(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110901058 A
(43)申请公布日 2020.03.24

(21)申请号 201911347102.X

(22)申请日 2019.12.24

(66)本国优先权数据
201811619829.4 2018.12.28 CN

(71)申请人 源秩科技(上海)有限公司
地址 201207 上海市浦东新区中国(上海)自由贸易试验区芳春路400号1幢3层

(72)发明人 季鹏凯

(74)专利代理机构 上海泰能知识产权代理事务所 31233
代理人 宋缨

(51)Int.Cl.
B29C 64/129(2017.01)
B29C 64/20(2017.01)
B29C 64/218(2017.01)
B29C 64/286(2017.01)
B33Y 30/00(2015.01)

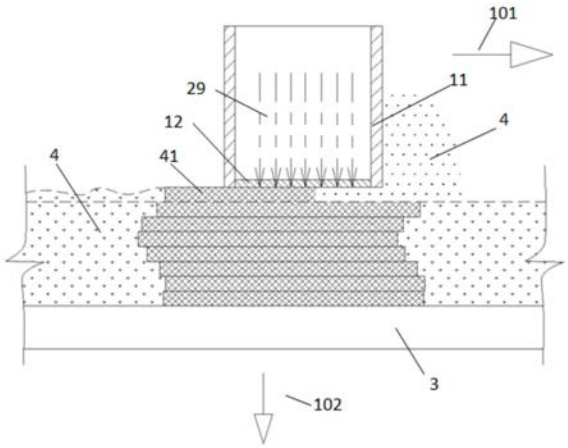
权利要求书2页 说明书10页 附图10页

(54)发明名称

一种光固化3D打印系统和打印方法

(57)摘要

本发明涉及一种光固化3D打印系统和打印方法，包括料载体和铺料器，所述铺料器为刮板式结构，铺料器的铺料侧至少有部分区域为透光区，铺料器与载料体发生相对平移运动，将光敏打印料铺设到透光区相对的所述载料体上，且铺设的光敏打印料还处于被挤压状态时，光束透过透光区并根据要打印的三维模型信息选择性照射所述透光区铺料侧的光敏打印料形成固化层，铺料器与所述料载体能够相对竖向运动，打印过程中，使得铺料器与所述料载体之间的距离拉大，在料载体上由所述固化层形成固化模型。本发明能够实现铺料与光照固化的同步进行，有利于提升3D打印的速度和打印精度，适用范围更加广泛，且有利于降低设备成本和生产成本。



CN 110901058 A

1.一种光固化3D打印系统,其特征在于:包括料载体(3)和铺料器(11),所述铺料器(11)为刮板式结构,所述铺料器(11)的铺料侧至少有部分区域为透光区(12),所述铺料器(11)与载料体(3)发生相对平移运动,将光敏打印料(4)铺设到透光区(12)相对的所述载料体(3)上,且铺设的光敏打印料(4)还处于被挤压状态时,光束(29)透过所述透光区(12)并根据要打印的三维模型信息选择性照射所述透光区(12)相对的光敏打印料(4)形成固化层(41),所述铺料器(11)与所述料载体(3)能够相对竖向运动,打印过程中,使得所述铺料器(11)与所述料载体(3)之间的距离拉大,在所述料载体(3)上由所述固化层(41)层层堆叠形成固化模型。

2.根据权利要求1所述的一种光固化3D打印系统,其特征在于:所述透光区(12)与光敏打印料(4)之间设有用于降低固化层(41)与透光区(12)黏连的隔离层(46)。

3.根据权利要求2所述的一种光固化3D打印系统,其特征在于:所述透光区(12)采用透明半透膜,所述铺料器(11)内部设有预设压强的光固化抑制剂(71),所述隔离层(46)为所述光固化抑制剂(71)透过透光区(12)在透光区(12)与光敏打印料(4)之间形成的光照聚合死区。

4.根据权利要求2所述的一种光固化3D打印系统,其特征在于:所述隔离层(46)为透光区(12)表面设置的润滑层。

5.根据权利要求1所述的一种光固化3D打印系统,其特征在于:还包括给料器(18),所述给料器(18)设置于所述铺料器(11)与所述料载体(3)相对平移运动方向的前方。

6.根据权利要求1所述的一种光固化3D打印系统,其特征在于:还包括用于将固化层(41)表面多余光敏打印料(4)吸除的打印料回收器(19)。

7.根据权利要求1所述的一种光固化3D打印系统,其特征在于:还包括向固化层(41)表面喷射彩色材料的彩色喷头(82)。

8.根据权利要求1所述的一种光固化3D打印系统,其特征在于:所述料载体(3)的成型表面为圆形或者环形平面,一个或多个所述铺料器(11)绕料载体(3)的中轴线(109)环周设置在所述料载体(3)的成型表面侧,所述铺料器(11)与载料体(3)绕载料体(3)的中轴线发生相对转动使得所述铺料器(11)与料载体(3)之间发生相对平移运动。

9.根据权利要求8所述的一种光固化3D打印系统,其特征在于:所述铺料器(11)与载料体(3)绕载料体(3)的中轴线发生连续的相对转动的同时,所述铺料器(11)与料载体(3)之间同时产生连续的相对竖向运动。

10.根据权利要求9所述的一种光固化3D打印系统,其特征在于:至少两个铺料器(11)同时工作,各铺料器(11)铺料侧到料载体(3)的间距等高设置,各铺料器(11)绕中轴线(109)环周等分设置,各铺料器(11)分别同时对不同的铺料层进行铺料和选择性光照固化。

11.根据权利要求8所述的一种光固化3D打印系统,其特征在于:所述铺料器(11)内设置有提供所述光束(29)的光源(2),所述光源(2)的点光源呈扇形排布,所述光源(2)在所述料载体(3)的成型表面的半径越大的位置点光源数量越多。

12.根据权利要求2或8所述的一种光固化3D打印系统,其特征在于:还包括外加固化器,所述外加固化器设置为扇形,其喷嘴呈扇形排布,所述外加固化器在所述料载体(3)的成型表面的半径越大的位置喷嘴数量越多。

13.根据权利要求1所述的一种光固化3D打印系统,其特征在于:所述料载体(3)的相对

两侧分别设有往复交替升降的给料活塞，当一侧给料活塞用于给料时，另一侧给料活塞用于接收多余的光敏打印料(4)。

14.根据权利要求1或8所述的一种光固化3D打印系统，其特征在于：至少两个铺料器(11)同时工作，相邻铺料器(11)铺料的高度方向的位置相差一层铺料层的厚度，各铺料器(11)分别同时对不同的铺料层进行铺料和选择性光照固化。

15.一种光固化3D打印方法，其特征在于使用了权利要求1或8所述的光固化3D打印系统，包括以下步骤：所述铺料器(11)与料载体(3)发生相对平移运动，在所述料载体(3)上铺设光敏打印料(4)形成铺料层；光束(29)透过所述透光区(12)选择性照射所述透光区(12)相对的受挤压状态的铺料层形成固化层(41)；打印过程中，所述铺料器(11)与所述料载体(3)发生相对竖向运动，使得所述铺料器(11)与所述料载体(3)间距拉大，在所述料载体(3)上由所述固化层(41)层层堆叠形成固化模型。

16.根据权利要求15所述的一种光固化3D打印方法，其特征在于：若干铺料器(11)同时工作，通过若干辅料器(11)分别对异质或异色的光敏打印料(4)进行相互匹配的铺料，同时光束(29)分别透过若干铺料器(11)的透光区(12)对异质或异色的光敏打印料(4)进行选择性光照得到异质或异色的固化层(41)，所述异质或异色的固化层(41)层层堆叠结合形成复合材料固化模型(42)。

17.一种光固化3D打印方法，其特征在于使用了权利要求8所述的光固化3D打印系统，包括以下步骤：打印过程中，所述料载体(3)连续转动，使得铺料器(11)与料载体(3)发生相对平移运动，同时所述料载体(3)连续下移，使得所述铺料器(11)与所述料载体(3)间距连续拉大，所述铺料器(11)将光敏打印料(4)以螺旋的形式堆叠到所述料载体(3)上，在所述料载体(3)上形成一个或同时形成多个螺旋形式的铺料层；同时，光束(29)透过所述透光区(12)选择性照射所述透光区(12)相对的受挤压状态的铺料层形成固化层(41)，在所述料载体(3)上由所述固化层(41)以螺旋的形式层层堆叠形成固化模型(42)。

一种光固化3D打印系统和打印方法

技术领域

[0001] 本发明属于3D打印的技术领域,特别是涉及一种光固化3D打印系统和打印方法。

背景技术

[0002] 现有的光固化打印方法主要采用激光或DLP光源照射光敏树脂形成固化层,层层堆叠形成三维模型,例如SLA(Stereo Lithography Apparatus)或DLP(Digital Light Processing)光固化打印方法。对于光敏树脂与其他粉末材料混合的浆料,一般采用类似SLS(Selective Laser Sintering)或3DP(在粉末床上铺粉然后选区喷射粘结剂层层叠加制作模型)中铺粉的方式,先将浆状光敏打印料刮平,然后用光束照射,形成固化层,然后重复上述过程将固化层层层堆叠直至三维模型打印完成。

[0003] 由于铺料和光照固化是分时进行,影响了打印速度,另外,浆状光敏打印料,例如光敏树脂或光敏树脂与其他粉末材料形成的粘稠的奖状的打印料,铺设的厚度容易受刮板间隙,刮板移动速度,料载体(打印平台)的温度或振动,打印料的粘度和表面特性,或打印料成分配方,浆状打印料的压强等多种因素的影响,进而影响铺料层厚的精度和三维模型的精度。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是提供一种光固化3D打印系统和打印方法,实现铺料与光照固化的同步进行,提升3D打印速度和打印精度。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是提供一种光固化3D打印系统,包括料载体和铺料器,所述铺料器为刮板式结构,所述铺料器的铺料侧至少有部分区域为透光区,所述铺料器与载料体发生相对平移运动,将光敏打印料铺设到透光区相对的所述载料体上,且铺设的光敏打印料还处于被挤压状态时,光束透过所述透光区并根据要打印的三维模型信息选择性照射所述透光区相对的光敏打印料形成固化层,所述铺料器与所述料载体能够相对竖向运动,打印过程中,使得所述铺料器与所述料载体之间的距离拉大,在所述料载体上由所述固化层层层堆叠形成固化模型。

