



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104475425 B

(45)授权公告日 2016.08.17

(21)申请号 201410678733.0

(22)申请日 2014.11.24

(73)专利权人 湖南华曙高科技有限责任公司  
地址 410205 湖南省长沙市国家高新技术  
产业开发区林语路181号

(72)发明人 许小曙 邓振华 苏婷 陈礼

(51)Int.Cl.  
B09B 3/00(2006.01)

审查员 吕金金

权利要求书1页 说明书5页

(54)发明名称

选择性激光烧结间接成型余废料的回收方法

(57)摘要

一种选择性激光烧结间接成型余废料的回收方法,通过将余废料、溶剂置于密闭容器内,且对容器抽真空并充入惰性气体;所述余废料是指金属与高分子材料的混合粉末、陶瓷与高分子材料的混合粉末或者已烧结的初坯废件;以峰值温度为预设熔点以上10-50℃对容器进行加热,快速搅拌并保温保压至少1h,当保温保压结束时停止搅拌,且经过0.5-3h后开始冷却;当容器冷却至室温时,分别回收沉底的金属或陶瓷粉末颗粒,以及悬浮在溶剂表面的块状高分子材料,避免余废料的丢弃带来的材料浪费,本发明可以很好地从余废料分离回收获得金属或陶瓷粉末,以及高分子材料,实现了变废为宝,节约生产成本的目的。

1. 选择性激光烧结间接成型余废料的回收方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一:将余废料、溶剂置于密闭容器内,对容器抽真空并充入惰性气体;所述余废料是指金属与高分子材料的混合粉末、陶瓷与高分子材料的混合粉末或者已烧结的初坯废件,所述初坯废件主要由金属、高分子材料混合组成,或者主要由陶瓷、高分子材料混合组成;

步骤二:以峰值温度为预设熔点以上10-50℃对容器进行加热,快速搅拌并保温保压至少1h,当保温保压结束时停止搅拌,且经过0.5-3h后开始冷却;

步骤三,当容器冷却至室温时,分别回收沉底的金属或陶瓷粉末颗粒,以及悬浮在溶剂表面的块状高分子材料;

其中,所述溶剂呈中性,密度大于余废料中高分子材料的密度,小于余废料中金属或陶瓷的密度,且溶剂的沸点大于加热峰值温度;

当高分子材料为单一物质时,预设熔点是指该单一物质的熔点;当高分子材料为两种或两种以上物质时,预设熔点是指两种或两种以上物质中熔点的最高值。

2. 根据权利要求1所述的回收方法,其特征在于,当余废料为已烧结的初坯废件,或者高分子材料均匀地包覆在金属或陶瓷粉末表面时,所述步骤一之前还包括:

将余废料进行捣碎并筛分。

3. 根据权利要求1所述的回收方法,其特征在于,所述溶剂与余废料的体积比大于或等于2:1,且所述溶剂与余废料中任一组分均不发生化学反应。

4. 根据权利要求1所述的回收方法,其特征在于,所述高分子材料为热塑性高分子材料,包括聚乙烯、聚氯乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚酰胺、聚甲醛的一种或一种以上。

5. 根据权利要求1所述的回收方法,其特征在于,所述步骤二中搅拌速率为4-10r/s,冷却速率为1-4℃/min,以及容器加热过程的升温速率为3-6℃/min。

6. 根据权利要求1至5任一项所述的回收方法,其特征在于,所述步骤三后还包括:

采用有机溶剂对回收的金属或陶瓷粉末颗粒进行清洗、真空干燥、筛分。

7. 根据权利要求6所述的回收方法,其特征在于,所述有机溶剂为甲醇、无水乙醇、异丙醇或苯。

8. 根据权利要求7所述的回收方法,其特征在于,所述溶剂为乙二醇、丙二醇、丁二醇、丙三醇、甲苯、二甲苯、N-N二甲基甲酰胺或二苯醚。

9. 根据权利要求7所述的回收方法,其特征在于,所述惰性气体为氮气、氩气或氦气,且充入容器内的惰性气体压力为0.08-0.3MPa。

## 选择性激光烧结间接成型余废料的回收方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于快速制造领域,具体涉及一种选择性激光烧结间接成型余废料的回收方法。

### 背景技术

[0002] 选择性激光烧结(Selective Laser Sintering,简称SLS)是一种采用金属、高分子陶瓷或高分子材料等粉末为材料,通过分层制造的方式来形成物体的技术,相对于传统“减材”制造,选择性激光烧结是种增材制造方法,可以制造任意复杂的零件,不会受到传统车铣抛磨工艺的限制,最大限度的利用材料,周期短成本低,这在航空航天、模具等领域有着极大的优势。

