



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108472876 B

(45)授权公告日 2020.08.14

(21)申请号 201680075034.4

(22)申请日 2016.12.16

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108472876 A

(43)申请公布日 2018.08.31

(30)优先权数据  
2015-249088 2015.12.21 JP  
2016-237685 2016.12.07 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2018.06.21

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2016/005164 2016.12.16

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02017/110074 EN 2017.06.29

(73)专利权人 佳能株式会社  
地址 日本东京

(72)发明人 宇佐美博一 多田达也 辛岛贤司

阿南严也 加濑崇 山中理  
若林佑士

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专  
利商标事务所 11038  
代理人 刘前红

(51)Int.Cl.  
B29C 64/386(2017.01)  
B33Y 50/00(2015.01)

(56)对比文件  
US 2015266235 A1,2015.09.24  
CN 104470704 A,2015.03.25  
CN 101779283 A,2010.07.14  
CN 103009631 A,2013.04.03  
CN 101693407 A,2010.04.14  
CN 103100113 A,2013.05.15  
US 2014374958 A1,2014.12.25  
JP 2003159754 A,2003.06.03

审查员 袁俊轩

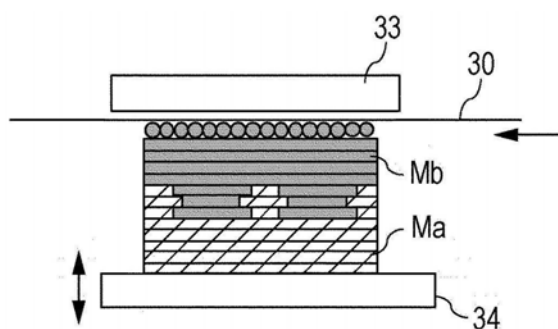
权利要求书3页 说明书17页 附图16页

## (54)发明名称

模制系统、用于产生模制数据的数据处理设备以及制造三维物体的方法

## (57)摘要

一种模制系统包括切片数据产生单元和层压单元,切片数据产生单元被配置为从三维模型的三维形状数据产生切片数据,层压单元被配置为基于切片数据来层压模制材料的层。切片数据产生单元对切片数据中包括的第*i*层(*i*是正整数)数据和第*i*+1层数据进行分析,并且如果其中不同于第一模制材料的第二模制材料的层将被层压在第一模制材料的层上并且其中难以对层进行层压的区域被提取,则将第*i*层和第*i*+1层中的至少一个层的所述区域的数据修改为其中第一模制材料和第二模制材料混合的数据。



1. 一种被配置为制造与三维模型相对应的三维物体的模制系统,所述模制系统包括:  
切片数据产生单元,被配置为从所述三维模型的三维形状数据产生切片数据;以及  
层压单元,被配置为基于所述切片数据来层压模制材料的层,

其中,所述切片数据产生单元对所述切片数据中包括的第i层的数据和第i+1层的数据进行分析,i为正整数,并且如果如下区域被提取:在该区域中不同于第一模制材料的第二模制材料的层将被层压在第一模制材料的层上并且在该区域中难以对层进行层压,则所述切片数据产生单元将第i层和第i+1层中的至少一个层的所述区域的数据修改为如下数据,在该数据中按图案提供其中第一模制材料被部署的部分和其中第二模制材料被部署的部分。

2. 根据权利要求1所述的模制系统,其中,在所述区域中其中第一模制材料被部署的部分和其中第二模制材料被部署的部分的间隔在至少一个方向上小于2mm。

3. 根据权利要求1或2所述的模制系统,其中,满足以下表达式:

[数学式1]

$$0.20 \leq \frac{S1}{(S1+S2)} \leq 0.80$$

其中,S1表示所述区域中被第一模制材料占据的部分的总面积,S2表示所述区域中被第二模制材料占据的部分的总面积。

4. 根据权利要求3所述的模制系统,其中,所述S1和S2满足以下表达式:

[数学式2]

$$0.42 \leq \frac{S1}{(S1+S2)} \leq 0.65$$

5. 根据权利要求3所述的模制系统,其中,所述S1和S2满足以下表达式:

[数学式3]

$$\frac{S1}{S1+S2} = 0.5$$

6. 一种被配置为制造与三维模型相对应的三维物体的模制系统,所述模制系统包括:  
切片数据产生单元,被配置为从所述三维模型的三维形状数据产生切片数据;以及  
层压单元,被配置为基于所述切片数据来层压模制材料的层,

其中,所述切片数据产生单元对所述切片数据中包括的第i层的数据和第i+1层的数据进行分析,i为正整数,并且如果如下区域被提取:在该区域中不同于第一模制材料的第二模制材料的层将被层压在第一模制材料的层上并且在该区域中难以对层进行层压,则所述切片数据产生单元将第i层和第i+1层中的至少一个层的所述区域的数据修改为其中第一模制材料和第二模制材料的混合材料被部署的数据,

其中,所述第一模制材料和第二模制材料的混合材料满足以下表达式:

[数学式4]

$$0.20 \leq \frac{V1}{(V1+V2)} \leq 0.80$$

其中,V1表示所述区域中被第一模制材料占据的总体积,V2表示所述区域中被第二模制材料占据的总体积。

7. 根据权利要求6所述的模制系统, 其中, 所述V1和V2满足以下表达式:

[数学式5]

$$0.3 < \frac{V1}{V1+V2} < 0.7。$$

8. 根据权利要求6所述的模制系统, 其中, 所述V1和V2满足以下表达式:

[数学式6]

$$\frac{V1}{V1+V2} = 0.5。$$

9. 一种被配置为产生用于制造与三维模型相对应的三维物体的模制数据的数据处理设备, 所述数据处理设备包括:

获取单元, 被配置为获取所述三维模型的三维形状数据; 以及

切片数据产生单元, 被配置为从所述三维形状数据产生切片数据,

其中, 所述切片数据产生单元对所述切片数据中包括的第i层的数据和第i+1层的数据进行分析, i为正整数, 并且如果如下区域被提取: 在该区域中不同于第一模制材料的第二模制材料的层将被层压在第一模制材料的层上并且在该区域中难以对层进行层压, 则所述切片数据产生单元将第i层和第i+1层中的至少一个层的所述区域的数据修改为如下数据: 在该数据中按图案提供其中第一模制材料被部署的部分和其中第二模制材料被部署的部分。

10. 根据权利要求9所述的数据处理设备, 其中, 所述区域中其中第一模制材料被部署的部分和其中第二模制材料被部署的部分的间隔在至少一个方向上小于2mm。

11. 根据权利要求9或10所述的数据处理设备, 其中, 满足以下表达式:

[数学式1]

$$0.20 \leq \frac{S1}{(S1+S2)} \leq 0.80$$

其中, S1表示所述区域中被第一模制材料占据的部分的总面积, S2表示所述区域中被第二模制材料占据的部分的总面积。

12. 一种被配置为产生用于制造与三维模型相对应的三维物体的模制数据的数据处理设备, 所述数据处理设备包括:

获取单元, 被配置为获取所述三维模型的三维形状数据;

切片数据产生单元, 被配置为从所述三维形状数据产生切片数据,

其中, 所述切片数据产生单元对所述切片数据中包括的第i层的数据和第i+1层的数据进行分析, i为正整数, 并且如果如下区域被提取: 在该区域中不同于第一模制材料的第二模制材料的层将被层压在第一模制材料的层上并且在该区域中难以对层进行层压, 则所述切片数据产生单元将第i层和第i+1层中的至少一个层的所述区域的数据修改为其中第一模制材料和第二模制材料的混合材料被部署的数据,

其中, 所述第一模制材料和第二模制材料的混合材料满足以下表达式:

[数学式4]

$$0.20 \leq \frac{V1}{(V1+V2)} \leq 0.80$$

其中,V1表示所述区域中被第一模制材料占据的总体积,V2表示所述区域中被第二模制材料占据的总体积。

13.一种根据三维模型的三维形状数据通过层压模制材料的层来制造三维物体的方法,所述方法包括:

在包括其中不同类型的模制材料的层将按照使层压困难的尺寸被层压的区域的情况下,

提供其中相同类型的模制材料的层将被层压的部分;并且

层压所述模制材料的层,以使得其中不同类型的模制材料的层被层压的部分和其中相同类型的模制材料的层被层压的部分的间隔至少在一个方向上不超过预定值。

14.根据权利要求13所述的制造三维物体的方法,其中,所述预定值为2mm。

## 模制系统、用于产生模制数据的数据处理设备以及制造三维物体的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于模制三维物体的技术，特别地，涉及薄片层压 (sheet lamination) 类型的模制技术。

### 背景技术

[0002] 近年来，被称为增材制造 (AM) 技术的三维模制技术已经受到关注。利用AM技术，产生由通过对三维模型的三维形状数据进行切片而获得的多条截面数据组成的切片数据，基于该切片数据来连续地形成由模制材料制成的多个层，并且将由模制材料制成的层层压和接合在一起，由此模制出三维物体。已知的主要模制工艺包括光聚合固化 (vat photopolymerization) 工艺、选择性激光烧结工艺和材料挤出工艺。

[0003] PTL 1或PTL 2提出了一次层压一层的三维模制装置。具体地说，描述了使用电子照相过程根据单层的截面数据形成由模制材料制成的薄层并且层压每层、从而制造三维物体的装置。

[0004] 为了用AM技术提供高增值物品，存在制造其物理或化学性质根据要求部分地变化的模制物体的需求。PTL 3提出了如下技术，该技术通过在选择性激光烧结工艺中改变两种不同类型的金属粉末的混合比的同时对层进行层压来制造其性质根据其中的位置变化的物品。

[0005] 引文列表

[0006] 专利文献

[0007] PTL 1: 美国专利No. 5088047

[0008] PTL 2: PCT日本译文专利公开No. 8-511217

[0009] PTL 3: 日本专利公开No. 2014-227587

### 发明内容

[0010] 技术问题

[0011] 为了制造其物理或化学性质部分地变化的模制物体，由不同类型的材料制成的层需要被层压在一起。然而，取决于材料的组合，可能存在材料难以接合在一起的情况。PTL 1和PTL 2都没有公开与这种情况有关的任何内容。另外，根据PTL 3中公开的技术，每层都是由混合比均匀的材料形成的，因此不可能制造在一层内具有存在不同材料的区域的模制物体。

[0012] 问题的解决方案

[0013] 为了解决以上问题，本发明提供了一种被配置为制造与三维模型相对应的三维物体的模制系统，该模制系统包括切片数据产生单元和层压单元，切片数据产生单元被配置为从三维模型的三维形状数据产生切片数据，层压单元被配置为基于切片数据来层压模制材料的层。切片数据产生单元对切片数据中包括的第*i*层 (*i*是正整数) 的数据和第*i*+1层的

数据进行分析,并且如果提取出其中不同于第一模制材料的第二模制材料的层将被层压在第一模制材料的层上在并且其中难以对层进行层压的区域,则将第i层和第i+1层中的至少一个层的所述区域的数据修改为其中第一模制材料和第二模制材料混合的数据。

[0014] 另外,本发明提供了一种被配置为产生用于制造与三维模型相对应的三维物体的模制数据的数据处理设备,该数据处理设备包括获取单元和切片数据产生单元,获取单元被配置为获取三维模型的三维形状数据,切片数据产生单元被配置为从三维形状数据产生切片数据。切片数据产生单元对切片数据中包括的第i层(i是正整数)数据和第i+1层数据进行分析,并且如果提取出其中不同于第一模制材料的第二模制材料的层将被层压在第一模制材料的层上并且其中难以对层进行层压的区域,则将第i层和第i+1层中的至少一个层的所述区域的数据修改为其中第一模制材料和第二模制材料混合的数据。

[0015] 此外,本发明提供了一种根据三维模型的三维形状数据通过层压模制材料的层来制造三维物体的方法,所述方法包括:在包括其中不同类型的模制材料的层将按照使层压困难的尺寸被层压的区域的情况下,提供其中相同类型的模制材料的层将被层压的部分;以及层压所述层,以使得其中不同类型的模制材料的层被层压的部分和其中相同类型的模制材料的层被层压的部分的间隔至少在一个方向上不超过预定值。

[0016] 本发明的有益效果

[0017] 即使在如下模制的情况下,即,如果根据已经从三维模型产生的未修改的切片数据执行模制、则该模制包括其中难以粘合在一起的材料层的层将被层压在一起的区域,将本发明应用于这种模制也使得可以将层层压在一起,从而可以制造具有高强度的模制物体。

