

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2017 年 9 月 8 日 (08.09.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/148100 A1

- (51) 国际专利分类号:
B29C 67/00 (2006.01) B29C 41/02 (2006.01)
B33Y 30/00 (2015.01) B29C 41/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/093243
- (22) 国际申请日: 2016 年 8 月 4 日 (04.08.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201610117648.6 2016 年 3 月 2 日 (02.03.2016) CN
201610119405.6 2016 年 3 月 2 日 (02.03.2016) CN
- (71) 申请人: 珠海赛纳打印科技股份有限公司
(ZHUHAI SEINE TECHNOLOGY CO., LTD.)
[CN/CN]; 中国广东省珠海市香洲区珠海大道 3883 号 01 栋 7 楼 A 区, Guangdong 519060 (CN)。
- (72) 发明人: 蒋韦 (JIANG, Wei); 中国广东省珠海市香洲区珠海大道 3883 号 01 栋 7 楼 A 区, Guangdong 519060 (CN)。 陈伟 (CHEN, Wei); 中国广东省珠海市香洲区珠海大道 3883 号 01 栋 7 楼 A 区, Guangdong 519060 (CN)。 李嘉 (LI, Jia); 中国广东省珠海市香洲区珠海大道 3883 号 01 栋 7 楼 A 区, Guangdong 519060 (CN)。 陈晓坤 (CHEN, Xiaokun); 中国

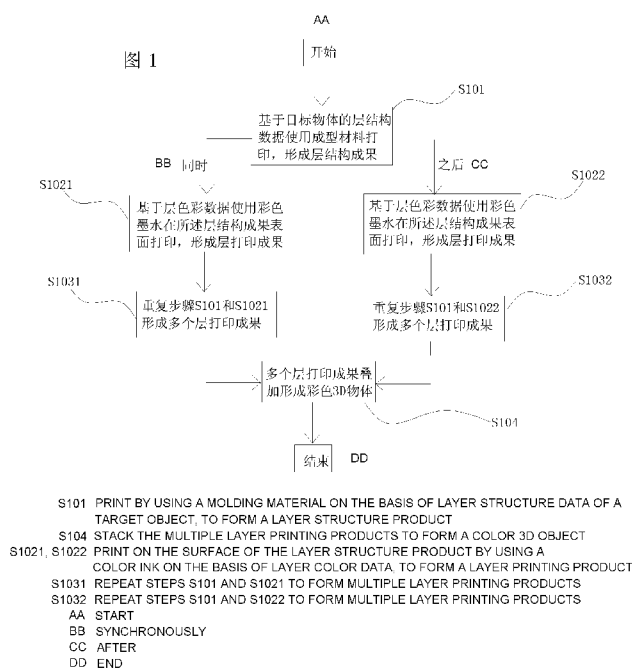
广东省珠海市香洲区珠海大道 3883 号 01 栋 7 楼 A 区, Guangdong 519060 (CN)。 周毅 (ZHOU, Yi); 中国广东省珠海市香洲区珠海大道 3883 号 01 栋 7 楼 A 区, Guangdong 519060 (CN)。

- (74) 代理人: 北京同立钧成知识产权代理有限公司 (LEADER PATENT & TRADEMARK FIRM); 中国北京市海淀区西直门北大街 32 号枫蓝国际 A 座 8F-6, Beijing 100082 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH,

[见续页]

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR FABRICATING COLOR 3D OBJECT

(54) 发明名称: 一种彩色 3D 物体的制作方法及系统



(57) Abstract: A method and system for fabricating a color 3D object. The method for fabricating a color 3D object comprises the following steps: a, printing by using a molding material on the basis of layer structure data of a target object (1), to form a layer structure product; b, after step a or synchronously with step a, printing on the surface of the layer structure product by using a color ink on the basis of layer color data, to form a layer printing product; and c, repeating steps a and b to form multiple layer printing products, and stacking the multiple layer printing products to form a color 3D object. A fabricating system for executing the fabricating method comprises a processing terminal (2), a driving controller (3), and a print head (5). The fabricating method and system of the present application improve the dimensional precision and printing efficiency of color 3D objects.

(57) 摘要: 一种彩色 3D 物体的制作方法及系统, 其中, 彩色 3D 物体的制作方法, 包括如下步骤: a、基于目标物体 (1) 的层结构数据使用成型材料打印, 形成层结构成果; b、步骤 a 之后或者同时, 基于层色彩数据使用彩色墨水在层结构成果表面打印, 形成层打印成果; c、重复步骤 a 和步骤 b 形成多个层打印成果, 且多个层打印成果叠加形成彩色 3D 物体。用于执行所述制作方法的制作系统, 包括处理终端 (2)、驱动控制

器 (3) 以及打印头 (5)。本申请的制作方法以及制作系统提高了彩色 3D 物体的尺寸精度以及打印效率。



WO 2017/148100 A1



CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD,
TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种彩色 3D 物体的制作方法及系统

技术领域

5 本发明属于 3D 物体快速成型领域，尤其涉及采用喷墨打印头进行逐层叠加式制造 3D 物体的技术，特别是一种彩色 3D 物体的制作方法及系统。

背景技术

10 快速成型技术又称快速原型制造技术或加式制造技术，其基本原理都是基于 3D 模型切片后逐层加工堆积起来制作 3D 物体。

目前，采用快速成型技术制作 3D 物体具体有熔融沉积技术（简称：FDM 技术）、立体光刻技术（简称：SLA 技术）、选择性激光烧结技术（简称：SLS 技术）、叠层成型技术（简称：LOM 技术）或三维喷墨打
15 印技术（简称：3DP 技术）等。其中，采用 3DP 技术制作 3D 物体是近年来关注研究的热点之一，尤其在如何使用 3DP 技术制作出全彩色 3D 物体方面。

现有的使用 3DP 技术制作彩色 3D 物体的报道，如专利名称为“用于 3D 打印的多彩色墨水、3D 打印机和控制 3D 打印的方法”的美国专
20 利 US20150094394A1,采用红（M）、黄(Y)、蓝(C)、黑(BK)四色光固化树脂墨水作为 3D 物体的成型材料，且该四色墨水分别装于不同的喷墨打印头中，根据 3D 模型的数据信息通过驱动控制器控制打印头进行逐层喷墨打印，由于采用的是光固化树脂材料，打印头喷出的每一滴墨经光固化后具有一定的体积，大量固化的墨滴逐层堆积形成 3D 物体。喷
25 墨打印头在进行喷墨打印的原则是每个像素点对应一个墨滴，例如打印红色区域时每个像素点对应喷射一个红色墨滴，当打印绿色区域时每个像素点需要喷射一个黄色墨滴和一个蓝色墨滴，由于绿色区域中一个像素点对应了两个墨滴而红色区域中一个像素点对应了一个墨滴，此时造成 3D 物体的表面不平整，最终影响 3D 物体的尺寸精度。因此，采用该
30 专利技术只能打印出有限几种颜色的彩色物体，而不能实现全彩色。

另有资料报道采用红(M)、黄(Y)、蓝(C)三色光固化树脂和白色(W)光固化树脂作为成型材料结合使用能打印出全彩色的3D物体。但是,使用该方法制作彩色3D物体时必须保证不同材料之间的物理性能基本一致,如:粘度、收缩率、表面张力等,尤其是对收缩率的要求严格,若各材料之间的收缩率不一致,在进行光固化之后墨滴的体积大小不一,此时造成3D物体的表面不平整,最终影响3D物体的尺寸精度。而且,采用该方法制作彩色3D物体,成型材料的制作成本相对较高。

发明内容

10 针对现有技术存在的技术缺陷,根据本发明的一个方面,提供一种彩色3D物体的制作方法,通过逐层打印的方式制成所述彩色3D物体,其特征在于,包括如下步骤:

a、基于目标物体的层结构数据使用成型材料打印,形成层结构成果;

15 b、所述步骤a之后或者同时,基于层色彩数据使用彩色墨水在所述层结构成果表面打印,形成层打印成果;

c、重复所述步骤a和步骤b形成多个层打印成果,且多个所述层打印成果叠加形成彩色3D物体。

优选地,在所述步骤a中,所述成型材料通过变频喷射的方式喷出。

20 优选地,在所述步骤a中,所述变频喷射的方式为间隔喷射或者全喷射和间隔喷射交替进行,且在所述步骤b中,在未喷射所述成型材料的位置使用彩色墨水进行打印。

优选地,在所述变频喷射的过程中,当执行全喷射时,喷孔的数量为偶数。

优选地,所述层结构成果为网格状结构。

25 优选地,当所述步骤b在步骤a之后执行时,相邻两次重复所述步骤a的打印方向相同;当所述步骤b与步骤a同时执行时,相邻两次重复所述步骤a的打印方向相反。

优选地,在所述步骤a之前包括如下步骤:

30 a1、将所述目标物体进行分层,并基于每层的结构信息和色彩信息获取每层对应的成型数据,所述成型数据包括所述层结构数据和层色彩

数据。

优选地，在重复所述步骤 a 和步骤 b 过程中，还执行如下步骤：

c1、基于所述层结构数据使用支撑材料进行打印形成层支撑成果，所述支撑成果为相邻两个层打印成果提供支撑。

- 5 优选地，在所述步骤 a 中使用单一种类的成型材料进行打印；或者在所述步骤 a 中使用不同种类的成型材料进行打印且不同种类的成型材料之间收缩率基本相同。

优选地，所述成型材料为光敏树脂材料，彩色墨水为弱溶剂墨水；

- 10 优选地，所述光敏树脂材料在 25℃ 的粘度为 14~180cps，在 25~80℃ 的粘度为 5~15cps；

所述弱溶剂墨水的粘度为 4~14cps，所述弱溶剂墨水的表面张力为 22~35mN/m。

优选地，所述成型材料为白色材料、透明材料或浅色材料。

- 15 根据本发明的另一方面，提供一种彩色 3D 物体的制作系统，用于执行前述任一项所述的制作方法，其特征在于，包括：

处理终端，其用于将所述目标物体进行分层，并基于每层的结构信息和色彩信息获取每层对应的成型数据；

驱动控制器，其基于所述成型数据控制所述打印头执行打印动作；

- 20 打印头，其用于喷射打印材料，所述打印头包括至少一条成型材料通道、彩色墨水通道和喷孔。

优选地，所述成型材料通道和彩色墨水通道的设置方式为如下的一种：

所述打印头设置有一条所述成型材料通道，且位于所述彩色墨水通道的一侧；

- 25 所述打印头设置有两条所述成型材料通道，两条所述成型材料通道沿打印方向分别位于所述彩色墨水通道的两侧。

优选地，所述打印头设置有一条所述成型材料通道，且所述成型材料通道沿所述打印头的打印方向位于彩色墨水通道的前面。

优选地，所述彩色墨水通道为如下的一种：

- 30 由红色墨水通道、黄色墨水通道和蓝色墨水通道组成；

由红色墨水通道、黄色墨水通道、蓝色墨水通道和黑色墨水通道组成。

优选地，所述打印头还设置有至少一条支撑材料通道。

优选地，沿打印方向在所述打印头两侧分别设置 LED 灯。

5 优选地，还包括升降台，其用于放置所述彩色 3D 物体。

本发明涉及的彩色 3D 物体的制作方法，当使用单一种类的成型材料进行打印形成层结构成果时，一方面避免了不同材料收缩率不一致对打印物体平整度的影响，另一方面省去了使用白色光固化树脂进行填充的步骤，提高了尺寸精度以及打印效率。

10 本发明涉及的彩色 3D 物体的制作方法，一方面采用逐层双向打印的方式进行，可以提高彩色 3D 物体的成型效率以及降低成型成本；所述逐层双向打印，即打印头在运动过程中，始终执行打印动作，区别于现有技术中，完成一个打印进程后，打印头需要反向复位，然后再进行下一个打印进程的打印方式。另一方面采用变频喷射的方式使用成型材料进行打印形成层结构成果，这样得到的层结构成果在微观上呈现网格状，节省了成型材料的用量，降低了彩色 3D 物体的制作成本，同时，在未喷射成型材料的位置使用彩色墨水进行打印，一方面使喷射出的彩色墨水液滴定位更加精确，另一方面由于成型材料的阻隔作用，不容易出现渗色的现象。

