



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103009631 B

(45)授权公告日 2016.11.16

(21)申请号 201210359478.4

(51)Int.Cl.

B29C 67/00(2006.01)

(22)申请日 2012.09.24

(56)对比文件

CN 1805839 A, 2006.07.19,

CN 102083615 A, 2011.06.01,

JP 2000309057 A, 2000.11.07,

US 7329379 B2, 2008.02.12,

WO 2004050323 A1, 2004.06.17,

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103009631 A

(43)申请公布日 2013.04.03

(30)优先权数据

2011-208222 2011.09.22 JP

(73)专利权人 株式会社其恩斯

审查员 陈聚阳

地址 日本大阪府

(72)发明人 斋藤一树 须崎亮平 小野田纯也

(74)专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理  
有限公司 11112

代理人 陈源 李铭

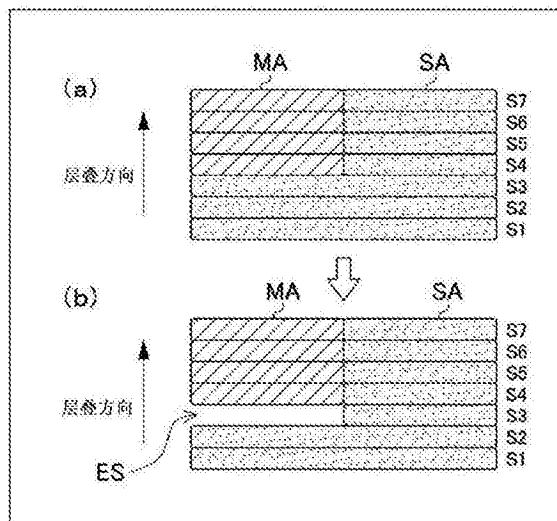
权利要求书4页 说明书30页 附图22页

(54)发明名称

三维成形设备及方法、用于三维成形设备的  
设置数据创建设备及程序

(57)摘要

本发明提供了立体成形对象的三维成形设备、三维成形方法、用于三维成形设备的设置数据创建设备。控制装置10用于驱动水平驱动装置在利用成形材料喷射装置在一个切片中喷射和固化成形材料之后，控制垂直驱动装置并移动至固化后的切片的喷射位置，在下一层上喷射和固化成形材料以连续层叠切片。中空部分ES提供在对应于不同类型成形材料之间的交界面的切片中，在该交界面处模型材料MA和支撑材料SA在成形对象的层叠方向上从一种成形材料变成另一种成形材料。控制装置10执行控制以在对应于中空部分ES的位置处不从成形材料喷射装置喷射成形材料或者减少成形材料的喷射量。



1. 一种三维成形设备,其构造为重复执行将构造为形成最终成形对象的模型材料(MA)和构造为支撑模型材料(MA)的突出部分并最终被移除的支撑材料(SA)作为成形材料喷射并固化到成形板(40)上的操作,同时至少在单个方向上执行扫描,从而将在高度方向上具有预定厚度的多个切片形成为层叠构造,并在高度方向上层叠这些切片以执行成形,所述三维成形设备包括:

成形板(40),其构造为在其上放置成形对象;

成形材料喷射装置,其包括构造为喷射模型材料(MA)的多个模型材料喷嘴(21)和构造为用于喷射支撑材料(SA)的多个支撑材料喷嘴(22),这些多个喷嘴在单个方向上排列;

辊筒部分(25),其被支撑为自由旋转,并且在旋转的同时挤压处于流动状态的模型材料(MA)和支撑材料(SA)的上表面,从而刮除模型材料(MA)或支撑材料(SA)的多余部分;

头部(20),其包括成形材料喷射装置和辊筒部分(25);

水平驱动装置,其构造为使得头部(20)在水平方向上往复扫描;

垂直驱动装置,其构造为使头部(20)和成形板(40)在高度方向上的位置彼此相对移动;和

控制装置(10),其构造为控制水平驱动装置的驱动、利用成形材料喷射装置喷射和固化成形材料的一个切片、控制垂直驱动装置并将喷射位置移位到固化后的切片上、以及喷射和固化下一层切片的成形材料,以连续层叠各切片;其中

在成形对象的层叠期间当模型材料(MA)和支撑材料(SA)在高度方向上包括从第一种成形材料变成第二种成形材料的交界面时,控制装置(10)执行控制以使成形材料喷射装置针对对应于不同类型成形材料之间的交界面的切片或者与其相邻的切片形成中空部分,在所述中空部分中没有喷射第一种成形材料或第二种成形材料或者降低了喷射量,并且其中

控制装置(10)构造为执行如下控制以在成形对象的切片中包括中空部分(ES),其中通过在对应于中空部分(ES)的位置处不从成形材料喷射装置喷射成形材料或者减少喷射量以完成切片的成形,然后在下一个切片的成形期间:

通过垂直驱动装置移位头部(20)和成形板(40)在高度方向上的相对位置,以使得辊筒部分(25)不与喷射在对应于中空部分(ES)的位置处的第二种成形材料的最上表面接触,以及

在成形下一层的切片时,控制成形材料喷射装置和垂直驱动装置以使辊筒部分(25)与喷射在对应于中空部分(ES)的位置处的第二种成形材料的最上表面接触,以使得喷射在该位置处的第二种成形材料的多余部分被辊筒部分(25)刮除。

2. 根据权利要求1的三维成形设备,其中

当成形对象中的中空部分(ES)提供在模型材料(MA)或支撑材料(SA)中的第二种成形材料中时,其提供在紧接在不同类型的成形材料之间的交界面上方的切片中。

3. 根据权利要求1的三维成形设备,其中

当成形对象中的中空部分(ES)提供在模型材料(MA)或支撑材料(SA)中的第一种成形材料中时,其提供在紧接在与不同类型的成形材料之间的交界面接触的切片下方或者与该位置隔开预定数量的切片的切片中。

4. 一种三维成形设备,其构造为重复执行将构造为形成最终成形对象的模型材料(MA)和构造为支撑模型材料(MA)的突出部分并最终被移除的支撑材料(SA)作为成形材料喷射

并固化到成形板(40)上的操作,同时至少在单个方向上执行扫描,从而将在高度方向上具有预定厚度的多个切片形成为层叠构造,并在高度方向上层叠这些切片以执行成形,所述三维成形设备包括:

成形板(40),其构造为在其上放置成形对象;

成形材料喷射装置,其包括构造为喷射模型材料(MA)的多个模型材料喷嘴(21)和构造为喷射支撑材料(SA)的多个支撑材料喷嘴(22),这些多个喷嘴在单个方向上排列;

辊筒部分(25),其被支撑为自由旋转,并且在旋转的同时挤压处于流动状态的模型材料(MA)和支撑材料(SA)的上表面,从而刮除模型材料(MA)或支撑材料(SA)的多余部分;

头部(20),其包括成形材料喷射装置和辊筒部分(25);

水平驱动装置,其构造为使得头部(20)在水平方向上往复扫描;

垂直驱动装置,其构造为使头部(20)和成形板(40)在高度方向上的位置彼此相对移动;和

控制装置(10),其构造为控制水平驱动装置的驱动、利用成形材料喷射装置喷射和固化成形材料的一个切片、控制垂直驱动装置并将喷射位置移位到固化后的切片上、以及喷射和固化下一层切片的成形材料,以连续层叠各切片;和

喷射控制装置(13),其控制成形材料喷射装置,使得在通过垂直驱动装置在垂直方向上移动后,当从成形材料喷射装置喷射的成形材料的类型从模型材料(MA)和支撑材料(SA)中的第一种变成第二种时,在预定数量的切片中不喷射任一种成形材料。

5. 根据权利要求1至4中任一项的三维成形设备,其中在通过垂直驱动装置在垂直方向上移动后,从成形材料喷射装置喷射的成形材料的类型从模型材料(MA)和支撑材料(SA)中的一种变成另一种时,喷射控制装置(13)控制成形材料喷射装置在发生变化后的预定数量的切片中不喷射成形材料。

6. 根据权利要求1至4中任一项的三维成形设备,还包括固化装置24,其构造为固化模型材料(MA)和支撑材料(SA),其中:

控制装置(10)执行控制以通过水平驱动装置使头部(20)在一个方向上往复扫描,并且通过成形材料喷射装置将模型材料(MA)和支撑材料(SA)中的一种在往复扫描的向前路径和向后路径中的至少一个中喷射到成形板(40)上,通过辊筒部分(25)在往复扫描的向前路径和向后路径中的至少一个中回收处在流动状态下的模型材料(MA)和支撑材料(SA)之一的多余部分,并且通过固化装置24在往复扫描的向前路径和向后路径中的至少一个中固化模型材料(MA)和支撑材料(SA)中的第一种,以及进一步通过成形材料喷射装置将模型材料(MA)和支撑材料(SA)中的第二种在往复扫描的向前路径和向后路径中的至少一个中喷射到成形板(40)上,通过辊筒部分(25)在往复扫描的向前路径和向后路径中的至少一个中回收处在流动状态下的模型材料(MA)和支撑材料(SA)中的第二种的多余部分,并且通过固化装置24在往复扫描的向前路径和向后路径中的至少一个中固化模型材料(MA)和支撑材料(SA)中的第二种,由此通过形成切片、使用垂直驱动装置在高度方向上移位成形板(40)和头部(20)的相对位置、以及重复切片的层叠来执行成形。

7. 根据权利要求5的三维成形设备,还包括固化装置24,其构造为固化模型材料(MA)和支撑材料(SA),其中:

控制装置(10)执行控制以通过水平驱动装置使头部(20)在一个方向上往复扫描,并且

通过成形材料喷射装置将模型材料(MA)和支撑材料(SA)中的一种在往复扫描的向前路径和向后路径中的至少一个中喷射到成形板(40)上,通过辊筒部分(25)在往复扫描的向前路径和向后路径中的至少一个中回收处在流动状态下的模型材料(MA)和支撑材料(SA)之一的多余部分,并且通过固化装置24在往复扫描的向前路径和向后路径中的至少一个中固化模型材料(MA)和支撑材料(SA)中的第一种,以及进一步通过成形材料喷射装置将模型材料(MA)和支撑材料(SA)中的第二种在往复扫描的向前路径和向后路径中的至少一个中喷射到成形板(40)上,通过辊筒部分(25)在往复扫描的向前路径和向后路径中的至少一个中回收处在流动状态下的模型材料(MA)和支撑材料(SA)中的第二种的多余部分,并且通过固化装置24在往复扫描的向前路径和向后路径中的至少一个中固化模型材料(MA)和支撑材料(SA)中的第二种,由此通过形成切片、使用垂直驱动装置在高度方向上移位成形板(40)和头部(20)的相对位置、以及重复切片的层叠来执行成形。

8. 根据权利要求1的三维成形设备,其中模型材料(MA)和支撑材料(SA)并不在同一往复扫描中同时喷射在其中模型材料(MA)和支撑材料(SA)在成形对象扫描方向上所位于的线上,仅有一种成形材料被喷射和固化。

9. 根据权利要求1的三维成形设备,其中在模型材料(MA)和支撑材料(SA)在成形对象扫描方向上所位于的线上喷射或固化模型材料(MA)和支撑材料(SA)。

10. 根据权利要求1的三维成形设备,其中模型材料(MA)和支撑材料(SA)之间交界面的接合强度被配置为弱于模型材料(MA)部分之间的接合强度或者支撑材料(SA)部分之间的接合强度。

11. 根据权利要求1的三维成形设备,其中位于不同类型成形材料接合的交界面上侧的喷射和固化的成形材料层的厚度形成为大于其它层的厚度。

12. 根据权利要求1的三维成形设备,其中通过喷射控制装置(13)设置预定数量的切片以使得多余部分不在中空部分(ES)中被回收,其中在中空部分(ES)中预定数量的切片内的任一种成形材料均被移除,并且任一种成形材料均层叠为至少两层,以使得成形材料之一不与辊筒部分(25)接触。

13. 根据权利要求1的三维成形设备,其中当从成形材料喷射装置喷射的成形材料从支撑材料(SA)切换为模型材料(MA)之后,喷射控制装置(13)控制成形材料喷射装置不喷射模型材料(MA)的一个层部分或多个层部分。

14. 根据权利要求1的三维成形设备,其中当从成形材料喷射装置喷射的成形材料从模型材料(MA)切换为支撑材料(SA)之后,喷射控制装置(13)控制成形材料喷射装置不喷射支撑材料(SA)的一个层部分或多个层部分。

15. 根据权利要求1的三维成形设备,其中喷射控制装置(13)确定不喷射成形材料的切片,从而使得能够使用每片中是否进行喷射的逻辑乘进行计算。

16. 一种三维成形方法,其构造为重复执行将构造为形成最终成形对象的模型材料(MA)和构造为支撑模型材料(MA)的突出部分并最终被移除的支撑材料(SA)作为成形材料喷射并固化到成形板(40)上的操作,同时利用水平驱动装置至少在单个方向上执行成形材料喷射装置的扫描,并且利用垂直驱动装置移动相对高度方向的喷射位置,从而将在高度方向上具有预定厚度的多个切片形成为层叠构造,并在高度方向上层叠这些切片以执行成形,所述三维成形方法包括如下步骤:

通过用于喷射成形材料的成形材料喷射装置将模型材料(MA)和支撑材料(SA)中的一种成形材料喷射到成形板(40)上；

通过被支撑为自由旋转的辊筒部分(25)在以预定速度旋转的同时回收喷射的一种成形材料，以回收处于流动状态的成形材料的多余部分；

在回收多余部分之后固化处于流动状态的成形材料；

利用垂直驱动装置移动成形板(40)和成形材料喷射装置在高度方向上的相对位置；并且

重复通过成形材料喷射装置喷射成形材料、通过辊筒部分(25)回收成形材料的多余部分、固化成形材料、通过垂直驱动装置在高度方向上移动，并且

在成形材料喷射装置通过垂直驱动装置移动之后，当从喷射的成形材料的类型从模型材料(MA)或支撑材料(SA)中的第一种变为第二种时，控制成形材料喷射装置不喷射一个或多个切片的任一种成形材料或者减少成形材料的喷射量。

17. 根据权利要求16的三维成形方法，还包括如下步骤：

在层叠期间使模型材料(MA)和支撑材料(SA)在高度方向上从第一种成形材料变为第二种成形材料的不同类型成形材料之间的交界面处，不从成形材料喷射装置喷射成形材料或者减少喷射量，并完成切片的成形；

通过垂直驱动装置移位喷射位置与下一切片喷射位置的相对位置；

在对应于不同类型的边界表面的位置处喷射所述第二种成形材料，以使得喷射的成形材料的上表面与辊筒部分(25)分离；以及如下步骤：

在下一层之后成形切片期间在对应于不同类型边界表面的位置处喷射所述第二种成形材料；和

使喷射材料的最上表面与辊筒部分(25)接触，从而通过辊筒部分(25)刮除第二喷射成形材料的多余部分。

18. 根据权利要求17的三维成形方法，其中不通过成形材料喷射装置喷射成形材料或者限制了喷射量的位置位于模型材料(MA)或支撑材料(SA)中的第二种成形材料的喷射位置处紧接在不同类型成形材料之间的界面上方的切片中。

19. 根据权利要求17的三维成形方法，其中不通过成形材料喷射装置喷射成形材料或者限制了喷射量的位置位于紧接在与不同类型的成形材料之间的交界面接触的切片下方的切片中，或者在下方与提供在模型材料(MA)或支撑材料(SA)中的第一种成形材料中的喷射位置隔开预定数量的切片。

20. 根据权利要求19的三维成形方法，其中控制成形材料喷射装置，使得在成形材料喷射装置通过垂直驱动装置在垂直方向上移动后，从其喷射的成形材料的类型从模型材料(MA)和支撑材料(SA)中的第一种变成第二种时，在预定数量的切片中不喷射改变后的成形材料。

## 三维成形设备及方法、用于三维成形设备的设置数据创建设备及程序

### 技术领域

[0001] 本发明涉及以喷墨方式制造立体成形对象的三维成形设备、三维成形方法、用于三维成形设备的设置数据创建设备、用于三维成形设备的设置数据创建程序和计算机可读记录介质。

### 背景技术

[0002] 已知具有如下功能的设备，其将作为成形对象基本数据的三维数据设置为计算机屏幕上的任意姿态，基于设置的姿态针对相对高度的多个平行平面所分成的各个截面创建数据，基于每层的相关二维数据以连续层叠树脂形成立体成形对象，从而创建用作成形主体的三维模型的成形主体。

[0003] 在应用于产品开发等的样机开发的快速样机开发(RP)领域，已经采用了能够实现三维成形的层叠成形方法。这些层叠成形方法适用于将产品的三维CAD数据切片(slice)、创建作为原始产品数据的重叠薄板、在其上层叠诸如粉末、树脂、钢板、纸等材料以创建样机。作为这些层叠成形方法，已知有喷墨法、粉末法、光成形法、片层叠法、挤型法等。这些方法中的喷墨法喷射液化材料，然后通过照射紫外线(UV)、冷却等固化以形成层。利用这种方法，可以对其应用喷墨打印机的原理，从而提供实现高分辨率的优点。

[0004] 树脂层叠型的三维成形设备适用于通过在扫描XY方向并在高度方向上层叠时将模型材料和支撑材料喷射到成形板上来执行成形，其中模型材料配置为形成最终的成形对象，支撑材料配置为支撑用于支撑模型的基座部分以及模型材料的突出部分并且最终会被移除。模型材料和支撑材料是由具有可以通过紫外光照射而固化的性质的树脂构成。配置为发射紫外光的紫外光灯与用于喷射模型材料和支撑材料的喷嘴一起在XY方向上扫描，使得从喷嘴中喷射的模型材料和支撑材料受到紫外光的照射并固化。

[0005] 专利文献1：日本未审查专利公开第2003-535712号

[0006] 在使用喷墨构造的三维成形设备中，通过确保对应于各个切片的每层的厚度均匀来维持高度方向上的成形精度。不过，将从多个喷嘴同时喷射的树脂量恒定地控制为固定值以维持每层的均匀厚度存在困难，因此为每个成形层提供了超过所需树脂量的裕量，并喷射过量的诸如模型材料和支撑材料的成形材料。在喷射树脂之后，在成形期间通过回收机构接收从喷嘴喷射的多余树脂部分。这种类型的回收机构采用辊筒部分。图31至图33例示了利用辊筒部分25移除成形材料的多余部分的状态的透视图。在此示例中，喷射到成形板40上的树脂处于流动状态，例示的树脂表面处于被辊筒主体26轧平的状态。辊筒部分25包括作为旋转体的辊筒主体26、布置为相对辊筒主体26表面突出的刀片27、配置为收集被刀片27刮除的成形材料的槽28、以及用于喷射槽28中收集的成形材料的吸管29。辊筒主体26在与头部20(图33中为顺时针方向)的行进方向相反的方向上旋转，并且刮除流动的成形材料。刮除的成形材料附至辊筒主体26、传输至刀片27、然后被刀片27刮除并引导到槽28中。因此，刀片27固定为具有朝向槽28的向下坡度的姿态。吸管29与废液通道相连，使用泵

等汲取槽28中收集的成形材料并将该材料存储在废液罐(未示出)中。

[0007] 使用这种辊筒部分25的回收机构使得能够如图32所示在回收多余树脂部分的同时进行成形。尽管辊筒部分25通常不应与固化的树脂接触,但由于机械组件(如辊筒部分25)的精度或者驱动部分的振动等,使其可能与固化的树脂接触,如图33所示。即使在辊筒部分25与固化的树脂接触的情况下,当如图34所示的固化树脂是被包含在同样类型的固化树脂中并且固化层足够厚时,固化层不会剥离。

[0008] 不过,当如图35所示固化层较薄时,该层从接触部分剥离到辊筒部分25上,沉积到树脂回收机构中,并可能导致废液通道等的阻塞。另外还存在如下问题,在没有回收全部树脂时,由于如图36所示与辊筒部分25的接触所导致的皱折以及部分剥离会降低成形对象的质量。

[0009] 当固化层如上文所述较薄时,会在图37的网格所示的不同类型树脂之间的结合交界面处(即各层之间的交接位置)、在第一次形成该层的位置处出现前述情况。考虑到这种情况,为了避免在各层交接处出现上述形式的剥离,在不同树脂之间的交界处强化不同树脂之间的接合。即使辊筒部分25与树脂接触,这种构造也可以强化不同树脂之间边界处的接合,因此抑制了产生剥离。不过,在这种构造中,由于增大了支撑材料SA和模型材料MA之间的接合强度,出现了难以从成形后的最终成形对象中移除支撑材料SA的问题。

[0010] 反过来,如果减弱了不同树脂层之间交界处的接合,则尽管方便了成形后移除支撑材料SA的操作并且改进了操作性能,但上述由于接触辊筒部分25而容易出现剥离的问题仍然存在。于是,在由于与辊筒部分碰撞而倾向于剥离的问题和使得成形后的支撑材料容易移除的问题之间需要权衡,并且难以同时解决这两个问题。

## 发明内容

[0011] 考虑到上述常见问题而做出了本发明,本发明的主要目的是提供能够避免由于辊筒部分接触固化后的树脂而刮除(scraping)树脂,并且不影响能够从最终成形对象中容易地移除支撑材料的相关操作性能的三维成形设备、三维成形方法、用于三维成形设备的设置数据创建设备、用于为三维成形设备创建设置数据的程序、以及计算机可读记录介质。

[0012] 为了实现上述目的,根据本发明第一实施例的三维成形设备是这样一种三维成形设备,其重复执行将配置为形成最终成形对象的模型材料MA、和配置为支撑模型材料MA的突出部分并最终被移除的支撑材料SA喷射到成形板40上并固化为成形材料的操作,同时至少在单个方向上执行扫描,从而将在高度方向上具有预定厚度的切片形成为层叠构造,并在高度方向上层叠这些切片以执行成形。三维成形设备包括用于在其上放置成形对象的成形板40;包括多个用于喷射模型材料MA的多个模型材料喷嘴21和用于喷射支撑材料SA的多个支撑材料喷嘴22的成形材料喷射装置,这些多个喷嘴在单个方向上排列;辊筒部分25,其被支撑为自由旋转,并且在旋转的同时挤压处于流动状态的模型材料MA和支撑材料SA,从而刮除模型材料MA和支撑材料SA的多余部分;包括成形材料喷射装置和辊筒部分25的头部20;用于使头部20在水平方向上往复扫描的水平驱动装置,用于使头部20和成形板40在高度方向上相对彼此移动位置的垂直驱动装置;和控制装置10,其控制水平驱动装置的驱动,利用成形材料喷射装置喷射和固化成形材料的一个切片,控制垂直驱动装置并移位在固化后的切片上的喷射位置,以及在下一层上喷射和固化切片的成形材料,以连续层叠多

个切片。当成形对象包括不同类型的成形材料之间的交界面时,其中在层叠各层期间第一模型材料MA和支撑材料SA变成高度方向上的第二材料,控制装置10执行控制以使成形材料喷射装置在对应于不同类型成形材料之间的交界面的切片中或者与其相邻的切片中形成中空部分,在该中空部分中没有喷射所述一种成形材料或另一种成形材料、或者降低了喷射量。通过这种方式,喷射在对应于中空部分的位置处的成形材料的最上表面可以以向下的构造与辊筒部分分开,从而不会被辊筒部分刮除,因此有效避免了层剥离、错误回收等问题。

[0013] 此外,在根据第二方面的三维成形设备,控制装置10执行如下控制以在成形对象的切片中包括中空部分ES:通过在对应于中空部分ES的位置不从成形材料喷射装置喷射成形材料或者减少喷射量以完成切片的成形,然后在下一个切片的成形期间,通过垂直驱动装置移位头部20和成形板40在高度方向上的相对位置,以使得辊筒部分25不与喷射在对应于中空部分ES的位置处的其它成形材料的最上表面接触,在成形该下一层之后的切片时,控制成形材料喷射装置和垂直驱动装置以使辊筒部分25与喷射在对应于中空部分ES的位置处的其它成形材料的最上表面接触,于是喷射在该位置处的其它成形材料的多余部分被辊筒部分25刮除。

[0014] 在根据第三方面的三维成形设备中,当成形对象中的中空部分ES提供在模型材料MA或支撑材料SA中的另一种成形材料中时,可以提供在紧接在不同类型的成形材料之间的界面上方的切片中。

[0015] 在根据第四方面的三维成形设备中,当成形对象中的中空部分ES提供在模型材料MA或支撑材料SA中的第一种成形材料中时,其可以提供在紧接在与不同类型的成形材料之间的交界面接触的切片下方的切片中、或者在下方与该位置隔开预定数量的切片中。

