



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107415248 B

(45)授权公告日 2019.06.11

(21)申请号 201710655628.9

B33Y 10/00(2015.01)

(22)申请日 2017.08.03

B33Y 50/02(2015.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107415248 A

(56)对比文件

CN 206140932 U,2017.05.03,

CN 206066960 U,2017.04.05,

CN 206106391 U,2017.04.19,

(43)申请公布日 2017.12.01

(73)专利权人 金华市瑞意电气科技有限公司

地址 321000 浙江省金华市婺城区罗店镇

张家工业园区

审查员 徐凌霄

(72)发明人 林敏

(74)专利代理机构 浙江杭州金通专利事务所有

限公司 33100

代理人 吴佩

(51)Int.Cl.

B29C 64/393(2017.01)

B29C 64/118(2017.01)

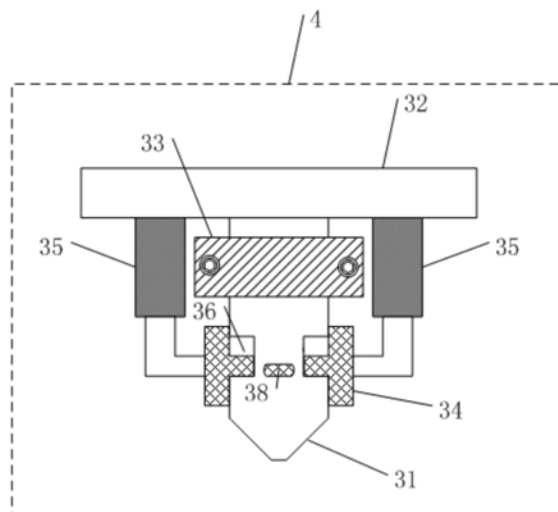
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种3D打印用的熔融控制装置及方法

(57)摘要

本发明是一种3D打印用的熔融控制装置及方法。本发明的技术方案：一种3D打印用的熔融控制装置包括主控制器、活塞套筒、线性执行器和驱动器，其中，线性执行器均与主控制器相连并受主控制器的控制，3D打印机的喷嘴本体上设有内凹槽口和管道，管道设在喷嘴本体内，熔融的打印线材经管道喷出打印，活塞套筒设在在喷嘴本体上的内凹槽口外侧并紧密配合，活塞套筒可沿着内凹槽口滑动，活塞套筒与内凹槽口底部包围形成空腔，管道侧壁上设有开口，开口与空腔连通，喷嘴本体内的熔融态3D打印线材可通过开口流入或流出；线性执行器的一端与活塞套筒相连，驱动器与线性执行器相连并驱动线性执行器的移动，线性执行器带动活塞套筒上下移动。



1. 一种3D打印用的熔融控制装置,其特征在于该3D打印用的熔融控制装置包括主控制器、活塞套筒、线性执行器和驱动器,其中,线性执行器均与主控制器相连并受主控制器的控制,3D打印机的喷嘴本体上设有内凹槽口和管道,管道设在喷嘴本体内部,熔融的打印线材经管道喷出打印,活塞套筒设在在喷嘴本体上的内凹槽口外侧并紧密配合,活塞套筒可沿着内凹槽口滑动,活塞套筒与内凹槽口底部包围形成空腔,管道侧壁上设有开口,开口与空腔连通,喷嘴本体内部的熔融态3D打印线材可通过开口流入或流出;线性执行器的一端与活塞套筒相连,驱动器与线性执行器相连并驱动线性执行器的移动,线性执行器带动活塞套筒上下移动,改变空腔的容积大小,实现喷出与停止的控制。

2. 根据权利要求1所述的一种3D打印用的熔融控制装置,其特征在于所述的活塞套筒采用环形结构,活塞套筒套设在喷嘴本体外侧并与喷嘴本体上的内凹槽口配合,活塞套筒、内凹槽口底部包围形成空腔。

3. 根据权利要求1或2所述的一种3D打印用的熔融控制装置,其特征在于所述的线性执行器呈倒“7”型,线性执行器的一端固定,另一端与活塞套筒相连,与活塞套筒相连的一端在驱动器的驱动下移动,带动活塞套筒的移动。

4. 根据权利要求1或2所述的一种3D打印用的熔融控制装置,其特征在于所述的一种3D打印用的熔融控制装置还包括加热组件和加热控制器,加热控制器与主控制器相连,加热组件与加热控制器相连,加热组件设在喷嘴本体的外侧对喷嘴本体内部的打印线材进行加热,主控制器根据收到的反馈信号输出指令至加热控制器,加热控制器控制加热组件的加热功率。

5. 根据权利要求4所述的一种3D打印用的熔融控制装置,其特征在于所述的喷嘴本体上设有温度传感器,温度传感器与主控制器相连,温度传感器将实时监测到的温度数据反馈给主控制器,主控制器根据收到的反馈信息调整输出指令至加热控制器。

