



(21)申请号 201510048490.7

(22)申请日 2015.01.30

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104668552 A

(43)申请公布日 2015.06.03

(73)专利权人 成都新柯力化工科技有限公司

地址 610091 四川省成都市青羊区蛟龙工
业港东海路4座

(72)发明人 陈庆 曾军堂

(51)Int.Cl.

B22F 1/02(2006.01)

B22F 9/04(2006.01)

审查员 范肖凌

权利要求书1页 说明书6页

(54)发明名称

一种用于3D打印的铝粉及其制备方法

(57)摘要

本发明提出一种用于3D打印的铝粉。该铝粉是以白炭黑为载体,在真空条件下,将铝在680℃熔融后,停留在白炭黑的空隙中,通过氩气保护研磨形成平均粒径在50-100nm、球形度为0.75以上球形铝粉,通过单体在铝粉表面包覆聚合,使球形铝粉含氧率降低,防止氧化铝对铝的融化造成影响,得到的铝粉熔化温度低,熔化均匀,用于3D打印制造时金属内部组织均匀,产品成型精度提高,可以用于制备复杂构件的精密金属制品。

1.一种用于3D 打印的铝粉,其特征是:以白炭黑为载体,白炭黑与铝的质量配比为1:300-500,金属铝熔融停留在白炭黑颗粒的空隙中,通过研磨细化得到平均粒径在50-100nm、球形度为0.75 以上球形铝粉,球形铝粉表面包覆单体并聚合,用于3D 打印制造;所述白炭黑的孔径为100-150nm ;所述的单体为丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯、苯乙烯中的至少一种。

2.权利要求1 所述一种用于3D 打印的铝粉的制备方法,其特征是按照如下方式进行:

1)将纯度为99.5%以上的金属铝置于真空炉中,在680℃熔融后,按照白炭黑与铝的质量配比为1:300-500将白炭黑加入真空炉,维持真空,以50-100rpm 的转速将白炭黑与熔融铝分散3-5min,使熔融铝停留在白炭黑的多孔空隙中;

2)将步骤1)得到的熔融铝- 白炭黑复合物冷却后,在氩气保护下进行研磨,以白炭黑100-150nm 的孔径作为铝粉成粒的隔离膜,不但易于研磨粉碎分散,而且得到的铝粉粒径分布均匀,氧含量低;

3)将步骤2)得到的铝粉100重量份、0.5-1.0重量份的单体加入反应混合器,温度升至80-120℃,以400-900rpm的高速搅拌分散15-20 分钟,然后加入0.008-0.01 重量份的引发剂,所述的单体为丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯、苯乙烯中的至少一种,所述的引发剂选用2,3-二苯基丁腈,在引发剂的作用下,单体在铝粉表面聚合形成一层包膜,聚合包覆铝粉,得到一种用于3D 打印的铝粉。

一种用于3D打印的铝粉及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于3D打印制造领域,具体涉及一种用于3D打印制造的铝粉,并进一步涉及该铝粉的制备方法。

背景技术

[0002] 3D打印技术是一种通过逐层增加堆积材料来生成三维实体的快速增材制造技术,不但克服了传统减材制造造成的损耗,而且使产品制造更智能化,更精准,更高效。尤其是涉及到复杂形状的高端制造,3D打印技术显示出巨大的优越性。3D打印技术是一项具有工业革命意义的高新制造技术,代表了世界制造业发展的新趋势,对于加快先进制造业发展、促进工业转型升级具有重要的引领作用。随着高端制造业的发展,目前3D打印制造技术受到高度关注,与机器人技术、人工智能技术一起被称为推动第三次工业革命的关键技术。