[0006] 所述透光区与光敏打印料之间设有用于降低固化层与透光区黏连的隔离层。

[0007] 所述透光区采用透明半透膜,所述铺料器内部设有预设压强的光固化抑制剂,所述光固化抑制剂透过透光区在透光区与光敏打印料之间形成光照聚合死区。

[0008] 所述隔离层为透光区表面设置的润滑层。

[0009] 还包括给料器,所述给料器设置于所述铺料器与所述料载体相对平移运动方向的前方。

[0010] 还包括用于将固化层表面多余光敏打印料吸除的打印料回收器。

[0011] 还包括向固化层表面喷射彩色材料的彩色喷头。

[0012] 所述料载体的成型表面为圆形或者环形,所述铺料器与载料体绕载料体的中轴线发生相对转动使得所述铺料器与料载体之间发生相对平移运动。

[0013] 所述铺料器与载料体绕载料体的中轴线发生连续的相对转动的同时，所述铺料器与料载体之间同时产生连续的相对竖向运动。

[0014] 至少两个铺料器同时工作，各铺料器铺料侧到料载体的间距等高设置，各铺料器绕中轴线环周等分设置，各铺料器分别同时对不同的铺料层进行铺料和选择性光照固化。

[0015] 所述铺料器内设置有提供所述光束的光源，所述光源的点光源呈扇形排布，所述光源在所述料载体的成型表面的半径越大的位置点光源数量越多。

[0016] 还包括外加固化器，所述外加固化器设置为扇形，其喷嘴呈扇形排布，所述外加固化器在所述料载体的成型表面的半径越大的位置喷嘴数量越多。

[0017] 所述料载体的相对两侧分别设有往复交替升降的给料活塞，当一侧给料活塞用于给料时，另一侧给料活塞用于接收多余的光敏打印料。

[0018] 至少两个铺料器同时工作，相邻铺料器铺料的高度方向的位置相差一层铺料层的厚度，各铺料器分别同时对不同的铺料层进行铺料和选择性光照固化。

[0019] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是提供一种光固化3D打印方法，使用了上述的光固化3D打印系统；所述铺料器与料载体发生相对平移运动，在所述料载体上铺设光敏打印料形成铺料层；光束透过所述透光区选择性照射所述透光区相对的受挤压状态的铺料层形成固化层；打印过程中，所述铺料器与所述料载体发生相对竖向运动，使得所述铺料器与所述料载体间距拉大，在所述料载体上由所述固化层堆叠形成固化模型。

[0020] 若干铺料器同时工作，通过若干辅料器分别对异质或异色材料的光敏打印料进行相互匹配的铺料，同时光束分别透过若干铺料器的透光区对异质或异色的光敏打印料进行选择性光照得到异质或异色的固化层，所述异质或异色的固化层层层堆叠结合形成复合材料固化模型。

[0021] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是提供一种光固化3D打印方法，使用了上述的光固化3D打印系统；打印过程中，所述料载体连续转动，使得铺料器与料载体发生相对平移运动，同时所述料载体连续下移，使得所述铺料器与所述料载体间距连续拉大，所述铺料器将光敏打印料以螺旋的形式堆叠到所述料载体上，在所述料载体上形成一个或同时形成多个螺旋形式的铺料层；在形成连续螺旋形式的铺料层过程中，光束透过所述透光区选择性照射所述透光区相对的受挤压状态的铺料层形成固化层，在所述料载体上由所述固化层以螺旋的形式层层堆叠形成固化模型。

[0022] 有益效果

[0023] 第一，本发明中由于铺料和光照固化是同时进行，可以实现更快的打印速度；而且由于采用刮板式结构可以实现更大的透光区，同时可实现更多的光束照射，大幅提升光照固化速度和打印速度；还可以是多个打印头同时沿相同或者不同的铺料层进行铺料和打印，进一步提升打印速度或实现复合材料打印模型的成型；还可以采用连续螺旋铺料的打印方式，在打印过程中铺料器和料载体可以不必往复运动，而是连续的绕轴线相对转动实现相对平移运动和连续的相对竖向运动，可以大幅提升打印速度和打印过程的平稳性，也利于提升打印精度。

[0024] 第二，本发明中铺料器与固化模型之间的间隙(与铺料层厚度相关)可以通过装置设定或控制系统实现精确的控制，光敏打印料处于铺料层厚度完全受控的状态时被光束选择性照射成型，铺料器与固化层脱离后，固化层的厚度不再变化或变化很小，从而可以实现

更加精确的三维模型的打印;另外,由于光敏打印料处于被挤压状态时固化成型,也利于提升所打印的三维模型的密度和强度。

[0025] 第三,由于铺料器的铺料侧的光敏打印料在受控状态下即被光照发生固化,使得环境温度、振动等外界因素对打印精度的影响大为降低,更适合应用于打印装置的安装基础是运动的场合,例如船舶、火车或飞机等。

[0026] 第四,本发明通过在铺料器的铺料侧形成隔离层,能够极大地提高打印装置运行的可靠性,提高铺料器与固化层的脱离效率和大幅减小脱离应力,降低铺料器与料载体的相对移动与固化层发生连续的脱离对打印精度的影响,有利于提高打印精度和打印速度,即使是比较粘稠的光敏打印料也能够具有良好的适应性。

[0027] 第五,本发明通过给料器能够实现在铺料和光照固化的同时进行给料,从而避免了需要在料载体上铺满光敏打印料,同时能够实现对给料量的控制,可以极大地降低对光敏打印料的使用量,简化设备结构,降低设备承重要求,有利于降低设备成本和装置运行成本。

附图说明

[0028] 图1为本发明实施例1的结构示意图。

[0029] 图2为本发明实施例2的结构示意图。

[0030] 图3为图1或图2的俯视结构示意图。

[0031] 图4为本发明实施例3的结构示意图。

[0032] 图5为本发明实施例4的结构示意图。

[0033] 图6为本发明实施例5的结构示意图。

[0034] 图7为本发明实施例6的结构示意图。

[0035] 图8为本发明实施例7的结构示意图。

[0036] 图9为本发明实施例8的结构示意图。

[0037] 图10为本发明实施例9的正面结构示意图。

[0038] 图11为本发明实施例9的俯视结构示意图。

[0039] 图12为本发明实施例10的结构示意图。

[0040] 图13为本发明实施例11状态一的结构示意图。

[0041] 图14为本发明实施例11状态二的结构示意图。

[0042] 图15为本发明实施例12状态一的结构示意图。

[0043] 图16为本发明实施例12状态二的结构示意图。

具体实施方式

[0044] 下面结合具体实施例,进一步阐述本发明。应理解,这些实施例仅用于说明本发明而不用于限制本发明的范围。此外应理解,在阅读了本发明讲授的内容之后,本领域技术人员可以对本发明作各种改动或修改,这些等价形式同样落于本申请所附权利要求书所限定的范围。

[0045] 实施例1

[0046] 如图1所示的一种光固化3D打印系统,包括料载体3和铺料器11。其中,铺料器11为

刮板式结构，铺料器11的铺料侧至少有部分区域为透光区12，透光区12可以透过光束(或电磁波)，这里的铺料侧是指铺料器11与料载体3相对的一侧，也即图1所示的铺料器11的底部。透光区12可以采用透光板实现，光束29可以透过此透光区12照射处于透光区12与料载体3之间的光敏打印料4。铺料器11可以具有中空的结构，例如透光区12设置在中空结构的底部。

[0047] 打印时，驱动器(图1中未示出)驱动铺料器11与料载体3可以相对平移运动，即铺料器11沿第一箭头101移动，或者也可以是料载体3沿第一箭头101相反的方向移动，将光敏打印料4在料载体3上铺设成薄层的铺料层。当被铺设的光敏打印料4(即铺料层)还处于铺料器11与料载体3之间(或者铺料器11与料载体3上已经固化打印料之间)的挤压状态时(即光敏打印料4处于透光区12于料载体3之间时)，光源2(图1中未示出)发出的光束29透过铺料器11上的透光区12，并根据要打印的三维模型信息选择性照射透光区12相对的光敏打印料4形成固化层41。打印完成一层后，驱动器(图1中未示出)驱动铺料器11与料载体3可以相对竖向运动，即料载体3沿第二箭头102移动，或者铺料器11沿第二箭头102相反的方向移动，使得铺料器11与料载体3之间的距离拉大预设的距离，例如层厚的距离，然后重复上述过程，铺料器11与料载体3相对平移运动形成下一层固化层41，固化层41层层堆叠结合形成固化模型42(即三维模型或三维物体)并固定在料载体3上。

[0048] 此打印过程中，刮料和光照固化是同时进行的，打印速度快，而且光敏打印料离开铺料器11时已经大体固化，可避免光敏打印料离开铺料器时厚度发生变化而影响打印精度。而且采用刮板式结构的透光区12为平面且面积大，可以实现更多光束29的照射加快光敏打印料4的固化。当然，对固化层41还可以采用额外的光源进行选择性照射，加强固化层41的固化程度，提升所打印固化模型42(即三维模型或三维物体)的强度，由于固化层41在处于厚度受控的状态时已经被一定程度的固化，后续的固化过程不会影响模型的精度。