6. 根据权利要求1或2所述的一种3D打印用的熔融控制装置,其特征在于所述的线性执行器采用电磁线圈动作元件。

7. 一种采用上述权利要求之一的3D打印用的熔融控制装置的熔融控制方法,其特征在于该3D打印用的熔融控制方法采用与主控制器相连的驱动器驱动线性执行器移动,停止打印时,驱动器驱动线性执行器上移,带动活塞套筒沿喷嘴本体外壁向上移动,活塞套筒、内凹槽口底部包围形成空腔并逐渐增大容积,与空腔相连通的开口处产生吸力,管道中及喷嘴本体出口处熔融态的打印线材被抽吸至空腔中,切断喷嘴本体出口处打印线材的流出;继续打印时,驱动器驱动线性执行器下移,带动活塞套筒沿喷嘴本体外壁向下移动,空腔内的打印线材被挤压从开口流入管道内,与管道内的打印线材一起喷出。

8. 根据权利要求7所述的一种3D打印用的熔融控制方法,其特征在于该3D打印用的熔融控制方法还包括温度控制,熔融挤出打印时,加热控制器采用大功率使加热组件快速升温,对打印线材进行加热;打印过程中,温度控制采用前馈控制信号与反馈控制信号相结合的方式实现,设在喷嘴本体出口处的温度传感器将检测的温度数据传输至主控制器,前馈控制信号是主控制器根据喷嘴本体喷出扫描速度、3D打印线材的比热容、熔化热综合计算得出,即单位时间内所挤出3D打印线材从低温固态转化为高温熔融态所需的热量,前馈控制信号输送至加热控制器,加热控制器调整加热组件的加热功率;反馈控制信号根据喷嘴本体的温度设定值与喷嘴本体上的温度传感器实测值的偏差,通过控制算法得出,加热组

件在前馈控制信号和反馈控制信号的共同调节下精确维持在3D打印程序设定的熔融挤出温度附近,提高打印的精准;当停止挤出时,主控制器输出信号至加热控制器,将加热组件切换至低功率保温,喷嘴本体中温度也随之下降,以防止加热失衡导致喷嘴本体温度急剧上升。

9.根据权利要求8所述的一种3D打印用的熔融控制方法,其特征在于所述的反馈控制信号计算中采用的控制算法为比例控制算法、比例积分算法、模糊控制算法中的一种。

一种3D打印用的熔融控制装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于机电控制技术领域,具体是一种3D打印用的熔融控制装置及方法。

背景技术

[0002] 熔融沉积成型技术(Fused Deposition Modeling,简称FDM)是当前3D打印主流技术之一,其能打印精细的机械零部件,且打印成本较低而普遍使用。其中,熔融挤出头是FDM3D打印机的核心部件。3D打印过程中,伺服机构带动熔融挤出头沿三维形体剖面扫描时,熔融挤出头根据扫描速度和层厚按设定速度将ABS工程塑料等材质的线材送入喷嘴加热、熔融后吐出并沉积在扫描面上。在加工一些不连贯剖面、微细结构阵列时,FDM 3D打印工艺要求熔融挤出头频繁、快速地在挤出和停止挤出两种状态间切换。而由于熔融挤出头从连续挤出状态停止的瞬间,其高温喷嘴空腔内部储存有一定量的高温稀化打印线材,在重力、液态材料黏连作用下,这些储存的高温稀化打印线材会在3D打印程序停止挤出后,不受控的流挂至扫描面上,从而在打印对象表面或内部产生拉丝、毛刺、细节变形失真等缺陷。这已成为目前影响FDM 3D打印质量的主要问题之一。

[0003] 考虑到熔融挤出头高温喷嘴的热惯性及温控系统的滞后性,仅靠对高温喷嘴温度的动态调节很难实现熔融态3D打印线材在进丝机构停止挤出后立刻与扫描面切断并分离。此外,传统熔融挤出头依靠退丝操作时冷态线材充当活塞的回抽作用,阻止喷嘴流挂的实践效果亦不理想,其原因有二:一是线材直径小、回抽时负压大、易形成空泡;二是线材从冷态到熔融态的中间态即半熔融态打印线材在回抽通道内的粘滞阻力很大。目前3D打印行业还缺少一种能实现熔融挤出头在挤出与停止挤出状态间快速切换的控制方法,以解决高温稀化打印线材不受控流挂、黏连的问题,提升FDM 3D打印质量。

发明内容

[0004] 本发明针对现有技术不足,提供一种结构合理、简便易行、防止打印线材流挂的3D打印用的熔融控制装置及方法。

[0005] 本发明的技术方案如下:一种3D打印用的熔融控制装置,该3D打印用的熔融控制装置包括主控制器、活塞套筒、线性执行器和驱动器,其中,线性执行器均与主控制器相连并受主控制器的控制,3D打印机的喷嘴本体上设有内凹槽口和管道,管道设在喷嘴本体内,熔融的打印线材经管道喷出打印,活塞套筒设在在喷嘴本体上的内凹槽口外侧并紧密配合,活塞套筒可沿着内凹槽口滑动,活塞套筒与内凹槽口底部包围形成空腔,管道侧壁上设有开口,开口与空腔连通,喷嘴本体内的熔融态3D打印线材可通过开口流入或流出;线性执行器的一端与活塞套筒相连,驱动器与线性执行器相连并驱动线性执行器的移动,线性执行器带动活塞套筒上下移动,改变空腔的容积大小,从而实现熔融打印线材的流出或切断,具体来说,当线性执行器带动活塞套筒从内凹槽口底部向上滑动时,空腔容积增大,喷嘴本体的出口处熔融态3D打印线材被吸入至管道并通过开口进入空腔内部,此时喷嘴本体出口处没有打印线材流出,3D打印活动停止;当线性执行器带动活塞套筒从内凹槽口顶部向下

