



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103695681 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 30

(21) 申请号 201310694934. 5

CN 103212695 A, 2013. 07. 24,

(22) 申请日 2013. 12. 18

审查员 赵义强

(73) 专利权人 湖南航天磁电有限责任公司

地址 410200 湖南省长沙市望城经济开发区  
金星北路(湖南航天科技工业园) 1106  
号

(72) 发明人 周朝辉 舒阳会

(74) 专利代理机构 长沙正奇专利事务所有限责  
任公司 43113

代理人 郭立中

(51) Int. Cl.

G22C 1/05(2006. 01)

G22C 21/00(2006. 01)

G22C 29/06(2006. 01)

G22C 32/00(2006. 01)

B22F 3/105(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 103341625 A, 2013. 10. 09,

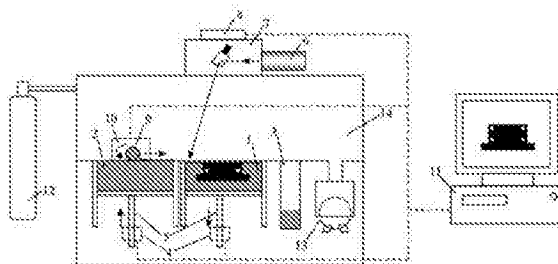
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种铝基碳化硅颗粒增强复合材料及其构件  
的成型装置及方法

(57) 摘要

本发明提供了一种铝基碳化硅颗粒增强复合  
材料及其构件的成型装置及方法。该装置包括激  
光系统、铺粉系统、惰性气氛系统和控制系统。利  
用该装置,可实现铝基碳化硅颗粒增强复合材料  
及其构件的快速成型。本发明成型方法简单,数字  
化制造,成型产品组织致密均匀,并能直接制造出  
任意复杂构件,无需二次加工。



1. 一种铝基碳化硅颗粒增强复合材料及其构件的成型装置,包括激光系统、铺粉系统、惰性气氛系统和控制系统;其特征在于,所述成型装置还包括封闭的工作腔(14),工作腔(14)内设有成形缸(1),成形缸(1)的上方设有向成形缸(1)发射激光的激光系统,所述激光系统包括激光器(6)、扫描振镜(7)和振镜控制卡(8);所述成形缸(1)一侧设有送粉缸(2),另一侧设有粉末回收缸(3),所述成形缸(1)、送粉缸(2)和粉末回收缸(3)的上表面位于同一水平面;所述送粉缸(2)上表面设有铺粉系统,所述铺粉系统包括铺粉辊筒(9)和驱动铺粉辊筒(9)在送粉缸(2)、成形缸(1)及粉末回收缸(3)上表面往复运动的辊筒驱动装置(10);所述成形缸(1)和送粉缸(2)下侧均设有驱动缸体底板相对于缸体上下往复运动的缸体驱动装置(4);所述工作腔(14)一侧与惰性气氛系统连通,工作腔(14)另一侧与真空泵(13)连通;所述控制系统包括计算机(11),该计算机(11)分别通过数据线与振镜控制卡(8)、辊筒驱动装置(10)和缸体驱动装置(4)连接。

2. 如权利要求1所述的成型装置,其特征在于,所述激光器(6)为光纤激光器,激光器(6)的激光输出功率为200W~400W。

3. 如权利要求1所述的成型装置,其特征在于,所述扫描振镜(7)的扫描角度范围为 $\pm 20^\circ$ 。

4. 如权利要求1所述的成型装置,其特征在于,所述成形缸(1)下侧的缸体驱动装置(4)通过丝杆(5)与成形缸(1)底板连接;所述送粉缸(2)下侧的缸体驱动装置(4)通过丝杆(5)与送粉缸(2)底板连接。

5. 如权利要求1所述的成型装置,其特征在于,所述惰性气氛系统为氩气瓶(12)。

6. 基于权利要求1至5任一项所述成型装置的制造铝基碳化硅颗粒增强复合材料及其构件的方法,其特征在于,所述方法包括如下步骤:

(1) 将铝合金粉末和碳化硅粉末混合均匀;

(2) 将混合后的粉末装入成型装置送粉缸中;

(3) 将铝基碳化硅颗粒增强复合材料或其构件的三维数字模型输入到成型装置的控制

系统;

(4) 用成型装置控制系统控制激光系统、铺粉系统、送粉缸和成形缸底板按照输入的三维数字模型,采用逐层铺粉,逐层激光烧结叠加的方式完成铝基碳化硅颗粒增强复合材料或其构件的成型制造;逐层铺粉时单层厚度为0.02mm~0.10mm,激光烧结叠加式激光扫描速度为100mm/s~1000mm/s;