[0018] 从以下参照附图对示例性实施例的描述,本发明的进一步的特征将变得清楚。

## 附图说明

[0019] 图1A是用于描述使用AM技术来制造三维物体的方法的图示。

[0020] 图1B是用于描述使用AM技术来制造三维物体的方法的图示。

[0021] 图1C是用于描述使用AM技术来制造三维物体的方法的图示。

[0022] 图2A例示了将被结合在一起的材料层的切片数据的图像。

[0023] 图2B例示了将被结合在一起的材料层的切片数据的图像。

[0024] 图3例示了根据本发明的示例性实施例的已修改的切片数据的图像。

[0025] 图4A例示了其中由不同类型的模制材料制成的层被层压在一起的部分。

[0026] 图4B例示了其中由不同类型的模制材料制成的层被层压在一起的部分。

[0027] 图4C例示了其中由不同类型的模制材料制成的层被层压在一起的部分。

[0028] 图4D例示了其中由不同类型的模制材料制成的层被层压在一起的部分。

[0029] 图5是例示了根据本发明的示例性实施例的模制系统的总体配置的示意图。

[0030] 图6A例示了根据本发明的示例性实施例的模制系统的材料图像形成单元的配置。

[0031] 图6B例示了根据本发明的示例性实施例的模制系统的材料图像形成单元的配置。

[0032] 图7是例示了根据本发明的示例性实施例的模制系统的操作序列的流程图。

[0033] 图8A例示了两种类型的模制材料被按某个图案部署从而按混合图案存在的情况的图案例子。

[0034] 图8B例示了两种类型的模制材料被按某个图案部署从而按混合图案存在的情况

的图案例子。

[0035] 图8C例示了两种类型的模制材料被按某个图案部署从而按混合图案存在的情况的图案例子。

[0036] 图9A例示了按不同的图案由两种类型的模制材料制成的层被层压在一起的例子。

[0037] 图9B例示了按不同的图案由两种类型的模制材料制成的层被层压在一起的例子。

[0038] 图10是例示了根据示例性实施例的模制装置的材料层形成单元的例子的示意图。

[0039] 图11是例示了两种类型的模制材料的间距和粘结层的粘结强度之间的关系的曲线图。

[0040] 图12例示了图11的测量中所用的样本的截面结构。

[0041] 图13例示了图11的测量中所用的样本中的两种类型的模制材料的部署图案。

[0042] 图14是例示了拉伸剪切(tensile shear)试验的测量例子的曲线图。

[0043] 图15是例示了两种类型的模制材料的比例和粘结层的粘结强度之间的关系的曲线图。

[0044] 图16是例示了两种类型的模制材料的混合比和粘结层的粘结强度之间的关系的曲线图。

## 具体实施方式

[0045] 在下文中,将参照附图以举例的方式描述用于实现本发明的实施例。要注意,以下示例性实施例中描述的构件的尺寸、材料、形状、相对布置等以及各种控制操作中的过程、控制参数、目标值等并非意图使本发明的范围限于此,除非描述了任何特定的限制。

[0046] 首先,将简要地描述图1A所示的模制三维模型1的例子。

[0047] 三维模型1是由部分P1和部分P2构成的,部分P1由第一模制材料Ma制成,部分P2由第二模制材料Mb制成,第二模制材料Mb是不同于第一模制材料Ma的类型。在本文中,“类型”是由化学结构确定的,并且具有不同化学结构的材料被说成是不同类型的材料。

[0048] 当通过在Z方向上层压模制材料的层来模制三维模型1时,如图1B所示,切片数据是通过在Z方向上以恒定的间距对三维模型1的三维数据进行切片而创建的,并且模制材料的层是根据切片数据层压的。这里,第一个切片(第一层)用L1表示,将被层压的最后一个切片(第n层)用Ln表示。

[0049] 从图1B可以看出,切片Lk(第k层)至切片Lm-1(第m-1层)的截面均具有小于三维模型1中的其他切片的截面。这种结构导致如下问题,即,切片Lm(第m层)需要被层压在切片Lm-1(第m-1层)的切片数据不存在的区域上,或者换句话说,模制材料的层需要被层压在不存在模制材料的区域上。

[0050] 为了解决这样的问题,将支撑部分添加到三维模型1的如下部分:在该部分中,模制材料的层需要被层压在不存在截面数据的区域上。支撑部分是模制目标中不必要的部分,因此在模制完成之后需要被移除。因此,例如,适合采用如下方法:在该方法中,支撑部分由在溶剂中溶解的材料形成,而构成三维模型1的材料在该溶剂中不溶解,并且只有该支撑部分在模制完成之后被选择性地移除。

[0051] 在下文中,构成用作模制目标的三维模型1的材料被称为结构材料,构成支撑部分的材料被称为支撑材料。当结构材料和支撑材料无需区分时,这些材料共称为模制材料。

[0052] 为了简单起见,如图1C所示,将考虑如下例子:在该例子中,通过提供由用作支撑材料的第三模制材料Mc制成的支撑部分P3,执行模制以使得第1层至第n层具有相同的截面积。然而,支撑部分的结构不限于该例子,也可以采用横梁和立柱相结合的结构。

[0053] 为了获得图1C所示的模制物体,通过将关于支撑部分的信息添加到三维模型1的截面数据来创建切片数据。根据切片数据来部署模制材料以便形成材料层,并且在提供热能或光能以使模制材料熔融的同时对这些材料层进行加压。从而,模制材料的层相互结合和层压,并且模制被实施。

[0054] 图2A例示了将沿着图1C中指示的层压平面Z1相互接合的模制材料的布置,这些模制材料分别用第k-1层的数据D(k-1)和第k层的数据D(k)表示。当第(k-1)层和第k层被层压在一起时,第一模制材料Ma和第三模制材料Mc在层压平面Z1上的区域A1中被结合在一起,第一模制材料Ma和第二模制材料Mb在区域A2中被结合在一起。此外,第二模制材料Mb的层在层压平面Z1上的区域A3中被结合在一起,第二模制材料Mb和第三模制材料Mc在区域A4中被结合在一起。

[0055] 以类似的方式,图2B例示了将沿着图1C中指示的层压平面Z2相互接合的模制材料的布置,这些模制材料分别用第m-1层的数据D(m-1)和第m层的数据D(m)表示。当第m-1层和第m层被层压在一起时,第三模制材料Mc和第二模制材料Mb在层压平面Z2上的区域A5中被结合在一起,第二模制材料Mb的层在区域A6中被结合在一起。此外,第二模制材料Mb和第一模制材料Ma在层压平面Z2上的区域A7中被结合在一起,第三模制材料Mc和第一模制材料Ma在区域A8中被结合在一起。

[0056] 一般来说,相同类型的材料(相同类型材料)适合于被结合在一起,但是不同类型的材料(不同类型材料)通常不适合于被结合在一起。因为第一模制材料Ma、第二模制材料Mb和第三模制材料Mc是类型互不相同的材料,所以这些材料几乎不适合于被结合在一起,除了非常有限的数量的组合以外,并且即使这些材料被结合在一起,它们之间的接合强度也很低。

[0057] 作为例子,将考虑使用ABS树脂作为第一模制材料Ma、使用聚缩醛树脂(POM)作为第二模制材料Mb、使用麦芽四糖(其为水溶性糖类)作为第三模制材料Mc的情况。POM具有高耐磨性和高可滑动性,并且机械强度优异。因此,POM是适合作为结构材料、但是与其他材料的可结合性非常差的材料之一。因此,可以在POM的层被结合在一起的区域A3和A6中获得良好的层压,但是在POM和麦芽四糖被结合在一起的区域A4和A5中以及在POM和ABS被结合在一起的区域A2和A7中不能实现层压。同样地在ABS和麦芽四糖被结合在一起的区域A1和A8中,难以以类似的方式将层层压在一起。

[0058] 因此,在本发明中,当从三维模型的三维形状数据产生的切片数据包括其中不同类型的材料的层将被层压在一起、具有层压困难的区域时,对具有层压困难的区域的数据进行部分修改以便使得可以将层层压在一起。具体地说,对第k-1层和第k层中的至少一个层的数据进行修改以使得其中相同类型的材料被结合在一起的部分和其中不同类型的材料被结合在一起的部分按混合图案存在于具有层压困难的区域中,在该区域中,不同类型的材料的层将沿着层压平面Z1被层压在一起。

[0059] 图3例示了来自切片数据的未修改的数据D(k-1)中的以及通过应用本发明而修改的数据D'(k)中的模制材料的布置例子。根据没有应用本发明的数据D(k),如图2A所示,只



在区域A1中部署第三模制材料Mc。然而,当应用本发明时,区域A1被修改为这样的区域:在该区域中,其中第三模制材料Mc(其在数据D(k)中被设置在区域A1中)和第一模制材料Mz(其在数据D(k-1)中被设置在区域A1中)按混合图案存在。以类似的方式,数据D(k)的区域A2被修改为其中第二模制材料Mb和第一模制材料Ma按混合图案存在的区域,并且数据D(k)的区域A4被修改为其中第三模制材料Mc和第二模制材料Mb按混合图案存在的区域。对具有层压困难的区域的数据做出这种修改使得可以对包括其中由不同类型的材料制成的层将被层压在一起的区域的层进行层压。

[0060] 本发明的有益效果被认为是通过以下现象证明的。

[0061] 图4A至4D是其中第一模制材料Ma和第二模制材料Mb的层在模制物体的区域A2中被结合和层压在一起的区域的放大视图,在该模制物体中,第k-1层L1、第k层L2和第k+1层L3按此次序被结合在一起。尽管在附图中使层之间的边界是可见的,但是实际上,这样的边界很少是可见的。

[0062] 当其中第一模制材料Ma和第二模制材料Mb按混合图案存在于第k层L2中的层被层压在第(k-1)层L1中由第一模制材料Ma形成的层上时,这些层在第一模制材料Ma被结合在一起的区域中被牢固地粘合在一起。另一方面,在第一模制材料Ma和类型不同于第一模制材料Ma的第二模制材料Mb将被结合在一起的区域中,这些层可以不被结合在一起,或者可以被以低接合强度结合。

[0063] 然而,因为这些区域在同一层内被提供、同时被熔融、然后被固化,所以类型互不相同的第一模制材料Ma和第二模制材料Mb之间的边界被认为进入图4A至4D所示的状态中的任何一种状态。因此,图4A至4D所示的状态中的任何一种状态在图3所示的区域A2中第一模制材料Ma和第二模制材料Mb之间的每个边界处随机地发生,并且第一模制材料Ma和第二模制材料Mb的凹性(concavity)和凸性(convexity)彼此配合并被机械地耦合以形成第k层L2。因此,变得可以将第k-1层L1和第k层L2在它们的整个表面上层压在一起。

[0064] 在将被层压在第k层L2上的第k+1层L3中由第二模制材料Mb制成的层在第二模制材料Mb被结合在一起的部分处可以被牢固地接合。另一方面,在第二模制材料Mb的层被层压在类型不同于第二模制材料Mb的第一模制材料Ma上的部分中,这些层可以不被结合在一起,或者可以被以低接合强度结合。

[0065] 然而,在本发明中,具有高接合强度的部分和具有低接合强度的部分是沿着层压平面按混合图案存在的,并且在具有高结合强度的部分和具有低结合强度的部分之间的边界处引入了通过机械联动的耦合。因此,第k层L2和第(k+1)层L3可以被以高粘合强度层压在一起。此外,由于之间插有第k层L2,第(k-1)层L1和第(k+1)层L3可以以高接合强度被层压在一起。在下文中,如第k层L2中那样,其中第一模制材料Ma和第二模制材料Mb被制成按混合图案存在的层被称为粘结层。

[0066] 尽管使不同类型的材料按混合图案存在的方法不限于按图3所示的图案部署材料的例子,但是优选的是,不同类型的材料以小的间隔按混合图案存在以便确保层之间的接合强度。图11是例示了在改变间距的同时测量粘结层的接合强度的结果的曲线图。图12中例示了用于评估粘结层的接合强度的样本件。样本件是如下制作的。将均由ABS树脂(Ma)制成的一百个层层压在一起,然后在这些层面上层压粘结层,在该粘结层中,ABS树脂和POM树脂(Ma)按混合图案存在。此外,在粘结层面上层压由POM树脂制成的层,在由POM树脂制成的层上

层压另一个粘结层,并且在该粘结层上层压均由ABS树脂制成的另一个一百个层。由ABS树脂制成的层的尺寸为宽度20mm、长度60mm。粘结层和由POM树脂制成的层这二者的尺寸为宽度20mm、长度20mm。由支撑材料(Mc)支撑的支撑部分设在悬垂部分处,并且在层压完成之后被移除。与ABS树脂微弱地结合的麦芽四糖用作支撑材料,因此即使在不提供粘结层的情况下,也可以实现层压,虽然层压的接合强度低。

[0067] 如图13中所示,粘结层被形成为具有如下图案(方格图案),在该图案中,以交替的方式提供部署有ABS树脂的区域和部署有POM树脂的区域,每个区域均具有每条边长(间距)为 $a$  [mm]的方形形状。创建间距 $a$ 在0.5mm、1mm、1.5mm、2mm和3mm之间变化的五个试验件,使用Tensilon RTC-125(由A&D有限公司制造)来测量每个试验件的拉伸剪切强度,并且对通过提供粘结层而获得的接合强度进行评估。

[0068] 图14中的曲线图例示了利用Tensilon RTC-125的拉伸剪切试验的例子。该曲线图中的条件A是每条边的长度(间距)为0.5mm,条件B是长度为2mm。曲线图中应力最大的点指示断裂处的应力,断裂处的应力在图11中的曲线图中被绘制为接合强度。图11中的曲线图揭示了,越小的间距导致越大的接合强度,并且接合强度特别是在每条边的长度小于2mm的范围内增大。基于上述,优选的是,不同类型的材料以小的间隔按混合图案存在以便确保层之间的接合强度,并且可能特别优选的是,材料以小于2mm的间隔按混合图案存在。