滑动时,空腔容积减小,被抽吸进空腔内部的熔融态3D打印线材通过开口被挤出至管道直至喷嘴出口处,实现打印。

[0006] 在所述的一种3D打印用的熔融控制装置中,所述的活塞套筒包括环形的活塞和套筒,活塞与喷嘴本体上的内凹槽口紧密配合并沿其壁滑动,套筒与喷嘴本体外壁配合,活塞、套筒与内凹槽口形成封闭的空腔,开口与空腔连通,活塞向上滑动时,开口处产生吸力,将管道内熔融的打印线材抽吸进空腔内,切断打印线材的喷出。

[0007] 在所述的一种3D打印用的熔融控制装置中,所述的线性执行器呈倒“7”型,线性执行器的一端固定,另一端与活塞套筒相连,与活塞套筒相连的一端在驱动器的驱动下移动,带动活塞套筒的移动。

[0008] 在所述的一种3D打印用的熔融控制装置中,所述的活塞套筒采用环形结构,活塞套筒套设在喷嘴本体外侧并与喷嘴本体上的内凹槽口配合,活塞套筒、内凹槽口底部包围形成空腔。

[0009] 在所述的一种3D打印用的熔融控制装置中,所述的一种3D打印用的熔融控制装置还包括加热组件和加热控制器,加热控制器与主控制器相连,加热组件与加热控制器相连,加热组件设在喷嘴本体的外侧对喷嘴本体内的打印线材进行加热,主控制器根据收到的反馈信号输出指令至加热控制器,加热控制器控制加热组件的加热功率,使加热组件的温度控制在不同温度的恒温。

[0010] 在所述的一种3D打印用的熔融控制装置中,所述的喷嘴本体上设有温度传感器,温度传感器与主控制器相连,温度传感器将实时监测到的温度数据反馈给主控制器,主控制器根据收到的反馈信息调整输出指令至加热控制器,从而精细调整喷嘴实时温度,实现恒温挤出控制。

[0011] 在所述的一种3D打印用的熔融控制装置中,所述的线性执行器采用电磁线圈动作元件,回吸与切断操作仅需毫秒级时间即可完成。

[0012] 一种采用上述3D打印用的熔融控制装置的熔融控制方法,该3D打印用的熔融控制方法采用与主控制器相连的驱动器驱动线性执行器移动,停止打印时,驱动器驱动线性执行器上移,带动活塞套筒沿喷嘴本体外壁向上移动,活塞套筒、内凹槽口底部包围形成空腔并逐渐增大容积,与空腔相连通的开口处产生吸力,管道中及喷嘴本体出口处熔融态的打印线材被抽吸至空腔中,切断喷嘴本体出口处打印线材的流出;继续打印时,驱动器驱动线性执行器下移,带动活塞套筒沿喷嘴本体外壁向下移动,空腔内的打印线材被挤压从开口流入管道内,与管道内的打印线材一起喷出。

[0013] 在所述的一种3D打印用的熔融控制方法中,该3D打印用的熔融控制方法还包括温度控制,熔融挤出打印时,加热控制器采用大功率使加热组件快速升温,对打印线材进行加热;打印过程中,温度控制采用前馈控制信号与反馈控制信号相结合的方式实现,设在喷嘴本体出口处的温度传感器将检测的温度数据传输至主控制器,前馈控制信号是主控制器根据喷嘴本体喷出扫描速度、3D打印线材的比热容、熔化热综合计算得出,即单位时间内所挤出3D打印线材从低温固态转化为高温熔融态所需的热量,前馈控制信号输送至加热控制器,加热控制器调整加热组件的加热功率;反馈控制信号根据喷嘴本体的温度设定值与喷嘴本体上的温度传感器实测值的偏差,通过控制算法得出,加热组件在前馈控制信号和反馈控制信号的共同调节下精确维持在3D打印程序设定的熔融挤出温度附近,提高打印的精

准;当停止挤出时,主控制器输出信号至加热控制器,将加热组件切换至低功率保温,喷嘴本体中温度也随之下降,以防止加热失衡导致喷嘴本体温度急剧上升。

[0014] 在所述的一种3D打印用的熔融控制方法中,所述的反馈控制信号计算中采用的控制算法为比例控制算法、比例积分算法、模糊控制算法中的一种。

[0015] 本发明中环形的活塞套筒中的活塞截面积远大于喷嘴本体的出口截面积,线性执行器只需驱动活塞套筒滑动微量位移,即可将喷嘴出口处的熔融态下的3D打印线材回吸至喷嘴本体内部,并切断其与已挤出3D打印线材的联系;线性执行器采用电磁线圈动作元件时,回吸与切断操作仅需毫秒级时间即可完成;本发明可用于加工具有复杂截面、需要频繁挤出/停止操作的三维零件,避免出现拉丝、流挂、细节失真等缺陷。