[0049] 实施例2

[0050] 图2所示为实施例2的结构示意图，与实施例1的不同之处在于，在铺料器11与光敏打印料4之间设置有一层隔离层46，用于降低固化层41与透光区12的黏连，隔离层46与透光区12接触。隔离层46可以采用多种方式实现，例如铺料器11的透光区12可以采用半透膜，可以让上方具有一定压力的光固化抑制剂71(如氧气)透过透光区12，在铺料层形成光照聚合死区，此光照聚合死区与透光区12接触。在光照聚合死区内，光束29照射时光敏打印料4也不会固化，如此当铺料器11移动时，降低与固化层41的黏连，调节光固化抑制剂71的压强，可以控制透过透光区12的光固化抑制剂的量，从而控制隔离层46(即光照聚合死区)的层厚。隔离层46还可以通过在透光区12的表面设置润滑液形成的润滑层的方式实现，即在透光区12设置大体透明的润滑液与透光区12接触，铺料器11移动时，由于隔离层46中润滑液的润滑作用，使得铺料器11可以更加容易与固化层41脱离。在铺料器11移动的同时，光束29照射光敏打印料4形成固化层41。对于图1所示的实施例，可能固化层41会与透光区12黏连，影响铺料器11移动速度，或损伤固化层41，而采用图2所示的实施例，由于隔离层46可以防止固化层41与透光区12黏连，可以更加顺畅的实现透光区12与固化层41分离，提升打印速度和打印精度。

[0051] 如图2所示的打印过程中：铺料器11与料载体3的相对平移运动进行铺料，将新的光敏打印料4连续的铺设到透光区12与料载体3之间形成铺料层，光束29透过透光区12选择

性照射透光区12下方的铺料层形成固化层41。同时，在固化层41与透光区12表面之间形成隔离层46，此隔离层46可以是光照聚合死区、润滑层或其他利于固化层41与透光区12分离的层，此隔离层46与透光区12表面接触，实现固化层41与透光区12的快速分离。打印完成一层，料载体3下移远离透光区12表面，重复上述过程进行下一层打印，层层堆叠结合形成三维模型。需说明，本实施例中料载体3处于铺料器11的透光区12下方，固化模型42成型于透光区12和料载体3之间，并固连于料载体3上，由此相比现有打印方法中料载体3在上方，并向上提升的情况，更加利于固化模型42与料载体3的固连，尤其是较重的固化模型42也容易保证打印过程中与料载体3的可靠连接。而上置光源的SLA，即相比现有打印方法中料载体3在下方，并打印过程中向下移动的情况，本发明由于实现铺料和层厚受控状态下光照固化同时进行而具有更快的打印速度和打印精度。

[0052] 图3可以看作是图1或者图2所示实施例的俯视图，铺料器11沿第一箭头101移动，将光敏打印料4铺设到料载体3上并选择性光照固化。图中示意铺料器11在经过打印模型42相应打印层(图中用双点划线和虚线表示)的相对的位置时，透光区12与对应打印模型42的交叠区域如图中的阴影区域26表示，光束29对阴影区域26进行选择性光照透光区12相对的光敏打印料4，随着铺料器11与料载体3的相对平移，阴影区域26移动遍历整个打印模型42的相应打印层，实现一层固化层41的打印。

[0053] 实施例3

[0054] 图4示意了铺料器11可以为一种封闭结构，内部可以设置预设压强的光固化抑制剂71，如氧气，在朝向料载体3的一侧(如图示的底部)的透光区12采用透明的半透膜，可以让氧气透过，顶部采用透明板12a。光源2发出的光束29透过透明板12a和透光区12选择性照射铺料器11与料载体3之间的光敏打印料4。如此结构可以方便布置光源2的位置和控制铺料器11内的光固化抑制剂71的压强。另外，还可以设置彩色喷头82，在铺料器11进行铺料和固化打印料的同时，彩色喷头82根据模型层图案和彩色信息向固化层41方向喷射彩色材料，实现彩色模型的打印，彩色喷头82可以随铺料器11同步与料载体3之间发生相对平移运动和相对竖向运动。铺料器11和光源2可以集成为打印头，打印头还可能包括彩色喷头82。

[0055] 图4还示意了在图1和图2中预先铺设在料载体3上的打印料4可以取消，在打印过程中可以设置给料器18，给料器18可以设置为随铺料器11同步与料载体3之间发生相对平移运动和相对竖向运动。通过给料器18向料载体3上(或者已经打印完成的固化层41上)提供光敏打印料4，同时铺料器11将光敏打印料4铺设到料载体3或者已经打印完成的固化层41上，在打印料4还处于铺料器11与料载体3或固化模型42之间时，即还处于被挤压状态时，由光束29照射固化。还可以设置打印料回收器19，打印料回收器19可以设置随铺料器11同步与料载体3之间发生相对平移运动和相对竖向运动。打印料回收器19例如可以是真空吸附系统，将没有固化的光敏打印料(即多余光敏打印料)吸走，保持料载体3或固化模型42的清洁，也便于后续喷射彩色颜料，或后续固化层41堆叠时可防止没有固化的光敏打印料被封闭在模型内部。如此可以大幅减少打印料的使用量，将会简化装置结构并降低装置对承重要求，有利于降低应用成本。

[0056] 实施例4

[0057] 如图5所示，在铺料器11的运动方向侧设置给料器18，例如在铺料器11上设置如图5中所示的第一给料器18-1，料载体3可以沿第一箭头101左右往复平移运动，或者铺料器11

沿第一箭头101右左往复平移运动。设料载体3沿第一箭头101向左方向移动时，第一给料器18-1在铺料器11的上游位置(铺料器11相对料载体3运动的前方位置)铺设光敏打印料4，使得给料过程与铺料过程同步进行，提升打印速度。而且通过第一给料器18-1还可以精确的控制给料量，减少打印料在铺料器11运动前方的堆积，利于提升铺料和打印精度。当然还可以在铺料器11的左右两侧都设置给料器18，例如在图中铺料器11的左侧还设置了第二给料器18-2，当打印完一层后，铺料器11沿第一箭头101所示向左移动，或料载体3向右移动，可以让第二给料器18-2开始给料，使得铺料器11双向运动过程中都可以铺料和打印，提升打印速度。当然，也可以在透光区12下表面设置隔离层46，加快透光区12与固化层41的脱离，提升打印速度。

[0058] 当然，料载体3上预先填充的光敏打印料4可以取消，光敏打印料4可全部由给料器18提供，如此可以大幅减少打印料的使用量，可以简化装置结构并降低装置对承重要求，有利于降低应用成本。

[0059] 实施例5

[0060] 如图6所示，与图5不同之处在于，料载体3设置在上方，铺料器11设置在下方。铺料器11的铺料侧是指铺料器11相对料载体3的一侧，也即图中铺料器11的顶部。打印时，给料器18提供的光敏打印料4经铺料器11铺设到料载体3(或其上的固化模型42上)，同时光束29向上透过透光区12选择性照射使所铺设的打印料层选择性固化。还可以设置打印料回收器19，对于没有固化或者提供过量的光敏打印料4(即多余的光敏打印料4)可以由打印料回收器19回收。在图中铺料器11的左右两侧可以都设置给料器18，便于铺料器11左右往复移动时可以双向给料和铺料，还可以在左右给料器18的外侧都设置打印料回收器19，便于铺料器11左右往复移动时都可以回收打印料。采用此方式可以减少光敏打印料4的使用，例如可以不必在料载体3上填满光敏打印料4，减少打印料的使用，简化结构和降低应用成本。另外没有固化的打印料不容易堆积在固化模型42上或料载体3上，不会让未固化的打印料封闭到固化模型42内，便于模型打印好后的清洁处理，可保持设备的清洁，便于设备维护。

[0061] 给料器18还可以是精确控制给料速率，例如图5或者图6中，例如让光敏打印料4可以依靠其表面张力作用朝向料载体3的方向凸出给料器18，同时也比铺料器11的铺料侧凸出，此凸出的部分附着到固化模型42上或料载体3上，然后由铺料器11铺平和被光束29选择性照射固化。精确给料可提升打印平稳性、速度和精度，也利于降低应用成本。

[0062] 实施例6

[0063] 图7示意了给料器18还可以采用喷料器形式，将光敏打印料4喷射向铺料器11与料载体3或者固化模型42之间的位置。铺料器11喷射处多余的光敏打印料4可以在打印料回收器19回流。为了双向往复运动都可打印，可以在铺料器11的左右两侧都设置给料器18和打印料回收器19，例如在铺料器11右侧设置有第一给料器18-1和第一打印料回收器19-1，在铺料器11左侧还设置有第二给料器18-2和第二打印料回收器19-2。

[0064] 实施例7

[0065] 如图8所示，还可以设置多个铺料器11同时进行打印。图8示出了两个铺料器11同时打印，第一铺料器11-1处于第二铺料器11-2的前方，第一铺料器11-1铺料侧的高度位置比第二铺料器11-2低一个铺料层的厚度，第一铺料器11-1和第一光源2-1形成下层固化层41-1，第二铺料器11-2和第二光源2-2形成上层固化层41-2，上层固化层41-2堆叠在下层固

化层41-1上，下层固化层41-1和上层固化层41-2同时打印。第一给料器18-1和第二给料器18-2还可以与料源43连通，还可以在给料器18与料源43之间打印料的传输路径上设置泵送装置和阀门。需说明，可以采用一个光源2来代替第一光源2-1和第二光源2-2，即用一个光源2同时或快速分时扫描第一透光区12-1和第二透光区12-2。另外，既可以是料载体3沿第一箭头101移动，也可以是第一铺料器11-1和第二铺料器11-2沿第一箭头101相反的方向移动。第一光源2-1可以与第一铺料器11-1固连并随第一铺料器11-1移动而移动，也可以不与第一铺料器11-1固连，例如可以通过镜组来控制光束跟随第一铺料器11-1。同理第二光源2-2，不再累述。

[0066] 采用多个铺料器11同时铺料和打印，相邻铺料器11铺料的高度方向的位置相差一层铺料层的厚度，前方铺料器11的位置高度比后方铺料器11的位置高度低。如此可以实现多层铺料层的同时铺设和多层固化层41的同时打印，大幅提升打印速度。

