



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104084583 A

(43) 申请公布日 2014. 10. 08

(21) 申请号 201410363212. 6

(22) 申请日 2014. 07. 28

(71) 申请人 中国科学院重庆绿色智能技术研究院

地址 400714 重庆市北碚区方正大道 266 号

(72) 发明人 沈俊 魏文猴 段宣明

(74) 专利代理机构 北京同恒源知识产权代理有限公司 11275

代理人 赵荣之

(51) Int. Cl.

B22F 3/105(2006. 01)

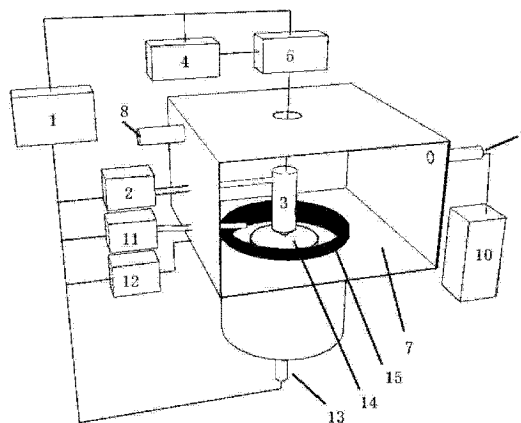
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种金属基碳纳米复合材料的激光制备装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种金属基碳纳米复合材料的激光制备装置和方法,本发明采用数控系统集中控制,送粉器通过计算机指令控制金属粉末铺设于基板上,激光束根据计算机图形数据实现对金属粉末的选区烧结,同时通入碳源气体,在由温度补偿装置控制的高温区域热解并催化生成各类碳纳米结构材料,并与烧结过程中的金属基体进行实时复合,以形成金属基碳纳米复合材料。本发明通过数控系统对铺粉器、激光器、调温器等进行集中控制,具有实时性强、处理速度快等优点,本发明制备金属基碳纳米复合材料效率高、精度高、性能好。



1. 一种金属基碳纳米复合材料的激光制备装置,其特征在于:包括数控系统(1)、真空成型室(7)和升降系统(13),所述真空成型室(7)内设置有工作头(3)和基板(14);所述真空成型室(7)外设置有送粉器(2)、碳源气体发生器(11)、激光器(4)和激光传输装置(5);所述送粉器(2)控制工作头(3)将金属粉末铺设于基板(14)上;所述激光器(4)发出激光束经激光传输装置(5)对金属粉末进行烧结;所述碳源气体发生器(11)在用在激光束对金属粉末进行烧结时通入碳源气体;所述升降系统(13)用于控制基板(14)的上升或下降;所述数控系统(1)分别与激光器(4)、送粉器(2)和碳源气体发生器(11)连接。

2. 根据权利要求1所述的金属基碳纳米复合材料的激光制备装置,其特征在于:还包括调温器(12)和与调温器连接的温度补偿装置(15),所述调温器(12)与数控系统(1)连接,所述调温器(12)用于控制温度补偿装置(15)对激光烧结区进行工作温度补偿和有效控制;所述温度补偿装置围绕着激光烧结区铺设在基板(14)上。

3. 根据权利要求1所述的金属基碳纳米复合材料的激光制备装置,其特征在于:还包括有设置在真空成型室(7)上的进气口(8)和出气口(9)。

4. 根据权利要求3所述的金属基碳纳米复合材料的激光制备装置,其特征在于:所述出气口(9)与尾气处理装置(10)连接。

5. 一种金属基碳纳米复合材料的激光制备方法,其特征在于:具体包括以下步骤:

步骤(1). 建立零部件的三维模型,并进行分层离散,生成扫描路径数据,并将数据导入到数控系统中;

步骤(2). 对真空成型室抽真空,然后向真空成型室内注入惰性气体,控制成型室内的氧浓度在一定浓度范围内;

步骤(3). 送粉器向真空成型室内送入金属粉末,铺设一层金属粉末到基板上,同时将多余的金属粉末回收;

步骤(4). 按照预设的图形数据,激光束扫描金属粉末,在金属粉末的加工平面上形成聚焦光斑,熔化金属粉末形成零件单层截面;在熔化金属粉末的同时通入碳源气体,其通过高温区域时,被热解并催化生成各类碳纳米结构材料,所述碳纳米结构材料与融化凝固过程中的金属基体进行复合,以形成金属基碳纳米复合材料;