[0016] 本发明结构合理、控制简便易行、熔融挤出操作启停速度快,易于在3D打印行业中推广应用。

附图说明

[0017] 图1为本发明实施例的结构示意图。

[0018] 图2为本发明中活塞套筒与喷嘴本体配合时的剖面示意图。

[0019] 图3为采用本发明结构的3D打印机结构示意图。

[0020] 图4为图2中进丝机构的结构示意图。

[0021] 图5为图2中熔融挤出本体的结构示意图。

[0022] 图6为本发明的控制信号连接图。

[0023] 在附图1~6中,1表示进丝机构;2表示熔融挤出头主体;3表示阻热夹层;4表示喷嘴组合体;5表示冷却水循环泵;6表示打印线材;7表示导丝管;8表示3D零件;11表示第一辊轴;12表示第二辊轴;13表示第一耦合齿轮;14表示第二耦合齿轮;15表示驱动电机;16表示驱动齿轮;17表示框架;18表示进料导管;21表示冷却水道;22表示冷却水进口;23表示冷却水出口;25表示保温层;31表示喷嘴本体;32表示安装法兰;33表示加热组件;34表示活塞套筒;34a表示活塞;34b表示套筒;35表示线性执行器;36表示内凹槽口;37表示管道;38表示开口;50表示电机驱动器一;51表示电机驱动器二;52表示加热控制器;53表示驱动器;60表示主控制器。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图对本发明实施例作详细描述。

[0025] 如图1、2和6所示,一种3D打印用的熔融控制装置,该3D打印用的熔融控制装置包括主控制器60、活塞套筒34、线性执行器35、加热组件33、加热控制器52和驱动器53,其中,加热控制器52、线性执行器35均与主控制器60相连并受主控制器60的控制,加热组件33设在喷嘴本体31的外侧;3D打印机的喷嘴本体31上设有内凹槽口36和管道37,管道37设在喷嘴本体31内,管道37与喷嘴本体31的出口连通,熔融的打印线材经管道37从喷嘴本体31的出口喷出打印;活塞套筒34设在在喷嘴本体31上的内凹槽口36外侧并紧密配合,活塞套筒34包括环形的活塞34a和套筒34b,活塞34a与喷嘴本体31上的内凹槽口36紧密配合并沿其壁滑动,套筒34b与喷嘴本体31外壁配合,活塞34a、套筒34b与内凹槽口36形成封闭的空腔,管道37侧壁上设有开口38,开口38与空腔连通,活塞34a向上滑动时,开口38处产生吸力,将

管道37内熔融的打印线材抽吸进空腔内,切断打印线材的喷出;两个线性执行器35设在活塞套筒34的两侧,线性执行器35呈倒“7”型,线性执行器35采用电磁线圈动作元件,线性执行器35的一端固定,另一端与活塞套筒34相连,与活塞套筒34相连的一端在驱动器53的驱动下移动,带动活塞套筒34的移动,改变空腔的容积大小,从而实现熔融打印线材的流出或切断,具体来说,当线性执行器35带动活塞套筒34从内凹槽口36底部向上滑动时,空腔容积增大,喷嘴本体31的出口处熔融态3D打印线材被吸入至管道37并通过开口38进入空腔内部,此时喷嘴本体31出口处没有打印线材流出,3D打印活动停止;当线性执行器35带动活塞套筒34从内凹槽口36顶部向下滑动时,空腔容积减小,被抽吸进空腔内部的熔融态3D打印线材通过开口38被挤出至管道37直至喷嘴出口处,实现打印,回吸与切断操作仅需毫秒级时间即可完成;加热控制器52与主控制器60相连,加热组件33与加热控制器52相连,加热组件33设在喷嘴本体31的外侧对喷嘴本体1内的打印线材6进行加热,喷嘴本体1上设有温度传感器,温度传感器与主控制器60相连,温度传感器将实时监测到的温度数据反馈给主控制器60,主控制器60根据收到的反馈信号输出指令至加热控制器52,加热控制器52控制加热组件33的加热功率,使加热组件33的温度控制在不同温度的恒温,从而精细调整喷嘴实时温度。