[0016] 根据第五方面的三维成形设备是这样一种三维成形设备,其重复执行将配置为形成最终成形的对象模型材料MA和配置为支撑模型材料MA的突出部分并最终被移除的支撑材料SA喷射到成形板40上并固化为成形材料的操作,同时至少在单个方向上执行扫描,从而将在高度方向上具有预定厚度的切片形成为层叠构造,并在高度方向上层叠这些切片以执行成形。该三维成形设备包括用于在其上放置成形对象的成形板40;包括多个用于喷射模型材料MA的多个模型材料喷嘴21和用于喷射支撑材料SA的多个支撑材料喷嘴22的成形材料喷射装置,这些多个喷嘴在单个方向上排列;辊筒部分25,其被支撑为自由旋转,并且在旋转的同时挤压处于流动状态的模型材料MA和支撑材料SA,从而刮除模型材料MA和支撑材料SA的多余部分;包括成形材料喷射装置和辊筒部分25的头部20;用于使头部20在水平方向上往复扫描的水平驱动装置;用于使头部20和成形板40在高度方向上相对彼此移动位置的垂直驱动装置;控制装置10,其控制水平驱动装置的驱动,利用成形材料喷射装置喷射和固化成形材料的一个切片,控制垂直驱动装置并移位到固化后的切片上的喷射位置,以及在下一层上喷射和固化切片的成形材料,以连续层叠切片;以及喷射控制装置13,其控制成形材料喷射装置,使得在通过垂直驱动装置在垂直方向上移动后,从成形材料喷射装置喷射的成形材料的类型从模型材料MA和支撑材料SA中的第一种变成第二种时,在预定数量的切片中不喷射任一种成形材料。通过这种方式,在不同类型的成形材料(模型材料和支撑材料)之间的交界面处省去任一种成形材料的预定数量的切片,以在高度方向上创建省去

切片的中空部分,从而使辊筒部分不与成形材料的表面接触,因此避免了通过辊筒部分回收固化的成形材料。

[0017] 在根据第六方面的三维成形设备中,在通过垂直驱动装置在垂直方向上移动后,从成形材料喷射装置喷射的成形材料的类型从模型材料MA和支撑材料SA中的一种变成另一种时,喷射控制装置13控制成形材料喷射装置在发生变化后的预定数量的切片中不喷射成形材料。通过这种方式,通过省去紧接在不同的成形材料(如模型材料和支撑材料)之间的交界面之后层叠的预定数量的切片,能够制造在高度方向上省去了该数量切片的中空部分,于是辊筒部分不会与成形材料的表面接触,避免了通过辊筒部分回收固化的成形材料。

[0018] 在根据第七方面的三维成形设备中,还包括固化装置24,其用于固化模型材料MA和支撑材料SA。控制装置10执行控制以通过水平驱动装置使头部20在一个方向上往复扫描,并且通过成形材料喷射装置将模型材料MA和支撑材料SA中的一种在往复扫描的向前路径和向后路径中的至少一个中喷射到成形板40上,通过辊筒部分25在往复扫描的向前路径和向后路径中的至少一个中回收处在流动状态下的模型材料MA和支撑材料SA之一的多余部分,并且通过固化装置24在往复扫描的向前路径和向后路径中的至少一个中固化模型材料MA和支撑材料SA中的第一种,以及进一步通过成形材料喷射装置将模型材料MA和支撑材料SA中的第二种在往复扫描的向前路径和向后路径中的至少一个中喷射到成形板40上,通过辊筒部分25在往复扫描的向前路径和向后路径中的至少一个中回收处在流动状态下的模型材料MA和支撑材料SA中的第二种的多余部分,并且通过固化装置24在往复扫描的向前路径和向后路径中的至少一个中固化模型材料MA和支撑材料SA中的第二种。由此通过形成切片、使用垂直驱动装置在高度方向上移位成形板40和头部20的相对位置、以及重复切片的层叠来执行成形。通过这种方式,多余部分的回收以及固化可以针对模型材料和支撑材料单独执行,从而可以避免模型材料和支撑材料在交界面处混合,因此改善了成形对象的质量。

[0019] 在根据第八方面的三维成形设备中,模型材料MA和支撑材料SA 并不在同一往复扫描中同时喷射在其中模型材料MA和支撑材料SA在成形对象扫描方向上所位于的线上,仅有一个成形材料可以喷射和固化。通过这种方式,由于在同一往复扫描中没有同时喷射模型材料和支撑材料,而是仅喷射和固化一种,因此可以避免由于邻近该线的模型材料和支撑材料之间交界面处未固化而导致的混合构造,从而获得了在其间清楚地形成交界面的优点。

[0020] 在根据第九方面的三维成形设备中,在模型材料MA和支撑材料SA在成形对象扫描方向上所位于的线上喷射或固化模型材料MA和支撑材料SA。通过这种方式,由于在同一往复扫描中同时形成模型材料和支撑材料,可以减少成形时间。

[0021] 在根据第十方面的三维成形设备中,模型材料MA和支撑材料SA之间交界面的接合强度可以配置为弱于模型材料MA部分之间的接合强度或者支撑材料SA部分之间的接合强度。通过这种方式,由于模型材料MA和支撑材料SA之间交界面的接合强度较弱,有利于从最终成形对象中移除支撑材料的操作,并且可以避免不同类型的边界面处的树脂剥离或错误回收的问题。

[0022] 在根据第十一方面的三维成形设备中,位于不同类型成形材料接合的交界面上侧的喷射和固化的成形材料层的厚度可以形成为大于其它层的厚度。通过这种方式,通过另

外增加不同类型树脂之间的交界面层的厚度,可以降低通过辊筒部分错误回收的概率。

[0023] 在根据第十二方面的三维成形设备中,可以通过喷射控制装置13设置预定数量的切片以使得多余部分不在中空部分ES中被回收,其中在中空部分ES中预定数量的切片内的任一种成形材料均被移除,并且任一成形材料均层叠为至少两层,以使得成形材料之一不与辊筒部分接触。通过这种方式,由于成形材料的厚度足够厚,即使成形材料与辊筒部分接触,早期的成形材料也不会被层层剥离,固化的成形材料也不会被错误回收,并且由于中空部分的高度设置为使得成形材料不与辊筒部分接触,因此通过有效避免这些情况实现了稳定的成形。

[0024] 在根据第十三方面的三维成形设备中,当从成形材料喷射装置 喷射的成形材料从支撑材料SA切换为模型材料MA之后,喷射控制装置13可以控制成形材料喷射装置不喷射模型材料MA的至少一个层部分或两个层部分。通过这种方式,可以设置高度差以通过省去多层来避免与辊筒接触,从而避免辊筒部分回收固化的模型材料。

[0025] 在根据第十四方面的三维成形设备中,当从成形材料喷射装置喷射的成形材料从模型材料MA切换为支撑材料SA之后,喷射控制装置13可以控制成形材料喷射装置不喷射支撑材料SA的至少一个层部分或两个层部分。通过这种方式,可以设置高度差以通过省去多层来避免与辊筒接触,从而避免辊筒部分回收固化的支撑材料。

[0026] 此外,在根据第十五方面的三维成形设备中,喷射控制装置13确定不喷射成形材料的切片,从而使得能够使用每片中喷射/不喷射的逻辑乘进行计算。

[0027] 根据第十六方面的三维成形方法是这样一种三维成形方法,其中重复执行将构造为形成最终成形的对象模型材料MA和构造为支撑模型材料MA的突出部分并最终被移除的支撑材料SA作为成形材料喷射并固化到成形板40上的操作,同时利用水平驱动装置至少在单个方向上执行成形材料喷射装置的扫描,并且利用垂直驱动装置移动相对高度方向的喷射位置,从而将在高度方向上具有预定厚度的多个切片形成为层叠构造,并在高度方向上层叠这些切片以执行成形。三维成形方法包括通过用于喷射成形材料的成形材料喷射装置将模型材料MA和支撑材料SA中的一种成形材料喷射到成形板40上;通过被支撑为自由旋转的辊筒部分25在以预定速度旋转的同时回收喷射的一种成形材料,从而回收处于流动状态的成形材料的多余部分;在回收多余部分之后固化处于流动状态的成形材料;利用垂直驱动装置移动成形板40和成形材料喷射装置在高度方向上的相对位置;并且重复通过成形材料喷射装置喷射成形材料,通过辊筒部分25回收成形材料的多余部分,固化成形材料,通过垂直驱动装置在高度方向上移动,并且在成形材料喷射装置通过垂直驱动装置移动之后,当从成形材料喷射装置喷射的成形材料的类型从模型材料MA或支撑材料SA中的第一种变为第二种时,控制成形材料喷射装置不喷射一个或多个 切片的任一种成形材料或者减少成形材料的喷射量。通过这种方式,在不同的成形材料(模型材料和支撑材料)之间的交界面处省去任一种成形材料的预定数量的切片,以在高度方向上创建省去切片的中空部分,从而使辊筒部分不与成形材料的表面接触,因此避免了通过辊筒部分回收固化的成形材料。特别地,通过在不同类型的成形材料之间的结合部分附近以薄层构造形成相同类型的层,可以提供高度差以避免与辊筒部分接触,从而避免被辊筒部分错误回收或剥离。此外,由于可以通过这种方式有效避免错误回收或剥离,使得模型材料和支撑材料之间的接合强度减弱,从而获得了成形后便于移除支撑材料的操作的优点。

[0028] 根据第十七方面的三维成形方法,还包括如下步骤:在层叠期间使模型材料MA和支撑材料SA在高度方向上从第一种成形材料变为第二种成形材料的不同类型成形材料之间的交界面处,不从成形材料喷射装置喷射成形材料或者减少喷射量,完成切片的成形,通过垂直驱动装置移位喷射位置与下一切片喷射位置的相对位置,在对应于不同类型成形材料之间的交界面的位置处喷射所述第二种成形材料,以使得喷射的成形材料的上表面与辊筒部分25分离;以及在下一层之后成形切片期间在对应于不同类型成形材料之间交界面的位置处喷射所述第二种成形材料,并且使喷射材料的最上表面与辊筒部分25接触,从而通过辊筒部分25刮除第二喷射成形材料的多余部分。

[0029] 根据第十八方面的三维成形方法是这样一种方法,其中不通过成形材料喷射装置喷射成形材料或者限制了喷射量的位置位于模型材料MA或支撑材料SA中的第二种成形材料的喷射位置处紧接在不同类型成形材料之间的交界面上方的切片中。

[0030] 根据第十九方面的三维成形方法是这样一种方法,其中不通过成形材料喷射装置喷射成形材料或者限制了喷射量的位置位于紧接在与不同类型的成形材料之间的交界面接触的切片下方的切片中,或者在下方与提供在模型材料MA或支撑材料SA中的第一种成形材料中的喷射位置隔开预定数量的切片。

[0031] 根据第二十方面的三维成形方法是这样一种三维成形方法,其中控制成形材料喷射装置,使得成形材料喷射装置通过垂直驱动装置在垂直方向上移动后,从其喷射的成形材料的类型从模型材料MA和支撑材料SA中的第一种变成第二种时,在预定数量的切片中不喷射改变后的成形材料。通过这种方式,省去紧接在不同的成形材料(模型材料和支撑材料)之间的交界面之后层叠的预定数量的切片,以在高度方向上创建省去切片的中空部分,从而使辊筒部分不与成形材料的表面接触,因此避免了通过辊筒部分回收固化的成形材料。

[0032] 根据第二十一方面的用于三维成形设备的设置数据创建设备是这样一种设置数据创建设备,其重复执行将构造为形成最终成形的对象模型材料MA和构造为支撑模型材料MA的突出部分并最终被移除的支撑材料SA作为成形材料喷射并固化到用于在其上放置成形对象的成形板40上的操作,同时利用水平驱动装置至少在单个方向上执行成形材料喷射装置的扫描、固化、并且利用垂直驱动装置移动相对高度方向的喷射位置,从而将在高度方向上具有预定厚度的多个切片形成为层叠构造,并在高度方向上层叠这些切片以执行成形。设置数据创建设备包括用于获取成形对象的三维数据的输入装置和中空部分创建装置,所述中空部分创建装置构造为在从成形材料喷射装置在成形材料的垂直方向上喷射的成形材料类型从模型材料MA和支撑材料SA中的第一种变成第二种的位置处,创建移除了任一种成形材料的预定数量的切片或者降低了成形材料喷射量的中空部分。通过这种方式,在不同类型的成形材料(模型材料和支撑材料)之间的交界面处省去任一种成形材料的预定数量的切片,以在高度方向上创建省去切片的中空部分,从而使辊筒部分不与成形材料的表面接触,因此避免了通过辊筒部分回收固化的成形材料。

[0033] 根据第二十二方面的用于三维成形设备的设置数据创建设备是这样一种设置数据创建设备,其中创建中空部分ES的位置位于模型材料MA或支撑材料SA从第一种成形材料变成第二种成形材料的不同类型的成形材料之间的交界面的紧邻上方的切片中。

[0034] 根据第二十三方面的用于三维成形设备的设置数据创建设备是这样一种设置数

据创建设备,其中创建中空部分ES的位置位于模型 材料MA或支撑材料SA从第一种成形材料变成第二种成形材料的交界面下方紧邻、或在下方与交界面隔开预定数量切片的切片中。

[0035] 根据第二十四方面的用于三维成形设备的设置数据创建程序是这样一种设置数据创建程序,其中三维成形设备重复执行将构造为形成最终成形的对象模型材料MA和构造为支撑模型材料MA的突出部分并最终被移除的支撑材料SA作为成形材料喷射并固化到用于在其上放置成形对象的成形板40上的操作,同时利用水平驱动装置至少在单个方向上执行成形材料喷射装置的扫描、固化、并且利用垂直驱动装置移动相对高度方向的喷射位置,从而将在高度方向上具有预定厚度的多个切片形成为层叠构造,并在高度方向上层叠这些切片以执行成形。用于三维成形设备的设置数据创建程序包括用于获取成形对象的三维数据的输入功能和中空部分创建功能,所述中空部分创建功能用于在从成形材料喷射装置在成形材料的垂直方向上喷射的成形材料类型从模型材料MA和支撑材料SA中的第一种变成第二种的位置处,创建移除了任一种成形材料的预定数量的切片或者降低了成形材料喷射量的中空部分,这些功能通过计算机实现。通过这种方式,在不同类型的成形材料(模型材料和支撑材料)之间的交界面处省去任一种成形材料的预定数量的切片,以在高度方向上创建省去切片的中空部分,从而使辊筒部分不与成形材料的表面接触,因此避免了通过辊筒部分回收固化的成形材料。

[0036] 根据第二十五方面的用于三维成形设备的设置数据创建程序是这样一种设置数据创建程序,其中当在成形对象的垂直方向上从成形材料喷射装置喷射的成形材料类型从模型材料MA和支撑材料SA中的第一种变成第二种时,中空部分创建功能创建中空部分ES,其中该中空部分中移除了预定数量的改变后的成形材料的切片。通过这种方式,省去紧接在不同的成形材料(模型材料和支撑材料)之间的交界面之后层叠的预定数量的切片,以在高度方向上创建省去切片的中空部分,从而使辊筒部分不与成形材料的表面接触,因此避免了通过辊筒部分回收固化的成形材料。

[0037] 根据第二十六方面的用于三维成形设备的设置数据创建程序是 这样一种设置数据创建程序,其中创建中空部分ES的位置位于模型材料MA或支撑材料SA从第一种成形材料变成第二种成形材料的不同类型的成形材料之间的交界面上方紧邻的切片中。

[0038] 根据第二十七方面的用于三维成形设备的设置数据创建程序是这样一种设置数据创建程序,其中创建中空部分ES的位置位于模型材料MA或支撑材料SA从第一种成形材料变成第二种成形材料的交界面下方紧邻的切片中、或在交界面下方与交界面分离预定数量切片的切片中。

[0039] 根据第二十八方面的计算机可读记录介质存储上述程序。这些记录介质的示例包括:磁盘、光盘、磁光盘、半导体存储器和其它能够存储程序的介质,例如CD-ROM、CD-R、CD-RW、软盘、磁带、MO、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-R、DVD+R、DVD+RW、蓝光(盘)、HD DVD(AOD)。此外,所述程序包括通过存储在上述记录介质中分布的程序,还包括通过诸如互联网的网络线路下载而分发的程序。此外,记录介质包括能够记录程序的设备,例如以软件或固件的形式并入上述程序并可以运行程序的通用或专用设备。另外,程序中包含的各种处理和功能可以由可通过计算机运行的程序软件来运行。此外,各个部分的处理可以通过诸如预定门阵列(FPGA、ASIC)的硬件或者程序软件和能够实现硬件部分元件的部分硬件模块的组合来实

现。

## 附图说明

- [0040] 图1是例示了第一实施例的三维成形设备的框图。
- [0041] 图2是例示了变型例中的三维成形设备的框图。
- [0042] 图3是例示了头部在XY方向上移动的状态的平面图。
- [0043] 图4是头部外观的透视图。
- [0044] 图5是利用辊筒部分移除多余量的成形材料时的透视图。
- [0045] 图6是例示了辊筒主体的宽度以及辊筒部分的喷嘴的示意平面图。
- [0046] 图7是例示了将成形对象的同一层分成多个部分而成形的构造的示意剖视图。
- [0047] 图8(a)是例示了紧接在利用辊筒部分回收成形材料的多余部分之后的理论构造的示意剖视图,图8(b)是例示了图8(a)中的树脂由于其重量而变形的构造的示意剖视图。
- [0048] 图9是例示了层叠多层的构造的示意剖视图。
- [0049] 图10是例示了模型材料和支撑材料之间交界面处的混合降低了的构造的示意图。
- [0050] 图11是图10序列的流程图。
- [0051] 图12是例示了评估测试中成形的成形对象的透视图。
- [0052] 图13(a)是例示了成形对象的示意剖视图,图13(b)是例示了虚拟中空部分的构造的示意剖视图。
- [0053] 图14(a)是例示了根据第一实施例的当使用同时成形来成形图13(a)中各个切片时的成形序列的示意剖视图,图14(b)是例示了当使用同时成形来成形图13(a)中的成形对象时的成形序列的示意剖视图。
- [0054] 图15是例示了针对切片S1至S5来成形图14(a)中的成形对象的构造的示意剖视图。
- [0055] 图16是例示了使用图15所示构造来成形切片S6的构造的示意剖视图。
- [0056] 图17是例示了使用图16所示构造来成形切片S7和S8的构造的示意剖视图。
- [0057] 图18是例示了根据第二实施例的针对切片S1至S4使用分别(separate)成形来成形图13(b)中的成形对象的构造的示意剖视图。
- [0058] 图19是例示了使用图18所示构造来分别成形模型材料和支撑材料的构造的示意剖视图。
- [0059] 图20是例示了使用图19所示构造进一步分别成形模型材料和支撑材料的构造的示意剖视图。
- [0060] 图21(a)是例示了使用分别成形图13(a)的各个切片来成形模型材料和支撑材料的序列的示意剖视图,图21(b)是例示了在图13(b)实际成形期间成形模型材料和支撑材料的序列的示意 剖视图。
- [0061] 图22(a)是例示了根据第三实施例的具有限制了喷射量的中空部分的成形对象的剖视图,图22(b)是例示了图22(a)中以切片S1至S4层叠成形对象的剖视图,图22(c)是例示了进一步将切片S5层叠至图22(b)的构造的剖视图,图22(d)是例示了进一步将切片S6层叠至图22(c)的构造的剖视图。
- [0062] 图23(a)是例示了根据第四实施例的成形对象的示意剖视图,图23(b)是例示了在

支撑材料一侧上对如图23(a)所示的成形对象提供中空部分的示例的剖视图。

[0063] 图24(a)是例示了如图23(b)所示的根据第四实施例的在支撑材料一侧上提供有中空部分的成形对象的剖视图,图24(b)是例示了在图24(a)的成形对象中成形切片S3的剖视图,图24(c)例示了在图24(b)中进一步层叠切片S4的剖视图,图24(d)是例示了在图24(c)中进一步层叠切片S5的剖视图,图24(e)是例示了在图24(d)中进一步层叠切片S6的剖视图。

[0064] 图25(a)是例示了根据第五实施例的在不同类型的成形材料之间的交界面下方分离的具有中空部分ES的成形对象的剖视图,图25(b)是例示了在图25(a)的成形对象中成形切片S2的剖视图,图25(c)例示了在图25(b)中进一步层叠切片S3的剖视图,图25(d)是例示了在图25(c)中进一步层叠切片S4的剖视图,图25(e)是例示了在图25(d)中进一步层叠切片S5的剖视图。

[0065] 图26是例示了根据成形对象数据生成喷射数据序列的示例流程图。

[0066] 图27是例示了针对中空部分的计算来计算是否喷射切片S3的构造的示意剖视图。

[0067] 图28是例示了针对中空部分的计算来计算是否喷射切片S4的构造的示意剖视图。

[0068] 图29是例示了针对中空部分的计算来计算是否喷射切片S5的构造的示意剖视图。

[0069] 图30是例示了确定是否可以通过成形材料喷射装置进行喷射的序列的流程图。

[0070] 图31是例示了辊筒部分的结构的透视图。

[0071] 图32是例示了利用辊筒部分回收未固化树脂的多余部分的构造的透视图。

[0072] 图33是例示了辊筒部分和固化树脂之间的意外接触的构造的示意图。

[0073] 图34是例示了辊筒部分和已固化树脂厚层之间的接触的构造的示意图。

[0074] 图35是例示了已固化树脂的薄层由于与辊筒部分接触而剥离的构造的示意图。

[0075] 图36是例示了已固化树脂的薄层由于与辊筒部分接触而皱折的构造的示意图。

[0076] 图37是例示了成形对象中不同树脂之间的接合边界的透视图。

[0077] 图38是例示了用于三维成形设备的设置数据创建设备的框图。

## 具体实施方式

[0078] 下面参照附图对本发明的实施例进行说明。下文将要描述的实施例仅例示了用于实现本发明的技术设想的三维成形设备和三维成形方法,而根据本发明的三维成形设备、三维成形方法、用于三维成形设备的设置数据创建设备、用于三维成形设备的设置数据创建程序和计算机可读记录介质不应受到下文所述实施例的限制。此外,说明书不将权利要求中定义的元件限制为根据实施例的组件。除非特别指明,否则实施例中描述的元件的大小、材料和形状及其相对设置关系等不对本发明的范围构成限制,而是仅作为示例。此外,在某些情况下为了清楚描述,在附图中以夸大的方式例示了位置关系等。在下文的说明中,使用相似的名称和参考标号来表示相同的组件或者具有相同质量的组件,其详细说明不再重复。另外,构成本发明的各个元件可以实现为通过单个组件构成多个元件,于是单个组件可以用作多个元件,或者多个组件共享单个组件的功能。

[0079] (第一实施例)

[0080] 图1例示了根据本发明第一实施例的三维成形系统100的框图。对以喷墨方式应用三维成形设备的示例进行说明,来作为三维成形设备的示例。三维成形系统100适用于以喷

墨方式喷射液态的成形材料,然后固化并层叠这些材料以制造任意的成形对象。模型材料MA和支撑材料SA被用作所述成形材料,其中,模型材料MA配置为形成最终的成形对象,支撑材料SA配置为进行成形以支撑模型材料MA的突出部分并最终被移除。

[0081] 图1所示的三维成形系统100由三维成形设备2和设置数据创建设备1(图1中的计算机PC)构成,设置数据创建设备1将包含成形对象数据和成形条件的设置数据发送至三维成形设备2。三维成形设备2包括控制装置10、头部20和成形板40。头部20包括用于喷射模型材料MA的模型材料喷嘴21和用于喷射支撑材料SA的支撑材料喷嘴22,二者用作成形材料喷射装置。头部20还具有辊筒部分25,其用于刮除喷射的成形材料的多余部分,从而改变此时成形对象最上层的厚度并且平滑成形材料的表面;头部20还具有用于固化成形材料的固化装置24。另外,为了使模型材料喷嘴21和支撑材料喷嘴22以喷墨方式将液体或液态的成形材料喷射到成形板40上相对头部20水平方向的适当位置,提供了XY方向驱动部分31和Z方向驱动部分32,来作为用于在X方向以及与X方向垂直的Y方向上往复扫描的水平驱动装置,和用于使头部20和成形板40在高度方向上相对彼此移动位置的垂直驱动装置。在本文中,Y方向是包括模型材料喷嘴21和支撑材料喷嘴22的多个孔的排列方向,X方向是水平面上与Y方向垂直的方向。

