

(19)中华人民共和国国家知识产权局



(12)实用新型专利



(10)授权公告号 CN 205836030 U

(45)授权公告日 2016.12.28

(21)申请号 201620788435.1

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(22)申请日 2016.07.25

(73)专利权人 东莞中国科学院云计算产业技术  
创新与育成中心

地址 523808 广东省东莞市松山湖高  
新技术产业开发区松科苑10号楼305室

(72)发明人 沈震 郭超 熊刚 商秀芹

(74)专利代理机构 广州华进联合专利商标代理  
有限公司 44224

代理人 舒丁

(51)Int.Cl.

B29C 67/00(2006.01)

B33Y 10/00(2015.01)

B33Y 30/00(2015.01)

B33Y 50/02(2015.01)

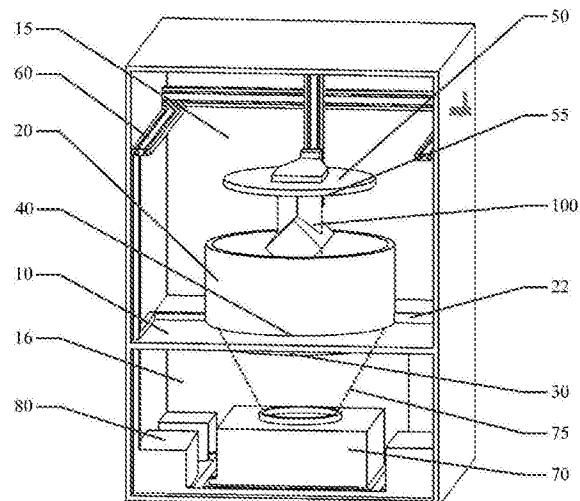
权利要求书1页 说明书8页 附图5页

(54)实用新型名称

基于液体光固化成型的快速3D打印装置

(57)摘要

本实用新型公开了一种基于液体光固化成型的快速3D打印装置，包括：载物台、液体槽、阻聚剂腔体、成型膜、升降台、执行机构、环境变量传感器及中央控制器；所述液体槽安装在载物台上，内盛有用于光固化的液态可聚合物；所述阻聚剂腔体设置在所述液体槽下方；所述成型膜设置在所述液体槽与阻聚剂腔体之间；所述执行机构，包括运动机构及数字光处理器；所述中央控制器与所述执行机构及环境变量传感器连接。本实用新型基于液体光固化成型的快速3D打印装置加快了光固化成型的速度，提高了成型物体精度，打印速度精度可调，改善打印物体的物理特性，减弱光固化成型技术在打印过程中对支撑结构的依赖。



1. 一种基于液体光固化成型的快速3D打印装置,其特征在于,包括:  
载物台;  
液体槽,安装在载物台上;所述液体槽内盛有用于光固化的液态可聚合物;  
阻聚剂腔体,对应安装在所述液体槽下方;该阻聚剂腔体装有用于抑制辐照下液态可聚合物聚合反应的阻聚剂;  
成型膜,安装在所述液体槽与阻聚剂腔体之间;所述成型膜具有光透性和抑制剂透过能力,根据所述阻聚剂透过成型膜与液态可聚合物作用,所述成型膜上表面形成一层未固化的液体层;  
升降台,用于连接被打印物体;  
执行机构,包括运动机构及数字光处理器,所述运动机构连接所述升降台以带动升降台的移动;所述数字光处理器位于所述阻聚剂腔体的下方,将合适的光源调制之后,透过所述阻聚剂腔体、成型膜投影到液体槽中,引发聚合交联固化反应;  
环境变量传感器,用于监控环境变量;及  
中央控制器,该中央控制器与所述执行机构及环境变量传感器连接。
2. 根据权利要求1所述的基于液体光固化成型的快速3D打印装置,其特征在于:所述液体槽、阻聚剂腔、成型膜分别通过一紧固件连接在一起,固定于所述载物台之上,且可拆卸。
3. 根据权利要求2所述的基于液体光固化成型的快速3D打印装置,其特征在于:所述紧固件为环形螺纹紧固件,紧固件的内壁设有螺纹;所述液体槽的底部外壁、阻聚剂腔体的顶部外壁及成型膜的外壁均设有外螺纹以与所述紧固件的螺纹对应配合。
4. 根据权利要求1所述的基于液体光固化成型的快速3D打印装置,其特征在于:所述液体槽与一液体供应管道相通,以保证液体槽内的液态可聚合物的充足;该阻聚剂腔体与一阻聚剂供应管道连通;所述执行机构还包括管道泵及管道阀,所述管道泵及管道阀位于液体供应管道与阻聚剂供应管道上。
5. 根据权利要求1所述的基于液体光固化成型的快速3D打印装置,其特征在于:所述执行机构还包括加热器、散热器;所述加热器安装于液体槽的底部以适时加热液体;所述散热器置于液体槽下部,以消散光固化过程释放的热量,控制打印环境温度。
6. 根据权利要求5所述的基于液体光固化成型的快速3D打印装置,其特征在于:所述环境变量传感器包括温度传感器、压强传感器、液位传感器、速度传感器、液体粘度计、光电探测器;所述温度传感器安置于成型膜上以监控液体温度;所述压强传感器置于所述阻聚剂腔体内以监控阻聚剂供应压强;所述液位传感器用于监控液体槽的液位水平;所述速度传感器直接与间接地监控升降台的运动速度与位置,用于调节打印速度与定位反馈;所述光电探测器用于监控所述数字光处理器的调制光辐照强度。

## 基于液体光固化成型的快速3D打印装置

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及3D快速成型技术领域,尤指一种基于液体光固化成型的快速3D打印装置。

### 背景技术

[0002] 3D打印作为快速成型的重要方法,与传统的切削技术不同,是一种增材制造技术。3D打印以经过智能化处理后的三维数字模型文件为基础,获取模型切片,运用可热熔粘合或可固化液体等材料,通过分层加工、叠加成形的方式“逐层增加材料”来生成三维实体。3D打印技术相对传统的制造方式更加节约材料,更加适合个性化产品的生产,尤其是切削技术难以生产的复杂结构物体。3D打印技术已经广泛应用于医疗医药、军事等领域,该技术的大众化将使得社会制造成为可能,进一步解放每个社会个体的创造力价值。然而打印速度、打印精度和材料需求是限制3D打印技术发展的瓶颈。