[0026] 参照附图1~6,一种采用上述3D打印用的熔融控制装置的3D打印机,该打印机中的进丝机构1与熔融挤出头主体2相连,熔融挤出头主体2通过阻热夹层3与中空喷嘴组合体4相连,熔融挤出头主体2与冷却水循环泵5相连,3D打印线材6进入进丝机构1,并在1推动下穿过贯通熔融挤出头主体2的导丝管7,而后进入中空喷嘴组合体4,在喷嘴组合体4中熔融并挤出至所加工3D零件8的扫描面上;进丝机构1由第一辊轴11、第二辊轴12、第一耦合齿轮13、第二耦合齿轮14、驱动电机15、驱动齿轮16、框架17、进料导管18构成;第一辊轴11位于第一耦合齿轮13的中心、第二辊轴12位于第二耦合齿轮14的中心,第一耦合齿轮13与第二耦合齿轮14咬合后装配到框架17上;驱动齿轮16位于驱动电机15输出轴上,驱动齿轮16与第二耦合齿轮14咬合后装配到框架17上;第一辊轴11与第二辊轴12之间的空隙小于3D打印线材6的直径,当6从进料导管18进入第一辊轴11与第二辊轴12之间时,驱动电机15带动第一辊轴11与第二辊轴12沿箭头所示方向转动,第一辊轴11与第二辊轴12挤压并推动6向下移动,驱动电机15停止时,3D打印线材6亦停止;熔融挤出头主体2采用导热性能好的金属材料制作,如铜合金和铝合金,其内部有冷却水道21、外部有冷却水进口22和冷却水出口23,冷却水进口22、冷却水出口23与冷却水循环泵5连接后形成封闭的水冷回路;熔融挤出头主体2内有贯通上下的导丝管7,导丝管7的入口与进丝机构1吻合、导丝管7的出口与中空喷嘴组合体4吻合;熔融挤出头主体2外表有保温层25,以抑制其与3D打印舱室环境的热交换;中空喷嘴组合体4由喷嘴本体31、安装法兰32、加热组件33、活塞套筒34、以及线性执行器35组成,加热组件33设在喷嘴本体31的外侧;3D打印机的喷嘴本体31上设有内凹槽口36和管道37,活塞套筒34安装在喷嘴本体31下部的内凹槽口36中,管道37设在喷嘴本体31内,管道37与喷嘴本体31的出口连通,熔融的打印线材6经管道37从喷嘴本体31的出口喷出打印;活塞套筒34设在在喷嘴本体31上的内凹槽口36外侧并紧密配合,活塞套筒34包括环形的活塞34a和套筒34b,活塞34a与喷嘴本体31上的内凹槽口36紧密配合并沿其壁滑动,套筒34b与喷嘴本体31外壁配合,活塞34a、套筒34b与内凹槽口36形成封闭的空腔,管道37侧壁上设有开口38,开口38与空腔连通,活塞34a向上滑动时,开口38处产生吸力,将管道37

内熔融的打印线材6抽吸进空腔内,切断打印线材6的喷出;两个线性执行器35设在活塞套筒34的两侧,线性执行器35呈倒“7”型,线性执行器35采用电磁线圈动作元件,线性执行器35的一端固定,另一端与活塞套筒34相连,与活塞套筒34相连的一端在驱动器53的驱动下移动,带动活塞套筒34的移动,改变空腔的容积大小,从而实现熔融打印线材的流出或切断;驱动电机15与电机驱动器一50联接,冷却循环泵5与电机驱动器二51联接,加热组件33与加热控制器52联接,线性执行器35与驱动器53联接;电机驱动器一50、电机驱动器二51、加热控制器52、驱动器53与主控制器60联接,喷嘴本体1上设有温度传感器,温度传感器与主控制器60相连,温度传感器将实时监测到的温度数据反馈给主控制器60,主控制器60根据收到的反馈信号输出指令至加热控制器52,加热控制器52控制加热组件33的加热功率,使加热组件33的温度控制在不同温度的恒温,从而精细调整喷嘴实时温度。

[0027] 一种采用上述3D打印用的熔融控制装置的熔融控制方法,该3D打印用的熔融控制方法采用与主控制器60相连的驱动器53驱动线性执行器35移动,停止打印时,驱动器53驱动线性执行器35上移,带动活塞套筒34沿喷嘴本体31外壁向上移动,活塞套筒34、内凹槽口36底部包围形成空腔并逐渐增大容积,与空腔相连通的开口38处产生吸力,管道37中及喷嘴本体31出口处熔融态的打印线材被抽吸至空腔中,切断喷嘴本体31出口处打印线材的流出;继续打印时,驱动器53驱动线性执行器35下移,带动活塞套筒34沿喷嘴本体31外壁向下移动,空腔内的打印线材被挤压从开口38流入管道37内,与管道37内的打印线材一起喷出;该3D打印用的熔融控制方法还包括温度控制,熔融挤出打印时,加热控制器52采用大功率使加热组件33快速升温,对打印线材进行加热;打印过程中,温度控制采用前馈控制信号与反馈控制信号相结合的方式实现,设在喷嘴本体31出口处的温度传感器将检测的温度数据传输至主控制器60,前馈控制信号是主控制器60根据喷嘴本体31喷出扫描速度、3D打印线材的比热容、熔化热综合计算得出,即单位时间内所挤出3D打印线材从低温固态转化为高温熔融态所需的热量,前馈控制信号输送至加热控制器52,加热控制器52调整加热组件33的加热功率;反馈控制信号根据喷嘴本体31的温度设定值与喷嘴本体31上的温度传感器实测值的偏差,通过控制算法得出,控制算法为比例控制算法、比例积分算法、模糊控制算法中的一种,加热组件33在前馈控制信号和反馈控制信号的共同调节下精确维持在3D打印程序设定的熔融挤出温度附近,提高打印的精准;当停止挤出时,主控制器60输出信号至加热控制器52,将加热组件切换至低功率保温,喷嘴本体31中温度也随之下降,以防止加热失衡导致喷嘴本体31温度急剧上升。

[0028] 本发明中环形的活塞套筒中的活塞截面积远大于喷嘴本体的出口截面积,线性执行器只需驱动活塞套筒滑动微量位移,即可将喷嘴出口处的熔融态下的3D打印线材回吸至喷嘴本体内部,并切断其与已挤出3D打印线材的联系;线性执行器采用电磁线圈动作元件时,回吸与切断操作仅需毫秒级时间即可完成;本发明驱动活塞套筒的线性执行器亦可采用气动元件、液压元件、压电驱动元件等其它形式的直线伺服机构;本发明可用于加工具有复杂截面、需要频繁挤出/停止操作的三维零件,避免出现拉丝、流挂、细节失真等缺陷。

