(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 104385605 A
(43)申请公布日 2015.03.04

(21)申请号 201410720715.4

(22)申请日 2014.11.27

(71)申请人 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 汤勇 张仕伟 曾健 李文博 陈灿

(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.
B29C 67/00(2006.01)
B22F 3/105(2006.01)

权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种纳米级零部件激光烧结成型方法及装置

(57)摘要

本发明公开了一种纳米级零部件激光烧结成型方法及装置，包括混合进样系统、空气动力学透镜、共焦激光器组和工作台；混合进样系统具有一个缓冲腔。将纳米颗粒粉末置于粉末储存腔，该粉末经气体携带到混合腔，并与另一支路气体充分混合，所得气溶胶流进入缓冲腔，气体与纳米颗粒粉末进一步混合，压力和流速降低，得到雷诺数为200-700的流体；流体进一步以层流形式进入柱形腔体，经过每个透镜上的汇聚孔并聚焦后，以单颗粒流形式喷出；颗粒被工作台上涂有真空脂的烧结基体接收，并被共焦激光器组融化；通过工作台4在X、Y方向的移动，可获得具有纳米级成型精度的二维图样；通过在Z轴方向移动，可逐层堆叠获得具有纳米级成型精度的零部件。

CN 104385605 A

1. 一种纳米级零部件激光烧结成型装置，其特征在于：包括混合进样系统 (1)、空气动力学透镜 (2)、共焦激光器组 (3) 和工作台 (4)；

所述混合进样系统 (1) 连接空气动力学透镜 (2)，空气动力学透镜 (2) 位于工作台 (4) 上方；

所述混合进样系统 (1) 包括一个缓冲腔 (1-6)，该缓冲腔 (1-6) 腔体的内侧壁由上至下逐渐收缩，或者缓冲腔 (1-6) 的内侧壁与内底壁之间弧形过渡；

所述共焦激光器组 (3) 位于空气动力学透镜 (2) 与工作台 (4) 之间。

2. 根据权利要求 1 所述的纳米级零部件激光烧结成型装置，其特征在于：所述混合进样系统 (1) 还包括依次连接的进样机构、用于形成气溶胶流的混合腔 (1-5)；

所述进样机构分为两个出口并联的支路，该两个支路中均包括依次连接的气源 (1-1) 和流量控制阀 (1-2)；

该两个支路，其中一个支路的流量控制阀 (1-2) 与混合腔 (1-5) 之间设置粉末储存腔 (1-4)，在另外一个支路的流量控制阀 (1-2) 与混合腔 (1-5) 之间设置流量计 (1-3)。

3. 根据权利要求 2 所述的纳米级零部件激光烧结成型装置，其特征在于：所述进样机构两个支路的出口并联后连接混合腔 (1-5)，混合腔 (1-5) 再通过管路连接缓冲腔 (1-6)。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的纳米级零部件激光烧结成型装置，其特征在于：所述缓冲腔 (1-6) 设置在空气动力学透镜 (2) 的上端部。

5. 根据权利要求 4 所述的纳米级零部件激光烧结成型装置，其特征在于：所述空气动力学透镜 (2) 包括柱形腔体 (2-1) 和设置在柱形腔体 (2-1) 下端部的喷嘴 (2-3)；

在柱形腔体 (2-1) 内设置透镜组 (2-2)，该透镜组 (2-2) 由多个相互间隔、沿柱形腔体 (2-1) 轴向排列并固定在柱形腔体 (2-1) 内的透镜构成。

6. 根据权利要求 5 所述的纳米级零部件激光烧结成型装置，其特征在于：所述透镜组 (2-2) 的每个透镜上均开有汇聚孔，各汇聚孔的轴线与喷嘴 (2-3) 的轴线同轴。

7. 根据权利要求 5 所述的纳米级零部件激光烧结成型装置，其特征在于：柱形腔体 (2-1) 与水平面垂直；所述工作台 (4) 为活动平台，能在 X、Y 或 Z 轴方向运动。

