] S3、设置 3D 打印参数,对三维模型进行分层处理,将三维模型沿打印方向分解成多个层厚相等的三维结构,保存并导出相应格式的文件;

[0009] S4、将所述导出的文件导入 3D 打印设备,进行 3D 打印。

[0010] 优选地,在 S3 中,分解的层厚为 30 ~ 80 μm 。

[0011] 优选地,在 S3 中,所述 3D 打印参数包括零件的摆放位置、摆放方式以及激光的扫描方式、扫描速度、功率和补偿因子。

[0012] 优选地,所述扫描速度为 275 ~ 510mm/s,功率为 90 ~ 100W,补偿因子为 10 ~ 40 μm ;扫描方式为由外向内。

[0013] 优选地,所述扫描速度包括内部扫描速度和外部边界扫描速度,其中,内部扫描速度为 275 ~ 385mm/s,外部边界扫描 425 ~ 510mm/s。

[0014] 优选地,所述 S4 具体包括以下步骤:

[0015] S401、等待 3D 打印设备预热至工作所需条件;

[0016] S402、将导出的文件导入 3D 打印设备;

[0017] S403、3D 打印设备按照设定的打印参数,使用纯钛材料粉末以增材打印的方式进行 3D 打印。

[0018] 优选地,所述 3D 打印设备为德国 SLM Solutions Gmbh 公司生产的型号为 SLM-125HL 的 3D 打印设备。

[0019] 优选地,所述纯钛材料粉末为二级纯钛,其粉末颗粒在 20 ~ 100 μm 之间。

[0020] 优选地,在 3D 打印设备的加工过程中,向 3D 打印设备的加工舱中通入纯氩气作为保护气体。

[0021] 优选地,在 S401 中,所述工作所需条件为 3D 打印设备的基台温度不小于 200 $^{\circ}\text{C}$,加工舱内氧气含量低于 0.2%。

[0022] 本发明提供了一种选择性激光熔化制备纯钛多孔结构的方法,采用增材制造方法进行结构的制造,成功采用金属粉末材料制造多孔结构,并不受宏观零件外形的影响,其通过电脑控制高能激光束扫描路径,高温下融化粉末金属材料,并逐层堆积,根据三维模型制造出实体金属零件;还可根据实际要求制造具有各种各样宏观结构的多孔结构的金属零件,实现一次成型,克服了传统加工带来的力学性能不稳定、形状单一的弊端,并提高了加工效率和经济效益。

附图说明

[0023] 图 1 是本发明实施例提供的制备方法流程图。

[0024] 图 2 是本发明实施例中使用的 3D 打印设备结构示意图。

[0025] 图 3 是本发明实施例制备的纯钛多孔结构示意图。

具体实施方式

[0026] 下面将结合附图和具体的实施例,对本发明的技术方案进行详细的说明。

[0027] 如图 1 所示,本发明提供了一种选择性激光熔化制备纯钛多孔结构的方法,其采用了德国 SLM Solutions Gmbh 公司生产的型号为 SLM-125HL 的 3D 打印设备,使用的配套软件是该设备自带的 SLM AutoFab MCS1.1 或 SLM AutoFab641.8 软件。

[0028] 所述方法具体包括以下步骤:

[0029] S1、在计算机中建立所需制备的多孔结构的三维模型;根据所需制备零件的实际结构,使用诸如 solidworks、UG、ProE 等工程制图软件,设计和建立实际多孔结构的三维模型,并保存为 STL 格式。其中,三维模型的参数需以多孔结构的实际参数为准,包括外在整体的形状、尺寸,内部结构形状、多边形边长和壁厚等等。

[0030] S2、对建立的三维模型进行分层预处理:所述分层预处理包括确定打印方向,并在三维模型的底部设置支撑结构。具体地,确定好打印方向后,在三维模型沿打印方向的底部设置支撑结构,并根据情况对支撑结构的高度、分布和疏密程度进行设计。

[0031] S3、设置 3D 打印参数,对三维模型进行分层处理,保存并导出相应格式的文件。具体地,所述 3D 打印参数包括零件的摆放位置、摆放方式以及激光的扫描方式、扫描速度、功率和补偿因子。优选地,本发明实施例中,设定 3D 打印设备的内部扫描速度为 275 ~ 385mm/s,内部扫描功率为 90 ~ 100W;外部边界扫描速度为 425 ~ 510mm/s,外部边界扫描功率为 90 ~ 100W;支撑扫描速度为 425 ~ 500mm/s,支撑扫描功率为 90 ~ 100W;扫描方式为由外