[0082] 计算机PC用作设置数据创建设备1。在从外部接收到用于三维成形对象的基础数据的输入(如通过三维CAD等设计的模型数据的输入)时,首先将CAD数据转换成例如STL数据(立体光刻数据),然后通过将STL数据切片成多个薄的截面部分来创建截面数据,然后将切片数据整体或者逐片(逐层)发送至三维成形设备2。此时,根据通过三维CAD等设计的模型数据(实际上是转换所得的STL数据)在成形板40上的确定姿态,相对由模型材料制成的模型在此姿态下需要支撑的部分或空间来执行对支撑材料SA的提供位置的相关设置,基于这些数据来创建对应于各个层的切片数据。控制装置10从计算机PC获取截面数据,并根据该数据控制头部20、XY方向驱动部分31和Z方向驱动部分32。在控制装置10的控制下操作XY方向驱动部分31,并且使得头部20中的模型材料喷嘴21和支撑材料喷嘴22将作为液滴成形材料的模型材料MA和支撑材料SA喷射到成形板40上的适当位置处,从而基于计算机PC提供的截面数据形成截面形状。此外,至少喷射在成形板40上的作为成形材料之一的模型材料MA固化,使得模型材料MA从液体或液态变成固态,从而固化。通过这些操作,创建了对应于单层(即切片)的截面组件。尽管可以在三维成形设备2一侧生成切片数据,但在当前构造中,必须通过操作确定的参数(如每个切片的厚度)必须从计算机PC一侧发送至三维成形设备2。

### [0083] (切片)

[0084] 本文中的“切片”是指在成形对象的z方向上层叠各层的单位,切片的数量等于高度除以层叠层厚度得到的值。实际上,针对确定每个切片厚度的需求,根据可以从各个喷嘴喷射的材料的最小单位量、由辊筒部分25在向上和向下方向上的偏心所导致的变化等,确定了最小的可设置厚度。基于上述方式确定的值定义为最小切片值,然后用户可以考虑例如所需的成形精度和所需的成形速度来最终确定每个切片的量。也即,如果用户选择成形精度优先,则将上述最小切片值或与其接近的值确定为每个切片的量。另一方面,如果用户优先考虑成形速度,则可以按照维持必需的最小成形精度的方式来确定每个切片的量。此外,作为其它的方法,可以采用由用户凭感觉选择成形精度和成形速度之间比例的方法,或

者由用户输入允许的最大成形时间、显示成形时间和成形精度的一些组合作为备选、并且由用户从这些备选中选择优选条件的方法。

[0085] 此外,对一个切片数据的成形动作包括如下一系列步骤:至少 在头部20在X方向(头部20的主扫描方向)上往复操作期间,至少在向前路径或向后路径中以喷墨方式从模型材料喷嘴21和支撑材料喷嘴22喷射液体或液态的成形材料,然后在通过喷射到成形板40上而获得的成形对象的状态处于液态的状态下,操作辊筒部分25至少在向前路径或向后路径中平滑未固化的成形对象的表面,然后从固化装置24将具有特定波长的光导向成形对象的平滑后的表面,以固化成形对象。这一系列步骤至少执行一次,并且显然,根据切片数据所指示的厚度以及所需的成形精度可以自动改变执行这些步骤的次数。

[0086] 当成形中使用的成形材料在预定温度下固化后,根据本发明的固化装置24可以配置为冷却或加热装置,此外在应用自然固化时可以省去固化装置。

[0087] 另一方面,通过模型材料喷嘴21和支撑材料喷嘴22至少在向前路径或向后路径中的单次喷射可以在成形板上形成的最大厚度由单元喷射量来确定,所述单元喷射量可以在液滴落在成形板40上之后将喷射的液滴的截面形状维持为基本圆形。

[0088] (成形板40)

[0089] 成形板40可以通过Z方向驱动部分32升降。在形成单个切片之后,控制装置10控制Z方向驱动部分32使成形板40降低对应于单个切片厚度的距离。重复执行上述操作,使得新的切片层叠在第一个单个切片上方(上表面上)。如上文所述连续创建并层叠多个薄切片,从而获得成形对象的成形。

[0090] 此外,在成形对象具有突出,即与位于Z方向(高度方向)下方的成形部分相比在XY平面上具有所谓悬突形状的情况下,在计算机PC将成形对象转换成数据时根据需要添加悬突支撑部分形状。换句话说,包括悬突形状的成形对象是这样一种成形对象,其具有在不存在已经形成的模型材料切片的部分的上表面上形成新的模型材料切片的部分(悬突部分)。此外,在用于形成最终成形对象的模型材料MA的成形同时,控制装置10基于悬突支撑部分形状执行悬突支撑部分SB的成形。具体来说,与模型材料MA不同的支撑材料SA从支撑材料喷嘴22作为液滴喷射,以形成悬突支撑部分SB。在成形之后,移除形成了悬突支撑部分SB的支撑材料SA,从而提供了目标三维成形对象。

[0091] 如图3的平面图所示,通过头部移动装置30在水平方向(即XY方向)上移动头部20。头部20支撑在X方向移位轨道43上,X方向移位轨道43是在图中分别以垂直构造布置的一对用于X方向(主扫描方向)的引导机构。在支撑头部20的基座侧沿着一条X方向移位轨道43提供X方向驱动部分(未示出)。用于在Y方向(子扫描方向)上移位头部20的Y方向移位轨道44提供在门形框架上,门形框架将头部20置于X方向移位轨道43上。驱动部分(未示出)被提供用于沿着Y方向移位轨道44驱动头部20。头部20可以通过驱动部分在X方向和Y方向上移位。

[0092] 图4示例中示出的头部20分成具有喷嘴的喷射头单元20A以及具有辊筒部分和固化装置的回收及固化头单元20B。导轨45提供在喷射头单元20A和回收及固化头单元20B之间,以提供移位轨道44沿Y方向移位头部20的通道。如图3中的平面图所示的头部20沿着Y方向移位轨道44在Y方向上往复移位。Y方向移位轨道44的两端均支撑在头部移动装置30上。头部移动装置30沿着一对X方向移位轨道43在X方向上往复移位,X方向移位轨道43提供为沿着成形板40的垂直维度平行,从而在垂直方向上跨过成形板40。通过这种方式,头部20可

以在成形板上的XY平面上移位至任意位置。

[0093] 如图1所示,成形板40通过板升降装置(Z方向驱动部分32)在高度方向(即Z方向)上移动。因此,头部20和成形板40的高度可以相对彼此改变,从而实现立体成形。具体来说,为了基于切片数据将模型材料MA和支撑材料SA作为成形材料从模型材料喷嘴21和支撑材料喷嘴22喷射到适当位置处,通过头部移动装置30在X方向上往复操作头部20,然后从提供在喷嘴21和22中并且在Y方向上延伸的多个孔中喷射模型材料MA和支撑材料SA。此外,如图3所示,在喷嘴21和22在Y方向上的宽度小于成形板40上可以执行成形的Y方向上的宽度的情况下,以及由成形模型数据指示的Y方向上的宽度大于各孔在Y方向上延伸的全部长度的情况下,在X方向上预定的位置处往复操作喷嘴21和22,然后各个喷嘴21和22在Y方向上偏移预定量并在这些位置处往复扫描。另外,基于切片数据将模型材料MA和支撑材料SA喷射至适当位置。重复这些操作以创建对应于全部设置成形数据的成形对象。

[0094] 尽管在图1的示例中,将用于升降成形板40的板升降装置用作Z方向驱动部分32,但本发明不限于该示例,如在图2所示的三维成形设备2'中,还可以采用Z方向驱动部分32'以在Z方向上移动头部,同时使成形板40在高度方向上固定。此外,XY方向上的移动还可以通过在固定头部的同时移动成形板来实现。通过使各个喷嘴的宽度基本上等于Y方向上可以在成形板40上执行成形的宽度,还可以不必如上文所述在Y方向上偏移(shift)头部20。不过,即使在这些情况下,为了提高由喷嘴中的孔之间的间隔确定的成形对象在Y方向上的分辨率,还可以例如在Y方向上偏移头部20,从而使得每个孔位于先前成形期间的孔位置之间。

[0095] (控制装置10)

[0096] 控制装置10控制成形材料的喷射图案。也即,在X方向上的往复扫描期间,使头部20在单个方向上往复扫描的同时,控制装置10使得成形材料喷射装置至少在向前路径或向后路径中将模型材料MA和支撑材料SA喷射到成形板40上,并且在成形材料喷射装置已经将成形材料喷射到成形板上之后,使固化装置24至少在向前路径或向后路径中固化模型材料MA和支撑材料SA,从而创建切片。此外,控制装置10使头部20和成形板40在高度方向上相对彼此移动位置,并且重复层叠切片以实现成形。后文将会详细说明,在成形材料喷射装置已经将成形材料喷射到成形板上之后并且在固化装置24固化成形材料表面之前,至少在向前路径或向后路径中通过辊筒部分25执行成形材料表面的平滑。

[0097] 通过在X方向上的单次往复扫描,控制装置10控制喷射模型材料MA和支撑材料SA中的任一种成形材料,利用辊筒部分25平滑和移除成形材料表面上的多余部分,并利用固化装置24使其固化。通过下一次及后续的往复扫描,控制装置10控制喷射尚未喷射的另一种成形材料,平滑该成形材料的表面并使其固化。在形成单个切片时,这一系列处理至少执行一次。当然,本发明包括根据例如用户需要的成形时间周期和最终模型的表面精度来多次重复对应于单层切片数据的上述一系列处理。因此,模型材料MA和支撑材料SA中任一种的表面都可在未固化状态下被平滑、固化,然后喷射模型材料MA和支撑材料SA中的另一种并分别固化。这提供了有效避免模型材料MA和支撑材料SA在其交界面处混合的优点。

[0098] 在此示例中已经描述了喷射模型材料MA然后喷射支撑材料SA的构造。不过,与此相反,也可以首先喷射支撑材料,然后喷射模型材料。另外,尽管在此示例中已经描述了对用于成形的模型材料和支撑材料进行分别喷射和固化的方法,其中首先喷射任一种成形材

料并固化,然后喷射另一种成形材料并固化,但本发明不限于该方法,模型材料和支撑材料可以在任意时间喷射。

[0099] (成形材料)

[0100] 如上文所述,采用模型材料MA和支撑材料SA作为成形材料,其中模型材料MA用于形成最终的成形对象,支撑材料SA用于支撑模型材料MA的突出部分并最终被移除。

[0101] (固化装置24)

[0102] 对于模型材料MA,可以采用诸如UV固化树脂的光固化树脂。在这种情况下,固化装置24是一种发光装置,其能够发射包含至少特定波长的光,该波长的光使得模型材料MA的材料与其反应而固化,例如固化装置24是诸如UV灯的紫外线发射装置。对于这种UV光灯,可以采用卤素灯、水银灯、LED等。另外在此示例中,支撑材料SA也可以由UV固化树脂构成。在采用能够通过具有相同波长的UV射线固化的UV固化树脂的情况下,可以采用相同的紫外线发射装置,从而提供利用公共光源的优点。

[0103] (模型材料MA)

[0104] 对于模型材料MA,可以采用热塑树脂。在这种情况下,采用冷却装置作为固化装置24。此外,在采用热塑树脂同时作为模型材料和支撑材料的情况下,当模型材料的熔点高于支撑材料熔点时,可以在完成层叠之后通过将成形对象加热至高于支撑材料熔点但低于模型材料熔点的温度并且维持该温度使支撑材料熔化,以移除支撑材料。此外,还可以采用光固化树脂作为模型材料和支撑材料之一,而采用热塑树脂作为模型材料和支撑材料中的另一种。

[0105] 另一种方案是,可以采用通过与固化材料进行化学反应而固化的材料作为模型材料。另外还可以按需将液体改性剂混合到模型材料中,以调节诸如粘度和表面张力的喷射特性。此外,可以通过温度调节来改变喷射特性。其它的示例模型材料包括UV光聚合物、环氧树脂、丙烯酸树脂和聚氨酯。

[0106] (支撑材料SA)

[0107] 基本上,上述用作模型材料的材料都可以用作支撑材料SA。不过,从便于最终移除支撑材料的角度来说,期望添加能够移除与模型材料相近材料的材料。因此,具体来说,可以采用水胀凝胶、蜡、热塑树脂、水溶性材料、可熔材料等。为了移除支撑材料SA,可以根据支撑材料的性质采用适当的方法,包括例如水溶解、加热、化学反应和液压清理的动态清理,或者通过照射电磁波利用熔化时的热膨胀差异进行分离。

[0108] (头部20)

[0109] 图4例示了喷墨型三维成形设备中的头部20的示例。图示的头部20具有用于分别喷射用作成形材料的模型材料MA和支撑材料SA的专用喷嘴作为成形材料喷射装置。具体来说,头部20包括用于喷射模型材料MA的模型材料喷嘴21和用于喷射支撑材料SA的支撑材料喷嘴22,于是各种材料彼此平行地相互分隔开。各喷嘴均具有两个喷嘴行23。

[0110] 在头部20中,支撑材料喷嘴22、模型材料喷嘴21、辊筒部分25和固化装置24按此顺序从左侧开始整体提供。每个喷嘴都适于以压电装置型的喷墨打印头的构造喷射墨水型的成形材料。此外,成形材料被调节为具有允许从喷嘴喷射的粘度。

[0111] 在图4的示例中,头部20适用于首先喷射模型材料MA,然后喷射支撑材料SA。此外,头部20还适用于在向前路径(图中的左右方向)中喷射成形材料,利用辊筒部分25在向后路

径(图中从右向左)中从成形材料的最上表面刮除多余的树脂,在平滑之后利用固化装置24固化平滑的树脂。

[0112] (辊筒部分25)

[0113] 头部20还具有辊筒部分25,其用于通过挤压喷射的模型材料MA和喷射的支撑材料SA的处于未固化状态的表面并且移除成形材料的多余部分来平滑成形材料的表面。下面将参照图5的示意图来描述这种辊筒部分25的操作的构造。在此示例中,例示了辊筒主体26对处于未固化状态的喷射模型材料MA的表面进行平滑的状态。辊筒部分25包括作为旋转体的辊筒主体26、布置为朝向辊筒主体26表面突出的刀片27、用于收集被刀片27刮除的成形材料的槽28、以及用于喷射槽28中收集的成形材料的吸管29。辊筒主体26被可旋转地支撑,并且在旋转的同时挤压未固化的树脂以平滑树脂表面并移除和回收多余部分。在利用辊筒主体26刮除树脂多余部分时,辊筒主体26以与头部20的行进方向(图5中为顺时针方向)相反的方向旋转,从而刮除未固化的成形材料。刮除的成形材料附至辊筒主体26、传输至刀片27、然后被刀片27刮除并引导到槽28中。因此刀片27被设置为:当辊筒主体26与树脂表面邻接时,其相对行进方向置于辊筒主体26后面的位置,并且固定为向下朝向槽28倾斜的姿态。按照相同的方式,槽(桶)28布置为与刀片27相对辊筒主体26处在同一侧,并且布置在刀片下方。此外,吸管29连接至泵并且适用于汲取收集在槽28中的成形材料,然后喷射该成形材料。在此示例中,辊筒主体26具有直径约20mm的外部形状。

[0114] 辊筒部分25适用于在头部20沿图中从右向左的方向行进时执行刮除。换句话说,当基于切片数据使模型材料喷嘴21和支撑材料喷嘴22分别将模型材料MA和支撑材料SA喷射到适当位置时,头部20同时在左右方向上行进,辊筒部分25不与成形材料接触,类似地,固化装置24不通过光源进行照射。辊筒部分25执行上述刮除操作,另外在各个喷嘴21和22至少在图中头部20的左右主扫描方向中的向前路径上喷射成形材料之后,固化装置24用作光源,其发射用于在从右向左的主扫描方向(向后路径)中固化至少模型材料MA的光。

[0115] 固化装置24的光源布置在模型材料喷嘴21和支撑材料喷嘴22行进方向的前方,因此即使光源已点亮,所喷射的液态树脂在被辊筒部分25平滑之前也不被照射。另一方面,还可以在不需要时主动关闭固化装置24的光源。另外,提供多个固化装置的构造是可行的。例如,可以提供第一固化装置和第二固化装置作为固化装置,并且可以通过第一固化装置对喷射后的树脂暂时进行固化,然后通过第二固化装置对树脂进行进一步固化。以这种方式提供多级构造的固化装置能够充分发挥树脂的固化能力。此外,使用这种构造使得能够在应用于暂时固化的第一固化装置之后树脂中仍存在足够的流动性时,在使用第一固化装置进行暂时固化之后通过辊筒部分刮除多余树脂。也即,必须将全部固化装置布置在辊筒部分的后续级上。

[0116] 如图1和图4所示,相对于头部20的行进方向,辊筒部分25布置在固化装置24之前,处在图中左侧。因此,首先通过辊筒部分25刮除未固化的成形材料,然后通过固化装置24固化成形材料。由于这种布置,使得成形材料的刮除和固化可以沿着同一路径执行,提供了高效率处理的优点。

[0117] 沿着X轴布置支撑材料喷嘴22、模型材料喷嘴21、辊筒部分25和固化装置24的基本设想如下文所述。将头部20在主扫描方向上的向前行进的方向看作基线,则支撑材料喷嘴22和模型材料喷嘴21中的任一个都可以位于另一个之前。对于这种喷嘴布局,当辊筒部分

25和固化装置24在向前行进方向上、在向前路径上执行辊筒操作时,辊筒部分25和固化装置24顺次布置在支撑材料喷嘴22和模型材料喷嘴21的后面,而当在向后路径上执行辊筒操作时,辊筒部分25和固化装置24顺次布置在向后行进路径中支撑材料喷嘴22和模型材料喷嘴21的后面。

[0118] 在上述实施例中,采用如下所述利用UV光照射的方法,其中在通过头部20喷射树脂形成新的最上层之后,并且利用辊筒部分25针对成形期间最上层中处于未固化状态的树脂刮除多余树脂之后,通过固化装置24固化至少最上面的树脂层。

[0119] 除了这种构造,对于上述固化装置还可以采用多步骤构造。例如,在通过头部20喷射树脂形成新的最上层之后,并且针对包含多余树脂层的最上方树脂层使用固化装置24执行单次照射操作,并利用辊筒部分25针对成形期间最上层中未固化的树脂执行刮除多余树脂层,然后固化装置24重新执行UV光的照射以固化至少最上面的树脂层。在这种情况下,通过在横向方向上提供一对固化装置,这一对固化装置在相对头部20的X方向(即头部20的主扫描方向)上夹在支撑材料喷嘴22和模型材料喷嘴21两侧,固化装置24可以如上文所述执行两次照射操作。另外在这种情况下,为了通过组合第一照射和第二照射而获得期望的最终树脂固化度,经过第一次照射的树脂不处在固化状态而是流体半固化状态,于是可以随后通过辊筒部分25执行刮除操作。因此在本说明书中,在通过辊筒部分25刮除之前,最上层的状态是未固化状态或流体状态。

[0120] (辊筒部分25的宽度)

[0121] 辊筒部分25的宽度形成为小于提供在成形材料喷射装置上的模型材料喷嘴21和支撑材料喷嘴22的宽度。每个喷嘴包括多个用于喷射树脂的孔,这些孔形成为基本上与头部20的子扫描方向平行并且以预定间隔对准,其中子扫描方向与主扫描方向垂直。上述每个喷嘴的宽度是指每个喷嘴在子扫描方向上位于两端部的孔之间的距离。也就是说,这意味着辊筒部分25的宽度小于每个喷嘴在子扫描方向上 位于两端部的孔之间的距离。

[0122] 定义孔间距的前提是,分别提供在模型材料喷嘴21和支撑材料喷嘴22中的各个孔以相对头部20的X方向(即头部20的主扫描方向)成线型构造布置。换句话说,前提条件是这样一种构造,其中模型材料喷嘴21和支撑材料喷嘴22相对头部20定位和布置为使得在主扫描方向上通过模型材料喷嘴21的每个单孔执行喷射的位置与主扫描方向上通过支撑材料喷嘴22的每个单孔执行喷射的位置完全重叠。

[0123] 如图6中头部20的底部视图所示,图中使用了多个模型材料喷嘴21以及两个或多个支撑材料喷嘴22,模型材料喷嘴21和支撑材料喷嘴22中的一个相对模型材料喷嘴21和支持材料喷嘴22中的另一个在子扫描方向上偏移,并且相对头部20来定位和使用。

[0124] 在图中使用多个模型材料喷嘴21以及两个或多个支撑材料喷嘴22的基本目的是通过使得提供在模型材料喷嘴21和支撑材料喷嘴22中的一个上的孔在子扫描方向上的位置相对提供在模型材料喷嘴21和支撑材料喷嘴22中的另一个上的孔在子扫描方向上的位置具有偏移,来提高模型材料或支撑材料在Y方向上的分辨率。也即,执行定位以使得提供在模型材料喷嘴21和支撑材料喷嘴22中的一个上的孔在子扫描方向上位于提供在模型材料喷嘴21和支撑材料喷嘴22中的另一个上的两个相邻孔之间。在这种情况下,本发明中辊筒部分25的宽度的含义如下文所述,其小于提供在成形材料喷射装置上的模型材料喷嘴21的宽度和支持材料喷嘴22的宽度。

[0125] 当多个模型材料喷嘴21相对子扫描方向以偏移构造布置时,模型材料喷嘴21的宽度意味着:辊筒部分25的宽度小于从布置在多个模型材料喷嘴21的子扫描方向上一端最外侧的偏移位置到布置在子扫描方向上另一端最外侧的偏移位置的距离。同一系统中采用的多个支撑材料喷嘴22也具有这种相同的构造。按照与上述基本系统相同的方式,该系统的前提条件是这样一种构造,其中模型材料喷嘴21和支撑材料喷嘴22相对头部20定位和布置为使得在主扫描方向上通过模型材料喷嘴21的每个单孔执行喷射的位置与主扫描方向上通过支撑材料喷嘴22的每个单孔执行喷射的位置完全重叠。

[0126] 上述辊筒部分25的宽度表示辊筒部分25的轴线方向,也即,当在子扫描方向上在辊筒部分25的辊筒表面上刮除多余树脂时,甚至在辊筒部分25的外观宽度大于模型材料喷嘴21的宽度和支撑材料喷嘴22的宽度时,本身用作辊筒部分并执行刮除功能的辊筒实质宽度可以小于模型材料喷嘴21的宽度和支撑材料喷嘴22的宽度。

[0127] 此外,还可以从形成在实质上不刮除多余树脂的辊筒端部上的辊筒部分到实质上刮除多余树脂的辊筒部分提供梯级(step)来改变辊筒直径,或者使得辊筒部分的直径从实质上不刮除多余树脂的辊筒端部上的辊筒部分到实质上刮除多余树脂的辊筒部分连续逐渐变化。

[0128] 图6示出了头部20的底部视图的示例。在图中的示例中,模型材料喷嘴21和支撑材料喷嘴22布置为分别偏移两行喷嘴。模型材料喷嘴21的宽度D1和支撑材料喷嘴22的宽度D2基本上相等,偏移量也基本上相等。因此,模型材料喷嘴21和支撑材料喷嘴22中的全部喷嘴的喷射宽度DN基本上相等。辊筒部分25的宽度DR小于喷嘴的喷射宽度DN。通过将辊筒部分25的宽度减小至小于喷射宽度DN,如图7所示,即使将同一层(切片)成形为多个分段(图7示例中的分段R1、R2),当辊筒部分25挤压右侧分段R2时也不会与已经成形的分段(图7中的左侧分段)接触,因此可以高精度实现大表面积成形操作。由于在固化后不会错误回收,因此可以避免阻塞吸管的状态。此外,辊筒部分的抖动和倾斜的调节量优选小于或等于一个切片的厚度,因此可以降低制备和安装辊筒部分的相关难度。有鉴于此,辊筒部分25的宽度形成为相比模型材料喷嘴和支撑材料喷嘴两端上的孔之间的距离小半个孔对准间距(0.5mm)。例如,当孔对准间距为1mm时,辊筒部分25的宽度形成为在两端分别比位于模型材料喷嘴和支撑材料喷嘴两端上的孔之间的距离小0.5mm。

[0129] 辊筒部分25的宽度小于喷射宽度的构造意味着存在无法被辊筒部分25回收的树脂部分,例如图7所示由虚线包围的部分。不过,紧接在通过辊筒部分25回收多余树脂部分之后,树脂并不维持液态而变为图8(a)所示状态,由于其重量而不再维持其形状,因此如图8(b)所示下垂。由此,形成了与完全通过辊筒部分25回收时基本相同的形状,实际中几乎不存在问题。在实例中,从成形主体最上表面刮除的多余树脂的厚度是例如数十微米的厚度,优选为不超过50微米。因此可以断定,即使在刮除残余部分时的树脂高度为类似高度,实际中也不存在问题。

[0130] 在通过成形材料喷射装置基于包括任意厚度的切片数据喷射树脂时,通过在子扫描方向上相比前次子扫描方向的树脂喷射位置进行偏移来执行打印。通过这种方式,每个切片层上未应用辊筒部分25的位置是变化的,并且未回收的残余树脂的影响不会累积,因此可以均匀地抑制。具体来说,当在预定的子扫描位置处在主扫描方向上移位第一切片层的同时喷射树脂之后,维持子扫描位置并利用辊筒部分25刮除多余树脂,然后在将下一个