[0069] 尽管图3中例示了修改第 $k$ 层的数据的例子,但是这不是限制性例子。例如,第 $k-1$ 层中的区域A1、A2和A4的数据可以被修改为使得部署在将被层压在第 $k-1$ 层上的第 $k$ 层的区域A1、A2和A4中的模制材料按混合图案存在于第 $k-1$ 层中。可替代地,数据可以被修改为使得图案在第 $k-1$ 层和第 $k$ 层这两层中改变并且不同类型的材料按混合图案存在于两层中。然而,在如图2B中所示的区域A5或A8中那样,在支撑材料层和结构材料层将被层压在一起的区域中提供粘结层的情况下,优选的是,数据被修改为使得在支撑材料侧的第 $m-1$ 层的区域A5和A8变为粘结层。这样的方法使得可以移除通过后处理由于对切片数据的修改而在模制目标的表面上可能产生的任何不均匀。

[0070] 在下文中,将详细地描述本发明的示例性实施例。

[0071] 第一示例性实施例

[0072] 模制系统的总体配置

[0073] 首先,将描述根据本发明的示例性实施例的模制系统的总体配置。图5示意性地例示了用作模制系统的例子的模制装置的总体配置。

[0074] 根据本示例性实施例的模制装置是通过层压其中材料被二维地部署的材料层来制造三维物体的类型的AM系统。

[0075] 如图5所示,模制装置包括控制单元U1、材料层形成单元U2和层压单元U3。控制单元U1执行从模制目标的三维形状数据产生切片数据的处理、模制装置的每个单元的控制等。材料层形成单元U2使用例如电子照相过程来形成由模制材料制成的材料层。层压单元U3通过将由材料层形成单元U2形成的多个材料层顺序地层压且牢固地接合在一起来形成三维物体。

[0076] 单元U1至U3均可以容纳在单独的壳体中,或者可以容纳在单个壳体中。要注意,图5所示的单元配置仅仅是例子,也可以采用不同的配置。

[0077] 控制单元

[0078] 将描述控制单元U1的配置。如图5中所示,控制单元U1包括三维形状数据获取单元U10和切片数据产生单元U11,并且充当用于产生模制数据的数据处理设备。控制单元U1还包括材料层形成控制单元U12和层压控制单元U13,并且还充当控制设备。切片数据产生单元U11包括切片数据修改单元U110。

[0079] 三维形状数据获取单元U10具有从外部接受三维模型(模制目标)的三维形状数据的功能。通过3D CAD、3D建模器、3D扫描器等创建或输出的数据可以用作三维形状数据。该数据的文件格式没有特别限制,并且可以优选使用例如STL(立体光刻)文件格式。

[0080] 切片数据产生单元U11在预定方向上以预定间距对三维形状数据表达的三维模型进行切片,计算每个层的截面形状,并且基于所获得的截面形状来产生在材料层形成单元U2形成材料层时所必需的切片信息。切片信息包括关于每个切片的信息,诸如模制材料的类型、颜色和布置。此外,切片数据产生单元U11对三维形状数据或切片信息进行分析以确定是否存在悬垂部分(其中沿着层压平面没有材料的部分),并且通过在必要时添加用于部署支撑材料的信息来产生切片数据。这里,切片数据是指包括诸如每层中的结构材料和支撑材料的类型、颜色和布置之类的信息的数据组。

[0081] 另外,切片数据产生单元U11对相互接触的并将被层压在一起的层的数据进行分析以提取不同类型的材料的层将被层压在一起的区域。如果确定在提取的区域中难以层压,则切片数据修改单元U110将相互接触的并将被层压在一起的层中的至少一层的数据修改为粘结用数据。如本文所使用的粘结用数据是通过将其中不同类型的材料的层根据从三维模型的三维形状数据产生的未修改的切片数据要被层压在一起的区域的数据修改为其中不同类型的材料按混合图案存在于层内的区域而获得的数据。

[0082] 尽管稍后将描述细节,但是根据本示例性实施例的材料层形成单元U2可以用多种类型的模制材料形成材料层。因此,切片数据包括与每种模制材料的图像(布置)相对应的数据。切片数据的文件格式可以例如是多值图像数据(每个值表示材料的类型)或多平面图像数据(每个平面对应于材料的类型)。

[0083] 材料层形成控制单元U12具有基于切片数据产生单元U1产生的切片数据或被修改为包括粘结用数据的数据来控制材料层形成单元U2的材料层形成过程的功能。层压控制单元U13具有控制层压单元U3的层压过程的功能。稍后将描述每个单元的控制的特定内容。

[0084] 尽管在附图中没有例示,但是控制单元U1还包括操作单元、显示单元和存储单元。操作单元是从用户接收指令的功能。例如,电源的开/关、装置的各种设置、操作指令等的输入是可能的。显示单元具有向用户呈现信息的功能。例如,可以呈现各种设置屏幕、错误消息、操作状态等。存储单元具有存储三维形状数据、切片数据、各种设置值等的功能。

[0085] 控制单元U1可以由硬件构成,诸如中央处理单元(CPU)、存储器、辅助存储设备(硬盘、闪存等)、输入设备、显示设备以及设有各种I/F的计算机。上述功能U10至U13和U110被实现为CPU加载存储在辅助存储设备等中的程序并且执行该程序以控制必要的设备。上述功能中的一些或全部可以改为由诸如专用集成电路(ASIC)或现场可编程门阵列(FPGA)之类的电路构成,或者可以由另一个计算机使用诸如云计算或栅格计算之类的技术执行。

[0086] 材料层形成单元

[0087] 接着,将描述材料层形成单元U2的配置。材料层形成单元U2是使用电子照相过程来形成由模制材料的颗粒制成的材料层的单元。电子照相过程是通过如下一系列过程来形

成期望的图像的技术,即,给感光构件充电、通过曝光形成潜像、使显影剂颗粒粘附到潜像、以及形成显影剂图像。电子照相过程的原理与2D打印机(诸如复印机)中所用的电子照相过程是共同的。然而,用作三维建模设备中的显影剂的材料具有与调色剂材料的特性不同的特性,因此情况通常是2D打印机中的过程控制或构件结构在没有修改的情况下是不能使用的。

[0088] 如图5中所示,材料层形成单元U2包括第一材料图像形成单元10a、第二材料图像形成单元10b、第三材料图像形成单元10c、第一传送构件11、传送构件清洁设备12以及图像检测传感器13。第一材料图像形成单元10a是用于通过使用第一模制材料Ma形成材料图像的图像形成单元,并且包括图像承载构件100a、充电设备101a、曝光设备102a、显影设备103a、转印设备104a以及清洁设备105a。第二材料图像形成设备10b和第三材料图像形成单元10c均具有与第一材料图像形成单元10a的配置类似的配置。

[0089] 在本示例性实施例中,典型的热塑性树脂用作第一模制材料Ma,难以接合的热塑性树脂用作第二模制材料Mb,热塑性水溶性材料用作第三模制材料Mc。第一模制材料Ma和第二模制材料Mb是结构材料,第三模制材料Mc是支撑材料。

[0090] 典型的热塑性树脂的例子包括ABS和PS(聚苯乙烯),难以粘合的热塑性树脂的例子包括POM(聚缩醛)、PE(聚乙烯)和PP(聚丙烯)。第一模制材料和第二模制材料可以均选自以上例子中的对应的一个例子。支撑材料的例子包括糖类、聚乳酸(PLA)、PVA(聚乙烯醇)和PEG(聚乙二醇),糖类的更具体的例子包括蔗糖、乳糖、麦芽糖和麦芽四糖。模制材料均适合以由具有不小于 $5\mu\text{m}$ 、也不大于 $50\mu\text{m}$ 的平均颗粒尺寸的颗粒制成的粉末的形式使用,并且从模制精度和模制速度的角度来讲,由具有不小于 $15\mu\text{m}$ 、也不大于 $30\mu\text{m}$ 的平均颗粒尺寸的颗粒制成的粉末是更适合使用的。

[0091] 材料图像形成单元10a、10b和10c沿着第一传送构件11的表面被设置。尽管用于第一模制材料的材料图像形成单元10a在图5中被设置在传送方向上的最上游侧,但是材料图像形成单元的设置次序可以根据需要来设定。另外,材料图像形成单元的数量可以多于三个,并且可以视情况根据待使用的模制材料的类型而增加。通过组合质量、颜色、硬度、物理性质等不同的多种类型的材料,可以制造更多种类的三维物体。该系统的可扩展性优异的这个要点可以被说成是使用电子照相过程的模制装置的优点。

[0092] 在下文中,将详细地描述材料层形成单元U2的每个单元的配置。在材料图像形成单元10a至10c所共有的描述中,省略附加到组成元件的附图标记的字母a至c,并且将使用诸如材料图像形成单元10和图像承载构件100之类的表达。

[0093] 图像承载构件

[0094] 图6A例示了材料图像形成单元10的配置,图6B例示了显影设备103的详细配置。

[0095] 图像承载构件100是用于承载静电潜像的构件。在本文中,使用感光鼓,在该感光鼓中,具有感光性的感光层形成在由诸如铝之类的金属制成的圆柱体的外周面上。可以使用有机光电导体(OPC)、非晶硅光电导体、硒光电导体等作为光电导体,并且可以视情况根据三维建模装置的所需性能的预期用途来选择光电导体的类型。图像承载构件100由框架(未例示)可旋转地支撑,并且在形成图像时通过马达(未例示)在该图中在顺时针方向上以恒定速度旋转。

[0096] 充电设备

[0097] 充电设备101是用于给图像承载构件100的表面均匀充电的充电单元。尽管在本示例性实施例中使用通过电晕放电的非接触式充电方法,但是也可以使用其它充电方法,诸如使充电辊与图像承载构件100的表面接触的辊充电方法。

#### [0098] 曝光设备

[0099] 曝光设备102是根据图像信息(切片数据)使图像承载构件100曝光并且在图像承载构件100的表面上形成静电潜像的曝光单元。曝光设备102例如由光源(诸如半导体激光器或发光二极管)、由高速旋转的多面镜构成的扫描机构以及光学构件(诸如成像透镜)构成。

#### [0100] 显影设备

[0101] 显影设备103是通过将显影剂(在本文中,第一模制材料、第二模制材料和第三模制材料的粉末)供应给图像承载构件100来使静电潜像显现的显影单元(在本说明书中,用显影剂显现的图像被称为材料图像)。图6B例示了显影设备103的详细配置。显影设备103包括容器1030、供应辊1031、显影辊1032以及调节构件1033,容器1030存放显影剂,供应辊1031设在容器1030内部,显影辊1032承载显影剂并将显影剂供应给图像承载构件100,调节构件1033调节显影剂的厚度。供应辊1031和显影辊1032由容器1030可旋转地支撑,并且在形成图像时通过马达(未例示)在该图中在逆时针方向上以恒定速度旋转。已经被供应辊1031搅拌和充电的显影剂的粉末被供应给显影辊1032,并且使其层厚度被调节构件1033调节以具有基本上相当于一个颗粒的颗粒尺寸的厚度。然后,在显影辊1032和图像承载构件100彼此相对的部分处对静电潜像进行显影。显影方法包括反转显影方法和常规显影方法,并且两种方法中的任一种都可以被采用,在反转显影方法中,使显影剂粘附到电荷已经通过曝光被移除的部分,在常规显影方法中,使显影剂粘附到尚未曝光的部分。

[0102] 显影设备103可以具有所谓的显影盒结构,并且可以可拆卸地提供到材料层形成单元U2。这使得更加容易通过替换盒子来补充或更换模制材料(第一模制材料、第二模制材料或第三模制材料)。可替代地,图像承载构件100、显影设备103、清洁设备105等可以集成到盒子(所谓的处理盒)中,并且可以使图像承载构件本身是可替换的。在图像承载构件100的耗损或寿命根据结构材料或支撑材料的类型、硬度、颗粒尺寸而特别成问题的情况下,处理盒配置就效用和便利性而言是更有利的。

#### [0103] 转印设备

[0104] 转印设备104是将图像承载构件100上的材料图像转印到第一传送带11的表面上转印单元。转印设备104被设置为与图像承载构件100相对(第一传送带11插入在它们之间),并且通过施加与图像承载构件100上的材料图像的极性相反的极性的电压来将材料图像静电地转印到第一传送带11上。从图像承载构件100到第一传送带11上的转印也被称为一次转印。尽管在本示例性实施例中使用利用电晕放电的转印方法,但是也可以使用除了静电转印方法之外的辊转印方法或其它转印方法。

#### [0105] 清洁设备

[0106] 清洁设备105是收集图像承载构件100上的尚未被转印的残留显影剂并且清洁图像承载构件100的表面的单元。尽管在本示例性实施例中采用了通过用清洁刮刀刮掉显影剂的刮刀类型的清洁设备105,其中清洁刮刀被使得在反方向上邻接图像承载构件100,但是也可以使用刷子类型或静电吸附类型的另一清洁设备。

### [0107] 第一传送带

[0108] 第一传送带11是每个材料图像形成单元10形成的材料图像被转印到其上的承载传送构件。第一模制材料的材料图像首先从位于第一传送带的传送方向上的上游的材料图像形成单元10a转印。然后,第二模制材料的材料图像从位于材料图像形成单元10a的下游的材料图像形成单元10b转印,并且第三模制材料(支撑材料)的材料图像从位于更下游的材料图像形成单元10c转印以便与第一模制材料的材料图像配准。由此,在第一传送带11的表面上形成由第一模制材料至第三模制材料制成的单个材料层。此时,可以在产生切片数据时调整每个材料图像的位置和尺寸以使得材料图像不相互重叠。于是,当材料图像相互重叠时可能引起的材料层的厚度变化可以被尽可能地抑制。