8. 根据权利要求 5 所述的纳米级零部件激光烧结成型装置，其特征在于：每个透镜上的汇聚孔的孔径各不相同或者相同。

9. 一种纳米级零部件的激光烧结成型方法，其特征在于采用权利要求 1 至 8 中任一项所述纳米级零部件激光烧结成型装置烧结，烧结步骤如下：

首先将纳米颗粒粉末置于粉末储存腔 1-4，该粉末经气体携带到混合腔 1-5，并与另一支路气体充分混合；所得气溶胶流进入缓冲腔 1-6，气体与纳米颗粒粉末进一步混合，压力和流速降低，得到雷诺数为 200-700 的流体；流体进一步以层流形式进入由多个相互间隔、沿柱形腔体 2-1 轴向排列并固定在柱形腔体 2-1 内的透镜，经过每个透镜上的汇聚孔并聚焦后，以单颗粒流形式由喷嘴 (2-3) 喷出；该单颗粒被工作台 4 上涂有真空脂的烧结基体接收，并被共焦激光器组 3 的激光器融化；通过工作台 4 在 X、Y 方向的移动，即可获得二维图样；通过在 Z 轴方向移动，即可逐层堆叠获得三维零部件。

10. 根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，具体步骤如下：

1) 启动两个支路的气源 1-1，将气源 (1-1) 流量范围调节至 2-20L/min，对应进入空气动力学透镜 (2) 的气溶胶流雷诺数范围为 200-1000；

2) 进入两个支路的气体携带粉末储存腔 (1-4) 中的纳米颗粒粉末，通过管路进入混合腔 (1-5) 内充分混合，并形成纳米颗粒气溶胶后再进入缓冲腔 (1-6)；

3) 气溶胶在缓冲腔 (1-6) 中缓冲，并进一步混合均匀，此时流速和压力下降；

4) 接着，气溶胶流在缓冲腔 (1-6) 内缓冲后进入空气动力学透镜 (2)，气溶胶流进入空气动力学透镜 (2) 前形成雷诺数为 200-1000 的层流流体；

5) 气溶胶流体依次经过柱形腔体 (2-1) 的透镜上的汇聚孔；不同粒径范围的纳米颗粒由其中一级汇聚孔汇聚，经汇聚后的颗粒流保持沿柱形腔体 (2-1) 的轴线方向流动，并经喷嘴 (2-3) 喷出，仍保持轴线方向；

6) 熔化后的纳米颗粒流熔覆于烧结基板 (4-1) 上，凝固后与基板粘结；

7) 二维图样的形成：调节工作台 (4) 在 X、Y 平面上移动，接收后续的纳米颗粒，纳米颗粒熔覆、凝固后形成二维图样；

8) 三维零件模型的形成：工作台 (4) 在 Z 轴上移动，后续纳米颗粒熔覆于步骤 7 中二维图样上，逐层堆叠，得到三维零件模型；从而完成纳米级零部件的激光烧结成型。

一种纳米级零部件激光烧结成型方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及激光烧结成型设备，尤其涉及一种纳米级零部件激光烧结成型方法及装置。

背景技术

[0002] 3D 打印技术是一种非常流行的制造技术，有广泛的工业应用前景。与传统切除加工技术不同，3D 打印是一种利用熔融金属、粉末或高分子聚合物等具有粘接性的材料，利用逐层堆叠原理来构造模型的技术。

[0003] 常用 3D 打印方法用粘接剂将粉末层粘接起来形成薄层；从喷头内喷出熔融塑料，塑料凝固后粘接形成薄层；或者采用光敏材料通过光固化等方法逐层堆叠成型。通过 3D 打印，原理上可以制造出几乎任何形状的模型。