[0067] 实施例8

[0068] 图9示意至少两个铺料器11同时工作，各铺料器11铺设异质或异色的光敏打印料并同时对同一铺料层进行匹配铺料和分别选择性光照固化得到一层异质或异色的固化层41。例如，包括第一铺料器11-1和第一给料器18-1的第一打印头打印形成固化模型42-1部分，固化模型42-1部分可以采用材料A；包括第二铺料器11-2和第二给料器18-2的第二打印头打印形成固化模型42-2部分，固化模型42-2部分可以采用材料B，铺料器11-1和铺料器11-2相互匹配的进行铺料形成异质或异色材料的固化层。为了防止异质打印料之间混合，可利用打印料回收器19将料载体3或固化模型上多余的打印料回收，例如设置第一打印料回收器19-1、第二打印料回收器19-2和第三打印料回收器19-3，其中第二打印料回收器19-2设置在第一铺料器11-1和第二铺料器11-2之间，或者可以在第一铺料器11-1和第二铺料器11-2之间设置两个打印料回收器19分别吸收材料A和材料B。打印料回收器19将没有固化的光敏打印料4回收，例如真空吸收的方式，确保复合材料打印过程中每种材料的准确铺设和固化，避免多种材料误混，实现打印精确的复合材料固化模型。第一打印头、第二打印头以及三个打印料回收器19等可以同步的沿第一箭头101移动，打印完一层后料载体3可以沿第二箭头102移动设定距离。

[0069] 实施例9

[0070] 如图10和图11示意了一种旋转式打印系统，其中料载体3的成型表面为圆形或环形平面，铺料器11为俯视结构呈扇形的刮板结构。铺料器11可以设置为多个，当多个铺料器11沿料载体3的中轴线109环周设置时，最优的，铺料器11绕中轴线109环周等分设置(例如环周等间距或等角度设置)在成型表面侧(如图10中料载体3的上方)，且铺料器11到料载体3的间距等高设置，同时多层打印时，可以同时形成多个等厚度的铺料层，各铺料器到料载体3的距离相等意味着铺料器都处于相同的高度上，可保持各铺料器11与料载体3平行的平面相切，如此可大为方便打印系统的安装调试和维护。设铺料器11的数量为N，N为大于等于1的整数，当N大于1时，各铺料器11到料载体3的间距等高设置，且各铺料器11绕中轴线109环周等分设置，则最优的，料载体3朝远离铺料器11的方向连续移动，连续移动的速度为：料载体3每转动一周，朝远离铺料器11的方向移动N倍的打印层厚，此打印层厚可以是铺料层或固化层41的厚度，设置多个铺料器11可以大幅提升打印速度。图11中示意了三个铺料器11的实施例，料载体3在驱动器(图中未示出)的带动下可沿第一箭头101转动，实现料载体3

与铺料器11的相对平移运动，同时料载体3还可以在驱动器的带动下沿第二箭头102移动，实现料载体3与铺料器11的相对竖向运动。铺料器11在与料载体3发生相对一周的转动过程中，可以对环周上的多个固化模型42进行选择性光照固化打印，如此有利于提高打印效率。

[0071] 参见图10，设料载体3沿第一箭头101转动，铺料器11内或外部可以集成有光源2，光源2可以是LED阵列、LCD或OLED屏幕，发出的光束29透过透光区12向料载体3照射，形成固化层41。如必要还可以设置凸起部分11a提升铺料效果。还可以设置给料器18，在铺料器11的前方(即上游)给料。料载体3每转动一周，即打印完成一层后，料载体3沿第二箭头102阶梯式移动设定的距离，例如，对于单个铺料器的情况，料载体3快速移动一个层厚的距离，对于两个铺料器同时打印的情况，料载体3快速移动两个层厚的距离，依次类推。多个铺料器11同时铺料和打印可以提升打印速度。铺料器11与料载体3之间的相对竖向运动和相对平移运动还可以同时进行，例如铺料器11与料载体3进行相对平移运动的同时，还同时连续的进行相对竖向运动，可以采用螺旋形式铺料和打印的方式，即当料载体3沿第一箭头101转动时，同时沿第二箭头102连续的移动，经过铺料器11铺料的光敏打印料4整体以连续螺旋的形式堆叠到料载体3上，在料载体3上形成一个或同时形成多个螺旋形式的铺料层。假设料载体3沿第一箭头101转动的速度恒定不变且各铺料层或固化层厚度均匀相等，则两个铺料器11同时打印情况下料载体3沿第二箭头102移动的速度是一个铺料器11情况下的两倍，依次类推。如此设置可以实现连续铺料和固化，由于没有铺料器11在不同层之间切换的过程，可进一步提升打印效率和打印精度。

[0072] 图11相当于图10的俯视图，并示意了三个铺料器11和相应的光源2同时打印的实施例。光源2设置为扇形，其上的点光源呈扇形排布，由于料载体3不同半径位置处的线速度不同，半径越大的位置的线速度越大，而采用扇形排布的点光源，如LED、LED激光、LCD屏幕上的点光源等，同样是半径越大的位置数量越多，可以补偿随半径增加而增加的线速度，可以更加均衡的利用各个点光源，提升打印效率。例如，三个铺料器11可以同时进行相邻三层固化层41的打印，当料载体3带动固化模型42转动依次经过第一铺料器11-1、第二铺料器11-2和第三铺料器11-3时，三个铺料器11依次对固化模型42进行铺料并光照固化得到下层固化层41-1、中层固化层41-2和上层固化层41-3。

[0073] 在一些具体的实施方式中，还可以设置外加固化器，例如图中的外加固化器22-1，22-2和22-3，外加固化器设置与料载体3上的固化模型42的转动路径相对应，当固化模型42转动到位于外加固化器对应的位置时，外加固化器能够对固化模型42进行进一步选择性照射固化。外加固化器可以为扇形，外加固化器的喷嘴呈扇形排布，由于料载体3不同半径位置处的线速度不同，半径越大的位置的线速度越大，而采用扇形排布的喷嘴同样是半径越大的位置喷嘴数量越多，可以补偿随半径增加而增加的线速度，可以更加均衡的利用各个喷嘴的利用率。外加固化器的各个喷嘴可以是点光源，如LED、LED激光、LCD屏幕上的光源点等，也可以是液体喷嘴。外加固化器的设置可以进一步强化固化层41的固化程度，也可提升打印速度。

[0074] 实施例10

[0075] 图12中示意了铺料器11在上方，料载体3在下方，料载体3可以绕中轴线109沿第一箭头101旋转，或者铺料器11绕中轴线109沿第一箭头101相反方向旋转移动。铺料的同时光源2发出的光束29透过铺料器11的透光区12选择性照射光敏打印料4，光束29可以先经过镜

组84调整为平行光照射光敏打印料4，可提升打印精度。图中还示意了在料载体3的外侧还可以设置外套缸39，在某些实施方式中，还可以设置内套缸37，采用外套缸39或内套缸37可以限定铺料和打印的空间，利于光敏打印料4的稳定铺设。

[0076] 实施例11

[0077] 图13和图14示意了一种铺料器11移动铺料、光源2固定不动的实施例。图13示意铺料器11沿第一箭头101移动，光源2保持不动，通过调变光束29的方向来跟随铺料器11，例如可以通过镜组(图中未示出)来动态调整光束29的方向，具体的如铺料器11由图13所示的位置移动到图14所示的位置，光源2保持位置不动，光束29偏转跟踪铺料器11，透过透光区12并根据三维模型信息选择性照射透光区12下方受挤压状态的铺料层形成固化层41。当然可以是多个铺料器11共用一个光源，例如结合图8，两个铺料器11可以共用图13中的同一个光源2。当然，也可以是多个光源2发出的光束29透光同一个铺料器11上的透光区照射此透光区11下方的铺料层进行选择性固化。

[0078] 实施例12

[0079] 图15和图16示意在图1或图2所示打印系统的基础上，铺料器11设置在上方，料载体3在下方，在料载体3的左右两侧都设置给料活塞，当一侧给料活塞用于给料时，另一侧给料活塞用于接收多余的光敏打印料4，两侧给料活塞往复交替。如图15，铺料器11处于最右端，右侧的第一给料活塞36上移将光敏打印料4推出，铺料器11开始左移，将光敏打印料4向左刮料形成铺料层铺设到料载体3上，同时根据打印模型的信息对处于透光区12下方挤压状态的铺料层进行固化，铺料器11移动到左侧的第二给料活塞38位置，第二给料活塞38下移将多余的打印料回收到第二给料活塞38上方，铺料器11移动到最左端，如图16所示；然后左侧的第二给料活塞38上移将光敏打印料4推出，铺料器11开始右移，将光敏打印料4向右推动铺设到料载体3上，同时根据打印模型的信息对处于透光区12下方挤压状态的铺料层进行固化，铺料器11移动到右侧的第一给料活塞36位置，第一给料活塞36下移，将多余的打印料回收到第一给料活塞36上方，铺料器11移动到最右端，如图15所示；如此重复往复，直至三维模型打印完成。

[0080] 本发明中的铺料器11与料载体3之间的相对平移运动，可以实现光敏打印料4在料载体3上的铺设，即形成铺料层，即可以是铺料器11平移运动，料载体3不动，也可以是料载体3平移运动，铺料器11不动，或料载体3和铺料器11同时平移运动，料载体3或铺料器11的平移运动是指各图中沿第一箭头101方向或相反方向的移动，或者沿水平方向的移动，或者沿平行于料载体3的成型表面的方向移动。铺料器11与料载体3之间的相对竖向运动，可以实现固化层41的层层堆叠，形成固化模型42(即打印模型、三维模型或三维物体)，即可以是铺料器11竖向运动，料载体3不动，也可以是料载体3竖向运动，铺料器11不动，或料载体3和铺料器11同时竖向运动，料载体3或铺料器11的竖向运动是指沿各图中第二箭头102方向或相反方向的运动，或沿竖直方向运动，或沿垂直于料载体3的成型表面的方向运动。料载体3的成型表面是指料载体3上可以接收铺料层或固化层41的表面。打印料4或铺料层或固化层41铺设到料载体3上包括打印料4或铺料层或固化层41铺设到料载体3上或铺设到料载体3上的打印料4或铺料层或固化层41上。

[0081] 各实施方式中铺料器11的透光区12在光敏打印料4侧的表面还可以采用自润滑材料，如聚四氟乙烯，或含油的材料阻止光敏打印料层(固化层)在透光区12上的黏连。让固化