步骤(5). 根据步骤(1)生成的扫描路径,重复步骤(3)~(5),通过逐层烧结的方法实现金属基碳纳米复合材料的三维加工,获得成型的金属基碳纳米复合零部件。

6. 根据权利要求5所述的金属基碳纳米复合材料的激光制备方法,其特征在于:所述金属粉末在预置到基板前先使用加热器预热。

7. 根据权利要求5所述的金属基碳纳米复合材料的激光制备方法,其特征在于:步骤(4)与步骤(5)之间还包括步骤(41);所述步骤(41)具体为:利用红外测温仪测试激光烧结区工作温度,并通过调温器控制温度补偿装置对激光烧结区进行工作温度补偿和有效控制。

8. 根据权利要求5所述的金属基碳纳米复合材料的激光制备方法,其特征在于:所述金属粉末中包含有Ti、Ni等活性元素。

一种金属基碳纳米复合材料的激光制备装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于金属基碳纳米复合材料成型技术领域,特别涉及一种金属基碳纳米复合材料的激光制备装置及方法。

背景技术

[0002] 金属基碳纳米复合材料是由碳纳米管、碳纳米纤维、碳纳米球等至少有一维尺度在 100nm 以内的碳纳米材料均匀地分布在金属及合金基体中而成。金属基碳纳米复合材料兼备传统金属 / 合金和碳纳米材料两者的优良性能,具有密度低、强度高、韧性好、传热导电性能好、疏水性强、耐磨损等特点,在汽车、电子、机械、航空航天等高科技领域呈现出广阔的应用前景,是新材料领域的研究热点。

[0003] 目前,金属基碳纳米复合材料的制备工艺主要有:化学气相沉积法、电化学沉积法、放电等离子体烧结法、粉末冶金法、机械合金化-热压法、熔融固化法等。其中常用的金属基体主要有:铝基、铜基、铁基、镍基等。目前的制备工艺在制备金属基碳纳米复合材料方面周期长、效率低,质量较差;且很难满足产品外形个性化、复杂化、多样化的要求;此外,金属基体与碳纳米材料之间的界面相互作用直接影响金属基碳纳米复合材料的性能,大多数金属基体与碳纳米材料之间主要是物理接触,极少有化学结合,很难形成牢固的结合界面,从而导致复合材料的电、热、力学等性能较差;碳纳米材料具有纳米量级的尺度,比表面积大,比表面能高,极易发生缠绕团聚,不易均匀、弥散地分散在金属基体中,影响碳纳米管的增强效果。

发明内容

[0004] 鉴于此,本发明提供一种金属基碳纳米复合材料的激光制备装置,该装置通过数控系统对铺粉器、激光器、调温器等进行集中控制,具有实时性强、处理速度快等优点,本发明制备金属基碳纳米复合材料周期短、效率高,精度高、性能好,同时本发明还提供一种

[0005] 为达到上述目的之一,本发明提供如下技术方案:一种金属基碳纳米复合材料的激光制备装置,其特征在于:包括数控系统 1、真空成型室 7 和升降系统 13,所述真空成型室 7 内设置有工作头 3 和基板 14;所述真空成型室 7 外设置有送粉器 2、碳源气体发生器 11、激光器 4 和激光传输装置 5;所述送粉器 2 控制工作头 3 将金属粉末铺设于基板 14 上;所述激光器 4 发出激光束经激光传输装置 5 对金属粉末进行烧结;所述碳源气体发生器 11 在用在激光束对金属粉末进行烧结时通入碳源气体;所述升降系统 13 用于控制基板 14 的上升或下降;所述数控系统 1 分别与激光器 4、送粉器 2 和碳源气体发生器 11 连接。

[0006] 本发明的装置中,其数控系统负责协调控制激光开关、激光种类、激光功率、金属基体种类(铜、镍、铁等)、活性元素源、铺粉层厚、碳源种类、碳纳米材料含量、预热温度、扫描振镜的聚焦位置、扫描速度、扫描间距、扫描策略等重要工艺参数。

[0007] 进一步,还包括调温器 12 和与调温器连接的温度补偿装置 15,所述调温器 12 与数控系统 1 连接,所述调温器 12 用于控制温度补偿装置 15 对激光烧结区进行工作温度补偿