切片层在子扫描方向上从上述预定位置偏移固定距离之后,在该子扫描位置处在主扫描方向上移位并执行树脂的喷射,维持子扫描位置,并通过辊筒部分25刮除多余树脂。

[0131] 如图6所示,在偏移多个行来布置模型材料喷嘴21的构造中,辊筒部分25的宽度优选形成为小于多行模型材料喷嘴21的全部宽度。通过这种方式,通过利用偏移布置模型材料喷嘴21来提高分辨率,辊筒部分25的宽度可以相对以偏移构造布置的模型材料喷嘴21得到降低,即使通过分成多个分段来成形同一切片,辊筒部分25也不与成形主体接触,从而实现了高精度成形。

[0132] 此外,通过改变针对每个切片应用辊筒部分的位置,来避免未回收的残余树脂的影响累积。即,通过改变每个切片中的分段之间的边界位置,可以抑制仅有界面部分较高的状态。例如,在图9所示示例中,通过控制装置10偏移树脂的喷射位置,从而使下一步骤的边界P2位于在前一步骤中执行喷射的分段边界P1之间。通过这种方式,即使由于前一切片使得成形略高,也可以利用辊筒部分25对下一切片的未固化树脂的隆起部分进行回收,于是高度维度上的影响不会累加,从而能够避免和抑制残余未回收树脂的问题。

[0133] 通过这种方式,即使如上述实施例一样通过喷射成形材料并将同一切片分成多个分段来成形时,也可以避免辊筒部分与固化后树脂的碰撞,从而改善了成形对象的质量。

[0134] (辊筒转速控制装置12)

[0135] 图1和图2所示的三维成形设备的控制装置10包括辊筒转速控制装置12。在利用辊筒主体26执行模型材料MA和支撑材料SA的分别回收时,辊筒转速控制装置12响应于从每个喷嘴喷射的模型材料MA和支撑材料SA的物理特性而改变辊筒主体26的转速。特别是在本实施例中,作为模型材料MA和支撑材料SA的各种树脂是在不同时间分别喷射、分别回收并且分别固化的。因此,辊筒主体26的转速可以响应于回收各种树脂时每个树脂的物理特性而改变。

[0136] 每种树脂的主要物理特性包括成形主体最上表面及其附近的树脂在被辊筒部分25刮除之前的表面张力和粘度。不过,除了基于对与用于成形的实际模型材料和支撑材料进行实际实验而获得的成形主体最上表面及其附近的树脂的表面张力和粘度有关的基本最佳转速的验证而进行的设置以外,辊筒部分的实际最佳转速还考虑如下成形条件参数而确定,例如基于头部在X方向上的移位速度、每单位时间从头部喷射的树脂量等。可以基于这些信息准备并存储用于辊筒部分的转速确定表。在这种情况下,用于辊筒部分的转速确定表可以存储在设置数据创建设备1或三维成形设备2中。

[0137] 实际上,上述各种类型的参数是针对操作者选择的成形条件而计算的,并基于操作者根据基于这些结果的列表所选择的条件来针对模型材料移除和支撑材料移除中的每一个确定最佳转速。

[0138] 所述列表包括针对模型材料移除和支撑材料移除的辊筒主体26的转速的各自的值(两个值),因此能够以适合于各种树脂的转速来回收树脂,从而降低了模型材料MA和支撑材料SA的边界处的混合。

[0139] 在图1和图2的示例中,辊筒转速控制装置12包含在控制装置10中。这种控制装置10可以由MPU等构成。当然,辊筒转速控制装置和控制装置也可以独立提供。

[0140] 图10(a)至10(d)的示意图以及图11的流程图例示了操作序列。首先在步骤S1101,如图10(a)所示,喷射支撑材料SA。接下来在步骤S1102,辊筒主体26以适合于支撑材

料SA的转速a进行旋转和挤压,如图10(b)所示。然后支撑材料SA固化。在步骤S1103,如图10(c)所示喷射模型材料MA。在步骤S1104,辊筒主体26以适合于模型材料MA的转速a进行旋转和挤压,如图10(d)所示。通过这种方式,响应于用作模型材料MA和支撑材料SA的每种树脂的物理特性,在回收各种树脂时改变辊筒部分25的转速,来降低模型材料MA和支撑材料SA的边界处的混合。粘度或表面张力可用作树脂的所述物理特性。不过,除了上述树脂的物理特性,用于改变辊筒部分25转速的各个因素还包括头部移位速度和单位时间的树脂喷射量(即一个切片的厚度)。例如,本发明中模型材料和支撑材料的每个层的成形的前提是通过独立处理来实现。在以这种处理执行成形时,单位时间的喷射量可以从成形速度或成形精度的视角来适当地确定。例如,由于可以在稍后的处理步骤中移除支撑材料,因此不需要模型材料等级的精度。因此可以通过相对模型材料增大支撑材料的单位时间喷射量来执行成形,以提高成形速度。辊筒部分25的转速优选在基于成形精度和成形速度刮除模型材料和支撑材料时具有适当的设置。

[0141] (评估实验)

[0142] 通过针对图12所示的成形对象改变辊筒主体26的转速(转数)并且比较移除了支撑材料之后的成形对象,执行用于确定上述实施例的有效性的评估实验。实验结果如表1和表2所示。表1例示了主要目的为回收模型材料MA的转数在469至1125pps之间变动的状态,表2例示了主要目的为回收支撑材料SA的转数在375至1125pps之间变动的状态。该实验中使用的模型材料MA的粘度为45mPa.s,表面张力为30mM/m。支撑材料SA的粘度为80mPa.s,表面张力为34mM/m。由成形操作获得的成形对象具有四个厚度为数百微米的直立分离薄壁。支撑材料SA提供在其周围。针对这种薄壁,通过改变辊筒主体26的转数进行成形的结果如表1和表2所示。在这些列表中,直立的薄壁由○表示,微曲的薄壁由△表示,显著变形或未成形的薄壁由X表示。根据这些结果,针对模型材料和支撑材料的最佳转速各不相同,从而确认了响应于树脂特性改变转速的有效性。

[0143]

支撑材料回收转速[rpm]	1125	563	506	469	375
成形材料的混合	X	X	△	○	△

[0144] 表1

[0145]

模型材料回收转速[rpm]	1125	750	563	469
成形材料的混合	X	○	○	△

[0146] 表2

[0147] 通过根据各种树脂优化辊筒主体在回收期间的转速,并进而再在不同时间回收包括模型材料和支撑材料的两种树脂,可以降低成形对象的模型材料和支撑材料的边界处的混合。特别是,分别固化模型材料和支撑材料使得能够在回收模型材料和支撑材料时改变辊筒主体的转速,并且可以获得高质量的成形对象,其中通过响应于每种树脂的物理特性来回收多余树脂部分,抑制了树脂界面处的混合。

[0148] (喷射控制装置13)

[0149] 图1和图2所示的控制装置10包括喷射控制装置13。当从成形材料喷射装置喷射的成形材料的类型从模型材料MA和支撑材料SA中的第一种变成第二种时,喷射控制装置13控

制成形材料喷射装置在预定数量的切片固化后不喷射成形材料。在根据下述成形对象数据创建喷射数据时，喷射控制装置13用作创建中空部分ES的中空部分创建装置，其在从成形材料喷射装置喷射的成形材料的类型在成形对象的垂直方向上发生变化的位置处，移除切换后的预定数量切片的成形材料。通过这种方式，通过移除紧接在不同类型的成形材料（如模型材料和支撑材料）之间的交界面之后层叠的预定数量的切片，生成在高度方向上对应于已移除切片的中空部分，从而使辊筒部分不与成形材料的表面接触，因此避免了通过辊筒部分回收固化的成形材料。

[0150] 通常，当使用辊筒部分25的回收机构回收图32所示的多余部分树脂来成形时，由于驱动部分的振动或者如辊筒部分25的机械元件的精度而使图33所示的辊筒部分25可能与不应与其接触的固化树脂接触。即使在辊筒部分25与固化树脂接触时，当固化树脂层与同一类型的固化树脂成为一体而形成厚体时，也不会出现剥离。不过，当例如不同树脂的交界面处树脂较薄时，会出现接触的部分被辊筒部分25剥离并阻塞废液通道、整个层发生剥离、并且表面上出现皱折的问题。为了避免这种剥离，尽管已经提出了对支撑材料和模型材料之间交界面处的结合力进行强化，但这种构造增大了进行操作以在成形之后从最终成形对象中移除支撑材料的难度。反过来，当不同树脂之间的接合较弱时，在与辊筒部分25接触处容易出现剥离。因此，在与辊筒部分接触时容易出现剥离的问题和在成形之后移除支撑材料的操作性能之间需要权衡，并且难以同时解决这两个问题。

[0151] 有鉴于此，本实施例弱化了不同树脂之间的交界面及其附近的接合，以改善移除支撑材料的操作特性，也即当相同类型的层较薄时，通过不应用辊筒部分25的构造解决了上述相反的问题。具体来说，树脂的构造具有高度差，使得辊筒部分不与薄树脂层接触。为此，如图1和图2中的框图所示的喷射控制装置13通过对成形对象数据应用错误回收预防处理来生成喷射数据。尽管这种方法生成了不喷射模型材料MA的层，但对于最终成形对象的精度不会造成影响，从而可以保持质量（更多细节将在下文给出）。成形对象包括中空部分ES，其中在层叠期间模型材料MA和支撑材料SA在高度方向上从一种成形材料变成另一种成形材料时，针对所述不同类型成形材料之间交界面处的切片不从成形材料喷射装置喷射第一成形材料或第二成形材料，或者降低其喷射量。控制装置10在成形对象的切片中检测中空部分ES的存在，并执行控制以在对应于中空部分ES的位置处不从成形材料喷射装置喷射成形材料或者降低喷射量。当成形对象的切片中包含中空部分ES时，控制装置10通过执行控制以在对应于中空部分ES的位置处不从成形材料喷射装置喷射成形材料或者降低喷射量来完成切片的成形，然后使用垂直驱动装置切换头部20和成形板40在高度方向上的相对位置，在成形下一层的切片时，在对应于中空部分ES的位置处喷射的第二成形材料的最上层与辊筒部分25分离。控制装置10控制成形材料喷射装置和垂直驱动装置，使得在成形下一层之后的切片时，在对应于中空部分ES的位置处喷射的第二成形材料的最上层与辊筒部分25接触，并且在该位置处喷射的第二成形材料的多余部分被辊筒部分25刮除。

[0152] （中空部分的形成）

[0153] 在这种情况下，考虑如图13(a)所示的成形对象的成形。图13(b)例示了通过如上文所述移除对应于数个层的切片来形成中空部分ES的构造。在此示例中，在从支撑材料SA变成模型材料MA的交界面处刮除两个层的模型材料，从而形成中空部分ES。在形成中空部分ES之后，从中空部分ES往上的各后续层叠层中嵌入有树脂。图13(b)中形成包含中空部分

ES的成形对象的序列将基于图14至图17的示意剖视图进行说明。

[0154] (实施例1:同时成形MS时)

[0155] 首先对作为第一实施例的同时成形模型材料MA和支撑材料SA的同时成形示例进行说明。使用同时成形时,在头部的单次扫描中喷射模型材料MA和支撑材料SA。图14(a)所示针对成形对象数据执行数据处理,并按照图14(b)所示的序列成形各个层(切片S1至S6)。在该示例中,假设各个层是通过头部的单次往复运动以单个切片部分成形。

[0156] 在传统的同时成形中,按照如图14(a)所示的顺序顺次层叠每个切片的模型材料MA和支撑材料SA。具体来说,在切片S1中喷射并固化支撑材料SA的块B1,在成形支撑材料层(块B1)之后,在切片S2中将支撑材料层(块B2)成形到支撑材料层(块B1)的上表面上。然后在切片S3中,在支撑材料层B2的上表面上分别喷射和固化模型材料层MA(块B3)和支撑材料层SA(块B3')。然后在模型材料层MA(块B3)的上表面上喷射和固化模型材料层(块B4),并在块B3'的支撑材料层SA的上表面上喷射和固化块B4'的支撑材料层SA。然后重复相同的操作,以将相同的切片成形到模型材料层的块B6和支撑材料层的块B6'。按照这种方法,在喷射块B3的模型材料MA之后,在回收模型材料MA的多余部分树脂时,块B3中的模型材料层仍然较薄并且紧接在支撑材料SA到模型材料MA的过渡之后,于是存在整个块B3的模型材料被辊筒主体剥离并导致皱折的可能。

[0157] 如图13(b)所示,在从支撑材料SA到模型材料MA切换的交界面处,执行成形以移除两层模型材料MA。在图14(b)所示的示例中,切片1和切片2成形为如图14(a)所示,针对切片S3和S4没有喷射模型材料,而仅喷射和成形支撑材料SA(块B3、B4)。通过这种构造,如图14所示仅成形了支撑材料SA。

[0158] 通过这种方式,在省略了成形两个切片的模型材料MA之后,在切片S5(块B5)的成形时首次喷射模型材料MA。在切片5中也喷射支撑材料SA(块B5')。当通过辊筒部分回收多余树脂部分时,在成形切片S5期间辊筒主体的高度对应于图15中块B5'上表面上的位置。该位置高于块B5的上表面,因此即使辊筒主体26在该高度旋转,也不会与块B5的表面接触。也就是说,处在块B5'的高度的辊筒主体26不回收块B5位置处的模型材料MA。由此,不经过多余树脂回收的块B5成形为略厚于其它块。此后,通过垂直驱动装置将头部移位至切片S6的高度,并且喷射模型材料MA(块B6)和支撑材料SA(块B6')。此时辊筒主体26的高度还处在块B6'的上表面上,如图16的虚线所示,辊筒主体26不到达模型材料MA的表面,因此模型材料MA不被回收。

[0159] 按照同样的方式连续成形模型材料MA和支撑材料SA。如图17所示,在将模型材料MA(块B8)和支撑材料SA(块B8')喷射在切片S8上的构造中,辊筒主体26的高度对应于图17中块B8'上表面的位置,因此模型材料(块B8)与辊筒主体26接触,多余树脂部分被回收。通过这种方式,由于为模型材料MA喷射的树脂包括多余部分,使得厚度大于层叠的支撑材料SA的切片厚度,并且模型材料MA和支撑材料SA之间的厚度差随着切片的层叠逐渐减小。当模型材料MA足够厚时,辊筒主体26与模型材料MA接触,并且开始回收多余的树脂部分。在图17的示例中,支撑材料SA层叠在6个切片S3至S8中,从而补偿由于刮除两层模型材料MA而导致的高度差。在这种构造中,由于模型材料MA已经层叠了四层(块B5至B8)并具有足够的厚度,因此即使在与辊筒主体26接触时,也仅剥离和移除上层部分。换句话说,模型材料MA之间的交界面由于是相同类型的树脂而具有足够的接合强度。在模型材料MA和支撑材料SA之

间的交界面处,由于模型材料MA已经层叠了四层并具有适当的重量,因此不会通过辊筒主体26一起剥离四层模型材料MA,因此可以有效避免在不同树脂之间的交界面处剥离树脂。通过这种方式,通过在辊筒主体与通过延迟模型材料MA的喷射开始时间形成的中空部分ES的树脂上表面之间提供高度差,可以有效避免辊筒主体接触薄树脂位置所导致的剥离或错误回收。

[0160] 通过这种方式,在同时成形模型材料MA和支撑材料SA时,通过在不同类型树脂之间的接合交界面处移除几层任一种树脂,可以避免通过辊筒部分错误回收或剥离。使用同时成形可以减少成形时间,因为可以在模型材料MA和支撑材料SA的扫描操作的同时执行成形。

[0161] (实施例2:MS独立成形)

[0162] 前文已经对同时成形模型材料和支撑材料的同时成形示例进行了说明,但本发明不限于这一方面,本发明还可以应用于独立成形,其中分别独立成形模型材料和支撑材料。在下文的第二实施例中采用独立成形,并参照图18至图21描述独立成形中成形材料的层叠序列。使用独立成形来成形模型材料MA和支撑材料SA,针对图21(a)所示的成形数据执行数据处理,以按照图21(b)所示顺序成形每个层(切片S1至S6)。在该示例中,假设各个层是通过头部的单次往复运动并以单个切片部分成形。

[0163] 在通常的独立成形中,按照如图21(a)所示的顺序顺次在每个切片中层叠模型材料MA和支撑材料SA。具体来说,在切片S1中喷射并固化支撑材料SA,在成形支撑材料(块B1)之后,在切片S2中将新的支撑材料层(块B2)成形到块B1的上表面上。然后在切片S3中,在支撑材料层B2(块B3)的上表面上仅喷射和固化模型材料MA。然后在支撑材料层B2(块B4)的上表面上仅喷射和固化支撑材料SA。然后重复相同的操作,以分别将模型材料层成形到块B9并将支撑材料层成形到块B10。按照这种方法,通过与上述同时成形相同的方式,在喷射块B3的模型材料MA之后,在回收模型材料MA的树脂的多余部分时,块B3中的模型材料层仍然较薄并且紧接在支撑材料SA到模型材料MA的切换之后,于是存在整个块B3被辊筒主体剥离并导致皱折的可能。

[0164] 如图21(b)所示,在从支撑材料SA到模型材料MA切换的交界面处,执行成形以移除两层模型材料MA。在图21(b)所示的示例中,切片1和切片2成形为如图21(a)所示,针对切片S3和S4没有喷射模型材料,而仅喷射和成形支撑材料SA(块B3、B4)。通过这种构造,如图18所示仅成形了支撑材料SA。

[0165] 通过这种方式,在省略了成形两个切片的模型材料MA之后,在成形切片S5(块B5)时首次喷射模型材料MA。当通过辊筒部分回收多余树脂部分时,在成形切片S5期间辊筒主体的高度对应于图21(b)中块B6上表面上的位置。该位置高于块B5的上表面,因此即使辊筒主体在该高度旋转,也不会与块B5的表面接触。也就是说,辊筒主体不回收块B5位置处的模型材料MA。由此,不经过多余树脂回收的块B5成形为略厚于其它块。接下来在相同的高度(切片S5)成形支撑材料SA(块B6)。此后,通过垂直驱动装置将头部移位至切片S6的高度,并且喷射模型材料MA(块B7)。此时辊筒主体的高度还处在块B8的上表面上,如图19的虚线所示,辊筒主体不到达模型材料MA的表面,因此模型材料MA不被回收。支撑材料SA(切片S6)也在相同的高度成形。

[0166] 此后按照同样的方式连续成形模型材料MA和支撑材料SA。如图 20所示,在将模型

材料MA(块B11)喷射在切片S8上的构造中,辊筒主体的高度对应于图20中块B12上表面的位置,因此模型材料MA与辊筒主体接触,多余树脂部分被回收。通过这种方式,由于针对模型材料MA喷射的树脂包括多余部分,使得厚度大于层叠的支撑材料SA的切片厚度,从而模型材料MA和支撑材料SA之间的厚度差随着切片的层叠逐渐减小。当模型材料MA足够厚时,辊筒主体与模型材料MA接触,并且开始回收多余的树脂部分。在图20的示例中,支撑材料SA层叠在6个切片S3至S8中,从而补偿由于刮除两层模型材料MA而导致的高度差。在这种构造中,由于模型材料MA已经层叠了四层并具有足够的厚度,因此即使在与辊筒主体接触时,也仅剥离和移除上层部分。换句话说,模型材料MA之间的交界面由于是相同类型的树脂而具有足够的接合强度。在模型材料MA和支撑材料SA之间的交界面处,由于模型材料MA已经层叠了四层并具有适当的重量,因此这四层模型材料MA不会被辊筒主体26一起剥离,可以有效避免在不同树脂之间的交界面处剥离树脂。通过这种方式,通过在辊筒主体以及通过延迟模型材料MA的喷射开始时间形成的中空部分ES的树脂上表面之间提供高度差,可以有效避免辊筒主体接触薄树脂位置所导致的剥离或错误回收。

[0167] 通过这种方式,在分别成形模型材料MA和支撑材料SA时,通过在不同类型树脂之间的接合交界面处移除几层任一种树脂,可以避免被辊筒部分错误回收或剥离。使用独立成形具有如下优点,即避免处于未固化或流动状态的树脂在垂直方向上邻近同一层的模型材料MA和支撑材料SA之间交界面处出现混合而对表面特性造成负面影响。

[0168] (实施例3:喷射量限制)

[0169] 在上述同时成形或独立成形的实施例中,提供中空部分可以获得这样一种构造,其中辊筒不与在树脂类型相对高度方向而改变的交界面处初始喷射的至少一层成形材料接触。不过,在使用了可以控制树脂喷射量的喷嘴时,对在树脂类型改变的交界面处喷射的成形材料量进行控制可以避免辊筒与紧接在边界处的喷射之后形成的层中的成形材料接触。

[0170] 在通过施加至压电元件的电压控制喷嘴来实现对树脂喷射量的控制时,施加至压电元件的电压值、脉宽、频率等的变化可以调节每单位时间喷射的树脂。这种控制例如是通过喷射控制装置13实现的。

[0171] 图22(a)至图22(d)中以这种方式在控制喷射的同时执行同时成形的方法示为第三实施例。如图22(a)所示,在切片S1至S7的七个层叠层中,限制切片S4中模型材料MA的喷射量以形成中空部分ES'。换句话说,中空部分ES'不是通过完全不喷射成形材料的块所形成的,而是减少了成形材料的喷射量,从而中空部分ES'的体积略小于上述中空部分ES的示例。

[0172] 首先,在切片S1至S3三个层中连续喷射和固化支撑材料SA。然后在如图22(b)所示喷射切片S4时,将在块B3中喷射的模型材料MA的量限制为低于正常切片(块B4')。另一方面,在块B3喷射的支撑材料SA与正常切片相同。在这种构造中,在应用辊筒主体26时,针对支撑材料SA的块B4回收树脂的多余部分,另外,由于辊筒主体26不与模型材料MA的块B4'接触,可以避免块B4'的整体剥离。

[0173] 接下来,如图22(c)所示的切片S5的层叠是将正常量的模型材料MA喷射到块B4'(块B5')上,或者以相同方式将支撑材料SA喷射到块B4(块B5)上。然后,尽管辊筒主体26应用到块B5,但辊筒主体26不与该构造中未固化的块B5'接触,因此可以避免由块B4'和B5'形

成的整个模型材料层被刮除的情况。不过,由于块B5'中模型材料MA的多余部分未被刮除,使得块B5'以大于正常切片的厚度层叠,从而减小了与支撑材料SA的块B5之间的高度差。

[0174] 如图22(d)所示切片S6的层叠是将正常量的模型材料MA喷射到块B5'上,并且以相同方式将支撑材料SA喷射到块B5上,从而层叠了块B6'和块B6。通过辊筒主体26进行刮除的位置对应于块B6的上表面位置,从而从支撑材料SA刮除多余树脂。另一方面,喷射了模型材料MA的块B6'的上表面基本对应于块B6的上表面位置。在此示例中,由于包括块B6'的多余部分的状态下的高度对应于块B6的上表面,虽然未产生通过辊筒主体26的刮除,但即使假设其与辊筒主体26接触,但由于层叠了块B4'、B5'和B6'而使模型材料层具有相当的厚度,因此可以避免整个模型材料层被辊筒主体26剥离。

[0175] 通过这种方式,中空部分ES'不限于完全阻止对切片的喷射,还可以通过控制喷射量来形成。换句话说,如果处在未固化或流动状态的树脂被分离以避免与辊筒主体接触,则通过减少喷射量所形成的中空部分ES'就足够了。因此,在中空部分中包含如上所述减少了喷射量的块符合本发明的精神。

[0176] 在图22(a)至图22(d)的示例中,尽管描述了同时成形的示例,但使用独立成形也可以获得相同的效果。

[0177] (实施例4:移除支撑材料)

[0178] 尽管上述示例全部描述了移除模型材料MA的示例,但本发明不限于此,通过移除支撑材料也可以获得相同的效果。即,针对控制不喷射模型材料不存在限制,并且可以在控制喷射支撑材料的同时保持喷射模型材料,从而获得相同的效果。例如,在图23(a)所示成形对象期间,在层叠方向上模型材料MA和支撑材料SA之间切换的交界面处,执行控制以不在下侧喷射一层量的支撑材料SA,如图23(b)所示。在这种情况下,尽管模型材料MA的切片数量未改变,但由于支撑材料被刮除并且层叠在其上的模型材料的固化程度大于原始位置,因此至少在高度方向上降低了一个层的成形精度。不过,由于一个切片的实际厚度极小,所产生的成形精度的降低可以忽略,或者即使中空部分包括多个层,成形精度也几乎不降低。