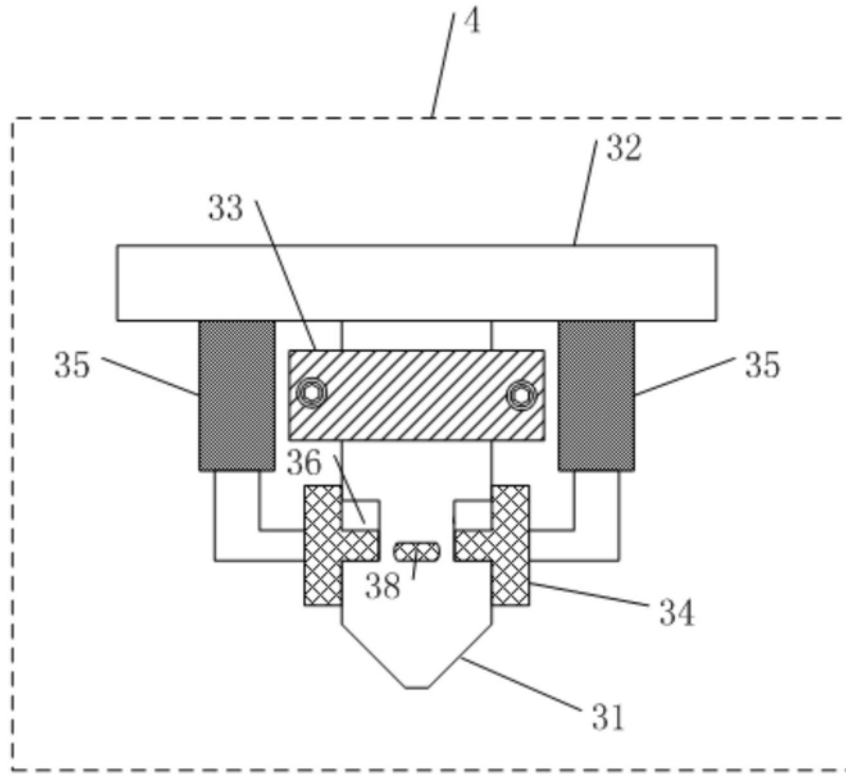


图1

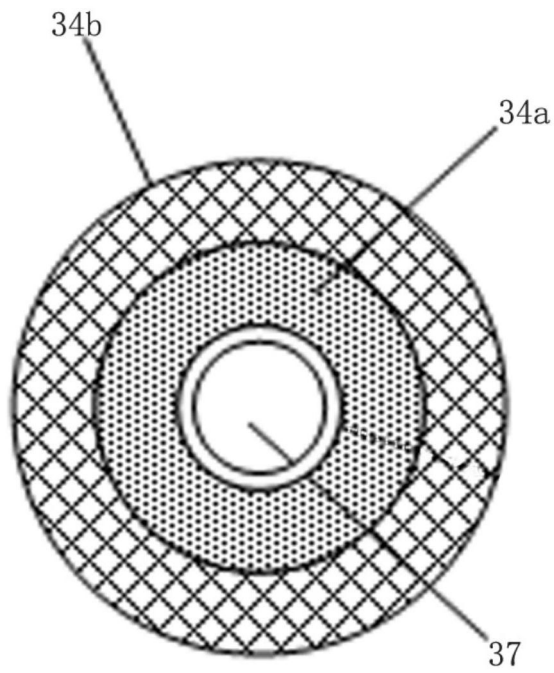


图2