和有效控制；所述温度补偿装置围绕着激光烧结区铺设在基板 14 上。

[0008] 进一步，还包括有设置在真空成型室 7 上的进气口 8 和出气口 9。

[0009] 进一步，所述出气口 9 与尾气处理装置 10 连接。

[0010] 为达到上述目的之二，本发明提供如下技术方案：一种金属基碳纳米复合材料的激光制备方法，具体包括以下步骤：

[0011] 步骤 (1). 建立零部件的三维模型，并进行分层离散，生成扫描路径数据，并将数据导入到数控系统中；

[0012] 步骤 (2). 先对真空成型室抽真空，然后向真空成型室内注入惰性气体，控制成型室内的氧浓度在一定浓度范围内；

[0013] 步骤 (3). 送粉器向真空成型室内送入金属粉末，铺设一层金属粉末到基板上，同时将多余的金属粉末回收；

[0014] 步骤 (4). 按照预设的图形数据，激光束扫描金属粉末，在金属粉末的加工平面上形成聚焦光斑，熔化金属粉末形成零件单层截面；同时碳源气体发生器通入碳源气体，其通过高温区域时，被热解并催化生成各类碳纳米结构材料，所述碳纳米结构材料与融化凝固过程中的金属基体进行复合，以形成金属基碳纳米复合材料；

[0015] 步骤 (5). 根据步骤 (1) 生成的扫描路径，重复步骤 (3) ~ (5)，通过逐层烧结的方法实现金属基碳纳米复合材料的三维加工，获得成型的金属基碳纳米复合零部件。

[0016] 进一步，金属粉末在预置到基板前先使用加热器预热。

[0017] 进一步，步骤 (4) 与步骤 (5) 之间还包括步骤 (41)；所述步骤 (41) 具体为：利用红外测温仪测试激光烧结区工作温度，并通过调温器控制温度补偿装置对激光烧结区进行工作温度补偿和有效控制。

[0018] 进一步，所述金属粉末中包含有 Ti、Ni 等活性元素。

[0019] 由于采用了以上技术方案，本发明具有以下有益技术效果：

[0020] 1、本发明通过数控系统对铺粉器、激光器、调温器等进行集中控制，具有实时性强、处理速度快等优点，本发明制备金属基碳纳米复合材料周期短、效率高、精度高、性能好。

[0021] 2、相对于现有设备和技术，本发明采用选区激光烧结法 (SLS) 和化学气相沉积法 (CVD) 相结合的制备工艺，能够实现产品外形个性化、复杂化、多样化的要求，极大程度推广了金属基碳纳米复合零部件的应用。

[0022] 3、本发明设有温度补偿装置，可精确控制反应温度。金属粉末在预置到基板前先使用加热器预热，能够防止成型过程中的翘曲与裂纹，也能够减少粉末完全熔化对激光能量的输入要求，在同样的激光能够输入情况下，预热能够获得更快的成型效率，预热能够减少金属粉末中的水分，保证激光入射在干燥的粉末表面。

[0023] 4、本发明真空成型室能保证金属基碳纳米复合材料生产的真空环境要求，真空成型室设有进气口和出气口，可向真空成型室内注入保护气体，一方面可使得成型过程中的杂质气体能够及时排出，另一方面有利于改善成型室内的气体流向，大大减少了保护气的使用量，使得杂质气体能够向出气口方向流动。

[0024] 5、本发明在烧结过程中引入钛 (Ti)、镍 (Ni) 等活性元素，在金属基体与碳纳米材料之间反应生成过渡层，利用过渡层的化学结合增大碳纳米材料和金属基体的界面结合

力,从而改善金属基体对碳纳米材料的浸润效果,提高金属基碳纳米复合材料的电、热、力学等性能。

附图说明

[0025] 为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明作进一步的详细描述,其中:

[0026] 图 1 为金属基碳纳米复合材料的激光制备装置总体结构示意图;

[0027] 图 2 为金属基碳纳米复合材料的激光制备方法的流程示意图。

具体实施方式

[0028] 以下将结合附图,对本发明的优选实施例进行详细的描述;应当理解,优选实施例仅为了说明本发明,而不是为了限制本发明的保护范围。

[0029] 实施例 1

[0030] 如图 1 所示,一种金属基碳纳米复合材料的激光制备装置,包括数控系统 1、真空成型室 7 和升降系统 13,所述真空成型室 7 内设置有工作头 3 和基板 14;所述真空成型室 7 外设置有送粉器 2、碳源气体发生器 11、激光器 4 和激光传输装置 5;所述送粉器 2 控制工作头 3 将金属粉末铺设于基板 14 上;所述激光器 4 发出激光束经激光传输装置 5 对金属粉末进行烧结;所述碳源气体发生器 11 在用在激光束对金属粉末进行烧结时通入碳源气体;所述升降系统 13 用于控制基板 14 的上升或下降;所述数控系统 1 分别与激光器 4、送粉器 2 和碳源气体发生器 11 连接。