20 本发明涉及的彩色 3D 物体的制作方法，在层结构成果上采用弱溶剂墨水进行彩色印刷，进而形成层打印成果，一方面避免了相邻颜色层之间相互渗色导致的色差现象，另一方面也更加环保。

25 本发明涉及的彩色 3D 物体的制作方法，在将多个层打印成果叠加后形成的彩色 3D 物体具有色域宽广、颜色逼真的特点，同时不同颜色间的过渡自然。

同时，本发明涉及的彩色 3D 物体的制作系统，对打印头的成型材料通道和彩色墨水通道进行特殊排布，提高通道利用率，以配合实现彩色 3D 物体的制作方法。

30 附图说明

通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述，本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显：

图 1 示出了本发明的第一具体实施方式的，一种彩色 3D 物体的制作方法的流程图；

5 图 2 示出了本发明的第一实施例的，包括分层和获取成型数据的所述彩色 3D 物体的制作方法的流程图；

图 3 示出了本发明的第二实施例的，采用变频喷射方式喷射成型材料的所述彩色 3D 物体的制作方法的流程图；

10 图 4 示出了本发明的一个具体实施例的，用于实现成型材料打印的成型材料通道的喷孔分布图；

图 5 示出了本发明的另一个具体实施例的，用于实现成型材料打印的成型材料通道的喷孔分布图；

图 6 示出了本发明的第三实施例的，包括分层和获取成型数据的采用变频喷射方式喷射成型材料的所述彩色 3D 物体的制作方法的流程图；

15 图 7 示出了本发明的第二具体实施方式的第四实施例，一种设置有一个成型材料通道的彩色 3D 物体的制作系统的示意图；

图 8 示出了本发明的第二具体实施方式的第五实施例，设置有两个成型材料通道的所述彩色 3D 物体的制作系统的示意图；

20 图 9 示出了本发明的第二具体实施方式的一个实施例，设置有两个成型材料容器的所述彩色 3D 物体的制作系统的示意图；

图 10 示出了本发明的第二具体实施方式的一个实施例，彩色墨水通道和成型材料通道排布的示意图；以及

图 11 示出了本发明的一个实施例，相邻两个层打印成果以及层支撑成果的示意图。

25

具体实施方式

图 1 示出了一种彩色 3D 物体的制作方法，通过逐层打印的方式制成所述彩色 3D 物体，具体包括如下步骤：

30 首先执行步骤 S101，基于目标物体的层结构数据使用成型材料打印，形成层结构成果。具体地，所述层结构数据由 N 个结构像素点数据

组成，打印头根据 N 个所述结构像素点数据在每个结构像素点对应的位置喷射成型材料，最终形成层结构成果。更为具体地，N 个所述结构像素点数据实际上就是 N 个结构像素点对应的空间坐标值，驱动控制器根据每个结构像素点对应的空间坐标值控制所述打印头的移动轨迹，在每个空间坐标值对应的位置使用成型材料进行打印。本领域技术人员理解，所述层结构成果构成彩色 3D 物体的实体结构部分，起作用形成所述彩色 3D 物体的外形轮廓，因此所述成型材料优先选择单一种类的材料，例如是白色或者浅色材料或者透明材料等，选用单一种类的材料

5 的优点在于，可以避免不同材料间由于收缩率的差异导致的尺寸不稳定，同时采用单一固化条件即可，固化速度可以控制。但是本发明中成型材料也可以选择不同种类的成型材料，此时必须确保所选择的不同种类的成型材料具有相同或基本相同的收缩率，以维持彩色物体的尺寸精度。

进一步地，在所述步骤 S101 的基础上，后续的步骤分为两个主线进程进行，两个主线进程区别主要在于后续的彩色印刷步骤是否与所述步骤 S101 同步进行。如图 1 所示，第一个主线进程为，步骤 S1021 与所述步骤 S101 是同时进行，即在执行步骤 S101 的同时，执行步骤 S1021，基于层色彩数据使用彩色墨水在所述层结构成果表面打印，形成层打印成果。具体地，所述层色彩数据是由 M 个色彩像素点组成，打印头根据

15 M 个所述色彩像素点数据在每个色彩像素点对应的位置喷射彩色墨水，最终形成层打印成果。更为具体地，所述彩色墨水是喷射在所述层结构成果上的，因此 M 个所述色彩像素点数据与 N 个所述结构像素点数据是相关联的，所述色彩像素点数据不仅包括每个色彩像素点对应的空间坐标值，还包括每个色彩像素点对应的色彩值，所述色彩值是可以基于

25 CMY 色彩模式的色彩数据，也可以是基于 CMYK 色彩模式的色彩数据，还可以是基于其他色彩模式的色彩数据，其定义方式基于 2D 打印的技术。

进一步地，所述步骤 S1021 与所述步骤 S101 同时进行的方式为，打印头根据所述结构像素点数据在该结构像素点对应的位置喷射成型材料后，形成结构点，继而根据色彩像素点数据在形成的结构点上喷射

30

彩色墨水，形成彩色结构点，本领域技术人员理解，该色彩像素点数据与该结构像素点数据是相关联的，即该色彩像素点的空间坐标值与该结构像素点的空间坐标值是关联的。

进一步地，执行步骤 S1031，重复所述步骤 S1021 与所述步骤 S101 形成多个层打印成果。本领域技术人员理解，由于所述步骤 S1021 与所述步骤 S101 是同步进行的，即所述层结构成果的形成过程和使用彩色墨水的打印过程是同步的，因此打印头在一个打印进程即可形成一个层打印成果。在此基础上，打印头继续下一个打印进程时，再形成下一个层打印成果，如此循环形成多个所述层打印成果。

如图 1 所示，第二个主线进程为，步骤 S1022 是在所述步骤 S101 之后进行，即先执行步骤 S101 形成层打印成果，继而再执行步骤 S1022，基于层色彩数据使用彩色墨水在所述层结构成果表面打印，形成层打印成果。本领域技术人员理解，所述步骤 S1022 的打印原理与所述步骤 S1021 是类似的，不同之处在于，所述步骤 S1022 与所述步骤 S101 配合实现的方式不同。具体地，打印头在前一个打印进程中首先形成一个层结构成果（通过执行步骤 S101 实现），在后一个打印进程使用彩色墨水在该层结构成果上进行打印形成层打印成果，因此第二主线进程中，需要两个打印进程才形成一个层打印成果，而第一主线进程则只需要一个打印进程即形成一个层打印成果。本领域技术人员理解，选择哪个主线进程进行打印，其取决于成型材料的固化速度以及 3D 彩色物体色彩的复杂程度，固化速度越快，色彩越简单，则优选采用第一主线进程，反之，则优选采用第二主线进程。

进一步地，执行步骤 S1032，重复所述步骤 S1022 与所述步骤 S101 形成多个层打印成果。

进一步地，在前述多个步骤的基础上，执行步骤 S104，将多个所述层打印成果叠加形成彩色 3D 物体。本领域技术人员理解，本步骤是成型步骤，所述目标物体被分为很多层，通过前述所有步骤进行逐层打印并叠加，最终形成所述彩色 3D 物体。更为具体地，步骤 S104 所述的叠加，并非是一个最后才执行的步骤，而是伴随着前述步骤而执行的，即通过所述步骤 S101 至步骤 S1031 或者通过步骤 S101 至步骤 S1032 完成

一个层打印成果即叠加一层，这种叠加的过程是一个累积型的过程，其叠加的方向既包括沿每一层的延伸方向叠加，也包括沿所述目标物体的分层方向的叠加，全部叠加完成后最终形成彩色 3D 物体。

作为本发明的第一实施例，图 2 示出了包括分层和获取成型数据的所述彩色 3D 物体的制作方法的流程图，具体包括如下步骤：

首先执行步骤 S201，将所述目标物体进行分层，并基于每层的结构信息和色彩信息获取每层对应的成型数据，所述成型数据包括所述层结构数据和层色彩数据。本领域技术人员理解，本步骤的目的在于将所述目标物体转换为数据形式，其中目标物体可以通过扫描的方式获取结构信息和色彩信息，接着将所述结构信息和色彩信息转换成能被处理终端的分层切片软件识别的数据格式，如 STL 格式、PLY 格式、WRL 格式等。具体地，所述结构信息和色彩信息是以层为单位的，即所述目标物体被扫描后通过分层软件进行切片分层，然后对每个切片层进行解析得到每层的结构信息和色彩信息，再将每层的结构信息和色彩信息转化为层结构数据和层色彩数据。

作为一种变化，还可以通过绘图软件将目标物体直接绘制出来，常用的绘图软件如：CAD、Proe、Solidwork、UG、3D Max 等，本领域技术人员理解，通过绘图软件绘制出的是所述目标物体的基本结构模型，在此基础上还对绘制出的基本结构进行配色，常用配色方式有多种，例如，直接对绘制好的基本结构模型进行配色后转换成 PLY 格式；又例如，将绘图软件绘制好的基本结构模型转换成 STL 格式后再进行配色；本领域技术人员可以在现有技术的基础上做不同的变化，在此不予赘述。

进一步地，在步骤 S201 的基础上，再执行步骤 S202 至步骤 S2041 或者步骤 S202 至步骤 S2042，具体的实现方式可以参照图 1 示出的具体实施方式中关于步骤 S101 至步骤 S1031 或者步骤 S101 至步骤 S1032 的描述，只是在步骤 S2041 中相较于步骤 S1031 做了进一步限定，在重复步骤 S202 和 S2031 形成多个层打印成果中相邻两次步骤 S202 的打印方向相反，因为打印头在一个打印进程中即形成了一个层打印成果，在此基础上，当打印头开始下一个打印进程时，在现有技术中，打印头首先需要反向复位，再继续同步执行所述步骤 S202 和 S2031，这样，前后两

个打印进程中，步骤 S202 的打印方向是相同的（实际上步骤 S2031 的打印方向也是相同的）。而在本发明中实施例中，前一个打印进程结束后，省略了反向复位步骤，同时后一个打印进程是相对于前一个打印进程反向进行的，这样，前后两个打印进程中，步骤 S202 的打印方向是相反的（实际上步骤 S2031 的打印方向也是相反的），相比于现有技术，本发明省略了反向复位步骤，从而大大提高了成型效率。

在第一实施例中步骤 S2042 相较于图 1 中步骤 S1032 做了进一步限定，在重复步骤 S202 和 S2032 形成多个层打印成果中相邻两次步骤 S202 的打印方向相同，本领域技术人员理解，与第一实施例中第一主线进程类似，在第二主线进程中开始后一个打印进程时，同样省略反向复位步骤，具体地，在第二主线进程中，所述步骤 S202 和步骤 S2032 是前后交替进行的，在执行步骤 S2042 的过程中，即重复执行步骤 S202 和步骤 S2032 的过程中，在省略反向复位步骤后，步骤 S202 和步骤 S2032 的打印方向实际上是相反的，相应的，相邻两次步骤 S202 的打印方向则是相同的。同样的，在成型材料固化速度慢，并且彩色 3D 物体色彩比较复杂的情形下，通过第二个主线进程的打印方式，同样可以提高成型效率。

进一步地，在执行步骤 S2041 或者步骤 S2042 的过程中，还执行步骤 S205，基于所述层结构数据使用支撑材料进行打印形成层支撑成果，所述支撑成果为相邻两个层打印成果提供支撑。本领域技术人员理解，在本发明中，相邻两个层打印成果的结构形状如果不同，可能会存在后一层的部分位置架空前一层的现象，此时在打印前一层时还需额外打印支撑层，以为后一层提供支撑防止塌陷现象。图 11 示出了相邻两个层打印成果 P1、P2 与支撑层 P 的位置关系，以更加形象的表示步骤 S205 的目的。具体地，步骤 S205 的打印原理与步骤 S101 的打印原理是类似的，使用所述支撑材料进行打印时，每个支撑像素点对应的空间位置坐标值也是基于所述层结构数据得出。更为具体地，在所述步骤 S201 获取层结构数据时，会根据相邻两层的基本结构构建众多支撑像素点，并为每个支撑像素点设置空间坐标值，将众多支撑像素点对应的众多空间坐标值作为层结构数据的一部分。

