



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104646670 B

(45)授权公告日 2017.05.24

(21)申请号 201510098895.1

(22)申请日 2015.03.06

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104646670 A

(43)申请公布日 2015.05.27

(73)专利权人 沈湧

地址 100176 北京市亦庄经济技术开发区
米兰天空1栋3单元401室

(72)发明人 沈湧

(51)Int.Cl.

B22F 3/115(2006.01)

审查员 罗艳归

权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

高频感应熔融的金属3D打印机

(57)摘要

本发明公开一种采用高频感应加热方式熔融金属材料的3D打印机,高频信号对线圈内的金属材料感应加热,使其熔融成液态或半液态的金属,由打印头将液态金属喷射的加工平台上,一滴一滴地扫描熔接直接成型。采用惰性气体保护熔接,使打印金属熔接时无飞溅、无氧化、结果致密、不变形,可直接成型高质量的3D打印构件。本发明可应用在几克小件金属构件的3D打印,也可应用到数吨金属构件的直接成型3D打印加工。

1. 一种高频感应熔融的金属3D打印机,其特征在于,所述金属3D打印机包括:控制计算机、高频感应熔融3D打印箱架、熔融高频信号发生器(3)、构件升温装置、气体管路和电源;所述高频感应熔融3D打印箱架包括高频感应熔融打印头,所述高频感应熔融打印头包括喷嘴(251)、高频感应线圈(252)、线圈冷却装置(253)、挤出装置(254)、高温传感器(255),所述高频感应熔融打印头将液态或半液态的金属逐点喷射到打印工件上。

2. 如权利要求1所述的金属3D打印机,其特征在于,所述高频感应熔融3D打印箱架包括箱体、水平位移装置、打印平台、升降装置、高频感应熔融打印头、控制电路。

3. 如权利要求1所述的金属3D打印机,其特征在于,气体管路包括抽气管路、惰性气体保护气路。

高频感应熔融的金属3D打印机

技术领域

[0001] 本发明涉及金属3D打印机,具体地说,是由采用高频感应熔融的金属3D打印机。

背景技术

[0002] 3D打印技术不同于传统的机械加工的‘减材成型’,而是分层加工的‘增材成型’工艺,虽然3D打印技术还存在问题,但它已经有多种技术,并接近成熟,它将引爆第三次工业革命。

[0003] 3D打印机的基本部分是打印头将打印材料喷射到打印平台的打印工件上,或者是通过逐层选择性地固化、熔接粉末而成型;而打印头与打印平台之间作相对的3维(3D)运动。

[0004] 3D打印的主流技术包括SLA、FDM、SLS、3DP、LOM等,其SLA是把液态的光敏塑料打印,经紫外线照射固化成型;FDM是把塑料熔化成半熔状态拉成丝,用‘线’来构成面,一层一层堆起来;SLS和SLA理论上是一样的,而SLS是用激光烧结粉末;3DP是喷头喷粘合剂将薄层粉末固化成型;LOM是分层实体制造,将片、板黏结或焊接而成。

[0005] 对于金属打印主要分为三大类:激光烧结技术(Laser Sintering)、粘结剂喷射(Binder Jetting)和电子束熔炼(EBM,Electron Beam Melting)。

[0006] 激光烧结技术主要有SLS、SLM、和DMLS的3种金属3D打印技术,它们从原理上讲是基本上相同的。

[0007] 选择性激光烧结技术SLS,它是用激光选择性地烧结预先喷铺的金属和低熔点金属的混合粉末;

[0008] 选择性激光熔化技术SLM(Selective Laser Melting),它是SLS的改进工艺,是直接激光束完全熔化金属粉末成型;

[0009] 直接金属激光烧结技术DMLS(Direct Metal Laser Sintering),它是边铺边烧结的。

[0010] 另外,近期发展的激光熔覆成型LCF(Laser Cladding Forming),激光近净成型LENS(Laser Engineered Net Shaping);

[0011] 电子束熔融打印技术,目前主要有EBM和EBDM两种:

[0012] 电子束熔炼EBM(Electron Beam Melting),它与DMLS、SLM原理相似,不同之处是热源不是激光,而是电子束;