[0003] 立体光固化成型(SLA)和数字光处理(Digital Light Processing,DLP)是以液态可固化材料为打印原料的常见3D打印技术。DLP技术通常采用紫外光束投影到盛放在液体槽中透明、有黏性的液态光敏树脂,使之快速聚合固化,在升降台的提升下层层固化堆叠成最终物体。

[0004] 然而,由于每次固化后填充液态树脂和留出固化空隙的需要,物体固化面需要反复分离成型膜、重定位,这使得打印速度只能达到毫米每小时的级别。同时逐层投影固化造成打印物体表面粗糙,以及随之而来的在堆叠方向上不满意的力学特性,使光固化类方法的应用得到很大的限制。

### 实用新型内容

[0005] 基于此,本实用新型提供一种打印速度快、精度高的基于液体光固化成型的快速3D打印装置。

[0006] 为了实现本实用新型的目的,本实用新型采用以下技术方案:

[0007] 一种基于液体光固化成型的快速3D打印装置,包括:

[0008] 载物台;

[0009] 液体槽,安装在载物台上;所述液体槽内盛有用于光固化的液态可聚合物;

[0010] 阻聚剂腔体,对应安装在所述液体槽下方;该阻聚剂腔体装有用于抑制辐照下液态可聚合物聚合反应的阻聚剂;

[0011] 成型膜,安装在所述液体槽与阻聚剂腔体之间;所述成型膜具有光透性和抑制剂透过能力,根据所述阻聚剂透过成型膜与液态可聚合物作用,所述成型膜上表面形成一层未固化的液体层;

[0012] 升降台,用于连接被打印物体;

[0013] 执行机构,包括运动机构及数字光处理器,所述运动机构连接所述升降台以带动升降台的移动;所述数字光处理器位于所述阻聚剂腔体的下方,将合适的光源调制之后,透

过所述阻聚剂腔体、成型膜投影到液体槽中，引发聚合交联固化反应；

[0014] 环境变量传感器，用于监控环境变量；及

[0015] 中央控制器，该中央控制器与所述执行机构及环境变量传感器连接。

[0016] 在其中一个实施例中，所述液体槽、阻聚剂腔、成型膜分别通过一紧固件连接在一起，固定于所述载物台之上，且可拆卸。

[0017] 在其中一个实施例中，所述紧固件为环形螺纹紧固件，紧固件的内壁设有螺纹；所述液体槽的底部外壁、阻聚剂腔体的顶部外壁及成型膜的外壁均设有外螺纹以与所述紧固件的螺纹对应配合。

[0018] 在其中一个实施例中，所述液体槽与一液体供应管道相通，以保证液体槽内的液态可聚合物的充足；该阻聚剂腔体与一阻聚剂供应管道连通；所述执行机构还包括管道泵及管道阀，所述管道泵及管道阀位于液体供应管道与阻聚剂供应管道上。

[0019] 在其中一个实施例中，所述执行机构还包括加热器、散热器；所述加热器安装于液体槽的底部以适时加热液体；所述散热器置于液体槽下部，以消散光固化过程释放的热量，控制打印环境温度。

[0020] 在其中一个实施例中，所述环境变量传感器包括温度传感器、压强传感器、液位传感器、速度传感器、液体粘度计、光电探测器；所述温度传感器安置于成型膜上以监控液体温度；所述压强传感器置于所述阻聚剂腔体内以监控阻聚剂供应压强；所述液位传感器用于监控液体槽的液位水平；所述速度传感器直接与间接地监控升降台的运动速度与位置，用于调节打印速度与定位反馈；所述光电探测器用于监控所述数字光处理器的调制光辐照强度。

[0021] 本实用新型的基于液体光固化成型的快速3D打印装置通过所形成的未固化液体层，使得升降台不需要反复地提升、填充液体、重定位、投影固化，而是通过提升运动产生的液体压力自然填充液态可聚合物，从而实现连续地提升运动与光固化过程。

## 附图说明

[0022] 图1为本实用新型的一较佳实施例的基于液体光固化成型的快速3D打印装置的内部结构示意图。

[0023] 图2为图1的基于液体光固化成型的快速3D打印装置的另一角度的示意图，其中载物台、液体槽及阻聚剂腔体呈剖开设置。

[0024] 图3为图2的基于液体光固化成型的快速3D打印装置的局部示意图及部分放大图。

[0025] 图4为本实用新型的基于液体光固化成型的快速3D打印装置的控制系统逻辑图。

[0026] 图5为本实用新型的基于液体光固化成型的快速3D打印装置的打印速度控制方法逻辑图。

[0027] 图6为本实用新型的基于液体光固化成型的快速3D打印装置的工作方法流程图。

[0028] 图7为本实用新型的基于液体光固化成型的快速3D打印装置的系统配置方法示意图。

## 具体实施方式

[0029] 为了便于理解本实用新型，下面将对本实用新型进行更全面的描述。但是，本实用

新型可以以许多不同的形式来实现，并不限于本文所描述的实施例。相反地，提供这些实施例的目的是使对本实用新型的公开内容的理解更加透彻全面。

[0030] 除非另有定义，本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本实用新型的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本实用新型的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的，不是旨在于限制本实用新型。

[0031] 请参阅图1至图3，为本实用新型一较佳实施方式的基于液体光固化成型的快速3D打印装置，包括载物台10、安装在载物台10上的液体槽20、对应该液体槽20下方的阻聚剂腔体30、设置在液体槽20与阻聚剂腔体30之间的成型膜40、升降台50、连接升降台50的运动机构60、数字光处理器(Digital Light Processing, DLP)70及中央控制器80。

[0032] 所述基于液体光固化成型的快速3D打印装置在本实施例中为一密封的工作室，所述载物台10设置在该基于液体光固化成型的快速3D打印装置的中下部位置，并将基于液体光固化成型的快速3D打印装置划分为位于上部的密封的打印室15和位于下部的设备室16。

[0033] 所述液体槽20安装在载物台10上，并位于打印室15中。该液体槽20内盛放用于光固化的液态可聚合物21。该液体槽20与一液体供应管道22相通，以保证液体槽20内的液态可聚合物21的充足。该液体槽20通过紧固件25与载物台10固定，并且与载物台10可拆卸连接。所述紧固件25为环形螺纹紧固件，紧固件25的内壁设有螺纹。

[0034] 所述阻聚剂腔体30安装在载物台10下方，并位于设备室16中。该阻聚剂腔体30内充满用于抑制辐照下液态可聚合物聚合反应的阻聚剂31。该阻聚剂腔体30与一阻聚剂供应管道32连通。该阻聚剂腔体30通过紧固件25与载物台10固定，并且与载物台10可拆卸连接。