进一步地，在前述多个步骤的基础上，执行步骤 S206，将多个所述层打印成果叠加形成彩色 3D 物体，具体的实现方式和步骤 S104 一致，在此不再赘述。

作为本发明的第二实施例，图 3 示出了采用变频喷射方式喷射成型材料的所述彩色 3D 物体的制作方法的流程图，具体包括如下步骤：首先执行步骤 S301，基于目标物体的层结构数据使用成型材料打印，形成层结构成果，具体实现方式可以参照步骤 S101，只不过本实施例中步骤 S301 中进一步限定所述成型材料通过变频喷射的方式喷出。具体地，所述变频喷射是相对于现有技术中的全喷射的方式定义的，所述全喷射的方式是指所述打印头的成型材料通道上的全部喷孔在喷射成型材料时全部工作，相应地，所述变频喷射是指所述打印头的成型材料通道上的全部喷孔在喷射成型材料时并非全部工作，而是只有部分喷孔喷射成型材料。更为具体地，在进行变频喷射时，工作喷孔数量占所述全部喷孔的比例可以是 $1/4$ 、 $1/3$ 、 $1/2$ 、 $3/4$ 或者其他比例，所述工作喷孔可以均匀间隔分布，也可以随机分布，这些均可以实现本步骤的目的。优选地，成型材料通道上的喷孔数量全喷时为偶数，这样，在所述变频喷射的过程中，更有利于均匀分布工作喷孔的位置，以至于在使用彩色墨水进行打印时定位更加精确。更为优选地，相邻两个喷孔中心间距可以与成型材料液滴的大小相匹配，例如，相邻两个喷孔中心间距为 $1/360\text{dpi}$ 即 0.07mm ，这样，通过变频喷射的方式使用成型材料打印形成的所述层结构成果从微观上看为网格状结构，这样可以节约成型材料的用量，降低打印成本。

在一个具体的实施例中，如图 4 所示，用于实现成型材料打印的成型材料通道的喷孔分布图，图中所述变频喷射的方式为间隔喷射，具体地，图 4 示出了两种喷孔的分布方式，其中黑色的喷孔表示在变频喷射过程中的工作喷孔，白色的喷孔表示在变频喷射过程中的非工作喷孔。更为具体地，图 4 示出的所述工作喷孔的分布方式为均匀间隔分布以及非均匀间隔分布的情形，本领域技术人员也可以在此基础上做出更多的变化，在此不予赘述。

在另一个具体的实施例中，如图 5 所示，用于实现成型材料打印的

成型材料通道的喷孔分布图，图中所述变频喷射的方式为全喷射和间隔喷射交替进行，具体地，图 5 示出了两种喷孔的分布方式，其中黑色的喷孔表示在变频喷射过程中的工作喷孔，白色的喷孔表示在变频喷射过程中的非工作喷孔。更为具体地，图 5 示出的所述工作喷孔的分布方式包括均匀间隔分布以及非均匀间隔分布的情形，本领域技术人员也可以在此基础上做出更多的变化，均可以实现本发明的目的。

进一步地，在所述步骤 S301 的基础上，后续的步骤分为两个主线进程进行，具体可参照图 1 中第一主线进程和第二主线进程的实现方式，只是本实施例中在第一主线进程和第二主线进程中，分别在所述步骤 S3021 和 S3022 中，可进一步限定，在未喷射成型材料的位置使用彩色墨水进行打印，结合图 4 和 5，即在成型材料通道的非工作喷孔的位置喷射彩色墨水液滴。具体地，本领域技术人员理解，在执行步骤 S301 中，成型材料液滴固化后的结构点形成网格状的所述层结构成果，在执行步骤 S3021 后，网格状的所述层结构成果的网孔中为彩色墨水液滴固化后的彩色结构点，这样，喷射出的彩色墨水液滴定位更加精确，同时由于成型材料的阻隔作用，不容易出现渗色的现象。

进一步地，所述步骤 S3021 与所述步骤 S301 同时进行的方式为，打印头根据所述结构像素点数据在该结构像素点对应的位置喷射成型材料后，形成结构点及对应的网孔，继而根据色彩像素点数据在形成的该结构点对应的网孔上喷射彩色墨水，形成一个彩色结构点，本领域技术人员理解，该色彩像素点数据与该结构像素点数据是相关联的，即该色彩像素点的空间坐标值与该结构像素点的空间坐标值是关联的。

进一步地，执行步骤 S3031，重复所述步骤 S301 与所述步骤 S3021 形成多个层打印成果。本领域技术人员理解，由于所述步骤 S301 与所述步骤 S3021 是同步进行的，即所述层结构成果的形成过程和使用彩色墨水的打印过程是同步的，因此打印头在一个打印进程即可形成一个层打印成果。在此基础上，打印头继续下一个打印进程时，再形成下一个层打印成果，如此循环形成多个所述层打印成果。

本领域技术人员理解，本实施例中第二主线进程与第一主线进程的不同之处在于，所述步骤 S3022 与所述步骤 S301 配合实现的方式不同。

具体地，打印头在前一个打印进程中首先形成一个层结构成果（通过执行步骤 S301 实现），在后一个打印进程使用彩色墨水在该层结构成果上进行打印形成层打印成果，因此第二主线进程中，需要两个打印进程才形成一个层打印成果，而第一主线进程则只需要一个打印进程即形成一个层打印成果。本领域技术人员理解，选择哪个主线进程进行打印，其取决于成型材料的固化速度以及 3D 彩色物体色彩的复杂程度，固化速度越快，色彩越简单，则优选采用第一主线进程，反之，则优选采用第二主线进程。

进一步地，执行步骤 S3032，重复所述步骤 S301 与所述步骤 S3022 形成多个层打印成果。本领域技术人员理解，在第二主线进程中，所述步骤 S301 与所述步骤 S3022 是前后交替进行的，因此步骤 S3032 与步骤 S3031 的区别在于，以同样数量的层结构成果为基准，步骤 S3032 需要重复的打印进程的次数是步骤 S3031 需要重复的打印进程的次数的两倍，其原因在于，在第二主线进程中，两个打印进程才能形成一个层打印成果，在成型材料固化速度慢，并且 3D 彩色物体色彩比较复杂的情形下，则通常选用第二个主线进程的打印方式。

进一步地，在前述多个步骤的基础上，执行步骤 S304，将多个所述层打印成果叠加形成彩色 3D 物体，具体的实现方式和步骤 S104 一致，在此不再赘述。

作为本发明的第三实施例，图 6 示出了包括分层和获取成型数据的采用变频喷射方式喷射成型材料的所述彩色 3D 物体的制作方法的流程图，具体包括如下步骤：

首先执行步骤 S401，将所述目标物体进行分层，并基于每层的结构信息和色彩信息获取每层对应的成型数据，所述成型数据包括所述层结构数据和层色彩数据；具体的实现方式和步骤 S201 一致，在此不再赘述。

进一步地，在步骤 S401 的基础上，再执行步骤 S402 至步骤 S4041 或者步骤 S402 至步骤 S4042，具体的实现方式可以参照图 3 中示出的第二实施例中关于步骤 S301 至步骤 S3031 或者步骤 S301 至步骤 S3032 的描述，只是在步骤 S4041 中相较于步骤 S3031 做了进一步限定，在重复

步骤 S402 和 S4031 形成多个层打印成果中相邻两次步骤 S402 的打印方向相反，因为打印头在一个打印进程中即形成了一个层打印成果，在此基础上，当打印头开始下一个打印进程时，在现有技术中，打印头首先需要反向复位，再继续同步执行所述步骤 S402 和 S4031，这样，前后两个打印进程中，步骤 S402 的打印方向是相同的（实际上步骤 S4031 的打印方向也是相同的）。而在本发明实施例中，前一个打印进程结束后，省略了反向复位步骤，同时后一个打印进程是相对于前一个打印进程反向进行的，这样，前后两个打印进程中，步骤 S402 的打印方向是相反的（实际上步骤 S4031 的打印方向也是相反的），相比于现有技术，本发明省略了反向复位步骤，从而大大提高了成型效率。

在第三实施例中步骤 S4042 相较于图 3 中步骤 S3032 做了进一步限定，在重复步骤 S402 和 S4032 形成多个层打印成果中相邻两次步骤 S402 的打印方向相同，本领域技术人员理解，与第三实施例中第一主线进程类似，在第二主线进程中开始后一个打印进程时，同样省略反向复位步骤，具体地，在第二主线进程中，所述步骤 S402 和步骤 S4032 是前后交替进行的，在执行步骤 S4042 的过程中，即重复执行步骤 S402 和步骤 S4032 的过程中，在省略反向复位步骤后，步骤 S402 和步骤 S4032 的打印方向实际上是相反的，相应的，相邻两次步骤 S402 的打印方向则是相同的。同样的，在成型材料固化速度慢，并且彩色 3D 物体色彩比较复杂的情形下，通过第二个主线进程的打印方式，同样可以提高成型效率。

进一步地，在执行步骤 S4041 或者步骤 S4042 的过程中，还执行步骤 S405，基于所述层结构数据使用支撑材料进行打印形成层支撑成果，所述支撑成果为相邻两个层打印成果提供支撑；具体的实现方式和步骤 S205 一致，在此不再赘述。

进一步地，在前述多个步骤的基础上，执行步骤 S406，将多个所述层打印成果叠加形成彩色 3D 物体，具体的和步骤 S104 一致，在此不再赘述。

在一个优选地实施例中，上述各实施例中所述成型材料为光敏树脂材料，彩色墨水为弱溶剂墨水。所述光敏树脂材料在室温下（通常定为

25℃) 的粘度为 14~180cps, 在 25~80℃ 的粘度为 5~15cps; 所述弱溶剂墨水的粘度为 4~14cps, 所述弱溶剂墨水的表面张力为 22~35mN/m。本领域技术人员理解, 所述成型材料用于制作所述彩色 3D 物体的结构部分, 然后通过彩色墨水在所述成型材料形成结构部分上色完成制作, 因此选择成型材料颜色的基本原则是成型材料的颜色不会影响彩色墨水在其表面上的显色, 相应地, 所述成型材料可以为白色材料、透明材料或浅色材料中的任一种。

进一步地, 本领域技术人员理解, 现有技术中, 常用的彩色墨水为溶剂型墨水或者水性墨水, 由于溶剂型墨水的环保问题, 已经较少使用, 而水性墨水虽然环保, 但其干燥速度慢, 容易渗色。在本发明中, 由于本发明采用的是逐层双向打印技术, 即打印头在运动过程中, 始终执行打印动作, 或喷射成型材料, 或喷射彩色墨水, 这样虽然提高了打印效率, 但此时如果仍然使用水性墨水, 会导致水性墨水干燥不充分, 渗色现象会加重, 为此, 本发明改用弱溶剂墨水进行上色, 一方面可以避免渗色现象, 另一方面也更加环保。

具体地, 以下示出了应用于本发明的光敏树脂材料以及弱溶剂墨水的若干示例:

示例一:

配方表:

光敏树脂材料		弱溶剂墨水			
组成	重量百分比/%	组成	重量百分比/%		
			蓝色	红色	黄色
正丁基氨基甲酸丙烯酰氧基乙基酯 Genomer 122	30	二甘醇单乙醚乙酸酯	35	35	35
6115J-80	26.17	一缩二丙二醇单乙醚	14	14	14
丙烯酸异冰片酯	25	丙二醇二乙醚	10	10	10
乙氧化三羟甲基丙烷三丙烯酸酯	4	ϵ -己内酯	13	13	13
三环癸烷二甲醇二丙烯酸酯	10	氯醋树脂	10	10	10

		VYHD			
2,4,6(三甲基苯甲酰基)二苯基氧化膦	3	BYKJET 9133	2	2	2
2-甲基-1-【4-甲硫基苯基】-2-吗啉基-1-丙酮	1	BYK 333	1	1	1
对甲氧基苯酚	0.8	颜料蓝 15:3	15		
BYK377	0.03	颜料红 178		15	
		颜料黄 83			15

参数表:

参数类型	材料类型			
	光敏树脂材料	弱溶剂墨水		
		蓝色	红色	黄色
室温下粘度 cps	178.8	13.8	13.8	13.6
打印温度下粘度 cps	12.9	13.8	13.8	13.6
室温下表面张力 mN/m	24.8	27.3	27.3	27.3
打印温度下表面张力 mN/m	23.9	27.3	27.3	27.3

示例二:

配方表:

光敏树脂材料		弱溶剂墨水			
组成	重量百分比/%	组成	重量百分比/%		
			蓝色	红色	黄色
EBECRYL 81	10	丙二醇苯醚 醋酸酯	57.8	57.8	57.8
丙烯酸吗啉	37	二乙二醇丁 醚醋酸酯	22.5	22.5	22.5
(2) 丙氧化新戊二醇二丙烯酸酯	45	氯醋树脂 VYHD	2	2	2
双(2,4,6-三甲基苯甲酰基)苯基氧化膦	3	BYKJET-913 3	2	2	2

1-羟基环己基苯基甲酮	3	BYK333	0.7	0.7	0.7
RAD2100	1	颜料蓝 15:3	15		
对甲氧基苯酚	1	颜料红 122		15	
		颜料黄 155			15

参数表:

参数类型	材料类型			
	光敏树脂材料	弱溶剂墨水		
		蓝色	红色	黄色
室温下粘度 cps	14.1	4.5	4.5	4.5
打印温度下粘度 cps	14.1	4.5	4.5	4.5
室温下表面张力 mN/m	24.7	30.2	30.2	30.2
打印温度下表面张力 mN/m	24.1	30.2	30.2	30.2

5

示例三:

配方表:

光敏树脂材料		弱溶剂墨水			
组成	重量百分比/%	组成	重量百分比/%		
			蓝色	红色	黄色
3,4-环氧环己基甲基-3,4-环氧环己基羧酸酯	71	二甘醇单乙醚乙酸酯	24	24	24
正丁基缩水甘油醚	21	一缩二丙二醇单乙醚	24	24	24
聚己内酯多元醇 205N	4.8	丙二醇二乙醚	10	10	10
三芳基硫鎓盐 Easepi6992	2.5	ϵ -己内酯	15	15	15
异丙基硫杂蒽醌	0.7	氯醋树脂 VYHD	2	2	2

		BYKJET 9133	6	6	6
		BYK 333	1	1	1
		颜料蓝 15:1	18		
		颜料红 178		18	
		颜料黄 83			18

参数表：

参数类型	材料类型			
	光敏树脂材料	弱溶剂墨水		
		蓝色	红色	黄色
室温下粘度 cps	34.9	8.8	8.6	8.7
打印温度下粘度 cps	5.6	8.5	8.3	8.5
室温下表面张力 mN/m	23.2	27.8	27.8	27.8
打印温度下表面张力 mN/m	22.5	27.8	27.8	27.8

示例四：

配方表：

5

光敏树脂材料		弱溶剂墨水			
组成	重量百分比/%	组成	重量百分比/%		
			蓝色	红色	黄色
BAC-45	17.5	二甘醇单乙醚 乙酸酯	24	24	24
M150	25	一缩二丙二醇 单乙醚	24	24	24
SR420	40	丙二醇二乙醚	10	10	10
三芳基硫鎓盐 Easepi6992	1.5	ϵ -己内酯	15	15	15
BYK377	0.05	氯醋树脂 VYHD	2	2	2
MEHQ	0.45	BYKJET 9133	6	6	6

1-羟基环己基苯基甲酮	0.5	BYK 333	1	1	1
Unicryl R-7162	5	颜料蓝 15:1	18		
CN131NS	10	颜料红 178		18	
		颜料黄 83			18

参数表：

参数类型	材料类型			
	光敏树脂材料	弱溶剂墨水		
		蓝色	红色	黄色
室温下粘度 cps	35.2	8.8	8.6	8.7
打印温度下粘度 cps	10.3	8.5	8.3	8.5
室温下表面张力 mN/m	23	27.8	27.8	27.8
打印温度下表面张力 mN/m	22	27.8	27.8	27.8

图 7 示出了本发明的第二具体实施方式的第四实施例，一种设置有一个成型材料通道的彩色 3D 物体的制作系统，其用于执行前述第一具体实施方式以及各实施例描述的制作方法，主要包括：处理终端 2，其用于将所述目标物体 1 进行分层，并基于每层的结构信息和色彩信息获取每层对应的成型数据。驱动控制器 3，其基于所述成型数据控制所述打印头 5 执行打印动作。

进一步地，所述处理终端 2 和所述驱动控制器 3 功能的实现可以是硬件、由处理器执行的软件或者二者的组合。具体地，如果通过软件模块实现，可将预先的程序烧录到所述处理器中，或者将软件安装到预置的系统中；如果通过硬件实现，则可利用现场可编程门阵列（FPGA）将对应的功能固定化实现。

进一步地，所述软件模块可以存储于 RAM 存储器、闪存、ROM 存储器、EPROM 存储器、硬盘、或本领域已知的任何其他形式的存储介质。通过将所述存储介质耦接至处理器，从而使所述处理器能够从所述存储介质中读取信息，并且可以向所述存储介质写入信息。作为一种变化，所述存储介质可以是处理器的组成部分，或者所述处理器和所述存储介质均位于专用集成电路（ASIC）上。

进一步地，所述硬件可以是能够实现具体功能的通用处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或其他可编程逻辑器件、分立门或晶体管逻辑器件、分立硬件组件或以上这些硬件的组合。作为一种变化，还可以通过计算设备的组合实现，
5 例如，DSP和微处理器的组合、多个微处理器的组合、与DSP通信结合的一个或者多个微处理器的组合等。

进一步地，以下结合图7中示出的目标物体1、支撑材料容器4e、彩色墨水容器4b，4c，4d、成型材料容器4a、打印头5、LED灯6和6'、导轨7以及升降台8等，详细描述所述彩色3D物体制作过程。具体地，以采用上述第一实施例的方法制作彩色3D物体为例，所述处理
10 终端2通过步骤S201的方式获取所述目标物体1的成型数据，所述成型数据包括层结构数据和层色彩数据。所述处理终端2将所述成型数据发送到所述驱动控制器3，所述驱动控制器3根据第一实施例图2中第二主线进程完成打印。

进一步地，所述驱动控制器3通过控制打印头5完成相应的打印动作，如图7所示，所述打印头5包括支撑材料通道5e、成型材料通道5a，彩色墨水通道5b，5c，5d，所述支撑材料通道5e通过连接管连接所述支撑材料容器4e，所述成型材料通道5a通过连接管连接所述成型材料容器4a，所述彩色墨水通道5b，5c，5d通过连接管连接所述彩色墨水
20 容器4b，4c，4d，所述支撑材料、成型材料、彩色墨水从所述支撑材料容器4e、彩色墨水容器4b，4c，4d、成型材料容器4a导入到打印头5，并通过喷孔喷出。具体地，所述彩色墨水容器4b，4c，4d分为红色墨水容器、黄色墨水容器以及蓝色墨水容器，相应地，所述彩色墨水通道5b，5c，5d分为红色墨水通道、黄色墨水通道以及蓝色墨水通道。根据色彩
25 管理理论，使用三原色红(M)、黄(Y)、蓝(C)按照不同的混合比例混合能够实现全彩色，作为一种变化，也可以使用红(M)、黄(Y)、蓝(C)以及黑(BK)来实现全彩色，本发明中打印头5彩色墨水通道具体设置为三通道M、Y和C还是四通道M、Y、C和BK不受限制。

进一步地，打印头5在驱动控制器3的控制下，在导轨7上沿X方向前进，在前进的过程中，成型材料通道5a喷射成型材料，同时，驱动
30

控制器 3 基于层结构数据在需要支撑材料的位置控制打印头 5 通过支撑材料通道 5e 喷射支撑材料，并通过设置在打印头 5 一侧的 LED 灯 6' 照射固化，这样一个打印进程完毕后即实现了步骤 S202。之后，在下一个打印进程中，打印头 5 在驱动控制器 3 的控制下，在导轨 7 上沿-X 方向前进，在前进的过程中，彩色墨水通道 5b, 5c, 5d 喷射彩色墨水，并通过设置在打印头 5 另一侧的 LED 灯 6 照射固化，这样一个打印进程完毕后即实现了步骤 S2032。之后，打印头 5 沿 Y 方向移动一个步进，再重复上述前后两个打印进程，如此往复最终完成一层的打印。

进一步地，按照上述方式完成一层的打印后，驱动控制器 3 控制升降台 8 沿-Z 方向下降一定高度后，再按照同样的方式完成下一层的打印，优选地，所述升降台 8 按照分层厚度逐步下降，通过伺服电机和丝杆完成下降动作，作为一种变化，所述升降台 8 的下降幅度也可以大于分层厚度，这同样可以实现本发明的目的。

作为本发明的第二具体实施方式的第五实施例，图 8 示出了设置有两个成型材料通道的又一种彩色 3D 物体的制作系统，从图 8 中可以看出，图 8 区别图 7 之处在于，图 8 中的打印头 5 具有两个成型材料通道 5a, 5f，且分别位于彩色墨水通道两侧，以下结合图 8 中示出的目标物体 1、支撑材料容器 4e、彩色墨水容器 4b, 4c, 4d、成型材料容器 4a、打印头 5、LED 灯 6 和 6'、导轨 7 以及升降台 8 等，详细描述所述彩色 3D 物体制作过程。具体地，以采用上述第一实施例的方法制作彩色 3D 物体为例，所述处理终端 2 通过步骤 S201 的方式获取所述目标物体 1 的成型数据，所述成型数据包括层结构数据和层色彩数据。所述处理终端 2 将所述成型数据发送到所述驱动控制器 3，所述驱动控制器 3 根据第一实施例图 2 中第一主线进程完成打印。

进一步地，打印头 5 在驱动控制器 3 的控制下，在导轨 7 上沿 X 方向前进，在前进的过程中，成型材料通道 5a 喷射成型材料，并且彩色墨水通道 5b, 5c, 5d 喷射彩色墨水，再通过设置在打印头 5 一侧的 LED 灯 6' 照射固化，这样即实现的步骤 S202 和步骤 S2031 的同步进行，同时，驱动控制器 3 基于层结构数据在需要支撑材料的位置控制打印头 5 通过支撑材料通道 5e 喷射支撑材料，并通过设置在打印头 5 一侧的 LED

灯 6' 照射固化。接下来,沿 X 方向完成一个打印进程后,打印头 5 沿 Y 方向移动一个步进,然后再沿-X 方向开始下一个打印进程,此时成型材料通道 5f 喷射成型材料,并且彩色墨水通道 5b, 5c, 5d 喷射彩色墨水,同时,驱动控制器 3 基于层结构数据在需要支撑材料的位置控制打印头 5 通过支撑材料通道 5e 喷射支撑材料,并通过设置在打印头 5 另一侧的 LED 灯 6 照射固化,进而完成下一个打印进程。

进一步地,按照上述两个进程的方式往复运行完成一层的打印,在此基础上,驱动控制器 3 控制升降台 8 沿-Z 方向下降一定高度后,再按照同样的方式完成下一层的打印,优选地,所述升降台 8 按照分层厚度逐步下降,通过伺服电机和丝杆完成下降动作,作为一种变化,所述升降台 8 的下降幅度也可以大于分层厚度,这同样可以实现本发明的目的。

基于以上描述可以看出,本实施例通过设置两个成型材料通道 5a、5f 并且分置于彩色墨水通道的两侧,在打印过程中,当打印头沿 X 轴方向运动时,通过成型材料通道 5a 喷射成型材料,当打印头沿-X 轴方向运动时,通过成型材料通道 5f 喷射成型材料,实现了喷射成型材料步骤与喷射彩色墨水同步进行,并且在打印头沿+X 轴方向和-X 轴方向往复运动的整个过程中,一直在执行打印动作,相比于设置一个成型材料通道的所述 3D 彩色物体制作系统,本实施例涉及的制作系统可以更好的提高 3D 物体的成型效率,能够更好的实现本发明的目的。

进一步地,如图 8 所示,成型材料从成型材料容器 4a 经由所述成型材料通道 5a、5f 喷出。作为一种变化,图 9 示出了本发明的第二具体实施方式的一个实施例,如图 9 所示,所述彩色 3D 物体制作系统还设置有成型材料容器 4f,所述成型材料通道 5a 连接成型材料容器 4a,所述成型材料通道 5f 连接成型材料容器 4f,这样所述成型材料通道 5a、5f 可以喷射不同成型材料,在另一些变化例中,所述彩色 3D 物体制作系统还可以设置两条以上的成型材料通道,以及对应设置两个以上的成型材料容器,这样可以提高成型材料的喷射效率,也可以进一步提高 3D 物体的成型效率,在此不予赘述。