向内进行；光斑补偿因子设定为 $10 \sim 40 \mu\text{m}$ ；摆放位置根据所加工零件的数量和大小确定，做到互不遮挡，互不干涉，并使零件水平方向与基台运动方向成 $35 \sim 45$ 度角。

[0032] 对三维模型进行分层处理，即将三维模型沿打印方向分解成多个层厚相等的三维结构。具体地，使用 SLM AutoFab641.8 软件对已建立好的三维模型进行分层处理：沿着打印方向将该三维模型分割成若干层厚相等的层片，层厚一般为 $30 \sim 80 \mu\text{m}$ ，需根据 3D 打印设备中使用的纯钛材料粉末的粒度具体设定。

[0033] 最后，保存并以 SLM 格式导出，所述 SLM 格式为 3D 打印设备可识别的文件格式。

[0034] S4、将所述导出的 SLM 格式文件导入 3D 打印设备，进行 3D 打印。

[0035] 在本发明实施例中，使用了德国 SLM Solutions Gmbh 公司生产的型号为 SLM-125HL 的 3D 打印设备进行零件加工。结合图 2 所示，所述 S4 中 3D 打印设备的工作过程具体包括以下步骤：

[0036] S401、等待 3D 打印设备预热至工作所需条件。优选的，在 3D 打印设备的加工过程中，可以向加工舱 2 中通入纯氩气（纯度为 99.999%）作为保护气体，纯氩气的通入工作在准备阶段就需要进行。具体地，在检查设备无异常后，打开氩气阀门、通入压缩气体、并开启设备；启动 SLM AutoFab MCS1.1 软件，并调平基板 7，使其与工作舱 2 底面相平，开始加热并打开加工舱 2 的保护气进气口 3 和保护气出气口 9。直至基台 7 的温度达到 200°C ，加工舱 2 内的氧气含量低于 0.2% 时，即达到了工作所需条件。

[0037] S402、将导出的 SLM 格式文件导入 3D 打印设备；点击开始按钮。

[0038] S403、根据导入的文件，3D 打印设备按照设定的打印参数，使用纯钛材料粉末以增材打印的方式进行 3D 打印。其中，本发明实施例中使用的纯钛材料粉末为二级纯钛，其粉末颗粒在 $20 \sim 100 \mu\text{m}$ 之间。

[0039] 具体地，在加工舱 2 内，铺粉装置 4 停放在基台 7 右端，首先铺粉装置 4 水平向左运动，将铺粉装置 4 内部运载的纯钛材料粉末均匀铺在基台 7 上；每铺完一个单位的层厚，振镜系统 10 按照零件模型的三维结构和设定的参数对该层的纯钛材料粉末进行激光扫描加工；每加工完一层三维结构，基台 7 向下运动一个层厚，铺粉装置 4 水平向右运动至初始位置，进行再次铺粉，再由振镜系统 10 进行激光扫描，如此反复，直至多孔结构零件 8 加工完成。加工时，零件 8 与加工舱 2 的腔体之间多余的纯钛材料粉末（未图示）可通过回收仓通道 5、6 回收。

[0040] S404、当铺粉装置 4 内无纯钛材料粉末时，回到与加粉管道 1 的接触位置，通过加粉管道 1 进行加粉作业。加粉完成后重新开始运行 S403 中中断的工作，直至完成。

[0041] S405、加工完成后设备自行停止，开始冷却功能，至常温可将零件 8 取出，最后清理加工舱 2 并将零件 8 和支撑结构分离。

[0042] S406、零件 8 加工完成后，还可根据实际需求对零件 8 表面进行喷砂、抛光等处理。

[0043] 为验证本发明实施例提供的加工参数产生的显著技术效果，发明人进行了详细的对比实验。其中，实验中制备的多孔结构如图 3 所示，具体对比数据如表一所示。

[0044] 表一

[0045]