(5) 从成型装置中取出成型产品,清除表面多余粉末;

其中,步骤(1)所述铝合金粉末为球状粉末,粉末粒径分布范围为0.02mm~0.10mm;所述碳化硅粉末的等效粒径小于0.05mm;所述混合粉末中,碳化硅粉末体积分数为10%~70%,其余为铝合金粉末。

7. 如权利要求6所述的方法,其特征在于,步骤(3)所述三维数字模型格式为STL格式。

## 一种铝基碳化硅颗粒增强复合材料及其构件的成型装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于金属基复合材料的成型技术,具体涉及一种铝基碳化硅颗粒增强复合材料及其构件的成型装置及方法。

### 背景技术

[0002] 在金属基复合材料中,铝基碳化硅颗粒增强复合材料具有高导热性、低密度、与芯片相匹配的热膨胀系数,以及高硬度和高抗弯强度等特点,被广泛应用于电子封装和精密仪器关键部件的制造。目前铝基碳化硅颗粒增强复合材料的成型方法主要包括粉末冶金、搅拌铸造、压力铸造及喷射沉积四种方法。粉末冶金法存在工艺繁琐、成本高、产品形状受限、内部组织不均匀等缺点;搅拌铸造存在碳化硅颗粒易团聚、分布不均匀、搅拌过程易造成气体进入而形成孔洞等缺点;压力铸造存在预制件易崩溃、金属熔体不易充分渗入颗粒、成型工艺困难等缺点;喷射沉积存在碳化硅颗粒利用率低、工艺控制较复杂、沉积速度较慢、成本高等缺点。同时这四种方法制备的铝基碳化硅颗粒增强复合材料需要进行二次加工,由于碳化硅颗粒硬度高,导致材料加工困难,成本高。

[0003] 3D 打印技术是近年发展起来的一种新的成型技术。中国专利申请 CN201310044604.1 公开了一种金属增韧陶瓷基复合材料涡轮叶片的制备方法,将金属 3D 打印技术、光固化快速成型技术、化学气相沉积技术、凝胶注模成型技术相结合,制备金属增韧陶瓷基复合材料涡轮叶片。中国专利申请 CN201310132690.1 公开了一种基于金属 3D 打印的新型异种材料复合铸造方法,异种材料均为金属材料。上述二件专利均不适合用于陶瓷增韧金属基复合材料及其构件的成型。中国专利申请 CN201310288137.7 公开了一种金属零件的 3D 打印制造装置及方法,该装置包括加热系统,且送粉缸位于成型缸上方。针对铝基碳化硅颗粒增强复合材料的 3D 打印成型而言,所使用的粉末为碳化硅和铝合金的混合粉末,采用上送粉方式容易导致铺设于成型缸表面的混合粉末成分不均匀。同时由于铝基碳化硅颗粒增强复合材料比铝合金具有更高的弹性模量,抗变形能力强,在 3D 打印成型过程中可以承受更大的热应力,所以可以不要对混合后的粉末进行加热预热。因此,针对铝基碳化硅颗粒增强复合材料及其构件的成型技术,提出本发明。

### 发明内容

[0004] 针对现有成型技术中存在的成型工艺复杂、内部组织疏松且不均匀、成本高、加工困难等问题,本发明提供一种铝基碳化硅颗粒增强复合材料及其构件的成型装置及方法。

[0005] 为了达到上述目的,本发明提供的技术方案为:

[0006] 所述铝基碳化硅颗粒增强复合材料及其构件的成型装置包括激光系统、铺粉系统、惰性气氛系统和控制系统;所述成型装置还包括封闭的工作腔,工作腔内设有成形缸,成形缸的上方设有向成形缸发射激光的激光系统,所述激光系统包括激光器、扫描振镜和振镜控制卡;所述成形缸一侧设有送粉缸,另一侧设有粉末回收缸,所述成形缸、送粉缸和

粉末回收缸的上表面位于同一水平面；所述送粉缸上表面设有铺粉系统，所述铺粉系统包括铺粉辊筒和驱动铺粉辊筒在送粉缸、成型缸及粉末回收缸上表面往复运动的辊筒驱动装置；所述成型缸和送粉缸下侧均设有驱动缸体底板相对于缸体上下往复运动的缸体驱动装置；所述工作腔一侧与惰性气氛系统连通，工作腔另一侧与真空泵连通；所述控制系统包括计算机，该计算机分别通过数据线与振镜控制卡、辊筒驱动装置和缸体驱动装置连接。当然，所述控制系统还包括对三维数字模型进行等厚度切片分层的软件以及控制激光系统、铺粉系统和工作腔内送粉缸和成型缸缸体底板运动的软件。这些软件的实现均为本领域常规技术手段。