进一步地,作为第二具体实施方式的另一个实施例,图 10 示出了彩色墨水通道和成型材料通道排布的示意图,本领域技术人员理解,图

10 示出的彩色墨水通道和成型材料通道排布示意图分为两种，一种是成型材料通道位于彩色墨水通道的一侧，其用于实现前述具体实施方式以及各实施例中彩色 3D 物体的制作方法中的第二主线进程，另一种是两个成型材料通道分别位于彩色墨水通道的两侧，其用于实现前述具体实施方式以及各实施例中彩色 3D 物体的制作方法中的第一主线进程。具体地，图 10-1 至 10-3 设置有一个成型材料通道 B 和一个支撑材料通道 S，所述彩色墨水通道包括 M 通道（红色墨水通道）、Y 通道（黄色墨水通道）以及 C 通道（蓝色墨水通道），所述支撑材料通道 S 可以位于彩色墨水通道的 M 通道、Y 通道、C 通道之间，也可以位于所述彩色墨水通道的一侧，而所述成型材料通道 B 则位于所述彩色墨水的一侧，并不能位于在彩色墨水通道的 M 通道、Y 通道、C 通道之间。

进一步地，图 10-4 至 10-6 设置有两个成型材料通道 B，B' 和一个支撑材料通道 S，所述彩色墨水通道包括 M 通道（红色墨水通道）、Y 通道（黄色墨水通道）以及 C 通道（蓝色墨水通道），所述支撑材料通道 S 可以位于彩色墨水通道的 M 通道、Y 通道、C 通道之间，也可以位于所述彩色墨水通道的一侧，而所述成型材料通道 B，B' 则分别位于所述彩色墨水通道的两侧，并不能位于在彩色墨水通道的 M 通道、Y 通道、C 通道之间。

更进一步地，本领域技术人员理解，所述成型材料通道不能位于所述彩色墨水通道的 M 通道、Y 通道、C 通道之间，其原因在于无论使用彩色墨水印刷的步骤与喷射成型材料的步骤始终是有先后顺序的，即使使用彩色墨水印刷的步骤与喷射成型材料的步骤是同步进行，也需要先形成一个结构点，然后再对结构点进行上色处理，即此时的先后顺序是以每个结构点的形成为单位的。相应地，所述支撑材料形成的支撑成果则不需要上色，因此支撑材料通道 S 可以位于彩色墨水通道的 M 通道、Y 通道、C 通道之间。本领域技术人员理解，图 10 中共示出了 6 种分布图，但并非包括排布示意图的所有变化例，本领域技术人员可以在此基础上做出更多的变化。

具体的，以使用本发明的第二具体实施方式的各彩色 3D 物体制作系统以及采用本发明的第二实施例或第三实施例的方法来制作彩色 3D

物体为例，其与采用第一实施例的方法制作彩色 3D 物体的差别在于驱动控制器 3 对成型材料通道的控制上，使用第二实施例或第三实施的方法中驱动控制器 3 需要控制成型材料通道实现变频方式的喷射，具体操作方法为：所述成型材料通道的每个喷孔对应一个液体腔室、供墨腔室、

5 压电元件（包括上电极、下电极、压电体，上电极由电片构成，电片与各自的开关电路连接，驱动控制器 3 通过开关电路控制电片的通断）和振动板，驱动控制器 3 根据接收的层结构数据，通过开关电路控制电片的通断，从而控制喷孔是否喷墨。具体地，当施加一个驱动电压给电片时，电片和下电极之间产生电势差，压电元件发生变形，产生瞬间的应

10 力作用于振动板，振动板产生一定的位移，液体从供墨腔室流入液体腔室，接着移除驱动电压或施加一个反向电压，压电原件恢复原形或朝反方向变形，产生的应力致使振动板恢复原形或朝反方向振动产生一定的位移，从而液滴从喷嘴喷出，完成一次喷射。

以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是，本发明并不局限于上述特定实施方式，本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改，这并不影响本发明的实质内容。

15

权 利 要 求 书

1、一种彩色 3D 物体的制作方法，通过逐层打印的方式制成所述彩色 3D 物体，其特征在于，包括如下步骤：

a、基于目标物体的层结构数据使用成型材料打印，形成层结构成果；

5 b、所述步骤 a 之后或者同时，基于层色彩数据使用彩色墨水在所述层结构成果表面打印，形成层打印成果；

c、重复所述步骤 a 和步骤 b 形成多个层打印成果，且多个所述层打印成果叠加形成彩色 3D 物体。

2、根据权利要求 1 所述的制作方法，其特征在于，在所述步骤 a
10 中所述成型材料通过变频喷射的方式喷出。

3、根据权利要求 2 所述的制作方法，其特征在于，所述变频喷射的方式为间隔喷射或者全喷射和间隔喷射交替进行，且在所述步骤 b 中，在未喷射所述成型材料的位置使用彩色墨水进行打印。

4、根据权利要求 3 所述的制作方法，其特征在于，在所述变频喷
15 射的过程中，当执行全喷射时，喷孔的数量为偶数。

5、根据权利要求 2-4 中任一项所述的制作方法，其特征在于，所述层结构成果为网格状结构。

6、根据权利要求 1-4 中任一项所述的制作方法，其特征在于，当所述步骤 b 在步骤 a 之后执行时，相邻两次重复所述步骤 a 的打印方向相同；当所述步骤 b 与步骤 a 同时执行时，相邻两次重复所述步骤 a 的打
20 印方向相反。

7、根据权利要求 6 所述的制作方法，其特征在于，在所述步骤 a 之前包括如下步骤：

a1、将所述目标物体进行分层，并基于每层的结构信息和色彩信息
25 获取每层对应的成型数据，所述成型数据包括所述层结构数据和层色彩数据。

8、根据权利要求 7 所述的制作方法，其特征在于，在重复所述步骤 a 和步骤 b 过程中，还执行如下步骤：

c1、基于所述层结构数据使用支撑材料进行打印形成层支撑成果，
30 所述支撑成果为相邻两个层打印成果提供支撑。

9、根据权利要求 1-4 和 7-8 中任一项所述的制作方法，其特征在于，在所述步骤 a 中使用单一种类的成型材料进行打印；或者在所述步骤 a 中使用不同种类的成型材料进行打印且不同种类的成型材料之间收缩率基本相同。