[0109] 第一传送带11是由树脂材料(诸如聚酰亚胺)制成的环形带,并且如图5中所示,在多个辊110和111上伸展。除了辊110和111之外,还可以提供张力辊,并且可以使第一传送带11的张力是可调的。辊110和111中的至少一个是驱动辊,并且当形成图像时,通过马达(未例示)的驱动力使第一传送带11在该图中的逆时针方向上旋转。另外,辊110是在层压单元U3的二次转印辊31和辊110之间形成二次转印部的辊。

[0110] 尽管环形带在本文中用作第一传送构件,但是这不是限制性例子,也可以采用板状传送构件。

### [0111] 带清洁设备

[0112] 带清洁设备12是清洁第一传送带11的表面上残留材料的单元。尽管在本示例性实施例中采用通过清洁刮刀刮掉第一传送带11上的材料的刮刀方法,其中清洁刮刀被使得在反方向上邻接第一传送带11,但是也可以使用刷子类型的或静电吸附类型的另一清洁设备。

### [0113] 图像检测传感器13

[0114] 图像检测传感器13是获取与第一传送带11的表面上承载的材料层有关的信息的检测单元。图像检测传感器13的检测结果用于配准材料层、控制与后一级的层压单元U3的定时、或者检测与材料层的形状、厚度、位置等有关任何异常。

[0115] 到目前为止,已经描述了使用电子照相过程的材料层形成单元,但是材料层形成单元可以被配置为采用任何其他的过程,诸如喷墨过程,只要可以将多种材料部署在预定位置处即可。

### [0116] 层压单元

[0117] 接着,将描述层压单元U3的配置。层压单元U3是从第一传送带11接收由材料层形成单元U2形成的材料层并且通过顺序地层压并且牢固地接合所接收的材料层来形成三维物体的部分。

[0118] 如图5中所示,层压单元U3包括第二传送构件(带)30、二次转印辊31、图像检测传感器32、加热器33以及台架34。在下文中,将详细地描述层压单元U3的每个单元的配置。

### [0119] 第二传送带

[0120] 第二传送带30是从第一传送带11接收由材料层形成单元U2形成的材料层并且将所接收的材料层传送到层压位置的第二承载传送构件。层压位置是这样的位置:在该位置处,使材料层与层压表面接触以便将材料层堆叠到台架上或正被制造的模制物体的层压表面上。在图5所示的配置中,第二传送带30被加热器33和台架34夹紧的部分对应于层压位

置。

[0121] 第二传送带30是由具有耐热性的材料(诸如金属或聚酰亚胺)制成的环形带,并且在二次转印辊31以及多个辊301、302、303和304上伸展,如图5中所示。辊31、301和302中的至少一个是驱动辊,并且通过马达(未例示)的驱动力使第二传送带30在该图中的顺时针方向上旋转。辊303和304形成辊对,其起到调整第二传送带30的张力并且使通过层压位置的第二传送带30(即,材料层被层压时的材料层)保持平整的作用。

[0122] 第二传送构件30不限于环形带,也可以采用板状模式。另外,尽管图5所示的示例性装置包括多个传送构件(第一传送构件和第二传送构件),但是也可以采用省略第二传送构件或第一传送构件的配置。

[0123] 二次转印辊

[0124] 二次转印辊31是用于将材料层从材料层形成单元U2的第一传送带11转印到层压单元U3的第二传送带30的转印单元。二次转印辊31通过用材料层形成单元U2的相对辊110夹紧第一传送带11和第二传送带30来在第一传送带11和第二传送带30之间形成二次转印夹紧区。与材料层的极性相反的极性的偏压从电源(未例示)施加于二次转印辊31,从而材料层被转印到第二传送带30上。

[0125] 图像检测传感器32

[0126] 图像检测传感器32是读取与承载在第二传送带30的表面上的材料层有关的信息的检测单元。图像检测传感器32的检测结果用于配准材料层或控制到层压位置的传送定时。

[0127] 加热器

[0128] 加热器33是控制传送到层压位置的材料层的温度的温度控制单元。可以使用例如陶瓷加热器、卤素加热器等作为加热器33。另外,除了用于加热的配置之外,还可以提供用于通过使材料层散热或冷却来主动地降低材料层的温度的配置。加热器33的下表面(朝向带的表面)是平整的,并且还起到用于通过层压位置的第二传送带30的引导件的作用和将均匀压力施加于材料层的加压构件的作用。

[0129] 台架

[0130] 台架34是在其上形成模制物体的平整台架。台架34可以被致动器(未例示)在垂直方向(在层压位置处垂直于带表面的方向)上移动。当传送到层压位置的材料层被台架34和加热器33夹紧、被加热并且被加压(必要时进行散热或冷却)时,材料层从第二传送带30转印到台架34。第一个材料层被转印到台架34上,第二个材料层及其后面的材料层被堆叠到台架34上正制造的模制物体上。以这种方式,在本示例性实施例中,加热器33和台架34构成层压材料层的层压设备。

[0131] 模制装置的操作

[0132] 接着,将描述具有上述配置的模制装置的操作。在本文中,描述是基于切片数据产生单元U11产生第一切片数据的处理已经完成的前提,并且将按顺序描述形成每层中的材料层的过程和层压材料层的过程。图7是例示了根据本示例性实施例的模制装置的操作序列例子的流程图。

[0133] 材料层形成过程

[0134] 首先,控制单元U1控制诸如马达之类的驱动源以使得每个材料图像形成单元10的

图像承载构件100、第一传送带11和第二传送带30以相同的外周速度(处理速度)同步旋转。

[0135] 在旋转速度稳定之后,最上游侧的材料图像形成单元10a开始形成图像(S501)。具体地说,控制单元U1控制充电设备101a,并且将图像承载构件100a的整个表面基本上均匀地充电到预定极性和预定充电电位。然后,控制单元U1用曝光设备102a使充电的图像承载构件100a的表面曝光。这里,电荷通过曝光被移除,从而在被曝光部分和未曝光部分之间生成电位差。通过该电位差形成的图像是静电潜像。与此同时,控制单元U1驱动显影设备103a以使结构材料的粉末粘附到图像承载构件100a的潜像,并且形成结构材料的图像。该材料图像被转印设备104a一次转印到第一传送带11上。

[0136] 另外,按照从材料图像形成单元10a的图像形成的开始起算的预定时间差,控制单元U1开始位于材料图像形成单元10a下游的材料图像形成单元10b和10c的图像形成(S502、S503)。材料图像形成单元10b和10c的图像形成是按与材料图像形成单元10a的图像形成过程类似的过程执行的。这里,从图像形成的开始起算的时间差被设置为通过将从上游侧的材料图像形成单元10a中的一次转印夹紧区到下游侧的材料图像形成单元10b或10c中的一次转印夹紧区的距离除以处理速度而获得的值。由此,材料图像形成单元10a、10b和10c中的每个材料图像形成单元形成的两个材料图像被配准并且被转印在第一传送带11上,从而形成由两种类型的结构材料和支撑材料制成的单个材料层(S504)。这里,所形成的材料层被称为第i材料层(i是正整数)。对于不存在悬垂部分并且不需要支撑部分的截面,不执行材料图像形成单元10c的图像形成。在这种情况下,材料层仅由第一结构材料和第二结构材料的材料图像形成。以这种方式形成的材料层被第一传送带11传送到层压单元U3。

[0137] 第i层的层压过程

[0138] 虽然形成材料层的操作是如上所述那样执行的,但是层压单元U3的第二传送带30在第二传送带30与第一传送带11接触的状态下以相同的外周速度(处理速度)同步旋转。然后,在第一传送带11上的材料层的前缘到达二次转印夹紧区的定时处,控制单元U1将预定转印偏压施加于二次转印辊31,并且使第i材料层转印到第二传送带30上(S505)。

[0139] 第二传送带30继续以相同的处理速度旋转,并且在图5中的箭头指示的方向上传送第i材料层。然后,由图像检测传感器32检测第二传送带30上的材料层的位置。控制单元U1基于检测结果来传送材料层(S506),并且第二传送带30在第i材料层到达层压位置的定时处停止(S507)。其后,控制单元U1升高台架34以使台架34靠近第二传送带30,并且使层压表面与第二传送带30上的第i材料层接触(S508)。

[0140] 在这种状态下,控制单元U1根据预定的温度控制序列来控制加热器33的温度。具体地说,在预定的时间段内执行将加热器33的温度升高到第一目标温度的第一模式,并且材料层中的模制材料被热熔融(S509)。由此,使材料层软化,并且软化的材料层和层压表面紧密接触。之后,在预定的时间段内执行控制加热器33的温度为低于第一目标温度的第二目标温度的第二模式,并且使软化的材料层固化到层压表面上,然后从第二传送带30的表面剥离该材料层(S510),并且降低台架34(S511)。

[0141] 这里,温度控制序列、目标温度、加热时间等是根据用于形成材料层的第一模制材料至第三模制材料的特性而设定的。例如,第一模式下的第一目标温度被设置为高于用于形成材料层的材料的熔点或玻璃转变点之中的最高温度的值。同时,第二模式下的第二目标温度被设置为低于用于形成材料层的材料的结晶温度或非晶材料的玻璃转变点之中的



最低温度的值。这样的温度控制使得可以使具有不同热熔融性质的多种颗粒材料的整个材料层在共同的熔融温度范围内软化、然后使整体在共同的固化温度范围内固化。从而,可以以稳定的方式使其中多种模制材料按混合图案存在的材料层熔融和固化。

[0142] 第 $i+1$ 层的形成过程

[0143] 随后,开始形成接下来将被层压的第 $i+1$ 材料层的过程,此时,切片数据产生单元U11对已经层压的第 $i$ 材料层的数据和接下来将被层压的第 $i+1$ 材料层的数据进行分析(S512)。确定第 $i$ 材料层和第 $i+1$ 材料层的层压表面是否包括其中不同类型的材料的层将被层压的区域,并且如果确定层压表面包括这样的区域,则确定该区域中的层压是否困难。如果确定层压在该区域中是困难的,则确定需要修改数据。可以基于预先关于将被层压的不同类型的材料和使层压困难的尺寸获得的层压兼容性来确定层压是否困难。如果确定需要修改数据,则切片数据修改单元U110将层压困难的区域的数据变为用于粘附的数据。

[0144] 例如,提取出第 $i$ 层中不同于第一模制材料的第二模制材料的层将被层压在第一模制材料的层上的区域,并且如果该区域包括尺寸大于使层压困难的尺寸的区域,则确定需要修改数据。然后,在已经确定需要修改数据的区域中,将第 $i+1$ 层的数据变为用于粘附的数据,在该用于粘附的数据中,与第 $i$ 层相同类型的第一模制材料和第二模制材料按混合图案存在(S513)。

[0145] 这里,尽管例示了对第 $i$ 层的数据和第 $i+1$ 层的数据进行分析并且对第 $i+1$ 层的数据进行修改的例子,但是这不是限制性例子。除了第 $i+1$ 层之外,还可以将第 $i+2$ 层中的和之后将被层压在第 $i+1$ 层上方的材料层的数据改变为用于粘附的数据。另外,可以对跨整个层压(粘结)表面的多个层的数据进行分析,并且可以对这些层中的必要区域的数据进行修改以形成用于粘附的数据。

[0146] 可以通过用数字表达第 $i+1$ 层和第 $i$ 层的数据的位置信息和材料信息并且通过获得它们之间的差值来提取其中不同类型的模制材料的层将被层压在一起的区域。例如,可以将颜色信息(诸如,第一结构材料是青色,第二结构材料是品红,支撑材料是黄色)附加到切片数据,并且可以获得每个位置处的颜色信息的数值之间的差值。可替代地,第一模制材料可以用数字表示为“0”,第二模制材料可以用数字表示为“1”,第三模制材料可以用数字表示为“2”,并且可以获得它们之间的差值。

[0147] 在本示例性实施例中,通过对相互接触并且将被层压在一起的层的数据进行分析来提取其中不同类型的材料的层将被层压在一起的区域,并且将该数据修改为用于粘附的数据,但是这并不是限制性例子。例如,当从三维模型的切片信息产生切片数据时,可以提取其中不同类型的模制材料的层将被层压在一起的具有层压困难的区域,并且可以预先将其数据修改为包括用于粘附的数据的切片数据。到用于粘附的数据的修改可以对相互接触并且将被层压在一起的第 $i$ 层和第 $i+1$ 层中的至少一层执行,或者可以对层压表面前面的多个层或将被层压在层压表面上的多个层执行。

[0148] 用作粘结层的第 $i+1$ 材料层是基于修改的数据(用于粘附的数据)以与第 $i$ 材料层类似的方式形成的。所形成的第 $i+1$ 材料层被第一传送带11传送到层压单元U3,并且以与上述层压过程类似的过程层压在层压表面上。

[0149] 当在用作粘结层的第 $(i+1)$ 层中按混合图案存在的第一模制材料的比例相对于第 $i$ 层中的第一模制材料太小时,其中第一模制材料和第二模制材料按混合图案存在的区域

不能被层压在第一模制材料的层上。另外,当将按混合图案存在的第一模制材料的比例太高时,第二模制材料不能被粘合到第一模制材料,并且第*i*+1层不能被层压在第*i*层上。