[0035] 所述成型膜40安装在载物台10上，并位于液体槽20及阻聚剂腔体30之间，用于供阻聚剂31经所述成型膜40渗透进入液体槽20底部。在本实施例中，该成型膜40上接液体槽20，下接阻聚剂腔体30。成型膜40为本实用新型基于液体光固化成型的快速3D打印装置的核心组件，由复合材料制成。该复合材料具有光透性和一定的阻聚剂透过能力，用于打印过程中，阻聚剂31透过成型膜40，抑制液态可聚合物21的固化反应，在其上表面维持一层未固化的液态可聚合物，保证光固化过程连续进行。该层未固化的液态可聚合物，称为未固化液体层。在本实施例中成型膜40由具有光透性与阻聚剂透过性的聚合物薄膜压叠或粘合于一支撑部件之上制成。

[0036] 具体地，所述液体槽20的底部外壁、阻聚剂腔体30的顶部外壁及成型膜40的外壁均设有外螺纹以与所述紧固件25的螺纹对应配合，因此液体槽20、阻聚剂腔体30及成型膜40通过紧固件25螺合连接在一起，固定于载物台10之上，并且可拆卸，该结构使得能够根据不同的打印需求和打印环境，使用不同的上述部件，例如成型膜的类型需要与阻聚剂、光源的选择相匹配；并且在需要更换时替换上述部件，方便快捷。

[0037] 所述升降台50受运动机构60驱动，用于升降被打印物体100，升降台50位于液体槽20的上方。升降台50的底部与被打印物体100之间覆盖有一层用于粘合物体的粘合剂薄膜55，可溶于特定的溶剂，在打印过程结束后浸泡在合适的溶剂中便可将被打印物体100从升降台上拆离。该粘合剂薄膜55可在3D打印前通过向升降台50下表面喷洒形成。

[0038] 所述运动机构60包括连接升降台50的Z轴移动器61、连接Z轴移动器61的X轴移动器62、及连接X轴移动器62的Y轴移动器63；该运动机构60接受中央处理器80的指令，通过电机精确地控制升降台50的运动速度与位置，实现X、Y、Z三个方向上的协同运动，以配合光固

化打印过程。具体地,该运动机构60为一种十字滑块运动平台。

[0039] 所述数字光处理器70置于设备室16内,空间上位于阻聚剂腔体30的下方,将合适的光源调制之后,透过阻聚剂腔体30、成型膜40投影到液体槽20中,引发聚合交联固化反应。

[0040] 本实用新型基于液体光固化成型的快速3D打印装置还包括若干用于监控环境变量的环境变量传感器和用于调控打印过程的执行机构。

[0041] 所述环境变量传感器包括温度传感器、压强传感器、液位传感器、速度传感器、液体粘度计、光电探测器等。所述温度传感器安置于成型膜40上,用于监控液体温度,保证安全的打印环境(设备安全、被打印物体100安全),同时为调控打印速度提供依据;压强传感器置于打印室15内与阻聚剂腔体30内,用于监控打印室15内的环境压强与阻聚剂腔体30内的阻聚剂供应压强,为调控打印速度提供依据;液位传感器监控液体槽20的液位水平;速度传感器直接与间接地监控升降台50的运动速度与位置,用于调节打印速度与定位反馈;光电探测器用于监控数字光处理器70的调制光辐照强度,为调控打印速度提供依据。上述的传感器采集打印机运行环境中的各类数据,反馈到中央处理器80,为之提供决策依据,形成打印机的闭环控制系统。

[0042] 所述执行机构包括所述运动机构60、加热器、散热器、管道泵、管道阀及所述数字光处理器70等。所述加热器安装于液体槽20的底部,用于适时加热液体,进而加快打印速度;所述散热器置于液体槽20下部,用于消散光固化过程释放的热量,控制打印环境温度;所述管道泵及管道阀位于液体供应管道、压缩气体管道与阻聚剂供应管道上。所述数字光处理器70置于设备室16,用于控制每一帧的辐照强度、投影图像、单帧投影时间,进而调节打印速度、打印精度;各执行机构与中央处理器80连接,接受中央处理器80的指令做出调整,实现打印过程。

[0043] 工作时,液体槽20中的液态可聚合物21由符合成型物体要求的液态自由基可聚合单体和一定量合适的光引发剂混合而成。如:丙烯酸酯等自由基可聚合单体加入光引发剂作为液态可聚合物。当位于阻聚剂腔体下方的数字光处理器,将数字光处理器70发出的载有物体三维模型切片信息的紫外光图像75透过阻聚剂腔体30、成型膜40投影于液体槽20中时,液态可聚合物21中的光引发剂吸收特定波长的能量产生自由基,液态自由基可聚合单体与自由基发生聚合交联固化反应,生成被打印物体100。

[0044] 其中,为了使光固化过程连续进行,将阻聚剂31通入阻聚剂腔体30。阻聚剂31透过成型膜40与液态可聚合物21中的光引发剂产生的自由基作用,抑制了光引发剂产生的自由基与液态自由基可聚合单体的聚合,使得成型膜40附近的可聚合物固化反应被抑制,以致成型膜40上表面形成一层未固化的液体层,称为未固化液体层36。这使得升降台50不需要反复地提升、填充液体、重定位、投影固化,而是依靠提升运动中产生的液体压力自然填充液态可聚合物21,从而实现连续的固化过程。打印速度大大提高,且与三维模型投影帧数无关。

[0045] 在本实用新型中,所述阻聚剂31的选取与液态可聚合物21、光引发剂相配合,选择特定波长的辐照光源与光引发剂相配合。如针对上述液态自由基可聚合单体加入光引发剂混合而成的液态可聚合物,通常氧气作为阻聚剂,紫外光束作为投影光源。当氧在单体中的溶解度达到 $10^{-3}\text{mol/L}$ 时,便具有强烈的阻聚作用[参考自潘祖仁.高分子化学.化学工业出

版社.]。未固化液体层厚度36与阻聚剂类型、成型膜通透特性、阻聚剂压强、调制光辐照强度等因素有关。且存在使上述连续光固化过程稳定进行的安全厚度,打印过程中该未固化液体层厚度不得小于安全厚度。

[0046] 本实用新型的基于液体光固化成型的快速3D打印装置的光固化过程中,阻聚剂透过成型膜与光引发剂产生的自由基作用,成型膜附近的可聚合物固化反应被抑制,以致成型膜表面形成一层未固化的液体层。这使得升降台通过提升运动产生的液体压力自然填充液态可聚合物,无需反复地提升、填充液体、重定位、投影固化,实现连续地提升运动与光固化过程,打印速度快、精度高,且与三维模型投影帧数无关。