[0004] 然而，加工精度是限制 3D 打印技术被进一步应用的瓶颈。激光粉末烧结成型近年来受到研究者们的关注。通过提高激光光斑的尺寸，能够提高成型精度。可以近似认为激光光斑尺寸就是其成型的最高精度。然而，随着微纳精密制造的发展，现有激光烧结成型设备的成型精度依然不能满足精密元件，如精密生物支架、航天航空精密仪器和光电元件等的要求。例如，生物支架成型精度一般要在 200um 到 10nm，从而在表面形成微纳结构，以满足微观上细胞粘附、分化、增值等要求，。基于此，能否进一步提高 3D 打印的成型精度成为其能否被应用于使用要求更高的领域的关键。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服上述现有技术的缺点和不足，提供一种结构简单、成型精度高的纳米级零部件激光烧结成型方法及装置。与现有基于 3D 打印的零部件相比，本发明所制备的零部件具有纳米级成型精度，且制造、控制简便易行，可扩大 3D 打印零部件的应用领域。

[0006] 本发明通过下述技术方案实现：

[0007] 一种纳米级零部件激光烧结成型装置，包括混合进样系统 1、空气动力学透镜 2、共焦激光器组 3 和工作台 4；

[0008] 所述混合进样系统 1 连接空气动力学透镜 2，空气动力学透镜 2 位于工作台 4 上方；

[0009] 所述混合进样系统 1 包括一个缓冲腔 1-6，该缓冲腔 1-6 腔体的内侧壁由上至下逐渐收缩，或者缓冲腔 1-6 的内侧壁与内底壁之间弧形过渡；

[0010] 所述共焦激光器组 3 位于空气动力学透镜 2 与工作台 4 之间。

[0011] 所述混合进样系统 1 还包括依次连接的进样机构、用于形成气溶胶流的混合腔 1-5；

[0012] 所述进样机构分为两个出口并联的支路，该两个支路中均包括依次连接的气源 1-1 和流量控制阀 1-2；

[0013] 该两个支路，其中一个支路的流量控制阀 1-2 与混合腔 1-5 之间设置粉末储存腔 1-4，在另外一个支路的流量控制阀 1-2 与混合腔 1-5 之间设置流量计 1-3；

[0014] 所述进样机构两个支路的出口并联后连接混合腔 1-5，混合腔 1-5 再通过管路连接缓冲腔 1-6。

[0015] 所述缓冲腔 1-6 设置在空气动力学透镜 2 的上端部。

[0016] 所述空气动力学透镜 2 包括柱形腔体 2-1 和设置在柱形腔体 2-1 下端部的喷嘴 2-3；

[0017] 在柱形腔体 2-1 内设置透镜组 2-2，该透镜组 2-2 由多个相互间隔、沿柱形腔体 2-1 轴向排列并固定在柱形腔体 2-1 内的透镜构成。

[0018] 所述透镜组 2-2 的每个透镜上均开有汇聚孔，各汇聚孔的轴线与喷嘴 2-3 的轴线同轴。

[0019] 柱形腔体 2-1 与水平面垂直；所述工作台 4 为活动平台，能在 X、Y 或 Z 轴方向运动。

[0020] 每个透镜上的汇聚孔的孔径各不相同或者相同。

[0021] 一种纳米级零部件的激光烧结成型方法如下：

[0022] (1) 启动两个支路的气源 1-1，将气源 1-1 流量范围调节至 2-20L/min，对应进入空气动力学透镜 2 的气溶胶流雷诺数范围为 200-1000；

[0023] (2) 进入两个支路的气体携带粉末储存腔 1-4 中的纳米颗粒粉末，通过管路进入混合腔 1-5 内充分混合，并形成纳米颗粒气溶胶后再进入缓冲腔 1-6；

[0024] (3) 气溶胶在缓冲腔 1-6 中缓冲，并进一步混合均匀，此时流速和压力下降；

[0025] (4) 接着，气溶胶流在缓冲腔 1-6 内缓冲后进入空气动力学透镜 2，气溶胶流进入空气动力学透镜 2 前形成雷诺数为 200-1000 的层流流体；

[0026] (5) 气溶胶流体依次经过柱形腔体 2-1 的透镜上的汇聚孔；不同粒径范围的纳米颗粒由其中一级汇聚孔汇聚，经汇聚后的颗粒流保持沿柱形腔体 2-1 的轴线方向流动，并经喷嘴 2-3 喷出，仍保持轴线方向；