[0150] 因此,测量S1与S2的比率和粘结强度之间的关系,其中,S1表示在第一模制材料和第二模制材料按混合图案存在的区域中被第一模制材料占据的部分的总面积,S2表示在该区域中被第二模制材料占据的部分的总面积。具体地说,两种类型的模制材料中的一种是按方形图案设置的,在该方形图案中,如图8A所示的图案中那样,每个方形的每条边长1mm。然后,创建图12所示的试验件,其中S1和S2之间的关系是通过改变图案的间距(密度)而变化的,并且以与上述方式类似的方式测量拉伸剪切强度。这里,图8A中的Ma是ABS树脂,Mb是POM树脂。在图15中例示了结果。

[0151] 优选的是,在第一模制材料和第二模制材料按混合图案存在的区域中,S1和S2满足表达式(1)。当第一模制材料和第二模制材料按不满足表达式(1)的比例存在于混合图案中(曲线图中的纯白点)时,发生层压失败,并且当两种类型的材料不存在于混合图案中时,层不能被层压在一起。

[0152] [数学式1]

$$[0153] \quad 0.20 \leq \frac{S1}{(S1+S2)} \leq 0.80 \quad \dots (1)$$

[0154] 更优选的是,S1和S2满足表达式(2)。

[0155] [数学式2]

$$[0156] \quad 0.42 \leq \frac{S1}{(S1+S2)} \leq 0.65 \quad \dots (2)$$

[0157] 另外,当S1和S2满足表达式(3)时,接合强度最大化。

[0158] [数学式3]

$$[0159] \quad \frac{S1}{S1+S2} = 0.5 \quad \dots (3)$$

[0160] 图8A至8C例示了当使两种类型的模制材料存在于混合图案中时的布置图案例子。该图案不受特别限制,但是为了均匀地使层接合,优选的是,精细地分散这两种类型的模制材料,并且特别优选的是,以在至少一个方向上小于2mm的间隔部署这两种类型的材料。

[0161] 在粘结层被层压之后,开始形成接下来将被层压的第*i*+2材料层的过程(S501-)。对第*i*+2层的数据和第*i*+1层的修改的数据进行分析,并且确定第*i*+1材料层和第*i*+2材料层的层压表面是否包括其中不同类型的材料将被融合在一起的区域。如果存在其中不同类型的材料将被融合在一起的区域,则确定数据是否需要修改,并且执行与上述层压第*i*+1层的情况下的处理类似的处理。

[0162] 如果不存在其中不同类型的材料将在第*i*+1层和第*i*+2层之间被融合在一起并且其中接合困难的区域,第*i*+1层的数据已经被修改以便提供粘结层,则第*i*+2层的数据无需修改。然而,当如图9A和9B所示将形成多个粘结层以便提高第*i*层和第*i*+1层之间的接合强度时,第*i*+2层的数据也需要被修改为用于粘附的数据。

[0163] 当形成多个粘结层时,优选的是,使材料按与第(*i*+1)材料层的图案不同的图案存在于数据在第(*i*+2)层中的粘结层中被修改的区域中。然而,如图9A或9B中所示,应提供其

中相同类型的材料的多个层被连续层压的区域。

[0164] 当特别是如图9B中所示形成多个粘结层时,当沿着粘结层的层压方向上的截面以燕尾的方式提供不同类型的材料时,可以获得更高的接合强度,这因此是优选的。在这种情况下,如果粘结层的层数是预先设定的,则即使在第 $i+1$ 材料层和第 $i+2$ 材料层的层压表面中不存在其中不同类型的材料将被融合在一起的区域的情况下,也可以通过参考与所设定的层数相对应的数据来对数据进行修改。

[0165] 通过按所需次数重复材料层形成过程和层压过程,在台架34上形成期望的模制物体。最后,从台架34移除模制物体,用含水的溶剂(诸如热水)来移除水溶性支撑部分,从而可以制造作为模制目标的三维物体。在支撑部分被移除之后,可以对该三维物体进行例如预定处理,比如清洁、抛光或组装。

[0166] 利用根据本发明的示例性实施例的用于模制三维物体的方法和装置,如果其中不同类型的材料的层将被层压在一起的区域被包括在相互接触并且将被层压在一起的第 $i$ 层和第 $i+1$ 层之间,则分析每个区域的面积是否超过预定面积。然后,如果存在其面积超过预定面积的区域,则切片数据修改单元U11对数据进行修改以使得在该区域中形成粘结层。具体地说,接合困难的区域中的第 $i$ 层或第 $i+1$ 层的数据被修改为具有如下图案的用于粘附的数据,在该图案中,其中相同类型的材料的层被层压在一起的区域和其中不同类型的材料的层被层压在一起的区域按混合图案存在。这使得可以层压包括接合困难的区域的材料层。因此,可以制造其物理性质根据需求部分地变化的模制物体。

[0167] 第二示例性实施例

[0168] 将描述根据第二示例性实施例的模制装置。在第一示例性实施例中,两种类型的模制材料按混合图案部署在粘结层中。在本示例性实施例中,使用用于粘附的模制材料,在该模制材料中,预先混合两种类型的材料。以下,将省略与第一示例性实施例共同的描述,并且将只描述第二示例性实施例独有的过程。

[0169] 根据本示例性实施例的模制装置也可以执行根据图7中所示的流程图的材料层形成过程和层压过程。

[0170] 当开始第 $i+1$ 层的材料层形成过程时,基于已经被层压的第 $i$ 层的数据和第 $i+1$ 层的数据来分析是否包括其中不同类型的材料的层将被层压在一起的区域。如果确定包括其中不同类型的材料的层将被层压在一起的区域并且该区域中的层压困难,则确定第 $i+1$ 层的数据需要修改。然后,对第 $i+1$ 层的数据进行修改以使得由第一模制材料和第二模制材料的混合材料制成的区域被层压在第 $i$ 层中由第一模制材料制成的区域上。在本示例性实施例中同样地,数据可以被修改为使得第 $i$ 层和第 $i+1$ 层中的至少一层用作粘结层。另外,可以提供单个粘结层,或者可以提供多个粘结层。

[0171] 图10是例示了根据第二示例性实施例的三维模制装置的材料层形成单元的例子示意图。图10中的 $Ma$ 是第一模制材料, $Mb$ 是第二模制材料, $Ma+Mb$ 是第一模制材料和第二模制材料的混合材料(用于粘附的模制材料)。

[0172]  $Ma+Mb$ 可以用于形成其中第一模制材料和第二模制材料混合的区域。例如,在第 $i+1$ 层中由第二模制材料形成的区域被层压在第 $i$ 层中由第一模制材料形成的区域上的情况下, $Ma+Mb$ 可以用于形成粘结层。另外,在第 $i+1$ 层中由第一模制材料形成的区域被层压在第 $i$ 层中由第二模制材料形成的区域上的情况下, $Ma+Mb$ 可以用于形成粘结层。

[0173] 这里,使用用于粘附的模制材料来形成粘结层,该用于粘附的模制材料的充当Ma的ABS树脂的粉末和充当Mb的POM树脂的粉末的混合比是变化的,模制与第一示例性实施例的试验件类似的试验件,并且以类似的方式、通过拉伸剪切试验来对接合强度进行评估。在图16中例示了结果。类似于图15所示的结果,当POM的比例为50%时,获得最高接合强度,并且当POM的混合比不大于10%或不小于90%时,发生层压失败。换句话说,当混合在用于粘附的模制材料中的第一模制材料的量太小时,用于粘附的模制材料和第一模制材料不能被牢固地相互接合,因此不能实现层压。另一方面,当第一模制材料的量太大时,用于粘附的模制材料和第二模制材料不能被牢固地相互接合,因此不能实现层压。

[0174] 因此,优选的是,满足以下表达式(4),其中,V1表示用于粘附的模制材料中所含的第一模制材料的总体积,V2表示第二模制材料的总体积。

[0175] [数学式4]

$$[0176] \quad 0.20 \leq \frac{V1}{(V1+V2)} \leq 0.80 \quad \dots (4)$$

[0177] 更优选的是,满足以下表达式(5)。

[0178] [数学式5]

$$[0179] \quad 0.3 < \frac{V1}{V1+V2} < 0.7 \quad \dots (5)$$

[0180] 当满足以下表达式(6)时,可以获得最有利的粘结强度。

[0181] [数学式6]

$$[0182] \quad \frac{V1}{V1+V2} = 0.5 \quad \dots (6)$$

[0183] 如到目前为止所描述的,在本示例性实施例中同样地,对相互接触并且将被层压在一起的层的数据进行分析,并且如果存在其中不同类型的模制材料的层将被层压在一起的区域,则形成至少一个粘结层。具体地说,层压困难的区域的数据被修改为用于粘附的数据,通过该用于粘附的数据,用于粘附的模制材料,在该用于粘附的模制材料中,材料被混合以使得与已经被层压的层相同类型的模制材料和与所说的层不同类型的材料混合。由此,不同类型的模制材料的层可以被层压在一起。因此,可以制造其物理性质根据需求部分地变化的模制物体。

[0184] 到目前为止,已经描述了本发明的示例性实施例,但是本发明不限于这些示例性实施例,并且可以在本发明的精神的范围内,做出各种修改和改变。

[0185] 虽然已经参照示例性实施例描述了本发明,但是要理解本发明不限于所公开的示例性实施例。权利要求的范围应被给予最广泛的解释以便包含所有这种修改以及等同的结构和功能。

[0186] 本申请要求2015年12月21日提交的日本专利申请No.2015-249088和2016年12月7日提交的日本专利申请No.2016-237685的权益,这些申请特此全文通过引用并入本文。

[0187] 引用符号列表

[0188] U1 控制单元

[0189] U2 材料层形成单元

[0190] U3 层压单元

- [0191] U11 切片数据产生单元
- [0192] U110 切片数据修改单元
- [0193] 10、10a、10b、10c、10d 材料图像形成单元
- [0194] 11 第一传送带(第一传送构件)
- [0195] 20 第二传送带(第二传送构件)
- [0196] 33 加热器
- [0197] 34 台架