[0047] 如图4及图5所述,本实用新型还提供一种基于液体光固化成型的快速3D打印装置的系统控制方法,包括打印速度调节方法、打印精度控制方法和安全运行条件,分别围绕打印速度、打印精度与安全运行条件三个方面调整各控制参数,保证打印过程顺利进行;该基于液体光固化成型的快速3D打印装置的系统控制方法包括以下步骤:

[0048] 步骤一,提供所述基于液体光固化成型的快速3D打印装置,该基于液体光固化成型的快速3D打印装置包括载物台10、安装在载物台10上的液体槽20、对应该液体槽20下方的阻聚剂腔体30、设置在液体槽20与阻聚剂腔体30之间的成型膜40、升降台50、连接升降台50的运动机构60、数字光处理器70及中央控制器80、环境变量传感器及执行机构,所述中央处理器与环境变量传感器、执行机构共同构成控制系统;所述控制系统以上述的打印速度、打印精度、安全运行条件为决策标准;

[0049] 步骤二,所述控制系统根据目标实体的特性以及选定的打印方案,通过环境变量传感器对打印过程中的环境变量进行监控,并将监控的各环境变量状态发送给中央控制器80,为之提供决策依据;

[0050] 步骤三,中央处理器收到所述监控的各环境变量状态后生成控制命令并发送给所述执行机构执行动作;

[0051] 步骤四:所述执行机构对环境变量产生改变;返回步骤二,形成闭环反馈,以使得光固化打印过程正常进行,达到预期打印效果。

[0052] 具体地说,所述环境变量包括所述液体槽20内的用于光固化的液态可聚合物21的液体温度、液体粘度、液体槽液位、提升速度等;所述执行机构包括数字光处理器、加热器、管道泵、管道阀等;所述执行机构的动作包括调整调制光辐照强度、单帧投影时间、温度、压力、升降台运动速度等;

[0053] 所述3D打印速度,即升降台50的提升速度,是3D打印技术的关键指标。

[0054] 升降台50的提升速度由电机决定。然而打印速度不得高于光固化速度与液体填充速度,是多方因素共同影响下的结果。光固化速度代表液体在调制光辐照下,固化反应的快慢;液体填充速度代表升降台50提升后,流体填充因此形成的空隙的快慢。对于不同的打印目标,关键决定因素有所不同。因此通过提高光固化速度与液体填充速度,可以改善打印速度。

[0055] 其中,光固化速度与调制光辐照强度、液态可聚合物特性、光引发剂特性、光源等因素相关。在光固化速度为限制因素的情形下,打印速度可近似等同于固化反应速度。当选定液态可聚合物、光源、光引发剂时,辐照强度 $\Phi$ 越大,一定时间内固化厚度越厚,光固化速度越快。

[0056] 对于固化面较大的实体,液体填充速度对打印速度影响显著。填充速度与液体粘度、压强、未固化液体层厚度以及要打印物体的固化面几何特征有关。液态可聚合物粘度 $\eta$ 越小,填充速度越快;压强P越大,填充速度越快;固化面与成型膜之间未固化液体层厚度d越大,填充速度越快;以及打印物体固化面S越小,填充速度越快。

[0057] 所述打印速度调节方法包括如下三种方式中的一种、或者一种以上的方式同时进行:A、通过加热器加热槽内液体、增加环境压强或增大未固化液体层厚度,加快所述的液体填充速度;B、通过调节辐照强度,在保证分辨率的情形下加快所述的固化反应速度;C、所述打印速度与光固化速度、液体填充速度相配合,在控制系统的调节中找出合理的参数配置,特别是避免过固化和固化不完全的情形出现,保证打印过程顺利进行。

[0058] 打印精度直接决定了成型物体的物理特性及是否满足应用要求。垂直分辨率与水平方向的像素大小共同决定了打印精度。由于连续固化的特点,打印速度与投影帧数无关。通过增加数字光投影帧数,即大量增加三维模型切片数目,便可以保证在满意的打印速度下,提高成型物体垂直方向的精度,也因而改善了被打印物体的物理特性。如同播放单帧图像与播放视频的差别,垂直打印精度可以优于所要求的表面分辨率。而水平方向的精度由DLP部件本身的像素大小决定。

[0059] 因此,所述打印精度控制方法包括如下两种方式中的一种或者两种同时进行:A、增加数字光投影帧数以提高成型物体垂直方向的精度;B、调整DLP部件本身的像素大小改变水平方向的精度。

[0060] 所述安全运行条件主要包括环境温度、未固化液体层厚度、液位水平。光固化反应是放热过程,环境温度必须实时监控,不得高于被打印物体和设备运行的安全温度,必要时可以通过散热器消散固化反应释放的热量。透过成型膜的阻聚剂在物体固化面与成型膜表面之间维持的未固化液体层是实现连续光固化的关键,未固化液体部分的厚度过薄会引起打印过程不稳定,导致连续光固化失败。辐照强度越强,由于固化抑制作用所形成的未固化液体层的厚度越薄。打印过程中,保持辐照强度在安全范围内。液位水平同样需要得到保证,过低的液体槽液位会导致打印失败。

[0061] 因而,所述安全运行条件需满足如下要求:A、环境温度不得高于被打印物体和设备运行的安全温度,必要时通过散热器消散固化反应释放的热量;B、未固化液体层厚度,通过调节辐照强度在安全辐照强度 $\Phi_{safe}$ 内,大于保证连续光固化过程稳定的安全厚度;C、液位水平需满足打印物体的安全液位水平;D、以上变量通过所述的环境变量传感器监控得到保证。

[0062] 如图6及图7所示,本实用新型还提供一种基于液体光固化成型的快速3D打印装置的工作方法,包括以下步骤:

[0063] 步骤S0,配置一基于液体光固化成型的快速3D打印装置及测量其系统参数;该基于液体光固化成型的快速3D打印装置包括:载物台10、安装在载物台10上的液体槽20、对该液体槽20下方的阻聚剂腔体30、设置在液体槽20与阻聚剂腔体30之间的成型膜40、升降台50、连接升降台50的运动机构60、数字光处理器70及中央控制器80;根据目标打印物体的需求,配合选择合适的置入液体槽20内的液体可聚合物21、置入阻聚剂腔体30内的阻聚剂31、数字光处理器70的特定波长的光源,即打印方案的确定;测量上述配置下的系统参数;