[0179] 图24(a)至(e)中例示了作为第四实施例的将中空部分提供在支撑材料一侧的示例。如图24(a)所示,位于切片S3中的支撑材料被移除以在成形材料中形成中空部分ES,中空部分ES与从支撑材料向模型材料切换的交界面接触。在此示例中,通过同时成形来喷射和固化支撑材料及模型材料。

[0180] 首先,如图24(b)所示,在切片S1和S2中层叠支撑材料SA(块B1、B2)。然后在切片S3中,尽管喷射了支撑材料SA(块B3),但在层叠在上表面上的模型材料MA相接触的位置处没有喷射原本应当喷射的支撑材料,由此形成了中空部分ES。在此构造中,在应用辊筒主体26时,仅针对块B3的上表面刮除树脂的多余部分(图中虚线所示的位置)。

[0181] 接下来在切片S4中,如图24(c)所示喷射模型材料MA和支撑材料SA以分别层叠块B4''和B4。在应用辊筒主体26时,如图中虚线所示,刮除块B4上表面位置的树脂的多余部分。在这种构造中,喷射了模型材料MA的块B4''的上表面低于通过辊筒主体26刮除的位置,因此模型材料MA不与辊筒主体26接触,从而不发生刮除。因此,块B4''以较厚的构造层叠,从而减小了模型材料MA和支撑材料SA最上层的高度差。

[0182] 在接下来的切片S5中,在以与如图24(d)所示相同方式喷射模型材料MA和支撑材

料SA时,分别层叠块B5”和B5。在应用辊筒主体26时,如图中虚线所示,尽管刮除了块B5上表面位置处的树脂的多余部分,但由于喷射了模型材料MA的块B5”的上表面仍然低于利用辊筒主体26刮除的位置,因此模型材料MA不被辊筒主体26刮除。于是块B5”维持了较厚的层叠构造并进一步减小了高度差。

[0183] 然后在切片S6中,在以与如图24(e)所示相同方式喷射模型材料MA和支撑材料SA时,分别层叠块B6”和B6。辊筒主体26的刮除位置对应于块B6的上表面位置,并且支撑材料SA的树脂的多余部分被刮除。另一方面,喷射了模型材料MA的块B6”的上表面基本上对应于块B6的上表面位置。在此示例中,由于包含块B6”的多余部分的高度对应于块B6的上表面,因此不会被辊筒主体26刮除。不过即便假设与辊筒主体26接触,由于存在三层模型材料MA的较厚层叠,这些层也不会整体被辊筒主体26剥离。

[0184] 在该示例中,包含多余部分的三层模型材料MA基本上对应于移除了多余部分之后的四层支撑材料SA。通过这种方式,即使通过移除一层支撑材料SA来形成中空部分ES,也可以消除对应于四个切片的高度差。形成了中空部分ES厚度的切片层数是针对用于或响应于成形材料的类型而被辊筒主体剥离的成形材料的层数、粘度、模型材料和支撑材料之间交界面处的接合力等来确定的。

[0185] 尽管上文已针对图24(a)至图24(e)的示例描述了执行同时成形的示例,但使用独立成形也可以获得相同的效果。在上述示例中,尽管描述了提供中空部分的示例,但可以相同的方式应用树脂喷射量的控制。此外,尽管在上述示例中针对模型材料或支撑材料中的任一种来描述提供中空部分的构造,但也可以在模型材料和支撑材料二者中均提供中空部分。另外可以使用限制喷射量和形成中空部分的组合,例如除了限制模型材料和支撑材料二者的喷射量,还可以提供中空部分,或者除了提供中空部分还限制喷射量。

[0186] (实施例5:在不同类型成形材料之间的交界面下方分离中空部分ES的示例)

[0187] 在上述示例中,描述了在模型材料和支撑材料之间的交界面处,即在不同的成形材料之间从一种树脂变成另一种树脂的交界面处,通过移除任一种成形材料以提供中空部分的构造。不过,并不必须如上文所述在面向不同成形材料之间的交界面的位置处提供中空部分,而是可以提供在不同成形材料之间的交界面下方隔开数层的中空部分。在这种情况下,辊筒主体是否与首先喷射的第二树脂形成的层相接触,将取决于中空部分ES与不同成形材料之间的交界面隔开多少层,以及中空部分ES提供了多少层。因此必须足够的中空部分以至少使辊筒主体不与初始喷射在不同成形材料之间的交界面上的第一切片层接触,优选的是使辊筒主体不与上述实施例在交界面之后喷射的多个切片层接触。以这种方式使得中空部分与不同成形材料之间的交界面分离的示例在图25(a)至(e)中示为第五实施例。如图25(a)所述,中空部分ES形成为在从支撑材料切换为模型材料的不同成形材料之间的交界面下方隔开一个层的位置处移除一层支撑材料。此外在该示例中,模型材料和支撑材料是使用同时成形来喷射和固化的。

[0188] 首先如图25(b)所示,在切片S1中层叠支撑材料SA(块B1)。然后在切片S2中,尽管喷射了支撑材料SA(块B2),但在与不同成形材料之间的交界面隔开一个切片的位置处没有喷射支撑材料,由此形成了中空部分ES。在此构造中,在应用辊筒主体26时,仅针对块B2的上表面刮除树脂的多余部分(图中虚线所示的位置)。

[0189] 接下来在切片S3中,如图25(c)所示喷射支撑材料SA以分别层叠块B3’和B3。在应

用辊筒主体26时,刮除块B4上表面位置的如图中虚线所示的支撑材料SA的多余部分。由于块B3'中支撑材料SA处在比辊筒主体26在块B3'上表面上的刮除位置低的位置,因此不与辊筒主体26接触,从而不发生刮除。因此,块B3'层叠得较厚,从而减小了块B3'和块B3最上层表面的高度差。

[0190] 在切片S4中,在如图25(d)所示喷射模型材料MA和支撑材料SA时,分别层叠块B4'和B4。在应用辊筒主体26时,尽管刮除了块B4上表面位置处如图中虚线所示的树脂的多余部分,但由于喷射了模型材料MA的块B4'的上表面仍然低于辊筒主体26的刮除位置,因此模型材料MA不被辊筒主体26刮除。于是块B4'维持了较厚的层叠构造并进一步减小了高度差。

[0191] 然后在切片S5中,在以与如图25(e)所示相同方式喷射模型材料MA和支撑材料SA时,分别层叠块B5'和B5。辊筒主体26的刮除位置对应于块B5的上表面位置,并且支撑材料SA的树脂的多余部分被刮除。另一方面,喷射了模型材料MA的块B5'的上表面基本上对应于块B5的上表面位置。在此示例中,由于包含块B5'的多余部分的高度对应于块B5的上表面,因此不会被辊筒主体26刮除。不过即便假设与辊筒主体26接触,但由于模型材料MA构造为两个块B4'和B5',因此这些层不会整体被辊筒主体26剥离。

[0192] 通过这种方式,即使中空部分ES与不同成形材料之间的交界面分离,也可以避免由于树脂回收或者错误回收导致的质量下降的相关问题。另一方面,根据第五实施例实现了这样一种构造,其中即使在从一种树脂变成另一种树脂的不同成形材料之间的交界面处辊筒主体26也不发生接触。通过这种方式,使得能够获得极好的成形对象的表面光洁度的优点。换句话说,由于在辊筒主体的表面上具有不均匀度,在辊筒主体进行挤压以刮除多余树脂时,存在会将由于辊筒表面中的不均匀或者辊筒表面的皱折导致的波形图案传递至成形对象的问题。有鉴于此,第五实施例配置为通过在交界面下方提供中空部分ES来避免辊筒主体26与不同类型交界面处的树脂表面接触,于是辊筒主体不与树脂切换的交界面接触。在与辊筒主体26接触之前,树脂表面是平坦而且平滑的,因此通过在切换交界面处与辊筒主体26分离可以无需执行多余树脂的回收即可维持成形精度,并且实现了改善成形对象表面构造的极好的表面构造功能。

[0193] 在本示例中,由于支撑材料位于不同成形材料之间的交界面下方而在支撑材料一侧提供中空部分。不过,在模型材料而不是支撑材料位于不同成形材料之间的交界面下方的示例中显然可以获得相同的效果,也即可以将中空部分配置为处在从模型材料切换成支撑材料的交界面处的模型材料一侧,而不是处在如图25所示从支撑材料切换成模型材料的交界面上。此外,尽管描述了执行同时成形的示例,但针对分别成形可以获得相同的效果。

[0194] 在上述实施例中,描述了在树脂层叠方向中树脂类型改变的位置与相同树脂在同一切片层中连续的位置混合的示例。具体来说,在图13的示例中,存在一个切片层,其既包括在层叠方向上从支撑材料变成模型材料的位置,也包括连续的支撑材料的位置。当然,同一切片层可以包括连续模型材料的位置,以及根据成形对象的形状从模型材料变成支撑材料的位置。换句话说,在层叠方向上连续喷射模型材料和支撑材料中的一种树脂的位置,以及从第一种树脂变成第二种树脂或者从第二种树脂变成第一种树脂的位置包括在同一切片层中(图中的切片层仅例示了一个部分,实际上切片层在水平构造中延伸,并且针对在水平构造中延伸的每个位置层叠各种图案)。在这种情况下,仅在同一切片层中的一个位置处形成中空部分ES,而相同树脂的层由于不在相同树脂层连续的位置处形成中空部分ES而具

有连续的构造。

[0195] 还可以考虑同一切片层的如下一种构造,其中仅在树脂的层叠方向上存在从第一种树脂变成第二种树脂的位置,而不存在相同树脂层连续的位置。例如,一般紧接在成形初始化之后,首先在成形板上 形成对应于至少一个切片层的支撑材料层,以便于从成形板40 移除成形对象。在支撑材料层上形成包括模型材料的切片层。当不存在将支撑材料喷射到支撑材料层上的位置时,可以成形仅包括从支撑材料变成模型材料的位置的切片层。在这种情况下,该切片层仅由中空部分ES构成,没有喷射成形材料,仅有成形板40和喷嘴在高度方向上的相对距离改变了至少一次,并且控制为使得辊筒主体不与开始时至少通过喷射模型材料形成的切片层接触。在这种情况下,可以在一个成形对象上形成另外的成形对象。

[0196] 此外,模型材料和支撑材料之间的交界面不限于层叠方向上的一个表面,而是可以存在于多个表面中。例如,在沿着垂直方向成形多个成形对象时,在与第一成形对象对应的模型材料上方成形对应于第二成形对象的模型材料之前,插入支撑材料以便于分离对象。通过这种方式,当在模型材料上进一步形成支撑材料时,再次在模型材料中提供中空部分ES,并可以在层叠方向上提供多个中空部分。

[0197] 即使如图13所示移除了两层支撑材料,由于如图17所示未回收的多余树脂等的层形成了较厚构造,使得成形对象的最终厚度不变,因此维持了最终成形对象的精度。

[0198] 根据一个切片的厚度、辊筒主体的假定振动量或者制造尺寸、支撑材料或模型材料的接合强度等来设置移除的支撑材料的层数。例如,可以为1至4层,优选1至3层,更优选为2至3层。

[0199] (成形对象数据的修改)

[0200] 通过修改指定的成形对象数据可以处理这种类型的成形对象。换句话说,如图13(a)和图13(b)所示,可以在喷射控制装置13中准备成形对象数据以生成喷射数据,使得在存在树脂和层叠在下层的成形材料之间的切换的切片中,在切换的成形材料部分的块中移除一层或多层。

[0201] 在图26的流程图中例示了通过喷射控制装置13创建喷射数据的序列示例。首先在步骤S2601获取对象数据。成形对象数据输入例如STL文件等。然后在步骤S2602,计算成形成形对象所需的支撑材料的部分。在步骤S2603,执行必需的校正处理。然后在步骤S2604,执行避免错误回收的处理。喷射控制装置13提取上述切片之间的成形材料切换至支撑材料SA和模型材料MA之一的交界面,并仅移除层叠在交界面上表面上的预定层数的成形材料。最后在步骤S2605创建最终喷射数据。由此,控制单元根据以这种方式创建的喷射数据来控制头部的成形对象喷射装置。通过这种方式,控制成形材料的喷射在不同于树脂切换位置的一层或多层处不喷射树脂。

[0202] (生成喷射数据的详细序列)

[0203] 下面基于图27至图29对用于在成形对象数据中提供中空部分ES的喷射数据用于避免错误回收的处理细节进行说明。在此情况下使用针对图13(a)所示成形对象的成形对象数据,考虑用于在图13(b)所示模型材料MA中提供由两层形成的中空部分ES的喷射数据。通过这种方式,在两个层中不进行喷射时获取作为模型数据的逻辑乘,所述模型数据共三层,包括要成形的层、向下一层的层以及向下两层的层。

[0204] 首先,考虑如图27(a)所示的切片S3中数据的准备,对切片S3计算的三层(图中的

框内)的数据使用逻辑乘来计算喷射部分。逻辑乘的计算是将1赋予喷射模型材料MA的点、将0赋予其它点来执行的。因此,计算后的切片S3'是点0的切片,即如图27(b)所示未喷射模型材料MA的切片。

[0205] 然后,使用切片S4的数据对如图28(a)所示包括切片S4的三层(图中的框内)的数据进行逻辑乘,因此计算后的切片S4'是点0的切片,即如图28(b)所示未喷射模型材料MA的切片。

[0206] 然后,使用切片S5的数据对如图29(a)所示包括切片S5的三层(图中的框内)的数据进行逻辑乘,因此计算后的切片S5'是点1的切片,即如图29(b)所示喷射了模型材料MA的切片。

[0207] 在任一上述切片S中,不存在针对支撑材料SA的数据变化。因此,对所生成的切片S3至S5的各项数据进行合成,以准备如图13(b)所示的喷射数据。通过这种方式,在通过在支撑材料中形成中空部分ES以避免错误回收的处理中准备喷射数据时,可以使用逻辑乘以及考虑该层下面两层的层数据来计算喷射部分。

[0208] 通过这种方式,从成形对象数据中提取在层叠方向上从一种成形材料变成另一种成形材料的交界面,并对成形进行控制以通过创建喷射数据以在层中提供减少了喷射量的预定数量的层或者在与所提取的交界面接触处或者至少分离预定层数的位置处不喷射树脂中的一种,使得辊筒不与树脂类型改变的交界面接触。在设置数据创建设备1中执行喷射数据的创建。换句话说,设置数据创建设备1基于成形对象数据创建包含中空部分ES的喷射数据,并将数据发送至三维成形设备100。喷射数据的创建可以配置为基于从设置数据创建设备1接收的成形对象数据而在三维成形设备100中执行。在任一种构造中均提供用于存储喷射数据的喷射数据存储装置,喷射数据记录构成了成形对象的每个切片的喷射图案。喷射数据存储装置可以采用诸如暂时存储器或非易失性存储器等的存储元件。

[0209] (用在三维成形设备中的设置数据创建设备)

[0210] 接下来基于图38的框图对上述为三维成形设备指定用于成形对象的数据的设置数据创建设备进行说明。图中所示的用于三维成形设备的设置数据创建设备1包括用于获取诸如CAD数据等的三维数据的输入装置61;用于三维显示对象的显示装置62,该对象示出了其中已被设置成所获取的三维数据转换成STL(立体光刻数据)数据的对三维数据的成形对象;用于设置成形参数的参数设置装置63;用于计算根据设置的成形参数计算对象的最佳构造位置和姿态的计算装置64;调节装置65,其用于手动调节期望的姿态或位置,或者通过用户对通过计算装置64计算出的最佳位置和最佳姿态进行微调;以及输出装置66,其根据确定的姿态和位置将用于驱动三维成形设备的设置数据转换成可读入三维成形设备的数据格式,并将该数据输出至三维成形设备。

[0211] 如上所述,尽管对与喷墨构造的三维成形设备相反地发送用于三维构造成形对象的设置数据的三维成形设备示例进行了描述,但只要三维成形设备是使用与特定的喷墨型三维成形设备不同的方法(如UV固化树脂或热塑树脂)的三维成形设备,设置数据创建装置就是有效的装置。

[0212] 如上文所述,描述了通过成形对象数据来创建喷射数据的序列。不过实际上,在不改变成形对象的数据而通过实际执行成形的成形材料喷射装置喷射成形材料时,可以控制分辨是否进行喷射来部分避免喷射成形材料,从而实现部分块的移除。在这种构造中,诸如

喷射控制装置13等的控制装置限制成形材料喷射装置的喷射操作。通过这种方式，下面将参照图30的流程图对在树脂切换处的预定数量的层(n层)不喷射树脂的喷射控制序列进行说明。该序列示为参照坐标进行确定，即执行是否喷射树脂的确定。首先在步骤S3001中，确定是否在下面的一层中喷射不同的树脂。当确定为“是”时，处理进至步骤S3003-2，不执行喷射并结束控制。当步骤S3001为“否”时，处理进至S3002，确定是否在下面的两层中喷射不同的树脂。当结果为“是”时，处理进至步骤S3003-2，不执行喷射并结束控制。以相同的方式重复该序列。在步骤S300n确定是否在下面n层中喷射不同的树脂，当结果为“是”时，处理进至步骤S3003-2，不执行喷射并结束控制。当结果为“否”时，处理进至S3003-1，执行喷射并结束控制。通过这种方式，即使通过成形材料喷射装置执行直接喷射控制并且不应用喷射数据的独立处理，也可以通过从作为成形材料的树脂切换处开始的n层不喷射树脂来避免树脂的错误回收。

[0213] (切片的预定数量)

[0214] 通过移除预定数量的切片来形成中空部分ES。设置要移除的预定数量的切片以获得足够的高度差，从而使树脂不与辊筒主体接触，直到树脂具有较厚的层叠以避免树脂层的剥离或者被辊筒部分错误回收固化树脂。换句话说，在树脂类型切换的交界面处，初始阶段的层厚较薄，从而便于剥离等以执行新的成形和树脂层叠。通过移除预定数量的切片来设置中空部分ES，于是在新成形的上部树脂表面和辊筒主体之间提供了高度差(即空间)。例如，在未回收多余树脂(即 直到至少两层层叠得比正常更厚的树脂)的构造中，将移除的切片数量设置为不与辊筒主体接触。在图20所示示例中，模型材料MA初始层叠在四层中，然后与辊筒主体接触并被辊筒主体回收。四个模型材料层的层厚对应于六层正常支撑材料的厚度。也即，移除了两层模型材料MA的部分的高度差可以通过成形六层支撑材料SA来恢复。当高度差较大时，即切片的预定数量较大时，由于模型材料较厚，于是可以避免错误回收的问题。另一方面，由于在恢复高度差之前需要一定数量的层，因此需要一定程度的厚度。由此，响应于成形对象所需的精度等来确定切片的预定数量。

[0215] 如上文所述，本发明不限于通过处理给定的成形对象数据来形成中空部分的数据处理，还可以使用这样一种方法，其中使用未处理的成形对象数据，按照与实际成形中存在中空部分时相同的方式执行控制。也就是说，当基于不包括中空部分并且是通过数据设置设备生成的成形对象数据在三维成形设备中进行实际成形时，三维成形设备可以按照形成虚拟中空部分的相同方式限制喷射。例如，可以在树脂类型切换的交界面处停止喷射任一种树脂或者限制喷射量。在这些情况下，不必对成形对象数据进行处理，而是根据现有的成形对象数据执行成形，通过在实际成形期间虚拟形成中空部分的相同模式喷射树脂可以避免树脂类型切换处的薄树脂层被辊筒部分错误回收。通过这种方式，本发明并不需要在成形对象数据中始终包括中空部分的形成，在三维成形设备的最终成形期间，执行控制在成形材料类型切换的交界面处或附近停止喷射树脂或者减少喷射量是足够的。通过这种方式，除了在数据中生成中空部分的软件控制之外，本发明还包括通过硬件限制树脂喷射量的控制。因此，通过如下任一种方法移除预定数量的切片来实现成形，这些方法包括在基于成形对象数据创建喷射数据时通过数据处理形成中空部分ES，或者不改变成形对象数据而直接应用诸如成形材料喷射装置的硬件的操作的方法。因此剩余的模型材料可以维持为最终的成形对象，并且可以避免由于树脂回收的错误回收或问题而导致的质量上的不利影

响。

[0216] 根据本发明的三维成形设备、三维成形方法、用于三维成形设备的设置数据创建设备、用于三维成形设备的设置数据创建程序和计算机可读记录介质适用于以喷墨方式对UV固化树脂进行三维成形。

- [0217] 100 三维成形系统
- [0218] 1 设置数据创建设备
- [0219] 2、2' 三维成形设备
- [0220] 10 控制装置
- [0221] 12 辊筒转速控制装置
- [0222] 13 喷射控制装置
- [0223] 20 头部
- [0224] 20A 喷射头单元
- [0225] 20B 回收及固化头单元
- [0226] 21 模型材料喷嘴
- [0227] 22 支撑材料喷嘴
- [0228] 23 喷嘴行
- [0229] 24 固化装置
- [0230] 25 辊筒部分
- [0231] 26 辊筒主体
- [0232] 27 刀片
- [0233] 28 槽
- [0234] 29 吸管
- [0235] 30 头移动装置
- [0236] 31 XY方向驱动部分
- [0237] 32、32' Z方向驱动部分
- [0238] 40 成形板
- [0239] 43 X方向移位轨道
- [0240] 44 Y方向移位轨道
- [0241] 45 导轨
- [0242] 61 输入装置
- [0243] 62 显示装置
- [0244] 63 参数设置装置
- [0245] 64 计算装置
- [0246] 65 调节装置
- [0247] 66 输出装置
- [0248] MA 模型材料
- [0249] SA 支撑材料
- [0250] SB 悬突支撑部分
- [0251] ES、ES' 中空部分

- [0252] D1 模型材料喷嘴的宽度
- [0253] D2 支撑材料喷嘴的宽度
- [0254] DR 辊筒部分的宽度
- [0255] DN 全部喷嘴的喷射宽度
- [0256] P1 前一步骤的边界
- [0257] P2 后一步骤的边界
- [0258] PC 计算机
- [0259] R1、R2 区域