[0027] (6) 熔化后的纳米颗粒流熔覆于烧结基板 4-1 上，凝固后与基板粘结；

[0028] (7) 二维图样的形成：调节工作台 4 在 X、Y 平面上移动，接收后续的纳米颗粒，纳米颗粒熔覆、凝固后形成二维图样；

[0029] (8) 三维零件模型的形成：工作台 4 在 Z 轴上移动，后续纳米颗粒熔覆于步骤 7 中二维图样上，逐层堆叠，得到三维零件模型；从而完成纳米级零部件的激光烧结成型。

[0030] 如上所述。当汇聚后的颗粒流保持沿柱形腔体 2-1 的轴线方向流动，并经喷嘴 2-3 喷出，仍保持轴线方向，此时通过激光器组 3 激光器的多个共焦点， 聚焦于纳米颗粒流轨迹并相邻于烧结基板表面 4-1 的上方，此时，激光器组 3 将纳米颗粒加热至熔点以上。

[0031] 本发明相对于现有技术，具有如下的优点及效果：

[0032] 通过混合进样系统 1、空气动力学透镜 2 和共焦激光器组 3 的具体结构组合，改变了原有激光烧结成型设备提高精度的思路。

[0033] 若在现有技术条件下，欲进一步提高激光光斑直径，则会遇有技术难度高、成本高等制约。而本装置通过加入空气动力学透镜结构及混合进样系统 1 等其他改进，即能将粉末精度显著的得以提高至纳米级，解除了激光光斑尺寸的限制。

[0034] 与现有纳米级加工设备相比，本设备可粒子单向输运，熔滴熔覆位置可控。

[0035] 本设备技术手段简便易行，设备可模块化设计、生产，具有积极的技术效果和良好的市场应用前景。

附图说明

[0036] 图 1 为本发明纳米级零部件激光烧结成型装置结构示意图。

[0037] 图 2 为图 1 透镜组结构示意图。

具体实施方式

[0038] 下面结合具体实施例对本发明作进一步具体详细描述。

[0039] 实施例

[0040] 如图 1、2 所示。本发明一种纳米级零部件激光烧结成型装置，包括混合进样系统 1、空气动力学透镜 2、共焦激光器组 3 和工作台 4；工作台 4 采用高精密工作台，其具有与纳米级零部件成型精度同数量级的移动精度。

[0041] 所述混合进样系统 1 连接空气动力学透镜 2，空气动力学透镜 2 位于工作台 4 上方；

[0042] 所述混合进样系统 1 包括一个缓冲腔 1-6，该缓冲腔 1-6 腔体的内侧壁由上至下逐渐收缩，或者缓冲腔 1-6 的内侧壁与内底壁之间弧形过渡；

[0043] 所述共焦激光器组 3 位于空气动力学透镜 2 与工作台 4 之间。

[0044] 所述混合进样系统 1 还包括依次连接的进样机构、用于形成气溶胶流的混合腔 1-5；

[0045] 所述进样机构分为两个出口并联的支路，该两个支路中均包括依次连接的气源 1-1 和流量控制阀 1-2；气源 1-1 宜采用氦气，排量范围涵盖 2-20L/min。

[0046] 该两个支路，其中一个支路的流量控制阀 1-2 与混合腔 1-5 之间设置粉末储存腔 1-4，该支路的流量为 2-5L/min；在另外一个支路的流量控制阀 1-2 与混合腔 1-5 之间设置流量计 1-3，该支路的排量范围涵盖 2-20L/min；

[0047] 所述进样机构两个支路的出口并联后连接混合腔 1-5，混合腔 1-5 再通过管路连接缓冲腔 1-6。

[0048] 所述缓冲腔 1-6 设置在空气动力学透镜 2 的上端部。

[0049] 所述空气动力学透镜 2 包括柱形腔体 2-1 和设置在柱形腔体 2-1 下端部的喷嘴 2-3；

[0050] 在柱形腔体 2-1 内设置透镜组 2-2，该透镜组 2-2 由多个相互间隔、沿柱形腔体 2-1 轴向排列并固定在柱形腔体 2-1 内的透镜构成。透镜具有 3-5 级，柱形腔体 2-1 的内径约 25mm。