[0013] 电子束直接制造EBDM(Electron Beam Direct Manufacturing),它与EBM不同,它是将打印材料直接送进打印头,用电子束在机头熔融打印材料,再一滴一滴打印金属制品,其打印的金属构件的制作精度和质量都非常高。

[0014] 现有的金属3D打印机还不能直接成型‘吨级’金属构件,需要有一种大容量熔融金属的打印头快速喷射液态或半液态的金属,以实现直接成型‘吨级’金属构件。

[0015] 本发明提供具有EBDM打印水平的低成本打印技术——高频感应熔融直接制造技术HFDM(High frequency induction melt Direct Manufacturing),它是属于熔融沉积成

型FDM技术,与EBDM不同之处是采用的热源不是电子束,而是采用高频感应熔融。

[0016] HFDM初步可分为3个量级,1公斤以下的小型金属3D打印机,百公斤以下的大型金属3D打印设备,‘吨级’以上的金属3D打印装置。

[0017] 本发明的HFDM是通过高频感应线圈对打印头内的金属材料熔融,类似于塑料(高密度聚乙烯、ABS、聚乳酸等)3D打印机,由打印头将液态金属按打印程序扫描喷射到打印平台上直接打印成型。

[0018] 为避免金属材料在熔融打印过程中产生氧化和飞溅,本发明采用惰性气体(常用的氩气)的保护和调节温度,同时使其冷凝成型时,保持结构致密、均匀不变形等特点的金属3D打印。

[0019] 100KW大功率高频感应炉能够快速熔融公斤级的金属材料,为实现快速打印超大构件成为可能。

[0020] 采用高频感应熔融和氩气保护技术是非常成熟的应用技术,例如用于高频感应熔炼和焊接的高频炉已经广泛生产,氩弧焊就是采用氩气保护的电弧焊。

[0021] 成熟的高频感应熔化金属技术与氩气保护的3D打印技术的结合,可实现各种规格的金属3D打印机。尤其能实现超大金属构件的3D打印的直接成型。

[0022] 高频感应熔融加热技术和相关的3D打印方法,实现一种廉价、结构致密的、高质量的打印3D金属构件。

发明内容

[0023] 本发明的目的是提供高频感应熔融金属材料的3D打印机,它由控制计算机、高频感应熔融3D打印箱架、熔融高频信号发生器3、构件升温装置、气体管路和电源。

[0024] 控制计算机由主计算机和各个检测单片机和控制单片机组成,对打印机的各个部件进行同步控制:打印机的XYZ三维运动,打印头的喷射速度,金属丝的熔化速度和温度、打印件的环境温度,高频感应线圈的冷却,按打印工艺要求调节保护气体的流量等。

[0025] 高频感应熔融3D打印箱架是实现3D打印的实体。它采用了高频感应熔融金属技术实现3D金属打印。

[0026] 熔融高频信号发生器3(它是一种工业加热炉,俗称‘高频炉’)是为高频感应熔融打印头提供高频能量。

[0027] 构件升温装置是保证打印构件的熔接点的有效熔接,应对打印构件按打印工艺的温度要求进行保温和升温。

[0028] 为用液态或半液态金属打印时,保证打印件的结构致密、无飞溅、不变形,采用惰性气体保护喷射的金属与打印件的熔接。需要提供抽气管路和惰性气体管路组成的气体管路。

[0029] 各个部件需要的电源。

[0030] 所述的高频感应熔融打印箱架,其由架体,和架体内装有XY水平位移装置、打印平台、Y升降装置、高频感应熔融打印头、控制电路等。

[0031] 其中架体、XY水平位移装置、打印平台、Y升降装置是3D打印机必有的部件,这些部件由计算机控制而作3D同步运动;配之受计算机控制的高频感应熔融打印头,喷射液态或半液态金属,实现金属的3D打印功能。

[0032] 对于超大重量的‘吨级’高频感应熔融的金属3D装置,其打印箱架是由大型组合支架固定在直接成型的打印现场,在架体上装有XYZ三维移动装置,其包括XY水平位移装置和Y升降装置,高频感应熔融打印头固定在三维位移装置的Z升降装置上,