[0064] 步骤S1,根据步骤S0测量得到的系统参数,选定合适的运行参数;该运行参数包

括：辐照强度、投影帧数、单帧投影时间、升降台提升速度以及升降台初始位置；

[0065] 步骤S2，根据步骤S1选定的运行参数，初始化基于液体光固化成型的快速3D打印装置的控制系统，开始打印；

[0066] 步骤S3，数字光处理器70将调制过的光源，以步骤S1中选定的投影帧数、辐照强度和单帧投影时间，投影至液体槽20中，液体可聚合物发生聚合交联固化反应；

[0067] 步骤S4，运动机构60以步骤S1选定的提升速度从初始位置开始提升升降台50；

[0068] 步骤S5，步骤S3、S4互相配合，同时进行；

[0069] 步骤S6，进行步骤S5，直至播放完所有物体三维模型的切片，打印过程结束；

[0070] 步骤S7，将升降台50拆卸，并置于可溶解粘合剂的清洗溶剂中，以便将被打印物体100从升降台上拆离。

[0071] 针对相同的打印类型，步骤S0只需做一次获取必要的系统配置参数，每一次具体的打印过程从S1开始，每次打印任务开始时需要选定合适的运行参数。

[0072] 上述的步骤S0中，所述基于液体光固化成型的快速3D打印装置的一个具体实施例为：液体可聚合物21由液态自由基可聚合单体丙烯酸酯混合光引发剂，阻聚剂31为氧气，所述数字光处理器70的光源为紫外光，所述成型膜40由含氟聚合物Teflon AF 2400薄膜与聚二甲基硅氧烷(PDMS)或微孔玻璃支撑件经粘合或压叠而成；这些配置将影响系统参数测量与运行参数的选取。

[0073] 进一步地，所述步骤S0中还包括对若干变量的设定，这些变量包括阻聚剂压强、液体温度、液体粘度、液体槽液位、液体压力、环境温度等等。

[0074] 进一步地，所述步骤S0中的测量上述配置下的系统参数的方法包括以下步骤：

[0075] S01：测量未固化层厚度与辐照强度之间的关系，以及安全辐照强度  $\Phi_{safe}$ ；由于本实用新型的3D工作方法依赖于透过成型膜的阻聚剂在物体固化面与成型膜表面之间维持的未固化液体层，辐照强度越强，未固化层厚度越薄；当未固化层厚度过小时，该固化过程变得不稳定，可能导致打印失败。当步骤S0给定打印配置方案后，可以测量得到保证打印过程正常进行的安全辐照强度  $\Phi_{safe}$ （例如未固化层厚度取30μm–200μm的安全范围），打印机工作的辐照强度不得高于  $\Phi_{safe}$ ；而未固化层厚度与辐照强度之间关系的测量方法如下：

[0076] 将升降台下降至距离成型膜高度h，保持一定的投影时间不变，改变辐照强度  $\Phi$  进行多次试验，测量成功固化膜片的厚度，即固化厚度  $d_{cured}$ ；h与固化厚度  $d_{cured}$  之差即该辐照强度下的未固化层厚度  $d_{uncured}$ 。多次往复试验，得到未固化层厚度  $d_{uncured}$  与辐照强度  $\Phi$  之间的变化规律；

[0077] S02：测量固化速度与辐照强度之间的关系；将升降台下降至距离成型膜高度h，保持一定的投影时间不变，在S01所述的安全辐照强度  $\Phi_{safe}$  内，调整辐照强度  $\Phi$  进行多次试验，测量对应的固化厚度  $d_{cured}$ ；多次往复试验，得到固化厚度  $d_{cured}$  与辐照强度  $\Phi$  之间的变化规律，进而得到辐照光强度  $\Phi$  与固化速度之间的关系；

[0078] S03：测量升降台提升速度、辐照强度之间的配合关系；升降台的提升速度不得高于光固化速度与液体填充速度，并与之相配合，结合上述S02中测量出的固化速度与辐照强度之间的关系，通过多次试验获得合适的升降台提升速度与辐照强度取值区间之间的配合关系  $v=f(\Phi)$ ，其中  $\Phi \in [\Phi_{min}, \Phi_{safe}]$ ,  $v \in [v_1, v_2]$ ；

[0079] 其中，上述步骤S01及S02的顺序可以调换；另外，步骤S01及S02由于使用的方法相

同,可以同时进行;

[0080] 进一步地,基于上述步骤S0测量到的系统参数,所述步骤S1中的选定合适的运行参数方法如下:

[0081] S11:选定升降台提升速度v,即打印速度;根据上述步骤S03中测得的升降台提升速度与辐照强度取值区间之间的配合关系 $v=f(\phi)$ ,从中选定合适的升降台提升速度v与辐照强度 $\phi$ 。

[0082] S12:选定投影帧数N;增加数字光投影帧数,即增加三维模型切片的数目,便可保证在满意的打印速度下,提高成型物体垂直方向的精度,也因而改善被打印物体100的物理特性;水平方向的精度由DLP部件本身的像素大小决定;根据要求的实体打印精度,得到对应的三维模型切片数目,即投影帧数N;

[0083] S13:选定单帧投影时间 $\Delta t$ ;由S11得出的升降台提升速度v和S12投影帧数N得到单帧投影时间 $\Delta t$ 。

[0084] 其中,上述步骤S11及S12的顺序可以调换。

[0085] 针对相同的打印类型,步骤S0只需做一次获取必要的配置参数,每一次具体的打印过程从S1开始,每次打印任务开始时选定合适的运行参数。

[0086] 以上所述实施例仅表达了本实用新型的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对本实用新型专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本实用新型构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本实用新型的保护范围。因此,本实用新型专利的保护范围应以所附权利要求为准。