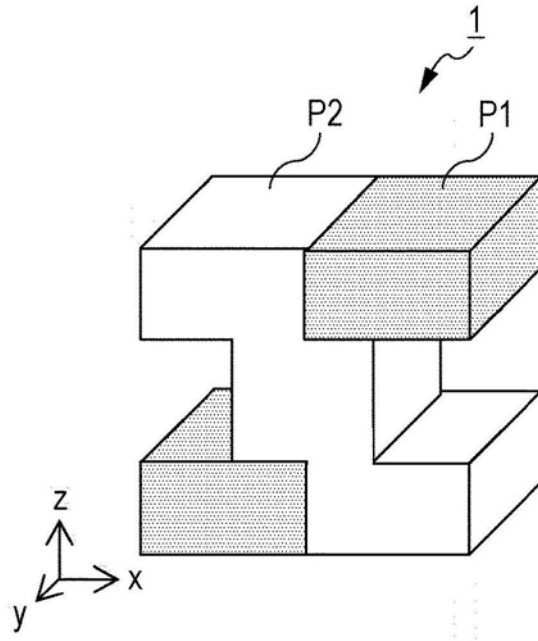


图1A

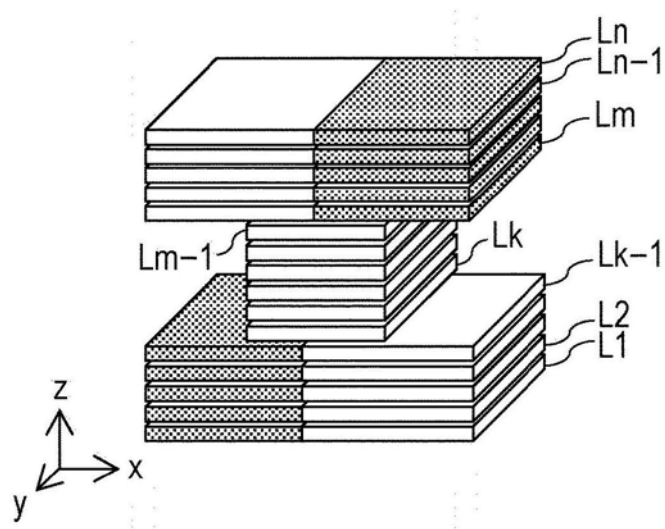


图1B

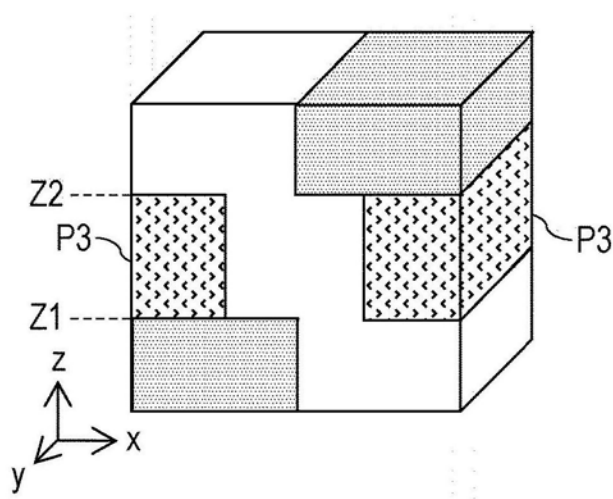


图1C

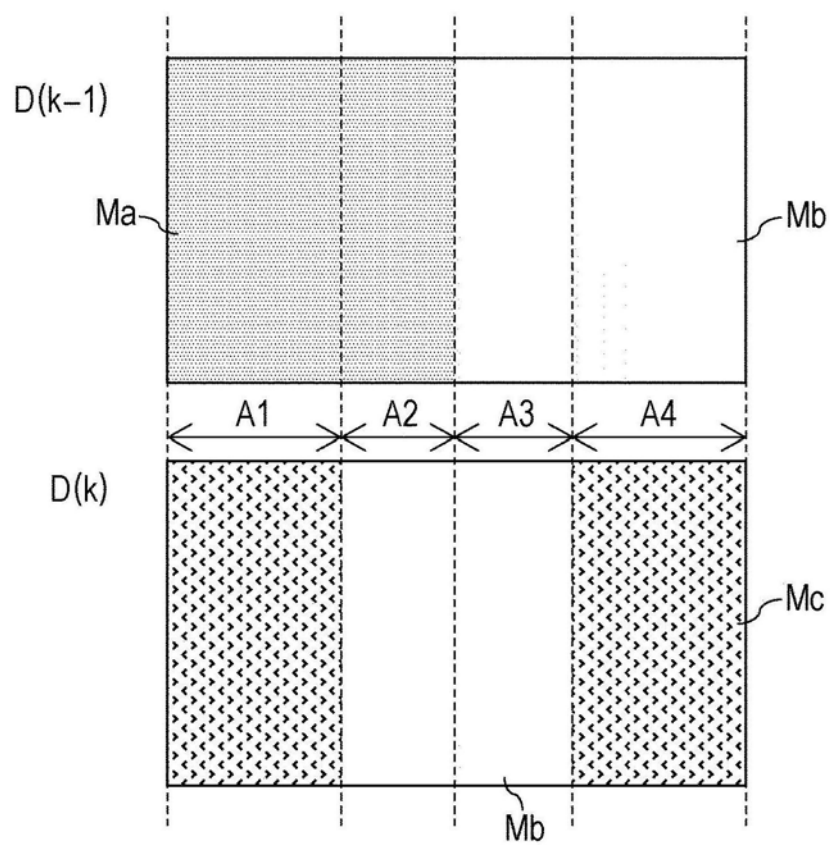


图2A

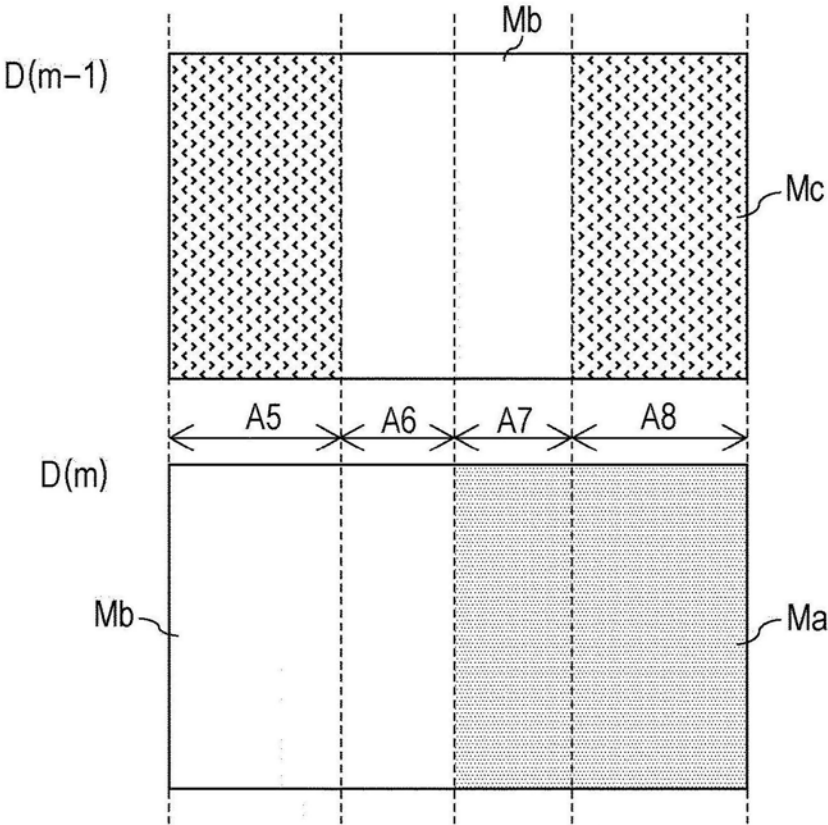


图2B



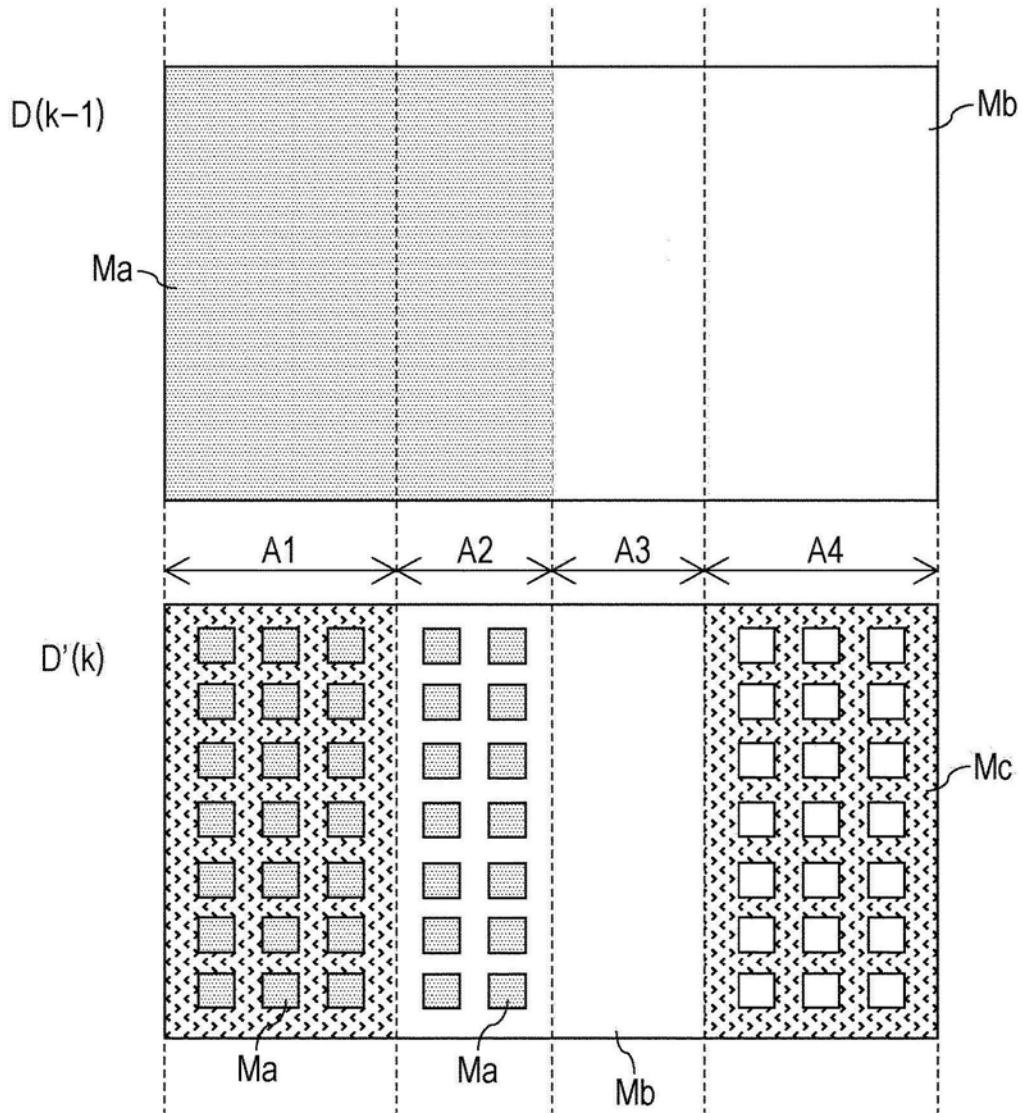


图3

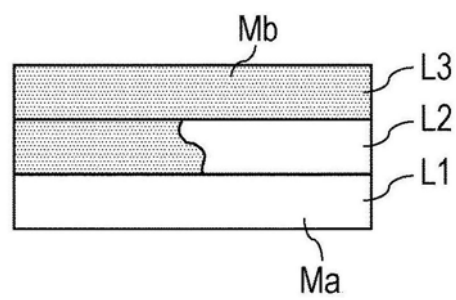


图4A

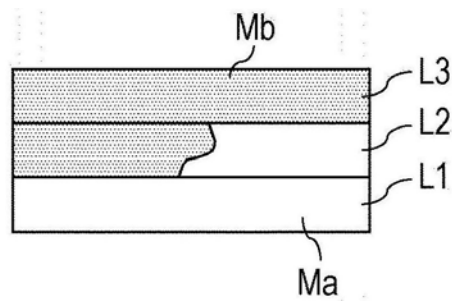


图4B

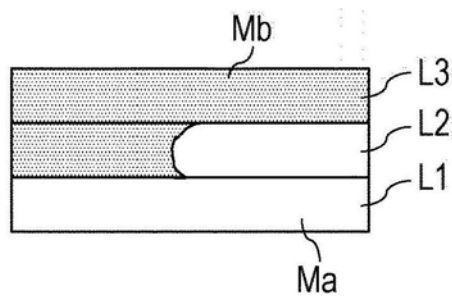