[0051] 所述透镜组 2-2 的每个透镜上均开有汇聚孔，各汇聚孔的轴线与喷嘴 2-3 的轴线同轴。

[0052] 柱形腔体 2-1 与水平面垂直；所述工作台 4 为活动平台，能在 X、Y 或 Z 轴方向运动。

[0053] 根据实际工作需要，该每个透镜上的汇聚孔的孔径各不相同或者相同。

[0054] 纳米级零部件的激光烧结成型方法可通过如下实现：

[0055] 首先将纳米颗粒粉末置于粉末储存腔 1-4，该粉末经气体携带到混合腔 1-5，并与另一支路气体充分混合；所得气溶胶流进入缓冲腔 1-6，气体与纳 米颗粒粉末进一步混合，压力和流速降低，得到雷诺数为 200-700 的流体；流体进一步以层流形式进入由多个相互间隔、沿柱形腔体 2-1 轴向排列并固定在柱形腔体 2-1 内的透镜，经过每个透镜上的汇聚孔并聚焦后，以单颗粒流形式喷出；颗粒被工作台 4 上涂有真空脂的烧结基体接收，并被共焦激光器组 3 的激光器融化；通过工作台 4 在 X、Y 方向的移动，即可获得具有纳米级成型精度的二维图样；通过在 Z 轴方向移动，即可逐层堆叠获得具有纳米级成型精度的零部件。

[0056] 以下作进一步具体说明：

[0057] (1) 启动两个支路的气源 1-1，将气源 1-1 流量范围调节至 2-20L/min，对应进入空气动力学透镜 2 的气溶胶流雷诺数范围为 200-1000；

[0058] (2) 进入两个支路的气体携带粉末储存腔 1-4 中的纳米颗粒粉末，通过管路进入混合腔 1-5 内充分混合，并形成纳米颗粒气溶胶后再进入缓冲腔 1-6；

[0059] (3) 气溶胶在缓冲腔 1-6 中缓冲，并进一步混合均匀，此时流速和压力下降；缓冲腔 1-6 的内径约 75mm。

[0060] (4) 接着，气溶胶流在缓冲腔 1-6 内缓冲后进入空气动力学透镜 2，气溶胶流进入空气动力学透镜 2 前形成雷诺数为 200-1000 的层流流体；

[0061] (5) 气溶胶流体依次经过柱形腔体 2-1 的透镜上的汇聚孔；不同粒径范围的纳米颗粒由其中一级汇聚孔汇聚，经汇聚后的颗粒流保持沿柱形腔体 2-1 的轴线方向流动，并经喷嘴 2-3 喷出，仍保持轴线方向；

[0062] (6) 熔化后的纳米颗粒流熔覆于烧结基板 4-1 上，凝固后与基板粘结；

[0063] (7) 二维图样的形成：调节工作台 4 在 X、Y 平面上移动，接收后续的纳米颗粒，纳米颗粒熔覆、凝固后形成二维图样；

[0064] (8) 三维零件模型的形成：工作台 4 在 Z 轴上移动，后续纳米颗粒熔覆于步骤 7 中二维图样上，逐层堆叠，得到三维零件模型；从而完成纳米级零部件的激光烧结成型。

[0065] 如上所述。当汇聚后的颗粒流保持沿柱形腔体 2-1 的轴线方向流动，并经 喷嘴 2-3 喷出，仍保持轴线方向，此时通过激光器组 3 激光器的多个共焦点，聚焦于纳米颗粒流轨迹并相邻于烧结基板表面 4-1 的上方，此时，激光器组 3 将纳米颗粒加热至熔点以上。

[0066] 如上所述，便可较好地实现本发明。

[0067] 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。

图 1

图 2