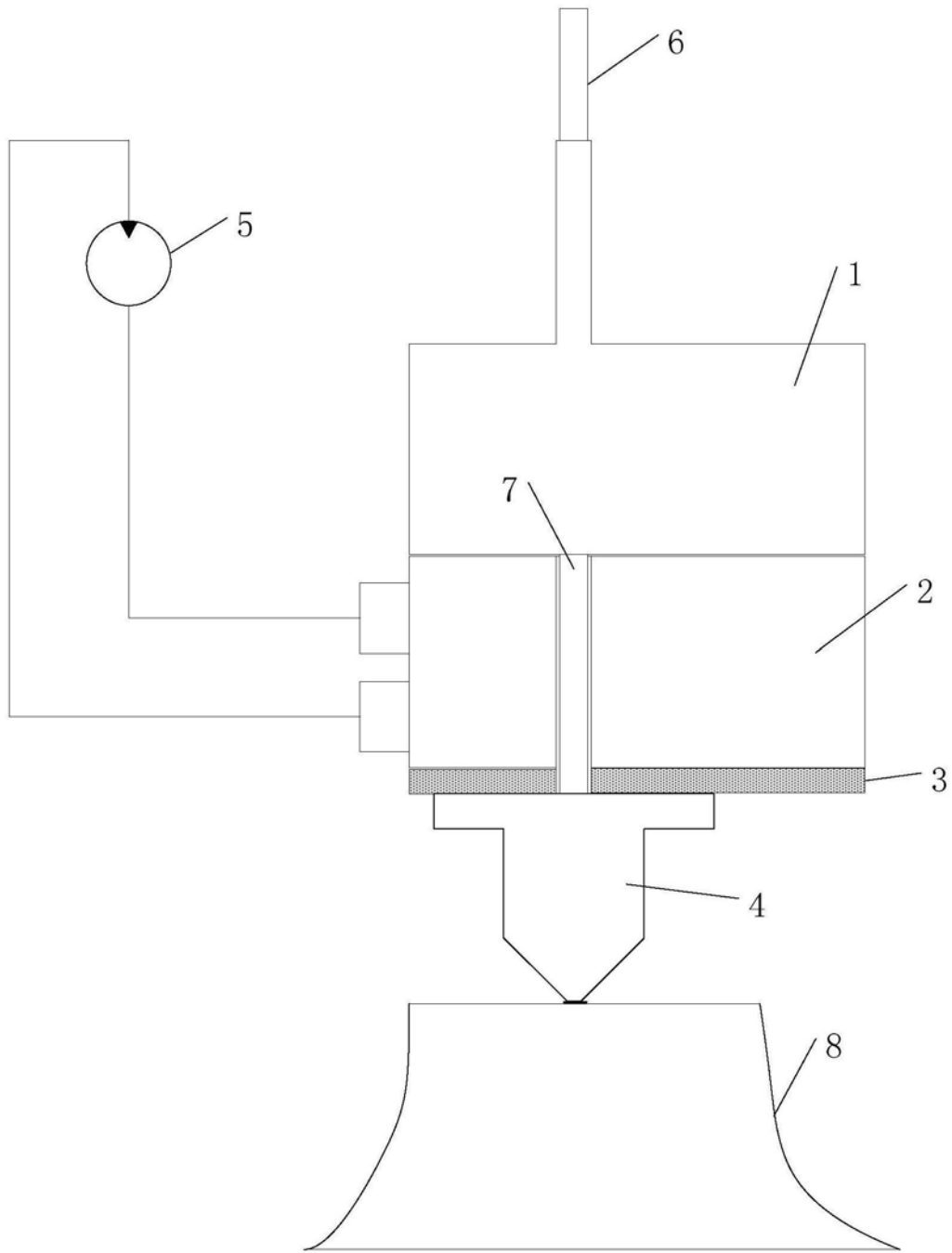


图3

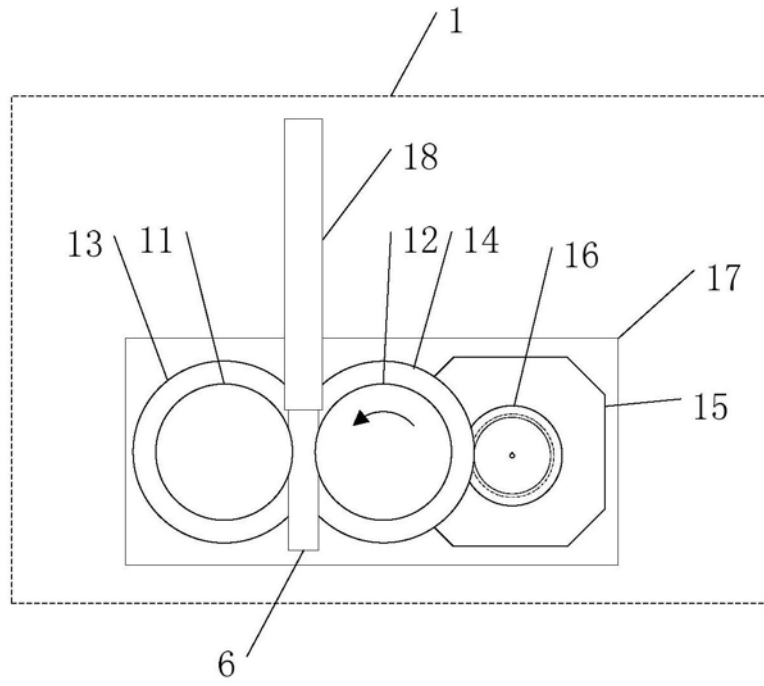


图4