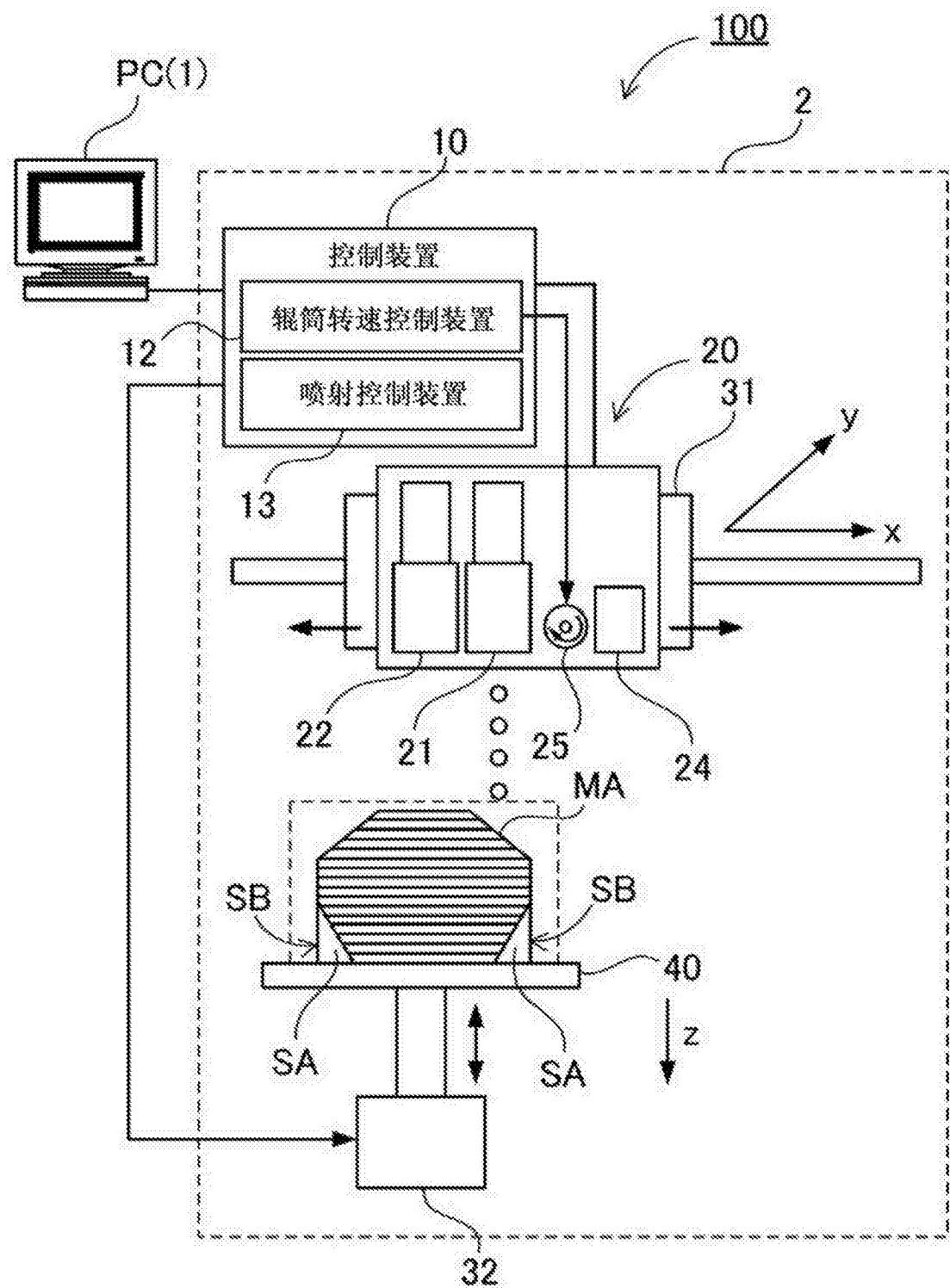


图1

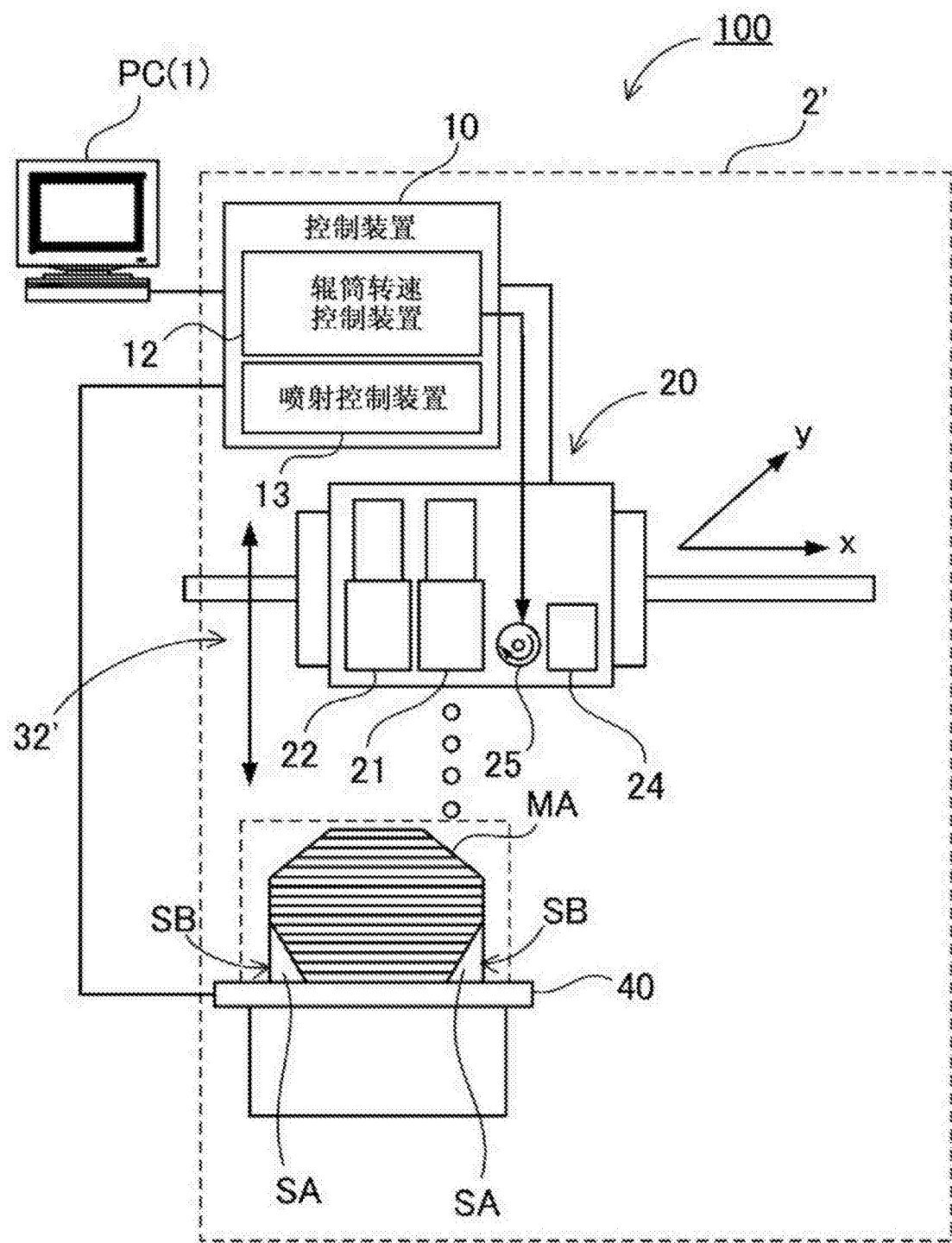


图2

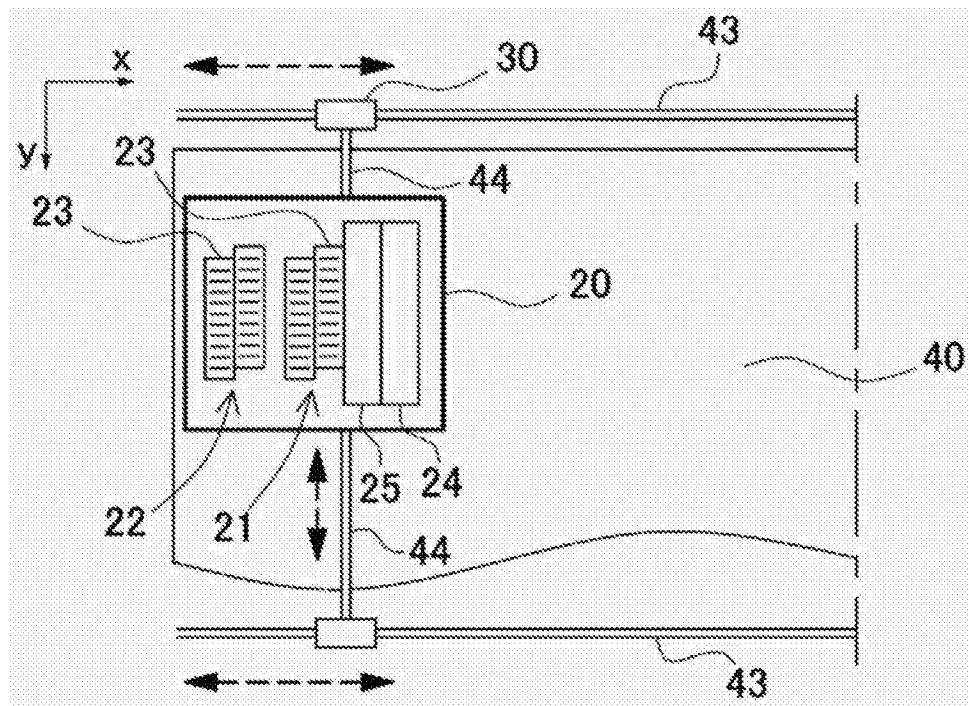


图3

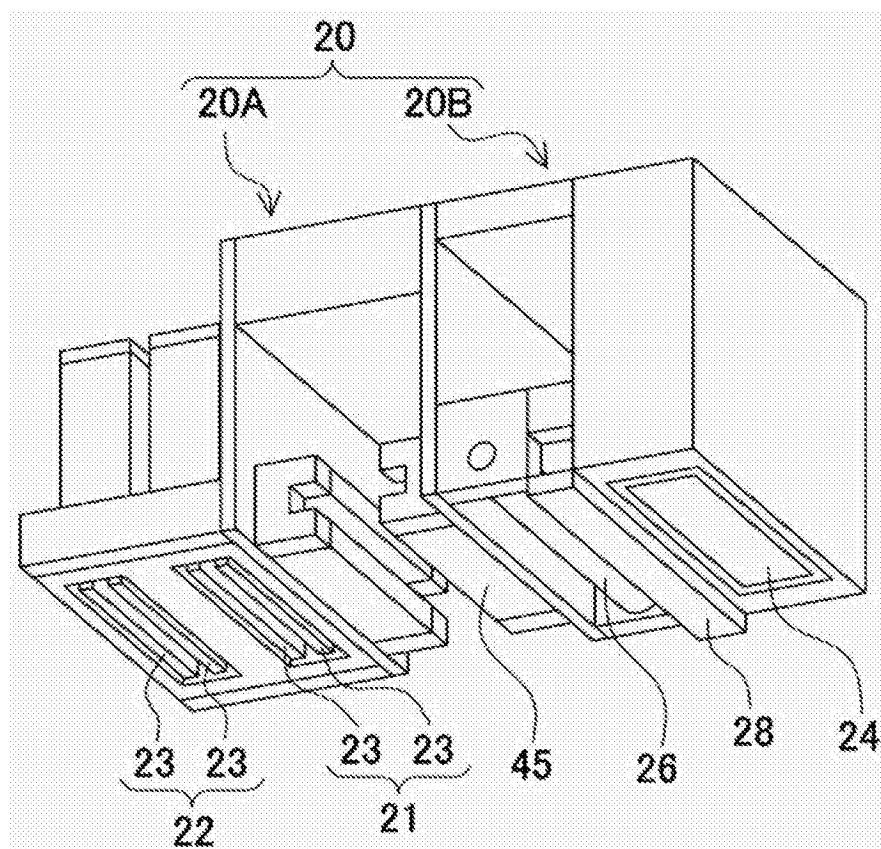


图4

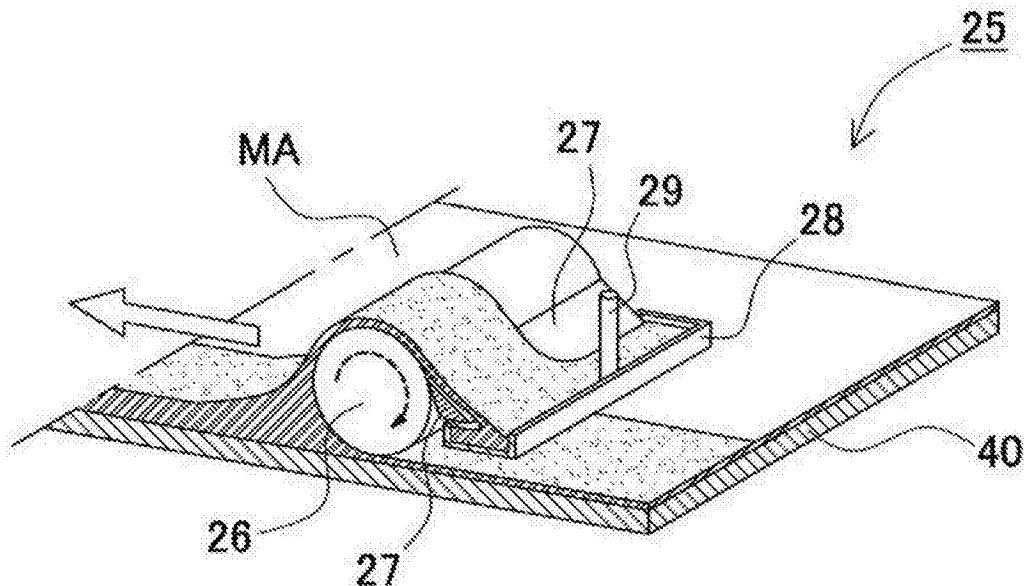


图5

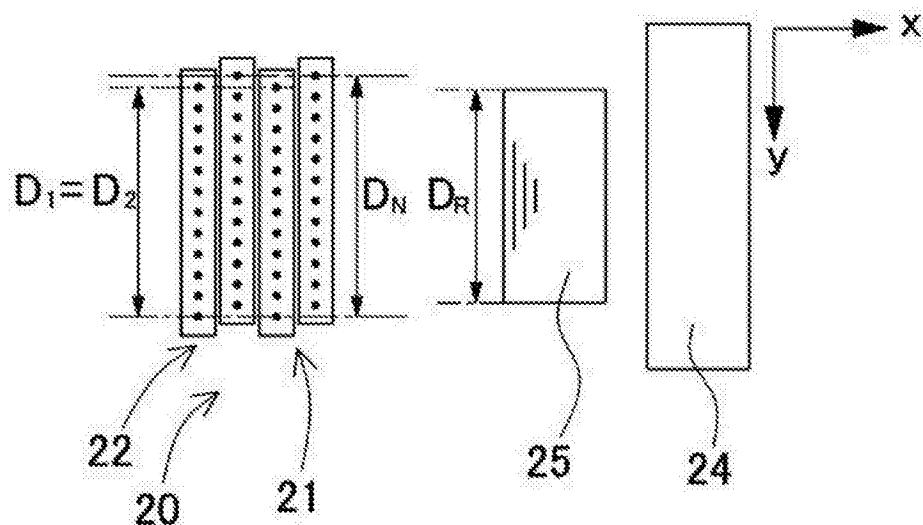


图6

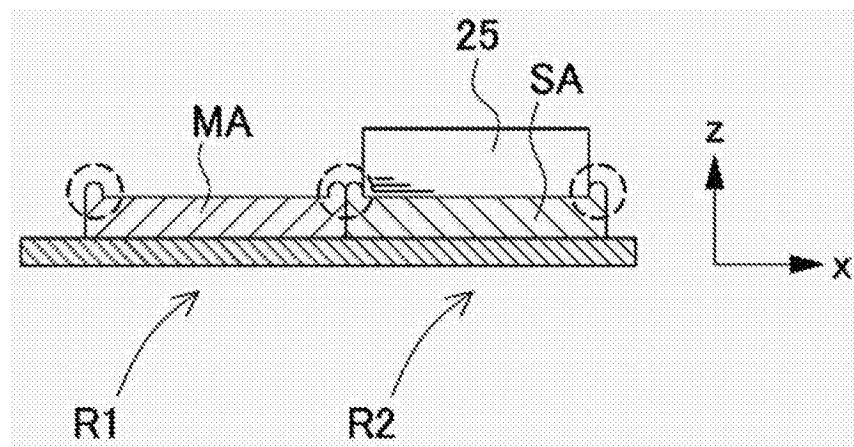


图7

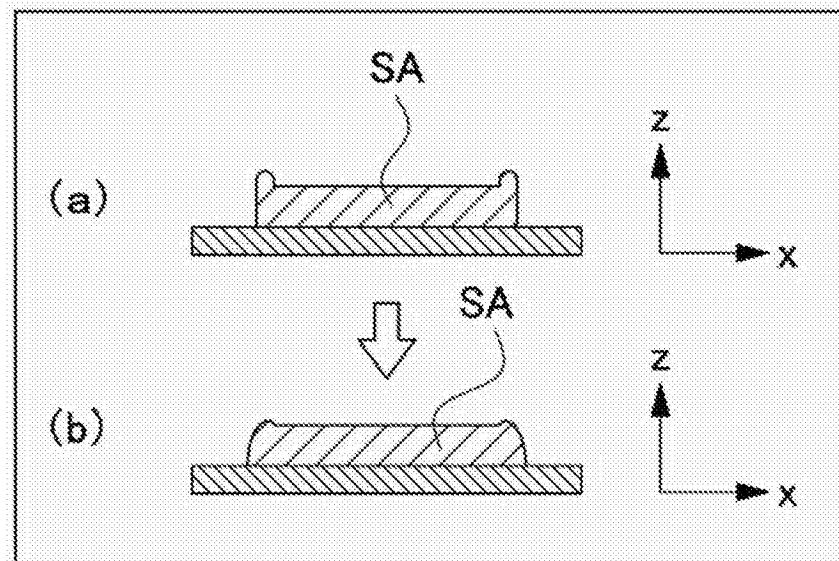


图8

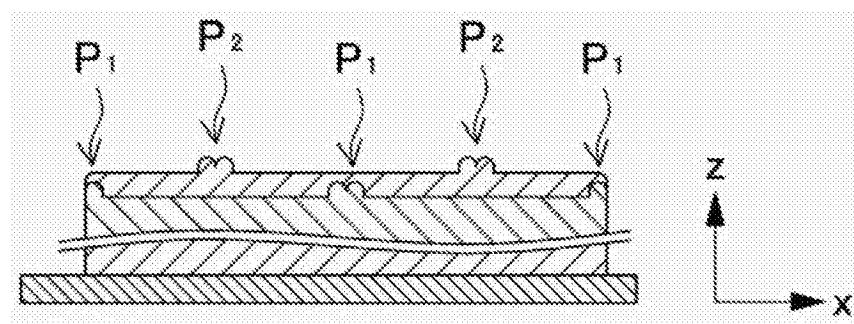


图9

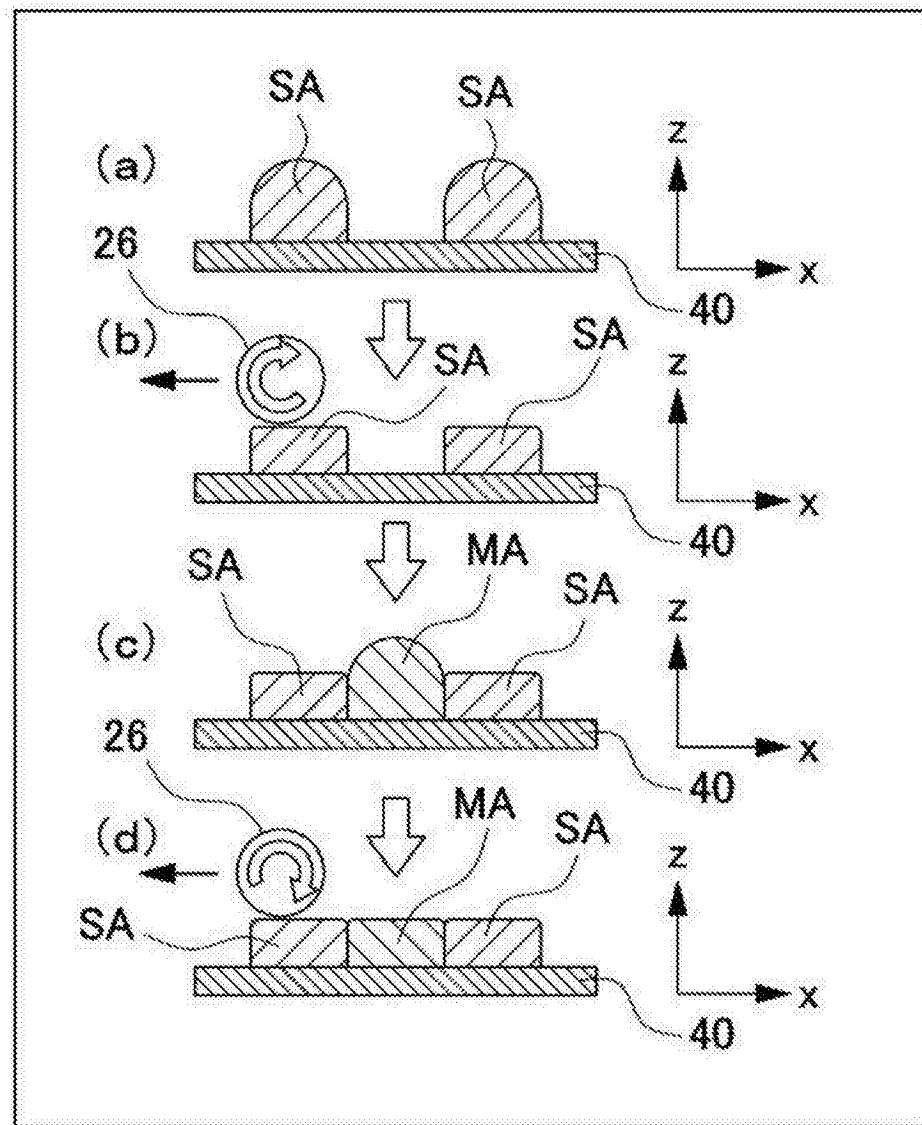


图10

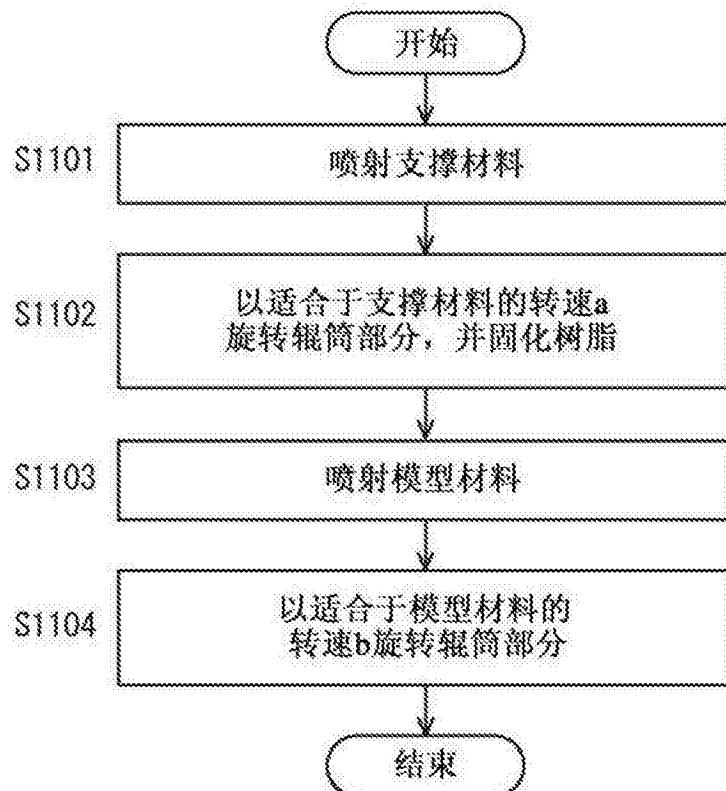


图11

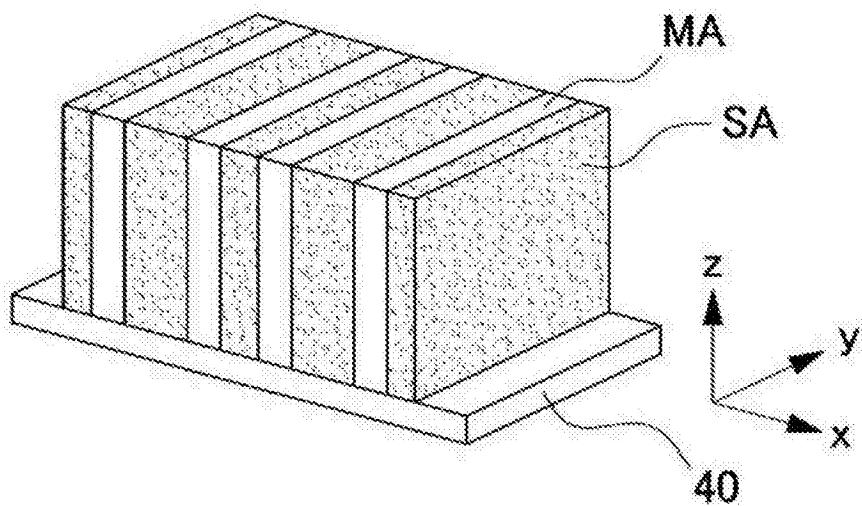


图12

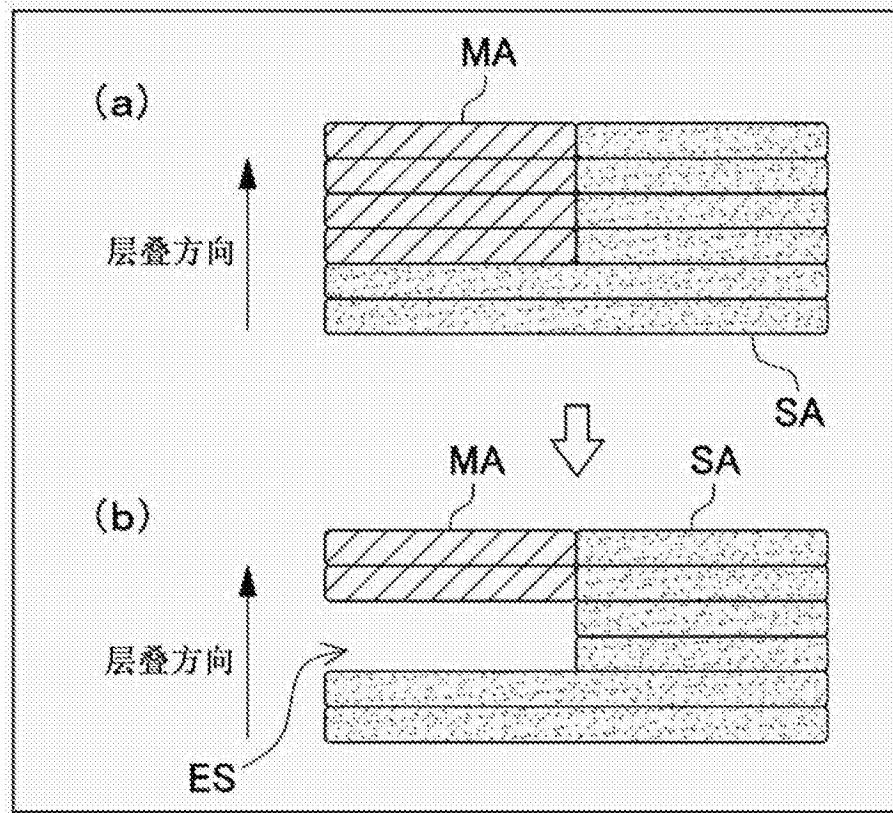