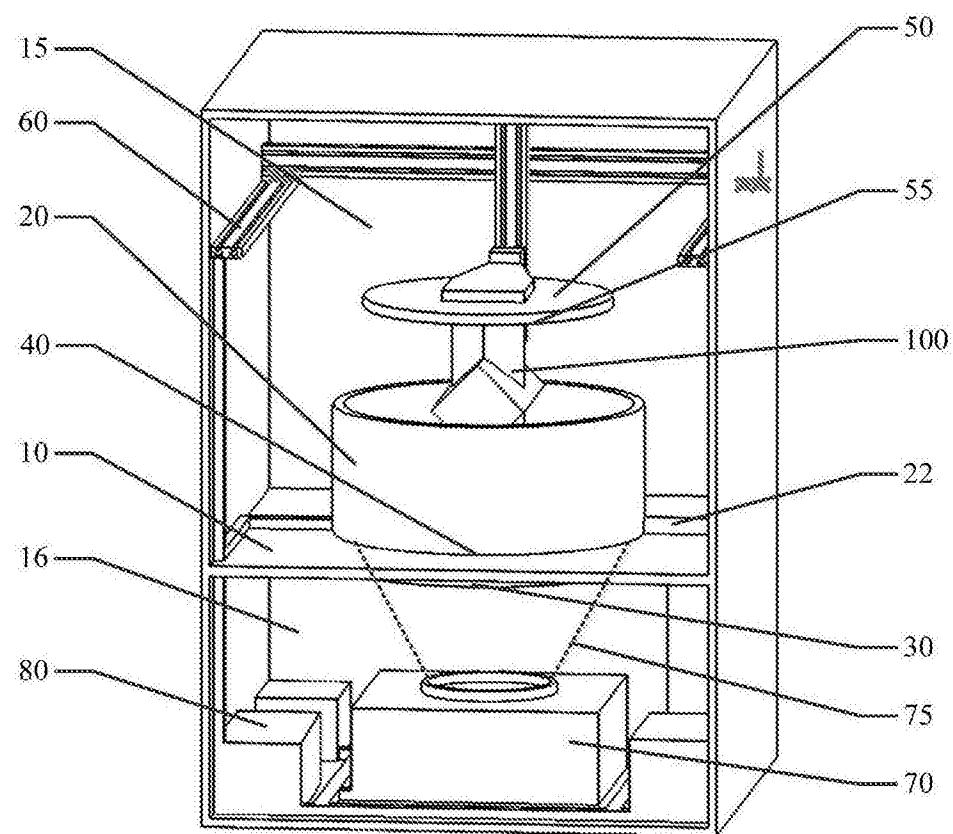


图1

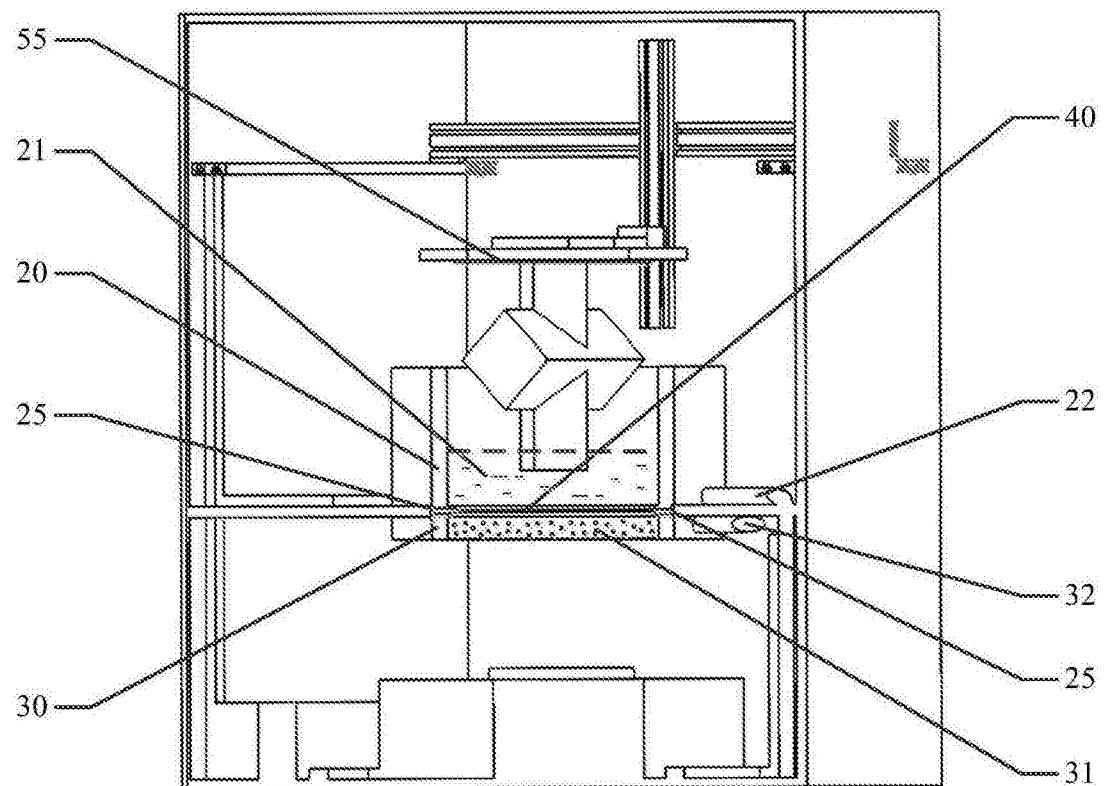


图2