[0007] 其中，所述激光器为光纤激光器，激光器的激光输出功率为 200W ~ 400W。所述扫描振镜的扫描角度范围为  $\pm 20^\circ$ 。所述成型缸下侧的缸体驱动装置通过丝杆与成型缸底板连接；所述送粉缸下侧的缸体驱动装置通过丝杆与送粉缸底板连接。所述惰性气氛系统为氩气瓶。

[0008] 上述成型装置成型步骤为：首先把粉末材料装入工作腔中的送粉缸内，然后关闭工作腔，启动真空泵对工作腔抽真空，接着打开惰性气体罐往工作腔通入惰性气体。把所需成型零件的三维模型输入控制系统，控制软件生成指令通过数据线发送给激光系统及铺粉系统和驱动缸体底板运动的驱动装置。首先缸体底板驱动装置根据指令降低成型缸底板高度并升高送粉缸底板高度，接着铺粉系统驱动装置根据指令驱动铺粉辊筒在送粉缸、成型缸和粉末回收缸上表面滚动以推动送粉缸粉末均匀铺设于成型缸表面，然后激光系统根据指令在成型缸表面快速扫描，使粉末发生烧结。按上述步骤逐层铺粉，逐层激光烧结叠加方式完成零件的成型制造。

[0009] 据此，本发明还提供了基于上述成型装置的制造铝基碳化硅颗粒增强复合材料及其构件的方法，其特征在于，所述方法包括如下步骤：

[0010] (1) 将铝合金粉末和碳化硅粉末混合均匀；

[0011] (2) 将混合后的粉末装入成型装置送粉缸中；

[0012] (3) 将铝基碳化硅颗粒增强复合材料或其构件的三维数字模型输入到成型装置的控制系統；

[0013] (4) 用成型装置控制系统控制激光系统、铺粉系统、送粉缸和成型缸底板按照输入的三维数字模型，采用逐层铺粉，逐层激光烧结叠加的方式完成铝基碳化硅颗粒增强复合材料或其构件的成型制造；逐层铺粉时单层厚度为 0.02mm ~ 0.10mm，激光烧结叠加式激光扫描速度为 100mm/s ~ 1000mm/s；

[0014] (5) 从成型装置中取出成型产品，清除表面多余粉末(可采用喷砂或高压气吹等方式清理产品表面多余粉末)。

[0015] 其中，步骤(1)所述铝合金粉末为球状粉末，粉末粒径分布范围为 0.02mm ~ 0.10mm；所述碳化硅粉末的等效粒径小于 0.05mm；所述混合粉末中，碳化硅粉末体积分数为 10% ~ 70%，其余为铝合金粉末。步骤(3)所述三维数字模型格式为 STL 格式。

[0016] 与现有技术相比，本发明具有以下优点：

[0017] (1) 本发明只需将铝合金粉末和碳化硅粉末混合后，装入成型装置，自动成型所需复合材料或其构件，材料成型和产品成型同步完成，具有成型工艺简单的优点。

[0018] (2) 本发明成型的铝基碳化硅颗粒增强复合材料及其构件，产品具有内部组织致

密均匀的优点。

[0019] (3) 本发明能直接制造出任意复杂构件而无需二次加工,具有效率高、成本低的优点。

[0020] 总之,本发明成型装置及方法具有成型工艺简单,成型产品组织致密均匀,并能直接制造出任意复杂构件而无需二次加工等特点。

## 附图说明

[0021] 图 1 是本发明所述成型装置的结构示意图。

[0022] 图中:1-成形缸;2-送粉缸;3-粉末回收缸;4-缸体驱动装置;5-丝杠;6-激光器;7-扫描振镜;8-振镜控制卡;9-铺粉辊筒;10-辊筒驱动装置;11-计算机;12-氩气瓶;13-真空泵;14-工作腔。