图13

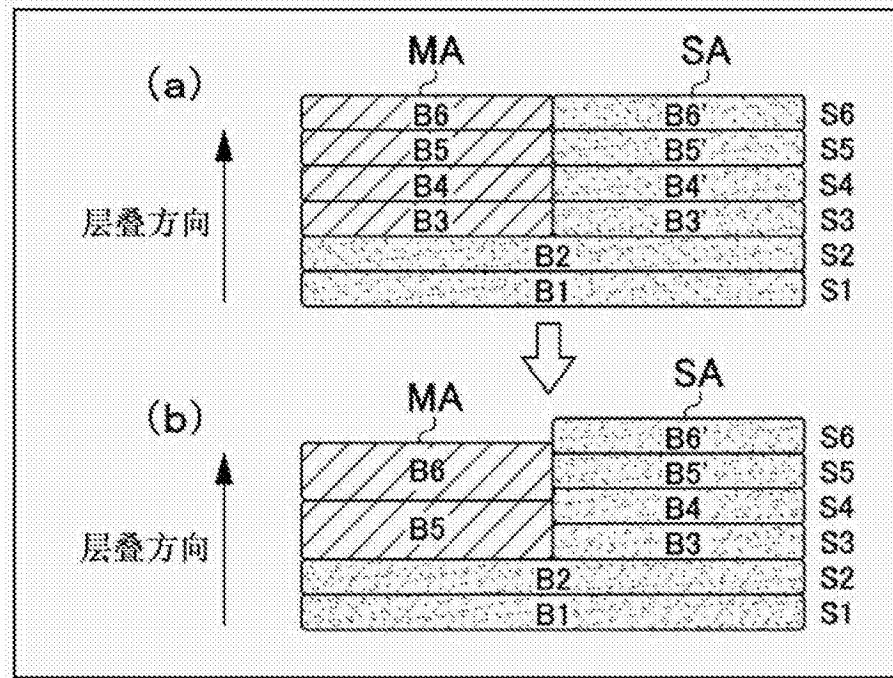


图14

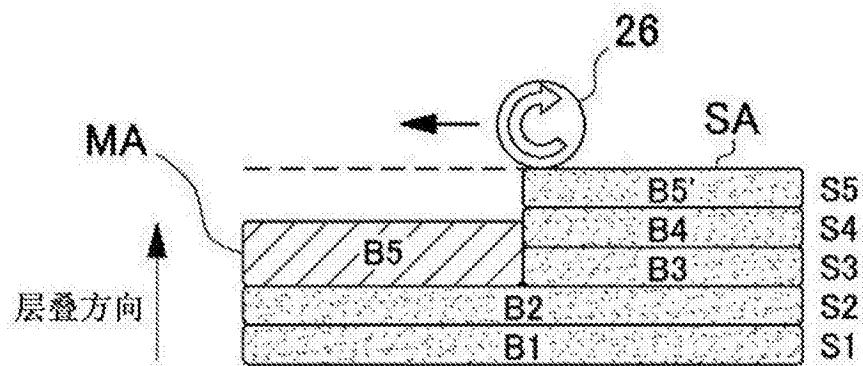


图15

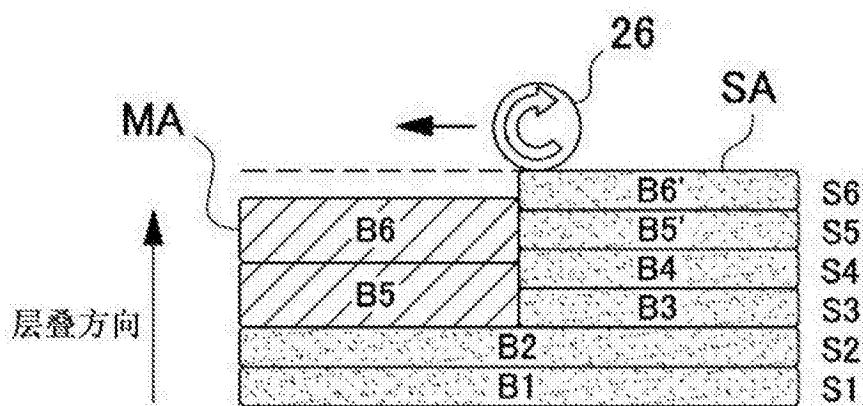


图16

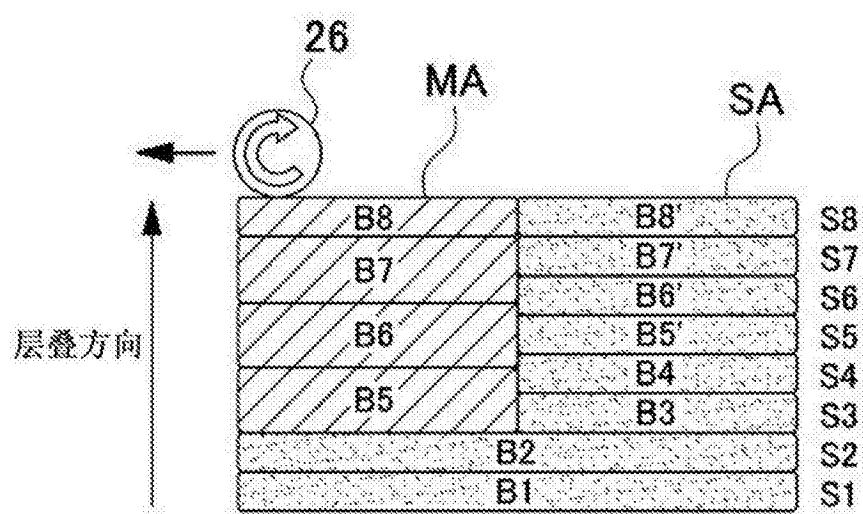


图17

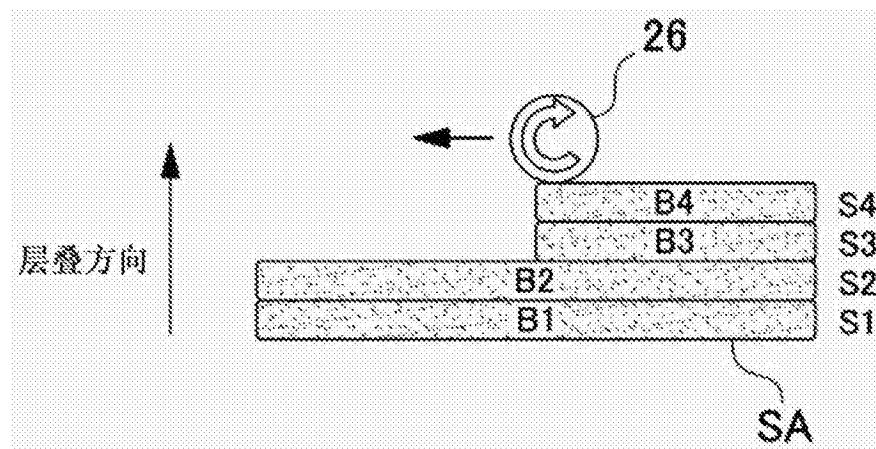


图18

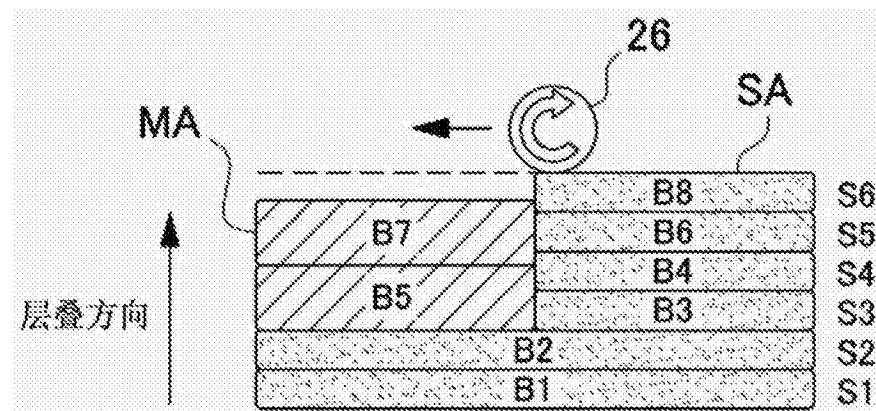


图19

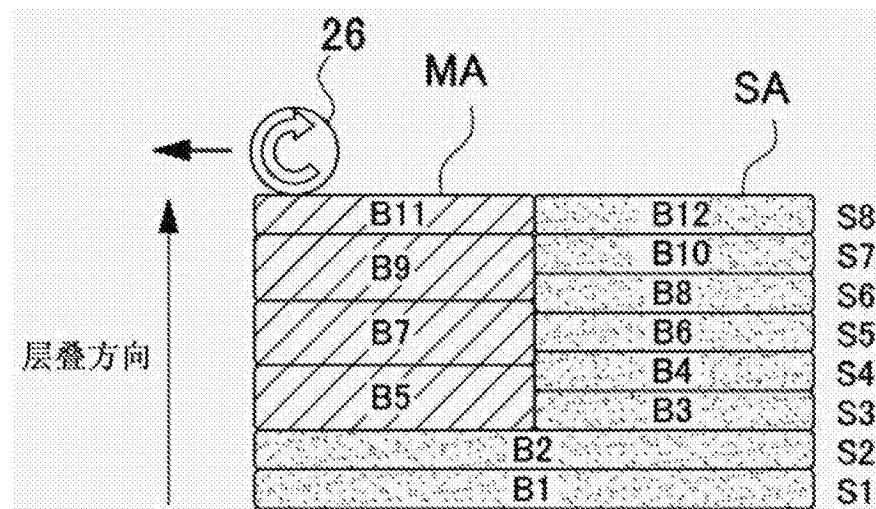


图20

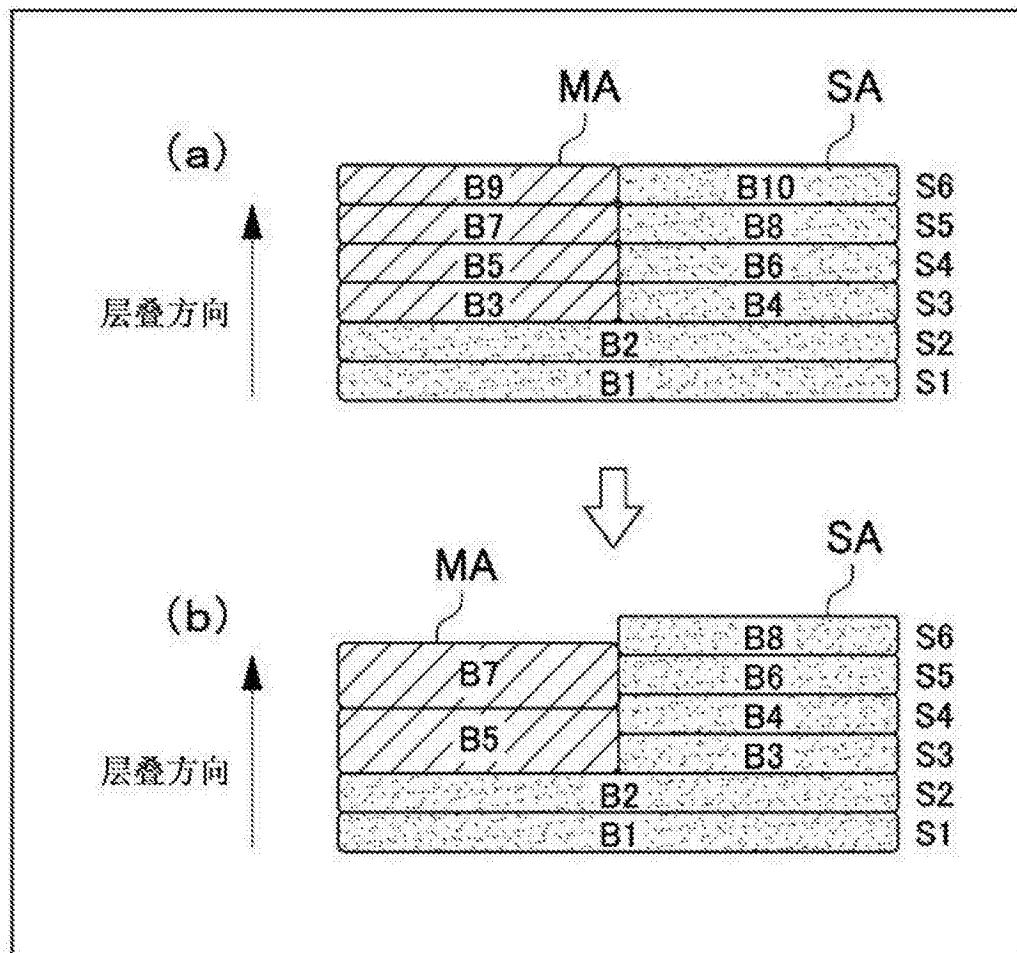


图21

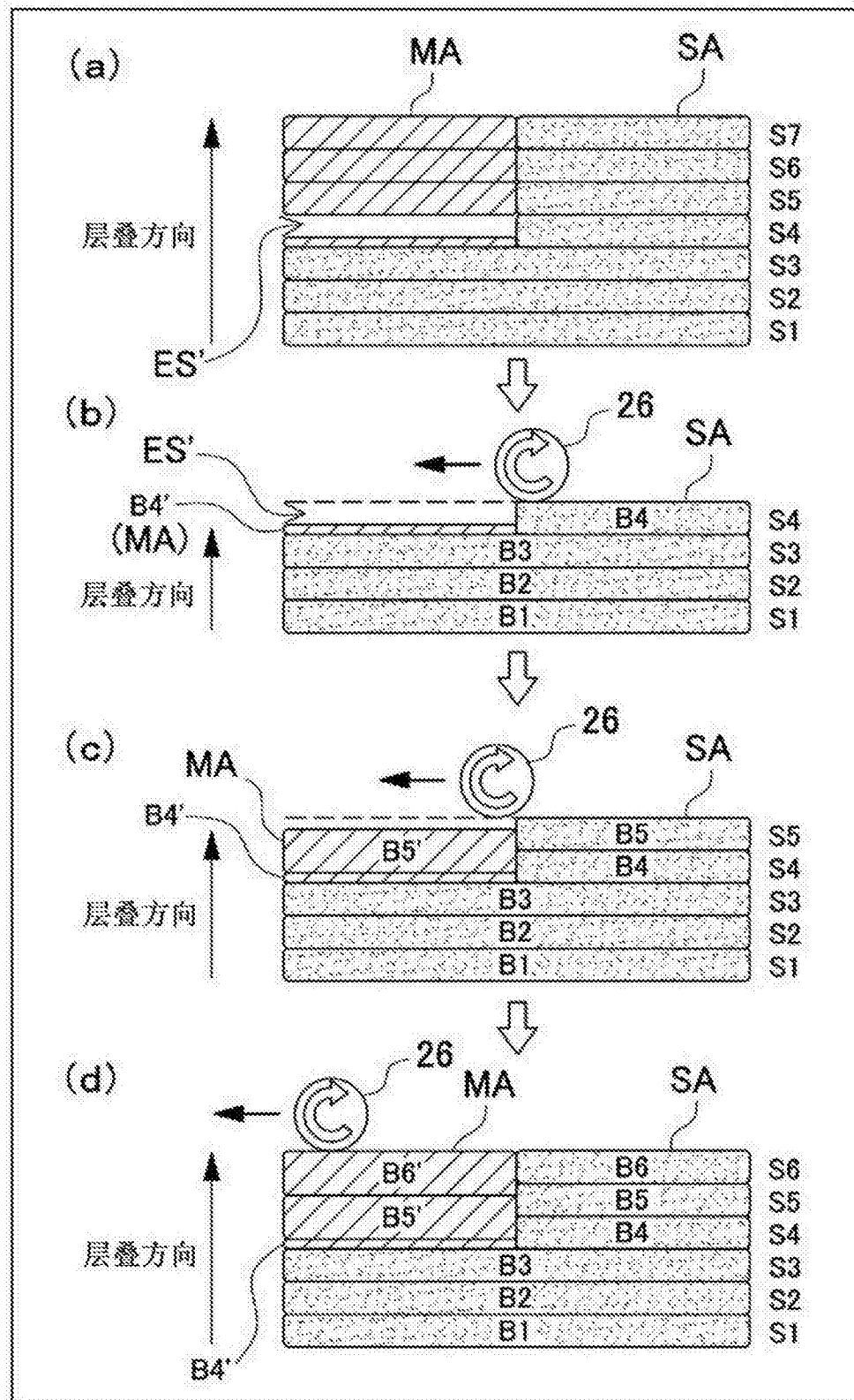


图22

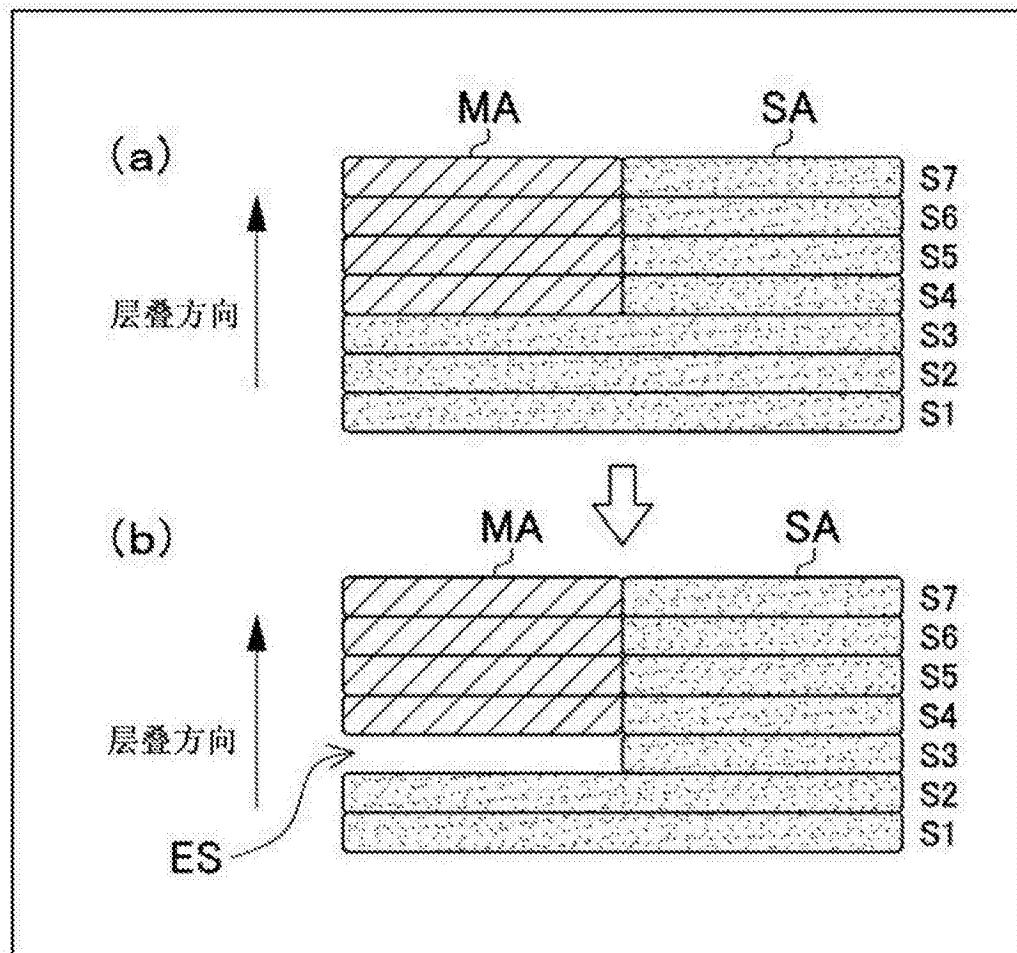


图23

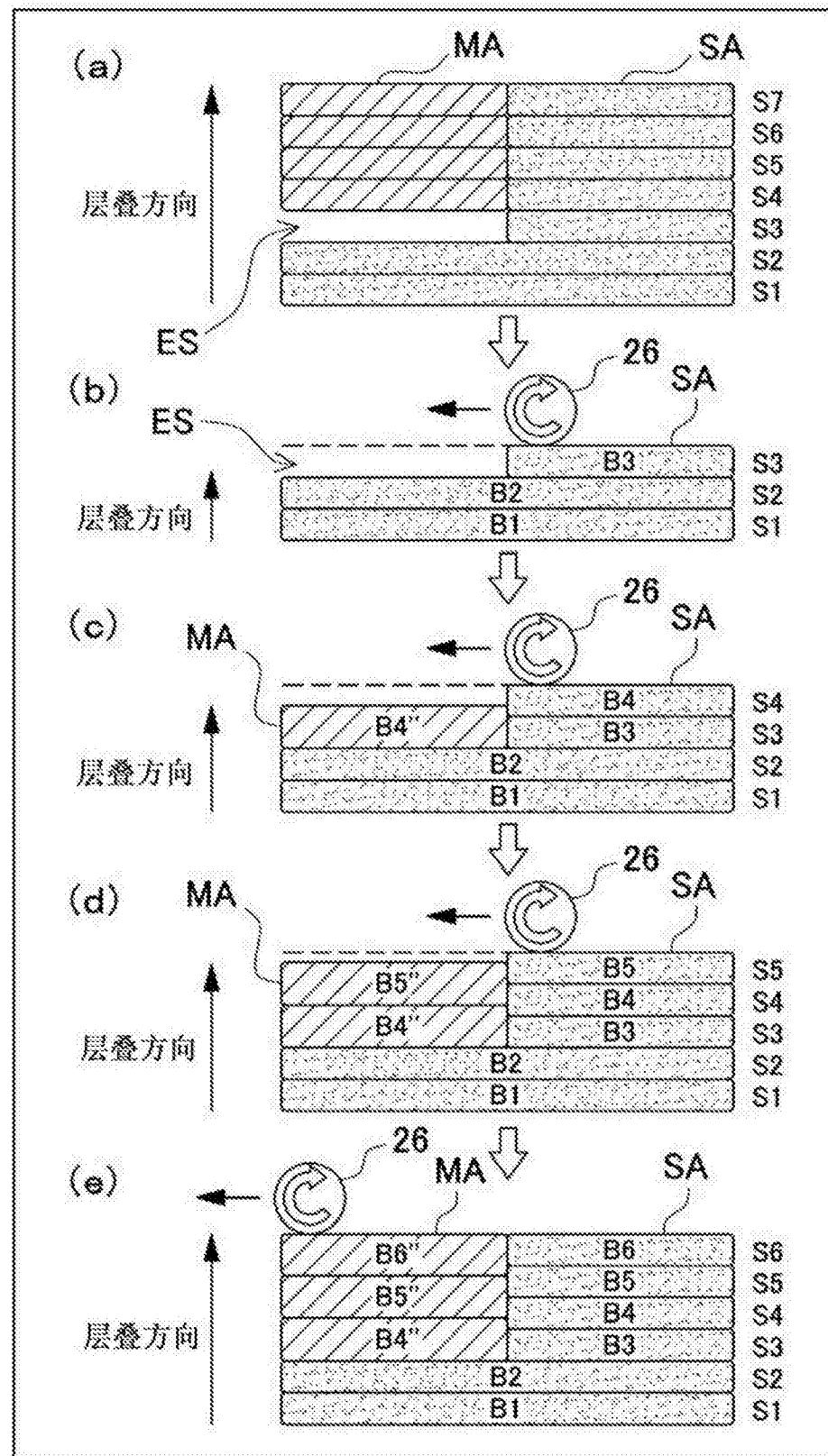


图24

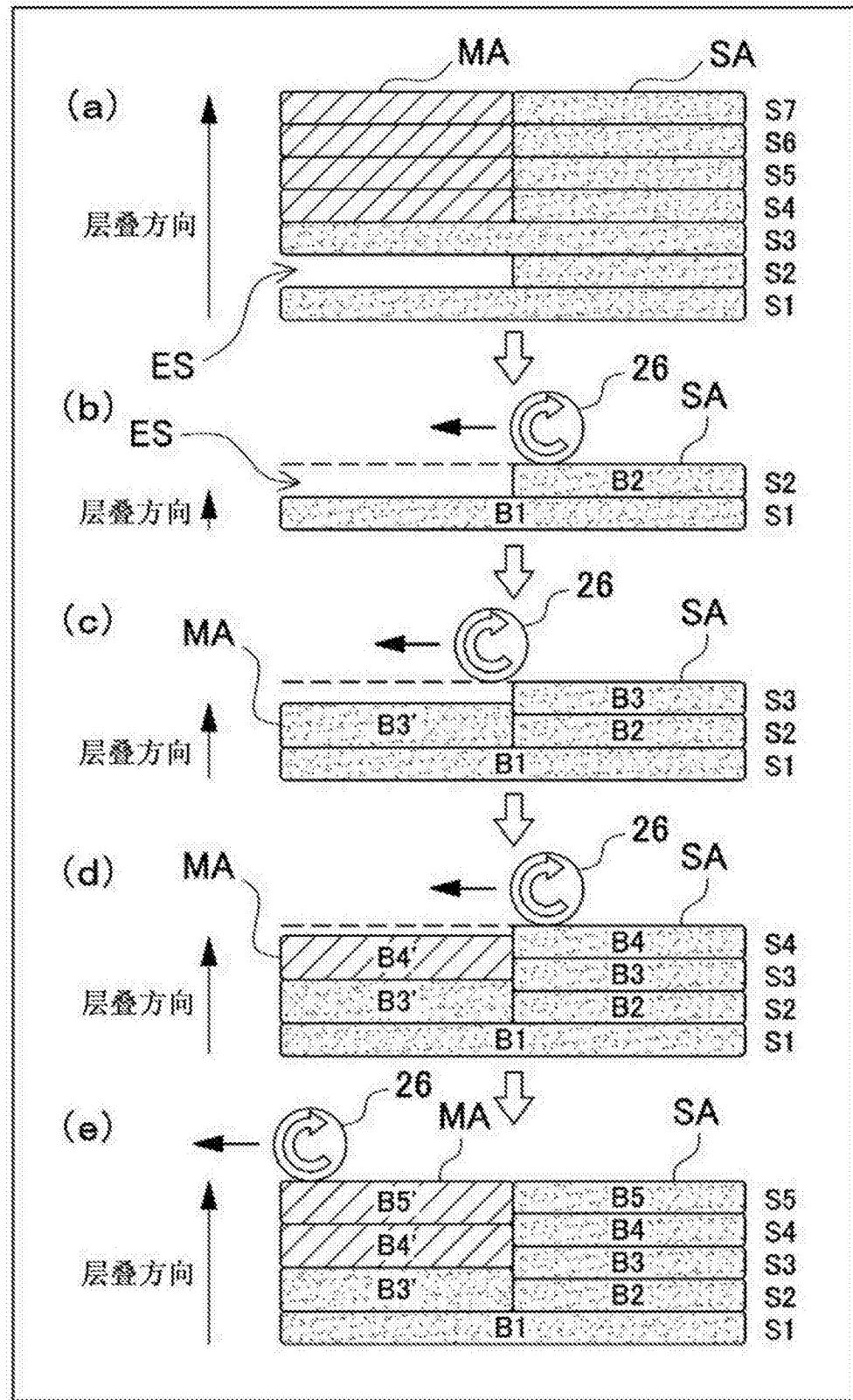


图25