5 10、根据权利要求 9 所述的制作方法，其特征在于，所述成型材料为光敏树脂材料，彩色墨水为弱溶剂墨水。

11、根据权利要求 10 所述的制作方法，其特征在于，所述光敏树脂材料在 25℃ 的粘度为 14~180cps，在 25~80℃ 的粘度为 5~15cps；

10 所述弱溶剂墨水的粘度为 4~14cps，所述弱溶剂墨水的表面张力为 22~35mN/m。

12、根据权利要求 11 所述的制作方法，其特征在于，所述成型材料为白色材料、透明材料或浅色材料中的任一种。

13、一种彩色 3D 物体的制作系统，用于执行权利要求 1-12 中任一项所述的制作方法，其特征在于，包括：

15 处理终端，其用于将所述目标物体进行分层，并基于每层的结构信息和色彩信息获取每层对应的成型数据；

驱动控制器，其基于所述成型数据控制所述打印头执行打印动作；

打印头，其用于喷射打印材料，所述打印头包括至少一条成型材料通道、彩色墨水通道和喷孔。

20 14、根据权利要求 13 所述的制作系统，其特征在于，所述成型材料通道和彩色墨水通道的设置方式为如下的一种：

所述打印头设置有一条所述成型材料通道，且位于所述彩色墨水通道的一侧；

25 所述打印头设置有两条所述成型材料通道，两条所述成型材料通道，沿打印方向分别位于所述彩色墨水通道的两侧。

15、根据权利要求 14 所述的制作系统，其特征在于，所述打印头设置有一条所述成型材料通道，且所述成型材料通道沿所述打印头的打印方向位于彩色墨水通道的前面。

30 16、根据权利要求 15 所述的制作系统，其特征在于，所述彩色墨水通道为如下的一种：

由红色墨水通道、黄色墨水通道和蓝色墨水通道组成；

由红色墨水通道、黄色墨水通道、蓝色墨水通道和黑色墨水通道组成。

17、根据权利要求 16 所述的制作系统，其特征在于，所述打印头
5 还设置有至少一条支撑材料通道。

18、根据权利要求 17 所述的制作系统，其特征在于，沿打印方向
在所述打印头两侧分别设置 LED 灯。

19、根据权利要求 18 所述的制作系统，其特征在于，还包括升降
台，其用于放置所述彩色 3D 物体。

10

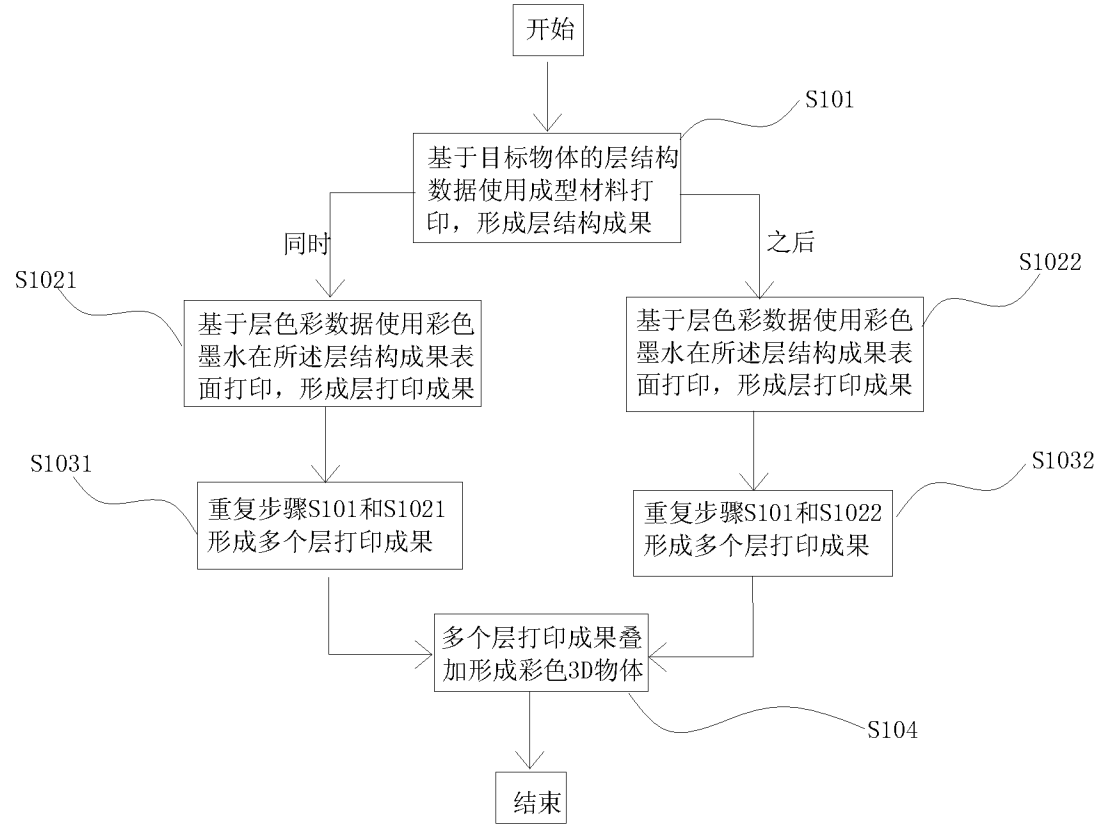


图 1

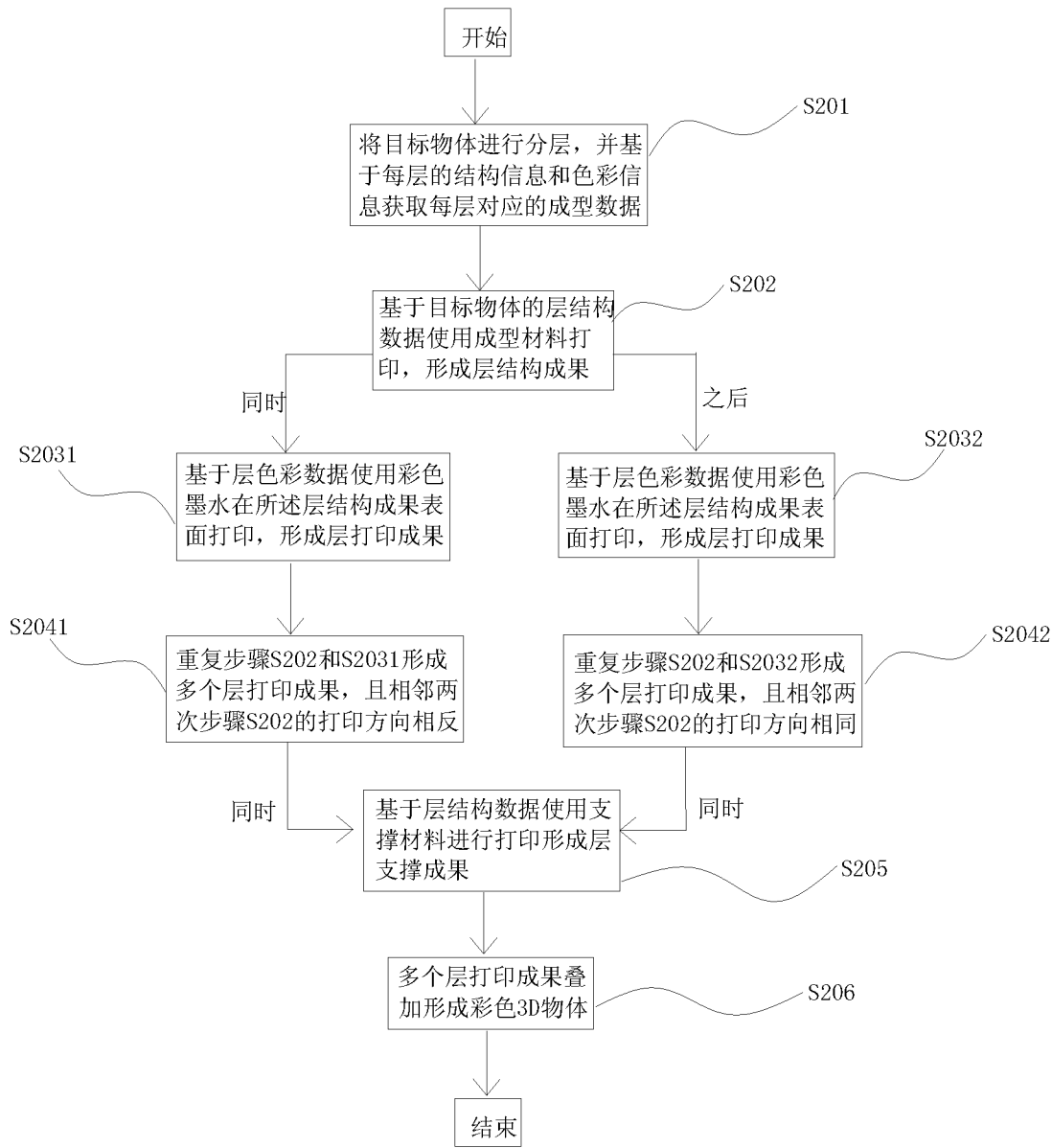


图 2

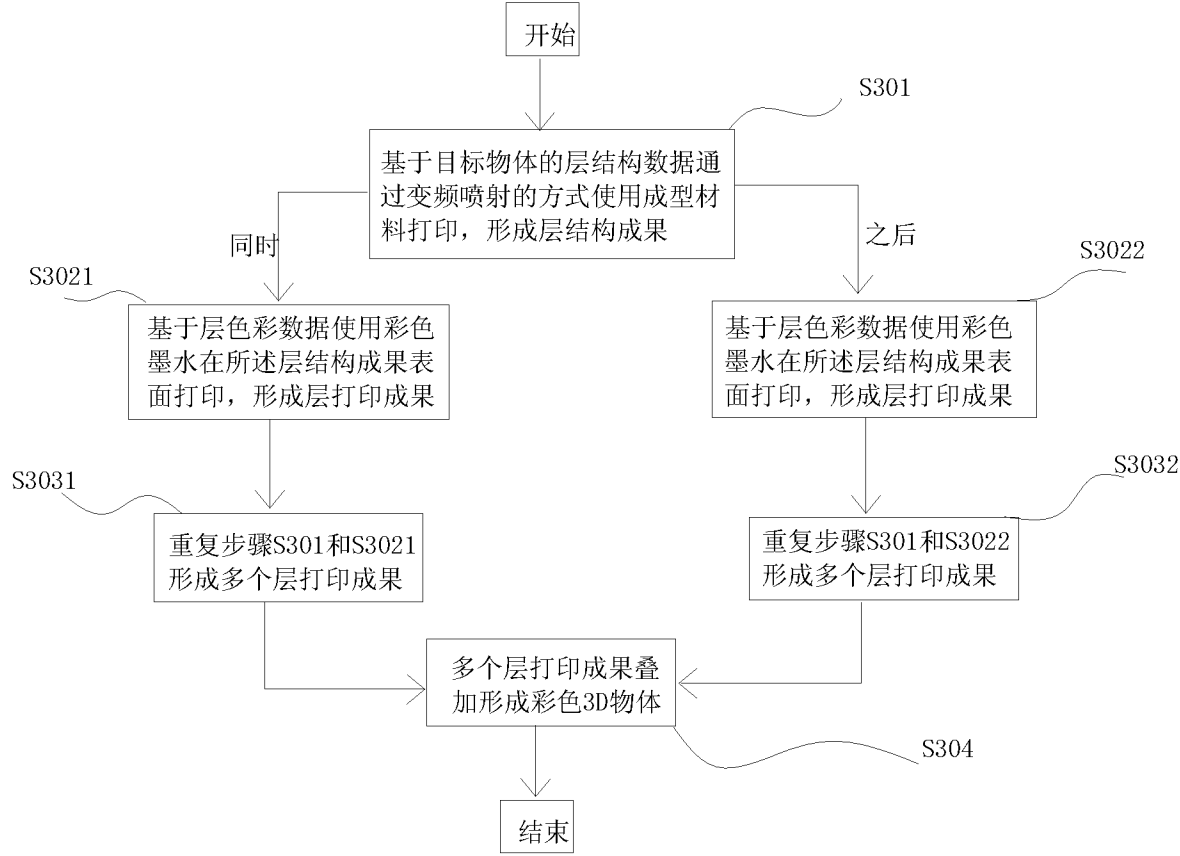


图 3

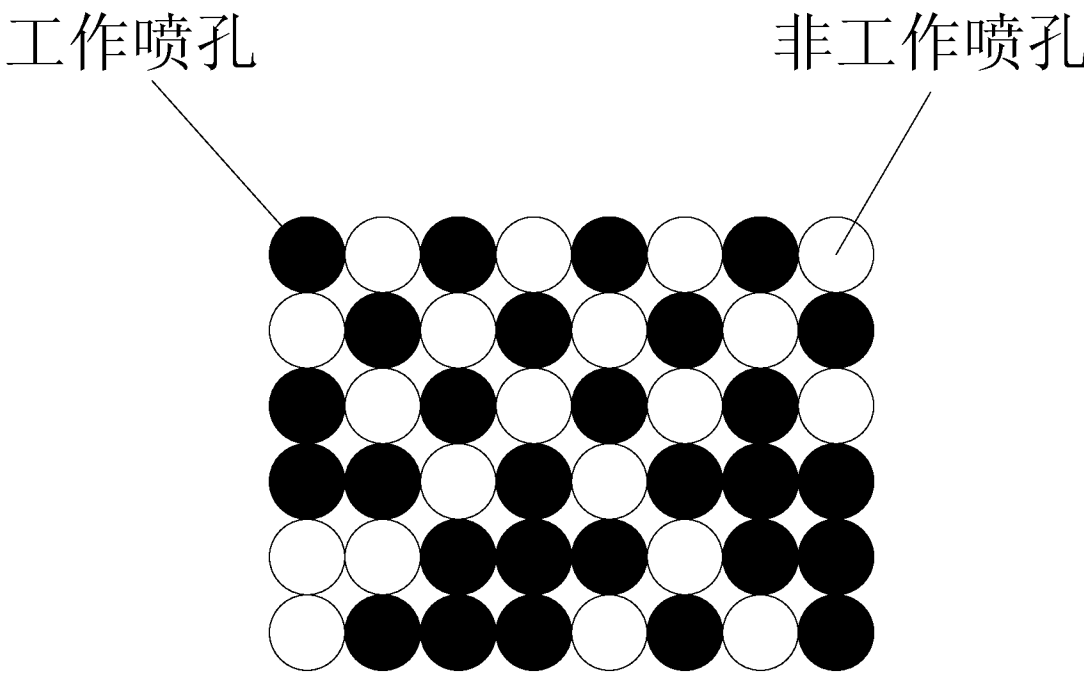
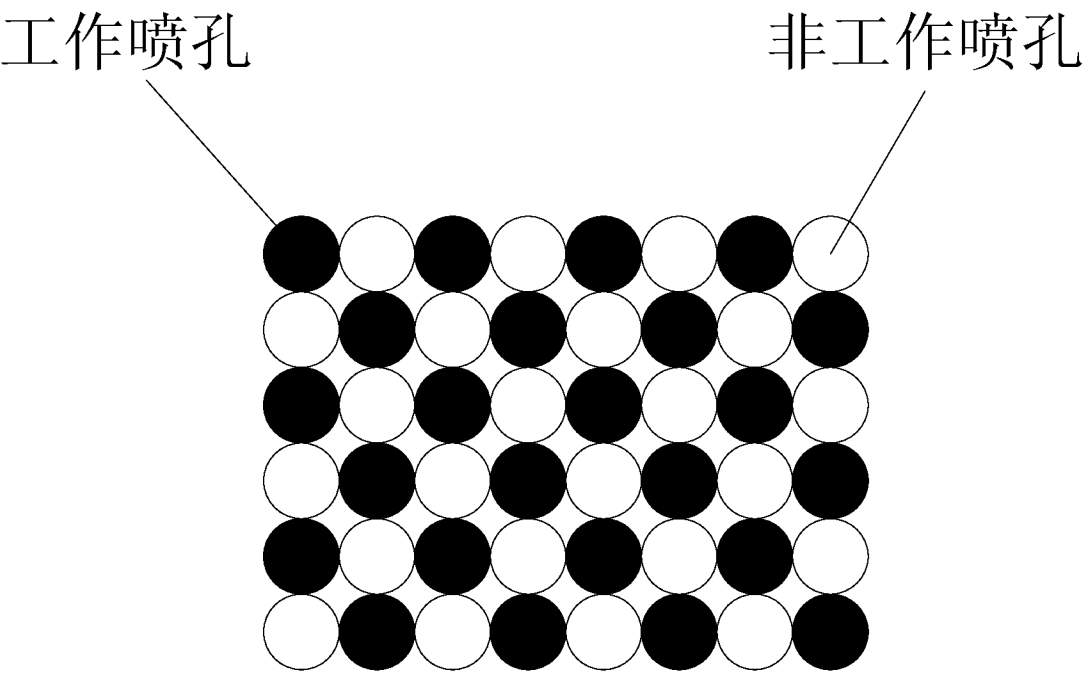
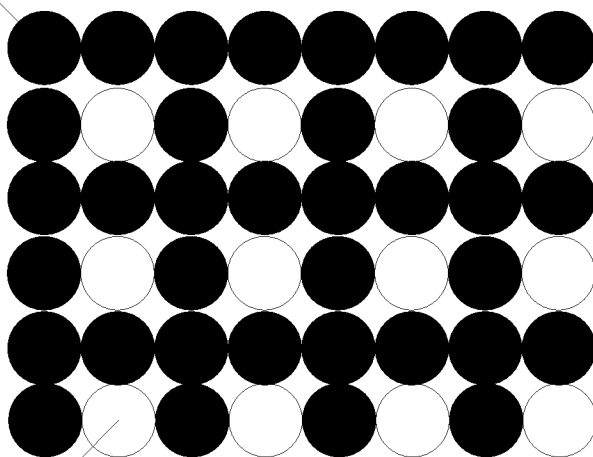