三维模型的孔径 (μm)	800	1000	2000
---------------------------	-----	------	------

常规加工参数下的孔径(μm)	636	720	1806
优化加工参数下的孔径(μm)	798 ± 39	977 ± 24	1968 ± 20

[0046] 发明人在实验中建立了三种不同尺寸多孔结构的三维模型,并使用不同的加工参数分别加工出零件进行对比。其中,三种不同尺寸的多孔结构的三维模型中,孔壁厚度L均为 $400 \mu\text{m}$,孔径R分别为 $800 \mu\text{m}$ 、 $1000 \mu\text{m}$ 和 $2000 \mu\text{m}$ 。表一中将制作出零件的孔径数据进行了对比;其中,常规加工参数指的是现有技术中常用的加工参数,而表中的孔径值为使用多组不同的常规加工参数加工出的零件孔径均值;优化加工参数指的是本发明实施例提供的加工参数,对应的孔径值为使用多组不同的优化加工参数加工出的零件孔径均值,同时,表中还示出了优化加工参数下的孔径的误差值。

[0047] 根据实验结果可知,至少从孔径这一项数值上,使用本发明实施例提供的加工参数加工出的零件的孔径更加接近目标三维模型的孔径,精度至少提高了 10% 以上。同时不难看出,所需加工零件的孔径越小,精度的提高程度越显著。总体来说,本发明实施例提供的加工参数,使纯钛多孔结构的加工精度提高了 10% 以上,且更加符合微小尺寸的多孔结构的加工需求。