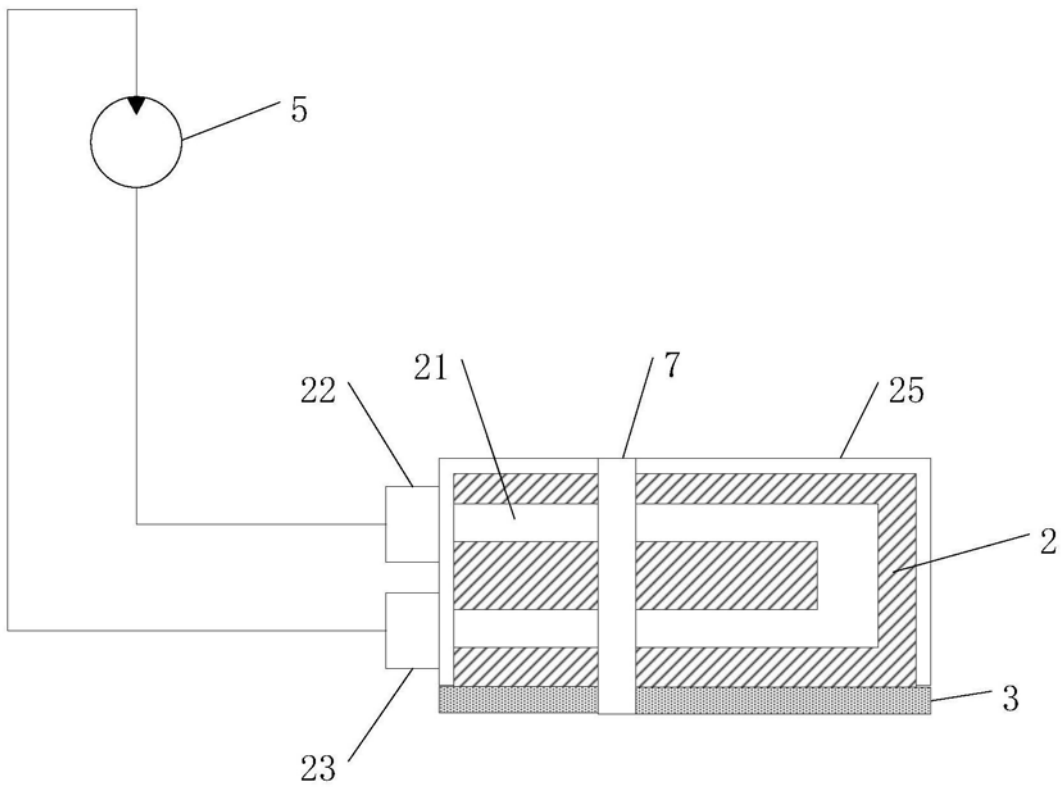


图5

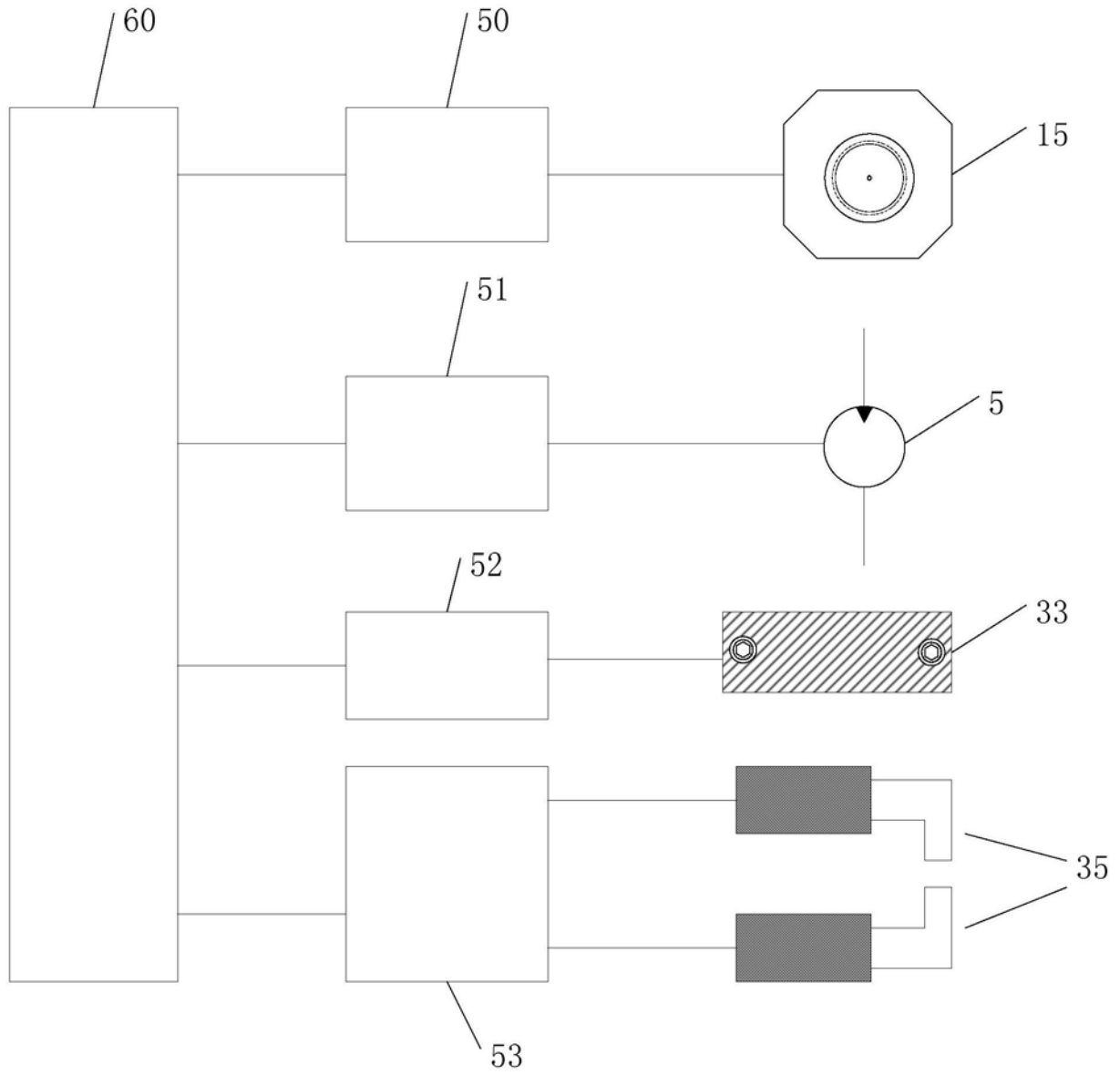


图6