图 4

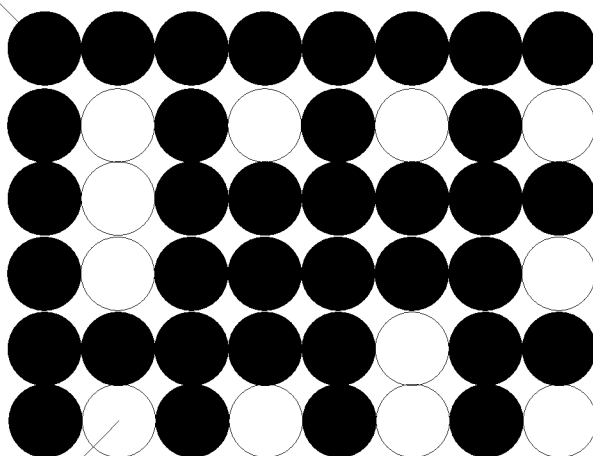
5/11

工作喷孔



非工作喷孔

工作喷孔



非工作喷孔

图 5

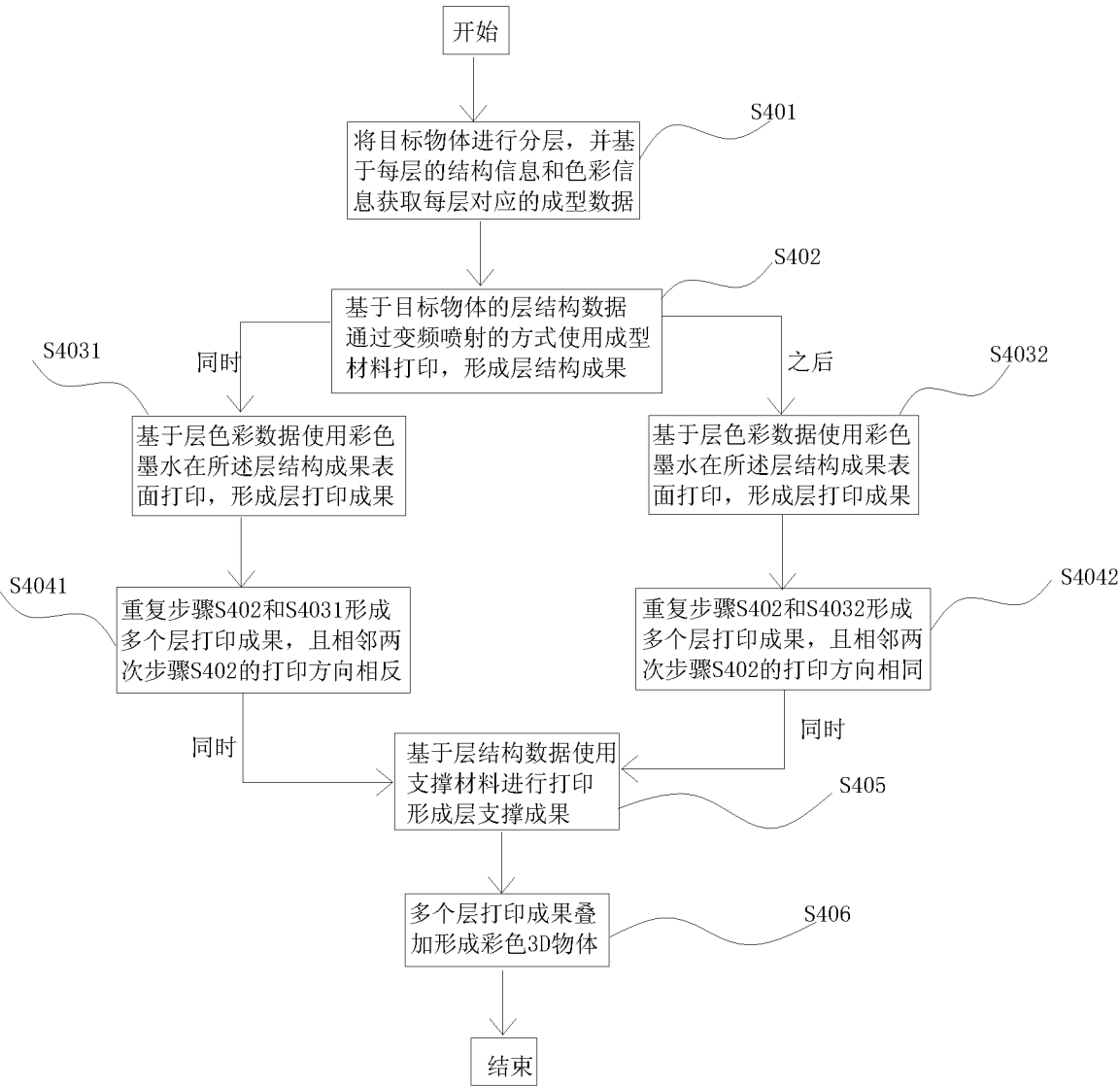


图 6

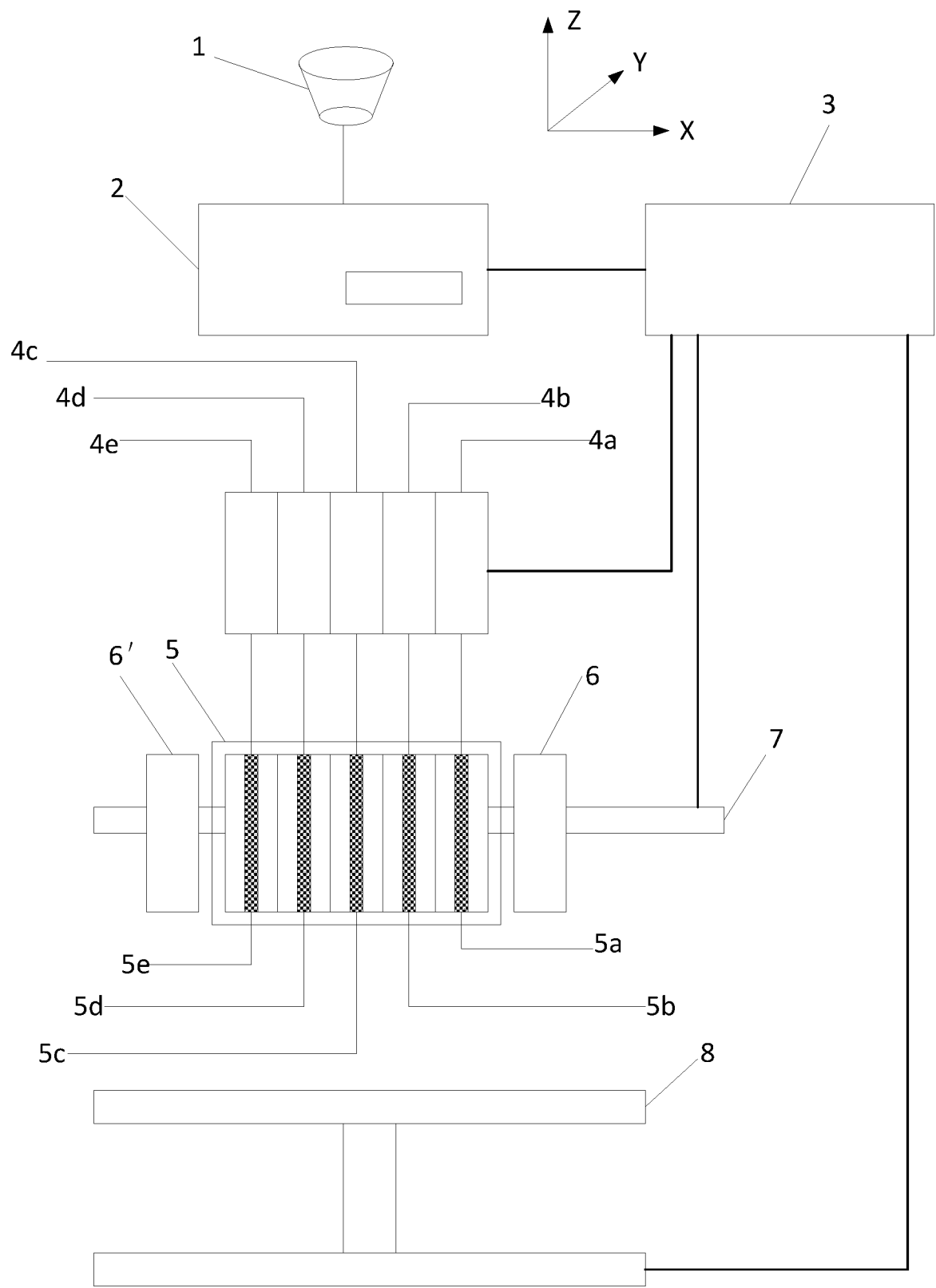


图 7

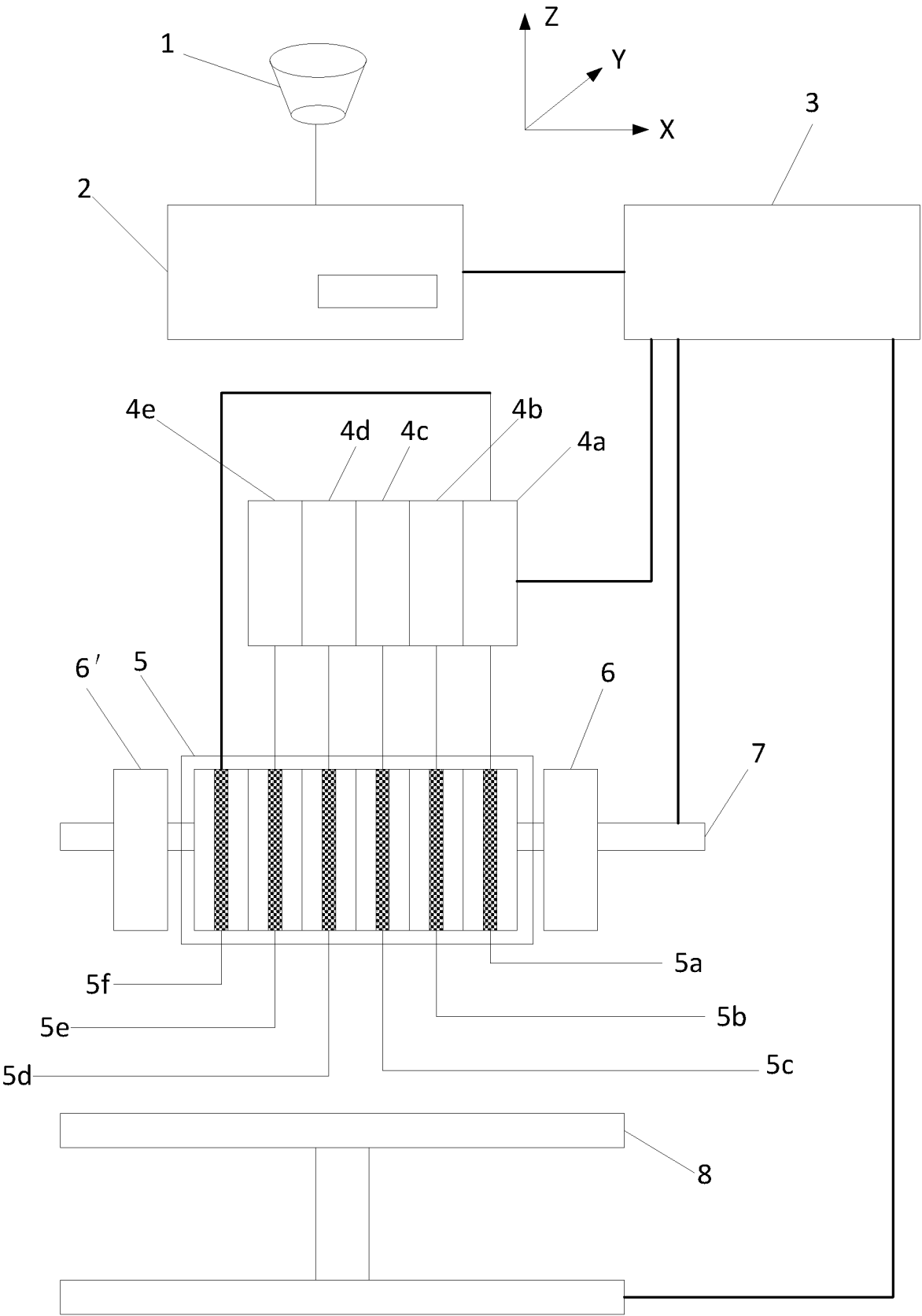


图 8

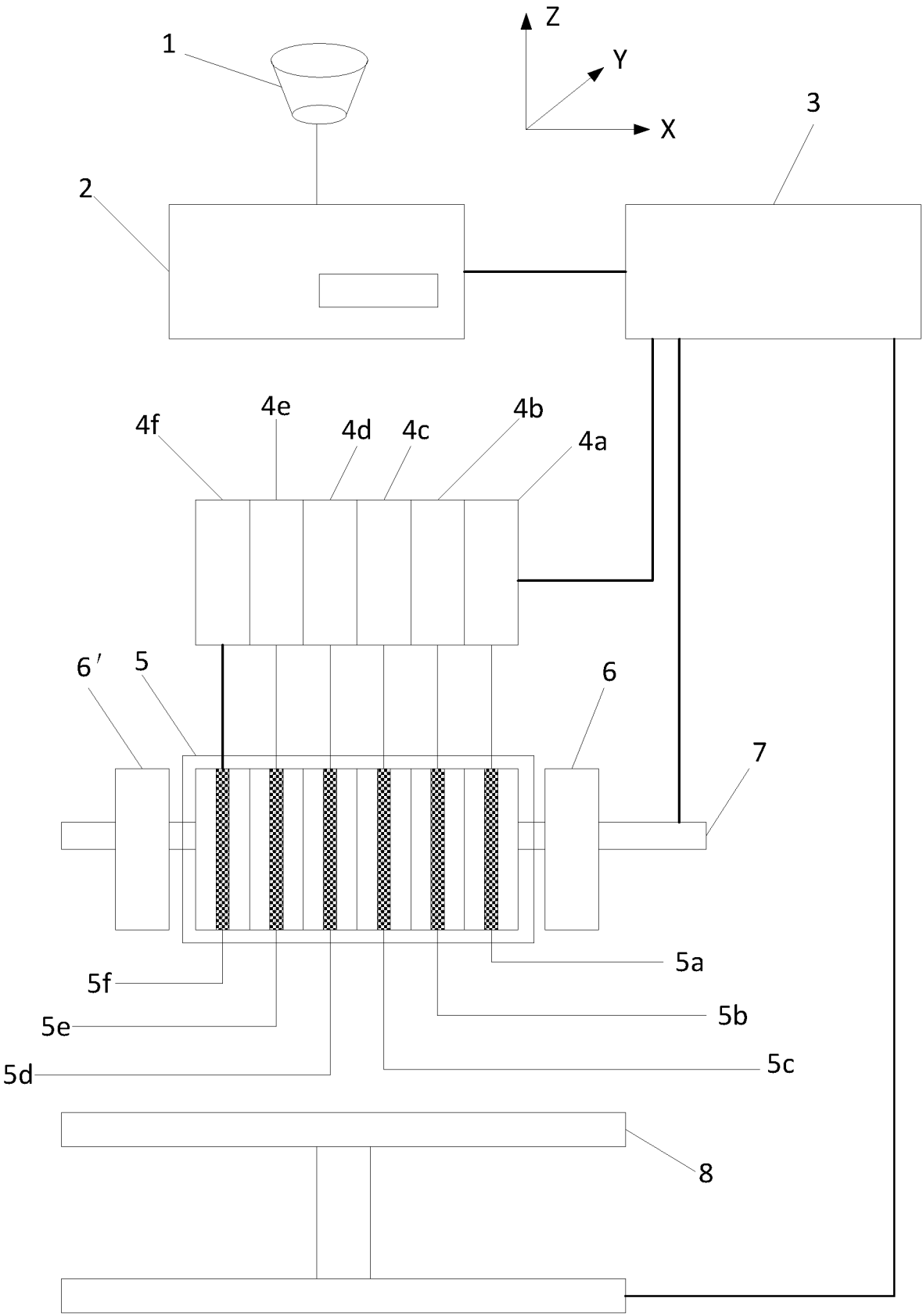


图 9

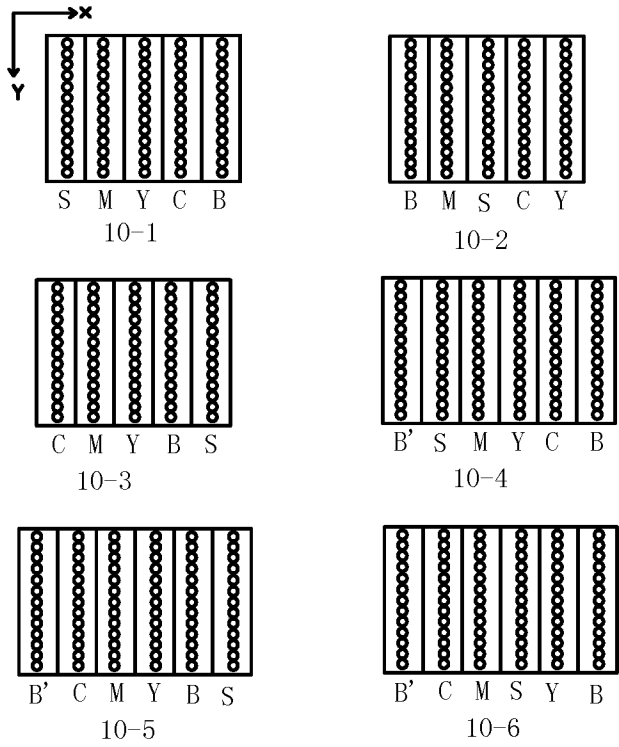


图 10

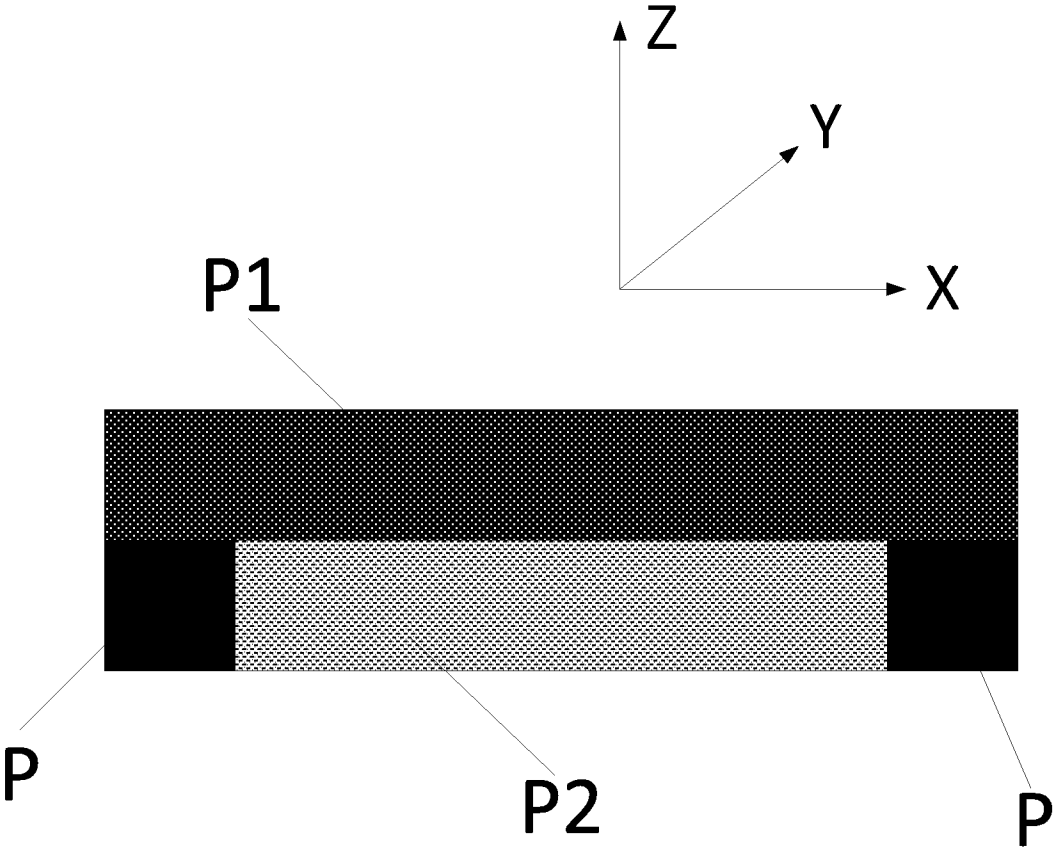


图 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/093243

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B29C 67/00 (2006.01) i; B33Y 30/00 (2015.01) i; B29C 41/02 (2006.01) i; B29C 41/00 (2006.01) i
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B29C; B33Y

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
CNPAT, WPI, EPODOC, ISI web of knowledge: three-dimensional, layer-by-layer, frequency conversion, 3d, three, dimension+, print+, layer+, ink+, frequency, conver+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 104786496 A (JIN, Wentao), 22 July 2015 (22.07.2015), description, paragraphs [0039]-[0044] and [0050]-[0055], and figures 1-4	1-19
A	CN 104742364 A (ZHOU, Jian), 01 July 2015 (01.07.2015), description, paragraphs [0007]-[0018]	1-19
A	US 6136252 A (3D SYSTEMS INC.), 24 October 2000 (24.10.2000), description, column 2, line 63 to column 3, line 46	1-19
A	WO 2014095872 A1 (MATERIALISE N.V.), 26 June 2014 (26.06.2014), description, paragraphs [0005]-[0009]	1-19

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 08 November 2016 (08.11.2016)	Date of mailing of the international search report 24 November 2016 (24.11.2016)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer SONG, Guoying Telephone No.: (86-10) 61648523

International application No.
PCT/CN2016/093243

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

A. 主题的分类 B29C 67/00 (2006.01)i; B33Y 30/00 (2015.01)i; B29C 41/02 (2006.01)i; B29C 41/00 (2006.01)i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类																	
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) B29C; B33Y 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNPAT, WPI, EPDOC, ISI web of knowledge: 三维, 打印, 逐层, 墨水, 变频, 3d, three, dimension+, print+, layer+, ink+, frequency, conver+																	