[0033] 高频感应熔融打印头,是本发明的核心部分,高频感应熔融打印头是用高频能量对金属打印材料感应加热,将金属材料熔融为液态金属或表面熔融的金属丝,通过打印头到喷嘴逐点打印在工件上,实现采用高频感应熔融金属3D打印。

[0034] 打印头喷射的液态或半液态金属与已完成的打印件的之间温差太大,将影响打印的熔接,为此,需要对已打印的工件进行保温或升温,需要有构件升温装置。构件升温装置与打印头的相对位置是固定的,保证打印构件的熔接点是能有效熔接。

[0035] 在打印构件的熔接点处,对高温金属的熔接进行保护。氩气是一种比较理想的保护气体,其化学性质非常不活泼,在高温下也不和金属发生化学反应,从而没有了合金元素氧化烧损及由此带来的一系列的问题,氩气也不溶于液态金属,因而不会引起气孔,氩气是一种单原子气体,在高温下没有分子分解或原子吸热现象,氩气的比热容和热传导能力小,即本身吸收量小,向外传热也少,热量集中而不易散失;

[0036] 所述的高频感应熔融打印头由喷嘴251、高频感应线圈252、线圈冷却装置253、挤出装置254、测高温传感器255。高频熔融打印头有两个作用:①熔融作用,将低温的固态金属加热到液态或半液态的金属;②喷射作用,将液态或半液态的金属逐点喷射到打印工件上。

[0037] 喷嘴251是由耐高温的金属氧化物或陶瓷制成,外面绕制高频感应线圈252,内部通过打印用的金属材料。高频电流通过线圈252,在线圈内形成高频电磁场,电磁场内的金属被感应加热,使其达到熔化。

[0038] 由于高频电流在线圈252内流动会产生热量,需要对线圈252进行冷却处理,对于不同功率等级可采用风冷或水冷的冷却装置253。

[0039] 挤出装置254受计算机控制将熔融的液态或半液态的金属喷射出喷头,实现扫描打印。

[0040] 前面所述,在打印件熔接时进行惰性气体保护,其气体管路包括抽气管路、保护气路两路。抽气管路是抽去机箱内的空气,使其接近真空;通过保护气体管路将惰性气体(常用氩气)注入机箱,机箱你充满惰性气体。

[0041] 本发明是结合成熟的3D打印技术和高频感应加热的技术,配之惰性气体对工件熔接进行保护,实现高质量的金属3D打印。

附图说明

[0042] 图1是高频感应熔融打印头的示意图

[0043] 图2是喷嘴251的示意图

[0044] 具体实施方法

[0045] 对本发明的高频感应熔融直接制造打印机HFDM的各部分分别予以说明。

[0046] HFDM由控制计算机、高频感应熔融3D打印箱架、熔融高频信号发生器3、工件升温装置、气体管路和电源等组成。

[0047] 控制计算机是主从计算机系统,主计算机采集各传感器单片机的信息,通过各个

执行单片机对各个部件进行同步控制,实现3D打印功能。由于目前的计算机功能很强,又有云计算系统的支持,各种传感器、执行部件的智能化、集成化,控制计算机是多样化的。

[0048] 高频感应熔融3D打印箱架根据打印构件的大小,加工精度的不同,有多种实施方法。

[0049] 方案1.在打印大的件构件时,由于采用较粗的金属丝或金属颗粒,打印头作水平移动就比较困难,所以采用垂直移动打印头的方案。

[0050] 打印平台固定在XY水平位移装置上,作水平两维移动;而打印头固定在Z升降装置上,高频感应线圈252可采用铜管绕制,在铜管内流水冷却。

[0051] 挤出装置254在金属材料是颗粒形状时,采用推进方式(如绞肉机推进方式),而对于线状材料时,采用挤压方式,由齿轮挤压推进。

[0052] 方案2.在打印小型金属件时,由于采用1至2毫米的金属丝或小的金属颗粒,打印头可以作XY水平移动,所以采用XY水平移动打印头的方案,打印头固定在XY水平位移装置上,而打印平台固定在Z升降装置上。