[0003] 由于3D打印制造技术完全改变了产品的成型方式和原理,是对传统制造模式的颠覆,因此材料瓶颈成为限制3D打印发展的问题,也是3D打印突破创新的关键点和难点所在。目前,3D打印技术中常用的材料是塑料材料,利用塑料材料热塑性可熔融的特性,在熔融状态下,从喷头处挤压出来,通过凝固层层叠加最终形成产品。由于塑料材料良好的热流动性、快速冷却粘接性、较高的机械强度,在3D打印制造领域得到快速的应用和发展。而3D打印的最终发展是在高端工业领域应用,树脂塑料还无法满足高端工业3D打印的需要,因此3D打印材料逐步从树脂塑料向金属材料发展。

[0004] 金属粉末作为3D打印原料,主要采用高功率的能量束如激光、电子束作为热源,使粉末材料进行选区熔化,冷却结晶后形成堆积层连续成型,形成最终产品。由于金属粉末熔化温度高,容易氧化,影响制品的强度,且激光熔化后的材料凝固会造成金属体积收缩,造成巨大的材料热应力,严重影响材料强度。另外,由于金属粉末粒径和分布的影响,冷却结晶过程复杂,结晶过程很难定量控制,一旦出现晶体粗大、枝晶等必将造成材料成型后的力学性能降低的问题,最终结果就是关键构件没办法获得实际应用。中国发明专利CN103862040A公开了一种用于3D打印的镁基金属粉末材料,以包裹有松香包膜的镁粉为基本材料,以包裹有松香薄膜的镍粉为支撑材料,以铝粉为中间材料,通过混合搅拌而成。为了得到高强度的合金器件,采用了多种金属共混的方法。

[0005] 中国发明专利CN103801704A公开了一种用于3D打印的铜粉,采用氩气保护炉熔炼TU0无氧铜至1250~1400℃,通过炉底吹氩来去除熔融铜液内的夹杂,使铜液完全熔化并温度均匀。通过漏包坍塌和导流嘴流经气雾化喷嘴,形成小液滴,得到的铜粉球形较好,但粒径较大,因此在用于3D打印制造时熔融温度高,难以控制。

[0006] 根据上述,目前在3D打印制造应用的金属粉末,存在着熔融温度高、粒径大、氧含量高、球形度差、成分均匀性差以及粒度分布不佳等问题。因此金属粉由于粗细不均匀,熔化不均,在凝固时会造成体积收缩,造成材料结构缺陷,强度受损。

发明内容

[0007] 针对目前3D打印金属粉末粒径粗、分布不均匀、含氧量高、熔化温度高的缺陷,本发明提出一种用于3D打印的铝粉。该铝粉是以白炭黑为载体,在真空条件下,将铝在680℃熔融后,停留在白炭黑的空隙中,通过氩气保护研磨形成球形铝粉,使球形铝粉含氧率降低,防止氧化铝对铝的融化造成影响,通过单体在铝粉表面包覆聚合,从而使铝粉用于3D打印制造。进一步提供用于3D打印铝粉的制备方法。

[0008] 一种用于3D打印的铝粉,是通过如下技术方案实现的:

[0009] 一种用于3D打印的铝粉,其特征是:以白炭黑为载体,白炭黑与铝的质量配比为1:300-500,金属铝熔融停留在白炭黑的空隙中,通过研磨细化得到平均粒径在50-100nm、球形度为0.75以上球形铝粉,球形铝粉表面包覆单体并聚合,可用于3D打印制造。

[0010] 所述白炭黑的孔径为100-150nm。

[0011] 所述的单体为丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯、苯乙烯中的至少一种。

[0012] 本发明一种用于3D打印的铝粉的制备方法,其特征是按照如下方式进行:

[0013] 1)将纯度为99.5%以上的金属铝置于真空炉中,在680℃熔融后,按照白炭黑与铝的质量配比为1:300-500将白炭黑加入真空炉,维持真空,以50-100rpm的转速将白炭黑与熔融铝分散3-5min,使熔融铝停留在白炭黑的多孔的空隙中;

[0014] 2)将步骤1)得到的熔融铝-白炭黑复合物冷却后,在氩气保护下进行研磨,以白炭黑100-150nm的孔径作为铝粉成粒的隔离膜,不但易于研磨粉碎分散,而且得到的铝粉粒径分布均匀,氧含量低;