图4C

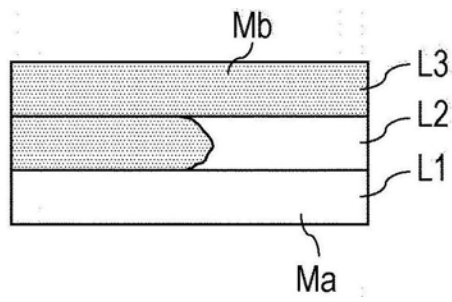


图4D

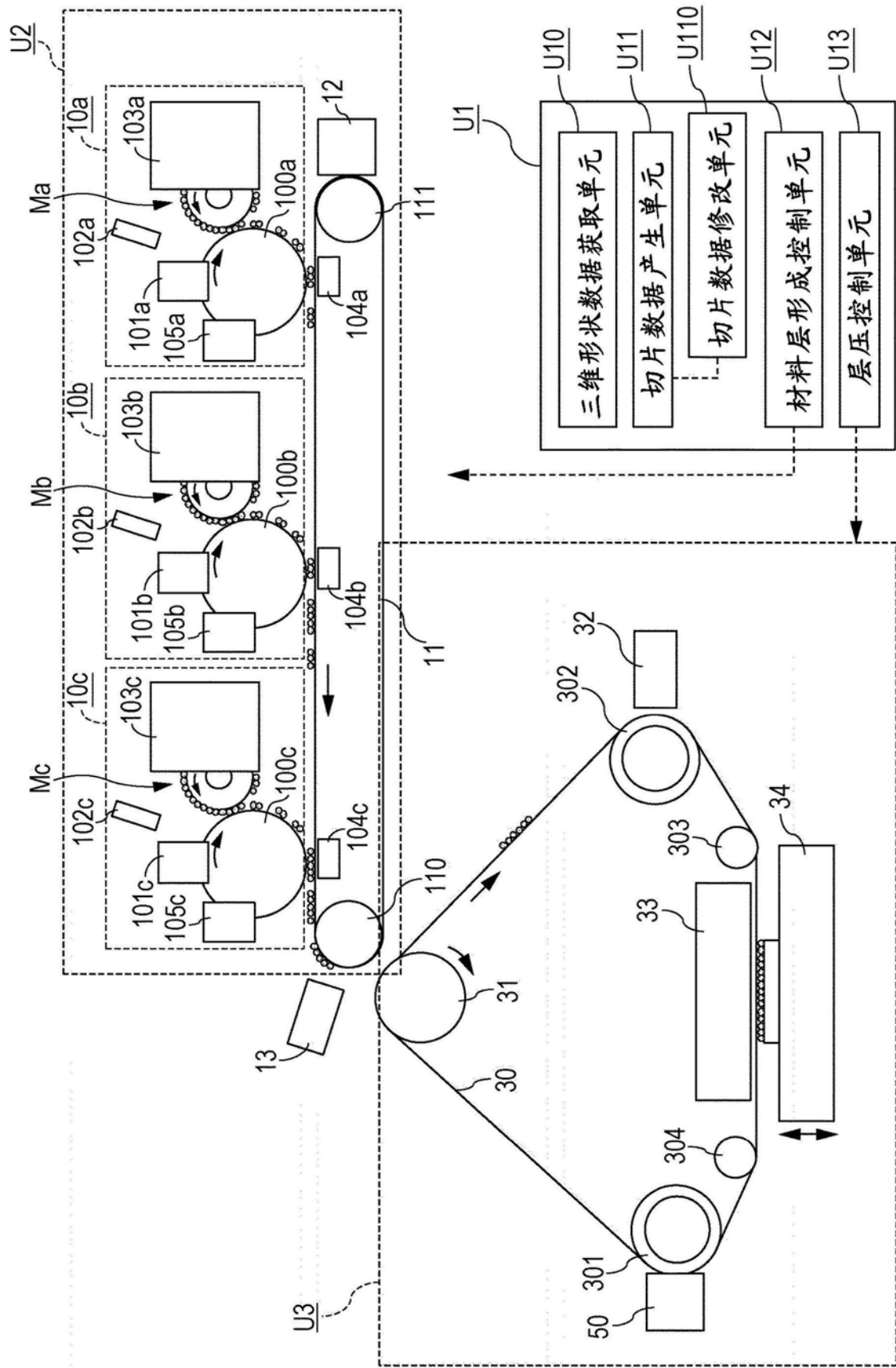


图5

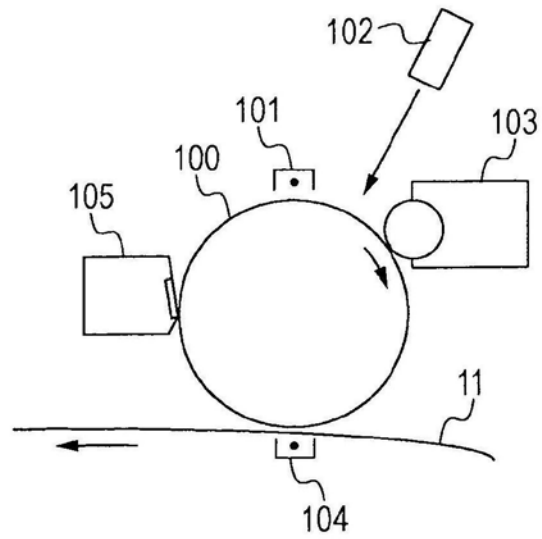


图6A

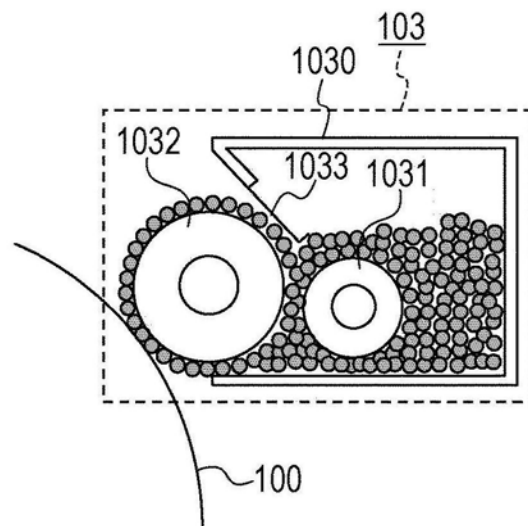


图6B

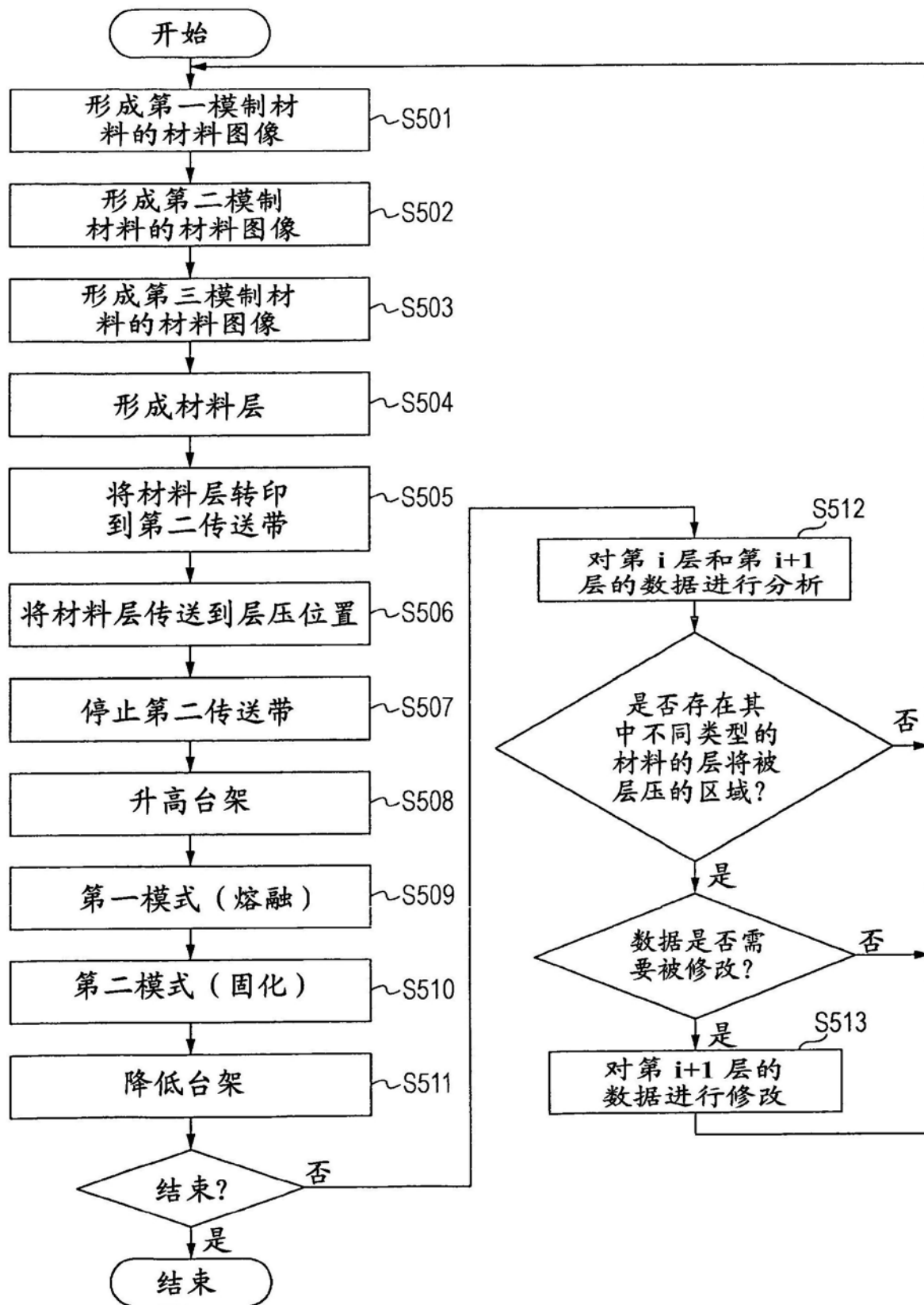


图7

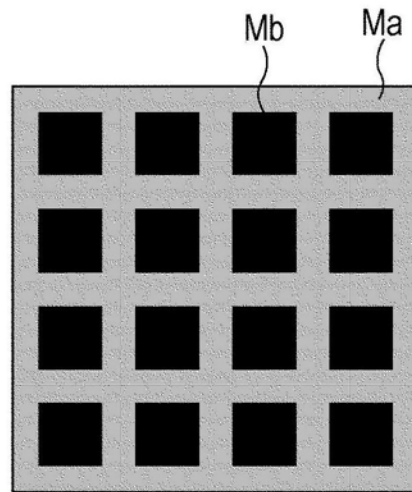


图8A

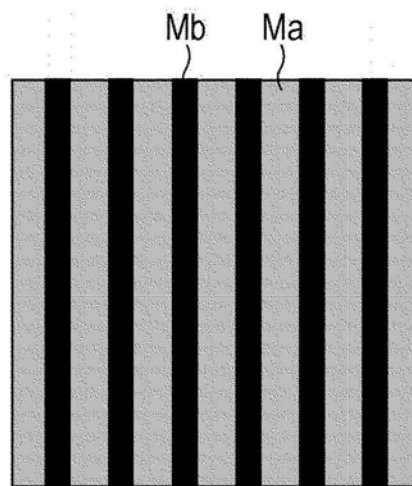


图8B

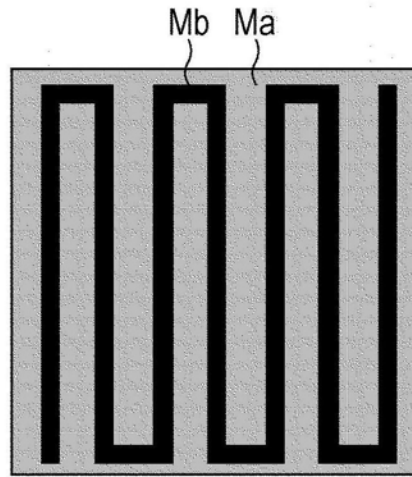


图8C