[0053] 方案3.对于大件和特大件(几十公斤~几吨)的金属构件的直接打印成型,可采用现场的3D打印。在打印现场根据打印的金属构件的大小,安装合适的组合支架,在支架上固定XY移动的吊梁和Z升降的吊杆,将高频感应熔融打印头固定在XYZ三维移动到吊杆上,由计算机控制进行3D打印。高频感应熔融打印头

[0054] 高频熔融打印头如图1所示,由喷嘴251、高频感应线圈252、线圈冷却装置253、挤出装置254、测高温传感器255等组成。挤出装置由伺服电机2541驱动。

[0055] 其喷嘴251如图2所示,由耐高温的陶瓷材料制成。图2a是大内腔结构,存放熔化的液态金属,经过挤出装置254加压后液态金属从细嘴喷射至打印件。图2b所示的内腔是粗细均匀结构,其直径与金属丝相匹配,金属丝通过高频感应区段时,熔化为液态金属或表面熔化的半液态的金属丝,挤出装置254挤推金属丝后,液态金属或半液态金属由细嘴喷射至打印构件。

[0056] 高频感应线圈252绕制在喷嘴251外,其两端连接高频信号发生器(高频炉)3,线圈的直径、线径、圈数、冷却方式等由高频频率、熔融的金属量和熔融速度等参数决定,从事高频炉的生产和用高频炉熔炼、焊接的技术人员都会配置。

[0057] 构件升温装置根据打印构件的具体情况,分为激光升温方式,电弧升温方式,气焊升温方式等。对于精度要求较高的构件(如飞机喷气发动机)就采用激光升温方式;对于大型构件可采用电弧升温方式;而精度要求较低的超大构件可以采用气焊升温方式。其三种方式都是极为成熟的加工方式。

[0058] 采用机箱的3D打印机,可以由惰性气体充满机箱,由于惰性气体(氩气)比重大于空气,所以惰性气体的注入管甚至机箱的底部,机箱的排气口设置在机箱顶部;惰性气体(氦气、氖气)比重小于空气,其进出气口设置相反。

[0059] 对于超大型现场3D金属打印,是采用敞开式组合支架,类似氩弧焊的方式,由安装在吊杆上的氩气喷嘴将氩气喷到打印的熔接点。

[0060] *****

[0061] 综上所述,本发明公开一种采用高频加热方式熔融金属材料的3D打印机,高频信号对线圈内的金属材料感应加热,使其熔融成液态或半液态的金属,由打印头将液态金属

喷射的加工平台上,一滴一滴地扫描熔接直接成型。

[0062] 采用惰性气体保护熔接,使打印金属熔接时无飞溅、无氧化、结果致密、不变形,可直接成型高质量的3D打印构件。

[0063] 本发明HFDM可应用在几克小件金属构件的3D打印,也可应用到数吨金属构件的直接成型3D打印加工。

[0064] HFDM的特点是将成熟的高频感应加热的技术和设备应用到3D打印机,实现廉价的金属3D打印。尤其在大件和特大件的金属构件的3D打印方面,更显著其优势。