的光敏打印料层(固化层)能快速的与铺料器11脱离,加快打印速度,也利于提升打印精度。

[0082] 如前述各实施例所示,本发明中光源2可以采用DLP投影照射,也可以采用设置在铺料器11透光区上的LCD屏幕或LED阵列来照射,或采用激光源,通过镜组让激光透过铺料器11上的透光区12对处于挤压状态的光敏打印料进行选择性照射,或其他可以选择性照射的光源均可。

[0083] 本发明的光固化打印装置和打印方法可以用于液态的光敏树脂材料,可以是任何光照引发聚合反应的树脂液体,还可以是光敏树脂与其他液体或粉末的混合液体或浆料,如与陶瓷粉末,金属粉末,塑料粉末或其他的粉末材料进行混合,还可以在树脂中混合细胞,药物,颜料等。

[0084] 对于光敏树脂与金属粉末或陶瓷粉末的混合浆料,还可以结合金属粉末注射成型(MIM,metal powder injection molding)或陶瓷粉末注射成型(CIM,ceramic powder injection molding)等PIM方法,通过本发明3D打印的方式制作生培模型(green part),然后脱脂和烧结(Sintering),形成金属或陶瓷等零部件。采用本发明的光固化打印装置或打印方法不仅可以快速的打印塑料或树脂模型,还可以更加高效的定制金属或陶瓷零件,或生物医药,或其他模型。

[0085] 文中叙述采用“上方”,“下方”,“左”,“右”等方位性词语,是基于具体附图的方便性描述,不是对本发明的限制。实际应用中,由于结构整体在空间的变换,实际的左或右位置可能会与附图的不同。但这些变换都应是本发明的保护范围。同时,以上各实施例都是本发明的可选实施例,本领域普通技术人员在此基础上还可以进行各种变换或改进,在不脱离本发明总的构思的前提下,这些变换或改进都应当属于本发明要求保护的范围之内。