[0015] 3)将步骤2)得到的铝粉100重量份、0.5-1.0重量份的单体加入反应混合器,温度升至80-120℃,以400-900rpm的高速搅拌分散15-20分钟,然后加入0.008-0.01重量份的引发剂,所述的单体为丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯、苯乙烯中的至少一种,所述的引发剂选用2,3-二苯基丁腈,在引发剂的作用下,单体在铝粉表面聚合形成一层包膜,聚合包覆铝粉,得到一种用于3D打印的铝粉。

[0016] 本发明一种用于3D打印的铝粉,通过白炭黑100-150nm的孔径作为铝粉成粒的隔离膜,使得铝粉易于研磨粉碎,得到的铝粉为纳米级,粒径分布均匀,球形度为0.75以上,为了使纳米级铝粉充分分散和具有粘接性,采用了液状单体分散、包覆铝粉表面并聚合。得到的铝粉熔化温度低,熔化均匀,用于3D打印制造时金属内部组织均匀,产品成型精度提高,可以用于制备复杂构件的精密金属制品;铝粉表面通过聚合包覆薄层粘接剂,有效防止被氧化,从而使铝粉用于3D打印制造具有高流动性和良好的热粘接成型性,含氧量低于323ppm,在135℃以下条件下铝粉表面包覆的聚合物熔化并浸润铝粉颗粒,实现低温打印。

[0017] 本发明一种用于3D打印的铝粉及其制备方法,与现有技术相比,其突出的特点和优异的效果在于:

[0018] 1、本发明一种用于3D打印的铝粉,以白炭黑为载体,平均粒径在50-100nm、球形度为0.75以上,球形铝粉表面包覆单体并聚合,可用于3D打印制造。

[0019] 2、本发明一种用于3D打印的铝粉,粒径达到纳米级,粒径分布均匀,因此熔化温度低,熔化均匀,用于3D打印制造时金属内部组织均匀,产品成型精度提高,可以用于制备复杂构件的精密金属制品。

[0020] 3、本发明一种用于3D打印的铝粉,铝粉表面通过聚合包覆薄层粘接剂,有效防止被氧化,从而使铝粉用于3D打印制造具有高流动性和良好的热粘接成型性,力学性能优异。

[0021] 4、本发明一种用于3D打印的铝粉的制备方法,通过白炭黑100-150nm的孔径作为铝粉成粒的隔离膜,使得铝粉易于研磨粉碎,得到的铝粉粒径分布均匀,球度高,通过单体在铝粉表面包覆聚合,包覆完全,包覆层薄,大幅减少了粘接剂对金属制品强度的影响。

具体实施方式

[0022] 以下通过具体实施方式对本发明作进一步的详细说明,但不应将此理解为本发明的范围仅限于以下的实例。在不脱离本发明上述方法思想的情况下,根据本领域普通技术知识和惯用手段做出的各种替换或变更,均应包含在本发明的范围内。

[0023] 实施例1

[0024] 1)将纯度为99.5%以上的金属铝置于真空炉中,在680℃熔融后,按照白炭黑与铝的质量配比为1:300将白炭黑加入真空炉,维持真空,以50rpm的转速将白炭黑与熔融铝分散5min,使熔融铝停留在白炭黑的多孔的空隙中;

[0025] 2)将步骤1)得到的熔融铝-白炭黑复合物冷却后,在氩气保护下进行研磨,以白炭黑100-150nm的孔径作为铝粉成粒的隔离膜,不但易于研磨粉碎分散,而且得到的铝粉粒径分布均匀,氧含量低;

[0026] 3)将步骤2)得到的铝粉100重量份、0.5重量份的丙烯酸酯加入反应混合器,温度升至80℃,以400rpm的高速搅拌分散15分钟,然后加入0.008重量份的引发剂2,3-二苯基丁腈,在引发剂的作用下,丙烯酸酯在铝粉表面聚合形成一层包膜,聚合包覆铝粉,得到一种用于3D打印的铝粉。