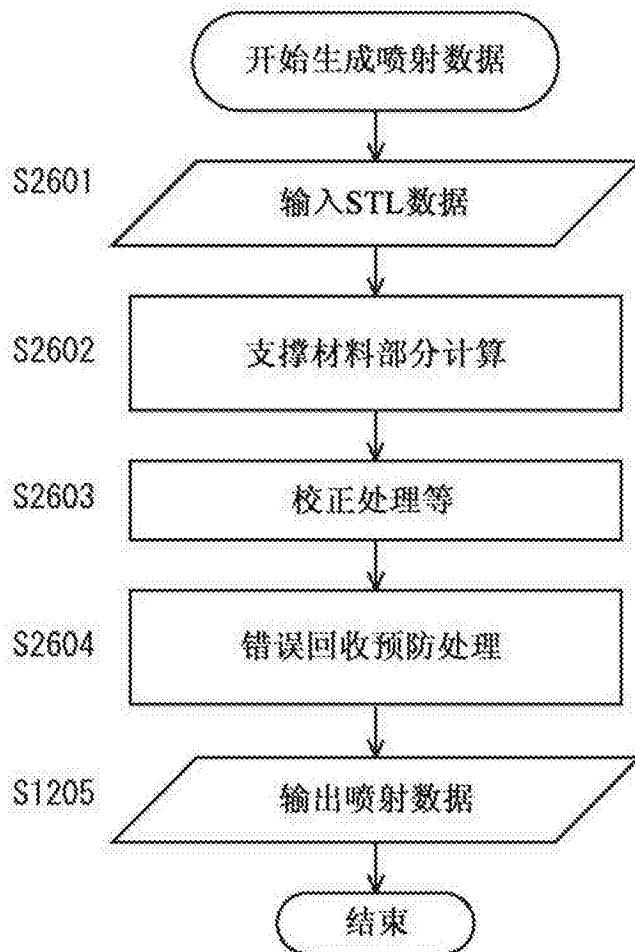


图26

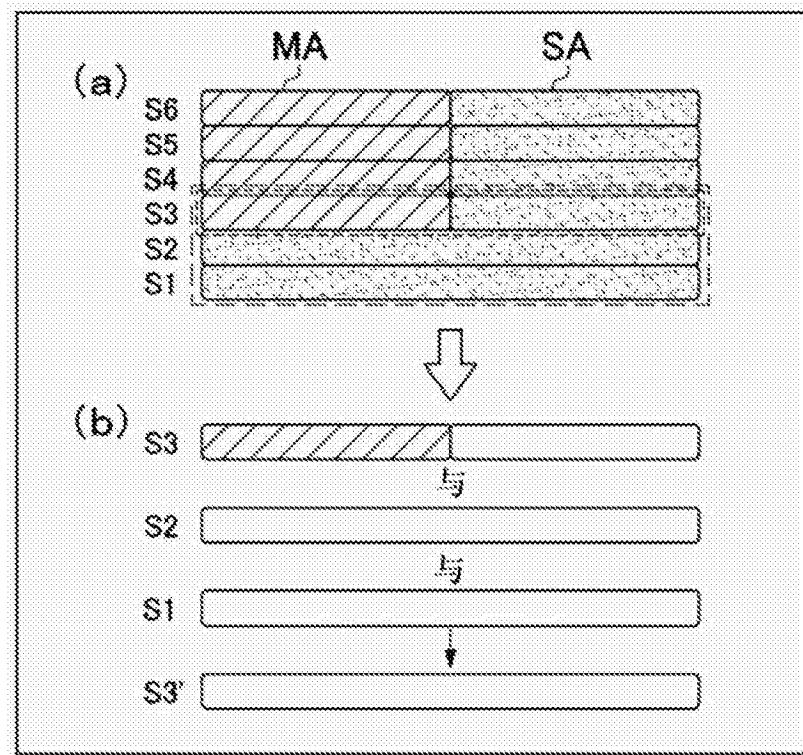


图27

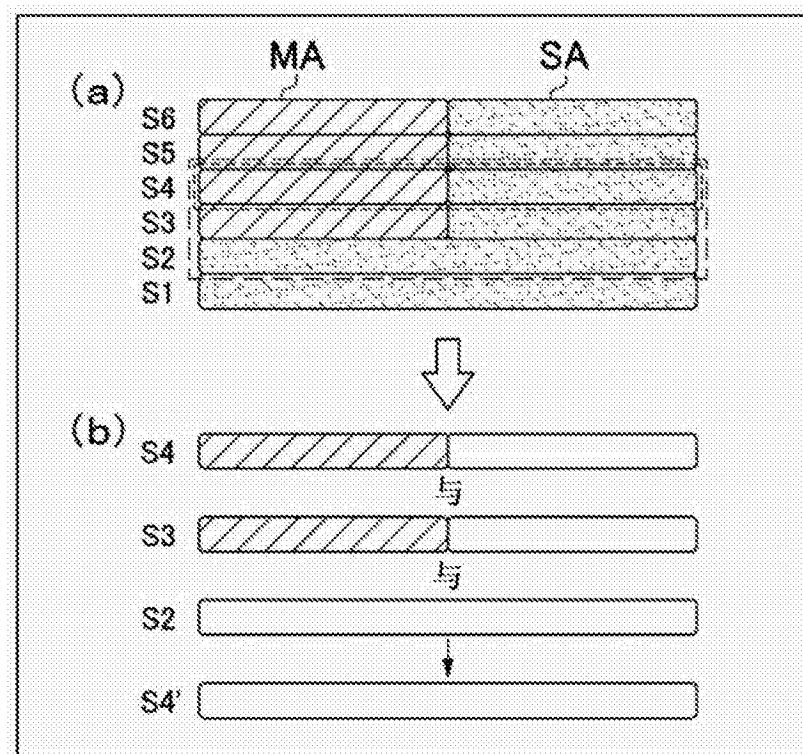


图28

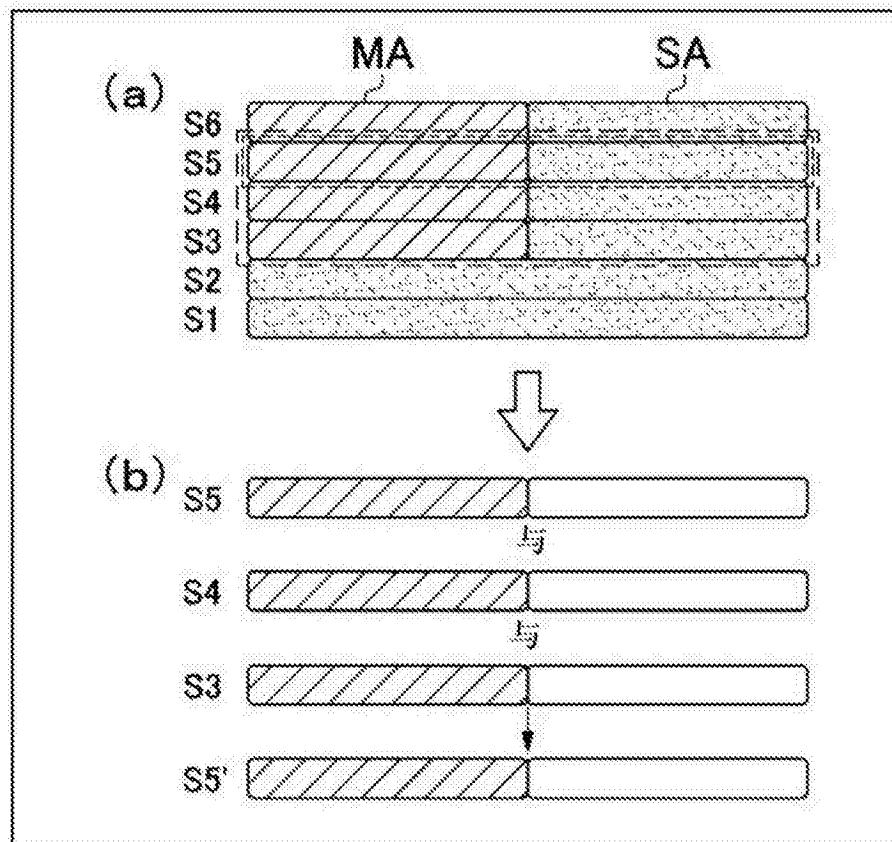


图29

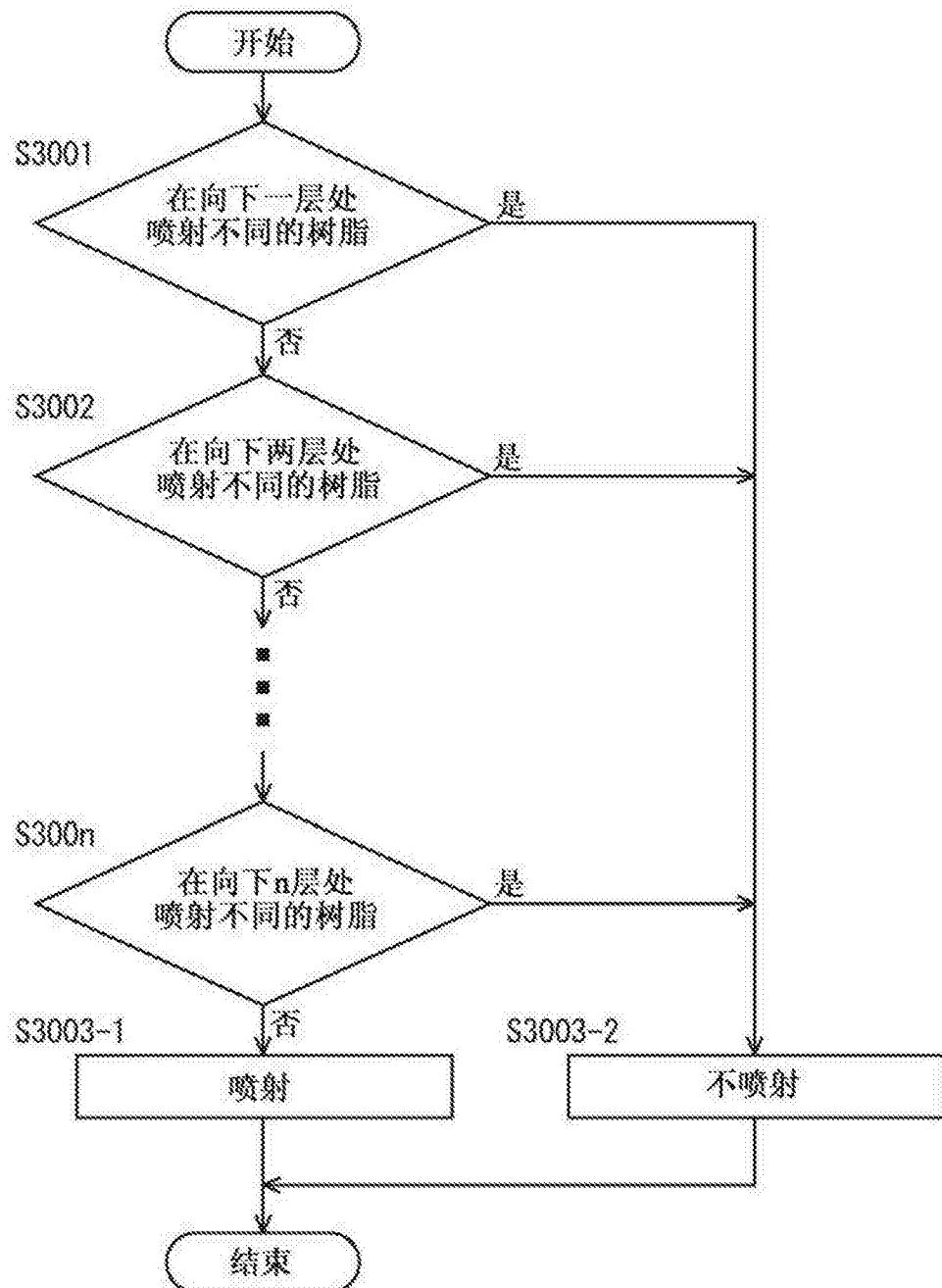


图30

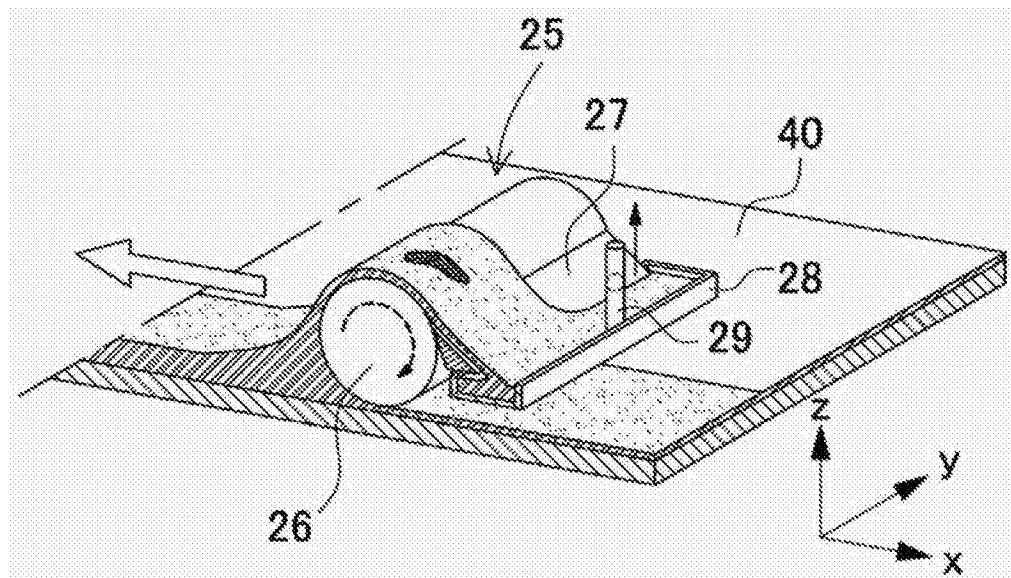


图31

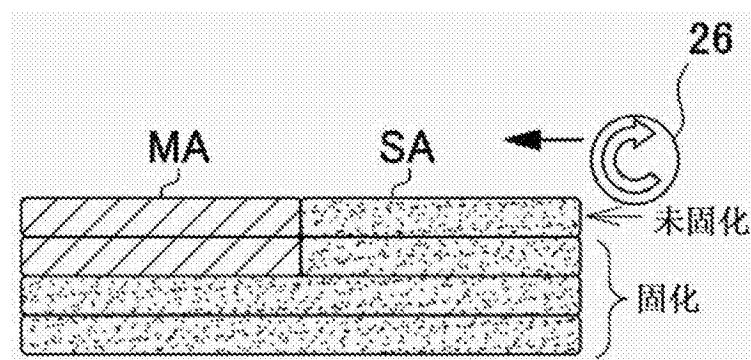


图32

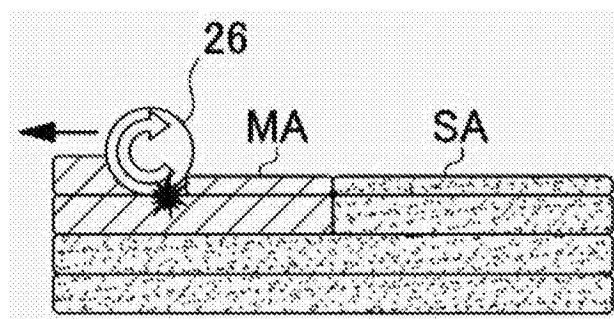


图33

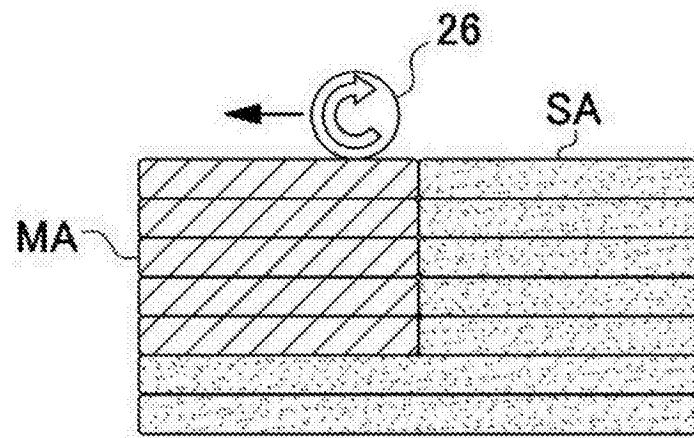


图34

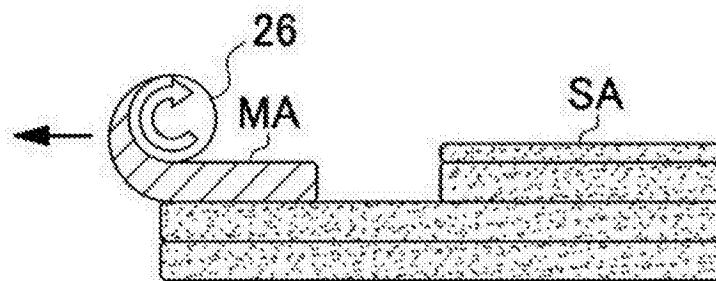


图35

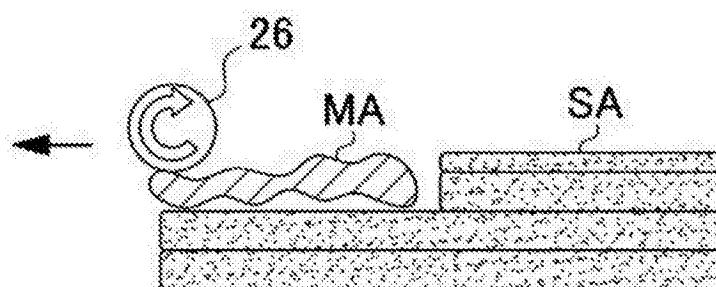


图36

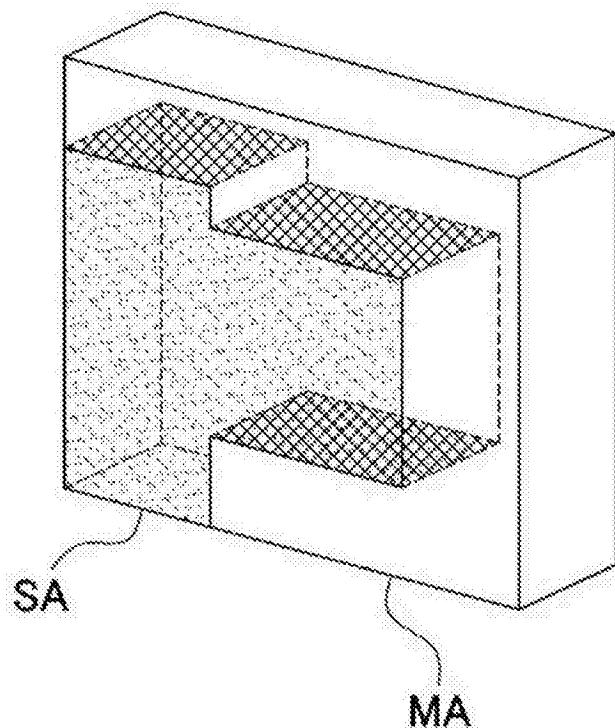


图37

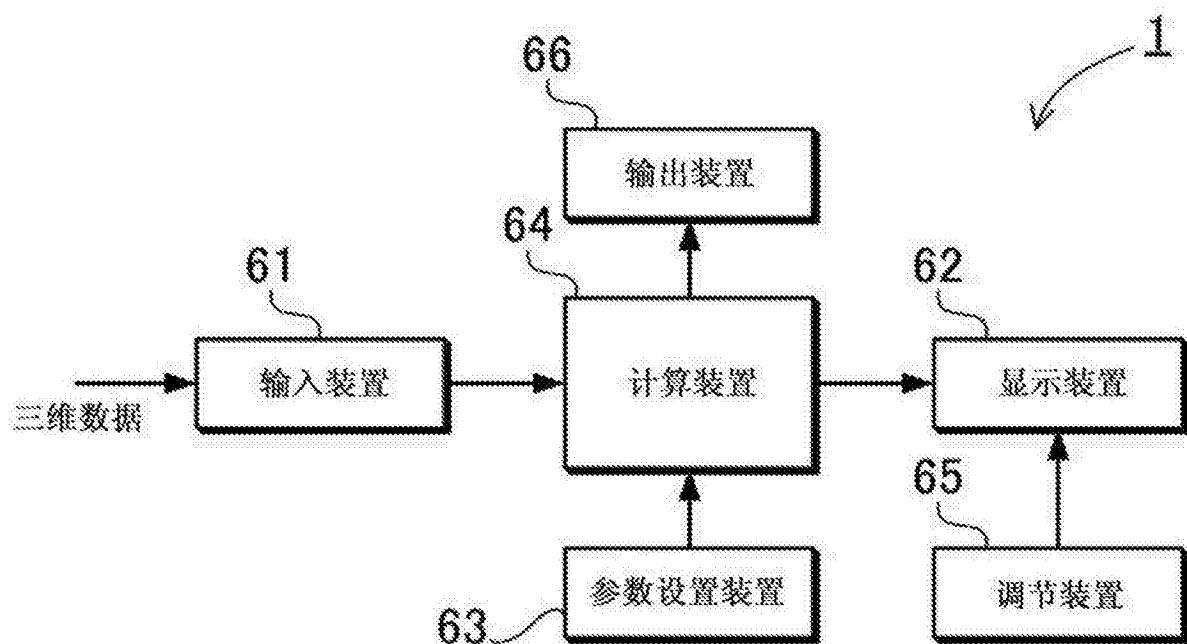


图38