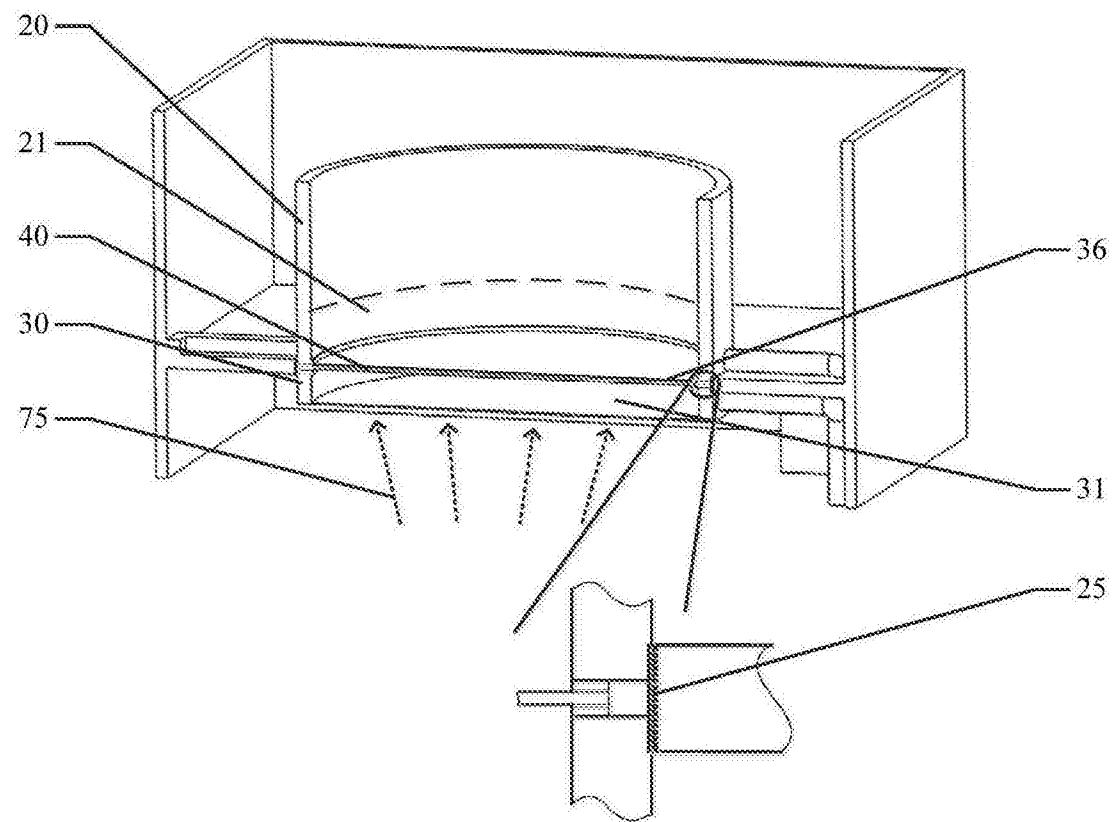


图3

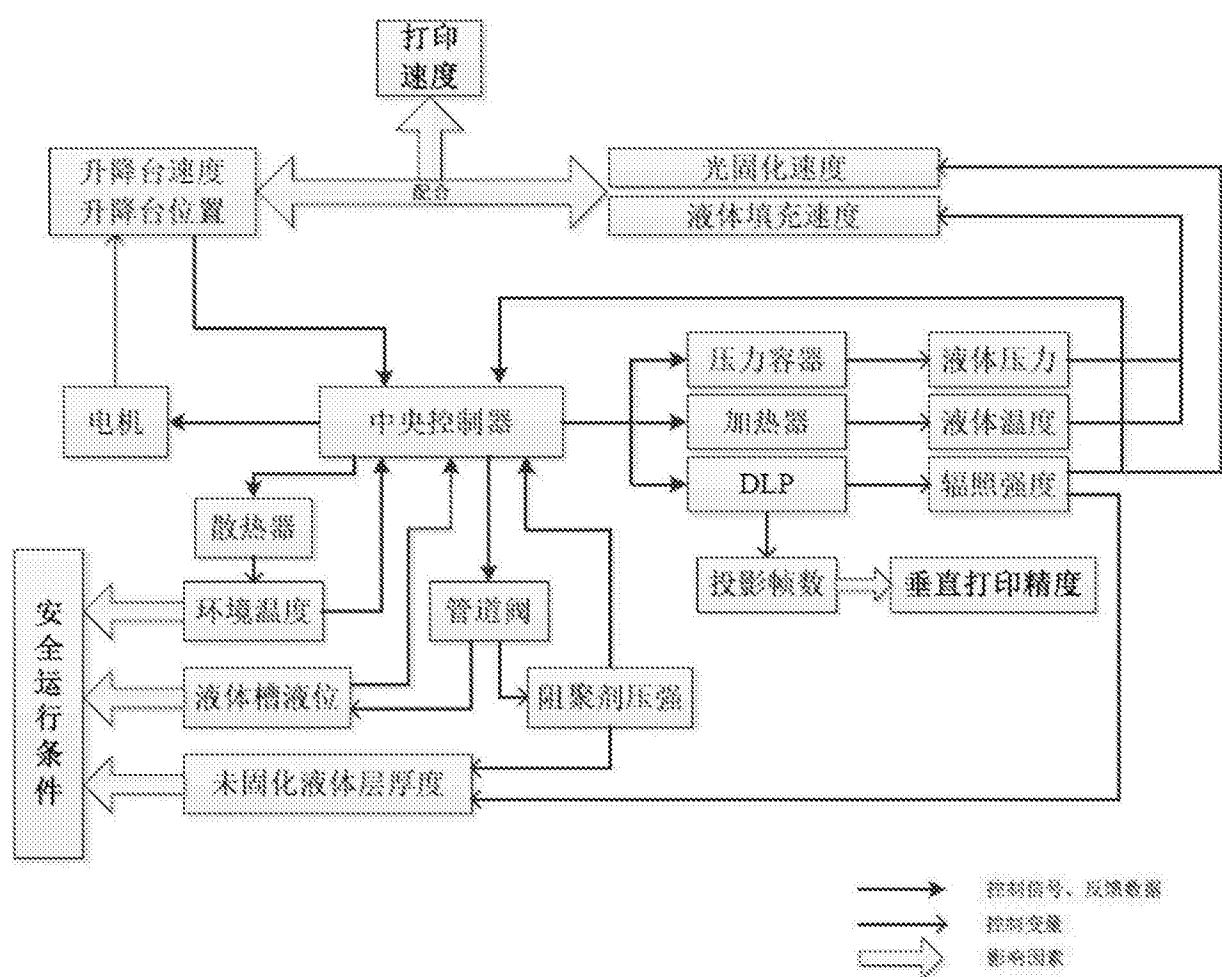


图4

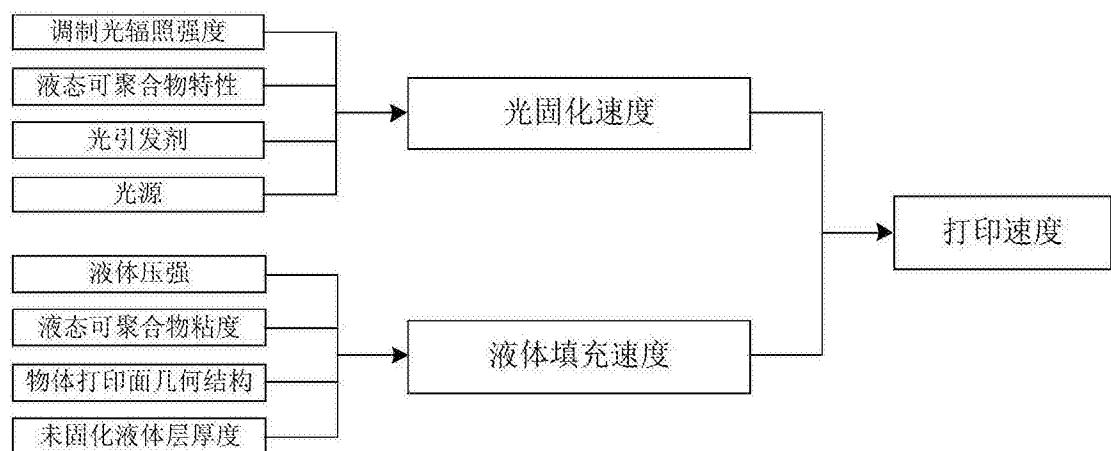