[0027] 将实施例1得到的铝粉通过检测:性能数据如下表:

检验项目	检测结果
平均粒径	82nm
球度(80%)	≥ 0.86
含氧量	323ppm
粉末流动性(BEF)	25mJ
熔化温度	125℃
硬度	75HRB

[0028] 通过3D打印机的喷嘴进行打印,在125℃条件下铝粉表面包覆的聚合物熔化并浸润铝粉颗粒,冷却凝固后将铝粉颗粒粘接形成金属坯件,通过后期烧结,将聚合物分解,铝粉逐步熔化固化形成铝质金属件。由于铝粉粒径细小、分布均匀,因此熔化温度低,熔化均匀,用于3D打印制造时金属铝件内部组织均匀,产品成型精度提高。

[0029] 实施例2

[0030] 1)将纯度为99.5%以上的金属铝置于真空炉中,在680℃熔融后,按照白炭黑与铝的质量配比为1:400将白炭黑加入真空炉,维持真空,以100rpm的转速将白炭黑与熔融铝分散5min,使熔融铝停留在白炭黑的多孔的空隙中;

[0031] 2)将步骤1)得到的熔融铝-白炭黑复合物冷却后,在氩气保护下进行研磨,以白炭黑100-150nm的孔径作为铝粉成粒的隔离膜,不但易于研磨粉碎分散,而且得到的铝粉粒径分布均匀,氧含量低;

[0032] 3)将步骤2)得到的铝粉100重量份、0.5重量份的甲基丙烯酸酯加入反应混合器,

温度升至80℃,以900rpm的高速搅拌分散20分钟,然后加入0.01重量份的引发剂2,3-二苯基丁腈,在引发剂的作用下,单体在铝粉表面聚合形成一层包膜,聚合包覆铝粉,得到一种用于3D打印的铝粉。

[0033] 将实施例2得到的铝粉通过检测:性能数据如下表:

检验项目	检测结果
平均粒径	64nm
球度(80%)	≥ 0.78
含氧量	246ppm
粉末流动性(BEF)	21mJ
熔化温度	135℃
硬度	78HRB

[0034] 通过3D打印机的喷嘴进行打印,在135℃条件下铝粉表面包覆的聚合物熔化并浸润铝粉颗粒,冷却凝固后将铝粉颗粒粘接形成金属坯件,通过后期烧结,将聚合物分解,铝粉逐步熔化固化形成铝质金属件。由于铝粉粒径细小、分布均匀,因此熔化温度低,熔化均匀,用于3D打印制造时金属铝件内部组织均匀,产品成型精度提高。

[0035] 实施例3

[0036] 1)将纯度为99.5%以上的金属铝置于真空炉中,在680℃熔融后,按照白炭黑与铝的质量配比为1:500将白炭黑加入真空炉,维持真空,以80rpm的转速将白炭黑与熔融铝分散3-5min,使熔融铝停留在白炭黑的多孔的空隙中;

[0037] 2)将步骤1)得到的熔融铝-白炭黑复合物冷却后,在氩气保护下进行研磨,以白炭黑100-150nm的孔径作为铝粉成粒的隔离膜,不但易于研磨粉碎分散,而且得到的铝粉粒径分布均匀,氧含量低;

[0038] 3)将步骤2)得到的铝粉100重量份、0.5重量份的苯乙烯加入反应混合器,温度升至100℃,以400rpm的高速搅拌分散15分钟,然后加入0.01重量份的引发剂2,3-二苯基丁腈,在引发剂的作用下,单体在铝粉表面聚合形成一层包膜,聚合包覆铝粉,得到一种用于3D打印的铝粉。

[0039] 将实施例1得到的铝粉通过检测:性能数据如下表:

检验项目	检测结果
平均粒径	60nm
球度(80%)	≥ 0.79
含氧量	180ppm
粉末流动性(BEF)	31mJ
熔化温度	115℃
硬度	72HRB

[0040] 通过3D打印机的喷嘴进行打印,在115℃条件下铝粉表面包覆的聚合物熔化并浸润铝粉颗粒,冷却凝固后将铝粉颗粒粘接形成金属坯件,通过后期烧结,将聚合物分解,铝粉逐步熔化固化形成铝质金属件。由于铝粉粒径细小、分布均匀,因此熔化温度低,熔化均匀,用于3D打印制造时金属铝件内部组织均匀,产品成型精度提高。

[0041] 实施例4

[0042] 1)将纯度为99.5%以上的金属铝置于真空炉中,在680℃熔融后,按照白炭黑与铝的质量配比为1:450将白炭黑加入真空炉,维持真空,以50rpm的转速将白炭黑与熔融铝分散3min,使熔融铝停留在白炭黑的多孔的空隙中;

[0043] 2)将步骤1)得到的熔融铝-白炭黑复合物冷却后,在氩气保护下进行研磨,以白炭黑100-150nm的孔径作为铝粉成粒的隔离膜,不但易于研磨粉碎分散,而且得到的铝粉粒径分布均匀,氧含量低;

[0044] 3)将步骤2)得到的铝粉100重量份、0.8重量份的甲基丙烯酸酯加入反应混合器,温度升至120℃,以800rpm的高速搅拌分散18分钟,然后加入0.008重量份的引发剂2,3-二苯基丁腈,在引发剂的作用下,单体在铝粉表面聚合形成一层包膜,聚合包覆铝粉,得到一种用于3D打印的铝粉。

[0045] 将实施例1得到的铝粉通过检测:性能数据如下表:

检验项目	检测结果
平均粒径	100nm
球度(80%)	≥ 0.91
含氧量	361ppm
粉末流动性(BEF)	20mJ
熔化温度	130℃
硬度	81HRB

[0046] 通过3D打印机的喷嘴进行打印,在130℃条件下铝粉表面包覆的聚合物熔化并浸润铝粉颗粒,冷却凝固后将铝粉颗粒粘接形成金属坯件,通过后期烧结,将聚合物分解,铝粉逐步熔化固化形成铝质金属件。由于铝粉粒径细小、分布均匀,因此熔化温度低,熔化均匀,用于3D打印制造时金属铝件内部组织均匀,产品成型精度提高。

[0047] 实施例5

[0048] 1)将纯度为99.5%以上的金属铝置于真空炉中,在680℃熔融后,按照白炭黑与铝的质量配比为1:500将白炭黑加入真空炉,维持真空,以90rpm的转速将白炭黑与熔融铝分散3min,使熔融铝停留在白炭黑的多孔的空隙中;

[0049] 2)将步骤1)得到的熔融铝-白炭黑复合物冷却后,在氩气保护下进行研磨,以白炭黑100-150nm的孔径作为铝粉成粒的隔离膜,不但易于研磨粉碎分散,而且得到的铝粉粒径分布均匀,氧含量低;

[0050] 3)将步骤2)得到的铝粉100重量份、1.0重量份的丙烯酸酯加入反应混合器,温度升至850℃,以900rpm的高速搅拌分散20分钟,然后加入0.01重量份的引发剂2,3-二苯基丁腈,在引发剂的作用下,单体在铝粉表面聚合形成一层包膜,聚合包覆铝粉,得到一种用于3D打印的铝粉。

[0051] 将实施例1得到的铝粉通过检测:性能数据如下表:

检验项目	检测结果
平均粒径	80nm
球度(80%)	≥ 0.81
含氧量	288ppm
粉末流动性(BEF)	29mJ

熔化温度	125℃
硬度	75HRB

[0052] 通过3D打印机的喷嘴进行打印,在125℃条件下铝粉表面包覆的聚合物熔化并浸润铝粉颗粒,冷却凝固后将铝粉颗粒粘接形成金属坯件,通过后期烧结,将聚合物分解,铝粉逐步熔化固化形成铝质金属件。由于铝粉粒径细小、分布均匀,因此熔化温度低,熔化均匀,用于3D打印制造时金属铝件内部组织均匀,产品成型精度提高。