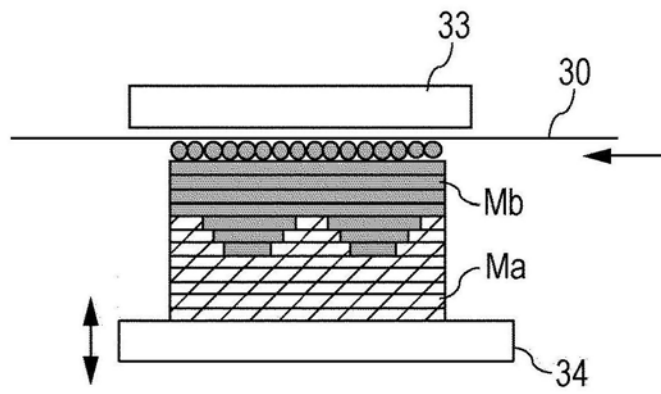


图9A

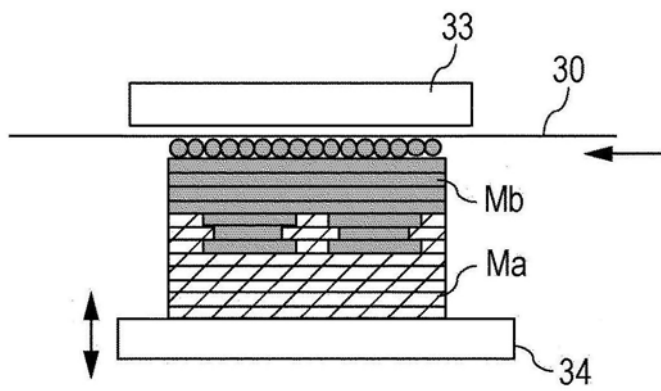


图9B

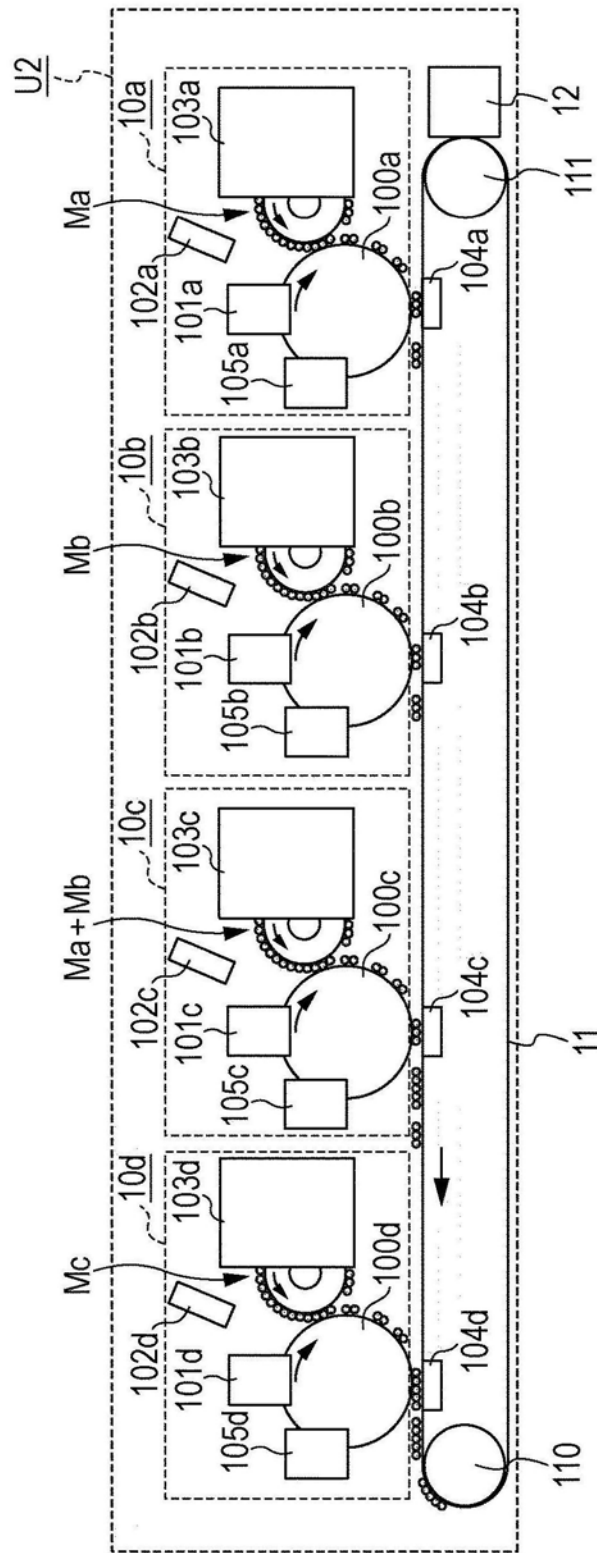


图10



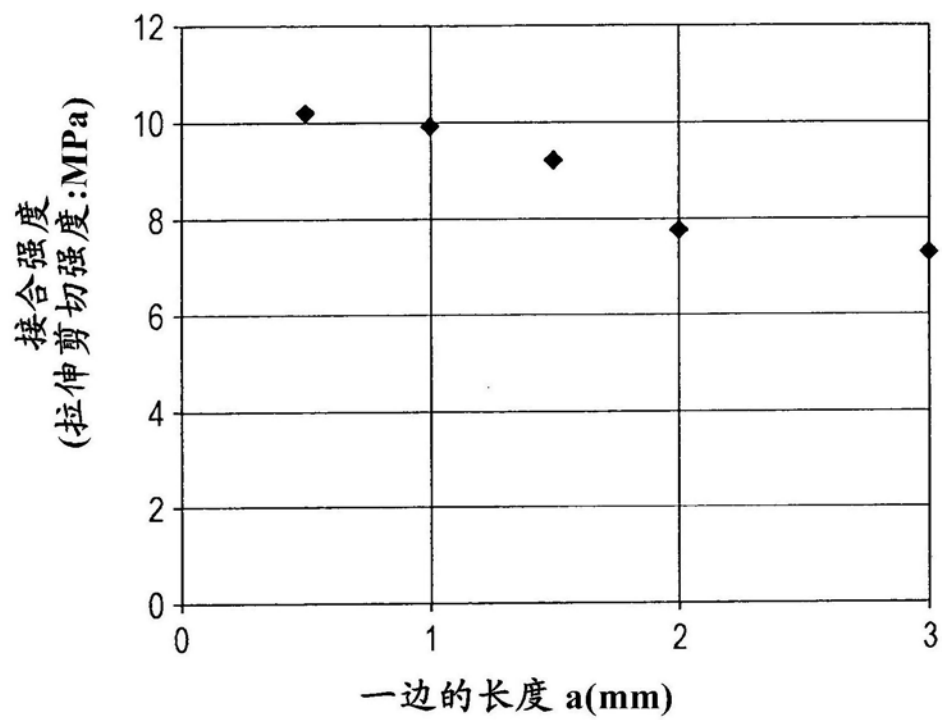


图11

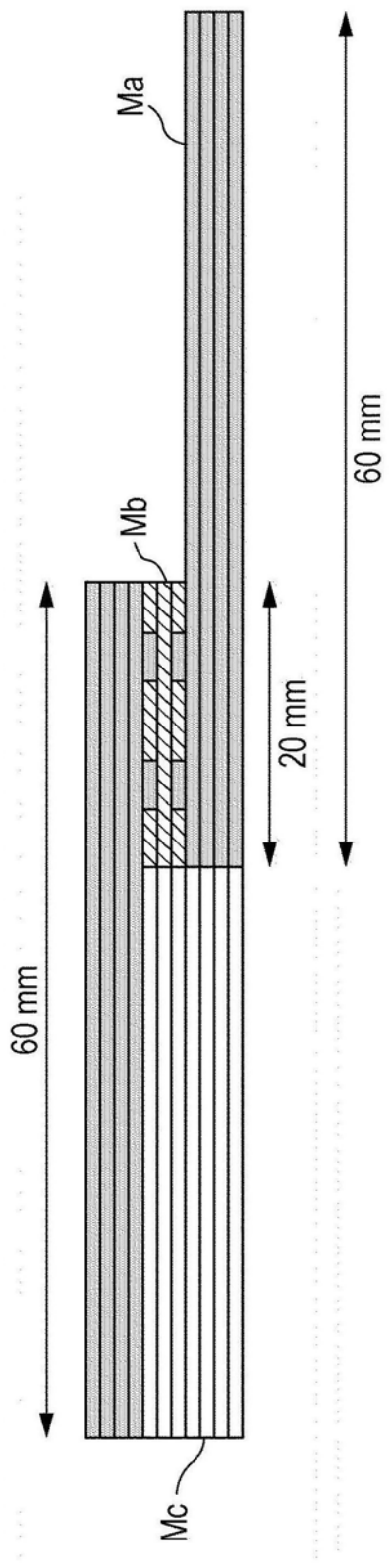


图12

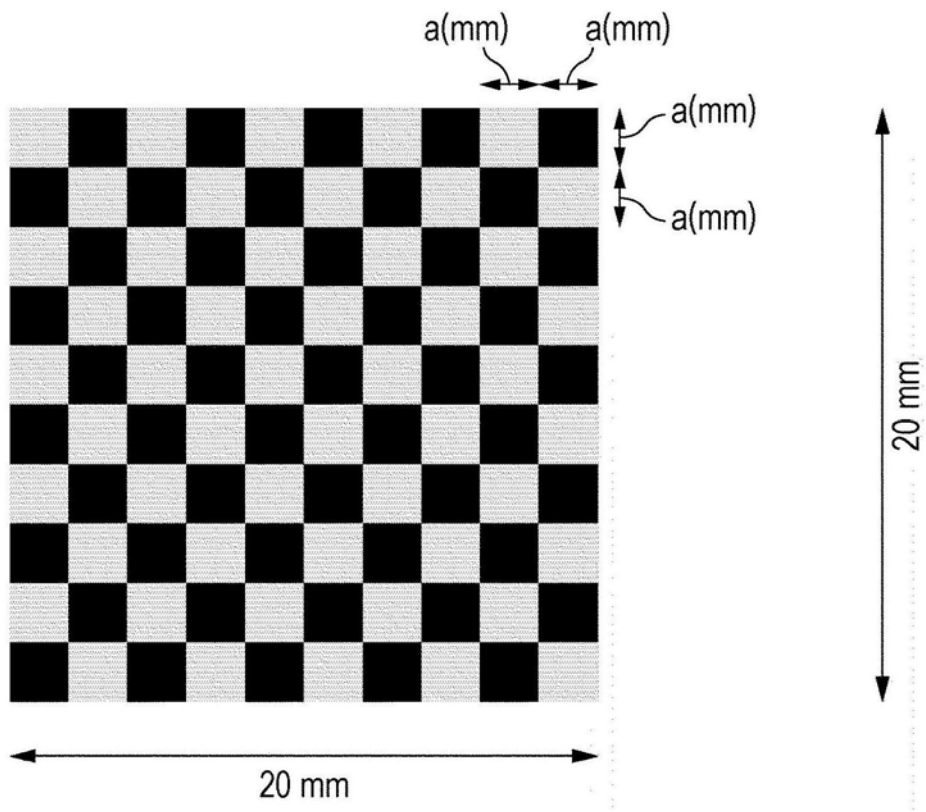


图13

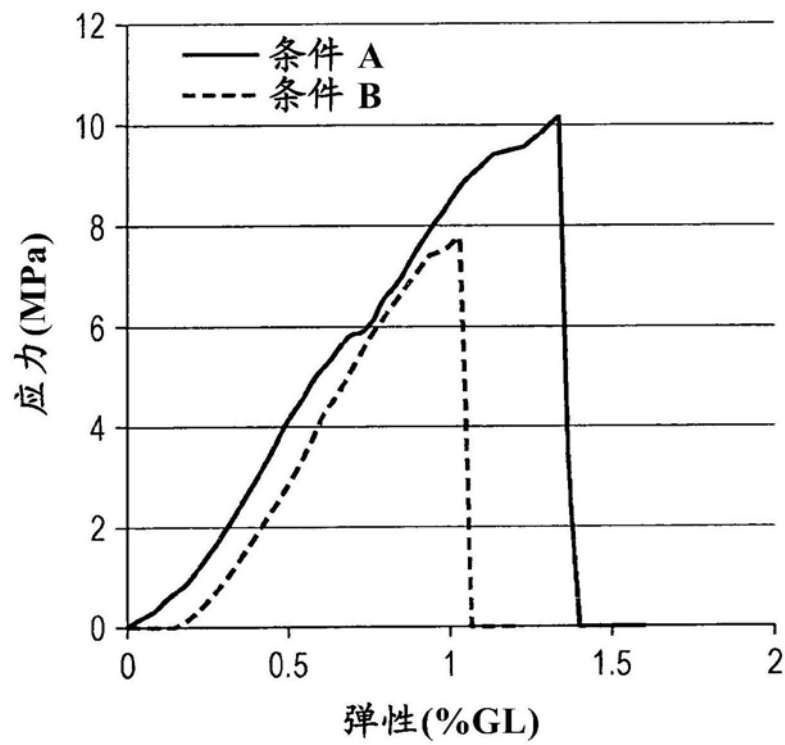


图14

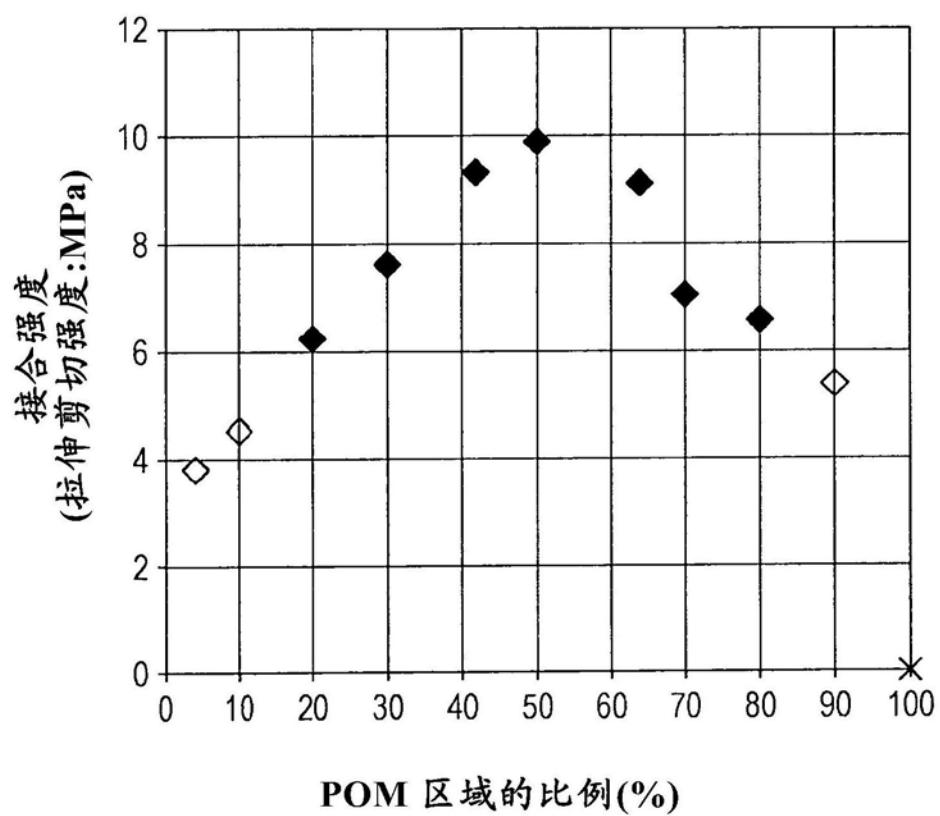


图15

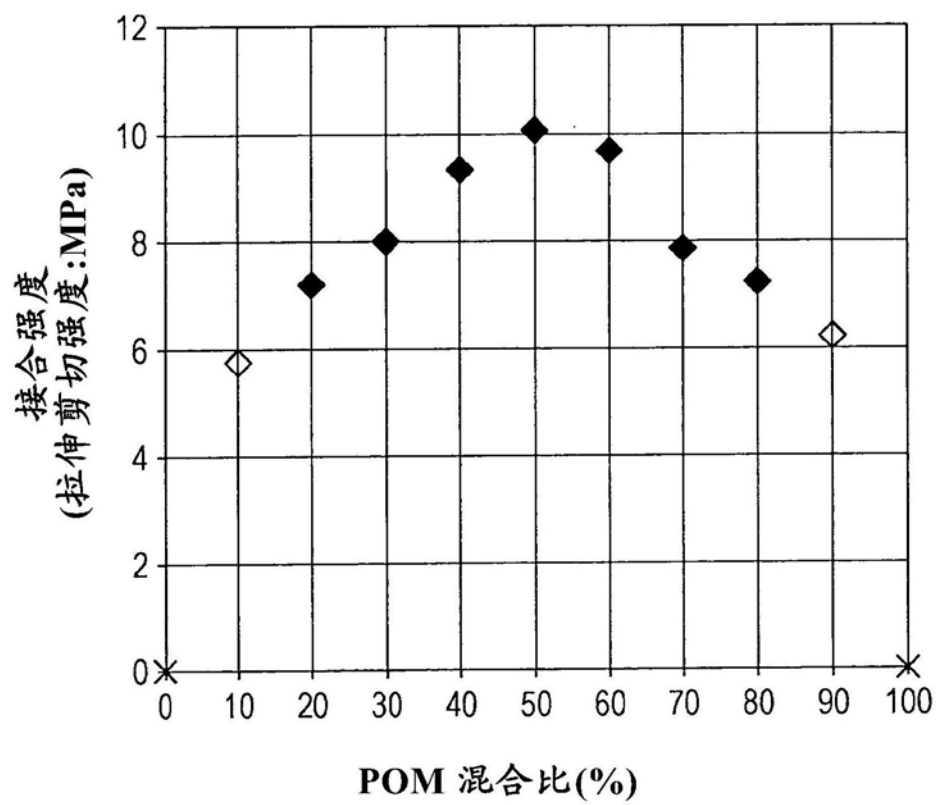


图16