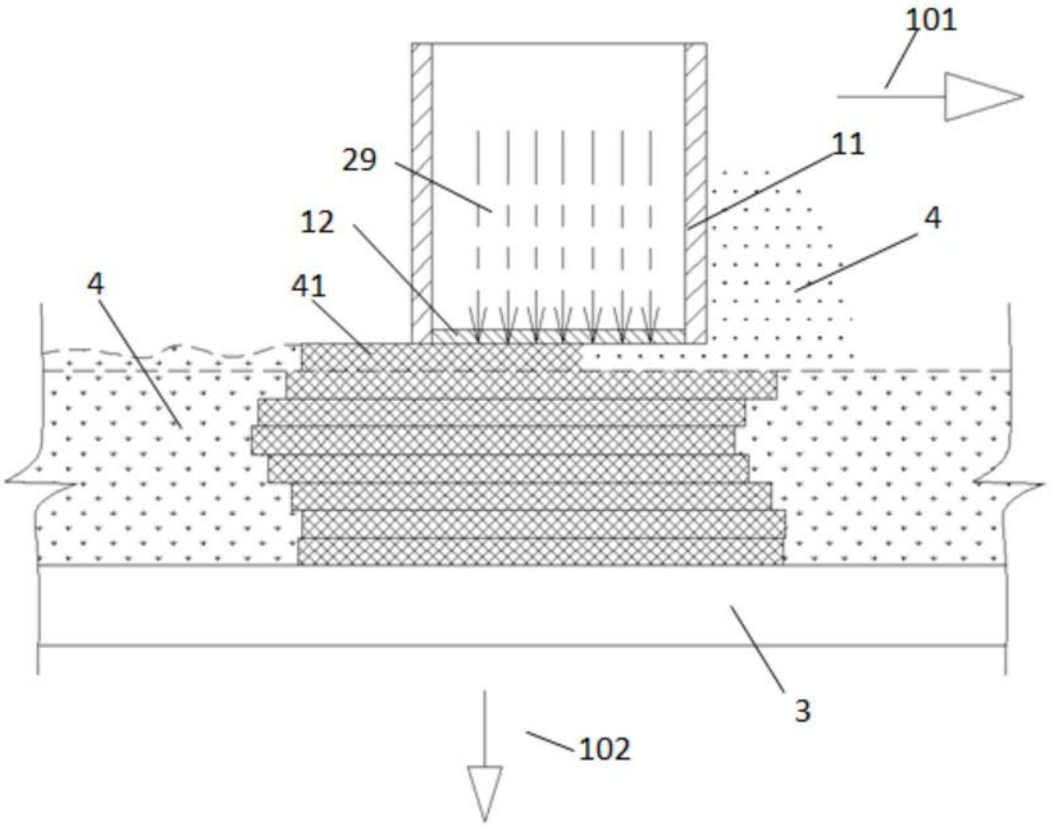


图1

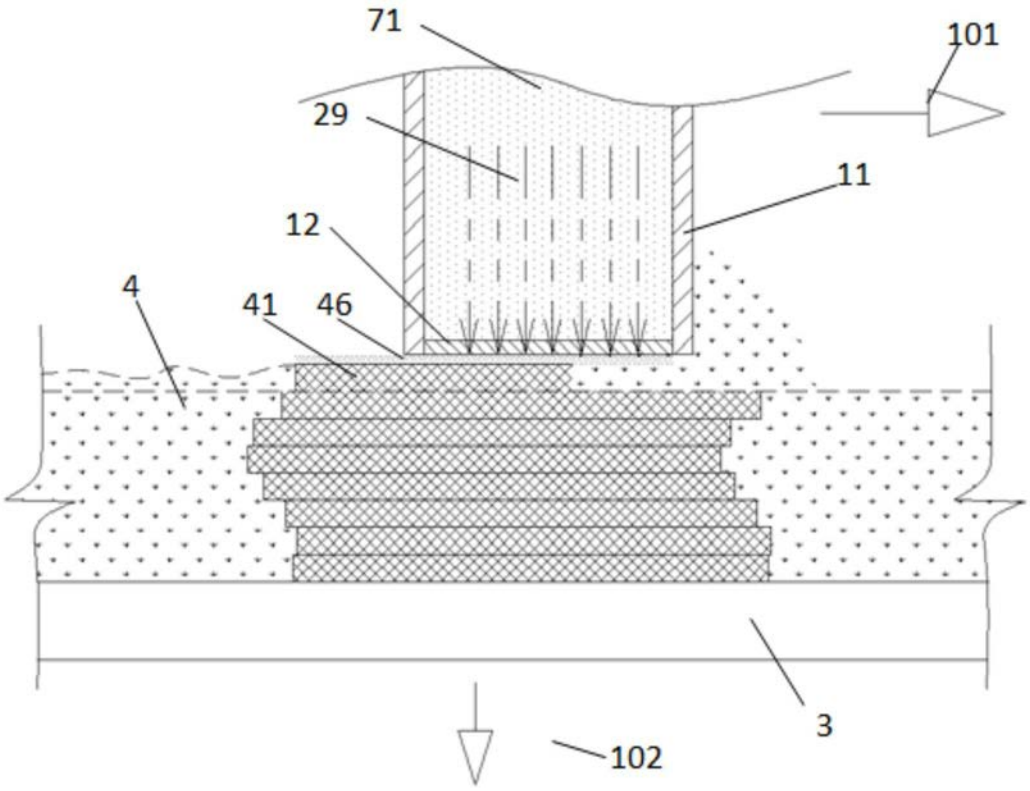


图2

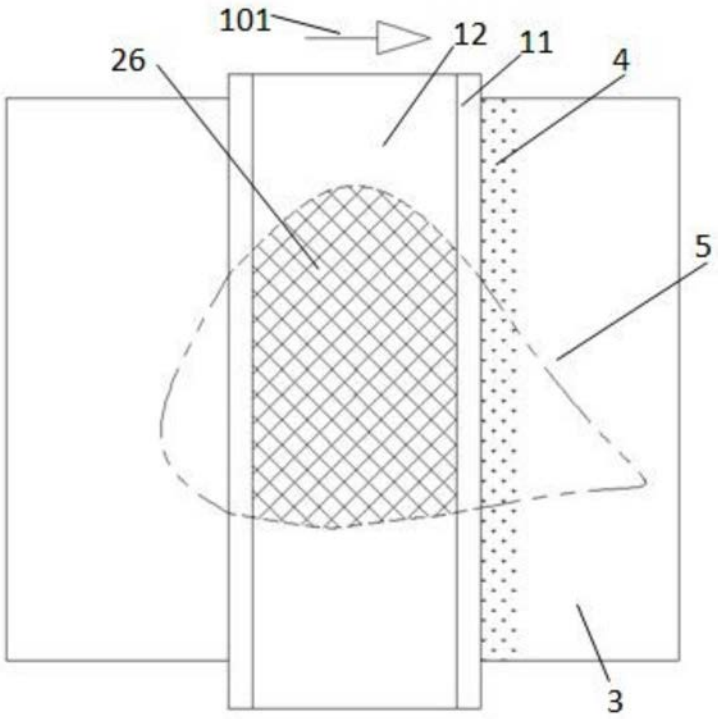


图3

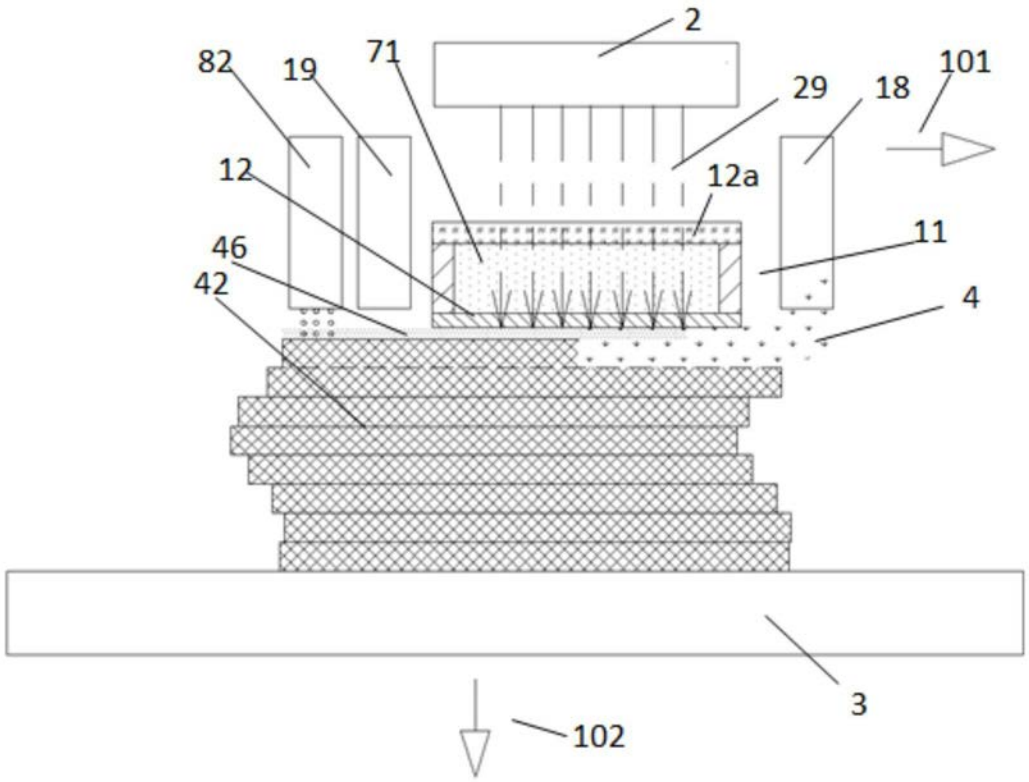


图4

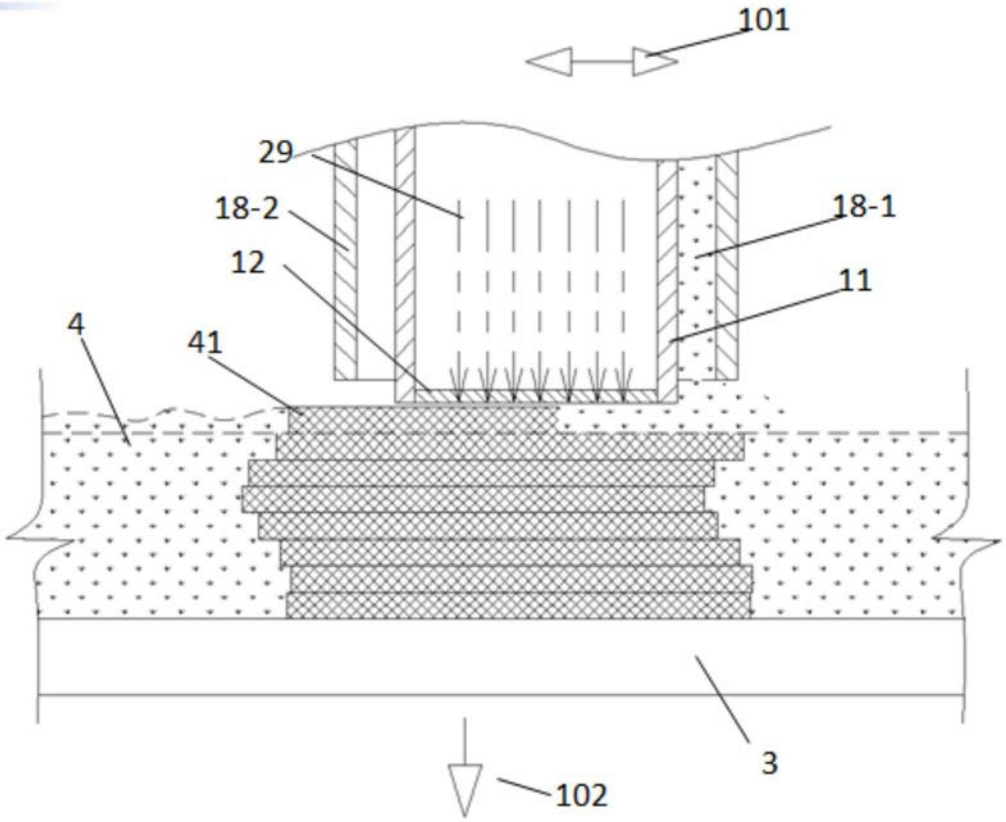

101
29
18-2
12
18-1
11
4
41
3
102

图5

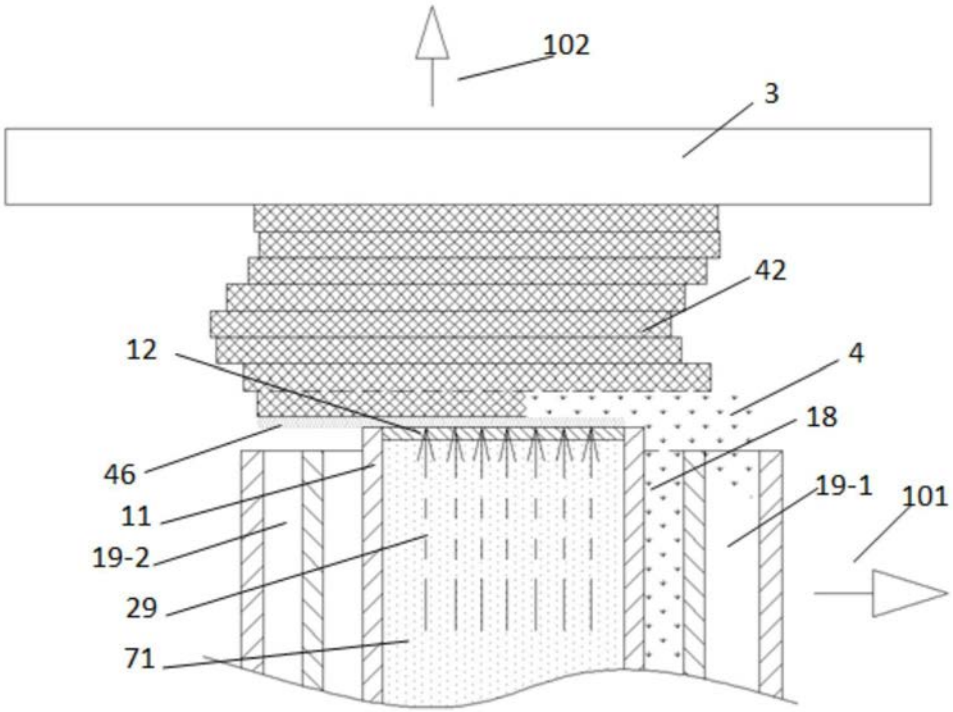

102
3
42
12
4
18
46
19-1
101
11
19-2
29
71

图6