[0031] 本发明的装置中,其数控系统负责协调控制激光开关、激光种类、激光功率、金属基体种类(铜、镍、铁等)、活性元素源、铺粉层厚、碳源种类、碳纳米材料含量、预热温度、扫描振镜的聚焦位置、扫描速度、扫描间距、扫描策略等重要工艺参数。

[0032] 作为对本实施例的改进,还包括调温器 12 和与调温器连接的温度补偿装置 15,所述调温器 12 与数控系统 1 连接,所述调温器 12 用于控制温度补偿装置 15 对激光烧结区进行工作温度补偿和有效控制;所述温度补偿装置 15 围绕着激光烧结区铺设在基板 14 上。

[0033] 作为对本实施例的改进,复合材料的制备装置还包括有设置在真空成型室 7 上的进气口 8 和出气口 9,可进行复合材料制备时可向真空成型室内注入保护气体,一方面可使得成型过程中的杂质气体能够及时排出,另一方面有利于改善成型室内的气体流向,大大减少了保护气的使用量,使得杂质气体能够向出气口方向流动。

[0034] 所述出气口 9 与尾气处理装置 10 连接。

[0035] 本发明通过数控系统对铺粉器、激光器、调温器等进行集中控制,具有实时性强、处理速度快等优点,本发明制备金属基碳纳米复合材料效率高、精度高、性能好。

[0036] 实施例 2

[0037] 图 2 示出了金属基碳纳米复合材料的激光制备方法的流程图;

[0038] 一种金属基碳纳米复合材料的激光制备方法,具体包括以下步骤:

[0039] 步骤(1). 建立零部件的三维模型,并进行分层离散,生成扫描路径数据,并将数据导入到数控系统中;

[0040] 步骤(2). 先对真空成型室抽真空,然后向真空成型室内注入惰性气体,控制成型

室内的氧浓度在一定浓度范围内；

[0041] 步骤(3). 送粉器向真空成型室内送入金属粉末, 铺设一层金属粉末到基板上, 同时将多余的金属粉末回收；

[0042] 步骤(4). 按照预设的图形数据, 激光束扫描金属粉末, 在金属粉末的加工平面上形成聚焦光斑, 熔化金属粉末形成零件单层截面；同时碳源气体发生器通入碳源气体, 其通过高温区域时, 被热解并催化生成各类碳纳米结构材料, 所述碳纳米结构材料与融化凝固过程中的金属基体进行复合, 以形成金属基碳纳米复合材料；

[0043] 步骤(5). 根据步骤(1)生成的扫描路径, 重复步骤(3)~(5), 通过逐层烧结的方法实现金属基碳纳米复合材料的三维加工, 获得成型的金属基碳纳米复合零部件。

[0044] 作为对本实施例的改进, 步骤(4)与步骤(5)之间还包括步骤(41), 所述步骤(41)具体为: 利用红外测温仪测试激光烧结区工作温度, 并利用调温器控制温度补偿装置对激光烧结区进行工作温度补偿和有效控制；

[0045] 作为对本实施例的改进, 在整个成型过程中, 引入少量的钛(Ti)、镍(Ni)等活性元素, 在金属基体与碳纳米材料之间反应生成过渡层, 利用过渡层的化学结合增大碳纳米材料和金属基体的界面结合力, 从而改善金属基体对碳纳米材料的浸润效果, 提高金属基碳纳米复合材料的电、热、力学等性能。

[0046] Ti、Ni等活性元素可以烧结前金属粉末均匀混合。

[0047] 作为对本实施例的改进, 金属粉末在预置到基板前先使用加热器预热。通过该步骤处理, 能够防止成型过程中的翘曲与裂纹, 也能够减少粉末完全熔化对激光能量的输入要求, 在同样的激光能够输入情况下, 预热能够获得更快的成型效率, 预热能够减少金属粉末中的水分, 保证激光入射在干燥的粉末表面。

[0048] 本发明采用选区激光烧结法(SLS)和化学气相沉积法(CVD)相结合的制备工艺, 通过烧结一层金属基体, 在此基础上同时生长弥散式均匀分布的碳纳米材料, 其结构将以碳纳米管, 石墨烯, 碳纳米球等多种形态存在, 并通过TiC等过渡层紧密结合各材料组分, 层层堆积黏结, 以制备出均匀分散, 牢固结构的金属基碳纳米复合材料。本发明将极大地缩短制备周期, 提高制备效率, 制造出有特定形状要求、功能与结构结合优良的金属基碳纳米复合材料产品。