[0003] 通过SLS成型制备金属或陶瓷件有两种方法:直接成型法和间接成型法。其中直接成型法是通过高功率的激光束逐层融化金属或陶瓷粉末而形成复杂结构、高密度的零件。间接成型法是采用低功率的激光束逐层成型,其材料由两种熔点相差较大的成分组成,高熔点成分称为基体材料,低熔点成分称为粘结剂。其中,基体材料一般为熔点较高的金属或陶瓷材料,粘接剂一般为熔点较低的高分子材料,例如热塑性高分子材料。

[0004] 在SLS间接成型前,需要对金属或陶瓷粉末颗粒与作为粘结剂的高分子粉末颗粒进行结合,目前有两种结合方法:一种是高分子粉末与金属或陶瓷粉末进行机械混合,另一种是采用特殊的工艺将高分子粉末均匀地包覆在金属或陶瓷粉末表面,制得复合粒径要求的混合粉末颗粒。

[0005] 在选择性激光烧结设备通过间接成型制备金属或陶瓷件的工艺中,常常会剩下一部分余料(包括混合的高分子粉末与金属或陶瓷材料粉末),该余料由于包含固定配比的混合的高分子粉末金属或陶瓷材料粉末,限制了其使用范围而常常被遗弃。而且在SLS成型过程中,会出现有瑕疵或不合格的初坯废件,也往往只能被丢掉,综上可知,在选择性激光烧结设备通过间接成型制备金属或陶瓷件的工艺中,余废料的浪费增加了选择性激光烧结工艺生产的成本。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于,针对现有技术存在的问题,提供一种很好地分离回收余废料,变废为宝的选择性激光烧结间接成型余废料的回收方法。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明提供了一种选择性激光烧结间接成型余废料的回收方法,包括以下步骤:

[0008] 步骤一:将余废料、溶剂置于密闭容器内,且对容器抽真空并充入惰性气体;所述余废料是指金属与高分子材料的混合粉末、陶瓷与高分子材料的混合粉末或者已烧结的初坯废件,所述初坯废件主要由金属、高分子材料混合组成,或者主要由陶瓷、高分子材料混合组成;

[0009] 步骤二:以峰值温度为预设熔点以上10-50℃对容器进行加热,快速搅拌溶液并保

温保压至少1h,当保温保压结束时停止搅拌,且经过0.5-3h后开始冷却;

[0010] 步骤三,当容器冷却至室温时,分别回收沉底的金属或陶瓷粉末颗粒,以及悬浮在溶剂表面的块状高分子材料;

[0011] 其中,所述溶剂呈中性,密度大于余废料中高分子材料的密度,小于余废料中金属或陶瓷的密度,且溶剂的沸点大于加热峰值温度。

[0012] 在本发明的方法中,当余废料为已烧结的初坯废件,或者高分子材料均匀地包覆在金属或陶瓷粉末表面时,所述步骤一之前还包括:将余废料进行捣碎并筛分。

[0013] 在本发明的方法中,所述溶剂与余废料的体积比大于或等于2:1,且所述溶剂与余废料中任一组分均不发生化学反应。

[0014] 在本发明的方法中,所述高分子材料为热塑性高分子材料,包括聚乙烯、聚氯乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚酰胺、聚甲醛的一种或一种以上。

[0015] 在本发明的方法中,当高分子材料为单一物质时,预设熔点是指该单一物质的熔点;当高分子材料为两种或两种以上物质时,预设熔点是指两种或两种以上物质中熔点的最高值。

[0016] 在本发明的方法中,所述步骤二中搅拌速率为4-10r/s,冷却速率为1-4°C/min,以及容器加热过程的升温速率为3-6°C/min,。

[0017] 在本发明的方法中,所述步骤三后还包括:

[0018] 采用有机溶剂对回收的金属或陶瓷粉末颗粒进行清洗、真空干燥、筛分。

[0019] 在本发明的方法中,所述有机溶剂为甲醇、无水乙醇、异丙醇或苯。

[0020] 在本发明的方法中,所述溶剂为乙二醇、丙二醇、丁二醇、丙三醇、甲苯、二甲苯、N-N二甲基甲酰胺或二苯醚。

[0021] 在本发明的方法中,所述惰性气体为氮气、氩气或氦气,且充入容器内的惰性气体压力为0.08-0.3MPa。

[0022] 本发明的选择性激光烧结间接成型余废料的回收方法,通过将余废料、溶剂置于密闭容器内,且对容器抽真空并充入惰性气体;所述余废料是指金属与高分子材料的混合粉末、陶瓷与高分子材料的混合粉末或者已烧结的初坯废件,所述初坯废件主要由金属、高分子材料混合组成,或者主要由陶瓷、高分子材料混合组成;加热容器至预设熔点以上10-50°C,快速搅拌并保温保压至少1h,当保温保压结束时停止搅拌,且经过0.5-3h后开始冷却;当容器冷却至室温时,分别回收沉底的金属或陶瓷粉末颗粒,以及悬浮在溶剂表面的块状高分子材料,避免余废料的丢弃带来的材料浪费,本发明可以很好地从余废料分离回收获得金属或陶瓷粉末,以及高分子材料,实现了变废为宝,节约生产成本的目的。

### 具体实施方式

[0023] 为了解决在选择性激光烧结设备通过间接成型制备金属或陶瓷件的工艺中,余料(包括混合的高分子粉末与金属或陶瓷材料粉末)以及生产的瑕疵或不合格的初坯废件被丢掉,带来成本增加的浪费以及污染环境的弊端,本申请的发明人经过创造性的劳动,终于提供了一种变废为宝,分离回收金属或陶瓷粉末以及高分子材料的选择性激光烧结间接成型余废料的回收方法,该方法包括以下步骤:

[0024] 步骤一:将余废料、溶剂置于密闭容器内,且对容器抽真空并充入惰性气体;所述

余废料是指金属与高分子材料的混合粉末、陶瓷与高分子材料的混合粉末或者已烧结的初坯废件,所述初坯废件主要由金属、高分子材料混合组成,或者主要由陶瓷、高分子材料混合组成;

[0025] 在本发明的具体实施中,所述溶剂与余废料的体积比大于或等于2:1,优选地,为了更好地回收金属或陶瓷粉末,以及高分子材料,所述溶剂与余废料中任一组分均不发生化学反应。

[0026] 在本发明的具体实施中,所述高分子材料为热塑性高分子材料,可由聚乙烯、聚氯乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚酰胺、聚甲醛的一种或一种以上组成,当然,所述高分子材料还可以其它具有热塑性的材料,在此不做一一例举。

[0027] 在此需说明的是,当上述高分子材料为单一物质时,预设熔点是指该单一物质的熔点;当高分子材料为两种或两种以上物质时,预设熔点是指两种或两种以上物质中熔点的最高值,例如,当高分子材料包括聚乙烯、聚苯乙烯和聚甲醛,其中聚乙烯的熔点是120-136℃,聚苯乙烯的熔点是120℃,聚甲醛的熔点是165-175℃,则预设熔点为175℃。

[0028] 在本发明的具体实施中,所述溶剂可为乙二醇、丙二醇、丁二醇、丙三醇、甲苯、二甲苯、N-N二甲基甲酰胺或二苯醚,当然还可以为其它具有上述功能的溶剂。

[0029] 在本发明的具体实施中,所述惰性气体为氮气、氩气、氦气等等,且充入容器内的惰性气体压力为0.08-0.3MPa。

[0030] 在本发明的具体实施中,优选地,所述容器为搅拌釜。

[0031] 另外,在本发明的具体实施中,当余废料为已烧结的初坯废件,或者高分子材料均匀地包覆在金属或陶瓷粉末表面时,在执行步骤一之前还需将已烧结的初坯废件,或者高分子材料均匀地包覆在金属或陶瓷粉末表面进行捣碎并筛分。

[0032] 步骤二:以峰值温度为预设熔点以上10-50℃对容器进行加热,快速搅拌并保温保压至少1h,当保温保压结束时停止搅拌,且经过0.5-3h后开始冷却;

[0033] 该步骤中,所述溶剂呈中性,且密度大于余废料中高分子材料的密度,小于余废料中金属或陶瓷的密度。在容器加热过程的升温速率为3-6℃/min,溶液的搅拌速率为4-10r/s,溶液的冷却速率为1-4℃/min。

[0034] 步骤三,当容器冷却至室温时,分别回收沉底的金属或陶瓷粉末颗粒,以及悬浮在溶剂表面的块状高分子材料;

[0035] 在本发明的方法中,当余废料为已烧结的初坯废件,或者高分子材料均匀地包覆在金属或陶瓷粉末表面时,所述步骤一之前还包括:将余废料进行捣碎并筛分。

[0036] 在本发明的具体实施中,所述步骤三后还包括:

[0037] 采用有机溶剂对回收的金属或陶瓷粉末颗粒进行清洗、真空干燥、筛分。所述有机溶剂可为甲醇、无水乙醇、异丙醇或苯,当然还可以为其它种类的有机溶剂,在此不做一一例举。

[0038] 以下将通过具体实施例对本发明做进一步详细说明。

[0039] 实施例一

[0040] 在选择性激光烧结间接成型金属制件完成后,取出1kg剩下余料聚乙烯包覆316L不锈钢的混合粉末颗粒,对其进行捣碎筛分,再置于密闭搅拌釜中;

[0041] 将1.2L的1,4-丁二醇溶剂置于搅拌釜中;

[0042] 抽真空然后充入氮气,使搅拌釜的气压为0.08MPa;

[0043] 开启搅拌,速率为10r/s,同时以3°C/min加热搅拌釜到160°C,保温保压1h后停止搅拌,静止1h,再以1°C/min冷却至室温;

[0044] 待搅拌釜冷却至室温时,取出沉底的不锈钢粉末颗粒,采用异丙醇清洗,真空干燥、筛分得到可重复利用的不锈钢粉末颗粒,同时,取出悬浮在1,4-丁二醇溶剂表面的块状聚乙烯并进行回收。

[0045] 实施例二

[0046] 将选择性激光烧结间接成型金属制件完成后,取出1kg剩下余料尼龙6和聚苯乙烯粉末包覆钴铬合金(简称为CoCr)的混合粉末颗粒,对其进行捣碎筛分,再置于密闭搅拌釜中;

[0047] 将1.5L的丙三醇溶剂置于搅拌釜中;

[0048] 抽真空后充入氩气,使搅拌釜的气压为0.15MPa;

[0049] 开启搅拌,速率为6r/s。同时以4°C/min加热搅拌釜到260°C,保温保压2h后停止搅拌,静止2h,再以3°C/min冷却至室温;

[0050] 待搅拌釜冷却到室温时,取出沉底的CoCr粉末颗粒,采用无水乙醇清洗,真空干燥、筛分得到可重复利用CoCr合金粉末颗粒;同时,取出悬浮在丙三醇溶剂表面的块状尼龙6和聚苯乙烯并进行回收。

[0051] 实施例三

[0052] 在选择性激光烧结间接成型陶瓷制件完成后,取1kg剩下余料聚丙烯和氧化铝陶瓷粉末颗粒的混合粉末,将其置于密闭搅拌釜中;

[0053] 配置2L的乙二醇溶剂置于搅拌釜中。

[0054] 抽真空后充入氩气,使搅拌釜的气压为0.1MPa。

[0055] 开启搅拌,速率为4r/s。同时以6°C/min加热搅拌釜到190°C,保温保压2h后停止搅拌,静止1h,再以4°C/min冷却至室温;

[0056] 待搅拌釜冷却到室温时,取出沉底的氧化铝粉末颗粒,采用无水乙醇清洗,真空干燥、筛分得到可重复利用氧化铝陶瓷粉末颗粒,同时,取出悬浮在乙二醇溶剂表面的块状聚丙烯并进行回收。

[0057] 实施例四

[0058] 在选择性激光烧结间接成型陶瓷制件完成后,取不合格的1kg的待分离回收的聚乙烯和尼龙11包覆氧化锆陶瓷粉末颗粒的初坯废件,对其进行捣碎筛分,再置于密闭搅拌釜中;

[0059] 配置1.8L的二苯醚溶剂置于搅拌釜中。

[0060] 抽真空后充入氮气,使搅拌釜的气压为0.3MPa。

[0061] 开启搅拌,速率为6r/s。同时以5°C/min加热搅拌釜到220°C,保温保压1.5h后停止搅拌,静止2h,再以2.5°C/min冷却至室温。

[0062] 待搅拌釜冷却到室温时,取出沉底的氧化锆陶瓷粉末颗粒,采用甲醇清洗,真空干燥、筛分得到可重复利用氧化锆陶瓷粉末颗粒,同时,取出悬浮在乙二醇溶剂表面的块状聚乙烯和尼龙11并进行回收。

[0063] 以上实施例仅是本发明的优选实施方式,本发明的保护范围并不仅限于上述实

施例,凡属于本发明思路下的技术方案均应属于本发明的保护范围。应当指出,在不脱离本发明原理前提下的若干修改和修饰,应视为本发明的保护范围。