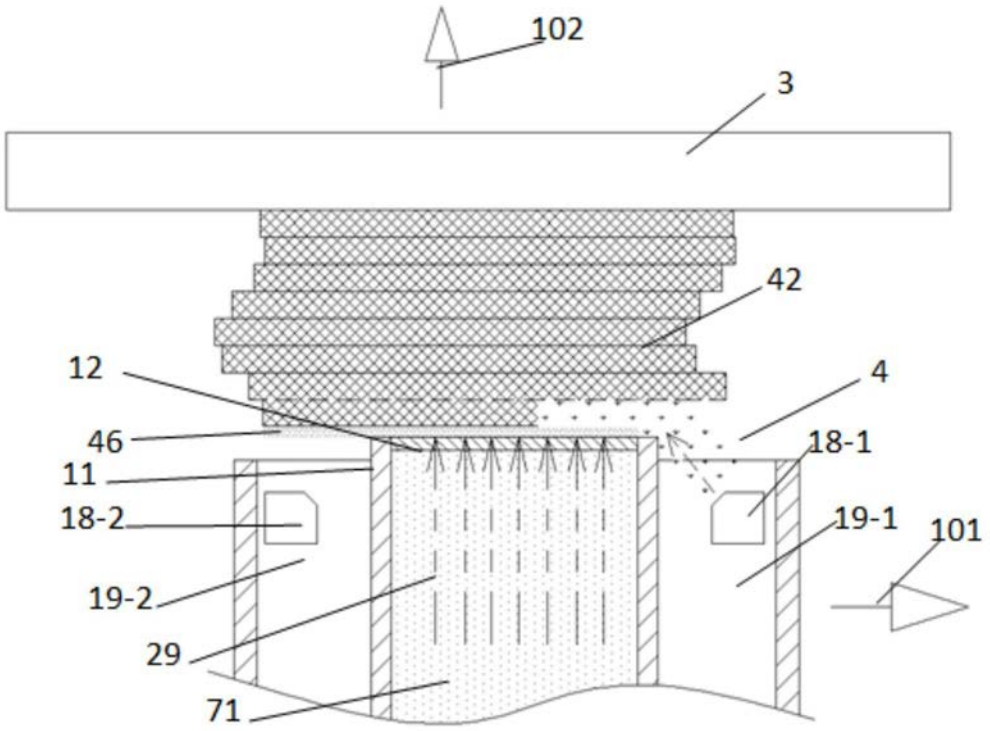

102
3
42
12
4
46
18-1
11
18-2
19-1
101
19-2
29
71

图7

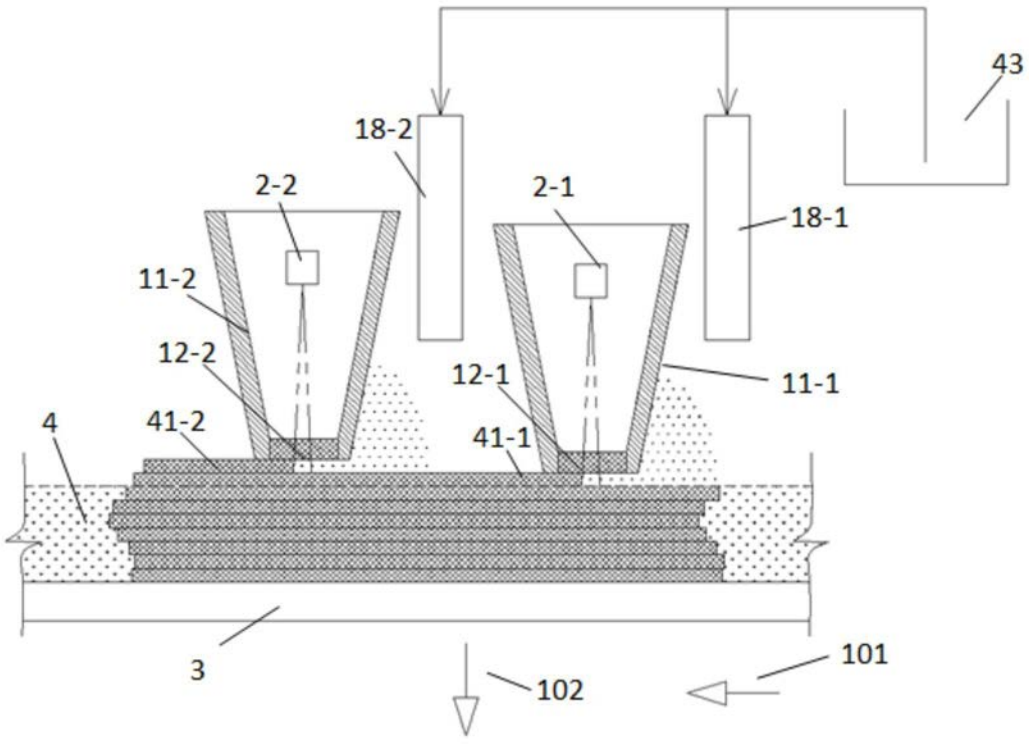

43
18-2
2-2
2-1
18-1
11-2
12-2
12-1
11-1
4
41-2
41-1
3
101
102

图8

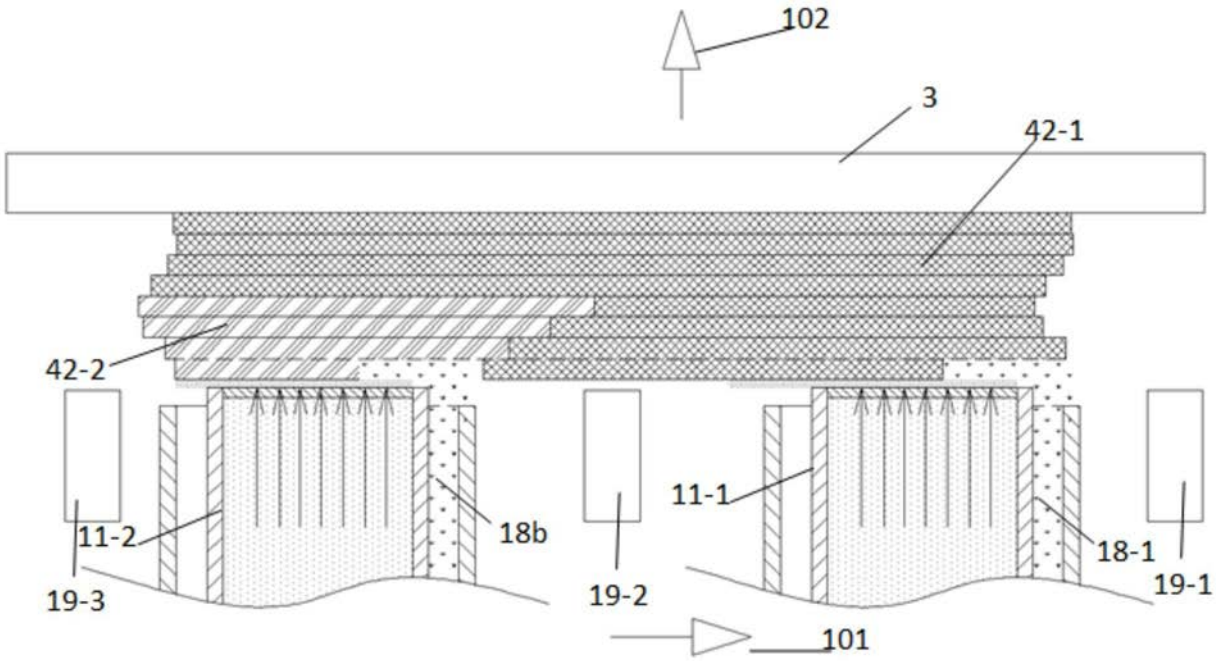

102
3
42-1
42-2
11-2
18b
19-3
19-2
11-1
18-1
19-1
101

图9

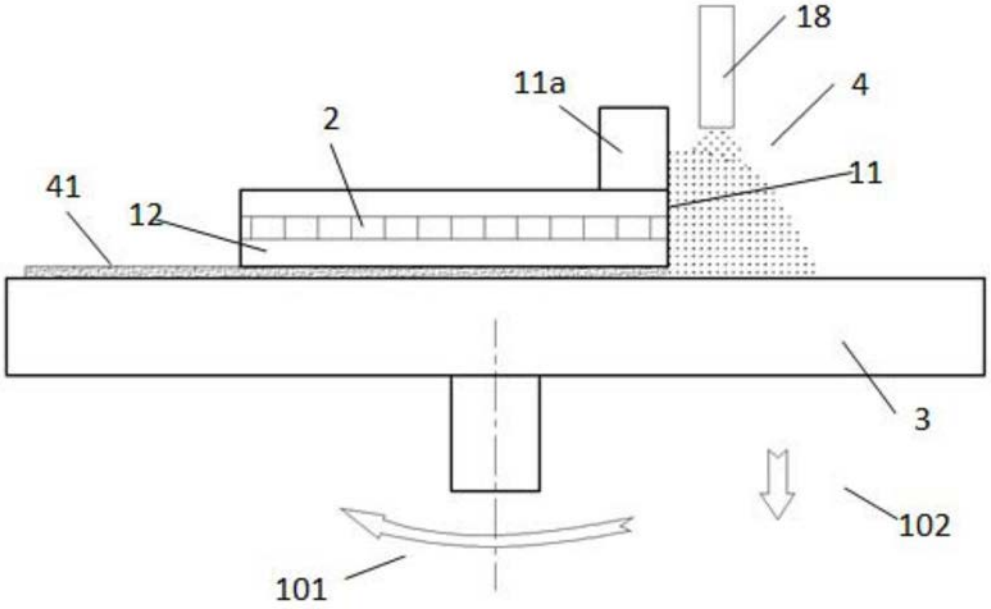

18
11a
4
2
11
41
12
3
102
101

图10