图5

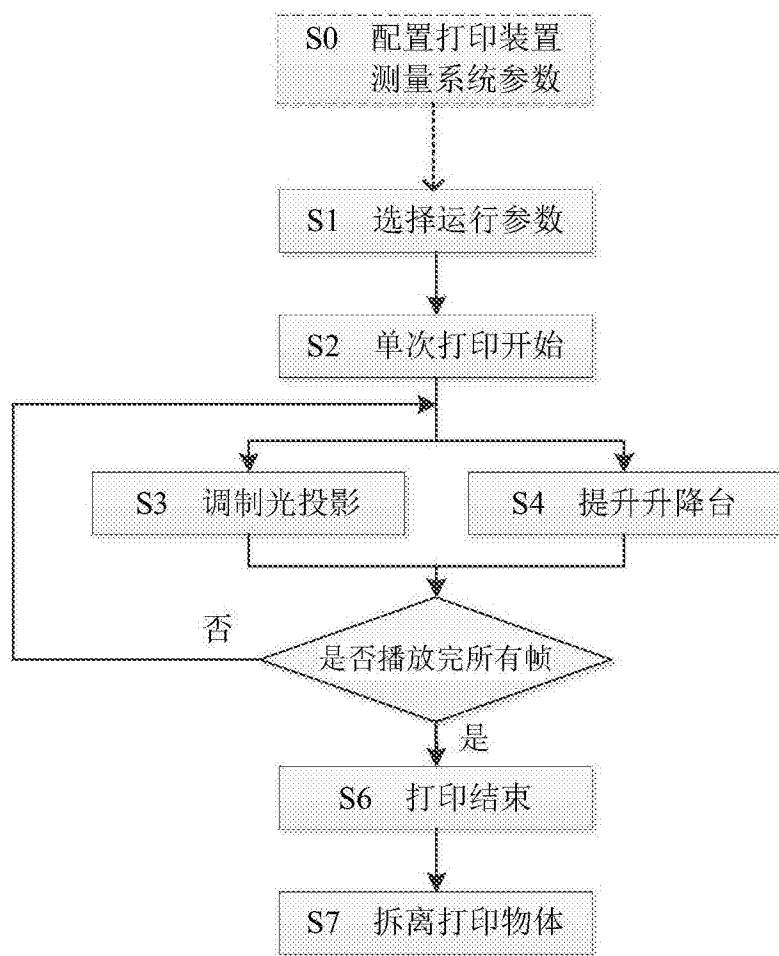


图6

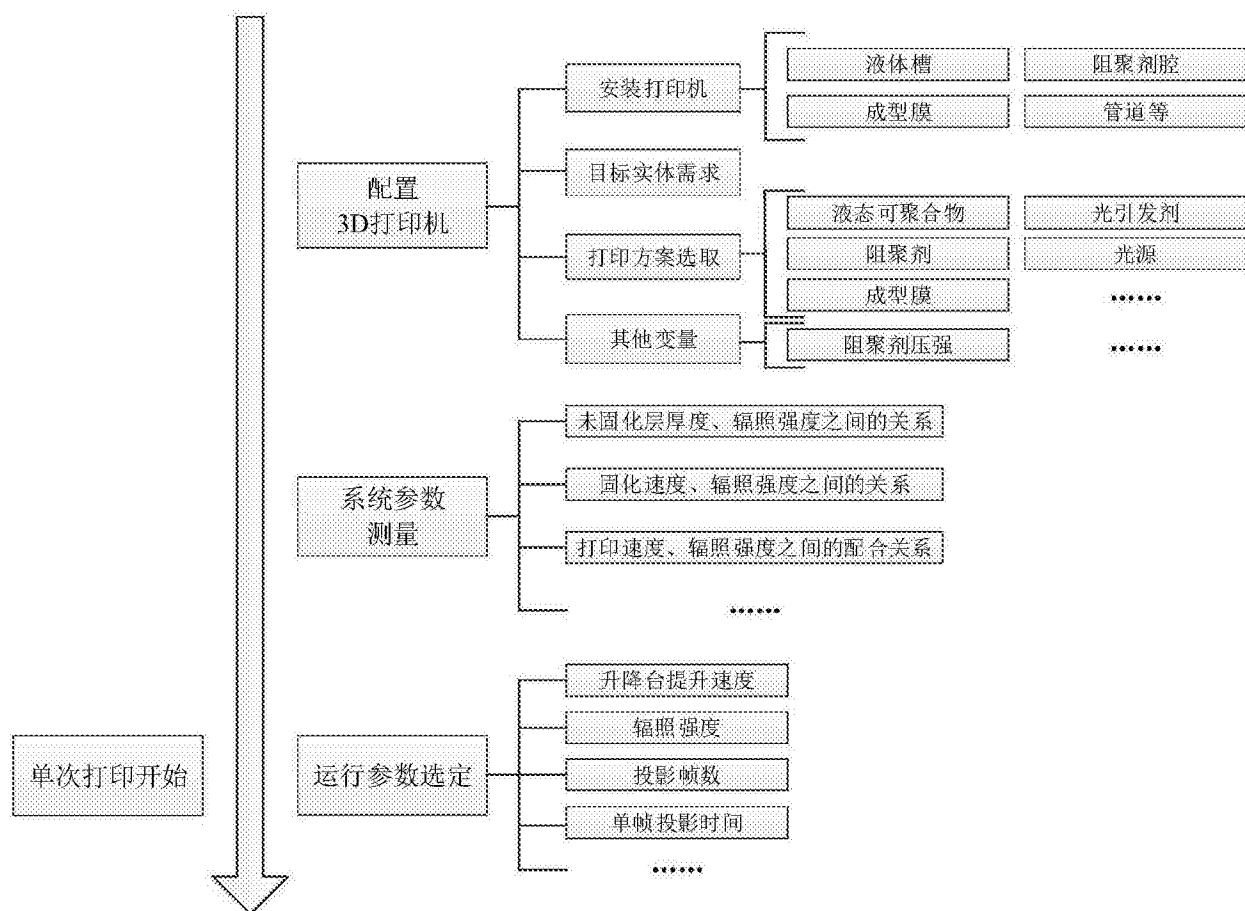


图7