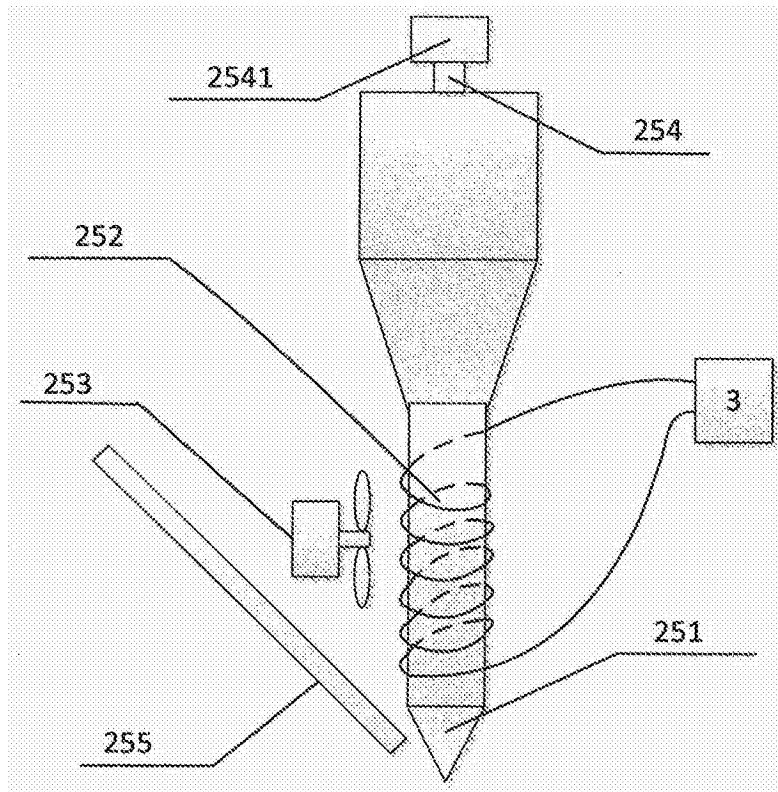


图1

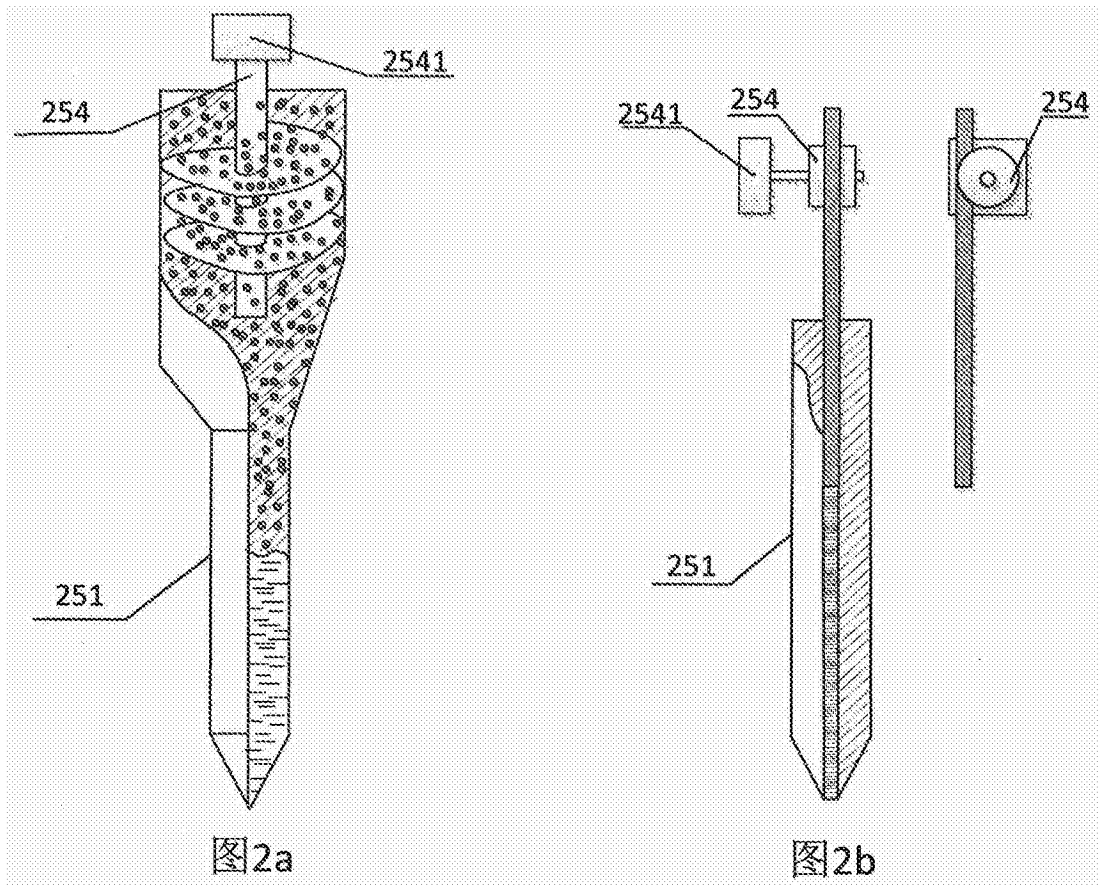


图2