[0049] 以上所述仅为本发明的优选实施例, 并不用于限制本发明, 显然, 本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样, 倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内, 则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

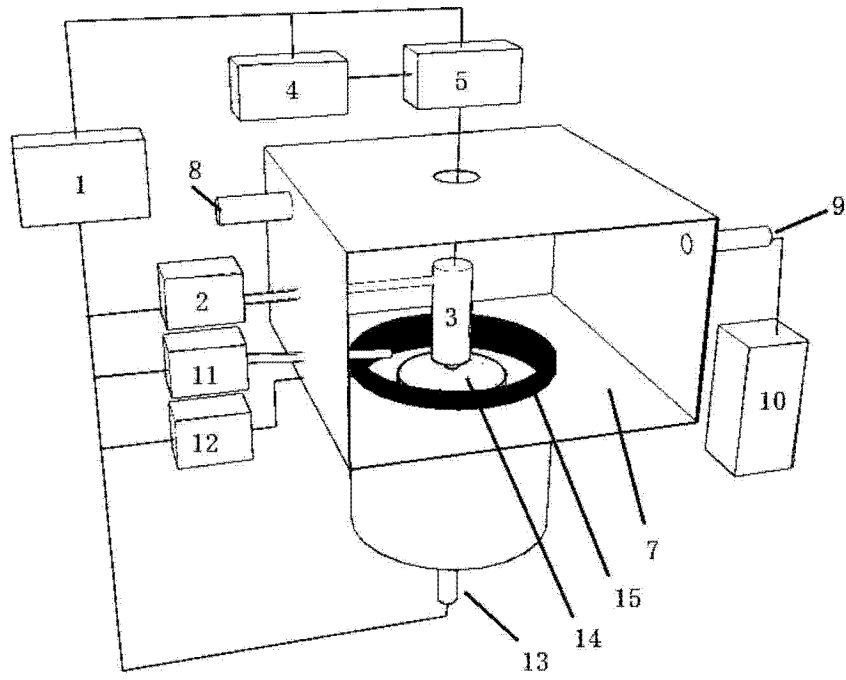


图 1

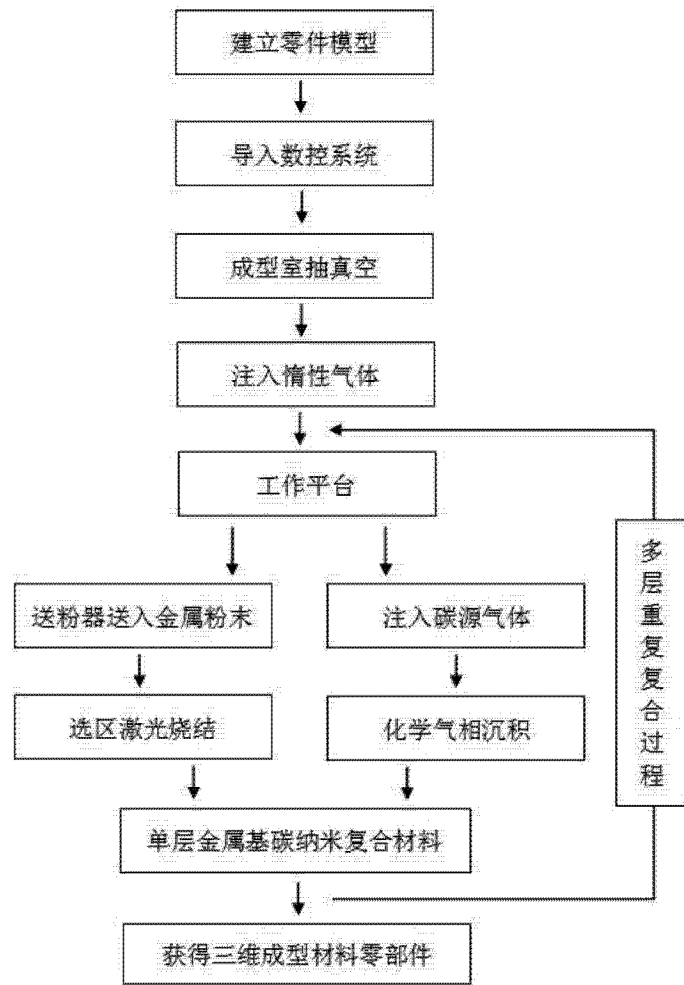


图 2