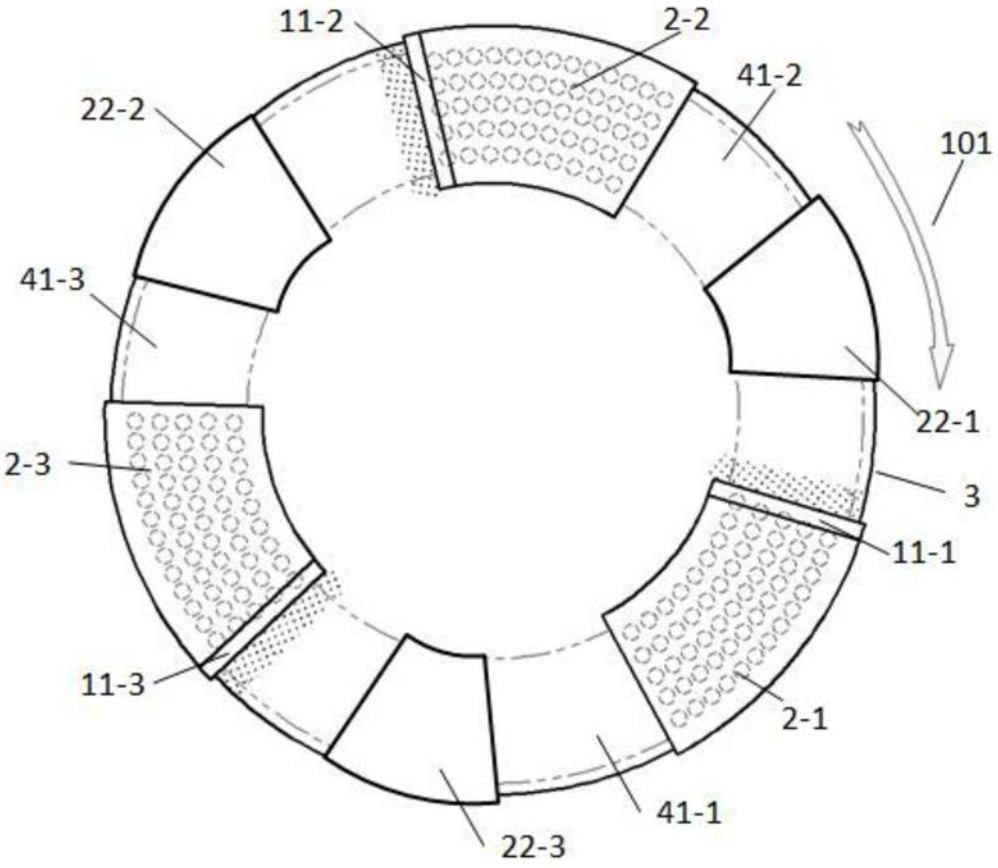

11-2
2-2
41-2
101
22-2
41-3
22-1
2-3
3
11-1
11-3
2-1
41-1
22-3

图11

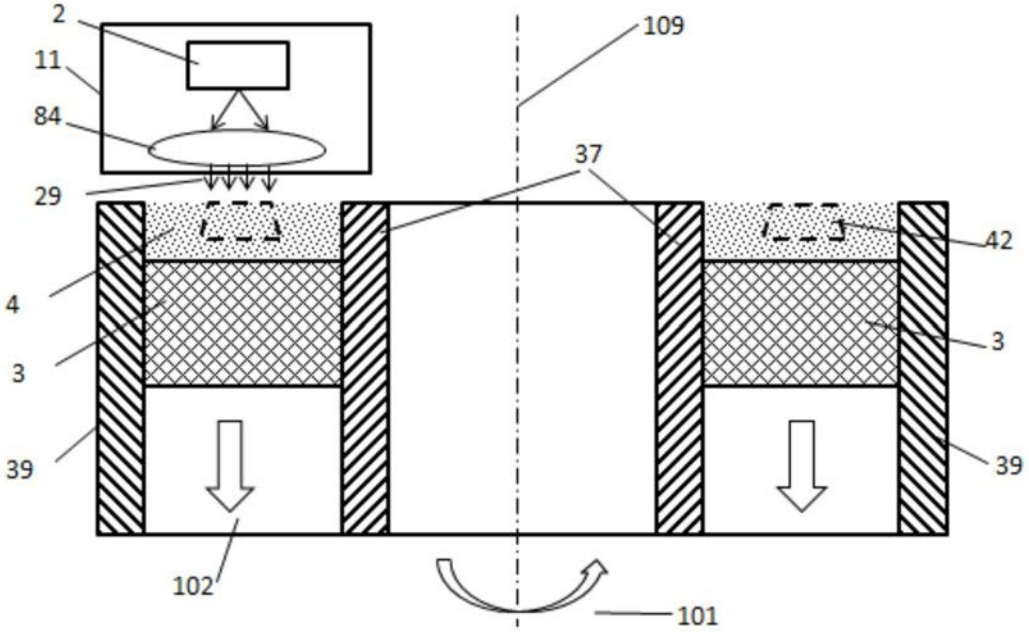

2
11
84
29
109
37
42
4
3
3
39
39
102
101

图12

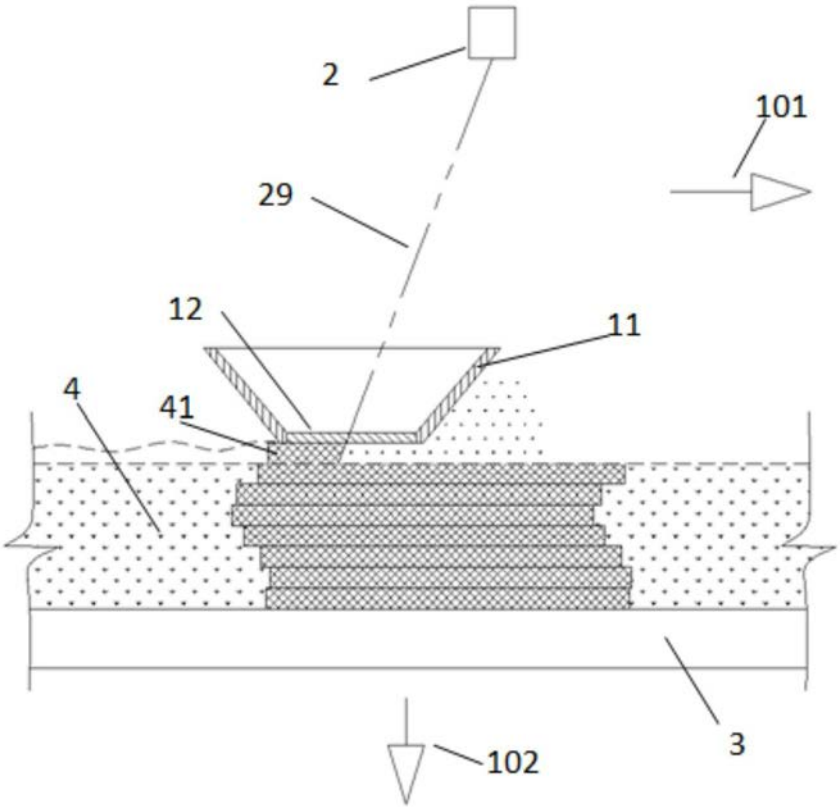


图13

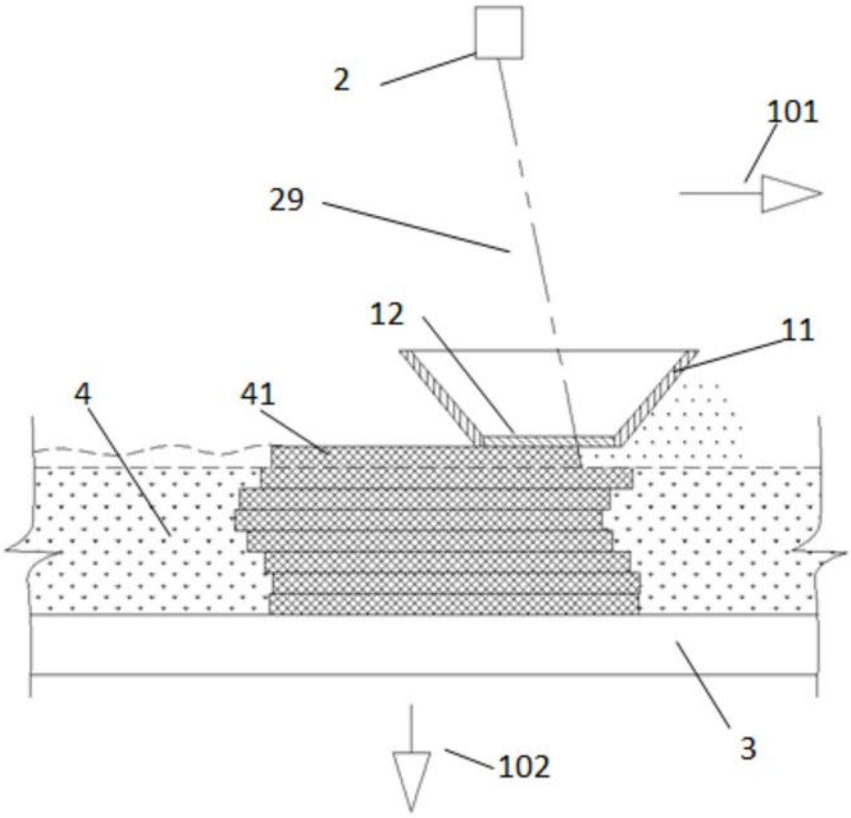


图14

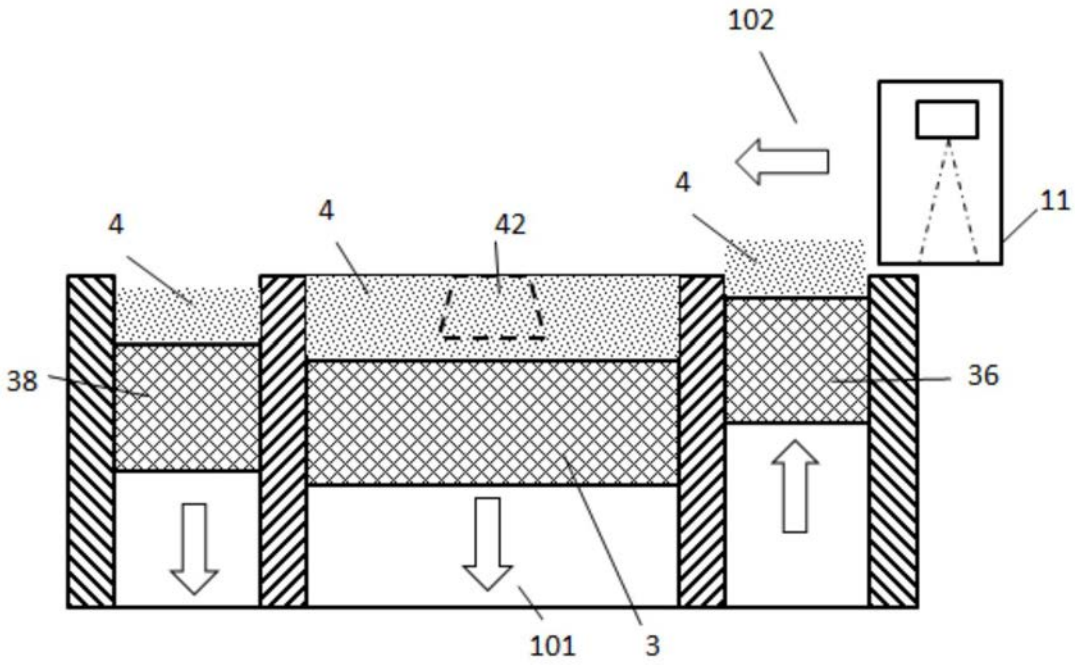


图15

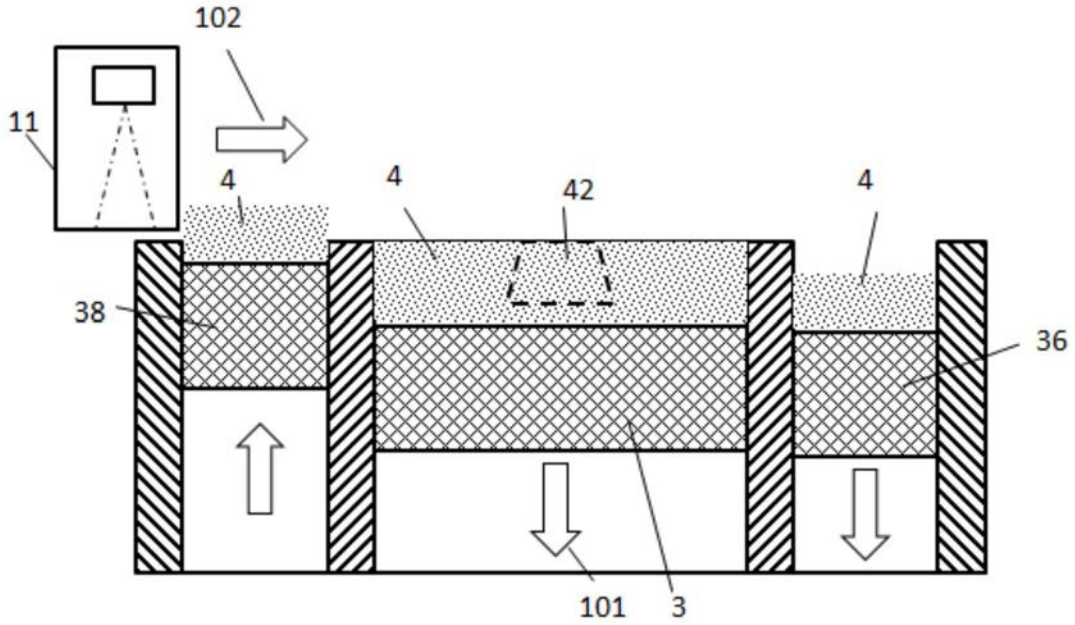


图16