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 104786496 A (金文滔) 2015年 7月 22日 (2015 - 07 - 22) 说明书第[0039]-[0044], [0050]- [0055]段、图1-4</td> <td>1-19</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104742364 A (周建) 2015年 7月 1日 (2015 - 07 - 01) 说明书第[0007]段-第[0018]段</td> <td>1-19</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 6136252 A (3D SYSTEMS INC.) 2000年 10月 24日 (2000 - 10 - 24) 说明书第2栏第63行-第3栏第46行</td> <td>1-19</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2014095872 A1 (MATERIALISE N.V.) 2014年 6月 26日 (2014 - 06 - 26) 说明书第[0005]段-第[0009]段</td> <td>1-19</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 104786496 A (金文滔) 2015年 7月 22日 (2015 - 07 - 22) 说明书第[0039]-[0044], [0050]- [0055]段、图1-4	1-19	A	CN 104742364 A (周建) 2015年 7月 1日 (2015 - 07 - 01) 说明书第[0007]段-第[0018]段	1-19	A	US 6136252 A (3D SYSTEMS INC.) 2000年 10月 24日 (2000 - 10 - 24) 说明书第2栏第63行-第3栏第46行	1-19	A	WO 2014095872 A1 (MATERIALISE N.V.) 2014年 6月 26日 (2014 - 06 - 26) 说明书第[0005]段-第[0009]段	1-19
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
X	CN 104786496 A (金文滔) 2015年 7月 22日 (2015 - 07 - 22) 说明书第[0039]-[0044], [0050]- [0055]段、图1-4	1-19															
A	CN 104742364 A (周建) 2015年 7月 1日 (2015 - 07 - 01) 说明书第[0007]段-第[0018]段	1-19															
A	US 6136252 A (3D SYSTEMS INC.) 2000年 10月 24日 (2000 - 10 - 24) 说明书第2栏第63行-第3栏第46行	1-19															
A	WO 2014095872 A1 (MATERIALISE N.V.) 2014年 6月 26日 (2014 - 06 - 26) 说明书第[0005]段-第[0009]段	1-19															
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																	
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																	
国际检索实际完成的日期 2016年 11月 8日		国际检索报告邮寄日期 2016年 11月 24日															
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 宋国英 电话号码 (86-10)61648523															

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/093243

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	104786496	A	2015年 7月 22日	无	
CN	104742364	A	2015年 7月 1日	无	
US	6136252	A	2000年 10月 24日	无	
WO	2014095872	A1	2014年 6月 26日	无	