[0048] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明的保护范围应以所附权利要求为准。

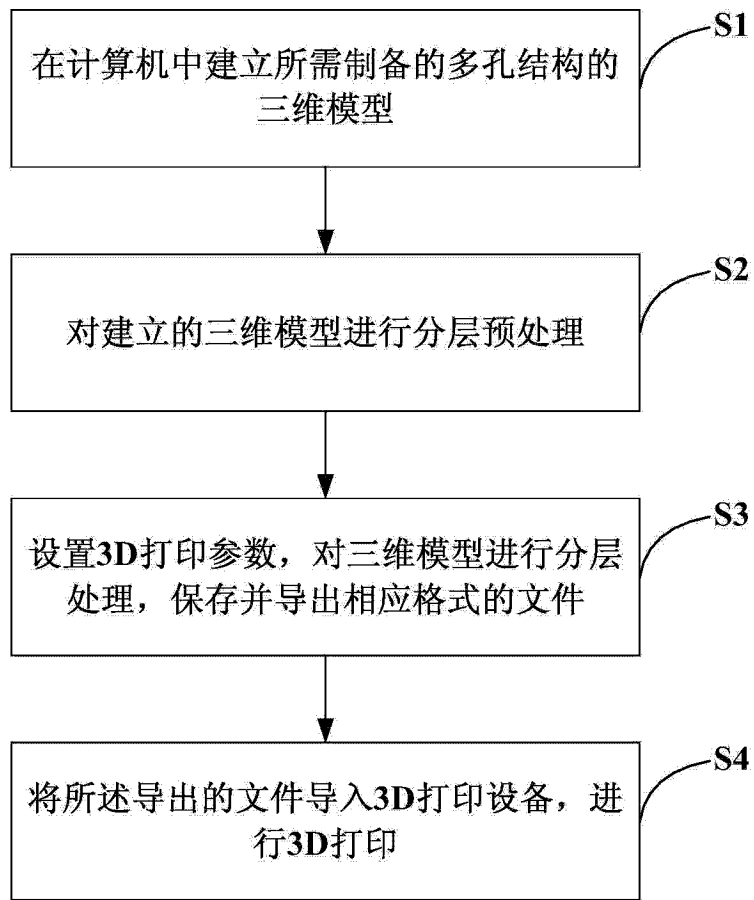


图 1

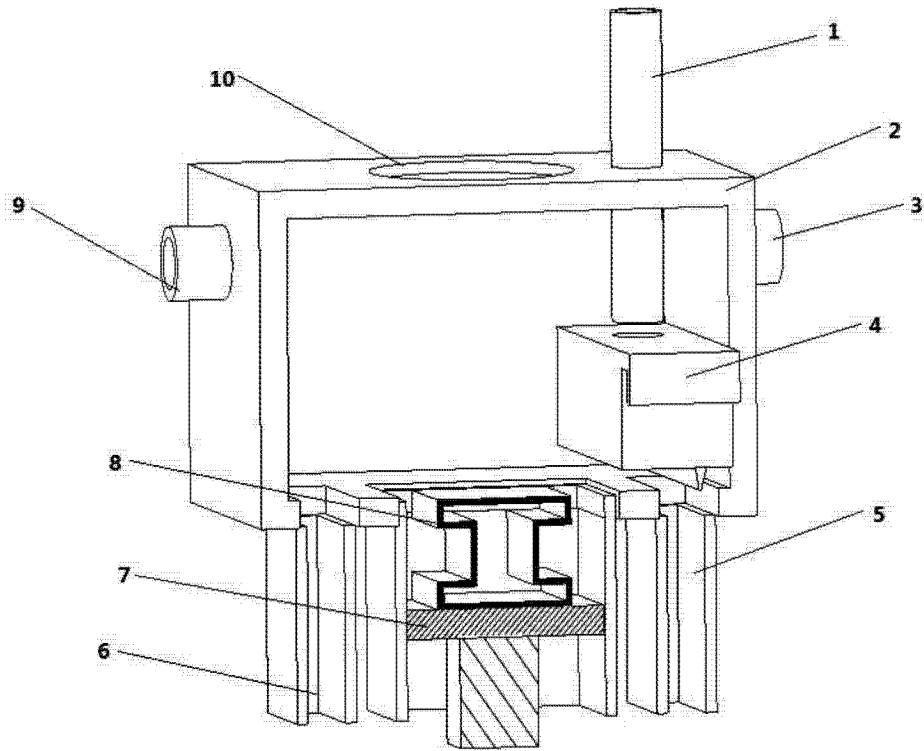


图 2

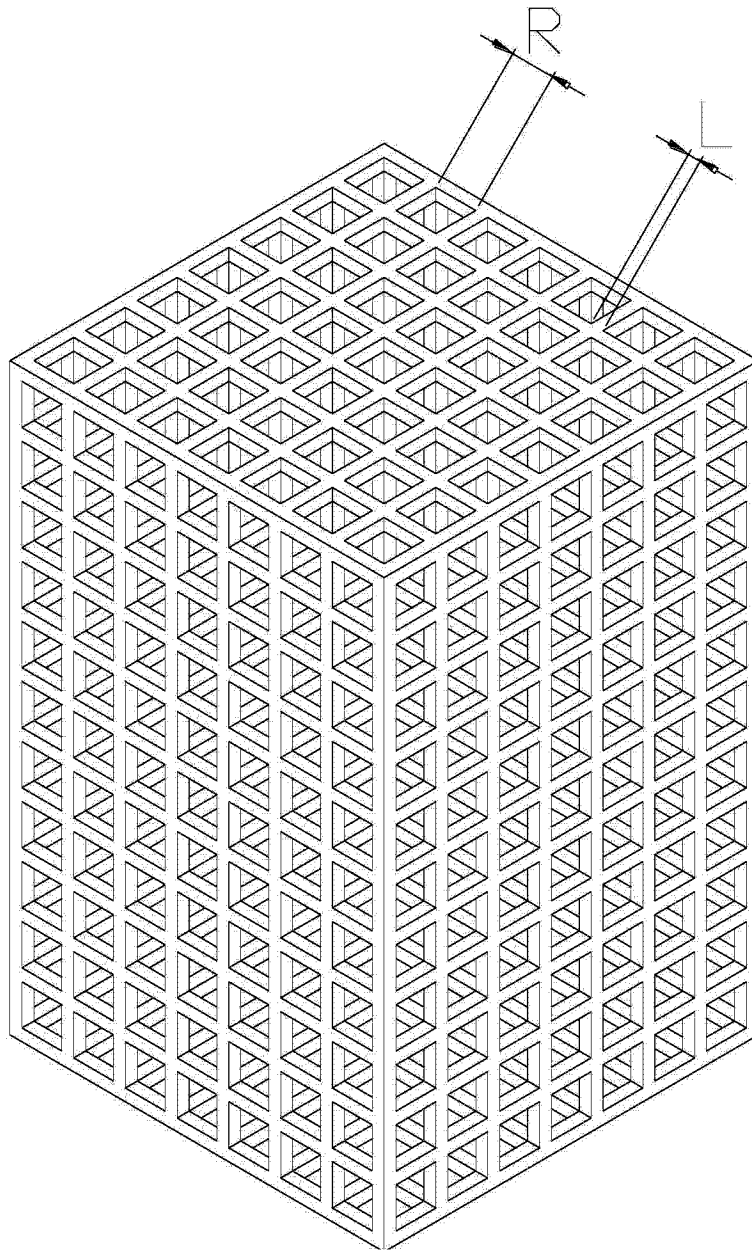


图 3