## 具体实施方式

[0023] 下面将结合具体实施例对本发明作进一步具体详细描述,但本发明的实施方式不限于此,对于未特别注明的工艺参数,可参经常规技术进行。

[0024] 参见图 1,所述铝基碳化硅颗粒增强复合材料及其构件的成型装置包括激光系统、铺粉系统、惰性气氛系统和控制系统;所述成型装置还包括封闭的工作腔 14,工作腔 14 内设有成形缸 1,成形缸 1 的上方设有向成形缸 1 发射激光的激光系统,所述激光系统包括激光器 6、扫描振镜 7 和振镜控制卡 8;所述成形缸 1 一侧设有送粉缸 2,另一侧设有粉末回收缸 3,所述成形缸 1、送粉缸 2 和粉末回收缸 3 的上表面位于同一水平面;所述送粉缸 2 上表面设有铺粉系统,所述铺粉系统包括铺粉辊筒 9 和驱动铺粉辊筒 9 在送粉缸 2、成形缸 1 及粉末回收缸 3 上表面往复运动的辊筒驱动装置 10;所述成形缸 1 和送粉缸 2 下侧均设有驱动缸体底板相对于缸体上下往复运动的缸体驱动装置 4;所述工作腔 14 一侧与惰性气氛系统连通,工作腔 14 另一侧与真空泵 13 连通;所述控制系统包括计算机 11,该计算机 11 分别通过数据线与振镜控制卡 8、辊筒驱动装置 10 和缸体驱动装置 4 连接。

[0025] 其中,所述激光器 6 为光纤激光器,激光器 6 的激光输出功率为 200W ~ 400W。所述扫描振镜 7 的扫描角度范围为  $\pm 20^\circ$ 。所述成形缸 1 下侧的缸体驱动装置 4 通过丝杆 5 与成形缸 1 底板连接;所述送粉缸 2 下侧的缸体驱动装置 4 通过丝杆 5 与送粉缸 2 底板连接。所述惰性气氛系统为氩气瓶 12。

[0026] 实施例 2

[0027] 基于实施例 1 所述成型装置的制造铝基碳化硅颗粒增强复合材料及其构件的方法,其特征在于,所述方法包括如下步骤:

[0028] (1) 将平均粒径为 0.05mm 的铝合金粉末和 W10 牌号碳化硅粉末(等效粒径小于 0.05mm)按体积比例 60%:40% 混合均匀;

[0029] (2) 将混合后的粉末装入成型装置送粉缸中;

[0030] (3) 将铝基碳化硅颗粒增强复合材料或其构件的三维数字模型输入到成型装置的控制系統;所述三维数字模型格式为 STL 格式;

[0031] (4) 用成型装置控制系统控制激光系统、铺粉系统、送粉缸和成形缸底板按照输入的三维数字模型,采用逐层铺粉,逐层激光烧结叠加的方式完成铝基碳化硅颗粒增强复合

材料或其构件的成型制造 ;逐层铺粉时单层厚度为 0.02 ~ 0.10mm,激光烧结叠加式激光扫描速度为 100mm/s ~ 1000mm/s ;激光功率为 200W,成型单层厚度为 0.05mm,激光扫描速度为 800mm/s ;

[0032] (5) 从成型装置中取出成型产品,用喷砂机对产品进行喷砂处理,再用高压气枪吹产品表面,以清除表面多余粉末。

[0033] 本方法制得的铝基碳化硅颗粒增强复合材料产品热膨胀系数为  $12.34 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ,热导率为 147.23W/(m·k),弹性模量为 148.02Gpa。

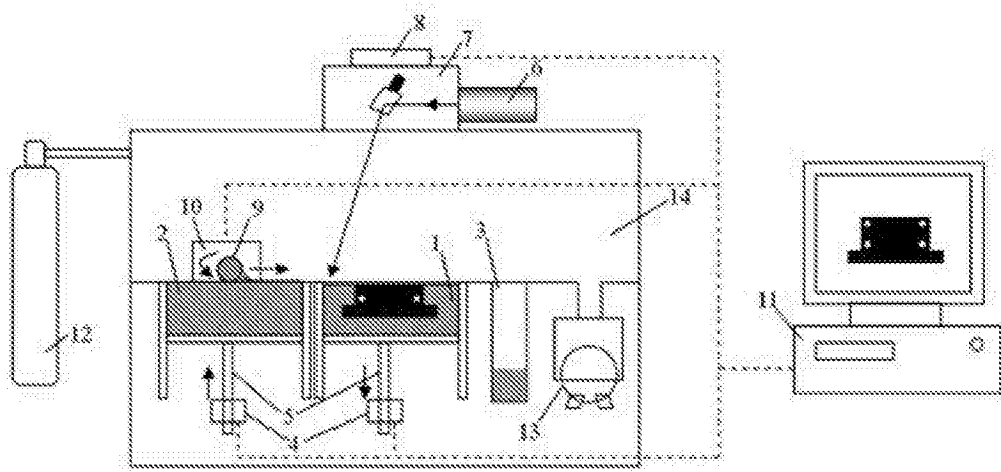


图 1